109-012-7B59
MOTC-IOT-108-H3DC001

108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 109 年 2 月

109

108年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

交通部運輸研究所

GPN: 1010900083
定價:400 元

109-012-7B59
MOTC-IOT-108-H3DC001

108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

著 者：李兆芳、劉正琪、傅怡釧、李俊穎、蘇青和、
謝佳紘、江朕榮

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運. 108年 / 李兆芳等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 109.02
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-056-1(平裝)

1.海洋氣象

444.94 108022577

108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

著　　者：李兆芳、劉正琪、傅怡釧、李俊穎、蘇青和、謝佳紘、江朕榮
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587134
出版年月：中華民國 109 年 2 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站
定　　價:400 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市:10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話:(02) 25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1010900083　ISBN： 978-986-531-056-1　(平裝)
著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-531-056-1(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010900083</td><td>運輸研究所出版品編號
109-012-7B59</td><td>計畫編號
108-H3DC001</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心
主管：蔡立宏
計畫主持人：李俊穎
研究人員：蘇青和、傅怡釧
聯絡電話：04-26587134
傳真號碼：04-26564415</td><td colspan="2">合作研究單位：國立成功大學
計畫主持人：李兆芳
協同主持人：劉正琪
研究人員：謝佳紘、江朕榮
地址：70101 臺南市東區大學路 1 號
聯絡電話：06-2371938 轉 301</td><td>研究期間
自 108 年 2 月
至 108 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：東部海域、花蓮海域、海象模擬</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
本計畫屬於港研中心 108 年科技網要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(2/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下所建置海象模擬作業系統，為 4 年期研究計畫之第 2 年子項計畫。本計畫主要目的為針對「臺灣近岸海象預報系統」進行維護、相關海象模擬之改善，並探討港區靜穩預警等課題。
本年度計畫主要內容及成果包括：
(1) 針對現有海象預報模擬系統完成風浪模擬子系統每日 4 次作業化流程改善，及水動力模擬子系統增建馬祖海域小尺度水動力模組。
(2) 針對臺灣周圍海域冬季季風浪模擬值、氣象局決定性波浪預報模式示性波高預報值及波浪觀測資料進行比對，依據均方根誤差及相關係數分析結果，評估本計畫風浪作業化模擬成果。
(3) 針對臺灣周圍海域水動力模擬天文潮水位值，與基隆港等 9 港口 2019 年天文潮調和分析預測值進行比對，依據均方根誤差及相關係數分析得知，澎湖海域均方根誤差最大(0.541m)，相關係數最低(0.734)有待改善。
(4) 針對東部海域建置含花蓮港海域及蘇澳港海域之三層巢狀網格風浪模組，並採用每日 4 次模擬預報方式建置小尺度風浪模擬系統。
(5) 花蓮港區靜穩模擬系統規劃中，利用花蓮港海域小尺度網格風浪模擬資料(示性波高、譜峰週期)，驅動花蓮港細尺度波浪模組，計算港區內碼頭區岸壁波高變化，藉以評估港區靜穩度。
本計畫相關研究成果及經驗將能夠應用至其他離島海域，達到完善臺灣周圍海域「海氣象模擬預報系統」之目標。於平時提供港區、藍色公路及海岸公路等相關海象模擬資訊，另於颱風侵襲期間，相關結果可作為防災預警之評估依據，以輔助船舶進出、藍色公路航行安全及海岸公路行車安全等重要資訊。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本出版品取得方式</td></tr>
<tr><td>109 年 2 月</td><td>433</td><td>400</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密□機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Operational calibration and maintenance of the marine meteorology automatic forecast simulation system, 2019

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-531-056-1(pbk)	1010900083	109-012-7B59	108-H3DC001

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Tsai Li-hung
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lee Chun-ying
PROJECT STAFF: Su Ching-ho, Fu Yi-chuan
PHONE: (04) 26587134
FAX: (04) 26564415

PROJECT PERIOD
FROM February 2019
TO December 2019

RESEARCH AGENCY: National Cheng Kung University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lee Jaw-fang
CO-PROJECT INVESTIGATOR: Liu Cheng-chi
PROJECT STAFF: Shieh Chia-hon, Chiang Chen-jung
ADDRESS: NO.1, University Road, Tainan, Taiwan 70101, R.O.C.
PHONE: (06) 2371938 ext. 301

KEY WORDS: EAST SEA AREA, HUALIEN SEA AREA, METEOROLOGY SIMULATION

ABSTRACT:

This project is an information-system service project under a branch project “Integrated Harbor Environment Information and Applied Disaster Prevention Research” of the 2019 science and technology outline project 「Ocean and Transportation Disaster Prevention Technology Research (2/4)」belongs to Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, extending the sea meteorology simulation system established from previous projects “sea Meteorology of Harbors and Flooding Information Establishment.” This research aims at several subjects including maintenance of the “Taiwan Neashore Meteorology Forcasting System”, improvements of the related sea meteorology simulation, and the investigation of harbor tranquility early warning.

Major outcomes and results include:

(1) Accomplishing the 4-run/day operation for the wind-wave subsystem of the current sea meteoroloty forcast simulation system, and establishing Matsu small-scale hydrodymic module in dydrodynamic simulation subsystem.
(2) Comparisons of the wind-wave simulation results for Taiwan surrounding sea areas with CWB forcasting significant wave heights, and observatory results, and evaluation of the present operational simulation results according to the RMS error analysis.
(3) Comparisons of the present simulation astronomical tides from the hydrodynamic model with the 2019 harmonic analysis predicted results of the Keelung, et al. 9 harbors. According to RMS and correlation analysis, the results indicate that the maximum RMS error is at Penhu sea area (0.541m), and correlation coefficient is minimum (0.734), which needs improvement.
(4) Establishment of the 3-layer nested grids wind-wave module for the eastern sea area including Hwalian Harbor and Suauo Harbor sea areas, and using the 4-run/day forcasting establishing the small-scale wind-wave simulation system.
(5) In the Hwalian tranquillty simulation system, using the wind-wave simulation data (significant wave height and spectrum- peak wave period) as the input to the fine-scale wind-wave module of Hwalian Harbor, and calculating the wave height variations inside harbors to evaluate the harbor tranquillty.

The present research results and experiences can be applied to other outlaying islands, so to establish a complete “Sea Metrorology Simulation Forcasting System” for Taiwan surrounding sea areas. For ordinary periods, providing simulation information for harbor area, Blue-Highway, and coast roads. For typhoon periods, providing information for disaster early warning evalution, and also supplied as important information for in/out harbor navigation, Blue-Highway, and coast roads driving safety.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
Februbary 2020	433	400	□RESTRICTED □CONFIDENTIAL □SECRET □TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

目　錄

計畫摘要.....I
目　錄　.....III
圖目錄　.....VI
表目錄　.....XXV
第一章　緒論.....1-1
1.1 計畫緣起及目的.....1-1
1.2 計畫重要性.....1-2
1.3 相關本計畫.....1-3
1.4 研究範圍與對象.....1-5
1.5 本年度研究內容及工作項目.....1-6
第二章　臺灣近岸海象預報模擬系統維運與改善研究.....2-1
2.1 臺灣近岸海象預報系統簡介.....2-1
2.2 海象模擬作業化系統之校修與改善.....2-23
第三章　臺灣周圍海域風浪模擬與校驗.....3-1
3.1 綜整中央氣象局風浪預報資料.....3-1
3.2 臺灣周圍海域季風波浪模擬與校驗.....3-12
3.3 臺灣周圍海域颱風波浪模擬與校驗.....3-28
第四章　臺灣周圍海域水動力模擬與校驗.....4-1
4.1 臺灣周圍海域水動力模式介紹.....4-1
4.2 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗.....4-5
4.3.CODAR 及 HYCOM 海流資料之比較.....4-50
第五章　臺灣近岸海象預報作業化成果評估.....5-1

5.1 風力 5-1
5.2 波浪 5-24
5.3 水位 5-45
5.4 海流 5-59
第六章　東部海域基本資料蒐集與分析 6-1
6.1 地形水深 6-1
6.2 潮汐水位 6-6
6.3 波浪 6-8
6.4 海流 6-10
第七章　東部海域小尺度風浪模擬系統建置 7-1
7.1 風浪模擬系統巢狀網格建置 7-1
7.2 風浪模擬系統之風場資料 7-6
7.3 風浪模擬系統之數值模式 7-6
7.4 風浪模擬系統之風浪模擬流程 7-7
7.5 花蓮海域風浪模擬與校驗 7-20
第八章　花蓮港區靜穩模擬系統建置 8-1
8.1 花蓮港域細尺度波浪模組介紹 8-1
8.2 花蓮港域細尺度風浪模組建置 8-8
第九章　結論與建議 9-1
9.1 結論 9-1
9.2 建議 9-2
參考文獻 參-1
附錄一　有限元素法二維水動力模式 附1-1
附錄二　相關波浪模式介紹 附2-1
附錄三　潮位調和分析成果表 附3-1
附錄四　期中報告審查意見處理情形表 附4-1

附錄五　期末報告審查意見處理情形表.....附5-1
附錄六　期末簡報資料.....附6-1

圖　目　錄

圖1.1　近岸海象數值模擬及預警系統架構圖.....1-5
圖1.2　本計畫研究範圍與對象之示意圖.....1-6
圖2.1　臺灣近岸海象預報系統整體架構圖.....2-1
圖2.2　中央氣象局數值天氣預報系統NFS及WRF模組M00水平巢狀網格數值模擬範圍圖.....2-5
圖2.3　中央氣象局數值天氣預報系統WRF模組M05數值模擬範圍(WD01及WD02)及TaiCOMS各層風、壓場資料輸出範圍圖.....2-6
圖2.4　NFS(RC)及WRF(WA01)風場輸出範圍圖.....2-6
圖2.5　NFS(MC)及WRF(WA02)風場輸出範圍圖.....2-7
圖2.6　NFS(HC)及WRF(WA03)風場輸出範圍圖.....2-7
圖2.7　每日(D日)海象作業化模擬預報風場之組合方式圖.....2-8
圖2.8　TaiCOMS遠域風浪模組模擬範圍圖.....2-11
圖2.9　TaiCOMS近域風浪模組模擬範圍圖.....2-11
圖2.10　TaiCOMS澎湖(PH)海域近岸風浪模組模擬範圍圖.....2-12
圖2.11　TaiCOMS金門(KM)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖.....2-12
圖2.12　TaiCOMS馬祖(MZ)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖.....2-13
圖2.13　TaiCOMS東南(SE)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖.....2-13
圖2.14　TaiCOMS西南(SW)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖.....2-14
圖2.15　各主要商港港區近岸波浪模組模擬範圍示意圖.....2-15
圖2.16　各主要商港細尺度港域波浪模組模擬範圍圖.....2-16
圖2.17　TaiCOMS風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖.....2-17
圖2.18　遠域及近域(虛線)水動力模組模擬範圍示意圖.....2-19
圖2.19　各主要商港近岸(小尺度)水動力模組模擬範圍示意圖.....2-19

圖2.20　各主要商港近岸(小尺度)水動力模組模擬範圍示意圖.....2-20
圖2.21　澎湖海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖.....2-20
圖2.22　金門海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖.....2-21
圖2.23　東南海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖.....2-21
圖2.24　南灣海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖.....2-22
圖2.25　TaiCOMS水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖.....2-22
圖2.26　每日四次海象作業化模擬之預報風場組合方式圖.....2-24
圖2.27　TaiCOMS中國海域風壓場(WE01)網格範圍圖.....2-25
圖2.28　TaiCOMS臺灣海域風壓場(WE02)網格範圍圖.....2-25
圖2.29　TaiCOMS風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程修正圖.....2-26
圖2.30　TaiCOMS水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程修正圖.....2-26
圖2.31　中尺度臺灣周圍海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖.....2-28
圖2.32　中尺度臺灣周圍海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖.....2-29
圖2.33　小尺度澎湖海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖.....2-30
圖2.34　小尺度澎湖海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖.....2-31
圖2.35　小尺度東南海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖.....2-32
圖2.36　小尺度東南海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖.....2-33
圖2.37　小尺度西南海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖.....2-34

圖2.38　小尺度西南海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖 2-35
圖2.39　小尺度馬祖海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖 2-36
圖2.40　小尺度馬祖海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖 2-36
圖2.41　小尺度金門海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖 2-37
圖2.42　小尺度金門海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖 2-37
圖2.43　國內藍色公路路線分布圖.....2-38
圖2.44　馬祖海域近岸水動力模組之模擬範圍及數值計算三角形元素網格圖 2-40
圖2.45　馬祖南竿及北竿海域三角形元素網格分布圖.....2-40
圖2.46　馬祖東莒及西莒海域三角形元素網格分布圖.....2-41
圖2.47　馬祖海域近岸水動力模組之水深分布圖.....2-41
圖2.48　0304莒光列島至東引島(含閩江口)海軍水道圖 2-42
圖2.49　0306烏坵嶼至東引島(含臺灣北部)海軍水道圖 2-43
圖3.1　氣象局決定性波浪預報模式系統3層多重網格模擬範圍圖 ...3-2
圖3.2　臺灣周圍海域長期波浪觀測站分布圖.....3-4
圖3.3　氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值(點)比較圖 3-5
圖3.3　(續1)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值比較圖 3-6
圖3.3　(續2)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值比較圖 3-7
圖3.4　氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與TaiCOMS波高預測值比較圖 3-8

圖3.4 (續)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與TaiCOMS波高預測值比較圖.....3-9
圖3.5 氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與TaiCOMS風浪模擬結果(虛線)之比較圖.....3-10
圖3.5 (續1)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與TaiCOMS風浪模擬結果(虛線)之比較圖.....3-10
圖3.5 (續2)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與TaiCOMS風浪模擬結果(虛線)之比較圖.....3-11
圖3.5 (續3)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與TaiCOMS風浪模擬結果(虛線)之比較圖.....3-11
圖3.6 臺灣周圍海域2層巢狀網格風浪作業化模擬架構及流程圖.3-12
圖3.7 新竹浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-17
圖3.7 (續)新竹浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-17
圖3.8 七股浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-18
圖3.8 (續)七股浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-18
圖3.9 彌陀浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-19
圖3.9 (續)彌陀浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-19
圖3.10 小琉球浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-20
圖3.10 (續)小琉球浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖.....3-20

圖3.11　鵝鑾鼻浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-21
圖3.11　(續)鵝鑾鼻浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-21
圖3.12　台東浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-22
圖3.12　(續)台東浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-22
圖3.13　花蓮浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-23
圖3.13　(續)花蓮浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-23
圖3.14　蘇澳浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-24
圖3.14　(續)蘇澳浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-24
圖3.15　澎湖浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-25
圖3.15　(續)澎湖浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-25
圖3.16　金門浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-26
圖3.16　(續)金門浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-26
圖3.17　蘭嶼浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-27
圖3.17　(續)蘭嶼浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖 3-27

圖3.18　2019年輕度颱風丹娜絲(DANAS)侵臺路徑圖 3-29
圖3.19　2019年強烈颱風利奇馬(LEKIMA)侵臺路徑圖 3-29
圖3.20　2019年輕度颱風白鹿(BAILU)侵臺路徑圖.....3-30
圖3.21　2019年中度颱風米塔(MITAG)侵臺路徑圖.....3-30
圖3.22　2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日0時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖.....3-31
圖3.22　(續1)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日6時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖.....3-32
圖3.22　(續2)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日12時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖.....3-33
圖3.22　(續3)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日18時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖.....3-34
圖3.22　(續4)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月9日0時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖.....3-35
圖3.23　2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日0時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖.....3-36
圖3.23　(續1)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日6時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖.....3-37
圖3.23　(續2)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日12時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖.....3-38
圖3.23　(續3)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日18時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖.....3-39
圖3.23　(續4)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月9日0時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖.....3-40
圖3.24　2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日0時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖.....3-41
圖3.24　(續1)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間， 8月8日6時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖.....3-42

圖3.24 (續2)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日12時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖.....3-43
圖3.24 (續3)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日18時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖.....3-44
圖3.24 (續4)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月9日0時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖.....3-45
圖3.25 2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日0時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖.....3-46
圖3.25 (續1)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日6時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖.....3-47
圖3.25 (續2)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日12時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖.....3-48
圖3.25 (續3)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月8日18時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖.....3-49
圖3.25 (續4)2019年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8月9日0時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖.....3-50
圖4.1 臺灣周圍海域水動力模組之模擬範圍示意圖.....4-2
圖4.2 臺灣周圍海域水動力模組之三角形元素計算網格圖 4-2
圖4.3 臺灣周圍海域水動力模組數值計算網格之水深分布圖 4-3
圖4.4 臺灣周圍海域水動力模式採用的天文潮水位邊界 條件圖 ...4-4
圖4.5 花蓮港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-6
圖4.5 (續)花蓮港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-7
圖4.6 蘇澳港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-8
圖4.6 (續)蘇澳港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-9
圖4.7 基隆港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 ..4-10

圖4.7　(續)基隆港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-11
圖4.8　臺中港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 ..4-12
圖4.8　(續)臺中港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-13
圖4.9　高雄港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 ..4-14
圖4.9　(續)高雄港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-15
圖4.10　澎湖馬公港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-16
圖4.10　(續)澎湖馬公港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-17
圖4.11　富岡漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-18
圖4.11　(續)富岡漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-19
圖4.12　綠島南寮漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-20
圖4.12　(續)綠島南寮漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-21
圖4.13　蘭嶼開元漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-22
圖4.13　(續)蘭嶼開元漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-23
圖4.14　後壁湖漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-24
圖4.14　(續)後壁湖漁港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-25

圖4.15　金門料羅灣港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-26
圖4.15　(續)金門料羅灣港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-27
圖4.16　馬祖港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-28
圖4.16　(續)馬祖港2018年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖 4-29
圖4.17　中尺度水動力模組水位輸出點位及潮位測站分布圖 4-31
圖4.18　花蓮港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-32
圖4.18　(續)花蓮港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-33
圖4.19　蘇澳港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-34
圖4.19　(續)蘇澳港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-35
圖4.20　基隆港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-36
圖4.20　(續)基隆港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-37
圖4.21　臺中港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-38
圖4.21　(續)臺中港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-39
圖4.22　高雄港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-40

圖4.22 (續)高雄港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-41
圖4.23 澎湖馬公港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-42
圖4.23 (續)澎湖馬公港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-43
圖4.24 富岡漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-44
圖4.24 (續)富岡漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-45
圖4.25 蘭嶼開元漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-46
圖4.25 (續)蘭嶼開元漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-47
圖4.26 後壁湖漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-48
圖4.26 (續)後壁湖漁港2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖 4-49
圖4.27 臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-51
圖4.27 (續1)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-52
圖4.27 (續2)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-52
圖4.27 (續3)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-53
圖4.27 (續4)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-53

圖4.27 (續5)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-54
圖4.27 (續6)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-54
圖4.27 (續7)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-55
圖4.27 (續8)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-55
圖4.27 (續9)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-56
圖4.27 (續10)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-56
圖4.27 (續11)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-57
圖4.27 (續12)臺灣周圍海域CODAR逐時觀測表層海流流速、流向分布圖 4-57
圖4.28 臺灣周圍海域HYCOM洋流逐日預報資料之表層流速、流向分布圖 4-58
圖4.28 (續)臺灣周圍海域HYCOM洋流逐日預報資料之表層流速、流向分布圖 4-58
圖4.29 臺灣周圍海域HYCOM洋流預報資料與CODAR每日平均表層流之比對圖 4-59
圖4.29 (續1)臺灣周圍海域HYCOM洋流預報資料與CODAR每日平均表層流之比對圖 4-59
圖4.29 (續2)臺灣周圍海域HYCOM洋流預報資料與CODAR每日平均表層流之比對圖 4-60
圖5.1 12海域風力2018年9月觀測及模擬之風力特性統計分析比較表圖 5-5
圖5.2 12海域風力2018年輕度颱風丹娜絲侵臺期間觀測及模擬

之風力特性統計分析比較表圖 5-6
圖5.3 12海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖 5-7
圖5.3 (續1)12海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖 5-8
圖5.3 (續2)12海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖 5-9
圖5.4 12海域風力參數颱風侵臺期間觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖 5-10
圖5.5 12海域風力參數月觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖 5-11
圖5.6 12海域風力參數利奇馬颱風侵臺期間觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖 5-12
圖5.7 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風速比較圖 5-13
圖5.8 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風向比較圖 5-14
圖5.9 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW向風速比較圖 5-15
圖5.10 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS風速比較圖 5-16
圖5.11 12海域2019年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風速比較圖 5-17
圖5.12 12海域2019年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風向比較圖 5-18
圖5.13 12海域2019年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW向風速比較圖 5-19
圖5.14 12海域2019年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS風速比較圖 5-20

圖5.15　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬風速相關比較圖 5-21
圖5.16　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬EW向風速相關比較圖 5-22
圖5.17　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬NS向風速相關比較圖 5-23
圖5.18　12海域2018年9月觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖 5-27
圖5.18　(續)12海域2018年9月觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖 5-28
圖5.19　2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖 5-29
圖5.19　(續)2019年颱風侵臺期間12海域觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖 5-30
圖5.20　12海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果表圖 5-31
圖5.20　(續1)12海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果圖 5-32
圖5.20　(續2)12海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果圖 5-33
圖5.21　2019年颱風侵臺期間12海域波浪參數觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果圖 5-34
圖5.22　12海域波浪參數逐月觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖 5-35
圖5.23　2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域波浪參數觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖 5-36
圖5.24　12海域2018年9月逐時波高觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-37
圖5.25　12海域2018年9月逐時週期Tp觀測(綠色)與舊版(紅色)、

新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-38
圖5.26 12海域2018年9月逐時波向觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-39
圖5.27 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時波高觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-40
圖5.28 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時週期Tp觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-41
圖5.29 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時波向觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖 5-42
圖5.30 12海域2018年9月逐時波高觀測與新版中尺度模擬值之相關比較圖 5-43
圖5.31 12海域2018年9月逐時週期Tp觀測與新版中尺度模擬值之相關比較圖 5-44
圖5.32 12海域2018年9月觀測及模擬之水位特性統計分析表圖 ...5-48
圖5.33 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域觀測及模擬之水位特性統計分析表圖 5-49
圖5.34 12海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果表圖 5-50
圖5.34 (續1)12海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果表圖 5-51
圖5.34 (續2)12海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果表圖 5-52
圖5.35 2019年颱風侵臺期間12海域水位觀測值與中尺度模擬值間相關係數r分析成果表圖 5-53
圖5.36 12海域2018年9月水位觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖 5-54
圖5.37 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域水位觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖 5-55

圖5.38　12海域2018年9月逐時水位觀測(綠色)與中尺度模擬值(紅色)之比較圖 5-56
圖5.39　2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時水位觀測(綠色)與中尺度模擬值(紅色)之比較圖 5-57
圖5.40　12海域2018年9月逐時水位觀測與中尺度模擬值之相關比較圖 5-58
圖5.41　12海域風力2018年9月海流特性觀測及模擬之統計分析比較表圖 5-62
圖5.42　2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域風力海流特性觀測及模擬之統計分析比較表圖 5-63
圖5.43　12海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r成果表圖 5-64
圖5.43　(續1)12海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r成果表圖 5-65
圖5.43　(續2)12海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數r成果表圖 5-66
圖5.44　2019年颱風侵臺期間12海域海流參數觀測值與中尺度模擬值間相關係數r成果表圖 5-67
圖5.45　12海域2018年9月海流參數觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖 5-68
圖5.46　2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域海流參數觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖 5-69
圖5.47　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流速比較圖 5-70
圖5.48　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流向比較圖 5-71
圖5.49　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW向流速比較圖 5-72
圖5.50　12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS向流

速比較圖 5-73
圖5.51 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流速比較圖 5-74
圖5.52 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流向比較圖 5-75
圖5.53 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW向流速比較圖 5-76
圖5.54 2019年利奇馬颱風侵臺期間12海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS向流速比較圖 5-77
圖5.55 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬流速相關比較圖 5-78
圖5.56 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬EW向流速相關比較圖 5-79
圖5.57 12海域2018年9月逐時觀測與中尺度模擬NS向流速相關比較圖 5-80
圖6.1 三貂角至蘇澳港海域水深分布圖(圖號04515).....6-1
圖6.2 蘇澳港及附近海域水深分布圖(圖號04516).....6-2
圖6.3 烏石鼻至新城海域水深分布圖(圖號04517).....6-2
圖6.4 新城至水璉鼻海域水深分布圖(圖號04518).....6-3
圖6.5 水璉鼻至長濱海域水深分布圖(圖號04519).....6-3
圖6.6 海圖0351花蓮港及附近.....6-4
圖6.7 花蓮海岸歷年水深地形調查資料點位分布圖.....6-5

圖6.8　2008～2013年花蓮港逐時潮位資料月及年平均潮位變化圖 6-7
圖6.9　歷年(2008 ~ 2013年)花蓮港潮位調和分析主要分潮(O_1、K_1、M_2、S_2)振幅變化情形圖 6-7
圖7.1　東部海域小尺度風浪模擬系統之架構及作業化模擬流程圖 7-1
圖7.2　東部海域小尺度風浪模擬系統之三層巢狀網格模擬範圍圖 7-3
圖7.3　遠域(大尺度)模組數值計算網格水深分布圖 7-4
圖7.4　臺灣周圍海域近域(中尺度)模組數值計算網格水深分布圖...7-4
圖7.5　東部花蓮海域近岸(小尺度)模組數值計算網格水深分布圖...7-5
圖7.6　東部蘇澳海域近岸(小尺度)模組數值計算網格水深分布圖...7-5
圖7.7　風浪模式WAM之模式架構及執行流程圖 7-8
圖7.8　風浪模式SWAN之模式執行架構及流程圖 7-9
圖7.9　遠域風浪模擬PREPROC模組輸入檔各參數設定值.....7-10
圖7.10　遠域風浪模擬PRESET模組輸入檔各參數設定值 7-11
圖7.11　遠域風浪模擬CHIEF模組輸入檔各參數設定值 7-12
圖7.12　遠域風浪模擬PRESET模組輸入檔各參數設定值 7-13
圖7.13　近域風浪模擬冷啟動SWAN輸入檔各參數設定值.....7-14
圖7.14　近域風浪模擬一階段模擬SWAN輸入檔各參數設定值.....7-15
圖7.15　近域風浪模擬二階段模擬SWAN輸入檔各參數設定值.....7-16
圖7.15　(續1)近域風浪模擬二階段模擬SWAN輸入檔各參數設定值 7-17
圖7.15　(續2)近域風浪模擬二階段模擬SWAN輸入檔各參數設定值 7-18
圖7.15　(續3)近域風浪模擬二階段模擬SWAN輸入檔各參數設定值 7-19

圖7.16　小尺度花蓮海域風浪模組模擬結果輸出點位圖.....7-21
圖7.17　花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-22
圖7.17　(續1)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-23
圖7.17　(續2)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-24
圖7.17　(續3)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-25
圖7.17　(續4)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-26
圖7.17　(續5)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-27
圖7.17　(續6)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-28
圖7.17　(續7)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-29
圖7.17　(續8)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港awac測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-30
圖7.18　花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-31
圖7.18　(續1)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-32
圖7.18　(續2)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-33
圖7.18　(續3)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-34

圖7.18 (續4)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-35
圖7.18 (續5)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-36
圖7.18 (續6)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-37
圖7.18 (續7)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-38
圖7.18 (續8)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖.....7-39
圖8.1 細尺度花蓮港域波浪模組之模擬範圍圖.....8-3
圖8.2 花蓮港區細尺度波浪模組非結構細網格分布圖.....8-4
圖8.3 花蓮港區細尺度波浪模擬範圍與花蓮域小尺度風浪模組輸出點位(圓點)分布圖.....8-5
圖8.4 花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期10s、ESE).....8-6
圖8.5 花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期10s、E).....8-6
圖8.6 花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期10s、SW).....8-7
圖8.7 花蓮港港域波高規劃展示點位分布圖.....8-7
圖8.8 下年度花蓮港細尺度風浪模組模擬範圍規劃方案示意圖.....8-8

表　目　錄

表2.1　中央氣象局NFS水平三層巢狀網格資訊表 2-4
表2.2　中央氣象局WRF成員M00水平三層巢狀網格資訊表 2-4
表2.3　中央氣象局WRF成員M05水平兩層巢狀網格資訊表 2-5
表2.4　近岸海域風浪模組之數值計算網格資訊表.....2-9
表2.5　主要商港港區近岸波浪模組之數值參考網格基本資料 2-10
表3.1　中央氣象局NFS水平三層巢狀網格資訊表 3-3
表4.1　2018年天文潮位調和分析值與觀測資料間均方根誤差分析表.....4-5
表4.2　2019年天文潮水位模擬值與天文潮調和預測值間相關係數及均方根誤差分析表.....4-31
表5.1　108年度12個海域風力主要觀測站逐月資料(修補前)統計表.....5-3
表5.2　108年度12個海域風力中尺度模組逐月資料(修補前)統計表.....5-3
表5.3　108年度12個海域颱風侵臺期間風力主要觀測站資料統計表.....5-4
表5.4　108年度12個海域颱風侵臺期間風力主要觀測站資料統計表.....5-4
表5.5　108年度12個海域波浪主要觀測站逐月資料統計表.....5-26
表5.6　108年度12個海域波浪中尺度模組(S)逐月追算資料統計表.....5-26
表5.7　108年度12個海域颱風侵臺期間波浪主要測站觀測資料統計表.....5-26
表5.8　108年度12個海域颱風侵臺期間波浪中尺度模組(S)追算資料統計表.....5-26

表5.9　108年度12個海域潮汐觀測二站逐月資料(修補前)統計表.....5-46
表5.10　108年度12個海域潮位中尺度模組(S)逐月追算資料統計表.....5-47
表5.11　108年度颱風侵臺期間12個海域潮汐觀測二站資料(修補前)統計表.....5-47
表5.12　108年度颱風侵臺期間12個海域潮位中尺度模組(S)追算資料統計表.....5-47
表5.13　108年度12個海域海流主要觀測站逐月資料(修補前)統計表.....5-60
表5.14　108年度12個海域海流中尺度模組逐月追算資料統計表.....5-61
表5.15　2019年利奇馬颱風侵臺期間12個海域海流主要觀測站資料(修補前)統計表.....5-61
表5.16　2019年颱風侵臺期間12個海域海流中尺度模組追算資料統計表.....5-61
表6.1　花蓮港(2008~2013年)重要代表性潮位統計結果表.....6-6
表6.2　花蓮港逐時波高分布年統計結果.....6-9
表6.3　花蓮港逐時平均波向分布統計表.....6-9
表6.4　花蓮港逐時海流流速分布年統計結果.....6-11
表6.5　花蓮港逐時海流流向分布年統計結果.....6-11
表7.1　東部海域小尺度風浪模擬系統巢狀網格之資訊表.....7-2
表7.2　海科中心臺灣周圍海域數值水深網格資料表.....7-2
表7.3　作業化風場資料之網格資料表.....7-6

第一章　緒論

1.1 計畫緣起及目的

台灣四面環海，地狹人稠、陸上資源有限，為了能夠合理且有效地規劃與開發近岸生活圈，政府機構長期以來積極推動規劃近岸海域的開發利用，致力於保護與維護沿海的百姓生命財產及海上運輸的安全。基於保護臺灣周遭水域航行船舶與人員安全，以及水環境維護等考量，交通部運輸研究所乃於民國 92 年起著手推動近岸/近海防救災相關海象預報系統，配合已經推動多年的海氣象觀測，成立海情中心，提供相關海象觀測與預測的資料，協助相關單位維護臺灣水域的安全。

由於我國為海島型國家，臺灣本島與離島間各類物資及人員多需仰賴海洋運輸，因此發展藍色公路乃為政府長期推動的政策；同時維護船舶海上航行安全，亦為國家施政積極努力的目標。基於臺灣周圍海域海象變化莫測，時有船舶或漁船筏等海上事件發生，如近年來發生的海洋拉拉號(2010 年 8 月 8 日)、百麗客輪(2011 年 6 月 11 日)等客輪航行安全事件，雖未造成人員重大傷亡，但也顯示出離島海運存在的風險確實不容輕忽。基於此，交通部運輸研究所除了長期推動發展近岸/近海防救災相關海象預報系統，配合海氣象觀測，提供各大商港海象觀測與預報的資料外，更以海洋國家格局，積極態度面對發展藍色公路，提供相關航線上海象數值預報資訊，確保航運安全，同時協助相關單位維護臺灣海域的安全。

本計畫目的為針對交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)「臺灣近岸海象預報系統」進行維護，包括臺灣及離島主要港口港域、藍色公路及海岸公路鄰近海域等，有關風力、波浪、水位及流場海象模式之改善，並探討港區靜穩預警等課題。臺灣近岸海象預報系統可於平時提供港區、藍色公路及海岸公路等相關海象模擬資訊；另於颱風侵襲期間，相關結果亦可作為防災預警之評估依據，以輔助船舶進出、藍色公路航行安全及海岸公路行車安全等重要資訊。

1.2 計畫重要性

本計畫對於臺灣及離島等 11 個港口(臺北、基隆、蘇澳、花蓮、高雄、安平、布袋、臺中、澎湖、金門及馬祖等)有關風力、波浪、水位及流場等海象預報系統提供維護及改善，精進臺灣東部海域之風浪模式，確保藍色公路海上航行安全；並建置港區靜穩模組，輔助港務公司船舶管理及促進進出港航行安全。另東部海岸公路鄰近海域之水位及風浪預報成果，將提供「海岸公路浪襲預警系統」之封路輔助參考，降低人員現場應變作業及民眾行車安全風險。

在政府施政之關聯性上，本計畫配合交通部推動科學技術發展之目標：(1)推動現代化氣象及海象觀測，提升地震測報效能、拓展強震即時警報資訊於防災之應用；發展精緻化氣象預報、開創多元化氣象服務管道，以提升海象服務水準，並達成防災、減災及促進經濟發展之目標，並配合運輸系統管理及資訊服務之整合應用，為健康臺灣提供優質氣象資訊。(2)推動海岸災害防救科技發展，精進海岸與港灣的災害防救科技研發，強化基礎設施中有關環境資料庫之調查蒐集與建置及應用。

在政府施政配合性上，本計畫海象預報系統內結合港研中心「港灣環境資訊系統」，平時提供風場、波浪、水位及流場等即時海象資訊，以供各港務單位港口船舶交通航運安全使用，於颱風期間或面臨緊急海難及各種海岸災害(包括海岸公路)等防救時，亦可迅速提供救災必要海象模擬資訊。

在計畫前後連貫之整體性上，本計畫屬於港研中心 108 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(2/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下所建置海象模擬作業系統，為 4 年期研究計畫之第 2 年子項計畫。本計畫預期相關研究之成果及經驗將能夠應用至其他離島海域，達到完善臺灣週圍海域「海氣象模擬預報系統」之目標。

1.3 相關本計畫

港研中心自民國 92 年起著手於整合近岸海象數值模擬與海象觀測資料之研究計畫，建構適用於臺灣本土四周海域之海象數值模擬與預警系統。規劃中的「近岸海象數值模擬及預警系統」架構，如圖 1.1 所示，顯示此海象數值模擬及預警系統之規劃係以結合波浪、水位、海流、海嘯及污染擴散等相關數值模式，以及相關海象即時觀測系統，構建成整合性的近岸海域海象數值模擬及預警系統為研究方向。整體研究先期計畫係由中山大學陳陽益教授及李忠潘教授所組成的跨領域研究團隊及港研究中心研究人員共同進行合作研究，除了參考國內外近海海象預報系統及相關海象數值模式的發展與應用外，並依據臺灣周圍海域海象特性及模擬需求，規劃不同尺度與解析度之數值計算網格及其適用的相關海象數值模式。在研究團隊整合研究下，陸續完成相關軟、硬體之建置，以及海象數值模擬相關作業化模組開發。同時由港研中心與國立中山大學共同合作於民國 96 年取得「臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System)」之專利權，並將整個近岸海象數值模擬作業化系統移轉至港研中心運作與維護至今。

之後，港研究中心於四年期計畫(民國 96~99 年)「臺灣近岸防救災預警系統技術與作業化之研究」中，持續推動下列研究：(1)近岸風浪模擬技術之研發及預警精度改進研究；(2)結合港研中心相關計畫之海象即時監測作業，發展颱風波浪模擬技術，建置近岸防災預警方法，以減低颱風期間海岸災害破壞；(3)近岸防災預警系統之作業化研究，加強作業效能之提昇，預報系統採人性化操作界面，以利相關單位使用。先後，完成基隆港等七大商港小尺度近岸波浪模式及水動力模式建置與作業化模擬等研究。

由於臺灣附近水域的地形與環境複雜，仍有諸多影響因子需要持續進行研究與改善，港研中心另於四年期計畫(民國 100~103 年)進行「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究」分項研究計畫。於 100 年及 101 年規劃了「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究」與

「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究」等合作研究計畫，102 年整合成「提昇海岸及港灣海域海象模擬技術之研究」合作研究計畫，103 年改為「臺灣主要商港海象模擬技術之精進及系統維運」合作研究計畫。目的為了提升海岸及港灣海域海象模擬技術之研究，除了進行現有波浪、潮位及海流等海象預報系統的維護，以及相關預報與實測資料的比較分析以外，並將進一步探討水位對風浪預報的影響與系統建置，此外也進行近岸海象預報系統的改善尋求其他可能方案。

港研中心在 104 年科技計畫「海洋防災科技及永續發展計畫(3/4)」綱要計畫之分項計畫，持續推動「港灣海象模擬暨溢淹資訊建置之研究」兩年期計畫，分別於 104 年辦理「海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」及 105 年辦理「105 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」等合作研究計畫。除了針對現有臺灣主要商港海象預報系統進行校修及維運，執行預報與實測資料之比較分析外，並完成離島澎湖海域波浪、水位及流場等海象模擬子系統，提供臺灣本島與澎湖群島間細緻化海域海象模擬資訊。106 及 107 年持續針對臺灣東南海域包含臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港等港口進行小尺度風浪、水位及流場模擬系統建置研究，以期提供細緻化海象模擬資訊研究，確保臺灣本島東海海域藍色公路海上航行安全。

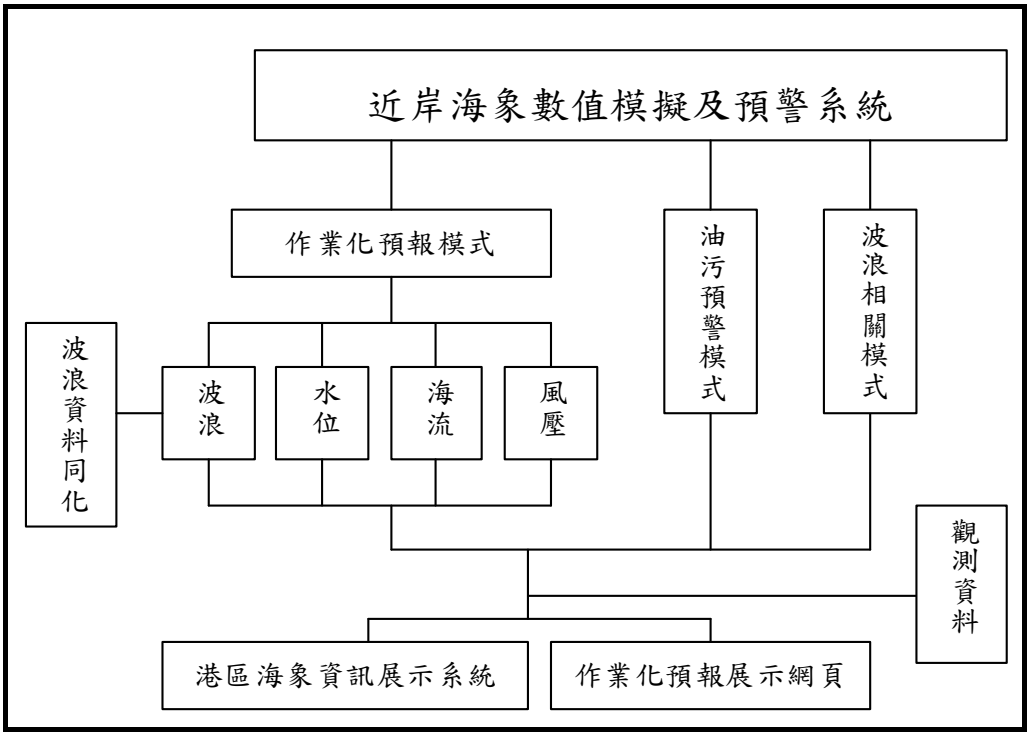


圖 1.1　近岸海象數值模擬及預警系統架構圖

1.4 研究範圍與對象

本計畫研究內容包含風力、波浪、水位及海流等海氣象資訊，研究對象含蓋臺灣周圍海域及離島澎湖、金門及馬祖等海域；本年度主要研究範圍為臺灣東部海域，自新北市貢寮區之東北角至秀姑巒溪出海口，其間包含花蓮港、蘇澳港等海域，如圖 1.2 所示。

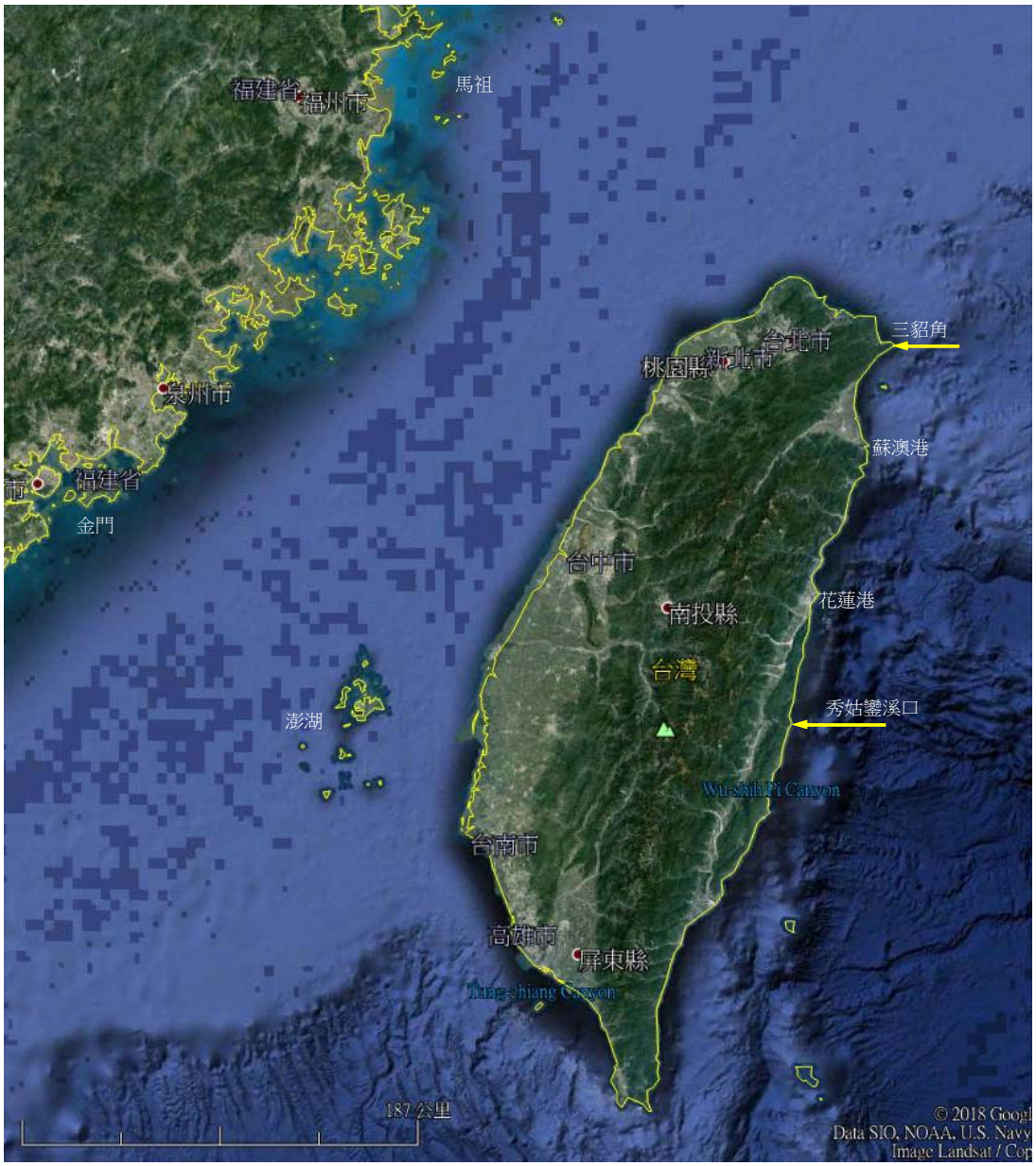


圖 1.2　本計畫研究範圍與對象之示意圖

1.5 本年度研究內容及工作項目

本計畫(108 年)主要研究內容及工作項目如下：

1. 海象自動化預報模擬系統校修與維運：進行港研中心「臺灣近岸海象預報系統」(TaiCOMS)維護與資料更新、軟硬體更新與測試、模式作業化環境之改善及維護等相關工作。

2. 海象自動化預報及預警模擬系統改善研究：針對臺灣本島及離島等 11 個主要港口及臺東海岸公路鄰近海域，依據歷年有關海象作業化預報評估結果，進行波浪、水位及流場等相關模組改善研究。
3. 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：依據港研中心風浪觀測資料(或中央氣象局、水利署)校驗模式模擬結果，作為後續模式修正之依據，並針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估。
4. 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗：依據港研中心(或中央氣象局、水利署)水位及海流觀測資料校驗模式模擬結果，並針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估，作為後續模式修正之依據。整合港研中心模擬結果及 HYCOM 洋流預報資訊，與海流觀測資料(台灣海洋科技研究中心 CODAR)進行比對評估。
5. 風力、波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估：配合港研中心(或中央氣象局、水利署)於臺灣本島及離島等 11 個主要港口及臺東海岸公路鄰近海域之現場觀測資料，進行本年度(108 年度)海象預報成果評估。
6. 綜整中央氣象局風浪預報資料：彙整氣象局提供之海象預報資料，並與臺灣近岸海象預報資料進行比對。
7. 東部海域基本資料蒐集與分析：蒐集東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)的地形水深及分析海象資料特性。
8. 東部海域小尺度風浪模擬系統建置：針對東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)建置合適的小尺度風浪模擬系統。
9. 花蓮港區靜穩模擬系統建置：結合東部海域小尺度風浪模擬結果，修正花蓮港區細尺度波浪模擬，建置花蓮港之港區靜穩模擬系統。
10. 為建立相關數值模擬系統及數值預報系統之模式計算、資料庫維護管理、資料統計、繪圖等工作，需派碩士級（含）以上專業人員一員至港研中心駐點服務，其人員工作期間為履約時限(自簽約日起算)。

第二章　臺灣近岸海象預報模擬系統維運與改善研究

2.1 臺灣近岸海象預報系統簡介

港研中心建構的臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System，TaiCOMS)整體架構如圖 2.1 所示，包含了即時海象觀測網、海象模擬作業化系統及港灣環境資訊網等三部份。其中海象模擬作業化系統提供的模擬資訊包括風場、波浪、水位、流場及海嘯等。依模擬資訊性質區分為風場處理系統、波浪模擬系統、水動力模擬系統及海嘯模擬系統等四個子系統，每日提供港灣環境資訊網海氣象模擬資訊。有關本計畫海象模擬作業化系統介紹如下：

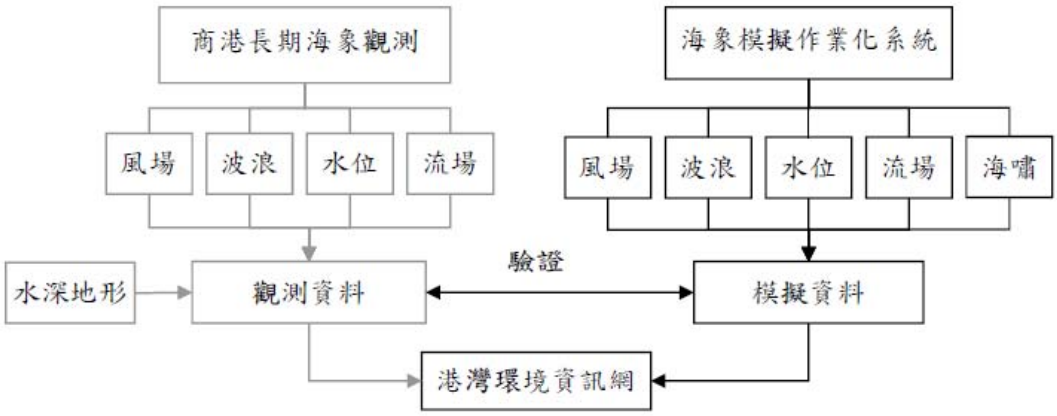


圖 2.1　臺灣近岸海象預報系統整體架構圖

2.1.1 風場處理系統

風場處理系統主要功用在於將中央氣象局公布的天氣數值預報資料轉換產出海象模擬作業化系統所需的風、壓場輸入資料，及港灣環境資訊網展示之風、壓場數值資料。本計畫風場處理系統每日作業化流程包括自中央氣象局 ftp 下載的天氣數值預報資料、資料解碼、重組及內插等。

自 TaiCOMS 建置以來，風(壓)場資料格式依中央氣象局提供的天氣數值預報資料區分為：

(1) 2014 年 5 月之前，TaiCOMS 風(壓)場資料來源為氣象局第三代數值天氣預報系統之有限區域模式 NFS (Non- hydrostatical Forecast System)，每日兩次數值預報結果(分別為 UTC 0 時及 12 時)；NFS 數值網格之水平解析度分為 45km/15km/5km 三層(分別以 RC、MC 及 HC 稱之)，各層模擬範圍及網格資訊如表 2.1 及圖 2.2 所示。

(2)因應氣象局終止對外提供 NFS 數值預報資料，2014 年 5 月起 TaiCOMS 作業系統改採用氣象局第四代數值天氣預報系統之區域模式 WRF (Weather Research and Forecast)模組 M00，每日四次數值預報結果(UTC 0、6、12 及 18 時)；M00 模組數值網格之水平解析度同樣分成 45km/15km/5km 三層(分別以 WA01、WA02 及 WA03 稱之)，其中 45km/15km 解析度網格模擬範圍與 NFS 相同，5km 解析度網格模擬範圍則略大於 NFS，各層模擬範圍及網格資訊如表 2.2 及圖 2.2 所示。

(3) 2017 年 7 月再度配合氣象局對外政策改版接收 WRF 模組 M05 數值預報結果，M05 模組數值網格改採用水平解析度 15km/3km 兩層巢狀網格(分別以 WD01 及 WD02 稱之)，各層模擬範圍及網格資訊參考表 2.3 及圖 2.3。

TaiCOMS 風壓場展示及應用的內容分別為海面 10m 高度風場及海面氣壓場資料，資料格式區分為西太平洋風場及氣壓、中國海域風場及氣壓及臺灣海域風場及氣壓等三類型，分述如下：

1. 西太平洋風場及氣壓：資料產出範圍為西太平洋北緯 0°至 35°，東經 99°至 150°，資料網格為解析度 1/6°(或 10')之球面座標規則網格，或稱為大尺度風壓場，如圖 2.4 所示。2014 年 5 月前由 NFS 水平第一層 45km 網格資料(RC)產生，2014 年 5 月至 2017 年 6 月由 WRF 成員 M00 水平第一層 45km 網格資料(WA01)產生。2017 年 7 月之後由 WRF 成員 M05 水平第一層 15km 網格資料(WD01)產生。
2. 中國海域風場及氣壓：資料輸出範圍為西太平洋北緯 10°至 35°，東經 110°至 135°，網格採用解析度 1/12°(或 5')之球面座標規則網格，又稱為中尺度風壓場，如圖 2.5 所示。同樣地。於 2014 年 5

月前由 NFS 水平第二層 15km 網格資料(MC)產生，2014 年 5 月至 2017 年 6 月由 WRF 成員 M00 水平第二層 15km 網格資料(WA02)產生。2017 年 7 月之後改由 WRF 成員 M05 水平第一層 15km 網格資料(WD01)產生。

3. 臺灣海域風場及氣壓：於 2014 年 5 月前由 NFS 水平第三層 5km 網格資料(HC)產生，其範圍為北緯 21°至 26°，東經 119.25°至 123.0°，網格為解析度 1/24°(或 2.5')，又稱為小尺度風壓場，如圖 2.6 所示。2014 年 5 月以後，資料輸出範圍擴大為北緯 20.5°至 28°，東經 117.5°至 124.5°，網格解析度不變，改由 WRF 成員 M00 水平第三層 5km 網格資料(WA03)產生，直至 2017 年 7 月改由 WRF 成員 M05 水平第二層 3km 網格資料(WD02)產生。

目前 TaiCOMS 海象作業化模擬採取每日僅執行一次 72 小時海象模擬(前 24 小時為追算模擬，後 48 小時屬於預報模擬)，在風浪及水動力模組每日輸入的預報風場資料設計上，系統採用以中央氣象局六組連續預報風壓場資料構成一組 73 小時組合的風壓場資料之方式處理，如圖 2.7 所示。圖中 D-1 代表作業化日期 D 之前一天，"_12"代表該風場預報之起始 UTC 時間(相對於台北時區為 20 時)，目前 WRF 風場每次預報長度為 84 小時(即 00~84 共 85 組資料)；經評估後每組風場選取之時段以 06~11 時較佳，同時考量 TaiCOMS 系統每日作業化起始時間採用台北時區為 0 時，因此系統設計採取以六組連續預報風壓場資料(D-2_06.10~11 、 D-2_12.06~11 、 D-2_18.06~11 、 D-1_00.06~11 、 D-1_06.10~11、D-2_12.06~52 等)構成每日組合的風壓場預報資料。

表 2.1　中央氣象局 NFS 水平三層巢狀網格資訊表

DMS FLAP	座標系統	dimension	relocation	格點位置
RC	Lambert conformal mapping	221*127	45KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(114,71)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(-5.34068N,77.91867E) 右上點(42.92812N,180.2034E)
MC	Lambert conformal mapping	181*193	15KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(76,148)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(9.28194N,109.7727E) 右上點(35.26665N,137.7342E) 座標(1,1)對應至 45KM MESH 之(89,22)座標位置
HC	Lambert conformal mapping	91*121	5KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(28,199)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(20.78609N,118.6597E) 右上點(26.33824N,123.2724E) 座標(1,1)對應至 15KM MESH 之(67,82)座標位置

表 2.2　中央氣象局 WRF 成員 M00 水平三層巢狀網格資訊表

DMS FLAP	座標系統	dimension	relocation	格點位置
WA01	Lambert conformal mapping	221×127	45KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(114,71)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(-5.34068N,77.91867E) 右上點(42.92812N,180.2034E)
WA02	Lambert conformal mapping	181×193	15KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(76,148)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(9.28194N,109.7727E) 右上點(35.26665N,137.7342E) 座標(1,1)對應至 45KM MESH 之(89,22)座標位置
WA03	Lambert conformal mapping	148×178	5KM	Center(120E), true(10N,40N) 座標(55,214)位置位於(30N,120E) 底圖左下點(20.07030 N, 117.3342 E) 右上點(28.24893°N，124.9106°E) 座標(1,1)對應至 15KM MESH 之(59,78)座標位置

表 2.3　中央氣象局 WRF 成員 M05 水平兩層巢狀網格資訊表

DMS FLAP	座標系統	dimension	relocation	格點位置
WD01	Lambert conformal mapping	661×385	15 km	Center(120E), true (10N, 40N)， 座標(340,214)位置位於(30N,120E)， 中心點座標為(331,192)位置位於 (26.926N,118.5908E) 底圖 左下點(-5.693677N,78.02554E) 右上點(43.28705N,-179.5461E)
WD02	Lambert conformal mapping	1158×673	3km	Center(120E), true (10N, 40N)， 座標(522,547)位置位於(30N,120E)， 中心點座標為(579.5,337)位置位於 (24.1285N,121.7601E) 底圖 左下點(14.02224N,105.2500E) 右上點(32.12021N,140.91388E) 座標(1,1)對應至 45 km MESH 之(89,22)座標位置

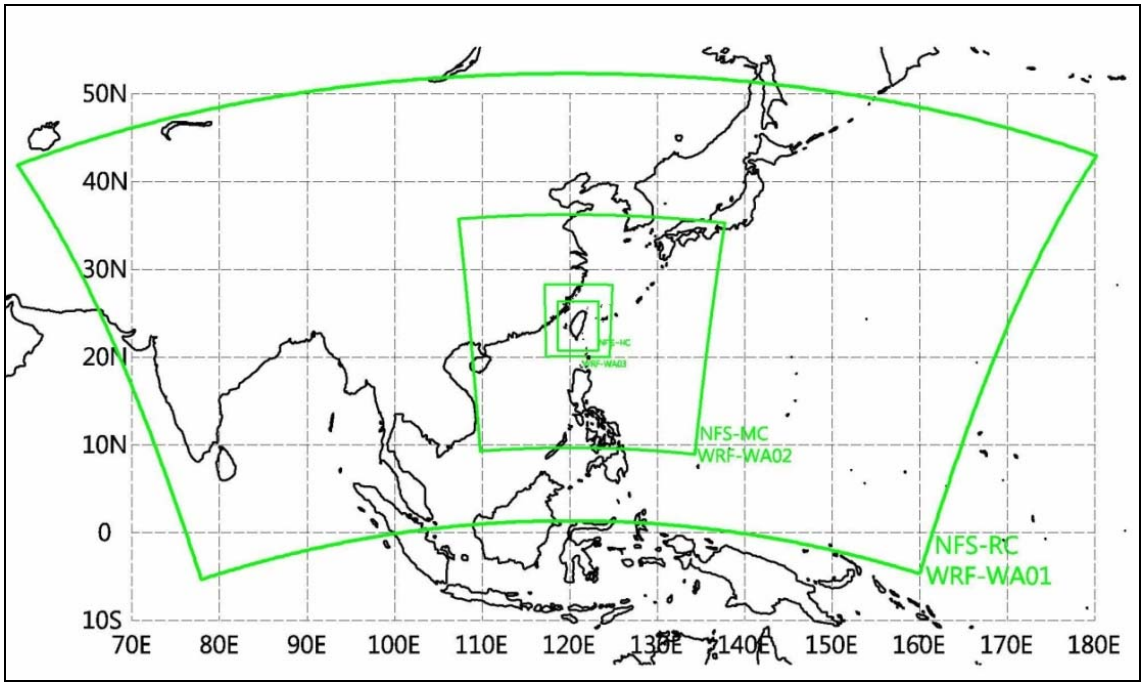


圖 2.2　中央氣象局數值天氣預報系統 NFS 及 WRF 模組 M00 水平巢狀網格數值模擬範圍圖

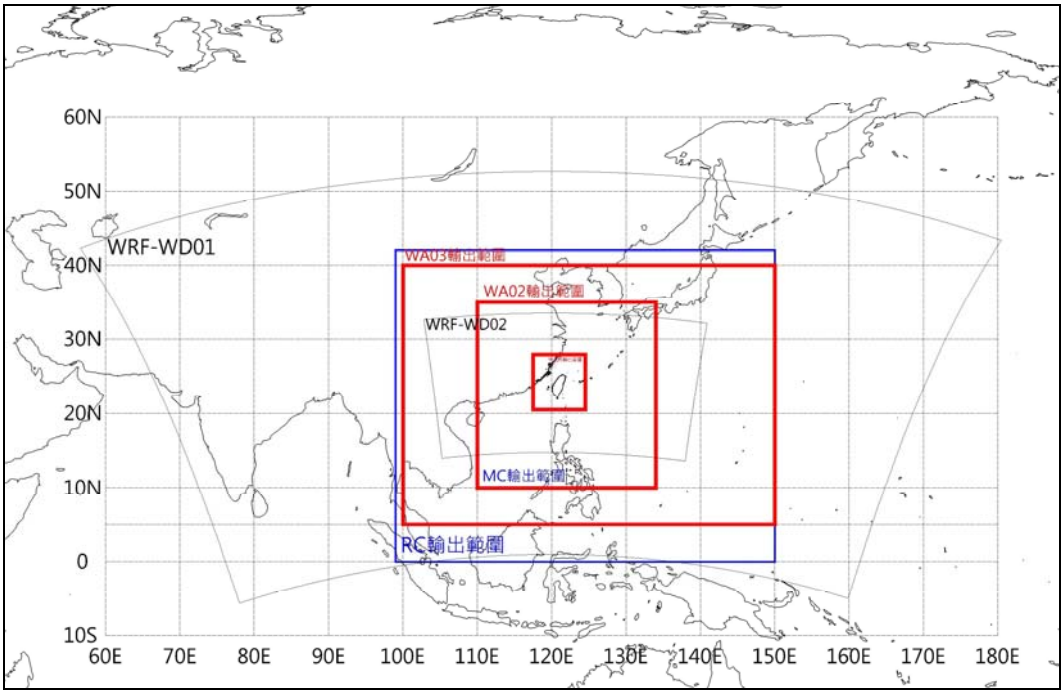
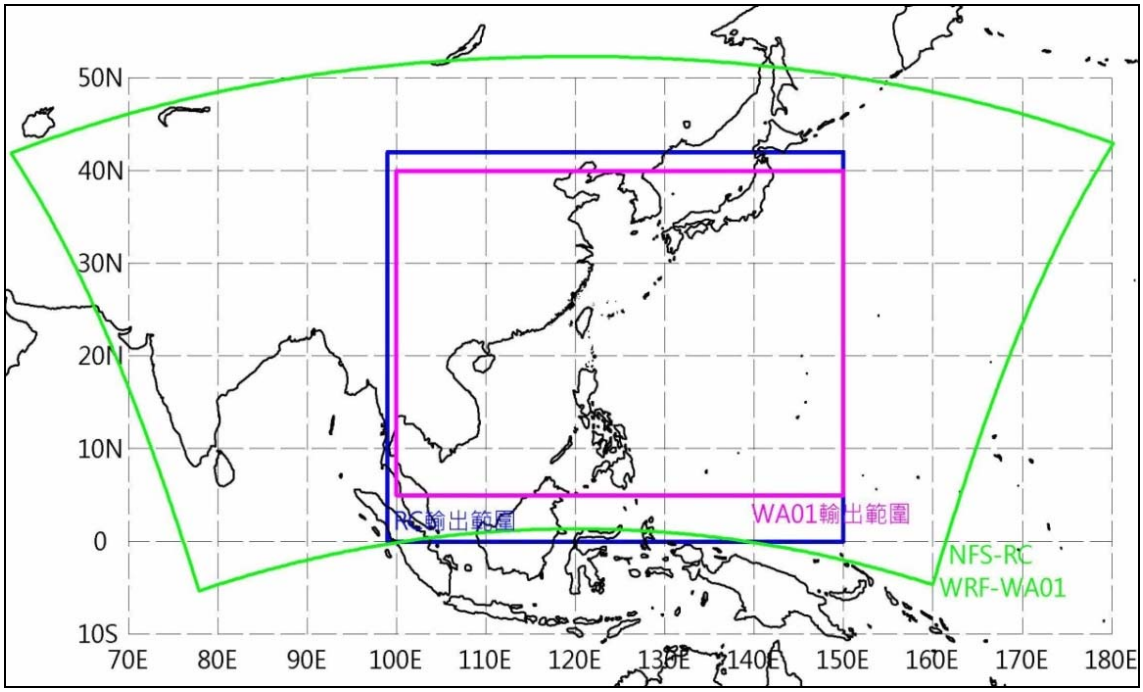
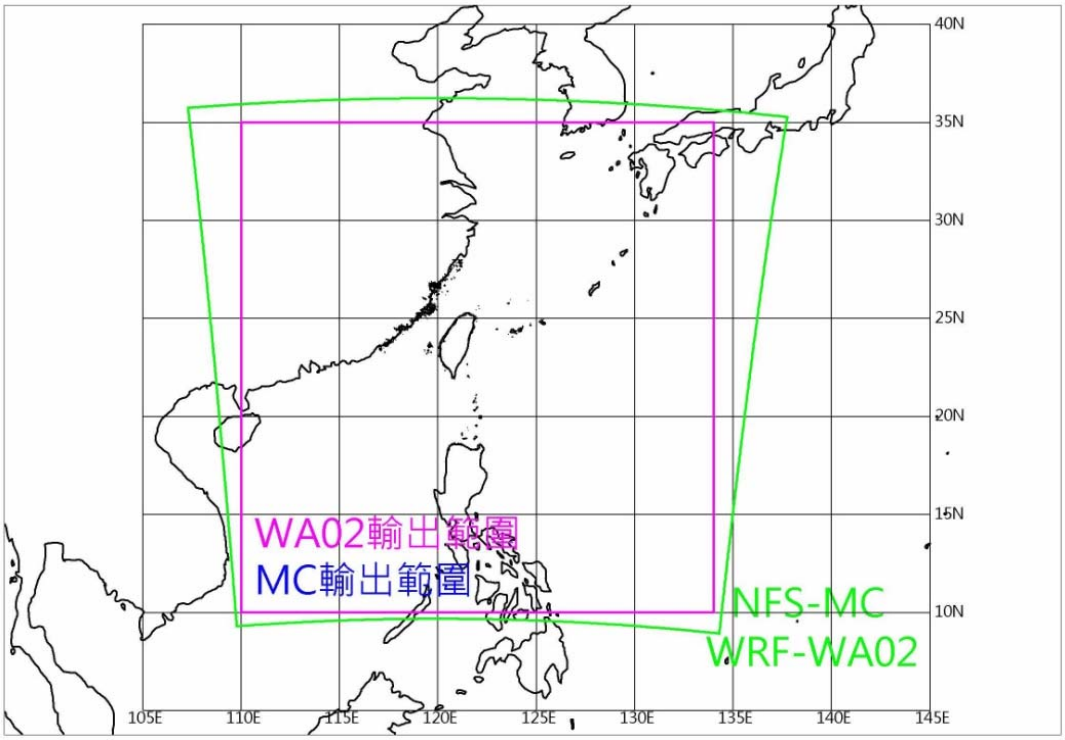


圖 2.3　中央氣象局數值天氣預報系統 WRF 模組 M05 數值模擬範圍 (WD01 及 WD02)及 TaiCOMS 各層風、壓場資料輸出範圍圖



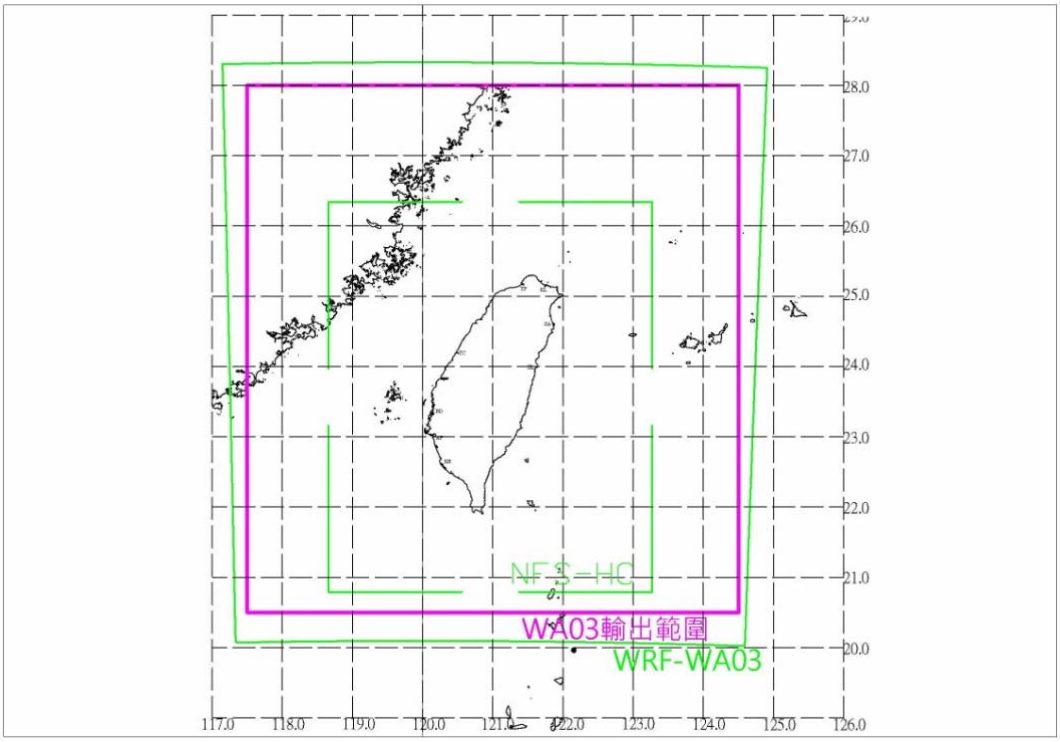
資料來源：港灣海氣象數值模擬作業化之研究(2/2)，邱等，2015 年

圖 2.4　NFS(RC)及 WRF(WA01)風場輸出範圍圖



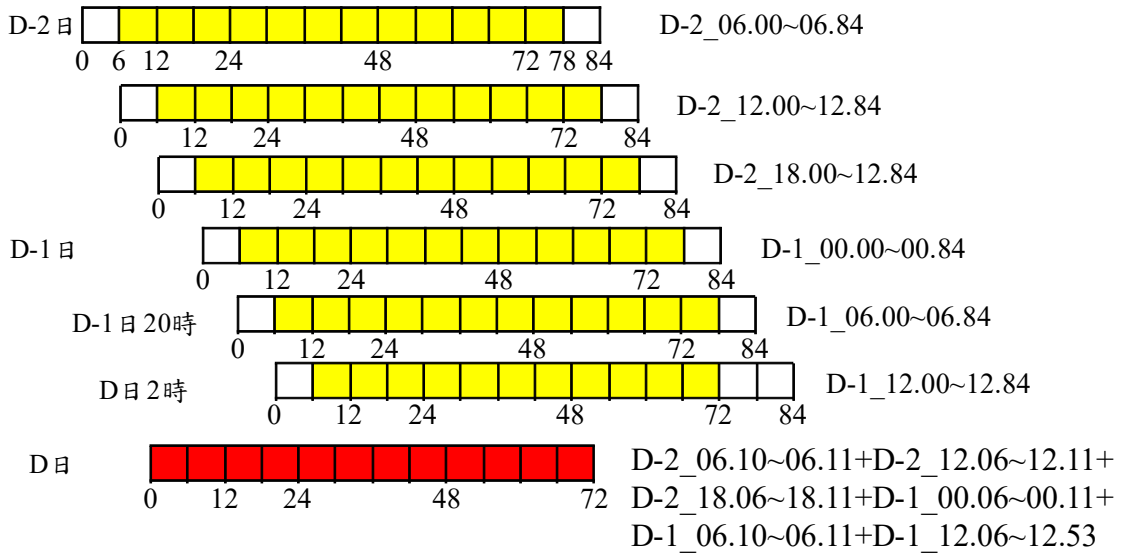
資料來源：港灣海氣象數值模擬作業化之研究(2/2)，邱等，2015 年

圖 2.5　NFS(MC)及 WRF(WA02)風場輸出範圍圖



資料來源：港灣海氣象數值模擬作業化之研究(2/2)，邱等，2015 年

圖 2.6　NFS(HC)及 WRF(WA03)風場輸出範圍圖



備註：風力預報（黃），提供波浪及水動力預報（紅）每日1次

圖 2.7　每日(D 日)海象作業化模擬預報風場之組合方式圖

2.1.2 波浪模擬系統

波浪模擬系統主要目的為針對國內主要商港(如基隆港等)近岸及港域波浪進行作業化模擬與預測，近年來因應藍色公路發展，陸續增加澎湖、金門及馬祖等離島海域近岸風浪模擬與預測。目前波浪模擬架構可分為遠域風浪、近域風浪、近岸風浪、近岸波浪及港域波浪等五種不同尺度波浪模組，各模組特性及主要功用分述如下：

1. 遠域風浪模組：以西太平洋北緯 10°至 35°，東經 110°至 134°之海域為模擬範圍，如圖 2.8 所示；數值計算格網採用 0.2°(或 12')之地球弧形網格，又稱大尺度風浪模組。遠域風浪模組使用的數值模式為海洋波浪預測模式 WAM (WAve Modeling)，模式相關介紹如附錄二所述。目的除了提供西太平洋範圍遠域風浪場模擬資訊外，主要功能為產生作業系統近域風浪模擬所需之開放邊界條件。

2. 近域風浪模組：以臺灣周圍海域為對象，主要目的提供(1)臺灣周圍海域較高解析度與較精確的風浪場模擬結果，(2)各主要商港近岸波浪模組模擬條件(示性波高、週期、波向等)作為各商港近岸波浪場及港域波浪場模擬之依據，(3)提供各近岸風浪模組所需的開放邊界

條件。目前近域風浪模組模擬範圍為臺灣周圍海域北緯 20.6°至 28°及東經 117.6°至 123.6°之海域，如圖 2.9 所示；數值計算格網採用 0.04°(或 2.4')之球面座標規則網格，或稱為中尺度風浪模組。近域風浪模組使用的數值模式為荷蘭 Delft 大學所發展之近海風浪模式 SWAN (Simulating WAves Nearshore)，模式簡介如附錄二所述。

3. 近岸風浪模組：採用解析度 0.008°之數值計算網格，又稱為小尺度風浪模組；主要目的為提供藍色公路細緻化海象風浪模擬結果，目前已完成的近岸風浪模組包括離島澎湖海域、金門海域、馬祖海域及臺灣本島東南海域、西南海域等，各海域近岸風浪模組之數值計算網格範圍如表 2.4 所列及圖 2.10~圖 2.14 所示。同近域風浪模組採用近海風浪模式 SWAN，利用巢狀網格概念由近域風浪模組提供開放邊界上風浪模擬之方向波譜資料為邊界條件。

表 2.4　近岸海域風浪模組之數值計算網格資訊表

模組名稱	範圍		解析度 (°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
澎湖海域	119.00/120.56	22.80/24.20	0.008	186×176
金門海域	117.80/118.88	24.04/24.72	0.008	136×086
馬祖海域	119.44/120.84	25.56/26.72	0.008	176×146
東南海域	120.76/122.00	21.52/23.00	0.008	156×186
西南海域	119.80/120.88	21.52/22.52	0.008	136×126

4. 近岸波浪模組：以基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等 8 個主要商港為模擬對象，分別針對各商港近岸海域建置適當的模擬範圍，如圖 2.15 所示；各商港近岸波浪模擬採用的數值計算格網為解析度 10 m 之規則網格，網格相關資料如表 2.5 所列，又稱為小尺度近岸波浪模組。模式採用 Kirbyand Dalrymple (1983)依據拋物線型緩坡方程式所發展的波浪折、繞射數值模式(REF/DIF 1)，其基本理論說明如附錄二所述。

5. 港域波浪模組：同樣以基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等 8 個主要商港港域為對象，模擬預測各港港域內波浪場變化情形；各港港域波浪模場擬範圍，如圖 2.16

所示。為能夠充份展現港域形狀不規則及波浪場變化受到地形及結構物影響等特性，港域波浪模擬使用的數值計算網格為有限元素三角形網格，且因建置的非結構數值計網格之解析度高於前述近岸波浪模組，故又稱為細尺度港域波浪模組。港域波浪模擬主要目的為模擬外海波浪進到港域內波浪場變化情形，因考量港域波浪會受到港口構造物存在及地形水深變化等因素影響，產生波浪折射、繞射、反射及波能損失等作用，因此港域波浪模擬系統採用的數值模式屬於以橢圓型緩坡方程式為基礎的有限元素港域波浪模式。

目前 TaiCOMS 已針對遠域、近域及近岸等風浪模組整合成為三層巢狀網格風浪模擬子系統，其模擬架構及作業化模擬流程如圖 2.17 所示；新建的風浪模擬子系統主要功能包括採用非穩態數值模擬方法及採用波譜數值模擬結果為巢狀網格(中尺度及小尺度)之邊界條件，其中離散化波譜之頻率數(ML)及波向數(KL)分別為 31 及 36，其中最小頻率值 fmin=0.04，波向解析度為 10°。

表 2.5　主要商港港區近岸波浪模組之數值參考網格基本資料

港口名稱	原點座標(tw97 二度分帶)		座標系統旋轉角度	網格大小(10m)
	X(m)	Y(m)		
基隆港	322539.0	2787360.0	256.0°	621× 731
台北港	278577.0	2784690.0	-55.0º	801×1301
台中港	198113.0	2696163.0	-36.0°	1001×1901
布袋港	150038.7	2579393.8	11.00°	1601× 901
安平港	160526.8	2531091.8	31.44°	1401×1041
高雄港	177877.0	2487555.0	38.0º	801×1701
蘇澳港	342011.8	2725729.3	185.00°	601× 801
花蓮港	316892.0	2655232.0	150.0°	321× 801

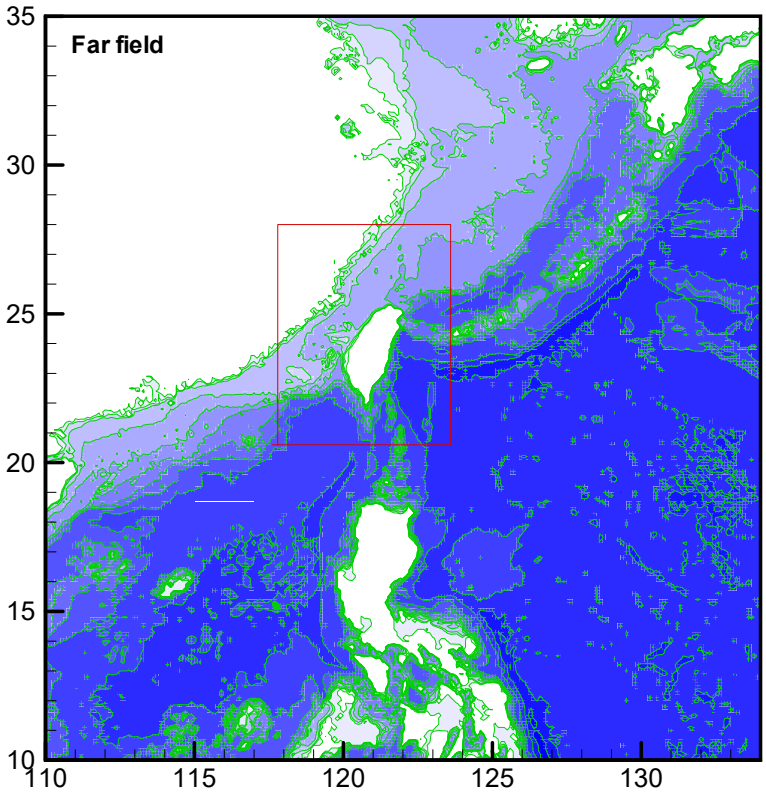


圖 2.8　TaiCOMS 遠域風浪模組模擬範圍圖

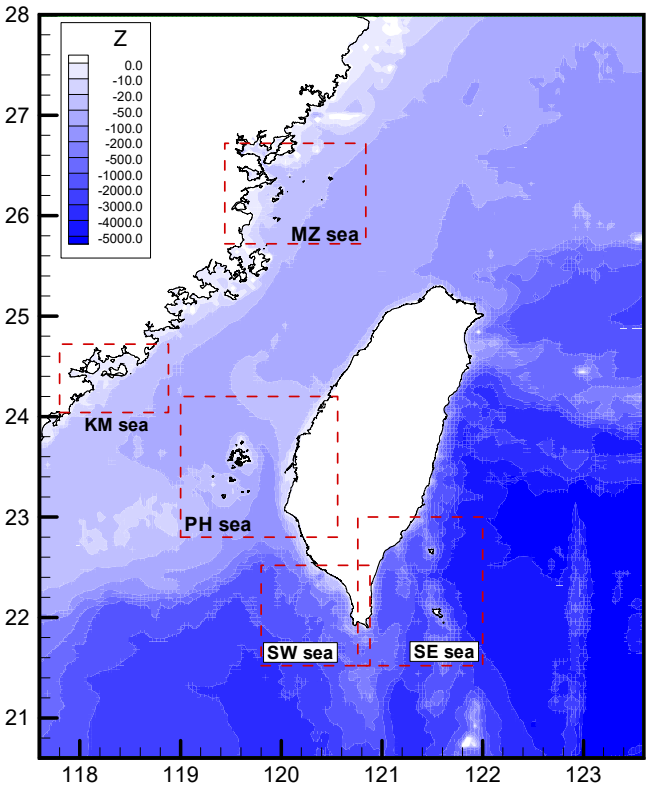


圖 2.9　TaiCOMS 近域風浪模組模擬範圍圖

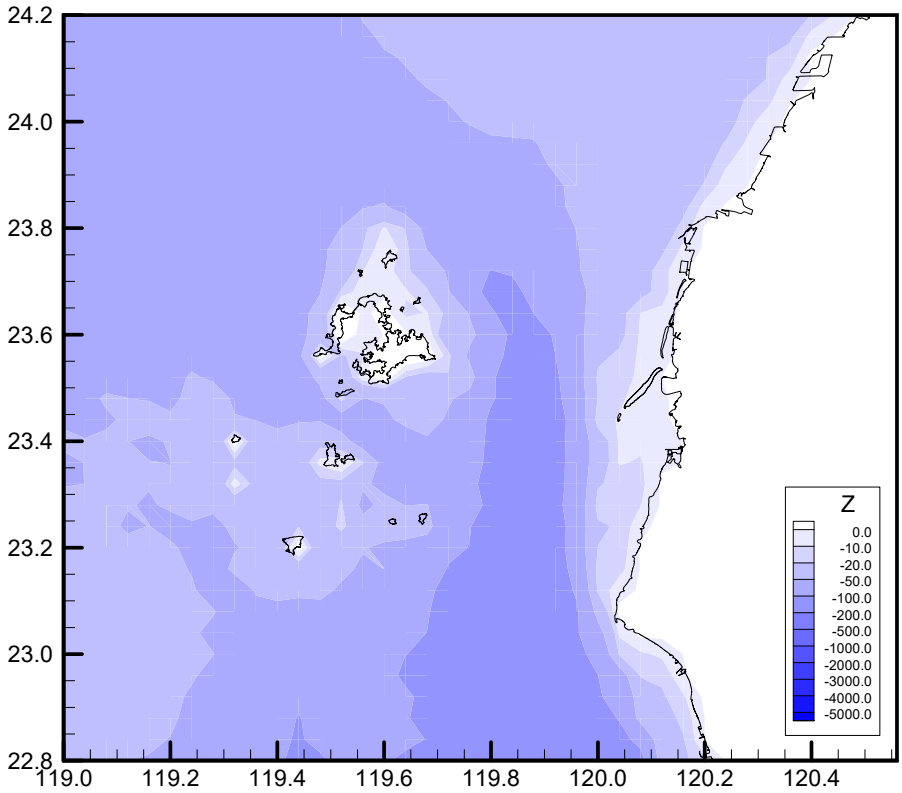


圖 2.10　TaiCOMS 澎湖(PH)海域近岸風浪模組模擬範圍圖

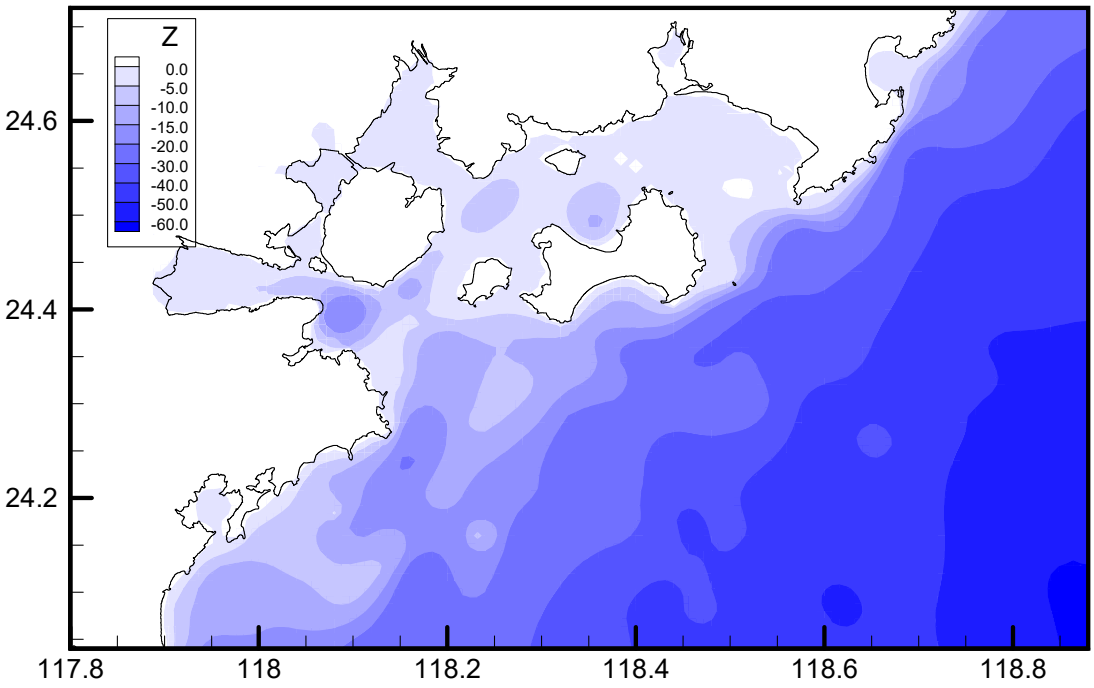


圖 2.11　TaiCOMS 金門(KM)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖

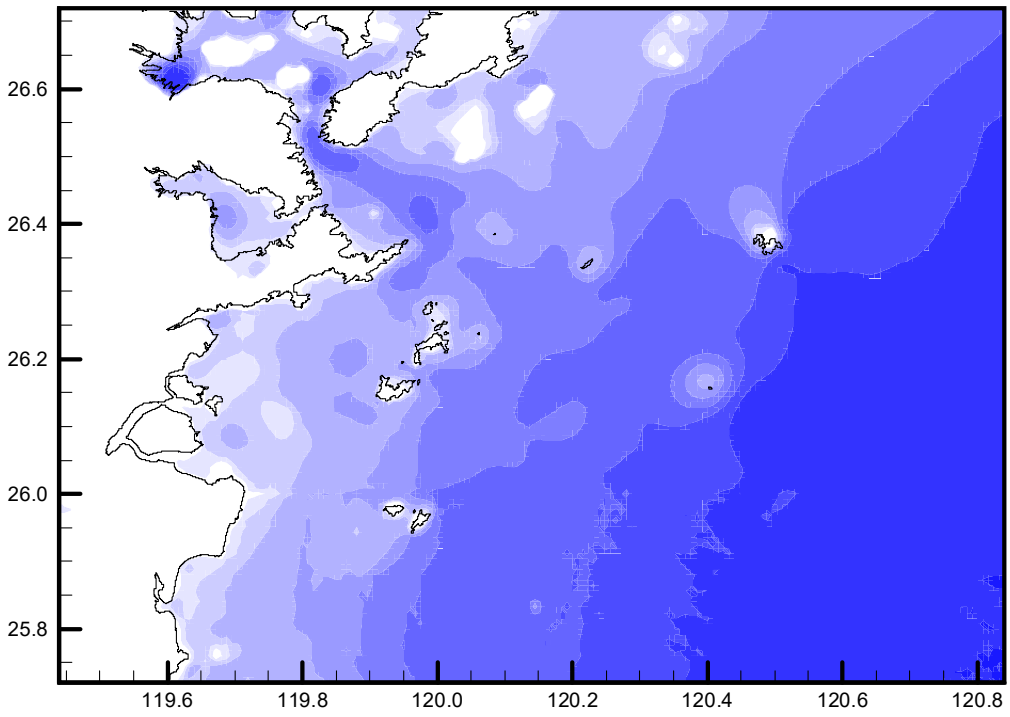


圖 2.12　TaiCOMS 馬祖(MZ)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖

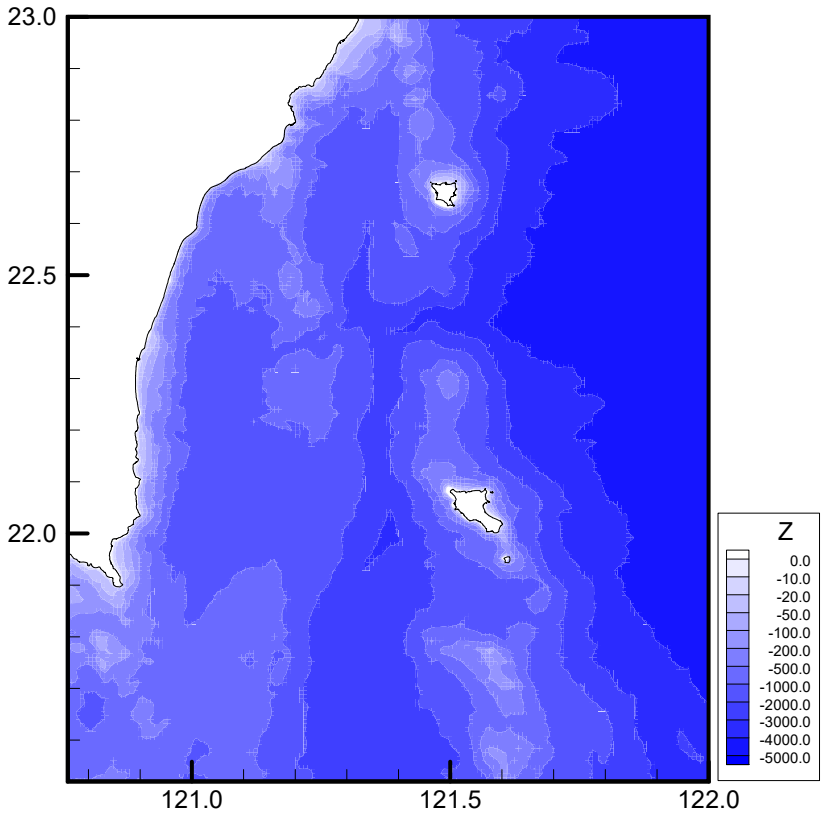


圖 2.13　TaiCOMS 東南(SE)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖

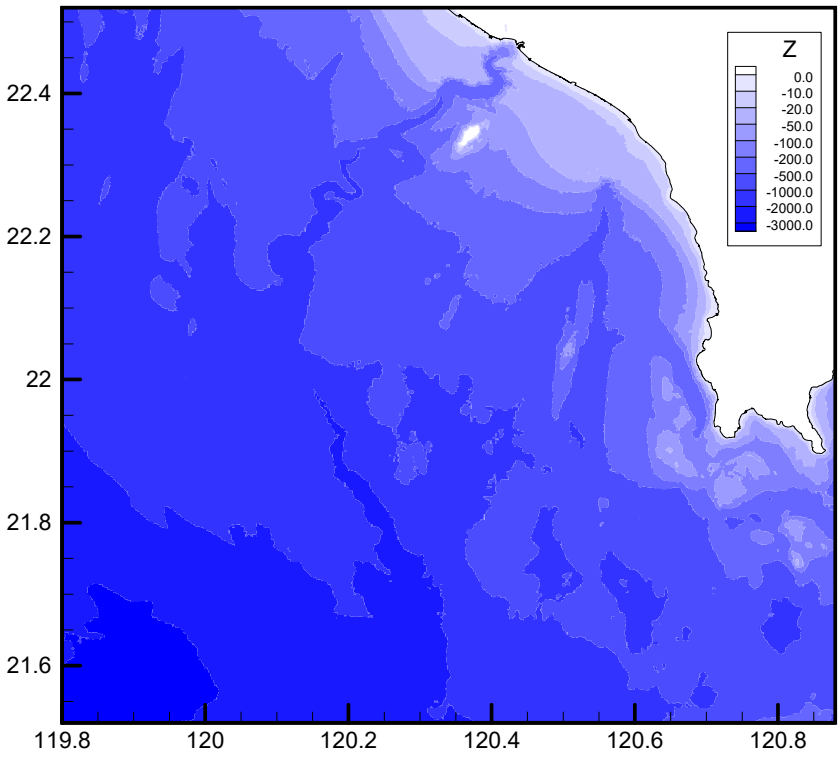


圖 2.14　TaiCOMS 西南(SW)海域近岸風浪模組之模擬範圍圖

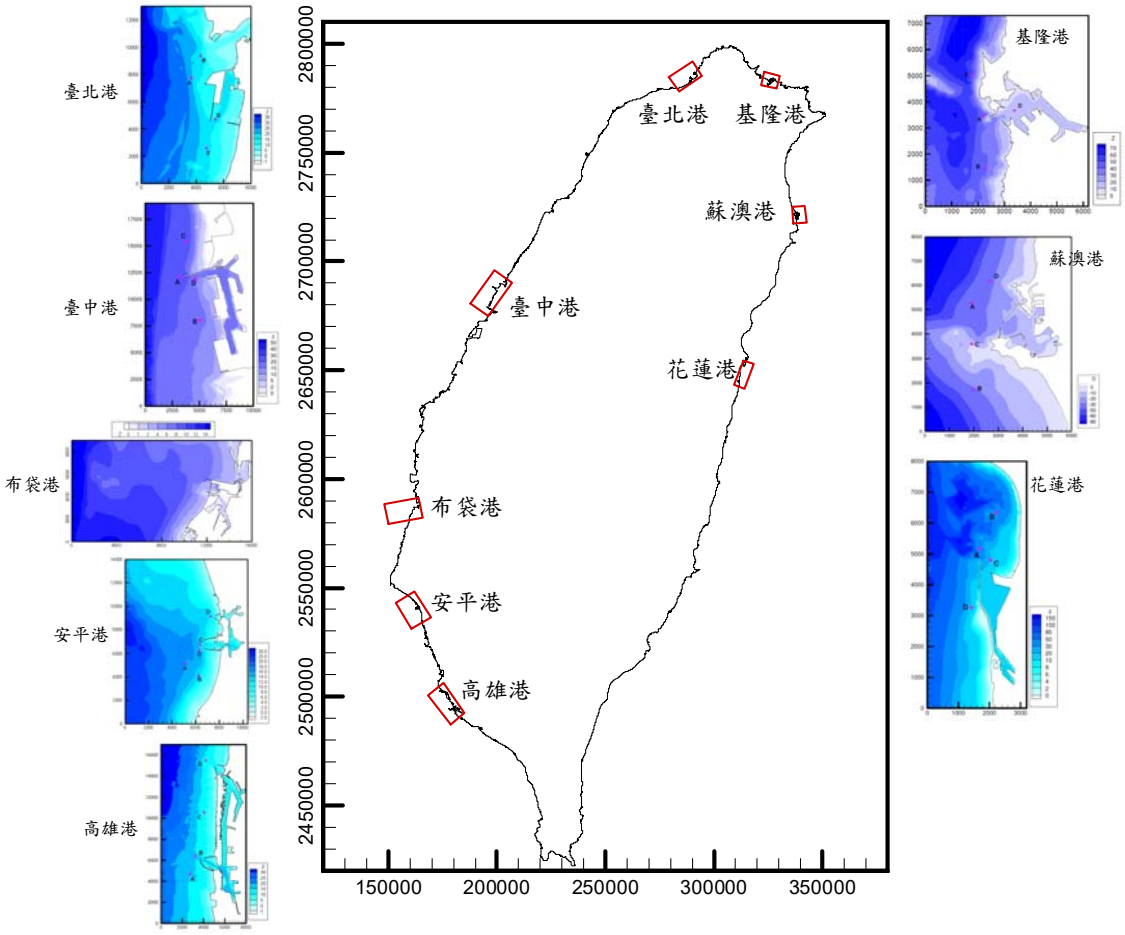
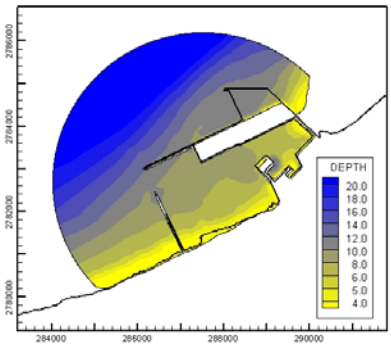
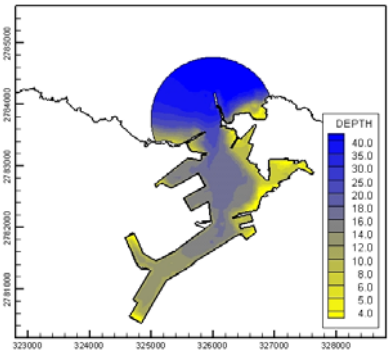


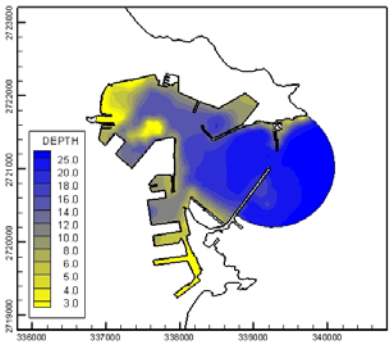
圖 2.15　各主要商港港區近岸波浪模組模擬範圍示意圖



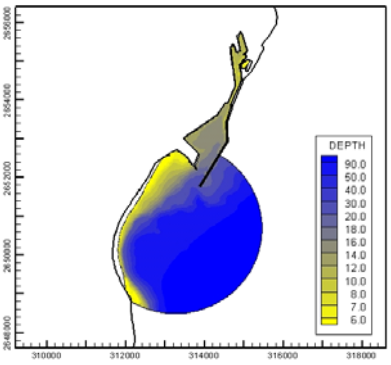
臺 北 港



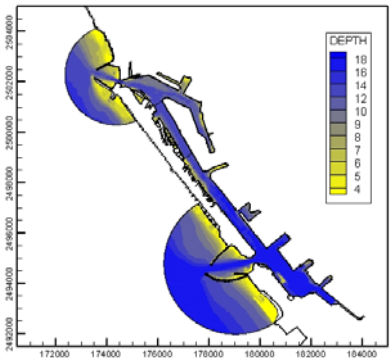
基 隆 港



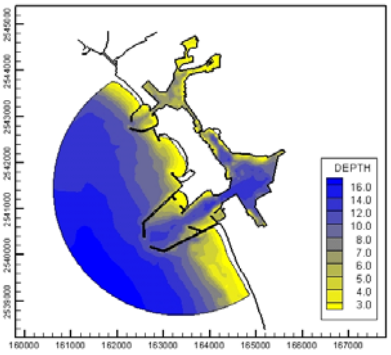
蘇澳港



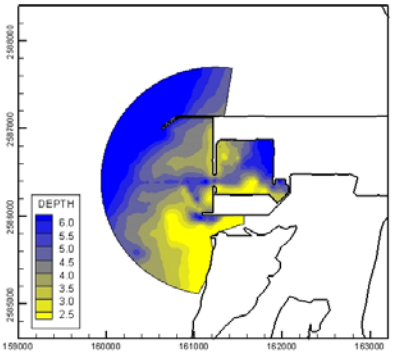
花蓮港



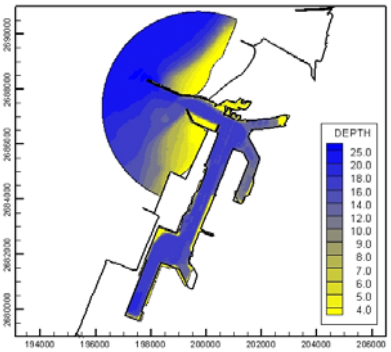
高雄港



安平港



布袋港



臺中港

圖 2.16　各主要商港細尺度港域波浪模組模擬範圍圖

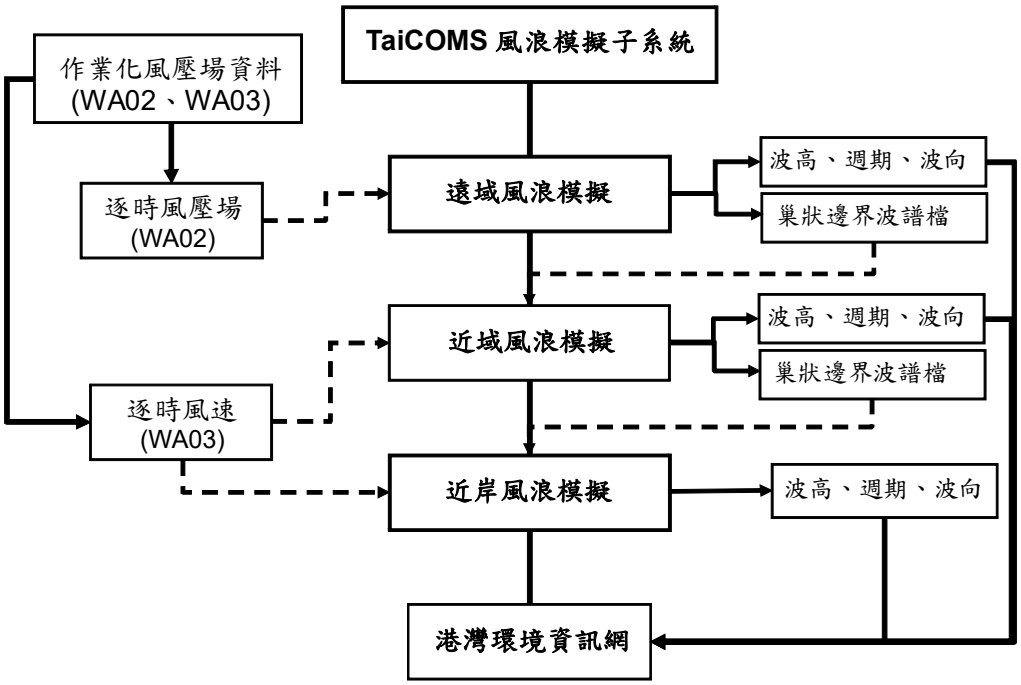


圖 2.17　TaiCOMS 風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖

2.1.3 水動力模擬系統

水動力模擬作業化系統主要目的同樣是針對國內主要商港(如基隆港等)港區及近岸海域進行水位及流場模擬與預測，整體架構分為遠域水動力模組、近域水動力模組及港區近岸水動力模組浪等三種不同尺度的水動力模組，各模組特性及功用分述如下：

1. 遠域水動力模組：以西太平洋北緯 10˚至 42˚，東經 105˚至 150˚之海域為模擬範圍，如圖 2.18 所示；數值計算格網採用 1/6˚(或 10')之球形座標之規則網格，又稱為大尺度水動力模組。遠域水位及流場模擬採用的數值模式為歐盟發展的模式 COHERENS (COupled Hydrodynamical Ecological model for REgioNal Shelf seas)，與中央氣象局每日預報之動態風(壓)場結合，成為適用於臺灣海域之潮汐及風暴潮複合之水動力模式。

2. 近域水動力模組：以臺灣周圍海域為模擬範圍，涵蓋北緯 21˚至 26.5˚，東經 116.5˚至 125˚之海域，參考圖 2.18 所示；模式數值計算格網採用 1/60˚(或 1')之球面座標規則網格，又稱為中尺度水動力模組。與前述遠域水動力模組相同，此近域水動力模組採用歐盟發

展的模式 COHERENS，結合中央氣象局每日預報之動態風場進行臺灣周圍海域潮汐變化及風驅流作業化模擬。同樣以臺灣周圍海域為對象，TaiCOMS 另採用水深積分平均之二維有限元素水動力模式(Finite Element Hydraulic Dynamic Model, FEHDM)建置中尺度近域水動力模組，目的為模擬臺灣周圍潮汐(含氣象潮)水位、流場變化及提供小尺度近岸水動力模組作業化模擬之邊界條件。模式基本理論介紹參考附錄一，數值計算網格為不規則三角形元素格網，如圖 2.19 所示，計有由 8237 個節點及 15800 個三角形元素。

3. 港區近岸水動力模組：初期以基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等 8 個主要商港為對象，分別針對各商港及其鄰近海域建置適當的水位及流場模擬範圍，如圖 2.20 所示；因其模擬範圍明顯小於前述遠域及近域水動力模組，因此又稱為小尺度港區近岸水動力模組。為能夠充份呈現港域形狀特性，各港港區近岸水動力模組數值計算網格採用較具調適性的有限元素三角形網格。同樣地，因應藍色公路發展提供細緻化水位及流場模擬資訊，港研中心及前期計畫已陸續完成離島澎湖海域、金門海域及本島東南海域、屏東南灣海域等小尺度水動力模組之建置，各海域小尺度水動力模組模擬範圍如圖 2.21~圖 2.24 所示。

同樣地，近年 TaiCOMS 已針對近域及近岸等有限元素水動力模組整合成為新的水動力模擬子系統，其組成架構及作業化模擬流程如圖 2.25 所示。由作業化模擬流程顯示在近域(中尺度)水動力模組執行完畢後，系統產生各近岸(小尺度)水動力模組之邊界條件，各近岸水動力模組再同步執行數值模擬。

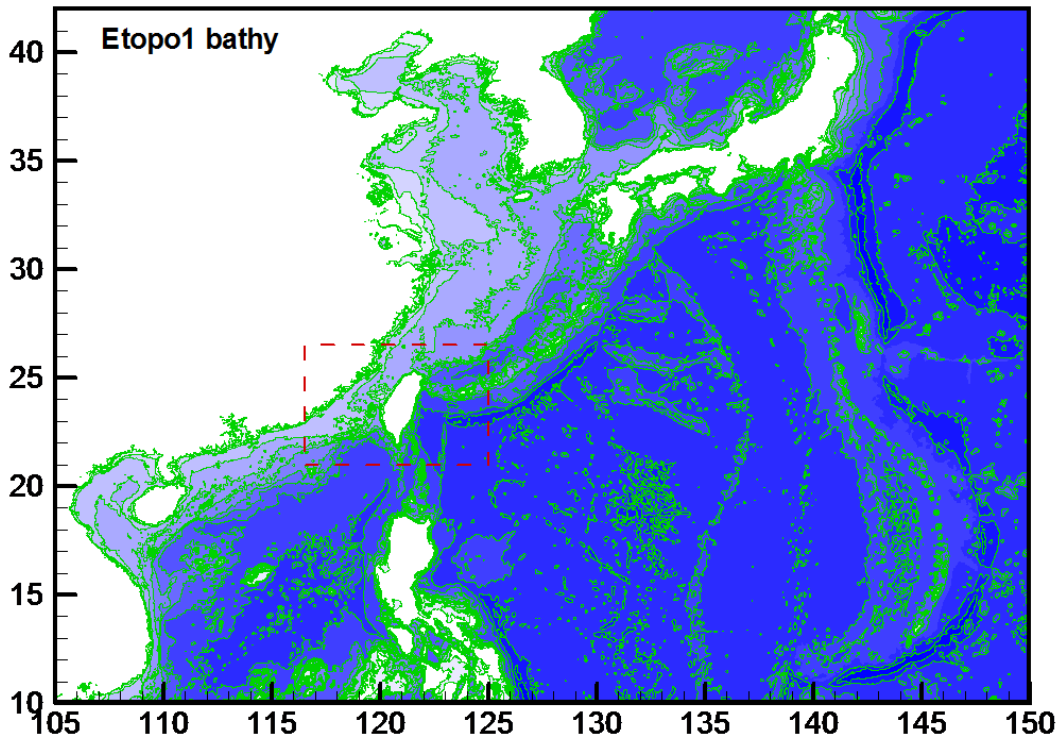


圖 2.18　遠域及近域(虛線)水動力模組模擬範圍示意圖

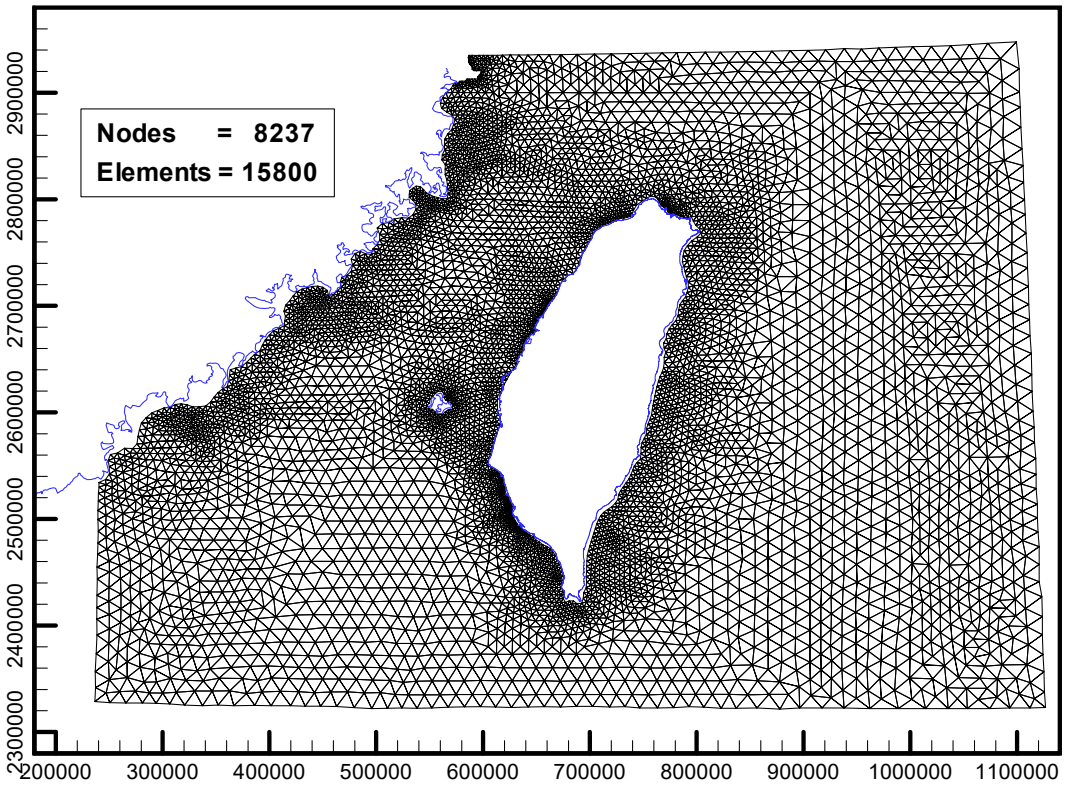


圖 2.19　各主要商港近岸(小尺度)水動力模組模擬範圍示意圖

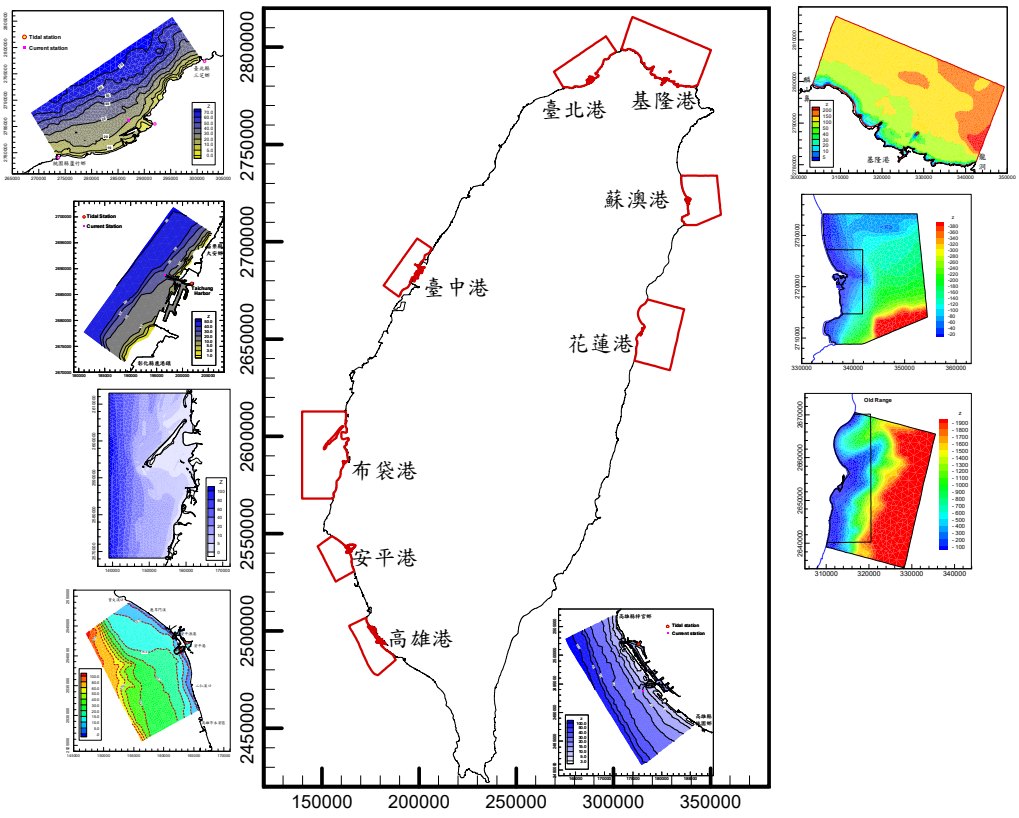


圖 2.20　各主要商港近岸(小尺度)水動力模組模擬範圍示意圖

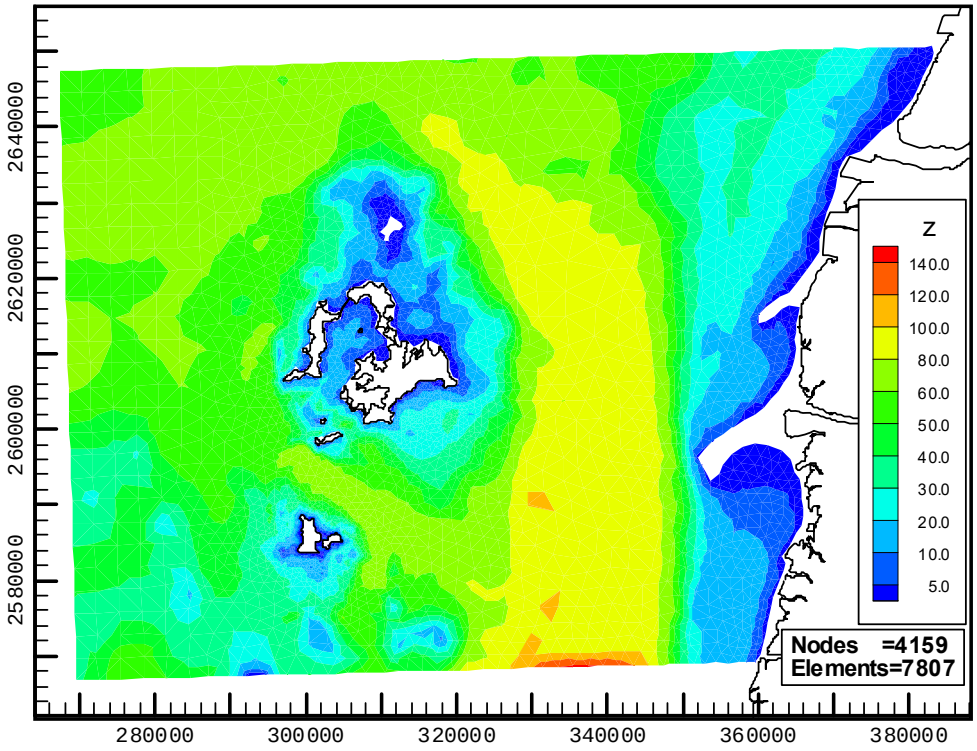


圖 2.21　澎湖海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖

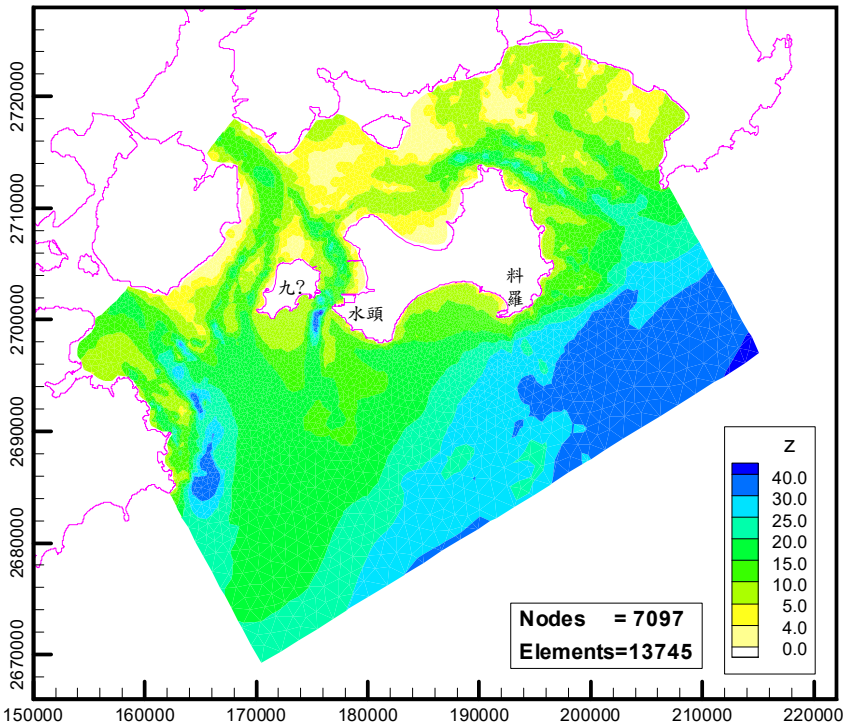


圖 2.22　金門海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖

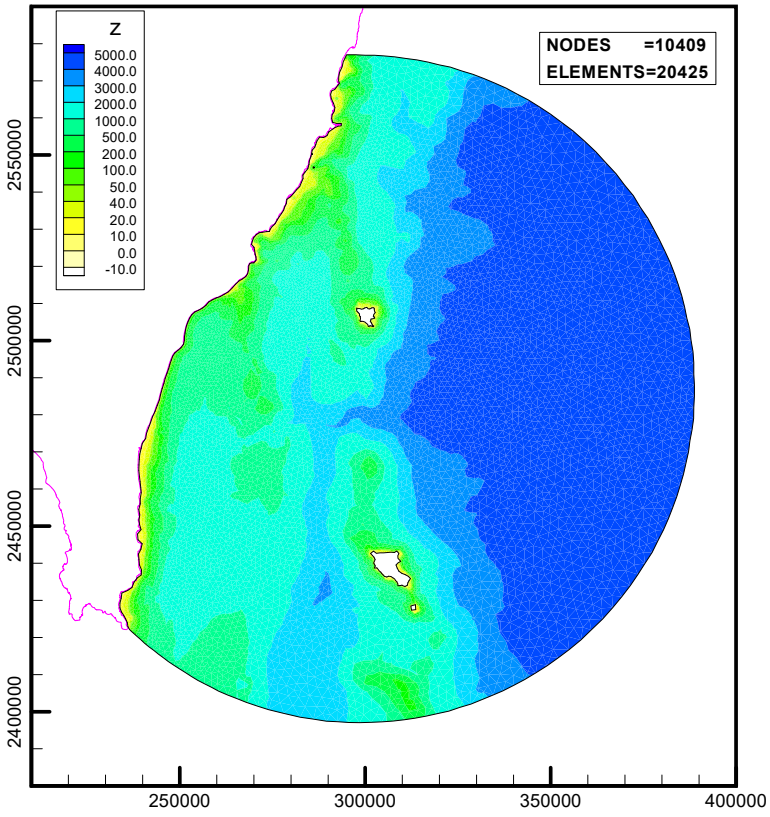


圖 2.23　東南海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖

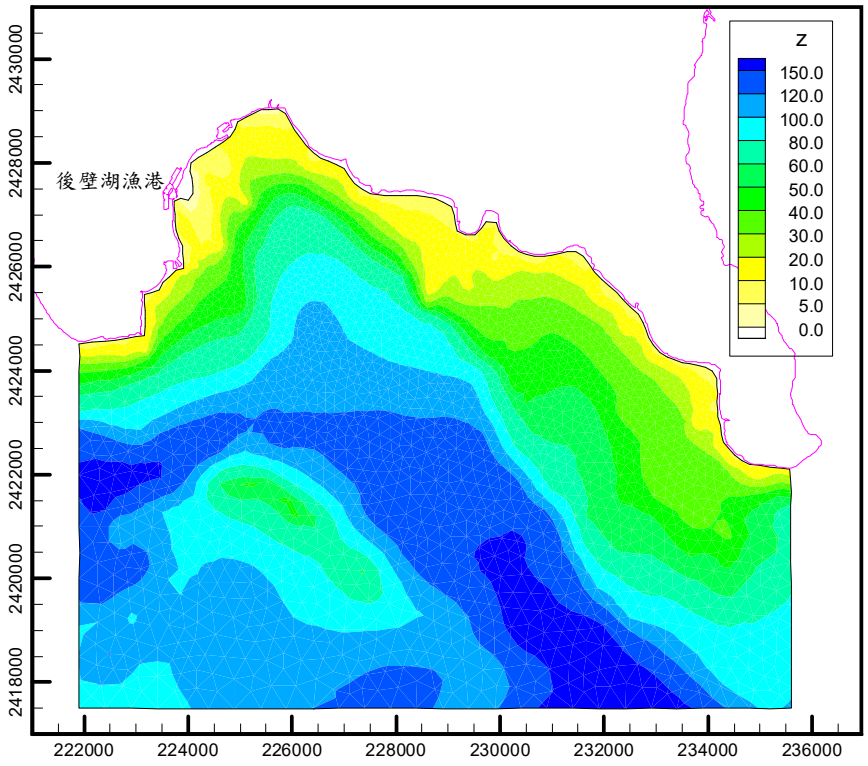


圖 2.24　南灣海域(小尺度)水動力模組模擬範圍圖

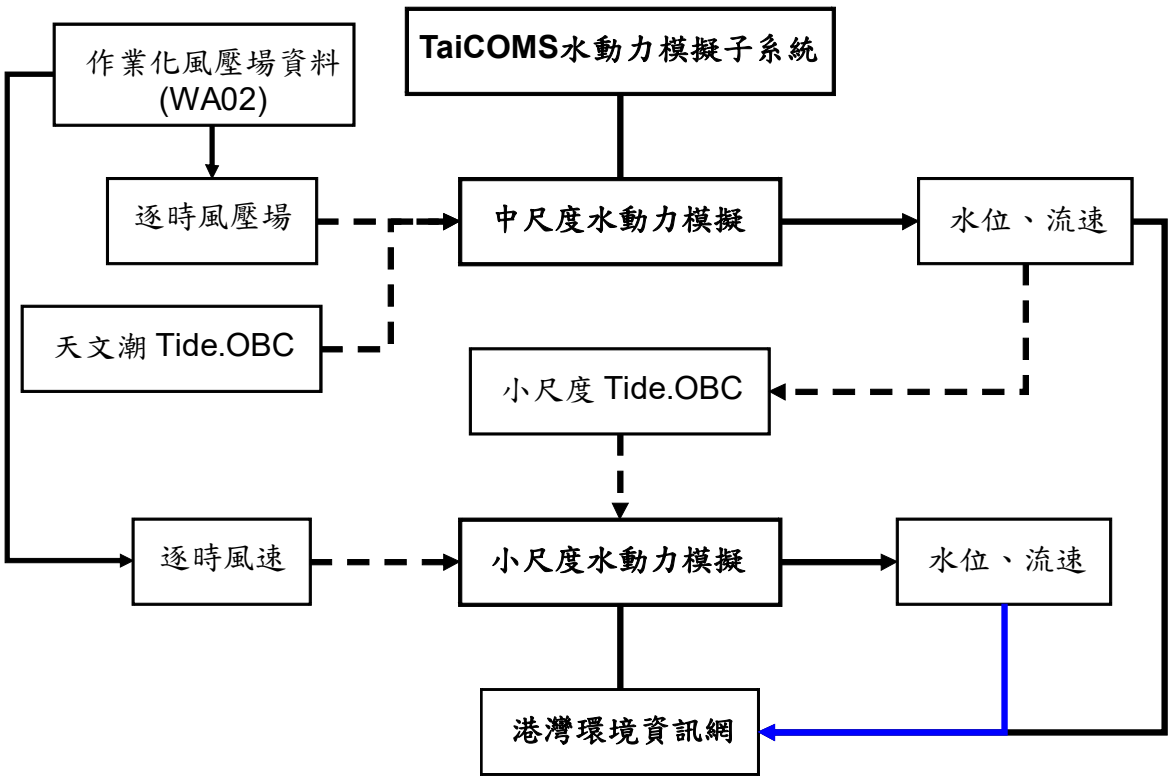


圖 2.25　TaiCOMS 水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖

2.2 海象模擬作業化系統之校修與改善

本年度在系統校修與維運方面，除了持續維持舊系統海象數值模擬作業運作外，同步針對新建風浪模擬子系統及水動力模擬子系統持續進行作業化測試。在系統改善研究方面包括海象模擬作業化流程改善、馬祖海域小尺度水動力模組改善等。

2.2.1 海象模擬作業化流程改善

TaiCOMS 自建置以來，海象模擬均為每日僅執行一次 72 小時海象模擬(前 24 小時為追算模擬，後 48 小時屬於預報模擬)作業化方式。近年來，因電腦軟硬體設備之快速發展，一直有朝向修正為每日執行四次海象模擬之構想，因此本年度計畫乃著手進行相關規劃研究。

1. 作業化模擬預報時間長度

由目前每日僅執行一次 72 小時海象模擬(前 24 小時為追算模擬，後 48 小時屬於預報模擬)作業化方式，修正為每日僅執行四次 54 小時海象模擬(前 6 小時為追算模擬，後 48 小時屬於預報模擬)之作業化方式。規劃每日四次海象模擬執行分別於 03、09、15 及 21 時，以 D 日第一 RUN 為例，數值模擬時間設定為 D-1 日 18 時至 D+2 日 0 時，其中 D-1 日 18 時至 D 日 0 時屬於追算模擬，D 日 1 時至 D+2 日 0 時屬於預報模擬。

2. 作業化組合預報風場之修正

預報風壓場資料之組合方式修正為採用中央氣象局距離預報時間取近之三組連續預報風壓場資料構成一組 55 小時預報風壓場資料之組合方式，如圖 2.26 所示。圖中所示為 D 日第一 RUN 產生的組合風場(0~54 小時，即 D-1 日 18 時至 D+2 日 0 時)，其中 D-1 代表作業化日期 D 之前一天，“_12”代表該風場預報之起始 UTC 時間，因此風場組合採取 D-1_00.、D-1_06.及 D-2_12 等三組連續預報風壓場資料，構成共 55 小時組合之風壓場預報資料。

考量氣象局 WRF 風壓場 M05 模組水平方向數值網格採用水平解析度為 15km/3km 之雙層巢狀網格及目前 TaiCOMS 海象作業化模擬之需求，因此本計畫配合修訂 TaiCOMS 海象作業化風壓場區分為中國海域風壓場(WE01)及臺灣海域風壓場(WE02)，各風壓場之範圍及網格解析度如下：

(1) 中國海域風壓場(WE01)：資料輸出範圍為西太平洋北緯 10°至 40°，東經 105°至 150°，網格採用解析度 1/6°(或 10')之球面座標規則網格，又稱為中尺度風壓場，如圖 2.27 所示，採用 WRF 成員 M05 水平第一層 15km 網格資料(WD01)產生。

(2) 臺灣海域風壓場(WE02)：資料產生範圍為北緯 20°至 29°，東經 116°至 125.0°，網格為解析度 1/30°(或 2')，又稱為小尺度風壓場，如圖 2.28 所示，採用 WRF 成員 M05 水平第二層 3km 網格資料(WD02)產生。

配合上述 TaiCOMS 海象作業化風壓場之修訂，本計畫分別修正風浪模擬子系統及水動力模擬子系統之組成架構，如圖 2.29 及圖 2.30 所示。圖 2.29 顯示在風浪模擬子系統中遠域風浪模組之作業化風場採用中國海域風壓場(WE01)，近域及近岸風浪模組之作業化風場採用臺灣海域風壓場(WE02)。圖 2.30 顯示水動力模擬子系統之作業化風場採用臺灣海域風壓場(WE02)。

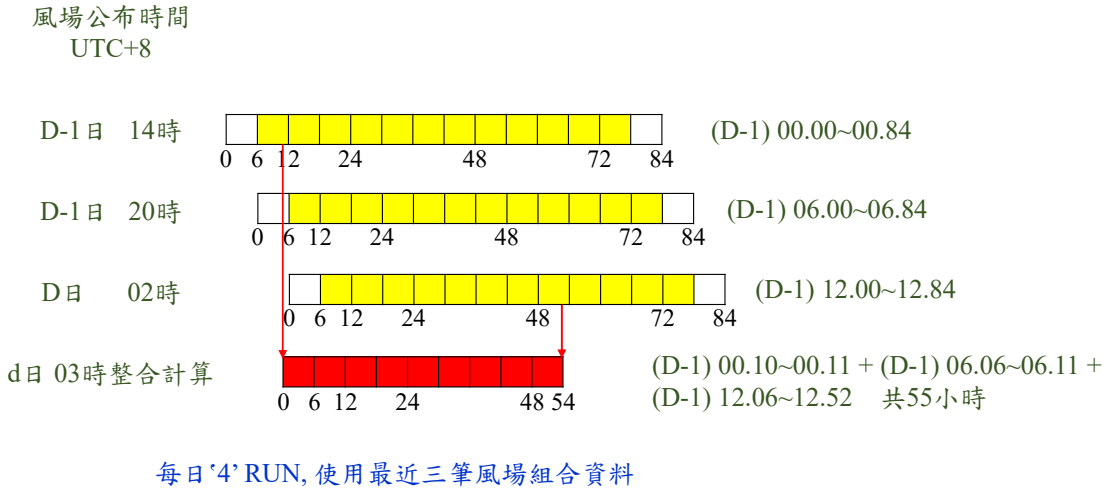


圖 2.26 每日四次海象作業化模擬之預報風場組合方式圖

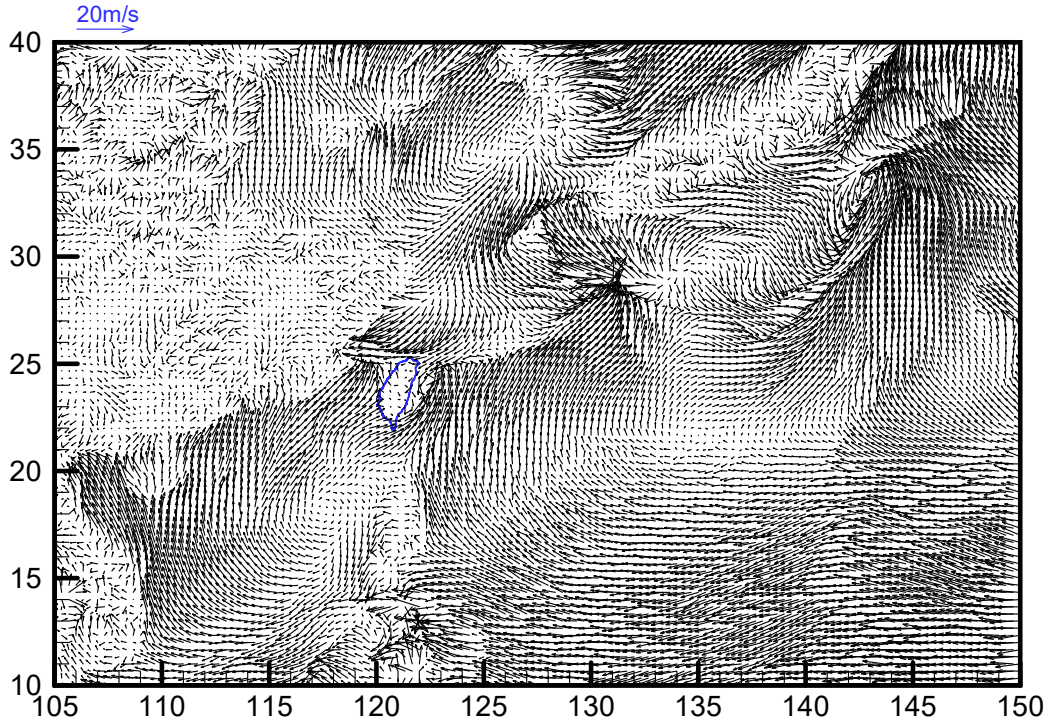


圖 2.27　TaiCOMS 中國海域風壓場(WE01)網格範圍圖

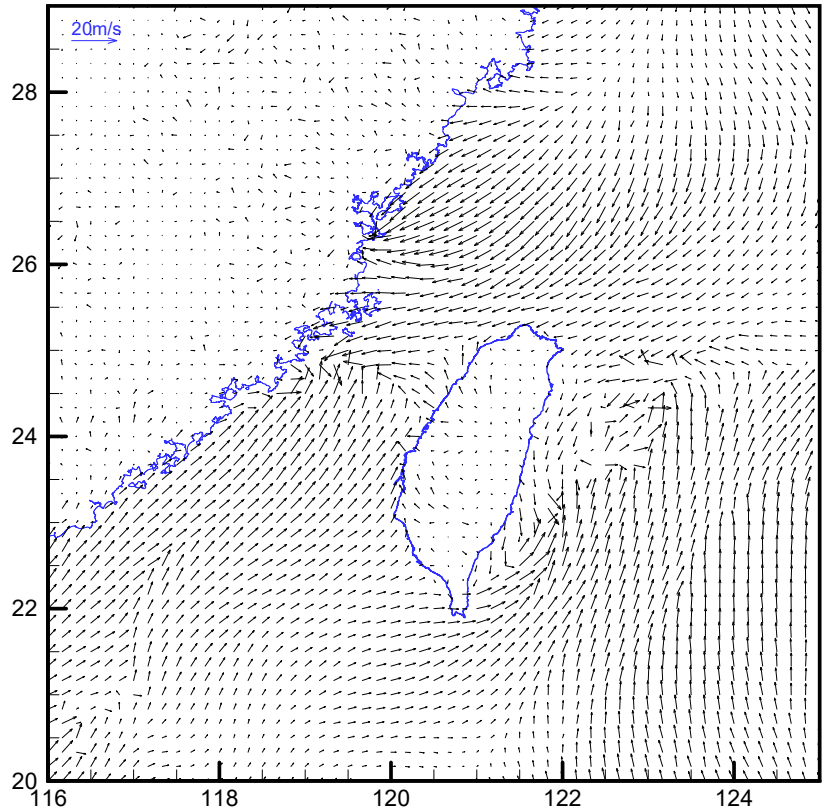


圖 2.28　TaiCOMS 臺灣海域風壓場(WE02)網格範圍圖

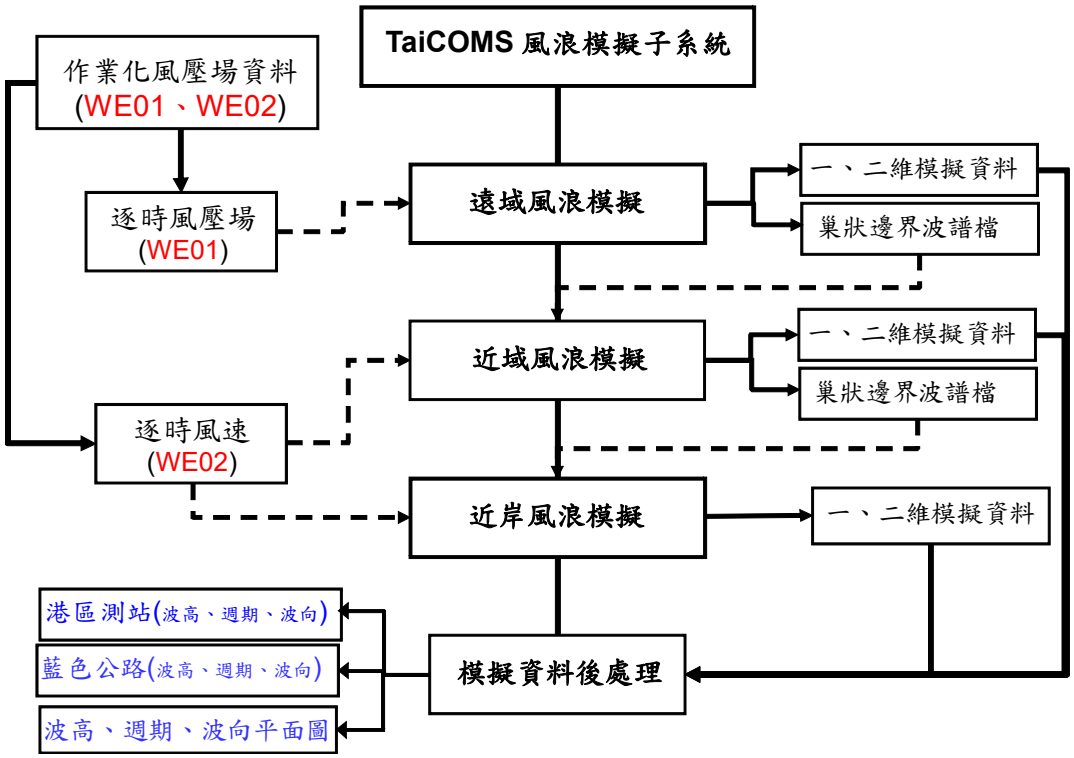


圖 2.29　TaiCOMS 風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程修正圖

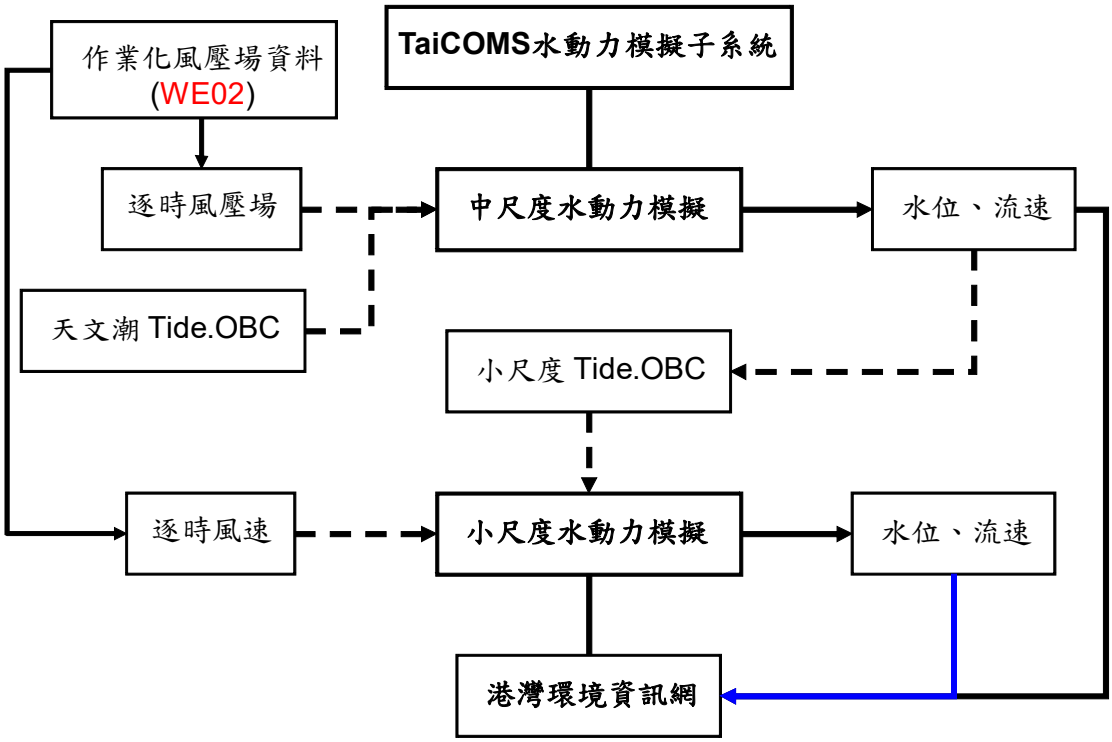


圖 2.30　TaiCOMS 水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程修正圖

3. 風浪模擬作業化程式修訂

配合每日執行四次風浪模擬修訂 TaiCOMS 風浪模擬作業化程式如下：

(1) 作業化時程控制碼(datalog)修訂：將 datalog 內時間字串 yyyymmdd 由 8 字元修訂為 10 字元之 yyyymmddhh，其中 hh 分別設定為 00、06、12 及 18 等四組。其他配合修訂內容包括(a)風場輸入檔名稱之時間字串在遠域模組(WAM)由 6 字元之 yymmdd 修訂為 8 字元之 yymmddhh，針對近域及近岸模組(SWAN)風場名稱之時間字串由 yyyymmdd 修訂為 10 字元之 yyyymmddhh；其中 hh 字串與作業化時程控制碼相同。(b)遠域模組(WAM)各模組輸入參數檔名稱或輸出檔名稱內含時間之字串由 6 字元之 yymmdd 修訂為 8 字元之 yymmddhh，如將參數檔“preprocyymmdd.nml”修訂為“preproc yymmddhh.nml”等。(c)近域及近岸模組(SWAN)各模組輸入參數檔名稱中含時間之字串由 8 字元之 yyyymmdd 修訂為 10 字元格式 yyyymmddhh。

(2) 風場格式碼(kwind)修訂：1=NFS，2=WRF 成員 M00 及新增 WRF 成員 M05。(參考 taicoms_run_wave.inp)

(3) 追算時間修訂：當風場格式碼 kwind= 1 或 2 時，追算時間為 -24 小時；當風場格式碼 kwind= 3 時，追算時間為 -6 小時。

4. 新增生成風浪二維平面圖作業化程式

本計畫利用繪圖軟體 Tecplot 製作二維平面圖檔，因此針對每次作業化模擬結果產生逐時 Tec 格式二維資料，配合事先預製產生的 Mco 檔，利用 F90 程式語言撰寫生成風浪二維平面圖作業化程式，直接產生中尺度臺灣周圍海域及小尺度澎湖、東南、西南、馬祖及金門等海域逐時等波高分布及等週期分布平面圖，如圖 2.31 至圖 2.42 所示。同時配合新的每日 4 報作業流程，修正每報逐時風浪波高分布及等週期分布平面圖檔為*CV00.gif～*CV54.gif。

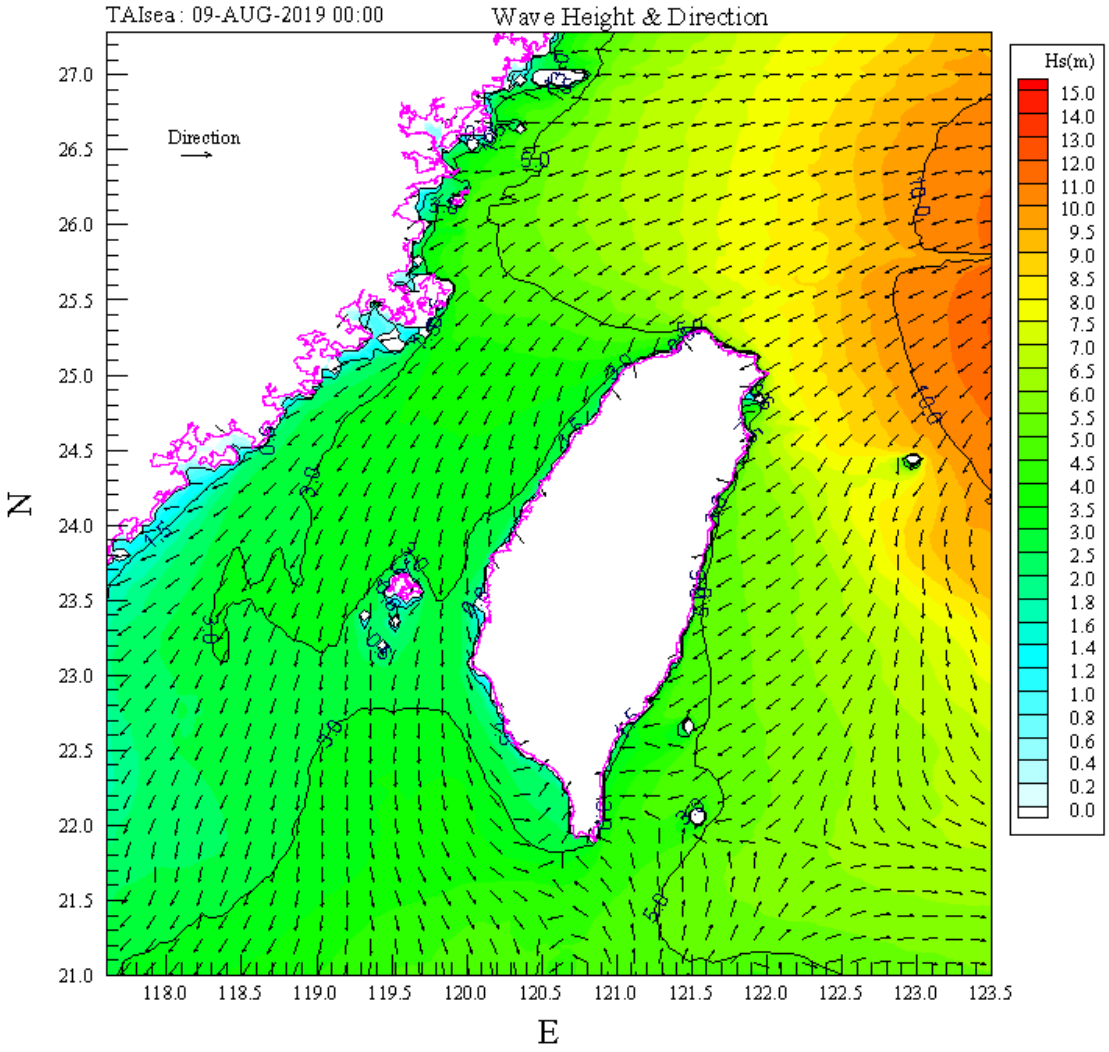


圖 2.31　中尺度臺灣周圍海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

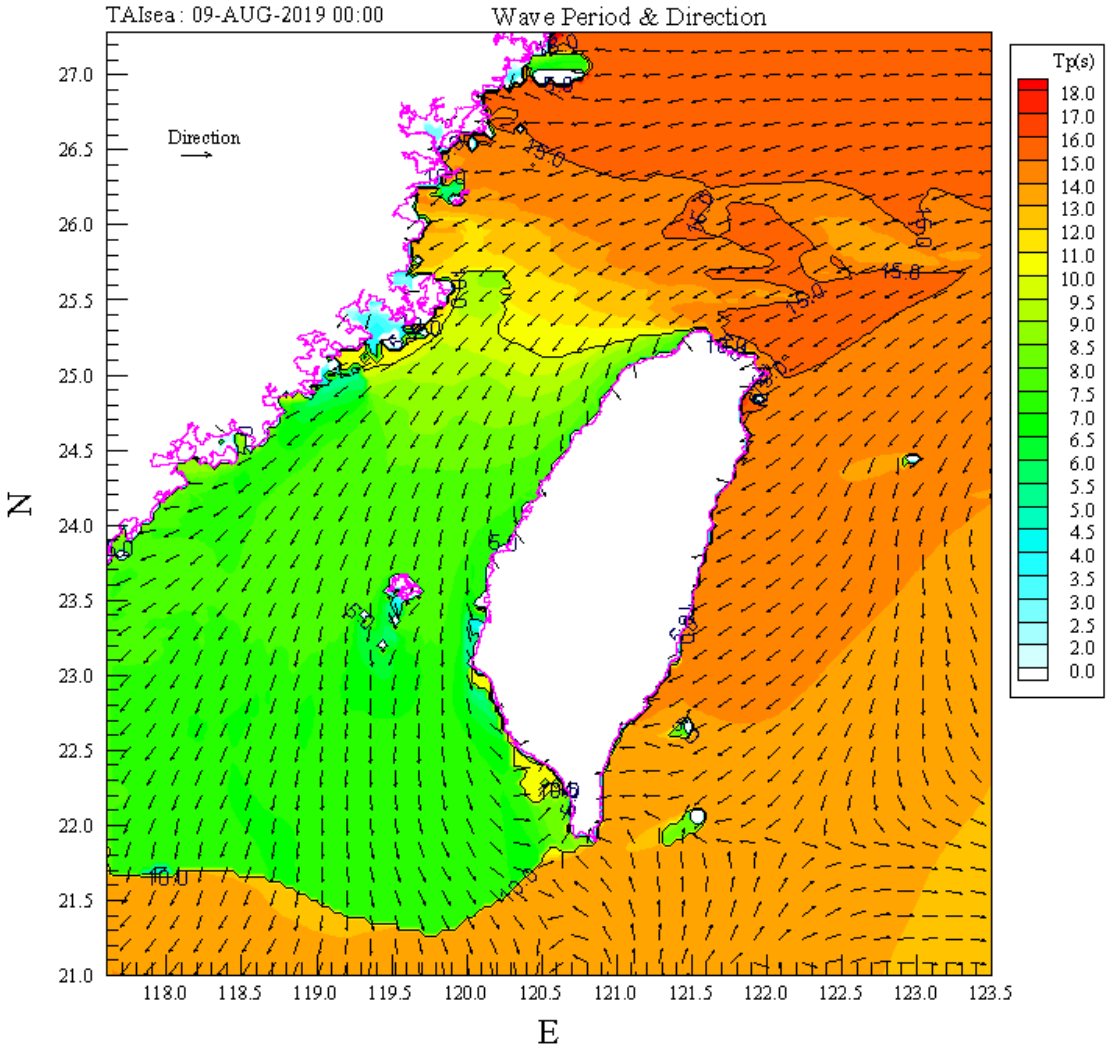


圖 2.32　中尺度臺灣周圍海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

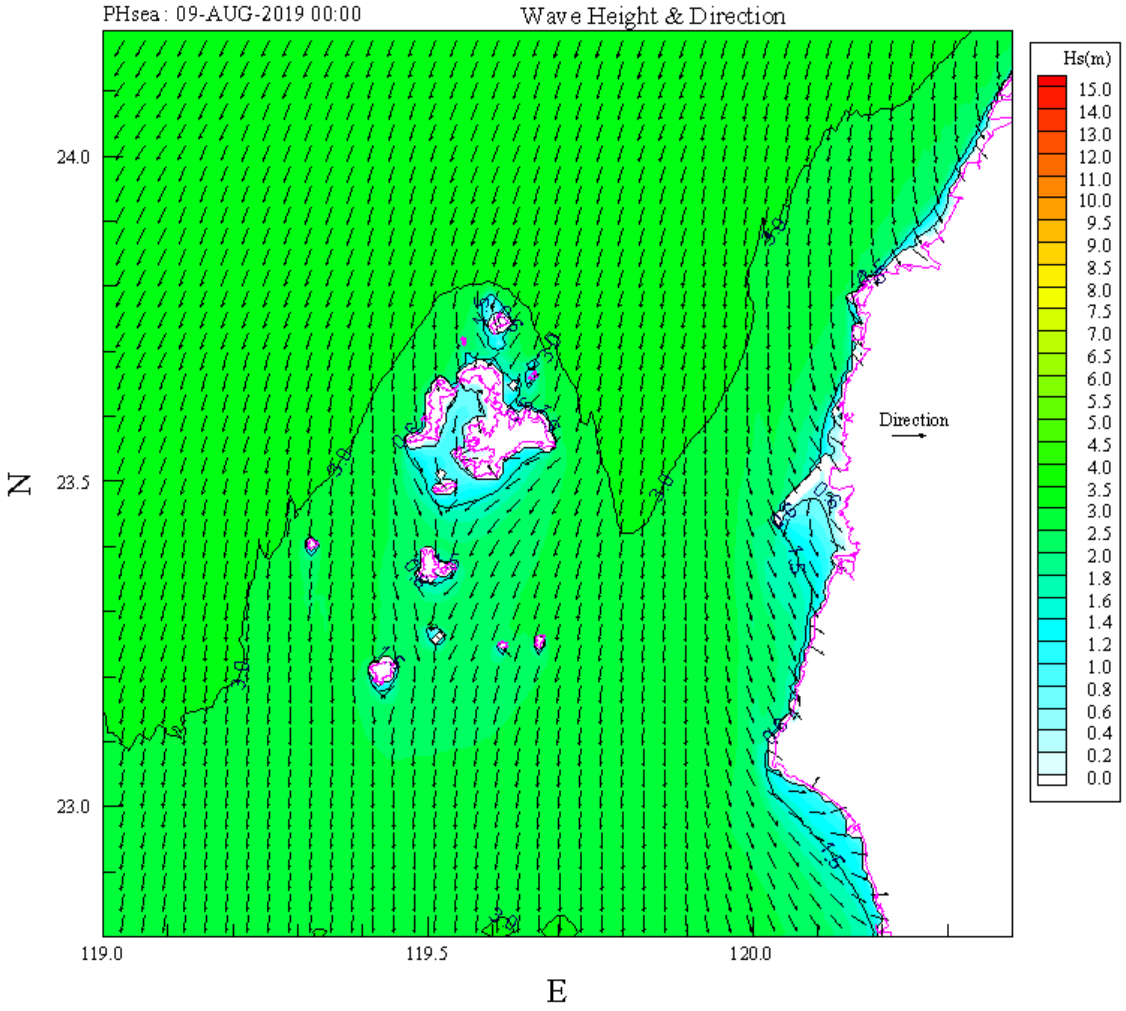


圖 2.33　小尺度澎湖海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

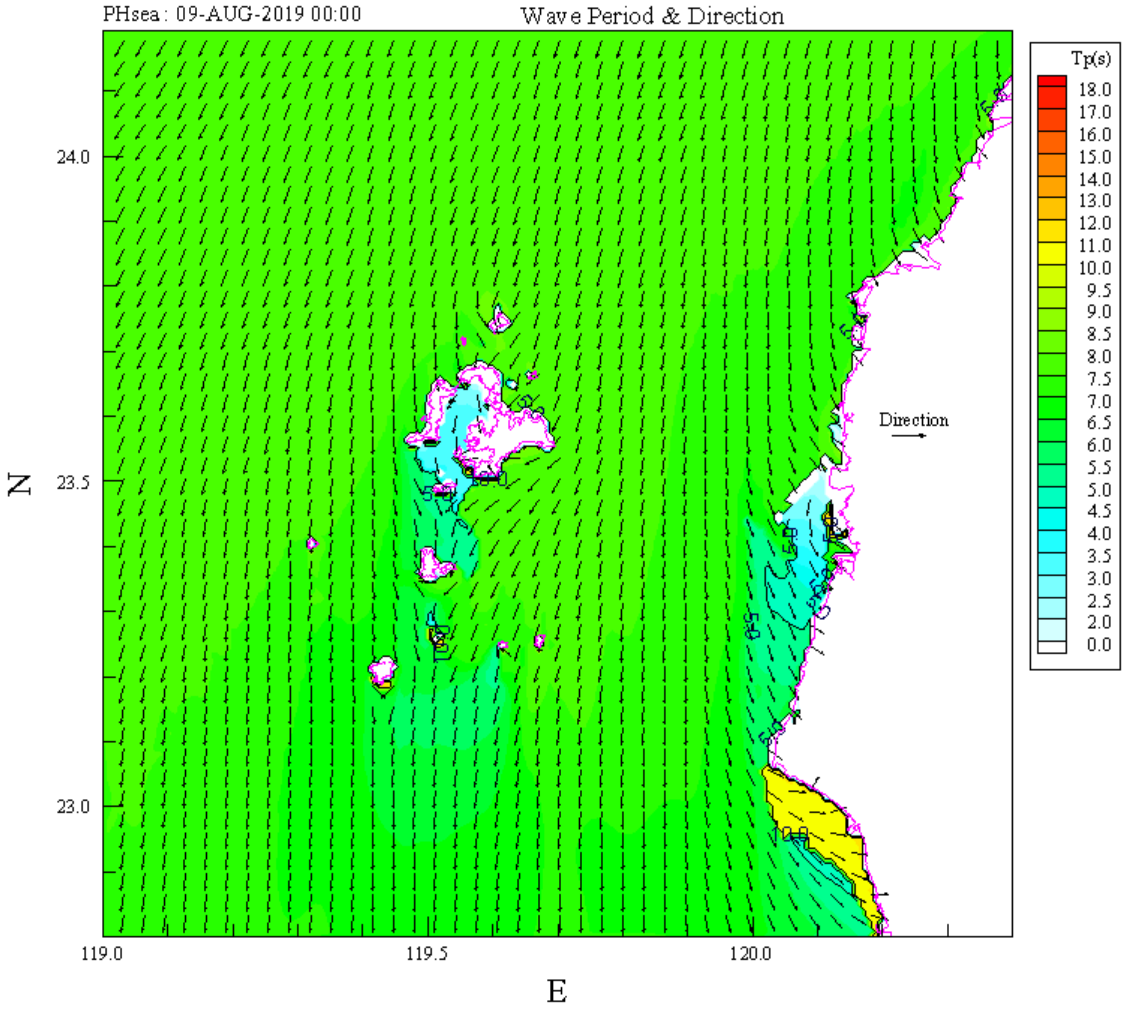


圖 2.34　小尺度澎湖海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

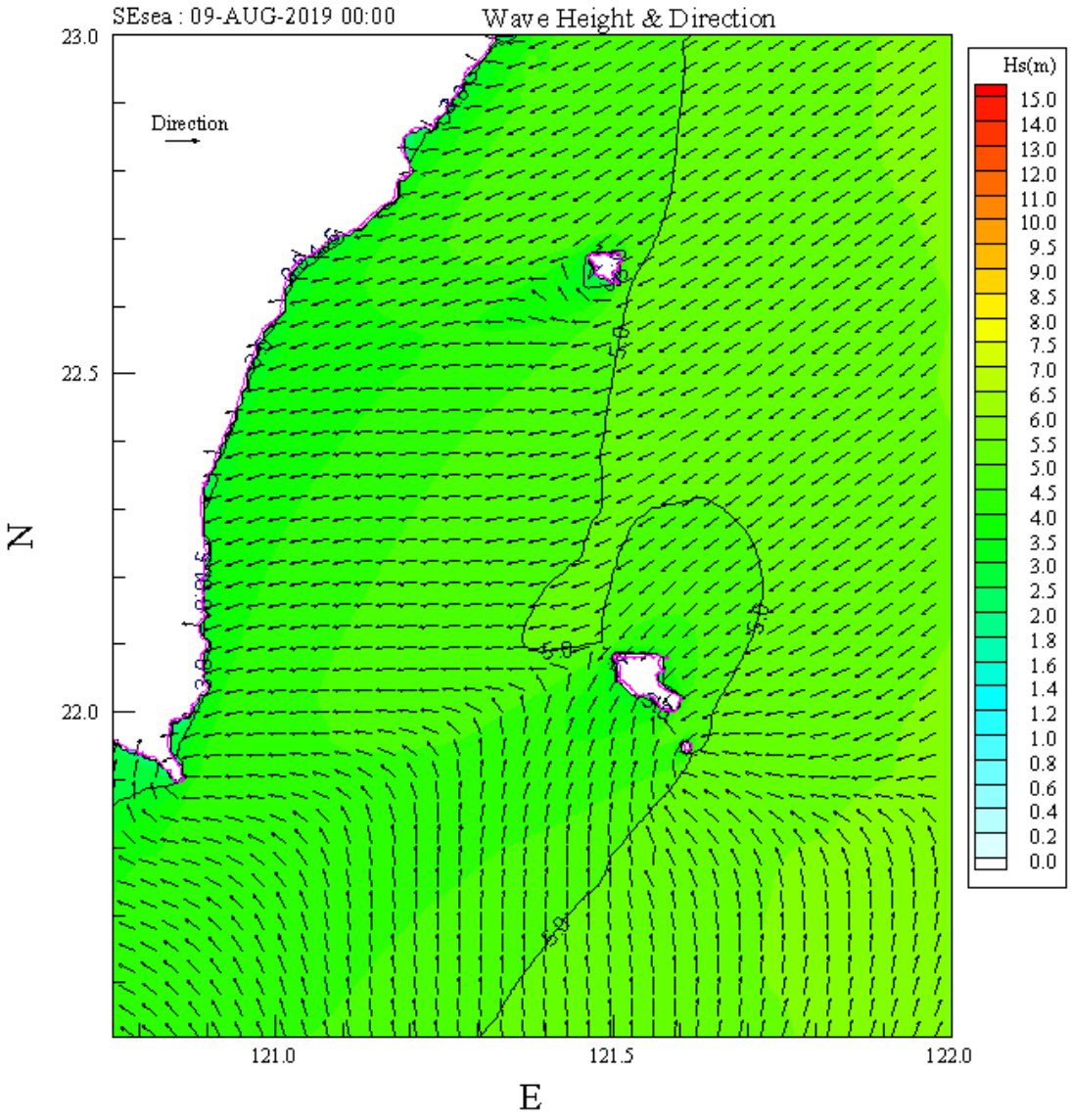


圖 2.35　小尺度東南海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

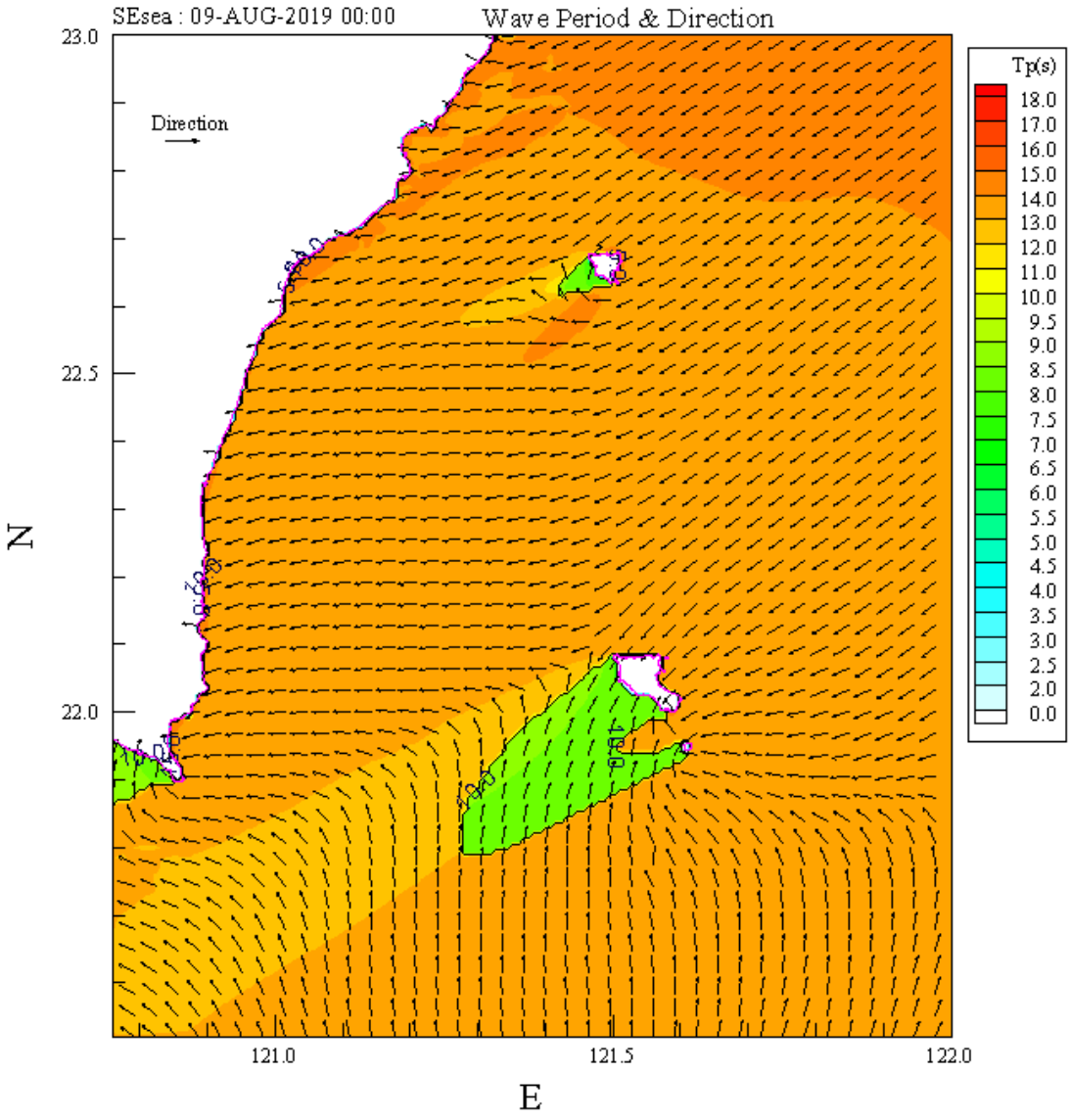


圖 2.36　小尺度東南海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

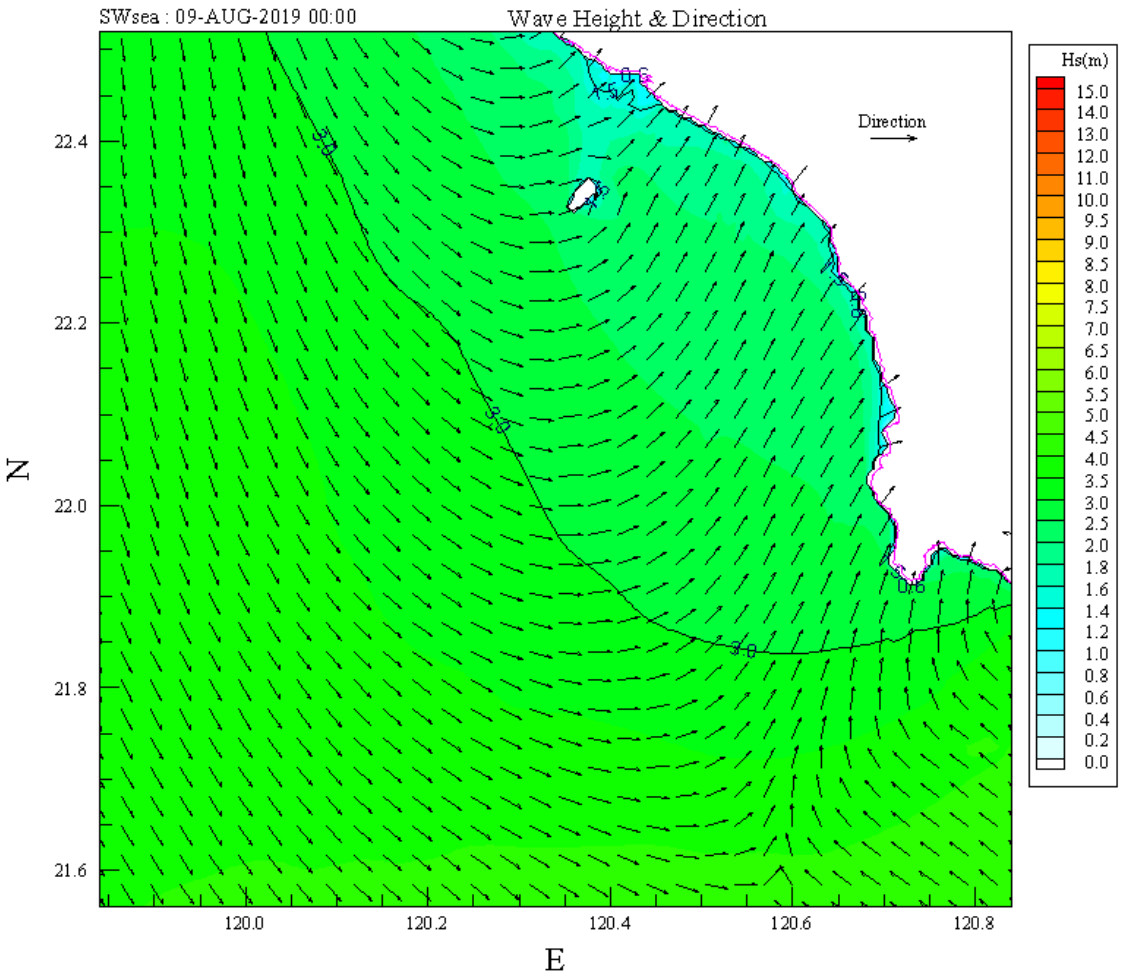


圖 2.37　小尺度西南海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

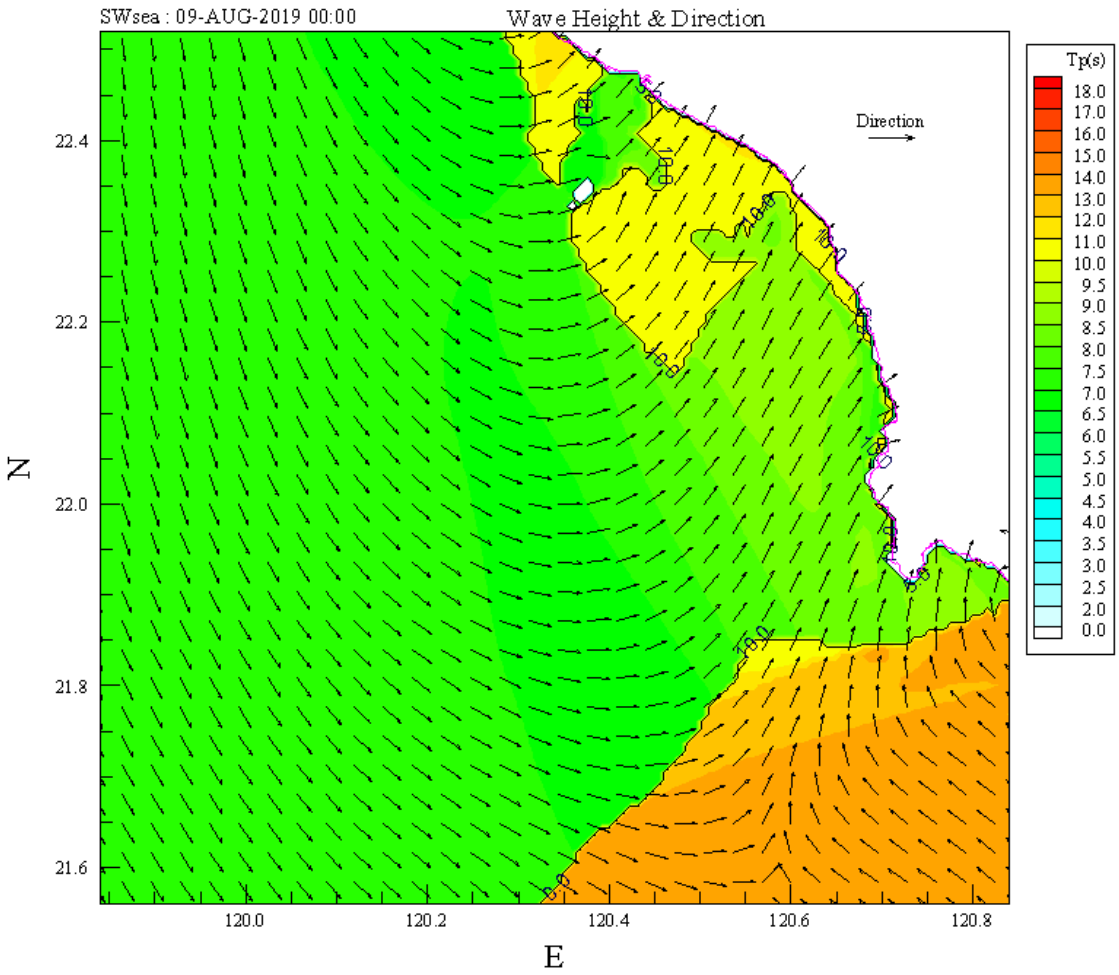


圖 2.38　小尺度西南海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

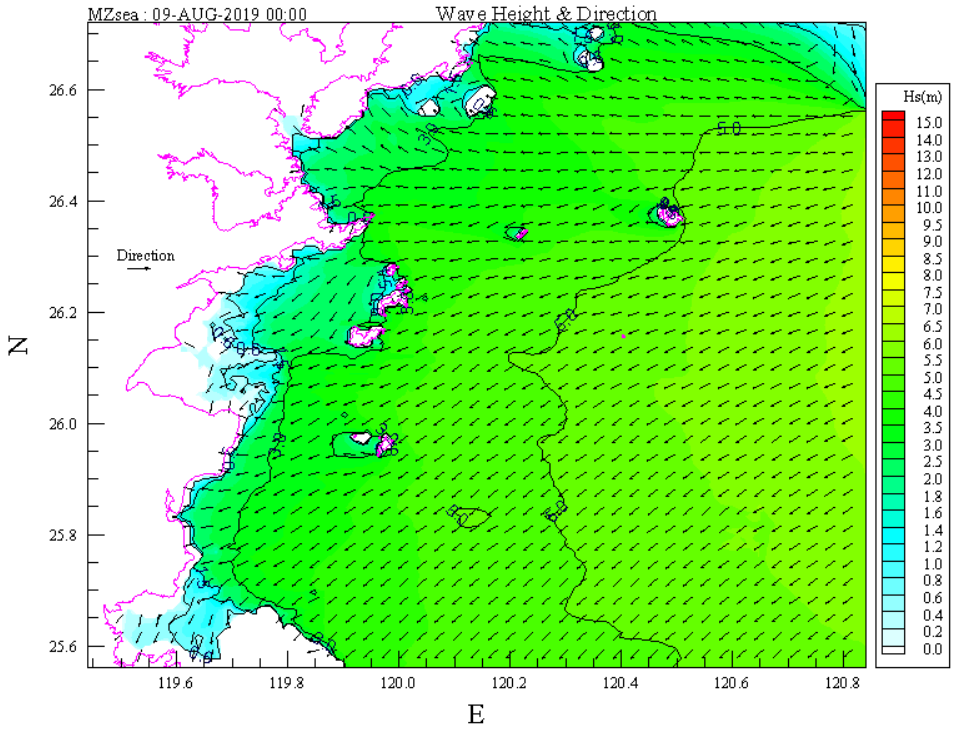


圖 2.39　小尺度馬祖海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

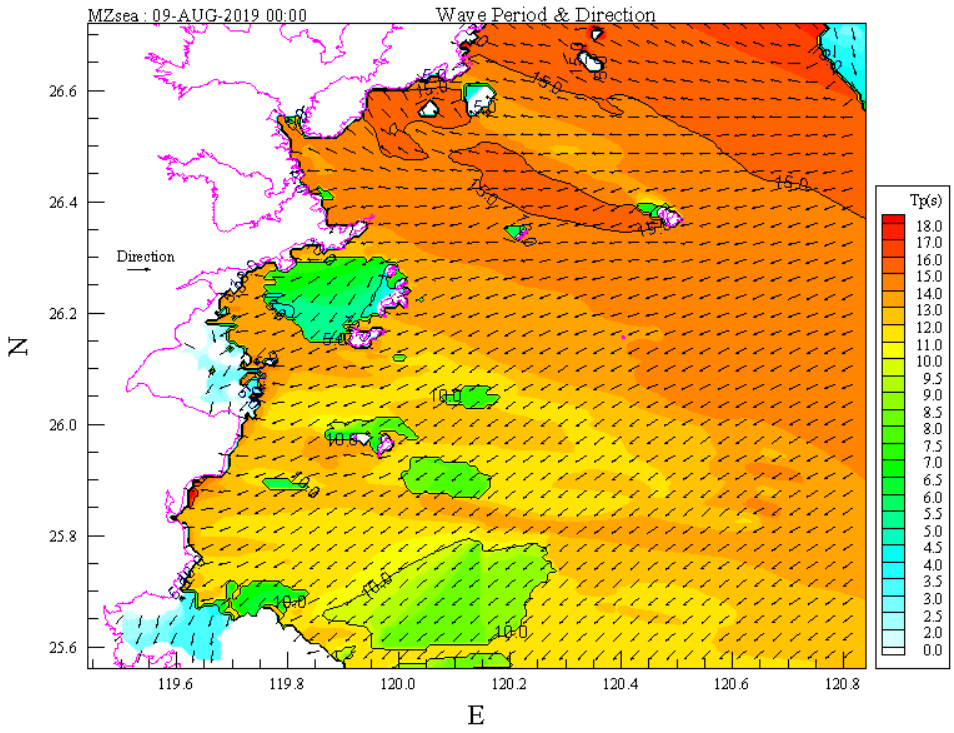


圖 2.40　小尺度馬祖海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

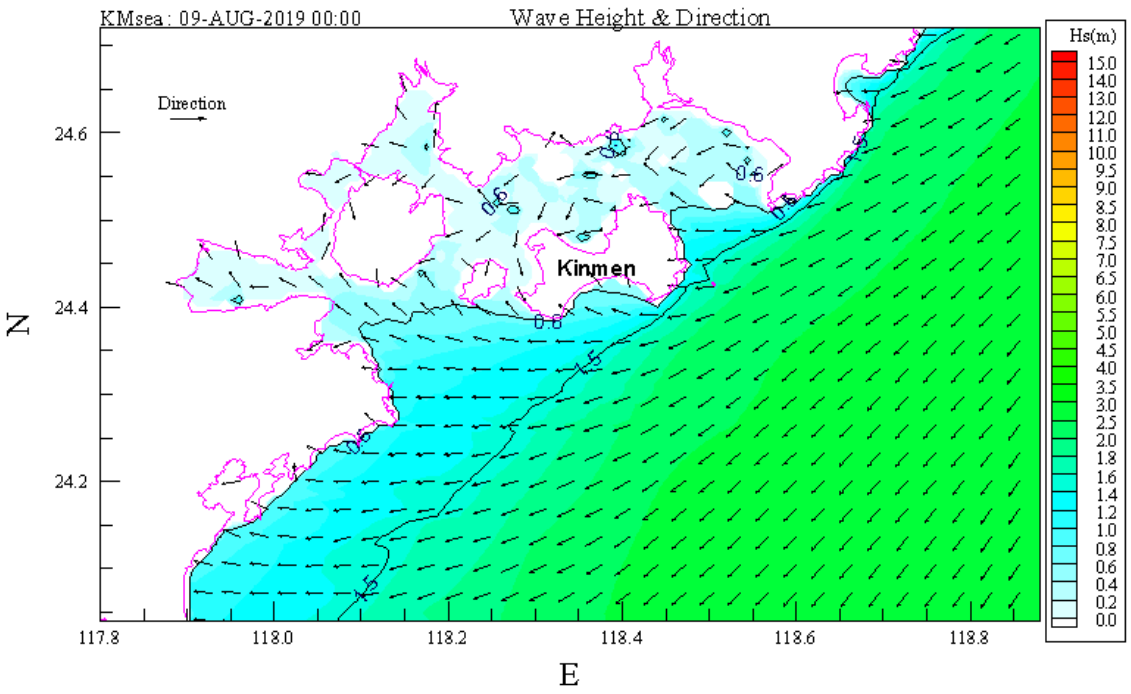


圖 2.41　小尺度金門海域風浪模組作業化模擬成果等波高分布及波向圖

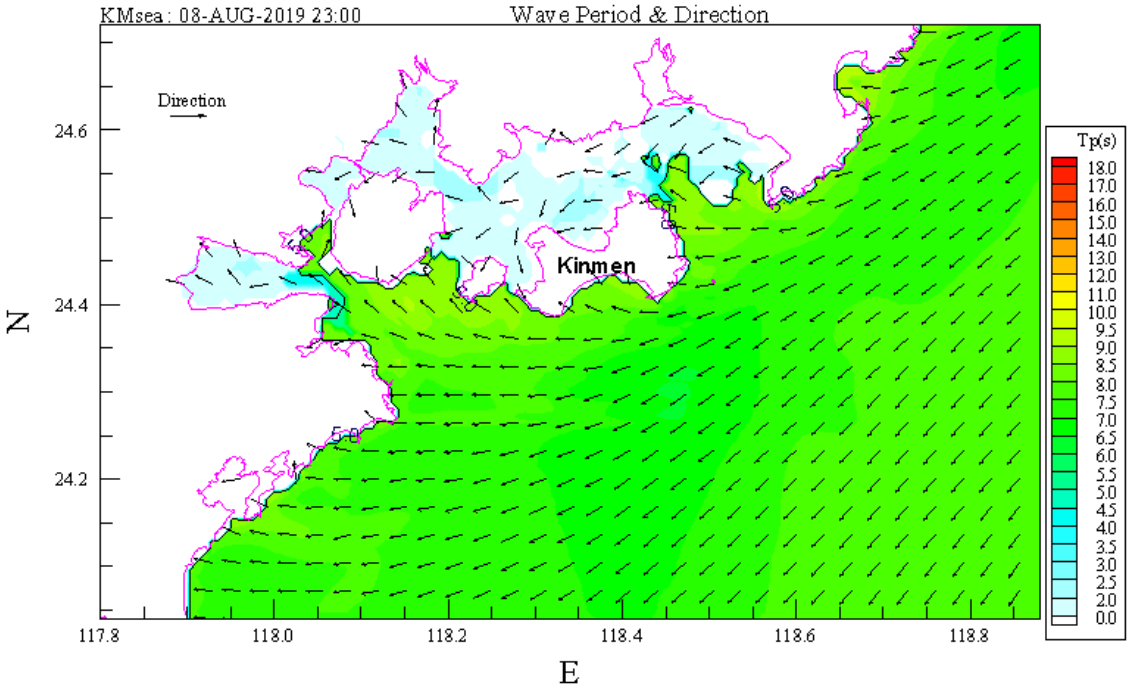


圖 2.42　小尺度金門海域風浪模組作業化模擬成果等週期分布及波向圖

5. 藍色公路風浪模擬資訊修正

港研中心港灣資訊網建有國內藍色公路海象資模擬預報訊供外界參考，圖 3.43 所示為藍色公路路線分布情形。為獲得藍色公路路線模擬預報之風浪資訊，本計畫整合中尺度臺灣周圍海域網格及各小尺度網格(如澎湖、東南、西南、金門及馬祖等海域)風浪作業化模擬預報二維網格資料，利用藍色公路路線坐標點位內插產生每報 73 或 55 小時之波高、平均週期、譜峰週期及平均波向，透過港灣資訊網藍色公路網頁展示，供各界參考及查詢。

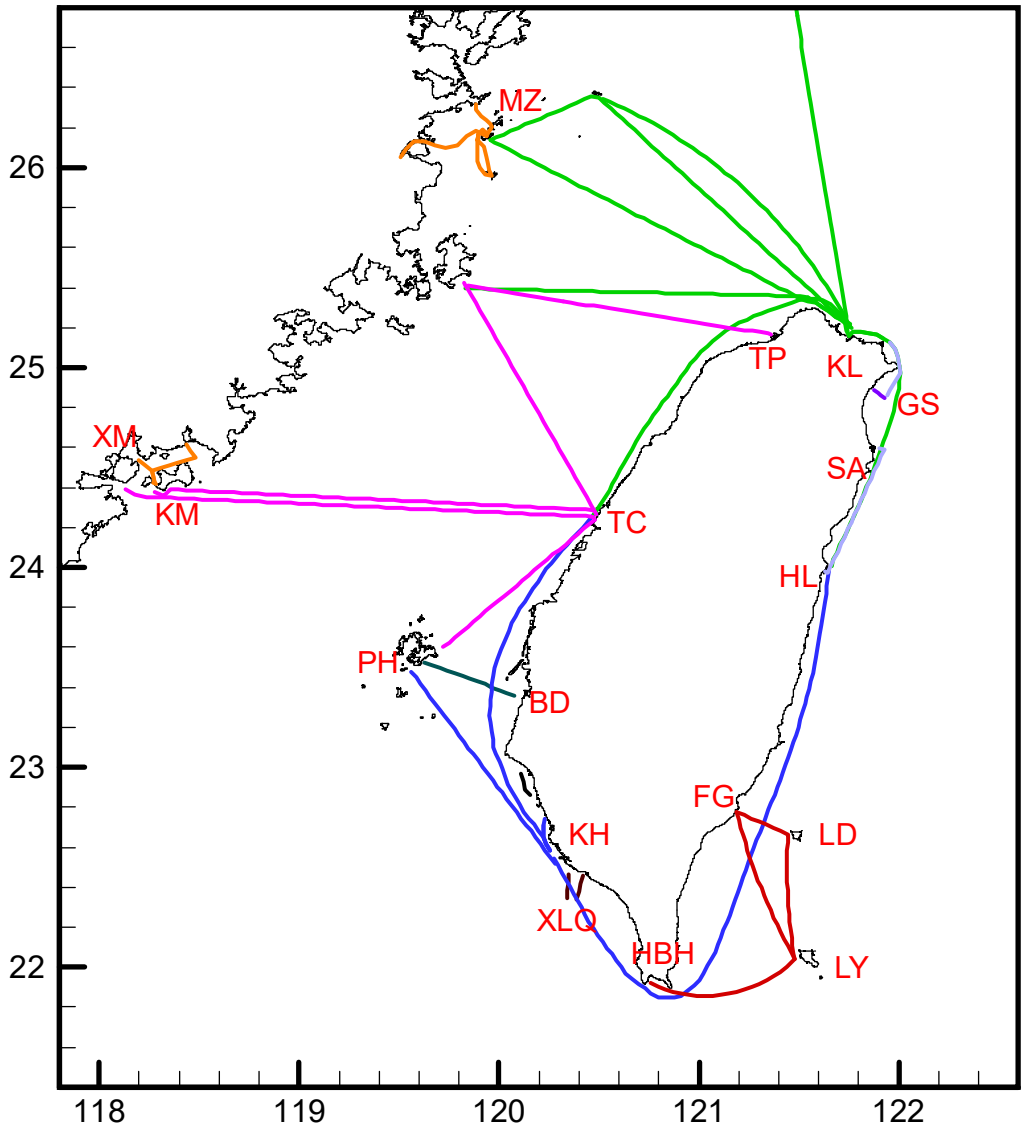


圖 2.43　國內藍色公路路線分布圖

2.2.2 馬祖海域小尺度水動力模組

針對馬祖海域水位及流場模擬，本年度計畫重新建置小尺度水動力模組，並與中尺度臺灣周圍海域水動力模組結合，納入新的水動力模擬子系統。

有關馬祖海域小尺度水動力模組建置內容簡述如下：

1. 數值計算網格

針對馬祖海域水動力模組規劃的模擬範圍及建構的非結構性三角形元素數值計算網格，如圖 2.44 所示，計有 8,092 個節點及 15,514 個三角形元素。圖 2.45 所示為南竿及北竿附近海域數值計算網格之三角形元素分布情形，圖 2.46 所示為東莒及西莒附近海域數值計算網格之三角形元素分布情形。

2. 地形水深建置

數值計算網格之地形水深分布如圖 2.47 所示，相關水深資料來源包括莒光列島至東引島(含閩江口) 10 萬分之一海軍水道圖(0304，參考圖 2.48)及烏坵嶼至東引島(含臺灣北部) 30 萬分之一海軍水道圖(0306，參考圖 2.49)。

3. 邊界條件

水動力模式邊界型態分為海域開放邊界及陸地邊界兩種，本計畫陸地邊界設定為滑動邊界條件，亦即假設陸地邊界節點垂直方向之流速等於零(即允許切線方向流速存在)。海域開放邊界則採用水位為邊界條件，即在系統作業化模擬過程，由中尺度臺灣周圍海域水動力模組逐時水位模擬結果產生小尺度開放邊界節點水位時序列資料。

4. 物理參數設定

模式相關物理參數率定包括時間間距(△t)、底床摩擦係數(Cf)及渦動粘滯性係數等，其中時間間距經測試後設定為 2sec，底床摩擦係數分為定值(0.020)區及可變區(採曼寧公式計算，n=0.03)。

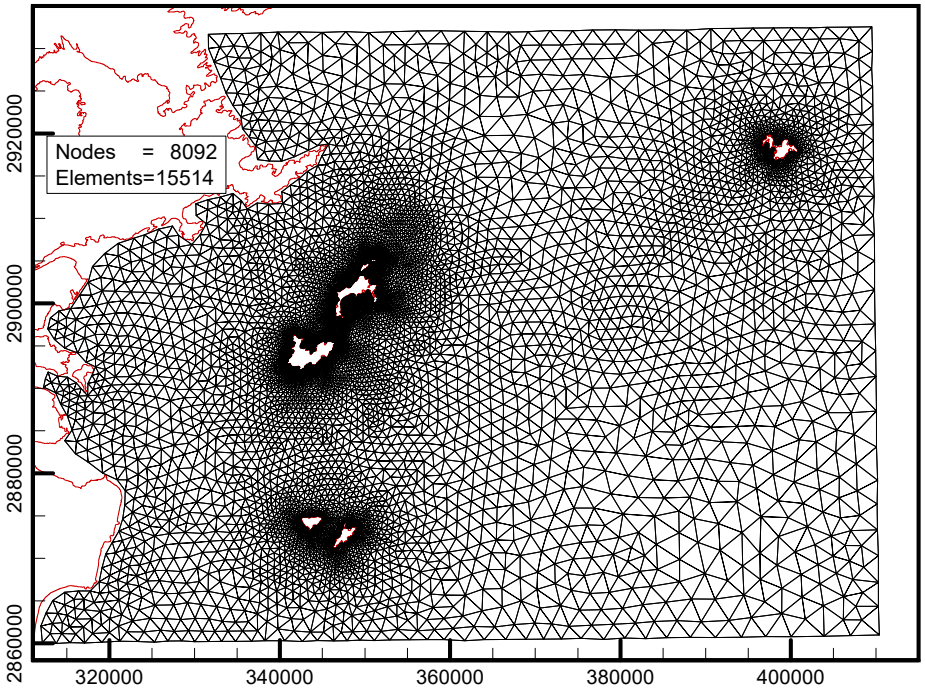


圖 2.44　馬祖海域近岸水動力模組之模擬範圍及數值計算三角形元素網格圖

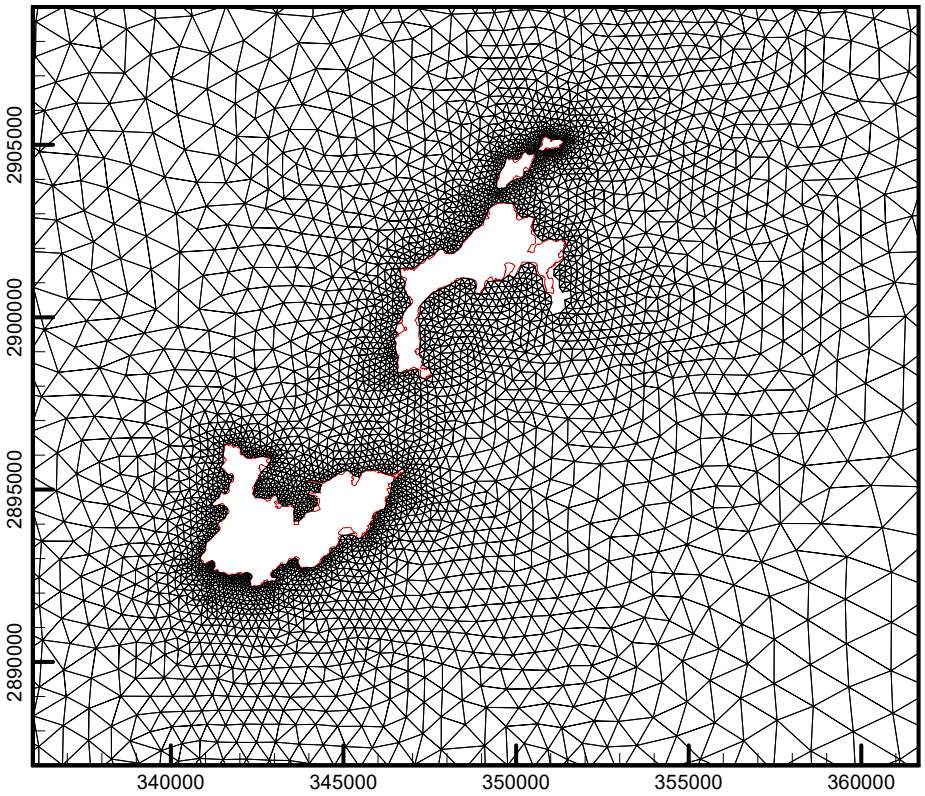


圖 2.45　馬祖南竿及北竿海域三角形元素網格分布圖

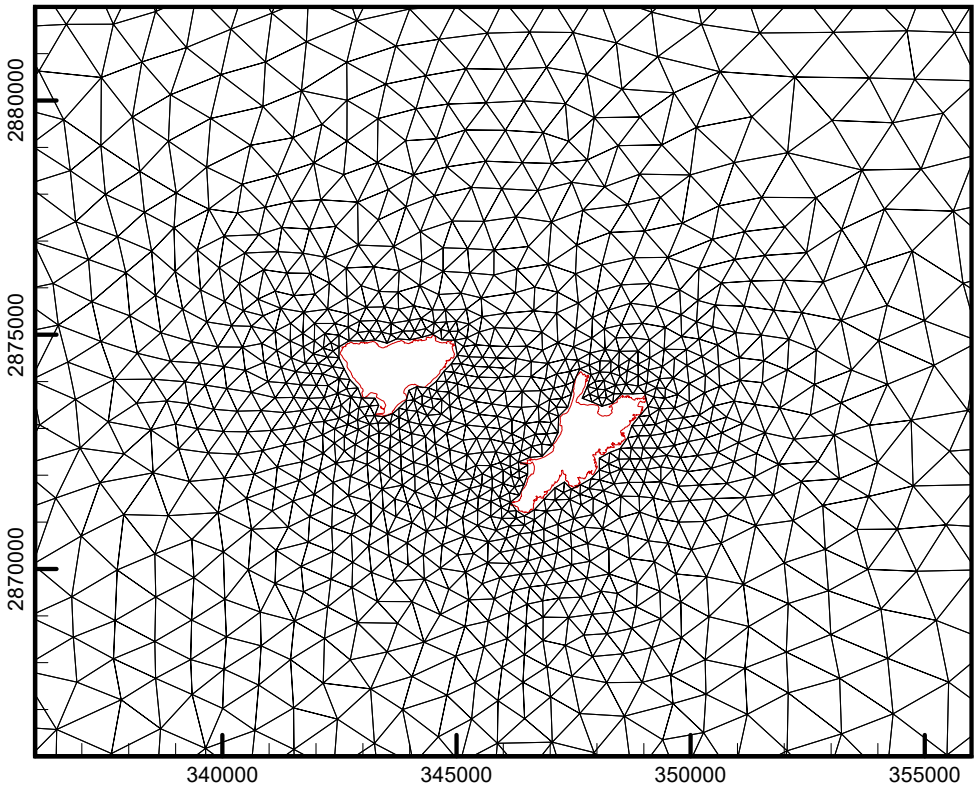


圖 2.46　馬祖東莒及西莒海域三角形元素網格分布圖

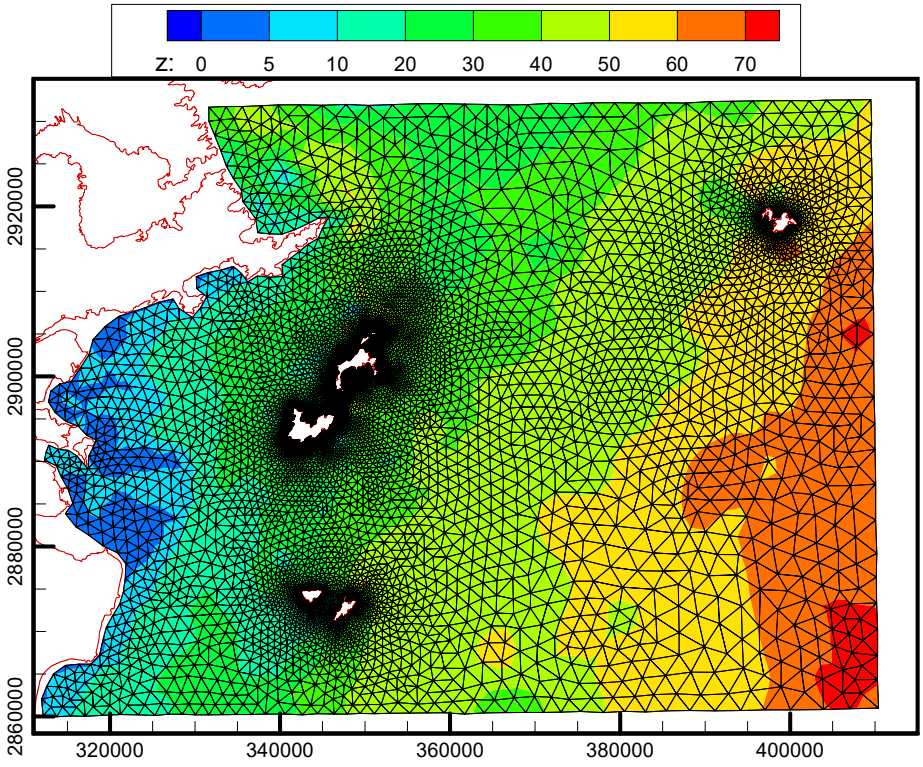


圖 2.47　馬祖海域近岸水動力模組之水深分布圖

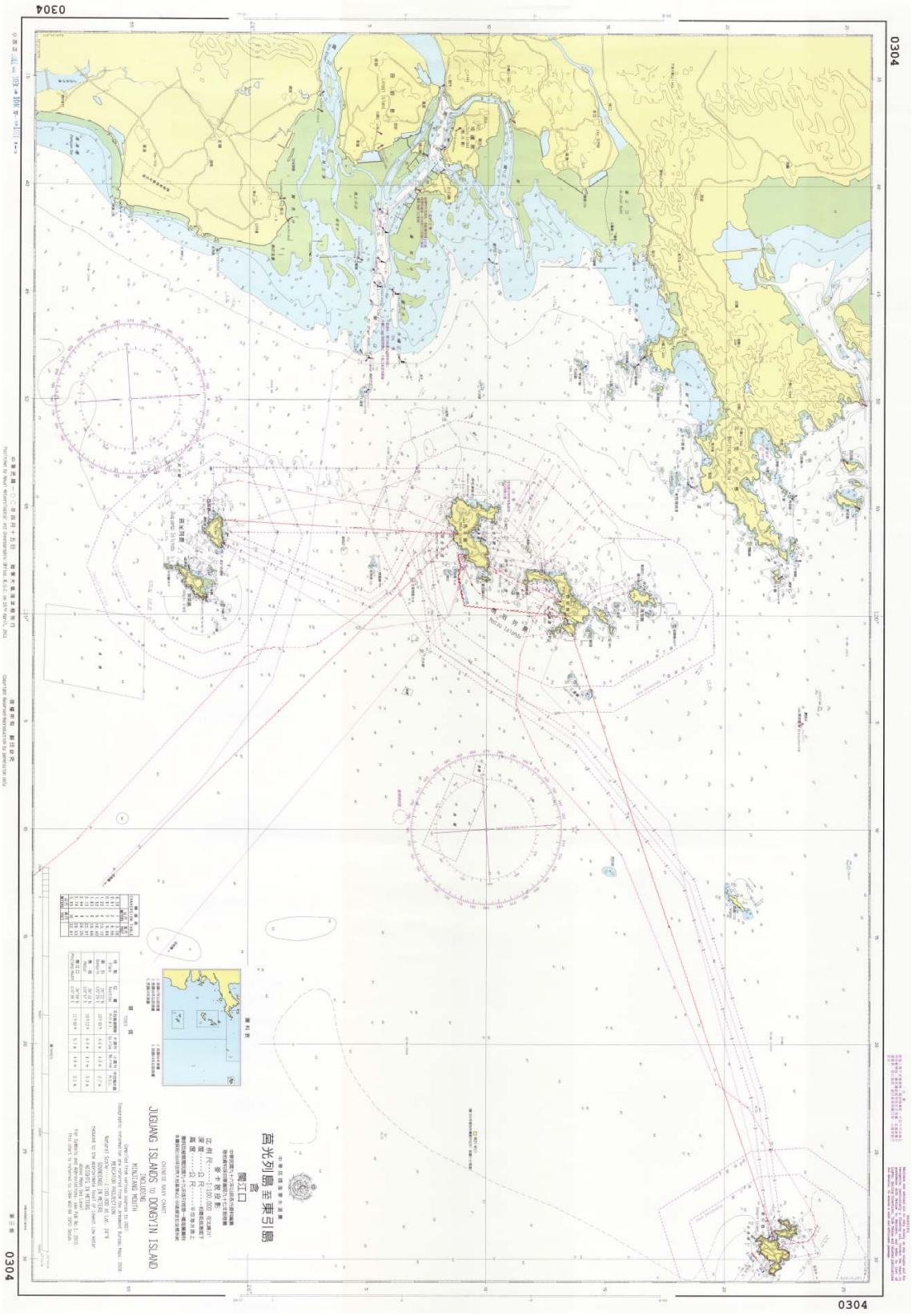


圖 2.48　0304 莒光列島至東引島(含閩江口)海軍水道圖

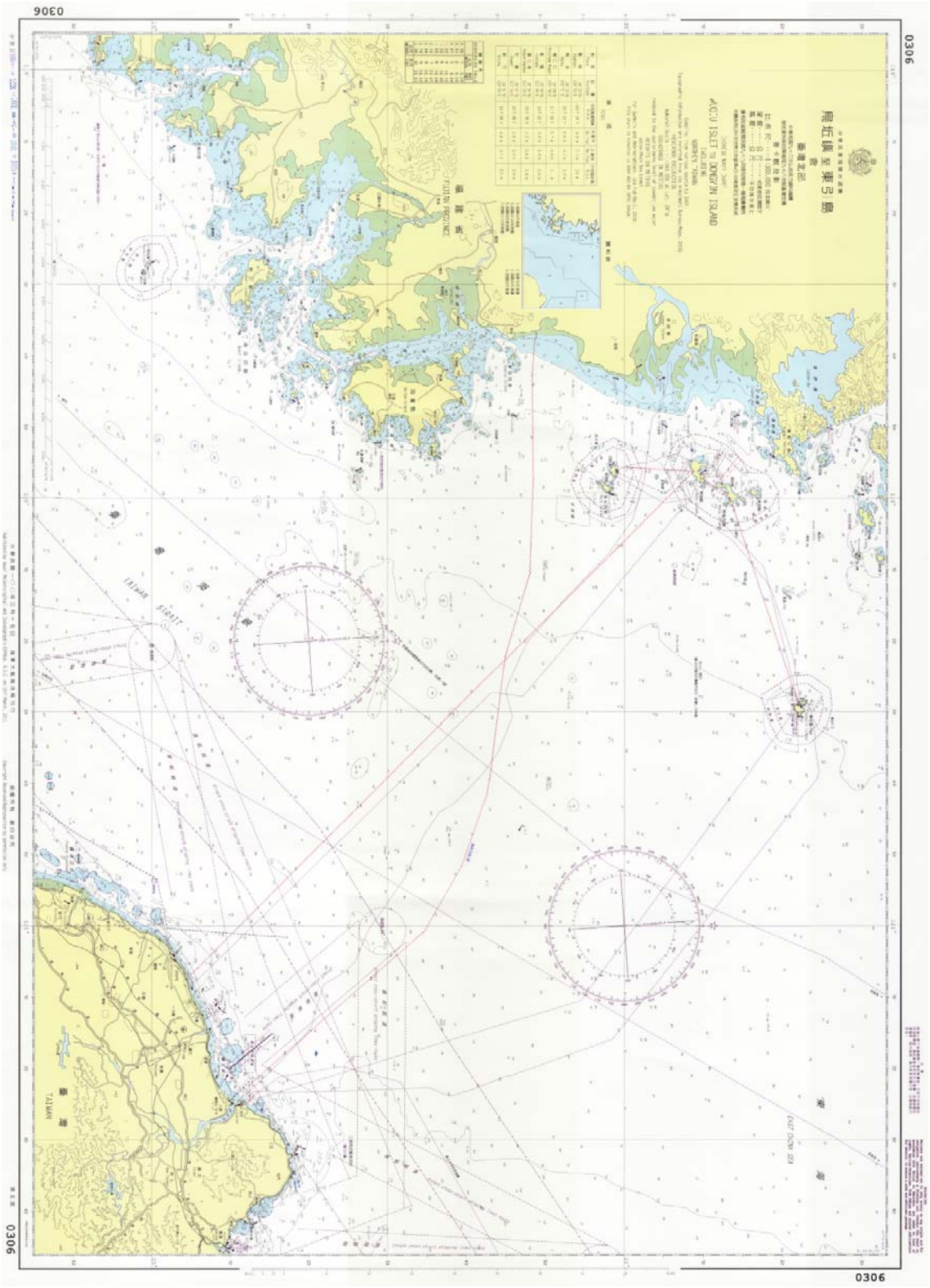


圖 2.49　0306 烏坵嶼至東引島(含臺灣北部)海軍水道圖

2.2.3 小結

綜整本年度海象模擬作業化系統校修與改善之主要成果及效益如下：

1. 作業化風場修正：TaiCOMS 作業化風場由解析度 1/6°、1/12°、1/24° 三層巢狀網格風場修正成解析度 1/12°及 1/30°雙層巢狀網格風場，除了減輕系統資料備份壓力外，預期可提昇風浪及水動力模擬結果之準確性。
2. 每日四次風浪作業化模擬預報：預期效益包括提昇港灣資訊網風浪模擬資料更新速度，改善颱風期間風浪模擬預報之時效性及準確性。
3. 風浪二維平面圖作業化程式：與目前風浪作業化模擬程式結合可精簡作業化流程，並提昇網站模擬結果之瀏覽性。

第三章　臺灣周圍海域風浪模擬與校驗

3.1 綜整中央氣象局風浪預報資料

本項工作主要目的在於彙整氣象局提供之海象預報資料，並與臺灣近岸海象預報資料進行比對。目前港研中心與氣象局介接之風浪預報資料包括「決定性波浪預報模式系統」產出的示性波高(以下簡稱波高)資料(屬性為二維平面)及「系集波浪預報作業系統」產出的點位示性波高系集(20 個成員)資料。本年度計畫僅針對氣象局提供的「決定性多重網格波浪模式」預報的風浪資料(示性波高)進行探討。

目前氣象局「決定性波浪預報模式系統」係利用第三代風浪模式 NOAA WAVEWATCHIII (簡稱 NWW3)建置包含解析度 25km (0.25°)、10km (0.1°)及 2.5km (0.025°)等 3 層的多重網格波浪預報系統，如圖 3.1 所示；圖中最外圍網格(或稱大網格)模擬範圍為(E99°, N1°)−(E155°, N41°)，中間層網格(或稱中網格)模擬範圍為(E109.9°, N9.4°) − (E126.1°, N36.1°)，最內層網格(或稱小網格)模擬範圍為(E117.6°, N20.8°)−(E123.9°, N26.7°)。此系統風浪預報採用的風場預報資料依大、中、小網格順序分別為 NCEP 風場、10 公里風場及 2.5 公里風場。

基於氣象局提供的每日四次預報(00Z、06Z、12Z 及 18Z)波高資料為逐時計算網格點預報波高值，因此本計畫需將每次預報逐時波高資料檔(大、中、小網格各 0～96 小時)，分別轉換成逐時矩形網格預報波高資料檔(其中非計算網格點之波高假設為-999)。此外，針對臺灣周圍海域現有長期波浪測站，相關位置參考圖 3.2 所示及表 3.1 所列；本計畫選取解析度 0.025°網格預報波高資料，分別抽取鄰近波浪測站網格點逐時預報波高值，彙整成各測站每次預報逐時(0 ~ 84)波高值一維資料檔。

為瞭解氣象局預報波浪與各測站觀測波浪之差異，本計畫選取 2019 年 1 月 1 日 8 時預報之波高值與各測站觀測值比較，如圖 3.3 所示。圖 3.3 顯示除鵝鑾鼻浮標測站外，預報期間(0～84hr)各測站波高預測值呈現減弱變化趨勢，此與各測站波高觀測值有逐漸變小現象相

符。在冬季季風期間，北部、中部及東部海域波高普遍較西南海域波高值大；此外，預報值與觀測值比較結果呈現，僅鵝鑾鼻浮標、蘭嶼浮標及布袋港等測站有較大的誤差，其餘測站波高預報值與觀測值均呈現相近似結果。

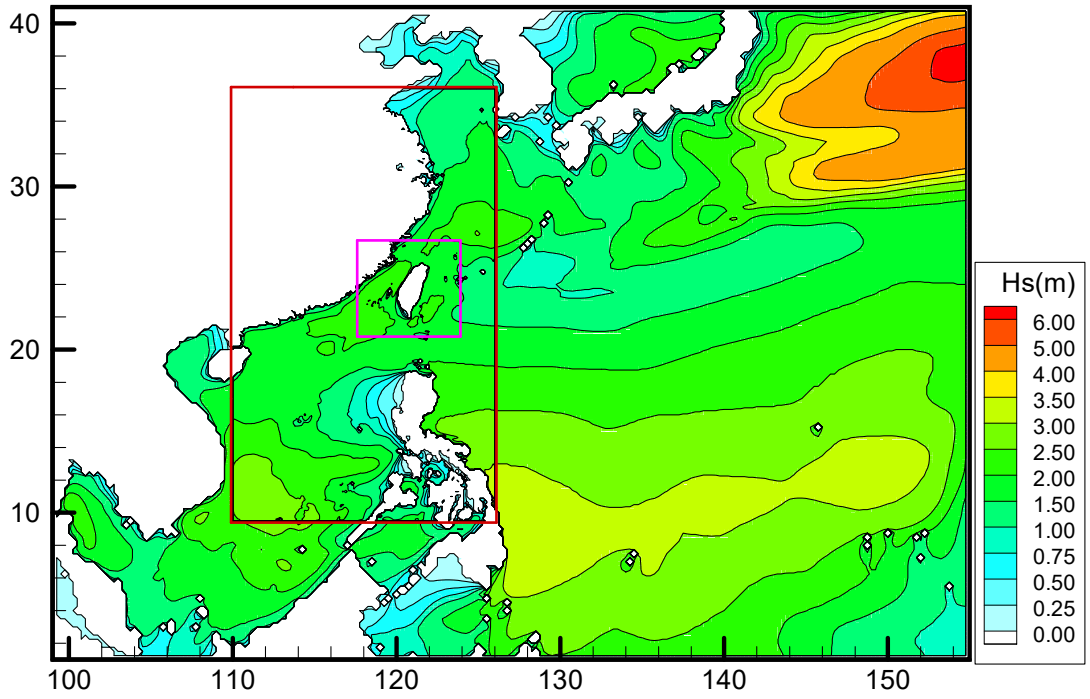


圖 3.1　氣象局決定性波浪預報模式系統 3 層多重網格模擬範圍圖

本計畫 TaiCOMS 海象模擬作業方式與氣象局波浪預報作業方式存在有設計上之差異，如本計畫海象模擬作業方式為每日一 RUN，每次模擬 72 小時(前 24 小時為前一日追算，後 48 小時為預報)，氣象局為每日四 RUN，每次預報 96 小時。本計畫每日作業化風場是由連續六組氣象局天氣預報 WRF 風場資料組合而成的，其中最後一組風場預報時間為氣象局前一日 12Z(或臺北時間 20:00)，擷取長度為 06~52 時。因此，為瞭解氣象局波浪預報結果與本計畫波浪模擬結果之差，本計畫選取風場相同預報時間之波浪模擬結果進行比較，即擷取本計畫每日作業模擬之 26 ~72 時波浪模擬資料與氣象局前一日 12Z 預報之 06~52 時波浪模擬資料。如圖 3.4 所示為 2019 年 1 月 2 日本計畫各測站波高模擬結果與氣象局 2019 年 1 月 1 日 12Z 波高預報結果之比較。

表 3.1　中央氣象局 NFS 水平三層巢狀網格資訊表

波浪測站				CWB		IHMT		備　註
測站名稱	測站代號	經 度	緯 度	經 度	緯 度	經 度	緯 度	
基隆港	KL awac	121.754	25.166	121.375	25.200	121.76	25.20	
臺北港	TP awac	121.376	25.182	121.375	25.200	121.36	25.20	
臺中港	TC awac	120.450	24.325	120.450	24.325	120.44	24.32	
布袋港	BD awac	120.125	23.380	120.075	23.375	120.08	23.36	
安平港	AP awac	120.148	22.956	120.125	22.925	120.12	22.92	
高雄港	KH awac	120.294	22.543	120.275	22.525	120.28	22.52	
花蓮港	HL awac	121.626	23.967	121.650	23.950	121.64	23.96	
蘇澳港	SA awac	121.885	24.590	121.900	24.600	121.92	24.60	
澎湖港	PH awac	119.675	23.556	119.675	23.525	119.68	23.52	
金門港	KMawac	118.278	24.419	118.450	24.350			
馬祖港	MZ awac	119.936	26.165	119.925	26.200	119.92	26.20	
蘇澳浮標	SA buoy	121.877	24.627	121.875	24.650	121.88	24.64	
花蓮浮標	HL buoy	121.630	24.0325	121.650	24.050	121.64	24.04	46699A
臺東浮標	TD buoy	121.144	22.724	121.175	22.725	121.16	22.72	
鵝鑾鼻浮標	ELB buoy	120.823	21.900	120.825	21.900	120.80	21.88	
小琉球浮標	XLQ buoy	120.361	22.316	120.350	22.325	120.36	22.32	46714D
彌陀浮標	MT buoy	120.164	22.763	120.150	22.750	120.16	22.76	
七股浮標	QG buoy	120.006	23.099	120.000	23.100	120.00	23.08	
新竹浮標	HC buoy	120.837	24.755	120.825	24.750	120.84	24.76	46757B
富貴角浮標	FGC buoy	121.921	25.097	121.525	25.325	121.32	25.32	C6AH2
澎湖浮標	PH buoy	119.551	23.727	119.550	23.725	119.52	23.76	
金門浮標	KM buoy	118.411	24.380	118.425	24.375	118.44	24.36	
馬祖浮標	MZ buoy	120.534	26.375	120.550	26.375	120.56	26.36	
蘭嶼浮標	LY buoy	121.576	22.072	121.600	22.075	121.60	22.08	C6S94

圖 3.4 顯示在各測站中，以布袋港、安平港、高雄港及金門浮標等站 TaiCOMS 波高預報值略高於氣象局決定性波浪預報模式預報結果，臺北港及臺中港預測值相當近似，其餘如北部海域基隆港及東部海域花蓮港、蘇澳港、臺東浮標及蘭嶼浮標等站則呈現決定性波浪預報模式波高預報值大於 TaiCOMS 預報結果。圖 3.5 所示為氣象局 2019 年 1 月 1 日 UTC12:00 決定性波浪預報模式之波高平面分布(2 日 06、12、18 時及 3 日 0 時)與 TaiCOMS 波高預報結果之比較，由波高分布顯示

風浪系集預報之波高普遍大於 TaiCOMS 波高預報結果，導致兩者預報上差異原因可能有(1)風場差異、(2)數值模式本身差異、(3)數值網格如解析度、網格地形水深等，其中以風場差異因素影響最大。

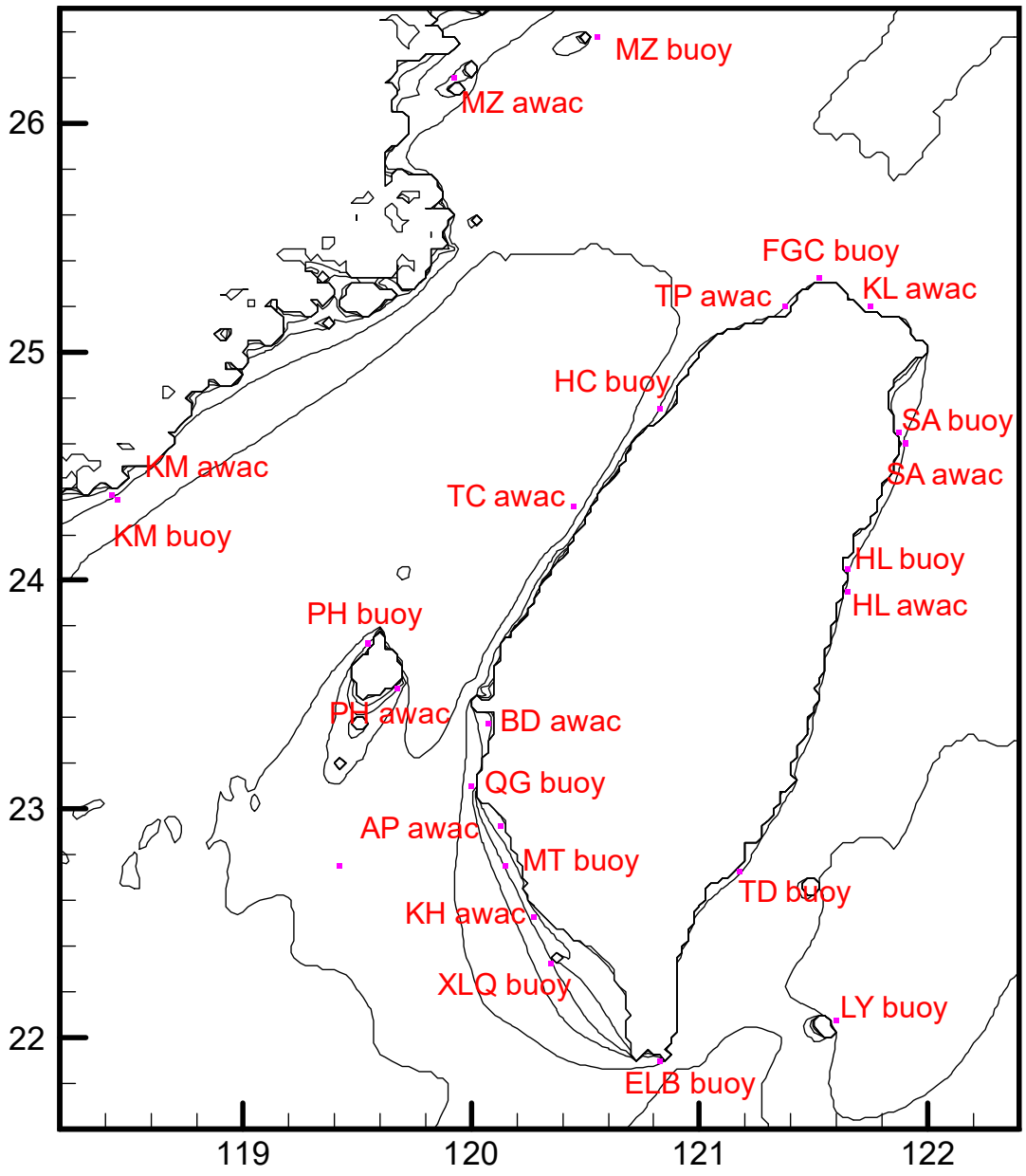


圖 3.2　臺灣周圍海域長期波浪觀測站分布圖

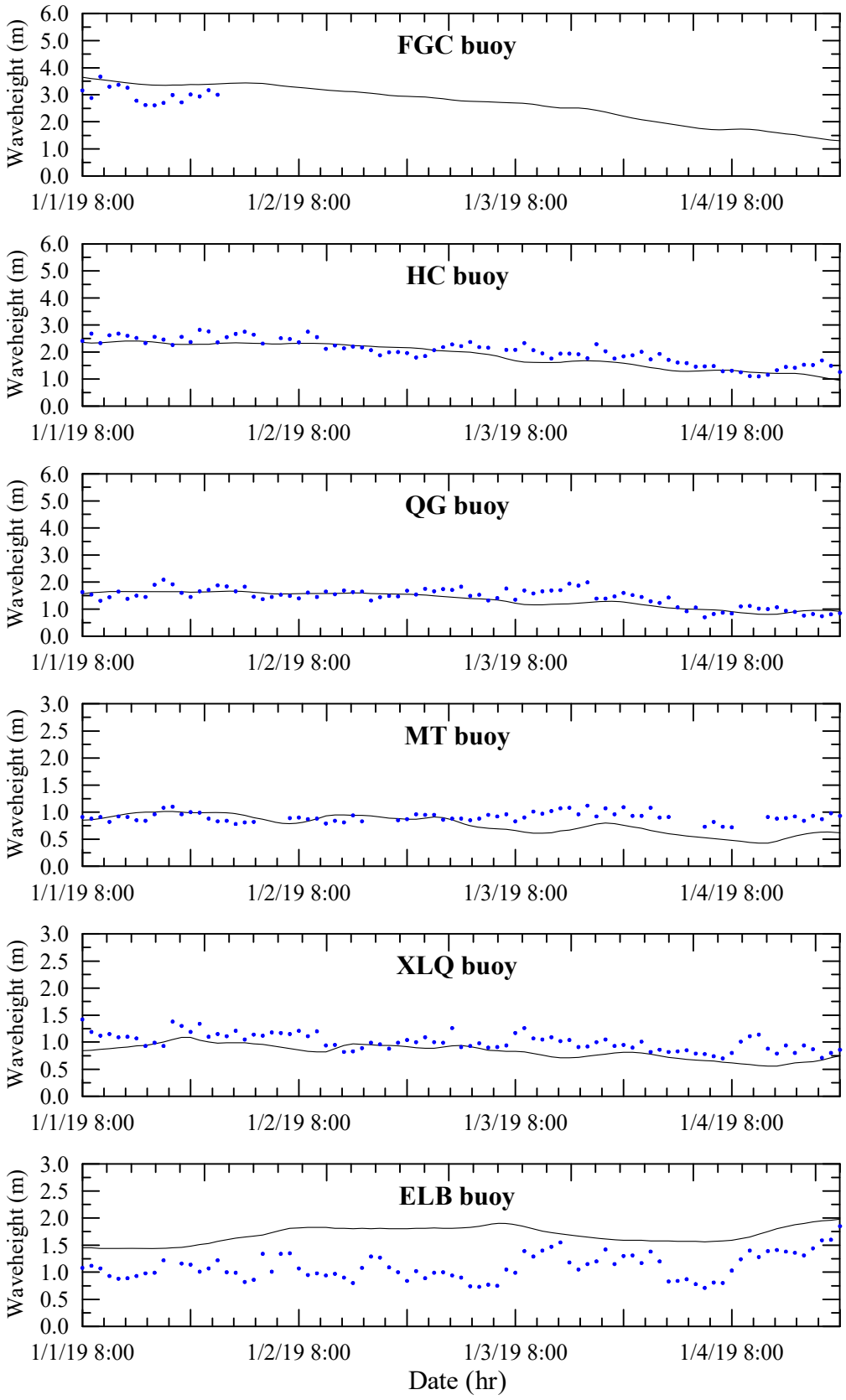


圖 3.3　氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值(點)比較圖

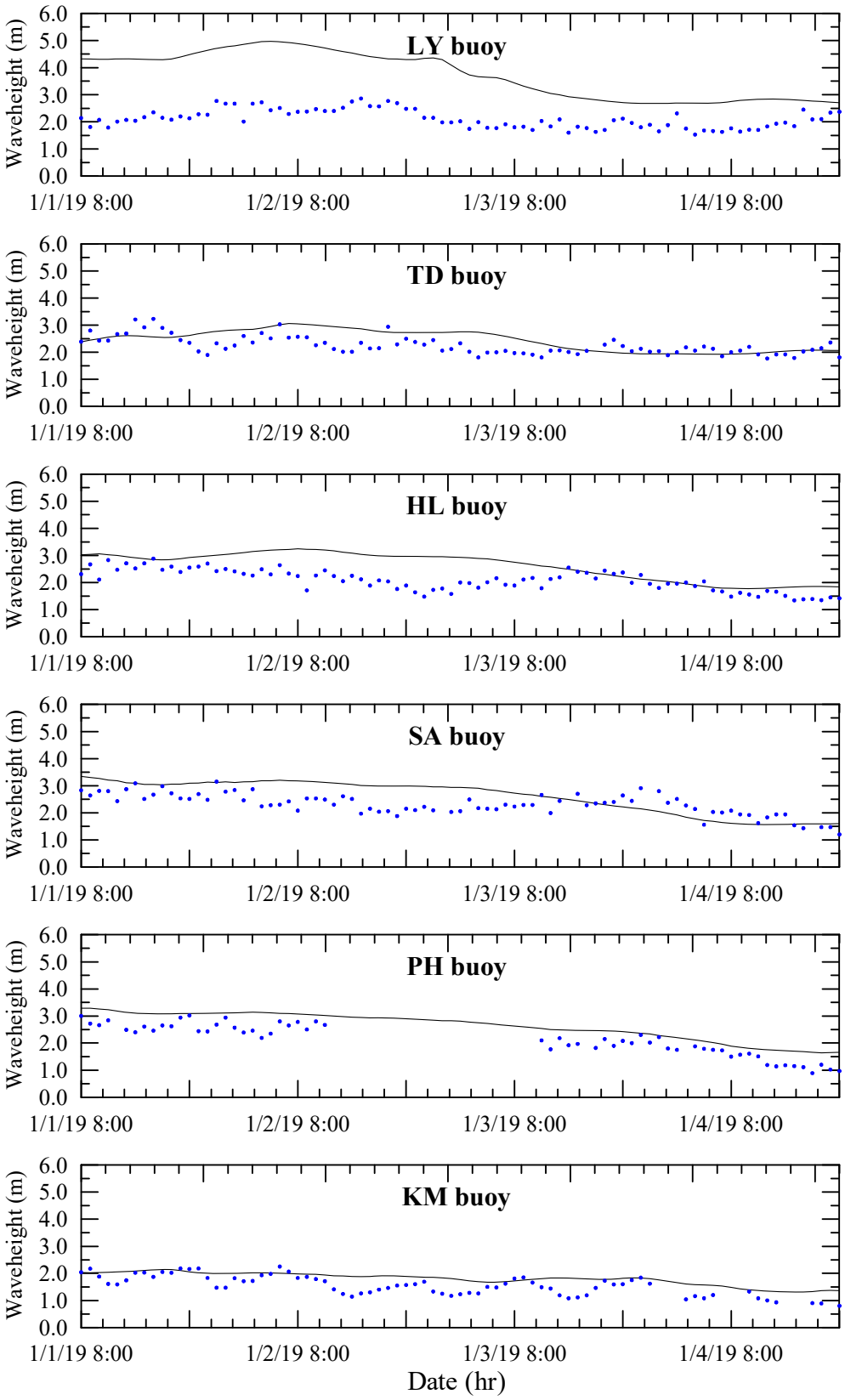


圖 3.3　(續 1)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值比較圖

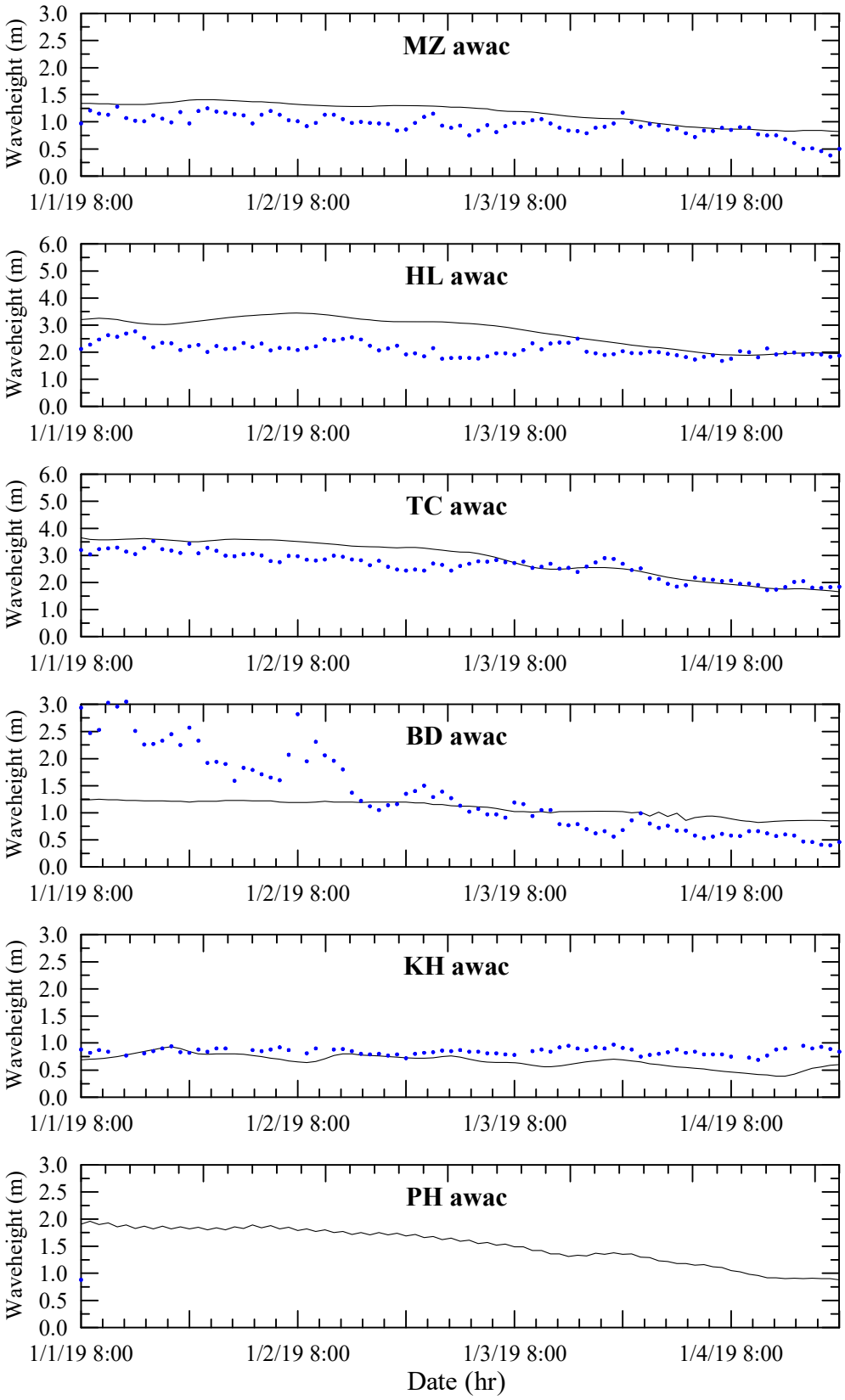


圖 3.3　(續 2)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與觀測值比較圖

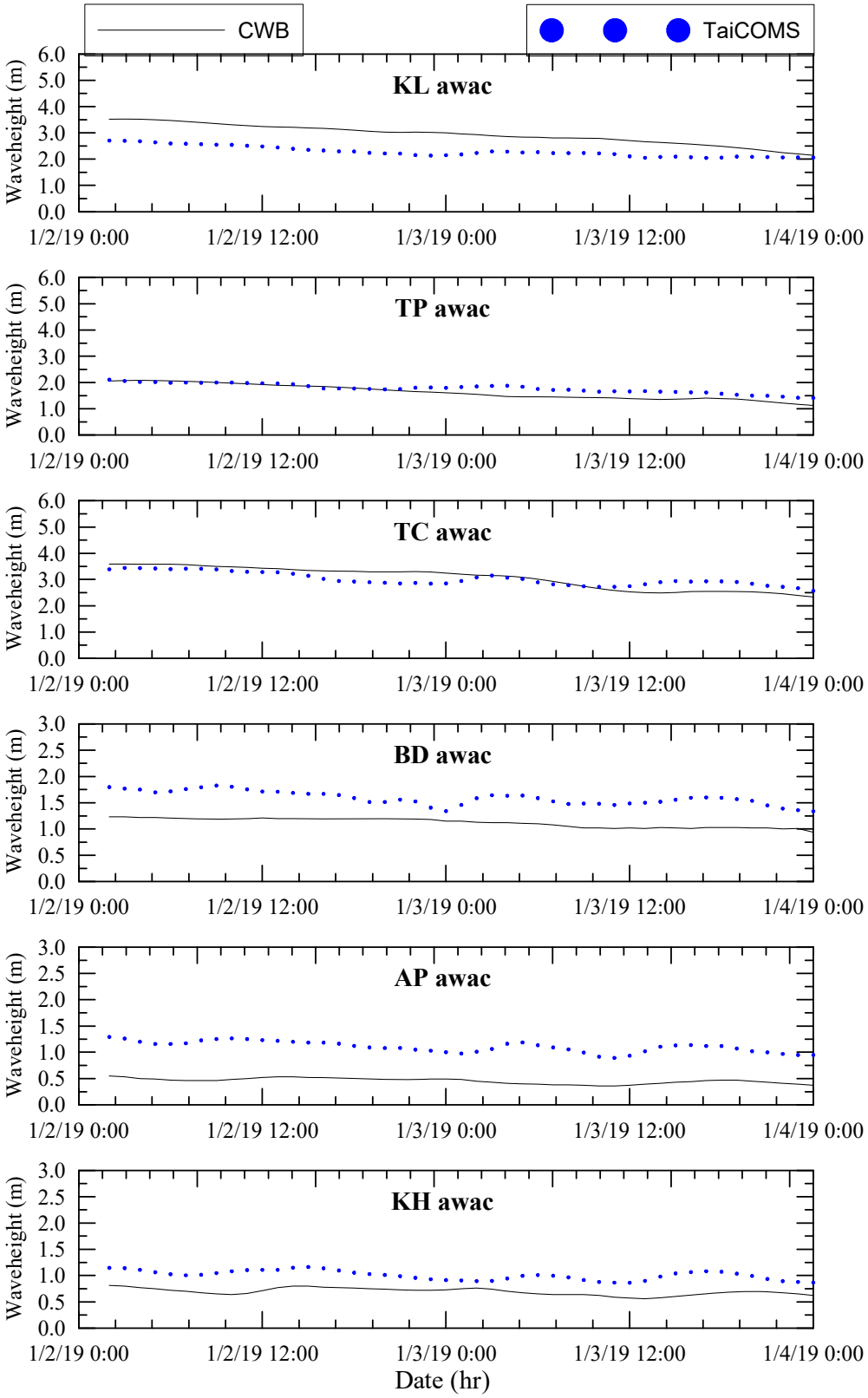


圖 3.4　氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與 TaiCOMS 波高預測值比較圖

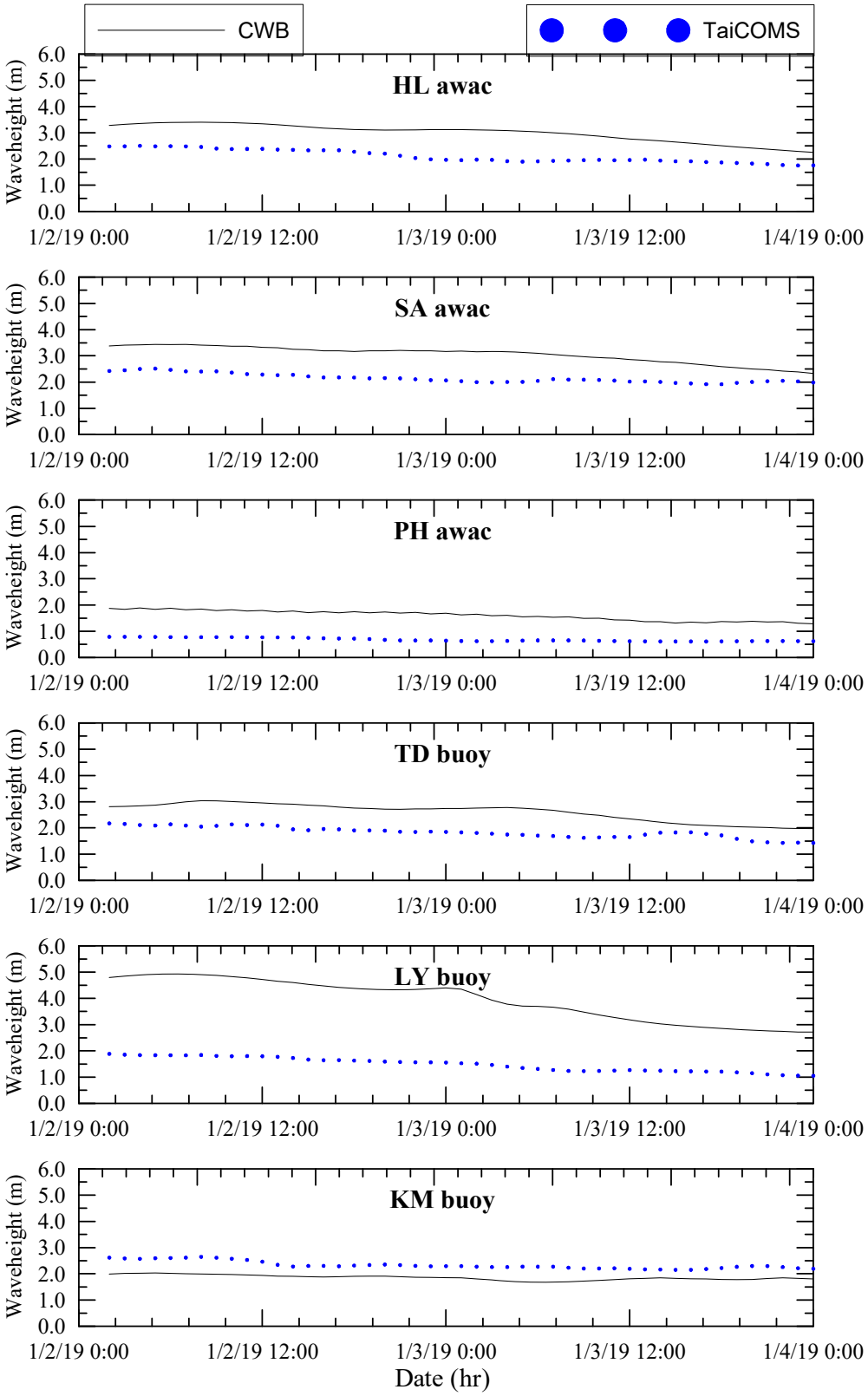


圖 3.4　(續)氣象局決定性波浪預報模式波高預報值與 TaiCOMS 波高預測值比較圖

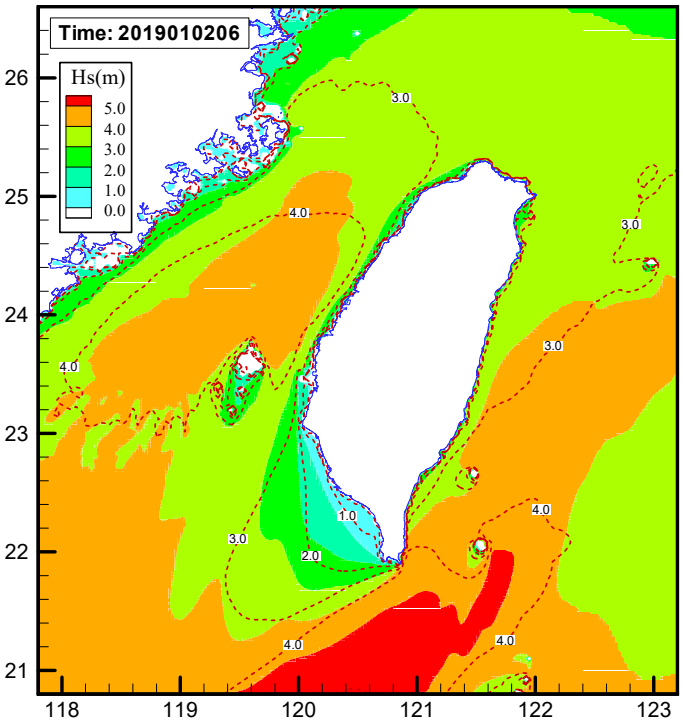


圖 3.5　氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與 TaiCOMS 風浪模擬結果(虛線)之比較圖

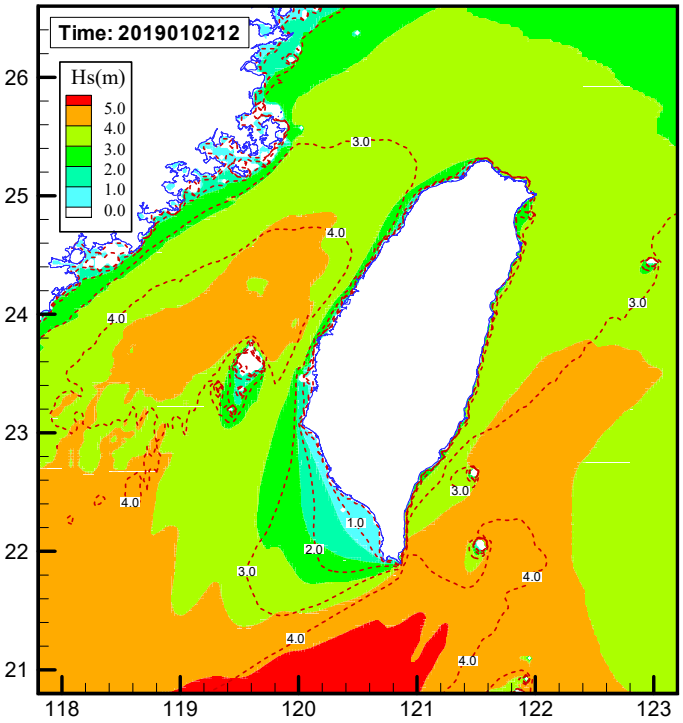


圖 3.5　(續 1)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與 TaiCOMS 風浪模擬結果(虛線)之比較圖

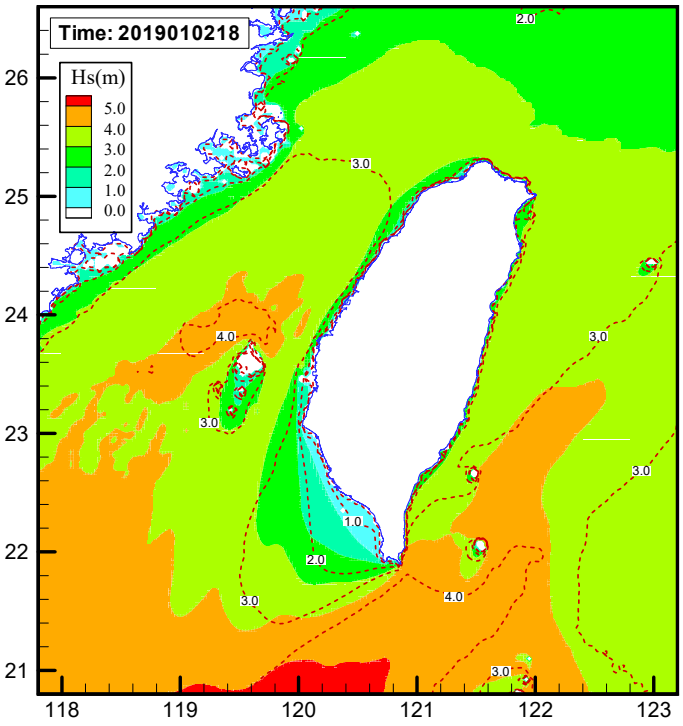


圖 3.5　(續 2)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與 TaiCOMS 風浪模擬結果(虛線)之比較圖

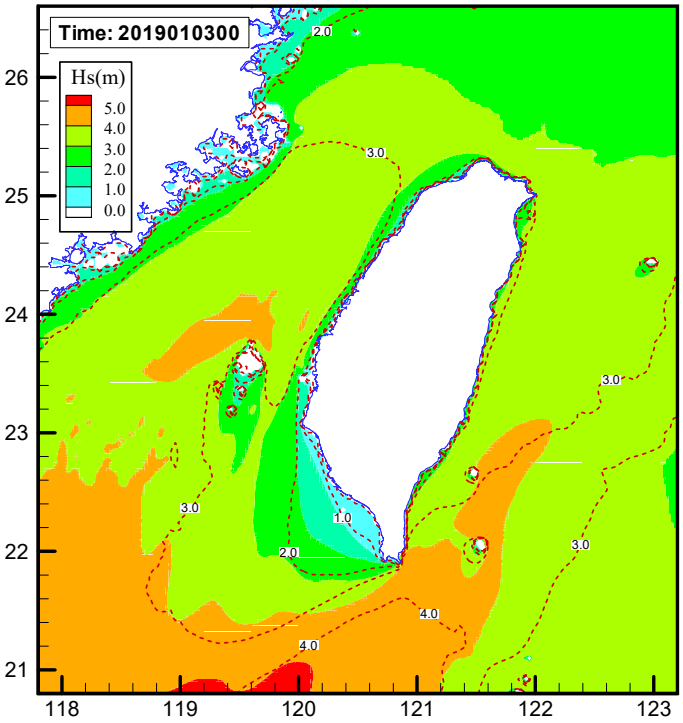


圖 3.5　(續 3)氣象局決定性波浪預報模式波高平面分布與 TaiCOMS 風浪模擬結果(虛線)之比較圖

3.2 臺灣周圍海域季風波浪模擬與校驗

本年度計畫選取冬季季風波浪模擬結果與觀測值、氣象局預報結果進行比較及誤差分析。臺灣周圍海域冬季東北季風盛行，因此本計畫選擇 2019 年 1、2 月 TaiCOMS 新的風浪模擬子系統進行每日 72 小時作業化追算與預報，此處臺灣周圍海域風浪模擬採用的是 2 層巢狀網格，即大尺度遠域網格及中尺度近域網格，如圖 2.8 及 2.9 所示，作業化模擬架構及流程如圖 3.6 所示。

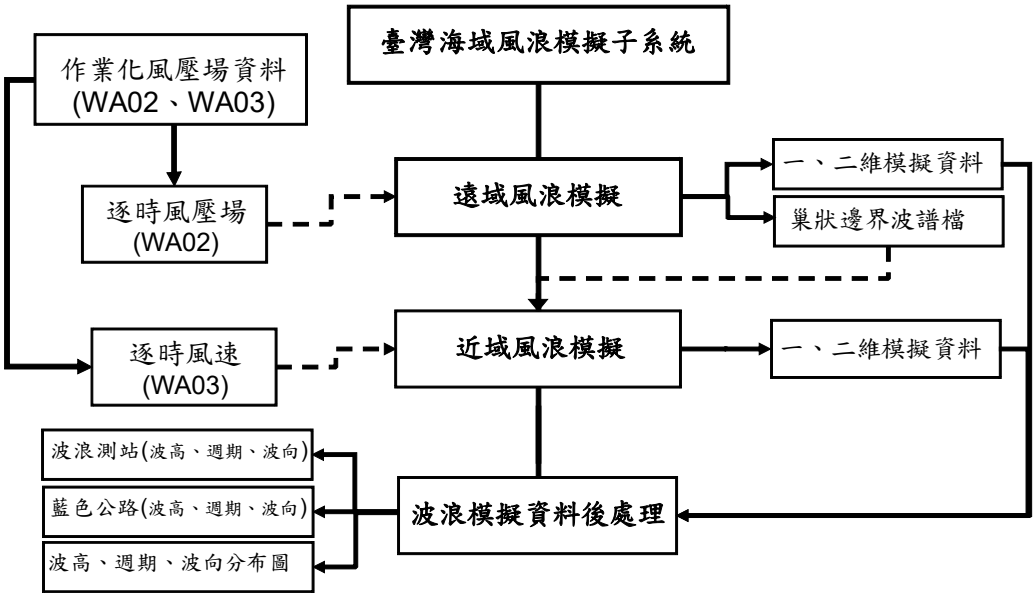


圖 3.6　臺灣周圍海域 2 層巢狀網格風浪作業化模擬架構及流程圖

針對 2019 年 1、2 月臺灣周圍海域冬季風浪每日作業化模擬結果，彙整各測站波高每日追算時段(0~23 時)模擬值組成本計畫各測站 1、2 月波高模擬值。另針對氣象局決定性波浪預報模式解析度 0.025º 網格每日 4 次預報各測站波高預報資料，本計畫擷取 06~11 時模擬值組成氣象局 1、2 月各測站波高預報值(註：由於港研中心系統自氣象局 FTP 下載每次預報資料無法百分百成功，因此氣象局 2019 年 1、2 月預報資料有短缺現象)。針對新竹浮標等測站，本計畫除了繪出本計畫模擬值、氣象局預報值及觀測值之逐時波高變化比較圖外，並針對本計畫模擬值、氣象局預報值以月為單位分別分析二者與觀測值間之均方根誤差(RMSE)及相關係數 R。有關均方根誤差及相關係數定義如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i)^2}{N}} \tag{3.1}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{N}(P_i - \bar{P})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(P_i - \bar{P})^2 \sum_{i=1}^{N}(O_i - \bar{O})^2}} \tag{3.2}$$

式中 P_i 代表模擬值，O_i 代表觀測值，$\bar{P}$ 及 $\bar{O}$ 分別代表平均值，N 為觀測值或模擬值數量(取對應數量較小者)。

圖 3.7 所示為新竹浮標測站本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值與波高觀測值之比較圖，顯示新竹海域冬季波高變化走勢與東北季風(或鋒面)強弱關係高度相關，且本計畫波高模擬值、CWB 預報值及測站觀測值三者變化趨勢相當一致。圖中 1、2 月份波高最大觀測值分別為 3.56m、3.12m，本計畫波高最大模擬值分別為 3.12m、2.85m，CWB 波高最大預報值分別為 2.62m、2.37m，顯示本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，1、2 月份均呈現出本計畫模擬結果較好；在均方根誤差分析方面，1 月份以本計畫模擬值誤差較小約為 0.313m，2 月份以 CWB 預報值誤差較小約為 0.285m。

圖 3.8 所示為七股浮標測站本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值與觀測值之比較圖，顯示台南海域冬季波高變化走勢同樣有受到東北季風鋒面強弱之影響。圖中本計畫波高模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢仍呈現相近似現象，明顯差異為 1 月份部份大波浪之差異較為顯著。七股浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 2.98m、2.53m，而本計畫波高最大模擬值分別為 2.41m、1.99m，CWB 波高最大預報值分別為 1.78m、1.49m，同樣呈現本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，1、2 月份均以本計畫模擬結果較好；在均方根誤差分析方面，1、2 月份均呈現本計畫模擬值誤差較小，分別約為 0.278m 及 0.251m。

圖 3.9 所示為彌陀浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，顯示彌陀海域冬季波高變化雖然仍受東北季風鋒

面影響，但相關性較不明顯。同樣本計畫波高模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢仍然相近似，且 1 月份部份大波浪時段差異較顯著。彌陀浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 1.71m、1.30m，本計畫波高最大模擬值分別為 1.80m、1.67m，CWB 波高最大預報值分別為 1.18m、1.18m，同樣呈現本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，1 月份以 CWB 預報結果較佳，*R* 約為 0.695；2 月份則以本計畫模擬結果較好，*R* 約為 0.789。在均方根誤差分析方面，1、2 月份均呈現本計畫模擬值誤差較小，分別約為 0.276m 及 0.190m。

圖 3.10 所示為小琉球浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，顯示本計畫波高模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢仍然相近似，惟與觀測值之變化存在有一些較明顯的差異。小琉球浮標測站 1、2 月份波高最大觀測值分別為 1.42m、1.82m，本計畫波高最大模擬值分別為 1.54m、1.64m，CWB 波高最大預報值分別為 1.26m、1.36m，同樣以本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，不論本計畫模擬結果或 CWB 預報結果，1、2 月份相關係數均偏低(R<0.5)，此可能與本計畫及氣象局 0.025 網格解析度均無法呈現出島嶼效應。均方根誤差分析結果仍以本計畫模擬值誤差較小，分別約為 0.258m 及 0.230m。

圖 3.11 所示為鵝鑾鼻浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，顯示本計畫波高模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢在部份時段有出現較明顯的差異。鵝鑾鼻浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 1.95m、1.63m，本計畫波高最大模擬值分別為 1.96m、1.55m，CWB 波高最大預報值分別為 1.93m、1.82m，以本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，均以 CWB 預報結果較佳，本計畫模擬值之相關係數仍然偏低。1、2 月份均方根誤差分析結果顯示，以本計畫模擬結果誤差較小。

圖 3.12 所示為台東浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，顯示本計畫波高模擬值明顯低於 CWB 預報值及觀測值，且本計畫模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢在部份時段呈現明

顯的不一致。台東浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 3.23m、2.45m，本計畫波高最大模擬值分別為 2.44m、1.84m，CWB 波高最大預報值分別為 3.05m、2.16m，顯示 CWB 波浪預報值較接近觀測值。相關係數 R 分析結果顯示，1、2 月份均以 CWB 預報結果較接近觀測結果，分別約為 0.847 及 0.721；均方根誤差分析結果同樣呈現以 CWB 預報結果誤差較小，分別約為 0.325m 及 0.242m。

圖 3.13 所示為花蓮浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，同樣顯示本計畫波高模擬值略低於 CWB 預報值及觀測值，少部份時段出現本計畫模擬值與 CWB 預報值之變化趨勢有不一致現象。花蓮浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 2.88m、2.47m，本計畫波高最大模擬值分別為 2.10m、2.09m，CWB 波高最大預報值分別為 3.19m、2.40m，雖然以 CWB 預報值較接近觀測值，但 2 月份 CWB 最大預報值發生時段與觀測值有顯著落差。相關係數 *R* 分析結果顯示，仍以本計畫模擬結果相關性較高，分別約為 0.901 及 0.771。均方根誤差分析結果同樣以本計畫模擬值誤差較小，分別約為 0.391m 及 0.345m。

圖 3.14 所示為蘇澳浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，同樣顯示本計畫波高模擬值仍有偏小的現象，但 2 月份氣象局波高預報值有明顯大於觀測值現象。蘇澳浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 3.35m、2.06m，本計畫波高最大模擬值分別為 2.34m、2.41m，CWB 波高最大預報值分別為 3.18m、2.45m。相關係數 *R* 分析結果顯示，1 月份以 CWB 波高預報值較佳，2 月份則以本計畫波高模擬值較佳。均方根誤差分析結果同樣 1 月份以 CWB 預報值誤差較小，約為 0.352m，2 月份以本計畫模擬值誤差較小，約為 0.396m。

圖 3.15 所示為澎湖浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，顯示澎湖海域冬季波高變化明顯受東北季風強弱影響。本計畫模擬值、CWB 預報值與觀測值之變化趨勢相當一致，因此相關係數 *R* 分析結果均高於 0.9；惟大波高表現上，本計畫模擬值明顯高於 CWB 波浪系集預報及觀測值，1 月份模擬值尤其顯著。澎湖

浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 3.09m、2.60m，本計畫波高最大模擬值分別為 4.47m、3.67m，CWB 波高最大預報值分別為 3.13m、2.57m，以 CWB 預報結果較接近觀測值。均方根誤差分析結果顯示，1、2 月份均以 CWB 預報結果誤差較小，分別約為 0.298m 及 0.319m。

圖 3.16 所示為金門浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，同樣顯示金門海域冬季波高變化受到東北季風強弱之影響，三者變化趨勢相當一致，惟本計畫波高模擬值明顯略高於 CWB 預報值。金門浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 3.11m、2.80m，本計畫波高最大模擬值分別為 3.01m、2.55m，CWB 波高最大預報值分別為 2.32m、1.97m，顯示本計畫模擬結果較接近觀測值。相關係數 *R* 分析結果顯示，1、2 月份均以 CWB 波高預報值較佳，分別約為 0.920 及 0.867。均方根誤差分析結果同樣以 CWB 預報值誤差較小，分別約為 0.240m 及 0.248m。

圖 3.17 所示為蘭嶼浮標測站觀測值與本計畫波高模擬值、氣象局波高預報值之比較圖，除了顯示 CWB 波高預報值明顯高於本計畫波高模擬值，高於觀測值外，二者波高變化趨勢高度相似，同樣受到東北季風強弱之影響。蘭嶼浮標 1、2 月份波高最大觀測值分別為 2.87m、2.40m，本計畫波高最大模擬值分別為 4.01m、2.93m，CWB 波高最大預報值分別為 4.94m、3.63m，觀測值明顯較小。相關係數 *R* 分析結果顯示，1、2 月份均以 CWB 波高預報值較佳，分別約為 0.867 及 0.639；本計畫 2 月份模擬值與觀測值之相關性偏低，約為 0.473。均方根誤差分析結果以本計畫波高模擬值誤差較小，分別約為 0.614m 及 0.473m。

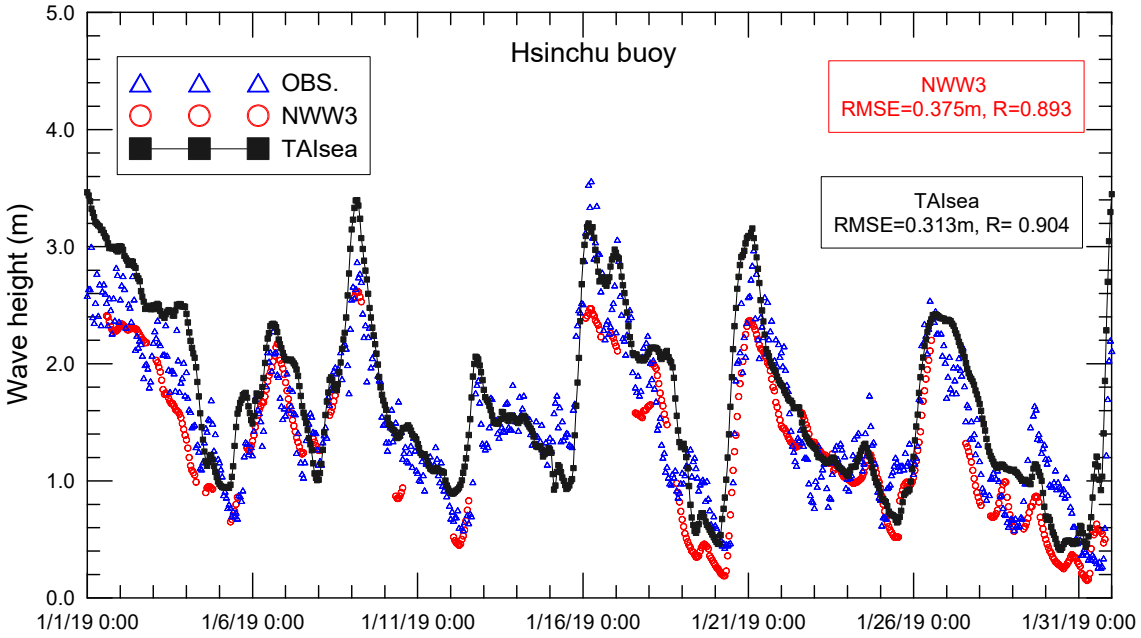


圖 3.7　新竹浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

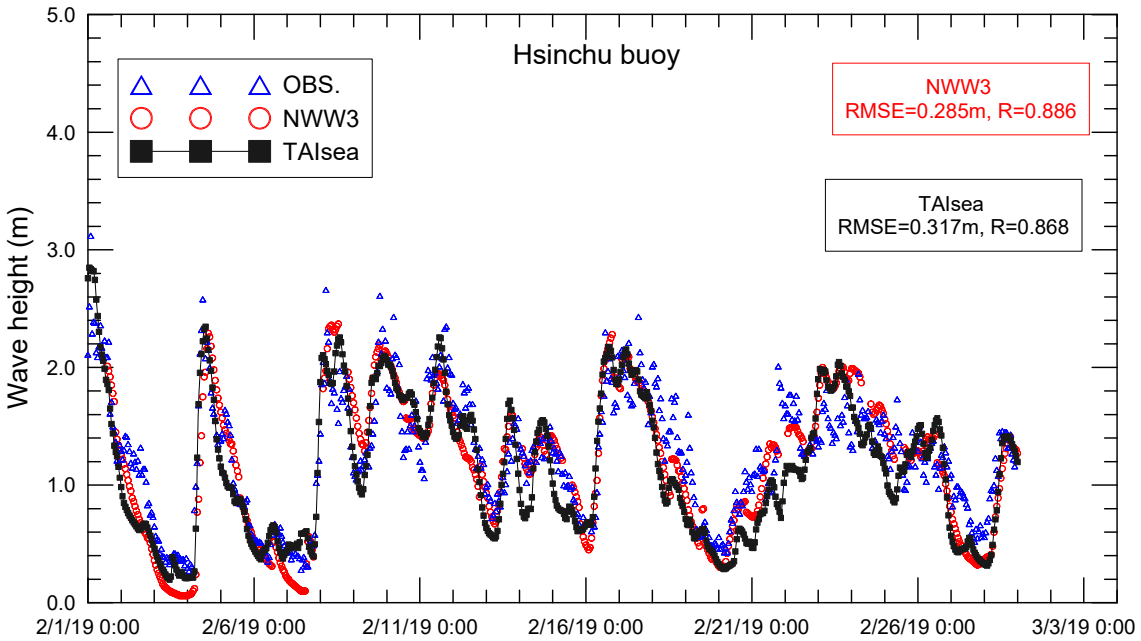


圖 3.7　(續)新竹浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

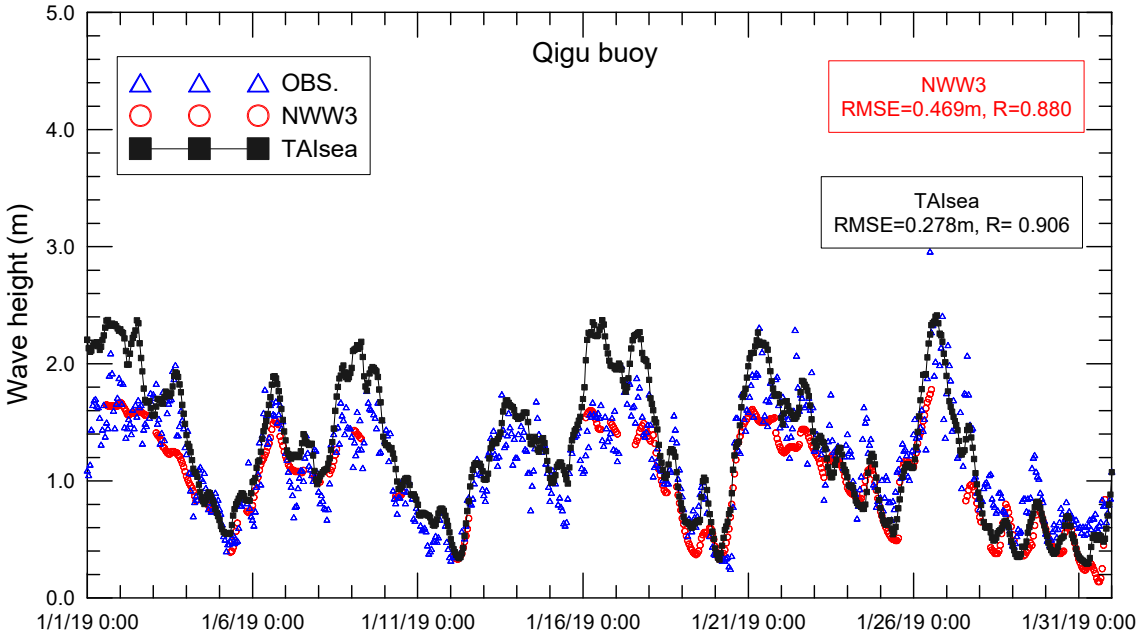


圖 3.8　七股浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

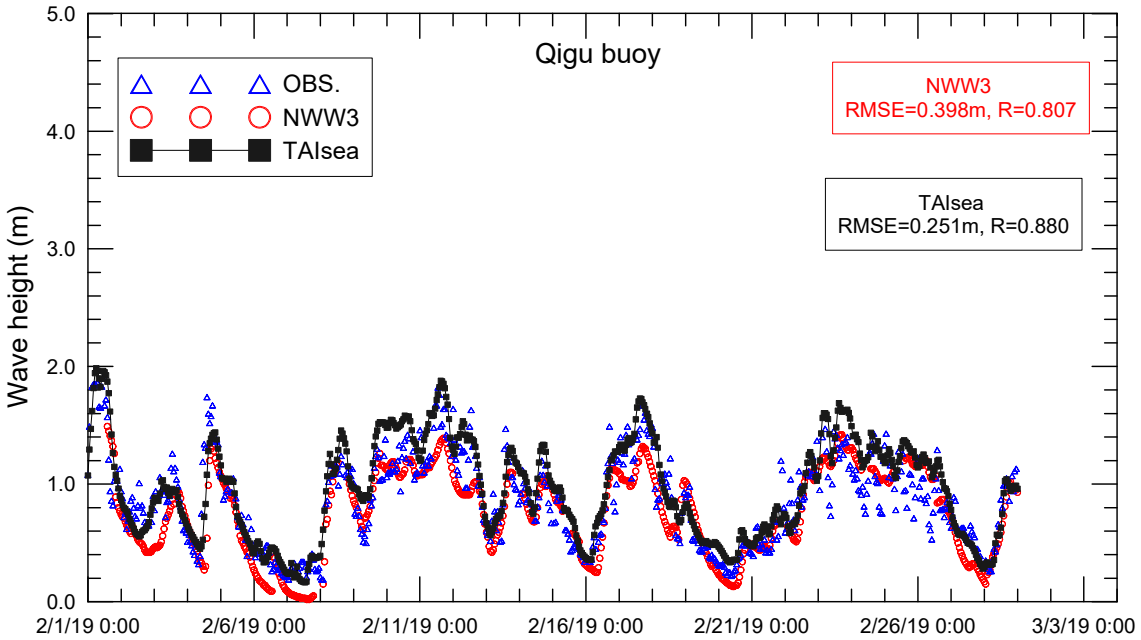


圖 3.8　(續)七股浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

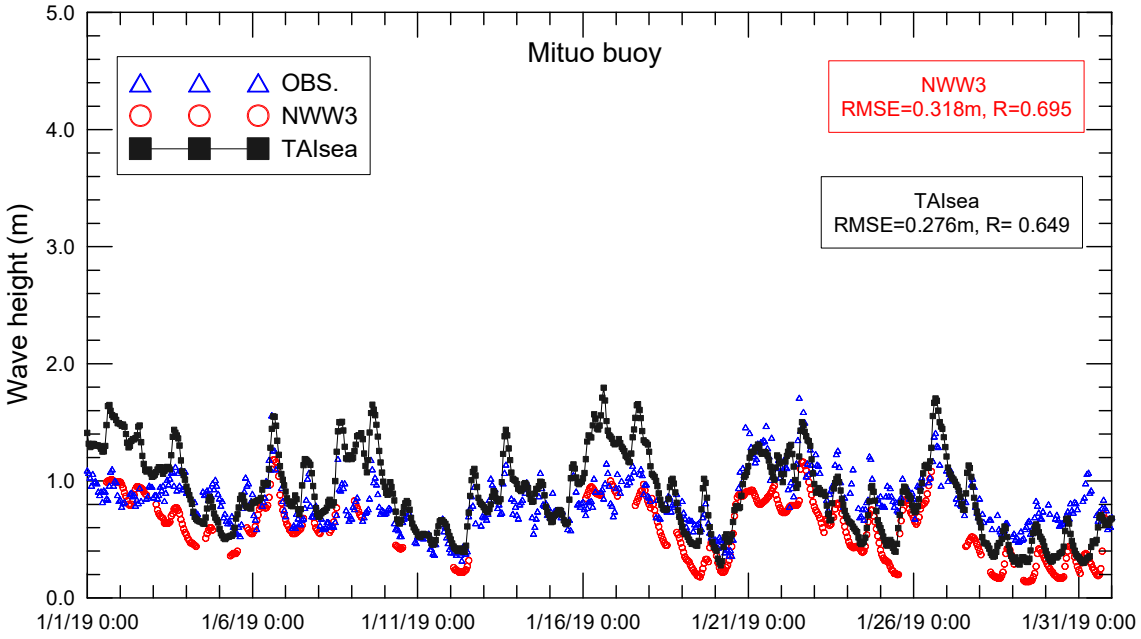


圖 3.9　彌陀浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

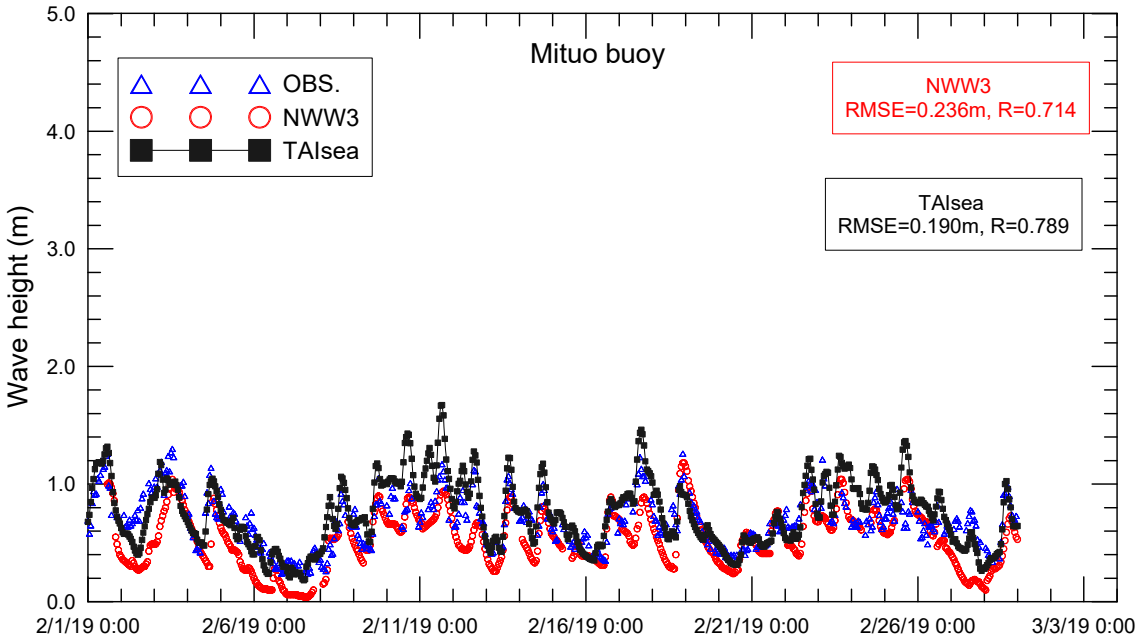


圖 3.9　(續)彌陀浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

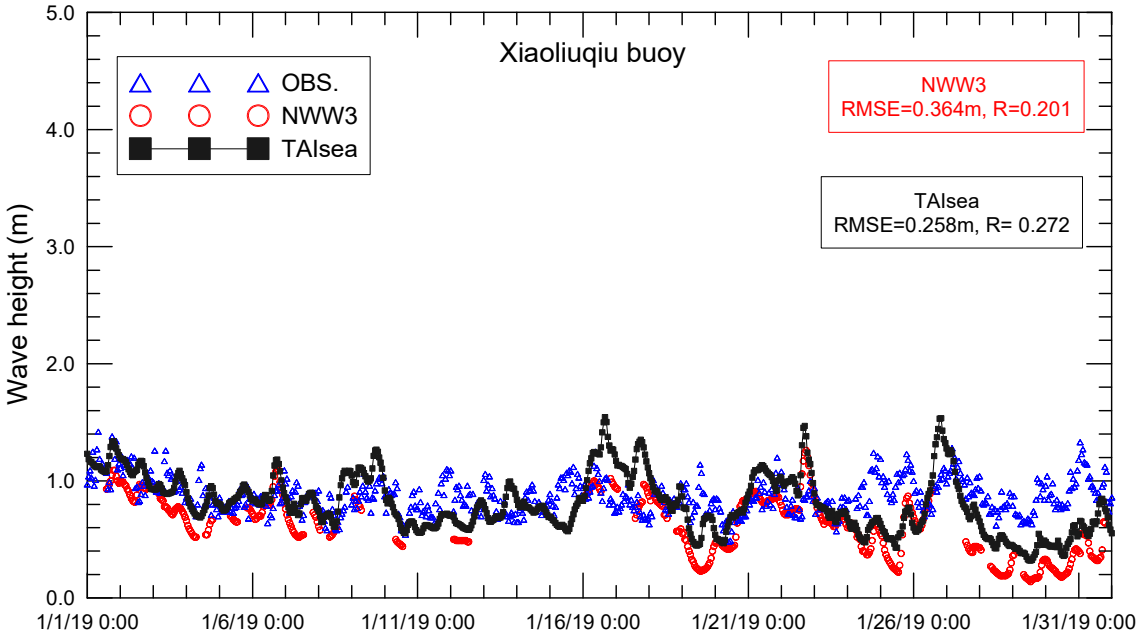


圖 3.10　小琉球浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

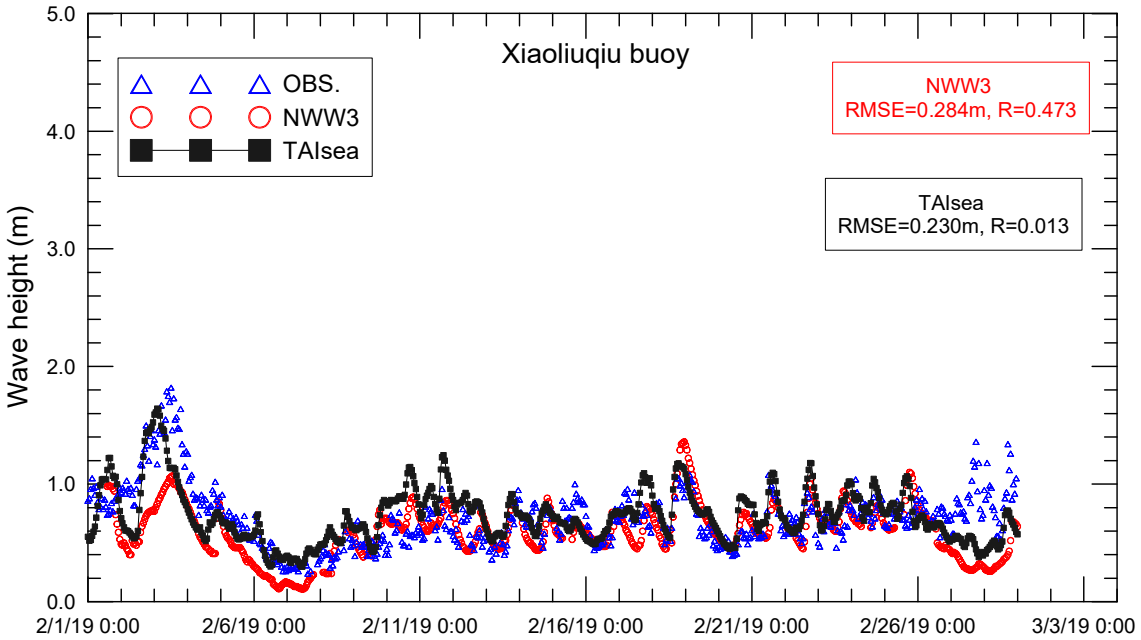


圖 3.10　(續)小琉球浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

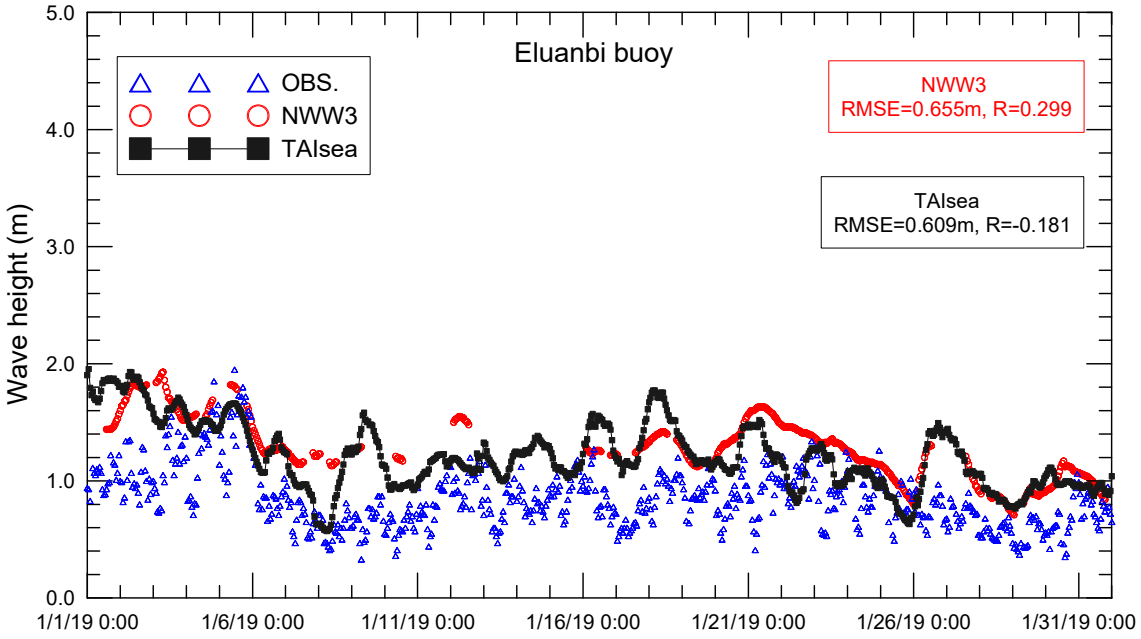


圖 3.11　鵝鑾鼻浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

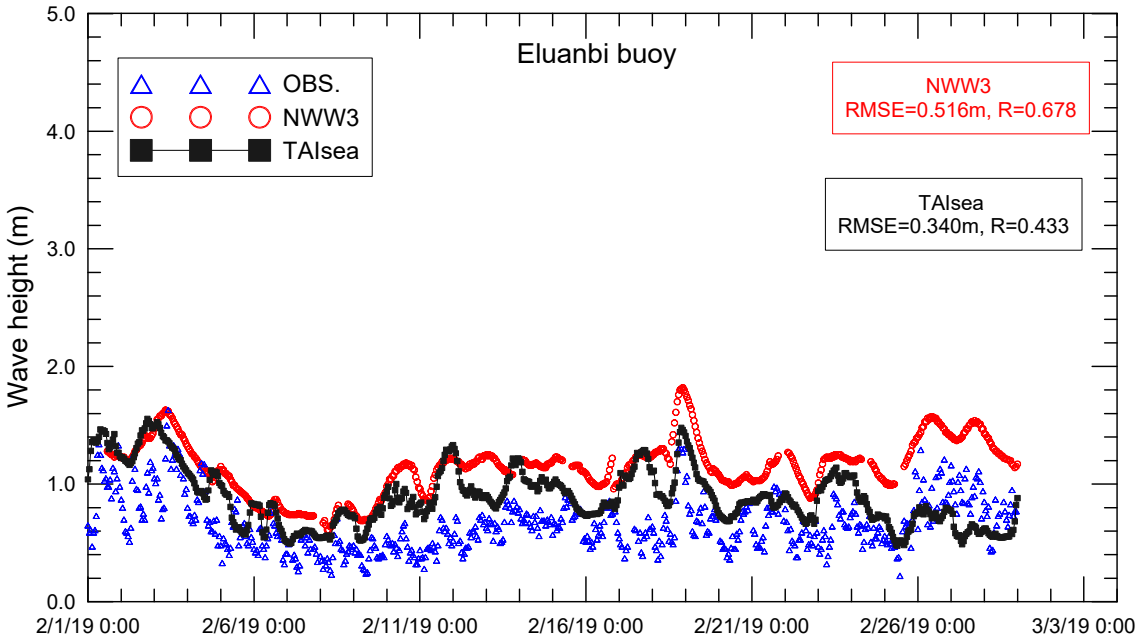


圖 3.11　(續)鵝鑾鼻浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

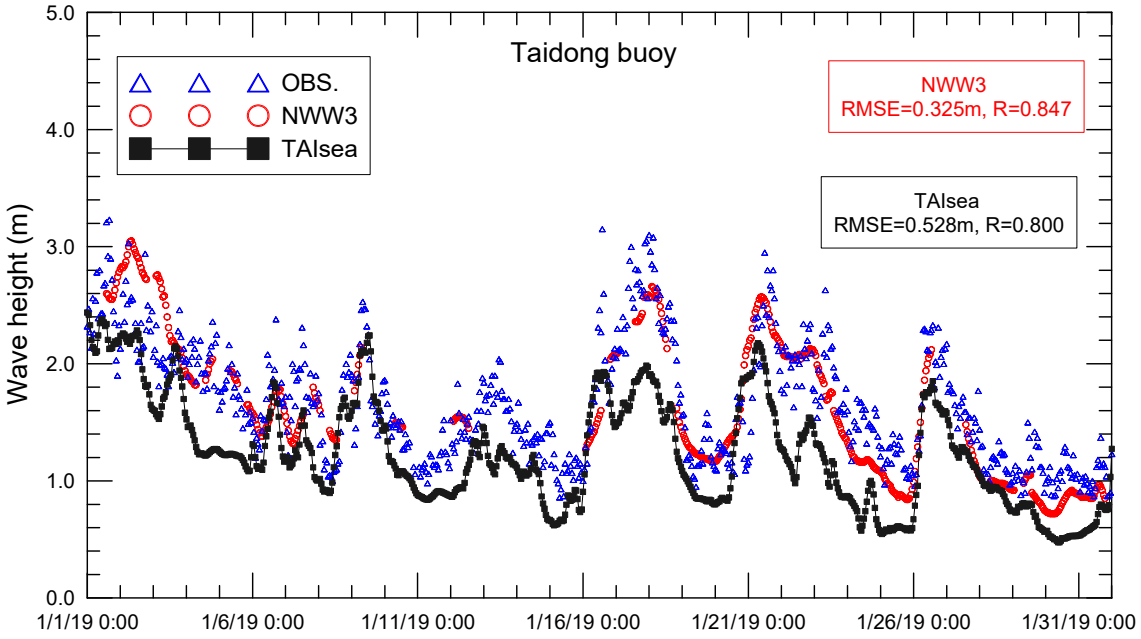


圖 3.12　台東浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

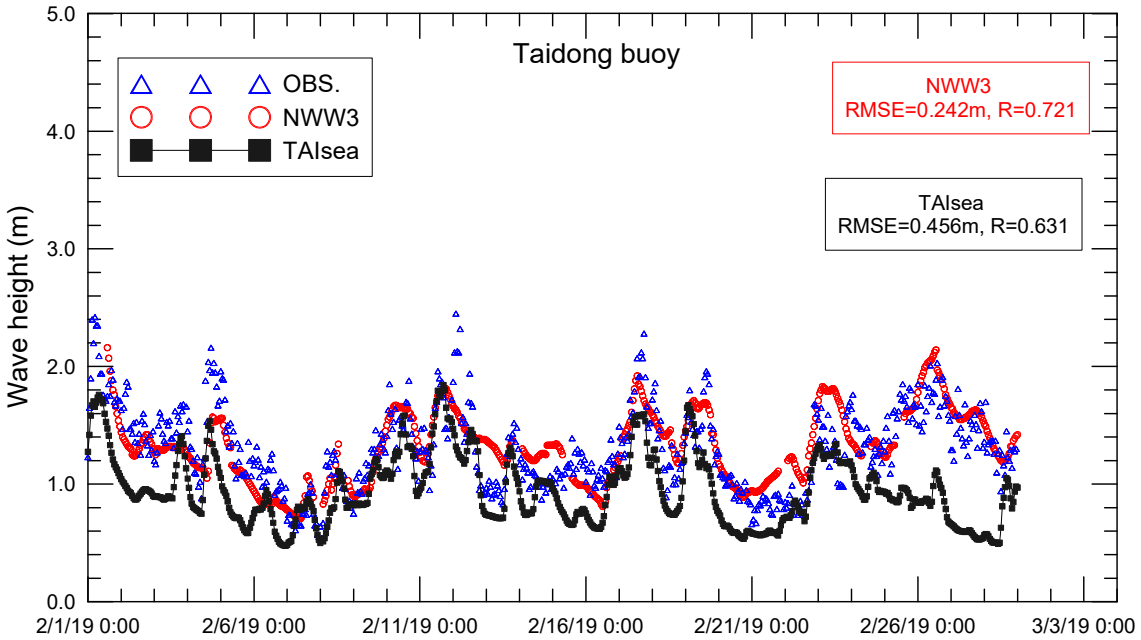


圖 3.12　(續)台東浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

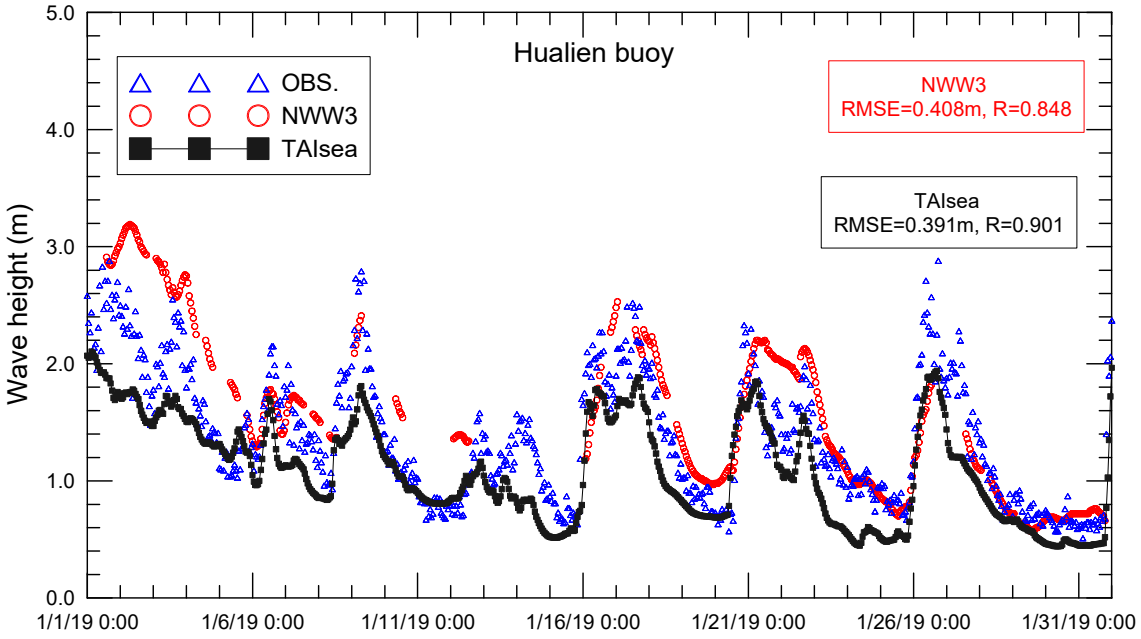


圖 3.13　花蓮浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

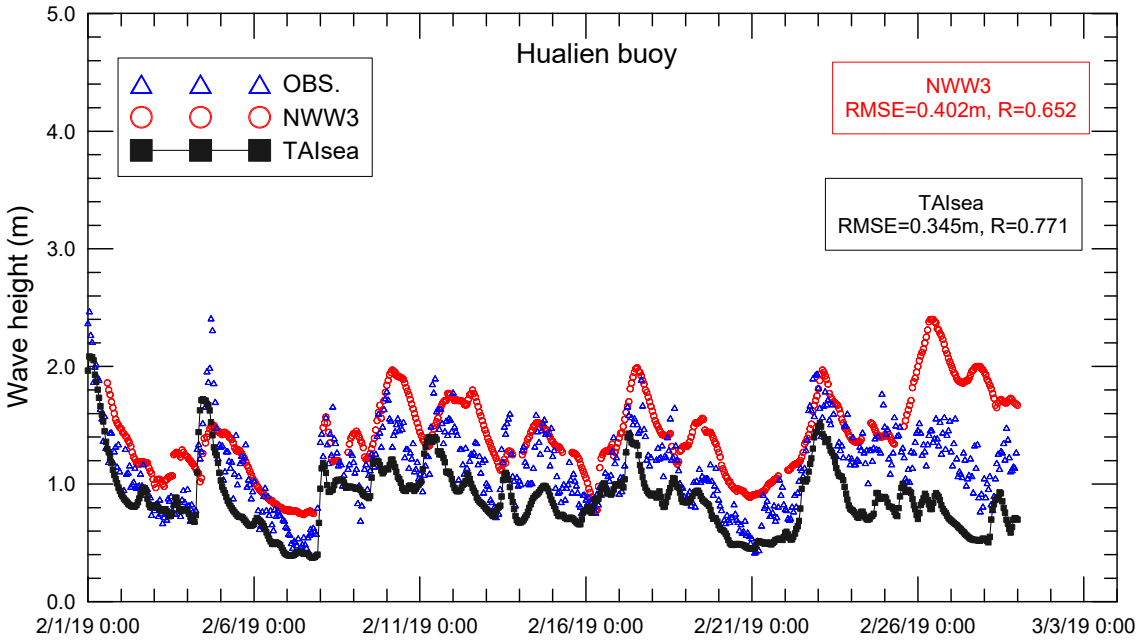


圖 3.13　(續)花蓮浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

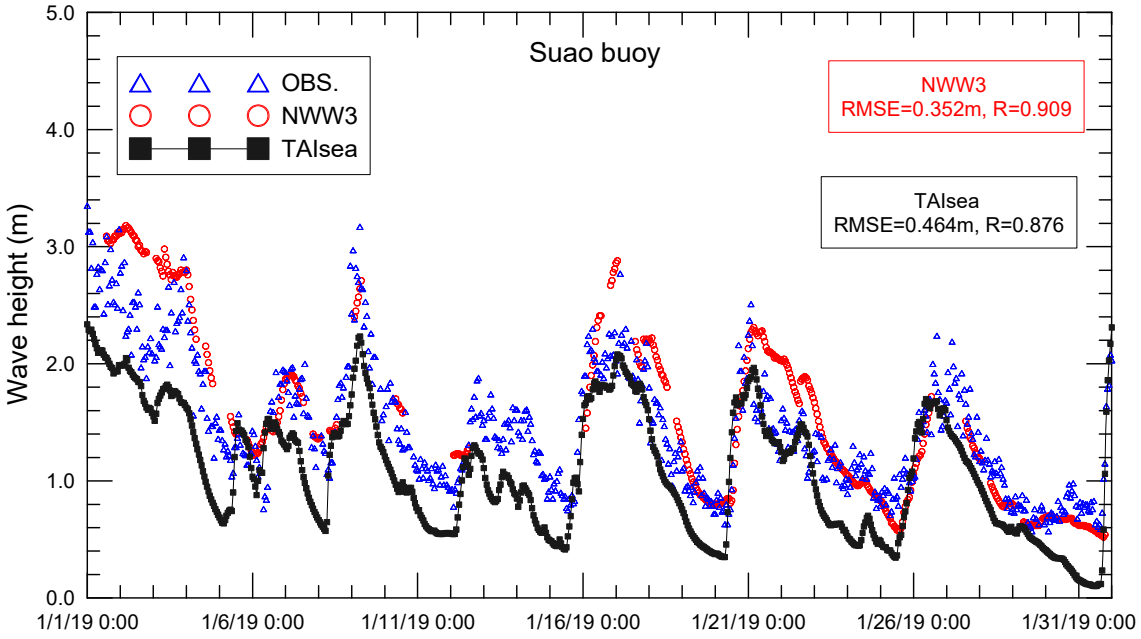


圖 3.14　蘇澳浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

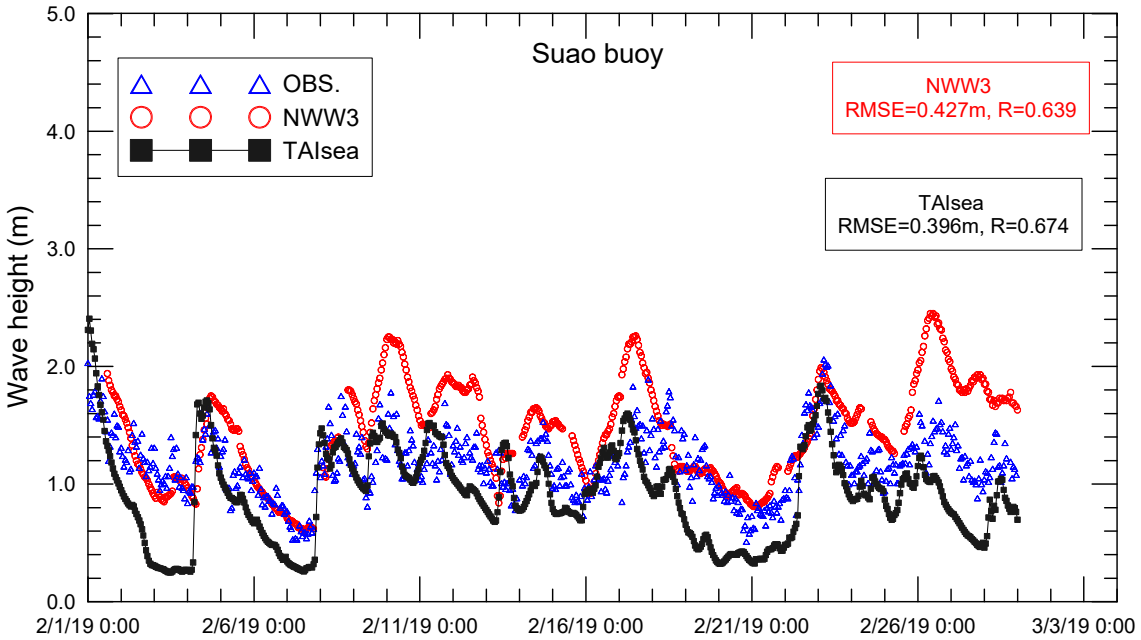


圖 3.14　(續)蘇澳浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

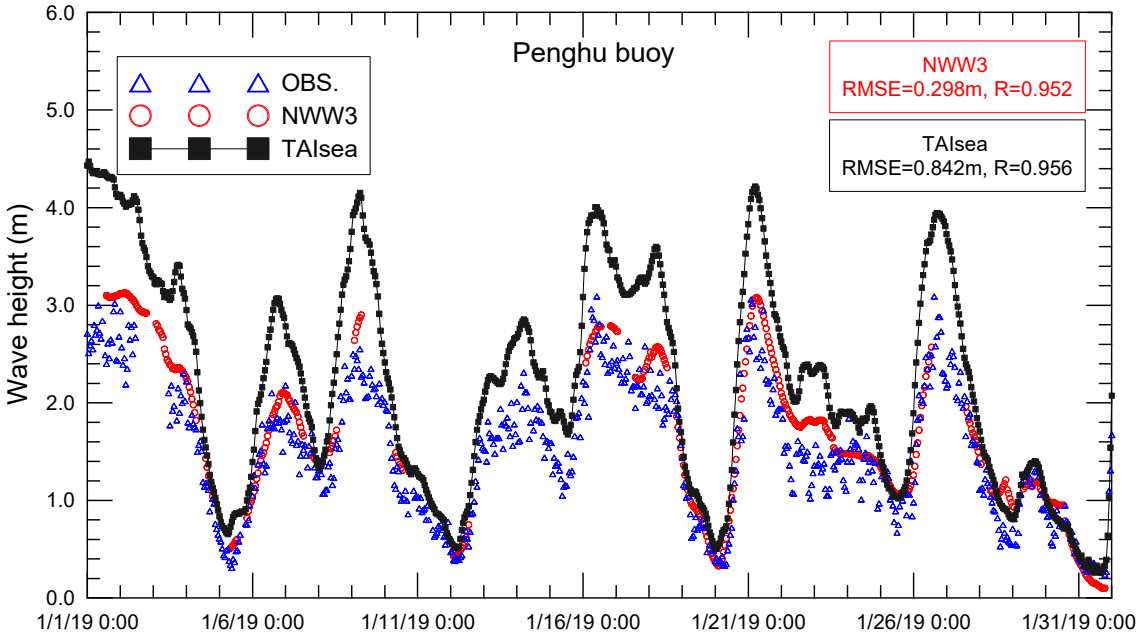


圖 3.15　澎湖浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

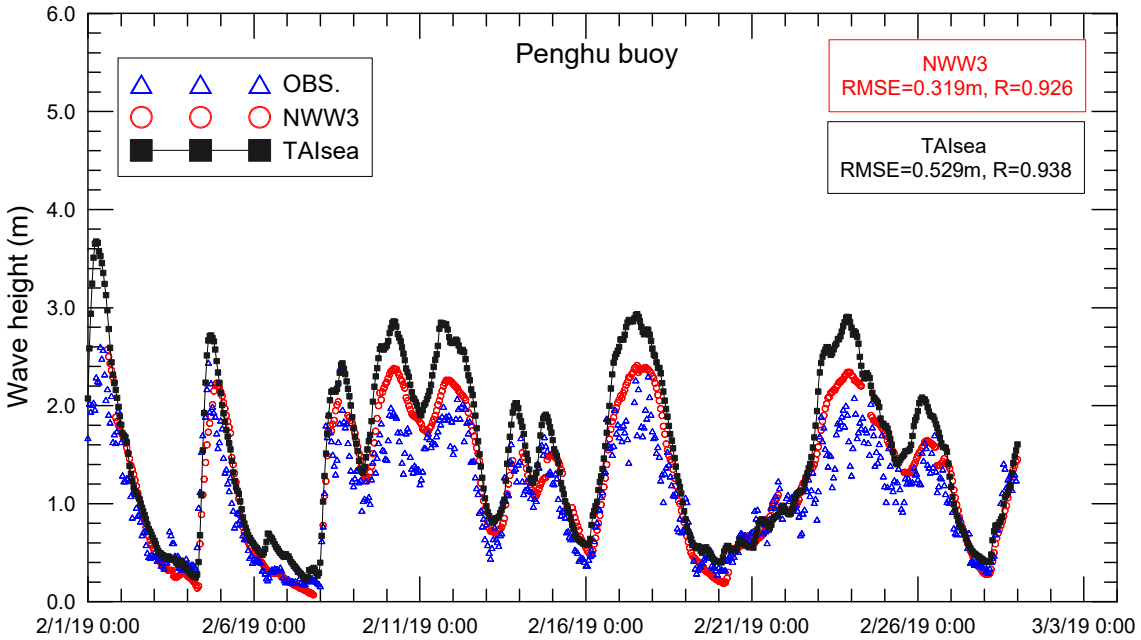


圖 3.15　(續)澎湖浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

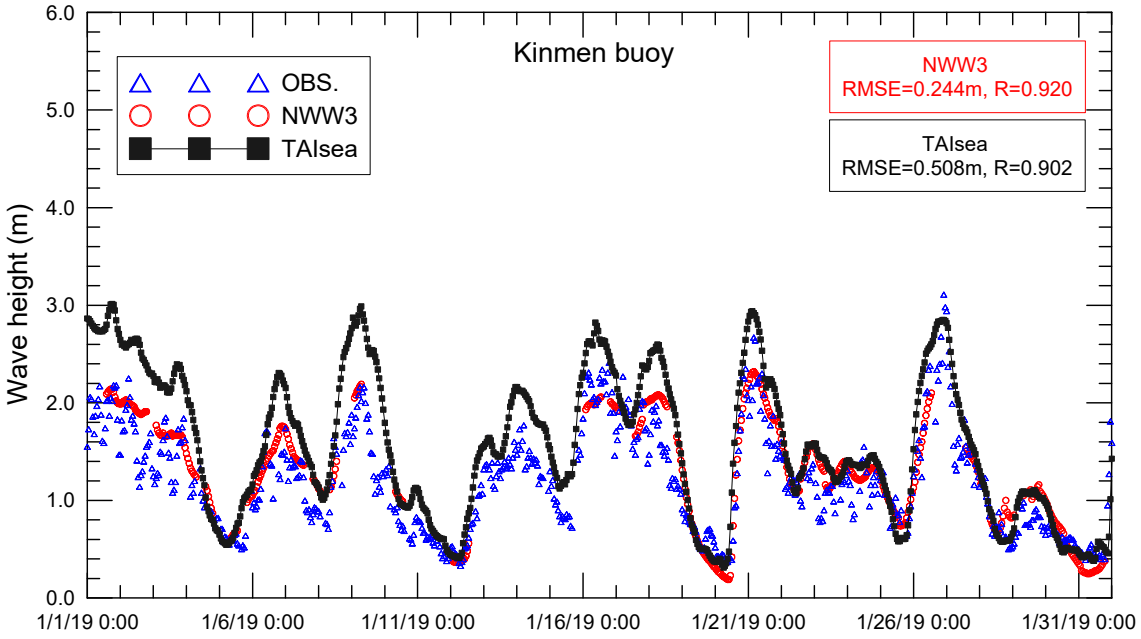


圖 3.16　金門浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

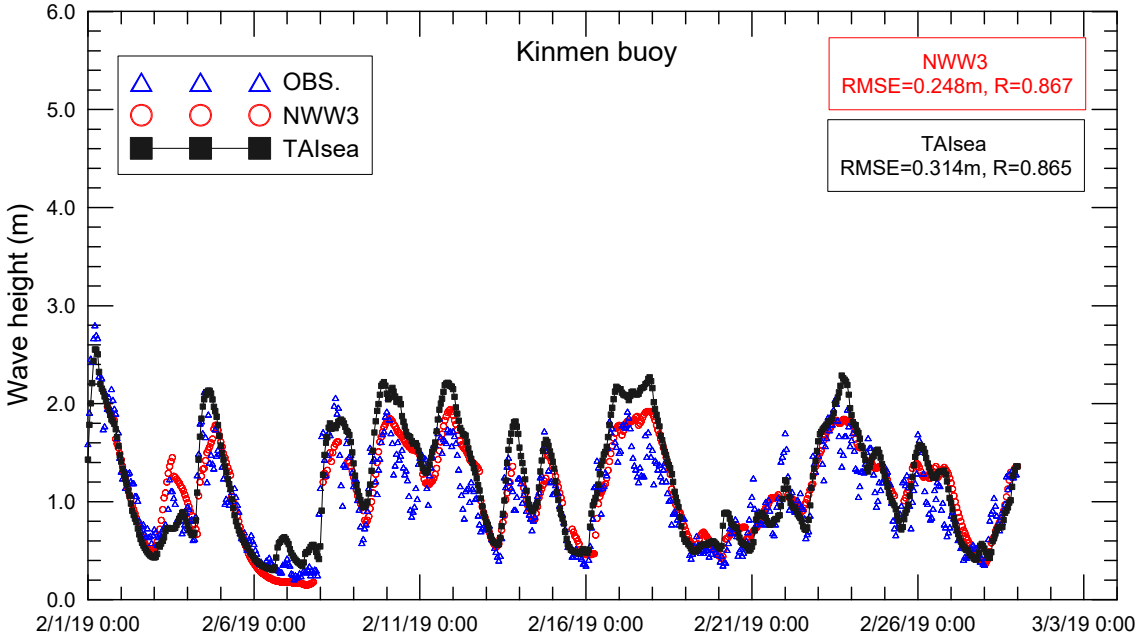


圖 3.16　(續)金門浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

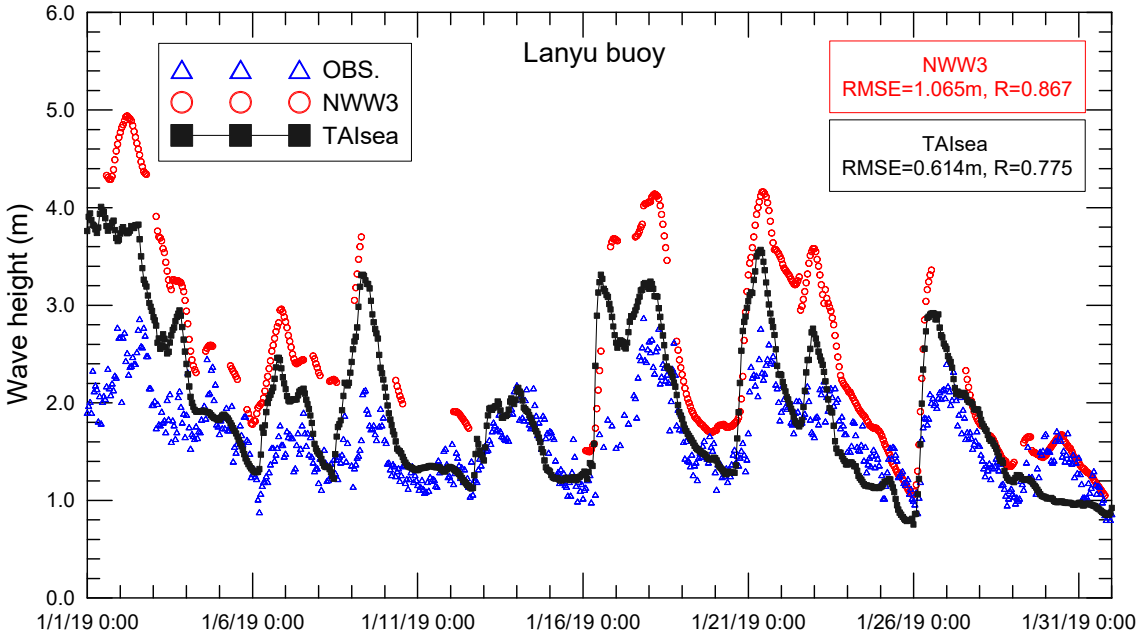


圖 3.17　蘭嶼浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

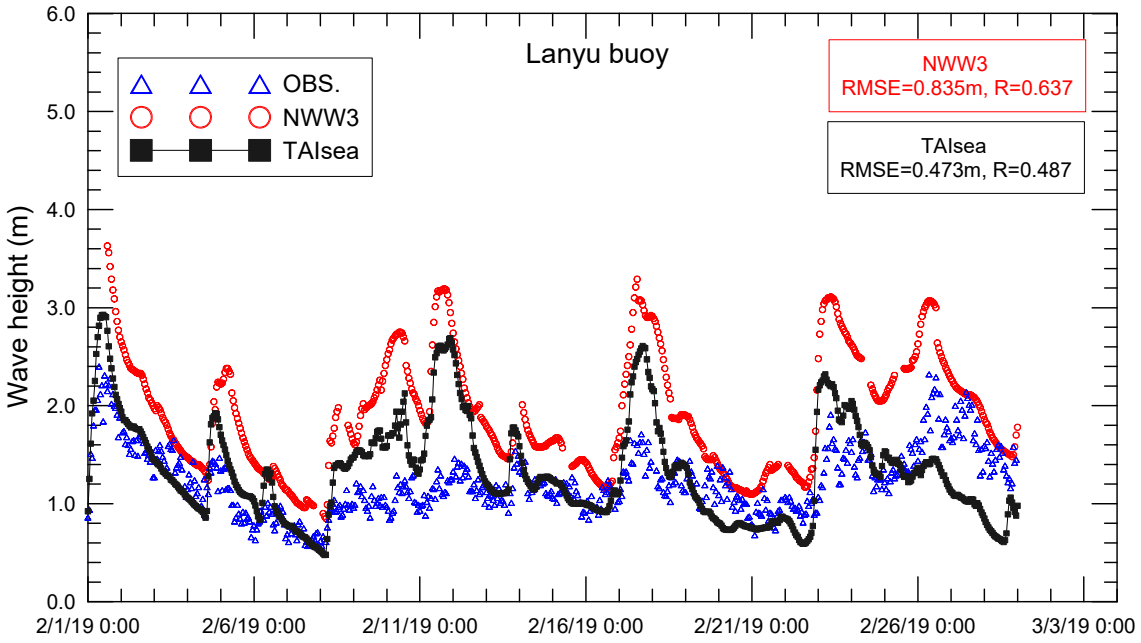


圖 3.17　(續)蘭嶼浮標測站本計畫模擬波高、氣象局預報波高與觀測資料之比較圖

3.3 臺灣周圍海域颱風波浪模擬與校驗

本年度氣象局發布侵臺颱風警報計有輕度颱風丹娜絲(DANAS)、強烈颱風利奇馬(LEKIMA)、輕度颱風白鹿(BAILU)及中度颱風米塔(MITAG)等，颱風路徑如圖 3.18 至圖 3.21 所示，其中強烈颱風利奇馬警報時間為 08/07 17:30~08/10 08:30，颱風中心雖然未登陸，但暴風圈掠過臺灣北部及東北部陸地；輕度颱風白鹿警報時間為 08/23 05:30~08/25 11:30，颱風中心於屏東滿州附近登陸，從高雄楠梓附近出海。

本計畫依據修訂的每日 4 次作業化模擬流程(參考 2-2 節)，採用 2 層巢狀網格(大、中尺度)風浪模擬系統及新的風場組合(0~54 小時)，執行本年度颱風波浪模擬，並選取強烈颱風利奇馬侵臺期間 8 月 8 日 0 時至 8 月 9 日 0 時五次作業化模擬結果與觀測資料比對。本年度計畫選取港研中心 AWAC 測站包括蘇澳港、臺北港、臺中港、高雄港、澎湖及馬祖等六測站，測站相關位置參考圖 3.2 所示。(註：其餘 AWAC 測站缺少觀測資料被排除)

利奇馬強烈颱風侵臺期間五次作業化模擬結果波高與觀測值之比對、均方根誤差、相關係數，如圖 3.22 所示；顯示除了港研中心蘇澳港 AWAC 測站波高變化趨勢與歷次作業化模擬結果較不一致外，其餘測站波高變化趨勢與作業化模擬結果均相近似。由於蘇澳港 AWAC 測站波高變化似乎不受利奇馬颱風影響，因此本計畫推測觀測資料可能有誤。

利奇馬強烈颱風侵臺期間五次作業化模擬結果平均週期與觀測值之比對結果如圖 3.23 所示，譜峰週期與觀測值之比對結果如圖 3.24 所示。同樣蘇澳港 AWAC 測站平均週期及譜峰週期之變化趨勢有異常現象，有待進一步確認。整體而言，平均週期比對結果以臺北港、臺中港及高雄港較佳，譜峰週期比對結果以臺北港、臺中港較佳。

利奇馬強烈颱風侵臺期間五次作業化模擬結果平均波向與觀測值之比對結果，如圖 3.25 所示，同樣顯示蘇澳港 AWAC 測站波向變化於

8 月 9 日 12 時以後出現規則振盪變化異常現象。除蘇澳港及馬祖港外，其餘各測站平均波向變化趨勢大致上與模擬值相近似。

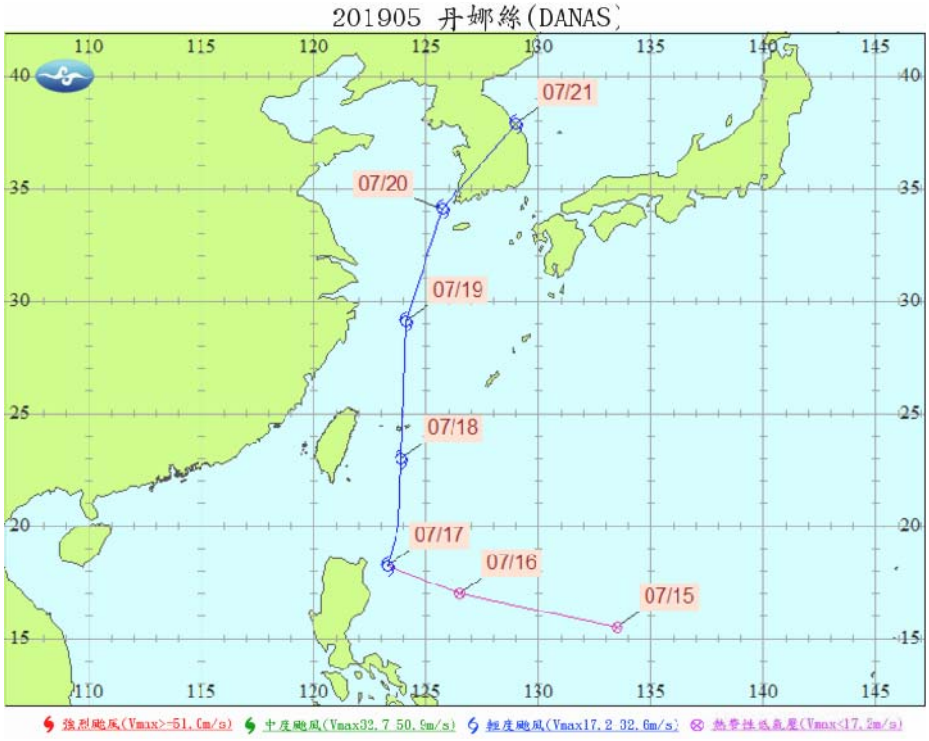


圖 3.18　2019 年輕度颱風丹娜絲(DANAS)侵臺路徑圖

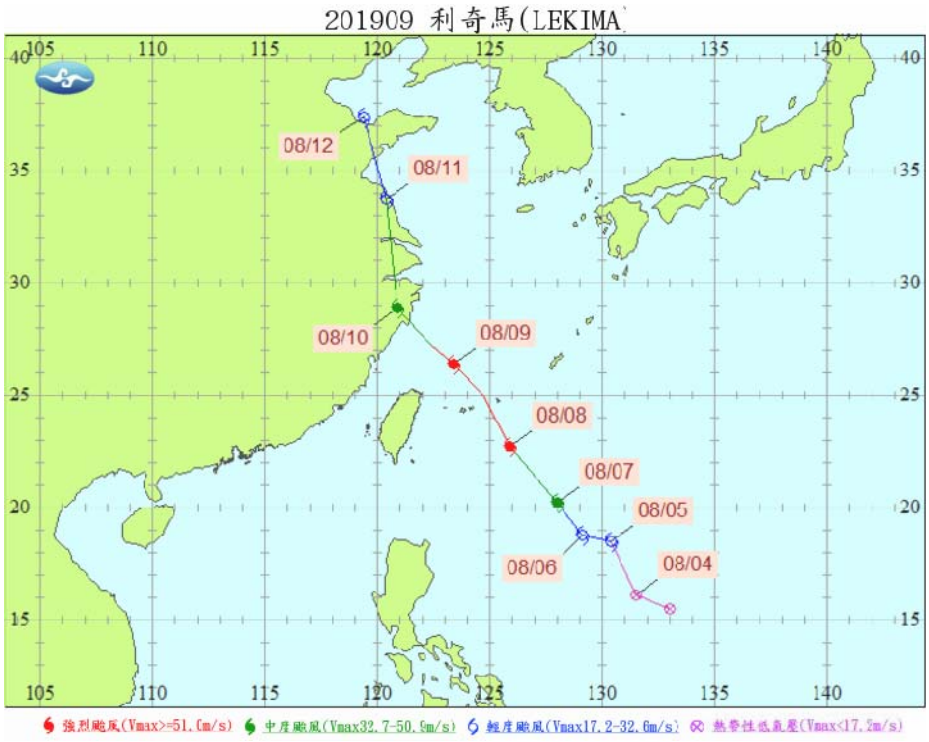


圖 3.19　2019 年強烈颱風利奇馬(LEKIMA)侵臺路徑圖

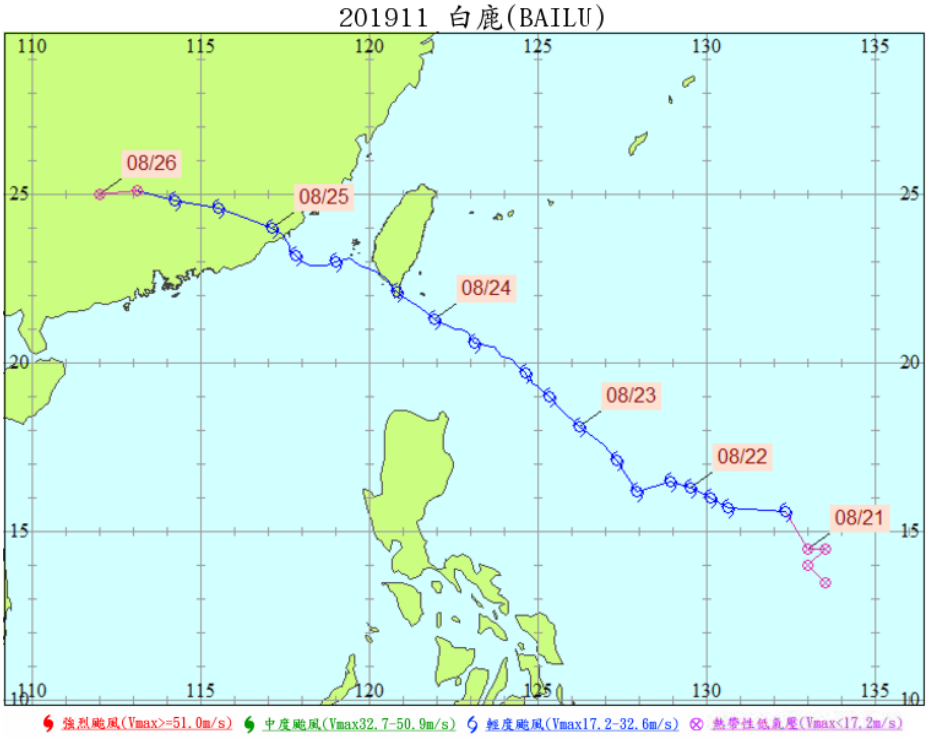


圖 3.20　2019 年輕度颱風白鹿(BAILU)侵臺路徑圖

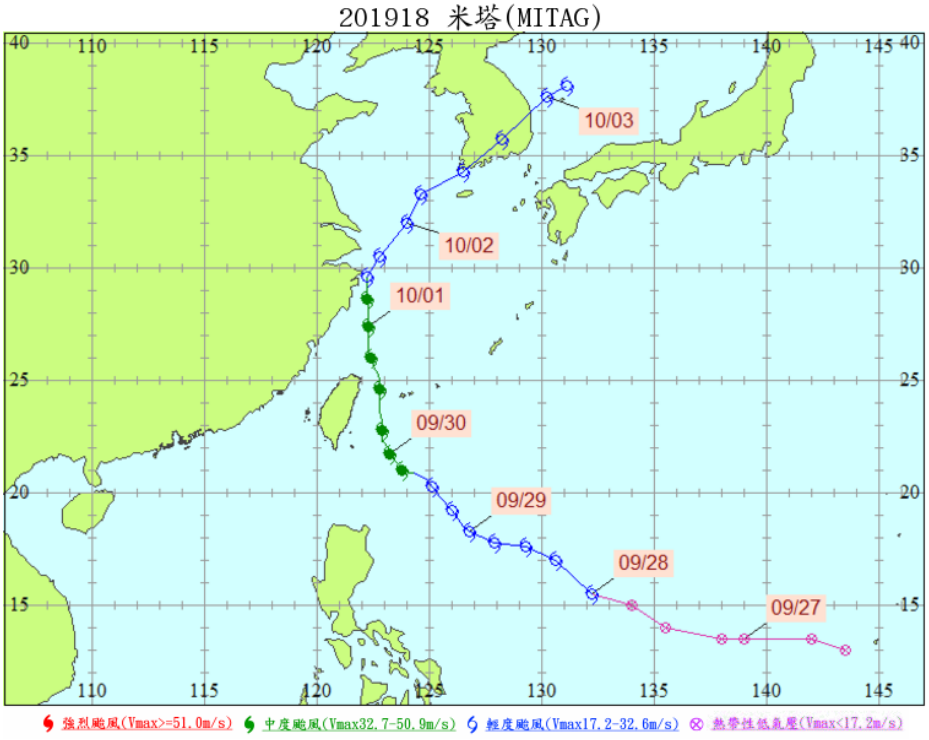


圖 3.21　2019 年中度颱風米塔(MITAG)侵臺路徑圖

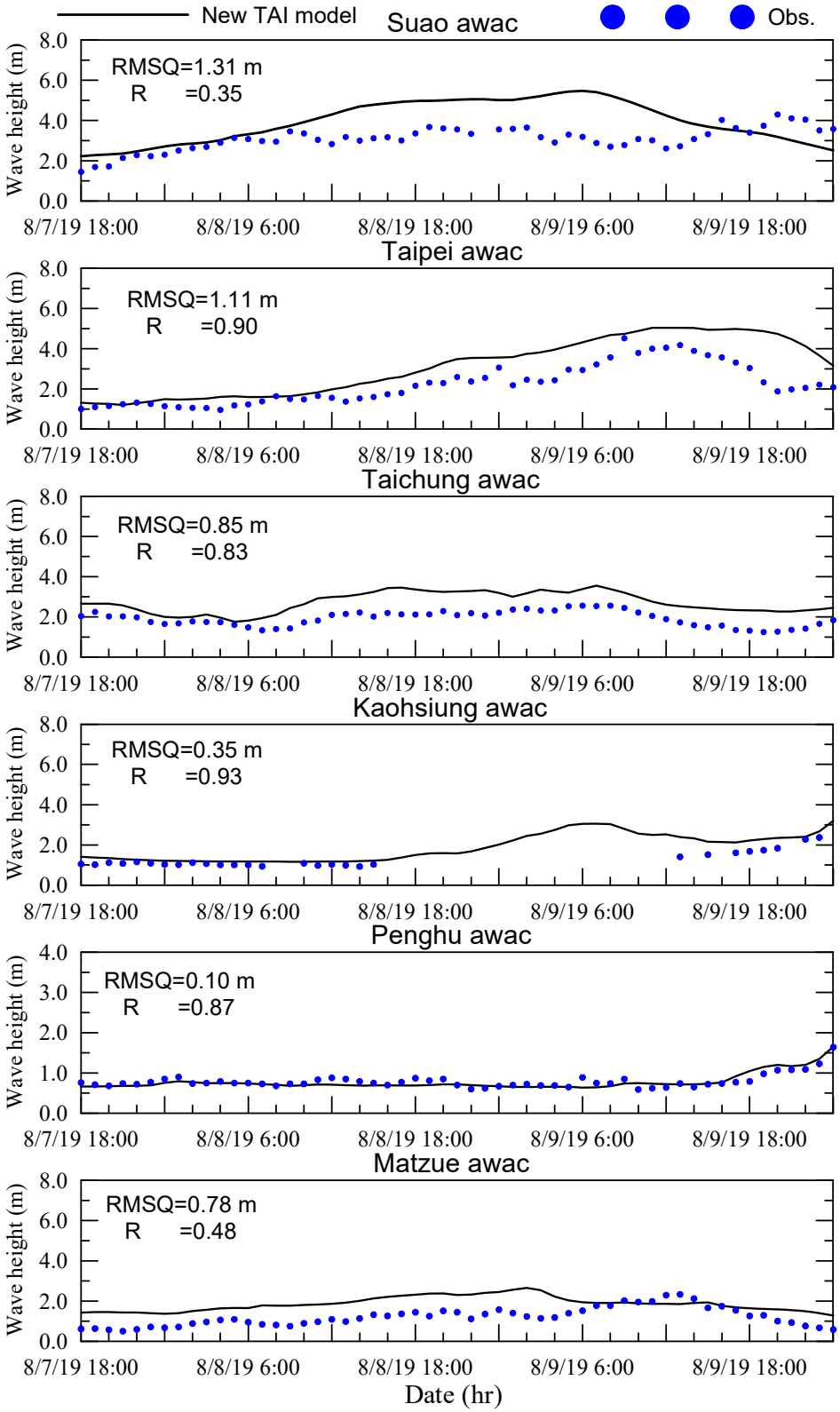


圖 3.22　2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 0 時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖

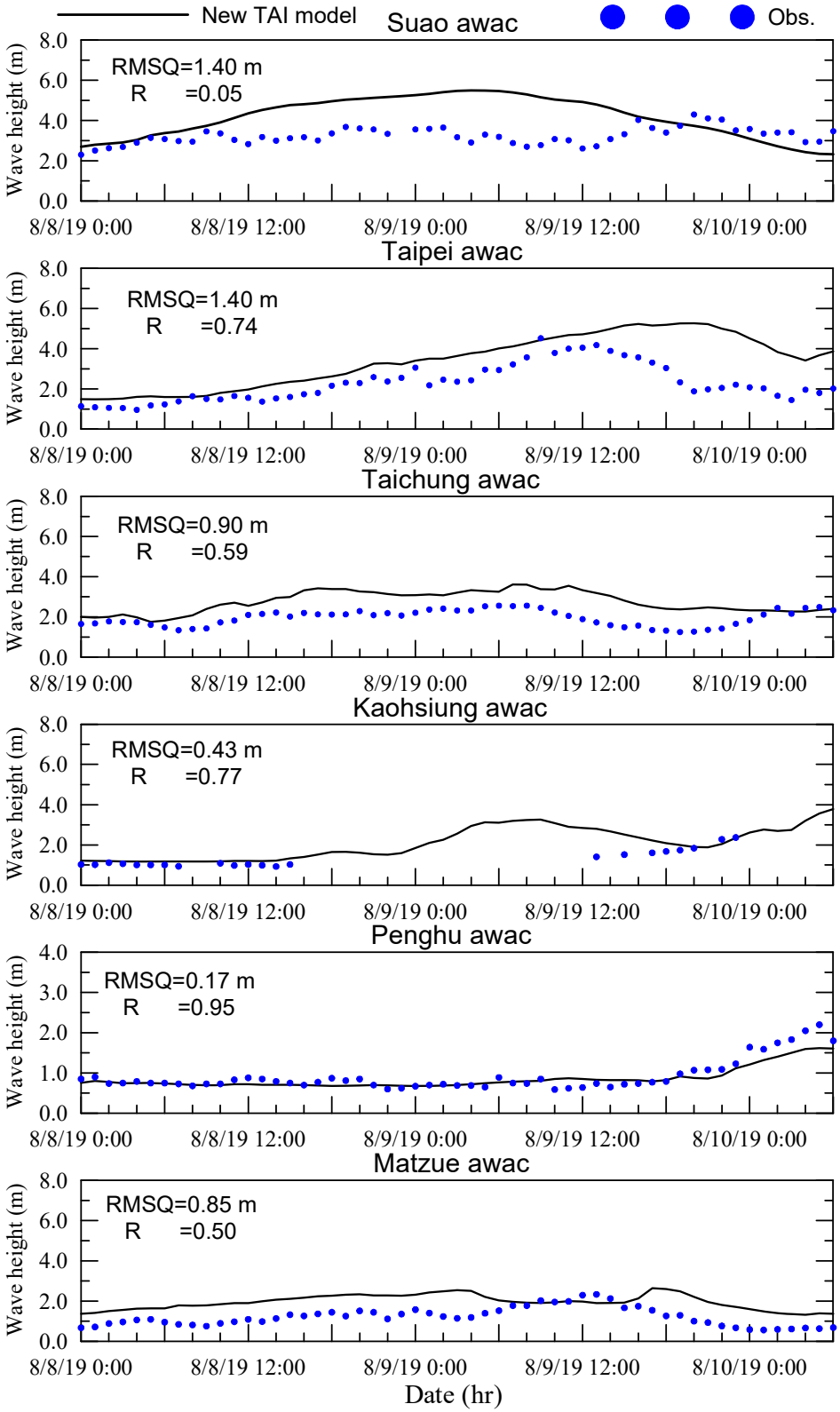


圖 3.22 (續 1)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 6 時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖

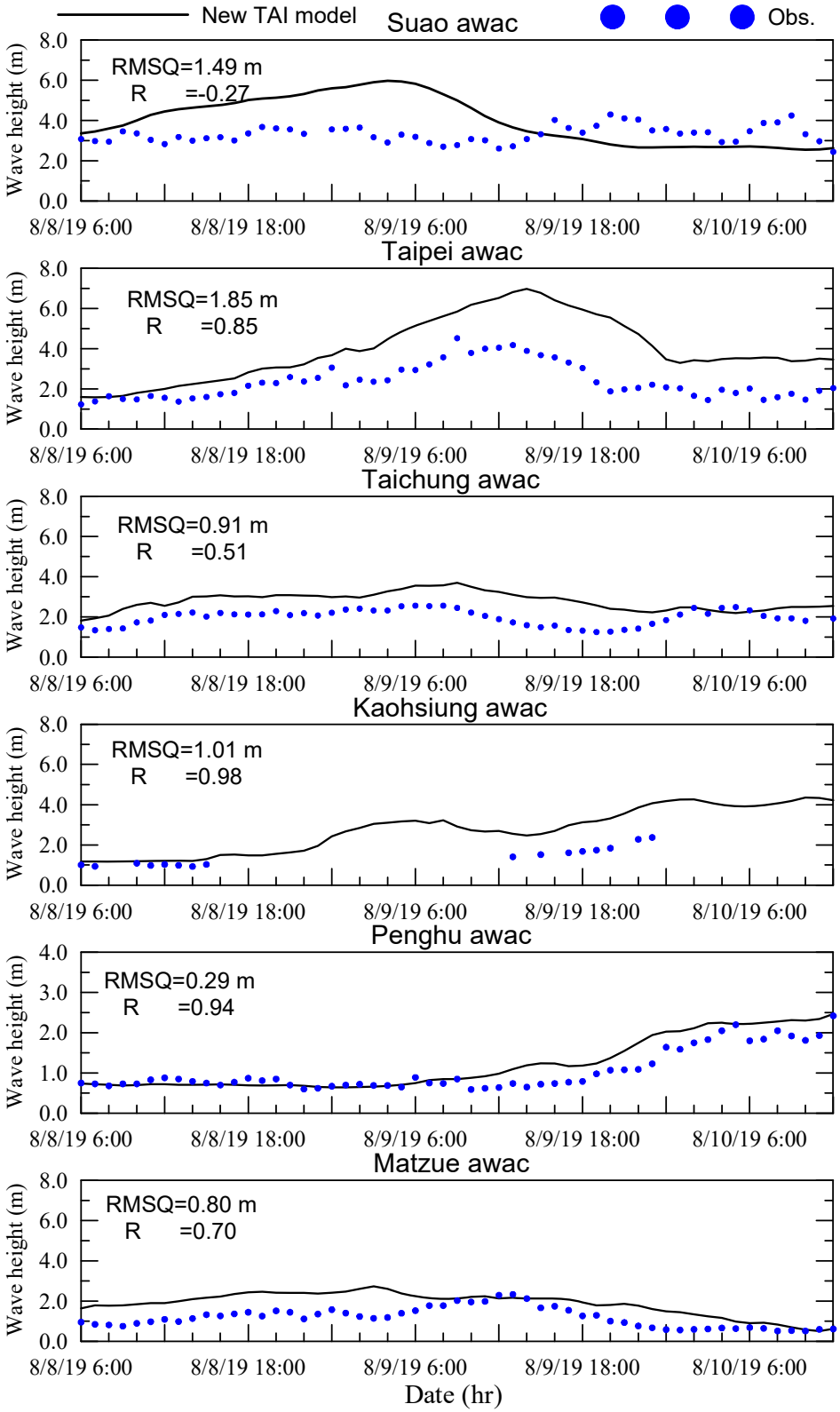


圖 3.22　(續 2)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 12 時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖

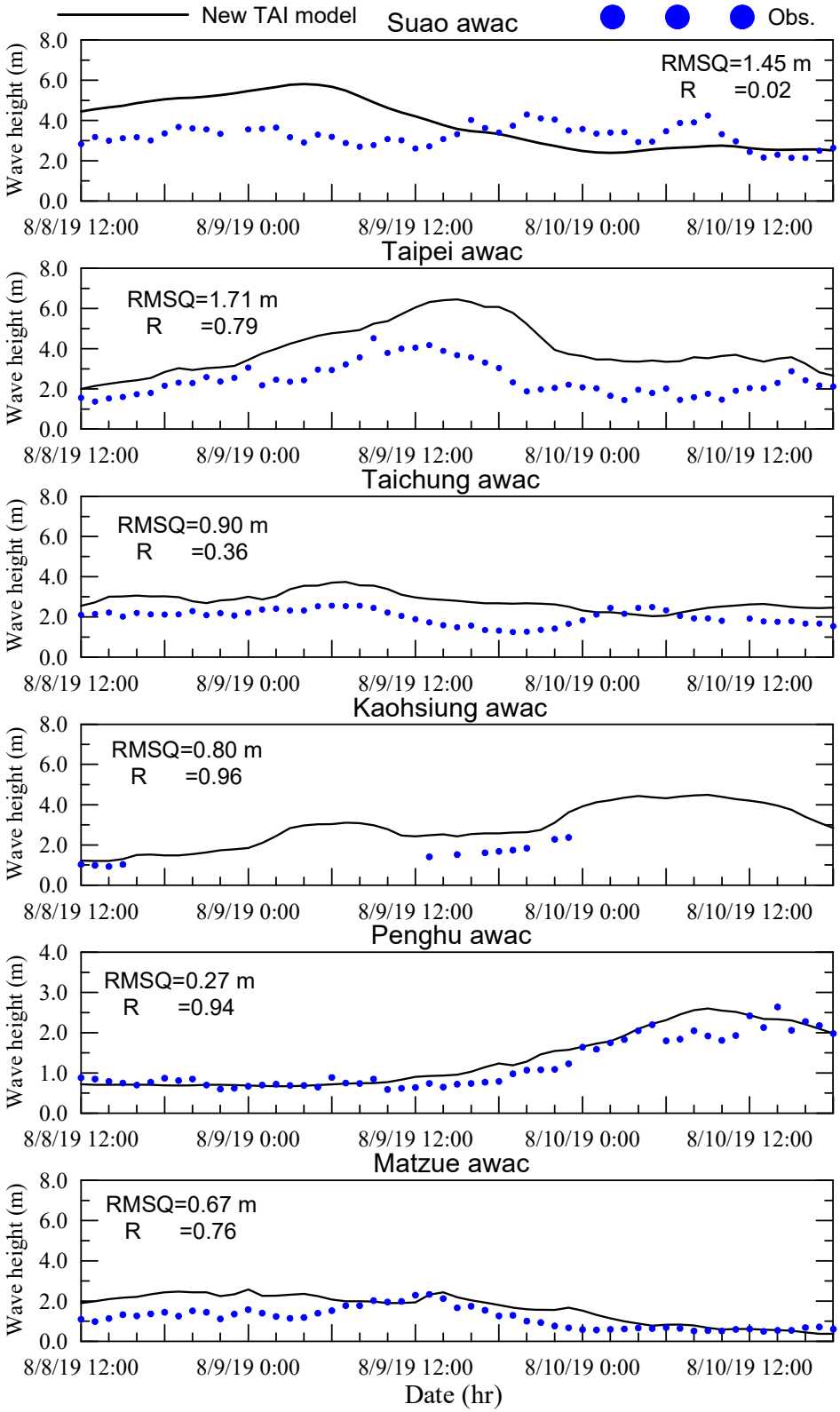


圖 3.22　(續 3)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 18 時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖

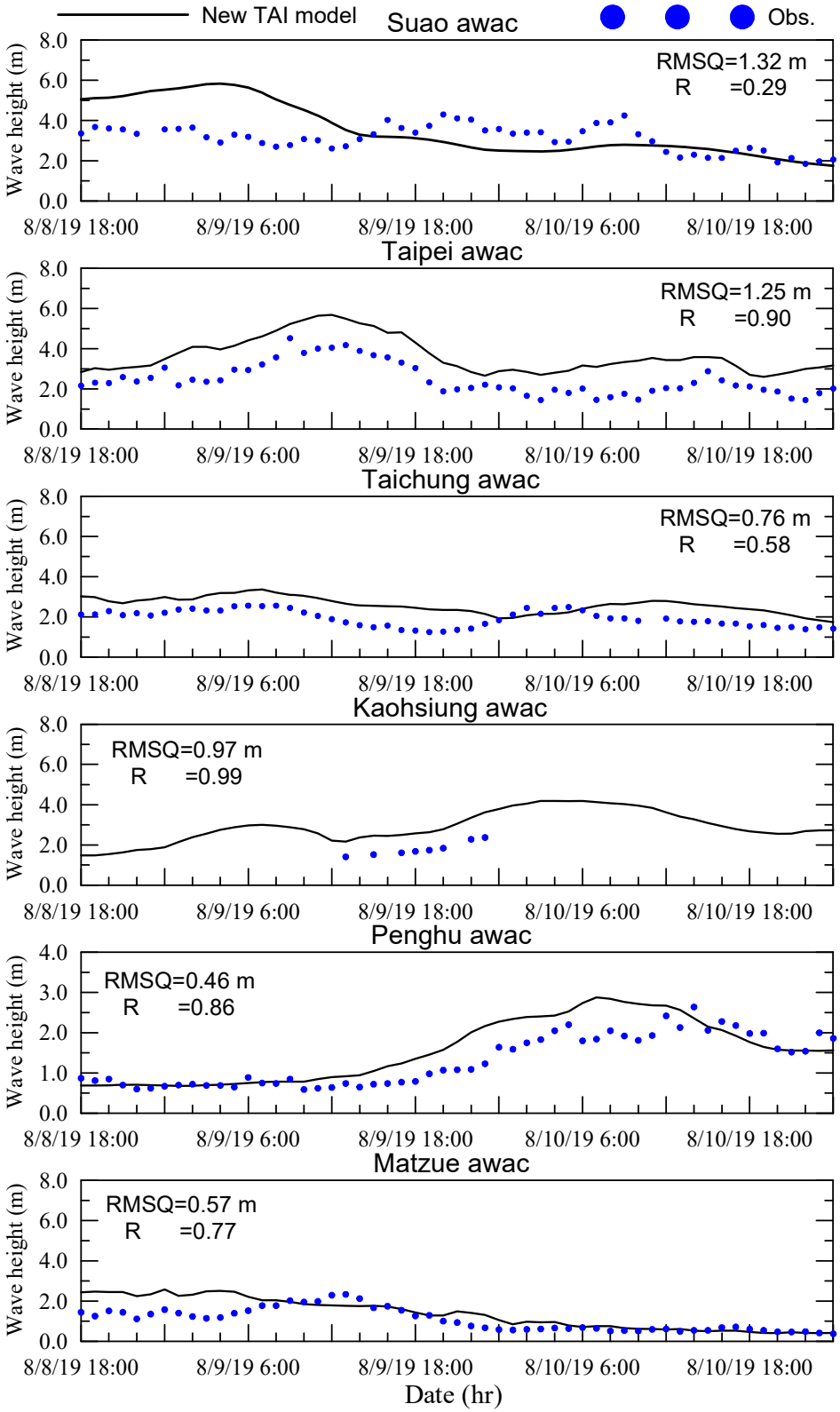


圖 3.22　(續 4)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 9 日 0 時風浪作業化模擬波高與觀測值時序列比較圖

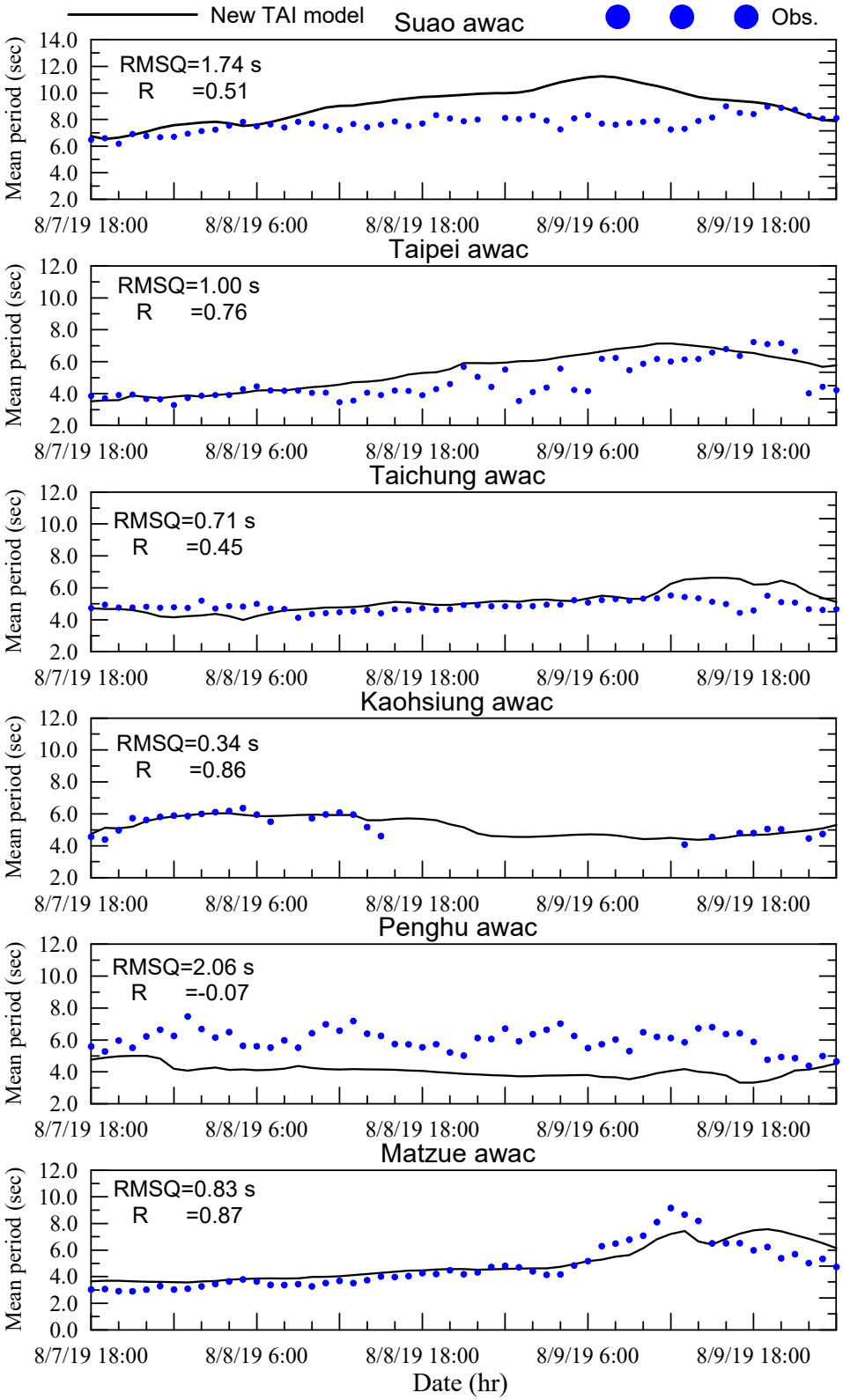


圖 3.23　2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 0 時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖

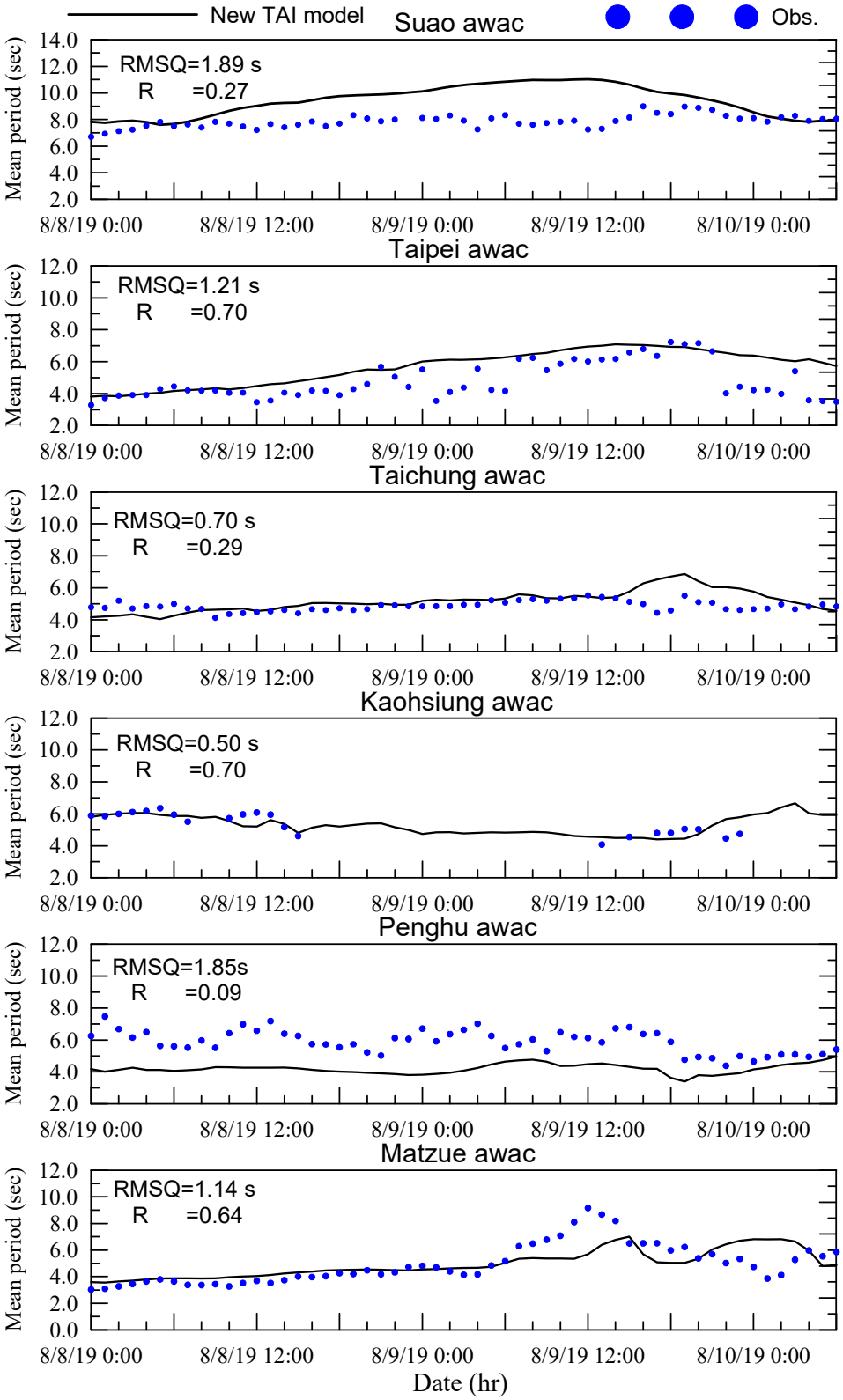


圖 3.23　(續 1)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 6 時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖

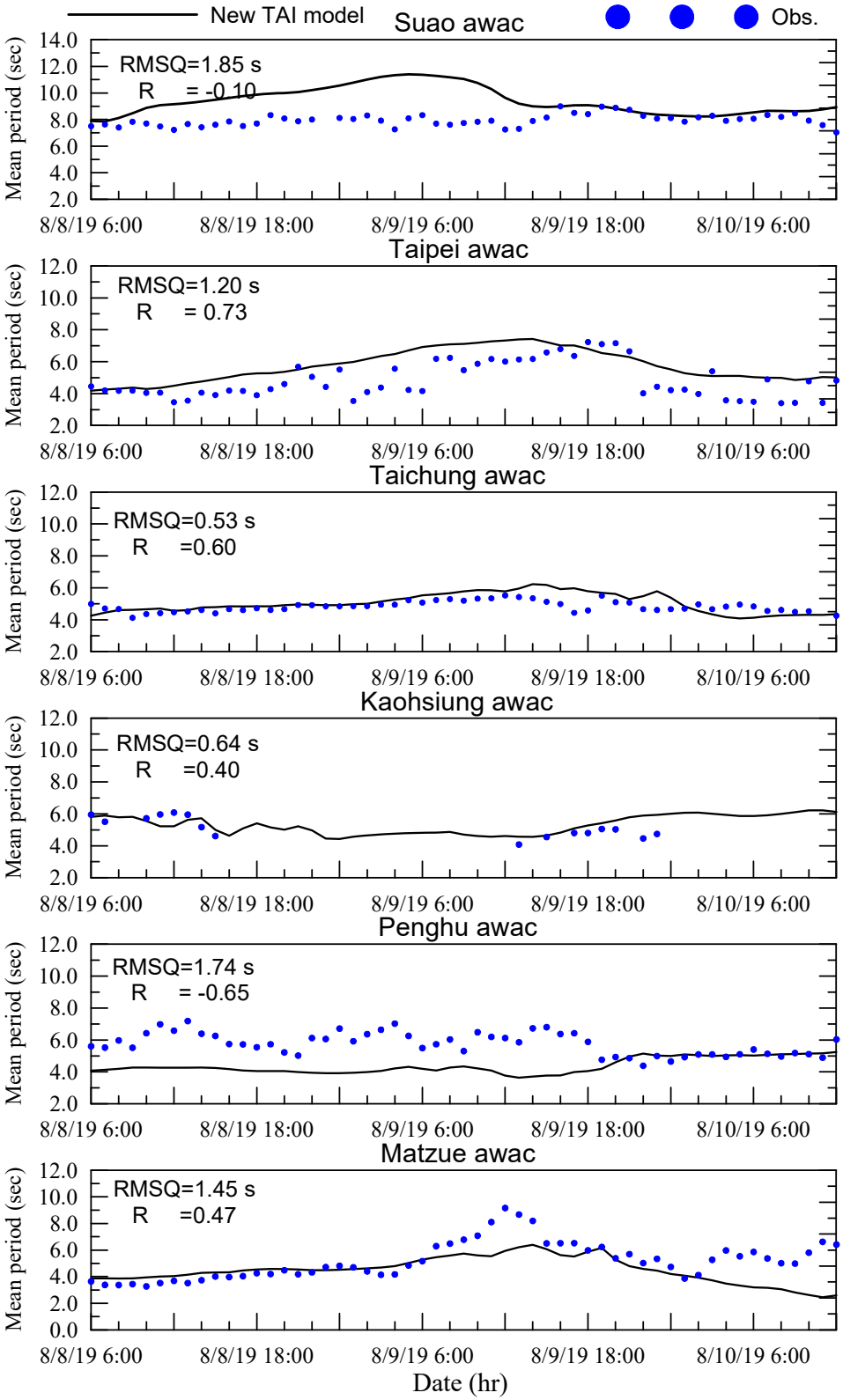


圖 3.23　(續 2)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 12 時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖

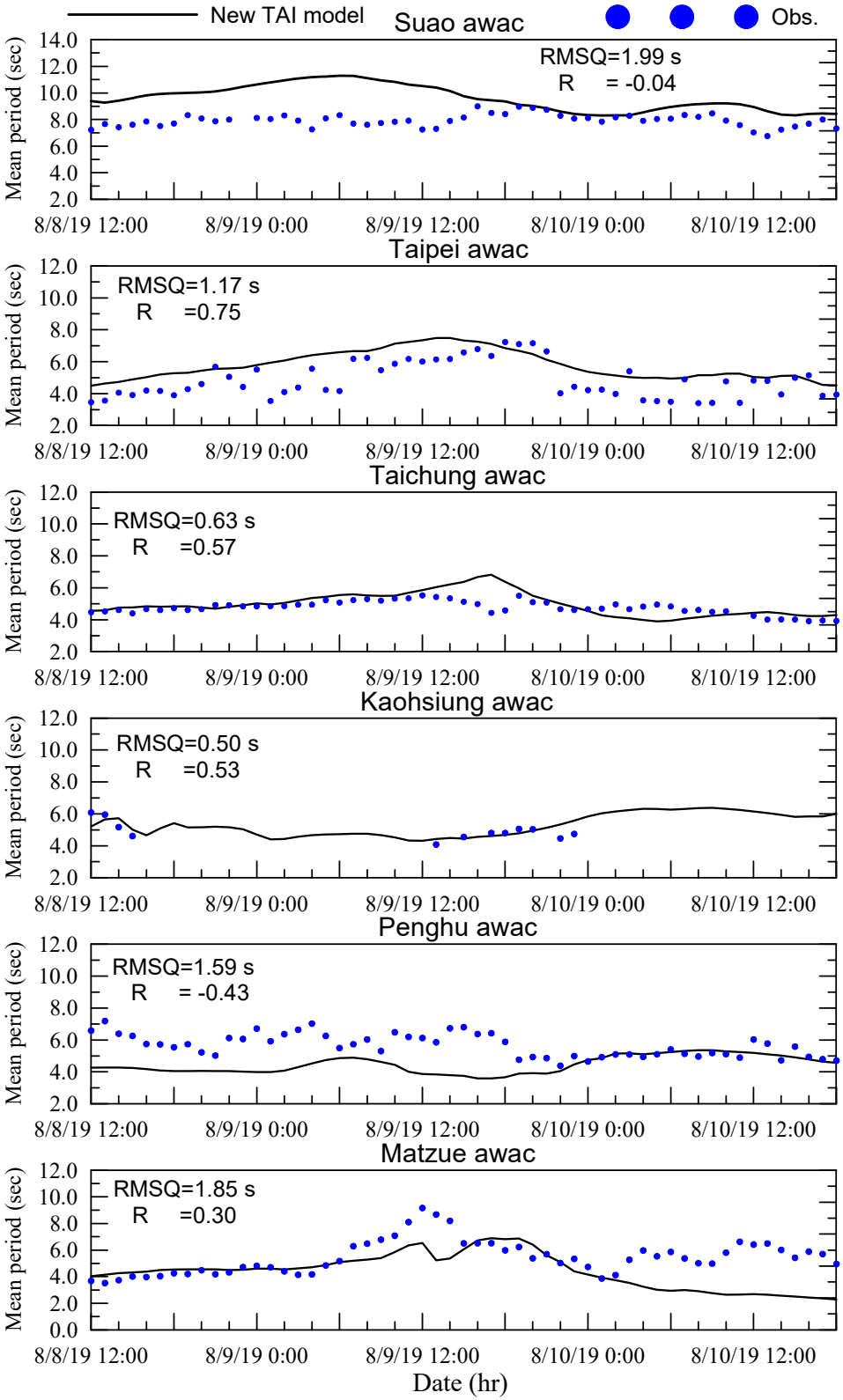


圖 3.23　(續 3)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 18 時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖

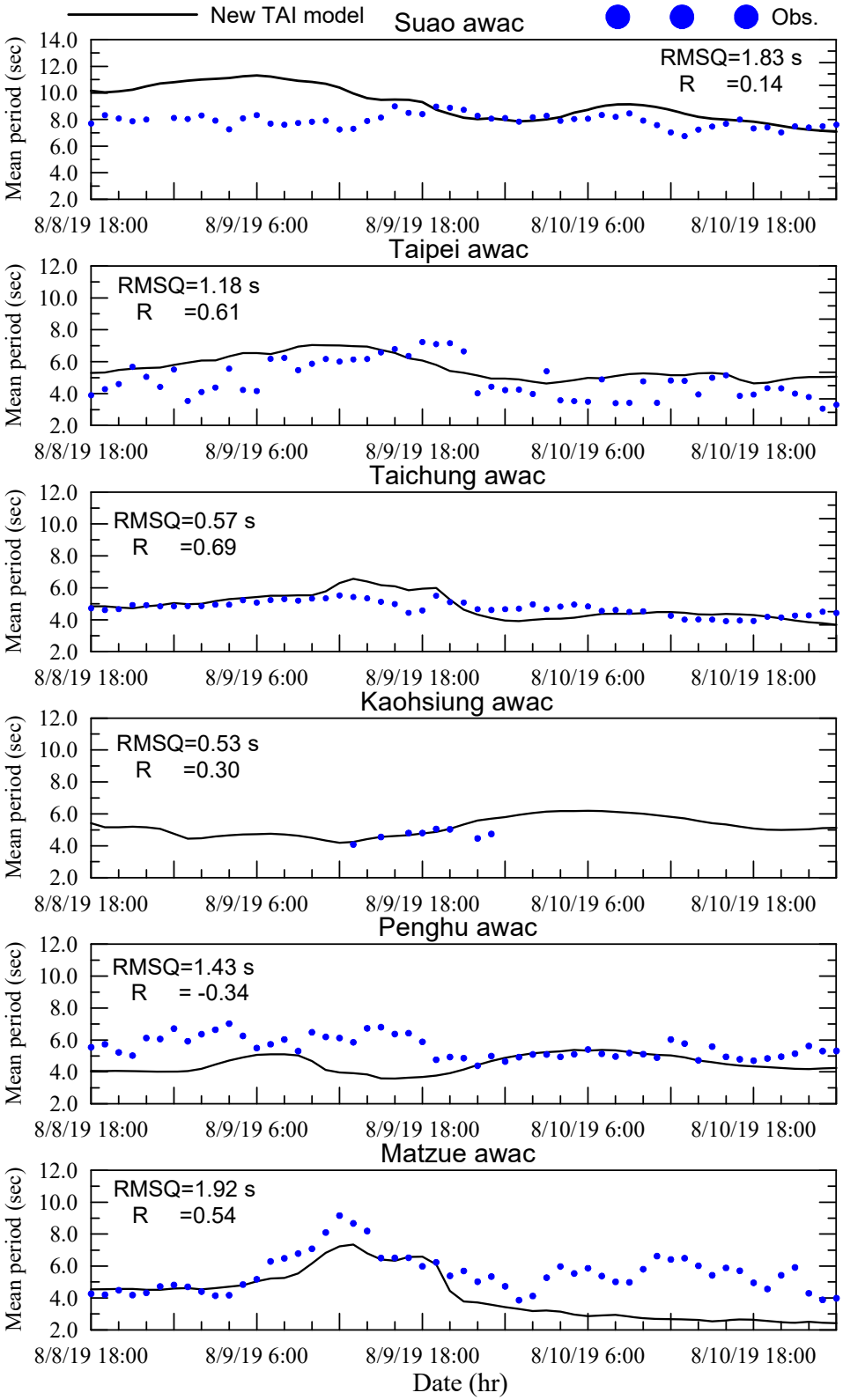


圖 3.23 (續 4)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 9 日 0 時風浪作業化模擬平均週期與觀測值時序列比較圖

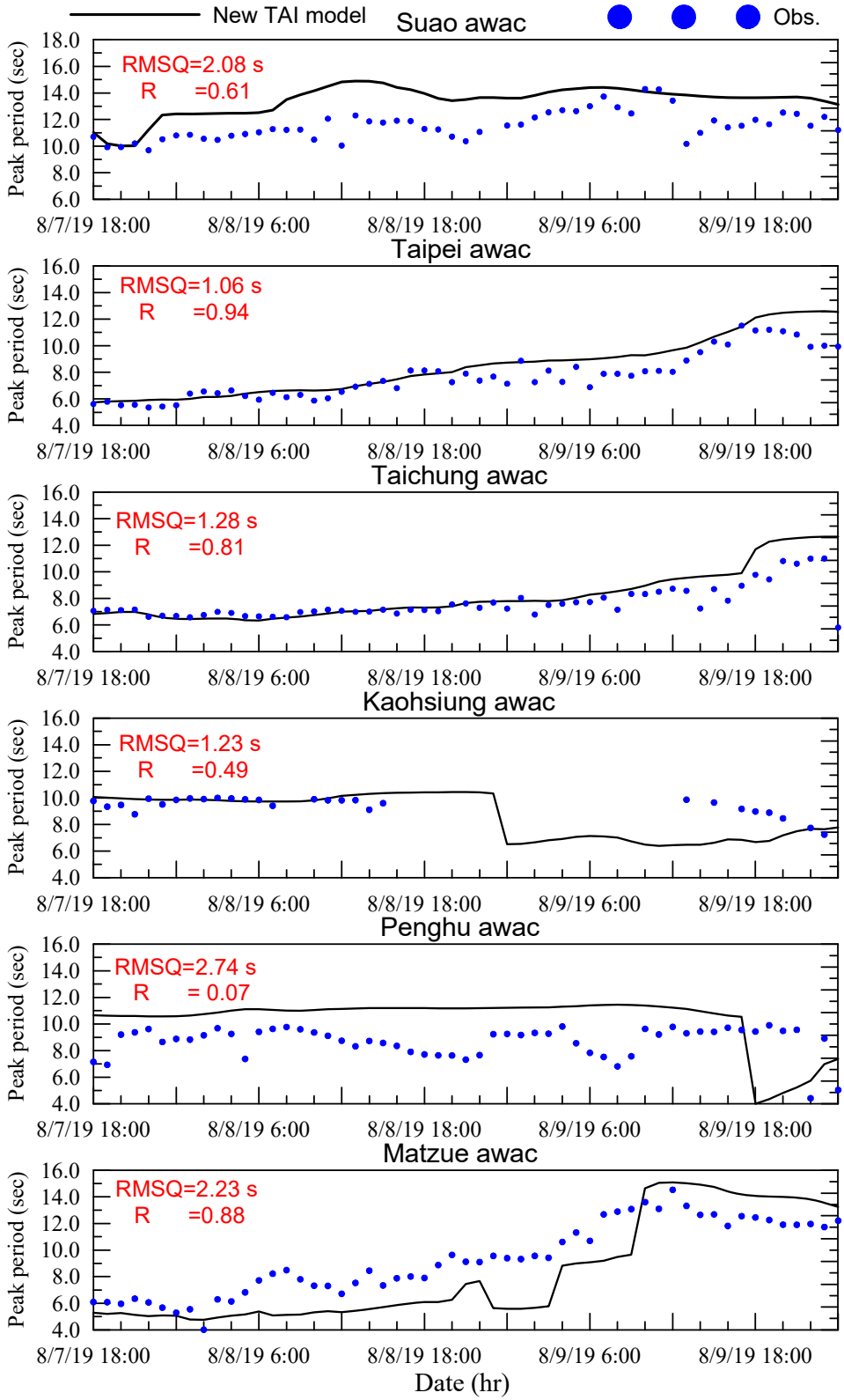


圖 3.24　2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 0 時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖

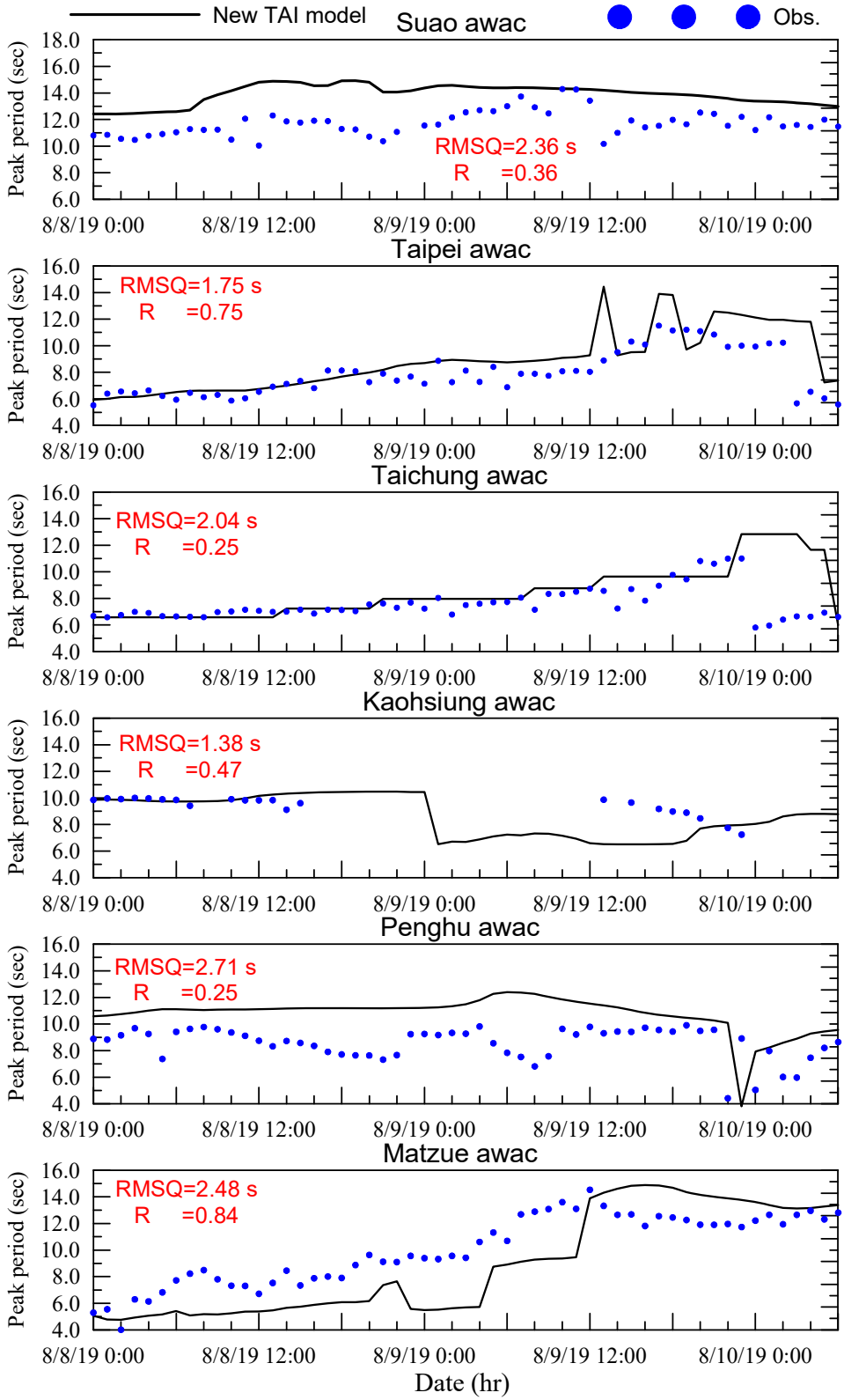


圖 3.24　(續 1)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 6 時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖

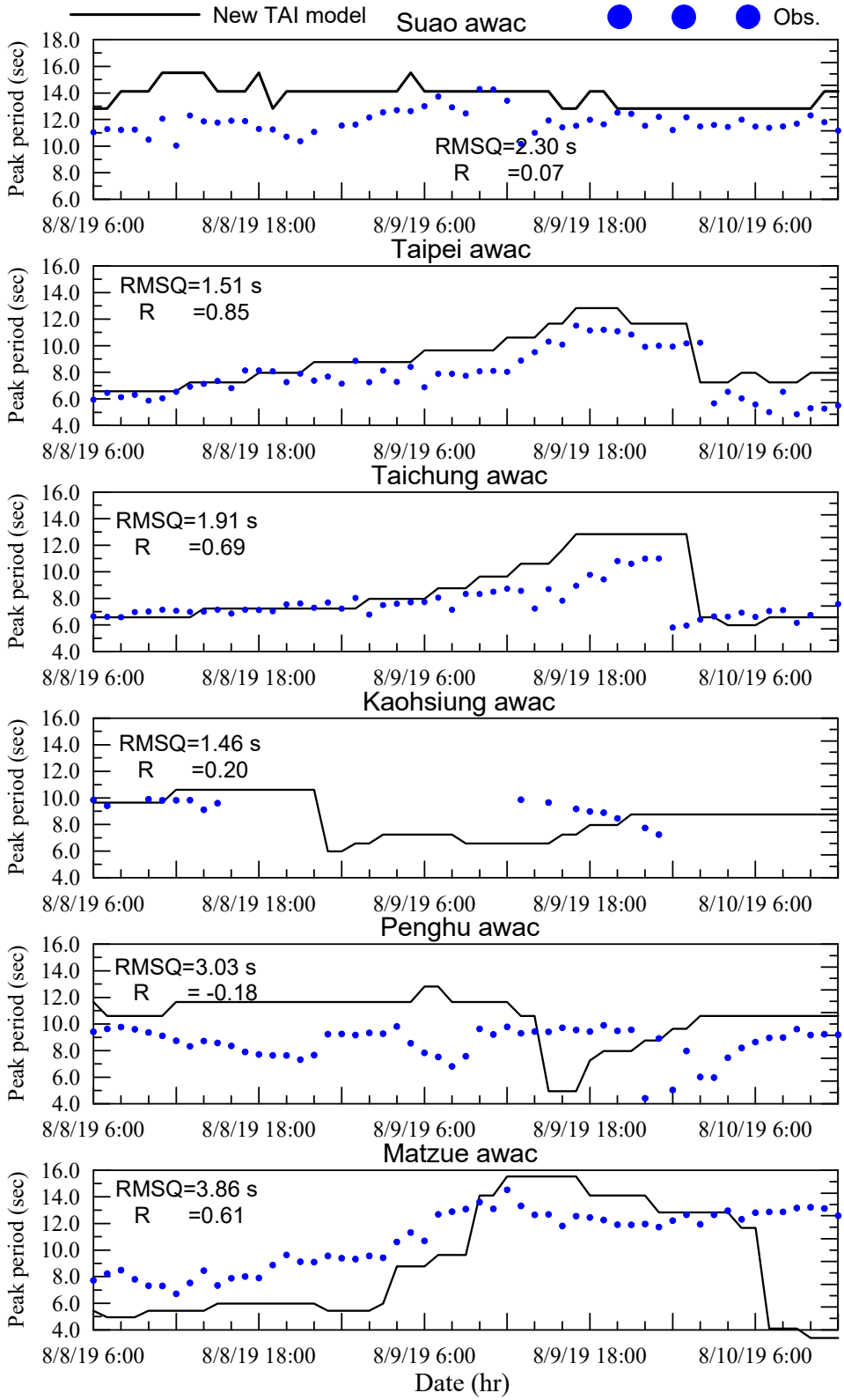


圖 3.24　(續 2)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 12 時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖

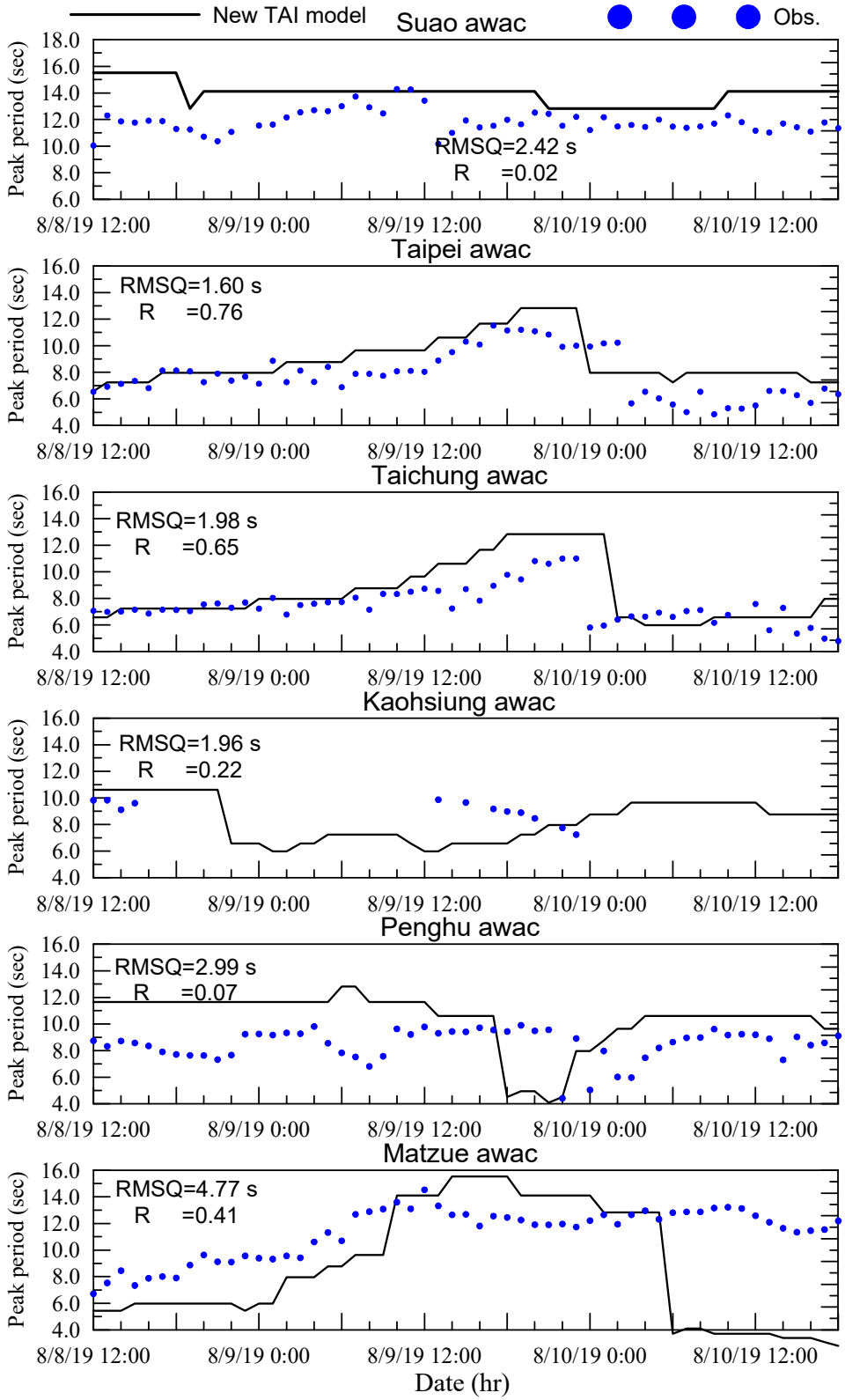


圖 3.24　(續 3)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 18 時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖

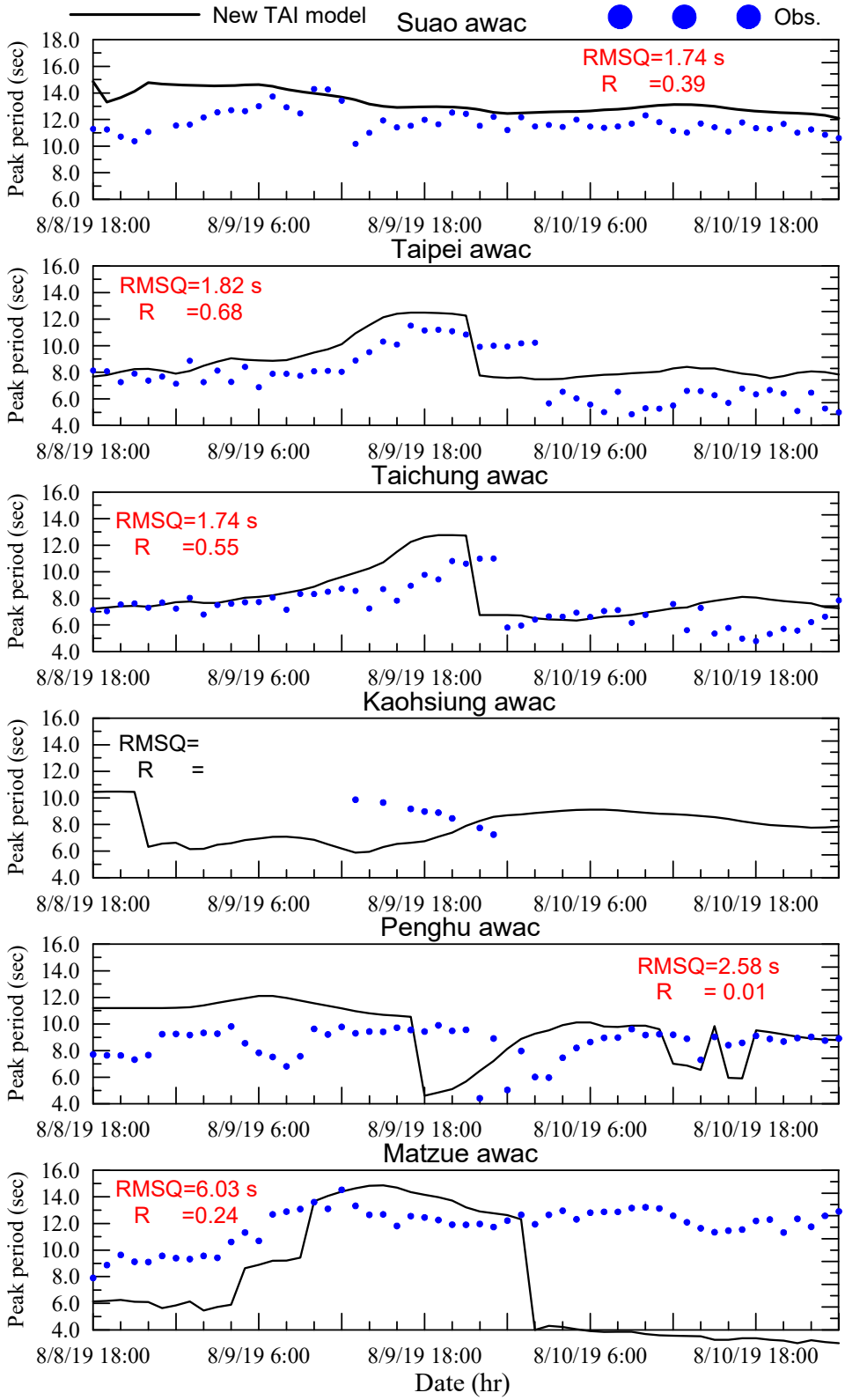


圖 3.24　(續 4)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 9 日 0 時風浪作業化模擬譜峰週期與觀測值時序列比較圖

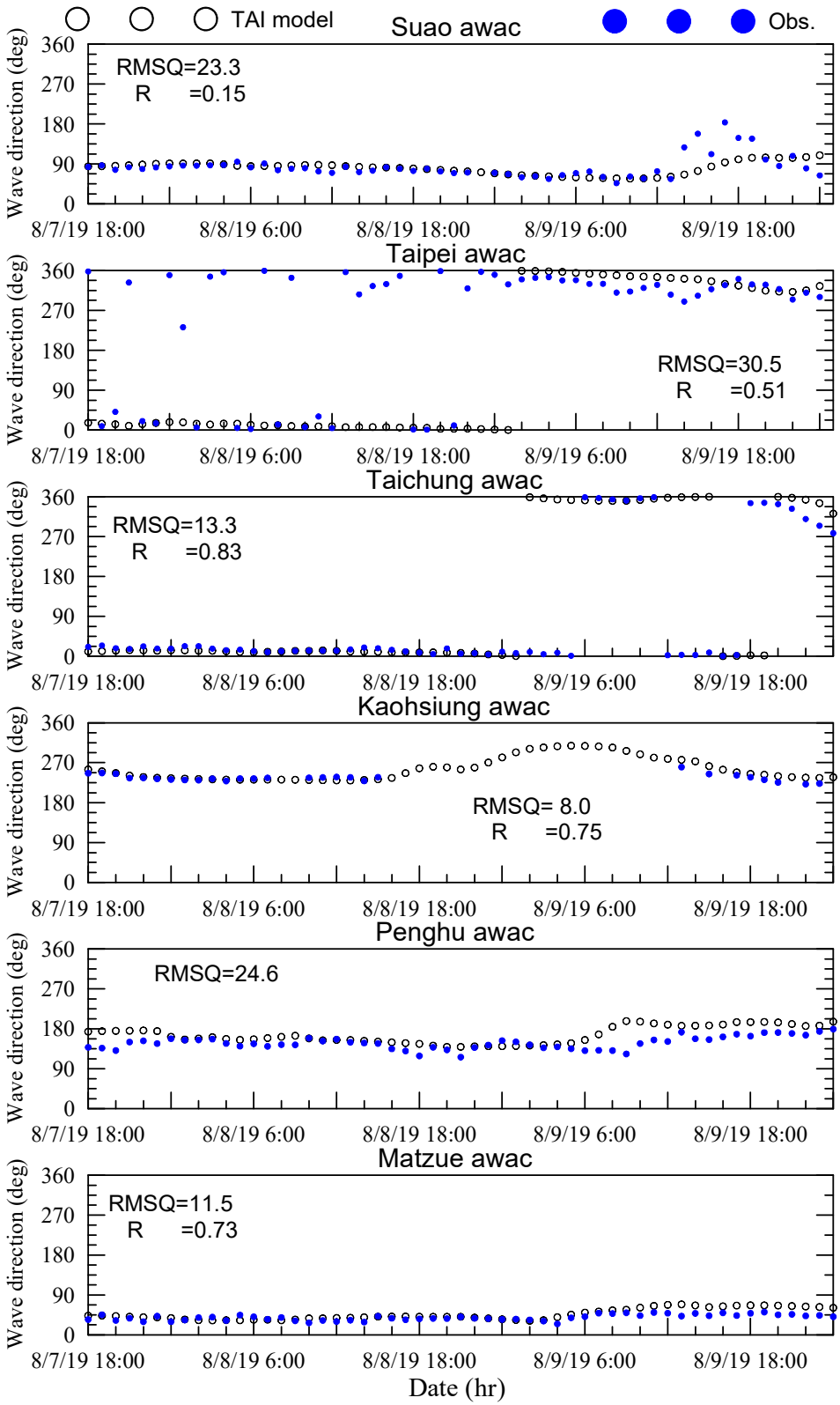


圖 3.25　2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 0 時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖

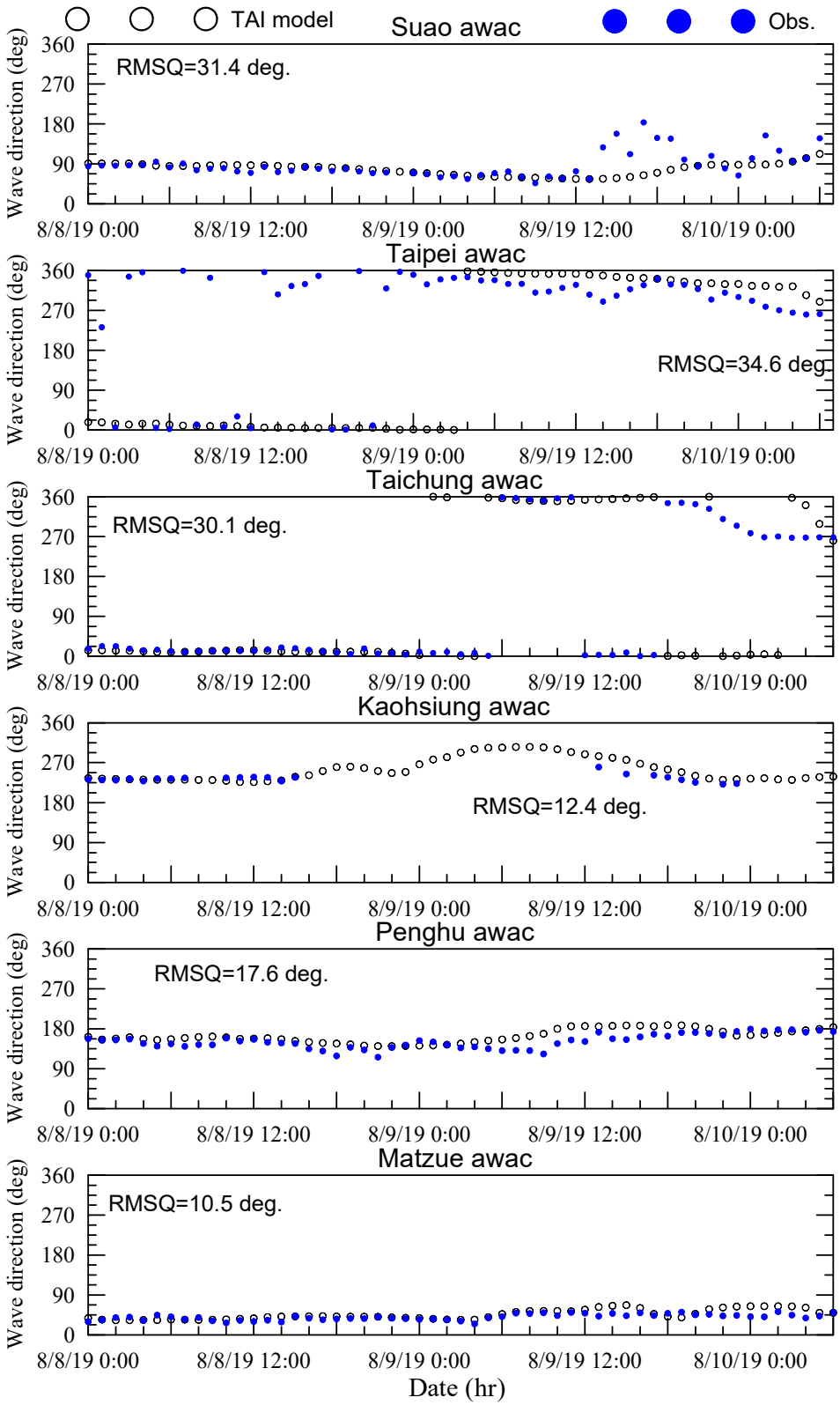


圖 3.25　(續 1)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 6 時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖

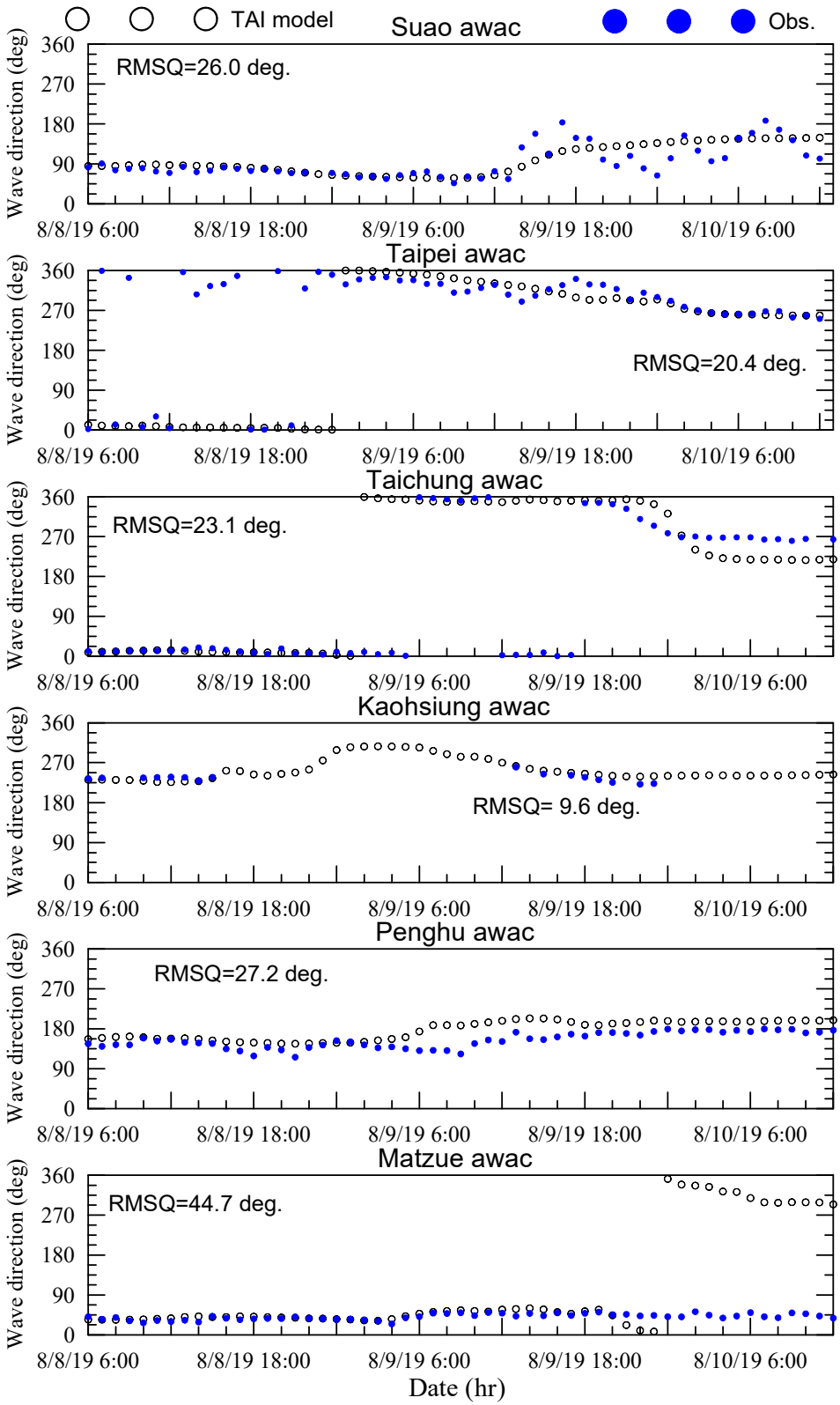


圖 3.25　(續 2)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 12 時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖

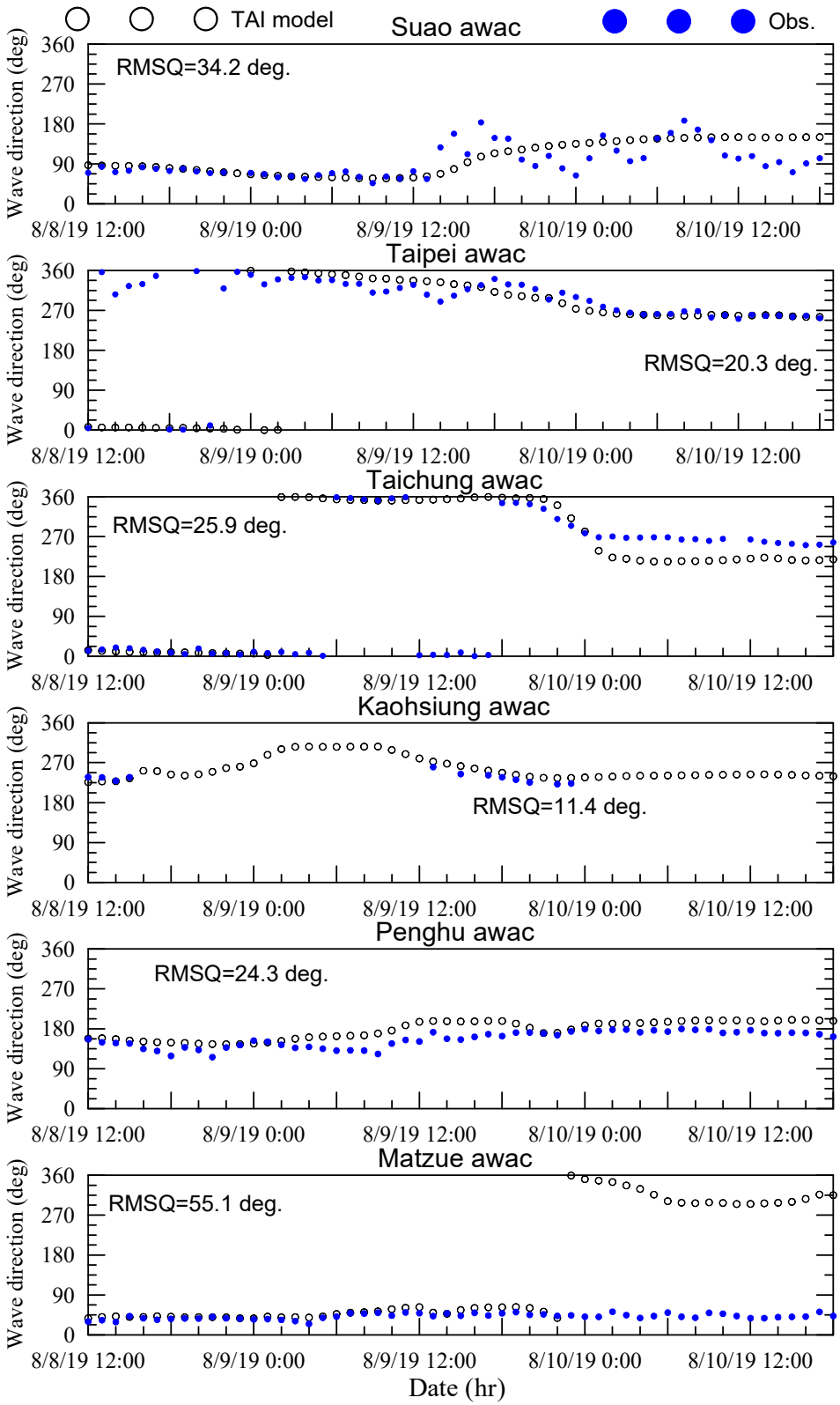


圖 3.25　(續 3)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 8 日 18 時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖

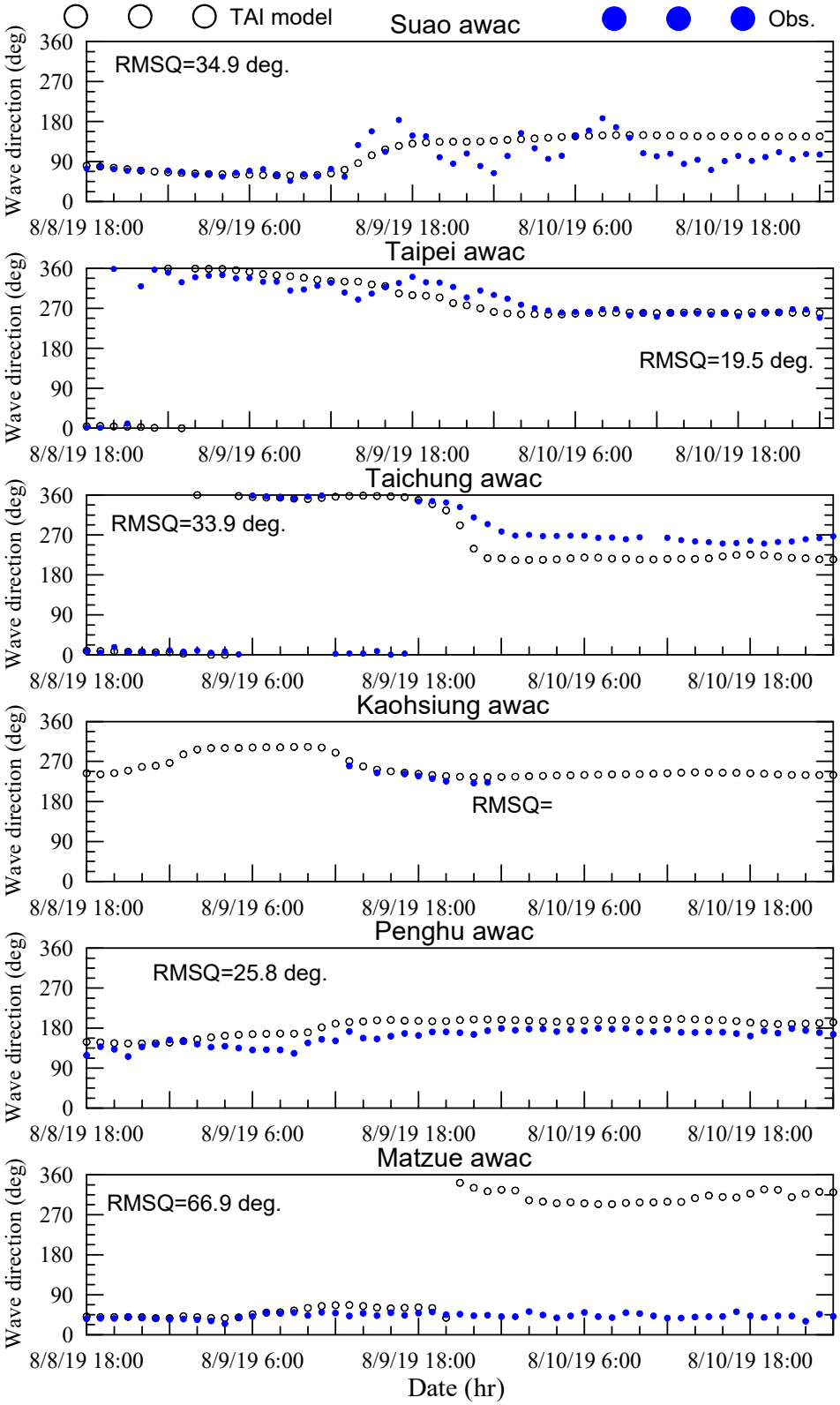


圖 3.25　(續 4)2019 年強烈颱風利奇馬侵臺期間，8 月 9 日 0 時風浪作業化模擬平均波向與觀測值時序列比較圖

第四章　臺灣周圍海域水動力模擬與校驗

4.1 臺灣周圍海域水動力模式介紹

TaiCOMS 水動力模擬子系統下，臺灣周圍海域水動力模組改採用有限元素二維水動力數值模式建構，結合每日作業化風壓場資料，模擬臺灣周圍海域水位及流場，同時提供各小尺度水動力模組每日作業化所需水位邊界條件(參考圖 2.18)。模式相關設定簡述如下：

4.1.1 模擬範圍

中尺度臺灣周圍海域水動力模式模擬範圍為東經 116.5°～125°及北緯 21°～26.5°之海域，如圖 4.1 所示。

4.1.2 數值計算網格

臺灣周圍海域水動力模式之非結構數值計算網格，如圖 4.2 所示，共計有由 8237 個節點及 15800 個三角形元素。

4.1.3 地形水深資料

本計畫整合海科中心公布的臺灣附近海域格網數值水深資料及海軍測量局刊行的臺灣沿海五萬分之一海軍水道圖數化水深資料，再利用繪圖軟體內插工具產生計算網格節點上水深值，如圖 4.3 所示。

4.1.4 模式邊界條件及初始條件

本計畫臺灣周圍海域水動力模式之邊界型態分為海域開放邊界及陸地邊界兩種，其中陸地邊界採用不滑動邊界條件，即假設陸地邊界節點之流速等於零。海域開放邊界則採用水位邊界條件，即

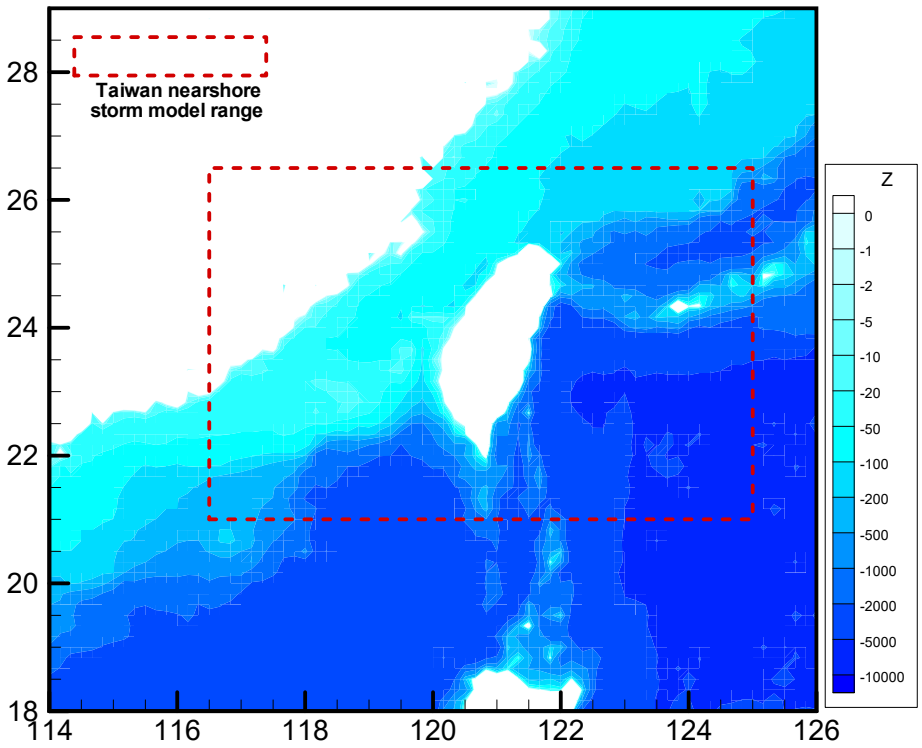


圖 4.1　臺灣周圍海域水動力模組之模擬範圍示意圖

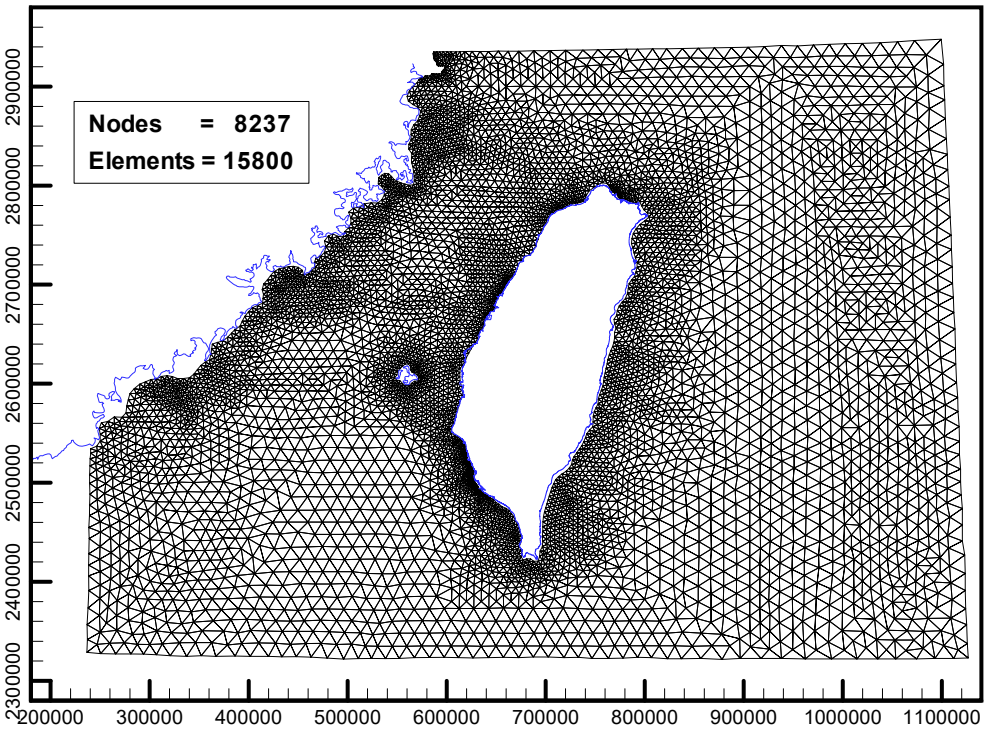


圖 4.2　臺灣周圍海域水動力模組之三角形元素計算網格圖

$$\eta = \eta_a(t) + \frac{\Delta P(t)}{\rho g} \quad \text{.....(4.1)}$$

式中 $\eta_a(t)$代表天文潮引起的水位變化，第二項代表氣壓變化引起的水位變化。其中天文潮引起的水位變化，本計畫利用 Matsumoto et al. (2000)發展的 NAO.99Jb 模式，預測數值計算網格開放邊界節點之天文潮水位時序列資料，作為模式之輸入條件，如圖 4.4 所示。圖 4.4 所示分別為計算網格開放邊界四個角落節點之天文潮時序列資料，顯示數值計算網格左上角鄰近陸地(中國大陸)之節點其天文潮位呈現半日潮型，臺灣東部太平洋海上開放邊界節點之天文潮位屬於混合潮型態，網格西南角落開放邊界節點之天文潮位則呈現全日潮型態。

模式模擬之初始條件在冷啟動模擬(cold start)狀況下模式假設流場之初始速度及水位均為零，另在熱啟動模擬(hot start)狀況下模式採用前次模擬結果儲存的流場速度及水位值為初始條件。

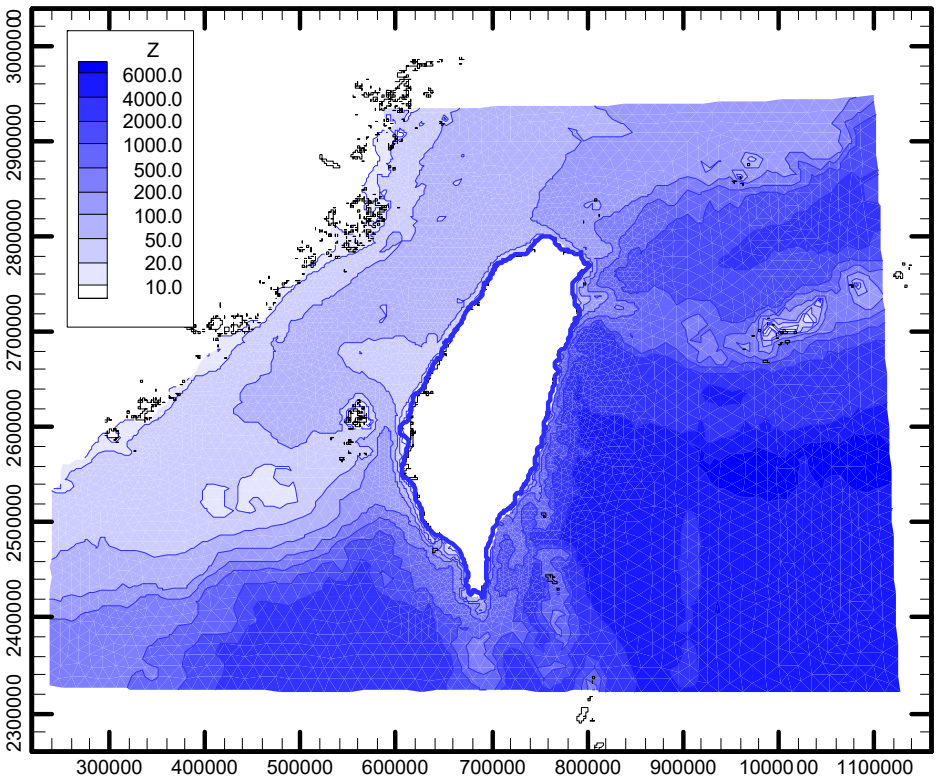


圖 4.3　臺灣周圍海域水動力模組數值計算網格之水深分布圖

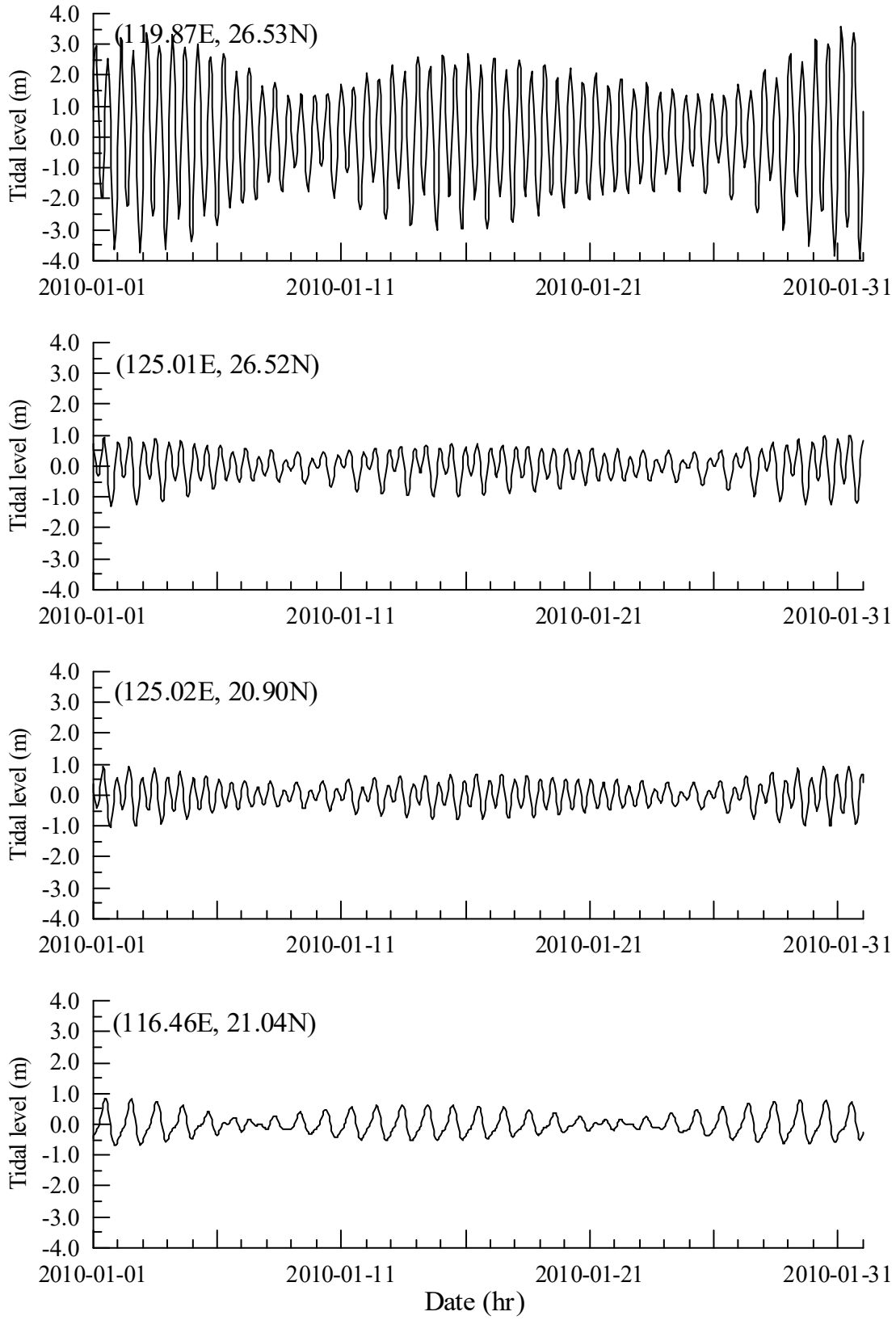


圖 4.4　臺灣周圍海域水動力模式採用的天文潮水位邊界條件圖

4.2 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗

4.2.1 潮位天文潮調和分析

為配合港研中心灣港資訊網潮位資訊展示需求，本年度針對花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺中港、高雄港、澎湖馬公港區、富岡漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港、後壁湖漁港、金門地區及馬祖地區等12處港口，分別蒐集各港口2018年潮位站逐時觀測資料進行天文潮調和分析，各港口2018年潮位調和常數分析成果表，詳見附錄三。表中資料時間為格林威治時間，欄位 AL 代表分潮真實振幅(true amplitude)，欄位 GL 代表分潮相對於觀測資料中點(MIDPT)時間之相位(phase)，分潮名稱 Z0 代表平均潮位值。

各潮位站2018年天文潮逐時調和分析值與觀測值之比較結果，如圖 4.5 至圖 4.16 所示，各潮位站調和分析值與觀測值間之均方根誤差(RMSE)，如表 4.1 所列，其中均方根誤差高於 0.1m 者，分別為花蓮港、金門及馬祖等 3 處潮位站。本計畫依據各潮位站潮位調和分析結果，預測各港2019年逐時潮位資料提供灣港資訊網參考。

表 4.1　2018 年天文潮位調和分析值與觀測資料間均方根誤差分析表

測站	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	澎湖	富岡	綠島	蘭嶼	後壁湖	金門	馬祖
RMSE	0.106	0.062	0.075	0.097	0.058	0.084	0.059	0.060	0.069	0.066	0.162	0.163
資料數	8390	7524	7537	6842	6922	8471	8642	7505	7596	8333	8635	6971
來源	CWB	CWB	CWB	CWB	CWB	CWB	WRA	WRA	CWB	WRA	WRA	CWB

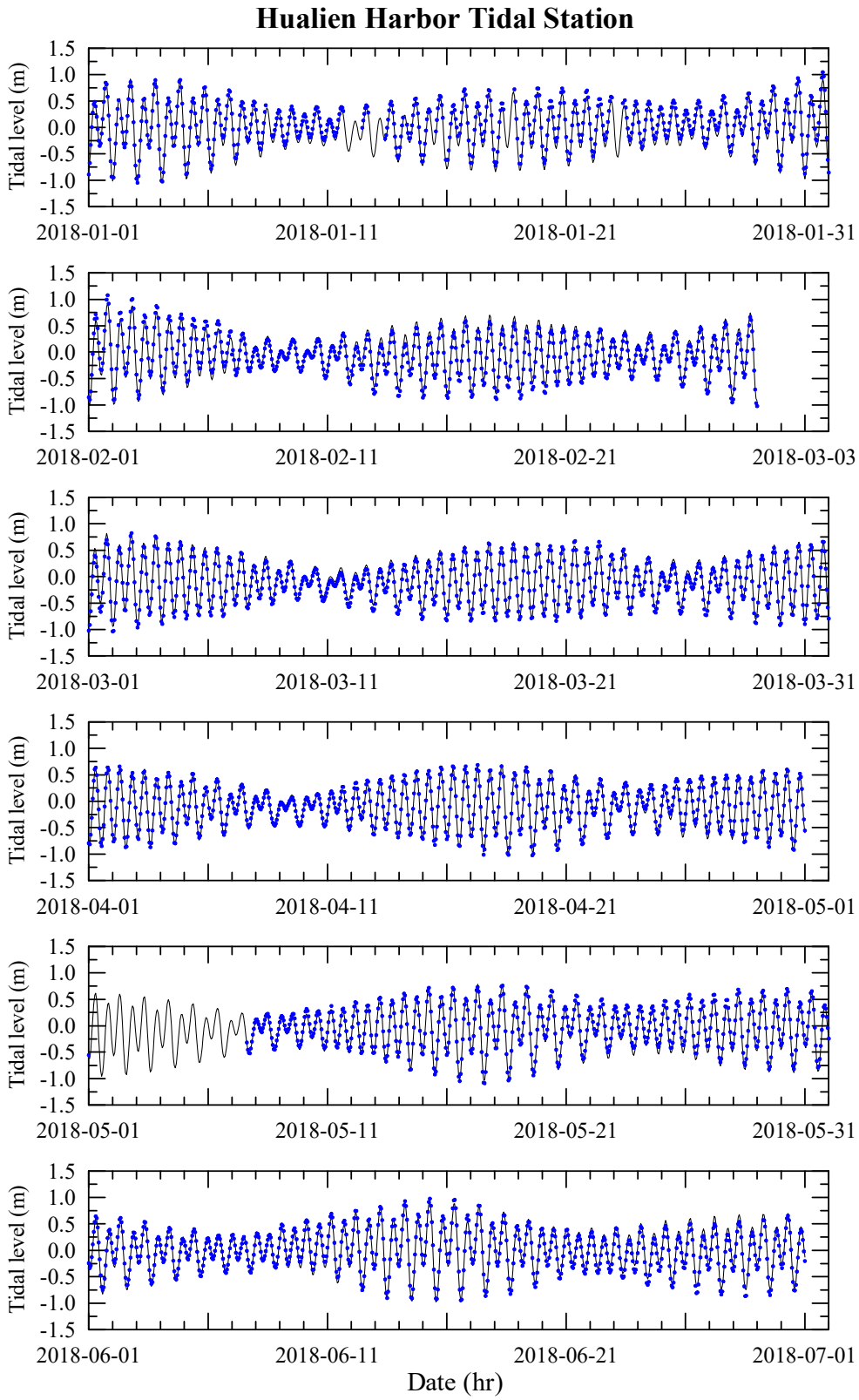


圖 4.5　花蓮港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

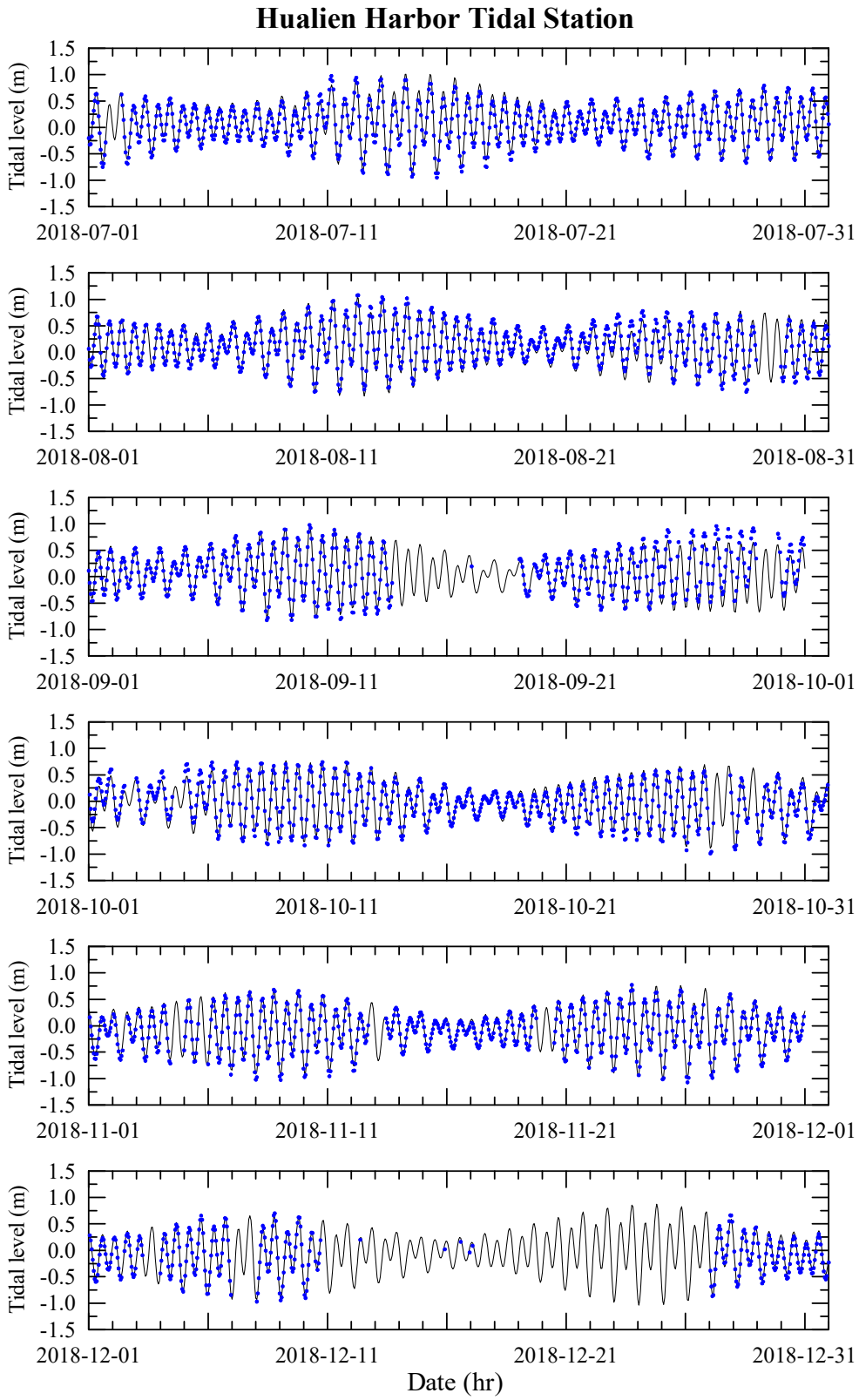


圖 4.5　(續)花蓮港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

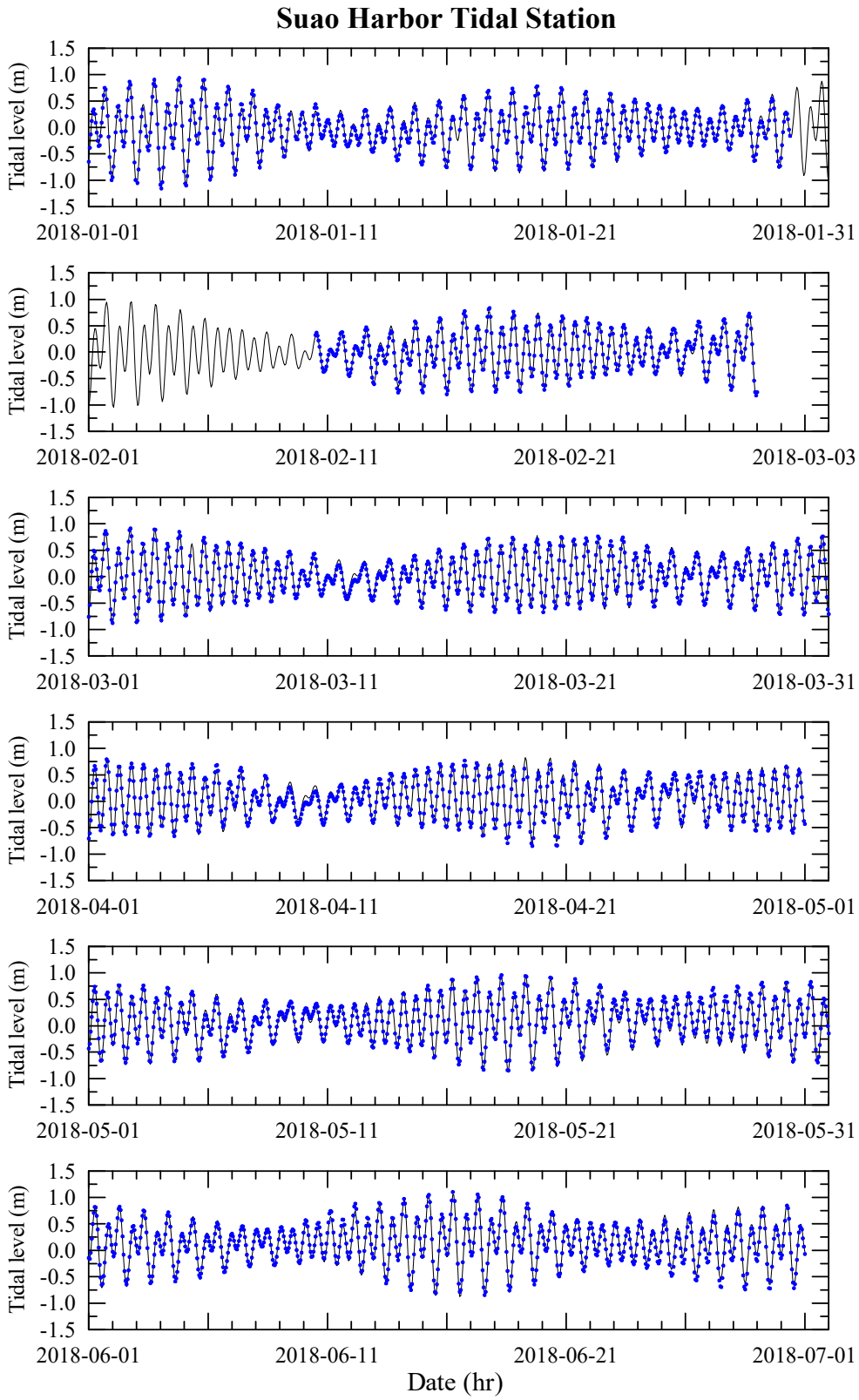


圖 4.6　蘇澳港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

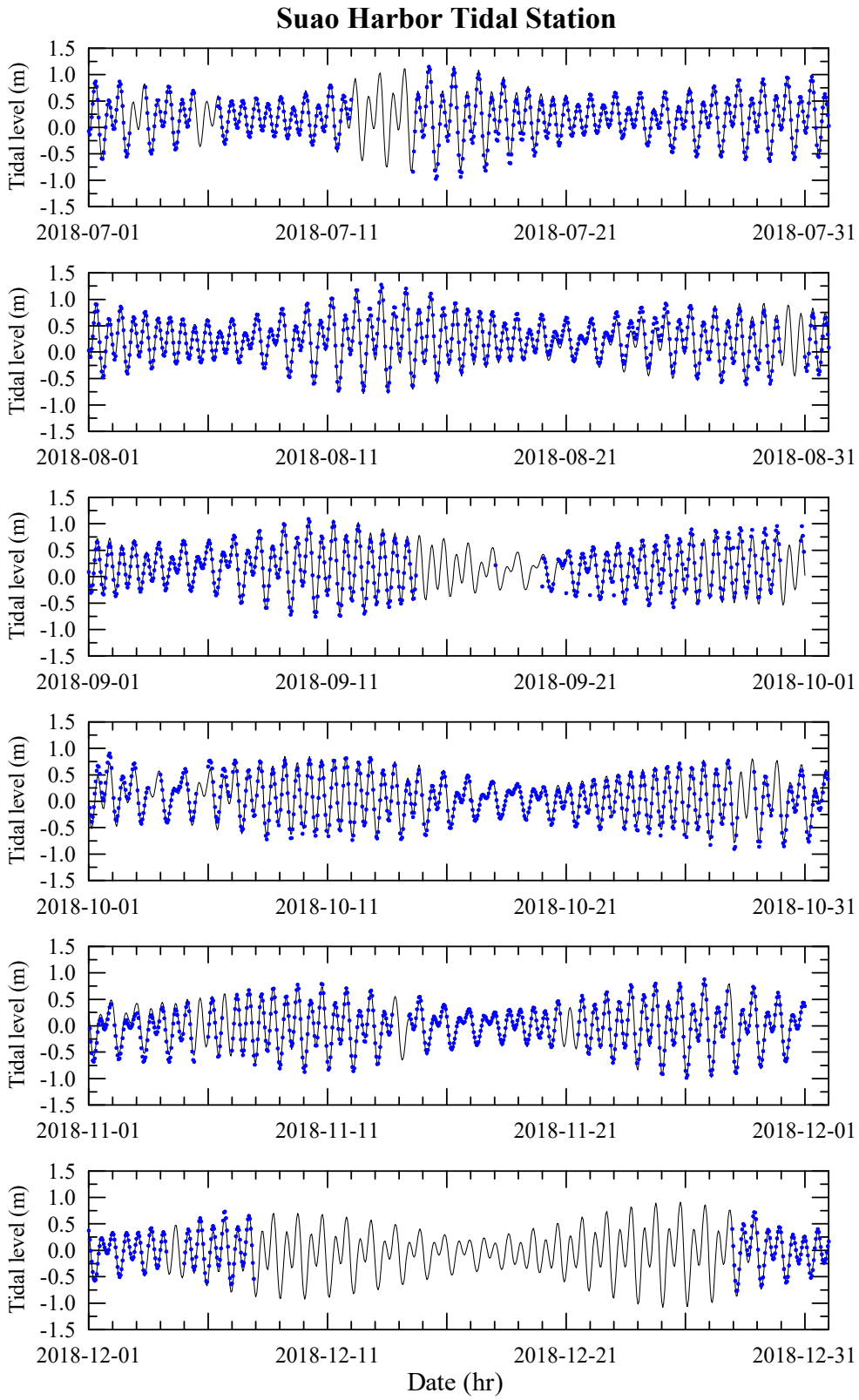


圖 4.6　(續)蘇澳港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

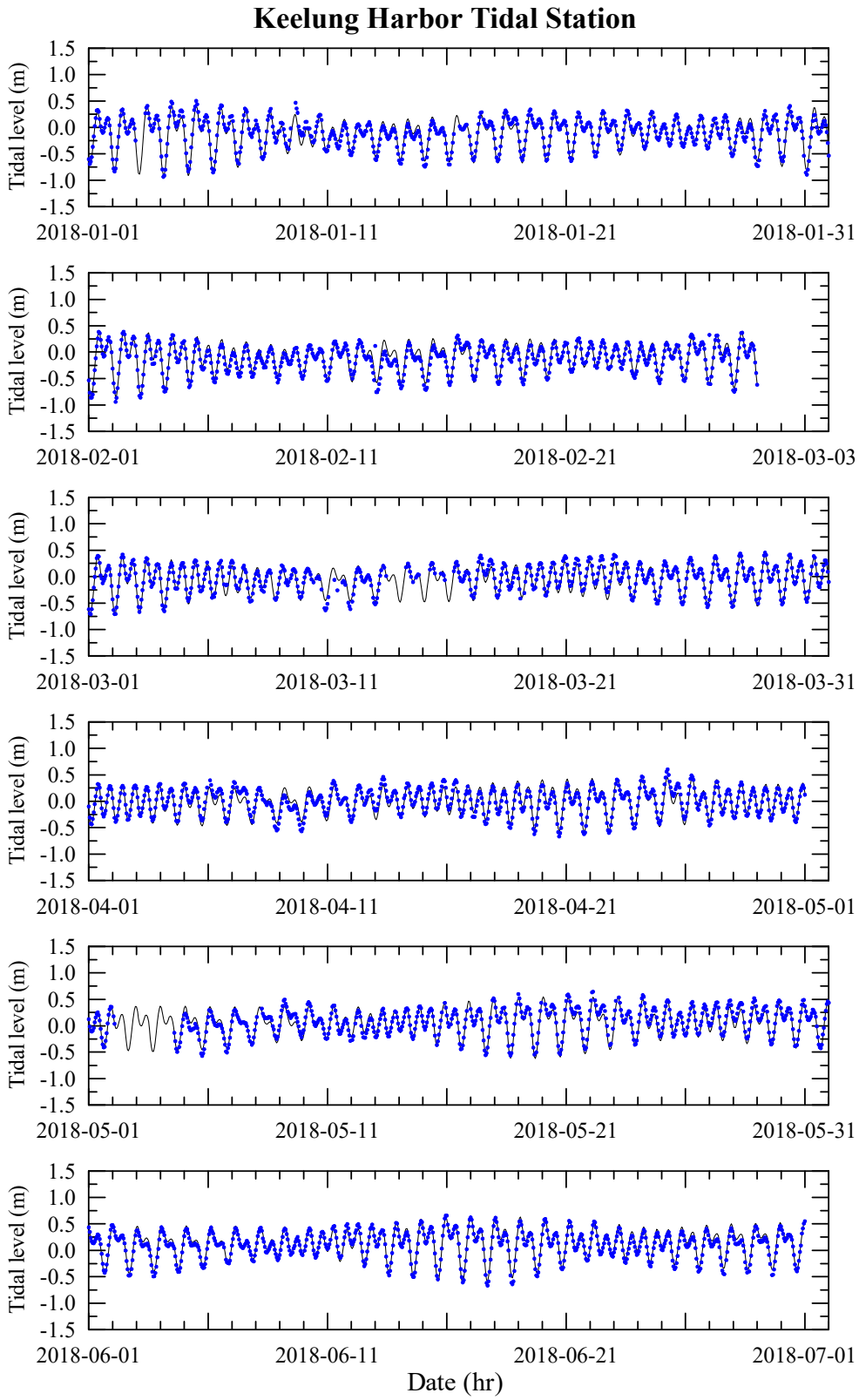


圖 4.7　基隆港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

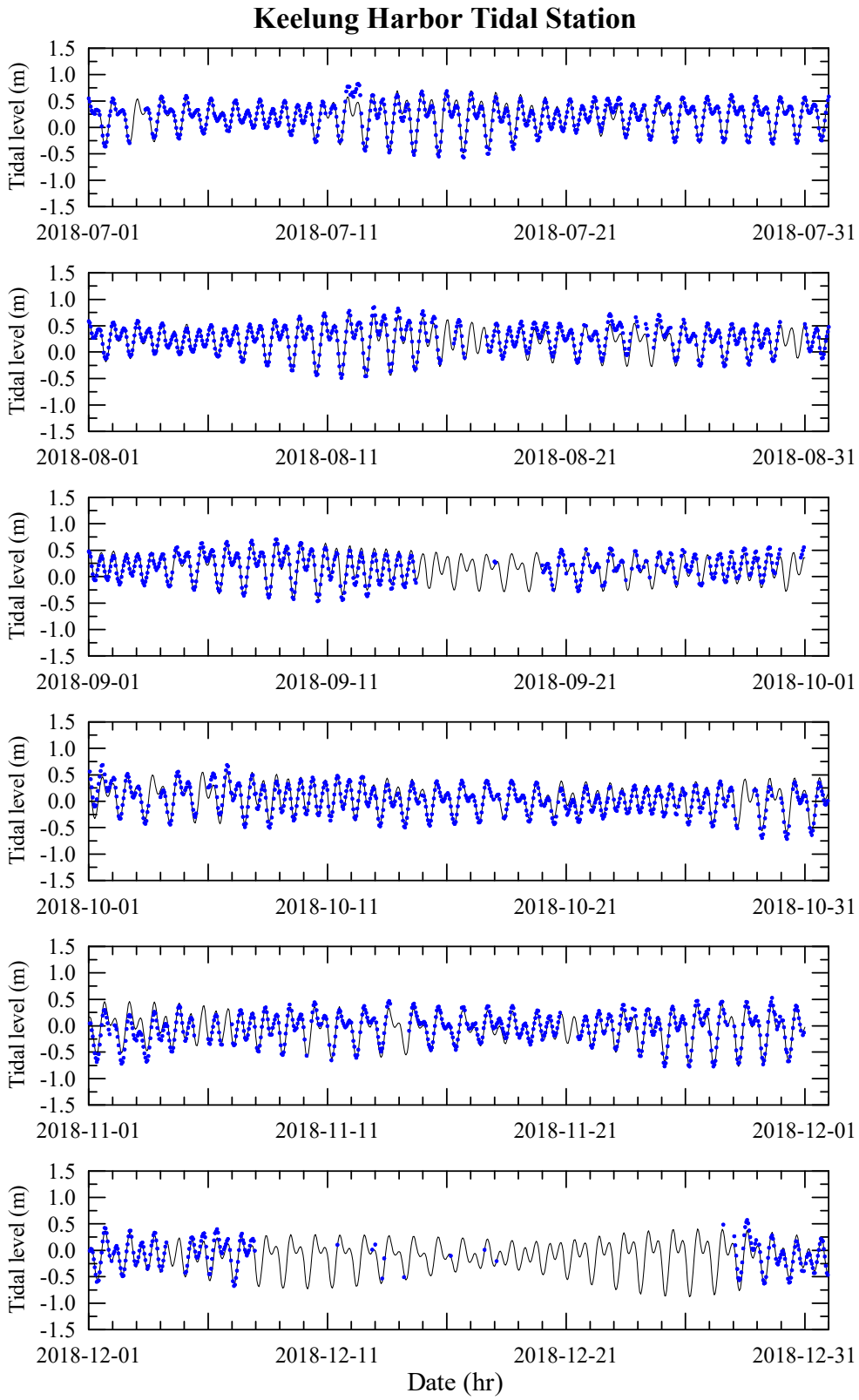


圖 4.7　(續)基隆港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

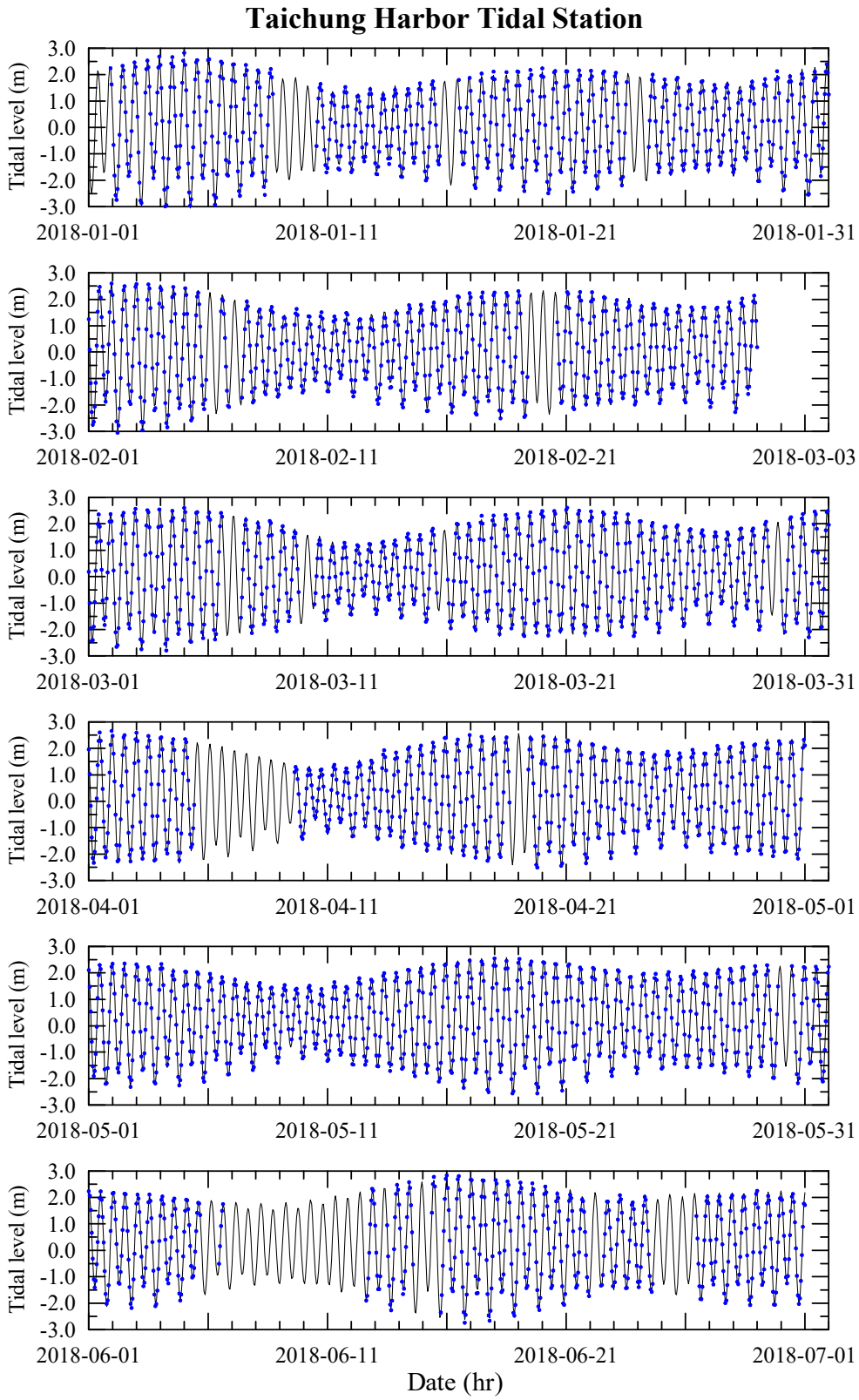


圖 4.8　臺中港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

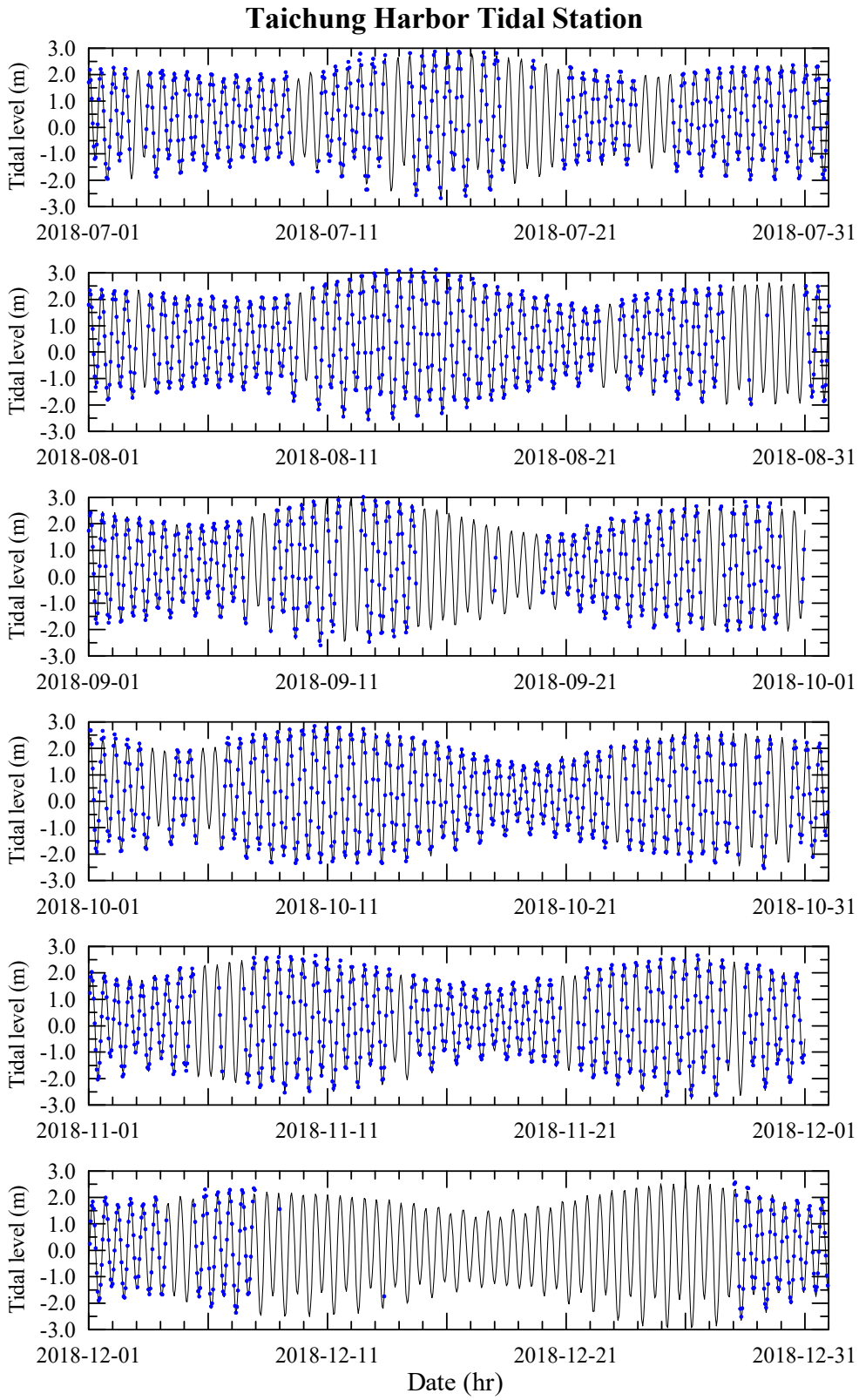


圖 4.8　(續)臺中港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

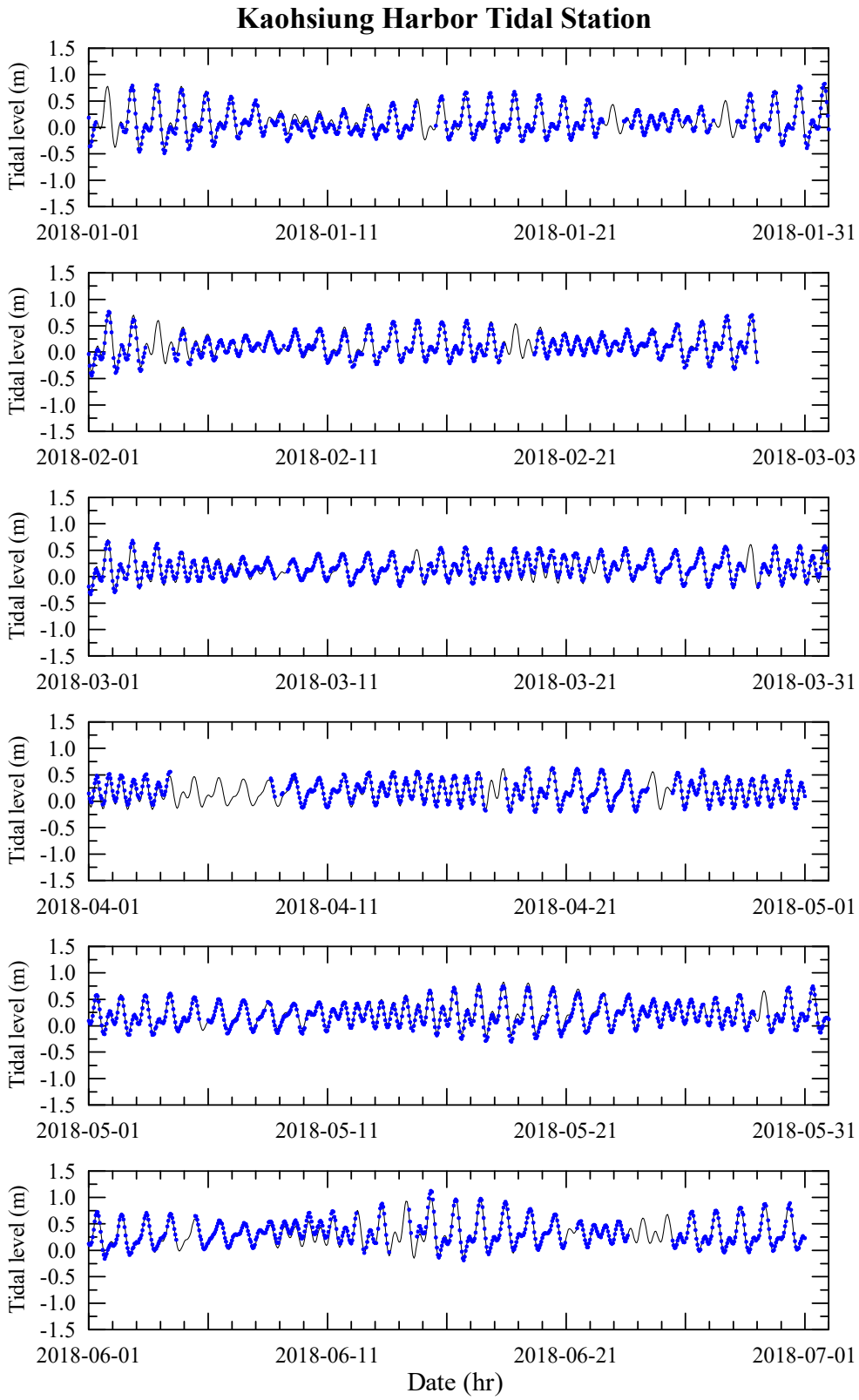


圖 4.9　高雄港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

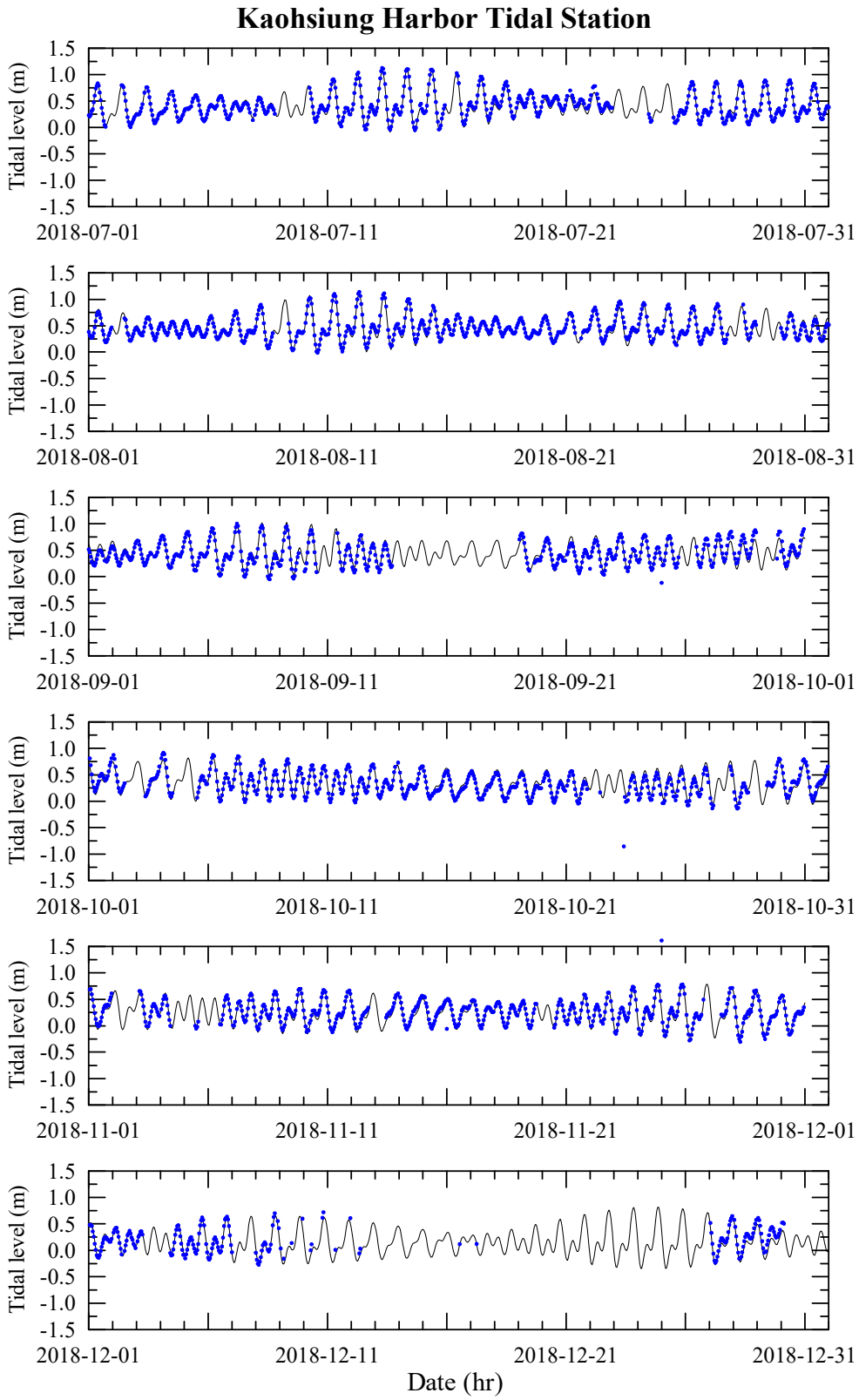


圖 4.9　(續)高雄港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

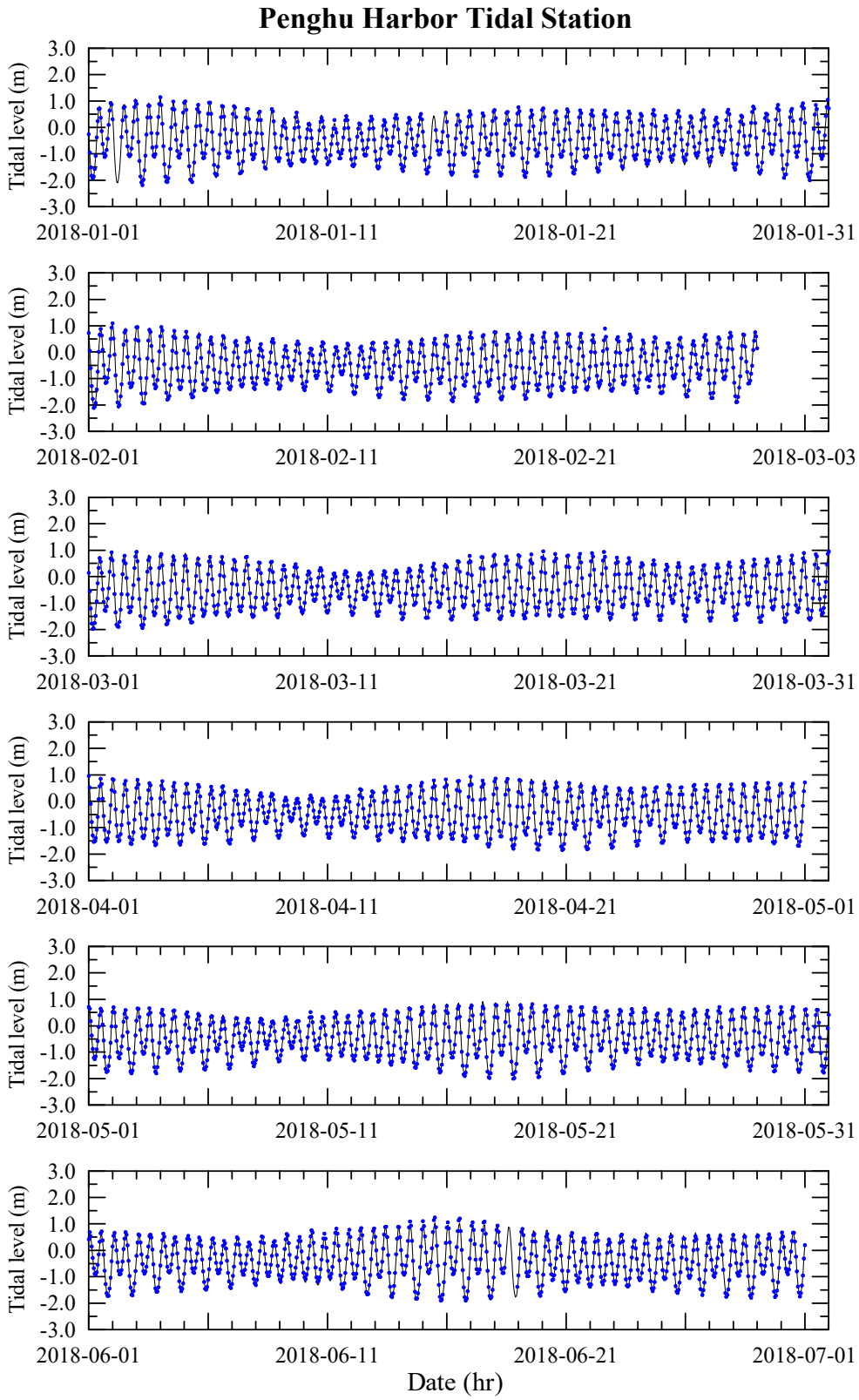


圖 4.10　澎湖馬公港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

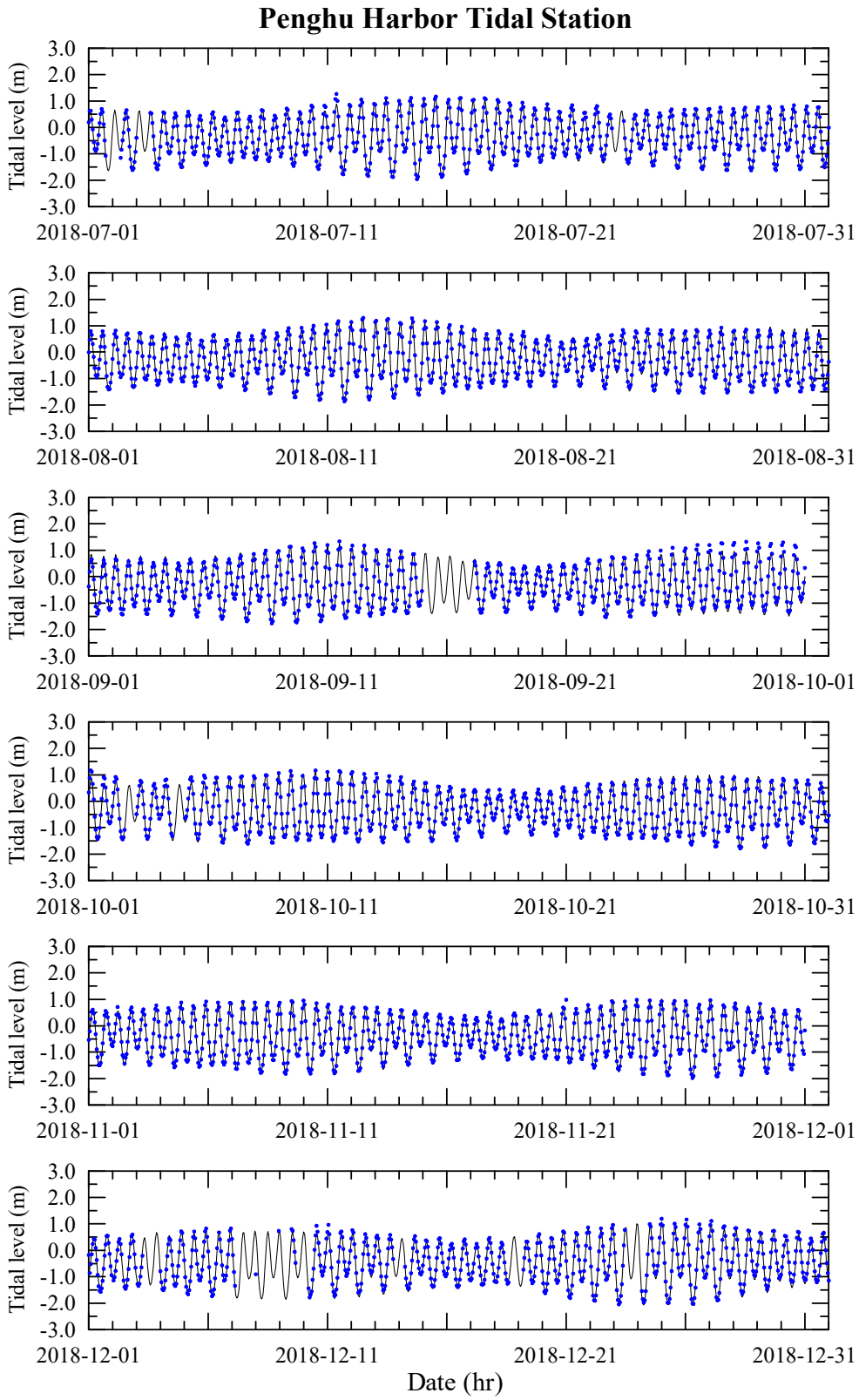


圖 4.10　(續)澎湖馬公港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

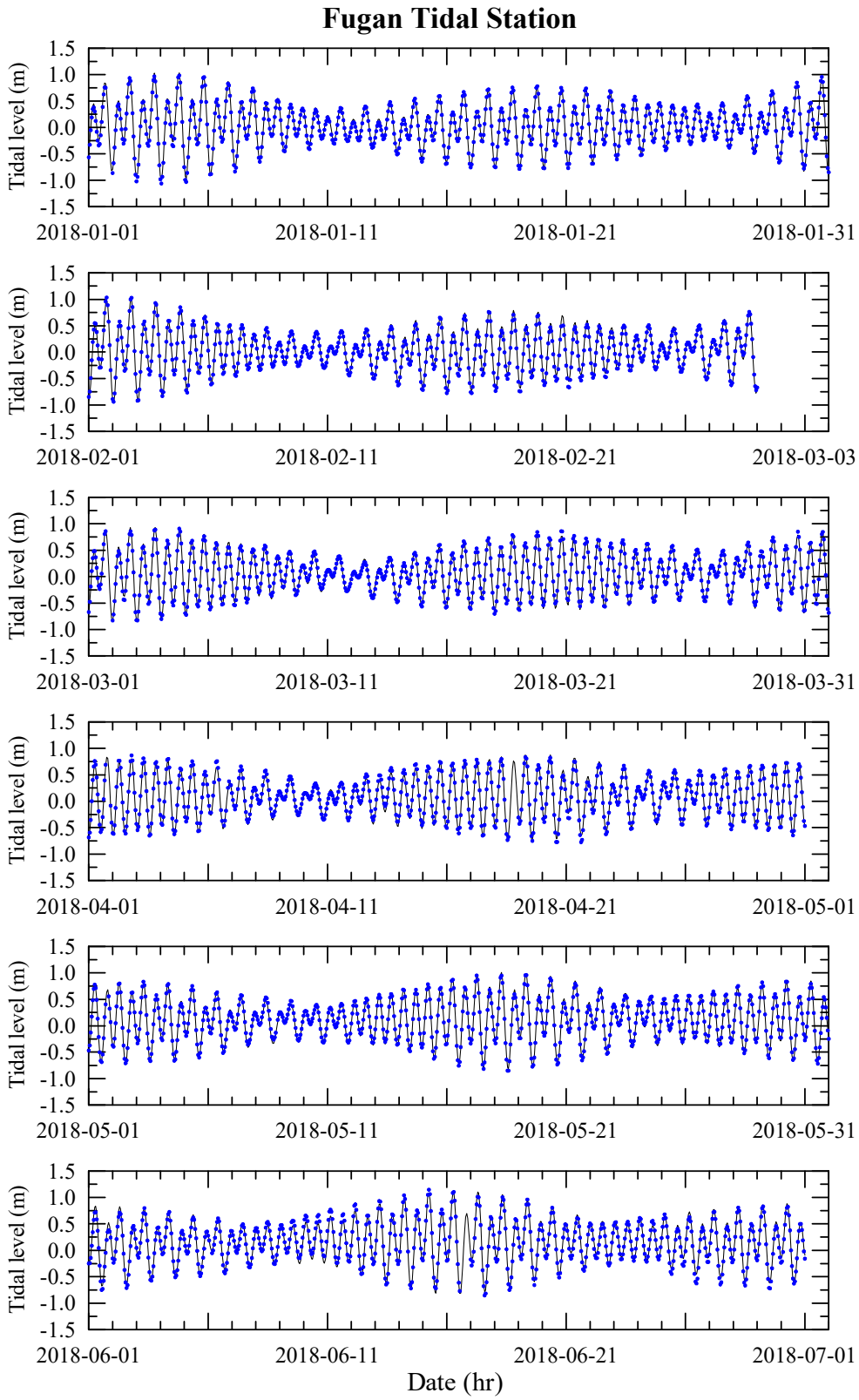


圖 4.11　富岡漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

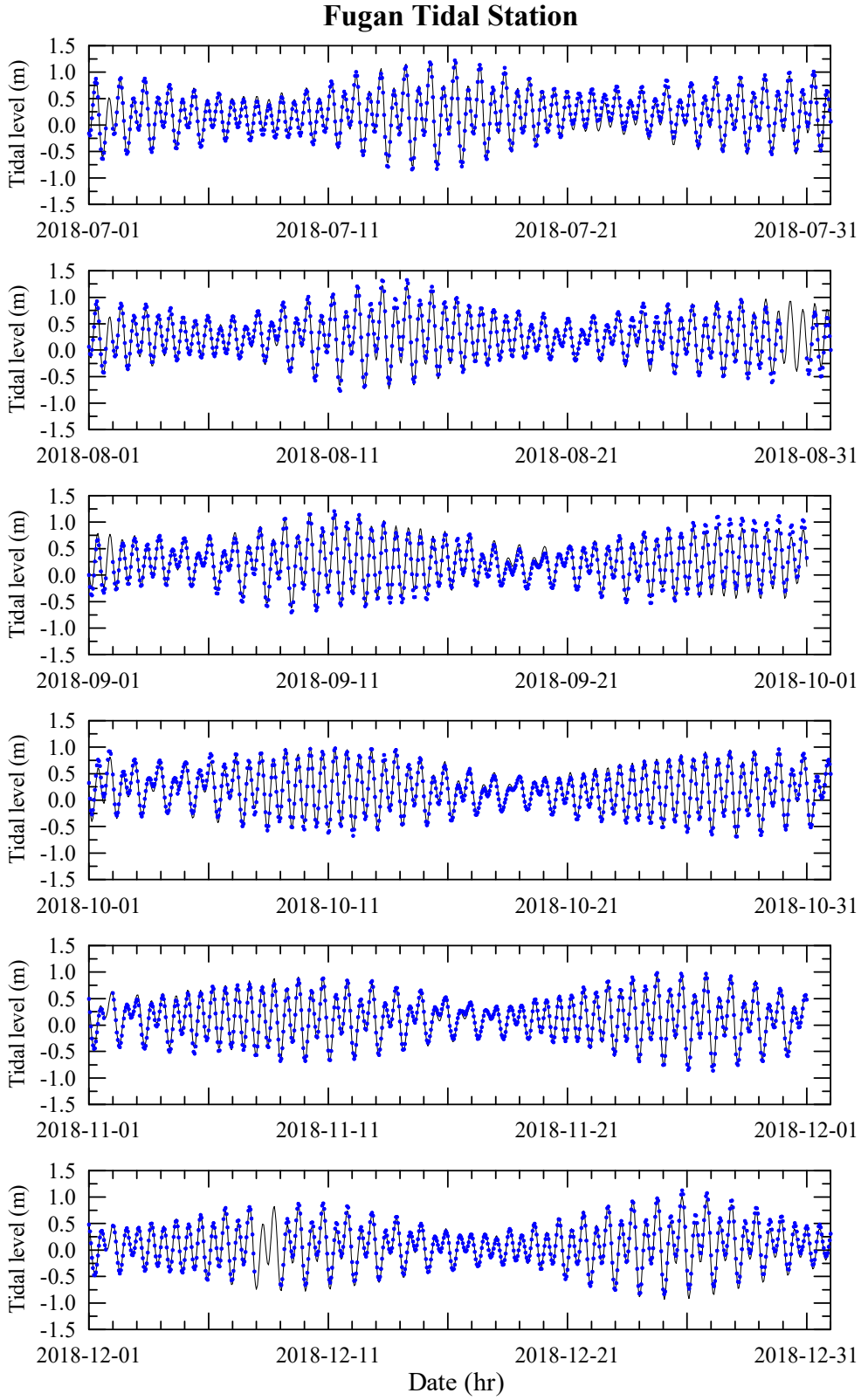


圖 4.11　(續)富岡漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

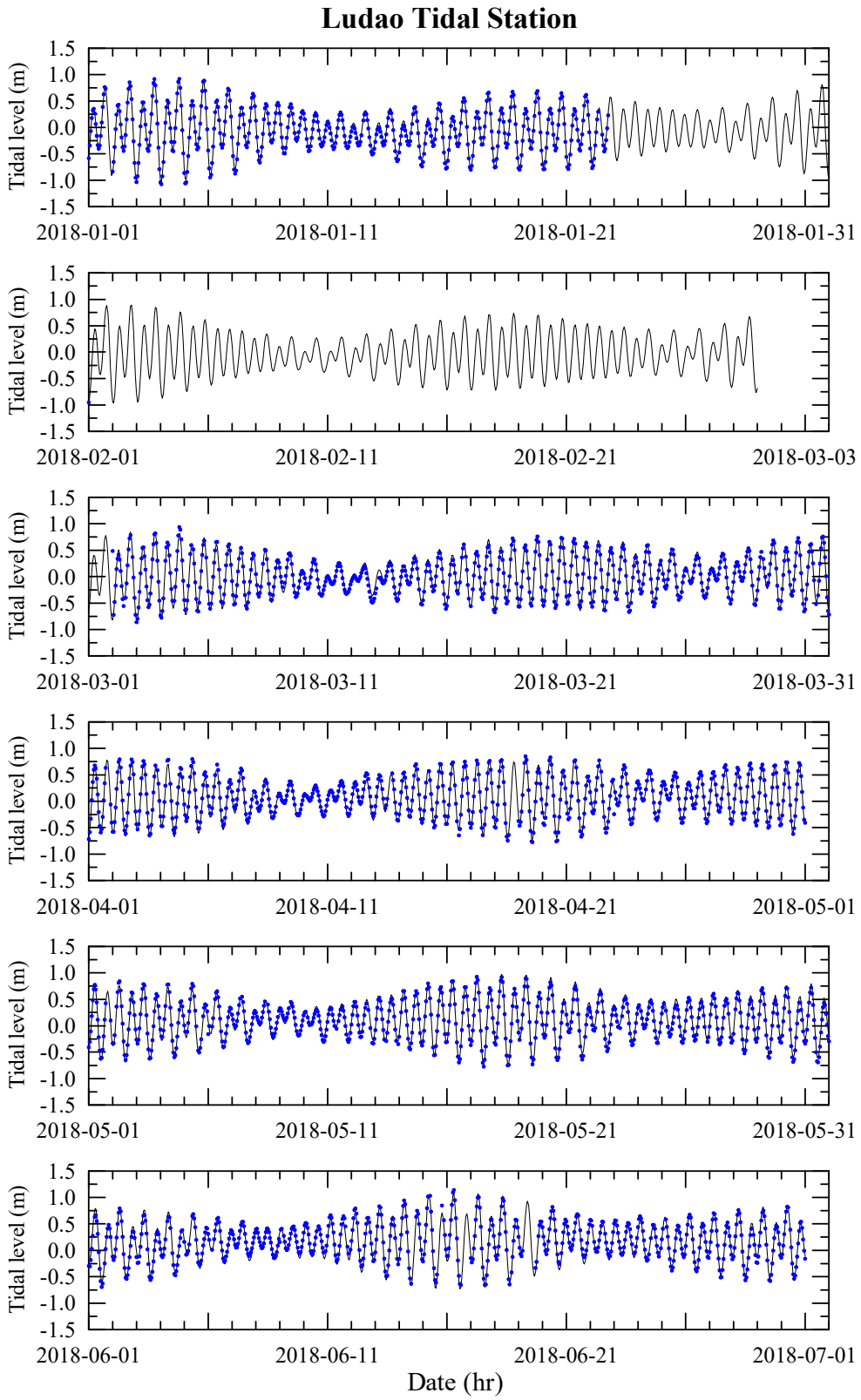


圖 4.12　綠島南寮漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

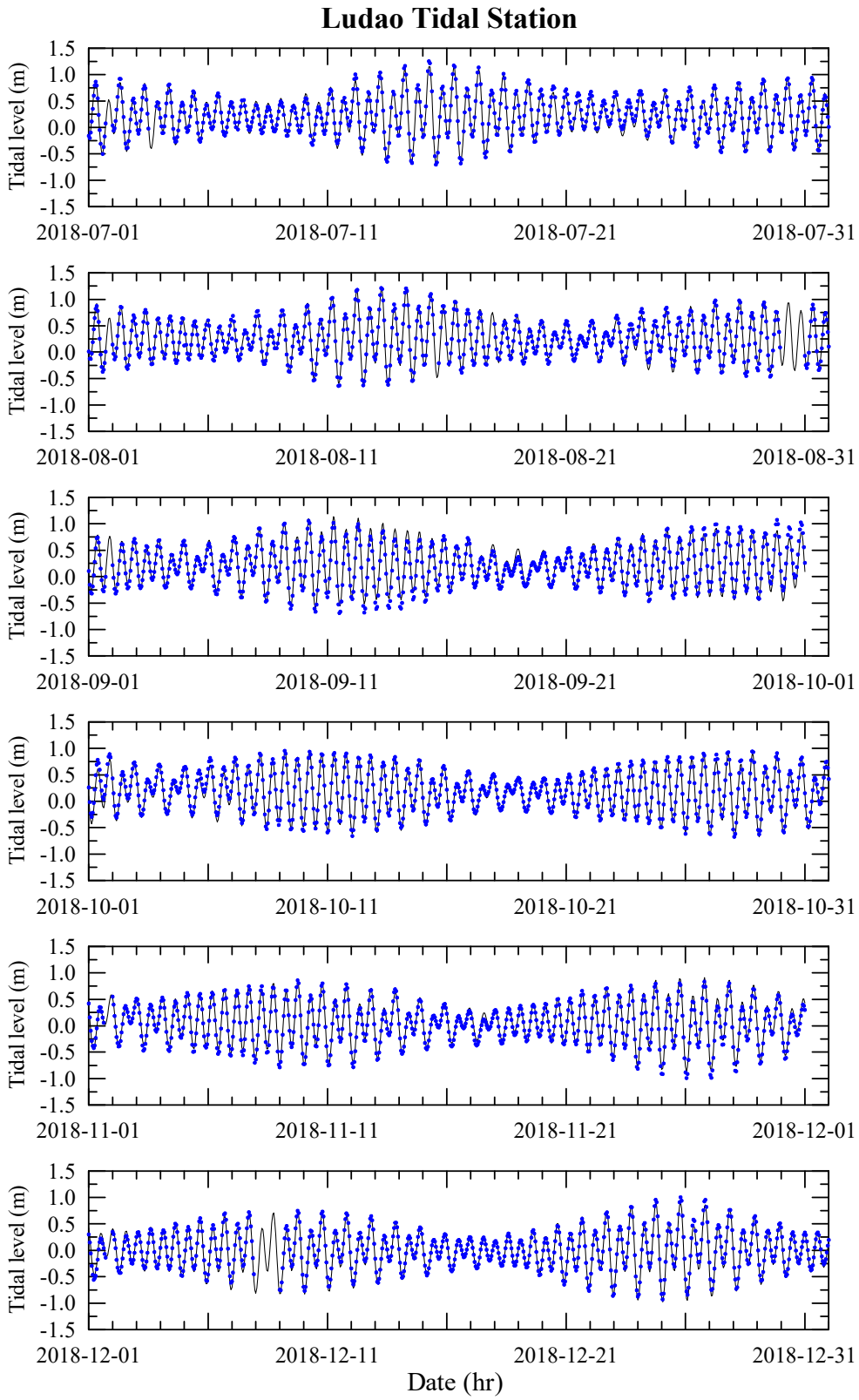


圖 4.12　(續)綠島南寮漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

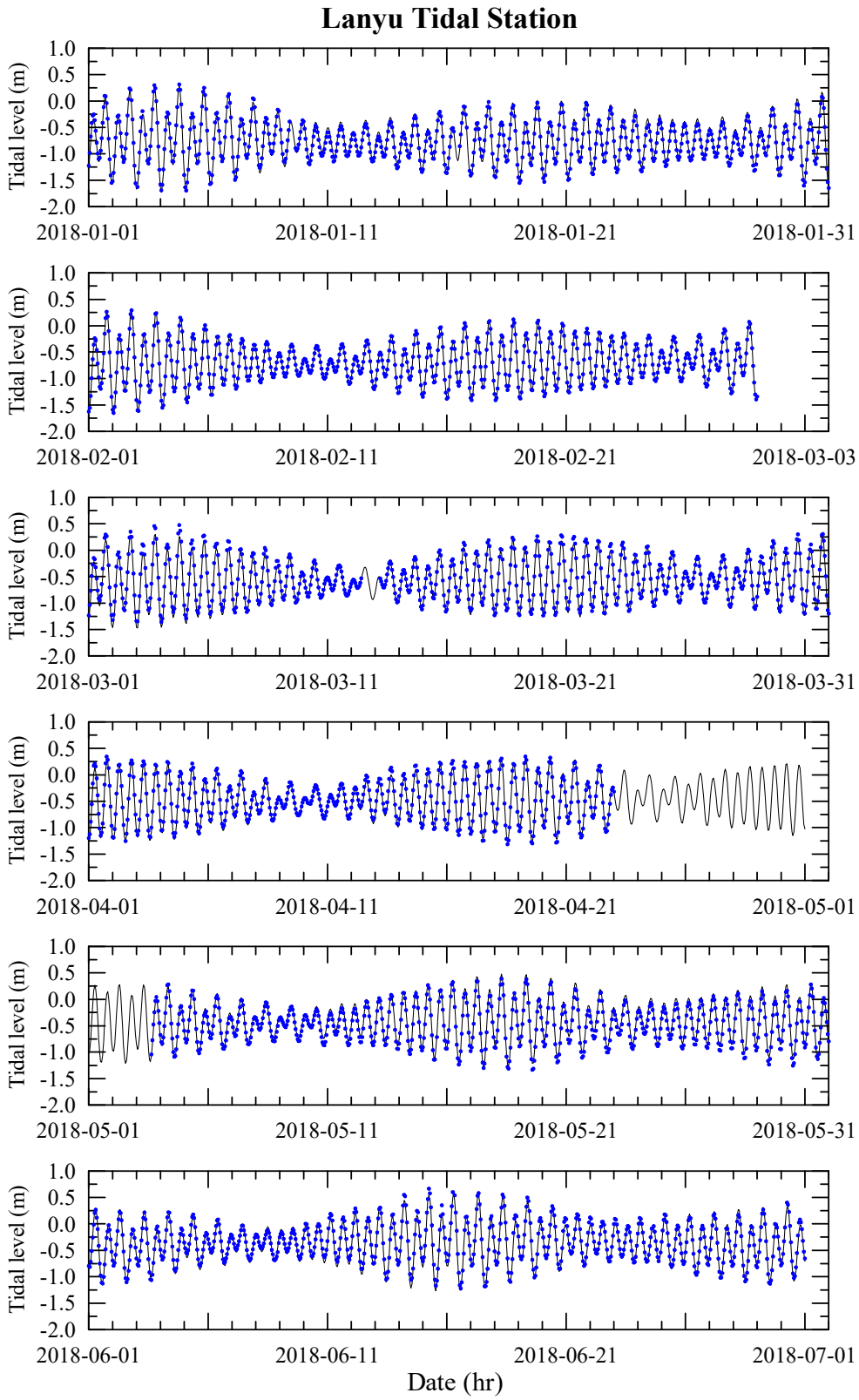


圖 4.13　蘭嶼開元漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

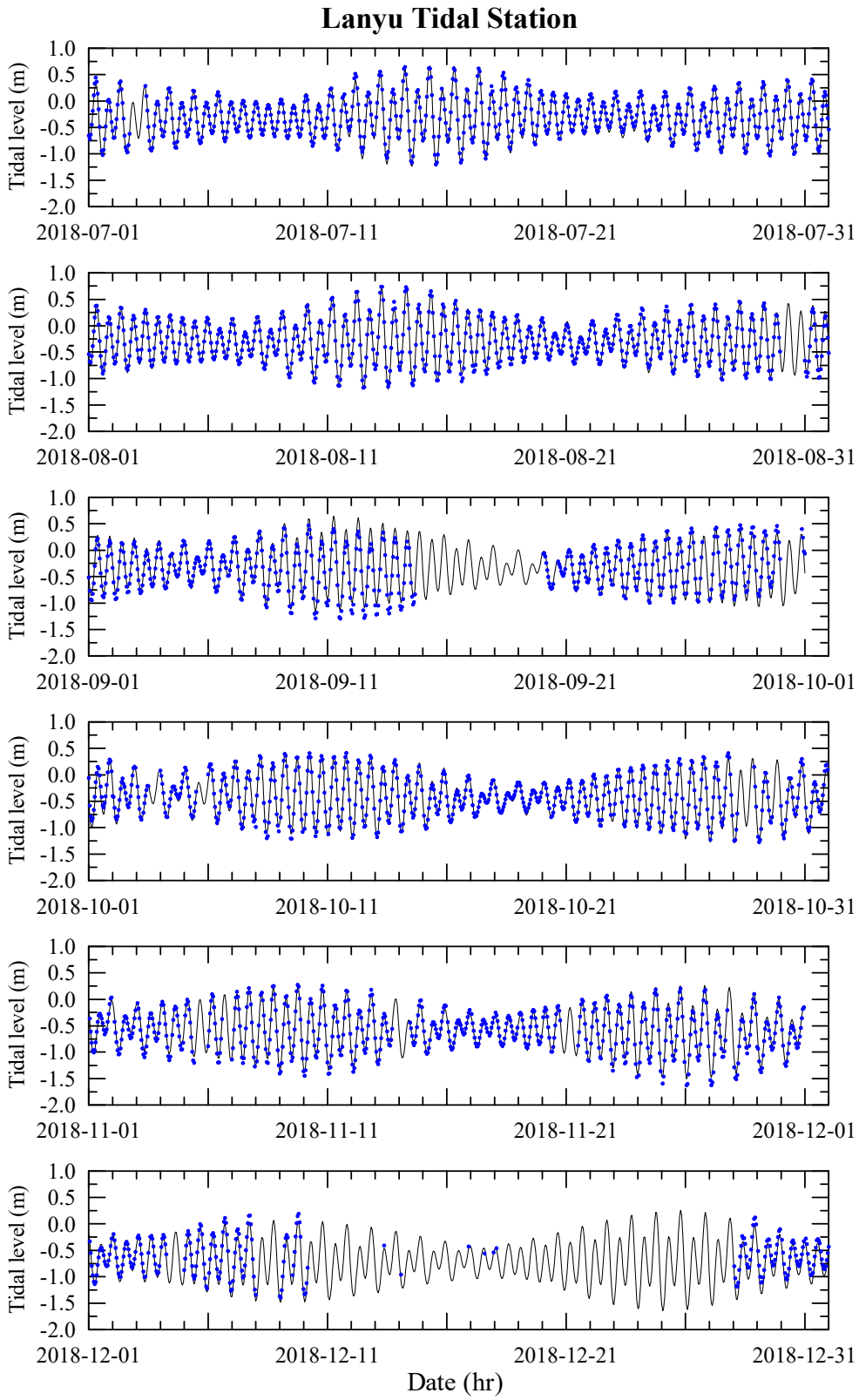


圖 4.13　(續)蘭嶼開元漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

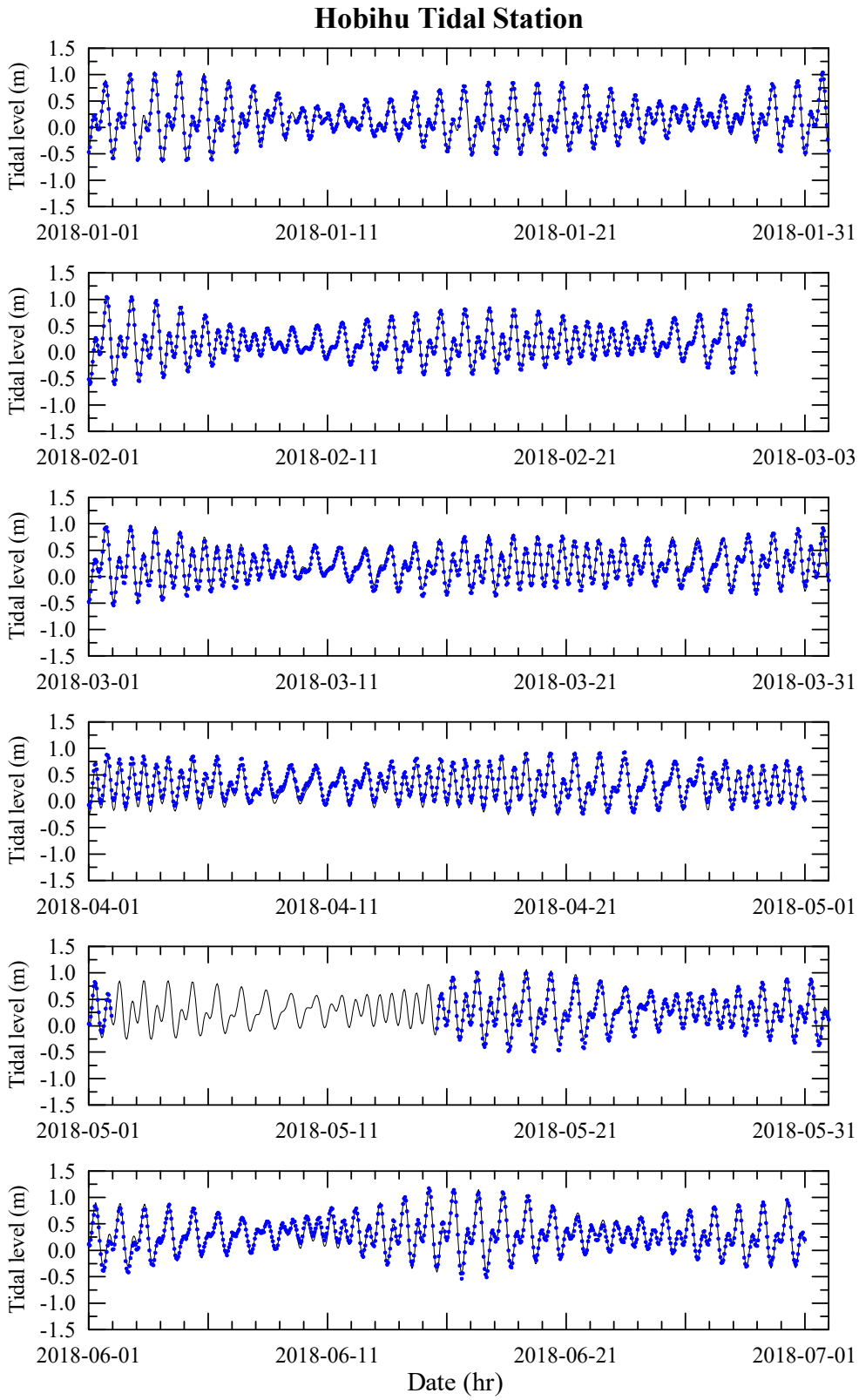


圖 4.14　後壁湖漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

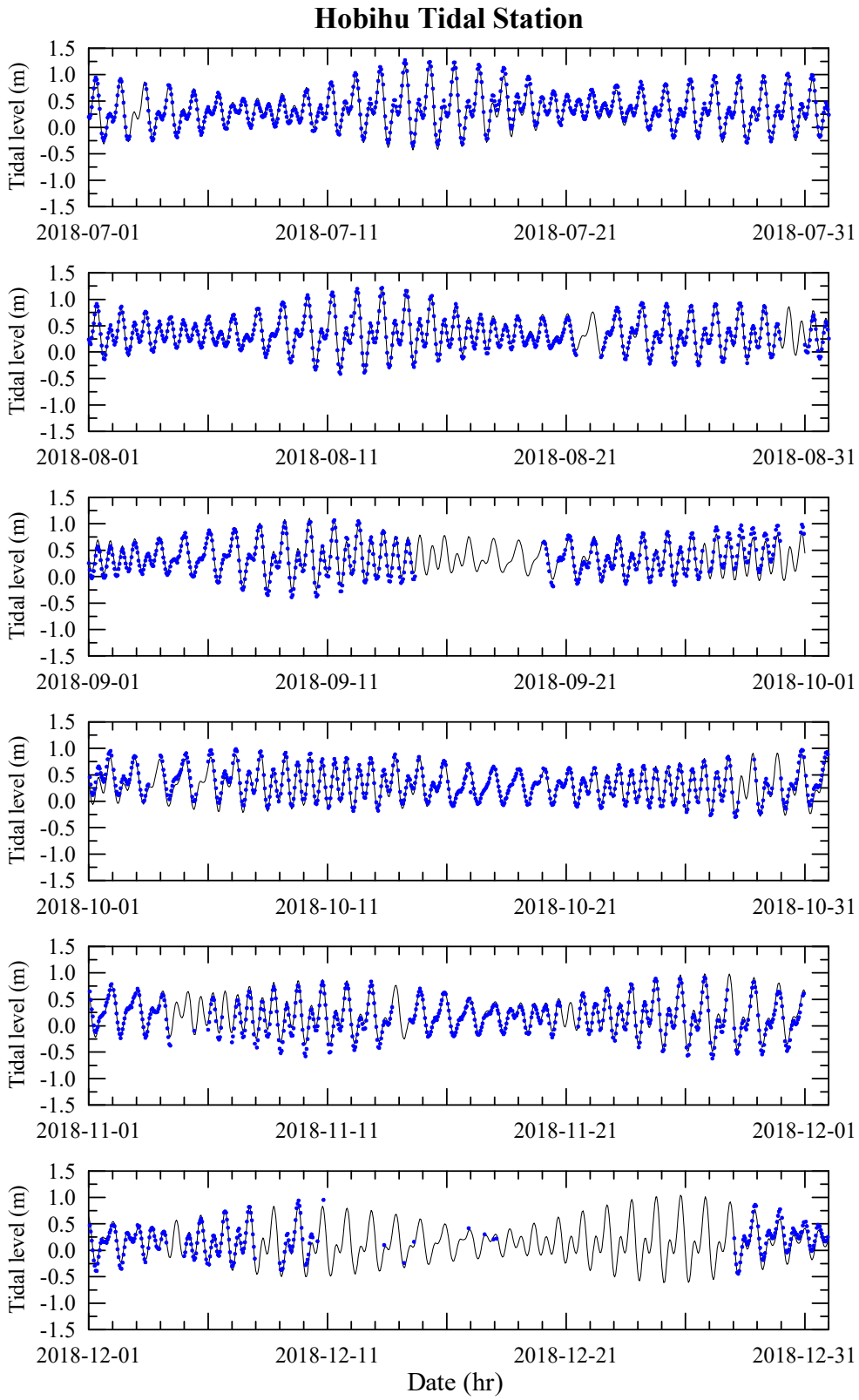


圖 4.14　(續)後壁湖漁港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

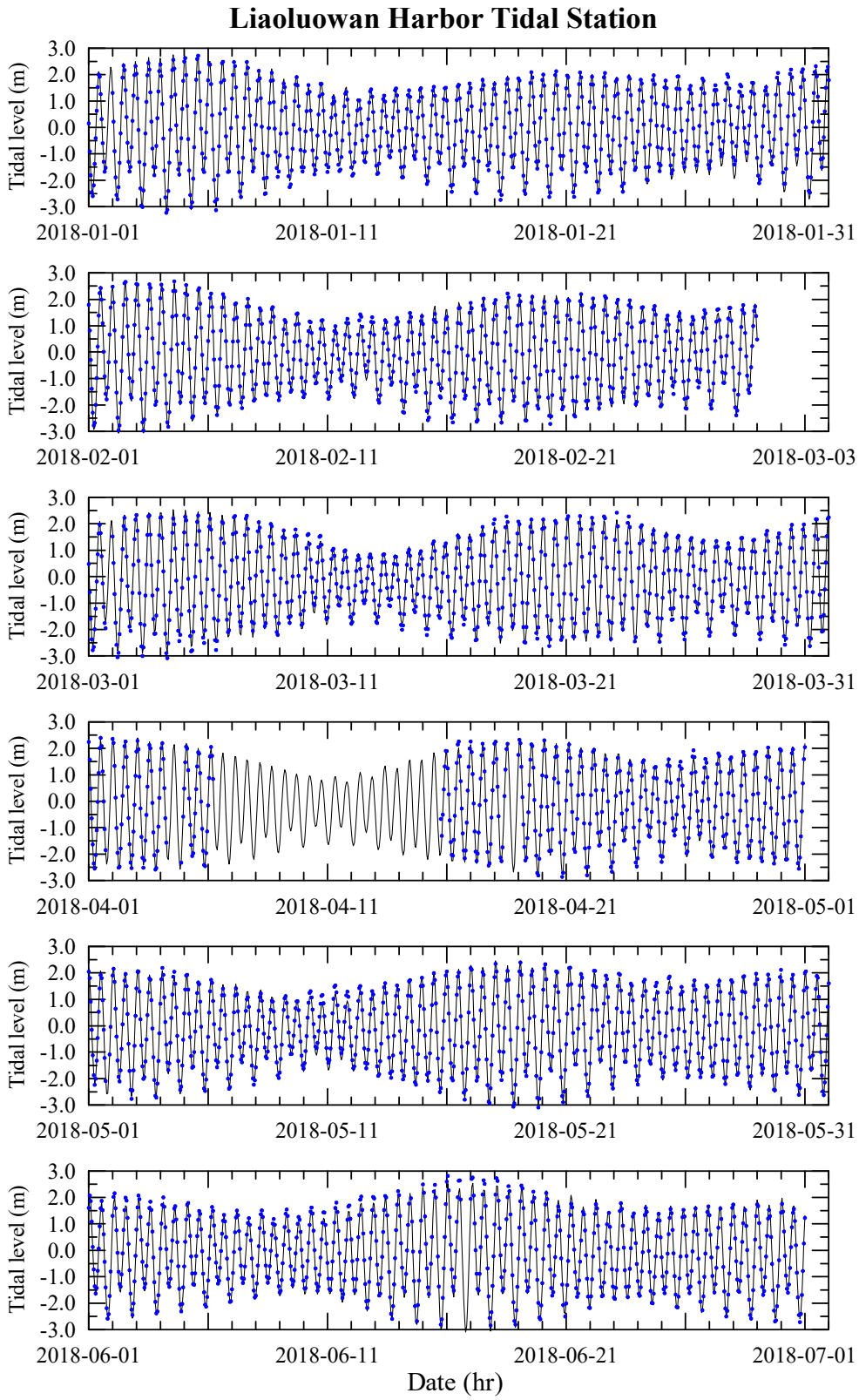


圖 4.15　金門料羅灣港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

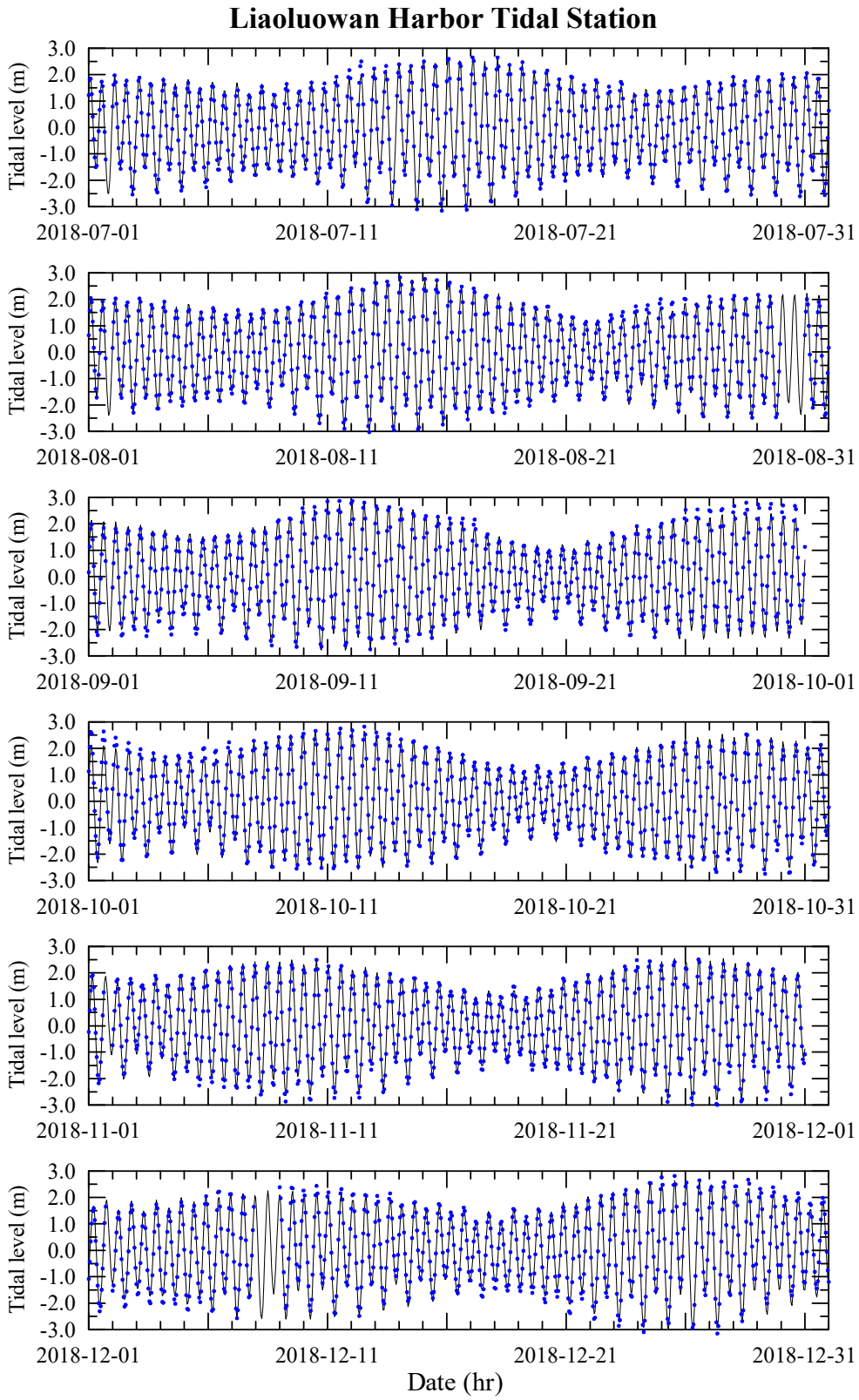


圖 4.15　(續)金門料羅灣港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

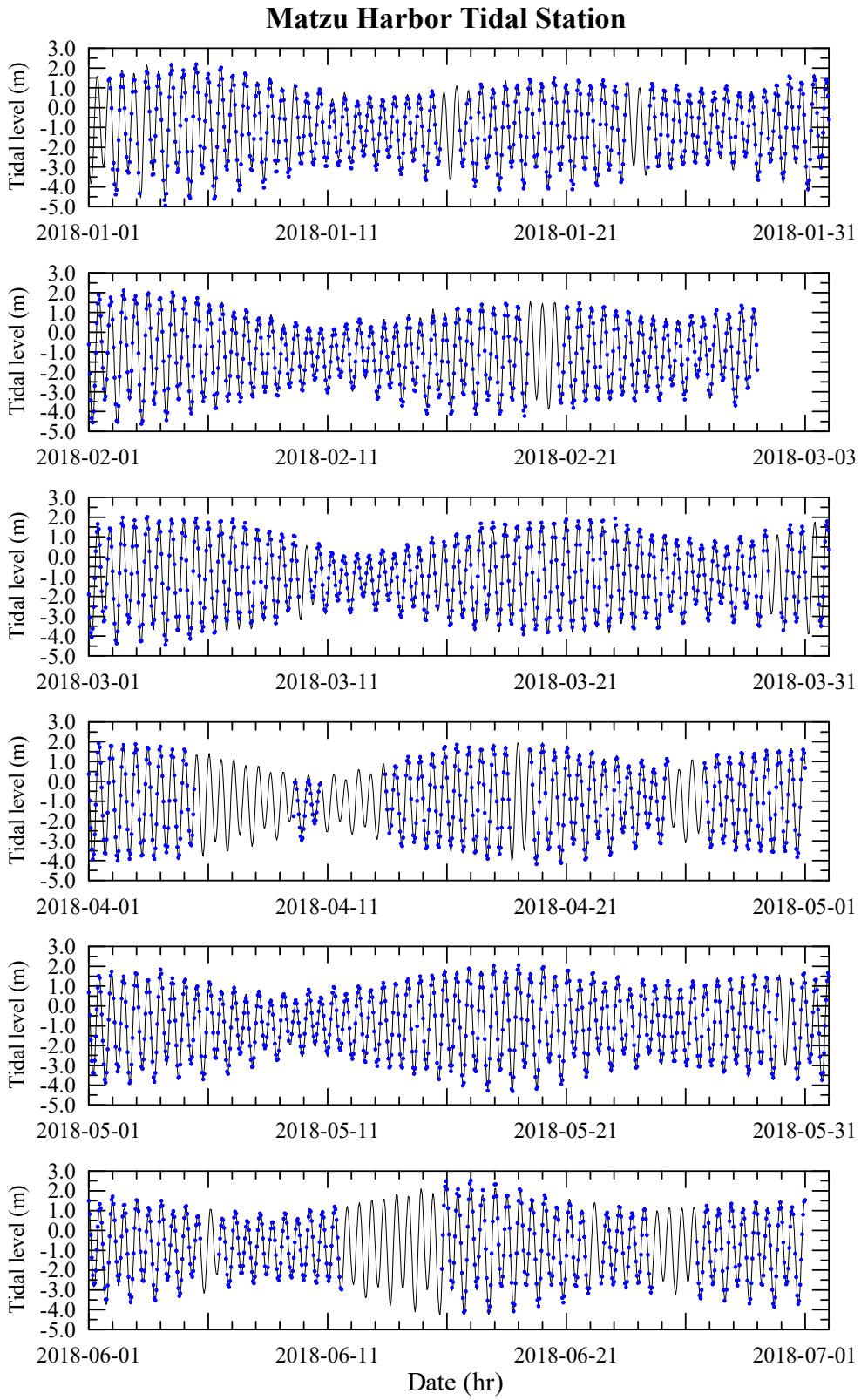


圖 4.16　馬祖港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

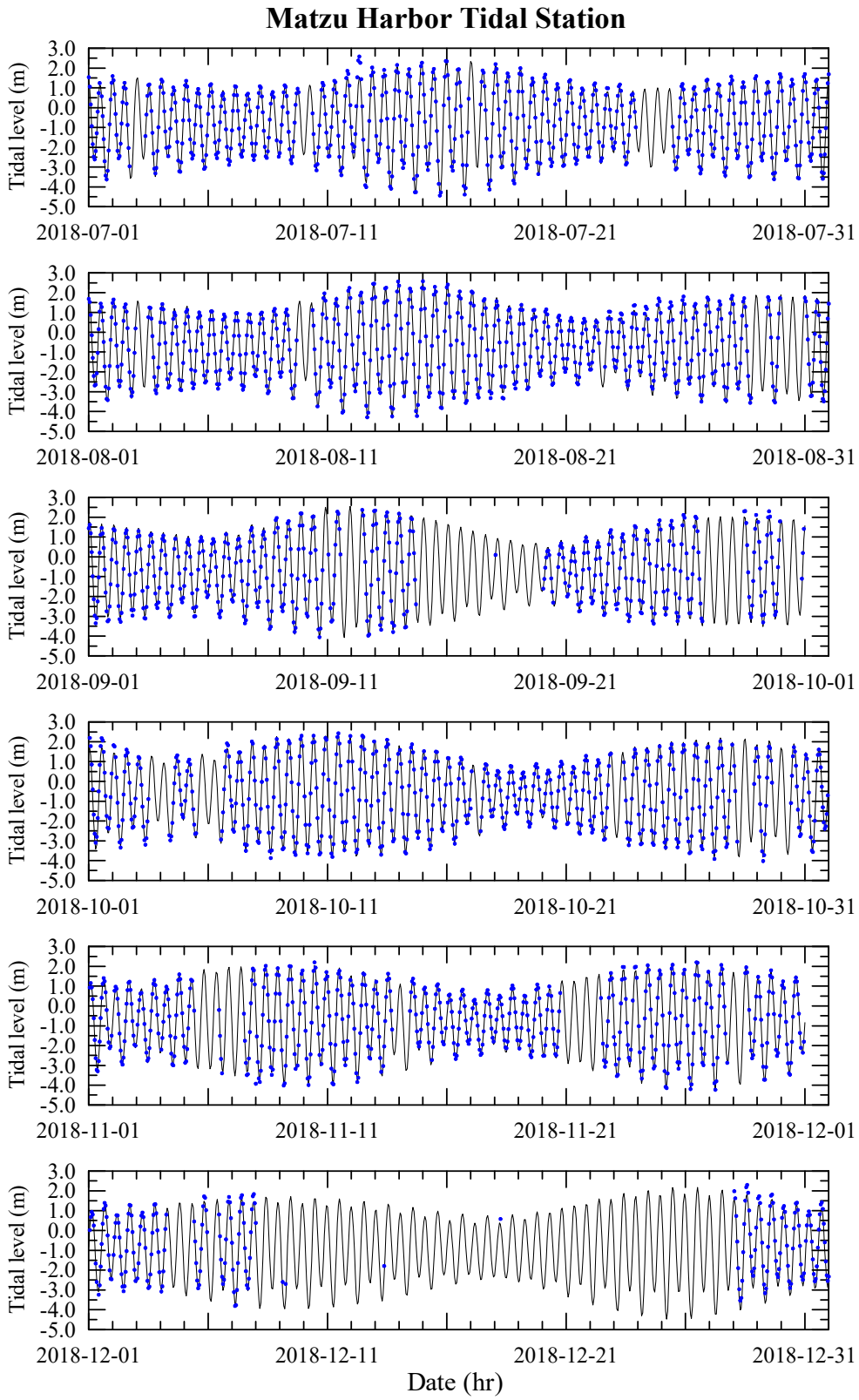


圖 4.16　(續)馬祖港 2018 年潮位資料(點)與天文潮分析值(線)之比較圖

4.2.2 天文潮模擬與水位驗證

在不考慮氣象因素(如風場及氣壓場)之情況下，本計畫中尺度臺灣周圍海域水動力模組可以模擬臺灣周圍海域天文潮變化，因此本計畫利用中尺度臺灣周圍海域水動力模組模擬2019全年臺灣周圍海域天文潮變化。本計畫選取花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺中港、高雄港、澎湖馬公港區、富岡漁港、蘭嶼開元漁港及後壁湖漁港等9處潮位站2019年天文潮逐時預測值做為模式校驗之依據(參考 4.2.1 節)。針對中尺度臺灣周圍海域水動力模組水位模擬值，本計畫選取的水位輸出點位，如圖 4.17 所示。

針對各潮位站 2019 年天文潮調和分析預測值，本計畫先將逐時資料扣除年平均潮位值，再與模式模擬值比對，如圖 4.18 至圖 4.26 所示。模式模擬值與天文潮調和分析預測值間之均方根誤差及相關係數分析結果，如表 4.2 所列。整體水位校驗結果顯示，東部海域花蓮港(圖4.18)、蘇澳港(圖 4.19)及富岡(圖 4.24)等地區模式模擬結果與調和分析預測值間水位變化趨勢相當近似，相關係數均大於 0.9，均方根誤差值亦小於 0.1m；蘭嶼(圖 4.25)受到模式網格解析度不足以模擬當地海岸地形變化之影響，因此模式模擬結果與調和分析預測值間均方根誤差較大約為 0.18m。北部海域基隆港(圖 4.20)因潮汐型態屬於偏向全日潮之混合潮型，因此模式模擬結果與調和分析預測值間水位變化趨勢相近，相關係數約為 0.88，均方根誤差值約為 0.13m。西部海域臺中港(圖4.20)模式模擬結果與調和分析預測值間相關係數約為 0.99，具有高度相關性，因潮差大均方根誤差值約為 0.24m；澎湖海域(圖 4.23)模式模擬結果與調和分析預測值間水位變化有較明顯的相位差，因此相關係數約為 0.73，均方根誤差值約為 0.54m，需要進一步修正模式參數或水位輸出點位。西南海域高雄港(圖 4.22)及南部海域後壁湖(圖 4.26)模式模擬結果與調和分析預測值間相關係數分別約為 0.75 及 0.91，均方根誤差值分別約為 0.17m 及 0.14m，其中高雄港相關係數較低原因仍有待探討及改善。

表 4.2　2019 年天文潮水位模擬值與天文潮調和預測值間相關係數及均方根誤差分析表

測站	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	澎湖	富岡	蘭嶼	後壁湖
RMSE	0.094	0.099	0.131	0.242	0.173	0.541	0.086	0.176	0.143
R	0.927	0.970	0.884	0.988	0.746	0.734	0.977	0.913	0.914
資料數	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760

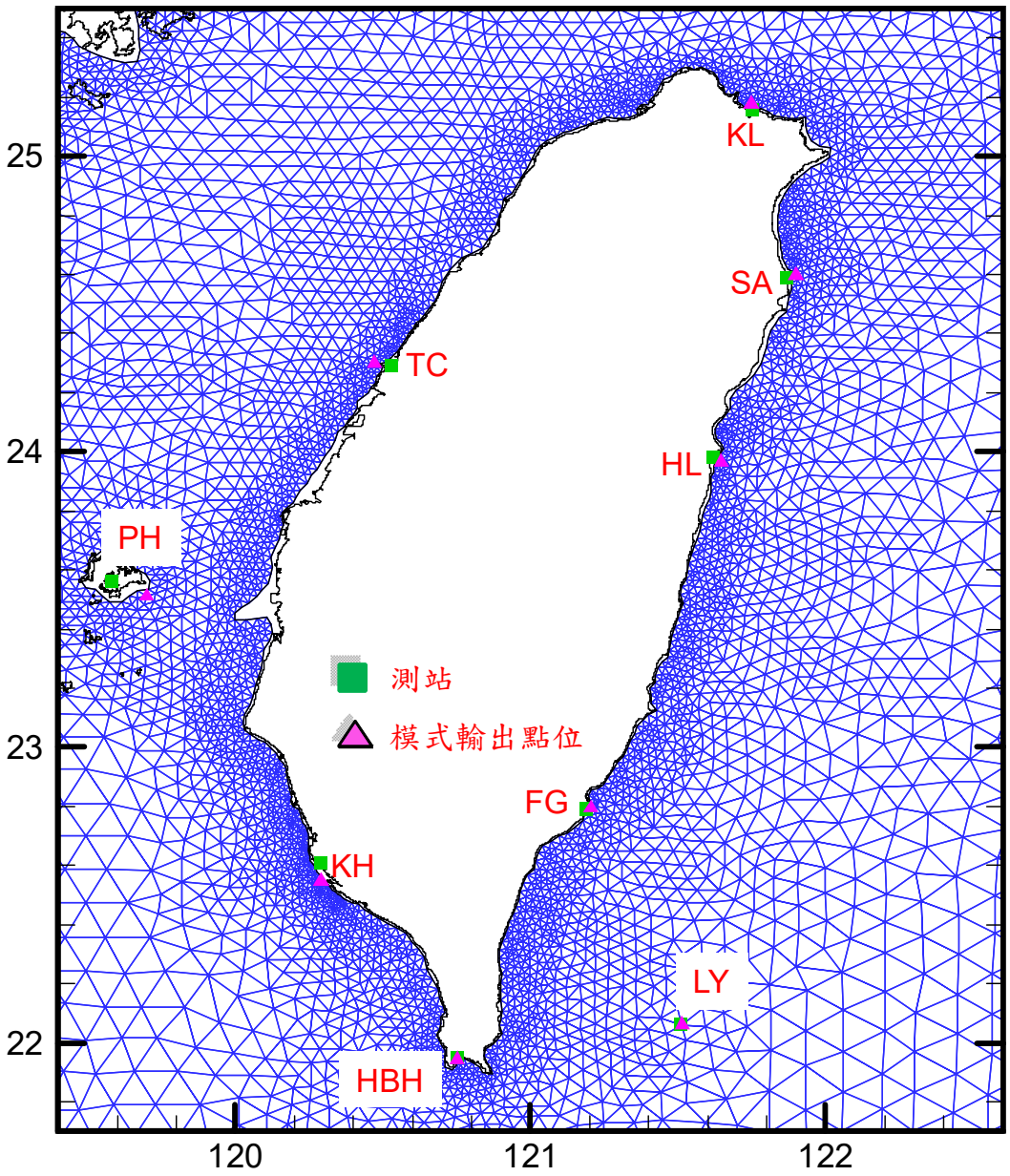


圖 4.17　中尺度水動力模組水位輸出點位及潮位測站分布圖

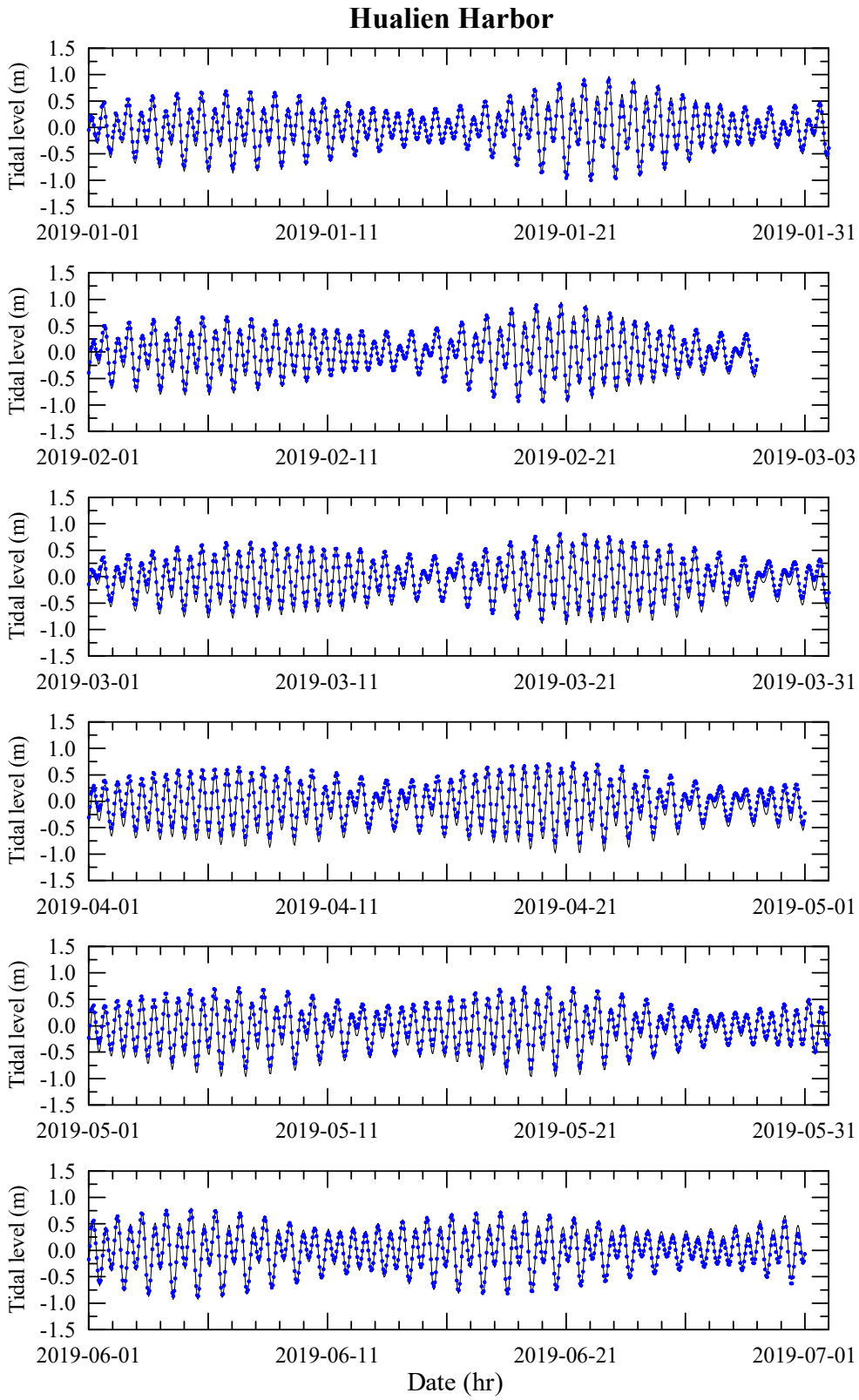


圖 4.18　花蓮港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

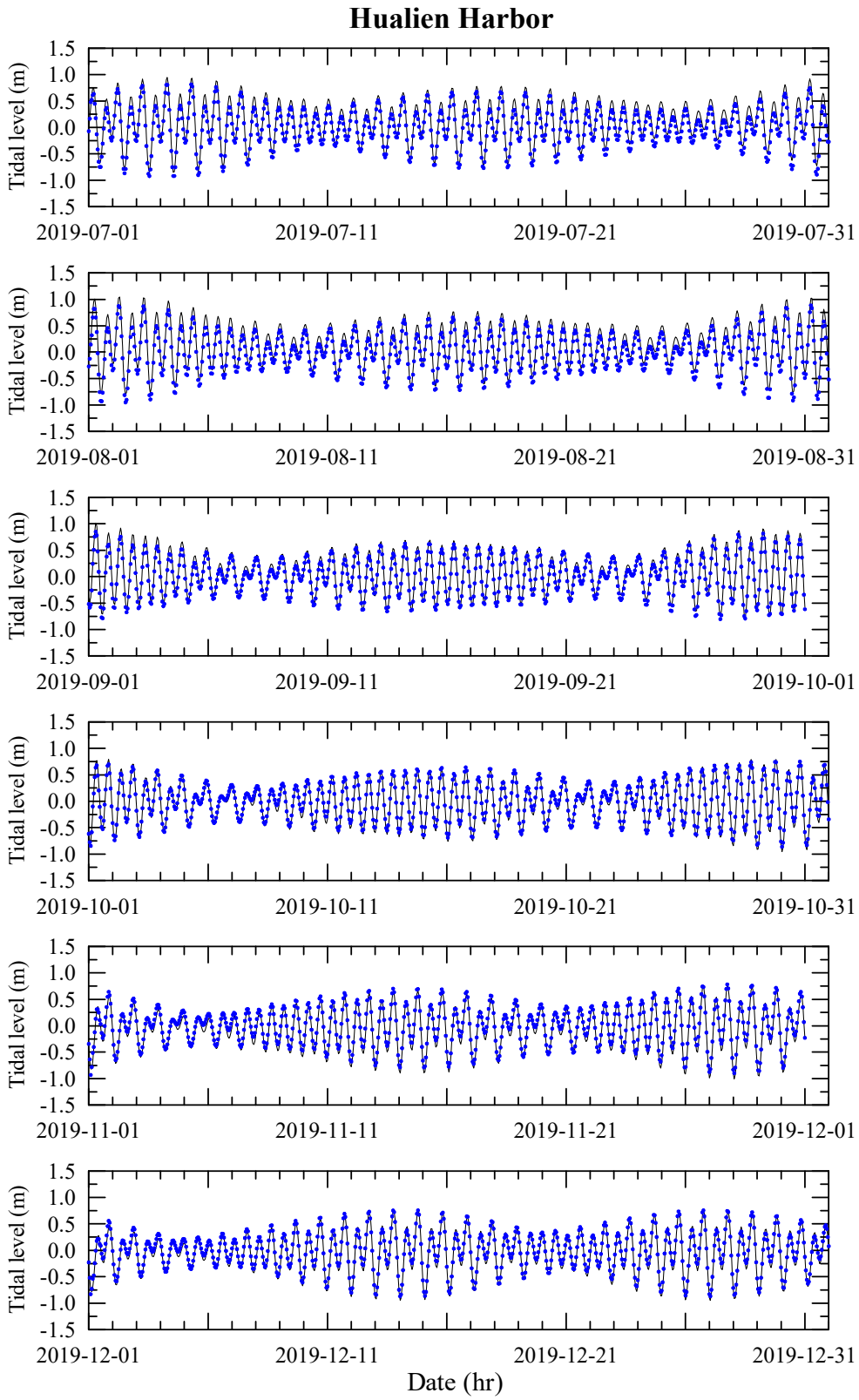


圖 4.18　(續)花蓮港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

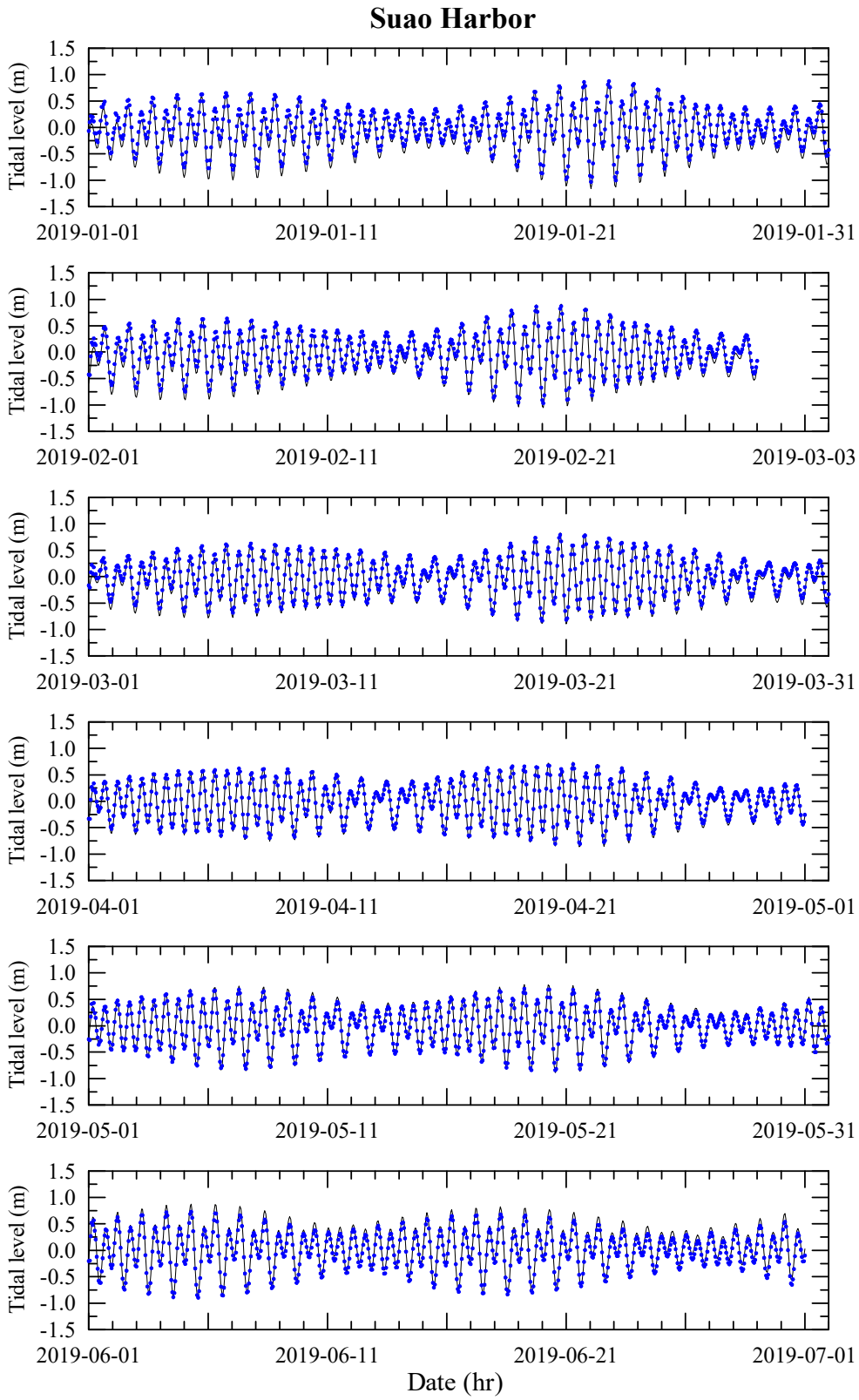


圖 4.19　蘇澳港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

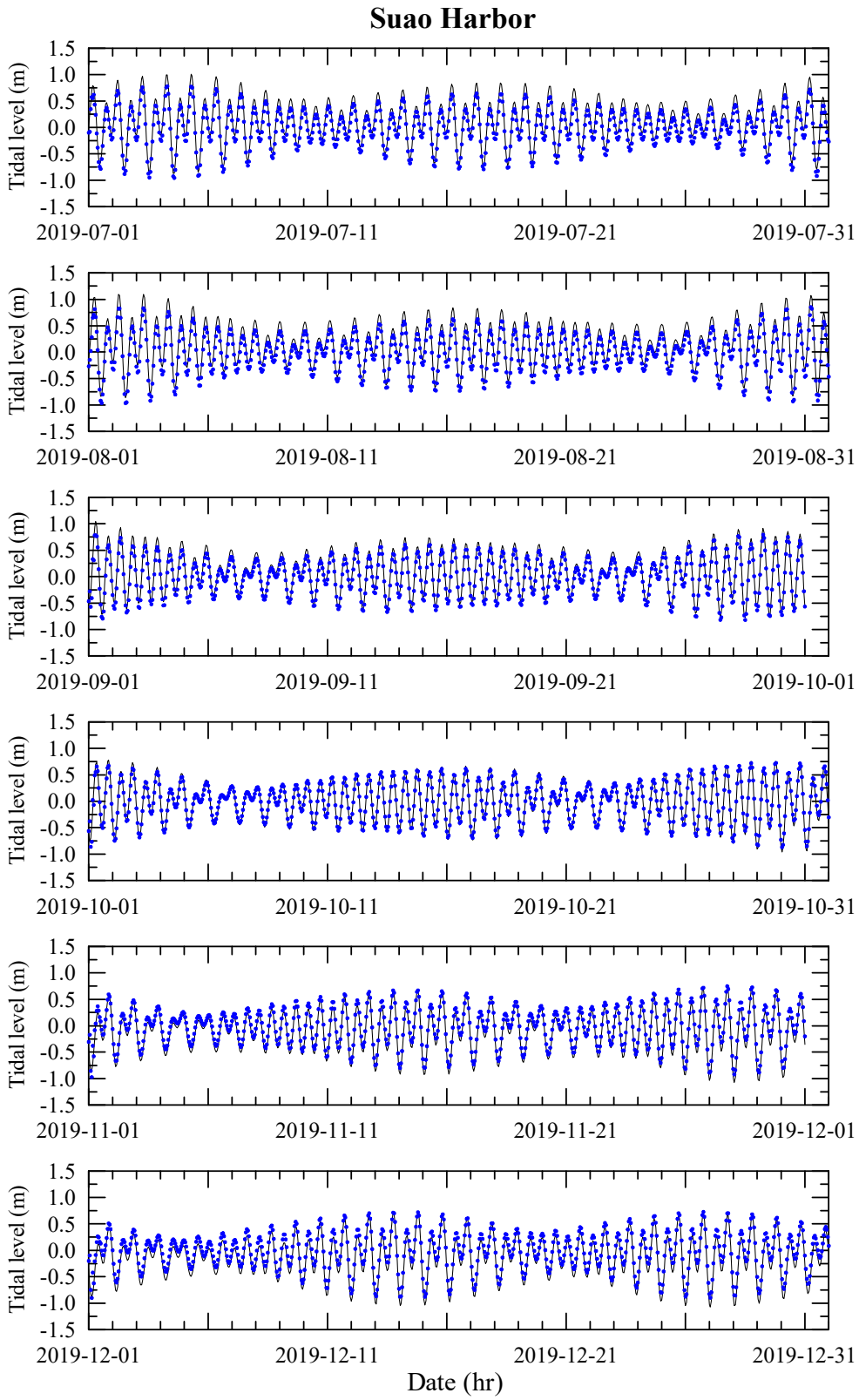


圖 4.19　(續)蘇澳港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

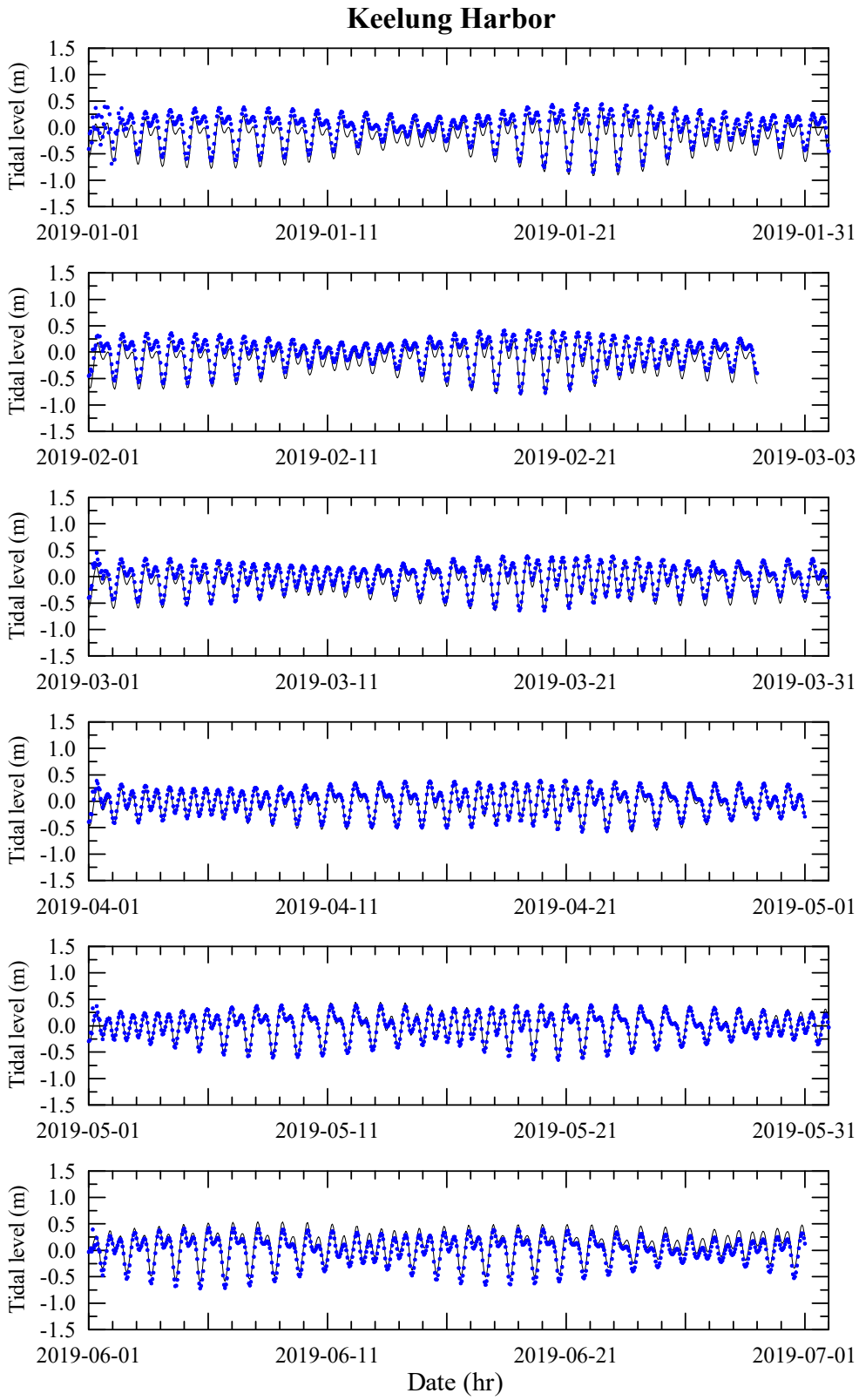


圖 4.20　基隆港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

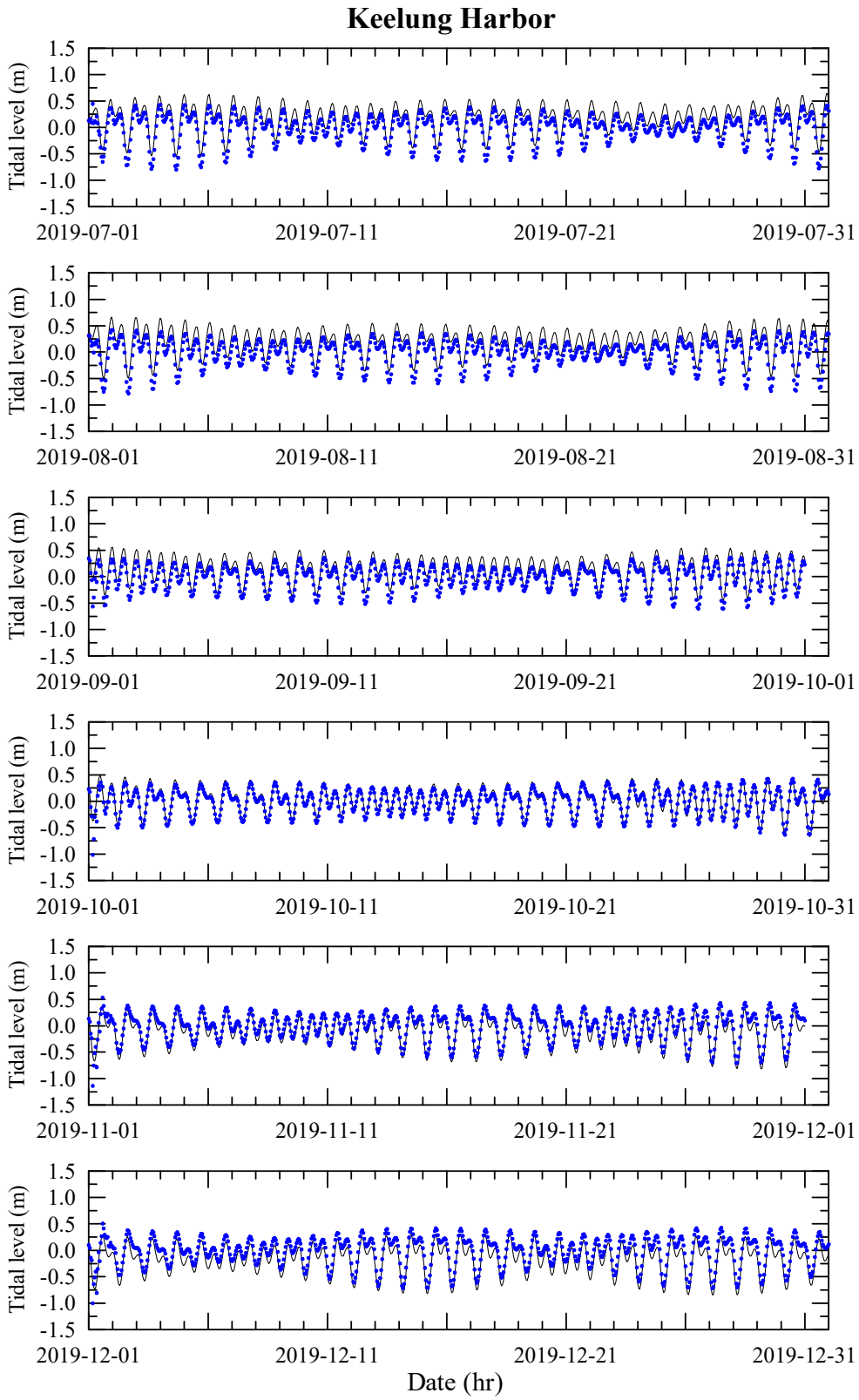


圖 4.20　(續)基隆港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

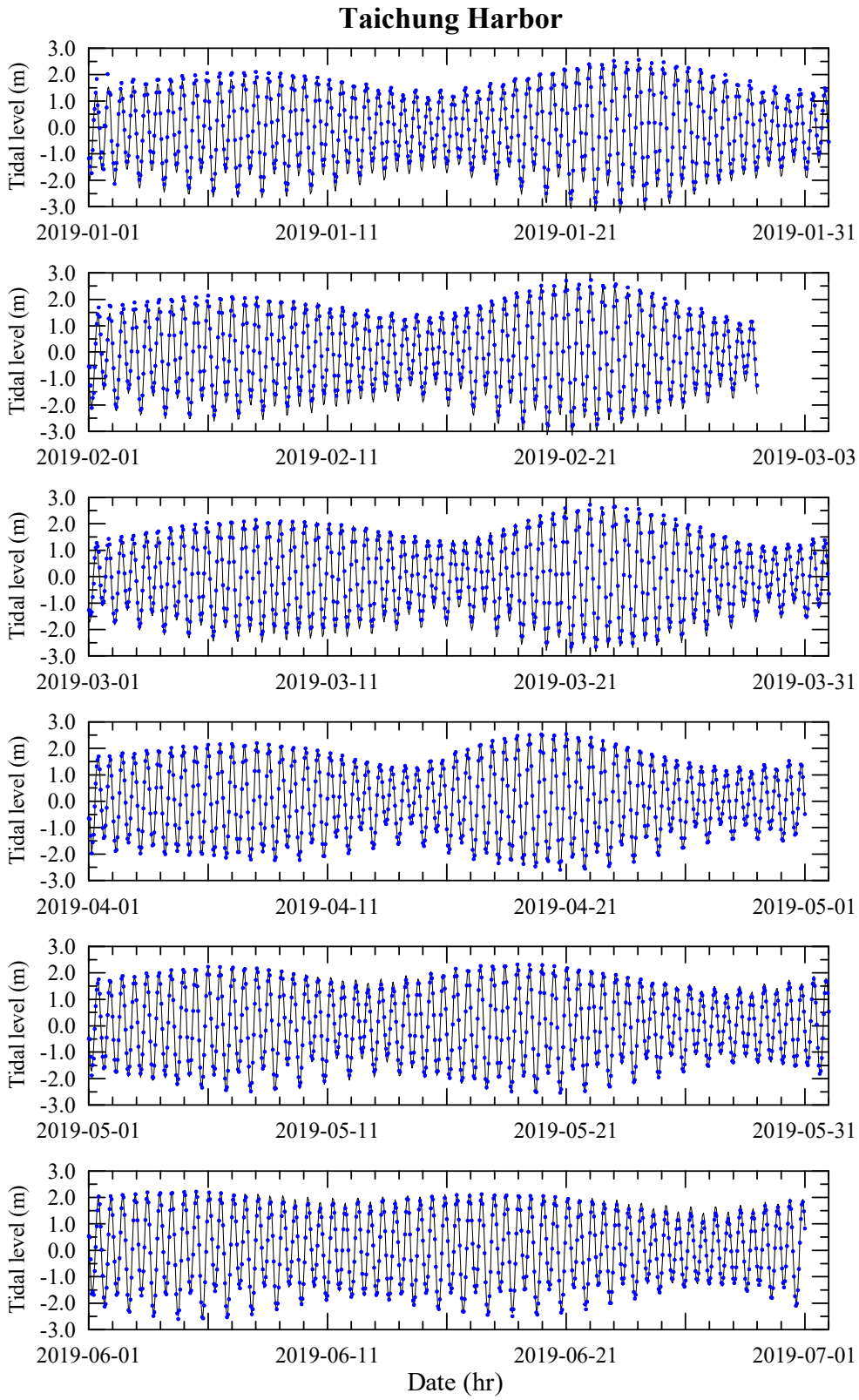


圖 4.21　臺中港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

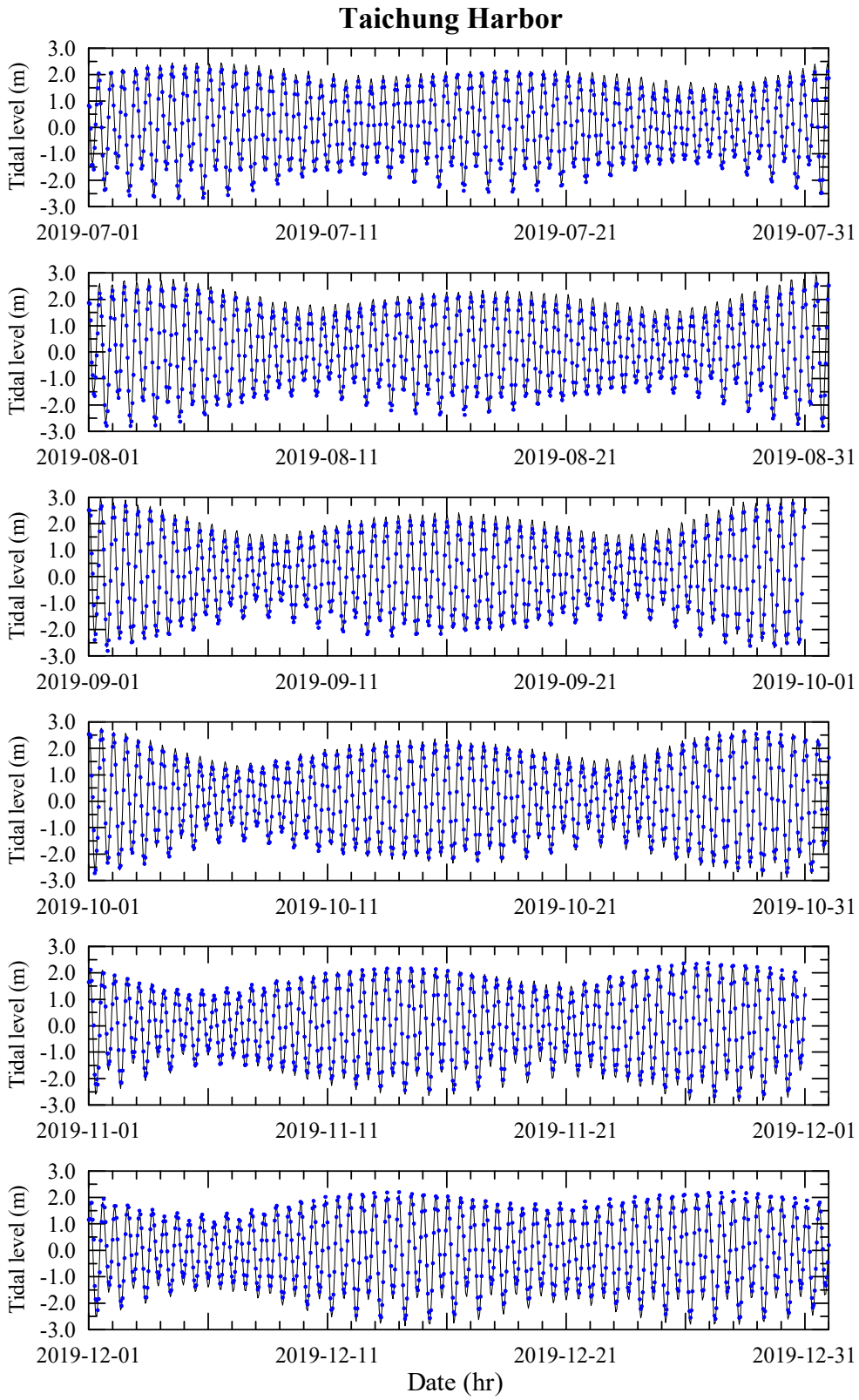


圖 4.21　(續)臺中港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

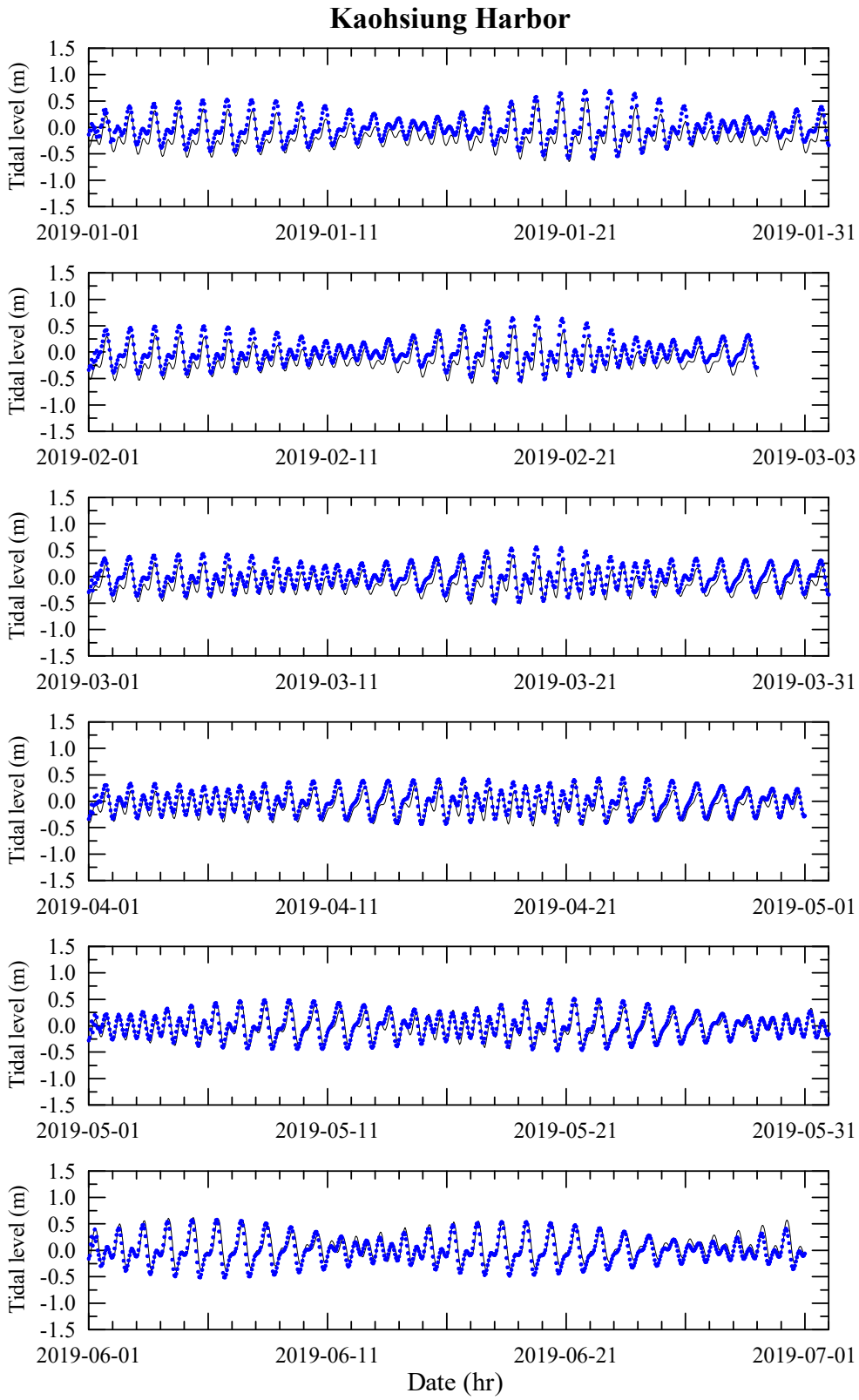


圖 4.22　高雄港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

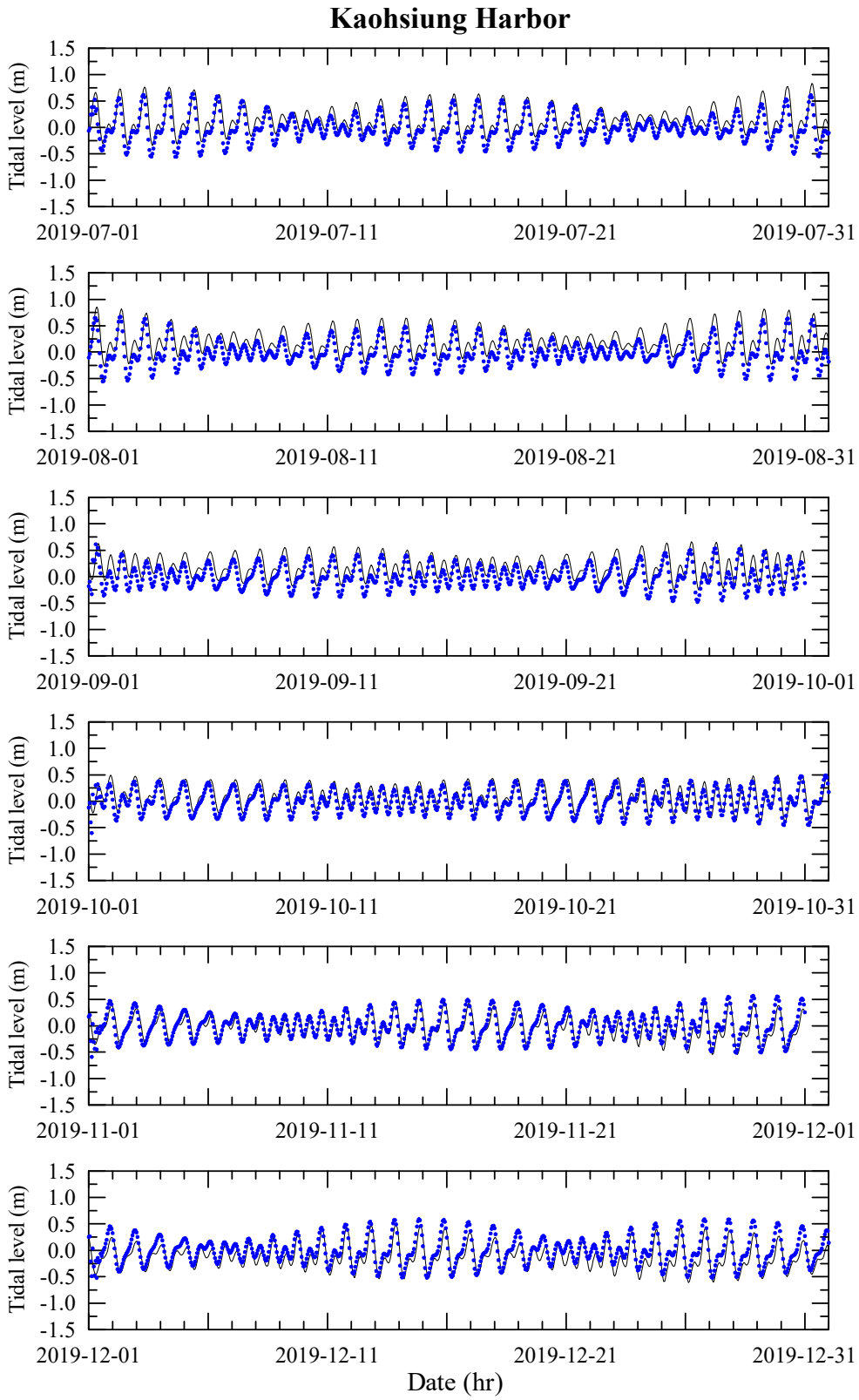


圖 4.22　(續)高雄港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

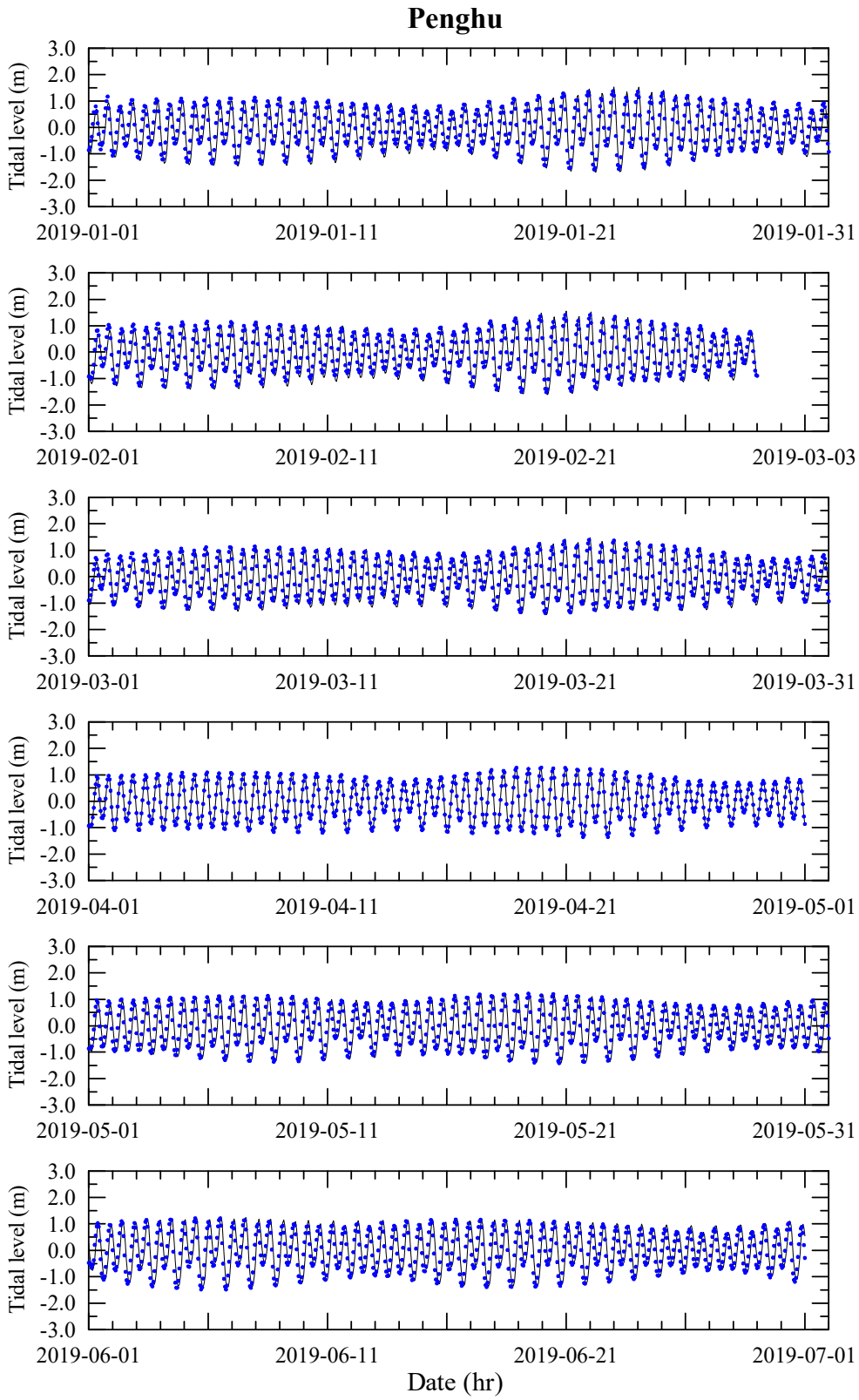


圖 4.23　澎湖馬公港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

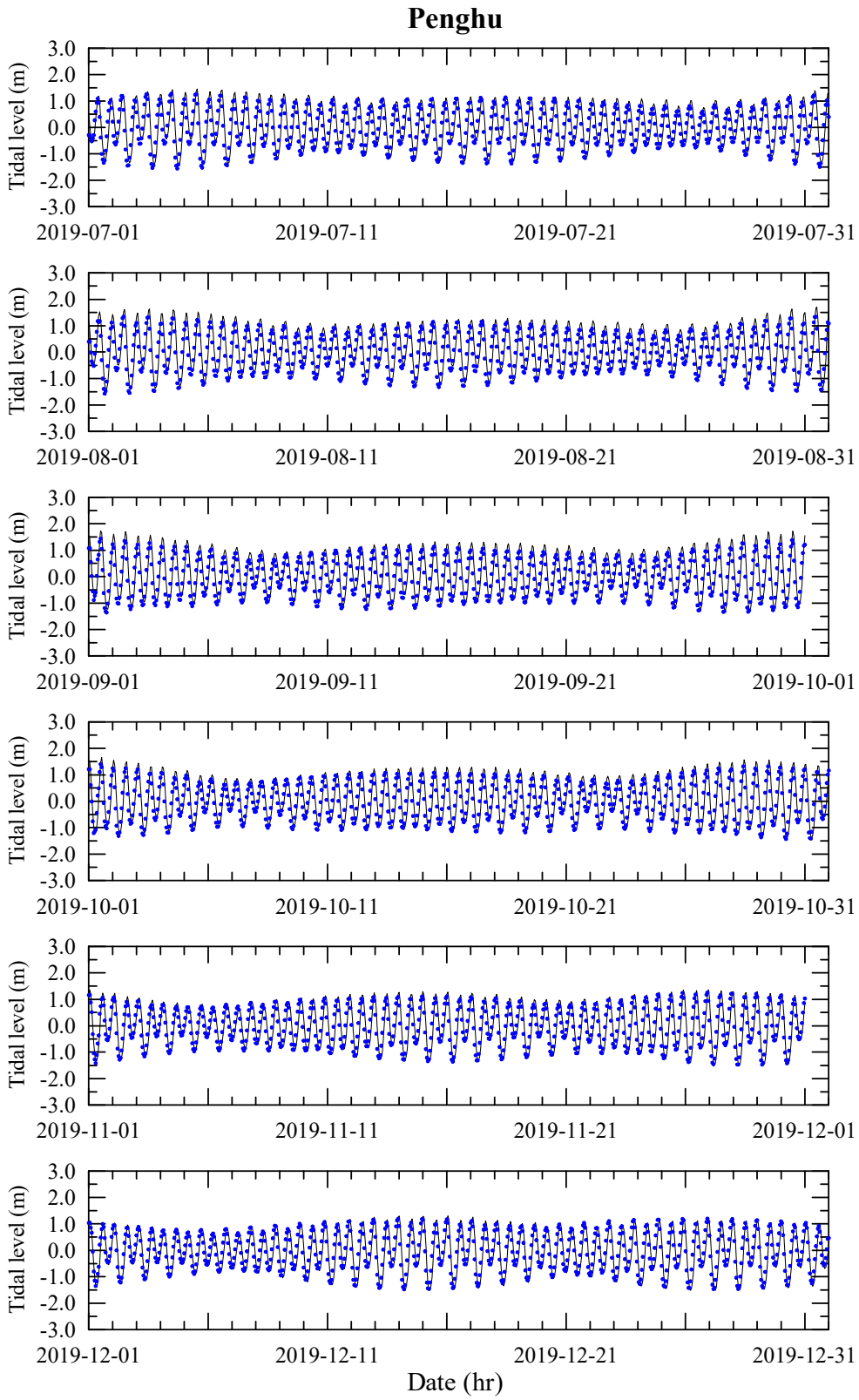


圖 4.23　(續)澎湖馬公港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

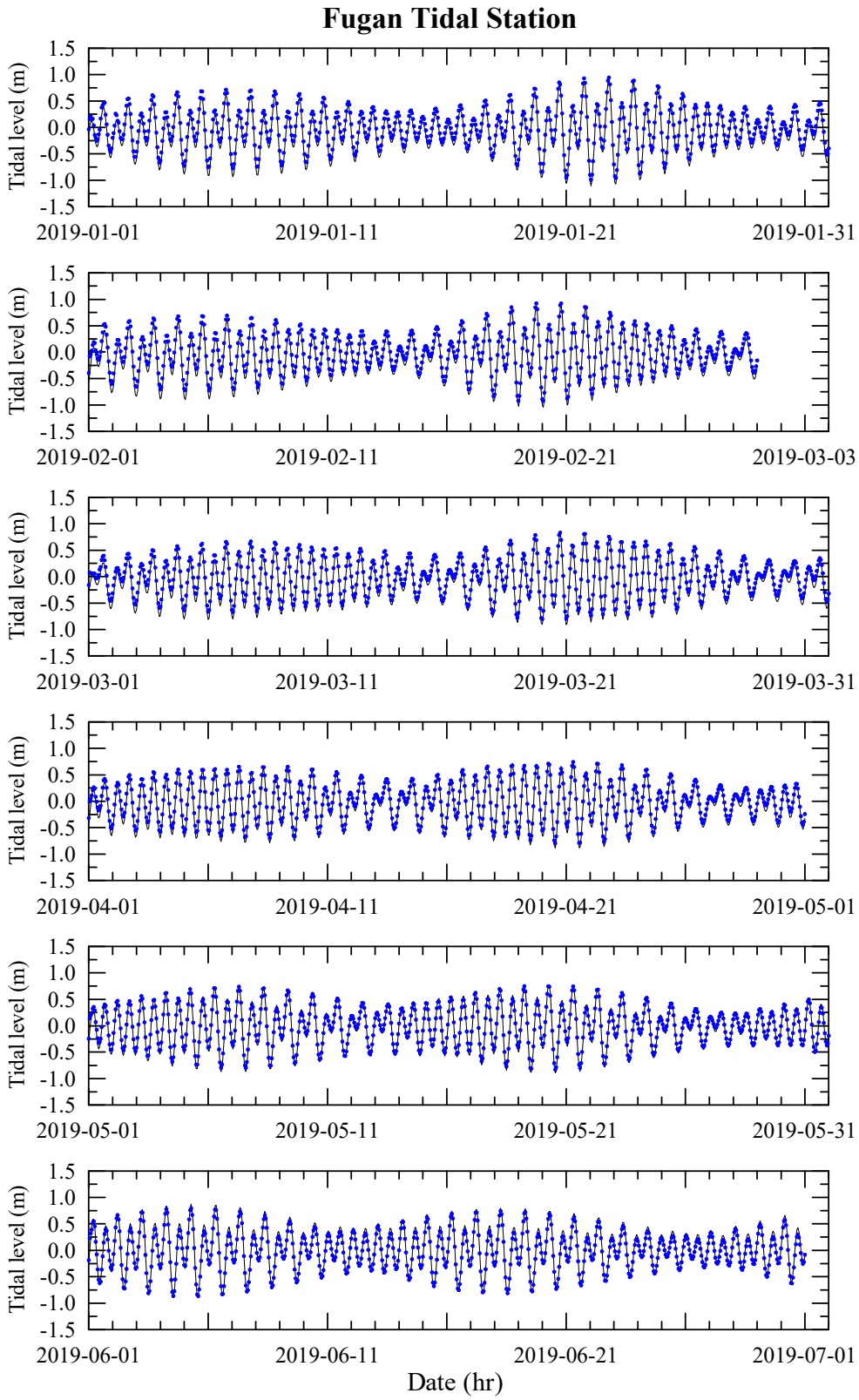


圖 4.24　富岡漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

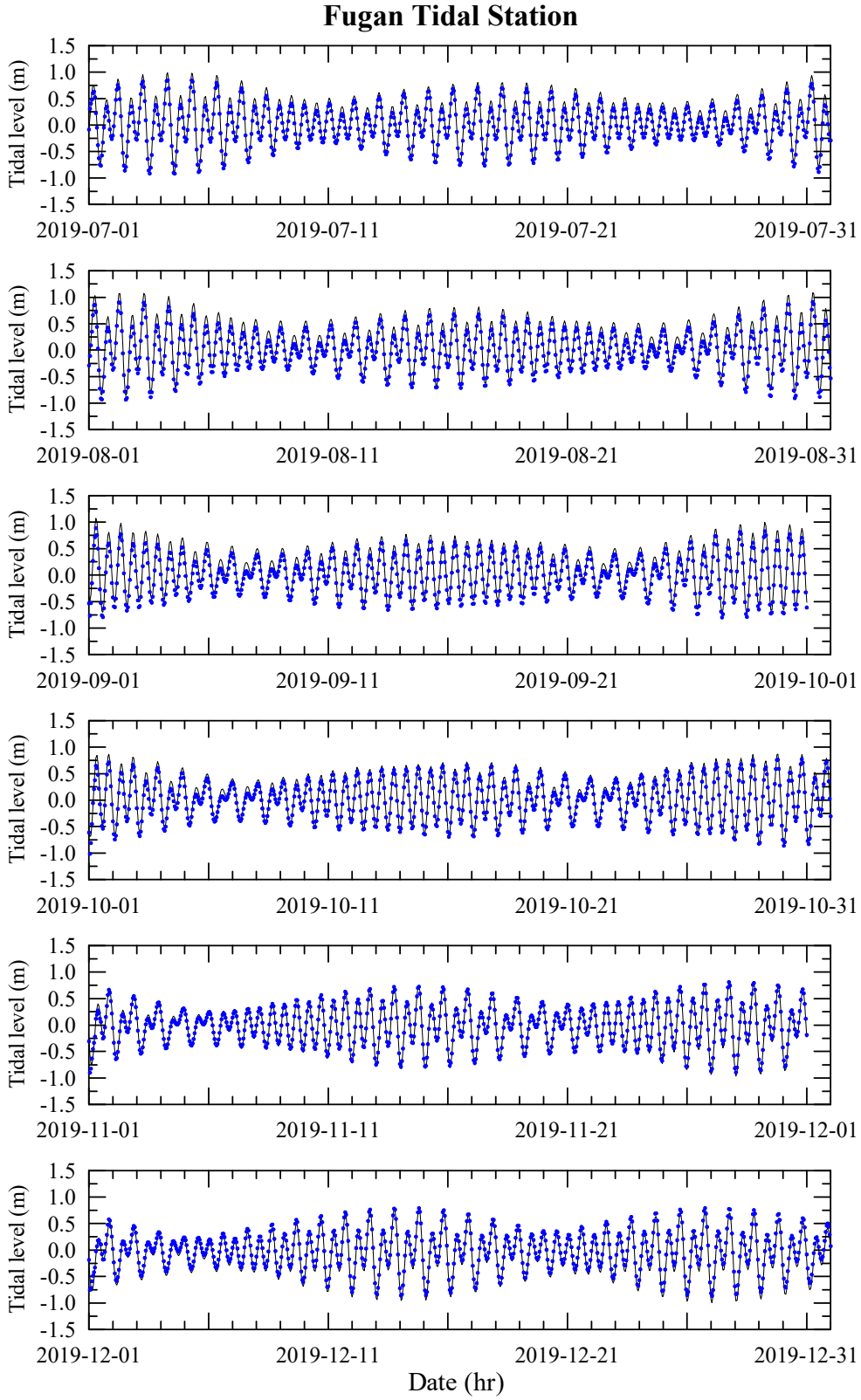


圖 4.24　(續)富岡漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

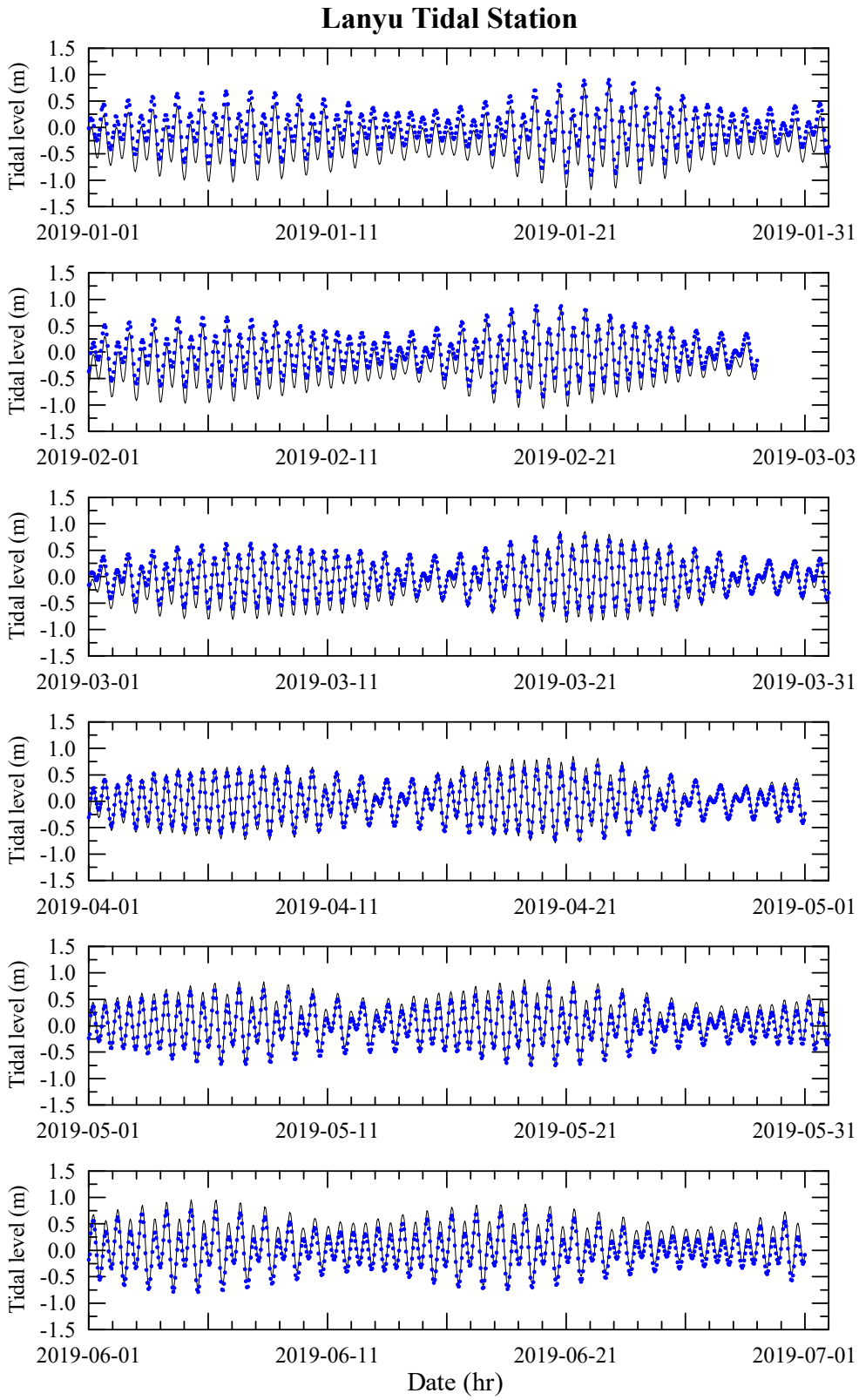


圖 4.25　蘭嶼開元漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

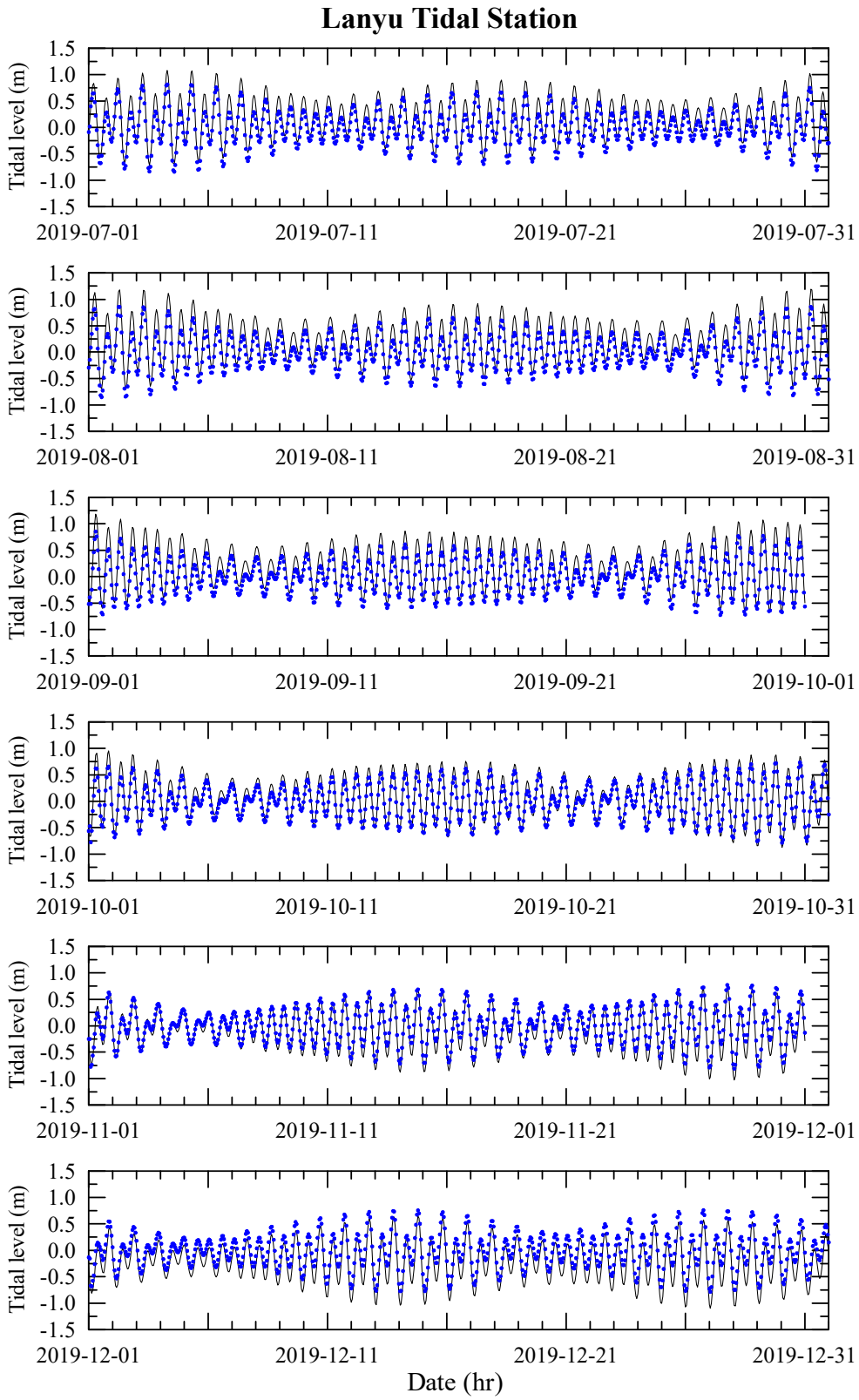


圖 4.25　(續)蘭嶼開元漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

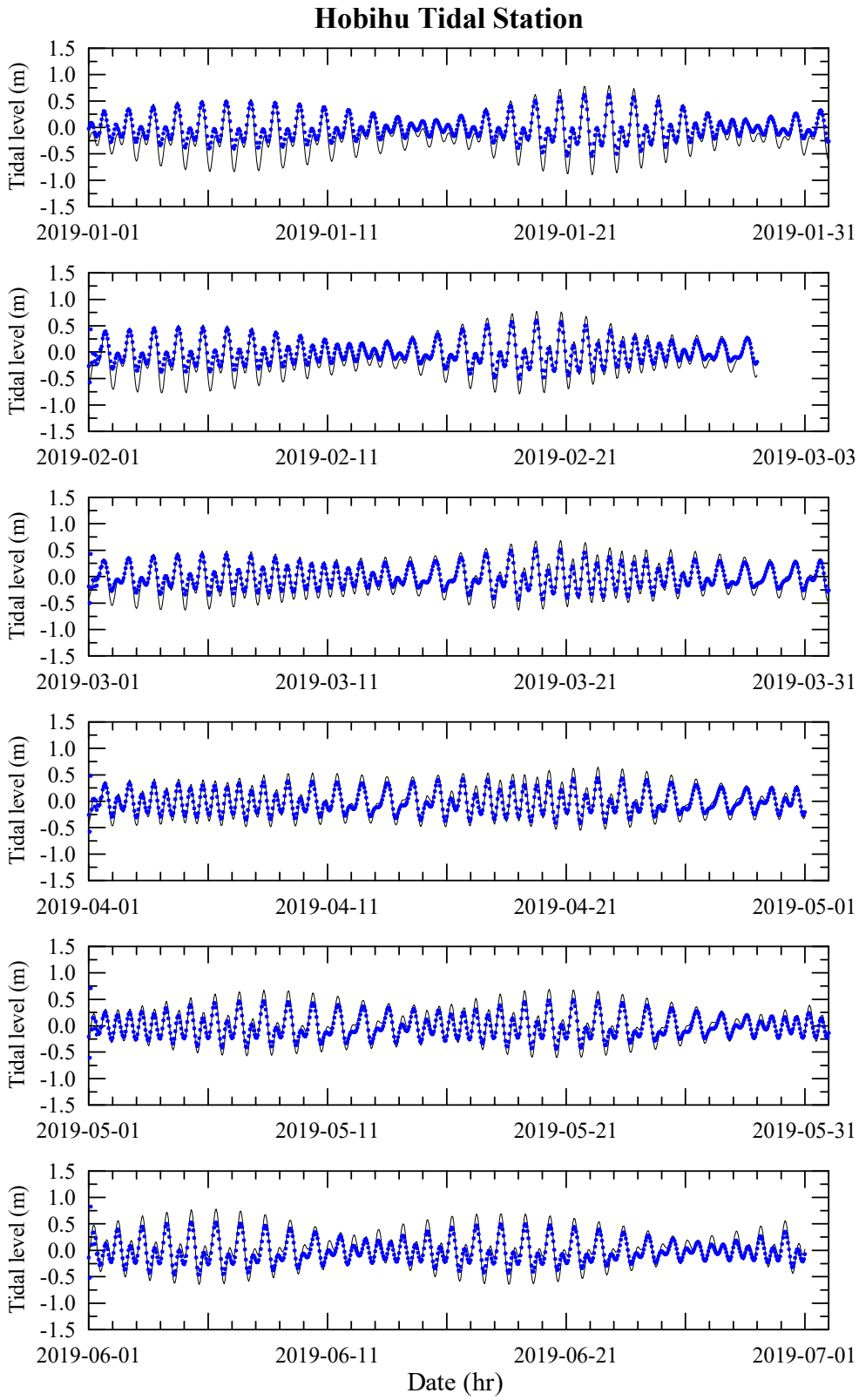


圖 4.26　後壁湖漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

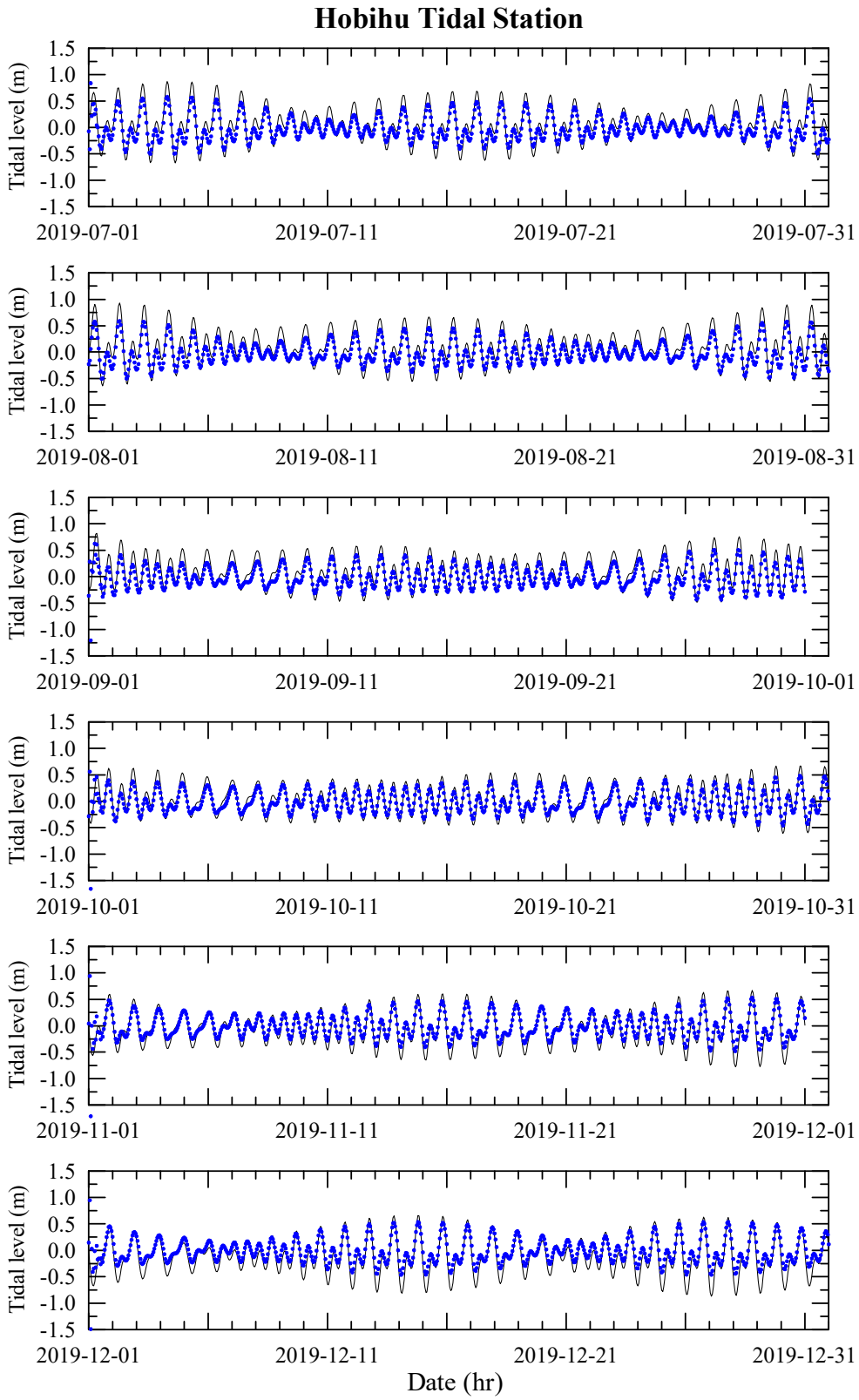


圖 4.26　(續)後壁湖漁港 2019 年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較圖

4.3 CODAR 及 HYCOM 海流資料之比較

4.3.1 CODAR 海流觀測資料

CODAR 為海岸雷達(COastal raDAR)之簡稱，是一種使用高頻(HF)波段無線電波來量測海面海流的雷達裝置。目前國內台灣海洋科技研究中心自 2008 年起引進美國 CODAR 公司之 SeaSonde 高頻雷達測流系統，並針對台灣周邊海域的表面海流進行作業化監測。至 2015 年已完成環島 17 座高頻雷達站之建置，建構成臺灣海洋岸基雷達測流系統 TOROS (Taiwan Ocean Radar Observing System)。此觀測平台目前已逐時提供台灣周遭約 150 公里範圍內，總面積 194,607 平方公里的表層海流資訊，如圖 4.27 所示。

4.3.2 HYCOM 海流模擬資料

HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model)源起於 National Ocean Partnership Program (NOPP)，屬於美國全球海洋資料同化發展實驗(Global Ocean Data Assimilation Experiment, GODAE)的一部分。HYCOM 模擬之結果，包括水位、水溫、鹽度及流場，提供之時間為現報 1 日，預報 8 日之日平均資料，並有使用現場量測之溫度及鹽度，以及衛星之表面溫度(SST)及表面水位(SSH)進行模式同化。目前可提供使用者從網路下載(NetCDF 檔案格式)之範圍為全球尺度，水平格點數為 4320 x 2160，其解析度 1/12°約 9 公里，垂直深度目前分為 33 層，深度分別為 0、10、20、30、50、75、100、125、150、200、250、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1750、2000、2500、3000、3500、4000、4500、5000 及 5500 公尺。港研中心目前每日會由 HYCOM 伺服器中擷取臺灣周圍海域，水深 200 公尺以上之流速資料。

針對 HYCOM 資料，目前港研中心會選取臺灣周圍海域 (LON.：105E to 140.1E，LAT.：14N to 32.1N)流速資料處理，如圖 4.28 所示，代表表層流速之流矢向量。

4.3.3 HYCOM 與 CODAR 海流觀測資料之比較

基於 HYCOM 海流預報資料每日僅一組，CODAR 海流觀測資料屬於逐時資料，本計畫遂針對 CODAR 逐時資料取每日平均值再與 HYCOM 海流預報資料比較，如圖 4.29 所示。顯示 2018 年 1 月 1 日 HYCOM 海流預報結果與 CODAR 日平均海流觀測結果具有高度相似性，如在臺灣西南海域均存在有一明顯的逆時針環流，同樣在東南海域有一局部區域 HYCOM 及 CODAR 均呈現出海流流向朝向海岸的現象。2018 年 1 月 5 日 HYCOM 海流預報結果與 CODAR 日平均海流觀測結果相似處包括西南海域明顯的逆時針環流仍存在，東南海域海流局部朝向海岸的現象消失，較明顯差異包括西部海域 HYCOM 流向與 CODAR 日平均海流流向大部份區域相反，以及臺灣南端 CODAR 日平均海流流向朝南而 HYCOM 海流流向朝東。2018 年 1 月 5 日 HYCOM 海流預報結果與 CODAR 日平均海流觀測結果則呈現高度相似，其中西部海域 HYCOM 與 CODAR 日平均海流流向均呈現沿海岸線往南流動。

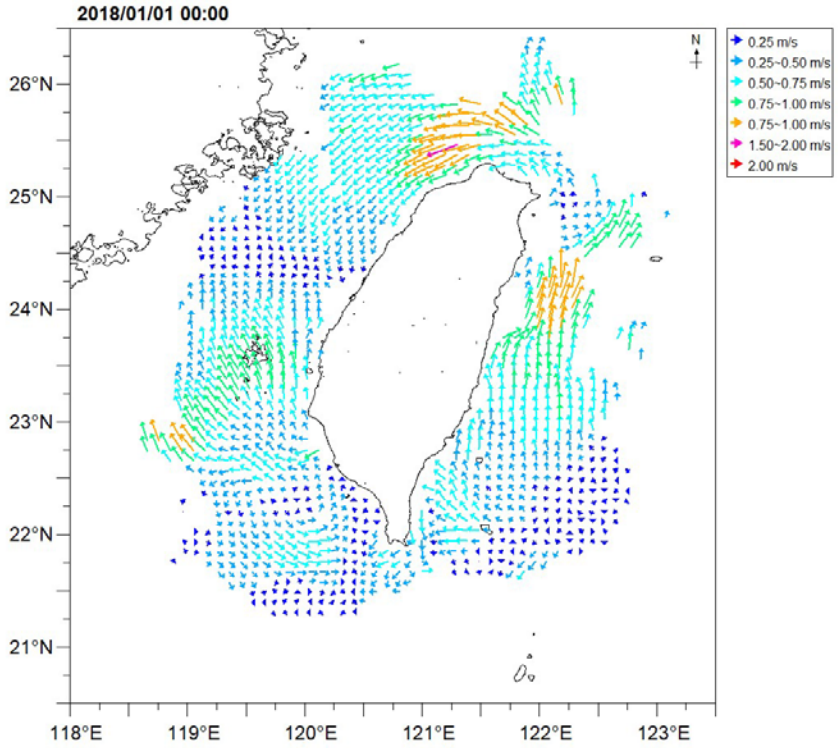


圖 4.27　臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

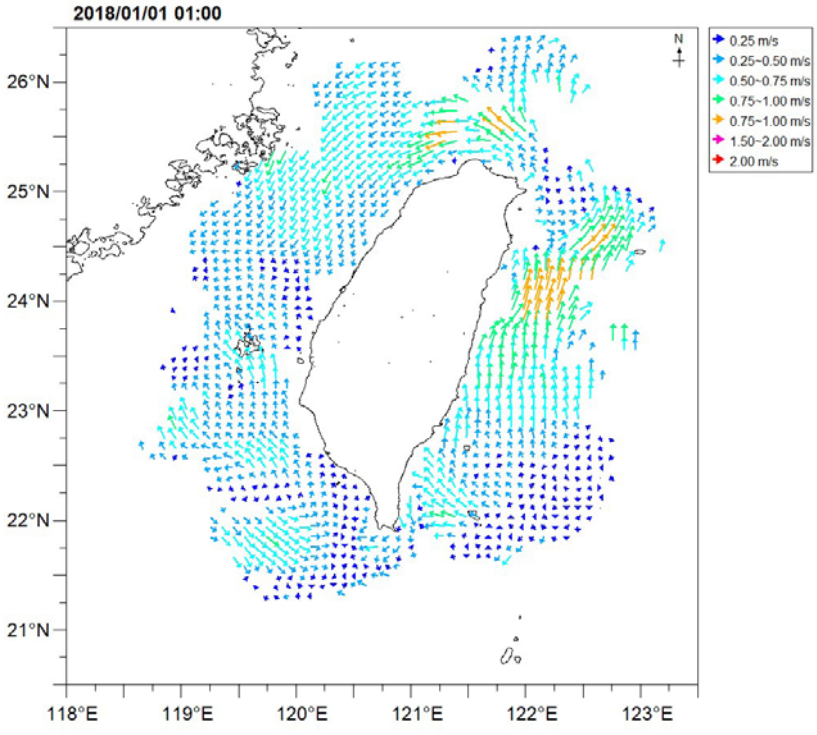


圖 4.27　(續 1)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

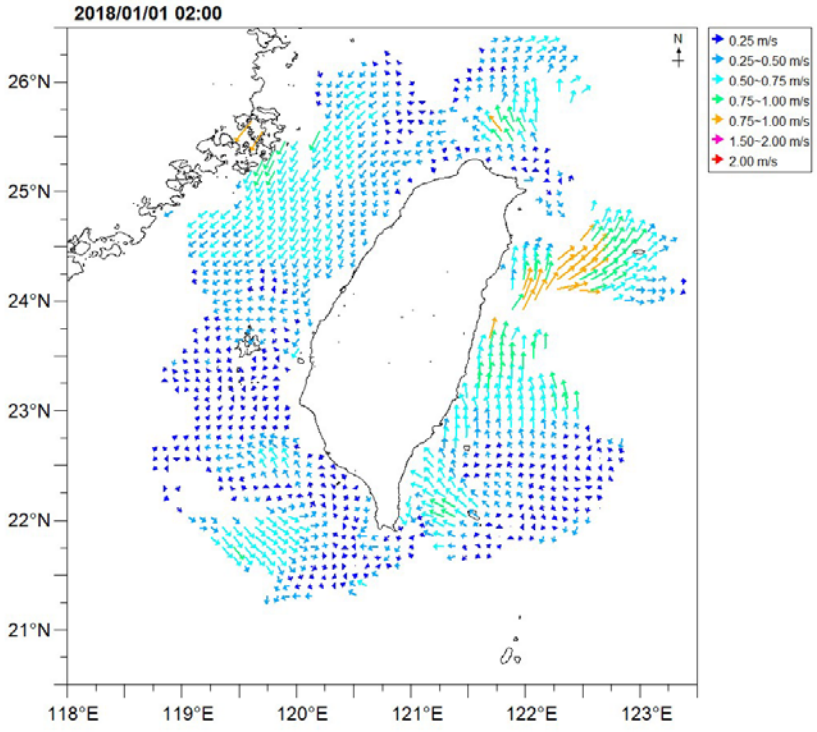


圖 4.27　(續 2)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

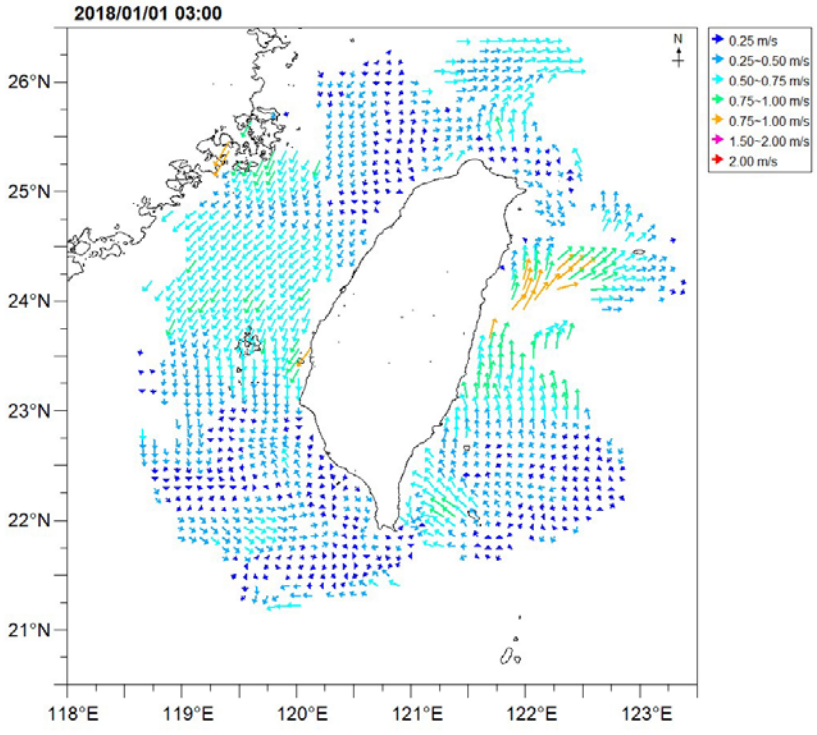


圖 4.27　(續 3)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

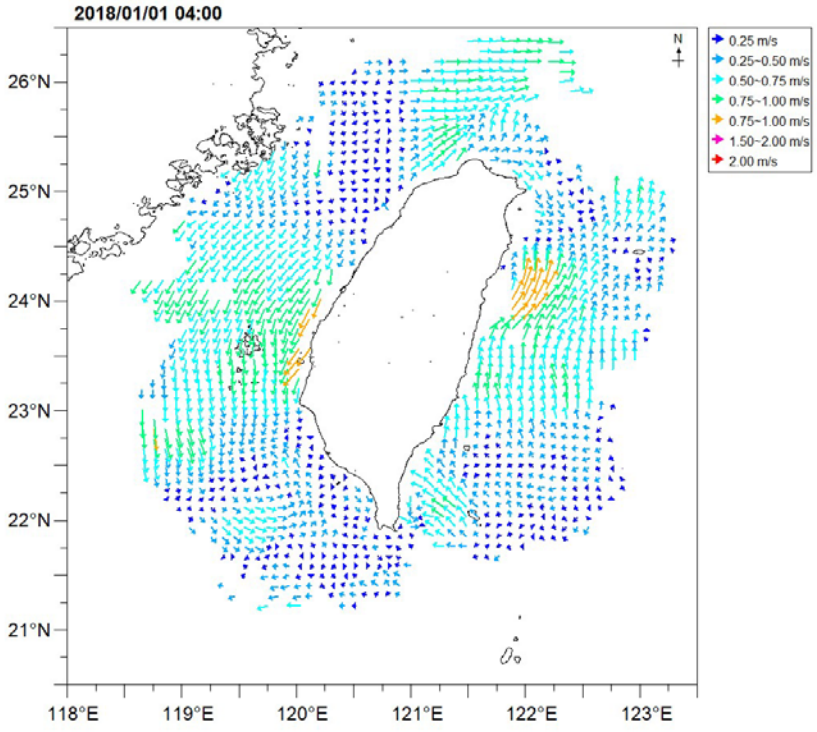


圖 4.27　(續 4)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

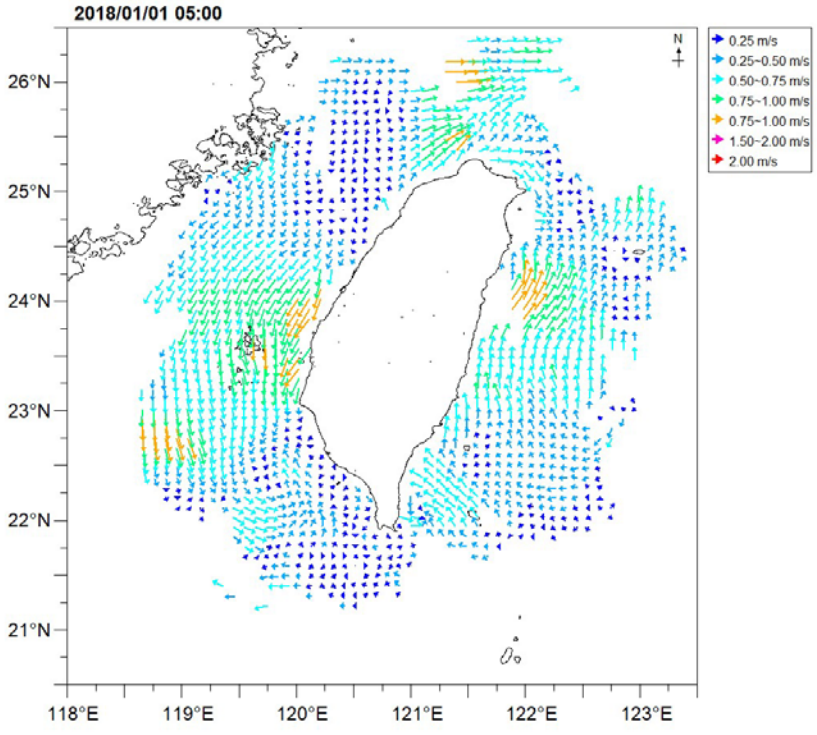


圖 4.27　(續 5)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

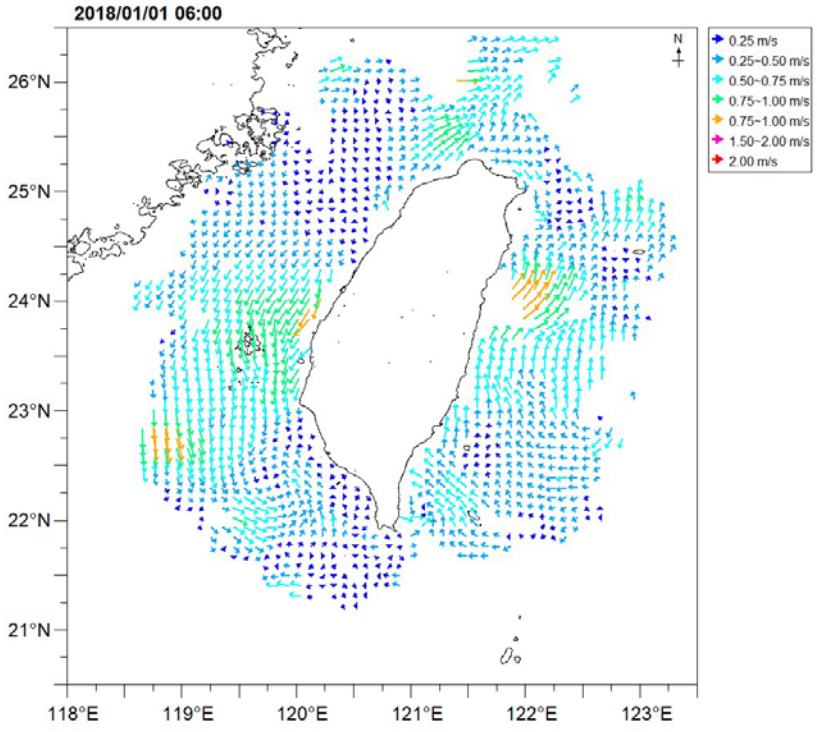


圖 4.27　(續 6)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

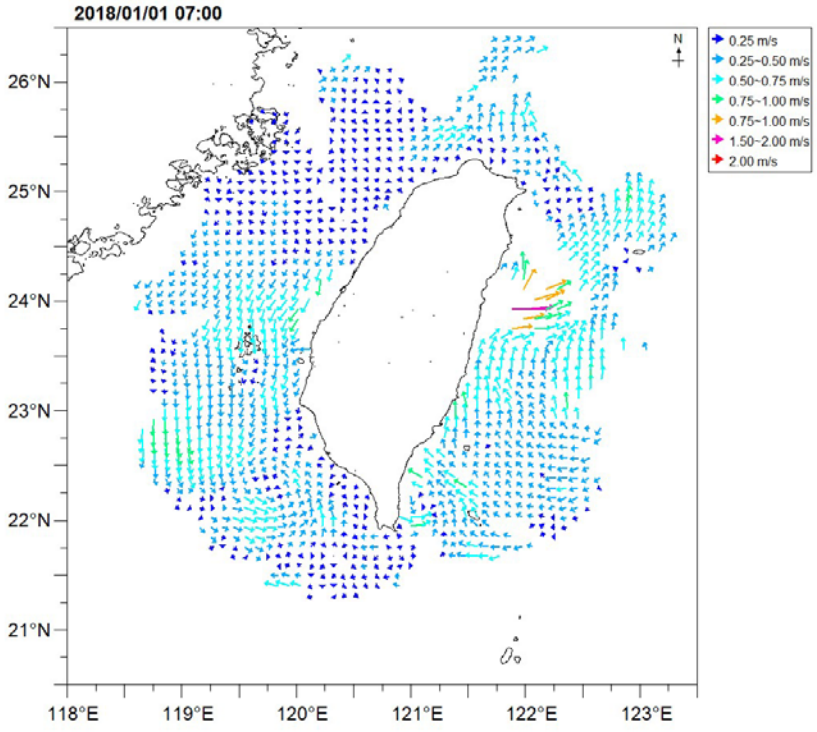


圖 4.27　(續 7)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

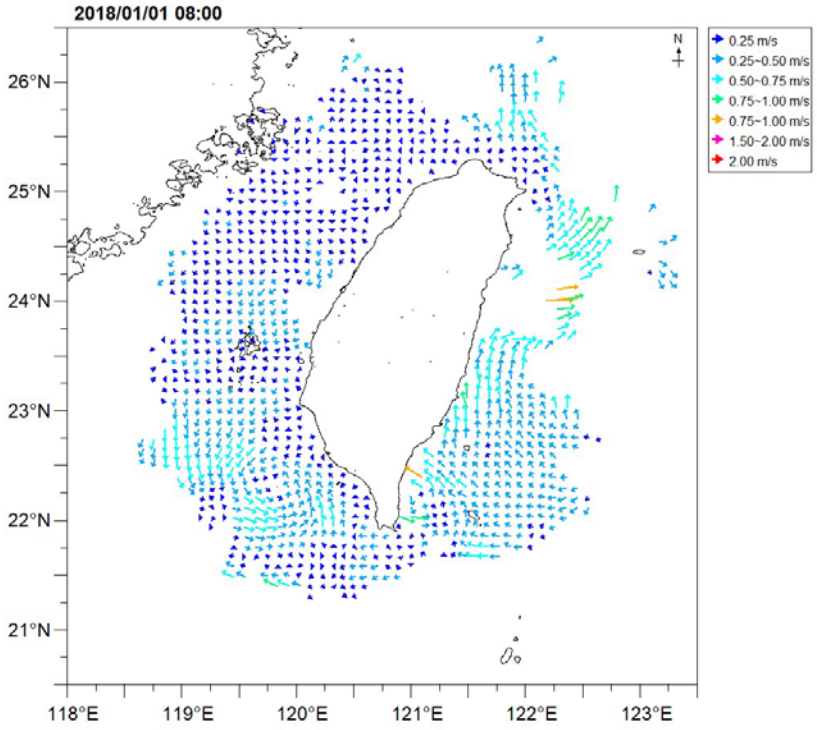


圖 4.27　(續 8)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

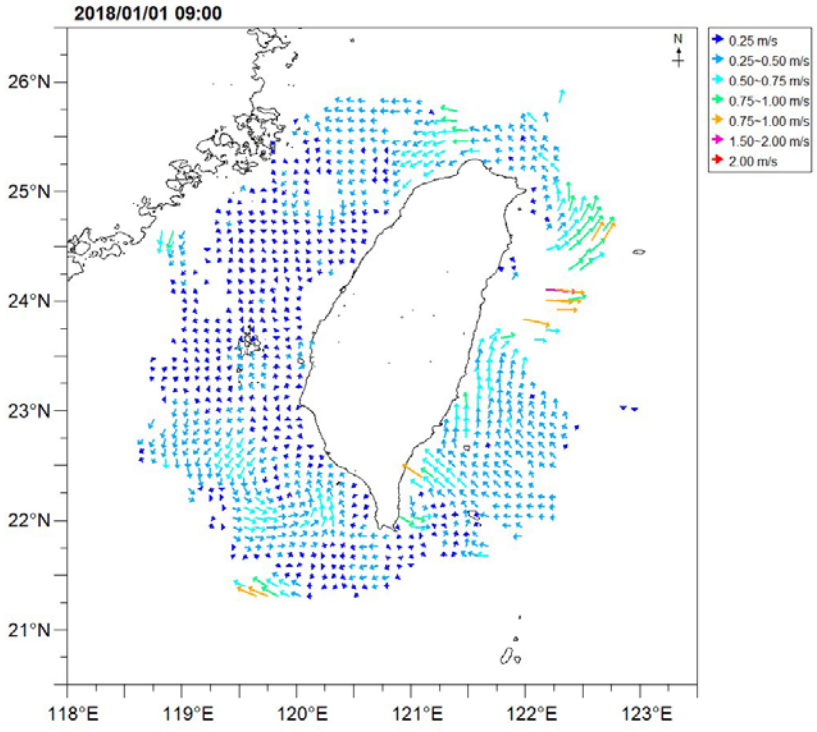


圖 4.27　(續 9)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

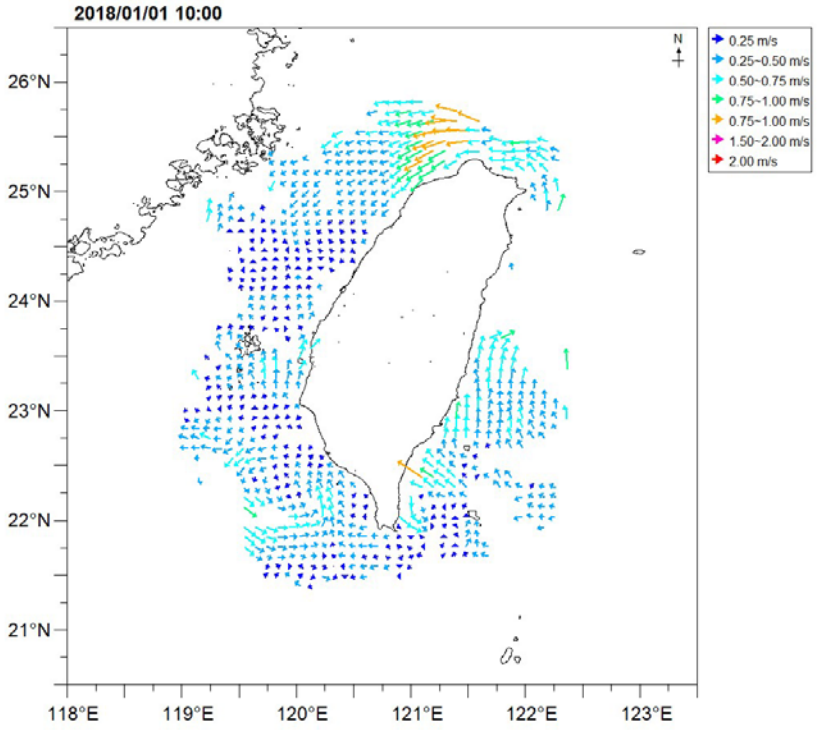


圖 4.27　(續 10)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

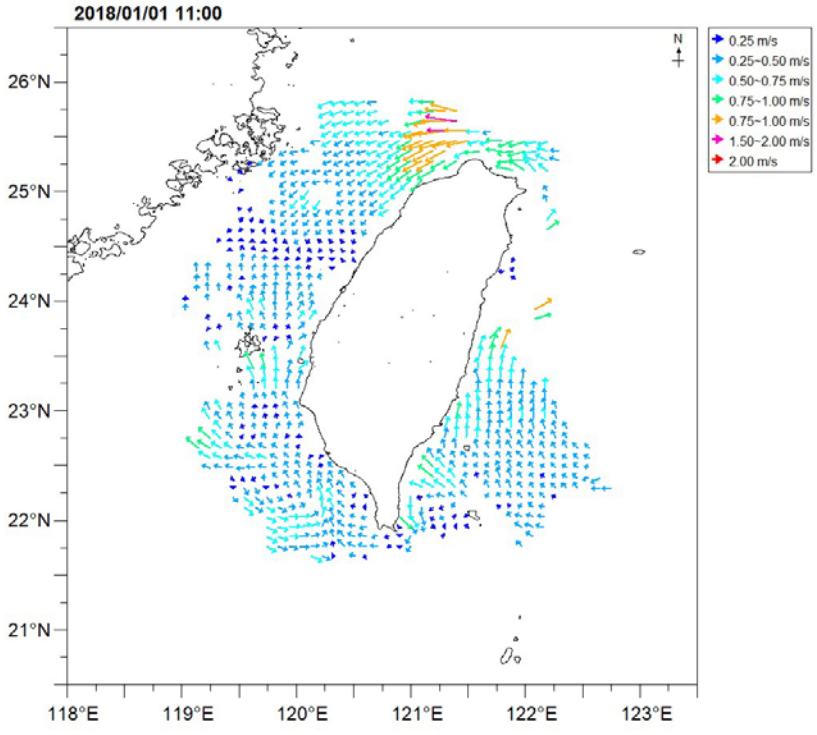


圖 4.27　(續 11)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

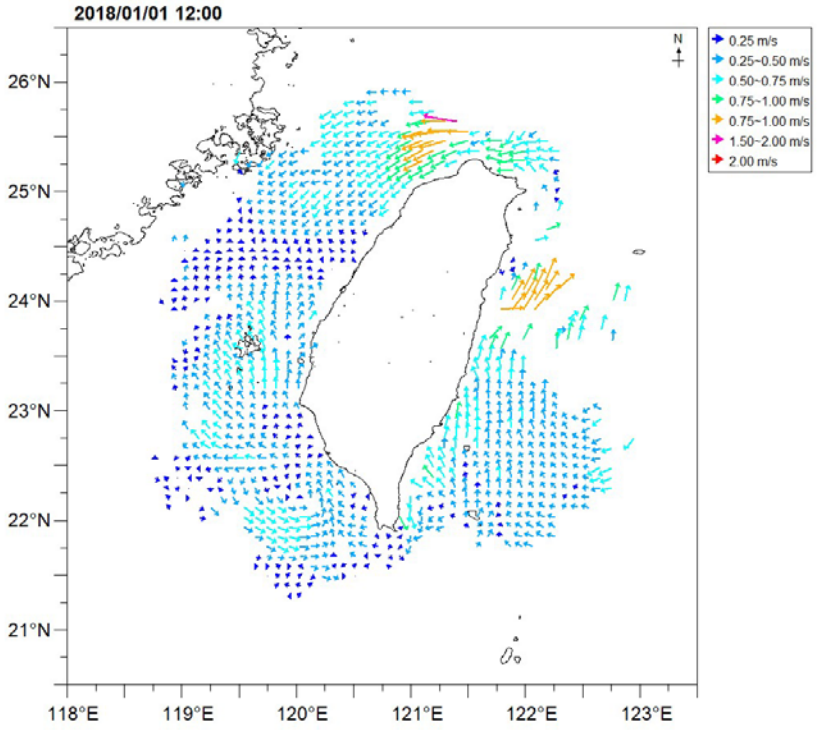


圖 4.27　(續 12)臺灣周圍海域 CODAR 逐時觀測表層海流流速、流向分布圖

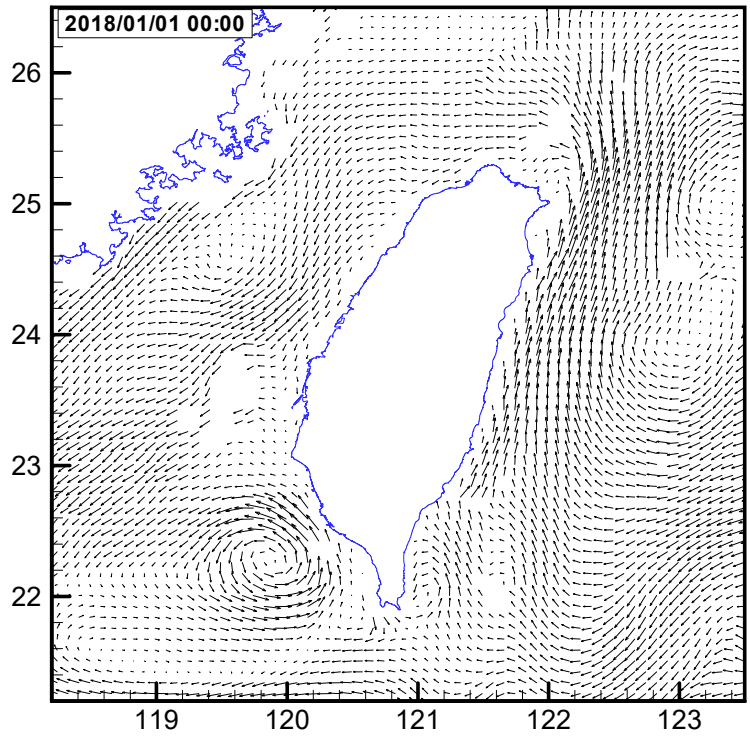


圖 4.28　臺灣周圍海域 HYCOM 洋流逐日預報資料之表層流速、流向分布圖

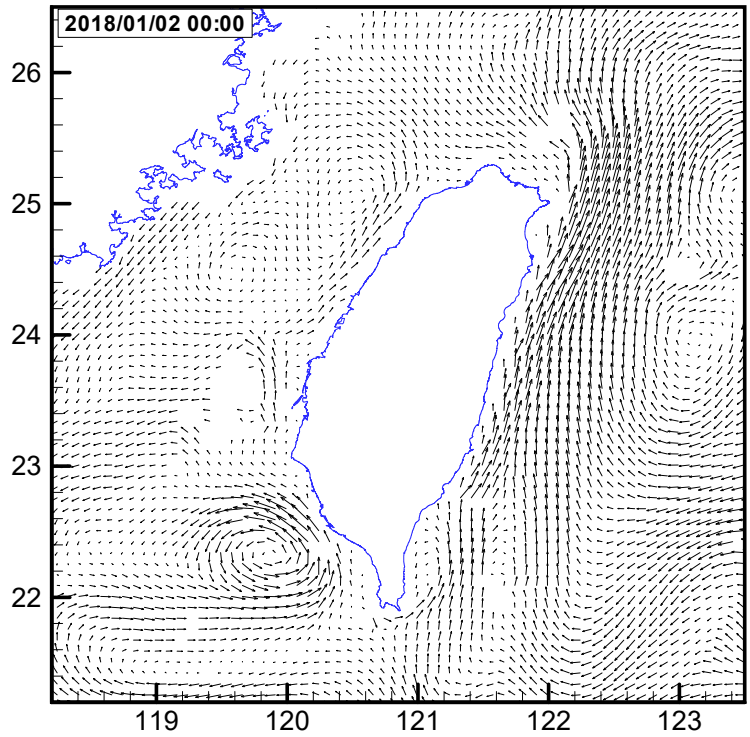


圖 4.28　(續)臺灣周圍海域 HYCOM 洋流逐日預報資料之表層流速、流向分布圖

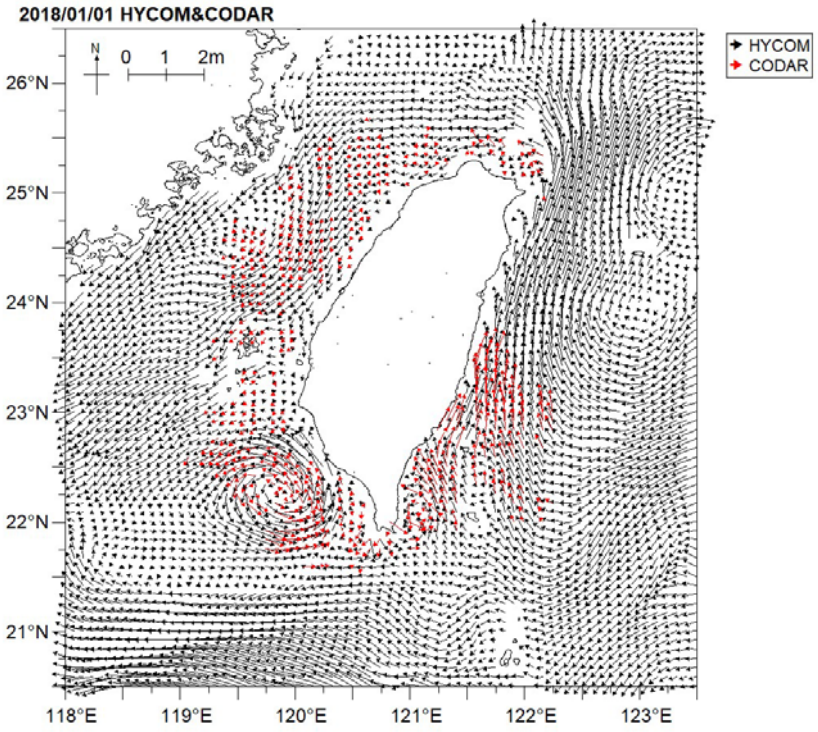


圖 4.29　臺灣周圍海域 HYCOM 洋流預報資料與 CODAR 每日平均表層流之比對圖

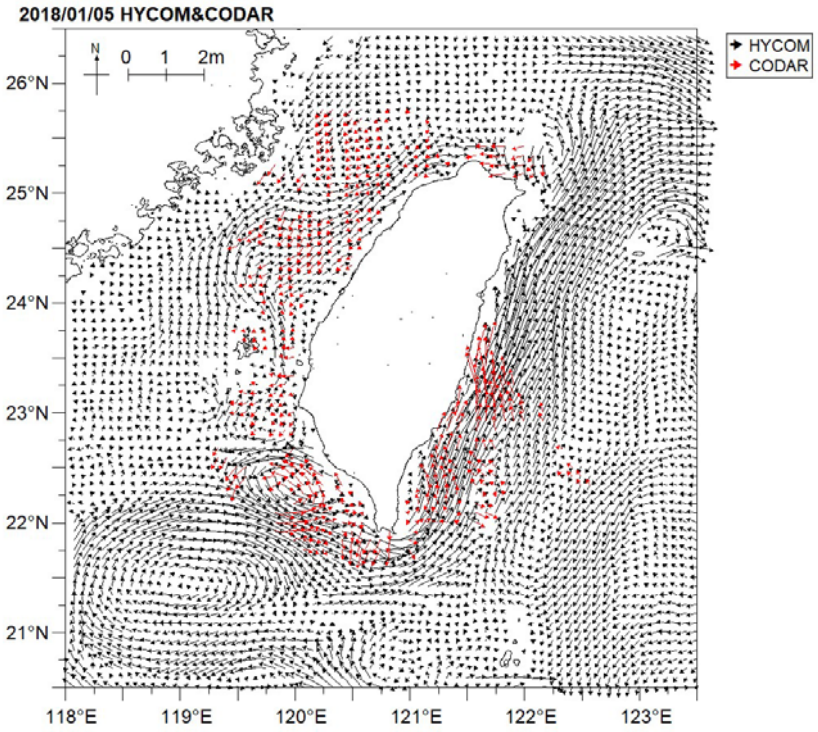


圖 4.29　(續 1)臺灣周圍海域 HYCOM 洋流預報資料與 CODAR 每日平均表層流之比對圖

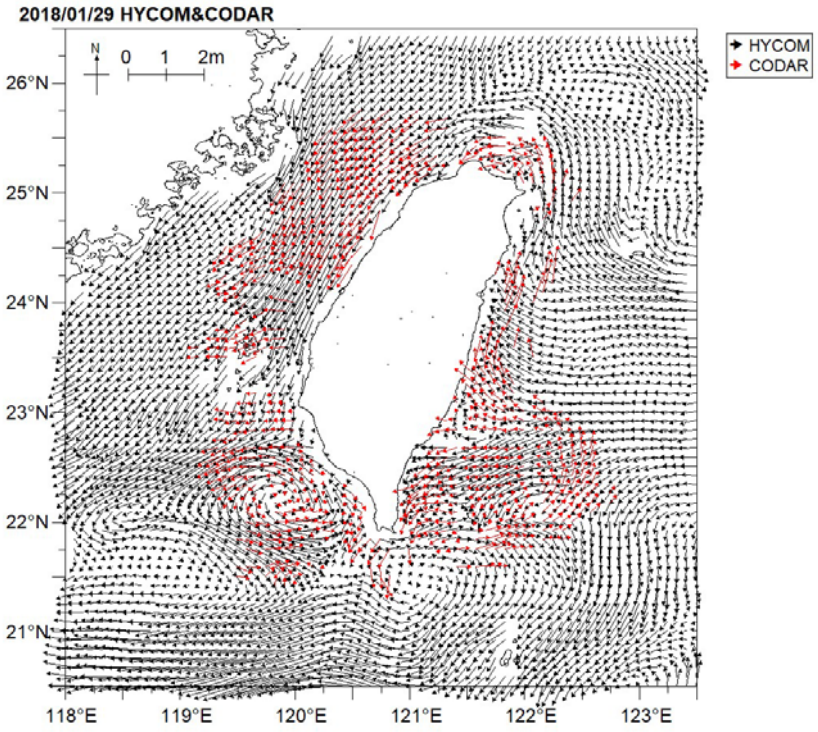


圖 4.29　(續 2)臺灣周圍海域 HYCOM 洋流預報資料與 CODAR 每日平均表層流之比對圖

第五章　臺灣近岸海象預報作業化成果評估

自 107 年度起港研中心已將本計畫海象預報作業化成果評估對象由主要港口修訂為主要海域，即基隆、臺北、臺中、布袋、安平、高雄、花蓮、蘇澳、澎湖、金門、馬祖及綠島等 12 個海域。作業化成果評估週期修訂為前一年度 9 月至翌年 8 月，因此本年(108)度作業化成果評估報告評估時間為 2018 年 9 月至 2019 年 8 月，針對每日海象預報作業化成果選取追算時段資料(0~23 時)彙整各海域每月代表性模擬資料，配合各海域代表性觀測資料進行相關評估及分析。依據海象特性分成風力、波浪、水位及海流四項，相關評估成果另編印成附冊「2019 年海象作業化預報評估年報」，本報告僅摘要說明如后。

5.1 風力

針對 12 個海域風力觀測與預報間之評估結果如下：

1. 風力資料蒐集率年度統計總表：各海域資料蒐集區分為觀測值(如表 5.1)及中尺度網格預報值(如表 5.2)，表 5.1 各海域每月風力觀測值蒐集率低於 50%者，分別有蘇澳海域 2019 年 1、2 月及馬祖海域 2018 年 10 月；表 5.2 各海域各月份風力預報值蒐集率均達到 100%，代表本計畫利用氣象局預報風場 WRF 資料產生的每日作業化風場資料可達到 100%。表 5.3 及表 5.4 分別為本年度輕度颱風丹娜絲(DANAS)、強烈颱風利奇馬(LEKIMA)、輕度颱風白鹿(BAILU)等颱風，針對各颱風於警報期間彙整各海域風力逐時觀測值及中尺度網格預報值之蒐集率統計表，顯示各海域風力逐時觀測值及預報值均可達到 100%。
2. 風力特性逐月統計分析比較表：風力特性包括平均風速、資料蒐集率、最大風速、最大風速對應風向、主要風向及主要風向佔百分比等，如圖 5.1 所示。圖 5.1 代表 2018 年 9 月 12 個海域觀測、中尺度(M)及大尺度(R)之平均風速、資料蒐集率、最大風速、最大風速對應風向、主要風向、風向所佔百分比等月統計結果，各海域 2018

年 9 月觀測之平均風速最大值出現於臺中(8.2m/s)、中尺度及大尺度 2018 年 9 月平均風速最大值出現於馬祖海域(7.9m/s 及 8.7m/s)；9 月主要風向統計結果顯示，僅臺中(NNE)、安平(N)、布袋(N)及澎湖等海域，觀測與模擬(大、中尺度)風向具有一致性。颱風侵臺期間 12 個海域觀測、中尺度(M)及大尺度(R)之平均風速、資料蒐集率、最大風速、最大風速對應風向、主要風向、風向所佔百分比等統計結果，如圖 5.3 所示。

3. 風力參數逐月相關係數 R 分析表：本計畫風力參數區分為風速(S)、風向(D)、風速東西分量(E)及風速南北分量(N)等，12 個海域各項參數模擬值與觀測值間月相關係數分析成果表，如圖 5.3 所示，代表 2018 年 9 月至 2019 年 8 月臺灣周圍 12 個海域風力參數之相關係數分析結果。圖中馬祖海域及綠島海域風力參數中風向(D)及風速東西分量(E)之相關係數均為負值，此與島嶼效應有關，而模式網格解析度無法充份模擬實際狀況。颱風侵臺期間 12 個海域風力參數模擬值與觀測值間相關係數分析成果，如圖 5.4 所示。

4. 風力參數逐月誤差分析表：本計畫誤差分析項目包括平均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差等，如圖 5.5 所示，圖 5.3 為 2018 年 9 月 12 個海域風力參數(風速、風向、東西向風速及南北向風速)之觀測值與中尺度模擬值間之誤差分析成果表。另颱風侵臺期間 12 個海域風力參數模擬值與觀測值間誤差分析成果表，如圖 5.6 所示。

5. 風力參數逐時比較圖：依風力參數區分為月逐時風速比較圖、月逐時風向比較圖、月逐時 EW 風速比較圖及月逐時 NS 風速比較圖等四種格式，如圖 5.7~圖 5.10 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 海域風速大小、風向、東西向風速及南北向風速之觀測值與中尺度模擬值之逐時比較圖。圖 5.11~圖 5.14 分別為利奇馬颱風侵臺期間 12 個海域風力參數模擬值與觀測值間風速大小、風向、東西向風速及南北向風速逐時比較圖。

6. 風力參數逐時相關圖：同樣依風力參數區分為月逐時風速相關圖、月逐時 EW 風速相關圖、月逐時 NS 風速相關圖等四種格式，如圖 5.15~圖 5.17 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 個海域之風速大小、東西向風速及南北向風速等觀測值與中尺度預報值間風速大小之相關圖。

表 5.1　108 年度 12 個海域風力主要觀測站逐月資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	709(98.5%)	711(98.8%)	720(100%)	668(92.8%)	677(94.0%)	706(98.1%)	637(88.5%)	678(94.2%)
2018/10 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	737(99.1%)	736(98.9%)	744(100%)	705(94.8%)	702(94.4%)	737(99.1%)	12(1.6%)	706(94.9%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	714(99.2%)	708(98.3%)	720(100%)	711(98.8%)	692(96.1%)	646(89.7%)	237(32.9%)	682(94.7%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	741(99.6%)	744(100%)	742(99.7%)	739(99.3%)	744(100%)	734(98.7%)	743(99.9%)	427(57.4%)	272(36.6%)	630(84.7%)
2019/ 1 月	744(100%)	50(6.7%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	721(96.9%)	744(100%)	738(99.2%)	744(100%)	580(78.0%)	322(43.3%)	512(68.8%)
2019/ 2 月	672(100%)	25(3.7%)	671(99.9%)	672(100%)	672(100%)	660(98.2%)	672(100%)	659(98.1%)	671(99.9%)	525(78.1%)	220(32.7%)	597(88.8%)
2019/ 3 月	744(100%)	476(64.0%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	743(99.9%)	744(100%)	744(100%)	403(54.2%)	544(73.1%)	395(53.1%)	693(93.1%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	715(99.3%)	720(100%)	705(97.9%)	720(100%)	656(91.1%)	527(73.2%)	708(98.3%)
2019/ 5 月	744(100%)	743(99.9%)	744(100%)	744(100%)	732(98.4%)	723(97.2%)	744(100%)	724(97.3%)	732(98.4%)	321(43.1%)	620(83.3%)	724(97.3%)
2019/ 6 月	720(100%)	720(100%)	718(99.7%)	720(100%)	279(38.8%)	714(99.2%)	720(100%)	712(98.9%)	720(100%)	350(48.6%)	542(75.3%)	713(99.0%)
2019/ 7 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	737(99.1%)	736(98.9%)	744(100%)	732(98.4%)	419(56.3%)	689(92.6%)	744(100%)	738(99.2%)
2019/ 8 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	654(87.9%)	738(99.2%)	744(100%)	735(98.8%)	408(54.8%)	738(99.2%)	741(99.6%)	740(99.5%)

表 5.2　108 年度 12 個海域風力中尺度模組逐月資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測點	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/10 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 1 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 2 月	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)
2019/ 3 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 5 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 6 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 7 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 8 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)

表 5.3　108 年度 12 個海域颱風侵臺期間風力主要觀測站資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/ 丹娜絲	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	42(97.7%)	42(97.7%)	43(100%)	42(97.7%)	24(57.1%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)
(07.16-07.17)												
2019/ 利奇馬	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	79(96.3%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	47(62.7%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)
(08.07-08.10)												
2019/ 白鹿	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	46(75.4%)	60(98.4%)	61(100%)	60(98.4%)	19(67.9%)	61(100%)	61(100%)	60(98.4%)
(08.23-08.25)												

表 5.4　108 年度 12 個海域颱風侵臺期間風力主要觀測站資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/丹娜絲	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)
(07.16-07.17)												
2019/利奇馬	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)
(08.07-08.10)												
2019/白鹿	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)
(08.23-08.25)												

2018年 9月各項風力12個海域各站平均風速

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	4.8	3.5	2.3	2.1	2.5	4.6	6.3	5.4	6.9	6.5	7.9	6.4
R尺度	5.2	4.6	3.7	3.0	2.5	3.7	6.3	5.4	6.8	6.3	8.7	6.4
觀測	4.6	5.0	3.2	2.1	3.8	4.4	8.2	5.5	5.0	4.5	3.9	3.1

MEW2A 風速單位:m/s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站資料蒐集率

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測	100	100	100	100	98	99	100	93	94	98	88	94

MEW2A 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站最大風速

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	11.0	9.0	7.5	9.1	9.1	14.0	17.8	13.6	17.2	15.5	15.6	19.4
R尺度	11.6	11.3	12.3	11.6	9.1	12.2	17.8	13.6	16.8	14.7	16.7	19.4
觀測	12.7	20.8	12.1	7.0	13.7	13.4	23.8	17.4	12.7	17.2	11.2	11.8

MEW2A 風速單位:m/s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站最大風速對應風向

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	NE	SE	NE	SE	ESE	N	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE
R尺度	NE	NW	NNE	E	ESE	N	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE
觀測	N	SSE	ENE	SE	NNE	N	NNE	ESE	N	NNE	NNW	NNW

MEW2A 風向: 來向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站主要風向

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	SE	SSE	NE	N	N	N	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
R尺度	SE	SE	NNE	W	N	N	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
觀測	N	SSE	WSW	N	N	N	NNE	NE	NNE	NNE	NNW	NW

MEW2A 風向: 來向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站主要風向所佔百分比

	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M尺度	15	19	13	11	20	22	38	15	43	27	34	28
R尺度	19	16	19	13	20	23	38	15	41	26	38	28
觀測	16	20	17	15	20	24	38	13	37	27	41	20

MEW2A 百分比:% 港灣技術研究中心

圖 5.1　12 海域風力 2018 年 9 月觀測及模擬之風力特性統計分析比較表圖

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域各站平均風速

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	4.7	1.9	2.8	2.3	2.5	3.6	3.8	5.7	6.2	5.6	5.9	10.8
R尺度	4.9	2.7	4.4	3.0	2.5	3.0	3.8	5.7	6.0	5.6	6.4	10.8
觀測	3.4	2.5	3.6	2.2	3.9	3.6	5.5	6.6	5.5	4.4	3.2	3.8

MEW2Y 風速單位:m/s 港灣技術研究中心

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域資料蒐集率

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測	100	100	100	100	98	98	100	98	56	100	100	100

MEW2Y 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域最大風速

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	7.0	3.8	4.8	4.0	5.0	6.7	10.7	9.1	13.6	9.1	10.0	16.5
R尺度	7.4	5.0	7.9	5.3	5.0	6.1	10.7	9.1	12.7	8.8	11.1	16.5
觀測	5.7	5.1	7.7	5.2	6.7	6.8	18.4	11.4	11.6	8.6	7.4	6.7

MEW2Y 風速單位:m/s 港灣技術研究中心

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域最大風速對應風向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	ENE	ENE	NE	WNW	NW	NNW	NNE	ENE	NNE	ENE	NE	NNE
R尺度	ENE	ENE	NNE	WNW	NW	NNW	NNE	ENE	NNE	NE	NNE	NNE
觀測	NE	ENE	ENE	WNW	W	NNW	NNE	NE	N	NNE	NNW	NW

MEW2Y 風向: 來向 港灣技術研究中心

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域主要風向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	E	E	NNE	WNW	NNW	NNW	N	ENE	N	NE	NNE	NNE
R尺度	ESE	ENE	NNE	WNW	NNW	NNW	N	ENE	N	NE	NNE	NNE
觀測	E	W	ENE	NW	NNW	NW	NNE	NE	N	N	NNW	NW

MEW2Y 風向: 來向 港灣技術研究中心

2019年丹娜絲颱風各項風力12海域主要風向所佔百分比

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
M尺度	42	21	28	23	23	63	35	40	51	30	42	60
R尺度	37	19	42	28	23	58	35	40	51	42	58	60
觀測	37	35	16	26	44	37	30	35	28	28	58	70

MEW2Y 百分比:% 港灣技術研究中心

圖 5.2　12 海域風力 2018 年輕度颱風丹娜絲侵臺期間觀測及模擬之風力特性統計分析比較表圖

2018年 9 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1
S 相關係數 r	0.78	0.53	0.56	0.57	0.73	0.88	0.93	0.81	0.89	0.78	0.77	0.77
D 相關係數 r	0.39	0.48	0.38	0.20	0.48	0.30	0.61	0.64	0.63	0.66	-.53	-.40
E 相關係數 r	0.81	0.60	0.65	0.65	0.71	0.63	0.91	0.86	0.83	0.66	-.47	-.22
N 相關係數 r	0.87	0.78	0.73	0.63	0.80	0.90	0.94	0.87	0.92	0.90	0.83	0.78
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	98	98	100	92	94	98	88	94
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	98	98	100	92	94	98	88	94

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年10 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1
S 相關係數 r	0.68	0.52	0.52	0.58	0.75	0.81	0.87	0.66	0.85	0.81	0.67	0.79
D 相關係數 r	0.59	0.10	0.17	0.21	0.36	0.40	0.40	0.61	0.51	0.66	0.00	-.35
E 相關係數 r	0.75	0.23	0.59	0.71	0.74	0.72	0.86	0.74	0.78	0.68	-.50	-.62
N 相關係數 r	0.72	0.61	0.59	0.60	0.78	0.81	0.84	0.63	0.82	0.81	-.11	0.77
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	99	98	100	94	94	99	1	94
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	99	98	100	94	94	99	1	94

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年11 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1
S 相關係數 r	0.58	0.38	0.53	0.45	0.68	0.78	0.90	0.72	0.84	0.82	0.71	0.76
D 相關係數 r	0.35	0.06	0.33	-.01	0.33	0.48	0.39	0.68	0.27	0.20	-.20	-.31
E 相關係數 r	0.65	0.15	0.62	0.52	0.73	0.66	0.89	0.76	0.76	0.60	-.15	-.38
N 相關係數 r	0.78	0.64	0.69	0.51	0.70	0.79	0.88	0.79	0.78	0.80	0.40	0.72
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	99	98	100	98	96	89	32	94
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	99	98	100	98	96	89	32	94

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年12 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1	AM-A1
S 相關係數 r	0.80	0.56	0.65	0.38	0.73	0.85	0.94	0.88	0.94	0.87	0.81	0.86
D 相關係數 r	0.49	-.14	0.46	-.05	0.42	0.34	0.71	0.67	0.44	0.38	-.29	-.34
E 相關係數 r	0.78	0.05	0.74	0.45	0.72	0.59	0.93	0.86	0.85	0.58	-.51	-.63
N 相關係數 r	0.89	0.70	0.83	0.53	0.76	0.87	0.93	0.84	0.92	0.87	0.75	0.81
蒐集率P_{AB}	100	100	99	100	99	99	100	98	44	57	36	84
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	99	100	99	99	100	98	44	57	36	84

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.3　12 海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖

2019年 1 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.71	-.04	0.61	0.34	0.54	0.76	0.91	0.81	0.92	0.83	0.75	0.62
D 相關係數 r	0.44	-.07	0.34	0.24	0.41	0.36	0.46	0.52	0.48	0.43	-.23	-.29
E 相關係數 r	0.73	0.14	0.71	0.55	0.72	0.67	0.89	0.85	0.86	0.69	-.44	-.45
N 相關係數 r	0.79	0.68	0.79	0.43	0.59	0.78	0.89	0.77	0.91	0.83	0.67	0.69
蒐集率P_{AB}	100	6	100	100	100	96	100	99	100	77	43	68
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	6	100	100	100	96	100	99	100	77	43	68

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100$ %

2019年 2 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.68	0.40	0.34	0.33	0.58	0.79	0.87	0.80	0.90	0.80	0.80	0.67
D 相關係數 r	0.32	0.40	0.24	0.15	0.50	0.49	0.40	0.48	0.55	0.57	-.46	-.54
E 相關係數 r	0.47	0.21	0.64	0.50	0.77	0.66	0.82	0.78	0.77	0.59	-.40	-.73
N 相關係數 r	0.72	0.74	0.72	0.77	0.82	0.81	0.86	0.64	0.89	0.88	0.77	0.88
蒐集率P_{AB}	100	3	99	100	100	98	100	98	99	78	32	88
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	3	99	100	100	98	100	98	99	78	32	88

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100$ %

2019年 3 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.60	0.42	0.41	0.37	0.51	0.73	0.85	0.69	0.68	0.77	0.72	0.61
D 相關係數 r	0.43	0.14	0.30	0.15	0.44	0.45	0.58	0.63	0.29	0.41	-.39	-.45
E 相關係數 r	0.78	0.11	0.62	0.56	0.72	0.63	0.87	0.85	0.65	0.47	-.64	-.61
N 相關係數 r	0.77	0.71	0.78	0.70	0.74	0.80	0.86	0.72	0.63	0.84	0.75	0.81
蒐集率P_{AB}	100	63	100	100	100	99	100	100	54	73	53	93
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	63	100	100	100	99	100	100	54	73	53	93

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100$ %

2019年 4 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.57	0.40	0.57	0.54	0.61	0.77	0.80	0.72	0.81	0.70	0.71	0.52
D 相關係數 r	0.37	0.22	0.37	0.20	0.27	0.43	0.58	0.50	0.75	0.57	-.30	-.44
E 相關係數 r	0.69	0.13	0.65	0.66	0.67	0.63	0.86	0.83	0.81	0.42	-.48	-.47
N 相關係數 r	0.65	0.57	0.78	0.68	0.84	0.89	0.91	0.68	0.91	0.88	0.77	0.74
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	100	99	100	97	100	91	73	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	100	99	100	97	100	91	73	98

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100$ %

圖 5.3 (續 1)12 海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖

2019年 5 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.65	0.49	0.42	0.46	0.51	0.68	0.86	0.55	0.85	0.76	0.73	0.63
D 相關係數 r	0.38	0.07	0.14	0.18	0.33	0.47	0.64	0.62	0.57	0.57	-.26	-.33
E 相關係數 r	0.60	0.18	0.52	0.49	0.60	0.61	0.88	0.77	0.76	0.45	-.52	-.43
N 相關係數 r	0.79	0.66	0.57	0.49	0.74	0.87	0.92	0.76	0.93	0.85	0.72	0.64
蒐集率P_{AB}	100	99	100	100	98	97	100	97	98	43	83	97
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	99	100	100	98	97	100	97	98	43	83	97

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 6 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.36	0.37	0.17	0.64	0.52	0.49	0.73	0.71	0.48	0.20	0.52	0.40
D 相關係數 r	0.34	0.27	0.29	0.32	0.52	0.52	0.68	0.52	0.69	0.77	-.46	-.04
E 相關係數 r	0.50	0.50	0.49	0.57	0.67	0.61	0.74	0.78	0.56	0.46	-.47	-.02
N 相關係數 r	0.52	0.53	0.62	0.62	0.43	0.76	0.82	0.71	0.82	0.64	0.79	0.66
蒐集率P_{AB}	100	100	99	100	38	99	100	98	100	48	75	99
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	99	100	38	99	100	98	100	48	75	99

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 7 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.54	0.65	0.28	0.49	0.48	0.61	0.80	0.72	0.53	0.53	0.42	0.59
D 相關係數 r	0.32	0.46	0.42	0.25	0.48	0.52	0.51	0.58	0.38	0.61	-.62	-.21
E 相關係數 r	0.61	0.65	0.66	0.44	0.59	0.58	0.62	0.82	0.41	0.40	-.35	-.18
N 相關係數 r	0.58	0.69	0.58	0.52	0.68	0.84	0.92	0.82	0.92	0.79	0.86	0.78
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	99	98	100	98	56	92	100	99
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	99	98	100	98	56	92	100	99

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 8 月觀測風力12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.16	-.23	-.08	0.00	0.71	0.78	-.01	0.79	0.73	0.62	0.64	0.70
D 相關係數 r	-.20	0.06	-.05	0.00	0.43	0.52	-.03	0.75	0.58	0.79	-.53	-.17
E 相關係數 r	0.20	0.02	-.18	0.04	0.68	0.56	-.08	0.89	0.72	0.70	-.24	0.01
N 相關係數 r	-.15	-.11	-.09	0.19	0.78	0.87	-.34	0.85	0.93	0.79	0.84	0.78
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	87	99	100	98	54	99	99	99
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	87	99	100	98	54	99	99	99

CRW2A S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.3 (續 2)12 海域風力參數逐月觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖

2019年丹娜絲颱風觀測風力12海域 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.71	0.44	0.65	0.79	0.86	0.75	0.85	0.79	0.89	0.60	0.74	0.90
D 相關係數 r	0.84	0.65	0.34	-.04	-.07	0.32	0.05	0.79	0.46	0.72	-.42	-.29
E 相關係數 r	0.88	0.78	0.84	0.76	0.65	0.69	0.68	0.85	0.64	0.36	-.36	-.77
N 相關係數 r	0.61	0.21	0.63	0.69	0.70	0.74	0.80	0.87	0.87	0.80	0.80	0.80
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	97	97	100	97	58	100	100	100
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	97	97	100	97	55	100	100	100

CRW2Y　S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量　$-1 \le r \le 1$　$0 \le P \le 100$ %

2019年利奇馬颱風觀測風力12海域 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	0.14	-.41	0.11	0.50	0.86	0.84	-.34	0.81	0.53	0.02	0.40	0.59
D 相關係數 r	-.66	0.09	-.42	-.14	0.23	0.69	0.76	0.99	0.99	0.76	-.69	-.29
E 相關係數 r	-.75	0.24	-.58	0.31	0.90	0.75	0.34	0.95	0.93	0.78	0.49	-.33
N 相關係數 r	-.54	-.02	0.15	0.36	0.93	0.92	-.65	0.96	0.94	0.68	0.81	0.87
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	96	100	100	100	65	100	100	100
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	96	100	100	100	57	100	100	100

CRW2Y　S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量　$-1 \le r \le 1$　$0 \le P \le 100$ %

2019年白鹿颱風觀測風力12海域 (A) 與模擬中尺度 (M) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AM-A1	蘇澳 AM-A1	花蓮 AM-A1	高雄 AM-A1	安平 AM-A1	布袋 AM-A1	臺中 AM-A1	臺北 AM-A1	澎湖 AM-A1	金門 AM-A1	馬祖 AM-A1	綠島 AM-A1
S 相關係數 r	-.00	-.36	-.36	-.54	0.84	0.80	-.39	0.84	0.41	0.70	0.82	0.55
D 相關係數 r	0.26	0.28	0.18	-.21	0.52	0.39	-.01	0.57	0.25	0.85	-.72	-.39
E 相關係數 r	0.14	-.58	-.28	0.02	0.69	0.66	0.30	0.85	0.45	0.65	-.74	0.16
N 相關係數 r	-.16	-.53	0.38	0.35	0.84	0.85	0.16	0.69	0.52	0.82	0.92	0.82
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	75	98	100	98	83	100	100	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	75	98	100	98	31	100	100	98

CRW2Y　S: 風速, D: 風向, E: 風速東西分量, N: 風速南北分量　$-1 \le r \le 1$　$0 \le P \le 100$ %

圖 5.4　12 海域風力參數颱風侵臺期間觀測值與中尺度(M)模擬值間相關係數成果表圖

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值平均誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	0.17	-1.49	-0.81	-0.01	-1.34	0.27	-1.84	-0.19	1.88	2.08	3.91	3.36
風向誤差	9	-7	7	3	14	8	4	6	-0	25	52	36
E風速誤差	-1.01	-0.79	-0.66	-0.36	-0.29	-0.72	0.98	0.43	-0.35	-1.62	-3.89	-2.98
N風速誤差	0.68	-1.36	-0.75	0.53	0.65	-0.21	1.50	-0.67	-1.10	-0.22	-1.90	-2.19
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	706	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值平均絕對誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	1.62	2.18	1.39	0.95	1.67	1.31	2.69	1.50	2.57	2.32	3.97	3.58
風向誤差	36	41	46	51	36	32	28	32	24	33	62	61
E風速誤差	1.46	1.87	1.81	1.10	1.35	1.40	1.72	1.74	1.37	3.10	5.28	3.92
N風速誤差	1.84	2.64	1.24	1.15	1.56	1.41	2.50	1.57	2.55	1.69	3.33	3.54
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	706	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值標準偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	2.01	2.90	1.79	1.30	2.02	1.71	3.38	1.94	3.31	2.88	4.59	4.67
風向誤差	56	54	64	69	55	50	47	50	41	44	71	72
E風速誤差	1.85	2.62	2.29	1.61	1.72	1.74	2.13	2.26	1.70	3.66	6.05	5.07
N風速誤差	2.38	3.22	1.73	1.47	1.99	1.87	3.18	2.11	3.25	2.11	4.11	4.59
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	706	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值最大偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	5.22	4.10	4.56	6.23	7.35	5.94	5.87	7.64	8.54	8.22	11.7	17.0
風向誤差	173	174	178	179	179	178	178	173	177	171	179	179
E風速誤差	4.71	9.07	6.88	3.18	5.32	6.17	7.71	7.99	5.71	5.40	9.12	7.25
N風速誤差	9.18	7.48	3.83	4.88	6.66	8.89	8.73	4.80	7.34	6.78	8.42	7.02
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	706	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值最小偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	-7.98	-12.7	-6.19	-3.43	-5.83	-6.11	-10.2	-7.51	-6.13	-5.66	-2.74	-3.06
風向誤差	-175	-172	-179	-179	-178	-170	-171	-174	-173	-171	-179	-175
E風速誤差	-6.87	-12.5	-7.51	-8.22	-6.40	-5.79	-4.01	-11.1	-6.31	-8.82	-15.6	-15.9
N風速誤差	-11.3	-11.3	-9.41	-4.53	-4.88	-7.70	-10.2	-9.49	-8.66	-5.38	-11.4	-18.5
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	706	637	678

圖 5.5　12 海域風力參數月觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖

2019年利奇馬觀測颱風風力12海域中尺度 (M) 預報與觀測平均誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	3.77	0.90	0.49	2.26	-3.37	0.98	8.25	-0.31	4.22	0.83	4.84	6.56
風向誤差	19	76	97	56	16	-10	-89	1	-4	33	43	30
E風速誤差	2.99	1.12	0.32	3.07	-0.34	-0.22	-1.81	0.33	1.19	-1.68	-1.26	2.94
N風速誤差	-2.82	-1.85	-1.34	0.90	0.68	-0.74	-4.63	0.27	-0.91	-0.64	-3.19	0.47
平均風速	2.75	3.05	3.03	1.99	7.69	5.82	1.91	9.82	7.33	5.21	5.77	4.29
資料個數	82	82	82	82	79	82	82	82	47	82	82	82

ERW2Y 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2019年利奇馬觀測颱風風力12海域中尺度 (M) 預報與觀測平均絕對誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	3.78	2.05	1.76	2.47	3.40	1.58	8.25	1.79	4.22	2.32	4.85	6.67
風向誤差	112	90	107	91	27	32	121	8	8	37	44	56
E風速誤差	4.74	2.52	4.46	3.43	2.26	1.63	2.99	1.58	2.36	3.11	5.91	6.95
N風速誤差	5.55	3.64	2.30	2.48	2.78	2.03	10.9	1.68	3.62	2.64	3.64	5.26
平均風速	2.75	3.05	3.03	1.99	7.69	5.82	1.91	9.82	7.33	5.21	5.77	4.29
資料個數	82	82	82	82	79	82	82	82	47	82	82	82

ERW2Y 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2019年利奇馬觀測颱風風力12海域中尺度 (M) 預報與觀測標準偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	4.49	2.42	2.10	3.43	4.07	2.04	9.05	2.14	4.78	2.72	5.50	7.86
風向誤差	117	102	120	100	48	51	129	11	11	42	48	65
E風速誤差	6.33	3.08	5.48	4.32	2.78	2.00	3.43	1.95	3.19	3.61	6.51	8.19
N風速誤差	6.03	4.10	2.64	3.04	3.47	2.51	11.3	2.03	3.88	3.02	4.57	5.82
平均風速	2.75	3.05	3.03	1.99	7.69	5.82	1.91	9.82	7.33	5.21	5.77	4.29
資料個數	82	82	82	82	79	82	82	82	47	82	82	82

ERW2Y 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2019年利奇馬觀測颱風風力12海域中尺度 (M) 預報與觀測最大偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	8.21	6.93	4.43	7.76	0.51	5.48	15.5	4.52	8.58	5.51	11.0	16.2
風向誤差	177	179	179	179	173	146	178	20	12	86	109	155
E風速誤差	14.7	7.45	12.1	9.14	5.48	4.76	6.93	5.11	7.24	6.45	13.2	16.2
N風速誤差	9.27	5.96	3.06	6.76	7.63	4.25	15.6	5.49	5.28	6.22	5.62	11.5
平均風速	2.75	3.05	3.03	1.99	7.69	5.82	1.91	9.82	7.33	5.21	5.77	4.29
資料個數	82	82	82	82	79	82	82	82	47	82	82	82

ERW2Y 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 港灣技術研究中心

2019年利奇馬觀測颱風風力12海域中尺度 (M) 預報與觀測最小偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AM	蘇澳 A1-AM	花蓮 A1-AM	高雄 A1-AM	安平 A1-AM	布袋 A1-AM	臺中 A1-AM	臺北 A1-AM	澎湖 A1-AM	金門 A1-AM	馬祖 A1-AM	綠島 A1-AM
風速誤差	-0.32	-3.78	-4.44	-1.57	-8.37	-2.12	0.75	-4.94	-0.09	-5.70	-0.50	-2.21
風向誤差	-125	-166	-163	-125	-69	-178	-179	-36	-26	-47	-43	-114
E風速誤差	-4.39	-4.32	-7.36	-2.53	-6.87	-3.79	-6.82	-4.17	-4.03	-7.24	-8.54	-10.0
N風速誤差	-10.3	-7.95	-5.34	-5.22	-5.79	-6.24	-15.9	-3.55	-6.93	-5.61	-11.4	-8.43
平均風速	2.75	3.05	3.03	1.99	7.69	5.82	1.91	9.82	7.33	5.21	5.77	4.29
資料個數	82	82	82	82	79	82	82	82	47	82	82	82

圖 5.6　12 海域風力參數利奇馬颱風侵臺期間觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖

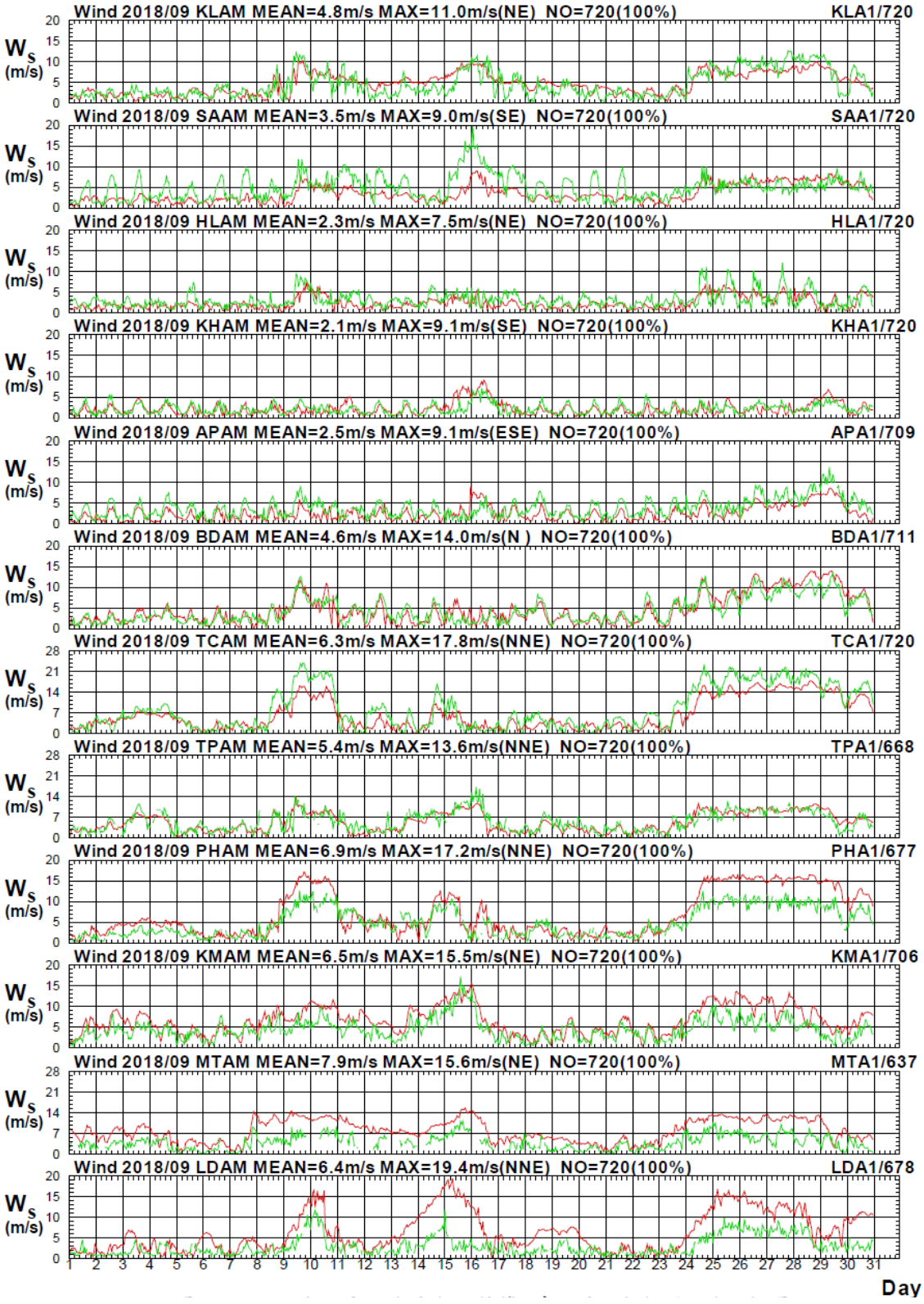


圖 5.7　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風速比較圖

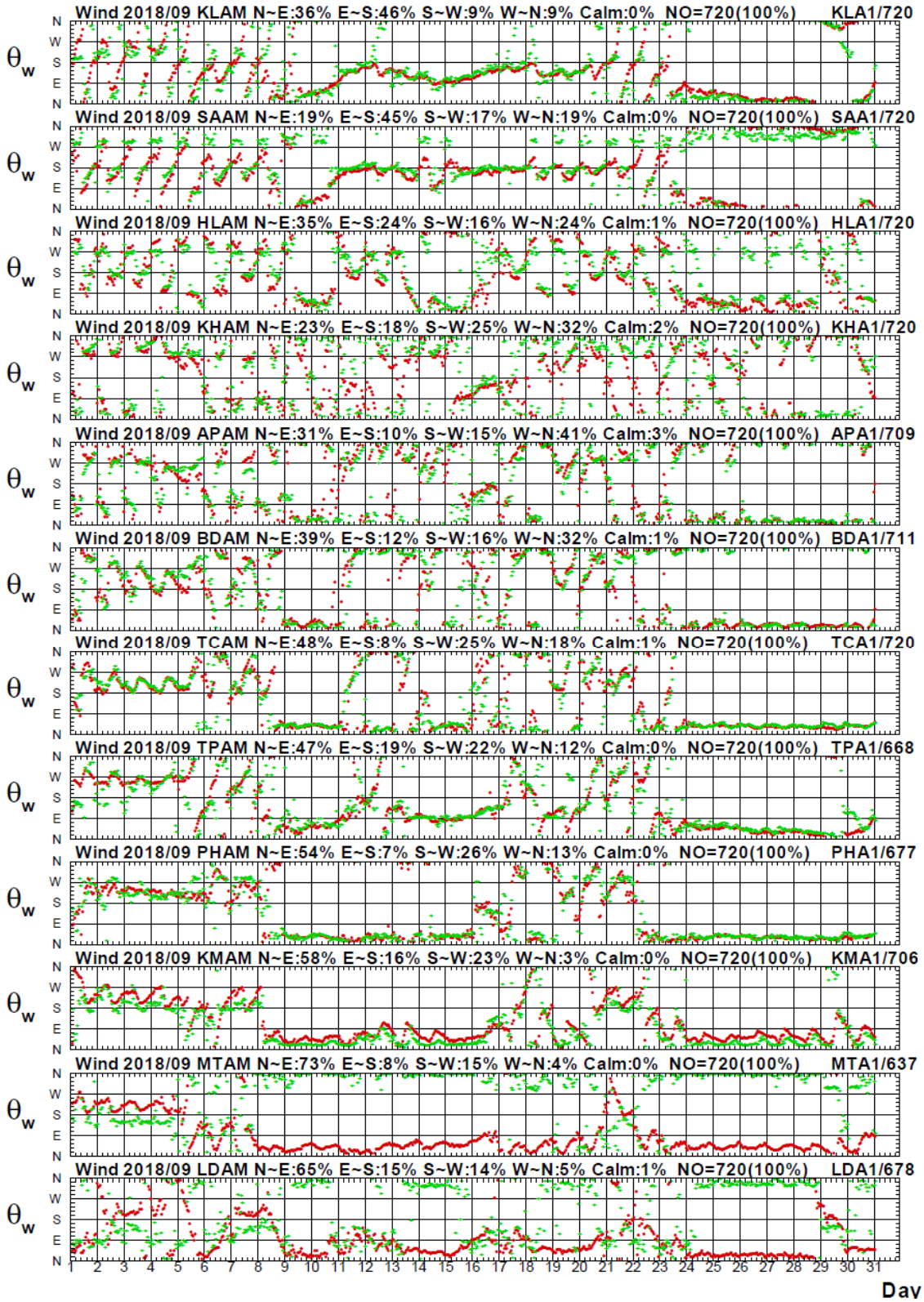


圖 5.8　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風向比較圖

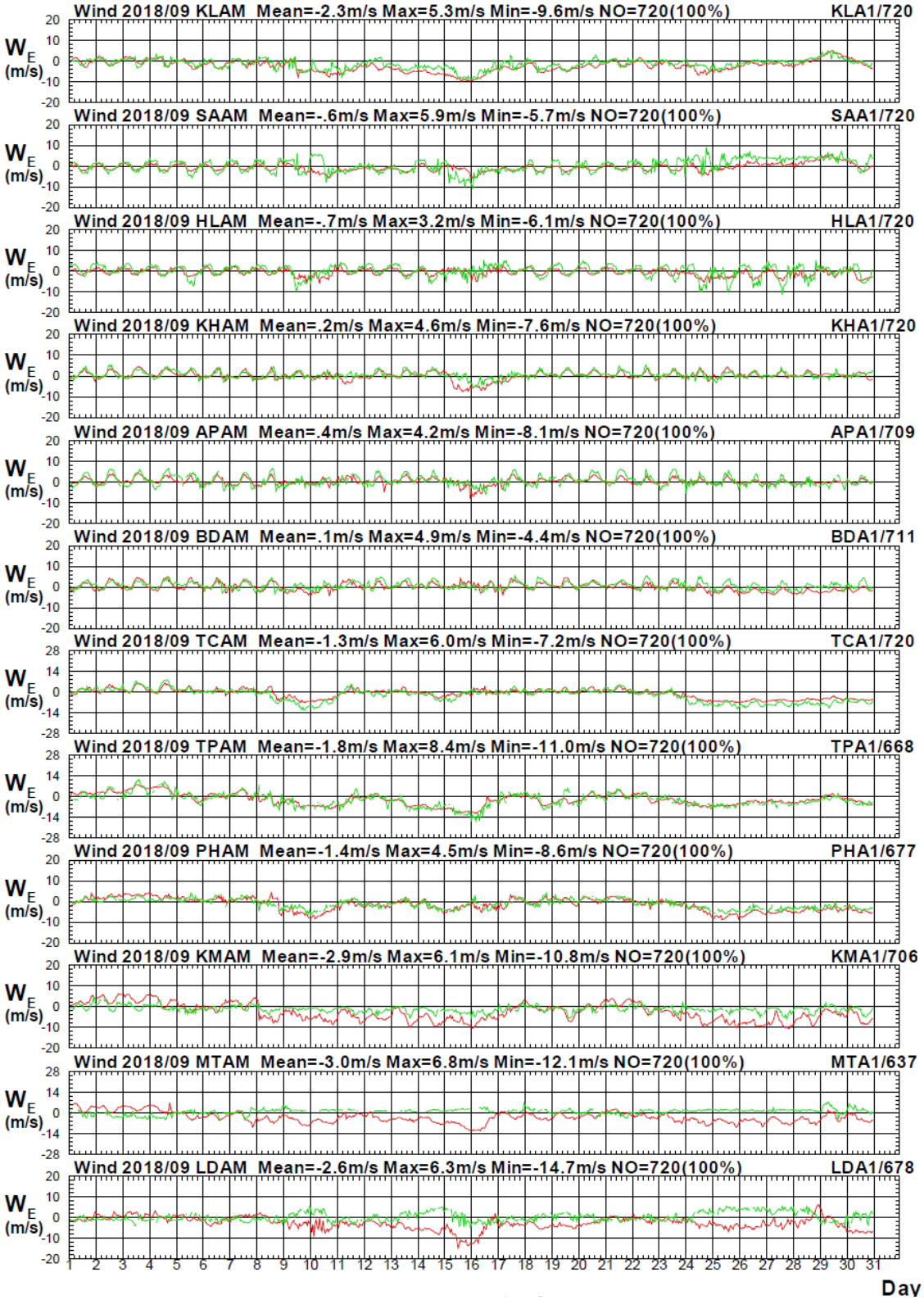


圖 5.9　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW 向風速比較圖

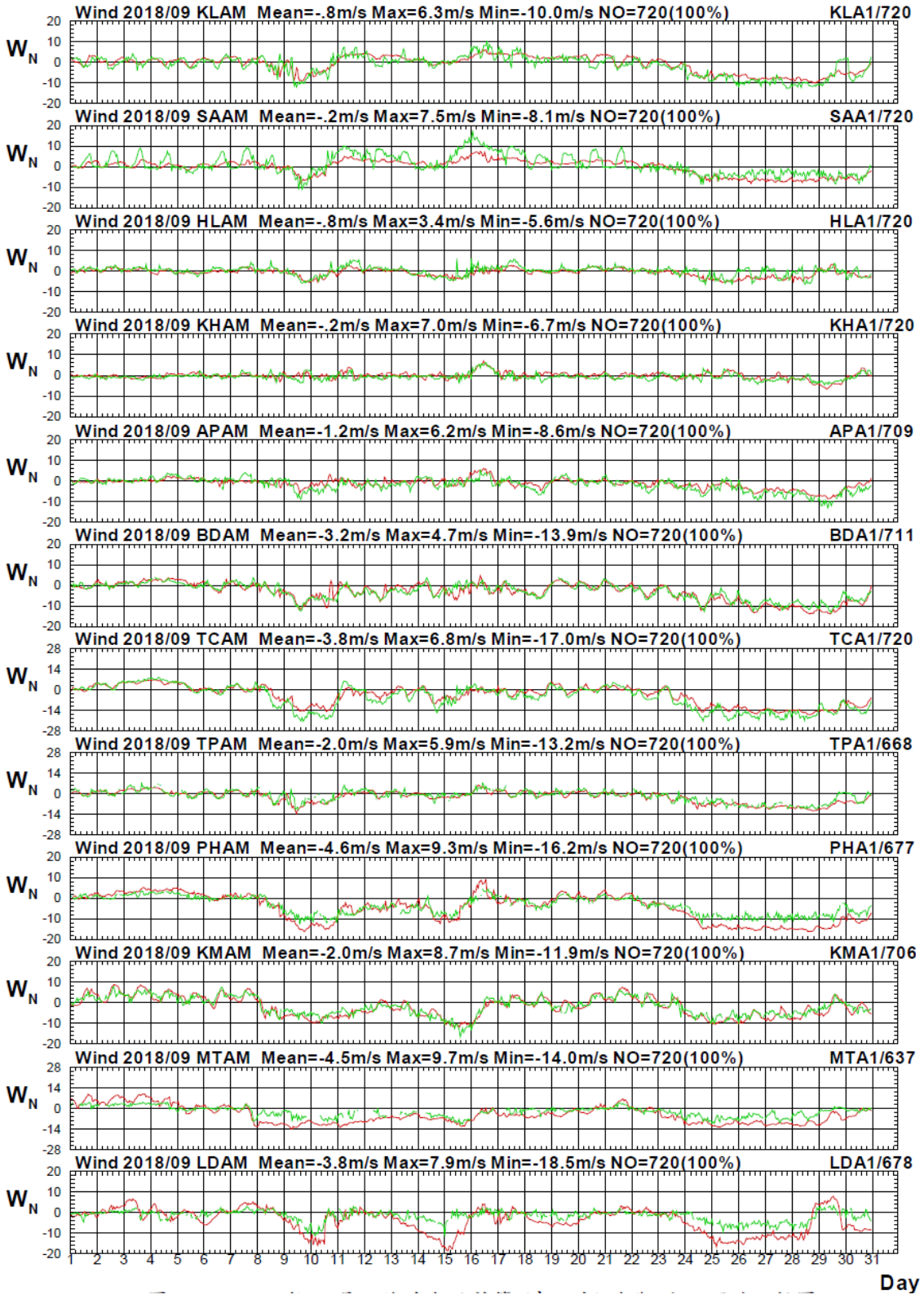


圖 5.10　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS 風速比較圖

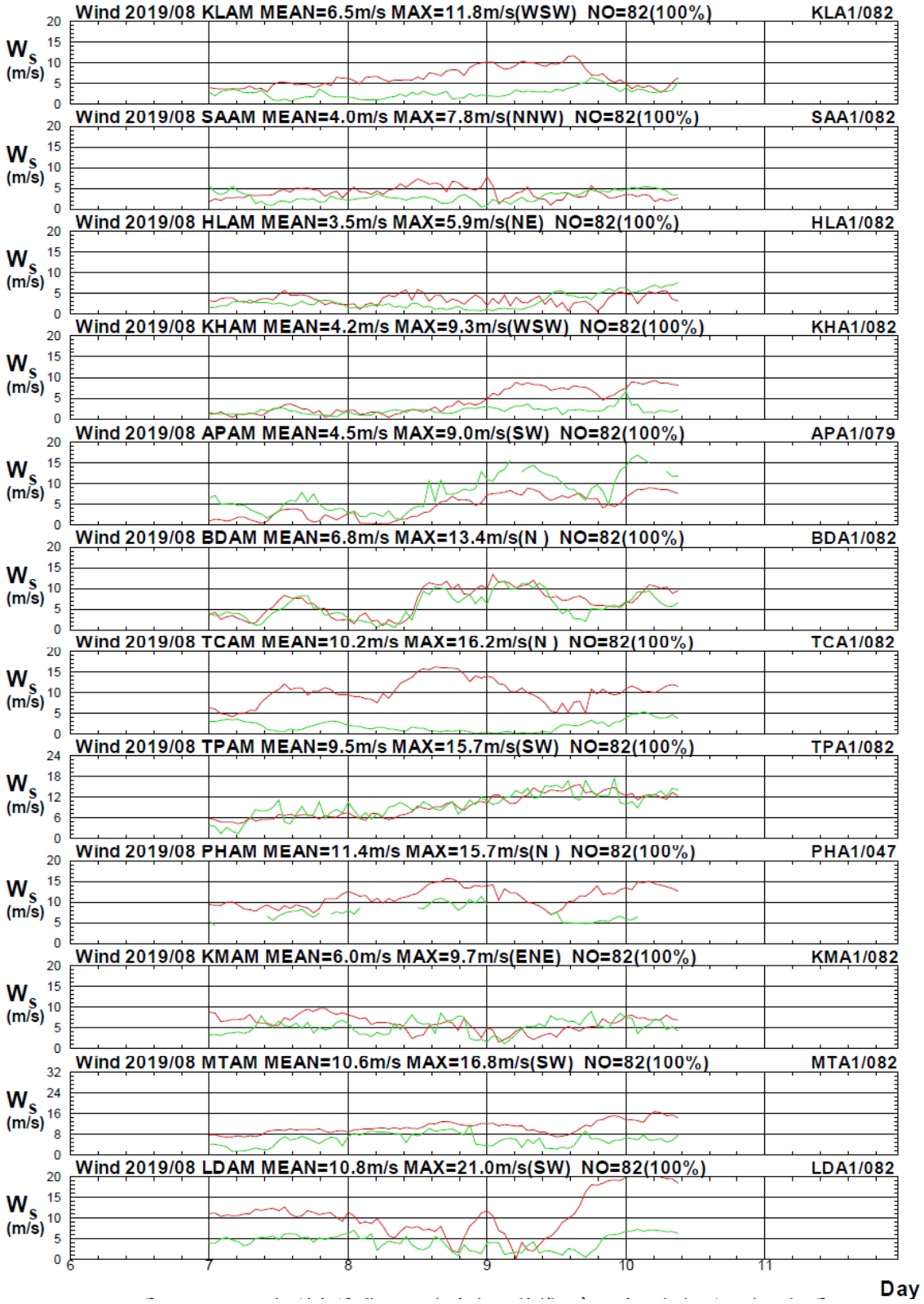


圖 5.11　12 海域 2019 年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風速比較圖

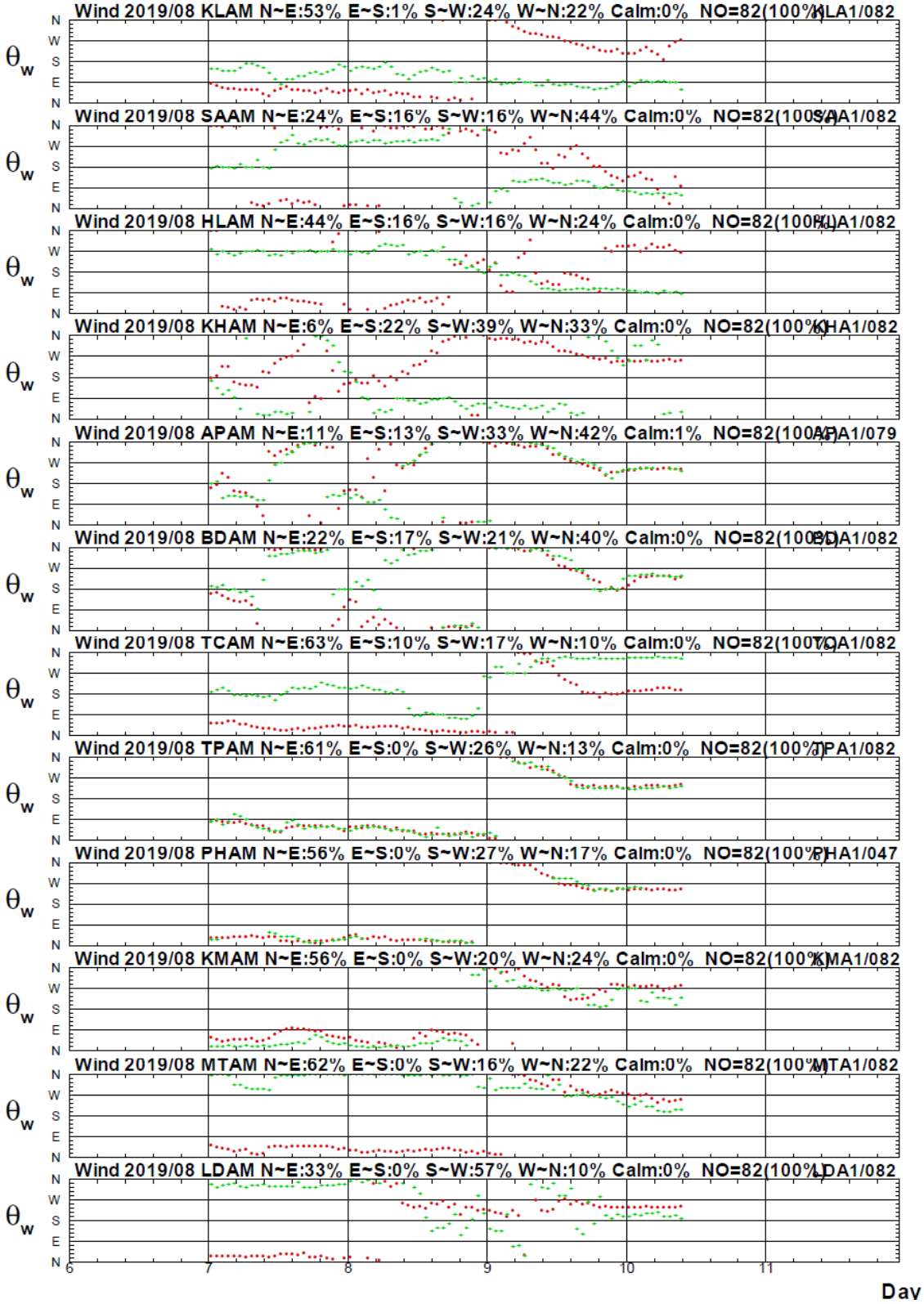


圖 5.12　12 海域 2019 年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)風向比較圖

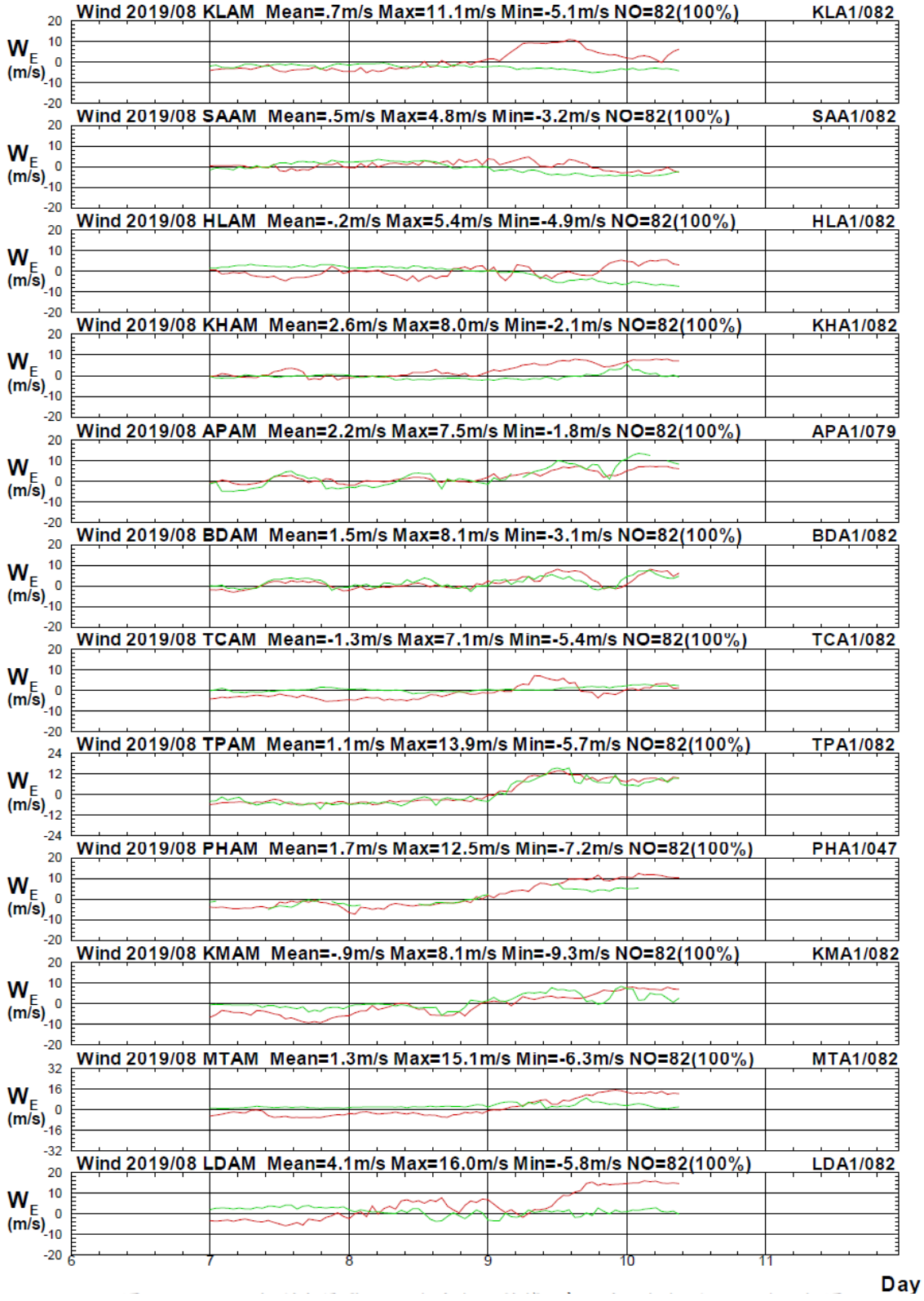


圖 5.13　12 海域 2019 年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW 向風速比較圖



圖 5.14　12 海域 2019 年利奇馬颱風侵臺期間逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS 風速比較圖

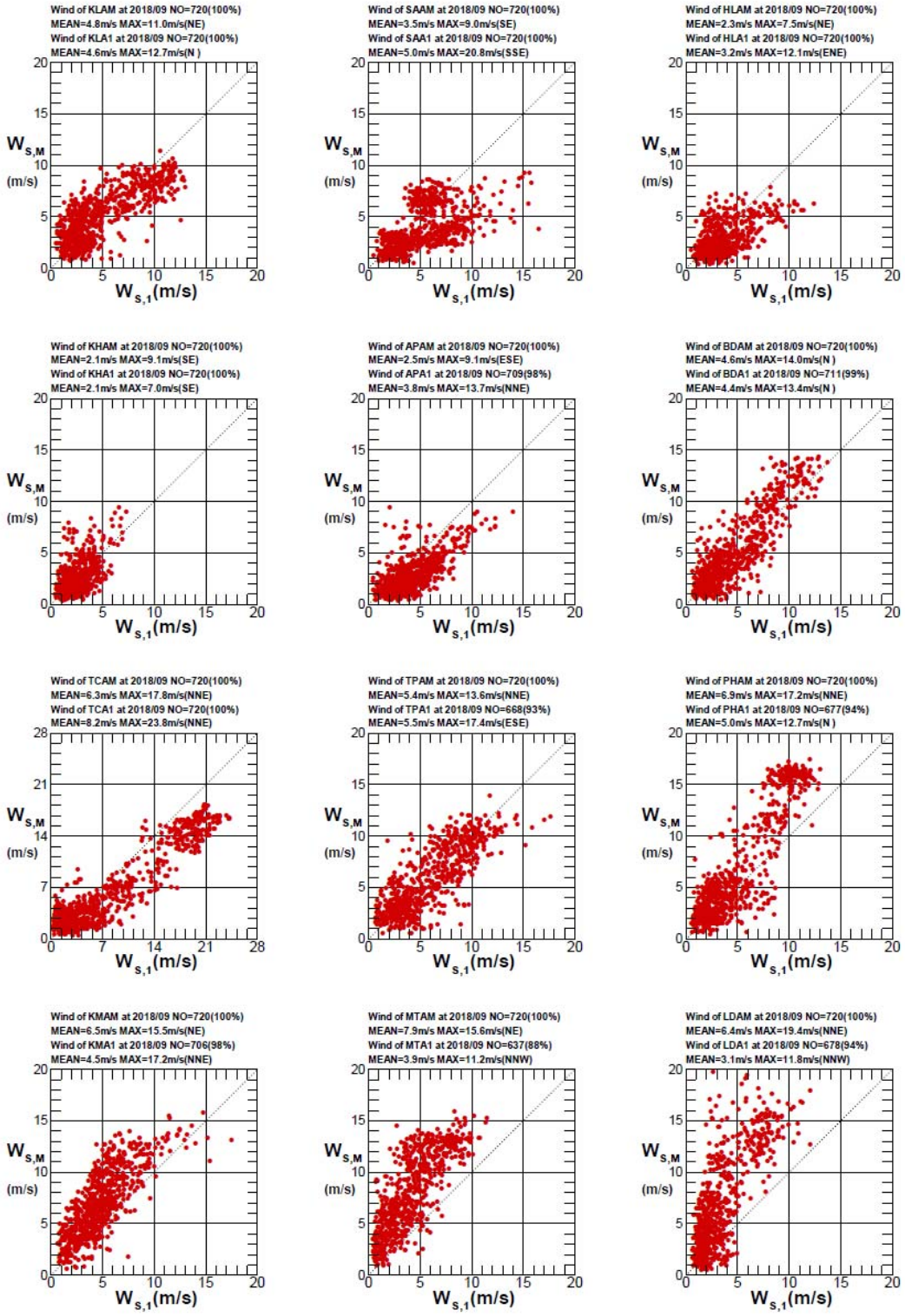


圖 5.15　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬風速相關比較圖

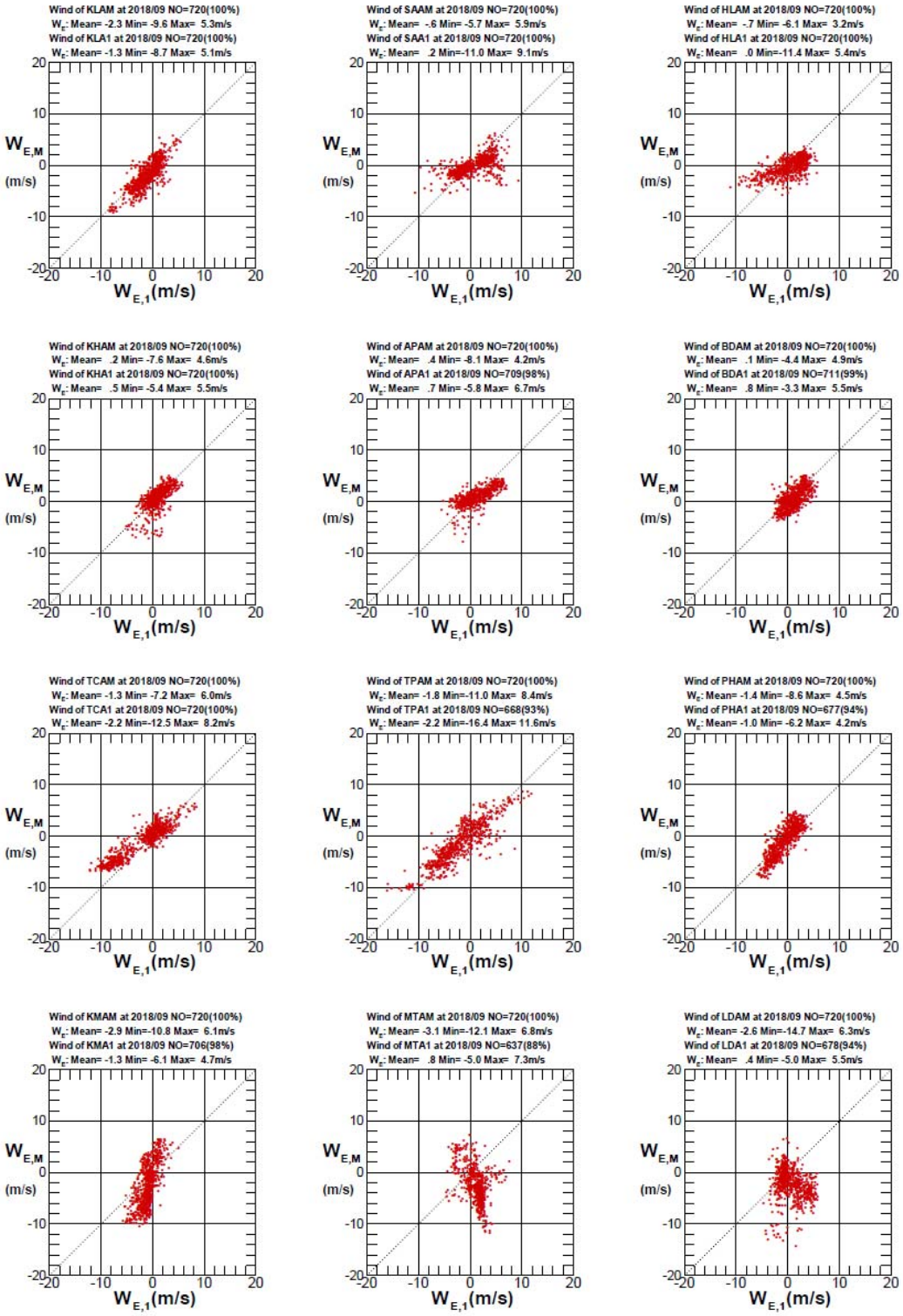


圖 5.16　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬 EW 向風速相關比較圖

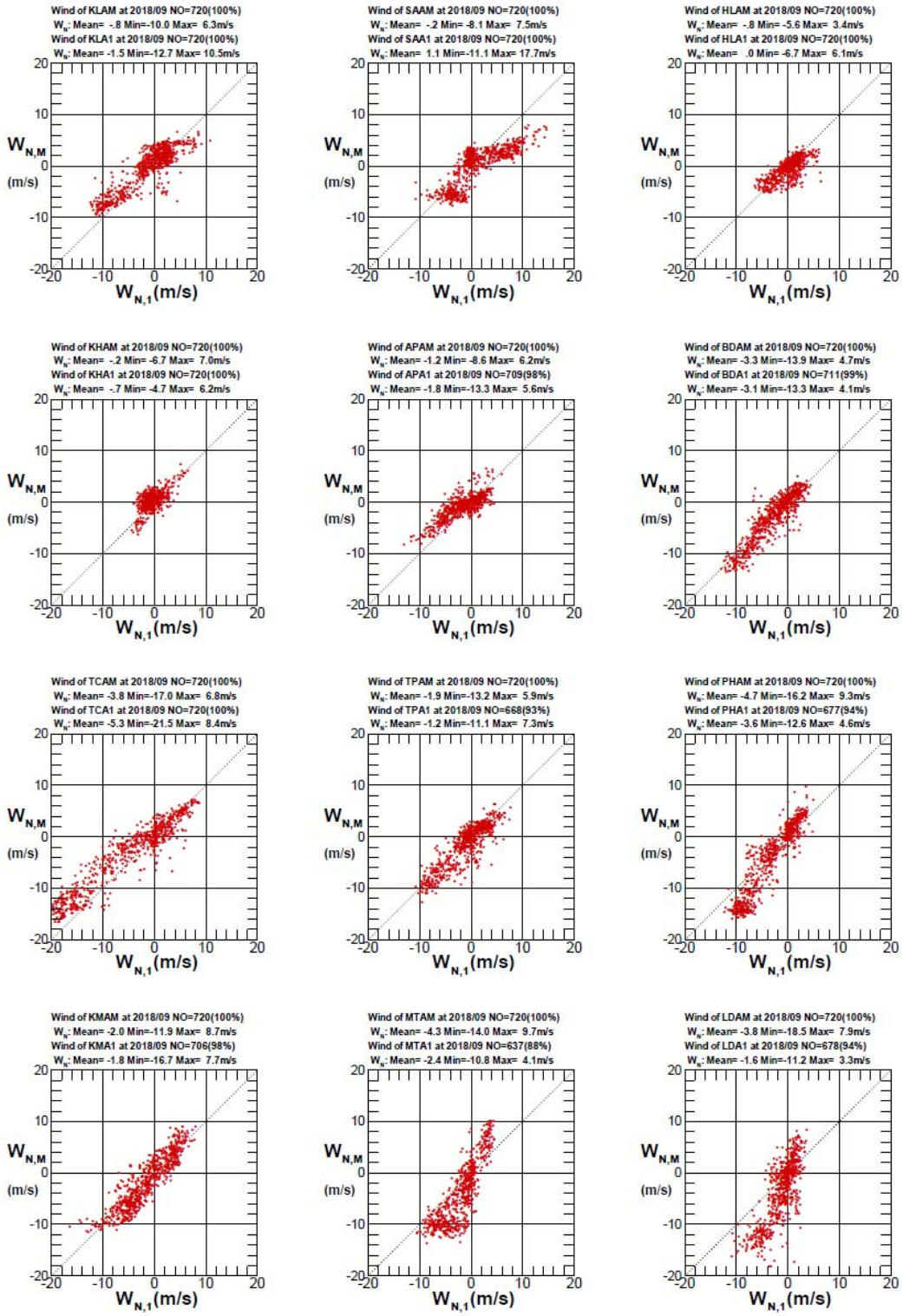


圖 5.17　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬 NS 向風速相關比較圖

5.2 波浪

針對 12 個海域波浪觀測值與作業化追算值間之評估結果如下：

1. 資料蒐集率年度統計總表：各海域波浪資料蒐集率本年年度統計總表區分為觀測值(如表 5.5)及預報值(如表 5.6)，表 5.5 為 12 個海域波浪觀測值蒐集率，各海域之中金門、基隆及蘇澳等海域因觀測儀器或資料傳輸纜線固障因素導致資料蒐集率偏低。表 5.6 顯示各海域中尺度模組風浪追算資料蒐集率達到 100%，代表本計畫風浪作業化模擬均能維持正常運作。表 5.7 及表 5.8 分別為本年度輕度颱風丹娜絲(DANAS)、強烈颱風利奇馬(LEKIMA)、輕度颱風白鹿(BAILU)等颱風，於颱風警報期間波浪逐時觀測值及本計畫中尺度網格波浪追算資料之蒐集率統計表。

2. 逐月波浪特性統計分析表：波浪特性項目包括月平均波高、月資料蒐集率、月平均週期、月主要波向及主要波向佔百分比、最大波高、最大波高對應波向、最大波高對應週期及最大週期等統計表，如圖 5.18 所示，表中 S 及 N 分別代表舊版及新版中尺度風浪模組輸出結果。圖 5.18 顯示 2018 年 9 月 12 個海域波浪觀測、舊版及新版中尺度模擬值之平均波高(示性波)、資料蒐集率、平均週期、主要波向及主要波向所佔百分比、最大波高、最大波高對應波向、最大波高對應週期及最大週期等統計結果。圖 5.19 為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖。

3. 波浪參數逐月相關係數 R 分析表：波浪參數分為平均波高(H)、平均波向(D)及平均週期(T)等，12 海域逐月波浪參數相關係數 R 分析成果表，如圖 5.20 所示，分別為 2018 年 9 月至 2019 年 8 月 12 個海域波浪參數(H、D、T)觀測值與中尺度模擬值間相關係數分析結果。圖 5.21 為 2019 年颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬資料間波浪參數(H、D、T) 相關係數分析成果表圖。

4. 波浪參數逐月誤差分析表：誤差項目包括平均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差等月統計值，如圖 5.22 所示，

圖 5.22 為 2018 年 9 月 12 個海域波浪參數(H、D、T)觀測值與新版中尺度風浪預報值間針對波高、波向、週期等參數之誤差分析結果，表中平均波高及平均週期代表觀測資料之月平均值；其中波高平均絕對誤差分析結果顯示以高雄海域誤差值 0.11m 為最優，澎湖、金門及馬祖等海域誤差值偏大原因，係新版中尺度模擬值輸出點位鄰近浮標測站非 AWAC 測站所致。波向平均絕對誤差同樣以高雄海域誤差值 13º 為最優，週期平均絕對誤差同樣以高雄海域誤差值 0.49sec 為最優。圖 5.23 為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬資料間平均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差分析成果表圖，同樣顯示以高雄海域波高平均絕對誤差 0.38m、波向平均絕對誤差 5º 及週期平均絕對誤差 0.67sec 為最優。

5. 波浪參數逐時比較圖：依風力參數區分為月逐時波高比較圖、月逐時週期 TP 比較圖及月逐時波向比較圖等三種，如圖 5.24~圖 5.26 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 個海域波高觀測值(綠色線)與舊版(紅色線)、新版(藍色線)中尺度預報值之逐時比較圖。圖 5.27~圖 5.29 分別為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬資料間逐時波高、逐時週期 TP 及逐時波向比較圖。

6. 波浪參數逐時相關比較圖：同樣依波浪參數區分為月逐時波高相關圖、月逐時週期(T_P)相關圖等，如圖 5.30~圖 5.31 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 個海域波高、週期(T_P)逐時觀測值與新版中尺度預報值間相關比較圖。

表 5.5　108 年度 12 個海域波浪主要觀測站逐月資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	*	*	647(89.9%)	169(23.5%)	714(99.2%)	720(100%)	589(81.8%)	674(93.6%)	720(100%)	447(62.1%)	701(97.4%)	678(94.2%)
2018/10 月	174(23.4%)	*	740(99.5%)	649(87.2%)	719(96.6%)	730(98.1%)	740(99.5%)	692(93.0%)	650(87.4%)	*	737(99.1%)	744(100%)
2018/11 月	*	*	177(24.6%)	653(90.7%)	691(96.0%)	720(100%)	702(97.5%)	713(99.0%)	492(68.3%)	*	715(99.3%)	547(76.0%)
2018/12 月	*	*	744(100%)	675(90.7%)	133(17.9%)	717(96.4%)	731(98.3%)	471(63.3%)	744(100%)	*	733(98.5%)	744(100%)
2019/ 1 月	*	*	743(99.9%)	691(92.9%)	*	744(100%)	744(100%)	*	744(100%)	*	731(98.3%)	744(100%)
2019/ 2 月	*	*	672(100%)	620(92.3%)	69(10.3%)	540(80.4%)	672(100%)	*	672(100%)	*	408(60.7%)	672(100%)
2019/ 3 月	278(37.4%)	415(55.8%)	714(96.0%)	675(90.7%)	744(100%)	672(90.3%)	743(99.9%)	224(30.1%)	744(100%)	*	728(97.8%)	516(69.4%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	654(90.8%)	720(100%)	718(99.7%)	720(100%)	720(100%)	466(64.7%)	*	639(88.8%)	*
2019/ 5 月	733(98.5%)	718(96.5%)	681(91.5%)	683(91.8%)	547(73.5%)	621(83.5%)	736(98.9%)	744(100%)	713(95.8%)	*	741(99.6%)	744(100%)
2019/ 6 月	*	695(96.5%)	*	664(92.2%)	71(9.9%)	720(100%)	716(99.4%)	720(100%)	716(99.4%)	*	707(98.2%)	419(58.2%)
2019/ 7 月	*	737(99.1%)	*	717(96.4%)	272(36.6%)	633(85.1%)	743(99.9%)	524(70.4%)	744(100%)	*	738(99.2%)	*
2019/ 8 月	*	562(75.5%)	*	220(29.6%)	*	*	741(99.6%)	502(67.5%)	538(72.3%)	*	617(82.9%)	*

表 5.6　108 年度 12 個海域波浪中尺度模組(S)逐月追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測點	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/10 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 1 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 2 月	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)
2019/ 3 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 5 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 6 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 7 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 8 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)

表 5.7　108 年度 12 個海域颱風侵臺期間波浪主要測站觀測資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/ 丹娜絲 (07.16-07.17)	*	42(97.7%)	*	43(100%)	27(62.8%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	*	43(100%)	*
2019/ 利奇 (08.07-08.10)	*	80(97.6%)	*	46(63.9%)	*	*	82(100%)	82(100%)	82(100%)	*	82(100%)	*
2019/ 白鹿 (08.23-08.25)	*	41(100%)	*	*	*	*	60(98.4%)	6(30.0%)	10(100%)	*	28(70.0%)	*

表 5.8　108 年度 12 個海域颱風侵臺期間波浪中尺度模組(S)追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/丹娜絲 (07.16-07.17)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)
2019/利奇馬 (08.07-08.10)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)
2019/白鹿 (08.23-08.25)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)

2018年 9月各項波浪12個海域各站平均波高

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	1.82	1.74	1.56	0.78	0.71	0.33	1.35	1.40	1.02	0.23	0.57	1.92
N尺度	1.83	2.06	2.03	1.00	0.89	0.86	1.46	1.32	1.75	1.32	1.76	1.53
觀測			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55

MEV2A 波高單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站波高資料蒐集率

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測			90	23	99	100	82	94	100	62	97	94

MEV2A 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站平均週期

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	7.94	8.34	7.42	5.42	5.14	3.57	5.66	7.50	5.95	2.45	2.97	6.42
N尺度	7.42	9.31	9.04	7.32	6.73	6.58	6.18	6.26	6.85	6.48	6.86	8.47
觀測			10.3	6.68	8.68	8.63	6.91	7.01	7.66	8.84	8.60	9.36

MEV2A 週期單位:s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站主要波向

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	NE	NE	NE	WNW	SW	N	N	N	NE	NE	NNE	E
N尺度	E	SE	ESE	SW	SW	WSW	N	N	NNE	ENE	ENE	NNE
觀測			ESE	SW	SSW	W	NNE	NNW	S	SW	NE	SW

MEV2A 波向: 來向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站主要波向所佔百分比

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	36	27	21	21	24	31	51	42	45	23	45	19
N尺度	38	31	33	32	39	35	42	28	44	39	25	26
觀測			52	14	36	36	46	19	38	34	73	26

MEV2A 百分比:% 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站波向資料蒐集率

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測			89	23	97	99	82	94	100	61	97	94

MEV2A 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

圖 5.18　12 海域 2018 年 9 月觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖

2018年 9月各項波浪12個海域各站最大波高

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	5.02	5.17	4.99	3.01	2.74	0.71	3.77	3.80	2.46	0.40	1.32	7.69
N尺度	6.21	6.66	7.19	4.87	3.67	2.01	4.11	4.03	4.29	3.70	4.29	5.55
觀測			6.12	1.12	4.81	2.84	3.57	4.28	7.22	4.41	1.68	3.42

MEV2A 波高單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站最大波高對應波向

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	NNE	NE	NE	SSW	SW	N	N	N	SSE	NNE	NNE	ESE
N尺度	NE	SE	SE	SSW	SW	NNW	N	N	NNE	ENE	ENE	E
觀測			E	SSW	SSW	WSW	NNE	N	SSE	SSW	NE	N

MEV2A 波向: 來向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站最大波高對應週期

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	9.20	13.5	13.5	13.6	13.6	3.10	8.20	8.70	7.70	2.10	4.30	13.5
N尺度	10.8	17.6	18.0	14.4	13.9	4.70	8.60	10.3	8.80	8.40	16.1	18.3
觀測			99.9	8.00	11.7	11.8	7.70	7.70	11.3	99.9	12.1	12.1

MEV2A 週期單位:s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項波浪12個海域各站最大週期

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
S尺度	16.1	16.0	16.1	15.8	14.4	13.9	11.0	15.8	13.2	8.70	4.30	17.6
N尺度	15.7	20.8	20.8	20.9	20.6	21.4	13.9	13.9	14.1	15.9	16.3	19.1
觀測			99.9	8.50	99.9	99.9	11.8	99.9	16.6	99.9	15.8	99.9

MEV2A 週期單位:s 港灣技術研究中心

圖 5.18 (續)12 海域 2018 年 9 月觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各站平均波高

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	2.46	2.89	2.68	1.76	1.37	0.47	1.92	2.19	1.48	0.23	0.85	4.35
N尺度	3.41	3.68	3.74	2.00	1.73	1.37	2.20	2.62	2.70	1.60	2.80	3.26
觀測1		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	

MEV2Y 波高單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各波高資料蒐集率

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測1		98		64			100	100	100		100	

MEV2Y 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各平均週期

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	7.66	9.74	8.29	6.74	6.21	3.14	6.23	6.87	6.24	3.11	3.60	7.40
N尺度	11.3	12.7	11.9	8.71	8.45	7.22	7.39	7.34	7.29	7.08	9.59	9.78
觀測1		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	

MEV2Y 週期單位:s 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各主要波向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	NE	ENE	NE	SSW	WSW	NNW	N	N	NE	NE	NNE	NE
N尺度	ENE	ENE	ENE	SW	SW	W	N	NNE	NNE	ENE	ENE	NNE
觀測1		ENE		SW			NNE	N	SSE		NE	

MEV2Y 波向: 來向 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各主要波向所佔百分比

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	35	60	35	39	33	40	65	48	51	20	52	35
N尺度	63	41	72	48	46	33	66	37	59	60	54	40
觀測1		38		43			45	30	51		79	

MEV2Y 百分比:% 港灣技術研究中心

表2.3.2f2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各波向資料蒐集率

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測1		98		64			100	100	100		100	

MEV2Y 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

圖 5.19　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大波高

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	4.16	5.21	4.78	3.87	3.11	0.73	3.26	4.73	2.38	0.35	1.45	7.47
N尺度	7.25	6.21	5.89	4.16	3.63	2.64	3.07	5.55	3.43	2.25	4.76	5.98
觀測1		4.30		2.37			2.56	4.52	2.20		2.33	

MEV2Y 波高單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大波高對應波向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	NE	ENE	ENE	WSW	WSW	SW	N	NNW	SW	S	SW	E
N尺度	NE	ENE	ENE	WSW	SW	WSW	NNW	NNW	SW	S	ENE	SSW
觀測1		E		SW			N	NW	S		NE	

MEV2Y 波向: 來向 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大波高對應週期

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	12.3	12.2	12.2	9.20	7.40	3.50	7.60	9.20	6.10	5.70	4.50	12.4
N尺度	14.9	14.4	14.6	9.00	8.70	7.90	8.00	9.70	7.90	6.40	15.1	10.1
觀測1		12.5		7.20			7.70	7.70	8.20		13.3	

MEV2Y 週期單位:s 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大週期

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
S尺度	12.3	12.6	12.8	10.5	9.70	9.50	8.70	12.4	9.80	9.70	4.50	12.4
N尺度	15.0	14.8	14.9	10.5	10.8	10.3	12.6	12.3	11.0	12.5	15.2	14.3
觀測1		14.3		10.0			11.0	11.5	9.90		14.6	

MEV2Y 週期單位:s 港灣技術研究中心

圖 5.19　(續)2019 年颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬之波浪特性統計分析比較表圖

2018年 9 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.91	0.65	0.81	0.82	0.90	0.90	0.27	0.25	0.89	0.59
D 相關係數 r			0.65	0.54	0.75	0.72	0.33	0.11	0.61	0.00	0.19	-.43
T 相關係數 r			0.42	0.84	0.60	0.58	0.58	0.32	0.55	0.33	0.32	0.19
蒐集率P_{AB}			89	23	97	98	81	93	100	60	97	94
蒐集率P_A			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B			89	23	99	100	81	93	100	61	97	94
蒐集率P^o_{AB}			89	23	97	98	81	93	100	60	97	94

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年10 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.92		0.90	0.88	0.31	0.11	0.91	0.87	0.71		0.79	0.73
D 相關係數 r	0.65		0.63	0.62	0.29	-.00	0.02	0.09	-.06		0.29	-.58
T 相關係數 r	0.40		0.60	0.61	0.20	-.02	0.78	0.83	0.76		0.52	0.25
蒐集率P_{AB}	23		99	87	93	96	99	93	87		98	99
蒐集率P_A	100		100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B	23		99	87	96	95	99	93	87		99	100
蒐集率P^o_{AB}	23		99	87	93	98	99	93	87		98	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年11 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.94	0.87	0.30	-.06	0.93	0.84	0.83		0.86	0.38
D 相關係數 r			0.39	0.45	0.21	-.04	0.12	0.20	-.23		0.20	-.38
T 相關係數 r			0.29	0.63	0.24	-.13	0.83	0.62	0.80		0.25	0.11
蒐集率P_{AB}			23	90	89	99	97	98	68		99	75
蒐集率P_A			100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B			24	90	95	100	97	98	68		99	75
蒐集率P^o_{AB}			24	90	89	99	97	98	68		99	75

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年12 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.43	0.86	0.21	0.27	0.97	0.95	0.82		0.94	0.43
D 相關係數 r			0.42	0.72	0.33	-.05	0.12	0.03	0.33		0.31	-.54
T 相關係數 r			0.43	0.48	0.09	0.18	0.88	0.77	0.73		0.20	-.07
蒐集率P_{AB}			100	90	16	96	98	63	100		98	99
蒐集率P_A			100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B			100	90	17	96	98	63	100		98	100
蒐集率P^o_{AB}			99	90	16	96	98	63	100		98	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.20　12 海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果表圖

2019年 1 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.33	0.68		-.05	0.93		0.62		0.90	-.09
D 相關係數 r			0.44	0.51		0.11	0.15		0.19		0.15	-.42
T 相關係數 r			0.52	0.25		-.09	0.83		0.57		0.00	0.06
蒐集率P_{AB}			99	92		100	100		100		98	99
蒐集率P_A			100	100		100	100		100		100	100
蒐集率P_B			99	92		100	100		100		98	100
蒐集率P^o_{AB}			99	92		100	100		100		98	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 2 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.43	0.76	-.01	-.16	0.89		0.38		0.85	-.09
D 相關係數 r			0.25	0.74	-.26	0.05	0.17		0.33		0.23	-.41
T 相關係數 r			0.20	-.25	0.00	-.15	0.72		0.36		0.05	0.13
蒐集率P_{AB}			100	92	10	80	100		100		60	99
蒐集率P_A			100	100	100	100	100		100		100	100
蒐集率P_B			100	92	10	80	100		100		60	100
蒐集率P^o_{AB}			99	92	10	80	100		100		60	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 3 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.97	0.64	0.43	0.63	-.05	0.14	0.85	0.86	0.53		0.76	0.14
D 相關係數 r	0.13	0.86	0.43	0.79	0.05	0.27	0.34	0.35	0.33		0.00	-.32
T 相關係數 r	0.60	0.49	0.22	0.21	0.22	0.28	0.52	0.65	0.65		0.29	0.03
蒐集率P_{AB}	37	55	95	90	100	86	99	30	100		97	69
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B	37	55	95	90	100	90	99	30	100		97	69
蒐集率P^o_{AB}	37	55	95	90	100	86	99	30	100		97	69

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 4 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.91	0.83	0.79	0.68	-.05	0.02	0.86	0.85	0.74		0.73	
D 相關係數 r	0.36	0.79	0.82	0.72	0.20	-.14	0.26	0.32	0.22		0.10	
T 相關係數 r	0.44	0.23	0.22	0.36	-.18	0.12	0.45	0.40	0.42		0.09	
蒐集率P_{AB}	100	100	100	90	100	99	99	99	64		88	
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B	100	100	100	90	100	99	100	100	64		88	
蒐集率P^o_{AB}	100	99	99	90	100	99	99	99	64		88	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.20 (續 1)12 海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果圖

2019年 5 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.89	0.64	0.47	0.73	0.19	-.15	0.92	0.89	0.49		0.82	0.22
D 相關係數 r	0.34	0.56	0.43	0.69	0.08	0.16	0.36	0.23	0.22		0.27	-.33
T 相關係數 r	0.39	0.45	0.18	0.27	-.11	0.05	0.66	0.31	0.67		0.32	0.05
蒐集率P_{AB}	98	96	88	91	73	83	98	100	95		99	99
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B	98	96	90	91	73	83	98	100	95		99	100
蒐集率P^o_{AB}	98	96	91	91	73	83	98	100	95		99	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 6 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.68		0.81	0.80	0.66	0.64	0.74	0.49		0.12	0.68
D 相關係數 r		0.68		0.62	0.63	0.32	0.07	0.34	0.06		0.09	-.31
T 相關係數 r		0.32		0.58	0.42	0.61	0.44	0.29	0.33		0.02	0.60
蒐集率P_{AB}		96		92	9	99	99	99	99		98	58
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B		96		92	9	100	99	99	99		98	58
蒐集率P^o_{AB}		96		92	9	99	99	100	99		98	58

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 7 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.85		0.92	0.87	0.89	0.83	0.89	0.34		0.20	
D 相關係數 r		0.27		0.77	0.58	0.68	0.11	0.51	0.39		0.04	
T 相關係數 r		0.20		0.76	0.82	0.77	0.37	-.01	0.64		-.05	
蒐集率P_{AB}		99		96	36	84	99	69	99		99	
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B		99		96	36	85	99	69	100		99	
蒐集率P^o_{AB}		98		96	36	85	99	70	100		99	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 8 月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.90		0.79			0.86	0.94	0.25		0.77	
D 相關係數 r		0.39		-.02			0.11	0.37	0.44		0.20	
T 相關係數 r		0.74		0.77			0.57	0.37	0.54		0.32	
蒐集率P_{AB}		75		29			99	67	72		82	
蒐集率P_A		100		100			100	100	100		100	
蒐集率P_B		75		29			99	67	72		82	
蒐集率P^o_{AB}		75		29			99	67	72		82	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.20 (續 2)12 海域波浪參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果圖

2019年丹娜絲颱風觀測波浪12海域 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.97		0.84	0.26	0.75	0.90	0.85	0.69		0.96	
D 相關係數 r		-.30		0.67	0.57	0.82	-.07	0.84	0.59		0.10	
T 相關係數 r		-.83		0.30	-.76	0.41	0.80	-.19	0.21		-.01	
蒐集率P_{AB}		97		100	62	100	100	100	100		100	
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B		97		100	62	100	100	100	100		100	
蒐集率P^o_{AB}		95		100	62	100	100	100	100		100	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年利奇馬颱風觀測波浪12海域 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.62		0.94			0.77	0.95	0.56		0.79	
D 相關係數 r		0.73		0.70			0.54	0.41	0.66		0.40	
T 相關係數 r		0.65		0.36			0.70	0.79	0.08		0.54	
蒐集率P_{AB}		97		56			100	100	100		100	
蒐集率P_A		100		100			100	100	100		100	
蒐集率P_B		97		56			100	100	100		100	
蒐集率P^o_{AB}		97		56			100	100	100		100	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年白鹿颱風觀測波浪12海域 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.99					0.82	0.91	0.38		-.17	
D 相關係數 r		0.52					-.00	0.13	-.73		-.26	
T 相關係數 r		0.94					0.77	-.12	0.57		0.35	
蒐集率P_{AB}		67					98	9	16		45	
蒐集率P_A		100					100	100	100		100	
蒐集率P_B		67					98	9	16		45	
蒐集率P^o_{AB}		67					98	9	16		45	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.21　2019 年颱風侵臺期間 12 海域波浪參數觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果圖

2018年 9 月波浪 12海域各站中尺度 (N) 預報與觀測值平均誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AN	蘇澳 A1-AN	花蓮 A1-AN	高雄 A1-AN	安平 A1-AN	布袋 A1-AN	臺中 A1-AN	臺北 A1-AN	澎湖 A1-AN	金門 A1-AN	馬祖 A1-AN	綠島 A1-AN
波高誤差			0.39	0.07	0.12	0.16	0.07	0.01	0.98	0.85	1.10	1.06
波向誤差			-5	9	40	1	-2	33	-32	-68	42	12
週期誤差			-1.73	-0.29	-1.94	-2.05	-0.38	-1.07	-0.81	-2.06	-1.71	-0.69
平均波高			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55
平均週期			10.1	6.68	6.99	7.47	6.91	7.01	7.66	7.18	8.60	9.23
波高個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678
波向個數			642	169	701	711	589	674	720	439	700	677

ERV2A 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月波浪 12海域各站中尺度 (N) 預報與觀測值平均絕對誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AN	蘇澳 A1-AN	花蓮 A1-AN	高雄 A1-AN	安平 A1-AN	布袋 A1-AN	臺中 A1-AN	臺北 A1-AN	澎湖 A1-AN	金門 A1-AN	馬祖 A1-AN	綠島 A1-AN
波高誤差			0.65	0.11	0.29	0.25	0.47	0.30	1.18	0.86	1.10	1.08
波向誤差			20	13	41	20	33	43	102	89	43	95
週期誤差			3.14	0.49	3.23	3.09	1.42	2.21	1.49	5.23	3.07	3.47
平均波高			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55
平均週期			10.1	6.68	6.99	7.47	6.91	7.01	7.66	7.18	8.60	9.23
波高個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678
波向個數			642	169	701	711	589	674	720	439	700	677

ERV2A 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月波浪 12海域各站中尺度 (N) 預報與觀測值標準偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AN	蘇澳 A1-AN	花蓮 A1-AN	高雄 A1-AN	安平 A1-AN	布袋 A1-AN	臺中 A1-AN	臺北 A1-AN	澎湖 A1-AN	金門 A1-AN	馬祖 A1-AN	綠島 A1-AN
波高誤差			0.97	0.14	0.40	0.35	0.59	0.42	1.68	1.10	1.31	1.54
波向誤差			24	16	48	23	44	55	111	107	60	108
週期誤差			5.09	0.74	13.1	11.1	1.90	5.89	2.20	16.1	4.16	5.89
平均波高			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55
平均週期			10.1	6.68	6.99	7.47	6.91	7.01	7.66	7.18	8.60	9.23
波高個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678
波向個數			642	169	701	711	589	674	720	439	700	677

ERV2A 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月波浪 12海域各站中尺度 (N) 預報與觀測值最大偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AN	蘇澳 A1-AN	花蓮 A1-AN	高雄 A1-AN	安平 A1-AN	布袋 A1-AN	臺中 A1-AN	臺北 A1-AN	澎湖 A1-AN	金門 A1-AN	馬祖 A1-AN	綠島 A1-AN
波高誤差			3.11	0.47	1.18	0.93	1.59	1.13	3.61	3.19	3.19	3.35
波向誤差			40	52	179	112	150	176	179	179	178	179
週期誤差			9.00	0.90	15.9	12.0	7.10	9.90	4.10	9.10	6.20	10.6
平均波高			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55
平均週期			10.1	6.68	6.99	7.47	6.91	7.01	7.66	7.18	8.60	9.23
波高個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678
波向個數			642	169	701	711	589	674	720	439	700	677

ERV2A 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月波浪 12海域各站中尺度 (N) 預報與觀測值最小偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AN	蘇澳 A1-AN	花蓮 A1-AN	高雄 A1-AN	安平 A1-AN	布袋 A1-AN	臺中 A1-AN	臺北 A1-AN	澎湖 A1-AN	金門 A1-AN	馬祖 A1-AN	綠島 A1-AN
波高誤差			-2.41	-0.22	-1.83	-1.81	-1.30	-3.54	-5.42	-3.57	-0.01	-3.05
波向誤差			-63	-31	-42	-47	-131	-178	-179	-180	-22	-180
週期誤差			-81.7	-2.80	-97.8	-97.8	-5.10	-95.0	-9.00	-95.7	-11.7	-95.5
平均波高			1.40	0.62	0.77	0.70	1.58	1.21	0.76	0.41	0.66	0.55
平均週期			10.1	6.68	6.99	7.47	6.91	7.01	7.66	7.18	8.60	9.23
波高個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678
波向個數			642	169	701	711	589	674	720	439	700	677

ERV2A 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

圖 5.22 12 海域波浪參數逐月觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖

2019利奇馬颱風觀測波浪12海域中尺度 (N) 預報與觀測平均誤差統計表

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A-測站 B	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN
波高誤差		0.89		0.38			0.36	0.77	1.82		1.80	
波向誤差		3		2			-13	10	-66		49	
週期誤差		1.75		-0.08			0.08	0.28	-1.22		0.44	
平均波高		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	
平均週期		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	
波高個數		80		46			82	82	82		82	
波向個數		80		46			82	82	82		82	

ERV2Y 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測波浪12海域中尺度 (N) 預報與觀測平均絕對誤差統計表

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A-測站 B	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN
波高誤差		1.11		0.38			0.39	0.77	1.82		1.80	
波向誤差		13		5			18	20	122		49	
週期誤差		1.78		0.67			0.74	0.91	1.58		2.74	
平均波高		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	
平均週期		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	
波高個數		80		46			82	82	82		82	
波向個數		80		46			82	82	82		82	

ERV2Y 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測波浪12海域中尺度 (N) 預報與觀測標準偏差統計表

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A-測站 B	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN
波高誤差		1.42		0.47			0.48	0.94	1.86		1.92	
波向誤差		23		7			23	28	125		66	
週期誤差		2.15		1.08			1.20	1.23	1.89		3.52	
平均波高		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	
平均週期		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	
波高個數		80		46			82	82	82		82	
波向個數		80		46			82	82	82		82	

ERV2Y 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測波浪12海域中尺度 (N) 預報與觀測最大偏差統計表

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A-測站 B	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN
波高誤差		3.28		1.10			1.19	2.07	2.62		3.49	
波向誤差		88		17			29	145	179		160	
週期誤差		5.00		1.20			3.50	3.20	2.70		5.60	
平均波高		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	
平均週期		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	
波高個數		80		46			82	82	82		82	
波向個數		80		46			82	82	82		82	

ERV2Y 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測波浪12海域中尺度 (N) 預報與觀測最小偏差統計表

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A-測站 B	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN	A1-AN
波高誤差		-1.13		0.07			-0.45	-0.04	0.89		0.76	
波向誤差		-59		-11			-69	-43	-153		9	
週期誤差		-0.50		-4.00			-4.60	-3.20	-4.20		-8.90	
平均波高		2.78		1.10			1.84	1.85	0.88		1.01	
平均週期		11.0		9.30			7.31	7.05	8.51		9.15	
波高個數		80		46			82	82	82		82	
波向個數		80		46			82	82	82		82	

ERV2Y 波高單位:m, 週期單位:s, 波向單位: 度 平均波高及週期爲觀測值 港灣技術研究中心

圖 5.23 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域波浪參數觀測與中尺度模擬間誤差分析成果表圖

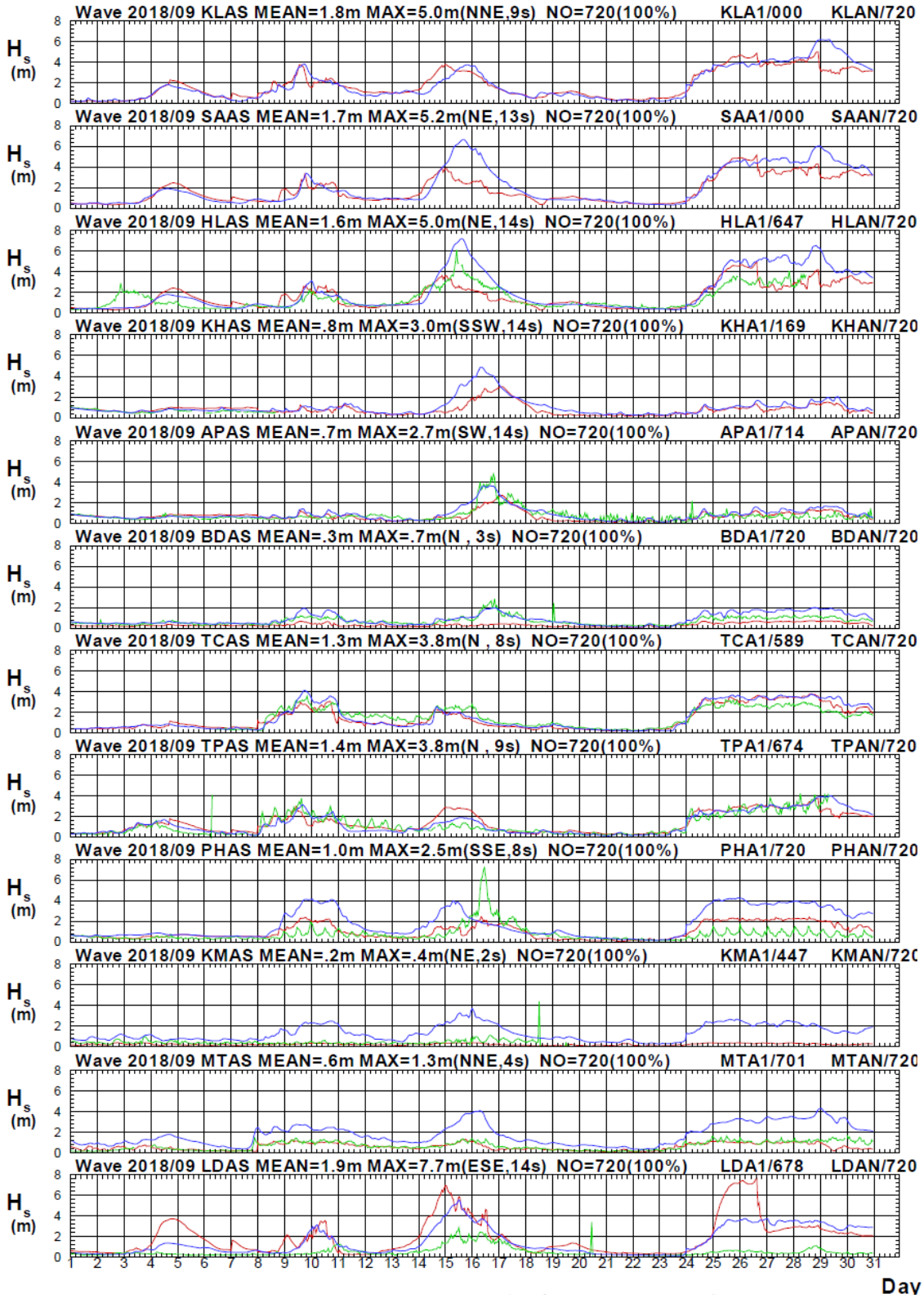


圖 5.24　12 海域 2018 年 9 月逐時波高觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

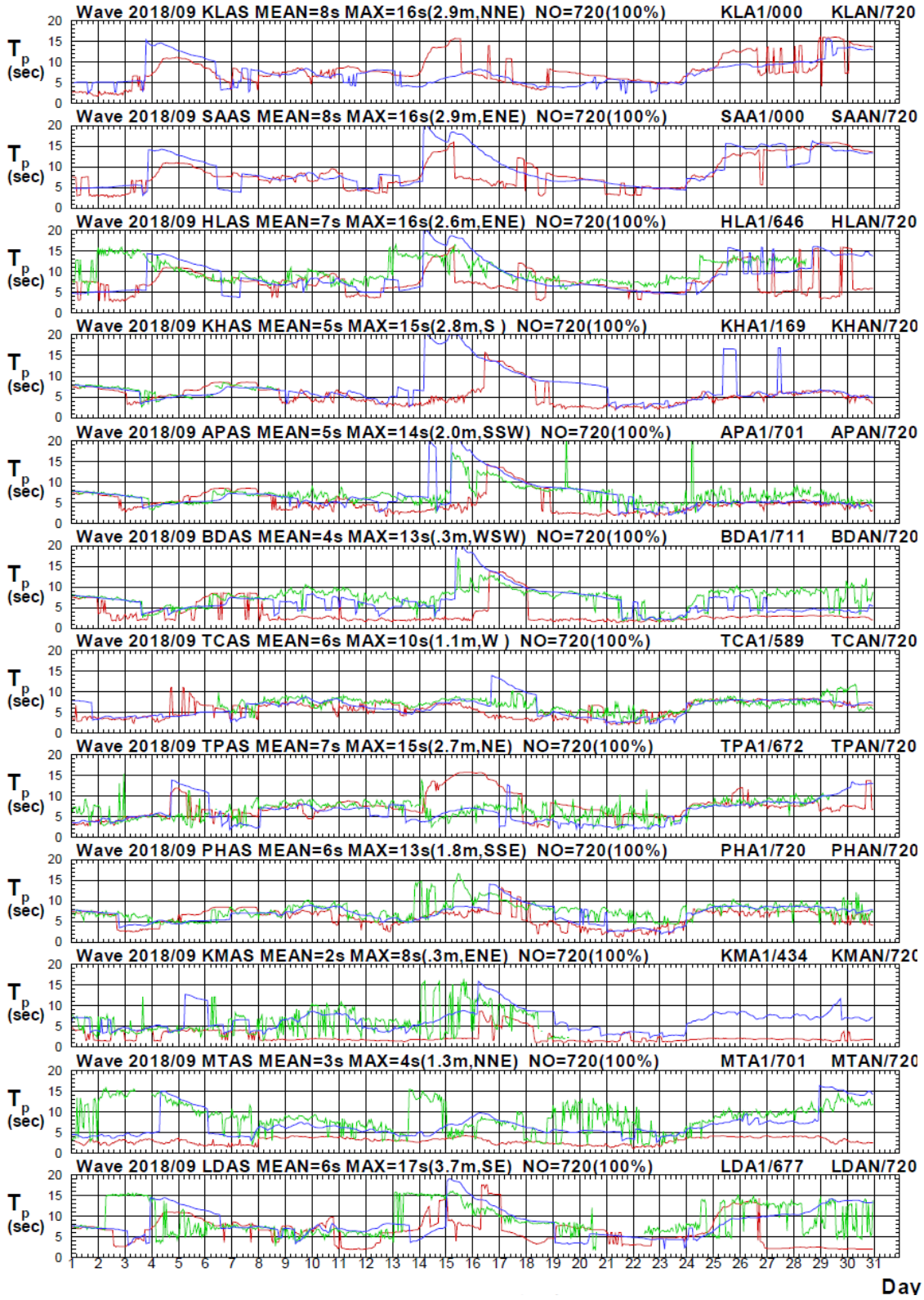


圖 5.25　12 海域 2018 年 9 月逐時週期 T_p 觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

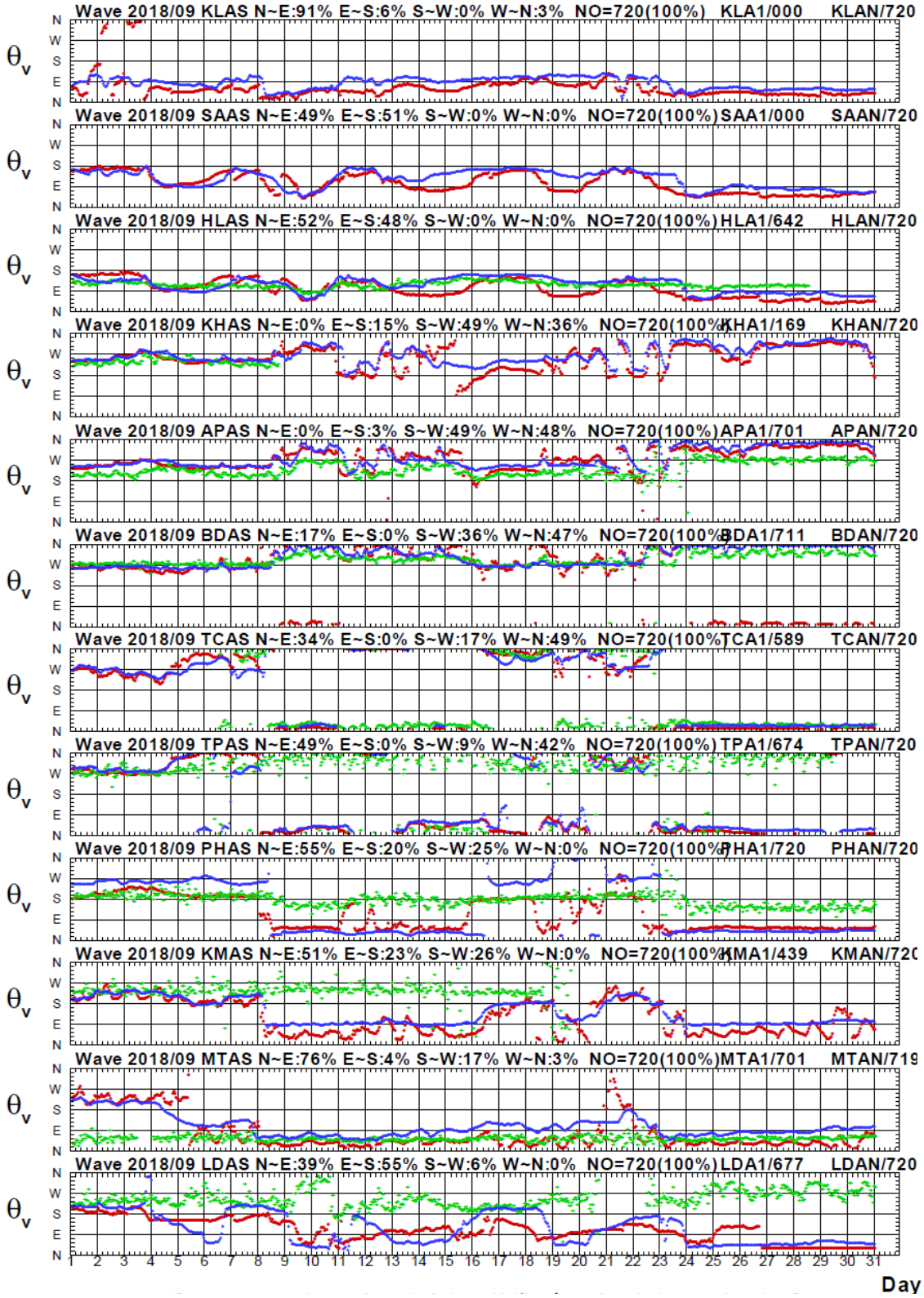


圖 5.26　12 海域 2018 年 9 月逐時波向觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

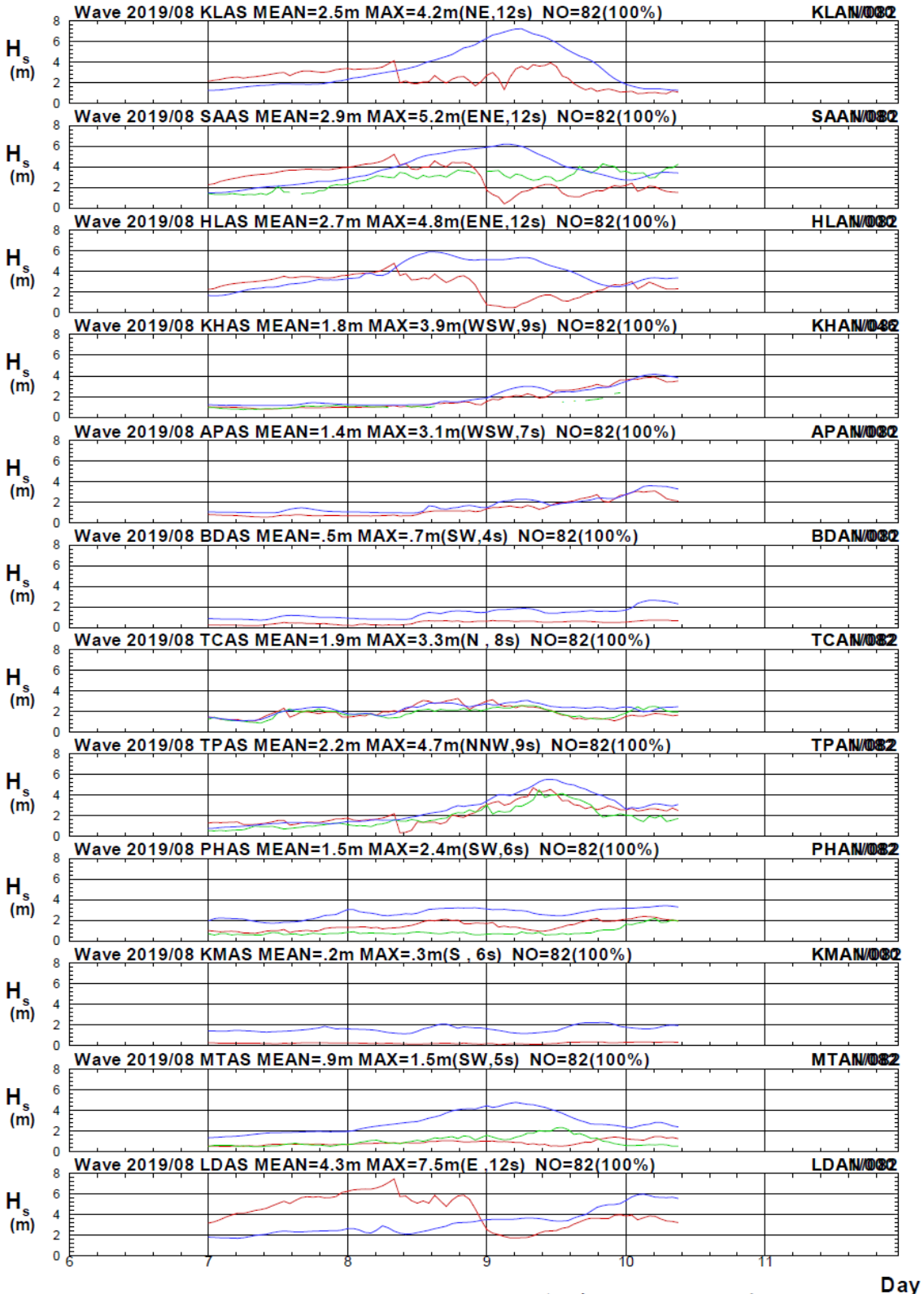


圖 5.27　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時波高觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

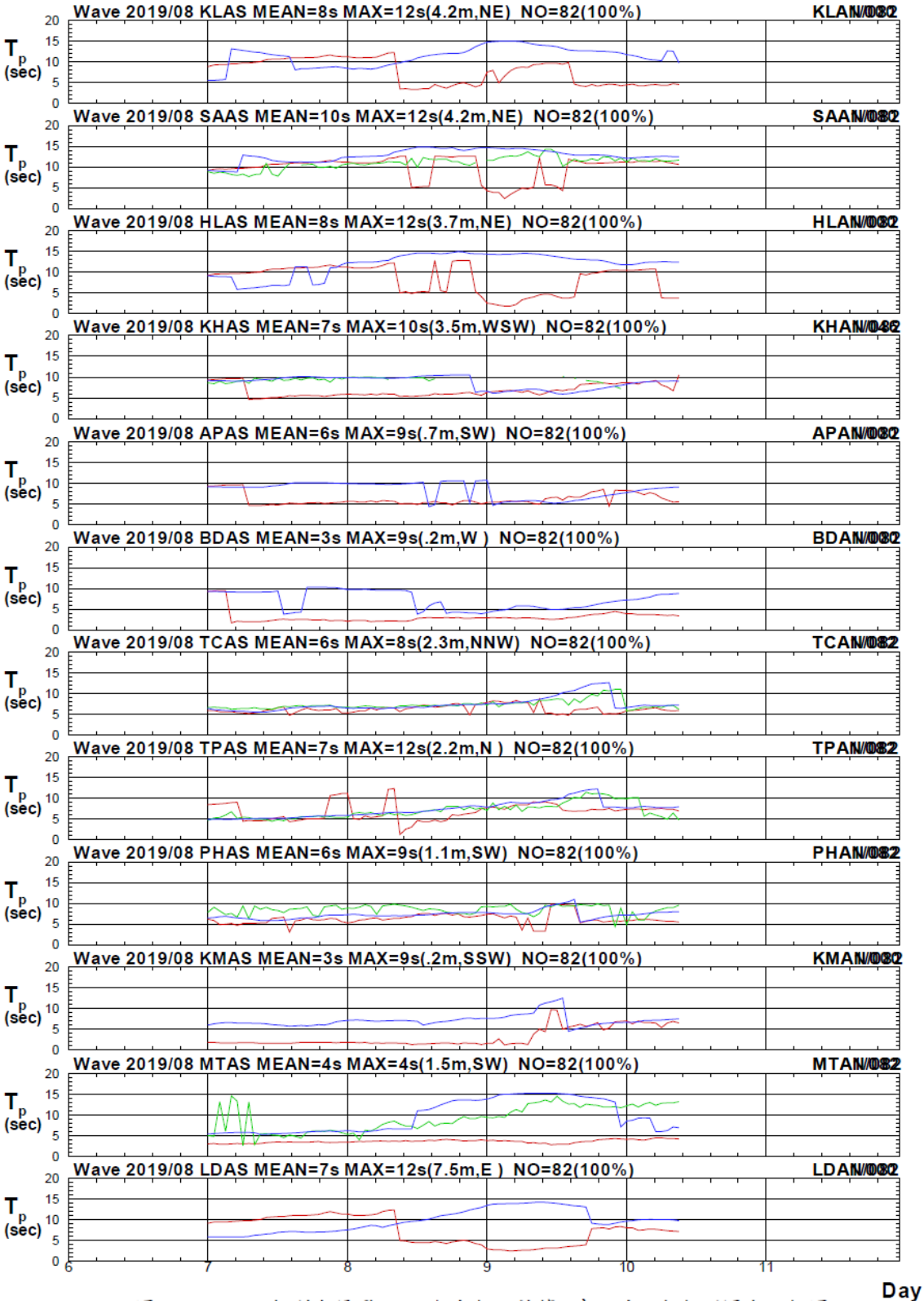


圖 5.28　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時週期 T_p 觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

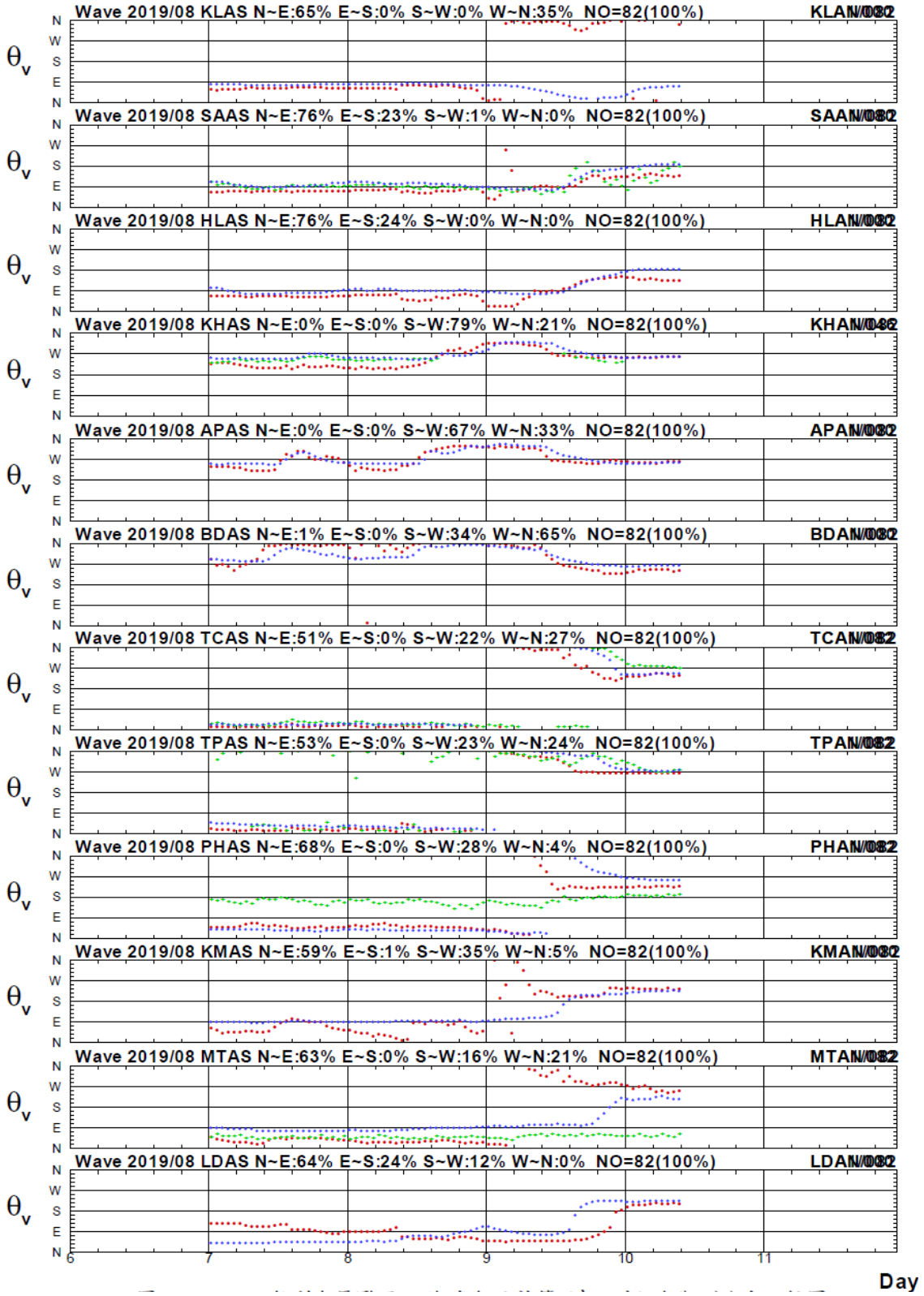


圖 5.29　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時波向觀測(綠色)與舊版(紅色)、新版(藍色)中尺度模擬值之比較圖

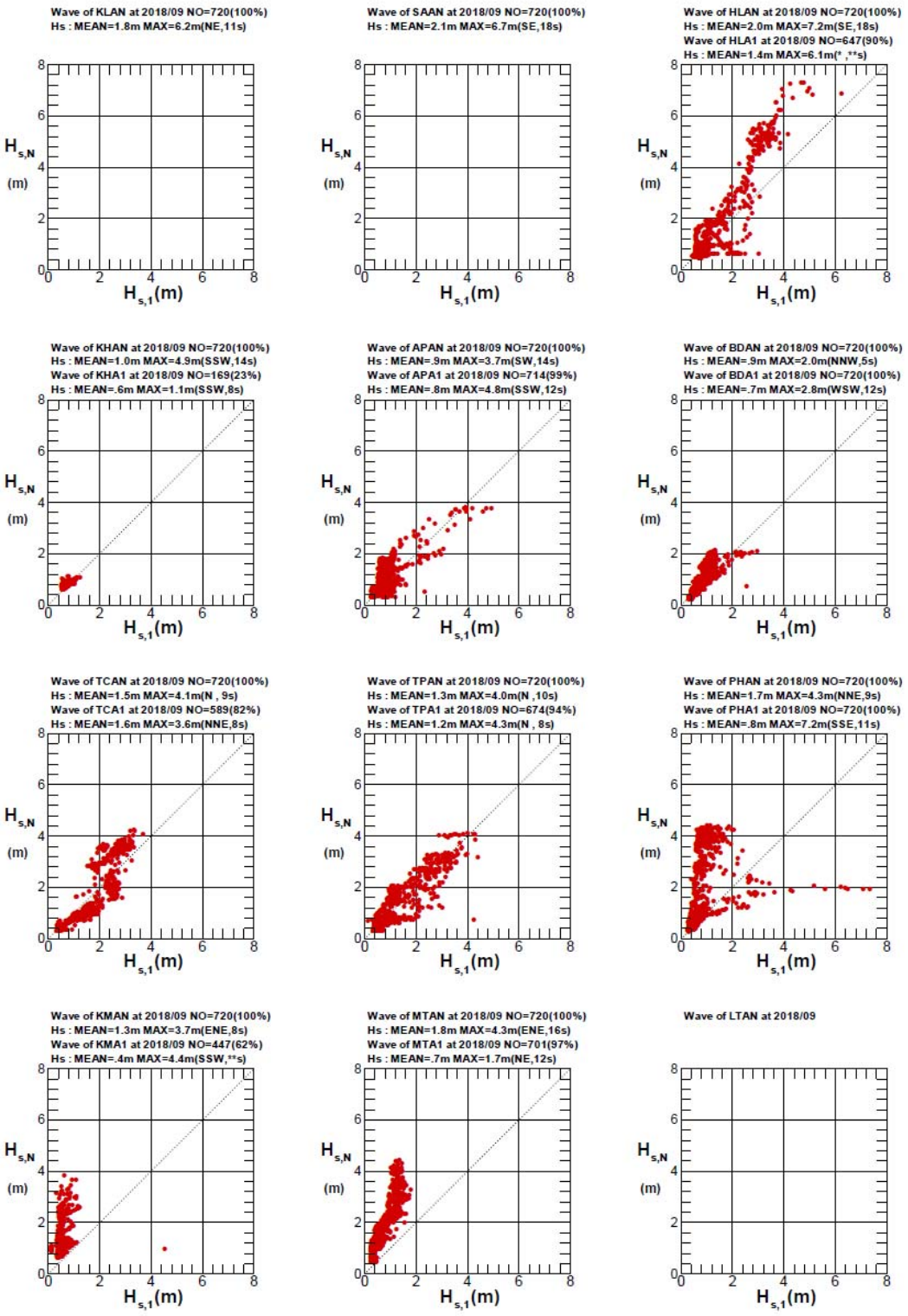


圖 5.30　12 海域 2018 年 9 月逐時波高觀測與新版中尺度模擬值之相關比較圖

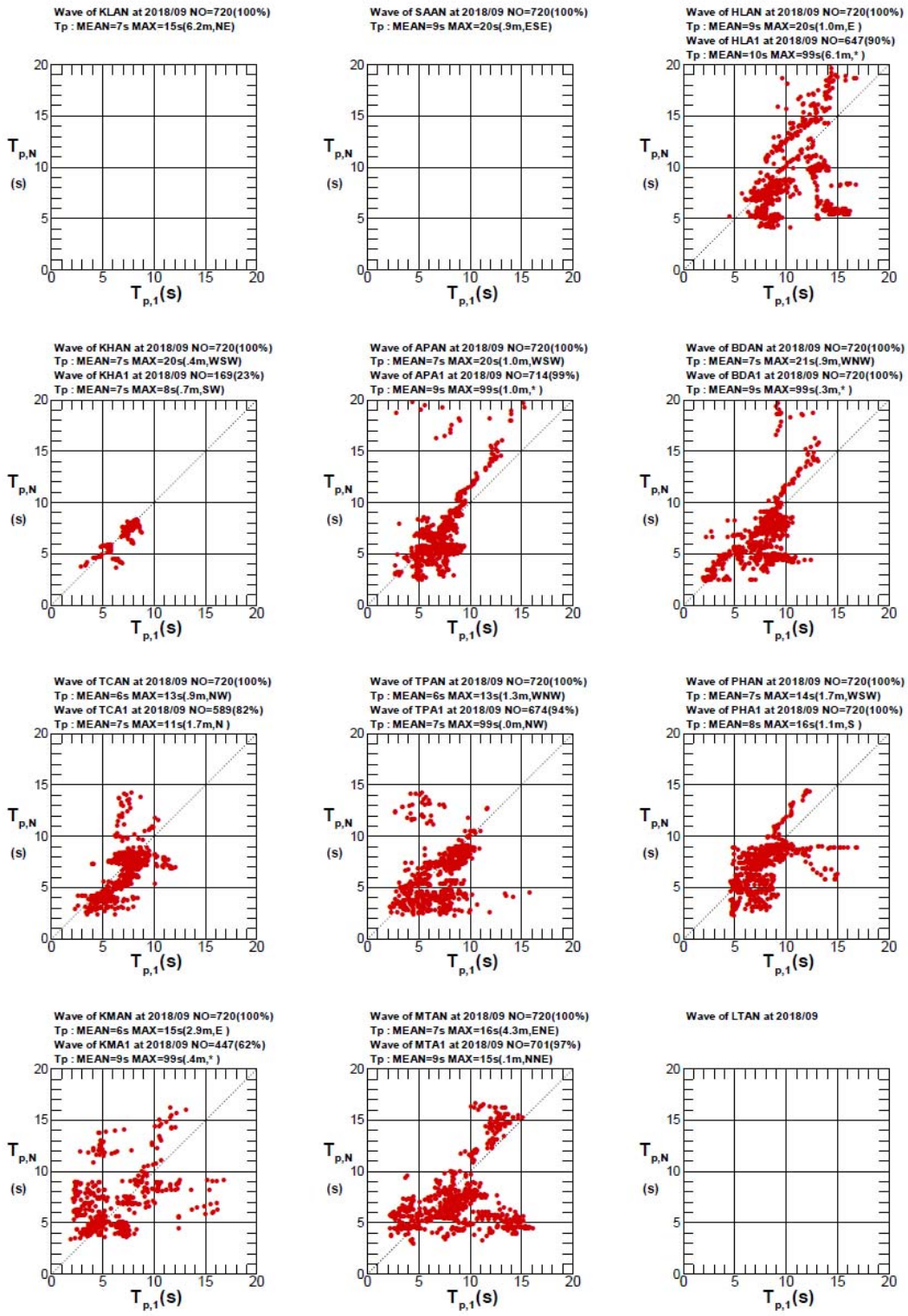


圖 5.31　12 海域 2018 年 9 月逐時週期 T_p 觀測與新版中尺度模擬值之相關比較圖

5.3 水位

針對 12 個海域波浪觀測值與作業化追算值間之評估結果如下：

1. 水位資料蒐集率年度統計總表：12 個海域水位資料蒐集率年度統計總表同樣分為觀測值(如表 5.9)及預報值(如表 5.10)，觀測資料月蒐集率僅安平海域(7、8 月)、布袋海海域 8 月及馬祖海域 4 月等，因儀器故障出缺。同樣地，各海域每月水位預報值蒐集率均達到 100%，代表本計畫水動力模擬均可達維持正常運動。針對本年度三個有發布警報之侵臺颱風，本計畫另彙整 12 個海域水位觀測及模擬資料颱風侵臺期間蒐集率，分別如表 5.11 及表 5.12 所示。

2. 逐月水位特性統計分析表：水位資料統計特性包括月平均潮位、月資料蒐集率、月最高潮位、月最低潮位等統計表，如圖 5.32 所示，各表中觀測 1 代表 AWCP 水深觀測資料，B 代表中尺度水動力模組輸出結果。圖 5.32 為 2018 年 9 月 12 個海域水位觀測(1 及 2)與中尺度模擬之月平均潮位、月資料蒐集率、月最高潮位及月最低潮位等統計結果，結果顯示除了臺北海域觀測 2 水位資料有誤外，高雄海域觀測 2 水位資料最高水位值有異常資料未排除。圖 5.33 所示為本年度利奇馬颱風侵臺期間水位觀測及模擬資料統計特性分析成果表。

3. 逐月水位相關係數 R 分析表：12 海域逐月水位觀測 2 與中尺度模擬值之相關係數 R 分析成果表，如圖 5.34 所示，分別為 2018 年 9 月至 2019 年 3 月 12 個海域觀測 2 水位與中尺度模擬值間相關係數分析結果，其中臺北海域 2018 年 9、10 月相關係數值偏低，原因判斷為觀測資料有誤，高雄海域 2019 年 3 月相關係數值為零，原因待查証。圖 5.35 所示為本年度丹娜絲颱風等三個颱風，侵臺期間水位觀測及模擬資料間相關係數分析成果表。

4. 水位逐月誤差分析表：水位資料誤差項目包括月平均誤差、月平均絕對誤差、月標準偏差、月最大偏差及月最小偏差等項，如圖 5.36 所示為 2018 年 9 月 12 個海域水位觀測值與中尺度水位預報值間平

均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差等之誤差分析結果，各表中所列最高潮位、最低潮位及平均潮位值均屬觀測2之統計值；其中平均絕對誤差分析顯示，臺北海域(3.43m)屬異常現象，潮位觀測資料研判有誤，其餘偏大者有金門海域(0.45m)及馬祖海域(0.36m)。圖 5.37 所示為本年度利奇馬颱風侵臺期間，12 個海域水位觀測及模擬資料間各項誤差分析成果表。

5. 水位逐時比較圖：針對 12 個海域分別選取觀測 2 逐時資料與中尺度水位模擬值比較，如圖 5.38 所示，代表 2018 年 9 月 12 個海域水位觀測值與(綠色線)中尺度水位預報值(紅色線)間逐時比對圖。圖 5.39 所示為本年度利奇馬颱風侵臺期間，12 個海域水位觀測及模擬資料逐時比對圖。

6. 水位相關比較圖：針對 12 個海域分別選取觀測 2 逐時資料與中尺度水位模擬值繪出一對一對應圖，如圖 5.40 所示，代表 2018 年 9 月 12 個海域水位觀測值與中尺度水位預報值間相關對應圖；同樣顯示臺北海域潮位觀測資料有異常資料。

表 5.9　108 年度 12 個海域潮汐觀測二站逐月資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	169(23.5%)	705(97.9%)	584(81.1%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	656(91.1%)	568(78.9%)
2018/10 月	743(99.9%)	744(100%)	744(100%)	649(87.2%)	736(98.9%)	744(100%)	744(100%)	710(95.4%)	740(99.5%)	733(98.5%)	736(98.9%)	733(98.5%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	653(90.7%)	577(80.1%)	618(85.8%)	720(100%)	683(94.9%)	708(98.3%)	710(98.6%)	708(98.3%)	710(98.6%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	675(90.7%)	405(54.4%)	267(35.9%)	744(100%)	705(94.8%)	735(98.8%)	731(98.3%)	732(98.4%)	736(98.9%)
2019/ 1 月	744(100%)	704(94.6%)	744(100%)	691(92.9%)	571(76.7%)	414(55.6%)	744(100%)	676(90.9%)	736(98.9%)	735(98.8%)	732(98.4%)	728(97.8%)
2019/ 2 月	672(100%)	672(100%)	672(100%)	620(92.3%)	460(68.5%)	476(70.8%)	672(100%)	644(95.8%)	657(97.8%)	658(97.9%)	659(98.1%)	658(97.9%)
2019/ 3 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	675(90.7%)	644(86.6%)	395(53.1%)	744(100%)	744(100%)	735(98.8%)	735(98.8%)	474(63.7%)	732(98.4%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	719(99.9%)	654(90.8%)	706(98.1%)	381(52.9%)	720(100%)	683(94.9%)	710(98.6%)	707(98.2%)	*	711(98.8%)
2019/ 5 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	683(91.8%)	668(89.8%)	353(47.4%)	744(100%)	690(92.7%)	715(96.1%)	710(95.4%)	732(98.4%)	711(95.6%)
2019/ 6 月	719(99.9%)	720(100%)	720(100%)	664(92.2%)	581(80.7%)	361(50.1%)	720(100%)	688(95.6%)	708(98.3%)	712(98.9%)	715(99.3%)	710(98.6%)
2019/ 7 月	744(100%)	508(68.3%)	744(100%)	717(96.4%)	*	110(14.8%)	744(100%)	709(95.3%)	736(98.9%)	732(98.4%)	736(98.9%)	733(98.5%)
2019/ 8 月	739(99.3%)	539(72.4%)	744(100%)	220(29.6%)	*	*	744(100%)	706(94.9%)	732(98.4%)	727(97.7%)	734(98.7%)	729(98.0%)

表 5.10　108 年度 12 個海域潮位中尺度模組(S)逐月追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測點	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/10 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 1 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 2 月	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)
2019/ 3 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 5 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 6 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 7 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 8 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)

表 5.11　108 年度颱風侵臺期間 12 個海域潮汐觀測二站資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/ 丹娜絲 (07.16-07.17)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	*	*	43(100%)	41(95.3%)	43(100%)	42(97.7%)	43(100%)	42(97.7%)
2019/ 利奇馬 (08.07-08.10)	82(100%)	21(100%)	82(100%)	82(100%)	*	*	82(100%)	77(93.9%)	81(98.8%)	80(97.6%)	82(100%)	81(98.8%)
2019/ 白鹿 (08.23-08.25)	56(91.8%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	*	*	61(100%)	56(91.8%)	61(100%)	60(98.4%)	61(100%)	59(96.7%)

表 5.12　108 年度颱風侵臺期間 12 個海域潮位中尺度模組(S)追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/丹娜絲 (07.16-07.17)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)
2019/利奇馬 (08.07-08.10)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)
2019/白鹿 (08.23-08.25)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)

2018年 9月各項潮汐12個海域各站平均潮位

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
觀測1			0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			0.0	
觀測2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

MET2A 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項潮汐12個海域各站資料蒐集率

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測1			90	23	99		82	94			97	
觀測2	100	100	100	74	98	81	100	100	100	100	91	79

MET2A 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2018年 9月各項潮汐12個海域各站最高潮位

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	0.5	0.8	0.9	0.7	0.7	1.2	2.6	1.4	1.3	3.1	2.6	0.9
觀測1			1.0	0.6	0.5		2.6	1.6			3.3	
觀測2	0.9	0.9	1.4	97.5	0.6	1.1	2.6	10.4	1.3	3.2	3.2	0.9

MET2A 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項潮汐12個海域各站最低潮位

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	-0.7	-0.9	-0.9	-0.6	-0.8	-1.3	-2.8	-1.6	-1.4	-3.0	-2.9	-0.8
觀測1			-0.9	-0.5	-0.7		-3.0	-19			-3.4	
觀測2	-0.9	-0.9	-1.0	-0.8	-0.7	-1.3	-2.9	-6.7	-1.3	-2.9	-3.5	-0.9

MET2A 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項潮汐12個海域各站最高潮位 (零水位)

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	0.5	0.8	0.9	0.7	0.7	1.2	2.6	1.4	1.3	3.1	2.6	0.9
觀測1			1.0	0.6	0.5		2.6	1.6			3.3	
觀測2	0.9	0.9	1.4	97.5	0.6	1.1	2.6	10.4	1.3	3.2	3.2	0.9

MET2A 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2018年 9月各項潮汐12個海域各站最低潮位 (零水位)

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	-0.7	-0.9	-0.9	-0.6	-0.8	-1.3	-2.8	-1.6	-1.4	-3.0	-2.9	-0.8
觀測1			-0.9	-0.5	-0.7		-3.0	-19			-3.4	
觀測2	-0.9	-0.9	-1.0	-0.8	-0.7	-1.3	-2.9	-6.7	-1.3	-2.9	-3.5	-0.9

MET2A 潮位單位:m 港灣技術研究中心

圖 5.32　12 海域 2018 年 9 月觀測及模擬之水位特性統計分析表圖

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域各站平均潮位

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
觀測1		0.1		0.1			0.1	0.1	0.1		0.2	
觀測2	0.1	0.3	0.2	0.1			0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1

MET2Y 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域資料蒐集率

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測1		98		64			100	100	100		100	
觀測2	100	100	100	100			100	94	99	98	100	99

MET2Y 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域最高潮位

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	1.0	2.1	1.1	1.1	2.7	1.9	0.6
觀測1		0.6		0.3			2.2	1.3	1.0		2.5	
觀測2	0.6	0.7	0.7	0.4			2.3	1.4	1.2	2.4	2.4	0.6

MET2Y 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域最低潮位

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.8	-1.9	-1.0	-0.9	-2.2	-1.8	-0.4
觀測1		-0.4		-0.1			-2.0	-1.2	-0.8		-2.4	
觀測2	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1			-1.9	-1.2	-0.8	-2.1	-2.3	-0.4

MET2Y 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域最高潮位 (零水位)

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.9	1.9	1.0	1.0	2.5	1.7	0.5
觀測1		0.5		0.2			2.0	1.2	0.9		2.2	
觀測2	0.5	0.4	0.5	0.3			2.0	1.2	1.0	2.2	2.1	0.5

MET2Y 潮位單位:m 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項潮汐12海域最低潮位 (零水位)

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.9	-2.1	-1.1	-1.0	-2.3	-2.0	-0.5
觀測1		-0.4		-0.2			-2.1	-1.3	-0.9		-2.6	
觀測2	-0.6	-0.5	-0.6	-0.2			-2.2	-1.4	-1.0	-2.3	-2.7	-0.5

MET2Y 潮位單位:m 港灣技術研究中心

圖 5.33　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域觀測及模擬之水位特性統計分析表圖

2018年 9 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.85	0.98	0.96	0.90	0.95	0.98	0.99	0.09	0.98	0.94	0.98	0.97
蒐集率P_{AB}	100	100	100	73	97	81	100	100	100	100	91	78
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	73	97	81	100	100	100	100	91	78

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2018年10 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.86	0.97	0.97	0.91	0.95	0.98	0.99	0.23	0.92	0.93	0.99	0.98
蒐集率P_{AB}	99	100	100	100	98	100	100	95	99	98	47	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	99	100	100	100	98	100	100	95	99	98	47	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2018年11 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.91	0.98	0.98	0.91	0.97	0.99	0.99	0.98	0.99	0.93	0.99	0.67
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	80	85	100	94	98	98	98	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	80	85	100	94	98	98	98	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2018年12 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.90	0.98	0.98	0.89	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.92	0.98	0.93
蒐集率P_{AB}	100	100	100	61	54	35	100	94	98	98	98	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	61	54	35	100	94	98	98	98	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

圖 5.34　12 海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果表圖

2019年 1 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.93	0.98	0.98	0.91	0.97	0.97	0.99	0.97	0.98	0.93	0.99	0.94
蒐集率P_{AB}	100	94	100	100	76	55	100	90	98	98	98	97
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	94	100	100	76	55	100	90	98	98	98	97

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 2 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.84	0.98	0.98	0.89	0.97	0.96	0.99	0.96	0.98	0.93	0.98	0.94
蒐集率P_{AB}	100	100	100	65	68	70	100	95	97	97	98	97
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	65	68	70	100	95	97	97	98	97

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 3 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.91	0.98	0.98	0.00	0.97	0.96	0.99	0.98	0.98	0.93	0.98	0.71
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100	86	53	100	100	98	98	63	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100	86	53	100	100	98	98	63	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 4 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.90	0.99	0.99	0.00	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.95		0.97
蒐集率P_{AB}	100	100	99	100	98	52	100	94	98	98		98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100
蒐集率P_B	100	100	99	100	98	52	100	94	98	98		98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

圖 5.34 (續 1)12 海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果表圖

2019年 5 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.90	0.99	0.99	0.00	0.96	0.97	0.99	0.99	0.98	0.95	0.99	0.98
蒐集率P_{AB}	100	100	100	99	89	47	100	92	96	95	98	95
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	99	89	47	100	92	96	95	98	95

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 6 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.92	0.98	0.98	0.00	0.97	0.98	0.99	0.99	0.98	0.97	0.99	0.98
蒐集率P_{AB}	99	100	100	99	80	50	100	95	98	98	99	98
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	99	100	100	99	80	50	100	95	98	98	99	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 7 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.94	0.98	0.98	0.95		0.98	0.99	0.99	0.98	0.96	0.99	0.98
蒐集率P_{AB}	100	68	100	99		14	100	95	98	98	98	98
蒐集率P_A	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	68	100	99		14	100	95	98	98	98	98

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年 8 月觀測潮汐 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A2	蘇澳 AB-A2	花蓮 AB-A2	高雄 AB-A2	安平 AB-A2	布袋 AB-A2	臺中 AB-A2	臺北 AB-A2	澎湖 AB-A2	金門 AB-A2	馬祖 AB-A2	綠島 AB-A2
相關係數 r	0.93	0.98	0.98	0.94			0.99	0.99	0.98	0.95	0.99	0.97
蒐集率P_{AB}	99	72	100	81			100	94	98	97	98	97
蒐集率P_A	100	100	100	100			100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	99	72	100	81			100	94	98	97	98	97

CRT2A 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

圖 5.34 (續 2)12 海域水位逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果表圖

2019年丹娜絲颱風觀測潮汐12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2
相關係數 r	0.96	0.99	0.99	0.98			0.99	0.99	0.98	0.97	0.99	0.99
蒐集率P_{AB}	100	100	100	100			100	95	100	97	100	97
蒐集率P_A	100	100	100	100			100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	100	100	100			100	95	100	97	100	97

CRT2Y 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年利奇馬颱風觀測潮汐12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2
相關係數 r	0.84	0.53	0.96	0.92			0.99	0.98	0.98	0.97	0.99	0.97
蒐集率P_{AB}	100	25	100	100			100	93	98	97	100	98
蒐集率P_A	100	100	100	100			100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	100	25	100	100			100	93	98	97	100	98

CRT2Y 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

2019年白鹿颱風觀測潮汐12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
測站A - 測站 B	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2	AB-A2
相關係數 r	0.94	0.94	0.97	0.88			0.99	0.99	0.98	0.97	0.98	0.94
蒐集率P_{AB}	91	100	100	100			100	91	100	98	100	96
蒐集率P_A	100	100	100	100			100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	91	100	100	100			100	91	100	98	100	96

CRT2Y 潮位 $-1 \leq r \leq 1$ $0 \leq P \leq 100\ \%$

圖 5.35　2019 年颱風侵臺期間 12 海域水位觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 分析成果表圖

2018年 9 月潮汐 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測值平均誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01
最高潮位	0.90	0.94	1.36	0.52	0.56	1.10	2.64	10.4	1.31	3.16	3.23	0.90
最低潮位	-0.89	-0.94	-0.95	-0.48	-0.65	-1.28	-2.86	-6.68	-1.30	-2.86	-3.47	-0.90
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	720	720	720	532	705	584	720	720	720	720	656	568

ERT2A 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月潮汐 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測值平均絕對誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.15	0.06	0.07	0.09	0.07	0.08	0.13	3.43	0.08	0.45	0.36	0.06
最高潮位	0.90	0.94	1.36	0.52	0.56	1.10	2.64	10.4	1.31	3.16	3.23	0.90
最低潮位	-0.89	-0.94	-0.95	-0.48	-0.65	-1.28	-2.86	-6.68	-1.30	-2.86	-3.47	-0.90
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	720	720	720	532	705	584	720	720	720	720	656	568

ERT2A 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月潮汐 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測值標準偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.19	0.08	0.10	0.11	0.09	0.10	0.17	4.21	0.11	0.55	0.43	0.08
最高潮位	0.90	0.94	1.36	0.52	0.56	1.10	2.64	10.4	1.31	3.16	3.23	0.90
最低潮位	-0.89	-0.94	-0.95	-0.48	-0.65	-1.28	-2.86	-6.68	-1.30	-2.86	-3.47	-0.90
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	720	720	720	532	705	584	720	720	720	720	656	568

ERT2A 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月潮汐 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測值最大偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.52	0.19	0.36	0.27	0.26	0.27	0.60	6.66	0.32	1.06	0.89	0.21
最高潮位	0.90	0.94	1.36	0.52	0.56	1.10	2.64	10.4	1.31	3.16	3.23	0.90
最低潮位	-0.89	-0.94	-0.95	-0.48	-0.65	-1.28	-2.86	-6.68	-1.30	-2.86	-3.47	-0.90
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	720	720	720	532	705	584	720	720	720	720	656	568

ERT2A 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月潮汐 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測值最小偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	-0.49	-0.25	-1.04	-0.34	-0.36	-0.41	-0.43	-10.2	-0.37	-1.51	-1.06	-0.36
最高潮位	0.90	0.94	1.36	0.52	0.56	1.10	2.64	10.4	1.31	3.16	3.23	0.90
最低潮位	-0.89	-0.94	-0.95	-0.48	-0.65	-1.28	-2.86	-6.68	-1.30	-2.86	-3.47	-0.90
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	720	720	720	532	705	584	720	720	720	720	656	568

ERT2A 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

圖 5.36　12 海域 2018 年 9 月水位觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖

2019利奇馬颱風觀測潮汐12海域中尺度 (B) 預報與觀測平均誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.00	-0.13	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
最高潮位	0.52	0.40	0.53	0.34			2.02	1.16	0.97	2.16	2.12	0.49
最低潮位	-0.59	-0.54	-0.57	-0.21			-2.16	-1.40	-0.96	-2.30	-2.65	-0.51
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	82	21	82	82			82	77	81	80	82	81

ERT2Y 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測潮汐12海域中尺度 (B) 預報與觀測平均絕對誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.12	0.24	0.06	0.07			0.08	0.13	0.09	0.31	0.27	0.05
最高潮位	0.52	0.40	0.53	0.34			2.02	1.16	0.97	2.16	2.12	0.49
最低潮位	-0.59	-0.54	-0.57	-0.21			-2.16	-1.40	-0.96	-2.30	-2.65	-0.51
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	82	21	82	82			82	77	81	80	82	81

ERT2Y 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測潮汐12海域中尺度 (B) 預報與觀測標準偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.15	0.29	0.07	0.08			0.10	0.16	0.11	0.37	0.32	0.07
最高潮位	0.52	0.40	0.53	0.34			2.02	1.16	0.97	2.16	2.12	0.49
最低潮位	-0.59	-0.54	-0.57	-0.21			-2.16	-1.40	-0.96	-2.30	-2.65	-0.51
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	82	21	82	82			82	77	81	80	82	81

ERT2Y 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測潮汐12海域中尺度 (B) 預報與觀測最大偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	0.29	0.54	0.17	0.15			0.21	0.41	0.26	0.62	0.65	0.15
最高潮位	0.52	0.40	0.53	0.34			2.02	1.16	0.97	2.16	2.12	0.49
最低潮位	-0.59	-0.54	-0.57	-0.21			-2.16	-1.40	-0.96	-2.30	-2.65	-0.51
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	82	21	82	82			82	77	81	80	82	81

ERT2Y 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測潮汐12海域中尺度 (B) 預報與觀測最小偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A2-AB	蘇澳 A2-AB	花蓮 A2-AB	高雄 A2-AB	安平 A2-AB	布袋 A2-AB	臺中 A2-AB	臺北 A2-AB	澎湖 A2-AB	金門 A2-AB	馬祖 A2-AB	綠島 A2-AB
潮位誤差	-0.31	-0.49	-0.16	-0.17			-0.23	-0.33	-0.21	-0.75	-0.59	-0.17
最高潮位	0.52	0.40	0.53	0.34			2.02	1.16	0.97	2.16	2.12	0.49
最低潮位	-0.59	-0.54	-0.57	-0.21			-2.16	-1.40	-0.96	-2.30	-2.65	-0.51
平均潮位	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
資料個數	82	21	82	82			82	77	81	80	82	81

ERT2Y 潮位單位:m, 平均潮位, 最高潮位及最低潮位皆為觀測值 港灣技術研究中心

圖 5.37 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域水位觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖

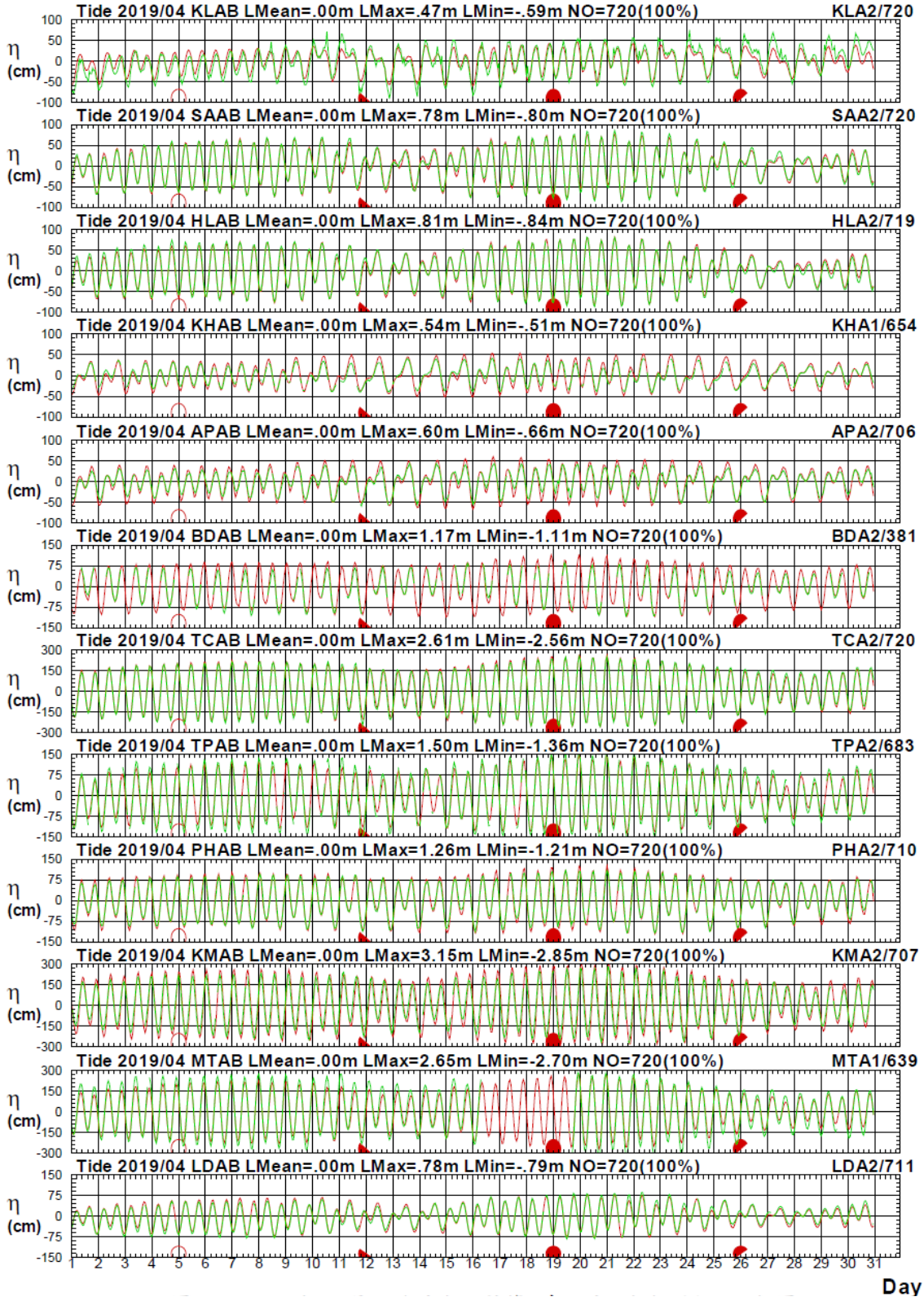


圖 5.38　12 海域 2018 年 9 月逐時水位觀測(綠色)與中尺度模擬值(紅色)之比較圖

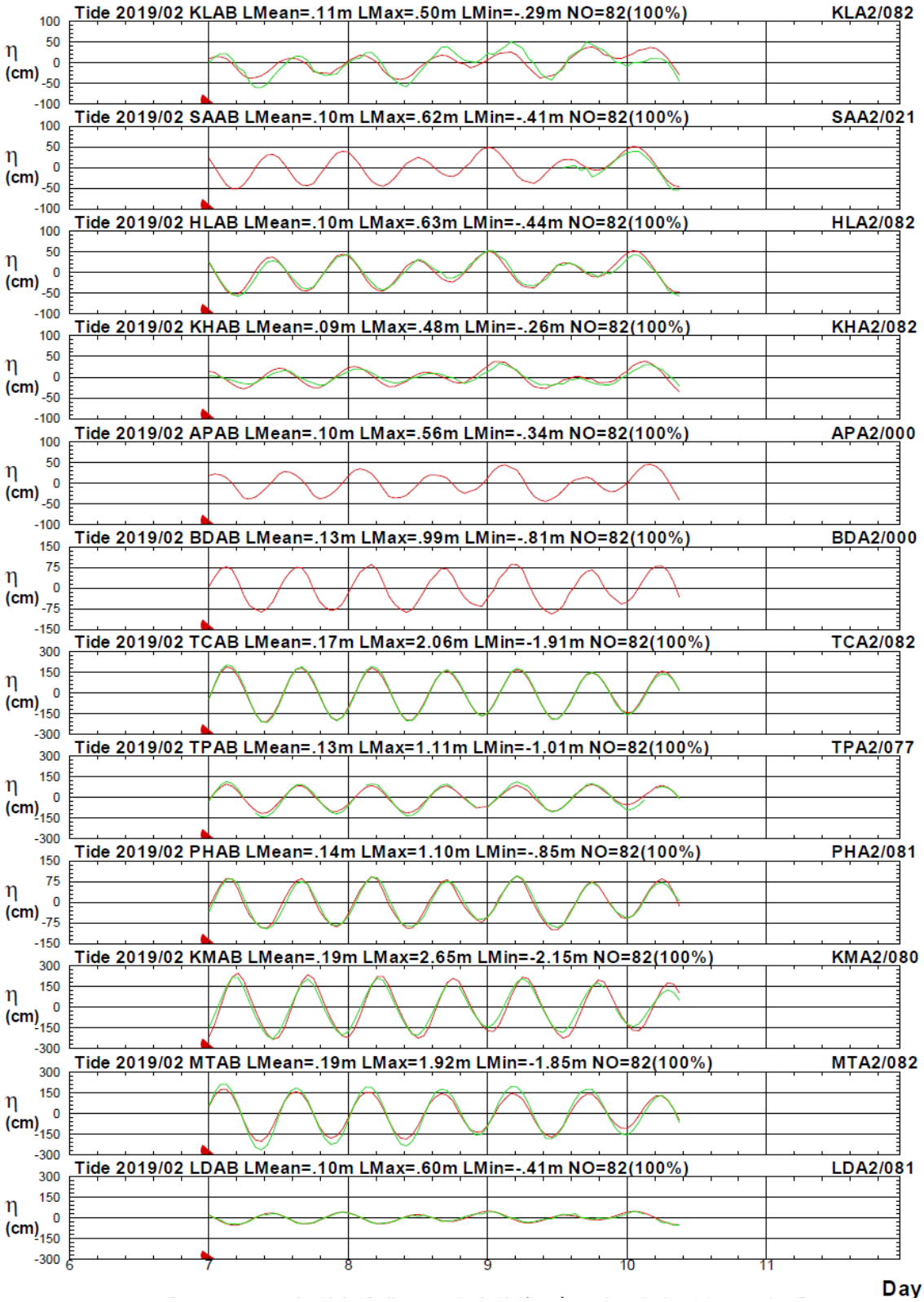


圖 5.39　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時水位觀測(綠色)與中尺度模擬值(紅色)之比較圖

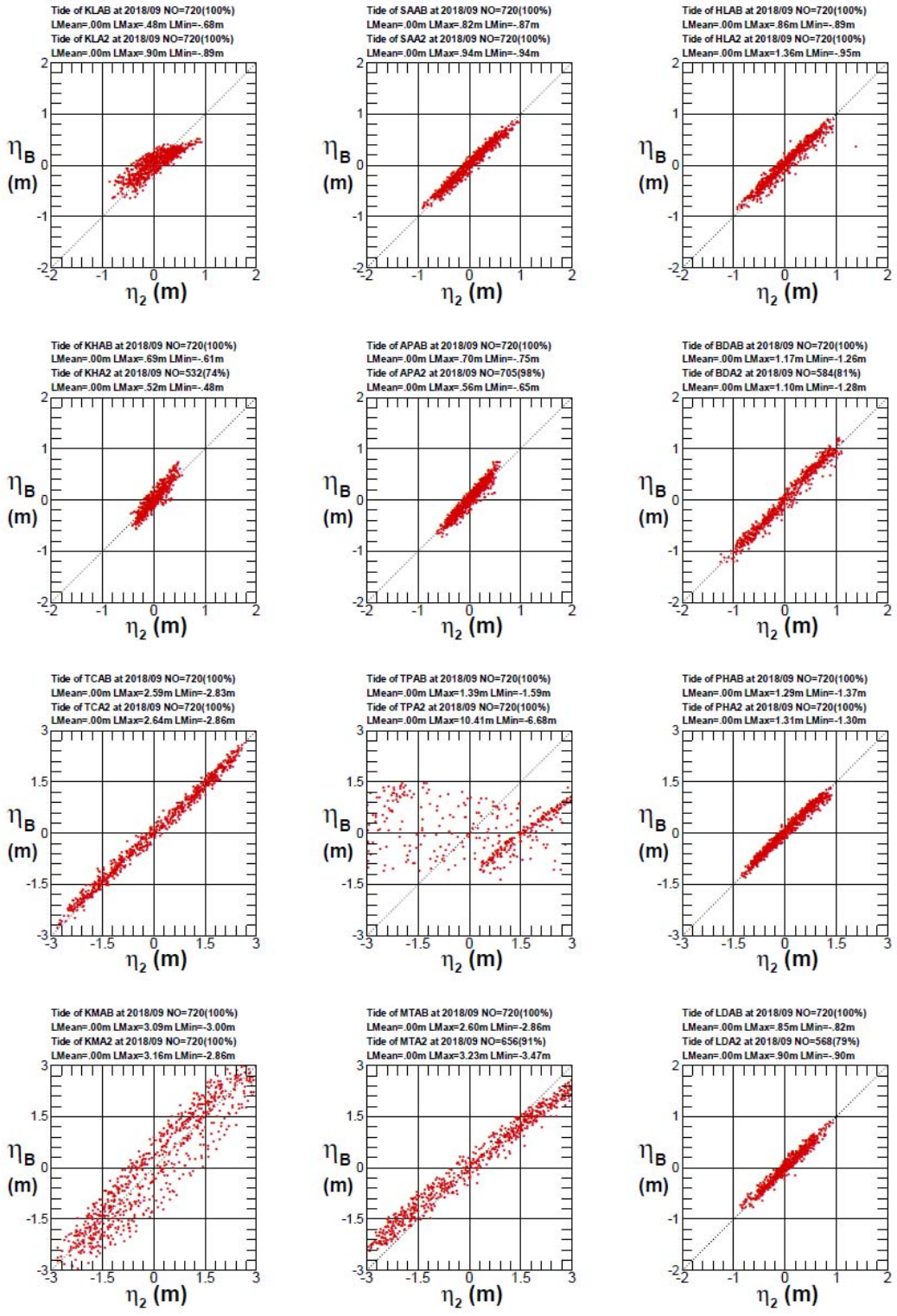


圖 5.40　12 海域 2018 年 9 月逐時水位觀測與中尺度模擬值之相關比較圖

5.4 海流

針對 12 個海域海流觀測值與作業化追算值間之評估結果如下：

1. 海流資料蒐集率年度統計總表：12 個海域海流資料蒐集率年度統計總表區分為觀測值及模擬值，分別如表 5.13 及表 5.14 所示。因港研中心採用 AWAC 觀測儀器，因此本年度海流觀測值蒐集率統計結果與波浪觀測值蒐集率相同。各海域中尺度海流追算值蒐集率則達到 100%，代表本年度水動力作業化模擬均正常。另針對本年度颱風侵臺期間 12 個海域海流觀測資料及中尺度模擬資料蒐集率彙整，分別如統計表 5.15 及表 5.16 所列。
2. 海流特性逐月統計分析比較表：海流特性包括平均流速、資料蒐集率、最大流速、最大流速對應風向、主要流向、主要流向所佔百分比等；如圖 5.41 所示代表 2018 年 9 月 12 個海域觀測、中尺度之平均流速、資料蒐集率、最大流速、最大流速對應流向、主要流向、主要流向所佔百分比等統計結果,其中 B 分別代中尺度水動力模組輸出結果。另圖 5.42 所示為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 個海域觀測、中尺度之平均流速、資料蒐集率、最大流速、最大流速對應流向、主要流向、主要流向所佔百分比等統計結果。
3. 海流參數逐月相關係數 R 分析表：海流參數包括流速(S)、流向(D)、流速東西分量(E)及流速南北分量(N)等，逐月相關係數 R 分析成果表，如圖 5.43 所示。另本年度颱風侵臺期間，海流流速、流向、流速東西分量及流速南北分量作業化模擬成果與觀測值間相關係數分析結果表，如圖 5.44 所示。
4. 海流參數逐月誤差分析表：誤差項目包括平均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差等格式，如圖 5.45 所示，代表 2018 年 9 月 12 個海域海流參數(流速、流向、東西向流速及南北向流速)之觀測值與中尺度海流模擬值間之誤差分析結果，其中平均流速代表觀測資料之月平均流速值。同樣地，圖 5.46 為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 個海域海流參數(流速、流向、東西向流

速及南北向流速)之觀測值與中尺度海流模擬值間之誤差分析結果表。

5. 海流參數逐時比較圖：依海流參數區分為流速比較圖、流向比較圖、EW 流速比較圖、NS 流速比較圖等四種格式，如圖 5.47~圖 5.50 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 個海域流速大小、流向、東西向流速及南北向流速之觀測值(綠色線)與中尺度模擬值(紅色線)間流速之逐時比對圖。圖 5.51~圖 5.54 分別為 2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 個海域流速大小、流向、東西向流速及南北向流速之觀測值與中尺度模擬值間流速之逐時比對圖

6. 海流參數相關圖：依海流參數區分為流速相關圖、EW 流速相關圖、NS 流速相關圖等格式，如圖 5.55~圖 5.57 所示，分別代表 2018 年 9 月 12 個海域流速大小、東西向流速及南北向流速之觀測值與中尺度預報值間相關對應圖。

表 5.13　108 年度 12 個海域海流主要觀測站逐月資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	馬祖海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/10 月	174(23.4%)	*	740(99.5%)	649(87.2%)	719(96.6%)	730(98.1%)	740(99.5%)	692(93.0%)	650(87.4%)	737(99.1%)
2018/11 月	*	*	130(18.1%)	653(90.7%)	691(96.0%)	720(100%)	702(97.5%)	713(99.0%)	492(68.3%)	715(99.3%)
2018/12 月	*	*	744(100%)	675(90.7%)	133(17.9%)	717(96.4%)	731(98.3%)	471(63.3%)	744(100%)	733(98.5%)
2019/ 1 月	*	*	744(100%)	691(92.9%)	*	744(100%)	744(100%)	*	744(100%)	731(98.3%)
2019/ 2 月	*	*	672(100%)	620(92.3%)	69(10.3%)	540(80.4%)	672(100%)	*	672(100%)	408(60.7%)
2019/ 3 月	278(37.4%)	415(55.8%)	714(96.0%)	675(90.7%)	744(100%)	672(90.3%)	743(99.9%)	224(30.1%)	744(100%)	728(97.8%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	654(90.8%)	720(100%)	718(99.7%)	720(100%)	720(100%)	467(64.9%)	639(88.8%)
2019/ 5 月	733(98.5%)	718(96.5%)	681(91.5%)	683(91.8%)	547(73.5%)	621(83.5%)	736(98.9%)	744(100%)	713(95.8%)	741(99.6%)
2019/ 6 月	*	695(96.5%)	*	664(92.2%)	71(9.9%)	720(100%)	716(99.4%)	720(100%)	716(99.4%)	707(98.2%)
2019/ 7 月	*	737(99.1%)	*	717(96.4%)	272(36.6%)	633(85.1%)	743(99.9%)	524(70.4%)	744(100%)	738(99.2%)
2019/ 8 月	*	562(75.5%)	*	220(29.6%)	*	*	741(99.6%)	502(67.5%)	538(72.3%)	617(82.9%)
2019/ 9 月	*	640(88.9%)	*	248(34.4%)	*	*	717(99.6%)	190(26.4%)	*	705(97.9%)

表 5.14　108 年度 12 個海域海流中尺度模組逐月追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	馬祖海域
年月/測點	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018/10 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2018/11 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2018/12 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 1 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 2 月	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)	672(100%)
2019/ 3 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 4 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 5 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 6 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)
2019/ 7 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 8 月	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)	744(100%)
2019/ 9 月	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)	720(100%)

表 5.15　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 個海域海流主要觀測站資料(修補前)統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/ 丹娜絲 (07.16-07.17)	*	42(97.7%)	*	43(100%)	27(62.8%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	*	43(100%)	*
2019/ 利奇馬 (08.07-08.10)	*	80(97.6%)	*	46(63.9%)	*	*	82(100%)	82(100%)	82(100%)	*	82(100%)	*
2019/ 白鹿 (08.23-08.25)	*	41(100%)	*	*	*	*	60(98.4%)	6(30.0%)	10(100%)	*	28(70.0%)	*

表 5.16　2019 年颱風侵臺期間 12 個海域海流中尺度模組追算資料統計表

海域	基隆海域	蘇澳海域	花蓮海域	高雄海域	安平海域	布袋海域	臺中海域	臺北海域	澎湖海域	金門海域	馬祖海域	綠島海域
年月/測站	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2019/丹娜絲 (07.16-07.17)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)	43(100%)
2019/利奇馬 (08.07-08.10)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)	82(100%)
2019/白鹿 (08.23-08.25)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)	61(100%)

2018年 9月各項海流12個海域各站平均流速

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	39	18	01	08	23	40	13	44	35	40	38	03
觀測			17	31	30	36	42	50	25	49	21	19

MEC2A 流速單位:cm/s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項海流12個海域各站資料蒐集率

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測			90	23	99	100	82	94	100	62	97	94

MEC2A 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2018年 9月各項海流12個海域各站最大流速

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	103	71	04	38	50	90	49	101	75	74	91	09
觀測			81	88	101	106	106	143	68	144	65	234

MEC2A 流速單位:cm/s 港灣技術研究中心

2018年 9月各項海流12個海域各站最大流速對應流向

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	NW	N	SW	NNW	SE	SSW	SSW	NE	NE	SSW	WSW	N
觀測			WSW	NE	SW	N	ENE	NE	E	SW	NNE	NNE

MEC2A 流向: 去向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項海流12個海域各站主要流向

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	SE	N	NNE	SSE	NNW	NNE	SSW	NE	NE	SSW	WSW	N
觀測			NE	SSE	SE	SW	WSW	WSW	E	SW	WSW	NNE

MEC2A 流向: 去向 港灣技術研究中心

2018年 9月各項海流12個海域各站主要流向所佔百分比

種類	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	澎湖	金門	馬祖	綠島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
B尺度	40	30	27	31	45	44	26	42	46	51	34	23
觀測			8	2	18	16	24	23	24	27	26	14

MEC2A 百分比:% 港灣技術研究中心

圖 5.41　12 海域風力 2018 年 9 月海流特性觀測及模擬之統計分析比較表圖

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各站平均流速

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	34	14	01	13	23	39	11	41	33	37	37	02
觀測		16		27			44	49	26		14	

MEC2Y 流速單位:cm/s 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各資料蒐集率

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
觀測		98		64			100	100	100		100	

MEC2Y 蒐集率位:% 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大流速

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	76	40	03	38	51	73	28	74	63	65	69	06
觀測		55		51			108	111	64		41	

MEC2Y 流速單位:cm/s 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各最大流速對應流向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	NW	S	SW	SSE	SSE	SSW	SSW	NE	NE	SSW	WSW	NNE
觀測		N		SSE			NE	NE	ESE		SW	

MEC2Y 流向: 來向 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各主要流向

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	SE	N	SW	SSE	NNW	NNE	SSW	SW	NE	SSW	WSW	S
觀測		SW		NNW			WSW	WSW	ENE		WSW	

MEC2Y 流向: 來向 港灣技術研究中心

2019年利奇馬颱風各項波浪12海域各主要流向所佔百分比

海域 測站	基隆 (A)	蘇澳 (A)	花蓮 (A)	高雄 (A)	安平 (A)	布袋 (A)	臺中 (A)	臺北 (A)	澎湖 (A)	金門 (A)	馬祖 (A)	綠島 (A)
B尺度	43	29	43	37	41	45	46	44	46	49	24	26
觀測		17		14			33	24	21		17	

MEC2Y 百分比:% 港灣技術研究中心

圖 5.42　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域風力海流特性觀測及模擬之統計分析比較表圖

2018年 9 月觀測海流 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r		0.00	0.00	-.02	0.38	0.37	0.51	0.38	0.46	0.38	-.05	0.11
D 相關係數 r		0.00	-.22	0.10	0.59	0.27	0.32	0.50	0.50	0.09	-.03	0.03
E 相關係數 r		0.00	-.37	0.09	0.75	0.55	0.74	0.69	0.81	0.62	-.01	0.03
N 相關係數 r		0.00	0.03	-.07	0.72	0.79	0.55	0.81	-.34	0.76	0.03	0.31
蒐集率P_{AB}		0	89	23	99	100	81	93	100	62	97	94
蒐集率P_A		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B		0	89	23	99	100	81	93	100	62	97	94

CRC2A S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年10 月觀測海流 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r	-.08	0.00	-.04	0.15	0.38	0.10	0.68	0.44	0.38	0.00	-.02	0.07
D 相關係數 r	0.09	0.00	0.06	0.16	0.42	0.05	0.12	0.50	0.37	0.00	-.08	-.09
E 相關係數 r	0.17	0.00	-.04	0.21	0.81	0.07	0.72	0.72	0.73	0.00	-.16	-.18
N 相關係數 r	0.25	0.00	0.13	0.29	0.83	0.10	0.49	0.83	-.26	0.00	0.04	0.33
蒐集率P_{AB}	23	0	99	87	96	98	99	93	87	0	99	100
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
蒐集率P_B	23	0	99	87	96	98	99	93	87	0	99	100

CRC2A S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年11 月觀測海流 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r			0.10	0.02	0.21	-.12	0.75	0.58	0.56		-.05	0.00
D 相關係數 r			-.03	0.07	0.24	-.01	0.25	0.65	0.46		-.12	0.00
E 相關係數 r			-.10	0.16	0.75	0.15	0.78	0.81	0.83		-.13	0.07
N 相關係數 r			0.06	0.02	0.79	-.24	0.60	0.88	-.44		0.12	0.09
蒐集率P_{AB}			18	90	95	100	97	99	68		99	75
蒐集率P_A			100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B			18	90	95	100	97	99	68		99	75

CRC2A S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2018年12 月觀測海流 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r			-.08	0.08	0.20	0.22	0.85	0.60			-.06	0.06
D 相關係數 r			-.13	0.11	0.06	-.59	0.24	0.63			-.07	-.00
E 相關係數 r			-.23	0.14	0.73	-.72	0.85	0.83			-.02	-.09
N 相關係數 r			-.22	0.18	0.79	0.27	0.66	0.90			0.16	0.23
蒐集率P_{AB}			100	90	17	96	98	63			98	100
蒐集率P_A			100	100	100	100	100	100			100	100
蒐集率P_B			100	90	17	96	98	63			98	100

CRC2A S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.43　12 海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 成果表圖

2019年 1月觀測波浪12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.33	0.68		-.05	0.93		0.62		0.90	-.09
D 相關係數 r			0.44	0.51		0.11	0.15		0.19		0.15	-.42
T 相關係數 r			0.52	0.25		-.09	0.83		0.57		0.00	0.06
蒐集率P_{AB}			99	92		100	100		100		98	99
蒐集率P_A			100	100		100	100		100		100	100
蒐集率P_B			99	92		100	100		100		98	100
蒐集率P^o_{AB}			99	92		100	100		100		98	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 2月觀測波浪12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r			0.43	0.76	-.01	-.16	0.89		0.38		0.85	-.09
D 相關係數 r			0.25	0.74	-.26	0.05	0.17		0.33		0.23	-.41
T 相關係數 r			0.20	-.25	0.00	-.15	0.72		0.36		0.05	0.13
蒐集率P_{AB}			100	92	10	80	100		100		60	99
蒐集率P_A			100	100	100	100	100		100		100	100
蒐集率P_B			100	92	10	80	100		100		60	100
蒐集率P^o_{AB}			99	92	10	80	100		100		60	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 3月觀測波浪12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.97	0.64	0.43	0.63	-.05	0.14	0.85	0.86	0.53		0.76	0.14
D 相關係數 r	0.13	0.86	0.43	0.79	0.05	0.27	0.34	0.35	0.33		0.00	-.32
T 相關係數 r	0.60	0.49	0.22	0.21	0.22	0.28	0.52	0.65	0.65		0.29	0.03
蒐集率P_{AB}	37	55	95	90	100	86	99	30	100		97	69
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B	37	55	95	90	100	90	99	30	100		97	69
蒐集率P^o_{AB}	37	55	95	90	100	86	99	30	100		97	69

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 4月觀測波浪12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.91	0.83	0.79	0.68	-.05	0.02	0.86	0.85	0.74		0.73	
D 相關係數 r	0.36	0.79	0.82	0.72	0.20	-.14	0.26	0.32	0.22		0.10	
T 相關係數 r	0.44	0.23	0.22	0.36	-.18	0.12	0.45	0.40	0.42		0.09	
蒐集率P_{AB}	100	100	100	90	100	99	99	99	64		88	
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B	100	100	100	90	100	99	100	100	64		88	
蒐集率P^o_{AB}	100	99	99	90	100	99	99	99	64		88	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.43 (續 1)12 海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 成果表圖

2019年 5月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r	0.89	0.64	0.47	0.73	0.19	-.15	0.92	0.89	0.49		0.82	0.22
D 相關係數 r	0.34	0.56	0.43	0.69	0.08	0.16	0.36	0.23	0.22		0.27	-.33
T 相關係數 r	0.39	0.45	0.18	0.27	-.11	0.05	0.66	0.31	0.67		0.32	0.05
蒐集率P_{AB}	98	96	88	91	73	83	98	100	95		99	99
蒐集率P_A	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B	98	96	90	91	73	83	98	100	95		99	100
蒐集率P^o_{AB}	98	96	91	91	73	83	98	100	95		99	99

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 6月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.68		0.81	0.80	0.66	0.64	0.74	0.49		0.12	0.68
D 相關係數 r		0.68		0.62	0.63	0.32	0.07	0.34	0.06		0.09	-.31
T 相關係數 r		0.32		0.58	0.42	0.61	0.44	0.29	0.33		0.02	0.60
蒐集率P_{AB}		96		92	9	99	99	99	99		98	58
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	100
蒐集率P_B		96		92	9	100	99	99	99		98	58
蒐集率P^o_{AB}		96		92	9	99	99	100	99		98	58

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 7月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.85		0.92	0.87	0.89	0.83	0.89	0.34		0.20	
D 相關係數 r		0.27		0.77	0.58	0.68	0.11	0.51	0.39		0.04	
T 相關係數 r		0.20		0.76	0.82	0.77	0.37	-.01	0.64		-.05	
蒐集率P_{AB}		99		96	36	84	99	69	99		99	
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B		99		96	36	85	99	69	100		99	
蒐集率P^o_{AB}		98		96	36	85	99	70	100		99	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

2019年 8月觀測波浪 12海域各站 (A) 與模擬中尺度 (N) 相關係數 (蒐集率)

類別- 海域 測站A - 測站 B	基隆 AN-A1	蘇澳 AN-A1	花蓮 AN-A1	高雄 AN-A1	安平 AN-A1	布袋 AN-A1	臺中 AN-A1	臺北 AN-A1	澎湖 AN-A1	金門 AN-A1	馬祖 AN-A1	綠島 AN-A1
H 相關係數 r		0.90		0.79			0.86	0.94	0.25		0.77	
D 相關係數 r		0.39		-.02			0.11	0.37	0.44		0.20	
T 相關係數 r		0.74		0.77			0.57	0.37	0.54		0.32	
蒐集率P_{AB}		75		29			99	67	72		82	
蒐集率P_A		100		100			100	100	100		100	
蒐集率P_B		75		29			99	67	72		82	
蒐集率P^o_{AB}		75		29			99	67	72		82	

H: 波高, D: 波向, T: 週期 , 蒐集率P_{AB}為波高,P^o_{AB}為波向 $-1 \le r \le 1$ $0 \le P \le 100$ %

圖 5.43 (續 2)12 海域海流參數逐月觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 成果表圖

2019年丹娜絲颱風觀測海流12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r		-.07		-.34	0.48	0.20	0.21	0.63	0.34		0.08	
D 相關係數 r		-.21		0.16	0.81	-.00	-.13	0.78	0.75		0.04	
E 相關係數 r		-.11		0.09	0.84	0.19	-.11	0.86	0.90		-.33	
N 相關係數 r		0.05		-.12	0.79	0.61	0.48	0.93	-.18		-.08	
蒐集率P_{AB}		97		100	62	100	100	100	100		100	
蒐集率P_A		100		100	100	100	100	100	100		100	
蒐集率P_B		97		100	62	100	100	100	100		100	

CRC2Y　S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量　$-1 \leq r \leq 1$　$0 \leq P \leq 100$ %

2019年利奇馬絲颱風觀測海流12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r		0.04		0.28			0.27	0.60	0.41		0.05	
D 相關係數 r		-.15		-.08			0.25	0.69	0.60		0.11	
E 相關係數 r		-.19		0.32			0.58	0.85	0.86		0.24	
N 相關係數 r		0.02		0.43			0.56	0.88	-.10		0.41	
蒐集率P_{AB}		97		56			100	100	100		100	
蒐集率P_A		100		100			100	100	100		100	
蒐集率P_B		97		56			100	100	100		100	

CRC2Y　S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量　$-1 \leq r \leq 1$　$0 \leq P \leq 100$ %

2019年白鹿絲颱風觀測海流12海域 (A) 與模擬中尺度 (B) 相關係數 (蒐集率)

海域名稱 測站A - 測站 B	基隆 AB-A1	蘇澳 AB-A1	花蓮 AB-A1	高雄 AB-A1	安平 AB-A1	布袋 AB-A1	臺中 AB-A1	臺北 AB-A1	澎湖 AB-A1	金門 AB-A1	馬祖 AB-A1	綠島 AB-A1
S 相關係數 r		0.15					0.63	0.63	0.20		0.27	
D 相關係數 r		0.03					-.06	0.99	0.35		0.07	
E 相關係數 r		-.32					-.08	0.95	0.86		0.49	
N 相關係數 r		0.18					0.65	0.94	-.22		-.17	
蒐集率P_{AB}		67					98	9	16		45	
蒐集率P_A		100					100	100	100		100	
蒐集率P_B		67					98	9	16		45	

CRC2Y　S: 流速, D: 流向, E: 流速東西分量, N: 流速南北分量　$-1 \leq r \leq 1$　$0 \leq P \leq 100$ %

圖 5.44　2019 年颱風侵臺期間 12 海域海流參數觀測值與中尺度模擬值間相關係數 r 成果表圖

2018年 9 月觀測海流 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測平均誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差			-15.9	-24.6	-6.43	4.49	-27.1	-6.48	9.35	-9.55	17.6	-15.9
流向誤差			37	15	33	4	-3	22	-20	11	11	40
E流速誤差			-1.86	3.26	-4.26	4.02	12.0	3.27	5.11	22.2	5.70	-2.71
N流速誤差			2.86	2.15	9.90	-3.32	-10.6	-3.45	10.7	-0.57	3.75	-4.02
平均流速			16.9	31.3	29.5	35.6	42.3	50.2	25.4	49.2	20.9	18.9
資料個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678

ERC2A 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月觀測海流 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測平均絕對誤差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差			15.9	24.9	14.7	19.9	27.4	23.1	14.1	25.5	24.9	16.0
流向誤差			98	88	51	48	65	43	60	51	89	75
E流速誤差			10.4	19.6	15.3	19.0	25.6	27.4	10.8	31.7	37.5	8.09
N流速誤差			11.3	20.3	14.7	21.5	18.9	16.3	27.9	21.8	18.1	14.8
平均流速			16.9	31.3	29.5	35.6	42.3	50.2	25.4	49.2	20.9	18.9
資料個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678

ERC2A 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月觀測海流 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測標準偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差			19.4	29.8	19.7	24.2	33.1	28.0	18.1	31.3	30.3	24.6
流向誤差			111	103	68	66	82	72	72	67	109	95
E流速誤差			13.5	25.2	20.4	23.2	31.3	34.0	14.0	36.1	44.2	14.5
N流速誤差			15.2	26.0	18.2	25.7	24.8	19.8	32.6	26.3	22.1	21.6
平均流速			16.9	31.3	29.5	35.6	42.3	50.2	25.4	49.2	20.9	18.9
資料個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678

ERC2A 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月觀測海流 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測最大偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差			1.10	6.60	35.4	55.9	16.4	66.3	53.1	46.6	81.0	4.20
流向誤差			179	179	179	180	179	178	178	178	179	180
E流速誤差			67.3	74.2	76.7	58.6	85.4	101.2	48.8	84.4	109.5	25.9
N流速誤差			73.3	50.2	69.3	51.2	64.7	52.2	77.9	53.5	68.1	57.7
平均流速			16.9	31.3	29.5	35.6	42.3	50.2	25.4	49.2	20.9	18.9
資料個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678

ERC2A 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2018年 9 月觀測海流 12海域各站中尺度 (B) 預報與觀測最小偏差統計表

類別- 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差			-80.6	-85.3	-87.5	-80.3	-98.9	-90.2	-40.4	-104	-49.9	-233
流向誤差			-179	-174	-176	-178	-179	-178	-176	-154	-179	-174
E流速誤差			-35.6	-61.3	-74.2	-61.3	-91.5	-74.0	-32.2	-67.9	-94.9	-208
N流速誤差			-47.5	-77.4	-34.0	-129	-99.6	-52.0	-53.7	-102	-74.8	-217
平均流速			16.9	31.3	29.5	35.6	42.3	50.2	25.4	49.2	20.9	18.9
資料個數			647	169	714	720	589	674	720	447	701	678

圖 5.45　12 海域 2018 年 9 月海流參數觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖

2019利奇馬颱風觀測海流12海域中尺度 (B) 預報與觀測平均誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差		-1.30		-16.1			-32.3	-7.86	7.71		23.3	
流向誤差		46		-23			-28	12	-14		25	
E流速誤差		2.72		14.8			20.2	-3.63	8.86		-1.56	
N流速誤差		0.47		-4.77			-13.2	-9.08	5.76		3.57	
平均流速		15.9		26.7			43.7	48.5	25.7		13.8	
資料個數		80		46			82	82	82		82	

ERC2Y 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測海流12海域中尺度 (B) 預報與觀測平均絕對誤差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差		10.4		17.1			32.7	18.7	12.7		24.9	
流向誤差		90		81			59	36	50		78	
E流速誤差		8.07		15.8			25.2	19.6	12.4		30.4	
N流速誤差		18.4		18.0			22.2	13.5	23.1		15.6	
平均流速		15.9		26.7			43.7	48.5	25.7		13.8	
資料個數		80		46			82	82	82		82	

ERC2Y 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測海流12海域中尺度 (B) 預報與觀測標準偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差		13.6		19.5			38.9	22.8	16.9		29.5	
流向誤差		107		98			74	62	61		97	
E流速誤差		10.2		18.4			28.6	23.8	15.0		34.5	
N流速誤差		23.3		21.5			33.7	16.8	28.1		18.4	
平均流速		15.9		26.7			43.7	48.5	25.7		13.8	
資料個數		80		46			82	82	82		82	

ERC2Y 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測海流12海域中尺度 (B) 預報與觀測最大偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差		32.8		9.30			14.8	32.2	42.8		54.9	
流向誤差		178		176			164	179	135		177	
E流速誤差		25.5		39.9			55.7	60.0	34.1		68.3	
N流速誤差		51.9		36.1			24.9	29.7	62.4		45.7	
平均流速		15.9		26.7			43.7	48.5	25.7		13.8	
資料個數		80		46			82	82	82		82	

ERC2Y 流速單位:cm/s, 流向單位: 度 平均流速為觀測值 港灣技術研究中心

2019利奇馬颱風觀測海流12海域中尺度 (B) 預報與觀測最小偏差統計表

海域名稱 測站A-測站 B	基隆 A1-AB	蘇澳 A1-AB	花蓮 A1-AB	高雄 A1-AB	安平 A1-AB	布袋 A1-AB	臺中 A1-AB	臺北 A1-AB	澎湖 A1-AB	金門 A1-AB	馬祖 A1-AB	綠島 A1-AB
流速誤差		-37.8		-36.1			-105	-64.8	-31.4		-30.7	
流向誤差		-176		-175			-165	-136	-151		-179	
E流速誤差		-14.2		-11.4			-65.5	-51.6	-18.5		-50.3	
N流速誤差		-71.4		-42.0			-89.6	-39.1	-50.9		-32.1	
平均流速		15.9		26.7			43.7	48.5	25.7		13.8	
資料個數		80		46			82	82	82		82	

圖 5.46　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域海流參數觀測值與中尺度模擬值間誤差分析成果表圖

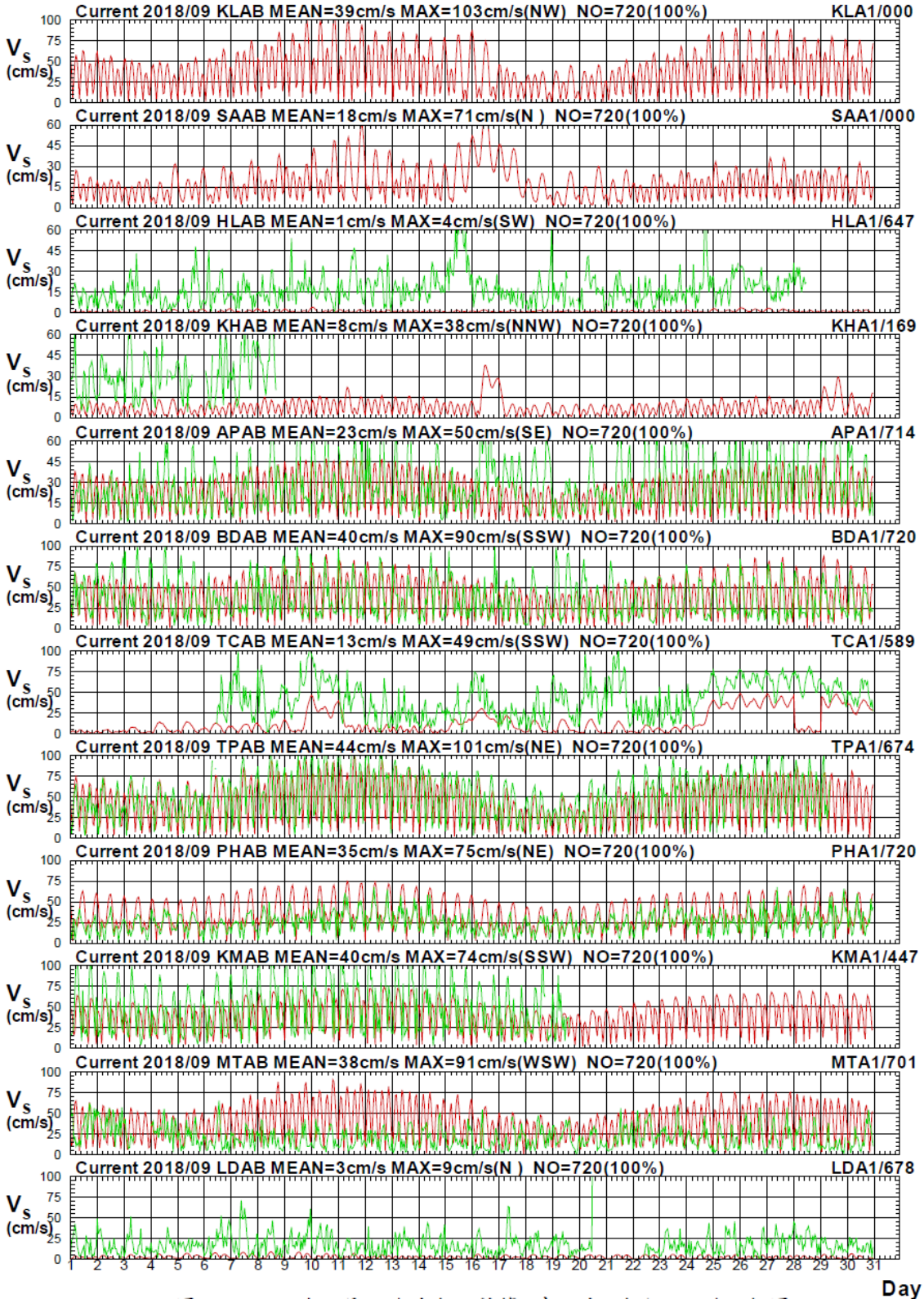


圖 5.47　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流速比較圖

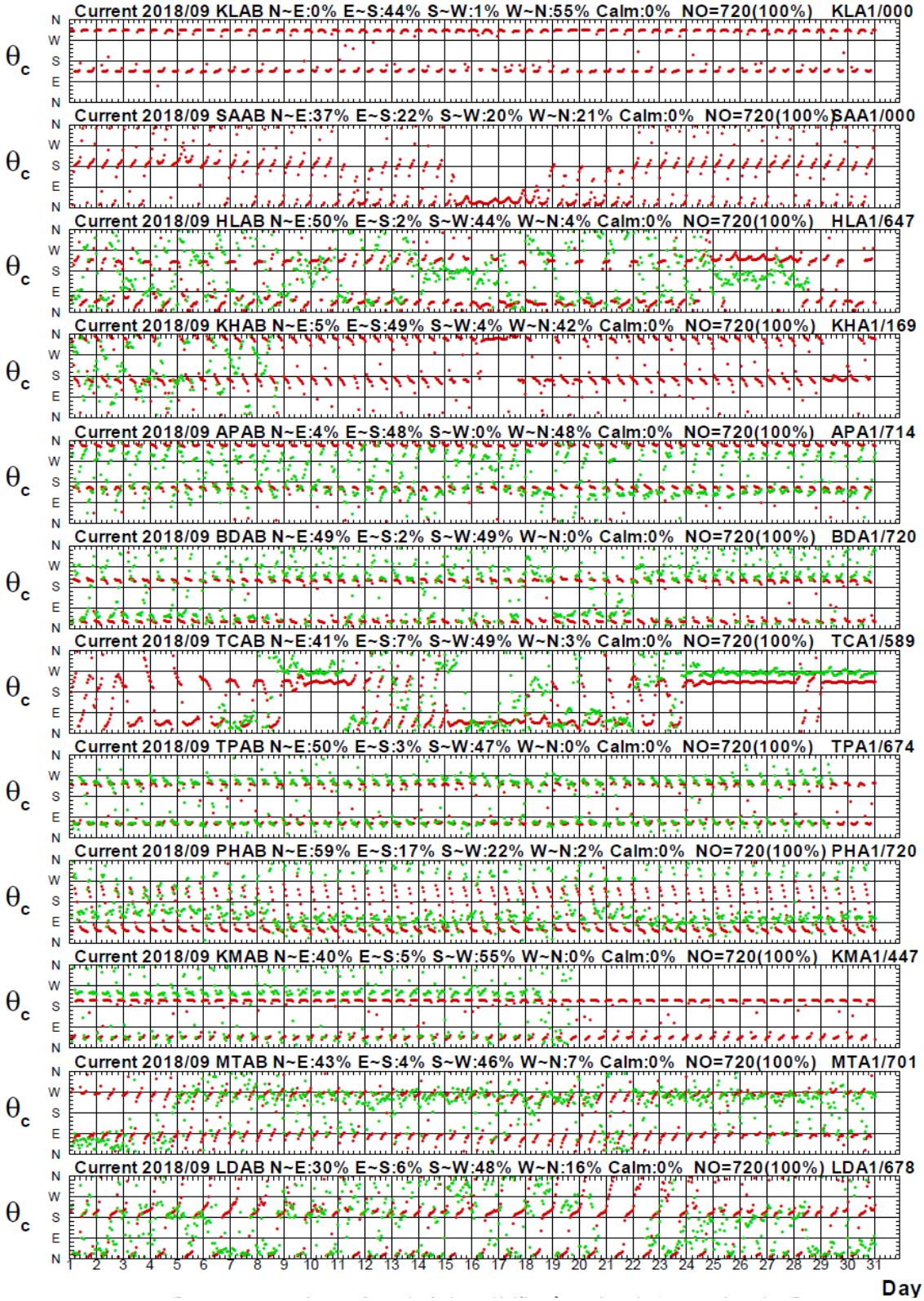


圖 5.48　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流向比較圖

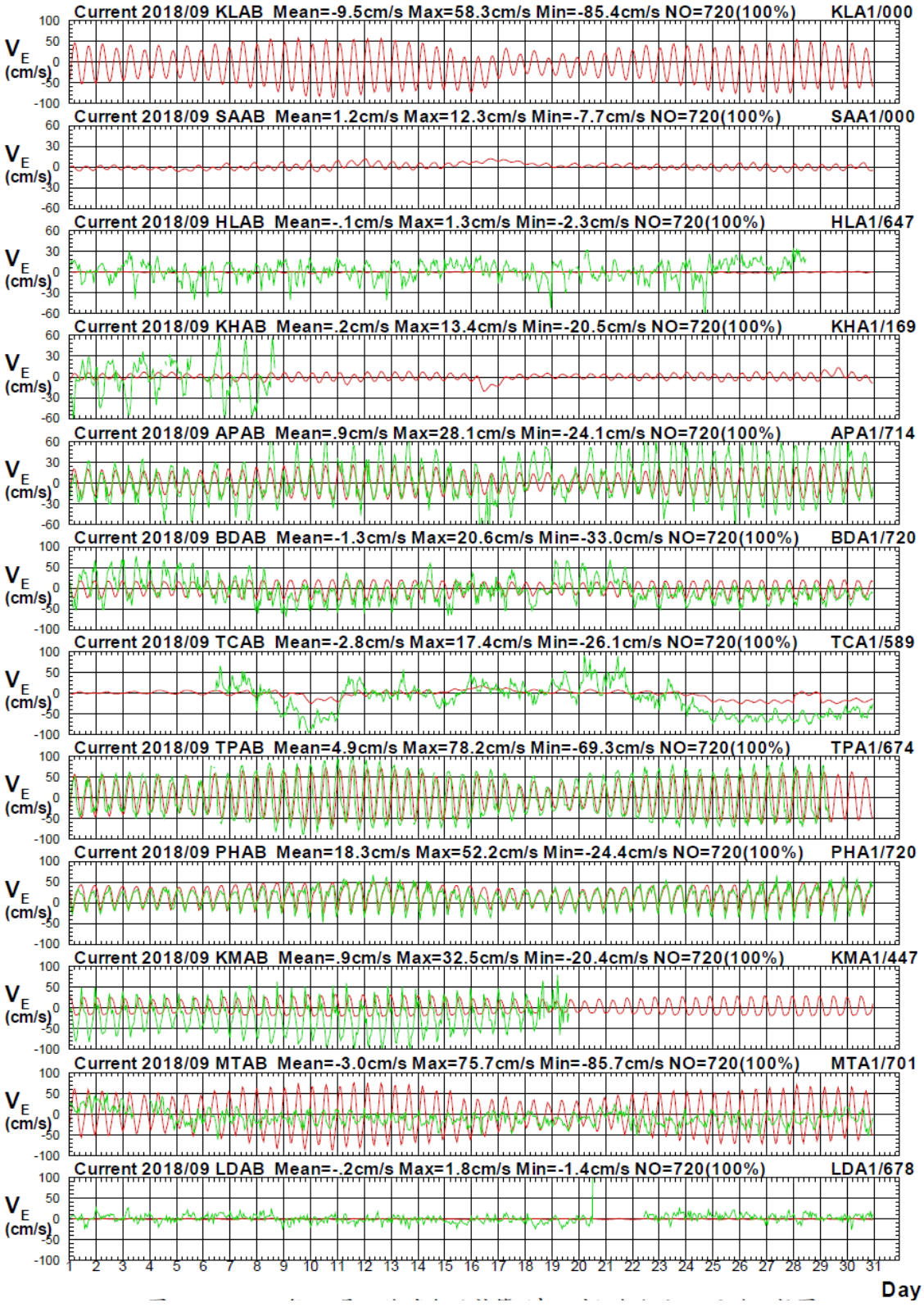


圖 5.49　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW 向流速比較圖

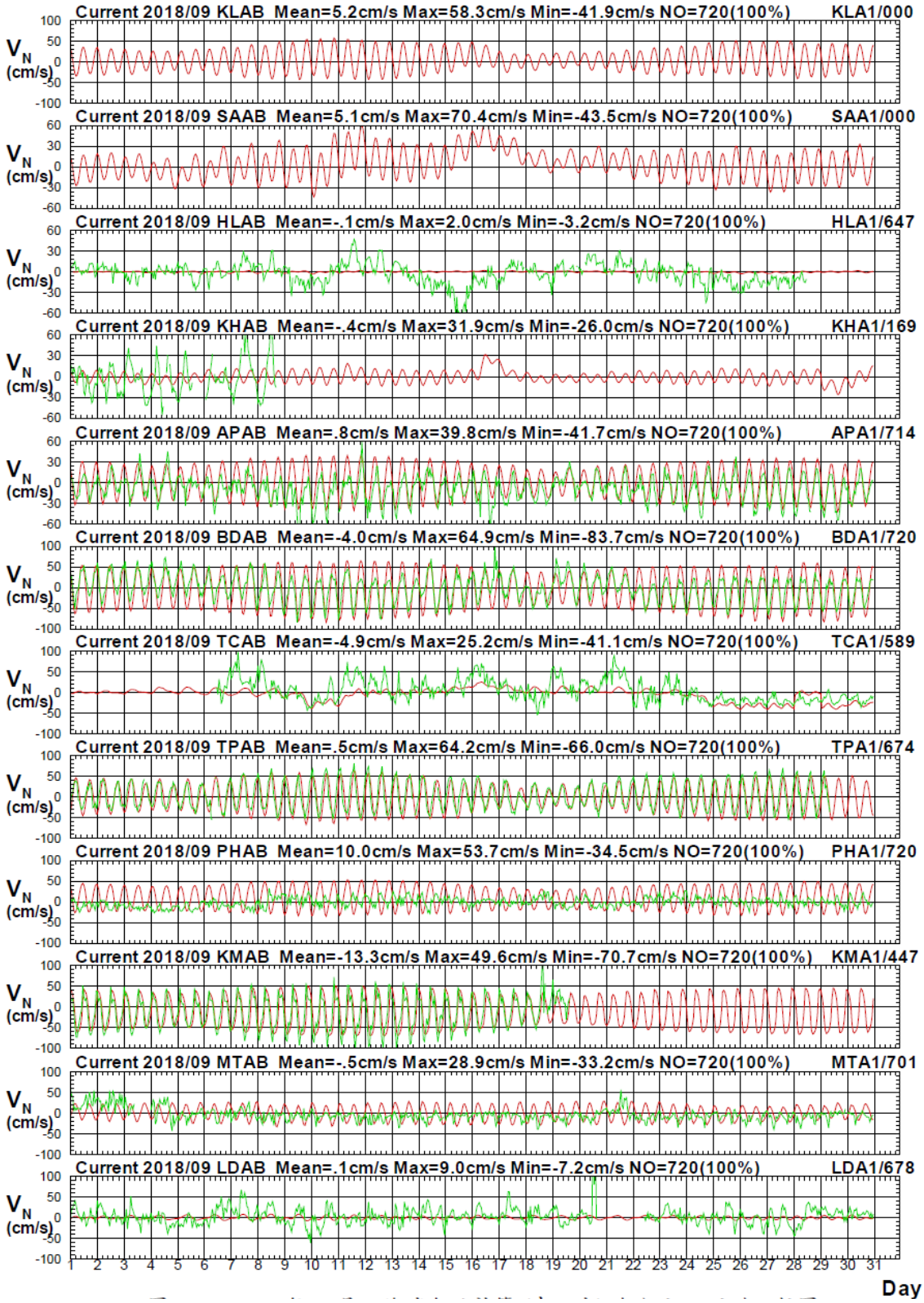


圖 5.50　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS 向流速比較圖

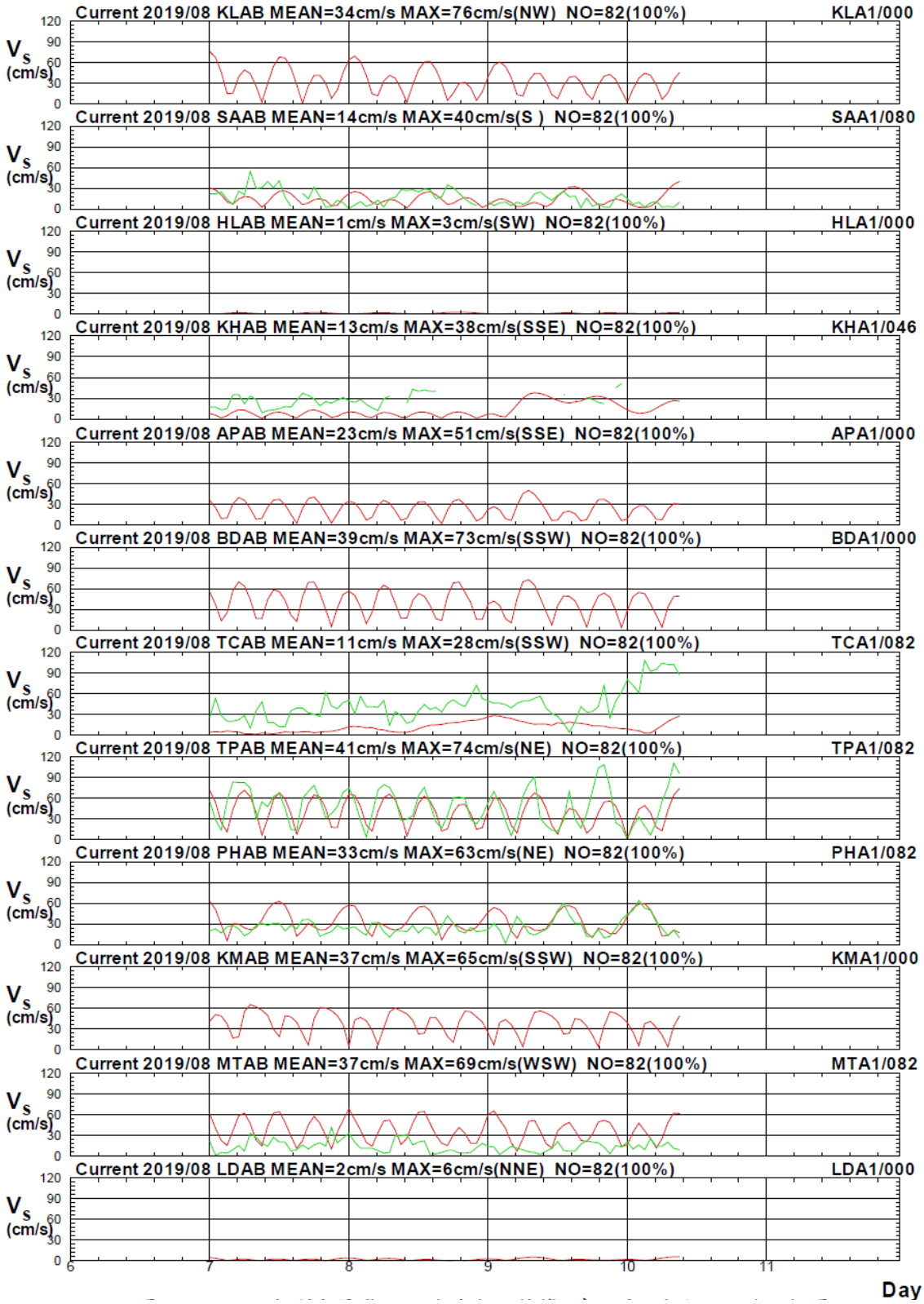


圖 5.51　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流速比較圖

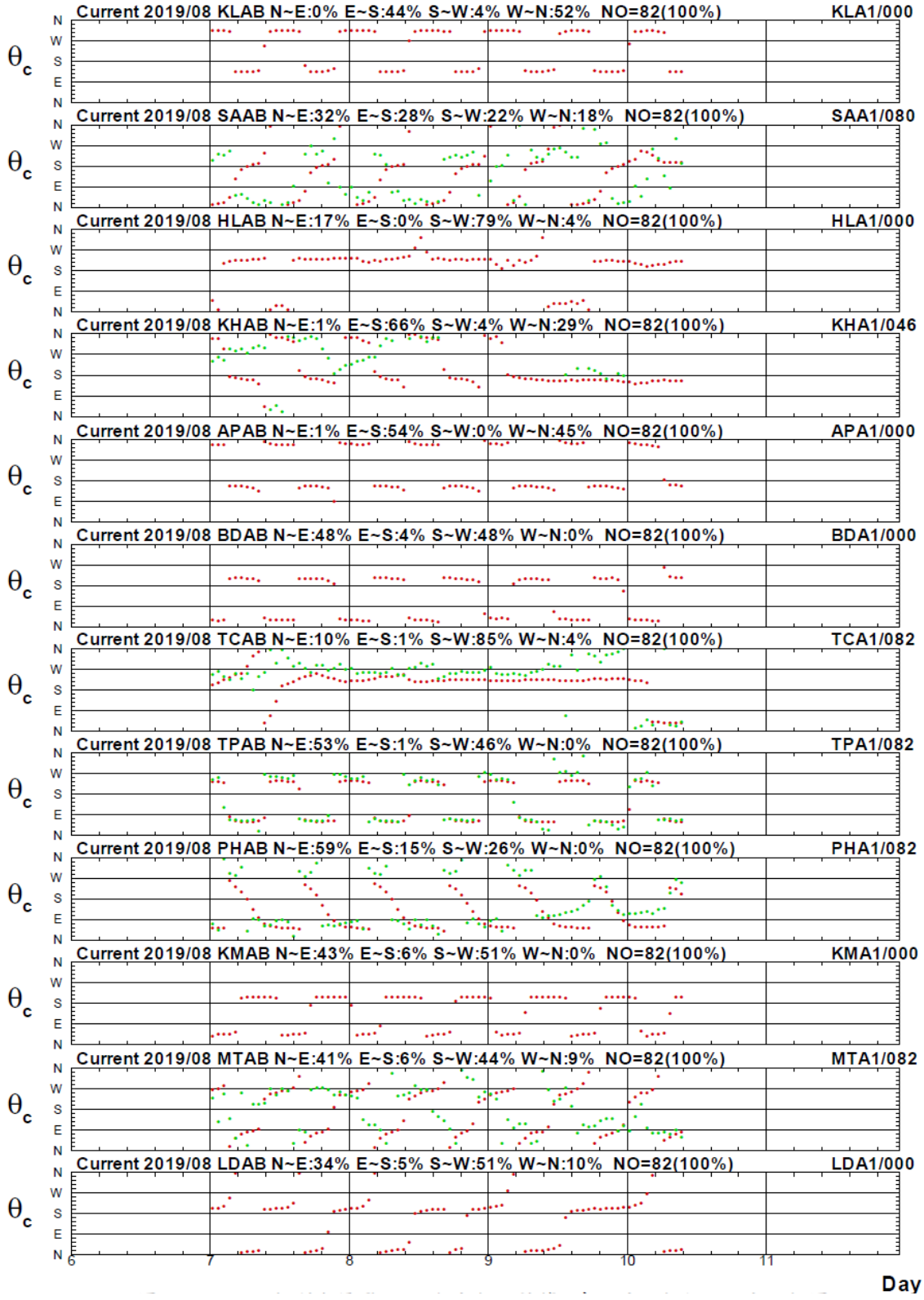


圖 5.52　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)流向比較圖

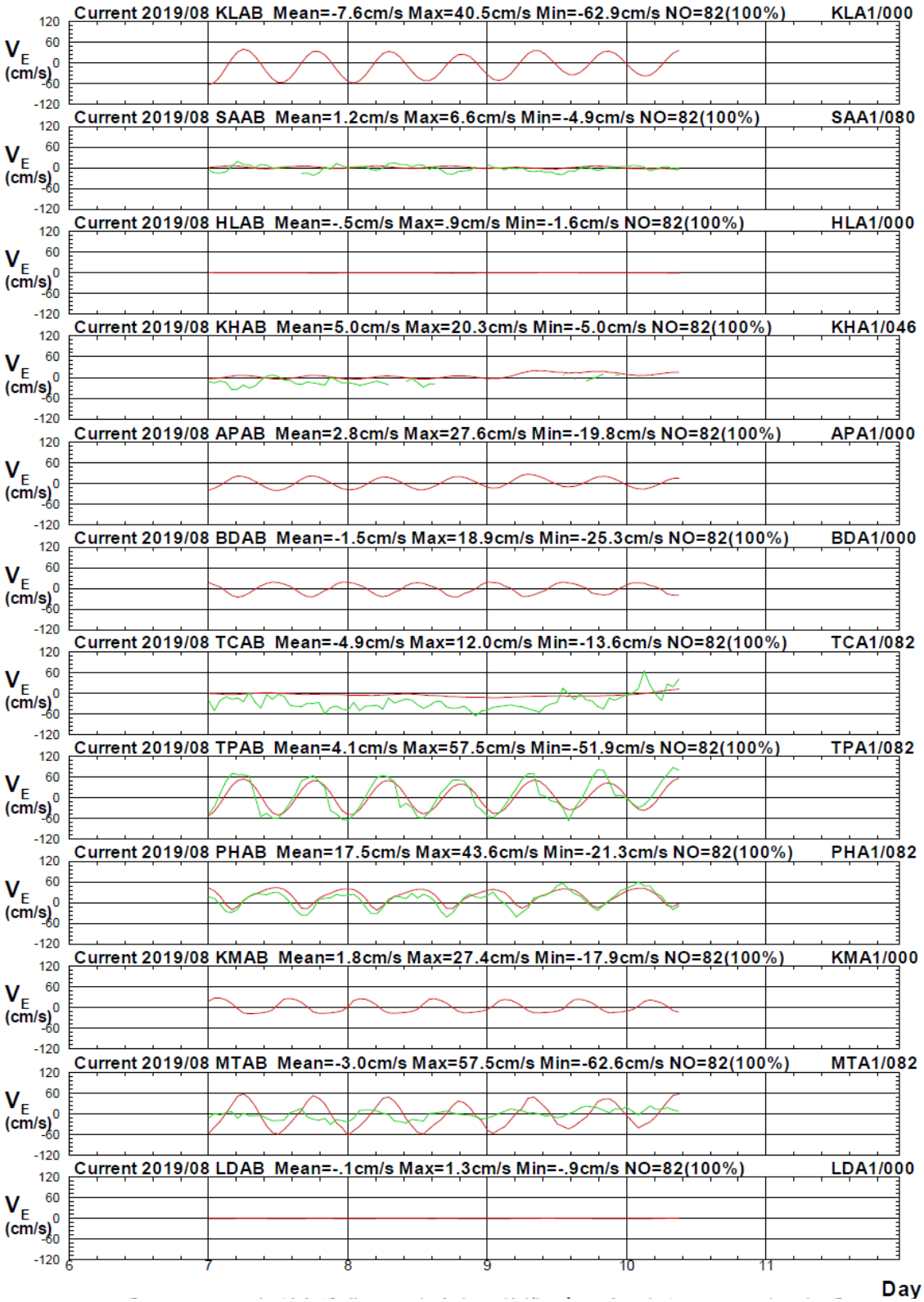


圖 5.53　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)EW 向流速比較圖

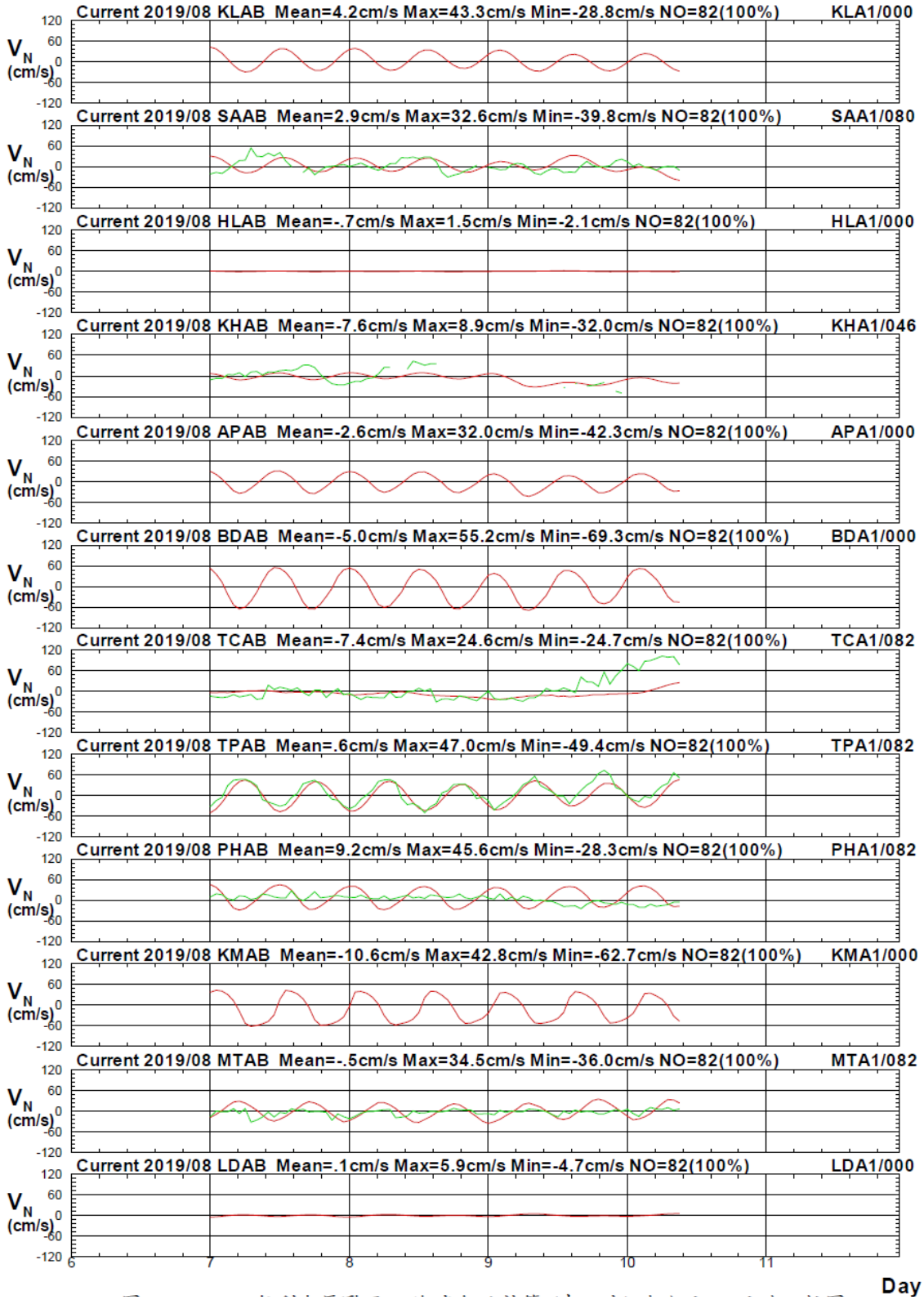


圖 5.54　2019 年利奇馬颱風侵臺期間 12 海域逐時觀測與中尺度模擬(紅色)NS 向流速比較圖

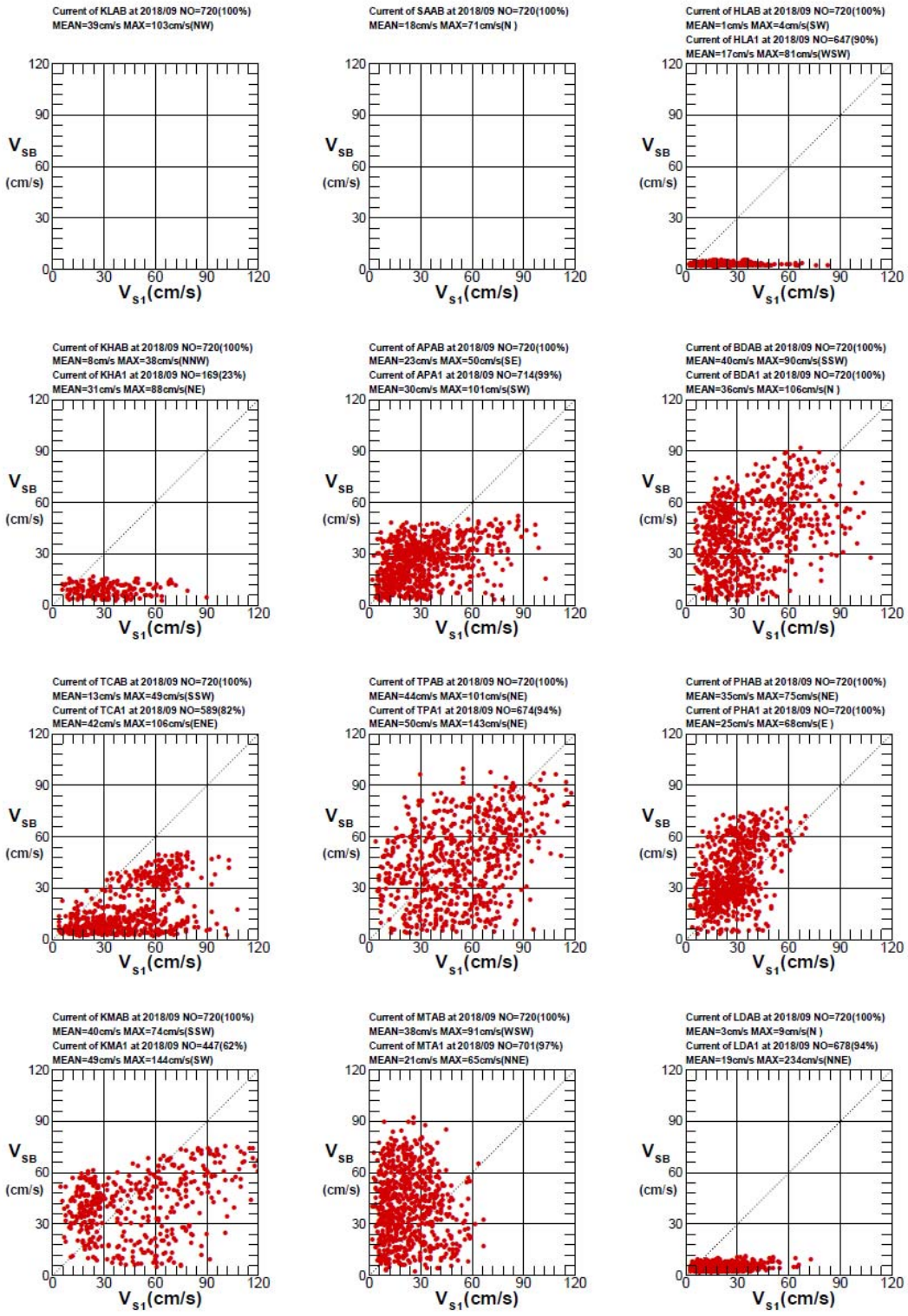


圖 5.55　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬流速相關比較圖

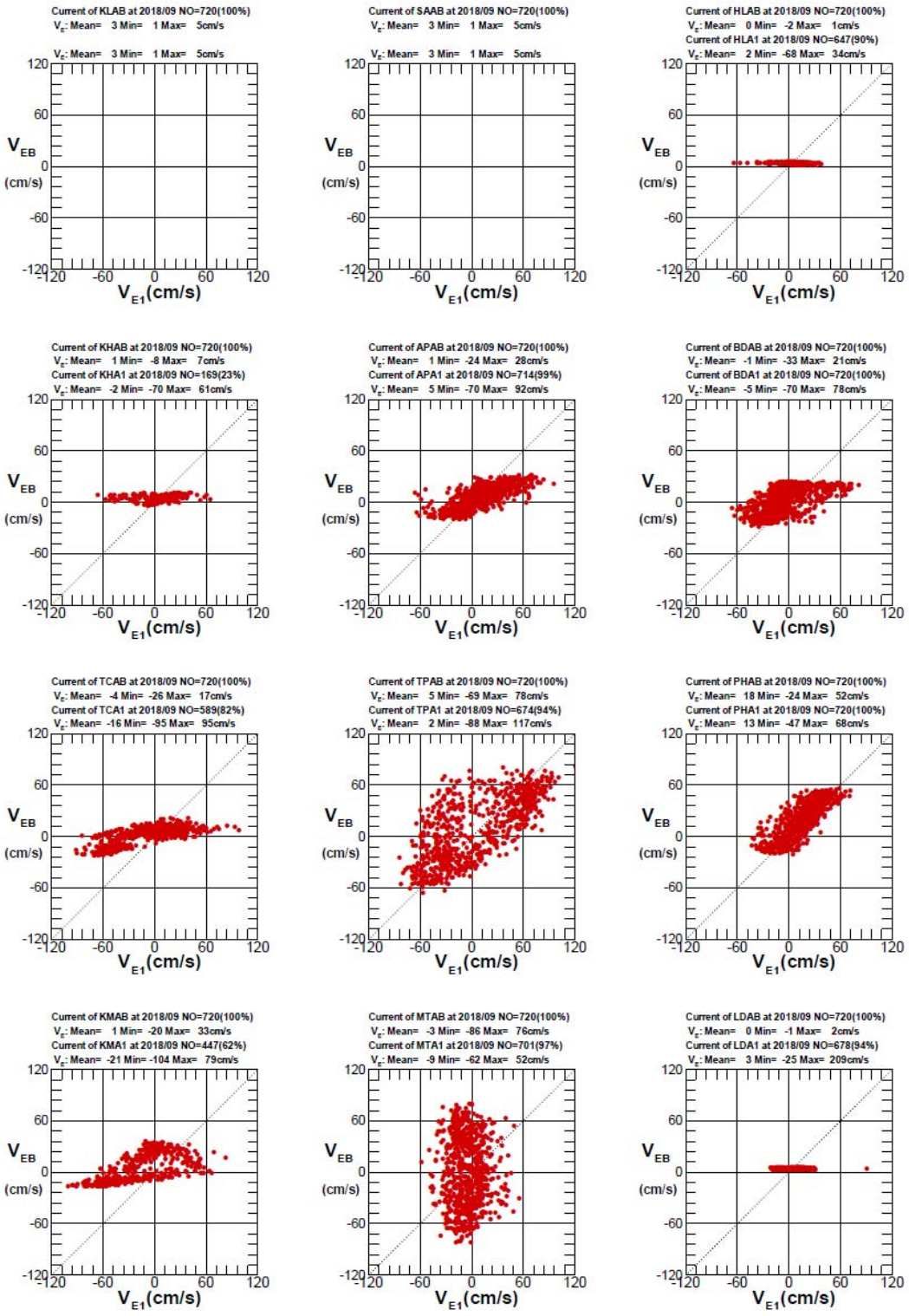


圖 5.56　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬 EW 向流速相關比較圖

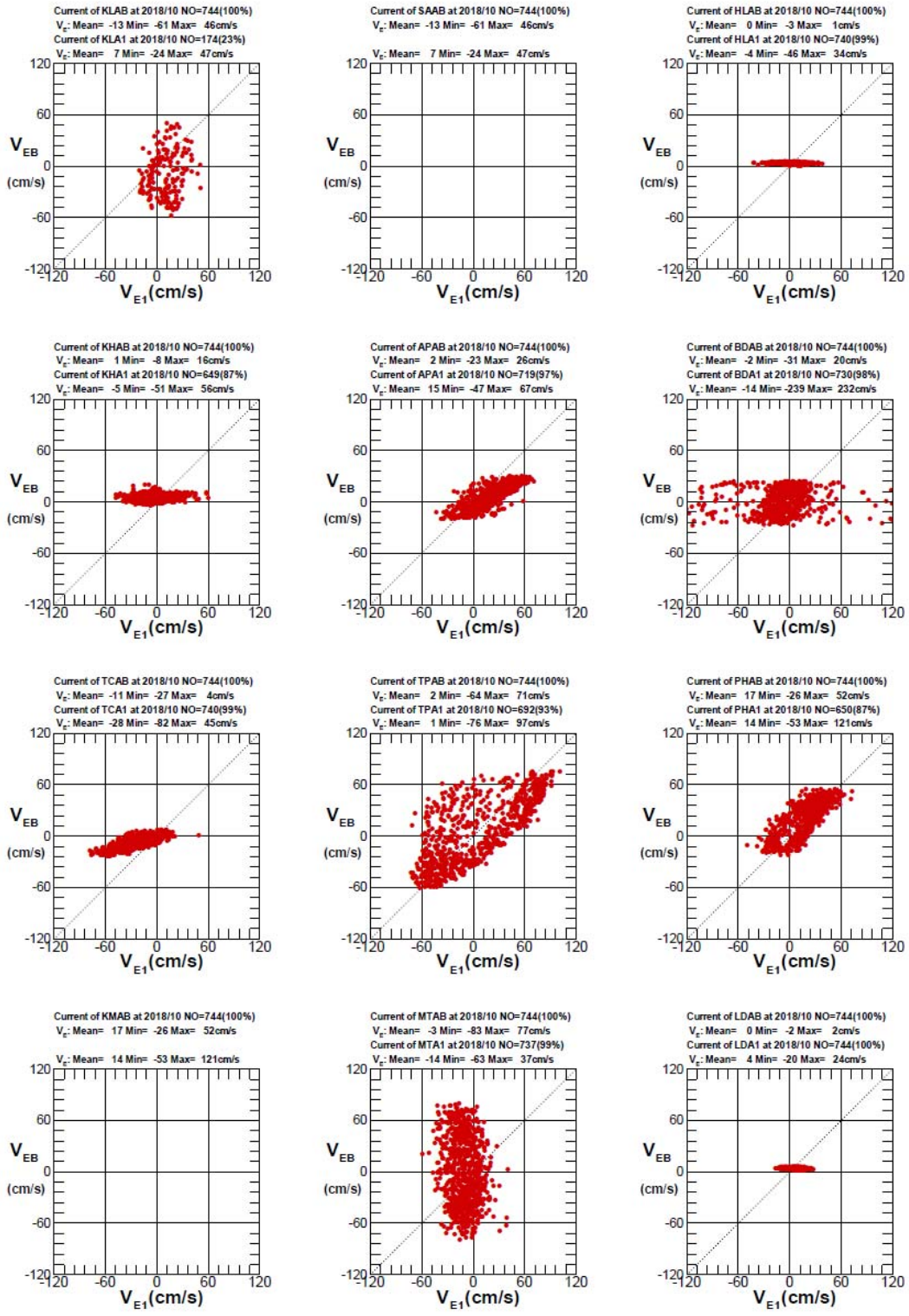


圖 5.57　12 海域 2018 年 9 月逐時觀測與中尺度模擬 NS 向流速相關比較圖

第六章　東部海域基本資料蒐集與分析

本計畫東部海域範圍自貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域，本年度基本資料蒐集重點為花蓮海域之地形水深及海象資料特性。

6.1 地形水深

針對東部海域地形水深，本計畫除了蒐集國家海洋科學研究中心彙編及發布之台灣附近海域海底地形水深資料(200m 網格)外，本計畫亦蒐集海軍大氣海洋局刊行的 5 萬分之一比例尺海軍水道圖，包括圖號 04515(三貂角至蘇澳港海域)、圖號 04516(蘇澳港及附近海域)、圖號 04517(烏石鼻至新城海域)、圖號 04518(新城至水璉鼻海域)及圖號 04519(水璉鼻至長濱海域)等，並數化圖中水深資料，如圖 6.1 至圖 6.5 所示。此外，針對花蓮港及其附近海域，本計畫亦蒐集一萬分之一比例尺海軍水道圖 0351(花蓮港及其附近)，如圖 6.6 所示；歷年水利署或港務局水深測量資料，如圖 6.7 所示。

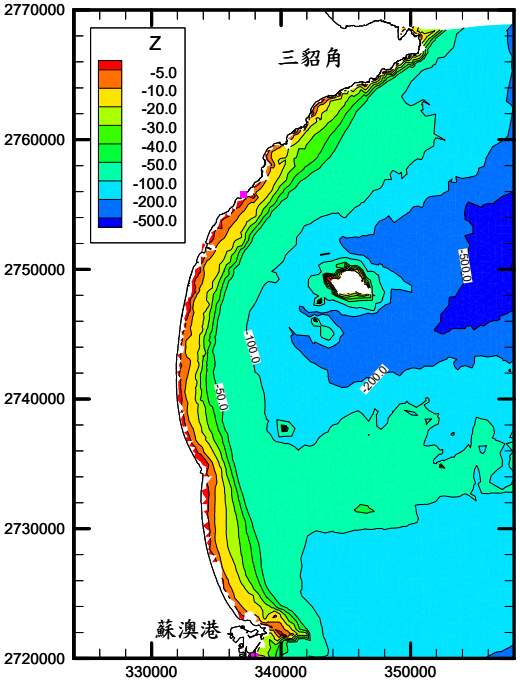


圖 6.1　三貂角至蘇澳港海域水深分布圖(圖號 04515)

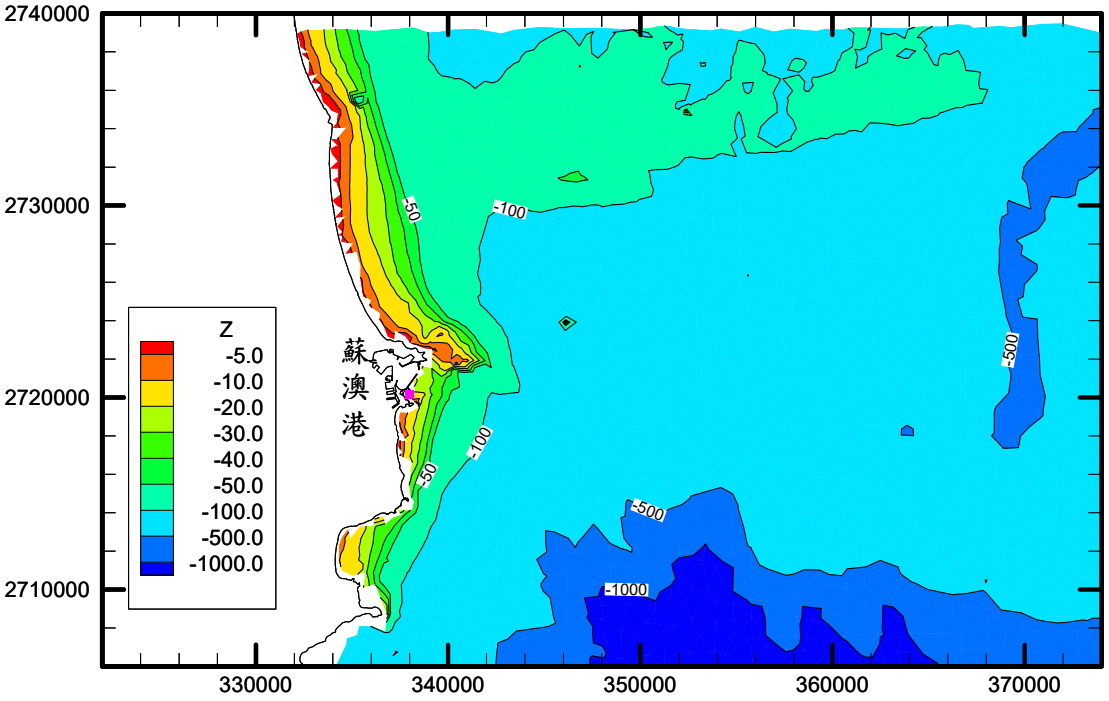


圖 6.2　蘇澳港及附近海域水深分布圖(圖號 04516)

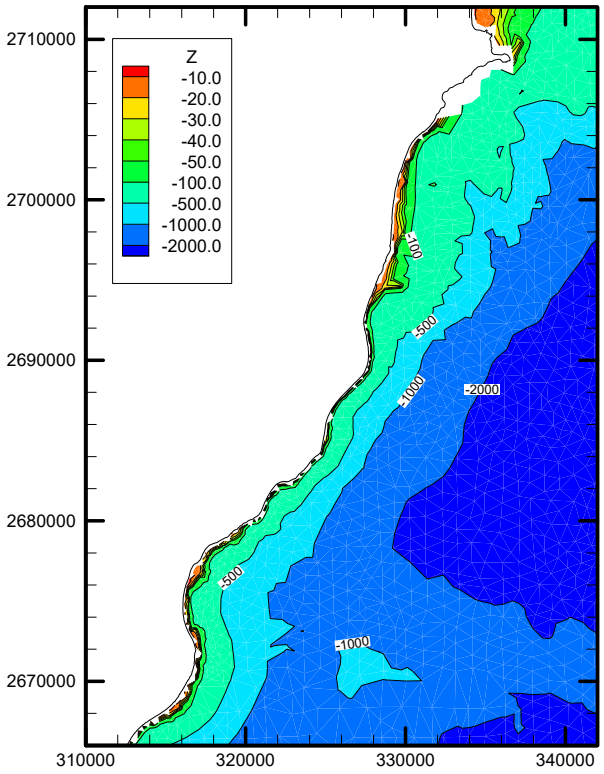


圖 6.3　烏石鼻至新城海域水深分布圖(圖號 04517)

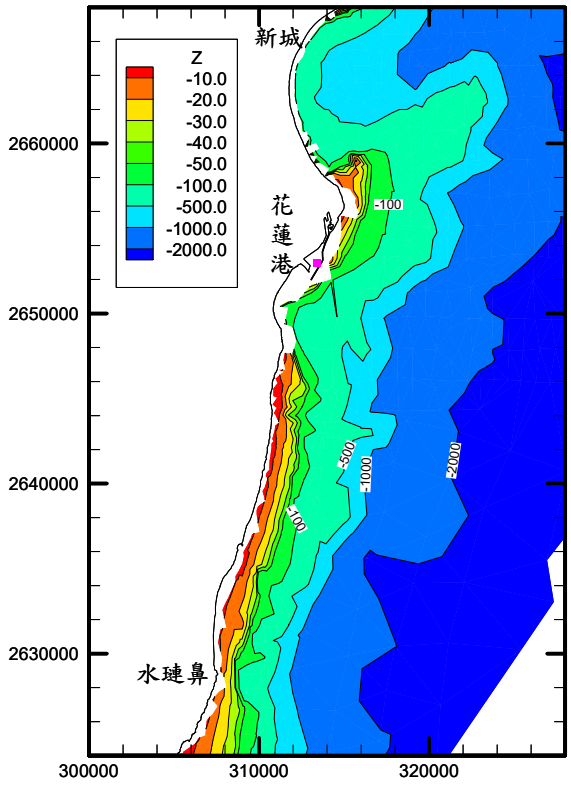


圖 6.4　新城至水璉鼻海域水深分布圖(圖號 04518)

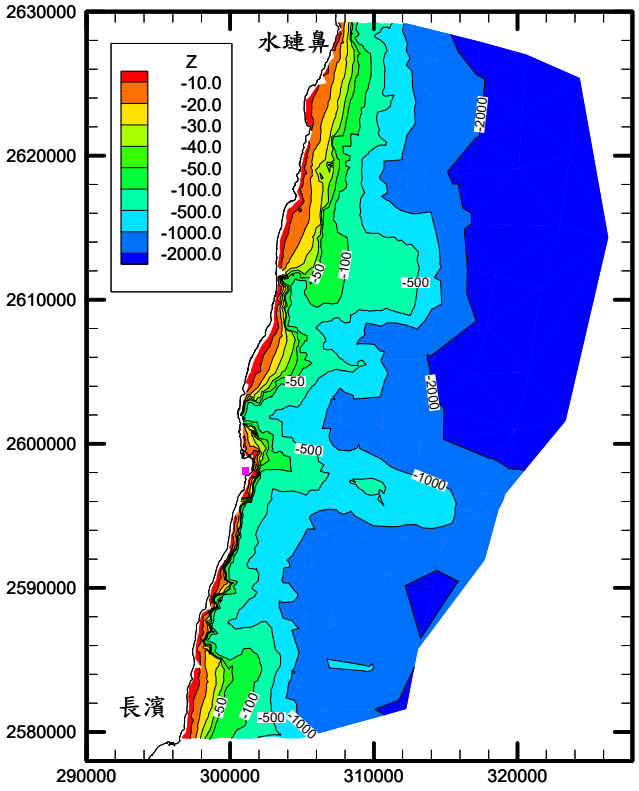


圖 6.5　水璉鼻至長濱海域水深分布圖(圖號 04519)

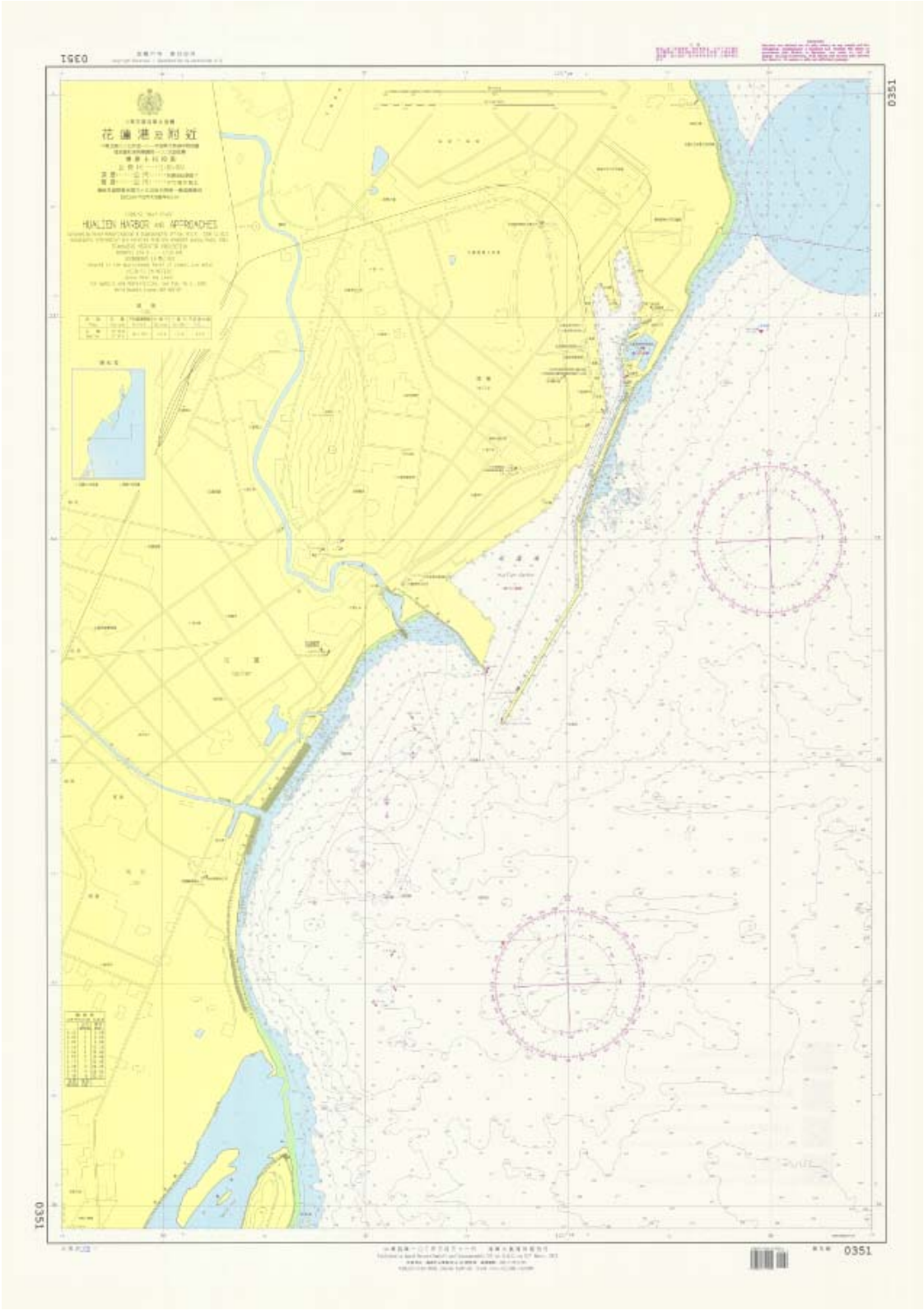


圖 6.6　海圖 0351 花蓮港及附近

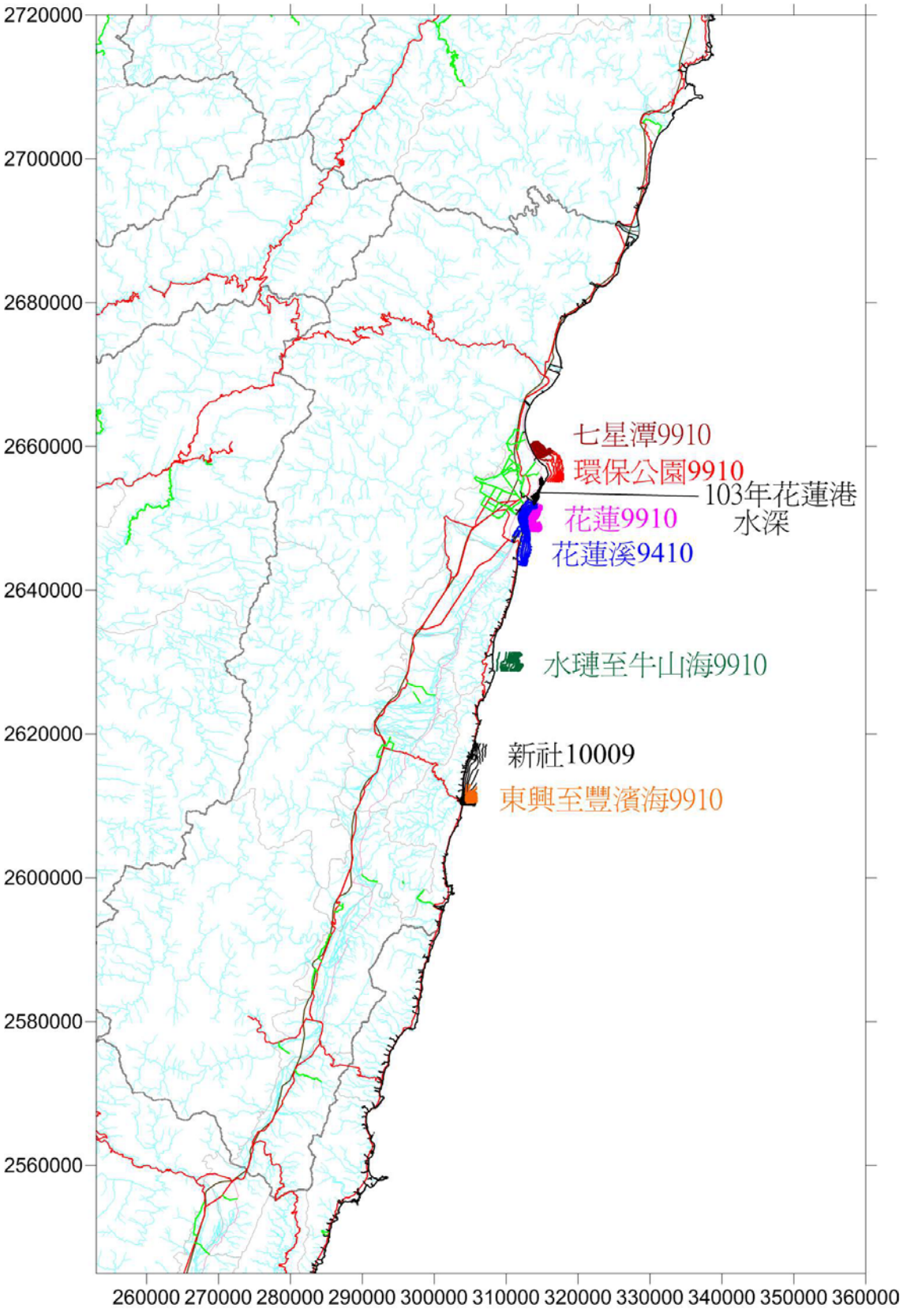


圖 6.7　花蓮海岸歷年水深地形調查資料點位分布圖

6.2 潮汐水位

本年度以花蓮港為對象探討潮汐水位特性，依據港研中心(2015)研究結果得知，歷年(2008~2013 年)花蓮港潮位年平均值低點為0.086m，發生於 2011 年；潮位年平均值高點為 0.161m，發生於 2012 年，年平均潮位之高低值相差 0.075m，如圖 6.8 所示。歷年重要代表性潮位統計結果，如表 6.1 所列，顯示平均高潮位值為+0.571m、平均潮位值為+0.095m、平均低潮位值為−0.378m，平均潮位差為 0.949m；表中最高潮位值為+1.455 m，發生於中度颱風莫拉克侵臺期間，發生時間為 2009 年 8 月 7 日 07 時。

依據歷年(2008~2013 年)花蓮港潮位調和分析結果，得到各主要分潮(O_1、K_1、M_2、S_2)歷年振幅變化情形，如圖 6.9 所示，其中全日潮 K_1 與 O_1 分潮振幅呈現遞減現象，半日潮 M_2 分潮振幅呈現漸增現象。另依據 2008~2013 年主要分潮之平均振幅值，計算花蓮港潮型指標 $[(O_1+K_1)/(M_2+S_2)]$約為 0.476，顯示花蓮港潮汐型態屬於半日潮型。

表 6.1　花蓮港(2008~2013 年)重要代表性潮位統計結果表

代表性潮位	高程值 (m)
最高高潮位(H.H.W.L.)	+1.455
平均高潮位(M.H.W.L.)	+0.571
平均潮位(M.W.L.)	+0.095
平均低潮位(M.L.W.L.)	-0.378
最低低潮位(L.L.W.L.)	-1.113
平均潮位差	0.949
觀測資料數34679 測站位置:(23°58'50"N, 121°37'25"E) 基準面相對於臺灣高程基準(TWVD2001)：0 m	

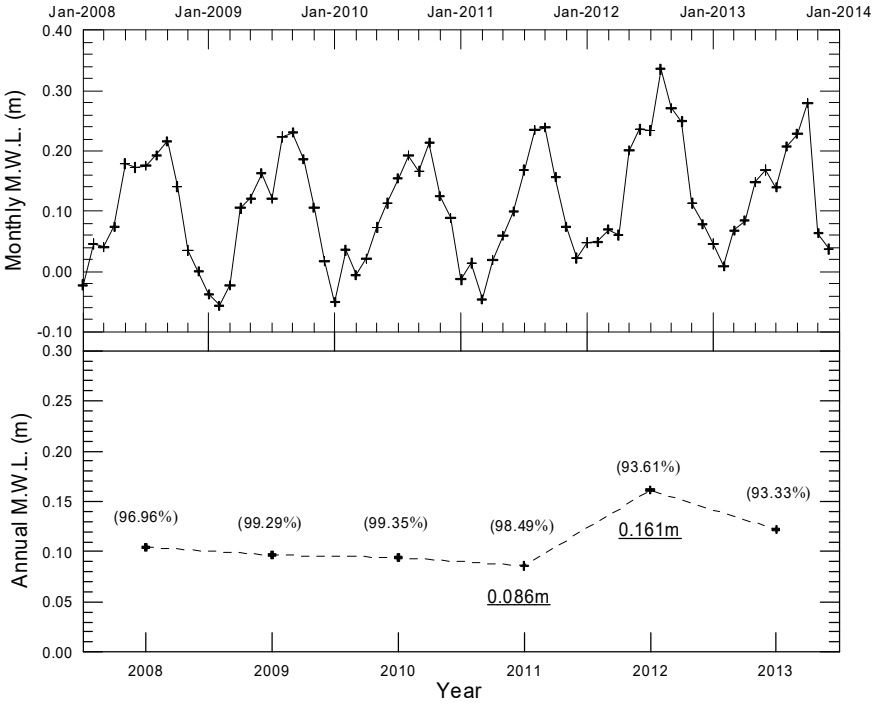


圖 6.8　2008～2013 年花蓮港逐時潮位資料月及年平均潮位變化圖

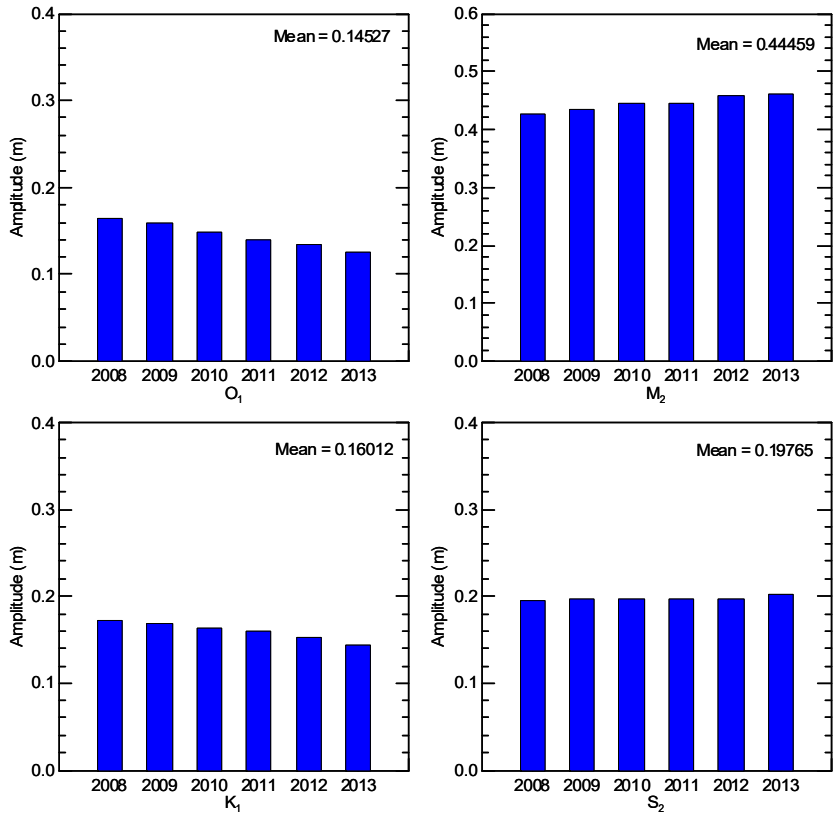


圖 6.9　歷年(2008～2013 年)花蓮港潮位調和分析主要分潮(O_1、K_1、M_2、S_2)振幅變化情形圖

6.3 波浪

依據港研中心(2015)研究結果得知，花蓮港波高及波向觀測資料之年統計分析結果如表 6.2 及表 6.3 所列，顯示花蓮港 2012 年及 2013 年波浪統計特性相近。

在波高分布方面，花蓮港波浪示性波高小於 0.5 m 僅佔 3.94%，代表花蓮港屬於波浪偏大的海域;示性波高分布主要集中於 0.5 m ~ 2.0 m 之間約佔 84.45%，其中波高介於 0.5 m ~ 1.0 m 者約佔 31.13%，波高介於 1.0 m ~ 1.5 m 者約佔 34.7%；示性波高大於 4.0 m 以上的資料僅有 31 筆(遠少於蘇澳港)，約佔 0.2%。同樣地，花蓮港波浪觀測資料在各示性波高統計區間內，波浪週期平均值之變化與波高大小呈現正相關之關係。花蓮港 2012 年示性波高最大值為 4.73m，週期為 8.90sec，波向為 110.5°，發生時間為中度颱蘇拉侵襲臺灣東部海域；2013 年示性波高最大值為 4.6m，週期為 10.43sec，波向為 110.8°，發生時間為強烈颱蘇力侵襲臺灣東部海域。此外，花蓮港 2012 年及 2013 年示性波高最大值不僅較蘇澳港示性波高最大值小很多，且發生的時間均比蘇澳港示性波高最大值發生的時間早。

在波向分布方面，花蓮港波浪波向分布以 ESE 方向所佔比例最高約 39.5%，其次為 E 向(約佔 31.3%)及 SE 向(約佔 24.94%)，顯示花蓮港波向主要分布集中於 E 向至 SE 向之間。

此外，針對港研中心花蓮港 AWAC 及氣象局花蓮資料浮標等海象測站，本計畫亦蒐集 2018 年及 2019 年觀測資料，驗證本計畫中、小尺度風浪模擬結果。

表 6.2　花蓮港逐時波高分布年統計結果

年 波高 (m)	2012 年		2013 年		累計百分比
	資料數 (百分比)	週期平均值(sec)	資料數 (百分比)	週期平均值(sec)	
< 0.5	339 / (4.00)	4.38	263 / (3.85)	4.39	3.94
0.5 ~ 1.0	2592 / (30.64)	4.92	2164 / (31.69)	4.69	35.07
1.0 ~ 1.5	3169 / (37.46)	5.56	2140 / (31.34)	5.35	69.77
1.5 ~ 2.0	1477 / (17.46)	6.00	1371 / (20.08)	5.77	88.39
2.0 ~ 2.5	561 / (6.63)	6.57	547 / (8.01)	6.25	95.64
2.5 ~ 3.0	176 / (2.08)	6.90	275 / (4.03)	6.84	98.59
3.0 ~ 3.5	71 / (0.84)	7.49	41 / (0.60)	7.34	99.33
3.5 ~ 4.0	55 / (0.65)	7.97	17 / (0.25)	7.88	99.80
4.0 ~ 5.0	21 / (0.25)	8.34	10 / (0.15)	9.25	100.00
5.00 <	0 / (0.00)	—	0 / (0.00)	—	100.00
合計	8460 / (100.00)		6828 / (100.00)		
備 註	最大波高值：4.73 m 週　　期：8.90 sec 波　　向：110.5° 發 生 時 間：08/01 18hr		最大波高值： 4.60 m 週　　期：10.43 sec 波　　向：110.8° 發 生 時 間：07/12 21hr		

表 6.3　花蓮港逐時平均波向分布統計表

波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)	波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)
N	1 (0.01)	0 (0.01)	0.01	S	1 (0.01))	0 (0.00)	0.01
NNE	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00	SSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NE	1 (0.01)	3 (0.04)	0.03	SW	1 (0.01)	0 (0.00)	0.01
ENE	13 (0.15)	145 (2.12)	1.03	WSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
E	2333 (27.58)	2454 (35.94)	31.31	W	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ESE	3564 (42.13)	2474 (36.23)	39.50	WNW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SE	2134 (25.22)	1678 (24.58)	24.93	NW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SSE	412 (4.87)	74 (1.08)	3.18	NNW	0 (0.00)	0 (0.00))	0.00

1. 波向判斷採用 ±11.25°
2. 2012 及 2013 年波浪觀測資料數分別為 8460 及 6828

6.4 海流

依據港研中心(2015)研究結果得知，花蓮港海象觀測站海流流速大小分布及流向分布之年統計分析結果，如表 6.4 及表 6.5 所列；由海流流速大小分布年統計結果得知，花蓮港海象觀測站海流流速小於 0.25 m/s 之比例佔全部觀測資之 62.51%，流速介於 0.25 ~ 0,50 m/s 區間之比例約為 26.14%，二者合計約達 88.65%。另比較 2012 年及 2013 年流速大小分佈之統計結果得知：2012 年海流觀測資料因其低流速(小於 0.25 m/s)的比例明顯低於 2013 年觀測資料，因此花蓮港 2012 年較大流速資料的比例將明顯高於 2013 年觀測資料，此可能為 2012 年及 2013 年花蓮港海流觀測資料統計一致性較差的原因。在海流最大流速觀測上，2012 年花蓮港海流最大流速觀測值為 1.10m/s，流向為 75.7°(北北東偏北)，發生時間為 2012 年 9 月 19 日 0 時；2013 年海流最大流速觀測值為為 0.96 m/s，流向為 64.9°(北北東偏東)，發生時間為 2013 年 3 月 26 日 10 時；以上最大流速發生原因均與颱風影響因素無關。

在海流流向分布年統計結果方面，表 6.5 花蓮港海象觀測站海流主要漲、退潮流向分別為 E(約佔 17.84%)及 WS(約佔 22.89%)，其次為 NE(約佔 15.99%)及 W(約佔 11.40%)。在漲、退潮主要流向上海流平均流速分別約為 0.293 m/s 及 0.289 m/，二者大小約相當。另外，花蓮港各流向內海流平均流速統計結果亦顯示出，2012 年觀測資料各流向內海流平均流速統計值均高於 2013 年各流向內海流平均流速統計值。

此外，針對港研中心花蓮港 AWAC 及氣象局花蓮資料浮標等海象測站，本計畫亦蒐集 2018 年及 2019 年海流觀測資料，作為本計畫相關水動力模組模擬結果驗證使用。

表 6.4　花蓮港逐時海流流速分布年統計結果

年份 流速區間(m/s)	2012 年	2013 年	平均
	資料數 /(百分比)	資料數 /(百分比)	百分比
< 0.25	4644 / (53.47)	5096 / (73.90)	**62.51**
0.25 ~ 0.50	2661 / (30.64)	1412 / (20.48)	**26.14**
0.50 ~ 0.75	1201 / (13.83)	361 / (5.23)	**10.03**
0.75 ~ 1.00	177 / (2.04)	27 / (0.39)	**1.31**
1.00 <	2 / (0.02)	—	**0.01**
合計	8685 / (100.00)	6896 / (100.00)	**100.00**
備 註	最大流速值(1.10) 流　　向(75.7°) 時　　間(09/19 00)	最大流速值(0.96) 流　　向(64.9°) 時　　間(03/26 10)	

表 6.5　花蓮港逐時海流流向分布年統計結果

年份 流向	**2012 年**			**2013 年**			**平均**	
	資料數	百分比 (%)	平均 流速 (m/s)	資料數	百分比 (%)	平均 流速 (m/s)	百分比 (%)	平均 流速 (m/s)
N	997	11.48	0.265	706	10.24	0.164	**10.93**	**0.223**
NE	1357	15.62	0.280	1134	16.44	0.198	**15.99**	**0.243**
E	1636	18.84	0.346	1143	16.57	0.217	**17.84**	**0.293**
SE	486	5.60	0.194	475	6.89	0.140	**6.17**	**0.167**
S	777	8.95	0.234	602	8.73	0.168	**8.85**	**0.205**
WS	1903	21.91	0.324	1664	24.13	0.248	**22.89**	**0.289**
W	1010	11.63	0.218	767	11.12	0.173	**11.40**	**0.199**
NW	519	5.98	0.177	405	5.87	0.133	**5.93**	**0.158**
合計 平均	8685	100.0	0.278	6896	100.0	0.1965	100.0	**0.242**
註 1：平均流速採用流速純量計算 **註 2：流向判斷採用 ±22.5°**								

第七章　東部海域小尺度風浪模擬系統建置

本計畫目的針對東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)建置合適的小尺度風浪模擬系統。本計畫將依據 TaiCOMS 風浪模擬子系統架構及作業化流程，參考圖 2.17，結合既有遠域(大尺度)風浪模組及近域(中尺度)風浪模組，針對花蓮港海域及蘇澳港海域分別建置合適的近岸(小尺度)風浪模組，建構成三層巢狀網格之東部海域小尺度風浪模擬系統，如圖 7.1 所示。

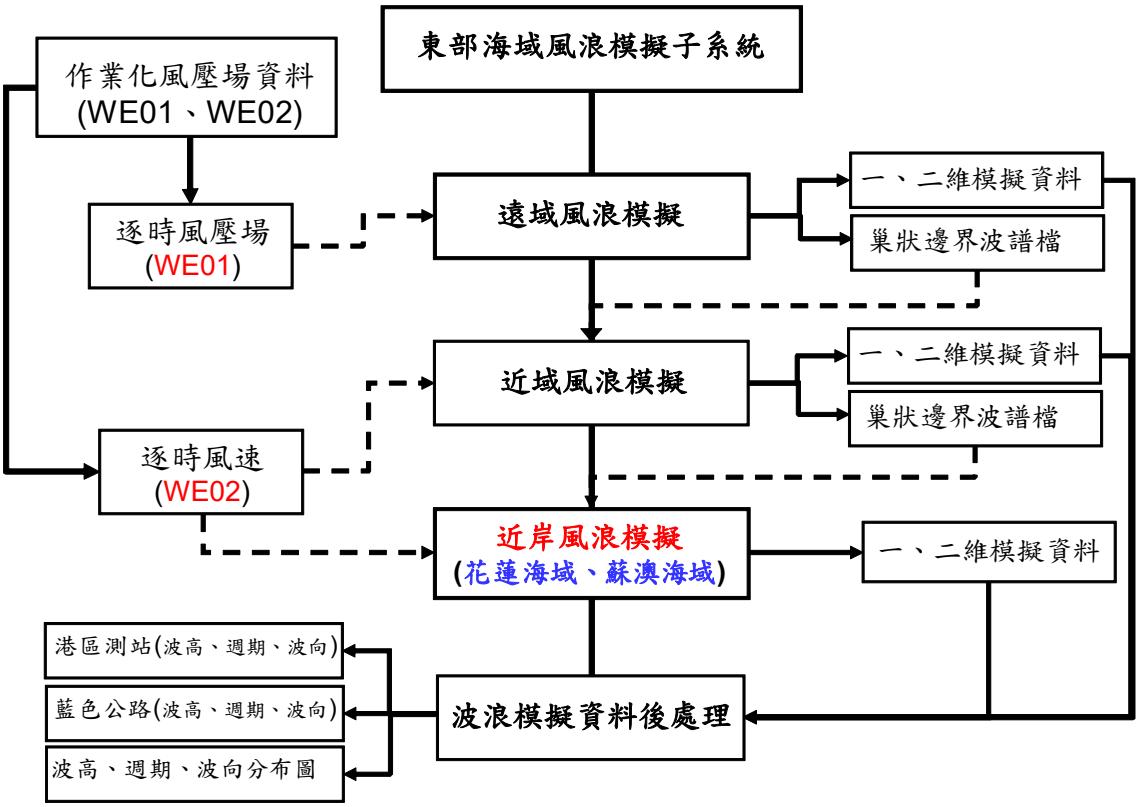


圖 7.1　東部海域小尺度風浪模擬系統之架構及作業化模擬流程圖

7.1 風浪模擬系統巢狀網格建置

針對東部海域小尺度風浪模擬系統，本計畫規劃的三層巢狀網格模擬範圍，如圖 7.2 所示；圖中遠域(大尺度)模組網格之模擬範圍含蓋西太平洋北緯 10°至 35°，東經 110°至 134°之海域，網格解析度為 0.2°；近域(中尺度)模組網格之模擬範圍為含蓋臺灣周圍海域北緯 20.6°至

28.0°，東經 117.6°至 123.6°之海域，網格解析度為 0.04°；花蓮海域小尺度近岸網格模擬範圍為花蓮港海域北緯 23.28°至 24.24°，東經 121.40°至 122.40°之海域，網格解析度為 0.008°；蘇澳海域小尺度近岸網格模擬範圍為蘇澳港海域北緯 24.24°至 25.12°，東經 121.64°至 122.00°之海域，網格解析度為 0.008°。各層網格座標系統均採用 WGS84 經緯度座標系統建置數值計算網格，各層網格參考資料如表 7.1 所列。

本計畫遠域網格水深資料建置係根據 ETOPO1 地形水深資料，利用繪圖軟體 Tecplot 內插工具得到網格點地形水深資料，如圖 7.3 所示；近域網格水深資料則先整合 ETOPO1、海科中心公布的 500m 及 200m 網格數值地形水深資料(如表 7.2 所列)，再利用繪圖軟體內插工具得到網格點地形水深資料，如圖 7.4 所示；花蓮港海域及蘇澳海域小尺度近岸網格水深資料則依據海科中心公布的 200m 網格數值地形水深資料內插得到，分別如圖 7.5 及圖 7.6 所示。

表 7.1　東部海域小尺度風浪模擬系統巢狀網格之資訊表

網格層次	範圍		解析度 (°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域網格	110.0/134.0	10.0/35.0	0.2	121×126
近域網格	117.6/123.6	20.60/28.0	0.04	151×186
近岸網格 (花蓮海域)	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
近岸網格 (蘇澳海域)	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111

表 7.2　海科中心臺灣周圍海域數值水深網格資料表

數值水深格式	範圍		解析度 (m)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
Taidp500m	117.0/125.0	18.0/27.0	500	1601×1801
Taidp200m	119.0/123.0	21.0/26.0	200	2001×2501

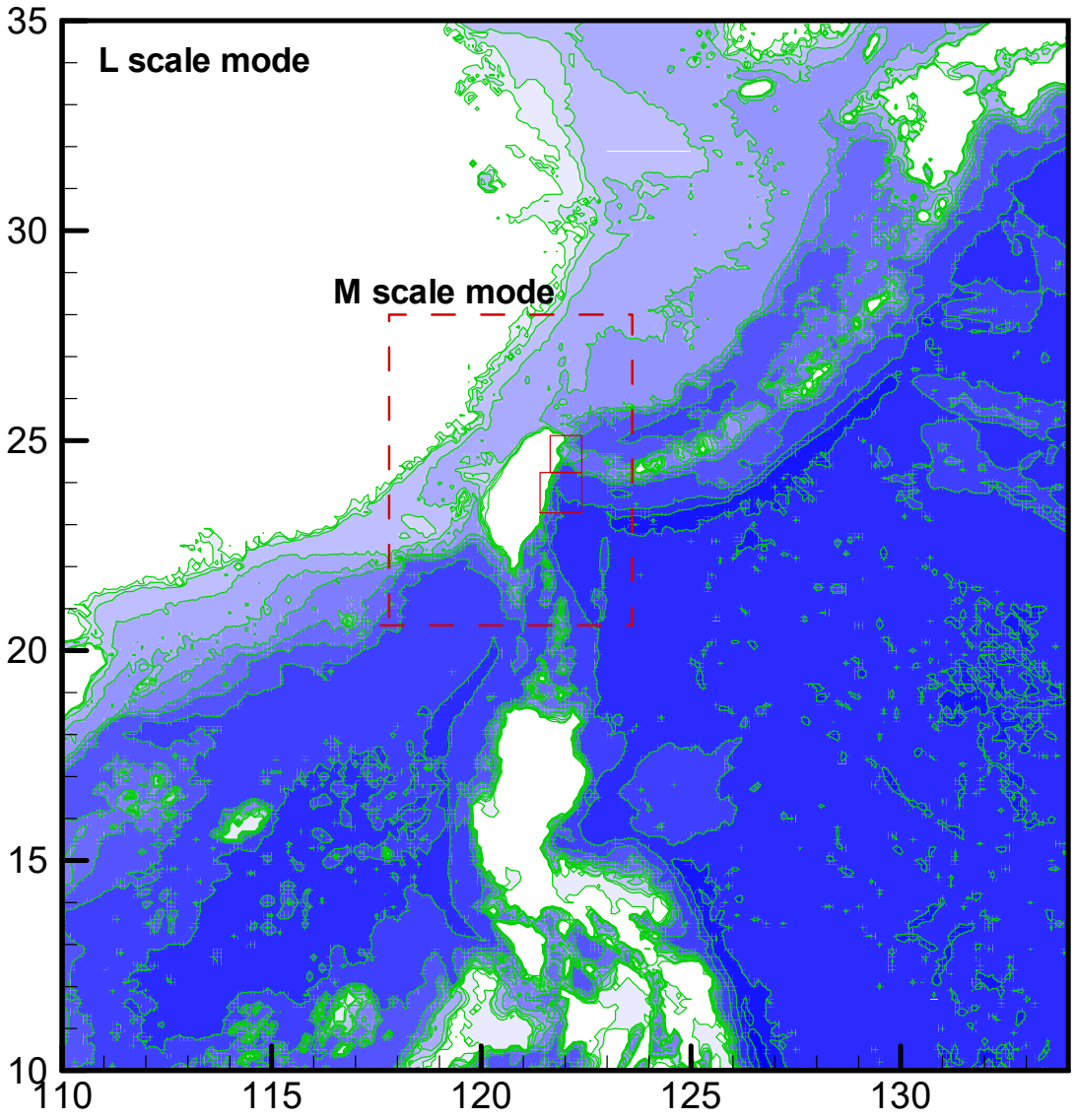


圖 7.2　東部海域小尺度風浪模擬系統之三層巢狀網格模擬範圍圖

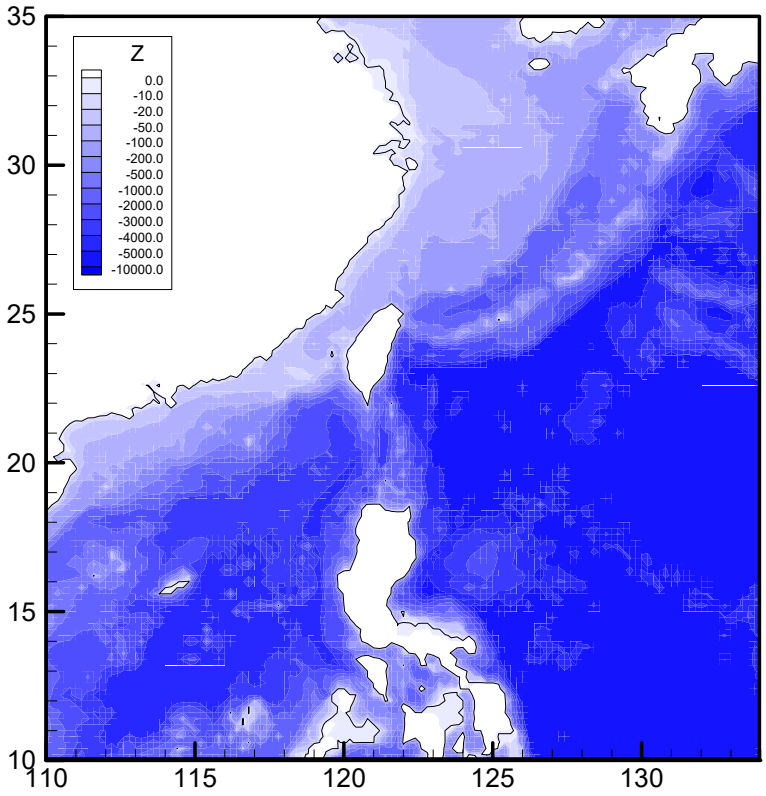


圖 7.3　遠域(大尺度)模組數值計算網格水深分布圖

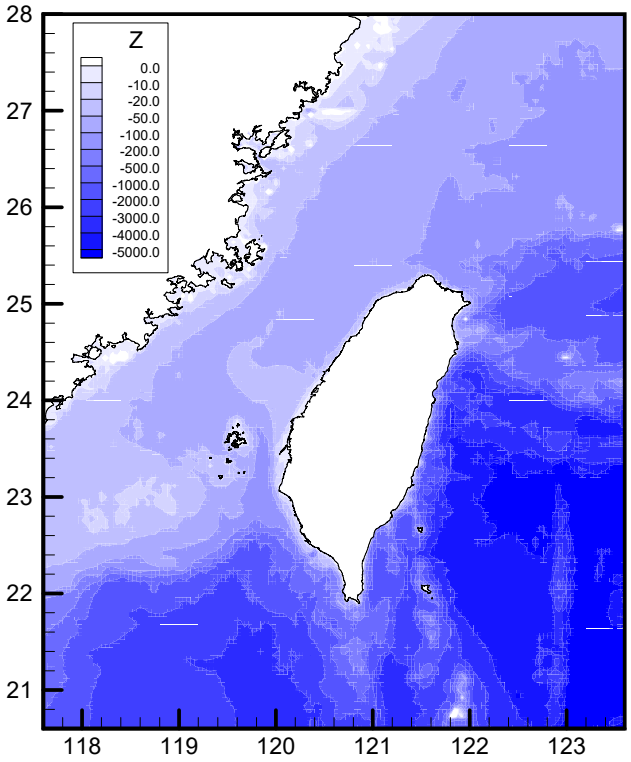


圖 7.4　臺灣周圍海域近域(中尺度)模組數值計算網格水深分布圖

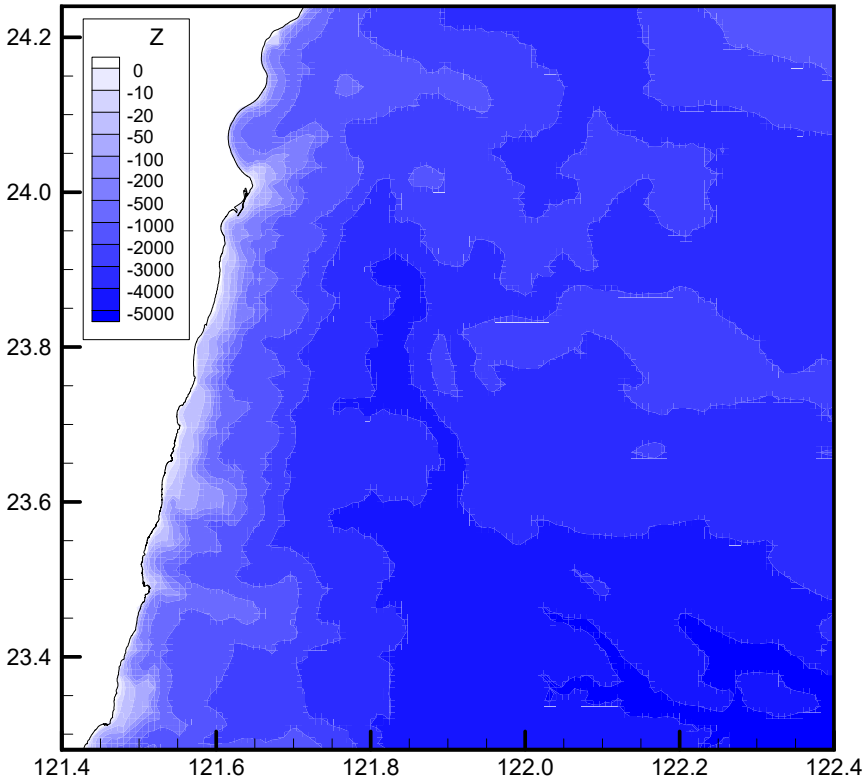


圖 7.5　東部花蓮海域近岸(小尺度)模組數值計算網格水深分布圖

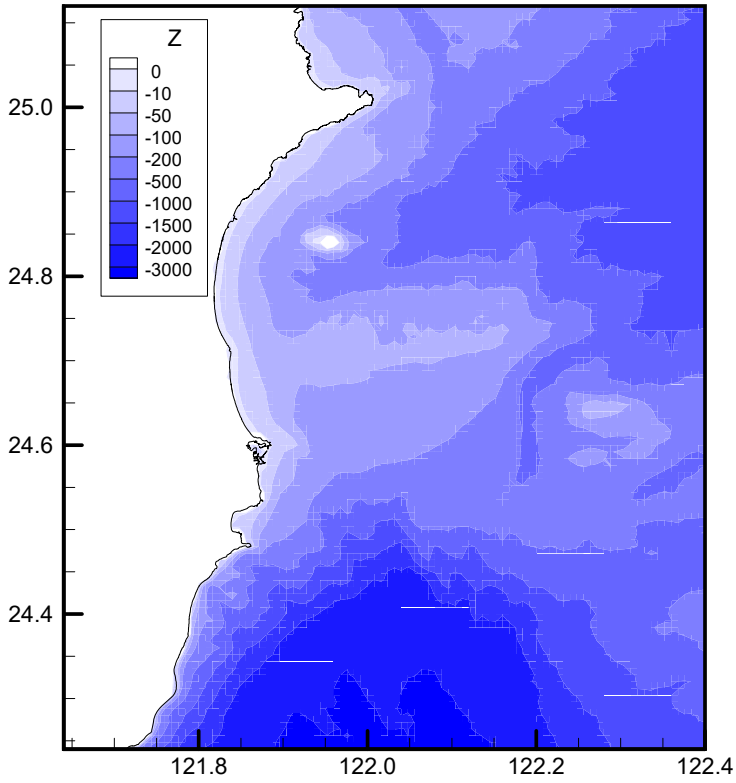


圖 7.6　東部蘇澳海域近岸(小尺度)模組數值計算網格水深分布圖

7.2 風浪模擬系統之風場資料

TaiCOMS 風場資料來源為中央氣象局每日四次天氣數值預報資料，目前預報資料來自於為 WRF M5 成員，水平網格屬性為 15km/3km 解析度巢狀網格。目前 TaiCOMS 作業化風(壓)場計有每日 73 小時組合風(壓)場(WD01、WD02 及 WD03)及每日四次 55 小時組合風(壓)場(WE01 及 WE02)，詳見 2.2.1 節。本計畫東部海域風浪模擬子系統規劃採每日四次作業化模擬預報新流程，因此採用每日四次 55 小時組合風(壓)場 WE01 及 WD02，相關風場網格資料如表 7.3 所列；並規劃以 WE01 風場資料作為遠域模組之輸入風場，以 WE02 風場資料作為近域模組及近岸(花蓮、蘇澳海域)模組之輸入風場。

表 7.3　作業化風場資料之網格資料表

風場格式	範圍		解析度 (°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
WE01	105.0/150.0	10.0/40.0	1/6	271×181
WE02	116.0/125.0	20.0/29.0	1/30	271×271

7.3 風浪模擬系統之數值模式

本計畫參照 TaiCOMS 風浪模擬系統之模式架構，規劃以海洋波浪預測模式 WAM 建構遠域風浪模組，以荷蘭 Delft 大學之近海風浪模式 SWAN 建構近域風浪模組及近岸(花蓮、蘇澳海域)風浪模組。在此架構下，近域網格風浪模擬方式可視 WAM 與 SWAN 不同模式間偶合模擬，即以 WAM 進行遠域網格風浪模擬同時產生近域巢狀邊界上格點之風浪波譜資料，作為 SWAN 模擬近域網格風浪之邊界條件。同理，近岸網格風浪模擬方式屬於 SWAN 與 SWAN 相同模式之耦合模擬，即近岸風浪模擬網格邊界條件由近域網格風浪模擬結果產生。

7.4 風浪模擬系統之風浪模擬流程

本計畫風浪模擬整體模擬流程依序分為風場前處理、遠域風浪模擬、近域風浪模擬及近岸(花蓮、蘇澳海域)風浪模擬等步驟，如圖 7.1 所示，其中風場前處理係將 TaiCOMS 作業化風(壓)場資料 WE01 及 WE02 轉換成 WAM 及 SWAN 可讀取之資料格式。遠域風浪模擬採用 WAM 模式，模式執行架構及流程如圖 7.7 所示；近域及近岸風浪模擬採用 SWAN，模式執行架構及流程如圖 7.8 所示。

如圖 7.7 所示，遠域風浪模擬流程包括 PREPROC、PRESET、CHIEF 及 PGRID 等模組，其中 PREPROC 模組及 PRESET 模組在熱啟動(hot star)時不需要執行，亦即在熱啟動狀態下，本計畫僅需產生 CHIEF 模組及 PGRID 模組輸入檔，執行遠域風浪模擬及產生一維、二維及巢狀網格邊界波譜等 ASCII 資料檔。有關本計畫遠域風浪模擬 PREPROC、PRESET、CHIEF 及 PGRID 等模組輸入檔設定值，如圖 7.9~圖 7.12 所示。圖 7.9 顯示本計畫風浪波譜數值模擬維度為(31, 36)，其中最小頻率為 0.04 s^{-1}；圖 7.11 顯示本計畫遠域風浪模擬採用的時間距為 300 s，熱啟動檔案輸出時間為每 6 小時輸出一次。

本計畫為配合 TaiCOMS 每日四次(00、06、12、18 時)風浪作業化模擬及每次風浪模擬為 54 小時之規劃，其中前 6 小時屬於風浪追算階段，目的與各港口風浪觀測值比較；後 48 小時為預報階段，目的提供作業化模擬表定時間後 48 小時海面風浪預測資料。因此每日作業化模擬過程中，模擬流程須在第 6 小時結束時產生熱啟動輸出檔(hotfile)，作為下次風浪模擬之起始輸入檔。

由於 SWAN 本身在非穩態模擬期間無法於中途指定時間輸出熱啟動檔，因此針對近域及近岸網格風浪模擬執行架構，本計畫特別規劃出兩階段之模擬方式，即先執行 0~6 小時風浪模擬目的產生下次風浪模擬預報所需之熱啟動；之後，再重新執行 0~54 小時風浪模擬輸出逐時風浪模擬資料，詳如圖 7.8 所示。此模擬架構缺點為增加風浪作業化模擬時間，優點為可簡化作業化程式後處理架構及流程，減少輸出檔案數量。

有關近域風浪模擬冷啟動、一、二階段作業化模擬 SWAN 模式輸入檔各項參數設定值，如圖 7.13~圖 7.15 所示。小尺度近岸風浪模擬之冷啟動、一、二階段作業化模擬 SWAN 模式輸入檔各項參數設定值可參考圖 7.13~圖 7.15 所示。

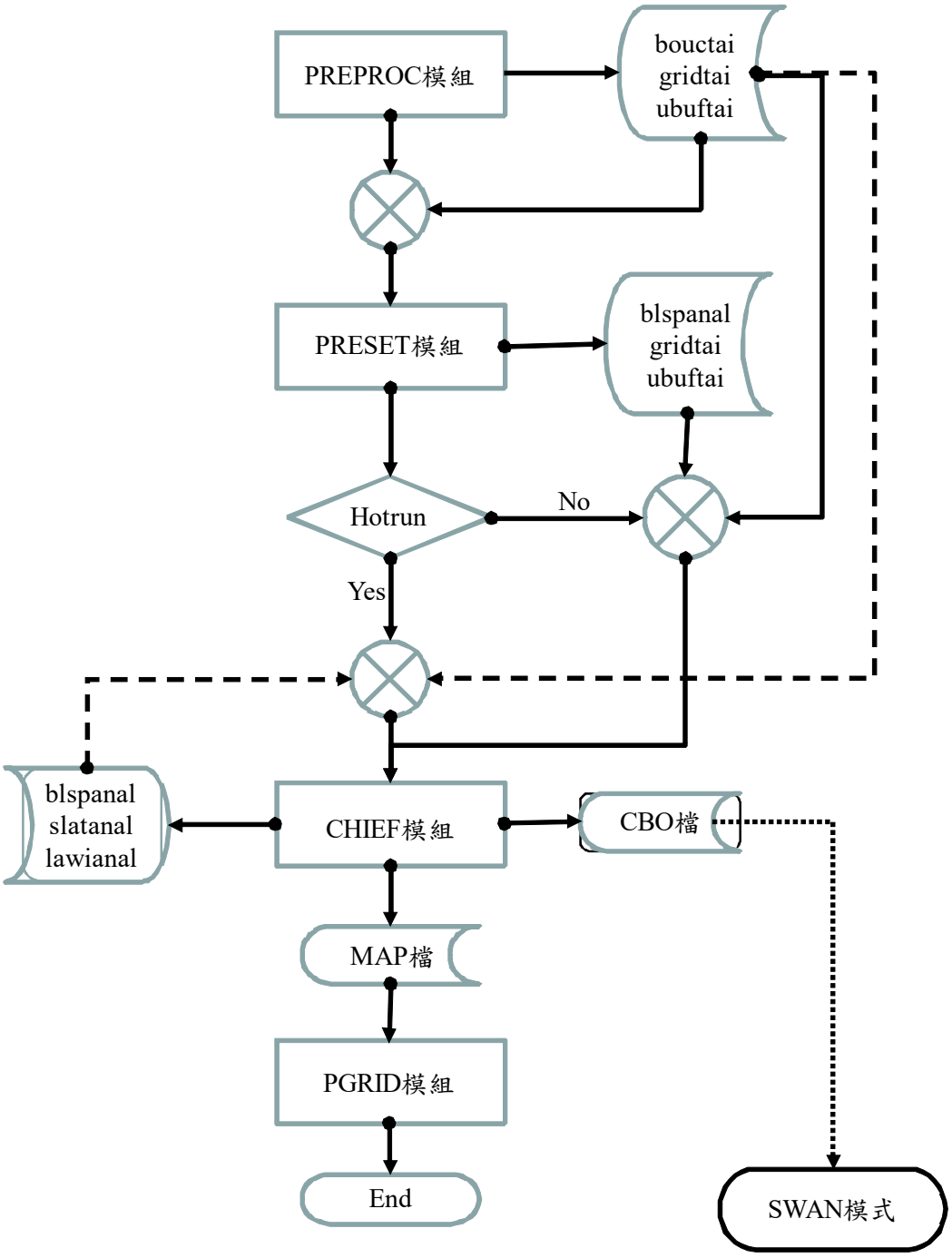


圖 7.7　風浪模式 WAM 之模式架構及執行流程圖

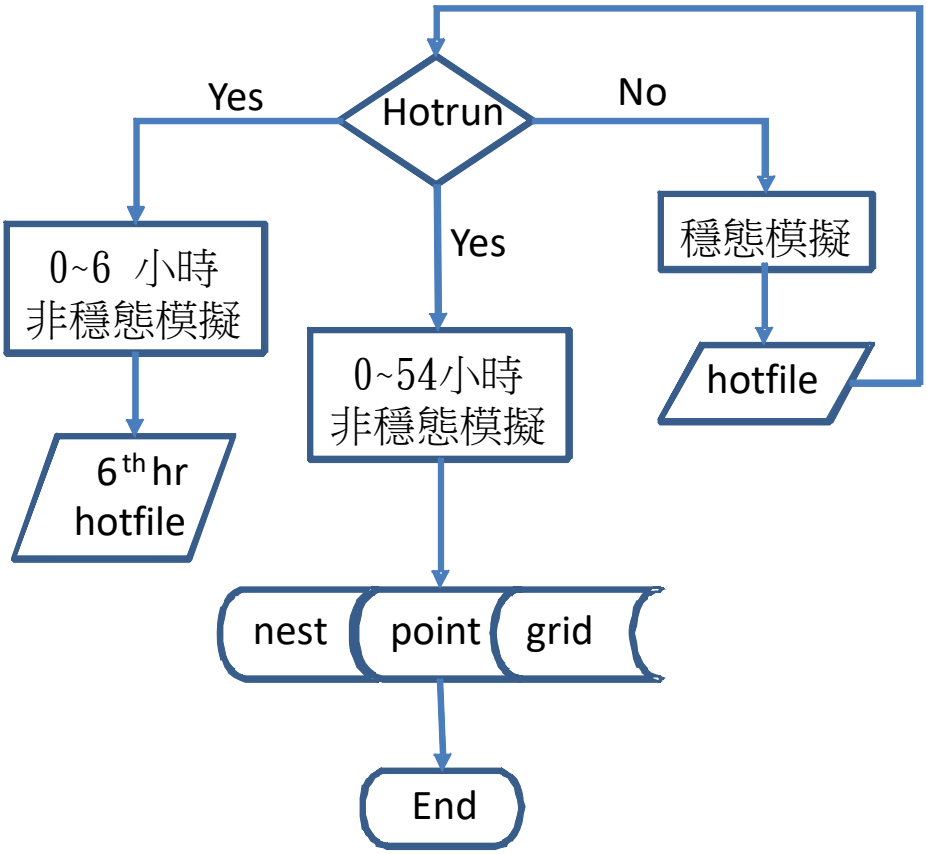


圖 7.8　風浪模式 SWAN 之模式執行架構及流程圖

```
! preproc 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場推算',
&end
&freqdir
 ml = 31,
 kl = 36,
 frl = 0.040,
&end
&outgrid
 xdella = 0.2,
 xdello = 0.2,
 amosop = 10.0,
 amonop = 35.0,
 amowep = 110.0,
 amoeap = 134.0,
&end
&fudge
 nout = 0,
 xouts = 0.0,
 xoutn = 0.0,
 xoutw = 0.0,
 xoute = 0.0,
 noutd = -999,
&end
&outspec
 ngout = 23,
 outlat  =  25.20,  24.40,  23.00,  22.40,  25.20,  24.60,  24.00,  24.40,  26.20,  23.80,
            23.40,  25.40,  25.20,  24.80,  22.60,  21.80,  22.20,  22.80,  24.80,  22.80,
            21.00,  22.60,  26.40
 outlong = 121.20, 120.40, 120.00, 120.20, 121.80, 122.00, 121.80, 118.40, 120.00, 119.60,
           120.00, 121.60, 122.00, 122.00, 121.20, 120.80, 120.40, 120.20, 120.80, 119.40,
           118.80, 121.60, 120.60
&end
&options1
 iform  = 1,
 irefra = 1,
 itest  = 0,
 itestb = 4,
&end
&nest
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
 amosoc = 20.6,
 amonoc = 28.0,
 amowec = 117.60,
 amoeac = 123.60
&end
&interface1
 pth_iu01 = 'preproc\wam_grid_bathy.bot',
 pth_iu02 = '????',
 pth_iu03 = '????',
 pth_iu07 = 'preproc\coarse\gridtai_12',
 pth_iu08 = 'preproc\coarse\ubuftai_12',
 pth_iu09 = 'preproc\coarse\bouctai_12',
 pth_iu10 = 'preproc\coarse\bfintai_12',
 pth_iu17 = 'preproc\coarse\fgridtai_12',
 pth_iu18 = '????',
 pth_iu19 = 'preproc\coarse\fbouctai_12',
 pth_iu20 = 'preproc\coarse\fbfintai_12',
 gradspath = 'grads\',
 netcdfpath = 'output\',
&end
```

圖 7.9　遠域風浪模擬 PREPROC 模組輸入檔各參數設定值

```
! preset 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&options1
 iopti =  2,
 itest =  0,
 itestb = 0,
&end
&sparams
 alfa = 0.018,
 fm = 0.2,
 gamma = 3.0,
 sa = 0.07,
 sb = 0.09,
 theta = 0.0,
 fetch = 0.0,
&end
&wparams
 idatea = '1907311800',
 idelwi = 1,
 tunit = 'h',
&end
&interface1
 userid = 'IHMT',
 runid = 'TAIL',
 ingrid = 'preset\coarse\gridtai_12',
 inwind = 'wind_wam_19080100.dat',
 outpath = 'preset\coarse\',
&end
```

圖 7.10　遠域風浪模擬 PRESET 模組輸入檔各參數設定值

```
! chief 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&period
 idatea = '1908151800',
 idatee = '1908180000',
&end
&timings
 idelpro = 300,
 prounit = 's',
 idelt   = 300,
 sunit   = 's',
 idelwo  =  1,
 wounit  = 'h',
 idelwi  =  1,
 wiunit  = 'h',
&end
&outime
 idelint =  1,
 intunit = 'h',
 idelins =  1,
 swunit  = 'h',
 idelspt =  1,
 sptunit = 'h',
 idelsps =  1,
 spsunit = 'h',
 idelres =    6,
 resunit = 'h',
&end
&specout
 noutt = 0,
 ioutt = '1908151800',
&end
&outdata
 pflag = .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f.,
 fflag = .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t.,
&end
&options1
 icase   = 1,
 ishallo = 0,
 irefra  = 0,
 itest   = 0,
 itestb  = 0,
 irest   = 1,
&end
&boundary
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
&end
&interface1
 userid = 'ihmt',
 runid  = 'TAIL',
 inwind = 'wind_wam_19081600.dat',
 inspec = '?????',
 ingrid  = 'coarse\gridtai_12',
 inubuf  = 'coarse\ubuftai_12',
 incbou  = 'coarse\bouctai_12',
 infbou  = '?????',
 resblsp = 'coarse\blspanal',
 resslat = 'coarse\slatanal',
 reslawi = 'coarse\lawianal',
 outpath = 'wamout\',
&end
```

圖 7.11　遠域風浪模擬 CHIEF 模組輸入檔各參數設定值

```
! pgrid 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&outime
 idatea = '1908151800',
 idatee = '1908180000',
 ideldo = 1,
 dunit = 'h',
&end
&outspec
 noutt = 0,
 doutt = '1908151800',
&end
&interface1
 idatef = '1908160000',
 idelfi =    6,
 tunit = 'h',
 userid = 'ihmt',
 runid = 'TAIL',
 fileid = 'map',
 inpath =     'wamout\',
 gradspath =  'grads\',
 netcdfpath = 'output\',
 filecont = 'wam19081518',
&end
&pflags
 pflag = .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t.,
&end
&nest
 filenest = 'swan19081518',
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
 amosoc = 20.6,
 amonoc = 28.0,
 amowec = 117.6,
 amoeac = 123.6,
&end
&site
 siteno  = 23,
 sitex = 121.20, 120.40, 120.00, 120.20, 121.80, 122.00, 121.80, 118.40, 120.00, 119.60,
         120.00, 121.60, 122.00, 122.00, 121.20, 120.80, 120.40, 120.20, 120.80, 119.40,
         118.80, 121.60, 120.60
 sitey  = 25.20,  24.40,  23.00,  22.40,  25.20,  24.60,  24.00,  24.40,  26.20,  23.80,
          23.40,  25.40,  25.20,  24.80,  22.60,  21.80,  22.20,  22.80,  24.80,  22.80,
          21.00,  22.00,  26.40
 siten   = 'taipei', 'taichung', 'anping', 'kaohsiung', 'keelung', 'suao', 'hualien', 'kinmen', 'matsu', 'penghu',
           'budi', 'fuquicape', 'longdong', 'guishandao', 'taitung', 'eluanbi', 'xiaoliuqiu', 'mituo', 'hsinchu', 'qimei',
           'pratas', 'lanyu', 'matzubuoy'
&end
```

圖 7.12　遠域風浪模擬 PRESET 模組輸入檔各參數設定值

```
$ ***** heading *****
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FRee> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FRee
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190801.180000
HOTFILE 'hotfile\taihot20190801.18'
$
STOP
```

圖 7.13　近域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔各參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FRee> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FRee
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad    0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190801.180000 300 sec 20190802.000000
HOTFILE 'hotfile\taihot20190802.00'
$
STOP
```

圖 7.14　近域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔各參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                  NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FRee> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FRee
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
```

圖 7.15　近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔各參數設定值

```
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

$  01
POINTS  'Taipei' 121.36  25.20
SPECout 'Taipei' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TP.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Taipei' head 'tblfile\taiwan2019080200taipei' &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Taichung' 120.44  24.32
SPECout 'Taichung' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Taichung' head 'tblfile\taiwan2019080200taichung' &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Kaohsiun' 120.28  22.52
SPECout 'Kaohsiun' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Kaohsiun' head 'tblfile\taiwan2019080200kaohsiung'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Keelung' 121.76  25.20
SPECout 'Keelung' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KL.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Keelung' head 'tblfile\taiwan2019080200keelung'                     &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'Suao' 121.92   24.60
SPECout 'Suao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200SA.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Suao' head 'tblfile\taiwan2019080200suao'                           &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  05-2
POINTS  'Suaobuoy' 121.88   24.64
SPECout 'Suaobuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200SA2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Suaobuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200suaobuoy'                   &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  06
POINTS  'Hualien' 121.64  23.96
SPECout 'Hualien' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HL.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Hualien' head 'tblfile\taiwan2019080200hualien'                     &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  06-2
POINTS  'HL_buoy' 121.64  24.04
SPECout 'HL_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HL2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'HL_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200hualienbuoy'                 &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
```

圖 7.15　(續 1)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔各參數設定值

```
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  07
POINTS  'Anping' 120.12  22.92
SPECout 'Anping' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200AP.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Anping' head 'tblfile\taiwan2019080200anping'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  08
POINTS  'Budi' 120.08   23.36
SPECout 'Budi' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200BD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Budi' head 'tblfile\taiwan2019080200budi'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09
POINTS  'Penghu' 119.68   23.52
SPECout 'Penghu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Penghu' head 'tblfile\taiwan2019080200penghu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-2
POINTS  'PH_buoy' 119.52   23.76
SPECout 'PH_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'PH_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200penghubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-3
POINTS  'Dongjida' 119.68   23.24
SPECout 'Dongjida' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH3.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Dongjida' head 'tblfile\taiwan2019080200dongjidao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-4
POINTS  'Qimei' 119.40   22.76
SPECout 'Qimei' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH4.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Qimei' head 'tblfile\taiwan2019080200qimei'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  10
POINTS  'KM_buoy' 118.44   24.36
SPECout 'KM_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KM.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'KM_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200kinmenbuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  11
POINTS  'Matzue' 119.92   26.20
SPECout 'Matzue' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MZ.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Matzue' head 'tblfile\taiwan2019080200matzue'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  11-2
POINTS  'MZ_buoy' 120.56   26.36
SPECout 'MZ_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MZ2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'MZ_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200matzubuoy'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  12
POINTS  'Fugan' 121.32   22.92
SPECout 'Fugan' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200FG.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Fugan' head 'tblfile\taiwan2019080200Fugan'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13
POINTS  'Ludao' 121.42   22.68
SPECout 'Ludao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13-2
POINTS  'Ludao2' 121.54   22.66
SPECout 'Ludao2' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao2' head 'tblfile\taiwan20190802001udao2'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'Lanyu' 121.48   22.04
SPECout 'Lanyu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Lanyu' head 'tblfile\taiwan20190802001anyu'                     &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
```

圖 7.15　(續 2)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔各參數設定值

```
SPECout 'Ludao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13-2
POINTS  'Ludao2' 121.54   22.66
SPECout 'Ludao2' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao2' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao2'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'Lanyu' 121.48   22.04
SPECout 'Lanyu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Lanyu' head 'tblfile\taiwan2019080200lanyu'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'LY_buoy' 121.60   22.08
SPECout 'LY_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'LY_buoy' head 'tblfile\taiwan20190802001anyubuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  15
POINTS  'SouthBay' 120.76   21.92
SPECout 'SouthBay' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HBH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'SouthBay' head 'tblfile\taiwan2019080200SouthBay'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  15-2
POINTS  'ELB_buoy' 120.80   21.88
SPECout 'ELB_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HB2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'ELB buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Eluanbibuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  16
POINTS  'TDbuoy' 121.16   22.72
SPECout 'TDbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'TDbuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200TDbuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  17
POINTS  'XLQ_buoy' 120.36   22.32
SPECout 'XLQ_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200XLQ.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'XLQ_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200XiaoLiuqiubuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  18
POINTS  'MT_buoy' 120.16   22.76
SPECout 'MT_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MT.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'MT_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Mituobuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  19
POINTS  'Qigubuoy' 120.00   23.08
SPECout 'Qigubuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200QG.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Qigubuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Qigubuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  20
POINTS  'HC_buoy' 120.84   24.76
SPECout 'HC_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'HC_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Hsinchubuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  21
POINTS  'FGC_buoy' 121.32   25.32
SPECout 'FGC_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200FGC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'FGC_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200FuguiCapebuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  21
POINTS  'PT_buoy' 118.32   21.00
SPECout 'PT_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PT.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'PT_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Pratasbuoy'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\taiwan2019080200grid'                    &
        xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$ NGRid   'sname' [xpn] [ypn] [alpn] [xlenn] [ylenn] [mxn] [myn]
$ NESTout 'sname' 'fname' OUTput [tbegnst] [deltnst]  Sec(MIn, HR, DAy)
$
COMPute NONSTationary   20190801.180000 300 sec 20190804.000000
$
STOP
```

圖 7.15　(續 3)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔各參數設定值

7.5 花蓮海域風浪模擬與校驗

本年度東部海域小尺度風浪模擬子系統建置採每日四次作業化模擬預報方式(詳見 2.2 節)，因此本年度選取 2019 年強烈颱風利奇馬侵臺，進行東部海域風浪模擬子系統每日四次作業化模擬測試。目的藉由測試過程修訂相關作業化程式及檢核模擬成果。

本計畫東部海域小尺度花蓮海域風浪模組規劃之輸出點位，包括花蓮港 AWAC 測站(HLA)、花蓮浮標測站(HLB)、臺 11 線石門人定勝天外海(SM)、花蓮港細尺度波浪模組外海(PTA~PTD 共 4 點)等，如圖 7.16 所示。有關風浪作業化模擬流程簡述如下：

本計畫東部海域小尺度風浪模擬子系統設定於 8 月 1 日 0 時冷啟動大尺度遠域風浪作業化模擬，1 日 06、12 及 18 時僅執行大尺度遠域風浪作業化模擬；於 8 月 2 日 0 時加入中尺度近域風浪冷啟動作業化模擬，至 8 月 2 日 12 時再加入小尺度花蓮海域風浪冷啟動作業化模擬，至 8 月 2 日 18 時假設系統風浪已達到可正常模擬狀態。

強烈颱風利奇馬(參考圖 3.19)於 8 月 3 日發展成熱帶低氣壓，8 月 5 日成為輕度颱風，至 8 月 8 日成為強烈颱風，颱風警報時間發布時間為 08/07 17:30，解除警報時間為 08/10 08:30，侵臺日期為 8 月 9 日。圖 7.17 為 8 月 8 日 0 時至 8 月 10 日 0 時中尺度及花蓮海域小尺度風浪作業化模擬結果與花蓮港外海 awac 測站觀測值之比較，整體而言，花蓮港 awac 測站中尺度與小尺度模擬結果存在明顯的差異性，此與小尺度輸出點位較近港口，中尺度輸出點位較外海有關；惟當颱風遠離後，中、小尺度模擬結果又趨於相近似。與觀測值間均方根誤差，除平均波向小尺度模擬結果表現較差外，大多數模擬階段均以小尺度模擬結果表現較佳。

圖 7.18 為 8 月 8 日 0 時至 8 月 10 日 0 時中尺度及花蓮海域小尺度風浪作業化模擬結果與花蓮浮標測站觀測值之比較，同樣於颱風影響明顯期間，中、小尺度模擬結果有明顯差異性，當颱風影響減弱後，中、小尺度模擬結果又趨於相近似。與觀測值間相關係數及均方根誤

差分析結果顯示，大多數作業化模擬階段小尺度風浪模擬結果表現優於中尺度風浪模擬結果。

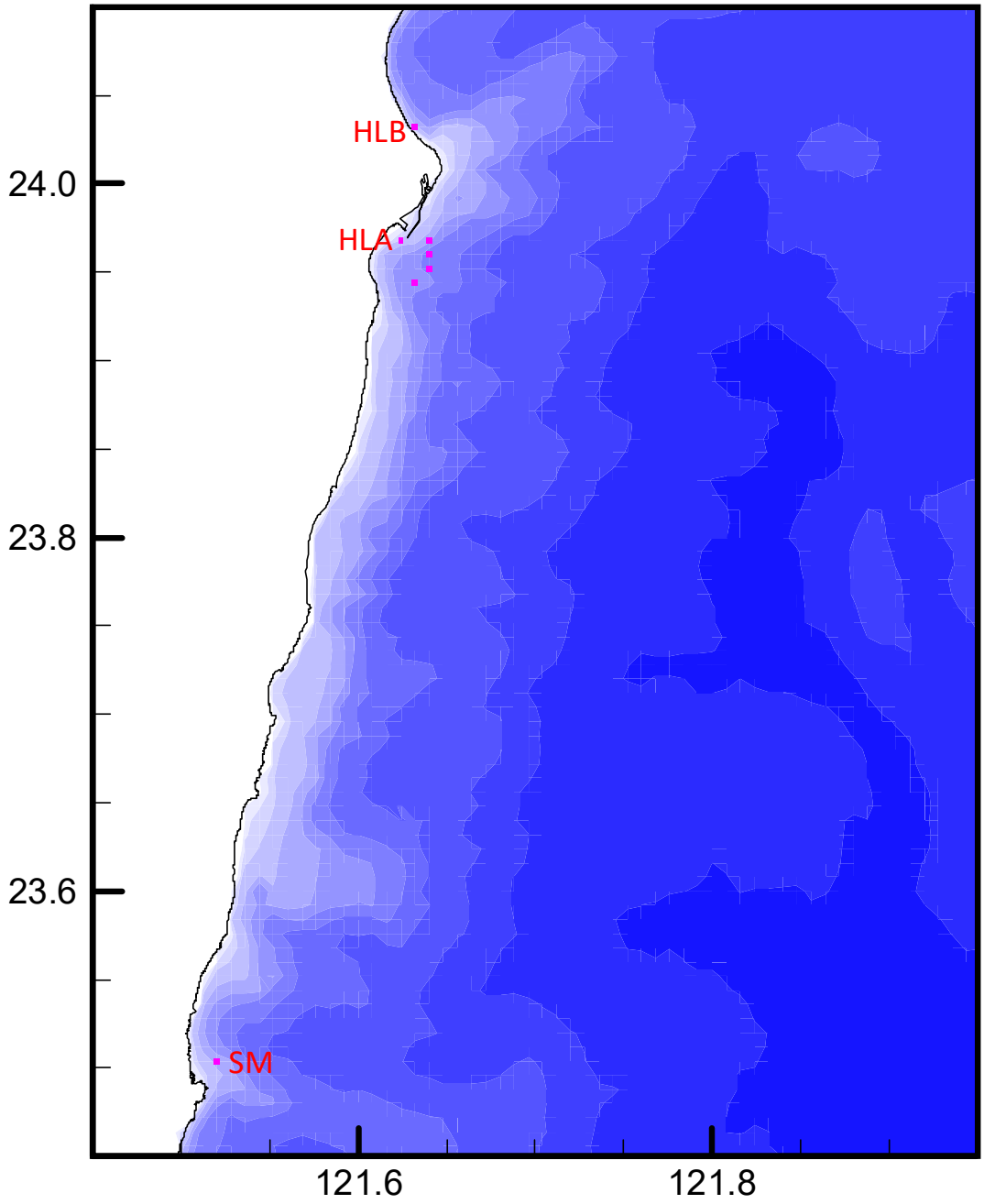


圖 7.16　小尺度花蓮海域風浪模組模擬結果輸出點位圖

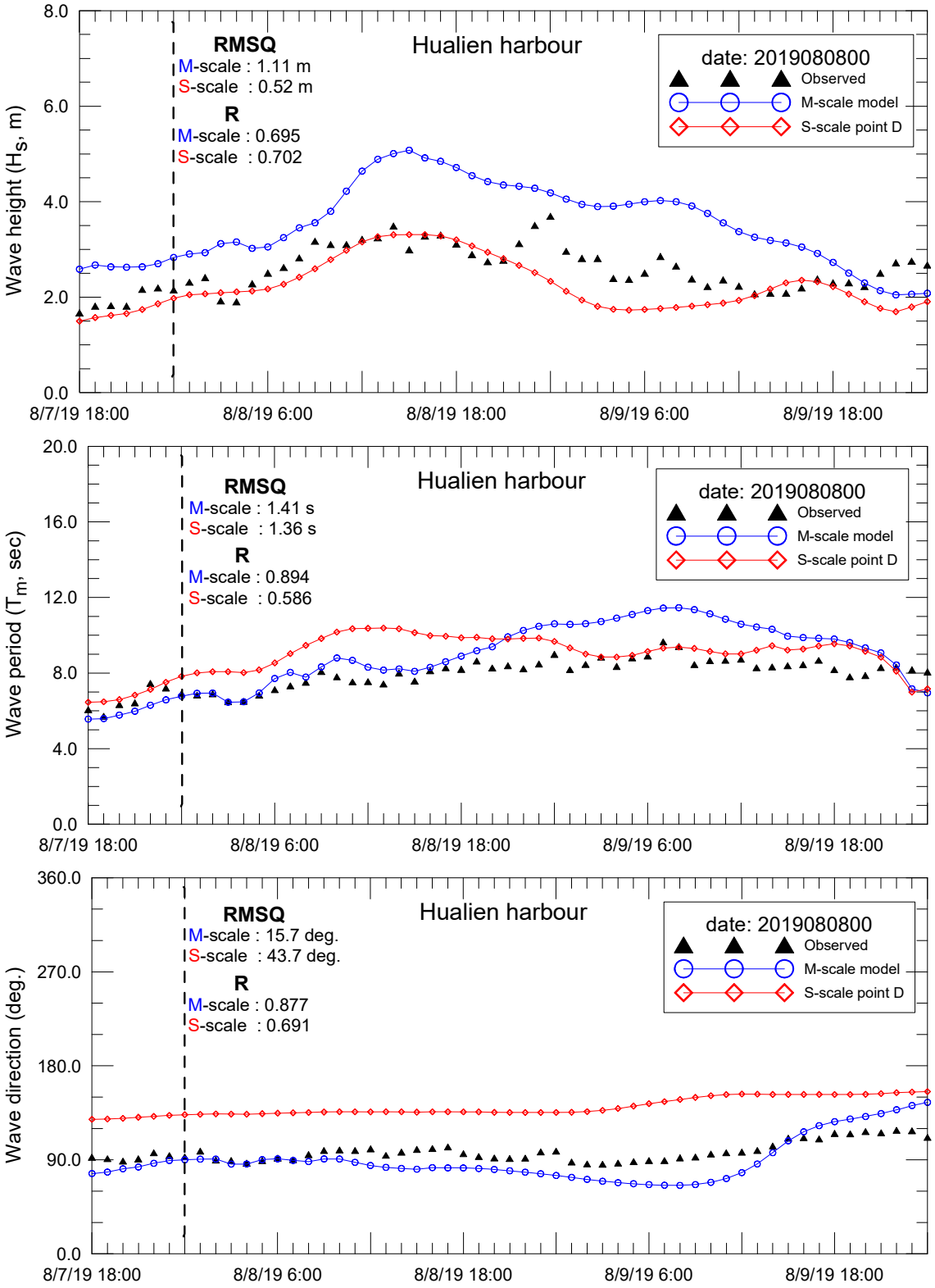


圖 7.17　花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

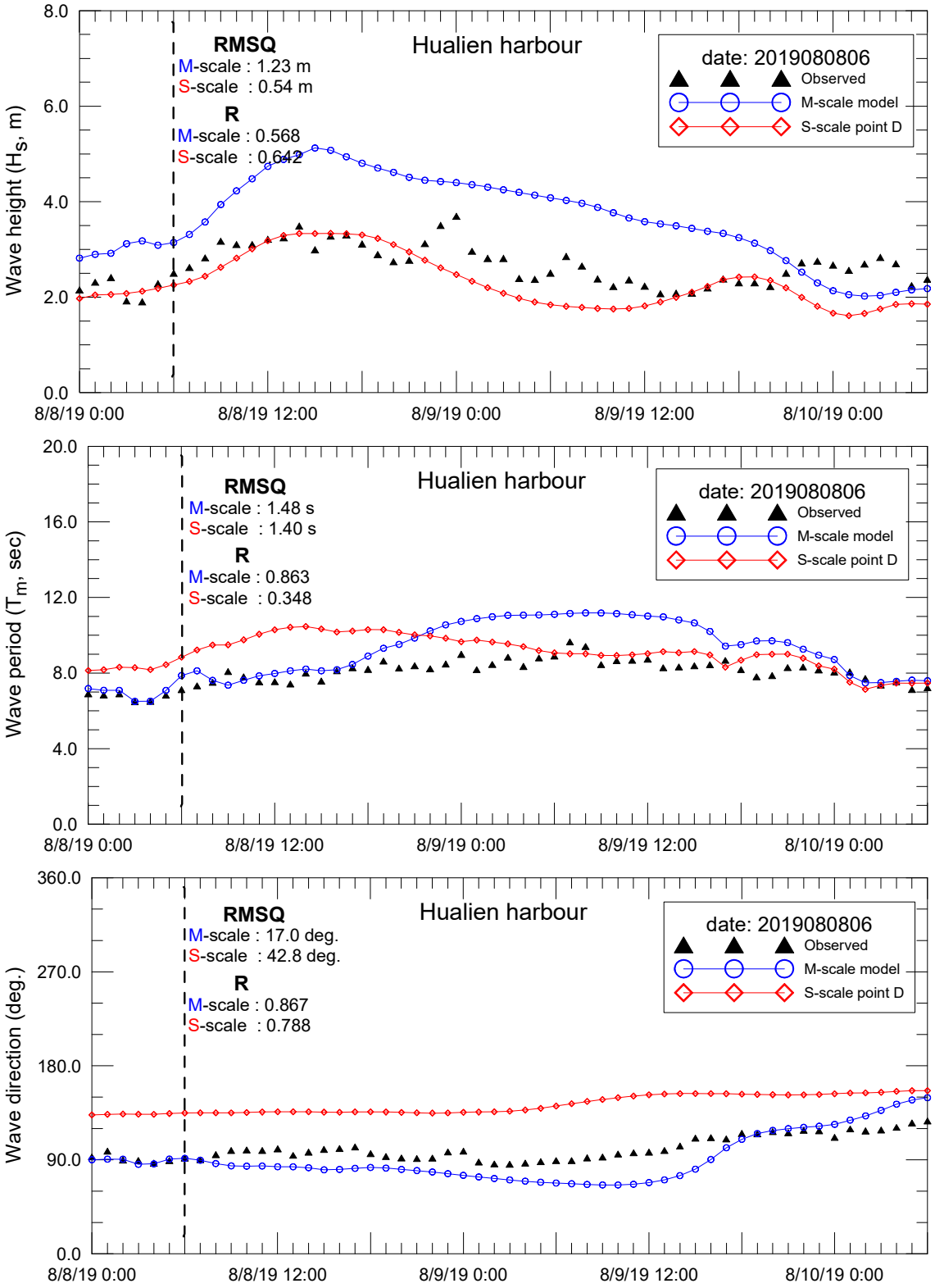


圖 7.17　(續 1)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

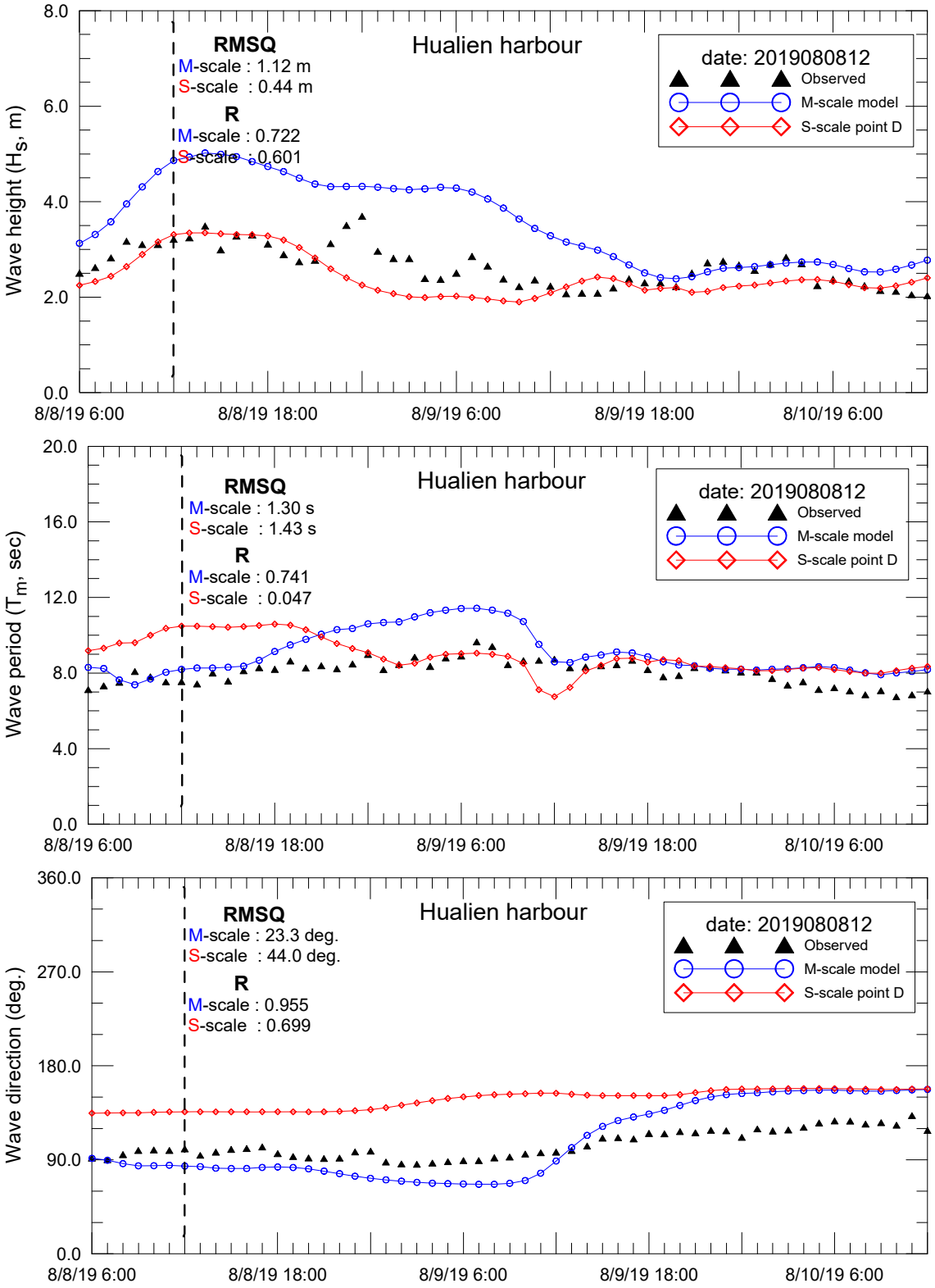


圖 7.17　(續 2)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

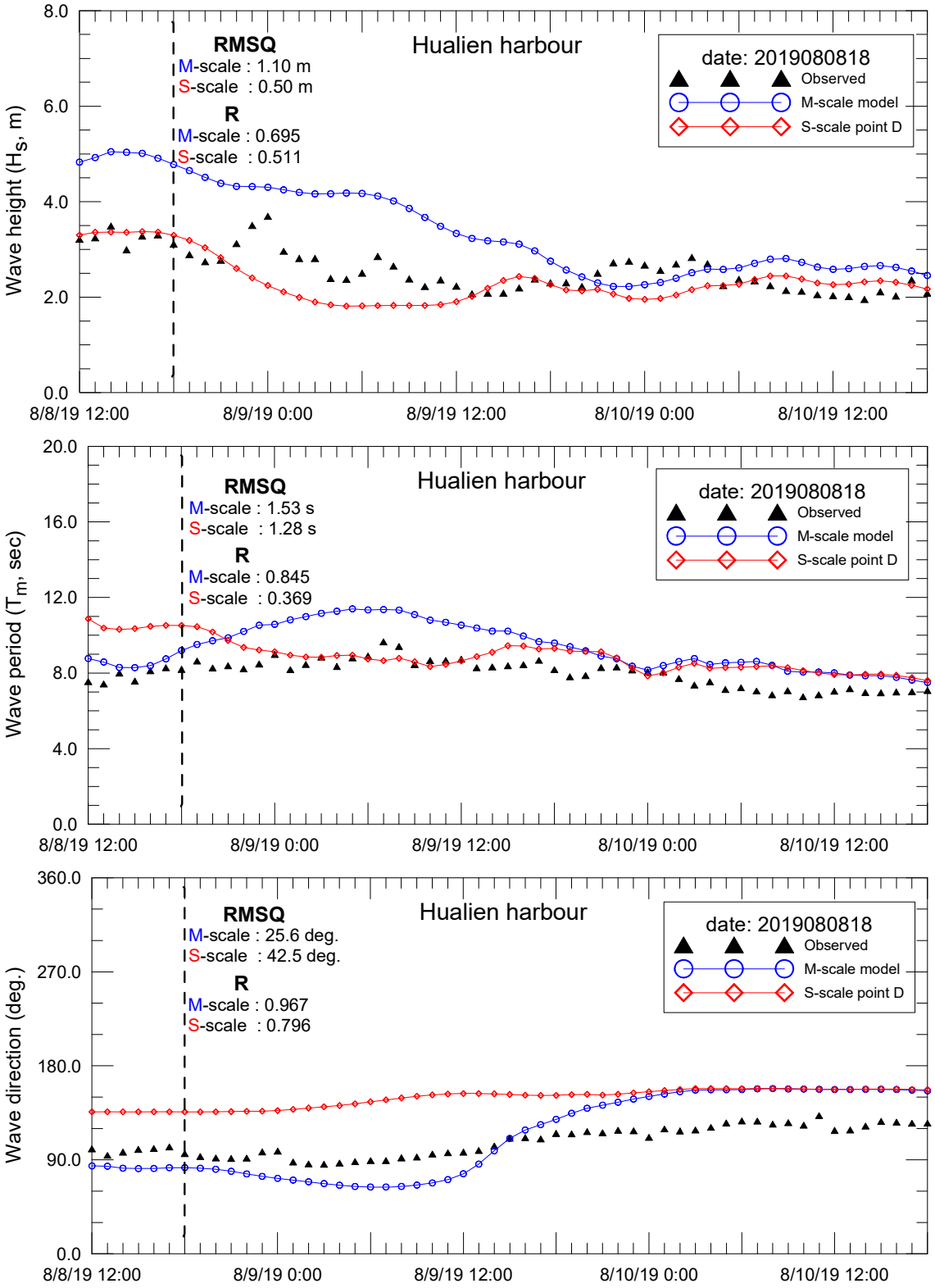


圖 7.17　(續 3)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

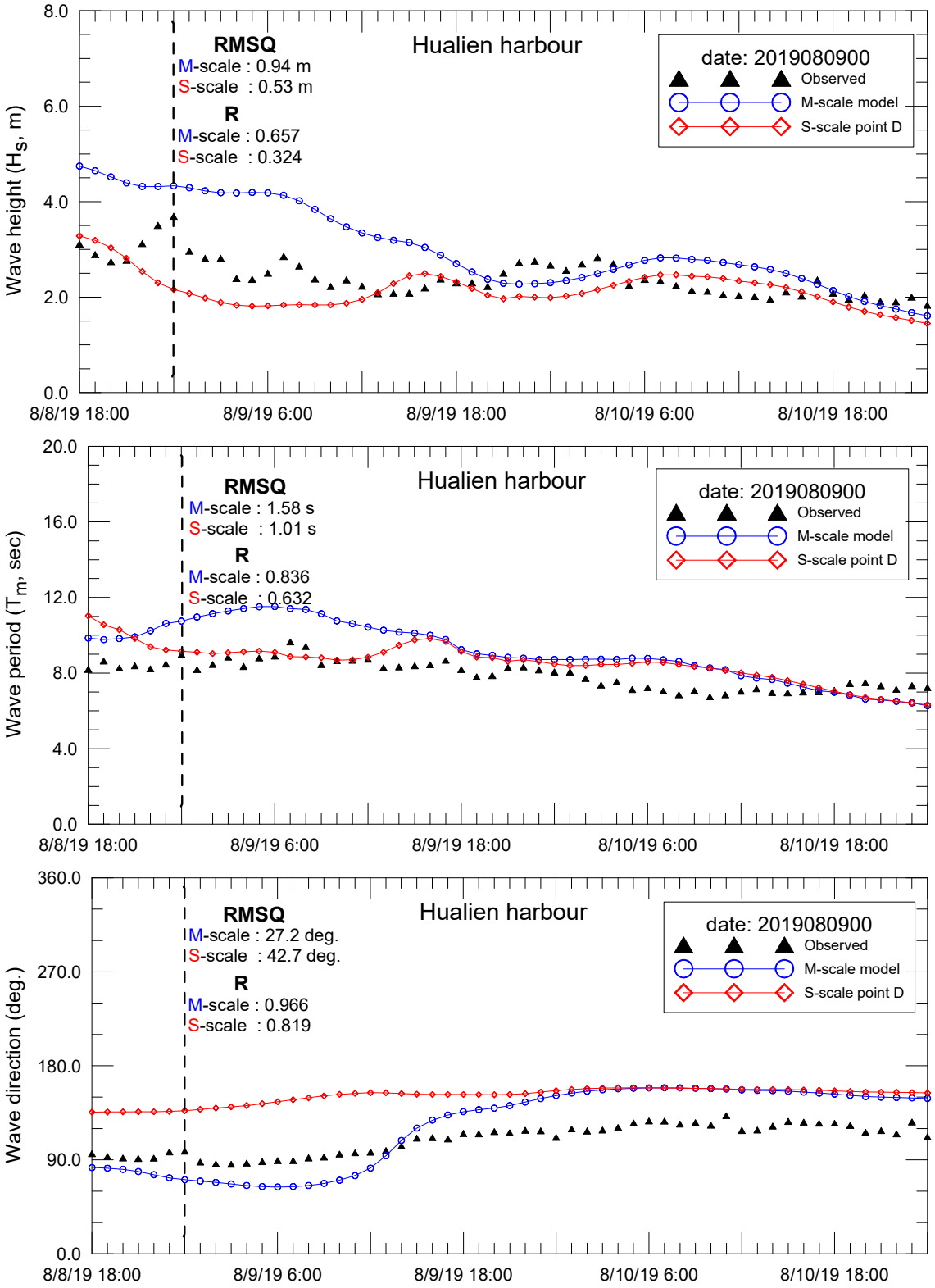


圖 7.17　(續 4)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

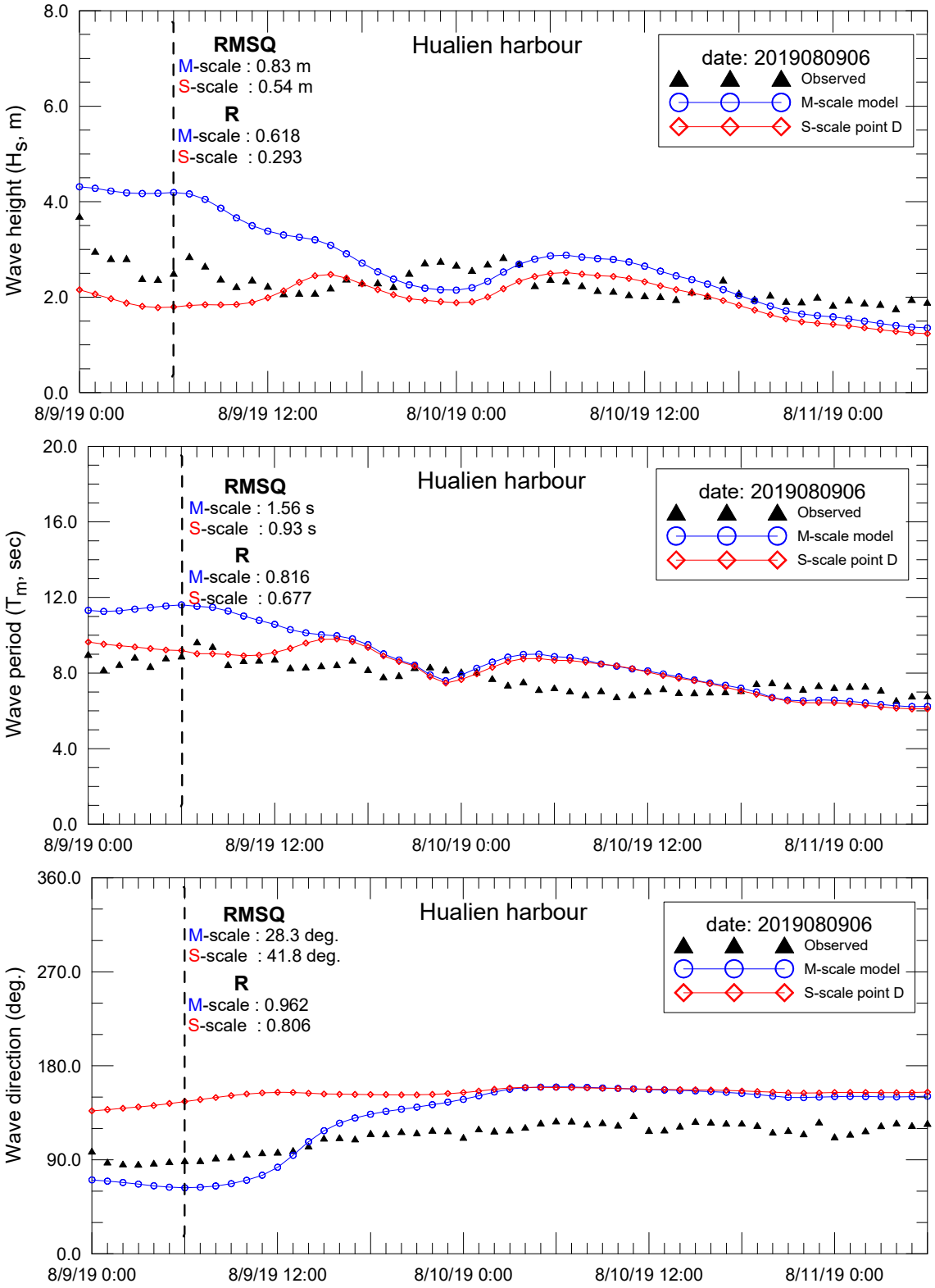


圖 7.17　(續 5)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

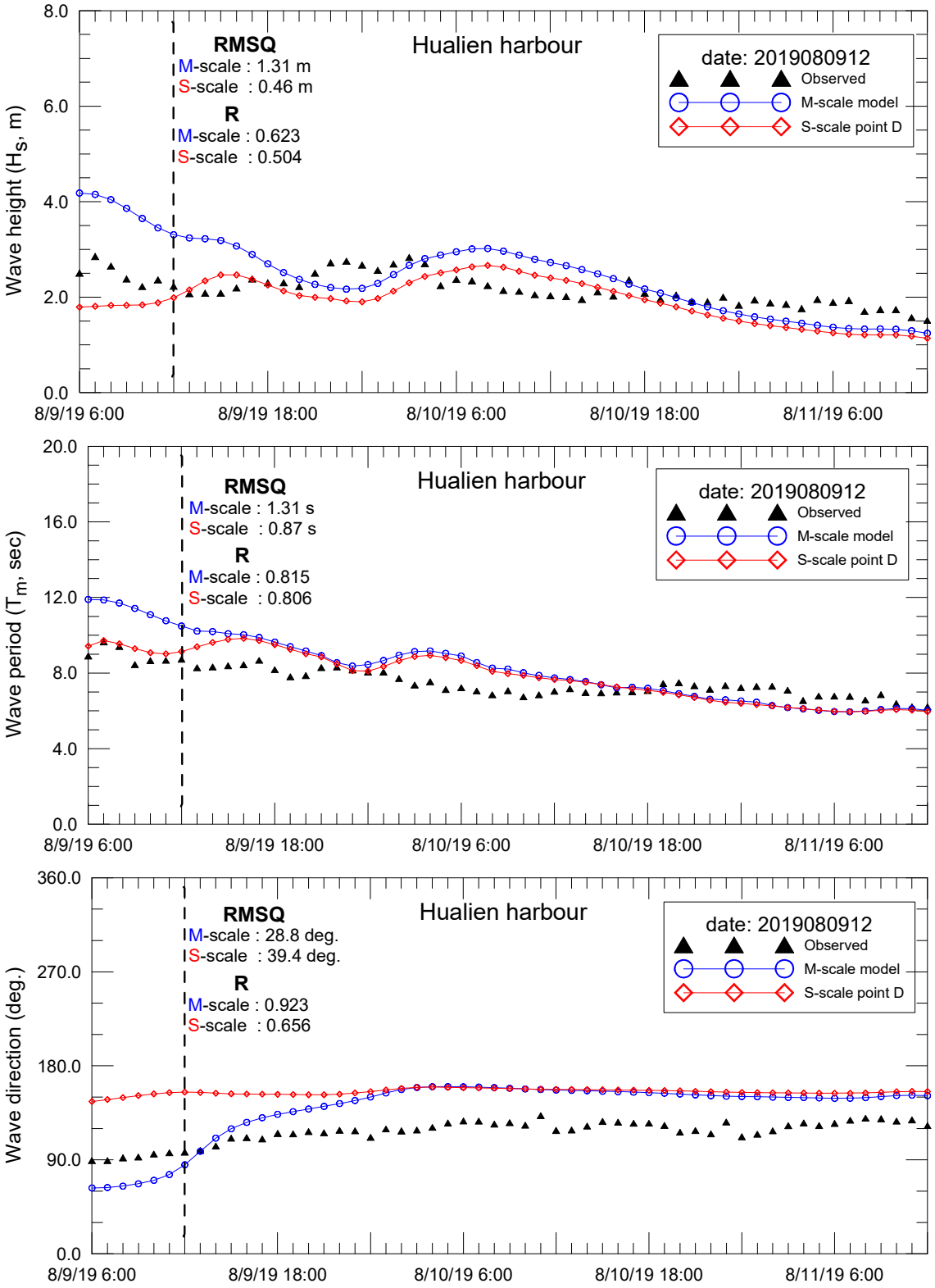


圖 7.17　(續 6)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

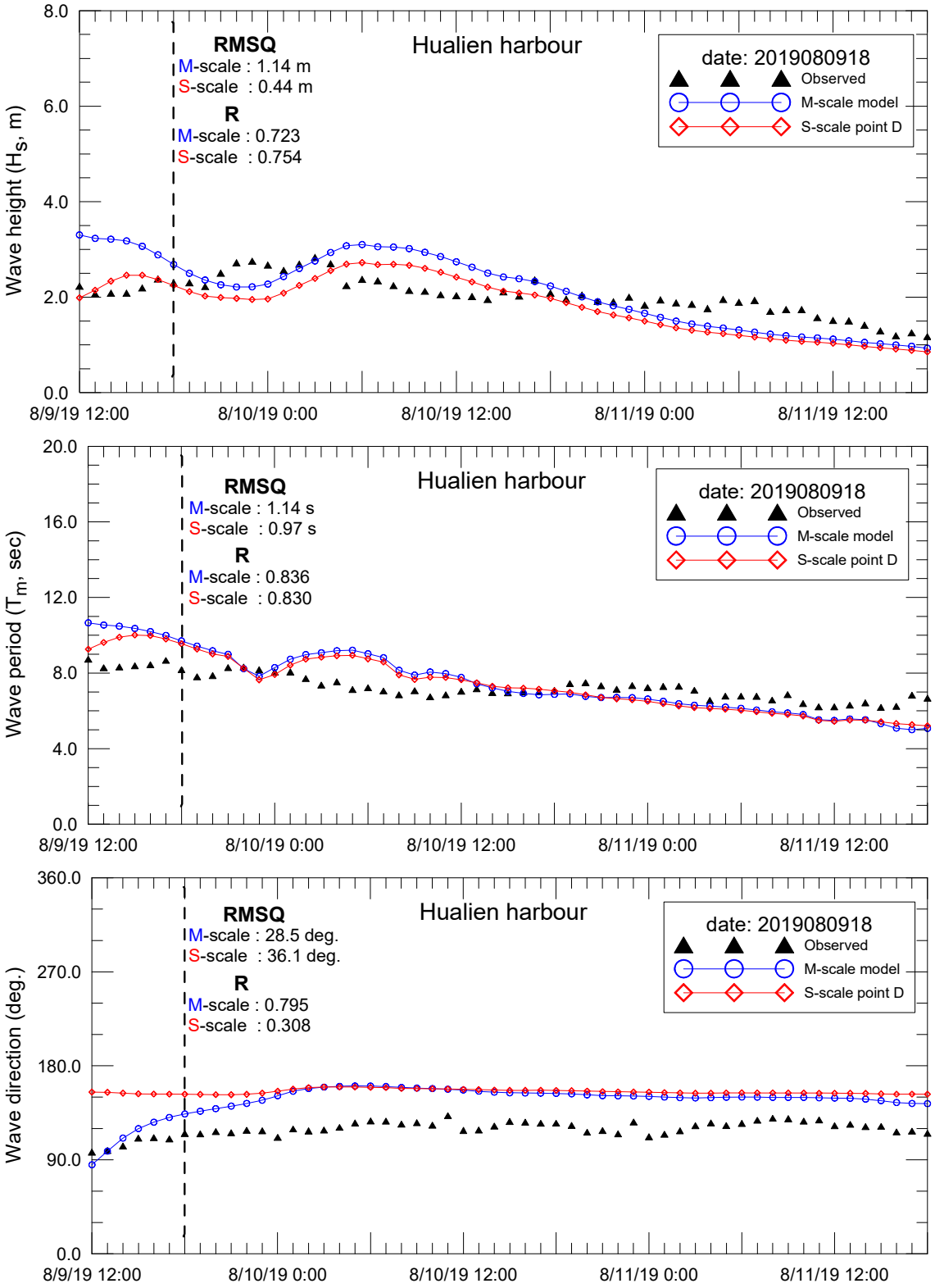


圖 7.17　(續 7)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

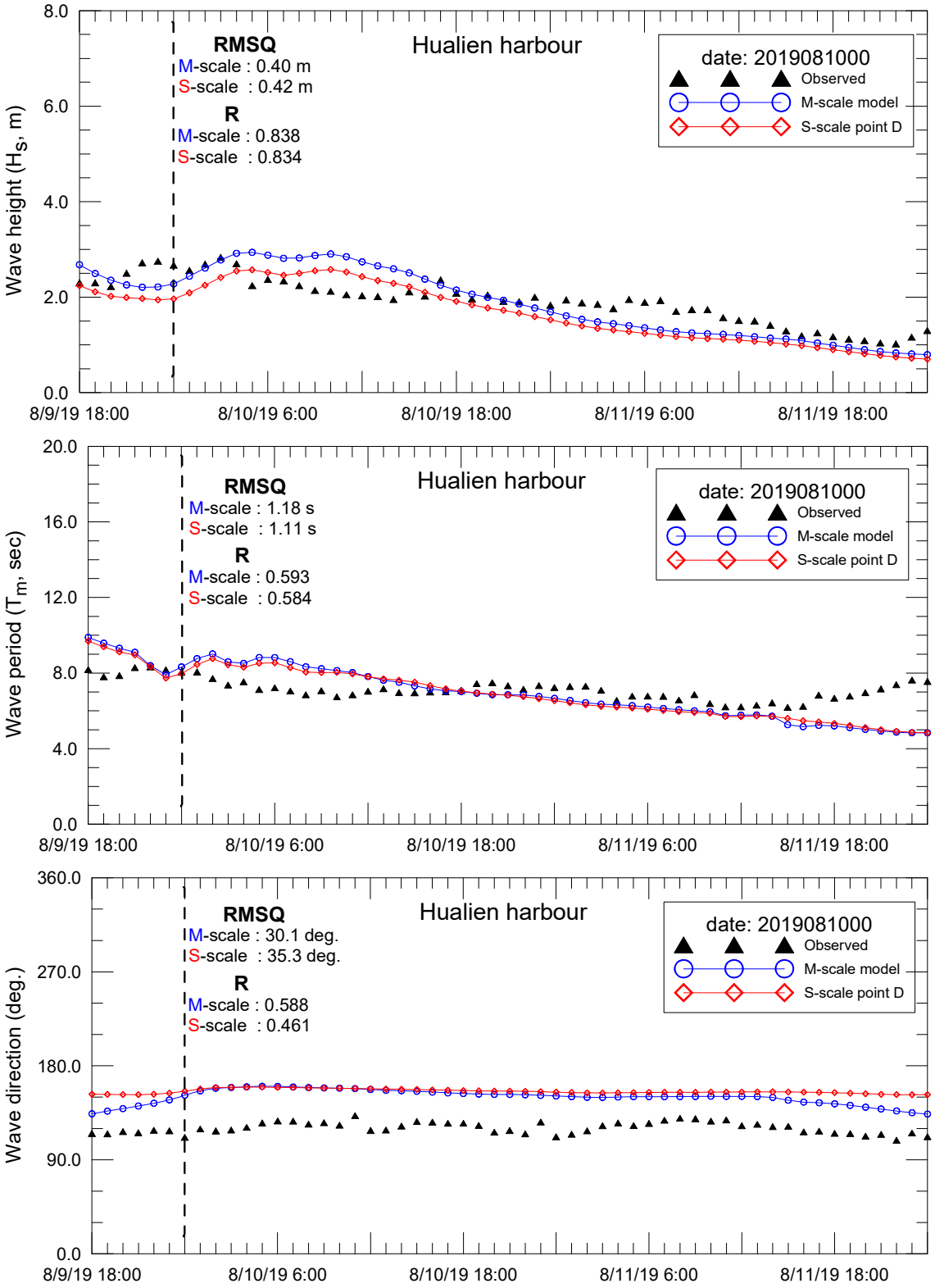


圖 7.17　(續 8)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮港 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

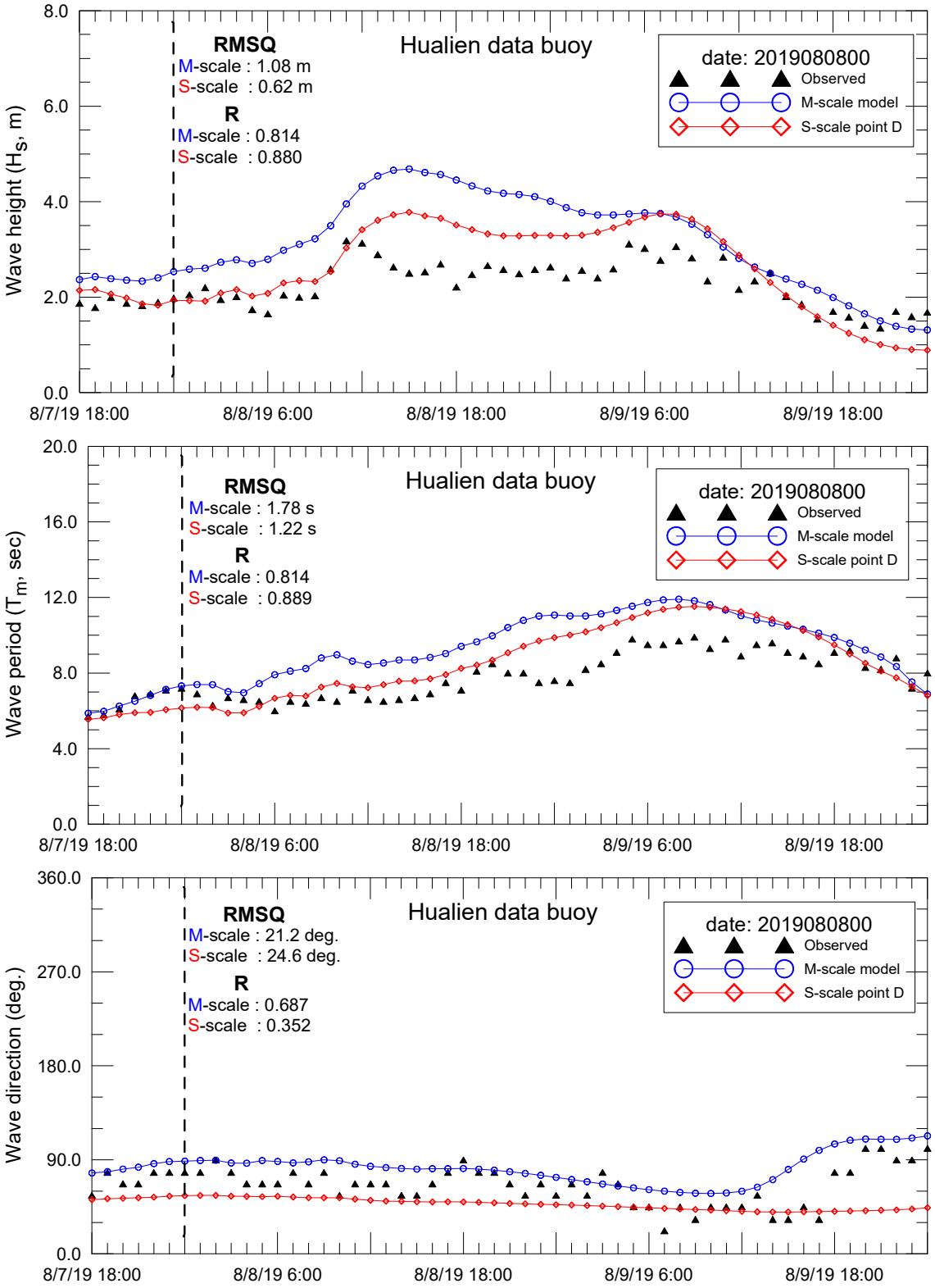


圖 7.18　花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

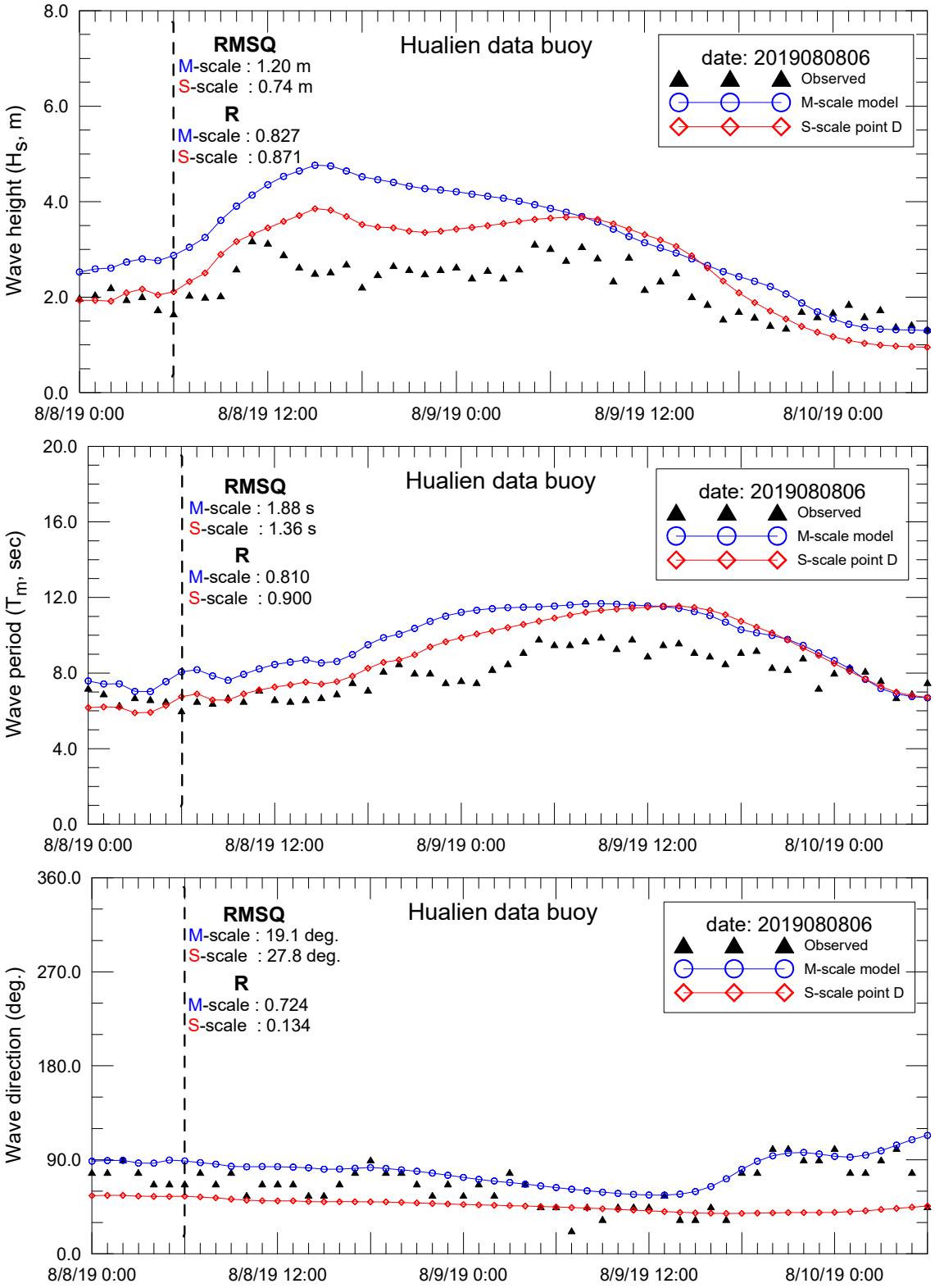


圖 7.18　(續 1)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

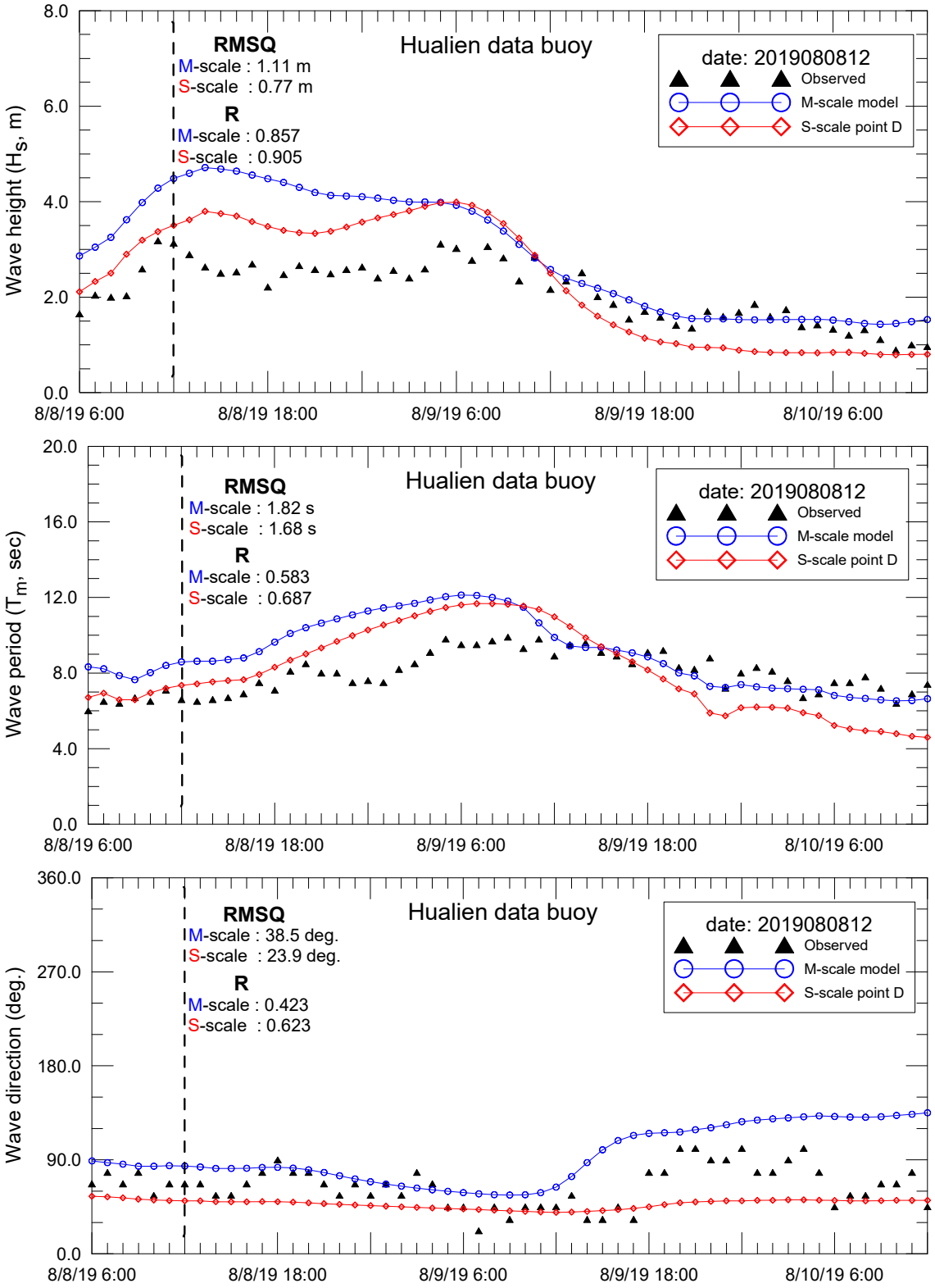


圖 7.18　(續 2)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

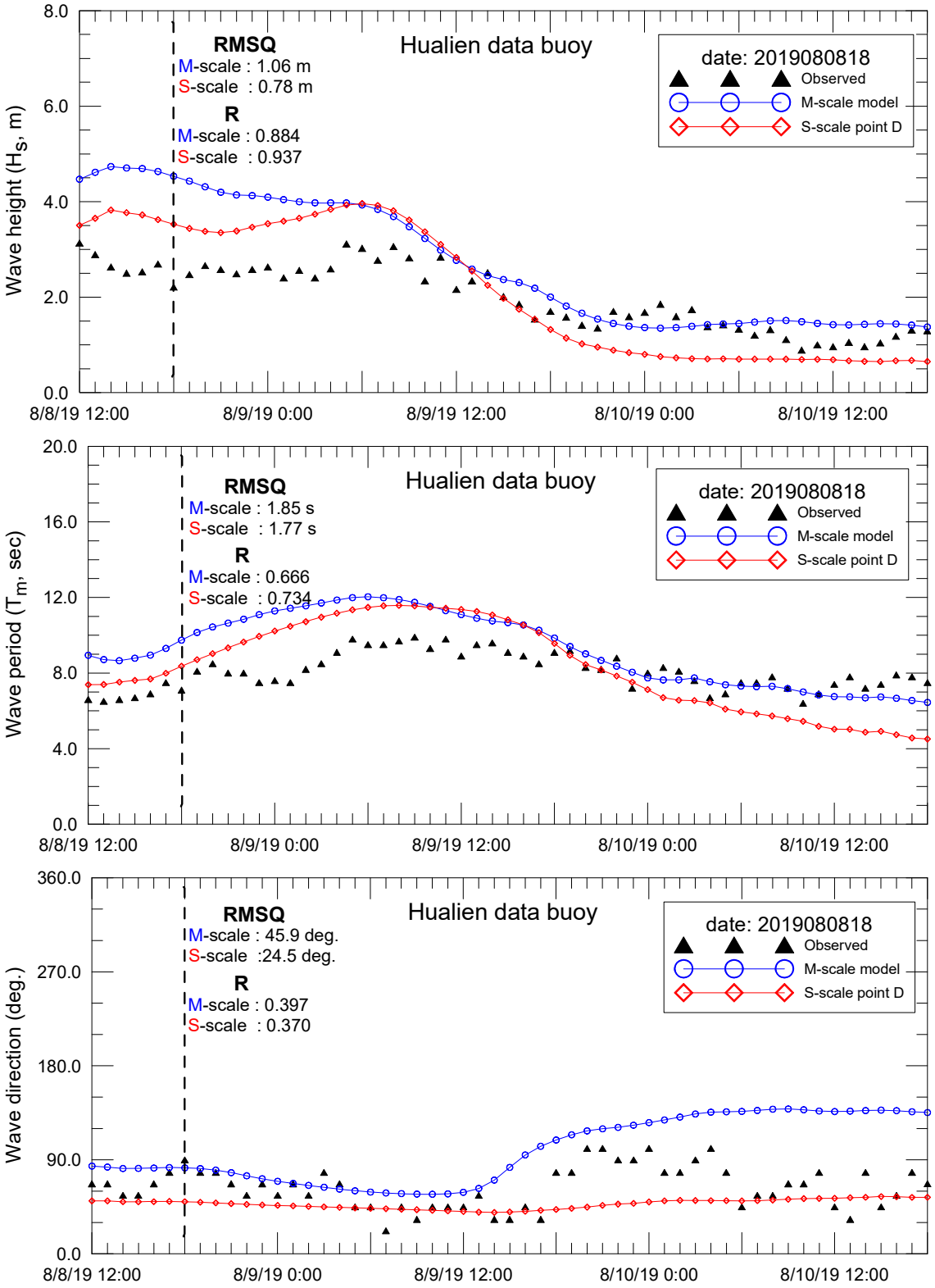


圖 7.18　(續 3)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

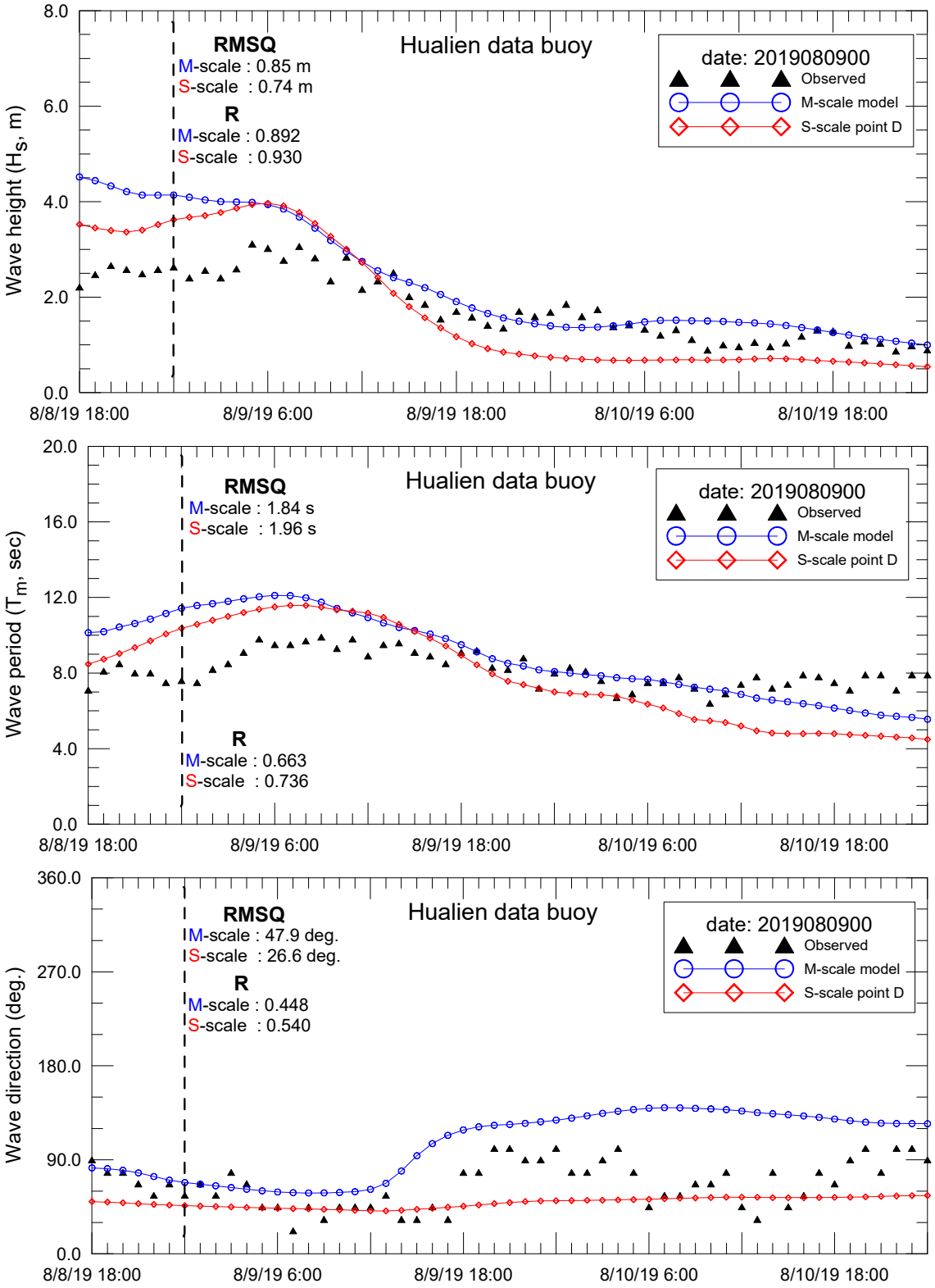


圖 7.18　(續 4)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

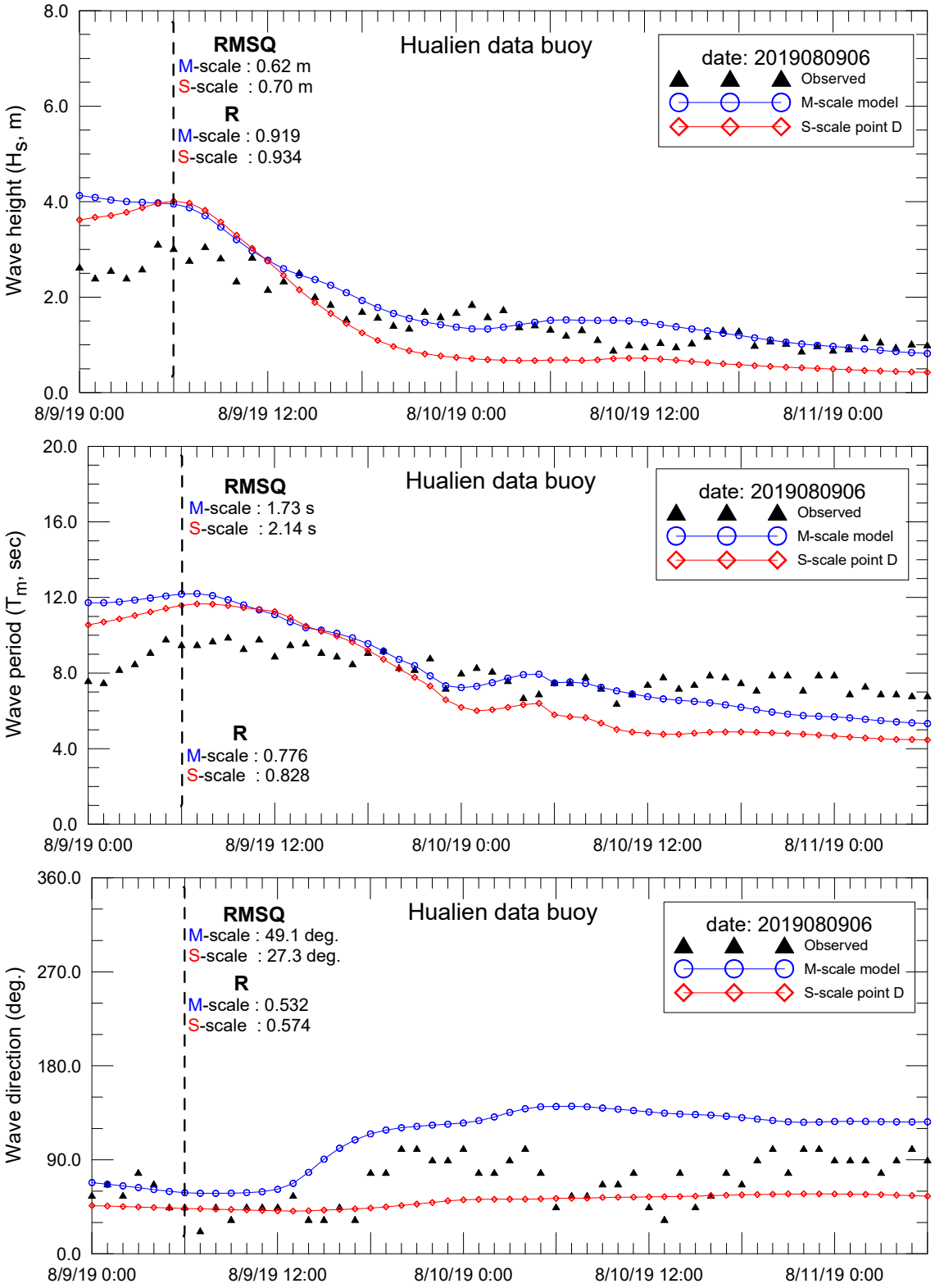


圖 7.18　(續 5)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

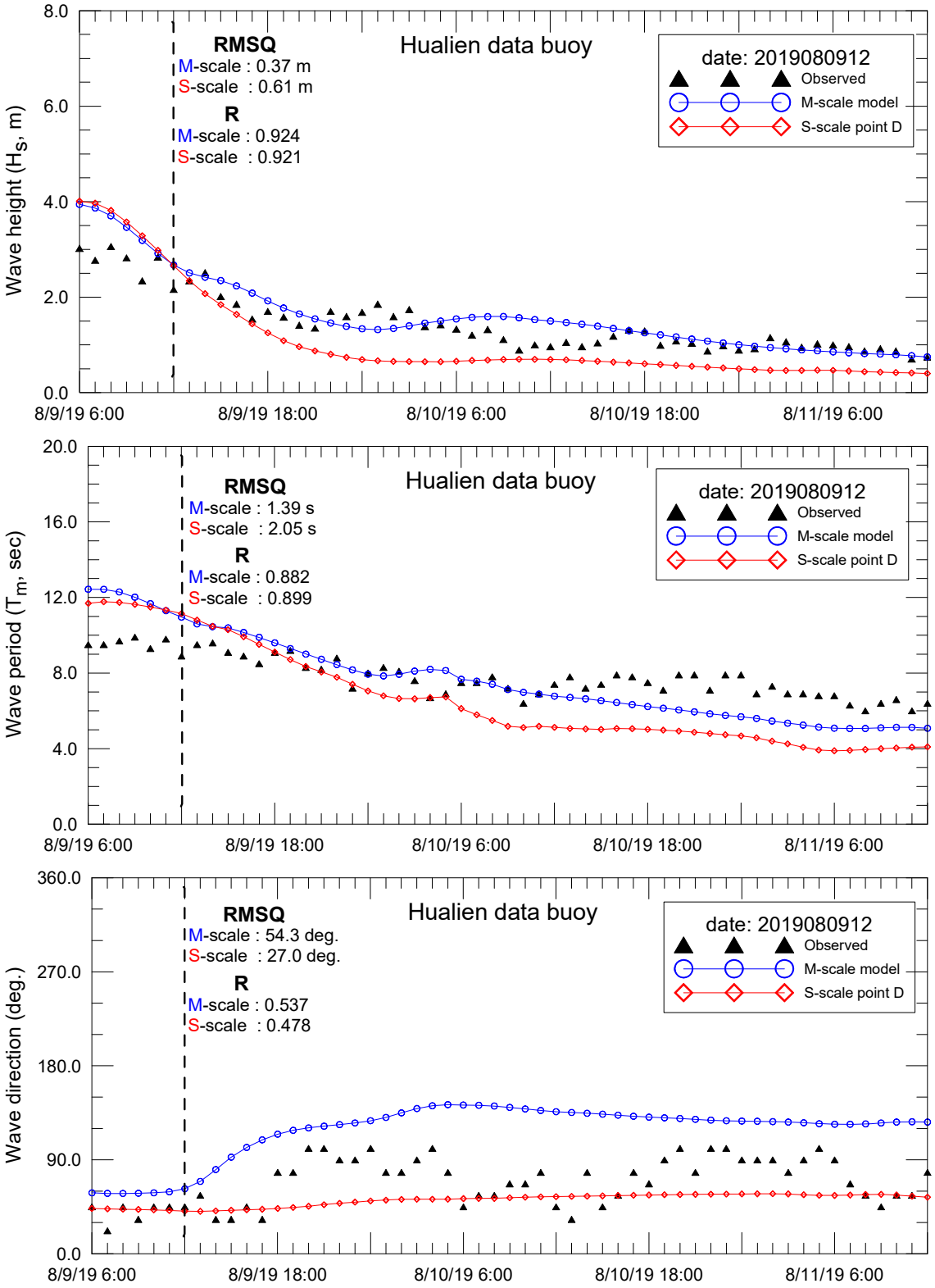


圖 7.18　(續 6)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

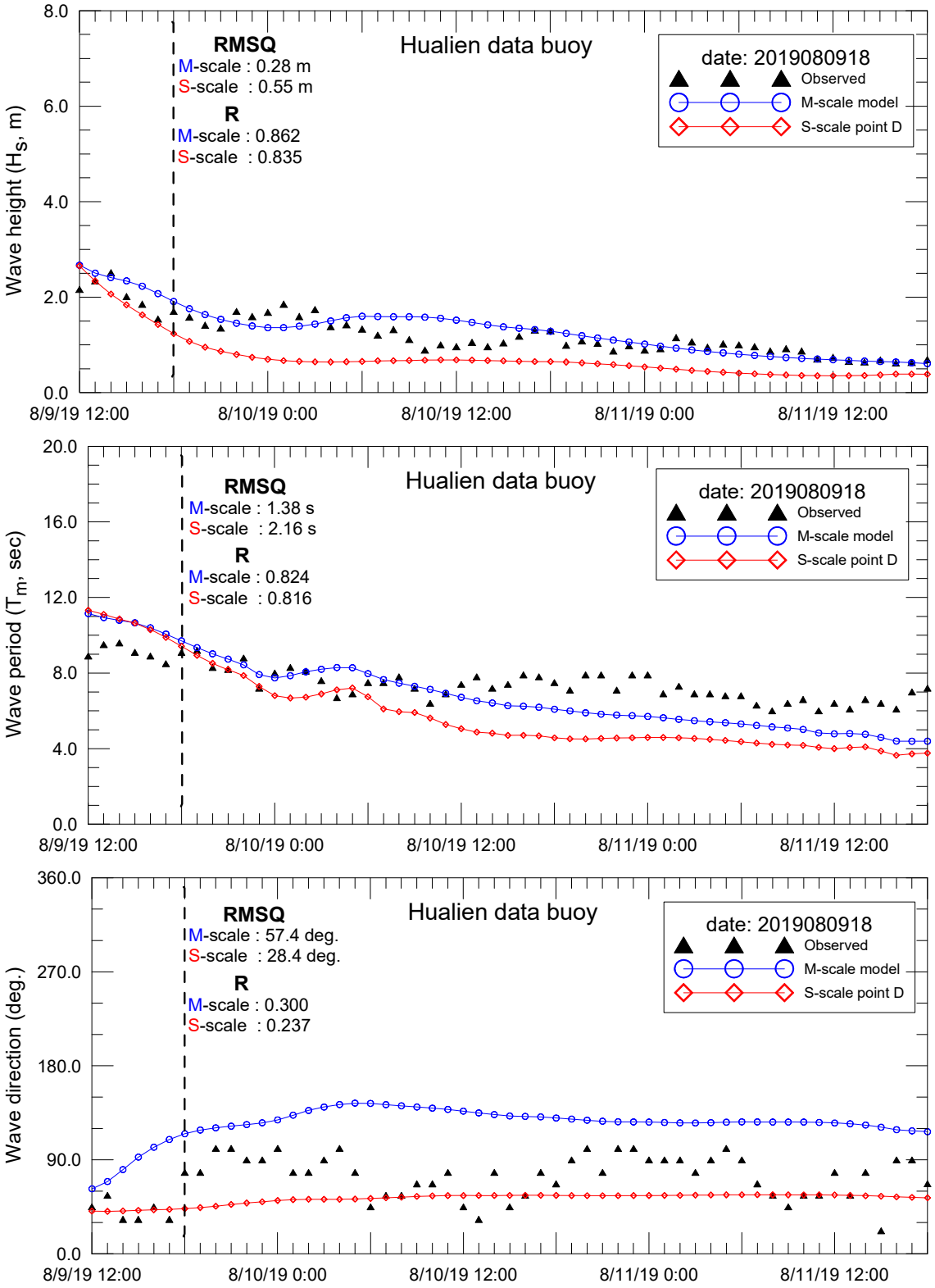


圖 7.18　(續 7)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

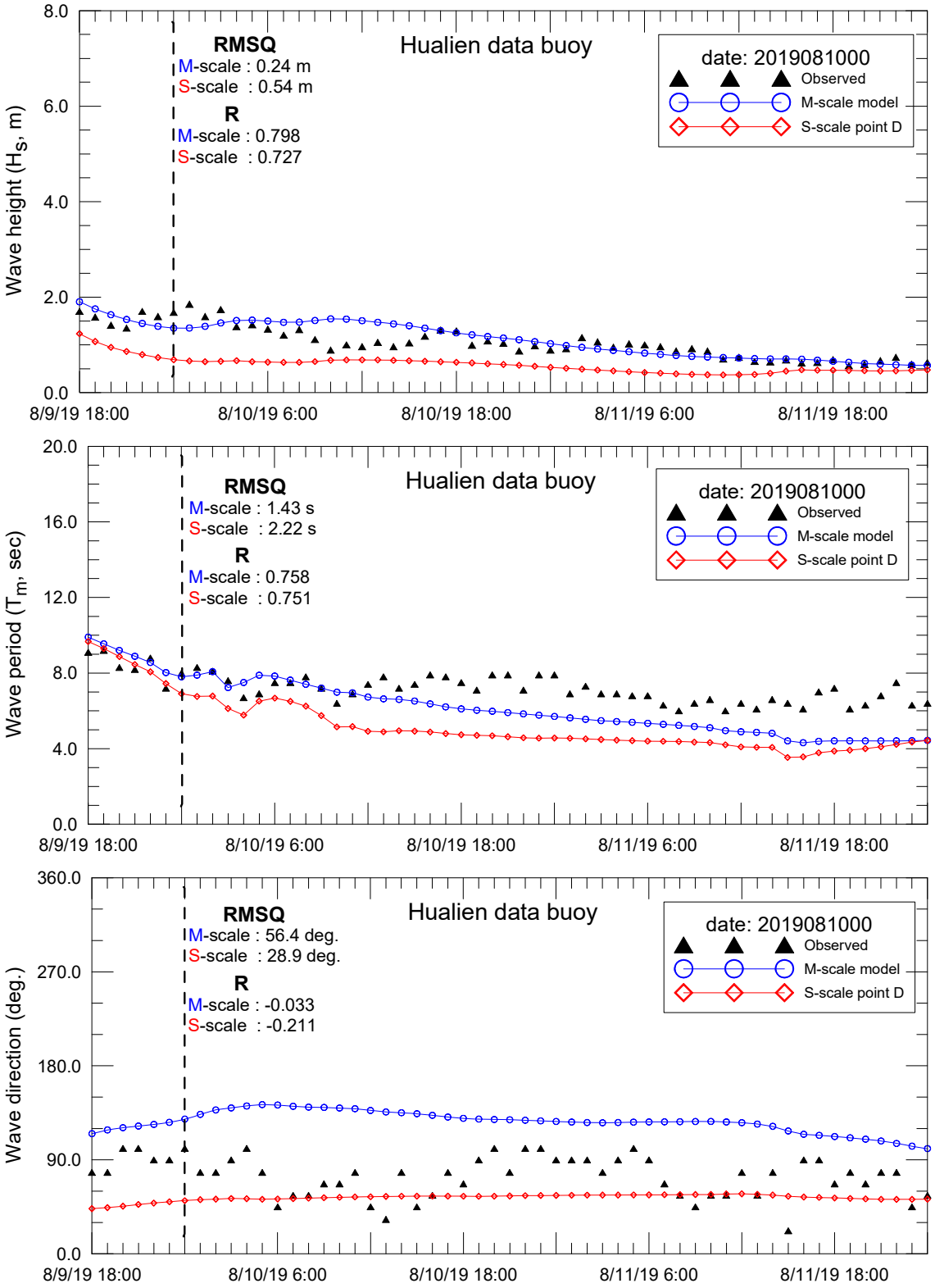


圖 7.18　(續 8)花蓮海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，花蓮浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

7.6 蘇澳海域風浪模擬與校驗

同小尺度花蓮海域風浪模組，本計畫以 2019 年強烈颱風利奇馬為例，藉由東部海域風浪模擬子系統每日四次作業化模擬測試過程，修訂相關作業化程式及檢核小尺度蘇澳海域風浪模組模擬成果。小尺度蘇澳海域風浪模組規劃之輸出點位，包括蘇澳港 AWAC 測站(SAA)、蘇澳浮標測站(SAB)及、龜山島浮標測站(GSD)、龍洞浮標測站(LDB)等，如圖 7.19 所示。小尺度蘇澳海域風浪模組作業化模擬程序同小尺度花蓮海域風浪模組(詳見 7.5 節)，於 8 月 2 日 12 時加入小尺度蘇澳海域風浪冷啟動作業化模擬，至 8 月 2 日 18 時假設系統風浪可達到正常模擬狀態。

強烈颱風利奇馬颱風警報時間發布時間為 08/07 17:30，解除警報時間為 08/10 08:30，侵臺日期為 8 月 9 日。圖 7.20 為 8 月 8 日 0 時至 8 月 10 日 0 時中尺度及小尺度蘇澳海域風浪每次作業化模擬結果與蘇澳港外海 awac 測站觀測值之比較，整體而言，蘇澳 awac 測站中尺度及小尺度模擬結果高度近似，與觀測資料比對結果顯示各階段作業化模擬值與觀測值之相關係數普遍偏低，與觀測值間均方根誤差值中、小尺度模擬結果相近似，其中於颱風影響劇烈時期，中、小尺度示性波高模擬值普遍高於觀測值。圖 7.21 為 8 月 8 日 0 時至 8 月 10 日 0 時中尺度及小尺度蘇澳海域風浪每次作業化模擬結果與蘇澳浮標測站觀測值之比較，整體上小尺度風浪模擬結果與觀測值之相關係數 R 普遍優於中尺度風浪模擬結果。同 awac 測站，於颱風影響劇烈時期，中、小尺度示性波高模擬值普遍高於觀測值，且小尺度示性波高模擬值明顯高於中尺度模擬值。與觀測值間均方根誤差值分析結果顯示，大多數作業化模擬階段小尺度示性波高模擬值表現較中尺度較差外，平均週期及平均波向均以小尺度模擬結果表現較佳。

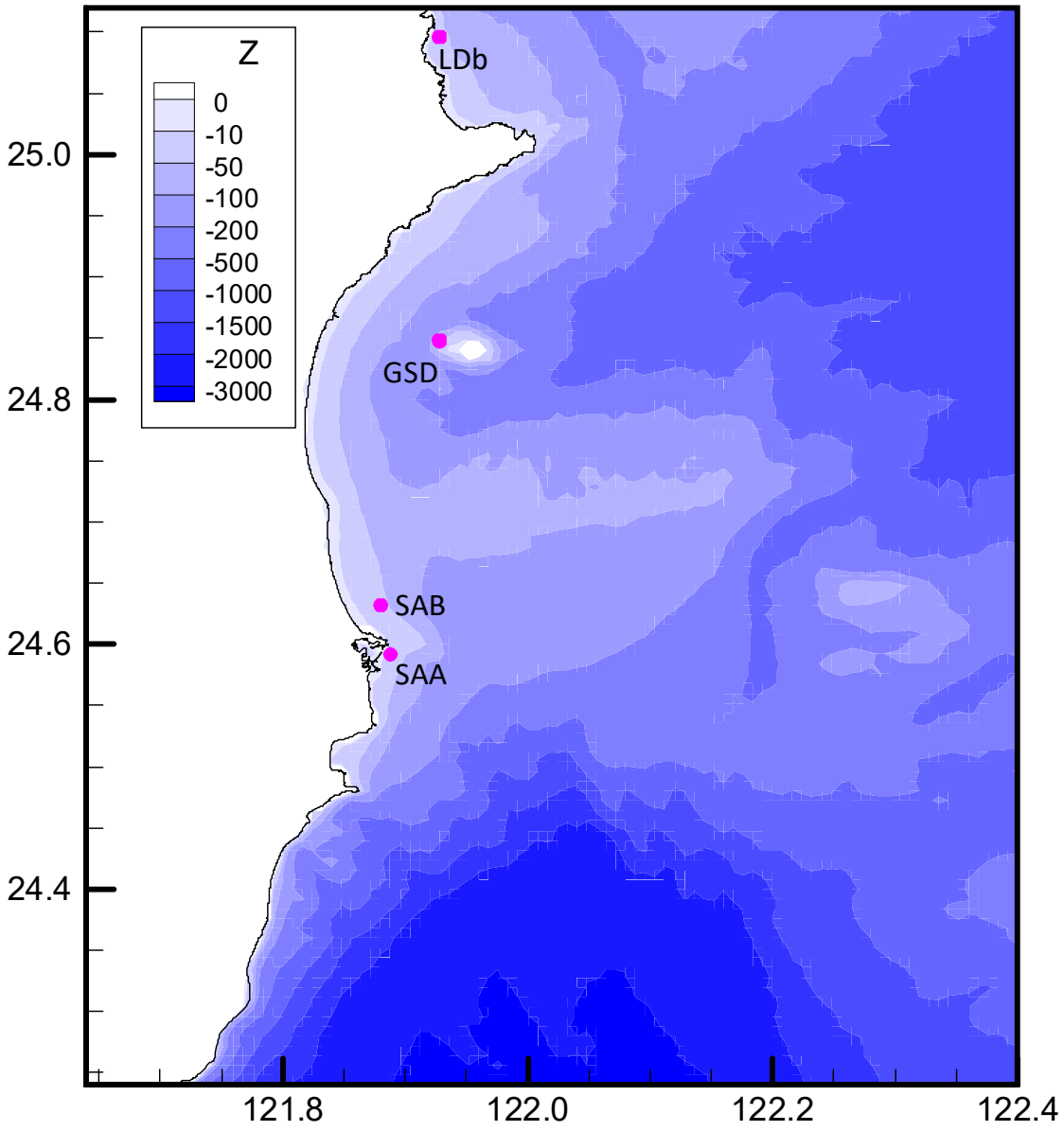


圖 7.19　小尺度蘇澳海域風浪模組模擬結果輸出點位圖

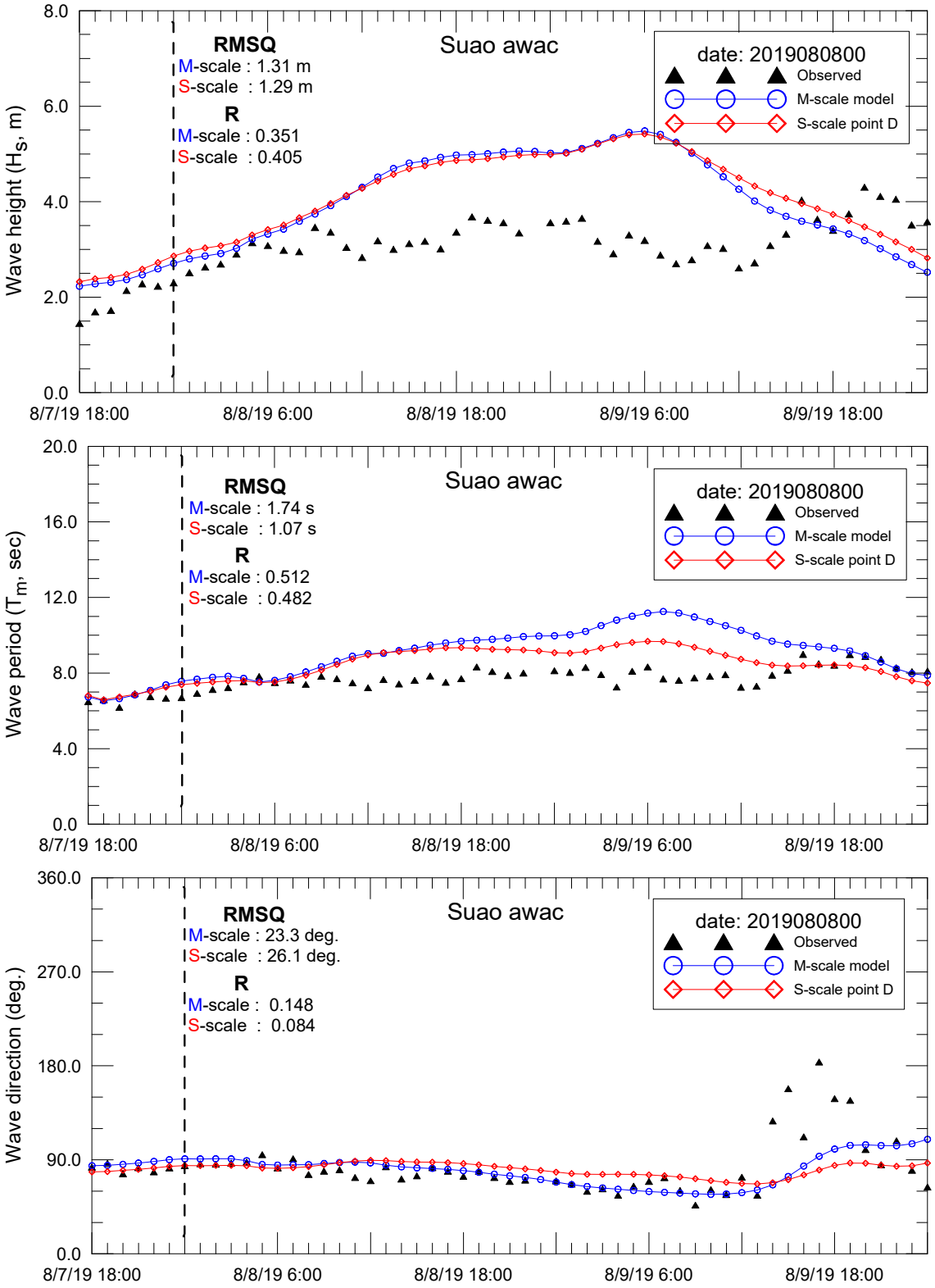


圖 7.20　蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

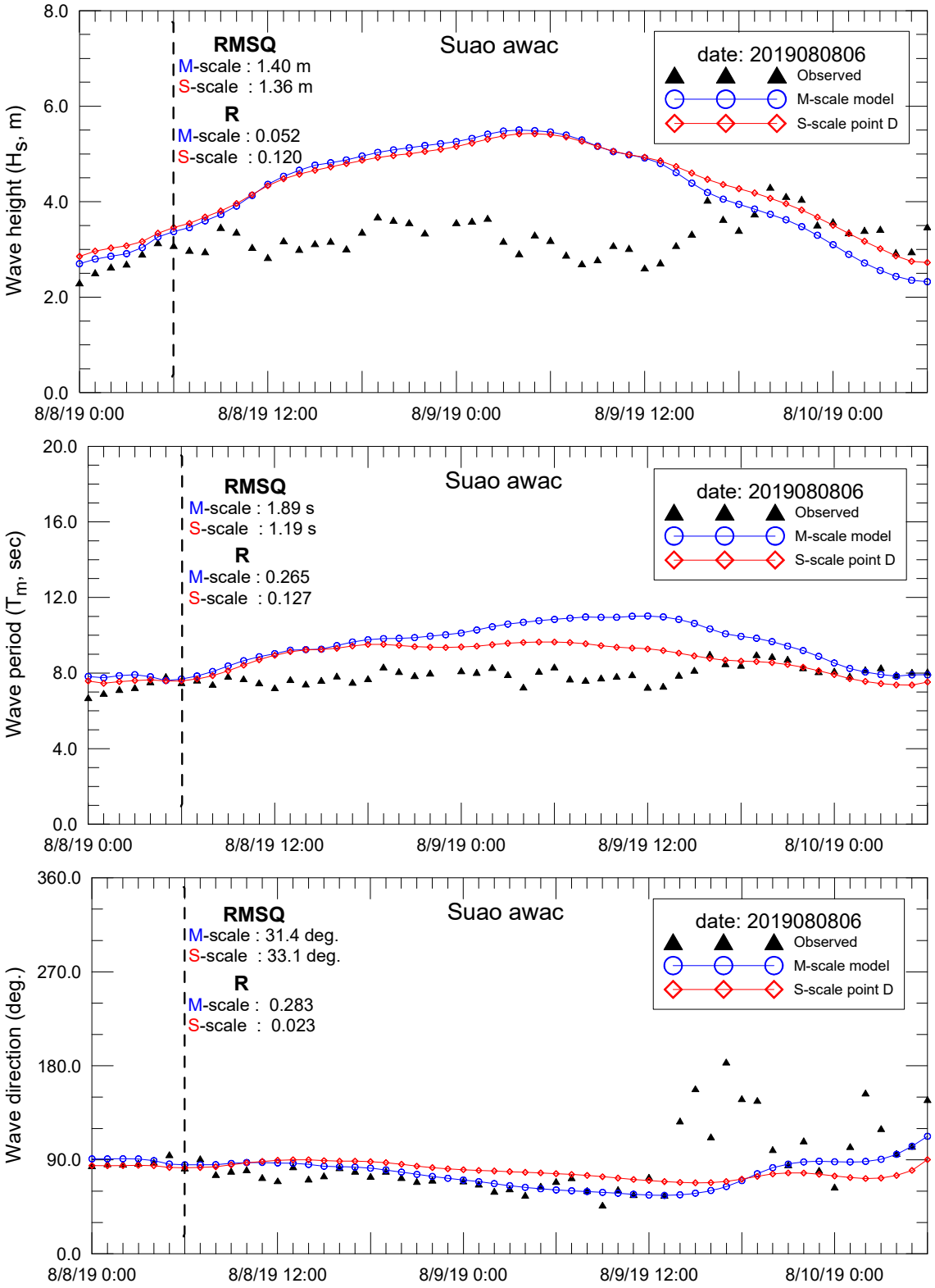


圖 7.20 (續)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

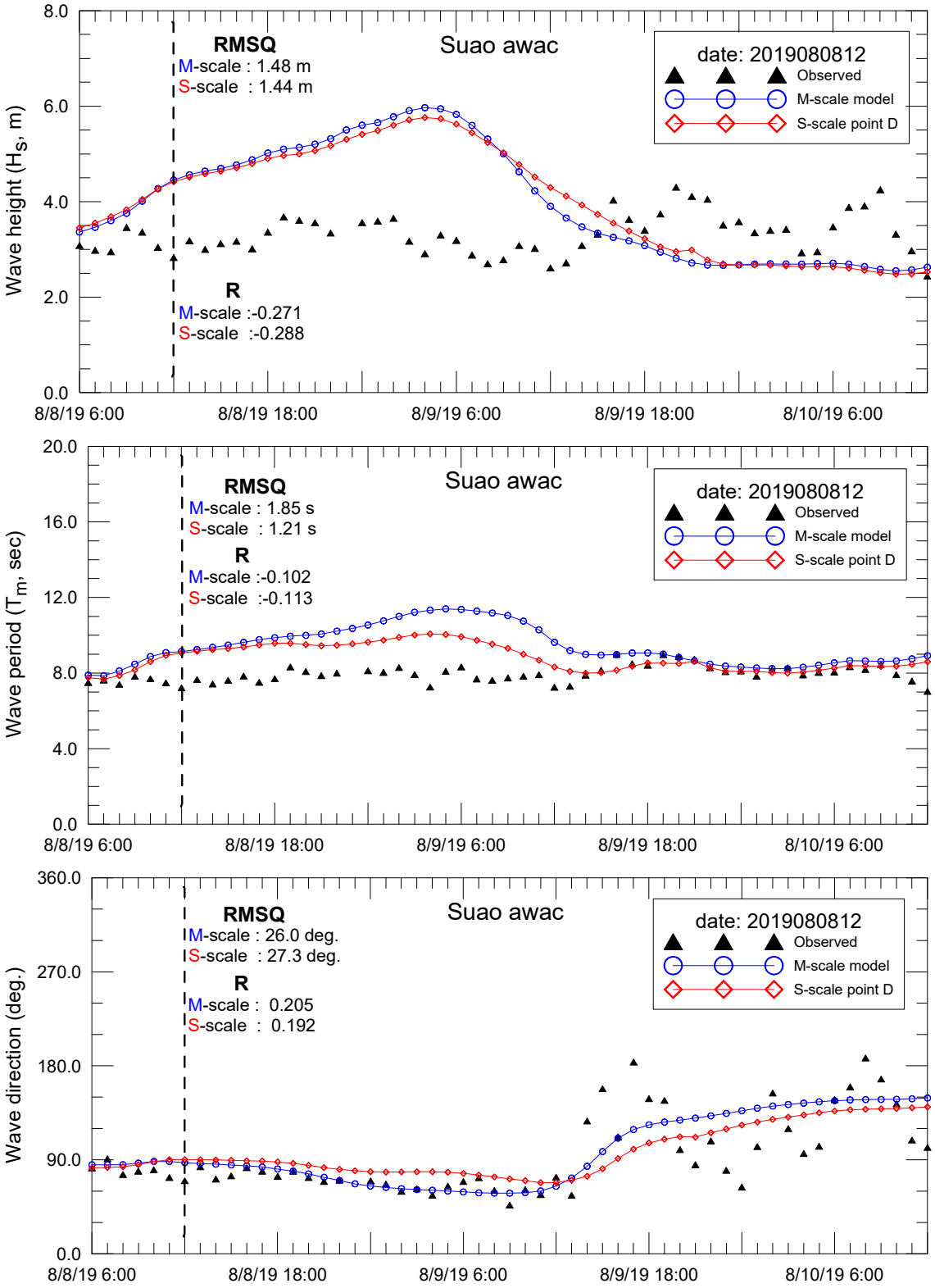


圖 7.20　(續 2)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

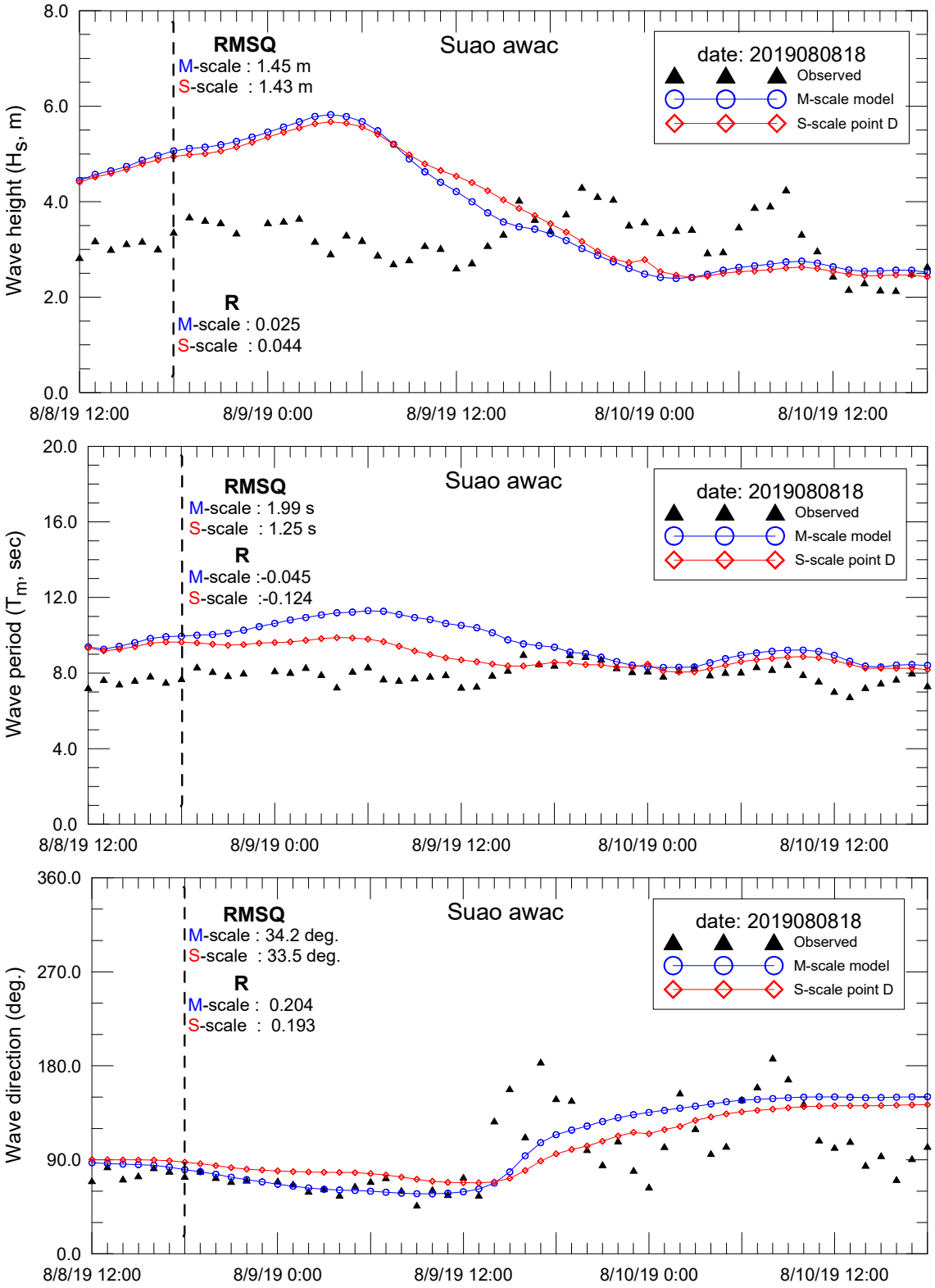


圖 7.20　(續 3)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

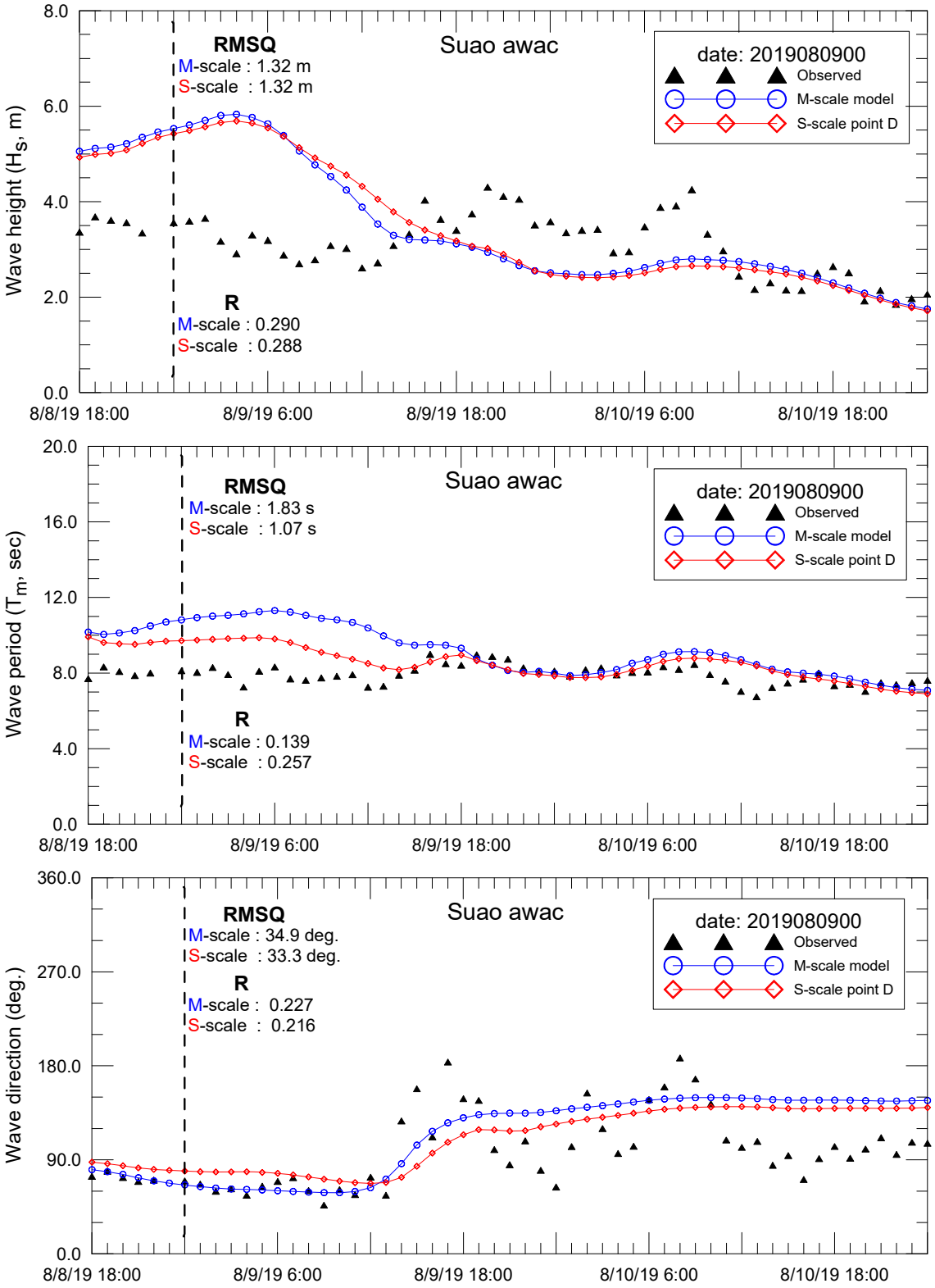


圖 7.20　(續 4)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

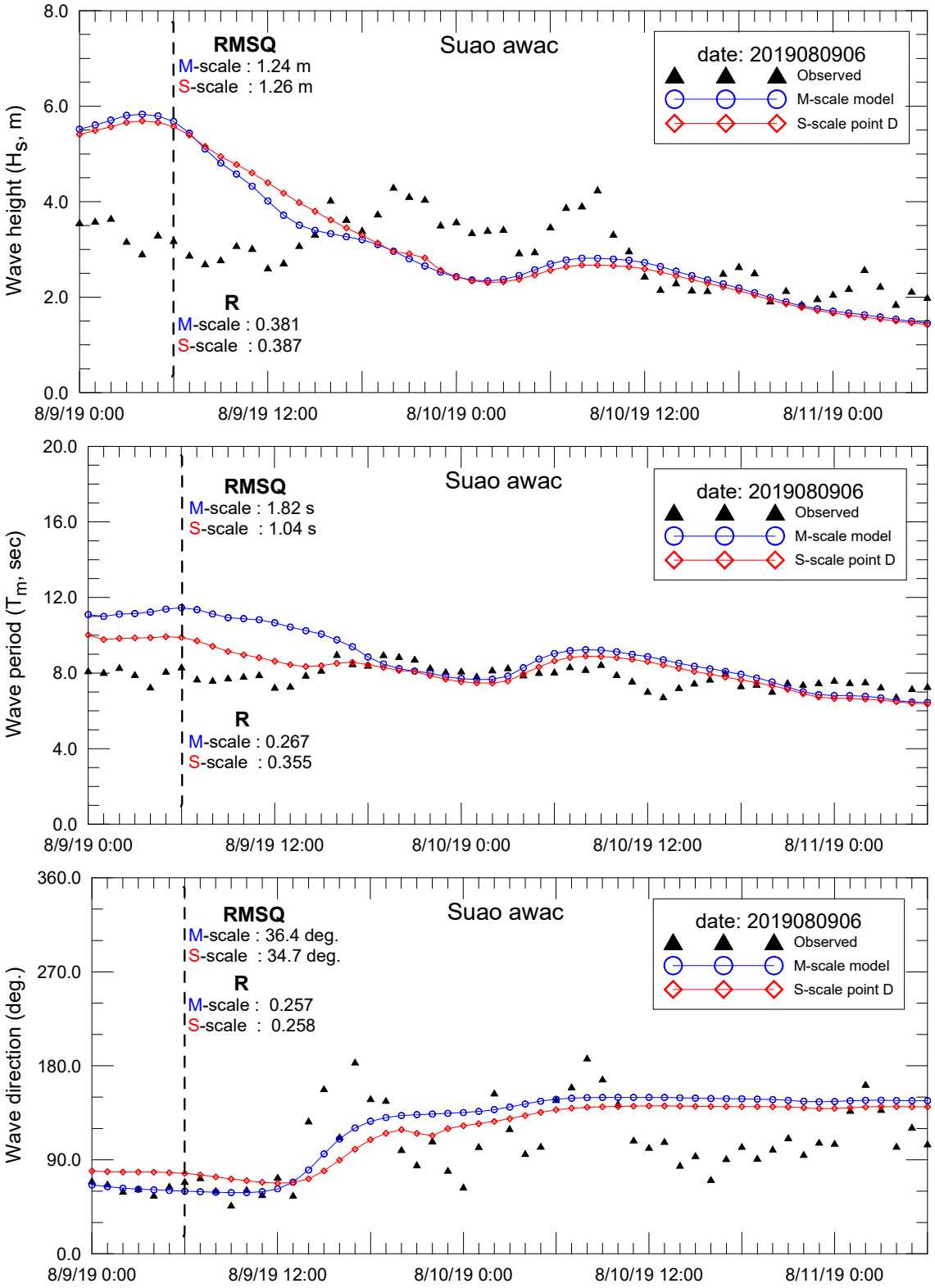


圖 7.20　(續 5)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

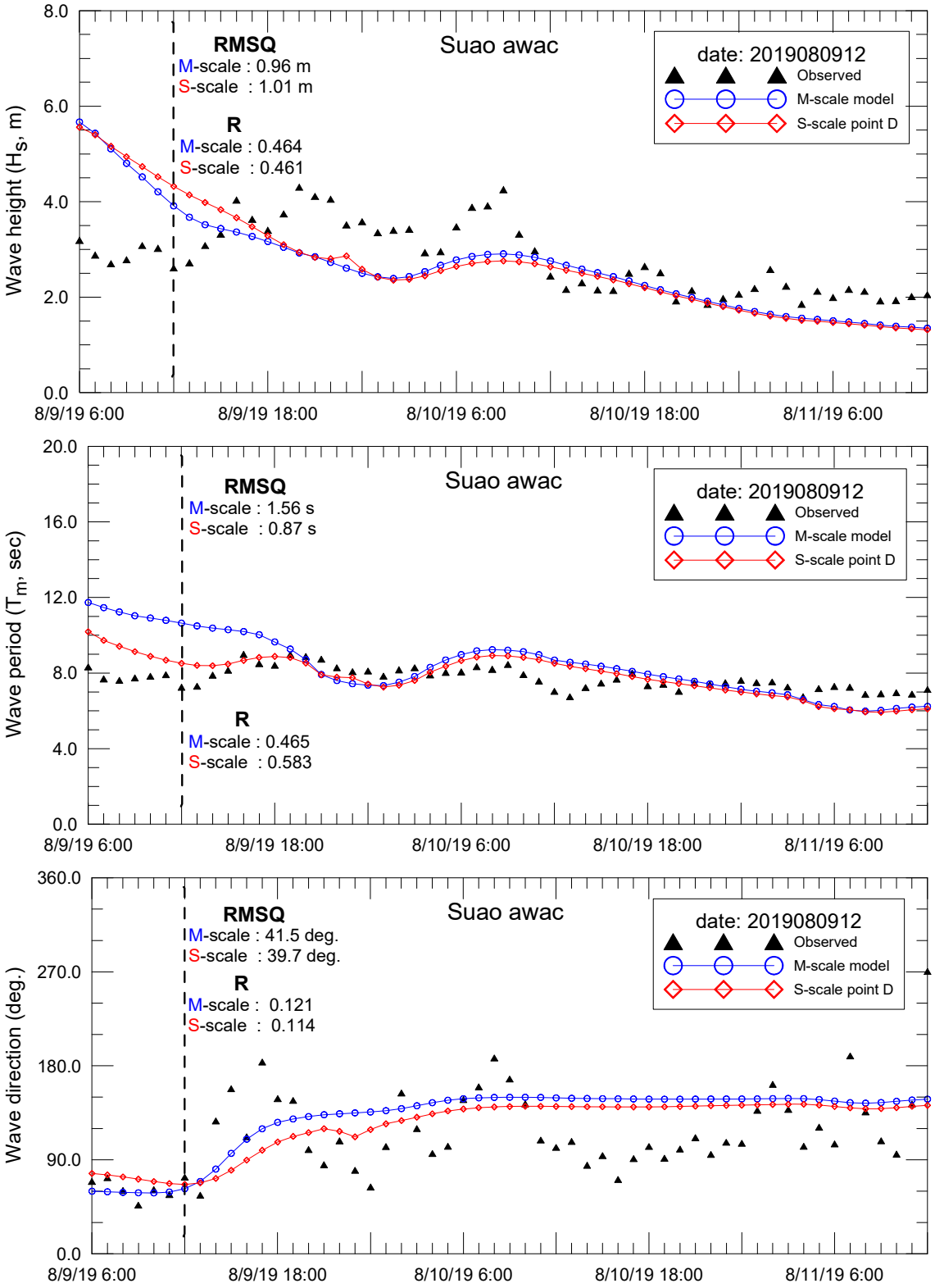


圖 7.20　(續 6)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

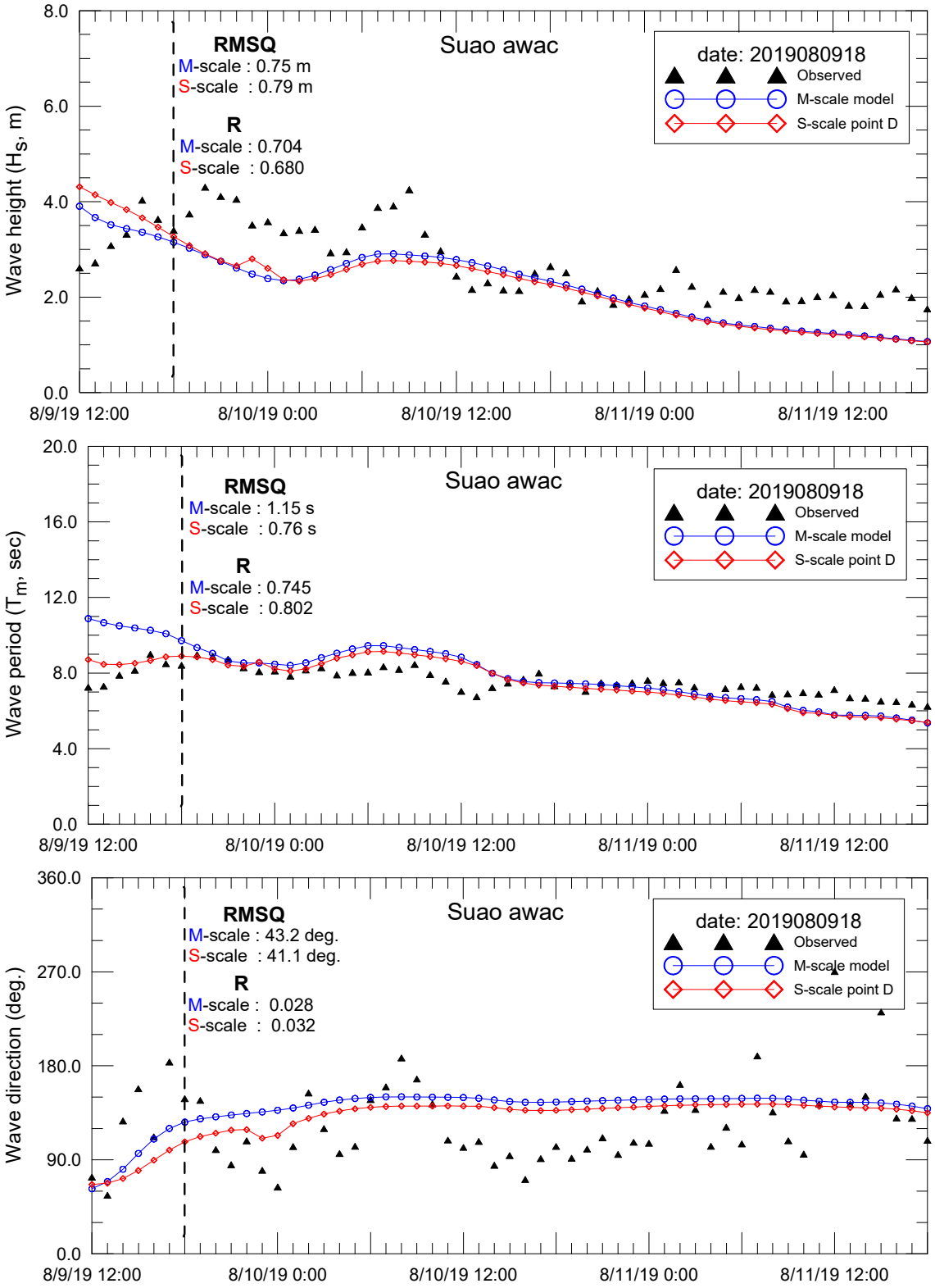


圖 7.20　(續 7)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

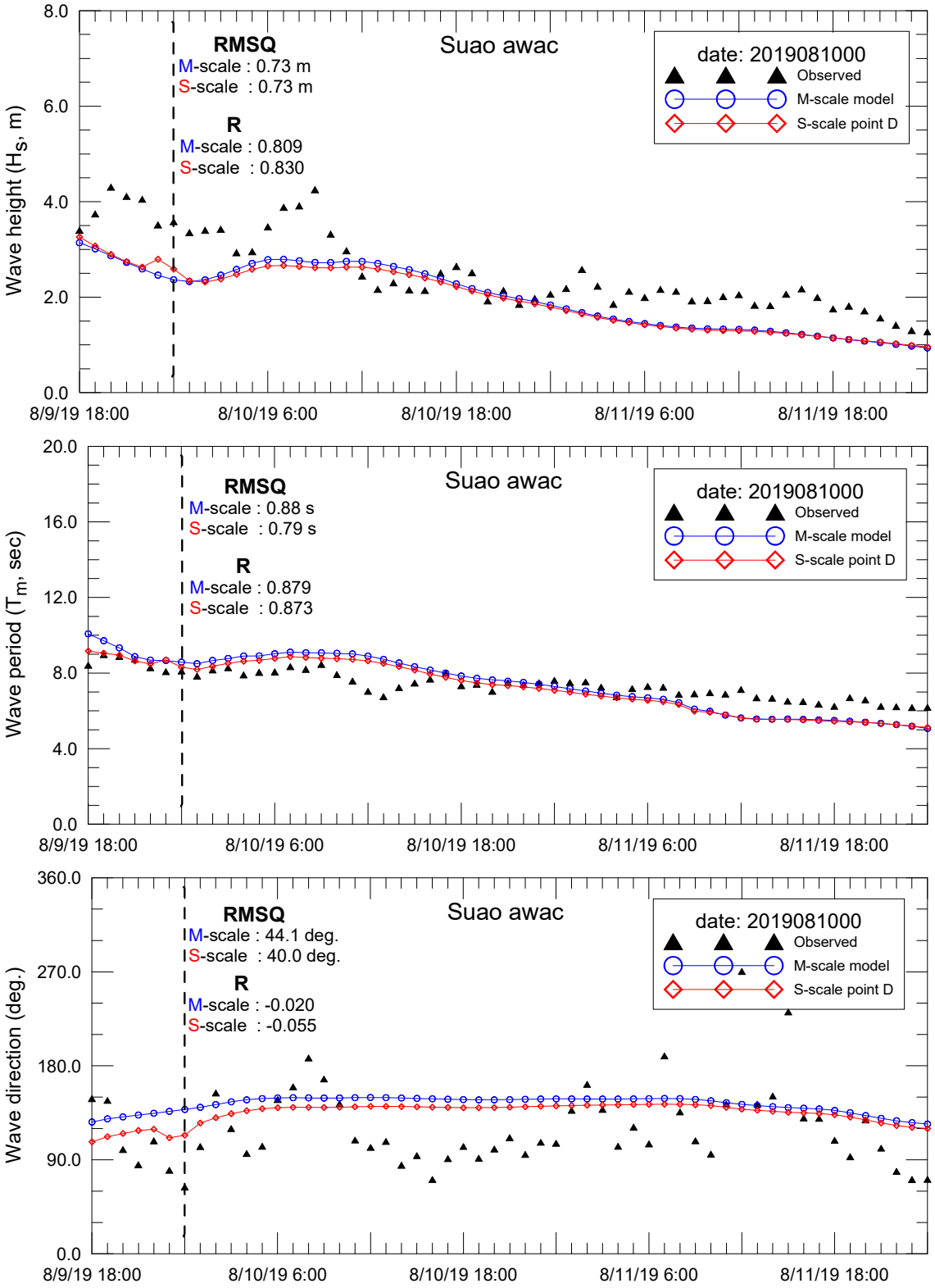


圖 7.20　(續 8)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳 awac 測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

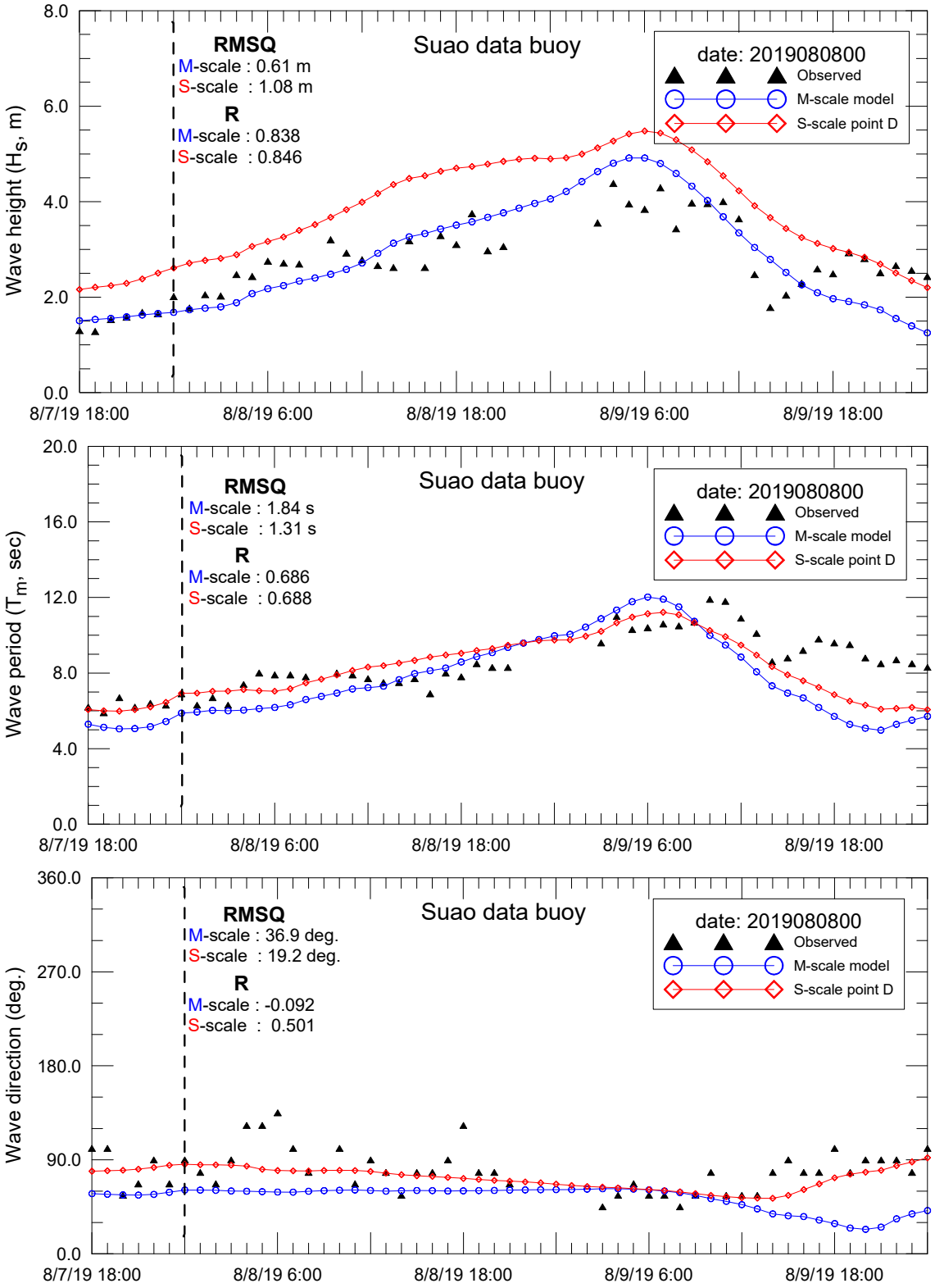


圖 7.21　蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

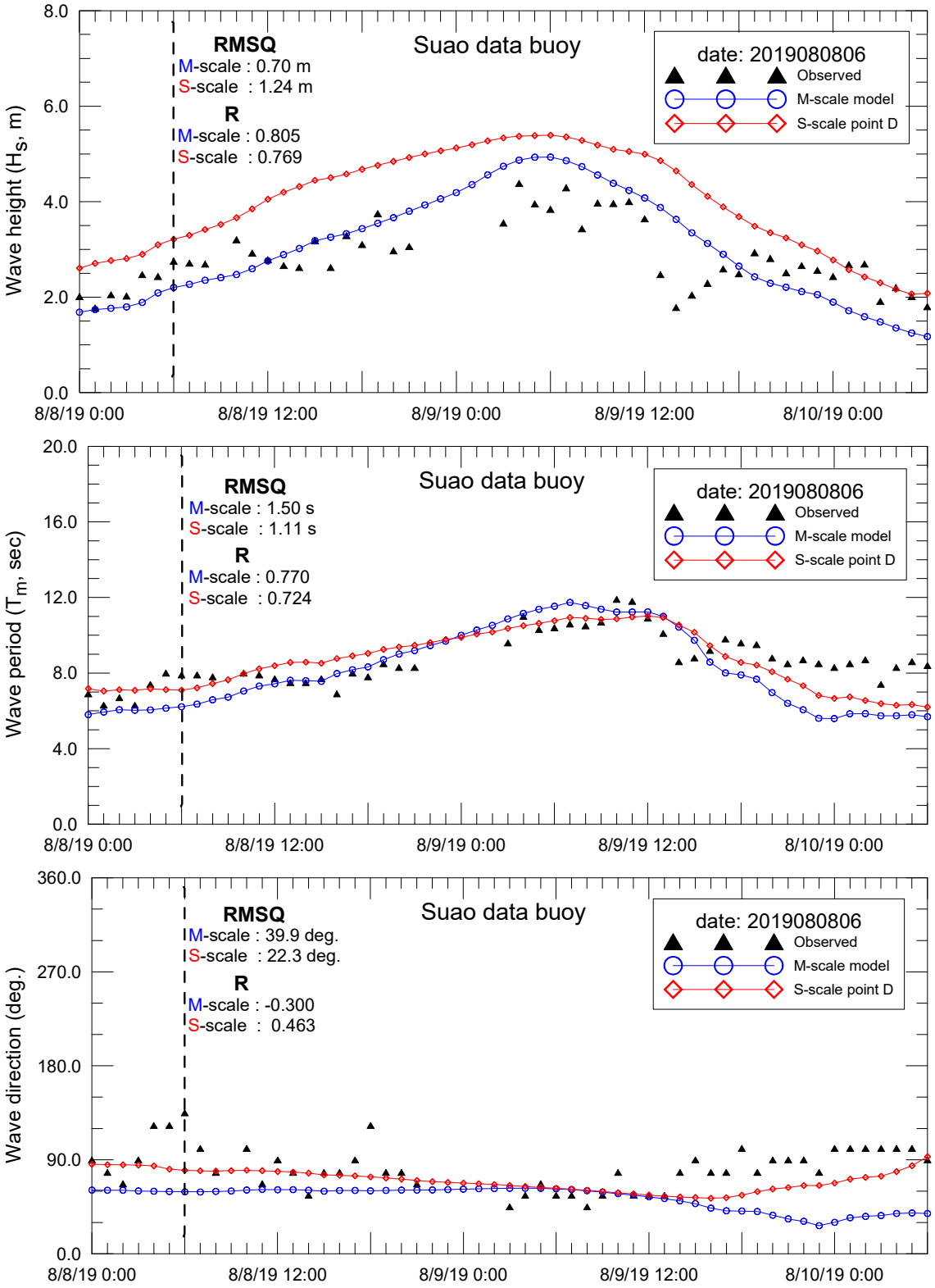


圖 7.21　(續)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

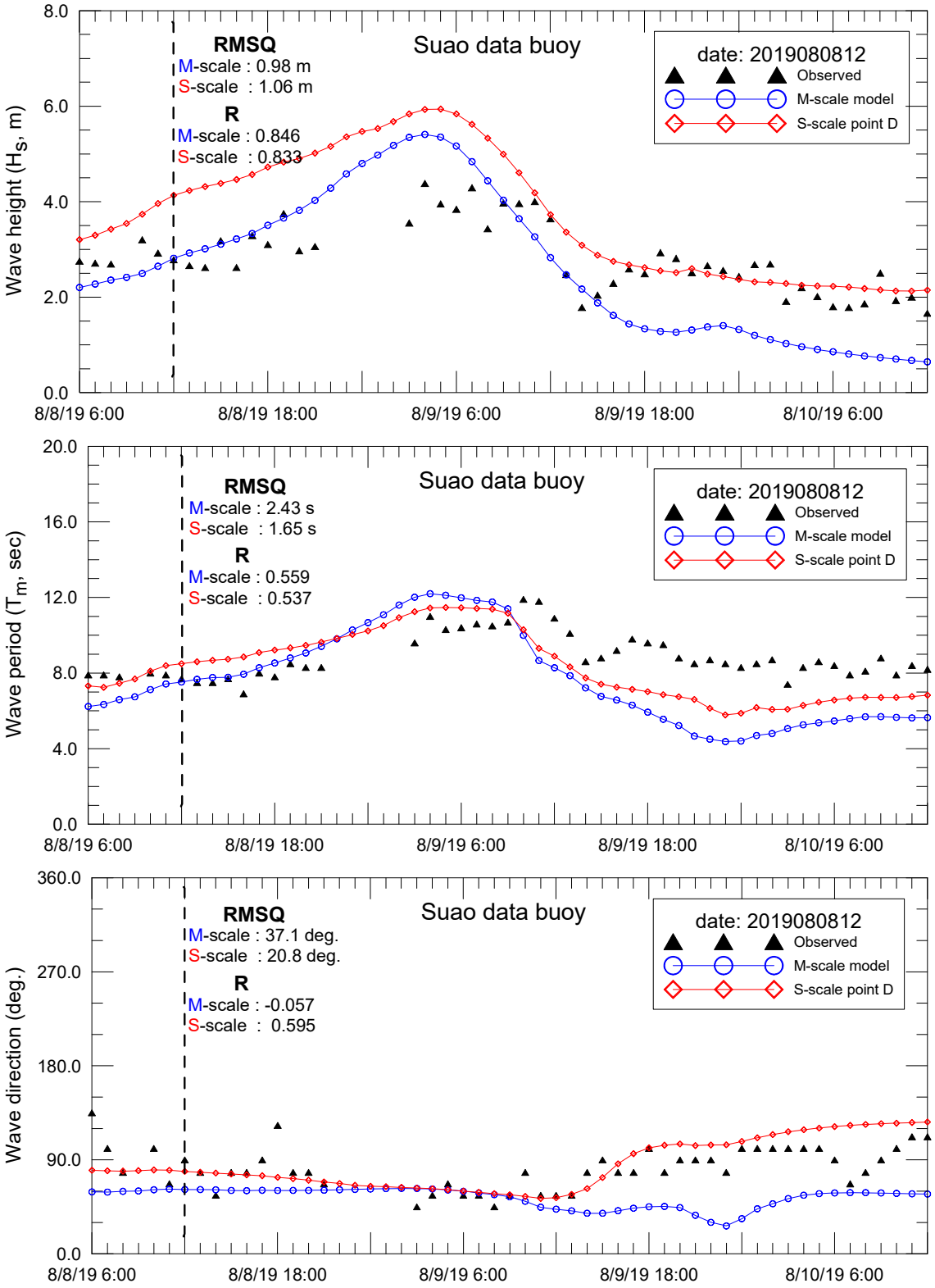


圖 7.21　(續 2)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

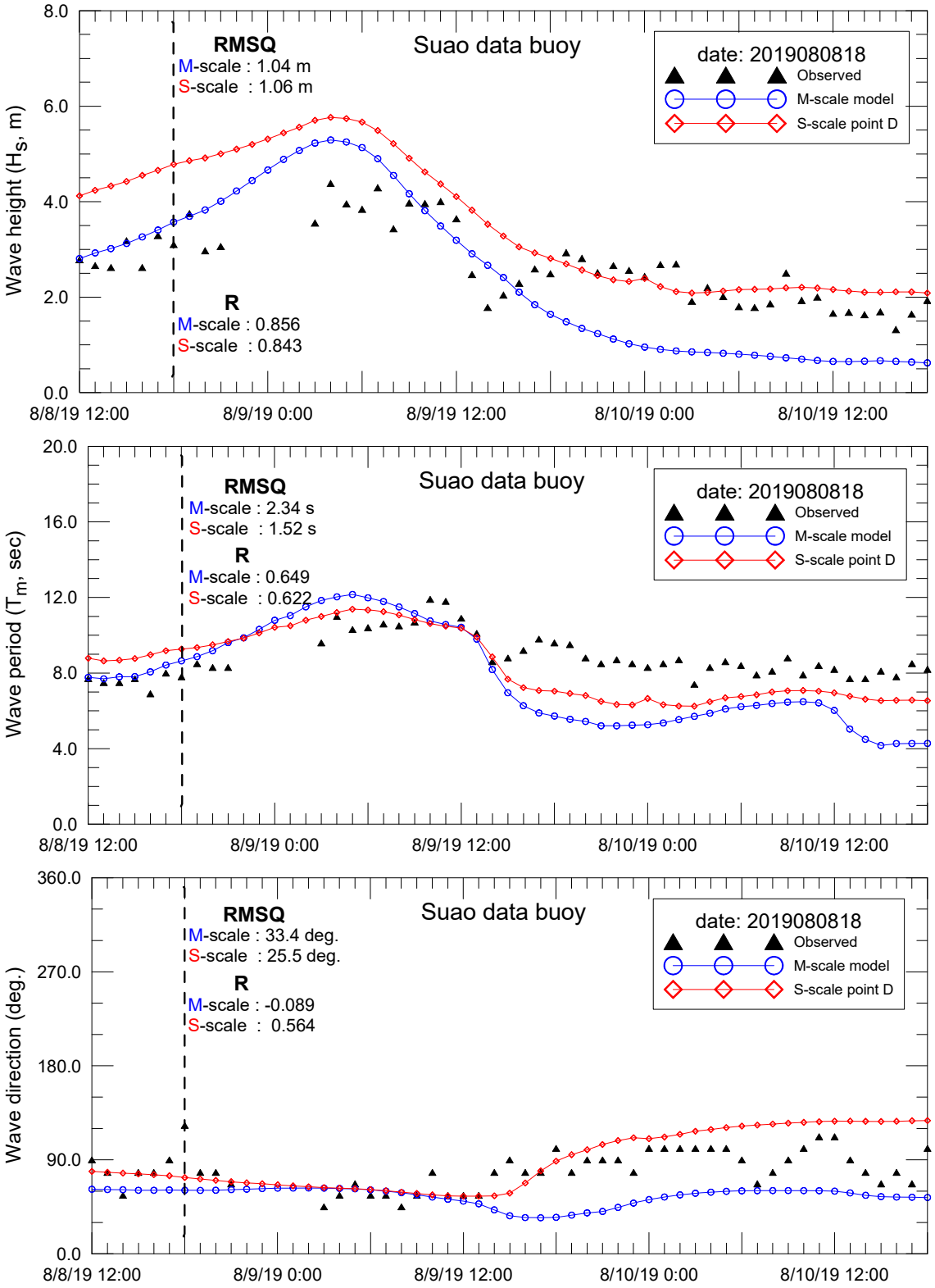


圖 7.21　(續 3)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

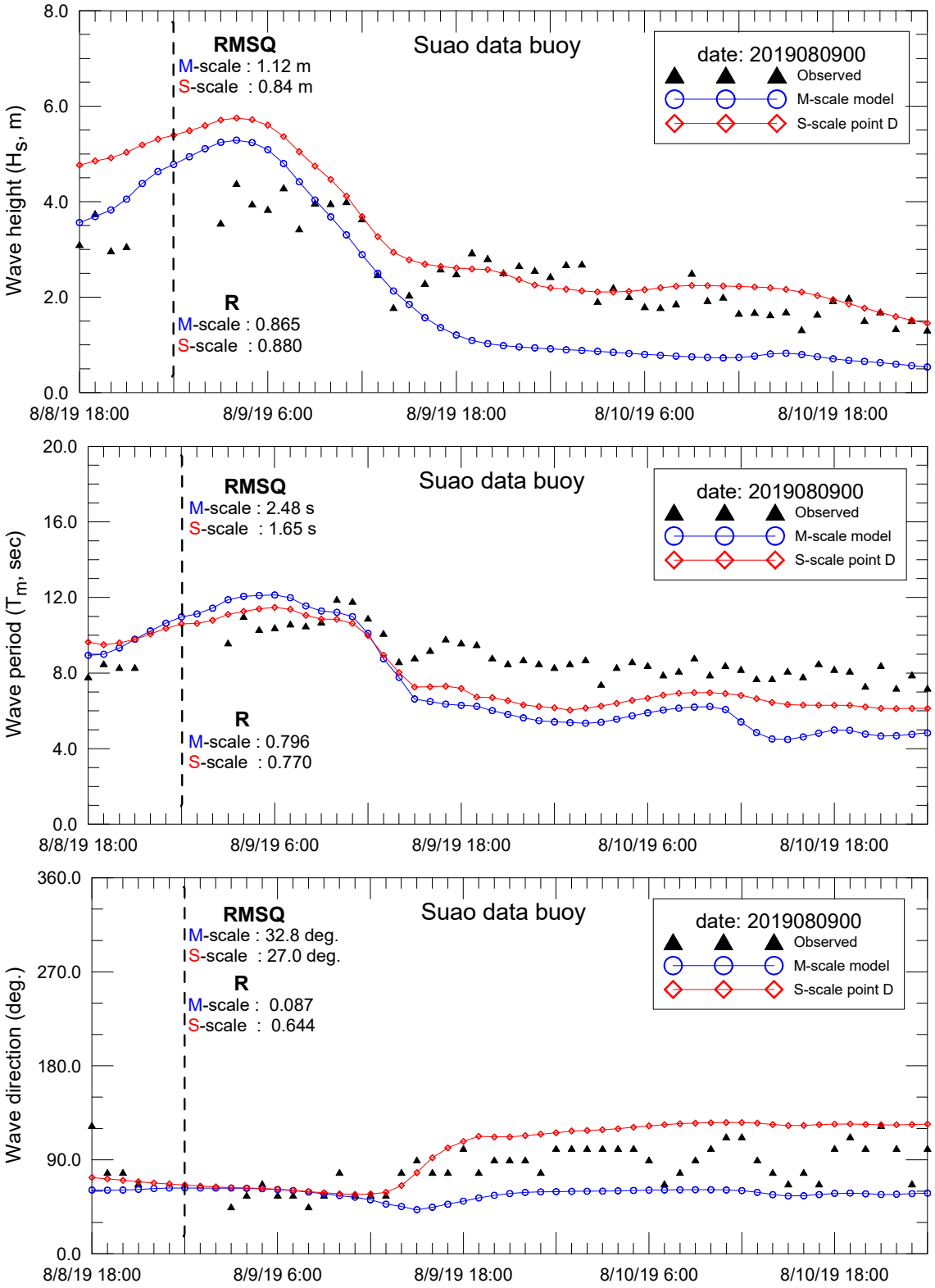


圖 7.21　(續 4)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

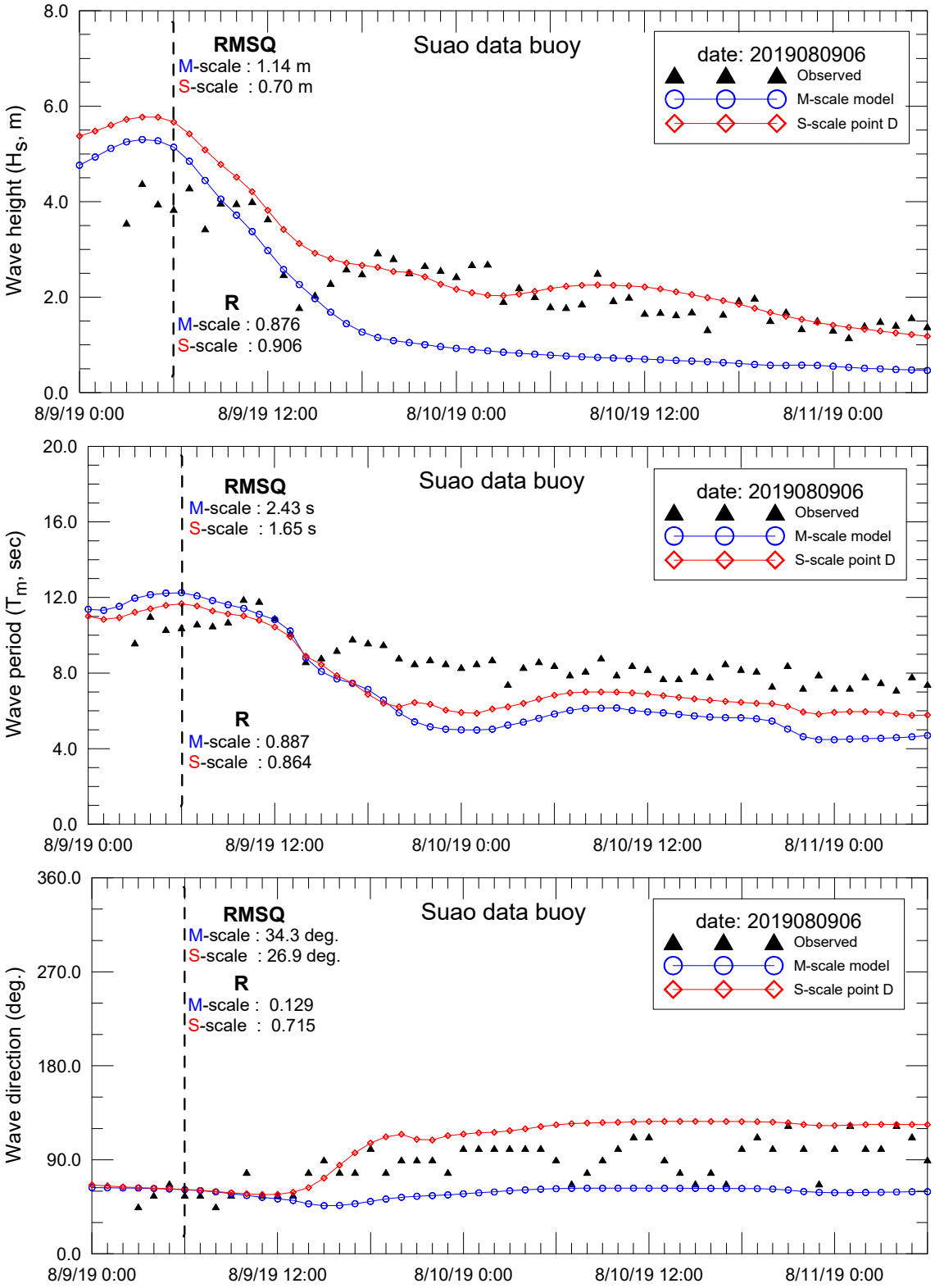


圖 7.21　(續 5)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

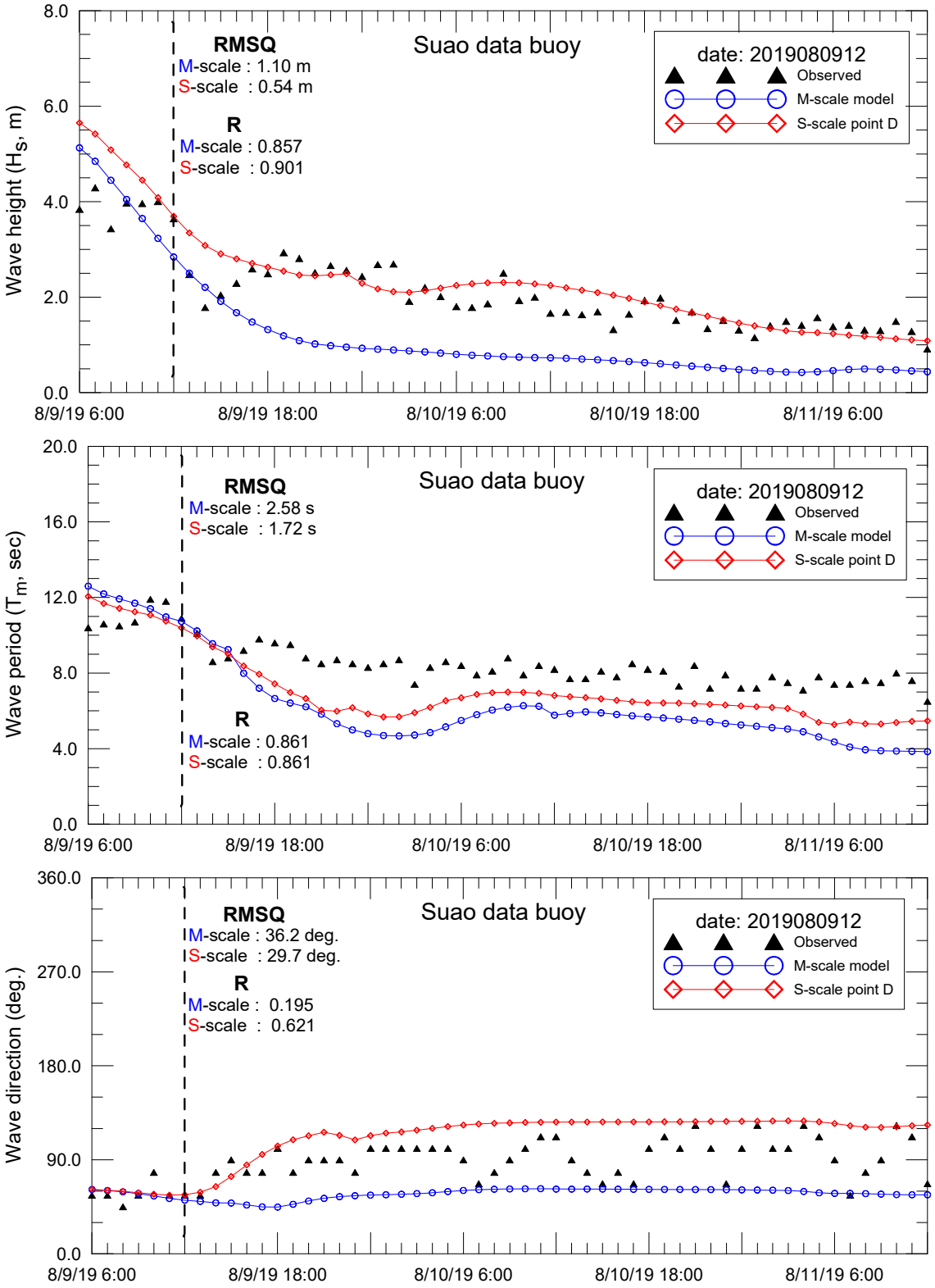


圖 7.21　(續 6)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

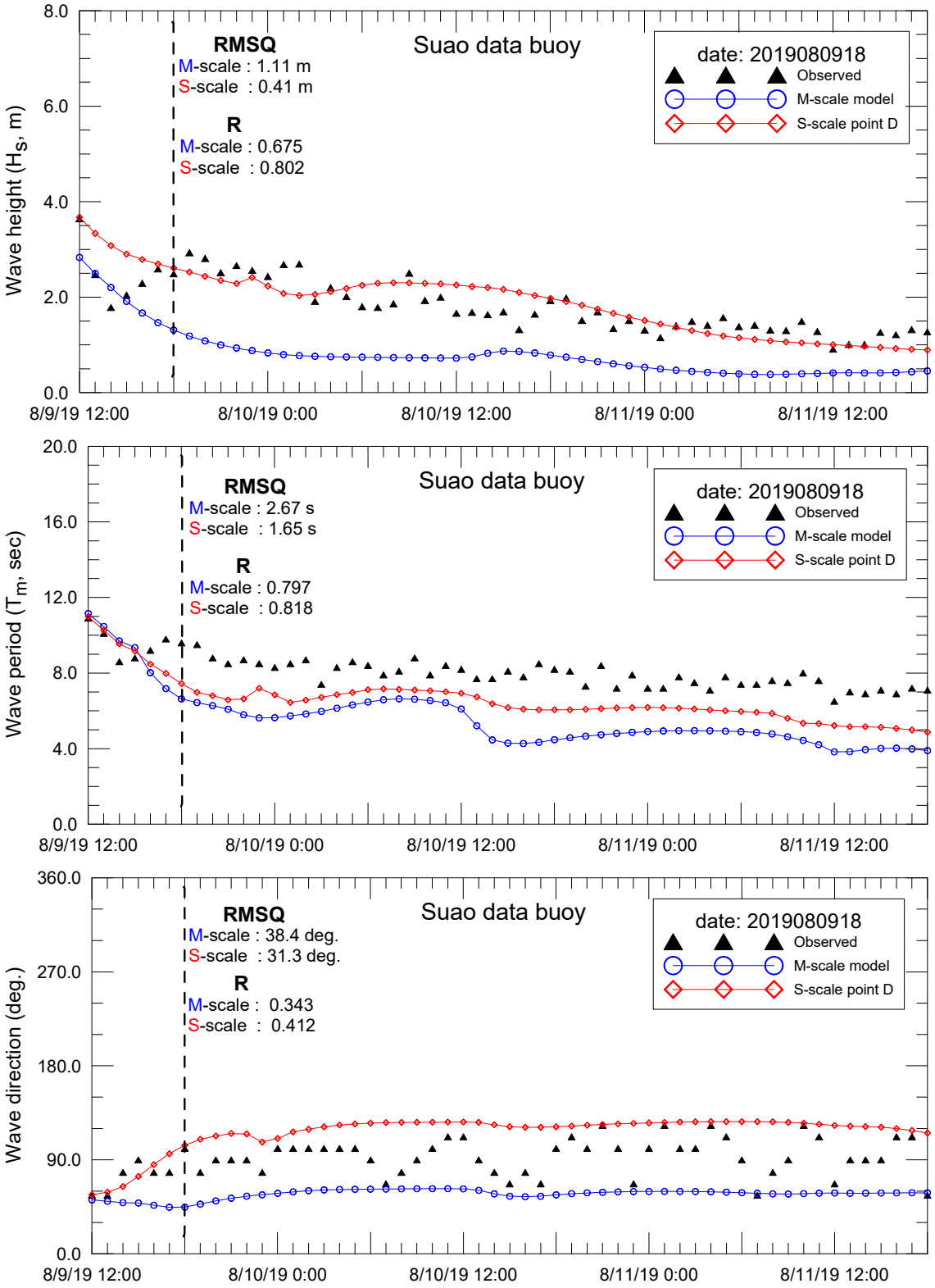


圖 7.21　(續 7)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

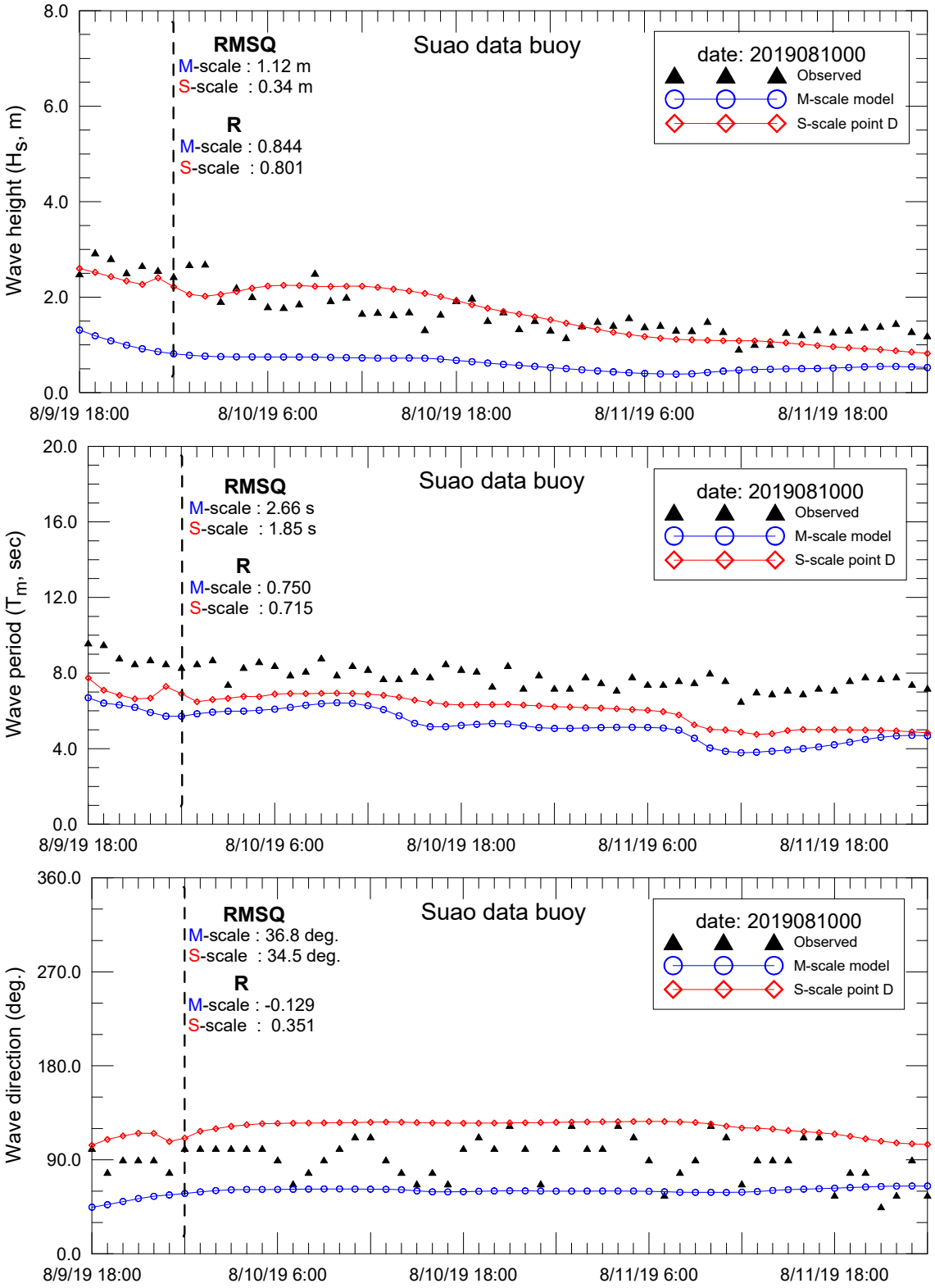


圖 7.21　(續 8)蘇澳海域小尺度風浪模組作業化模擬結果，蘇澳浮標測站風浪模擬預測值與觀測值比較圖

第八章　花蓮港區靜穩模擬系統建置

在TaiCOMS之下細尺度港域波浪模組主要目的為模擬颱風期間港口及港內波浪狀況，藉以評估颱風侵臺期間港域船舶泊靠安全。基於臺灣東部海岸經常遭受長浪(指週期 8 秒以上之波浪)侵襲，可能影響港域船舶泊靠安全之考量，因此本年度計畫將結合東部海域小尺度風浪模擬結果，修正花蓮港區細尺度波浪模擬，建置花蓮港之港區靜穩模擬系統。

8.1 花蓮港域細尺度波浪模組介紹

TaiCOMS 建構的細尺度花蓮港域波浪模組之模擬範圍，如圖 8.1 所示。本計畫數值計算網格採用最小波浪週期 7 sec 及波長內至少含 8 個節點等條件，建構非結構細網格，計有 258,117 個三角形元素及 130,169 個節點，如圖 8.2 所示。(註：系統舊細尺度花蓮港域波浪模組計算網格為 122,481 個三角形元素及 62,116 個節點，適用最小波浪週期 10 sec。)

基於細尺度港域波浪模組採用的緩坡化線性波浪模式建置，因此港域波浪場之波高計算可以採用入射波高之無因次化方式表示，即假設入射波高或振幅為 1.0，將波浪場模擬條件簡化為僅考慮波浪週期及外海無限領域之波浪來向(即採用波浪觀測資料之波向定義)等參數。針對外海入射波浪計算條件如週期及波向等，本計畫將由第七章東部海域小尺度風浪模擬系統中花蓮海域小尺度模組作業化模擬結果決定之。本計畫花蓮海域小尺度模組輸出點位分布如圖 8.3 所示，圖中點位 A~D 及 HL 作業化模擬結果(示性波高、譜峰週期及波向)未來將進一步評估何者較適作為目前細尺度港域波浪模組作業化模擬之外海計算條件。

針對花蓮港目前港池配置，本計畫具有消波功能之構造物假設：(1)外廓防波堤，K_r=0.85；(2)港內防波堤設施如東防波堤港內側段等，K_r=0.98；(3)港外自然沙灘段，K_r=0.4；及(4)離岸(潛)堤群，K_r=0.65。

此外，半無限領域岸線及碼頭區岸壁之反射率，本計畫初步假設其為全反射(K_r=1)。

本計畫花蓮港港域波浪場模擬條件為外海波浪週期模擬範圍為 7 ~ 20 sec，週期間距為 0.1 sec；以及 NE、ENE、E、ESE、SE、SSE 及 S 等 7 個波向之組合。此外，本計畫花蓮港港域波浪場模擬結果將提供 TaiCOMS 建置成花蓮港細尺度港域波浪場模擬資料庫。圖 8.4 至圖 8.6 所示分別為波浪週期 10 sec 不同波向(ENE、E 及 SE)花蓮港港細尺度波浪場模擬結果之波高分布圖。同理，由花蓮港港內波高分布情形本計畫可瞭解不同波向作用下花蓮港港內波浪靜穩或遮蔽情況。另針對港域內各碼頭區波高模擬值，TaiCOMS 已針對颱風期間建置港內主要碼頭區波高預報點位，如圖 8.7 所示，未來可規劃利用各港口外海風浪模擬預報值推估港內波高分布狀況，呈現於港灣資訊網。

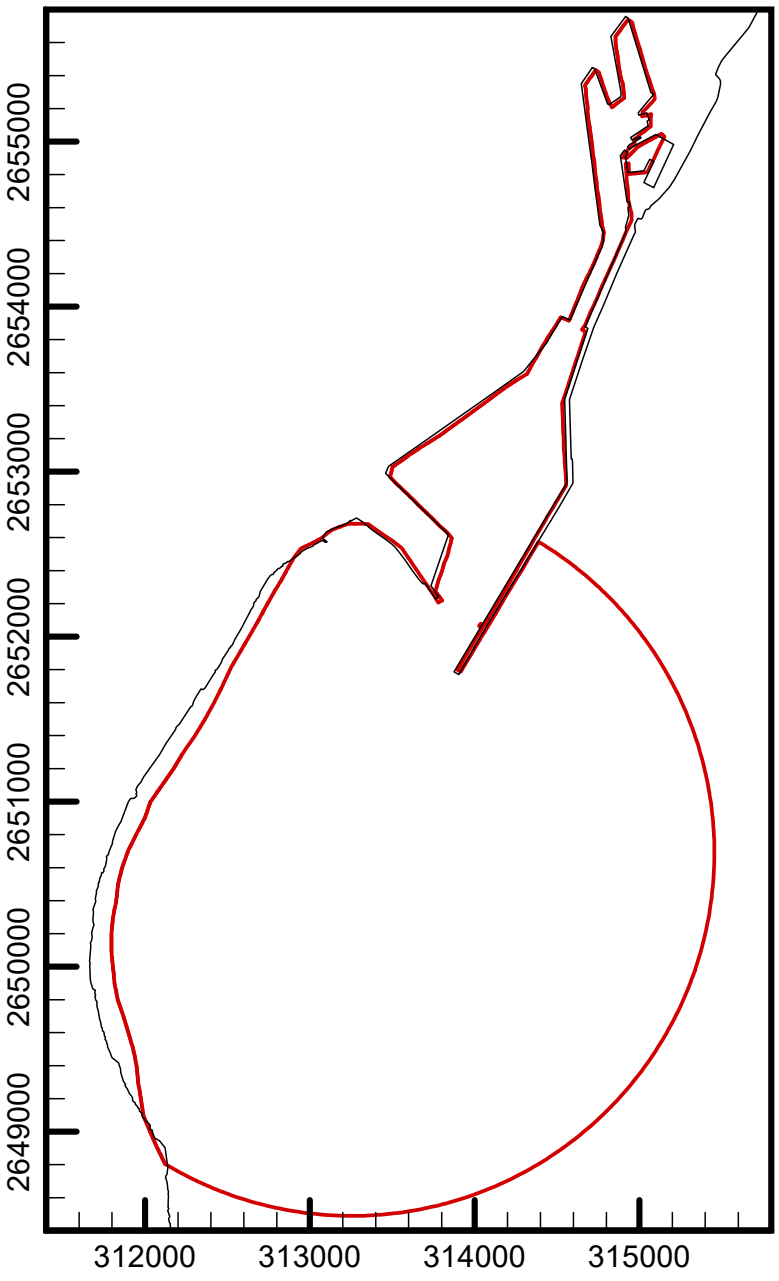


圖 8.1　細尺度花蓮港域波浪模組之模擬範圍圖

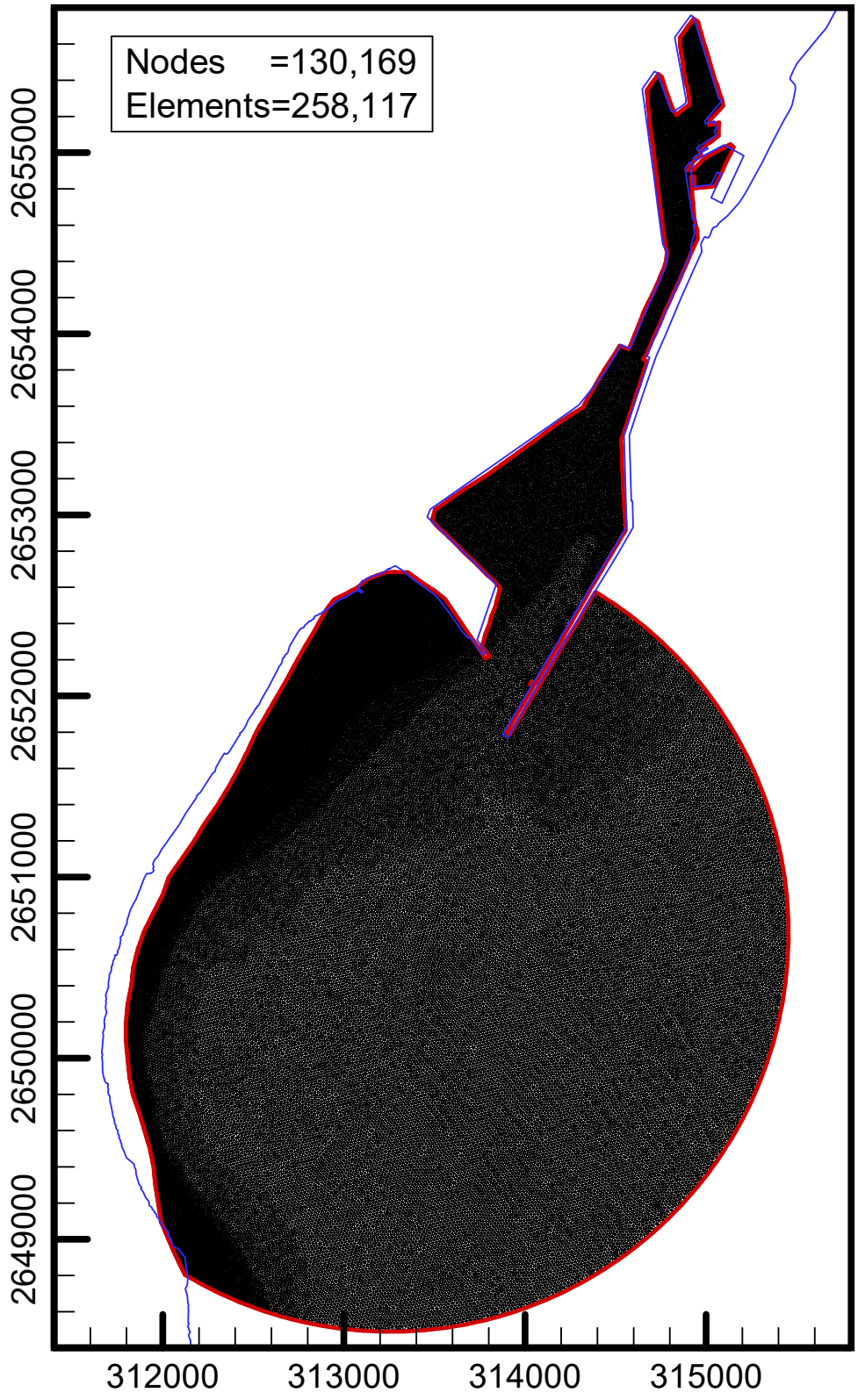


圖 8.2　花蓮港區細尺度波浪模組非結構細網格分布圖

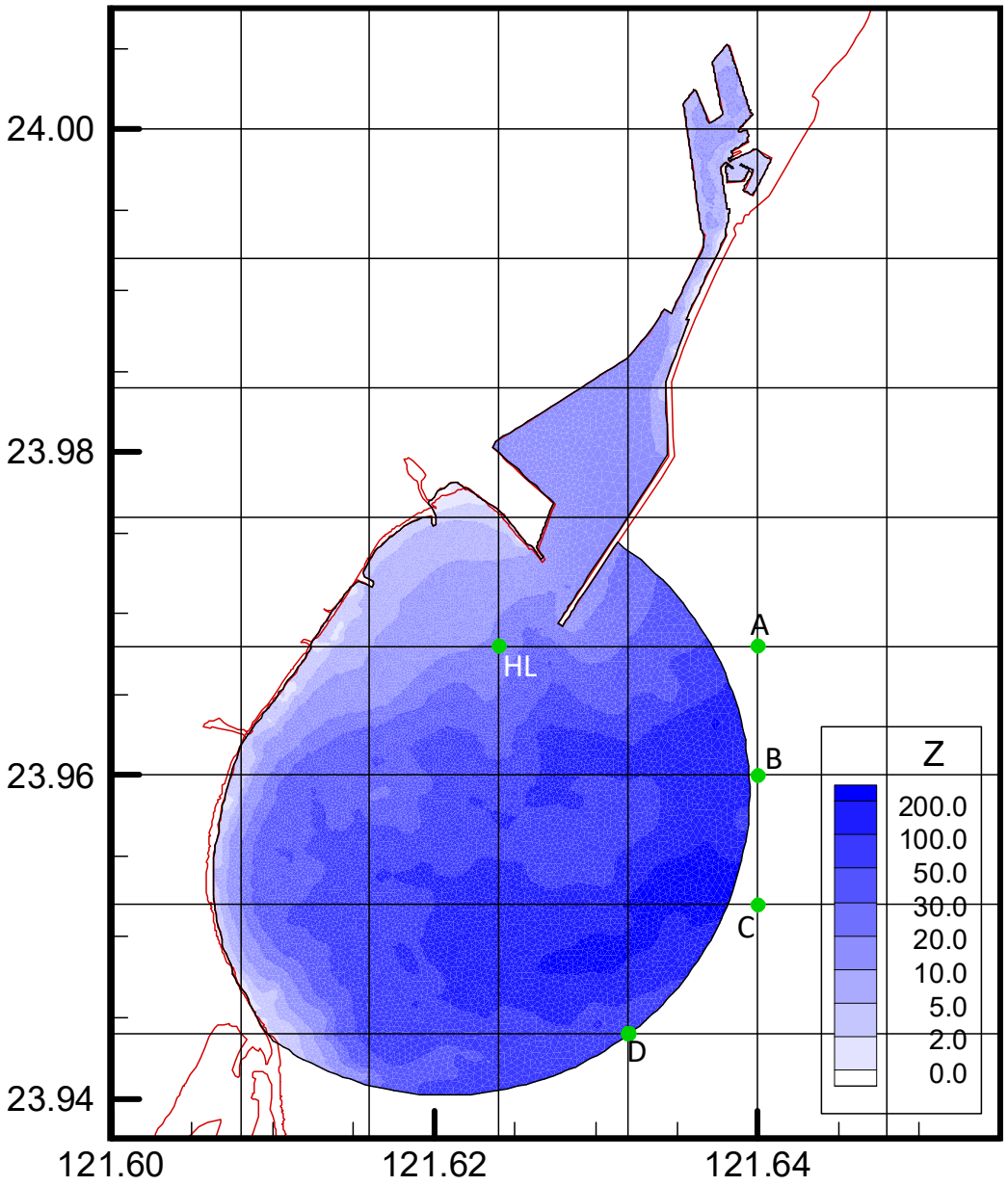


圖 8.3　花蓮港區細尺度波浪模擬範圍與花蓮域小尺度風浪模組輸出點位(圓點)分布圖

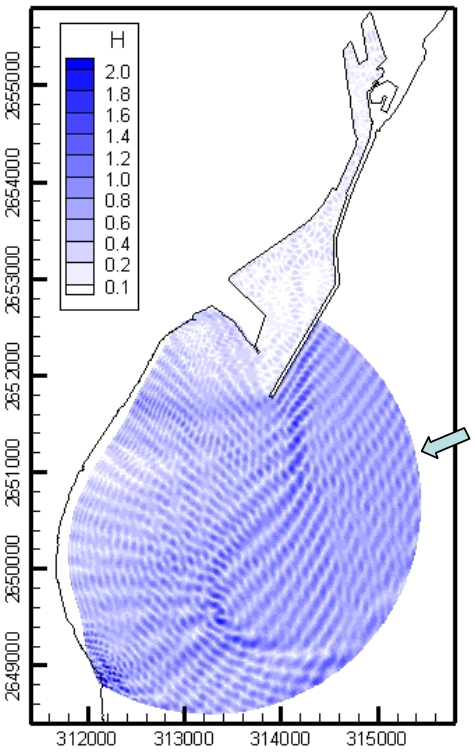


圖 8.4　花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期 10s、ESE)

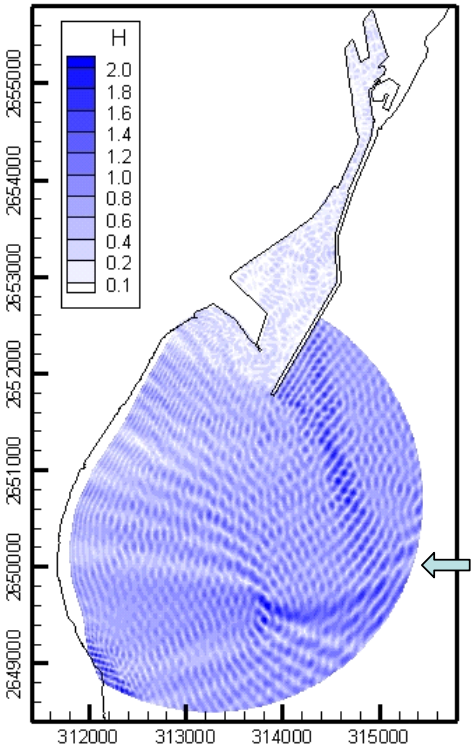


圖 8.5　花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期 10s、E)

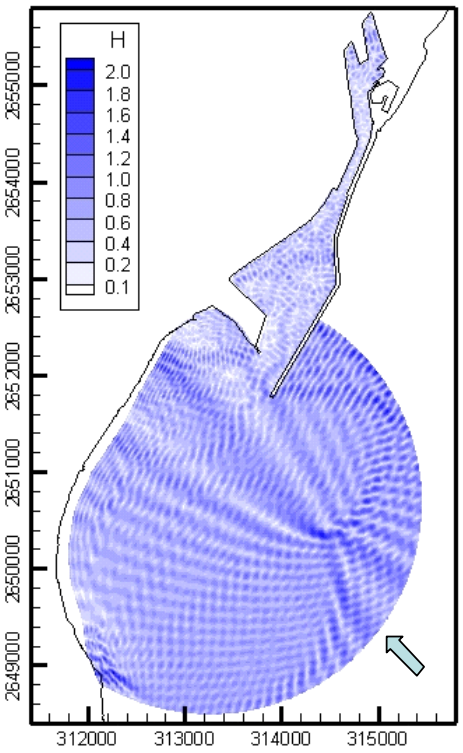


圖 8.6　花蓮港區細尺度波浪場波高分布圖(週期 10s、SW)

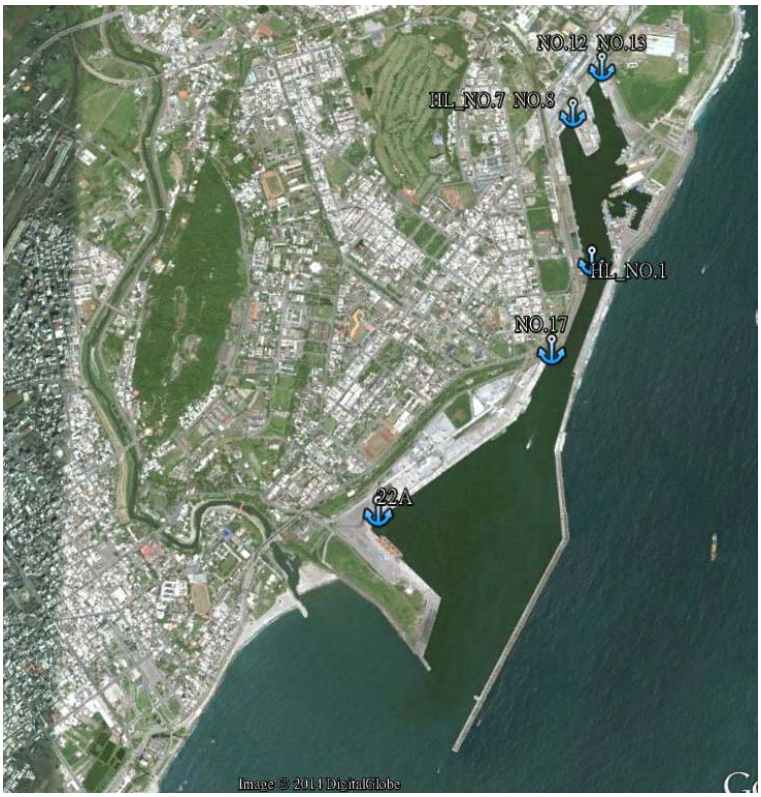


圖 8.7　花蓮港港域波高規劃展示點位分布圖

8.2 花蓮港域細尺度風浪模組建置

針對花蓮港外海波浪週期 7 sec 以下風浪，本計畫規劃擬於下年度(109 年)研究評估另建置一合適的細尺度港域波浪模組，配合小尺度花蓮海域風浪模組作業化模擬結果，計算港內波浪靜穩狀態。本計畫初步規劃新的細尺度港域波浪模組模擬範圍，如圖 8.8 所示，圖中細尺度港域波浪模組外海模擬範圍半徑 R 為 1000m，坐標原點方案有二分別如實線及虛線所示。

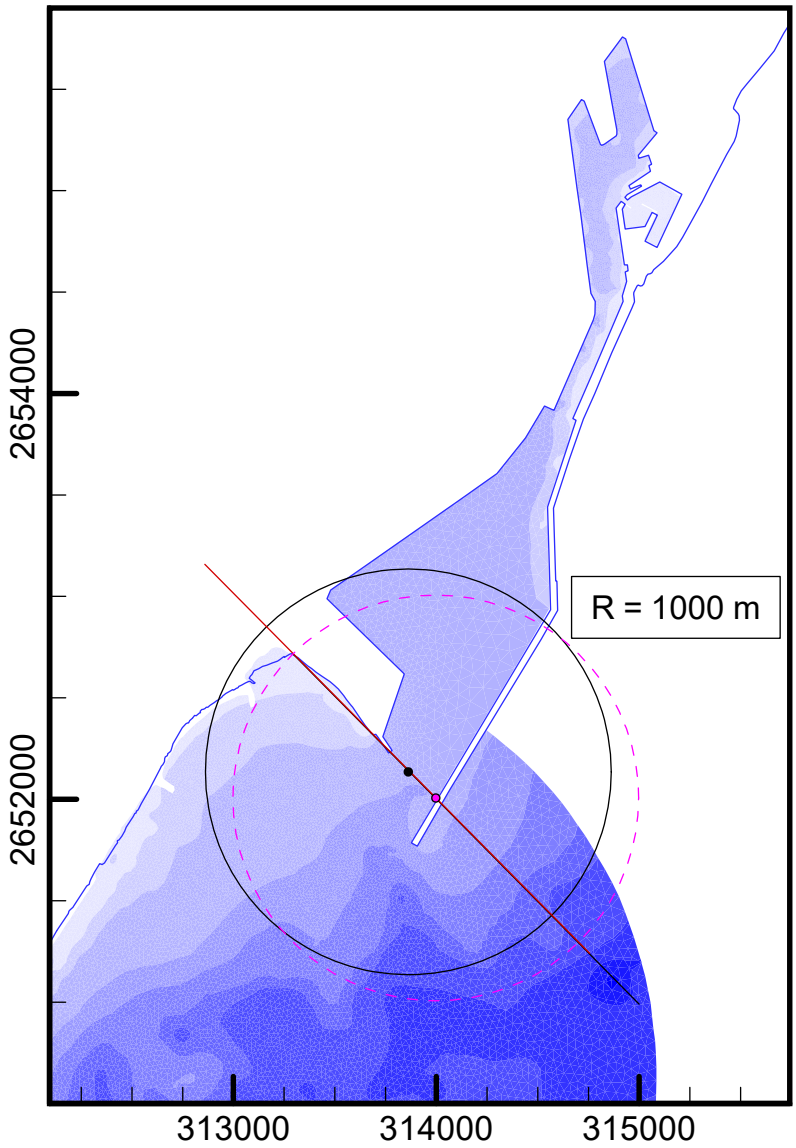


圖 8.8　下年度花蓮港細尺度風浪模組模擬範圍規劃方案示意圖

第九章　結論與建議

本計畫屬於港研中心 108 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(2/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下所建置海象模擬作業系統，為 4 年期研究計畫之第 2 年子項計畫，本計畫主要研究範圍為臺灣東部海域，並以花蓮港、蘇澳港等海域為主要對象，其中蘇澳港海域規劃於 109 年執行。本年度計畫主要結論如下：

9.1 結論

1. 在海象預報模擬系統維運與改善方面：本年度完成每日四次海象風浪模擬作業化流程改善，有助於提昇各港口風浪模擬預報準確性。
2. 綜整中央氣象局風浪預報資料：針對氣象局決定性預報模式系統 2.5km 網格模組，彙整每日四次預報示性波高資料與本計畫臺灣周圍海域風浪模組示性波高模擬值比對；整體而言，因二者採用的風場不同，因此氣象局決定性預報模式系統預報示性波高在東部海域明顯高於本計畫臺灣周圍海域風浪模組，西部海域二者模擬趨勢具有高度相似性。
3. 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：冬季季風期間(2019 年 1、2 月)，本計畫風浪示性波高模擬結果與觀測值間，本年度計畫選取 2019 年 1、2 月每日作業化風浪模擬之波高，蒐集港研中心 AWAC、氣象局資料浮標及水利署浮標等觀測資料及各測站氣象局預報資料，進行波高校驗及誤差、相關係數分析。另針對本年度侵臺颱風，本計畫選取強烈颱風利奇馬警報發布期間，每日四次作業化模擬結果(示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等)與港研中心 AWAC 測站觀測資料，進行比對及誤差、相關係數分析。整體而言，二者在西部海域模擬結果高度相似，與觀測資料間誤差分析多數測站以本計畫模擬結果誤差較小，東部海域測站多數以氣象局模擬結果誤差較小。

4. 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗：本年度利用花蓮港等 12 站 2018 年潮位觀測值，建立天文潮調和分析預報模式；其中各潮位站 2018 年潮位調和分析值與觀測值間均方根誤差值，除金門(0.162cm)、馬祖(0.163cm)、花蓮(0.106cm)表現較差外，其餘潮位站均方根誤差值均小於 0.1cm。本文臺灣周圍海域水動力模組 2019 年天文潮水位模擬值與 2019 年天文潮調和分析預測值間相關係數值，僅高雄港(0.746)及澎湖港(0.734)表現較差外，其餘各港天文潮之相關係數值均高於 0.9，屬於高度相關性。

5. 波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估：完成 2019 年(2018 年 9 月至 2019 年 8 月)海象作業化預報評估年報供港研中心內部參考。另考量新版風浪模擬子系統運作因已趨於穩定，本年度首度將其納入風浪作業化成果評估，與舊版中尺度風浪模擬結果比較，結果顯示除離島海域外，臺灣周圍海域普遍以新版風浪模擬子系統模擬結果較接近 AWAC 測站資料。

6. 東部海域小尺度風浪模擬系統建置：本計畫東部海域小尺度風浪模擬包含花蓮海域及蘇澳海域兩個小尺度模組，並採每日四次作業化模擬方式建置；於利奇馬颱風侵臺期間，花蓮浮標測站及花蓮港外海 awac 測站中、小尺度模擬結果存在明顯的差異性；惟颱風遠離後，中、小尺度模擬結果漸趨一致。蘇澳港外海 awac 測站中、小尺度模擬結果差異不明顯，蘇澳浮標測站小尺度示性波高模擬值明顯高於中尺度模擬值，平均週期及波向均以小尺度模擬結果表現較佳。

9.2 建議

1. 針對本年度已完成每日四次風浪模擬作業化預報系統，建議仍需持續測試及改善。

2. 建議評估更新現有硬體提昇模擬速度縮短每次作業化模擬時間，以減輕海象作業化模擬預報系統數值運算壓力。

參考文獻

1. Battjes, J.A. and J.P.F.M. Janssen, Energy loss and set-up due to breaking of random waves, Proc. 16th Int. Conf. Coastal ngineering, ASCE, pp.569-587, 1978.
2. Booij, N., Gravity waves on water with non-uniform depth and current, Report No 81-1, Department of Civil Engineering, Delft Univ. of Technology, Delft, The Netherland, 1981.
3. Booij, N., L.H. Holthuijsen and R.C. Ris, The ”SWAN” wave model for shallow water, Proc. 25th Int. Conf. Coastal Engng., Orlando, pp.668-676, 1996.
4. Booij, N., L.H. Holthuijsen and IJ.G. Haagsma, Comparing the secondgeneration HISWA wave model with the third-generation SWAN wave model, 5th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Melbourne, Florida, pp.215-222, 1998.
5. Booij, N., J.G. Haagsma, L.H. Holthuijsen, A.T.M.M. Kieftenburg, R.C. Ris, A.J. van der Westhuysen, M. Zijlema, SWAN Cycle III version 40.41 USER MANUAL, Delft University of Technology, 2004.
6. Connor, J. and J. Wang, Finite Element Modeling of Hydrodynamic Circulation, in Numerical Methods in Fluid Dynamics, ed. By Brebbia and Connor, Pentech Press, 1974.
7. Dingemans, M.W., Water wave propagation over uneven bottoms. Part 1 –linear wave propagation, Advanced Series on Ocean Engineering, 13, World Scientific, 471 p., 1997.
8. Hasselmann, K., On the spectral dissipation of ocean waves due to whitecapping, Bound.-layer Meteor., 6, 1-2, pp.107-127, 1974.

9. Holthuijsen, L.H., N. Booij, R. Ris, J.H. Andorka Gal and J.C.M. de Jong, A verification of the third-generation wave model “SWAN” along the southern North Sea coast, Proceedings 3rd International Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis, WAVES ’97, ASCE, pp.49-63, 1997.
10. Kirby, J.T., Rational approximations in the parabolic equation method for water waves, Coastal Eng., Vol.10, pp.355-378, 1986.
11. Kirby, J.T. and R.A. Dalrymple, A parabolic equation for combined refraction- diffraction of Stokes waves by midly varying topography, J. Fluid Mech., Vol.136, pp.219-232, 1983.
12. Komen, G.J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, and P.A.E.M. Janssen, *Dynamics and modeling of Ocean Waves*, Cambridge Univ. Press, Cambridge UK, 1994.
13. Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe, Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan, J. Oceanogr., Vol.56, pp.567-581, 2000.
14. Mei, C.C., *The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves*, John Wiley, New York, 1983.
15. Miles, J.W., On the generation of surface waves by shear flows, J. Fluid Mech., Vol.3, pp.185−204, 1957.
16. Phillips, O.M., On the generation of waves by turbulent wind, J. Fluid Mech., Vol.2, pp.417−445, 1957.
17. Radder, A.C., On the parablic equation method for water-wave propagation, J. Fluid. Mech., Vol.95, pp.159-176, 1979.

18. WAMDI group, The WAM model − a third generation ocean wave prediction model, J. Phys. Oceanogr., Vol.18, pp.1775−1810, 1988.
19. Whitham, G.B., *Linear and nonlinear waves*, Wiley, New York, 636 p., 1974
20. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、許泰文、張憲國、薛憲文、王兆璋、劉景毅、于嘉順、蘇青和、陳冠宇、廖建明、劉正琪、錢維安、許友貞、余孟娟，規劃海象觀測網暴潮數值最佳網格化系統，交通部運輸研究所，中華民國93年3月。
21. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、于嘉順、許泰文、王兆璋、張憲國、劉景毅、蘇青和、簡仲璟、薛憲文、廖建明、劉正琪、江朕榮、尤皓正、錢維安、許友貞、莊曜陽，近岸數值模擬系統之建立(1/4)，交通部運輸研究所， 2005年4月。
22. 李忠潘、陳陽益、于嘉順、王兆璋、薛憲文、張憲國、林炤圭、劉正琪、許泰文、莊曜陽，近岸數值模擬系統之建立(2/4)，交通部運輸研究所， 2005年12月。
23. 李忠潘、邱永芳、陳陽益、于嘉順、蘇青和、劉正琪、林炤圭、張憲國、王兆璋，近岸數值模擬系統之建立(3/4)，交通部運輸研究所，2007年4月。
24. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、蘇青和、劉正琪、于嘉順、林炤圭、張憲國、薛憲文、王兆璋、陳明宗、李俊穎，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(1/4)，交通部運輸研究所， 2008年3月。
25. 邱永芳、蘇青和、李忠潘、劉正琪、于嘉順、陳陽益、林炤圭、江朕榮、李俊穎、陳明宗，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)，交通部運輸研究所，2009年4月。

26. 林炤圭、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、林莉凰，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(3/4)-波浪部份，交通部運輸研究所， 2010年5月。

27. 李兆芳、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、高政宏、林莉凰，「近岸海象數值模擬及預警系統之建立(3/4)－水動力部份」，交通部運輸研究所，2010年4月。

28. 林炤圭、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、林莉凰，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(4/4)-波浪部份，交通部運輸研究所，2011年4月。

29. 李兆芳、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、高政宏、林莉凰，「近岸海象數值模擬及預警系統之建立(4/4)－水動力部份」，交通部運輸研究所，2011年4月。

30. 邱永芳、李兆芳、蘇青和、陳明宗、劉正琪、李俊穎、涂力夫、高政宏、鄭宇君、陳宜芝，「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012年3月。

31. 邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、胡凱程、鄭博今，「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012年3月。

32. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、李忠潘、曾以帆，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所研究報告，2012年4月。

33. 李兆芳、邱永芳、蘇青和、陳明宗、劉正琪、李俊穎、涂力夫、高政宏，「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013年2月。

34. 劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、鄭博今、陳信宏，「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013年2月。

35. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、李忠潘、曾以帆，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所研究報告，2013年2月。

36. 劉正琪、邱永芳、李兆芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、涂力夫、鄭博今，「提昇海岸及港灣海域海象模擬技術之研究(1/2)」，交通部運輸研究所研究報告，2014年3月。

37. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(3/4)」，交通部運輸研究所研究報告，2014年4月。

38. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、涂力夫、謝佳紘，「臺灣主要商港海象模擬技術之精進及系統維運」，交通部運輸研究所研究報告，2015年3月。

39. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(4/4)」，交通部運輸研究所研究報告，2015年3月。

40. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、唐宏結、江朕榮、謝佳紘，「海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所研究報告，2016年3月。

41. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「港灣海氣象模擬暨溢淹資訊建置之研究(1/2)」，交通部運輸研究所研究報告，2016年5月。

42. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、江朕榮、謝佳紘，「105年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所研究報告，2017年3月。

43. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「港灣海氣象模擬暨溢淹資訊建置之研究(2/2)」，交通部運輸研究所研究報告，2017年4月。

44. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、謝佳紘，「港灣海象模擬技術及作業系統之研究(2/2)」，交通部運輸研究所研究報告，2017年4月。

45. 邱永芳、李兆芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、謝佳紘、江朕榮，「港灣海象模擬技術及預警系統研發」，交通部運輸研究所研究報告，2018年3月。

附錄一

有限元素法二維水動力模式

水動力控制方程式

假設水體為具有黏滯性之不可壓縮流體，並考慮地球自轉運動之影響，則描述二維平面流場之連續方程式及運動方程式可表示如下：

$$\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial q_x}{\partial x}+\frac{\partial q_y}{\partial y}=Q_0 \quad \text{.....(A1.1)}$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t}+\frac{\partial (H^{-1}q_x^2)}{\partial x}+\frac{\partial (H^{-1}q_x q_y)}{\partial y}-fq_y = -\frac{H}{\rho_0}\frac{\partial}{\partial x}\left(p^S+\rho g\eta\right)+\frac{1}{\rho_0}\left(\tau_x^s-\tau_x^b\right)+\left(\frac{\partial F_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial F_{xy}}{\partial y}\right) \quad \text{....(A1.2)}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t}+\frac{\partial (H^{-1}q_x q_y)}{\partial x}+\frac{\partial (H^{-1}q_y^2)}{\partial y}+fq_x = -\frac{H}{\rho_0}\frac{\partial}{\partial y}\left(p^S+\rho g\eta\right)+\frac{1}{\rho_0}\left(\tau_y^s-\tau_y^b\right)+\left(\frac{\partial F_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial F_{yy}}{\partial y}\right) \quad \text{.....(A1.3)}$$

其中

$$H=\int_{-h}^{\eta} dz = h+\eta \quad \text{.....(A1.4a)}$$

$$q_x=\int_{-h}^{\eta} u dz = \bar{u}H \quad \text{.....(A1.4b)}$$

$$q_y=\int_{-h}^{\eta} v dz = \bar{v}H \quad \text{.....(A1.4c)}$$

$$\bar{u}=\frac{1}{(h+\eta)}\int_{-h}^{\eta} u dz \quad \text{.....(A1.4d)}$$

$$\bar{v}=\frac{1}{(h+\eta)}\int_{-h}^{\eta} v dz \quad \text{.....(A1.4e)}$$

$$F_{ij}=E_{ij}(q_{j,i}+q_{i,j}) \qquad i,j=x,y \quad \text{.....(A1.4f)}$$

$$\tau_i^b=C_f(q_x^2+q_y^2)^{1/2}\frac{q_i}{H^2} \qquad i=x,y \quad \text{.....(A1.4g)}$$

$$\tau_i^S = \rho_a C_d |U_{10}| U_i \qquad i,j = x,y \quad \text{.....(A1.4h)}$$

此處

h＝靜水深，

η＝水位變化，

u＝x方向之水平流速，

v＝y方向之水平流速，

Q_0＝以 Source 或 Sink 形式進出領域之流量，

ρ_0＝流體平均密度，

ρ_a＝空氣密度，

p^s＝水面壓力，

g＝重力常數，

τ_x^b＝x方向之底床剪應力，

τ_y^b＝y方向之底床剪應力，

τ_x^s＝x方向之水面剪應力

τ_y^s＝y方向之水面剪應力

C_f ＝ 底床摩擦係數，引用 Manning 公式可得$C_f = \dfrac{n^2 g}{H^{1/3}}$，

n＝曼寧係數，

C_d＝風力係數，其值為$C_d = (1.1 + 0.0536U_{10})10^{-3}$，

U_{10}＝海面上10公尺處之風速

E_{ij}＝渦動黏滯係數(Eddy coefficient)，

f＝柯氏參數(Coriolis parameter)，等於$2\omega\sin\phi$，

ω＝地球自轉之位相速度，

ϕ＝計算領域所在位置之緯度，

問題之初始條件為

$$\eta(x,y,t)=\eta_0(x,y) \quad \text{或} \quad H(x,y,t)=H_0(x,y) \text{ .....(A1.5a)}$$

$$q_x(x,y,t)=q_{x0}(x,y) \quad \text{及} \quad q_y(x,y,t)=q_{y0}(x,y) \text{ .....(A1.5b)}$$

式中 η_0、H_0、q_{x0} 及 q_{y0} 分別代表時間 $t=0$ 時之水位、水深及 x、y 方向流量。

問題之邊界條件則考慮流量邊界條件如下：

$$q_n=\alpha_{nx}q_x+\alpha_{ny}q_y=\hat{q}_n \text{ .....(A1.6a)}$$

$$q_s=-\alpha_{ny}q_x+\alpha_{nx}q_y=\hat{q}_s \text{ .....(A1.6b)}$$

或

$$q_x=\alpha_{nx}q_n-\alpha_{ny}q_s \text{ .....(A1.7a)}$$

$$q_y=\alpha_{nx}q_s+\alpha_{ny}q_n \text{ .....(A1.7b)}$$

式中 α_{nx} 及 α_{nx} 為方向導數，下標 n 及 s 分別表示法線及切線方向，$\hat{q}_n$ 及 $\hat{q}_s$ 表示給定之邊界條件。

此外，內應力項之邊界條件為

$$F_x=\alpha_{nx}F_{xx}+\alpha_{ny}F_{yx}=\hat{F}_x \text{ .....(A1.8a)}$$

$$F_y=\alpha_{nx}F_{xy}+\alpha_{ny}F_{yy}=\hat{F}_y \text{ .....(A1.8b)}$$

式中 $\hat{F}_x$ 及 $\hat{F}_y$ 表示給定之邊界條件。

有限元素法方程式

本計畫二維有限元素水動力模式係採用葛金斯加權殘差有限元素數值方法求解二維水動力系統控制方程式(A1.1)~(A1.3)式及其邊界值問題。依據 Stokes 理論(A1.1)~(A1.3)式可改寫成下列積分方程式：

$$\iint_A \left[\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} - Q_0 \right] \delta H \ \mathrm{d}A = 0 \quad \text{.....(A1.9)}$$

$$\iint_A \left[\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_x^2 \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_y q_x \right)}{\partial y} - f q_y + \frac{H}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \left(P^s + \rho g \eta \right) \right] \delta q_x \ \mathrm{d}A$$
$$- \iint_A \left[\frac{\tau_x^s - \tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x - F_{xx} \frac{\partial (\delta q_x)}{\partial x} - F_{yx} \frac{\partial (\delta q_x)}{\partial y} \right] \mathrm{d}A - \int_{\partial A} F_x' \delta q_x \ \mathrm{d}L = 0 \quad \text{...(A1.10)}$$

$$\iint_A \left[\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_x q_y \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_y^2 \right)}{\partial y} + f q_x + \frac{H}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \left(P^s + \rho g \eta \right) \right] \delta q_y \ \mathrm{d}A$$
$$- \iint_A \left[\frac{\tau_y^s - \tau_y^b}{\rho_0} \delta q_x - F_{xy} \frac{\partial (\delta q_y)}{\partial x} - F_{yy} \frac{\partial (\delta q_y)}{\partial y} \right] \mathrm{d}A - \int_{\partial A} F_y' \delta q_y \ \mathrm{d}L = 0 \quad \text{...(A1.11)}$$

式中 A 代表計算領域，∂A 代表計算領域 A 之邊界，dA 及 dL 分別代表面積分及線積分之微小單元，δH、δq_x 及 δq_y 分別為權函數(weighting function)，F_x' 及 F_y' 分別代表邊界上的內應力項。

常見求解上述積分方程式(A1.9)~ (A1.11)式之方法為有限元素近似法，即將計算領域分割成有限個次領域(subdomain)稱之為元素(element)，各元素之間以節點(nodes)連接，節點上的未知數稱為自由度(degree of freedom)。本計畫採用含有三個節點之三角形元素分割計算領域，在每個元素內上述物理量 H、q_x 及 q_y 可以分別用線性內插函數(或稱為形狀函數) N_j^e (j = 1, 2, 3，對應於三角元素三個節點)及節點上未知函數 H_j^e 、q_{xj}^e 及 q_{xj}^e 近似表示，即

$$H^e = N_1^e H_1^e + N_2^e H_2^e + N_3^e H_3^e = \left\{ N^e \right\}^T \left\{ H^e \right\} = \left\{ H^e \right\}^T \left\{ N^e \right\} \quad \text{.....(A1.12)}$$

$$q_x^e = N_1^e q_{x1}^e + N_2^e q_{x2}^e + N_3^e q_{x3}^e = \left\{ N^e \right\}^T \left\{ q_x^e \right\} = \left\{ q_x^e \right\}^T \left\{ N^e \right\} \quad \text{.....(A1.13a)}$$

$$q_y^e = N_1^e q_{y1}^e + N_2^e q_{y2}^e + N_3^e q_{y3}^e = \left\{ N^e \right\}^T \left\{ q_y^e \right\} = \left\{ q_y^e \right\}^T \left\{ N^e \right\} \quad \text{.....(A1.13b)}$$

上述表示式中 $\left\{ H^e \right\}$ 、$\left\{ q_x^e \right\}$ 、$\left\{ q_y^e \right\}$ 及 $\left\{ N^e \right\}$ 之轉置矩陣分別為

$$\left\{H^e\right\}^T=\left\{H_1^e,\quad H_2^e,\quad H_3^e\right\} \quad \text{(A1.14a)}$$

$$\left\{q_x^e\right\}^T=\left\{q_{x1}^e,\quad q_{x2}^e,\quad q_{x3}^e\right\} \quad \text{(A1.14b)}$$

$$\left\{q_y^e\right\}^T=\left\{q_{y1}^e,\quad q_{y2}^e,\quad q_{y3}^e\right\} \quad \text{(A1.14c)}$$

$$\left\{N^e\right\}^T=\left\{N_1^e,\quad N_2^e,\quad N_3^e\right\} \quad \text{(A1.14d)}$$

其中三角元素之線性內插函數N_j^e計算如下

$$N_j^e=\left(a_j+b_jx+c_jy\right)\Big/2\Delta^e,\qquad j=1,\,2,\,3 \quad \text{(A1.15a)}$$

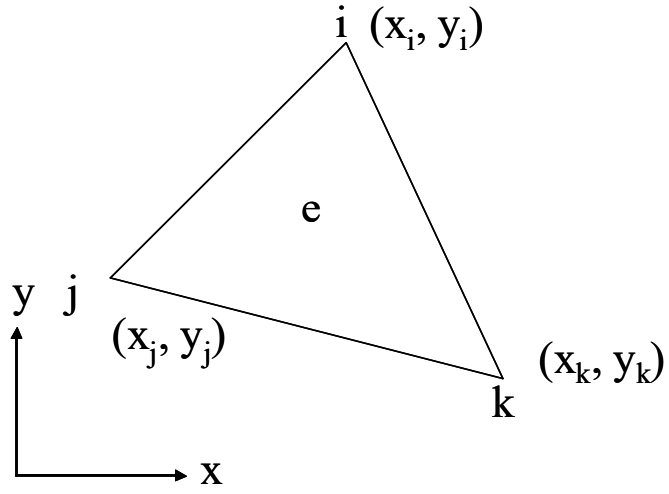
$$a_i=x_j^ey_k^e-x_k^ey_j^e \quad \text{(A1.15b)}$$

$$b_i=y_j^e-y_k^e \quad \text{(A1.15c)}$$

$$c_i=x_k^e-x_j^e \quad \text{(A1.15d)}$$

$$\Delta^e=\frac{1}{2}\begin{vmatrix}1 & x_1^e & y_1^e\\ 1 & x_2^e & y_2^e\\ 1 & x_3^e & y_3^e\end{vmatrix} \quad \text{(A1.15e)}$$

式中$\left(x_j^e,y_j^e\right)$為三角元素節點 j 之座標(如附圖 1.1 所示)，(A1.15e)式代表座標之線性函數。



附圖 1.1 三角形元素座標定義

(A1.9)式各項積分式之計算說明如下：

$$\iint_A \frac{\partial H}{\partial t}\delta H\,dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial H}{\partial t}\delta H\right)dA^e$$

$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T \frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t}dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t} \quad \text{(A1.16a)}$$

$$\iint_A \frac{\partial q_x}{\partial x}\delta H\,dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial q_x}{\partial x}\delta H\right)dA^e$$

$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial x}\left\{q_x^e\right\}dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[G_x^e\right]\left\{q_x^e\right\} \quad \text{.....(A1.16b)}$$

$$\iint_A \frac{\partial q_y}{\partial y}\delta H\,dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial q_y}{\partial y}\delta H\right)dA^e$$

$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial y}\left\{q_y^e\right\}dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[G_y^e\right]\left\{q_y^e\right\} \quad \text{.....(A1.16c)}$$

$$\iint_A Q_0\delta H\,dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(Q_0\delta H\right)dA^e$$

$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T \left\{Q_0^e\right\}dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\} \quad \text{.....(A1.16d)}$$

其中

$$\left[M_h^e\right]=\iint_e\left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T dA^e=\frac{\Delta^e}{12}\begin{bmatrix}2&1&1\\1&2&1\\1&1&2\end{bmatrix} \quad \text{.....(A1.17a)}$$

$$\left[G_x^e\right]=\iint_e\left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial x}dA^e=\frac{1}{6}\begin{bmatrix}b_1&b_2&b_3\\b_1&b_2&b_3\\b_1&b_2&b_3\end{bmatrix} \text{.....(A1.17b)}$$

$$\left[G_y^e\right]=\iint_e\left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial y}dA^e=\frac{1}{6}\begin{bmatrix}c_1&c_2&c_3\\c_1&c_2&c_3\\c_1&c_2&c_3\end{bmatrix} \text{.....(A1.17c)}$$

將上述各項積分離散式代入積分方程式(A1.9)式，則(A1.9)式可簡化成

$$\sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T\left\{\left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t}+\left[G_x^e\right]\left\{q_x^e\right\}+\left[G_y^e\right]\left\{q_y^e\right\}-\left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\}\right\}=0 \text{ ...(A1.18)}$$

定義陣列$\{\delta H\}$及$\{H\}$分別為全部的$\left\{\delta H^e\right\}$及$\left\{H^e\right\}$結合後之整體陣列(global array)，陣列$\{q\}$為$\left\{q_x^e\right\}$及$\left\{q_y^e\right\}$合併後之整體陣列，則(A1.18)式可結合成一矩陣方程式如下

$$\{\delta H\}^T\left\{\left[M_h\right]\frac{\partial\{H\}}{\partial t}+\left[G_h\right]\{q\}+\{R_h\}\right\}=0 \text{.....(A1.19)}$$

式中整體矩陣$\left[M_h\right]$、$\left[G_h\right]$及$\left\{H^e\right\}$分別為元素矩陣$\left[M_h^e\right]$、$\left[G_x^e\right]$與$\left[G_y^e\right]$以及$\left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\}$結合後之整體矩陣列，其中整體矩陣$\left[M_h\right]$為一對稱矩陣。

由於陣列$\{\delta H\}^T$為任意函數，故可得到

$$\left\{\left[M_h\right]\frac{\partial\{H\}}{\partial t}+\left[G_h\right]\{q\}+\{R_h\}\right\}=0 \text{.....(A1.20)}$$

(A1.10)式各項積分式之計算說明如下：

$$\iint_A \left(\frac{\partial q_x}{\partial t} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\partial q_x}{\partial t} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \frac{\partial \left\{ q_x^e \right\}}{\partial t} \quad \text{.....(A1.21a)}$$

定義 $\hat{q}_{ij} = H^{-1} q_i q_j$ ，i、$j = x$ 、y

$$\iint_A \left(\frac{\partial H^{-1} q_x^2}{\partial x} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\partial H^{-1} q_x^2}{\partial x} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[G_x^e \right] \left\{ \hat{q}_{xx}^e \right\} \quad \text{(A1.21b)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\partial H^{-1} q_x q_y}{\partial y} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\partial H^{-1} q_x q_y}{\partial y} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[G_y^e \right] \left\{ \hat{q}_{yx}^e \right\}$$

$$\text{.....(A1.21c)}$$

$$\iint_A \left(f q_y \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(f q_y \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T f \left[M_h^e \right] \left\{ q_y^e \right\} \quad \text{.....(A1.21d)}$$

$$\iint_A \left(\frac{H}{\rho_0} \frac{\partial p^S}{\partial x} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{H}{\rho_0} \frac{\partial p^S}{\partial x} \delta q_x \right) dA^e$$

$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{(b_1 p_1 + b_2 p_2 + b_3 p_3)}{2 \rho_0 \Delta^e} \quad \text{.....(A1.21e)}$$

$$\iint_A \left(gH \frac{\partial \eta}{\partial x} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(gH \frac{\partial \eta}{\partial x} \delta q_x \right) dA^e$$

$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{g(b_1 \eta_1^e + b_2 \eta_2^e + b_3 \eta_3^e)}{2 \Delta^e} \quad \text{.....(A1.21f)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_x^s}{\rho_0} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\tau_x^s}{\rho_0} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{se}{}_x \right\} \quad \text{.....(A1.21g)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{be}{}_x \right\} \quad \text{.....(A1.21h)}$$

$$\iint_A \left(F_{xx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(F_{xx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{E_{xx} \bar{H}}{12 \Delta^e} \left[M_{bb}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} \text{(A1.21i)}$$

$$\iint_A \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA^e$$

$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{E_{yx} \bar{H}}{24 \Delta^e} \left\{ \left[M_{cb}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} + \left[M_{cc}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} \right\} \quad \text{.....(A1.21j)}$$

$$\int_{\partial A}\left(F_x'\delta q_x\right)dL=\sum_{\partial e\in\partial A}\int_{\partial e}\left(F_x'\delta q_x\right)dL^e=\sum_{\partial e\in\partial A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T\int_{\partial e}\left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T\left\{F_x'\right\}dL^e$$

$$=\sum_{\partial e\in\partial A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T\frac{L^e}{6}\begin{bmatrix}2&1\\1&2\end{bmatrix}\left\{F_x'^e\right\} \qquad \text{(A1.21k)}$$

其中 $\bar{H}^e=\left(H_1^e+H_2^e+H_3^e\right)$，$\left(\bar{u},\bar{v}\right)=H^{-1}\left(q_x,q_y\right)$

$$\left[M_{bb}^e\right]=\begin{bmatrix}b_1^2&b_1b_2&b_1b_3\\b_2b_1&b_2^2&b_2b_3\\b_3b_1&b_3b_2&b_3^2\end{bmatrix} \qquad \text{(A1.22a)}$$

$$\left[M_{cb}^e\right]=\begin{bmatrix}c_1b_1&c_1b_2&c_1b_3\\c_2b_1&c_2b_2&c_2b_3\\c_3b_1&c_3b_2&c_3b_3\end{bmatrix} \qquad \text{(A1.22b)}$$

$$\left[M_{cc}^e\right]=\begin{bmatrix}c_1^2&c_1c_2&c_1c_3\\c_2c_1&c_2^2&c_2c_3\\c_3c_1&c_3c_2&c_3^2\end{bmatrix} \qquad \text{(A1.22c)}$$

同理，(A1.11)式各項積分式之計算如下：

$$\iint_A\left(\frac{\partial q_y}{\partial t}\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T\left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{q_y^e\right\}}{\partial t} \qquad \text{(A1.23a)}$$

$$\iint_A\left(\frac{\partial H^{-1}q_xq_y}{\partial x}\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T\left[G_x^e\right]\left\{\hat{q}_{xy}^e\right\} \qquad \text{(A1.23b)}$$

$$\iint_A\left(\frac{\partial H^{-1}q_y^2}{\partial y}\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T\left[G_y^e\right]\left\{\hat{q}_{yy}^e\right\} \qquad \text{(A1.23c)}$$

$$\iint_A\left(fq_x\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T f\left[M_h^e\right]\left\{q_x^e\right\} \qquad \text{(A1.23d)}$$

$$\iint_A\left(\frac{H}{\rho_0}\frac{\partial p^S}{\partial y}\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T\left[M_h^e\right]\left\{H^e\right\}\frac{\left(c_1p_1+c_2p_2+c_3p_3\right)}{2\rho_0\Delta^e} \qquad \text{(A1.23e)}$$

$$\iint_A\left(gH\frac{\partial\eta}{\partial y}\delta q_y\right)dA=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_y^e\right\}^T\left[M_h^e\right]\left\{H^e\right\}\frac{g\left(c_1\eta_1^e+c_2\eta_2^e+c_3\eta_3^e\right)}{2\Delta^e} \qquad \text{(A1.23f)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_y^s}{\rho_0} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{se}{}_y \right\} \quad \text{.....(A1.23g)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_y^b}{\rho_0} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{be}{}_y \right\} \quad \text{.....(A1.23h)}$$

$$\iint_A \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_y}{\partial y} \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{E_{xy} \bar{H}}{24\Delta^e} \left\{ \left[M_{cb}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} + \left[M_{bb}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} \right\} \text{.....(A1.23i)}$$

$$\iint_A \left(F_{yy} \frac{\partial \delta q_y}{\partial y} \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{E_{yy} \bar{H}}{12\Delta^e} \left[M_{cc}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} \text{.....(A1.23j)}$$

$$\int_{\partial A} \left(F_y' \delta q_y \right) dL = \sum_{\partial e \in \partial A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{L^e}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \left\{ F_y'^e \right\} \text{.....(A1.23k)}$$

將上述各項積分式分別代入(A1.10)式及(A1.11)式並且將其組合成一整體矩陣方程式如下：

$$\left[M_m \right] \frac{\partial \{q\}}{\partial t} + \left[G_m \right] \{q\} + \left[K_m \right] \{\eta\} + \{R_m\} = 0 \text{.....(A1.24)}$$

以上推導得知透過有限元素空間座標積分可以將原積分方程式(A1.9)~(A1.11)離散化成求解一階時間項常微分方程組(A1.20)式及(A1.24)式。

一般而言，求解上述一階時間項常微分方程組(A1.20)式及(A1.24)式之方法甚多，原則上以求解方法之精確性、穩定性及效率為主要考量因素。本研究採用時間分離(split-time)之前項差分方法求解(A1.20)式及(A1.24)式，有關求解之程序說明如下：

先將一階時間項常微分方程組(A1.20)式及(A1.24)式重組成

$$\left[M_h \right] \frac{\partial \{H\}}{\partial t} = \{P_h\} \text{.....(A1.25)}$$

$$\left[M_m \right] \frac{\partial \{q\}}{\partial t} = \{P_m\} \text{.....(A1.26)}$$

式中陣列$\{P_h\}$及$\{P_m\}$之元素通常為 H、q 及 t 之函數。

求解上時間項採用梯型法則計算且 H 及 q 分別在時間序列上交錯排列，即 H 及 q 分別在時間$t_{n-½}$及t_n(n = 1, 2, 3,….)上求解，則(A1.25)式及(A1.26)式可改寫成

$$[M_h]\left\{\{H\}_{n+\frac{1}{2}}-\{H\}_{n-\frac{1}{2}}\right\}=\Delta t\left\{P_h\left(\{H\}_{n-\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_n\right)\right\} \quad \text{.....(A1.27)}$$

$$[M_m]\left\{\{q\}_{n+1}-\{q\}_n\right\}=\Delta t\left\{P_m\left(\{H\}_{n+\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_{n+\frac{1}{2}}\right)\right\} \quad \text{.....(A1.28)}$$

或

$$\{H\}_{n+\frac{1}{2}}=\{H\}_{n-\frac{1}{2}}+\Delta t[M_h]^{-1}\left\{P_h\left(\{H\}_{n-\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_n\right)\right\} \quad \text{.....(A1.29)}$$

$$\{q\}_{n+1}=\{q\}_n+\Delta t[M_m]^{-1}\left\{P_m\left(\{H\}_{n+\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_{n+\frac{1}{2}}\right)\right\} \quad \text{.....(A1.30)}$$

因此當初始條件$\{H\}_{n-\frac{1}{2}}$及$\{q\}_n$已知時，可由(A1.29)式直接求解$\{H\}_{n+\frac{1}{2}}$，再由(A1.30)式求解$\{q\}_{n+1}$，然後重複上述步驟連續求解。

依據 Connor and Wang (1974)研究結果指出上述求解方法之穩定性條件(stability condition)為

$$\Delta t<1.5\Delta t_{cr}=1.5\,\Delta s^*/U^* \quad \text{.....(A1.31)}$$

式中 Δs^*為代表性網格大小，$U^*=\sqrt{2gH}$ 。

有關渦動粘滯性係數之決定，Connor and Wang (1974)提出下列經驗公式，亦即

$$E_{xx}\sim ag(\tilde{\eta}/\tilde{u})\tilde{x} \quad \text{.....(A1.32)}$$

式中 E_{xx}為渦動粘滯性係數，其單位為 m^2/s，a 為無因次係數，其合理的範圍為 0.01~0.1 之間；g 為重力加速度，$\tilde{\eta}$為潮汐代表性潮差，$\tilde{u}$為潮流代表性流速，$\tilde{x}$為三角元素代表性邊界。

附錄二　相關波浪模式介紹

2.1 西太平洋範圍風浪模組之基本理論

對 TaiCOMS 而言，大尺度西太平洋範圍風浪模組是依據海洋波浪預測模式 WAM (WAve Modeling)為模式之基礎而建置的，目前 TaiCOMS 使用的版本係經由 WAMDI (The Wave Model Development and Implementation) Group (1988)改良的模式。WAM 模式所使用的基本方程式為二維波浪能量平衡方程式，此方程式能夠描述方向波譜在時間及空間上的變化過程。這些變化過程包括風浪的生成、波能的消散、底床摩擦效應，以及波與波之間非線性交互作用。其波浪能量平衡方程式可表示為：

$$\frac{\partial F}{\partial t}+\nabla\bullet\left(\vec{C}_g F\right)=S \quad \text{.....(A2.1)}$$

式中 $F=F\left(f,\theta,\vec{x},t\right)$ 為波浪能量密度譜(spectral density)，f 為波浪的頻率，θ 定義為波浪的傳播方向，$\vec{x}$ 為位置，t 為時間，$\vec{C}_g$ 為波浪群速度(group velocity)，S 為源函數(source function)。

在大範圍波浪場計算時，因地球曲率會影響波浪的傳遞，因此常以球面座標系統(ϕ，λ)推導(A2.1)式，得到下列描述二維波浪能量平衡方程式之球面座標表示式如下：

$$\frac{\partial F}{\partial t}+\frac{1}{\cos\phi}\frac{\partial}{\partial\phi}\left(C_\phi F\right)+\frac{\partial}{\partial\lambda}\left(C_\lambda F\right)+\frac{\partial}{\partial\theta}\left(C_\theta F\right)=S \quad \text{.....(A2.2)}$$

式中 ϕ 為緯度，λ 為經度，C_ϕ、C_λ 與 C_θ 分別為波浪群速度 $\vec{C}_g$ 在球面座標 ϕ、λ 軸及波浪傳播方向 θ 之空間傳遞速率，其中：

$$C_\phi=\left|\vec{C}_g\right|\frac{\sin\theta}{R} \quad \text{.....(A2.3)}$$

$$C_\lambda=\left|\vec{C}_g\right|\frac{\cos\theta}{R} \quad \text{.....(A2.4)}$$

$$C_\theta = \frac{1}{k}\frac{\partial \omega}{\partial d}\left(\frac{\sin\theta}{\cos\phi}\frac{\partial d}{\partial \lambda} - \cos\theta\frac{\partial d}{\partial \phi}\right)\Big/ R \quad \text{.....(A2.5)}$$

式中 R 為地球半徑(m)，ω 為波浪角頻率，k 為波數(wave number)，d 為水深。

在 WAM 模式(cycle 4 及 cycle 5)中，源函數 S 可表示成

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{dis} + S_{bot} \quad \text{.....(A2.6)}$$

式中源函數 S_{in} 、S_{dis} 、S_{bot} 、S_{nl} 分別代表風浪之成長項、能量消散項、底床摩擦項及波浪間非線性交互作用項。

在 WAM 模式中風浪成長項 S_{in} 之計算係採用 Snyder et al. (1981)提出的無因次摩擦速度 u_* 經驗式，依據風浪生成之近似線性理論(Janssen ，1989, 1991)得知，風浪成長項 S_{in} 可表示如下：

$$S_{in} = \gamma \cdot F \quad \text{.....(A2.7)}$$

式中 γ 為波能成長率，WAM 模式之波能成長率 γ 計算採用 Janssen (1989, 1991)之經驗式，其結合了海表面摩擦速度與波齡來決定風浪的成長率，即

$$\gamma = \varepsilon\omega\beta\left(u_*/c\right)^2\cos^2\left(\overline{\theta} - \theta_w\right), \quad \left|\overline{\theta} - \theta_w\right| < \pi/2 \quad \text{.....(A2.8)}$$

式中 ε 為空氣與水之密度比率(=1.225×10^{-3})，β 為 Miles 常數(=1.2, Janssen 1991 或 Komen et al. 1994)，u_* 為風作用於海面之摩擦速度，c 為波速(或為波浪位相速度)，$\overline{\theta}$ 為平均波向(指波浪傳播方向)，θ_w 為平均風向。另依據 Janssen (1991)之研究得知，Miles 常數 β 可由下列表示式計算得到

$$\beta = \frac{1.2}{\kappa^2}\mu\ln^4\left(\mu\right) \quad , \quad \mu \le 1.0 \quad \text{.....(A2.9)}$$

其中

$$\mu = \left(\frac{u_*}{\kappa c}\right)\left(\frac{gz_0}{u_*^2}\right)\exp\left[\left(\frac{\kappa c}{u_*}\right)\frac{1}{\cos\left(\theta - \theta_w\right)}\right] \quad \text{.....(A2.10)}$$

式中 κ 為 von Karman 常數(= 0.41)，z_0 海面粗糙長度(roughness length)，g 為重力加速度。

針對粗糙長度 z_0 之計算如下：

$$z_0 = \frac{\alpha\tau}{g} \quad \text{.....(A2.11)}$$

$$\alpha = \frac{\hat{\alpha}}{\sqrt{1-(\tau_w/\tau)}} \quad \text{.....(A2.12)}$$

式中 α 為與海面狀況有關的 Charnock 參數，τ 為氣流通過海面波浪引起的運動應力(kinematic stress)，τ_w 為重力波引起的波應力。其中運動應力 τ 等於摩擦速度 u_*之平方，其與海面上風速對數剖面及粗糙長度之關係如下

$$\tau = u_*^2 = \left(\frac{\kappa U(z_{obs})}{\ln(z_{obs}/z_0)}\right)^2 \quad \text{.....(A2.13)}$$

式中 z_{obs} 為在波浪上方之平均高度；至於，波浪引起的波應力 τ_w 之計算如下

$$\tau_w = 2\pi\varepsilon^{-1} g \int df d\theta \cdot S_{in}\vec{k} \quad \text{.....(A2.14)}$$

其中未知係數 $\hat{\alpha}$ 建議採用 0.01。

在 WAM 模式中波浪之能量消散機制是依據 Hasselmann (1974)所提出之準線性形式，其概念主要假設海面波浪的消散行為屬於平均衰減的，因此波浪能量消散項 S_{dis} 可表示成

$$S_{dis} = \gamma_{ds} \cdot F \quad \text{.....(A2.15)}$$

其中

$$\gamma_{ds} = -C_{ds}\langle\omega\rangle\left[\langle k\rangle^2 E\right]^2\left[\frac{k}{\langle k\rangle} + \left(\frac{k}{\langle k\rangle}\right)^2\right] \quad \text{.....(A2.16)}$$

式中係數 $C_{ds} = 4.5$，$\omega = 2\pi f$，符號 $\langle\bullet\rangle$ 代表對整個波浪之平均值，

其中

$$E = \iint F(f,\theta) df \cdot d\theta \quad \text{.....(A2.17)}$$

$$\langle \omega \rangle = E\left\{ \iint F(f,\theta)(2\pi f)^{-1} df \cdot d\theta \right\}^{-1} \quad \text{.....(A2.18)}$$

$$\langle k \rangle = E\left\{ \iint F(f,\theta) k^{-1} df \cdot d\theta \right\}^{-1} \quad \text{.....(A2.19)}$$

關於底床摩擦引起的能量損失項S_{bot}，其計算如下：

$$S_{bot} = -C_{bot} \frac{k \tanh(kd)}{g \sinh^2(kd)} F \quad \text{.....(A2.20)}$$

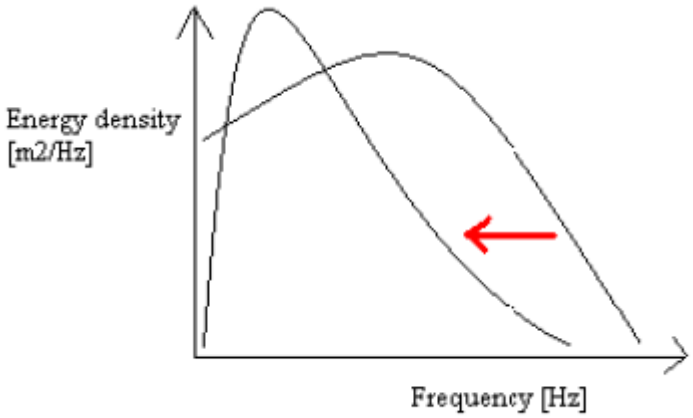
式中 g 為重力加速度，k 為波數，d 為水深，C_{bot} 為底床摩擦係數；在 WAM 模式中對於床摩擦係數 C_{bot} 值建議採用 Hasselmann 等人 (1973) 在湧浪的條件下以 JONSWAP 的實驗求得之底床摩擦係數 $C_{bot}= 0.038 m^2 s^{-3}$。

至於非線性交互作用項S_{nl} 之計算則採用 Hasselmann (1963)之四個波之波浪交互作用理論，即波譜的急劇成長是由波譜尖峰頻率從風獲得能量後再經由非線性作用使得波譜尖峰頻率的能量分別向高頻及低頻處傳遞，且隨著風速加大導致尖峰頻率向低頻移動的現象，如附圖 2.1 所示。當紛紜波浪中存在有四組波浪滿足下列共振(resonant)條件(A2.21a,b)式時，則此四組波浪會產生能量之交換。

$$\vec{k}_1 + \vec{k}_2 = \vec{k}_3 + \vec{k}_4 \quad \text{.....(A2.21a)}$$

$$\omega_1 + \omega_2 = \omega_3 + \omega_4 \quad \text{.....(A2.21b)}$$

有關非線性交互作用項S_{nl} 計算之詳細說明可參考 Komen et al. (1994)。



附圖 2.1 波浪能量由高頻向低頻傳遞之示意圖

2.2 臺灣周圍海域範圍風浪模組之基本理論

TaiCOMS 中尺度臺灣周圍海域範圍風浪模組係採用荷蘭 Delft 技術大學發展的近海風浪模式 SWAN (Booij et al. 1996)作為模組建置之核心主體，目的在於利用 SWAN 風浪模式強大功能模擬臺灣近岸海域風浪場變化，藉以獲得更精確的近岸海域波浪資訊。SWAN 風浪模式不僅具有第三代風浪模式的特徵，且在能量成長與消散項的參數選擇上比其它模式更具彈性；SWAN 風浪模式可以計算波浪在時間及控間領域之傳遞、波與波之間非線性的交互作用、波浪受風之成長、碎波之能量消散、底床摩擦引起的能量損失、以及波浪受到海流及地形變化影響而產生的頻率位移、淺化與折射等物理過程。

總之，SWAN 風浪模式是一個利用風、海底底床及海流狀況獲得在海岸地區、湖泊或河口附近水域的合理預估的波浪參數的波浪數值模式，此數值模式基本上是依據波浪作用力平衡方程式(wave action balance equation)，如(A2.22)式所示，以及源函數項等求解波浪作用力密度波譜(action density spectrum)，$N(\sigma,\theta)$，其中σ為相對的波浪頻率；θ為波浪方向角；因此 SWAN 本質上屬於第三代風浪預報模式。

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial c_x N}{\partial x}+\frac{\partial c_y N}{\partial y}+\frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma}+\frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta}=\frac{\overline{S}}{\sigma} \quad \text{.....(A2.22)}$$

式中 x，y 為直角座標系統之座標軸，c_x 及 c_y 分別為波浪作用力在 x 及 y 空間之傳遞速度，c_θ 代表波浪作用力在波向 θ 空間之傳遞速度，c_σ 代表波浪作用力在波浪頻率 σ 空間之傳遞速度，S 代表波浪成長與消散之源函數項。其中

$$c_x = \frac{dx}{dt} = C_g \cos\theta + U_x \quad \text{.....(A2.23)}$$

$$c_y = \frac{dy}{dt} = C_g \sin\theta + U_y \quad \text{.....(A2.24)}$$

$$c_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{k}\frac{\partial\sigma}{\partial d}(\sin\theta\frac{\partial d}{\partial x} - \cos\theta\frac{\partial d}{\partial y}) + (\sin\theta\frac{\partial U_s}{\partial x} - \cos\theta\frac{\partial U_s}{\partial y})$$
.....(A2.25)

$$c_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial\sigma}{\partial d}(\frac{\partial d}{\partial t} + U_x\frac{\partial d}{\partial x} + U_y\frac{\partial d}{\partial y}) - C_g k(\cos\theta\frac{\partial U_s}{\partial x} + \sin\theta\frac{\partial U_s}{\partial y})$$
.....(A2.26)

式中 C_g 為波浪群速度，U_x 及 U_y 分別為水流速度在 x-及 y-軸方向分量，k 為波浪之波數，d 為水深。

於(A2.22)式中第一項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$隨時間之變化率；第二及第三項為波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$在平面空間上分別以 c_x 及 c_y 之速度在 x-及 y-軸方向傳遞；第四項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$受到水深及流變化影響導致在相對頻率 σ-軸上以 c_σ 的速度位移；第五項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$因水深或流所引起的折射效應；等號右邊 $\overline{S}(\sigma,\theta)$ 代表以能量密度表示之源函數項，其包含能量的生成、衰減、及非線性的波浪交互作用(有關各項源函數計算之詳細理論說明可參考 SWAN 使用手冊)。

在 SWAN 風浪數值模式中，主要是利用有限差分法來求解(A2.22)式；在邊界條件處理上，SWAN 模式假定波浪能量遇到陸地邊界為完全消散，亦即無任何波浪能量反射；外海開放邊界條件則假設沒有任何波浪能量可以由開放邊界外進入計算領域，但允許波浪能量可以由開放邊界內自由離開計算領域。

2.3 近岸波浪折繞射模式之基本理論

Radder (1979)依據線性緩坡方程式之理論基礎，將波浪場分離成向前之進行波與向後之進行波(忽略向後之散射波)等兩種成份波，發展出拋物線型緩坡波浪模式。相較於橢圓型緩坡方程式及雙曲線型緩坡方程式，拋物線型緩坡模式具有下列優點：(1)模式下游端之邊界條件不再是必要的，(2)具有高度數值運算效率。其缺點為受到垂直波向之橫向導數近似表示式之限制，波浪之傳播僅適用於給定波向之 45°範圍內。

Booij (1981)採用 Lagrangian 求解方法發展出含波、流交互作用影響之拋物線型緩坡方程式，同時引入較多的項次代表側向導數之近似解，將拋物線波浪模式適用範圍提升至給定波向之 60°範圍內。Kirby and Dalrymple (1983)先於 Booij (1981)之模式中增加非線性修正項，使其可以處理弱非線性波浪及較強流速等問題。模式之基本控制方程如下：

$$\left(C_g+U_x\right)A_x+U_yA_y+i\left(\bar{k}-k\right)\left(C_g+U_x\right)A+\frac{\sigma}{2}\left\{\left(\frac{C_g+U_x}{\sigma}\right)_{,x}+\left(\frac{U_y}{\sigma}\right)_{,y}\right\}A$$
$$-\frac{i}{2\sigma}\left[\left(p-U_y^2\right)A_y\right]_{,y}-\sigma\frac{k^2}{2}D|A|^2A=0 \quad \text{...(A2.27)}$$

式中 $A(x,y)$ 為複數型式之自由表面波形振幅，A_x 及 A_y 分別為 x 及 y 方向之振幅分量，$\sigma=\omega-kU$ 為相對頻率(intrinsic frequency)，ω 為波浪角頻率，$k(x,y)$ 為波浪波數，$\bar{k}$ 為參考波數(定義為沿 y 軸上波數之平均值)，U 為水流流速(此處通常為平均流)，U_x 及 U_y 分別為 x 及 y 方向之水流速度分量，參數 $p=CC_g$，C 為波浪之波速，C_g 為波浪群速度，D 為非線性影響項等於

$$D=\frac{\cosh(4kh)+8-2\tanh^2(kh)}{8\sinh^4(kh)} \quad \text{.....(A2.28)}$$

式中 h 為靜水深。Kirby (1986)進一步依據 minimax 原則將 Booij 之近似解延伸以提升模式適用性之範圍，使得模式可以處理較大角度波浪傳播問題。因此，REF/DIF 模式之基本方程式如下：

$$\left(C_g+U_x\right)A_x-2\Delta_1U_yA_y+i\left(\bar{k}-a_0k\right)\left(C_g+U_x\right)A+\left\{\frac{\sigma}{2}\left(\frac{C_g+U_x}{\sigma}\right)_{,x}-\Delta_1\sigma\left(\frac{U_y}{\sigma}\right)_{,y}\right\}A$$

$$+i\Delta_3\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,y}-i\Delta_1\left\{\left[U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,x}+\left[U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}\right]_{,y}\right\}$$

$$+i\sigma\frac{k^2}{2}D\left|A\right|^2A+\frac{\upsilon}{2}A-\frac{b_1}{k}\left\{\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,yx}+2i\left[\sigma U_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_{,x}\right\}$$

$$+b_1\vartheta\left\{2i\omega U_x\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}+2i\sigma U_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}-2U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,xy}+\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,y}\right\}$$

$$-\frac{i}{k}b_1\left[\left(\omega U_y\right)_{,y}+3\left(\omega U_x\right)_{,x}\right]\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}-\Delta_2\left[\omega U_x\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}+\frac{1}{2}\omega\left(\frac{A}{\sigma}\right)\left(U_x\right)_{,x}\right]$$

$$+ik\omega U_x\left(a_0-1\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)=0$$

.....(A2.29)

式中

$$\vartheta=\frac{k_{,x}}{k^2}+\frac{\left[k\left(p-U_x^2\right)\right]_{,x}}{2k^2\left(p-U_x^2\right)}$$ .....(A2.30)

$\Delta_1=a_1-b_1$ ， $\Delta_2=1+2a_1-2b_1$ ， $\Delta_3=a_1-b_1\frac{\bar{k}}{k}$ .....(A2.31)

上述各式中，υ為波浪消散因子，可依據能量消散特性給定不同的型式。而係數a_0，a_1及b_1可依據所考慮的波浪入射角度範圍利用Minimax approximation 決定之，此處模式所採用的係數值分別為a_0=0.994733，a_1=-0.890065，b_1=-0.451641。

當考慮波浪受到底床摩擦影響以及波浪碎波所產生的波能損失，模式採用具有消散項的線性緩坡方程式處理，即

$$\frac{\partial A}{\partial x}=\frac{i}{k}\frac{\partial^2A}{\partial x^2}+\upsilon A$$ .....(A2.32)

式中$i=\sqrt{-1}$。

有關波浪消散因子υ之選取，模式提供了包括底床邊界摩擦引起的波浪能量消散，以及波浪碎波引起的波浪能量損失等，針對前者本計

畫選取模式中紊流底床邊界層觀念計算波能損失因子，即

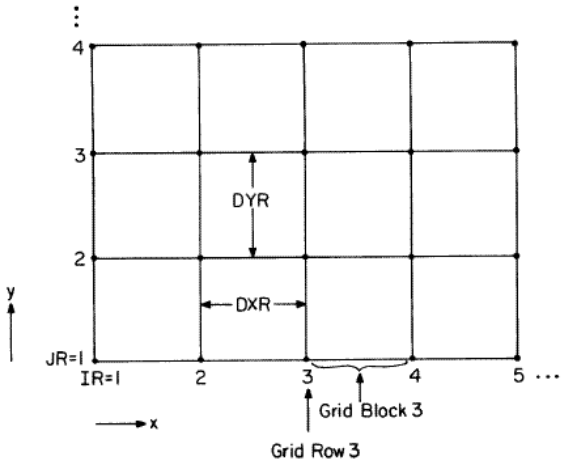
$$\upsilon = \frac{2\sigma kf|A|(1-i)}{3\pi \sinh(2kh)\sinh(kh)} \quad \text{.....(A2.33)}$$

式中 $f = 0.01$；至於碎波引起的波浪能量損失率則採用下列公式計算：

$$\upsilon = \frac{\psi C_g\left[1-\left(\gamma h/2|A|\right)\right]}{h} \quad \text{.....(A2.34)}$$

式中 ψ 及 γ 為經驗常數，在模式中分別設定為 0.017 及 0.4。

本計畫 REF/DIF-1 模式採用有限差分數值方法求解此一拋物線型方程式，亦即將計算領域分割成具Δx 及Δy 大小之矩形網格，並求解格點上之複數振幅 $A(x,y)$，振幅 A 所在之位置係以(i, j)表示而非以座標 (x,y) (x, y)，如附圖 2.2 所示，惟模式計算所需之地形可以輸入具 (x_i, y_j) 座標，其中 $x_i = (i-1)\Delta x$ ， $y_j = (j-1)\Delta y$ 。



附圖 2.2 REF/DIF-1 數值計算網格座標系統示意圖

2.4 港域波浪模式之理論簡述

當波浪自外海傳播至港域時，受到水深地形變化以及海岸線、防波堤和港內岸壁等結構物之影響，波浪會產生繞射、折射及反射等現象。針對此一問題常見之求解方法是將整個問題的領域分為外海半無限領域和港池有限領域等兩個領域，如附圖 2.3 所示；同時假設外海半無限領域為等水深，僅考慮港池有限領域則為緩變之不等深水域，且不考慮波浪的碎波現象。

如附圖 2.3 所示，所取之直角座標系統為 X 軸與海岸線重合，Y 軸向外海為正，Z 軸垂直紙面向上為正，Z＝0 為靜水面。外海半無線領域及有限領域別以領域(I)及(II)稱之，領域(I)及領域(II)之相連邊界為半徑 R_0 之半圓，以 B_1 表示。領域(II)則包含了港池內及港外半徑 R_0 之半圓區內水域部分，其所包括的海岸邊界、防波堤邊界及港池岸壁邊界以 B_2 表示。假設領域(I)為等水深 h_1，領域(II)之水深變化為 $h_2(x,y)$。各領域內水位變化 $\eta_j(x,y;t)$ 可表示成

$$\eta_j(x,y,t)=\zeta_j(x,y)e^{i\omega t}\ ,\quad \mathrm{j}=1,2 \qquad \text{(A2.35)}$$

式中 $\varsigma_1(x,y)$ 及 $\varsigma_2(x,y)$ 分別稱為領域(I)及領域(II)之波函數，ω 為入射波之角頻率 $\omega=2\pi/T$，T 為入射波之週期。所欲求解之波函數 $\zeta_j(x,y)$，$j=1,2$ 分別滿足下列控制方程式：

在在領域(I)內

$$\nabla^2\zeta_1+k_1^2\zeta_1=0 \qquad \text{(A2.36)}$$

在在領域(II)內

$$\nabla\cdot(C_2C_{2g}\nabla\zeta_2)+(C_2C_{2g}k_2^2+i\omega\mu+iC_{2g}\omega\gamma_b)\zeta_2=0 \qquad \text{(A2.37)}$$

式中 $\nabla=(\partial/\partial x,\partial/\partial y)$ 為二維梯度運算子，μ 為摩擦因子，γ_b 為波浪碎波之碎波參數，k_1 及 k_2 分別為波浪在領域(I)及(II)內之波數，C_2 為波浪在領域(II)內之波速($=L_2/T$)，C_{2g} 為群速度($=\tilde{n}C_2$)。其中 $\tilde{n}$ 定義為

$$\tilde{n}=\frac{1}{2}\left(1+\frac{2k_2h_2}{\sinh(2k_2h_2)}\right) \quad \text{.....(A2.38)}$$

有關摩擦因子μ之計算可採用 Dalrymple et al. (1984)之表示式：

$$\mu=\frac{2n\omega}{k_2}\left(\frac{2C_r}{3\pi}\frac{\alpha k_2^2}{(2k_2h_2+\sinh 2k_2h_2)\sinh k_2h_2}\right) \quad \text{.....(A2.39)}$$

式中，a 為波浪之振幅，C_r為與雷諾數及底床粗糙度有關之摩擦係數。碎波參數γ_b可採用下列計算式

$$\gamma_b=\frac{\chi}{h_2}\left(1-\frac{\Gamma^2h_2^2}{4a^2}\right) \quad \text{.....(A2.40)}$$

式中χ及Γ分別為經驗常數(其值可分別採用 0.15 及 0.4)。

在領域(I)及(II)之交接假想邊界(B_1)上須滿足下列連續條件：

$$\zeta_1=\zeta_2 \quad ， \quad \text{在假想邊界}B_1\text{上} \quad \text{.....(A2.41a)}$$

$$C_1C_{1g}\frac{\partial\zeta_1}{\partial n}=-C_2C_{2g}\frac{\partial\zeta_2}{\partial n} \quad ， \quad \text{在假想邊界}B_1\text{上} \quad \text{.....(A2.41b)}$$

此外，在一般海岸線或結構物邊界(B_2)上須滿足下列部份反射邊界條件：

$$\nabla\zeta_2\cdot\vec{n}=\partial\zeta_2/\partial n=-i\alpha k_2\zeta_2 \quad ， \quad \text{在假想邊界}B_2\text{上} \quad \text{.....(A2.42)}$$

式中$\vec{n}$表示邊界面上離開領域向外之單位法線向量，α 為消能係數，其值與波浪入射角、相位及港池岸壁之反射係數有關，$\alpha=0$時表示港池岸壁為完全反射之情況(即$\partial\zeta_2/\partial n=0$)，而$\alpha=1$則表示港池岸壁具有完全消能之作用。一般常用之計算式如下：

$$\alpha=\frac{1-K_r}{1+K_r} \quad \text{.....(A2.43)}$$

式中K_r為邊界之反射係數。

在領域(I)內波浪之波函數ζ_1通常是由入射波ζ_I及受到直線海岸線

影響產生的反射波ζ_R及受到防波堤配置和港池開口影響而向外傳播之散射波ζ_S等構成的，因此ζ_1可表示

$$\zeta_1 = \zeta_I + \zeta_R + \zeta_S \quad \text{.....(A2.44)}$$

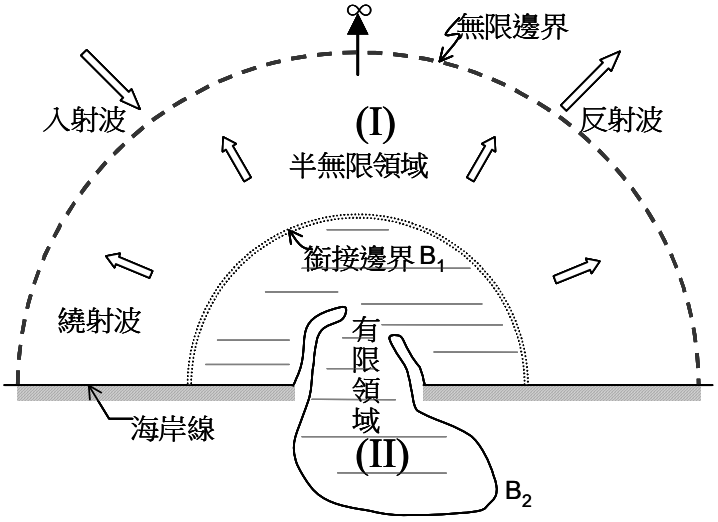
其中散射波ζ_S係由港池開口往外海方向輻射出去，在無窮遠處滿足波浪輻射條件：

$$\lim_{k_1 r \to \infty} \sqrt{r}\left(\frac{\partial}{\partial r} + ik_1\right)\zeta_S = 0 \quad \text{.....(A2.45)}$$

假設入射波浪$\eta^I(x,y;t)$之振幅為A^I，波長為L_1，週波數為k_1，波向為與正 x 軸成θ_0角度，其複數表示為：

$$\eta^I(x,y;t) = A^I e^{-i[k_1(x\cos\theta_0 + y\sin\theta_0) - \omega t]} \quad \text{.....(A2.46)}$$

針對上述邊界值問題，一般常採用混合方法求解(Mei, 1989)，即對於領域(I)使用理論解析法，領域(II)使用有限元素法合併求解(詳細求解過程請參考 Mei, 1989，或李等, 2002)。



附圖 2.3 港域波浪模式計算領域示意圖

附錄三

潮位調和分析成果表

附表 3.1　花蓮港 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　Hualien　16H 31/12/2017　TO　15H 01/01/2019
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　　MIDPT=15H 02/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.0119	180.00	0.0119	180.00	H1	0.08039733	0.0049	358.59	0.0052	10.90
SA	0.00011407	0.0739	224.87	0.0739	47.52	M2	0.08051140	0.4448	304.27	0.4551	320.49
SSA	0.00022816	0.0670	260.71	0.0670	59.50	H2	0.08062547	0.0053	47.53	0.0054	245.69
MSM	0.00130978	0.0180	343.44	0.0180	95.67	MKS2	0.08073957	0.0055	34.91	0.0047	224.76
MM	0.00151215	0.0269	329.34	0.0269	112.59	LDA2	0.08182118	0.0065	319.66	0.0067	268.40
MSF	0.00282193	0.0066	51.33	0.0066	306.80	L2	0.08202355	0.0121	311.32	0.0145	285.83
MF	0.00305009	0.0033	351.88	0.0033	46.13	T2	0.08321926	0.0167	324.08	0.0167	51.43
ALP1	0.03439657	0.0017	120.03	0.0015	141.51	S2	0.08333334	0.1947	326.61	0.1944	236.51
2Q1	0.03570635	0.0033	52.35	0.0029	185.99	R2	0.08344740	0.0019	320.54	0.0023	227.29
SIG1	0.03590872	0.0042	47.91	0.0038	212.19	K2	0.08356149	0.0532	321.43	0.0450	44.96
Q1	0.03721850	0.0313	72.11	0.0280	348.94	MSN2	0.08484548	0.0031	108.54	0.0032	161.61
RHO1	0.03742087	0.0049	57.52	0.0046	2.07	ETA2	0.08507364	0.0029	319.98	0.0024	193.84
O1	0.03873065	0.1379	83.28	0.1250	143.26	MO3	0.11924206	0.0032	128.20	0.0030	204.40
TAU1	0.03895881	0.0029	54.61	0.0033	95.04	M3	0.12076710	0.0051	182.63	0.0053	26.92
BET1	0.04004043	0.0005	197.88	0.0004	188.43	SO3	0.12206399	0.0015	133.58	0.0013	103.46
NO1	0.04026859	0.0117	68.22	0.0081	228.39	MK3	0.12229215	0.0006	160.72	0.0006	129.10
CHI1	0.04047097	0.0043	72.01	0.0039	276.71	SK3	0.12511408	0.0017	297.70	0.0016	159.75
PI1	0.04143851	0.0053	103.53	0.0053	246.84	MN4	0.15951064	0.0016	317.23	0.0017	206.51
P1	0.04155259	0.0530	96.12	0.0534	62.22	M4	0.16102280	0.0061	350.06	0.0064	22.51
S1	0.04166667	0.0023	292.18	0.0017	39.59	SN4	0.16233259	0.0004	250.51	0.0004	33.46
K1	0.04178075	0.1555	99.52	0.1461	51.67	MS4	0.16384473	0.0048	47.94	0.0049	334.06
PSI1	0.04189482	0.0034	149.10	0.0034	277.02	MK4	0.16407290	0.0002	204.53	0.0002	304.28
PHI1	0.04200891	0.0028	119.51	0.0029	220.07	S4	0.16666667	0.0005	80.73	0.0005	260.54
THE1	0.04309053	0.0024	90.39	0.0022	160.48	SK4	0.16689482	0.0012	249.58	0.0010	243.01
J1	0.04329290	0.0108	116.08	0.0099	215.18	2MK5	0.20280355	0.0011	120.84	0.0011	105.45
SO1	0.04460268	0.0032	139.58	0.0029	349.51	2SK5	0.20844743	0.0007	252.73	0.0007	24.69
OO1	0.04483084	0.0051	110.02	0.0030	135.28	2MN6	0.24002205	0.0004	127.95	0.0004	33.46
UPS1	0.04634299	0.0006	163.71	0.0004	337.35	M6	0.24153420	0.0012	73.42	0.0012	122.09
OQ2	0.07597494	0.0018	253.05	0.0020	201.88	2MS6	0.24435613	0.0009	44.54	0.0009	346.89
EPS2	0.07617731	0.0038	265.64	0.0041	243.65	2MK6	0.24458429	0.0005	37.97	0.0005	153.95
2N2	0.07748710	0.0092	280.29	0.0100	11.06	2SM6	0.24717808	0.0010	40.50	0.0010	236.53
MU2	0.07768947	0.0127	268.45	0.0131	29.34	MSK6	0.24740623	0.0005	1.06	0.0004	10.71
N2	0.07899925	0.0910	293.30	0.0927	166.36	3MK7	0.28331494	0.0003	230.98	0.0003	231.80
NU2	0.07920162	0.0147	296.27	0.0151	200.51	M8	0.32204559	0.0006	142.82	0.0007	207.72

附表 3.2　蘇澳港 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　SUAO　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.0801	0.00	0.0801	0.00	H1	0.08039733	0.0018	264.91	0.0019	251.86
SA	0.00011407	0.1175	196.23	0.1175	19.86	M2	0.08051140	0.4232	299.46	0.4329	291.30
SSA	0.00022816	0.0362	297.97	0.0362	98.72	H2	0.08062547	0.0047	74.55	0.0048	249.31
MSM	0.00130978	0.0025	288.30	0.0025	51.84	MKS2	0.08073957	0.0047	189.48	0.0041	356.90
MM	0.00151215	0.0229	333.65	0.0229	129.96	LDA2	0.08182118	0.0049	309.48	0.0050	245.16
MSF	0.00282193	0.0069	48.30	0.0069	328.15	L2	0.08202355	0.0111	304.06	0.0133	267.28
MF	0.00305009	0.0108	2.52	0.0108	83.12	T2	0.08321926	0.0126	329.49	0.0126	55.85
ALP1	0.03439657	0.0015	71.17	0.0014	29.90	S2	0.08333334	0.1813	322.01	0.1810	231.91
2Q1	0.03570635	0.0062	66.27	0.0055	148.45	R2	0.08344740	0.0016	31.95	0.0020	299.69
SIG1	0.03590872	0.0063	59.25	0.0057	173.81	K2	0.08356149	0.0488	317.69	0.0412	43.18
Q1	0.03721850	0.0344	67.45	0.0308	305.88	MSN2	0.08484548	0.0007	75.59	0.0008	141.72
RHO1	0.03742087	0.0055	76.49	0.0052	344.37	ETA2	0.08507364	0.0024	294.62	0.0021	183.49
O1	0.03873065	0.1715	80.11	0.1554	114.73	MO3	0.11924206	0.0024	138.64	0.0022	165.09
TAU1	0.03895881	0.0028	52.73	0.0032	69.73	M3	0.12076710	0.0060	188.47	0.0062	356.18
BET1	0.04004043	0.0026	82.44	0.0023	58.95	SO3	0.12206399	0.0030	68.35	0.0028	12.86
NO1	0.04026859	0.0089	88.79	0.0060	236.55	MK3	0.12229215	0.0007	3.58	0.0006	308.55
CHI1	0.04047097	0.0023	62.38	0.0021	256.74	SK3	0.12511408	0.0004	300.03	0.0004	163.07
PI1	0.04143851	0.0038	104.46	0.0039	245.80	MN4	0.15951064	0.0008	309.33	0.0008	136.78
P1	0.04155259	0.0609	103.28	0.0614	68.39	M4	0.16102280	0.0028	6.25	0.0029	349.93
S1	0.04166667	0.0061	192.79	0.0044	300.20	SN4	0.16233259	0.0013	359.88	0.0013	105.39
K1	0.04178075	0.1979	105.59	0.1859	58.72	MS4	0.16384473	0.0025	100.65	0.0026	2.39
PSI1	0.04189482	0.0000	241.84	0.0000	11.73	MK4	0.16407290	0.0009	86.40	0.0008	163.72
PHI1	0.04200891	0.0030	84.11	0.0030	187.64	S4	0.16666667	0.0007	165.42	0.0007	345.22
THE1	0.04309053	0.0018	131.46	0.0017	213.83	SK4	0.16689482	0.0006	10.95	0.0005	6.34
J1	0.04329290	0.0110	120.29	0.0101	233.39	2MK5	0.20280355	0.0009	80.74	0.0009	17.55
SO1	0.04460268	0.0012	184.79	0.0010	60.08	2SK5	0.20844743	0.0009	236.20	0.0008	9.13
OO1	0.04483084	0.0072	155.79	0.0042	208.38	2MN6	0.24002205	0.0006	98.43	0.0006	277.72
UPS1	0.04634299	0.0014	105.47	0.0009	319.51	M6	0.24153420	0.0009	153.54	0.0009	129.06
OQ2	0.07597494	0.0028	272.45	0.0031	157.74	2MS6	0.24435613	0.0000	344.21	0.0001	237.79
EPS2	0.07617731	0.0037	280.15	0.0039	196.35	2MK6	0.24458429	0.0002	313.72	0.0002	22.89
2N2	0.07748710	0.0097	276.03	0.0105	316.31	2SM6	0.24717808	0.0009	310.40	0.0010	122.04
MU2	0.07768947	0.0155	278.31	0.0160	350.43	MSK6	0.24740623	0.0009	327.76	0.0007	314.99
N2	0.07899925	0.0841	290.70	0.0856	126.31	3MK7	0.28331494	0.0003	274.01	0.0003	202.66
NU2	0.07920162	0.0151	291.92	0.0155	160.46	M8	0.32204559	0.0002	170.58	0.0002	137.94

附表 3.3　基隆港 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　KEELONG　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.0374	0.00	0.0374	0.00	H1	0.08039733	0.0050	330.94	0.0053	317.89
SA	0.00011407	0.1692	201.44	0.1692	25.07	M2	0.08051140	0.2411	44.30	0.2467	36.14
SSA	0.00022816	0.0344	302.97	0.0344	103.72	H2	0.08062547	0.0055	29.32	0.0056	204.08
MSM	0.00130978	0.0029	243.58	0.0029	7.12	MKS2	0.08073957	0.0007	22.93	0.0006	190.35
MM	0.00151215	0.0176	309.52	0.0176	105.83	LDA2	0.08182118	0.0042	114.40	0.0044	50.08
MSF	0.00282193	0.0030	9.01	0.0030	288.86	L2	0.08202355	0.0101	128.86	0.0121	92.08
MF	0.00305009	0.0109	356.93	0.0109	77.54	T2	0.08321926	0.0035	67.93	0.0035	154.30
ALP1	0.03439657	0.0010	283.04	0.0009	241.81	S2	0.08333334	0.0622	42.89	0.0621	312.79
2Q1	0.03570635	0.0044	21.81	0.0039	104.01	R2	0.08344740	0.0029	277.69	0.0036	185.43
SIG1	0.03590872	0.0036	50.08	0.0032	164.65	K2	0.08356149	0.0172	36.82	0.0145	122.31
Q1	0.03721850	0.0313	70.06	0.0281	308.50	MSN2	0.08484548	0.0034	7.14	0.0036	73.28
RHO1	0.03742087	0.0042	82.90	0.0040	350.79	ETA2	0.08507364	0.0025	47.30	0.0022	296.16
O1	0.03873065	0.1535	83.77	0.1390	118.38	MO3	0.11924206	0.0008	213.78	0.0008	240.24
TAU1	0.03895881	0.0034	21.22	0.0039	38.18	M3	0.12076710	0.0057	182.77	0.0059	350.48
BET1	0.04004043	0.0027	36.01	0.0024	12.52	SO3	0.12206399	0.0011	271.06	0.0010	215.58
NO1	0.04026859	0.0119	87.90	0.0080	235.30	MK3	0.12229215	0.0020	297.66	0.0019	242.63
CHI1	0.04047097	0.0016	93.90	0.0014	288.26	SK3	0.12511408	0.0006	264.67	0.0006	127.71
PI1	0.04143851	0.0041	96.29	0.0041	237.63	MN4	0.15951064	0.0055	163.11	0.0058	350.56
P1	0.04155259	0.0607	105.26	0.0611	70.37	M4	0.16102280	0.0122	176.24	0.0128	159.93
S1	0.04166667	0.0074	161.78	0.0053	269.19	SN4	0.16233259	0.0002	201.57	0.0002	307.09
K1	0.04178075	0.1869	106.80	0.1755	59.93	MS4	0.16384473	0.0082	188.28	0.0084	90.03
PSI1	0.04189482	0.0023	124.98	0.0023	254.87	MK4	0.16407290	0.0027	184.14	0.0023	261.46
PHI1	0.04200891	0.0037	119.29	0.0037	222.81	S4	0.16666667	0.0013	181.62	0.0013	1.43
THE1	0.04309053	0.0025	118.90	0.0023	201.27	SK4	0.16689482	0.0020	170.89	0.0017	166.27
J1	0.04329290	0.0112	128.04	0.0103	241.10	2MK5	0.20280355	0.0003	22.28	0.0003	319.09
SO1	0.04460268	0.0016	154.25	0.0014	29.53	2SK5	0.20844743	0.0010	224.23	0.0009	357.17
OO1	0.04483084	0.0065	153.26	0.0038	205.82	2MN6	0.24002205	0.0012	205.69	0.0012	24.98
UPS1	0.04634299	0.0018	179.38	0.0011	33.42	M6	0.24153420	0.0032	252.98	0.0034	228.51
OQ2	0.07597494	0.0021	23.63	0.0024	268.96	2MS6	0.24435613	0.0026	300.14	0.0027	193.72
EPS2	0.07617731	0.0047	219.13	0.0050	135.33	2MK6	0.24458429	0.0007	322.10	0.0006	31.27
2N2	0.07748710	0.0092	24.45	0.0100	64.74	2SM6	0.24717808	0.0013	75.12	0.0013	246.76
MU2	0.07768947	0.0242	258.53	0.0250	330.65	MSK6	0.24740623	0.0013	45.74	0.0011	32.97
N2	0.07899925	0.0616	16.00	0.0627	211.61	3MK7	0.28331494	0.0004	182.31	0.0004	110.96
NU2	0.07920162	0.0158	57.01	0.0162	285.54	M8	0.32204559	0.0006	81.49	0.0007	48.86

附表 3.4　臺中港 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　TAICHUNG　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.1990	0.00	0.1990	0.00	H1	0.08039733	0.0203	163.01	0.0215	149.96
SA	0.00011407	0.1796	208.11	0.1796	31.74	M2	0.08051140	1.8200	85.65	1.8620	77.49
SSA	0.00022816	0.0342	331.41	0.0342	132.16	H2	0.08062547	0.0551	2.05	0.0558	176.81
MSM	0.00130978	0.0037	150.20	0.0037	273.73	MKS2	0.08073957	0.0139	54.18	0.0120	221.61
MM	0.00151215	0.0176	319.16	0.0176	115.47	LDA2	0.08182118	0.0392	120.36	0.0403	56.04
MSF	0.00282193	0.0061	359.69	0.0061	279.53	L2	0.08202355	0.0879	124.24	0.1052	87.46
MF	0.00305009	0.0129	312.64	0.0129	33.24	T2	0.08321926	0.0468	112.87	0.0468	199.24
ALP1	0.03439657	0.0025	205.24	0.0023	163.93	S2	0.08333334	0.5336	122.21	0.5329	32.11
2Q1	0.03570635	0.0049	117.90	0.0043	200.07	R2	0.08344740	0.0122	266.67	0.0150	174.41
SIG1	0.03590872	0.0079	112.05	0.0072	226.60	K2	0.08356149	0.1500	116.69	0.1267	202.18
Q1	0.03721850	0.0403	103.76	0.0361	342.17	MSN2	0.08484548	0.0203	343.95	0.0212	50.09
RHO1	0.03742087	0.0076	111.30	0.0072	19.18	ETA2	0.08507364	0.0037	23.91	0.0032	272.80
O1	0.03873065	0.2090	114.98	0.1894	149.60	MO3	0.11924206	0.0128	276.63	0.0119	303.09
TAU1	0.03895881	0.0048	241.95	0.0054	258.97	M3	0.12076710	0.0048	59.69	0.0050	227.40
BET1	0.04004043	0.0023	61.57	0.0020	38.07	SO3	0.12206399	0.0078	320.79	0.0071	265.31
NO1	0.04026859	0.0074	110.42	0.0051	258.38	MK3	0.12229215	0.0143	315.57	0.0137	260.55
CHI1	0.04047097	0.0039	91.12	0.0036	285.48	SK3	0.12511408	0.0014	3.93	0.0014	226.96
PI1	0.04143851	0.0065	143.60	0.0066	284.94	MN4	0.15951064	0.0006	103.18	0.0006	290.63
P1	0.04155259	0.0799	141.03	0.0806	106.14	M4	0.16102280	0.0094	37.18	0.0098	20.86
S1	0.04166667	0.0084	95.28	0.0061	202.69	SN4	0.16233259	0.0014	197.56	0.0014	303.07
K1	0.04178075	0.2473	142.98	0.2323	96.11	MS4	0.16384473	0.0045	43.59	0.0046	305.33
PSI1	0.04189482	0.0026	162.46	0.0026	292.35	MK4	0.16407290	0.0027	11.25	0.0023	88.58
PHI1	0.04200891	0.0025	116.88	0.0025	220.40	S4	0.16666667	0.0020	57.71	0.0019	237.51
THE1	0.04309053	0.0005	339.54	0.0005	61.91	SK4	0.16689482	0.0008	205.72	0.0007	201.11
J1	0.04329290	0.0143	158.95	0.0131	272.08	2MK5	0.20280355	0.0058	104.63	0.0057	41.45
SO1	0.04460268	0.0051	223.29	0.0046	98.58	2SK5	0.20844743	0.0009	210.62	0.0008	343.56
OO1	0.04483084	0.0087	199.13	0.0051	251.73	2MN6	0.24002205	0.0090	116.70	0.0096	296.00
UPS1	0.04634299	0.0042	204.41	0.0027	58.45	M6	0.24153420	0.0158	142.54	0.0169	118.07
OQ2	0.07597494	0.0095	45.16	0.0107	290.42	2MS6	0.24435613	0.0163	184.13	0.0171	77.71
EPS2	0.07617731	0.0190	156.14	0.0202	72.32	2MK6	0.24458429	0.0027	229.62	0.0024	298.79
2N2	0.07748710	0.0583	53.23	0.0630	93.50	2SM6	0.24717808	0.0029	229.99	0.0029	41.63
MU2	0.07768947	0.0841	219.80	0.0868	291.92	MSK6	0.24740623	0.0010	205.53	0.0008	192.76
N2	0.07899925	0.3300	61.80	0.3361	257.41	3MK7	0.28331494	0.0003	129.87	0.0003	58.53
NU2	0.07920162	0.0957	68.23	0.0981	296.77	M8	0.32204559	0.0005	115.96	0.0005	83.33

附表 3.5　高雄港 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　KAOHSIUNG　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.2708	0.00	0.2708	0.00	H1	0.08039733	0.0022	332.02	0.0023	318.97
SA	0.00011407	0.1671	219.93	0.1671	43.57	M2	0.08051140	0.1802	16.94	0.1844	8.78
SSA	0.00022816	0.0356	321.75	0.0356	122.50	H2	0.08062547	0.0068	11.89	0.0069	186.66
MSM	0.00130978	0.0077	78.88	0.0077	202.42	MKS2	0.08073957	0.0032	96.48	0.0027	263.91
MM	0.00151215	0.0228	325.45	0.0228	121.76	LDA2	0.08182118	0.0014	4.92	0.0014	300.60
MSF	0.00282193	0.0061	31.98	0.0061	311.83	L2	0.08202355	0.0010	50.47	0.0012	13.69
MF	0.00305009	0.0050	298.97	0.0050	19.58	T2	0.08321926	0.0026	284.27	0.0026	10.64
ALP1	0.03439657	0.0012	206.56	0.0011	165.11	S2	0.08333334	0.0680	353.22	0.0679	263.12
2Q1	0.03570635	0.0040	188.09	0.0035	270.17	R2	0.08344740	0.0013	206.61	0.0016	114.34
SIG1	0.03590872	0.0044	159.67	0.0039	274.18	K2	0.08356149	0.0176	0.54	0.0149	86.03
Q1	0.03721850	0.0325	151.66	0.0290	30.02	MSN2	0.08484548	0.0030	20.00	0.0031	86.14
RHO1	0.03742087	0.0051	166.37	0.0049	74.23	ETA2	0.08507364	0.0022	337.08	0.0018	226.02
O1	0.03873065	0.1579	155.91	0.1431	190.52	MO3	0.11924206	0.0020	25.49	0.0018	51.94
TAU1	0.03895881	0.0015	252.39	0.0017	269.55	M3	0.12076710	0.0044	281.62	0.0045	89.33
BET1	0.04004043	0.0020	148.40	0.0017	124.90	SO3	0.12206399	0.0028	76.55	0.0025	21.06
NO1	0.04026859	0.0080	122.61	0.0057	271.64	MK3	0.12229215	0.0022	1.34	0.0021	306.32
CHI1	0.04047097	0.0044	151.37	0.0039	345.73	SK3	0.12511408	0.0005	321.46	0.0005	184.50
PI1	0.04143851	0.0033	145.06	0.0033	286.40	MN4	0.15951064	0.0014	244.00	0.0015	71.45
P1	0.04155259	0.0574	165.04	0.0578	130.15	M4	0.16102280	0.0024	240.08	0.0025	223.77
S1	0.04166667	0.0059	64.41	0.0042	171.81	SN4	0.16233259	0.0007	225.78	0.0007	331.29
K1	0.04178075	0.1738	166.35	0.1633	119.49	MS4	0.16384473	0.0025	272.25	0.0025	173.99
PSI1	0.04189482	0.0055	118.84	0.0055	248.73	MK4	0.16407290	0.0012	350.21	0.0010	67.54
PHI1	0.04200891	0.0045	83.38	0.0045	186.90	S4	0.16666667	0.0003	283.67	0.0003	103.47
THE1	0.04309053	0.0015	195.57	0.0014	277.97	SK4	0.16689482	0.0007	356.22	0.0006	351.61
J1	0.04329290	0.0079	150.86	0.0071	264.11	2MK5	0.20280355	0.0018	26.94	0.0018	323.76
SO1	0.04460268	0.0057	108.37	0.0052	343.66	2SK5	0.20844743	0.0007	282.41	0.0007	55.35
OO1	0.04483084	0.0029	132.86	0.0017	185.54	2MN6	0.24002205	0.0013	69.12	0.0014	248.42
UPS1	0.04634299	0.0018	17.80	0.0012	231.85	M6	0.24153420	0.0036	125.65	0.0039	101.18
OQ2	0.07597494	0.0011	301.89	0.0012	187.02	2MS6	0.24435613	0.0022	141.72	0.0023	35.31
EPS2	0.07617731	0.0011	16.26	0.0012	292.42	2MK6	0.24458429	0.0006	94.88	0.0005	164.06
2N2	0.07748710	0.0044	35.63	0.0047	75.83	2SM6	0.24717808	0.0005	76.07	0.0005	247.72
MU2	0.07768947	0.0095	339.30	0.0098	51.41	MSK6	0.24740623	0.0019	99.86	0.0017	87.09
N2	0.07899925	0.0417	20.55	0.0425	216.16	3MK7	0.28331494	0.0003	198.32	0.0003	126.98
NU2	0.07920162	0.0084	32.21	0.0087	260.76	M8	0.32204559	0.0001	350.23	0.0001	317.60

附表 3.6　澎湖 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　PENGHU　16H 31/12/2017 TO　15H 01/01/2019
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 02/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.4168	180.00	0.4168	180.00	H1	0.08039733	0.0219	195.69	0.0231	207.99
SA	0.00011407	0.1068	236.18	0.1068	58.83	M2	0.08051140	0.9368	91.73	0.9584	107.96
SSA	0.00022816	0.0197	328.37	0.0197	127.16	H2	0.08062547	0.0430	0.85	0.0435	199.01
MSM	0.00130978	0.0116	34.91	0.0116	147.13	MKS2	0.08073957	0.0059	17.80	0.0051	207.65
MM	0.00151215	0.0236	346.22	0.0236	129.46	LDA2	0.08182118	0.0229	135.80	0.0236	84.54
MSF	0.00282193	0.0120	143.97	0.0120	39.44	L2	0.08202355	0.0466	131.74	0.0558	106.24
MF	0.00305009	0.0081	280.18	0.0081	334.43	T2	0.08321926	0.0296	119.58	0.0296	206.93
ALP1	0.03439657	0.0015	242.41	0.0013	263.85	S2	0.08333334	0.2466	133.94	0.2463	43.84
2Q1	0.03570635	0.0072	113.48	0.0064	247.10	R2	0.08344740	0.0070	248.22	0.0087	154.97
SIG1	0.03590872	0.0054	117.58	0.0049	281.85	K2	0.08356149	0.0673	128.79	0.0568	212.31
Q1	0.03721850	0.0433	113.08	0.0388	29.90	MSN2	0.08484548	0.0119	354.69	0.0124	47.76
RHO1	0.03742087	0.0073	126.14	0.0069	70.68	ETA2	0.08507364	0.0051	14.74	0.0044	248.62
O1	0.03873065	0.2135	126.86	0.1936	186.83	MO3	0.11924206	0.0176	214.78	0.0163	290.98
TAU1	0.03895881	0.0030	235.21	0.0035	275.67	M3	0.12076710	0.0011	237.67	0.0012	81.96
BET1	0.04004043	0.0020	121.73	0.0017	112.28	SO3	0.12206399	0.0112	241.80	0.0101	211.67
NO1	0.04026859	0.0079	125.10	0.0055	285.54	MK3	0.12229215	0.0170	236.14	0.0163	204.52
CHI1	0.04047097	0.0036	94.25	0.0032	298.95	SK3	0.12511408	0.0048	282.93	0.0045	144.98
PI1	0.04143851	0.0047	130.55	0.0048	273.86	MN4	0.15951064	0.0260	169.32	0.0271	58.60
P1	0.04155259	0.0793	156.65	0.0799	122.75	M4	0.16102280	0.0705	194.50	0.0737	226.95
S1	0.04166667	0.0052	14.33	0.0038	121.74	SN4	0.16233259	0.0060	190.18	0.0061	333.14
K1	0.04178075	0.2485	159.64	0.2335	111.80	MS4	0.16384473	0.0473	234.55	0.0483	160.68
PSI1	0.04189482	0.0030	104.28	0.0030	232.20	MK4	0.16407290	0.0131	229.67	0.0113	329.42
PHI1	0.04200891	0.0023	179.38	0.0023	279.94	S4	0.16666667	0.0067	264.65	0.0067	84.45
THE1	0.04309053	0.0018	183.70	0.0017	253.79	SK4	0.16689482	0.0045	253.60	0.0038	247.03
J1	0.04329290	0.0156	176.50	0.0142	275.63	2MK5	0.20280355	0.0016	320.06	0.0016	304.67
SO1	0.04460268	0.0035	214.38	0.0032	64.31	2SK5	0.20844743	0.0007	325.27	0.0006	97.22
OO1	0.04483084	0.0090	214.76	0.0053	240.04	2MN6	0.24002205	0.0010	98.30	0.0011	3.80
UPS1	0.04634299	0.0015	201.12	0.0010	14.76	M6	0.24153420	0.0029	171.02	0.0031	219.69
OQ2	0.07597494	0.0037	25.20	0.0042	333.99	2MS6	0.24435613	0.0043	241.28	0.0045	183.63
EPS2	0.07617731	0.0102	167.15	0.0108	145.16	2MK6	0.24458429	0.0013	240.12	0.0011	356.09
2N2	0.07748710	0.0306	53.85	0.0330	144.61	2SM6	0.24717808	0.0011	314.95	0.0011	150.98
MU2	0.07768947	0.0503	222.76	0.0519	343.64	MSK6	0.24740623	0.0017	296.01	0.0014	305.67
N2	0.07899925	0.1723	68.71	0.1755	301.77	3MK7	0.28331494	0.0014	17.78	0.0014	18.60
NU2	0.07920162	0.0533	69.51	0.0546	333.76	M8	0.32204559	0.0009	23.51	0.0010	88.41

附表 3.7　富岡 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　FUGANG　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.1367	0.00	0.1367	0.00	H1	0.08039733	0.0119	313.76	0.0126	300.71
SA	0.00011407	0.1063	223.76	0.1063	47.40	M2	0.08051140	0.4403	301.59	0.4504	293.44
SSA	0.00022816	0.0192	344.59	0.0192	145.35	H2	0.08062547	0.0059	137.05	0.0059	311.81
MSM	0.00130978	0.0072	15.46	0.0072	139.00	MKS2	0.08073957	0.0053	38.30	0.0046	205.73
MM	0.00151215	0.0250	354.84	0.0250	151.15	LDA2	0.08182118	0.0016	253.40	0.0016	189.07
MSF	0.00282193	0.0097	81.19	0.0097	1.04	L2	0.08202355	0.0129	310.61	0.0154	273.83
MF	0.00305009	0.0043	48.38	0.0043	128.98	T2	0.08321926	0.0117	311.90	0.0117	38.26
ALP1	0.03439657	0.0007	162.27	0.0006	120.84	S2	0.08333334	0.1846	323.47	0.1844	233.37
2Q1	0.03570635	0.0053	54.40	0.0047	136.49	R2	0.08344740	0.0007	357.72	0.0008	265.45
SIG1	0.03590872	0.0048	70.90	0.0043	185.42	K2	0.08356149	0.0516	319.61	0.0436	45.10
Q1	0.03721850	0.0319	70.39	0.0285	308.76	MSN2	0.08484548	0.0001	106.80	0.0001	172.94
RHO1	0.03742087	0.0056	73.55	0.0053	341.41	ETA2	0.08507364	0.0021	293.59	0.0018	182.53
O1	0.03873065	0.1615	83.20	0.1464	117.81	MO3	0.11924206	0.0009	93.19	0.0009	119.64
TAU1	0.03895881	0.0025	28.51	0.0029	45.65	M3	0.12076710	0.0062	199.31	0.0064	7.02
BET1	0.04004043	0.0029	88.39	0.0025	64.90	SO3	0.12206399	0.0010	53.33	0.0009	357.84
NO1	0.04026859	0.0077	99.25	0.0055	248.18	MK3	0.12229215	0.0021	14.50	0.0020	319.48
CHI1	0.04047097	0.0016	144.81	0.0015	339.17	SK3	0.12511408	0.0007	29.39	0.0007	252.43
PI1	0.04143851	0.0037	107.12	0.0037	248.46	MN4	0.15951064	0.0007	304.13	0.0007	131.58
P1	0.04155259	0.0556	105.93	0.0560	71.04	M4	0.16102280	0.0017	348.59	0.0018	332.28
S1	0.04166667	0.0086	144.59	0.0062	252.00	SN4	0.16233259	0.0004	232.25	0.0005	337.77
K1	0.04178075	0.1715	109.46	0.1610	62.60	MS4	0.16384473	0.0012	83.70	0.0013	345.45
PSI1	0.04189482	0.0051	75.60	0.0050	205.49	MK4	0.16407290	0.0012	171.34	0.0010	248.67
PHI1	0.04200891	0.0042	70.00	0.0042	173.52	S4	0.16666667	0.0001	78.31	0.0001	258.11
THE1	0.04309053	0.0019	69.11	0.0017	151.51	SK4	0.16689482	0.0013	244.30	0.0011	239.70
J1	0.04329290	0.0094	126.23	0.0085	239.46	2MK5	0.20280355	0.0006	132.16	0.0006	68.98
SO1	0.04460268	0.0013	74.16	0.0011	309.45	2SK5	0.20844743	0.0002	182.12	0.0002	315.06
OO1	0.04483084	0.0028	171.12	0.0016	223.79	2MN6	0.24002205	0.0003	70.46	0.0003	249.76
UPS1	0.04634299	0.0008	277.27	0.0005	131.32	M6	0.24153420	0.0009	86.62	0.0009	62.14
OQ2	0.07597494	0.0007	228.72	0.0008	113.86	2MS6	0.24435613	0.0002	247.32	0.0003	140.90
EPS2	0.07617731	0.0034	250.74	0.0036	166.90	2MK6	0.24458429	0.0005	272.62	0.0004	341.80
2N2	0.07748710	0.0095	282.63	0.0102	322.85	2SM6	0.24717808	0.0002	315.70	0.0002	127.35
MU2	0.07768947	0.0150	286.97	0.0155	359.09	MSK6	0.24740623	0.0002	37.79	0.0002	25.02
N2	0.07899925	0.0858	291.50	0.0874	127.11	3MK7	0.28331494	0.0003	108.76	0.0003	37.43
NU2	0.07920162	0.0166	290.63	0.0171	159.18	M8	0.32204559	0.0002	55.59	0.0002	22.96

附表 3.8　綠島 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　LUDAO　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.1058	0.00	0.1058	0.00	H1	0.08039733	0.0018	44.89	0.0019	31.84
SA	0.00011407	0.1432	208.95	0.1432	32.59	M2	0.08051140	0.4294	299.34	0.4393	291.18
SSA	0.00022816	0.0254	0.55	0.0254	161.31	H2	0.08062547	0.0094	220.42	0.0095	35.18
MSM	0.00130978	0.0065	69.86	0.0065	193.40	MKS2	0.08073957	0.0053	326.54	0.0046	133.97
MM	0.00151215	0.0218	332.14	0.0218	128.45	LDA2	0.08182118	0.0056	267.90	0.0058	203.58
MSF	0.00282193	0.0112	60.52	0.0112	340.37	L2	0.08202355	0.0114	312.54	0.0136	275.76
MF	0.00305009	0.0162	337.13	0.0162	57.74	T2	0.08321926	0.0117	304.71	0.0117	31.07
ALP1	0.03439657	0.0019	268.46	0.0017	227.02	S2	0.08333334	0.1857	323.19	0.1855	233.10
2Q1	0.03570635	0.0031	54.71	0.0027	136.79	R2	0.08344740	0.0035	17.76	0.0043	285.50
SIG1	0.03590872	0.0032	44.88	0.0029	159.39	K2	0.08356149	0.0483	323.02	0.0408	48.52
Q1	0.03721850	0.0292	73.25	0.0261	311.62	MSN2	0.08484548	0.0013	242.73	0.0013	308.87
RHO1	0.03742087	0.0036	81.41	0.0034	349.27	ETA2	0.08507364	0.0010	348.37	0.0009	237.31
O1	0.03873065	0.1440	87.60	0.1305	122.20	MO3	0.11924206	0.0027	8.68	0.0025	35.13
TAU1	0.03895881	0.0034	69.05	0.0038	86.21	M3	0.12076710	0.0061	196.99	0.0063	4.70
BET1	0.04004043	0.0006	234.11	0.0006	210.62	SO3	0.12206399	0.0038	34.88	0.0034	339.39
NO1	0.04026859	0.0079	85.98	0.0056	234.98	MK3	0.12229215	0.0046	29.61	0.0045	334.59
CHI1	0.04047097	0.0011	223.02	0.0010	57.38	SK3	0.12511408	0.0009	267.70	0.0008	130.74
PI1	0.04143851	0.0044	78.48	0.0044	219.82	MN4	0.15951064	0.0016	269.51	0.0017	96.96
P1	0.04155259	0.0497	105.15	0.0501	70.26	M4	0.16102280	0.0046	300.12	0.0048	283.81
S1	0.04166667	0.0081	103.69	0.0058	211.10	SN4	0.16233259	0.0016	302.83	0.0016	48.34
K1	0.04178075	0.1447	106.72	0.1359	59.86	MS4	0.16384473	0.0035	354.40	0.0036	256.15
PSI1	0.04189482	0.0068	76.42	0.0067	206.31	MK4	0.16407290	0.0012	340.79	0.0011	58.13
PHI1	0.04200891	0.0045	76.86	0.0045	180.38	S4	0.16666667	0.0010	49.18	0.0009	228.99
THE1	0.04309053	0.0017	131.15	0.0016	213.55	SK4	0.16689482	0.0009	91.00	0.0007	86.39
J1	0.04329290	0.0098	127.74	0.0089	240.98	2MK5	0.20280355	0.0009	173.93	0.0009	110.75
SO1	0.04460268	0.0018	139.20	0.0016	14.50	2SK5	0.20844743	0.0005	200.38	0.0005	333.32
OO1	0.04483084	0.0013	90.88	0.0008	143.56	2MN6	0.24002205	0.0011	65.95	0.0012	245.24
UPS1	0.04634299	0.0012	173.57	0.0008	27.62	M6	0.24153420	0.0012	108.01	0.0013	83.54
OQ2	0.07597494	0.0009	332.38	0.0010	217.51	2MS6	0.24435613	0.0014	137.99	0.0015	31.58
EPS2	0.07617731	0.0028	272.75	0.0029	188.90	2MK6	0.24458429	0.0003	56.13	0.0003	125.31
2N2	0.07748710	0.0112	272.26	0.0120	312.47	2SM6	0.24717808	0.0005	45.24	0.0005	216.88
MU2	0.07768947	0.0121	281.38	0.0125	353.49	MSK6	0.24740623	0.0006	349.97	0.0005	337.20
N2	0.07899925	0.0860	289.47	0.0876	125.08	3MK7	0.28331494	0.0005	146.39	0.0005	75.06
NU2	0.07920162	0.0177	295.38	0.0182	163.92	M8	0.32204559	0.0005	275.53	0.0006	242.90

附表 3.9　蘭嶼 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　LANYU　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.=　8784　NO.PTS.ANAL.=　8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00
2018070115　08

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.4911	180.00	0.4911	180.00	H1	0.08039733	0.0012	258.99	0.0013	245.94
SA	0.00011407	0.2154	197.47	0.2154	21.11	M2	0.08051140	0.4529	302.88	0.4633	294.72
SSA	0.00022816	0.0515	17.50	0.0515	178.25	H2	0.08062547	0.0089	195.47	0.0090	10.23
MSM	0.00130978	0.0107	31.04	0.0107	154.58	MKS2	0.08073957	0.0070	257.72	0.0060	65.16
MM	0.00151215	0.0202	352.26	0.0202	148.57	LDA2	0.08182118	0.0070	291.59	0.0072	227.26
MSF	0.00282193	0.0059	125.28	0.0059	45.13	L2	0.08202355	0.0152	313.92	0.0182	277.14
MF	0.00305009	0.0130	0.85	0.0130	81.46	T2	0.08321926	0.0130	313.17	0.0130	39.54
ALP1	0.03439657	0.0019	85.64	0.0017	44.13	S2	0.08333334	0.1973	325.93	0.1971	235.83
2Q1	0.03570635	0.0022	100.60	0.0020	182.65	R2	0.08344740	0.0024	339.74	0.0030	247.48
SIG1	0.03590872	0.0053	61.81	0.0048	176.30	K2	0.08356149	0.0556	324.41	0.0470	49.90
Q1	0.03721850	0.0279	83.16	0.0249	321.51	MSN2	0.08484548	0.0014	168.88	0.0014	235.01
RHO1	0.03742087	0.0056	92.37	0.0053	0.22	ETA2	0.08507364	0.0020	8.16	0.0017	257.12
O1	0.03873065	0.1283	96.27	0.1163	130.88	MO3	0.11924206	0.0009	76.35	0.0009	102.79
TAU1	0.03895881	0.0023	50.18	0.0026	67.39	M3	0.12076710	0.0072	187.05	0.0075	354.76
BET1	0.04004043	0.0009	84.76	0.0008	61.26	SO3	0.12206399	0.0007	263.84	0.0006	208.35
NO1	0.04026859	0.0088	91.19	0.0063	240.59	MK3	0.12229215	0.0013	23.17	0.0012	328.15
CHI1	0.04047097	0.0028	136.37	0.0026	330.73	SK3	0.12511408	0.0016	215.86	0.0015	78.90
PI1	0.04143851	0.0034	124.46	0.0034	265.80	MN4	0.15951064	0.0030	195.49	0.0031	22.94
P1	0.04155259	0.0440	114.35	0.0444	79.46	M4	0.16102280	0.0068	218.85	0.0072	202.54
S1	0.04166667	0.0096	173.43	0.0070	280.84	SN4	0.16233259	0.0011	235.15	0.0011	340.66
K1	0.04178075	0.1323	120.71	0.1242	73.85	MS4	0.16384473	0.0042	268.99	0.0043	170.74
PSI1	0.04189482	0.0018	146.27	0.0018	276.16	MK4	0.16407290	0.0023	182.00	0.0020	259.33
PHI1	0.04200891	0.0035	56.13	0.0035	159.65	S4	0.16666667	0.0014	17.57	0.0014	197.37
THE1	0.04309053	0.0010	171.31	0.0009	253.72	SK4	0.16689482	0.0014	186.56	0.0012	181.95
J1	0.04329290	0.0059	131.88	0.0053	245.17	2MK5	0.20280355	0.0017	73.28	0.0017	10.10
SO1	0.04460268	0.0010	75.23	0.0009	310.53	2SK5	0.20844743	0.0005	200.67	0.0005	333.61
OO1	0.04483084	0.0025	160.72	0.0015	213.43	2MN6	0.24002205	0.0016	48.07	0.0017	227.36
UPS1	0.04634299	0.0027	213.74	0.0017	67.79	M6	0.24153420	0.0026	60.12	0.0028	35.64
OQ2	0.07597494	0.0020	241.94	0.0022	127.02	2MS6	0.24435613	0.0023	94.35	0.0024	347.94
EPS2	0.07617731	0.0037	254.63	0.0039	170.77	2MK6	0.24458429	0.0018	64.59	0.0016	133.76
2N2	0.07748710	0.0092	279.69	0.0099	319.88	2SM6	0.24717808	0.0007	66.63	0.0007	238.28
MU2	0.07768947	0.0137	288.22	0.0141	0.33	MSK6	0.24740623	0.0020	81.26	0.0017	68.49
N2	0.07899925	0.0934	293.43	0.0952	129.04	3MK7	0.28331494	0.0007	246.74	0.0007	175.41
NU2	0.07920162	0.0204	303.60	0.0209	172.15	M8	0.32204559	0.0005	310.70	0.0006	278.07

附表 3.10　後壁湖 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　HOBIHU　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.2678	0.00	0.2678	0.00	H1	0.08039733	0.0070	56.39	0.0074	43.34
SA	0.00011407	0.1007	196.75	0.1007	20.38	M2	0.08051140	0.2687	319.25	0.2748	311.09
SSA	0.00022816	0.0393	6.36	0.0393	167.11	H2	0.08062547	0.0041	287.73	0.0042	102.49
MSM	0.00130978	0.0142	18.02	0.0142	141.56	MKS2	0.08073957	0.0040	263.68	0.0035	71.12
MM	0.00151215	0.0281	358.89	0.0281	155.20	LDA2	0.08182118	0.0038	310.89	0.0039	246.57
MSF	0.00282193	0.0051	185.16	0.0051	105.01	L2	0.08202355	0.0068	329.92	0.0082	293.14
MF	0.00305009	0.0078	30.16	0.0078	110.76	T2	0.08321926	0.0117	319.39	0.0117	45.76
ALP1	0.03439657	0.0014	149.60	0.0012	108.08	S2	0.08333334	0.1210	334.07	0.1209	243.97
2Q1	0.03570635	0.0083	95.00	0.0073	177.05	R2	0.08344740	0.0017	145.56	0.0020	53.29
SIG1	0.03590872	0.0060	93.48	0.0054	207.98	K2	0.08356149	0.0326	328.37	0.0275	53.86
Q1	0.03721850	0.0411	96.92	0.0367	335.27	MSN2	0.08484548	0.0008	107.83	0.0008	173.97
RHO1	0.03742087	0.0079	90.73	0.0075	358.58	ETA2	0.08507364	0.0023	356.94	0.0019	245.91
O1	0.03873065	0.2046	111.31	0.1855	145.92	MO3	0.11924206	0.0058	273.99	0.0054	300.44
TAU1	0.03895881	0.0043	92.33	0.0049	109.54	M3	0.12076710	0.0062	232.94	0.0064	40.65
BET1	0.04004043	0.0026	82.55	0.0022	59.05	SO3	0.12206399	0.0038	324.37	0.0034	268.87
NO1	0.04026859	0.0108	92.05	0.0078	241.52	MK3	0.12229215	0.0095	317.63	0.0092	262.61
CHI1	0.04047097	0.0025	172.88	0.0023	7.24	SK3	0.12511408	0.0039	345.30	0.0037	208.34
PI1	0.04143851	0.0062	168.89	0.0062	310.23	MN4	0.15951064	0.0019	242.05	0.0020	69.50
P1	0.04155259	0.0711	129.47	0.0716	94.58	M4	0.16102280	0.0041	251.31	0.0043	235.00
S1	0.04166667	0.0070	208.99	0.0051	316.40	SN4	0.16233259	0.0006	269.77	0.0006	15.28
K1	0.04178075	0.2276	139.05	0.2138	92.19	MS4	0.16384473	0.0035	308.30	0.0036	210.04
PSI1	0.04189482	0.0045	136.48	0.0044	266.37	MK4	0.16407290	0.0002	26.03	0.0002	103.37
PHI1	0.04200891	0.0026	27.43	0.0026	130.95	S4	0.16666667	0.0013	350.66	0.0013	170.46
THE1	0.04309053	0.0015	318.78	0.0014	41.19	SK4	0.16689482	0.0001	183.59	0.0001	178.99
J1	0.04329290	0.0110	157.31	0.0100	270.61	2MK5	0.20280355	0.0016	351.09	0.0016	287.92
SO1	0.04460268	0.0026	329.94	0.0023	205.23	2SK5	0.20844743	0.0012	259.61	0.0011	32.55
OO1	0.04483084	0.0046	175.60	0.0027	228.32	2MN6	0.24002205	0.0020	30.30	0.0022	209.59
UPS1	0.04634299	0.0011	155.75	0.0007	9.80	M6	0.24153420	0.0023	55.08	0.0024	30.61
OQ2	0.07597494	0.0003	176.19	0.0004	61.26	2MS6	0.24435613	0.0014	90.05	0.0015	343.64
EPS2	0.07617731	0.0025	260.00	0.0026	176.14	2MK6	0.24458429	0.0009	225.34	0.0008	294.52
2N2	0.07748710	0.0053	291.73	0.0057	331.91	2SM6	0.24717808	0.0002	235.37	0.0002	47.02
MU2	0.07768947	0.0086	293.28	0.0089	5.38	MSK6	0.24740623	0.0009	57.78	0.0008	45.02
N2	0.07899925	0.0544	310.67	0.0554	146.28	3MK7	0.28331494	0.0003	306.89	0.0004	235.55
NU2	0.07920162	0.0105	318.24	0.0107	186.79	M8	0.32204559	0.0006	21.30	0.0007	348.67

附表 3.11　金門 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　KINMEN　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.0843	180.00	0.0843	180.00	H1	0.08039733	0.0313	192.56	0.0331	179.50
SA	0.00011407	0.0941	292.20	0.0941	115.84	M2	0.08051140	1.7729	109.48	1.8138	101.32
SSA	0.00022816	0.0112	202.16	0.0112	2.92	H2	0.08062547	0.0613	12.04	0.0621	186.81
MSM	0.00130978	0.0235	353.34	0.0235	116.88	MKS2	0.08073957	0.0075	18.98	0.0064	186.41
MM	0.00151215	0.0468	7.94	0.0468	164.25	LDA2	0.08182118	0.0396	144.33	0.0407	80.01
MSF	0.00282193	0.0385	90.11	0.0385	9.96	L2	0.08202355	0.0819	142.80	0.0981	106.02
MF	0.00305009	0.0112	341.47	0.0112	62.08	T2	0.08321926	0.0474	135.28	0.0474	221.65
ALP1	0.03439657	0.0004	70.79	0.0004	29.50	S2	0.08333334	0.5220	152.62	0.5214	62.52
2Q1	0.03570635	0.0094	99.27	0.0084	181.44	R2	0.08344740	0.0126	250.18	0.0155	157.92
SIG1	0.03590872	0.0082	109.21	0.0075	223.76	K2	0.08356149	0.1406	149.37	0.1187	234.85
Q1	0.03721850	0.0548	112.96	0.0491	351.38	MSN2	0.08484548	0.0176	6.78	0.0184	72.91
RHO1	0.03742087	0.0084	116.35	0.0079	24.23	ETA2	0.08507364	0.0018	331.34	0.0015	220.22
O1	0.03873065	0.2669	124.07	0.2419	158.68	MO3	0.11924206	0.0253	233.24	0.0234	259.70
TAU1	0.03895881	0.0029	226.56	0.0033	243.57	M3	0.12076710	0.0030	306.95	0.0032	114.66
BET1	0.04004043	0.0039	74.22	0.0034	50.73	SO3	0.12206399	0.0132	272.37	0.0120	216.88
NO1	0.04026859	0.0143	133.25	0.0098	281.13	MK3	0.12229215	0.0181	267.28	0.0174	212.26
CHI1	0.04047097	0.0032	103.23	0.0029	297.59	SK3	0.12511408	0.0063	303.53	0.0059	166.57
PI1	0.04143851	0.0040	141.28	0.0040	282.62	MN4	0.15951064	0.0112	208.08	0.0117	35.54
P1	0.04155259	0.1045	154.50	0.1054	119.61	M4	0.16102280	0.0322	238.86	0.0337	222.54
S1	0.04166667	0.0065	205.80	0.0047	313.21	SN4	0.16233259	0.0016	170.06	0.0016	275.57
K1	0.04178075	0.3291	157.44	0.3091	110.58	MS4	0.16384473	0.0259	275.98	0.0265	177.72
PSI1	0.04189482	0.0011	257.60	0.0011	27.49	MK4	0.16407290	0.0092	284.75	0.0080	2.08
PHI1	0.04200891	0.0025	143.94	0.0025	247.46	S4	0.16666667	0.0039	269.61	0.0039	89.41
THE1	0.04309053	0.0037	207.79	0.0034	290.16	SK4	0.16689482	0.0030	285.48	0.0025	280.86
J1	0.04329290	0.0194	171.96	0.0177	285.07	2MK5	0.20280355	0.0062	349.19	0.0061	286.01
SO1	0.04460268	0.0045	232.46	0.0041	107.74	2SK5	0.20844743	0.0004	144.31	0.0003	277.25
OO1	0.04483084	0.0115	202.36	0.0067	254.95	2MN6	0.24002205	0.0133	329.25	0.0142	148.54
UPS1	0.04634299	0.0045	196.41	0.0028	50.45	M6	0.24153420	0.0237	353.90	0.0254	329.43
OQ2	0.07597494	0.0088	31.03	0.0099	276.31	2MS6	0.24435613	0.0223	37.87	0.0234	291.46
EPS2	0.07617731	0.0182	176.13	0.0193	92.32	2MK6	0.24458429	0.0077	42.16	0.0068	111.33
2N2	0.07748710	0.0560	71.62	0.0606	111.88	2SM6	0.24717808	0.0049	90.45	0.0050	262.10
MU2	0.07768947	0.0748	228.23	0.0773	300.35	MSK6	0.24740623	0.0037	73.58	0.0032	60.81
N2	0.07899925	0.3268	87.84	0.3329	283.45	3MK7	0.28331494	0.0015	224.04	0.0015	152.70
NU2	0.07920162	0.0924	87.06	0.0948	315.60	M8	0.32204559	0.0021	276.42	0.0023	243.78

附表 3.12　馬祖 2018 年潮位調和分析成果表

ANALYSIS OF HOURLY TIDAL HEIGHTS　MATZU　16H 30/12/2017 TO　15H 31/12/2018
NO.OBS.= 8784　NO.PTS.ANAL.= 8783　MIDPT=15H 01/07/2018　SEPARATION =1.00

NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL	NAME	FREQUENCY	A	G	AL	GL
Z0	0.00000000	0.8655	180.00	0.8655	180.00	H1	0.08039733	0.0099	75.65	0.0105	62.60
SA	0.00011407	0.1868	241.22	0.1868	64.86	M2	0.08051140	2.1044	62.88	2.1530	54.72
SSA	0.00022816	0.0466	78.43	0.0466	239.19	H2	0.08062547	0.0354	332.63	0.0359	147.39
MSM	0.00130978	0.0212	20.02	0.0212	143.56	MKS2	0.08073957	0.0047	50.06	0.0041	217.48
MM	0.00151215	0.0539	0.01	0.0539	156.32	LDA2	0.08182118	0.0427	94.52	0.0439	30.19
MSF	0.00282193	0.0219	81.34	0.0219	1.19	L2	0.08202355	0.0940	105.60	0.1125	68.82
MF	0.00305009	0.0247	4.56	0.0247	85.17	T2	0.08321926	0.0465	89.52	0.0465	175.89
ALP1	0.03439657	0.0044	237.81	0.0040	196.66	S2	0.08333334	0.6659	95.94	0.6650	5.84
2Q1	0.03570635	0.0104	18.50	0.0093	100.74	R2	0.08344740	0.0053	249.57	0.0065	157.31
SIG1	0.03590872	0.0055	107.50	0.0050	222.09	K2	0.08356149	0.1843	91.05	0.1556	176.54
Q1	0.03721850	0.0451	82.49	0.0405	320.96	MSN2	0.08484548	0.0207	327.24	0.0215	33.37
RHO1	0.03742087	0.0101	103.71	0.0095	11.61	ETA2	0.08507364	0.0095	89.91	0.0082	338.74
O1	0.03873065	0.2426	91.33	0.2198	125.95	MO3	0.11924206	0.0139	4.46	0.0129	30.92
TAU1	0.03895881	0.0018	344.01	0.0020	0.89	M3	0.12076710	0.0058	70.56	0.0060	238.27
BET1	0.04004043	0.0021	84.24	0.0019	60.75	SO3	0.12206399	0.0034	42.97	0.0030	347.49
NO1	0.04026859	0.0155	92.48	0.0102	239.24	MK3	0.12229215	0.0064	357.11	0.0061	302.08
CHI1	0.04047097	0.0055	92.82	0.0050	287.18	SK3	0.12511408	0.0067	115.67	0.0063	338.70
PI1	0.04143851	0.0033	93.88	0.0033	235.22	MN4	0.15951064	0.0111	335.00	0.0115	162.45
P1	0.04155259	0.1013	116.71	0.1021	81.83	M4	0.16102280	0.0324	356.49	0.0339	340.17
S1	0.04166667	0.0082	216.28	0.0059	323.69	SN4	0.16233259	0.0046	21.28	0.0046	126.79
K1	0.04178075	0.3104	118.64	0.2915	71.77	MS4	0.16384473	0.0267	41.67	0.0273	303.41
PSI1	0.04189482	0.0028	322.38	0.0028	92.27	MK4	0.16407290	0.0080	30.02	0.0069	107.35
PHI1	0.04200891	0.0073	84.37	0.0073	187.89	S4	0.16666667	0.0081	80.88	0.0081	260.68
THE1	0.04309053	0.0029	184.02	0.0026	266.38	SK4	0.16689482	0.0057	122.45	0.0048	117.83
J1	0.04329290	0.0189	139.10	0.0174	252.10	2MK5	0.20280355	0.0055	315.54	0.0054	252.35
SO1	0.04460268	0.0021	268.26	0.0019	143.55	2SK5	0.20844743	0.0037	269.53	0.0035	42.46
OO1	0.04483084	0.0113	175.30	0.0066	227.82	2MN6	0.24002205	0.0100	311.20	0.0106	130.49
UPS1	0.04634299	0.0039	222.89	0.0025	76.93	M6	0.24153420	0.0130	335.47	0.0139	311.00
OQ2	0.07597494	0.0112	31.84	0.0127	277.26	2MS6	0.24435613	0.0074	2.84	0.0078	256.42
EPS2	0.07617731	0.0163	129.69	0.0174	45.91	2MK6	0.24458429	0.0041	5.08	0.0037	74.24
2N2	0.07748710	0.0633	32.46	0.0687	72.79	2SM6	0.24717808	0.0010	71.07	0.0010	242.71
MU2	0.07768947	0.0683	206.82	0.0706	278.95	MSK6	0.24740623	0.0034	29.49	0.0029	16.72
N2	0.07899925	0.3932	39.46	0.4005	235.07	3MK7	0.28331494	0.0018	158.65	0.0018	87.31
NU2	0.07920162	0.1067	48.59	0.1095	277.12	M8	0.32204559	0.0024	141.98	0.0027	109.35

附錄四

期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

執行單位：國立成功大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一、林銘崇委員		
1. 港內靜穩度模擬系統似為獨立運算，與整體預報模擬系統之銜接整合，考量如何？	1. 規劃未來由建置中的小尺度花蓮港海域風浪模擬預報結果提供外海波高、週期及波向等模擬條件。	原則同意辦理。
二、蔡政翰委員		
1. 2-2 至 2-3 頁提到風場曾使用 NFS，但改為 WRF 風場，另還有本模式輸出氣壓、風場的變革等，請考慮將這些變革列在附錄，而此處僅列目前使用的範圍，如此會比較容易了解。	1. 謝謝委員建議，後續會修改相關描述以利閱讀。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
2. 圖 3.3 至圖 3.4 各小圖測站名稱請加中文。氣象局的系集預報是取那一組做比較?是平均值嗎？請在文內說明。	2. 有關測站中英文名稱會在文章中補述。另外，有關氣象局波浪資料是採用波浪預報模式，會在期末報告中加以說明。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
3. 圖 5.18 至圖 5.20、圖 5.25、圖 5.33 至圖 5.36，請註明各小圖之測站中文名稱、哪一軸為觀測值。圖 5.20 有兩小圖出現垂直分布點，是有點奇怪。	3. 縱軸為模擬值，橫軸為觀測值；另圖 5.20 是觀測值有問題所產生的現象。	同意合作單位之處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
4. 綜觀起來有些測站之風向、波向與流向模擬結果與實測資料差別較大。此現象值得探討。	4. 謝謝委員意見，後續會再進一步瞭解原因。	請合作研究單位針對此現象再進一步探討分析並將分析結果納入期末報告。
三、滕春慈委員		
1. 有關氣象局波浪資料是波浪預報模式，或是波浪系集預報模式，請加說明。	1. 此部份採用波浪預報模式，會於期末報告中加以說明。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
2. 如果是系集預報模式，也再說明是那一個成員或是成員平均等。	2. 氣象局提供的系集預報僅限少數測站，因此目前尚未採用；報告比對資料均由氣象局提供的平面波高資料檔中抽取時序列資料比對。	同意合作單位之處理情形。
3. 圖 5.15-5.17 內藍線沒有說明，請補充。	3. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
4. 圖 5.8-5.11、5.18-5.20 X,Y 軸；請加說明何者是觀測，何者是預報。	4. Y 軸為模擬值，X 軸為觀測值	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
5. 表 4.2 建議可以增加 normalize 誤差。	5. 謝謝委員建議，待與中心討論後再決定是否需要。	請合作研究單位納入本計畫工作會議議題討論。
四、蘇青和委員		
1. 海象自動化預報模擬系統校修與維運方面，「臺灣近岸海象預報系統」(TaiCOMS)，應加強每日作業化預報發布之改善成果。	1. 謝謝委員意見。	同意合作單位之處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
2. 海象自動化預報及預警模擬系統改善研究，建議加強有關年度主要港區海象預報作業成果評估之成果說明。預報作業成果評估包括季風期間及颱風期間之比對檢核為重點，造成誤差之原因，可做較詳細深入之說明(絕對誤差及相對誤差可併納入)。	2. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理。
3. 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：綜整中央氣象局不同尺度風浪預報成果，除波高外風速、風向、週期及波向也須納入，依據港研中心(或中央氣象局、水利署)風浪觀測資料校驗模式模擬結果，作為後續模式修正之依據，年度或歷史颱風資料評估應為重點。	3. 目前氣象局波浪預報模式僅提供波高資料，中心正積極洽接 T_p、T_{mean} 及波向等相關資料，待重新整理後於期末報告中加以補充。	本所已取得氣象局同意，後續波浪模式將提供波高、T_p、T_{mean} 及波向各值，對於新產製資料之比對、應用再於本計畫工作會議議題作討論。
4. 台灣周圍海域水動力模擬與較驗，模式與觀測資料之比對驗證，除引用本中心觀測資料外，應強化 HYCOM 洋流預報資訊，與台灣海洋科技研究中心 CODAR 海流觀測資料進行比對評估。	4. 遵照辦理，後續會加強 HYCOM 與 CODAR 資料比對。	請合作研究單位將比對結果納入期末報告辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
5. 東部海域波浪預報成果，模式成果與觀測資料之比對驗證，除引用本中心觀測資料外，可增加中央氣象局及水利署等單位之觀測資料驗證。整合東部外海長浪監測系統及外海長浪預報系統，以提供「花蓮公路浪襲預警系統」及東部「藍色公路海象預警系統」為研究重點工作。	5. 相關觀測資料均有納入規劃，另長浪部份後續會加強研究。	同意合作單位之處理情形。
6. 花蓮港區靜穩預警系統建置，應強化整合東部外海長浪即時監測系統、港內靜穩度即時監測系統、外海長浪預報系統及港內靜穩預報系統，以提供花蓮港於颱風期間港區防救災應用。	6. 謝謝委員意見。	同意合作單位之處理情形。
7. 報告撰寫內容請依本所規定，期末報告增加納入英文摘要。	7. 遵照辦理。	同意合作單位之處理情形。
五、李俊穎委員		
1. 請確認(3.1 節)所比對為氣象局的風浪或系集預報資料。	1. 此部份採用波浪預報模式，會於期末報告中加以釐清說明。	請合作研究單位納入期末報告辦理補充說明。
2. 由圖 3.6~3.16 顯示花東地區港研波高較氣象局低，西部海域港研較氣象局高，是否有區域性差異？	2. 原因仍需進一步探討。	請合作研究單位納入期末報告辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. 作業化評估中有關方向(風向)相關係數在馬祖及綠島不太理想，建議再檢視該係數定義。	3. 遵照辦理。	同意合作單位之處理情形。
4. 圖 4.3.2 CODAR 及 HYCOM 資料已有初步出圖結果，建議後續加強說明比對。	4. 遵照辦理。	請合作研究單位將比對結果納入期末報告辦理。
5. 有關圖 5.20、5.25、5.34 內部份資料似乎有誤，請再確認相關資料正確性。	5. 初步已判斷屬觀測資料問題。	同意合作單位之處理情形。
六、李政達委員		
1. 第二、五章近岸波浪模組模擬對象 chp2 以主要商港(8 個)，chp5 以主要港口(12 個)究竟是針對 8 港或 12 港模擬，建議前後統一。	1. 主要商港是指本島，12 港口是含離島。	同意合作單位之處理情形。
2. P3-12 談到小琉球浮標站，圖 3.9 所示相關性(1 月份 TaiCOMS 較優，2 月份氣象局 CWB 較佳)討論內容與圖示不同，建議修正。	2. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
3. P3-4~P3-6 圖 3.3~圖 3.5，圖示部份(簡報已有說明)未有標示建議增加。	3. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
4. 報告內以相關性(R)及均方根誤差(RMSE)高低，共有 4 種組合 (R, RMSE)=(低高)、 (R, RMSE)=(高低) (R, RMSE)=(低低) (R, RMSE)=(高高) 其物理意義為何，建議報告內補充。其實難以比較模式各有優劣。	4. 針對模擬結果基本上要求相關係數越高越好，均方根誤差越低越好，但二者可能不會同步出現。目前模擬結果呈現的並無一方具有優勢。	同意合作單位之處理情形。
5. P4-5 最後一段有重複字，「如圖 4.28 所示……流矢向量量」建議刪除。	5. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
6. 有關第六章東部域基本資料蒐集與分析章節內，分析的地形水深是何時的圖資未有說明。 潮汐水位本年度以 2019 為例，歷年統計是 2008~2013 此時段的潮水驗証，與表 6.1 代表性時段差異甚大。 波浪亦有同樣情況，資料蒐集至 2013 年止，是否符合契約規定？	6. 基本資料蒐集契約並無規定選用資料年代。報告中提及 2019 年潮汐水位與基本資料所述內容上不衝突。	同意合作單位之處理情形。
7. 第 4 章 CODAR 與 HYCOM 海流資料，比較章節建議把簡報報告內容補充於章節內或是須於完整期末補充？	7. 相關分析會納入期末報告。	請合作研究單位將分析結果納入期末報告。

附錄五

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

執行單位：國立成功大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一、林銘崇委員		
1. 執行內容大致符合計畫目標。	1. 謝謝委員肯定。	謝謝委員肯定。
2. 數值模式計算精度改善，能否檢討誤差值評估參數指標值？	2. 目前評估參數指標以均方根誤差為主，相關係數 R 為輔助方式為之。	原則同意辦理。
3. 結論(第九章)系說明完成事項內容外，建議增加敘述重要成果。	3. 謝謝委員建議，正式報告會再加強結論論述。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
二、翁文凱委員(書面審查)		
1. 完成多項工作項目，研究成果豐碩。	1. 謝謝委員肯定。	謝謝委員肯定。
2. 部份報告內容有誤，請修正。 a. 圖 2.34，內容應為”Tmax”，誤植為 Hmax b. P.2.38，”圖 3.43”應為圖 2.43 c. P.3-1，”圖 3”顯示…應 3.3 d. P.3-3，”圖 4”有誤 e. P.3-7，圖 3.3、圖 3.4 中之 AWCP 位置在何處，是否即為港研中心之觀測站，建議說明清楚。	2. 謝謝委員指正，相關錯誤將配合修正於正式報告。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. 圖 2.33、2.34 中，澎湖海域風浪模組模擬結果，東南側近台灣陸地附近波高較小(圖 2.33)但週期卻達 10 sec 以上(圖 2.34 黃色)建議增加說明。	3. 報告內容僅在說明模擬結果呈現方式的改善，非討論數值模擬結果；圖中現象為風浪模擬過程中的一個現象，它的演變過程是由較大的區域逐漸向陸岸縮小，它代表颱風移動發展過程中湧浪傳播出現在風浪前的現象。	原則同意辦理。
4. 圖 2.35、2.36 波向有轉向 90°情形建議增加說明原因。	4. 報告內容僅在說明模擬結果呈現方式的改善，非討論數值模擬結果；圖中現象為風浪模擬過程中的一個現象，如圖 2.31 及 2.32 所示，中尺度模擬結果在此區亦有相同現象。	原則同意辦理。
5. 圖 3.4 圖說有誤，建議修正。	5. 遵照辦理，納入正式報告修正。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
6. 氣象局預報結果與 TaiCOMS 預報結果無論在波高分布或波高值分布有較大差異，如報告所述建議再增加說明其差異及可信賴度。	6. 謝謝委員建議，相關說明於正式報告補述。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
7. 圖 3.7~3.17 模擬結果與觀測資料之比較，建議說明波高為示性波高或平均波高。	7. 此處波高為示性波高之簡稱，已於文章第一次出現處註解本文波高為示性波高簡稱。	原則同意辦理。
8. 圖 3.23、3.24 中平均週期或 Tp 有異常小，如 2 sec 或突然下降情形，建議增加說明。	8. 它代表颱風遠離後，風浪平均週期或譜峰週期下降的演變。	原則同意辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
9. 4.3 節建議增加海流資料之說明。	9. 謝謝委員建議，有關HYCOM及CORDAR海流資料於正式報告補述。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
10. 圖 5.32 最高潮位數據及最低潮位數據建議重新檢視或修正。	10. 謝謝委員建議；此處最高潮位及最低潮位係相對於每月平均潮位值，非相對於基隆平均海平面高程之中潮系統。	原則同意辦理。
11. 圖 5.18 S 尺度(中尺度)模擬結果，波高及週期、波向與觀測值比較結果，其誤差反而比大尺度(W 尺度)之結果大，建議增加說明原因。	11. 目前作業化成果評估採用的中尺度波浪模擬結果係在 UNIX 系統作業化之版本，因此中尺度模擬結果較大尺度模擬結果差，相關缺失已於新版 WINDOS 系統作業化版本修正。	原則同意辦理。
三、陳文俊委員(書面審查)		
1. 本計畫工作成果對台灣海與周邊航運與防災皆有極大貢獻，委辦單位與執行團隊之努力給予肯定。	1. 謝謝委員肯定。	謝謝委員肯定。
2. P1-5 圖 1.1 中，作業化預報模式所預測結果及波浪相關模式所演算結果，最後採用何種納入港區海象展示系統及作業化展示網頁中?抑是各別對應至不同展示系統?可將之於表中呈現。	2. 全部納入港灣資訊網展示。	原則同意辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. 近岸波浪模組係採用 REFDIF 模式，是否暫不考慮防波堤外側海域反射效應之影響?	3. 目前 REFDIF 模式無法處理反射邊界。	原則同意辦理。
4. 2-2 海象模擬作業化系統之校修與改善,建議可列表或小結綜整敘述本年度如此之校修與改善可得到那些效益? 可凸顯此部分之研究成果。	4. 謝謝委員意見，納入正式報告補充說明。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
5. P2-31 圖 2.34 右下角台南近岸週期先由 7-6 秒變短至 4-5 秒，然後極短距離再增長至近 11 秒(及一處約 7 秒增長至 11 秒) ，不知原因為何? 是地形效應影響?	5. 報告內容僅在說明模擬結果呈現方式的改善，非討論數值模擬結果；圖中現象為風浪模擬過程中的一個現象，它代表颱風移動發展過程中湧浪傳播出現在風浪前的現象。	原則同意辦理。
6. 風浪模擬與校驗中，TaiCOMS 與氣象局決定性波浪模式比較結果，台灣西側海域 TaiCOMS 結果大於氣象局，東部海域則為氣象局結果大於 TaiCOMS，除敘述風場差異影響因素較大，是否即為東側海域開放性風域與西側侷限性風域之特性有關(模式驗算之邊界範圍受影響)?	6. 基本上，模式邊界因素應可排除，是否模式本身差異所造成的，因對於 NWW3 不瞭解無法做此推論，目前僅能假設忽略模式因素，判斷出風場差異造成的可能性居大。	原則同意辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
7. 東部海域基本資料蒐集與分析中，今年度花蓮之資料整理係以 2015 年的觀測報告為依據? (即分析 2008~2013)，不知為何沒採用至最近資料納入分析?	7. 因為今年相關資料蒐集的完整性較差，所以採用 2015 年計劃分析結果做說明。	原則同意辦理。
四、溫志中委員(書面審查)		
1. 研究成果豐碩，應可符合單位需求。	1. 謝謝委員肯定。	謝謝委員肯定。
2. 試加強說明近岸波浪模組與港域波浪模組之差異。	2. 謝謝委員意見，模組間之差異性可參考往年報告。	原則同意辦理。
3. 近岸波浪模組於東台灣之圖例呈現相反的格式。	3. 此為波浪模組坐標轉換定義(X 軸向岸為正)產生的現象，並非採用相反的格式。	原則同意辦理。
4. 報告中是否可歸納出波浪模式於台灣環島區域中，北、中、南、東及外島地區分析與實測資料相似度之差異，並探討可能造成差異之原因進行分析。	4. 謝謝委員建議，此部份已在期末簡報中呈現；整體上，本計畫風浪模擬示性波高趨勢與實測資料間，在西部海域有較高的相似度，南部海域相似度較差；造成差異原因主要風場因素，其次地形及網格解析度不足。	原則同意辦理。
五、李俊穎委員		
1. 請參閱本所出版品印製規範調整摘要及結論與建議。	1. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
2. 圖 3.24 內 Tp 建議改採用 Tps 較為平滑。	2. 於正式報告修正。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
3. 建議將 4.2.1 調和分析結果之各港之調和常數內入附錄說明。	3. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
4. 圖 5.24~5.29 內有藍色點線請補上說明。	4. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
5. 花蓮港區靜穩模擬系統建置與 Taicoms 之間資料架構為何?請補充說明。	5. 正式報告補充說明	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
6. 請補述圖 7.18 小尺度與中尺度與觀測差異及其可能成因	6. 輸出點位地形水深因素差異較大所致，如小尺度輸出點位較近岸，中尺度輸出點位水深明顯偏大。	原則同意辦理。
六、李政達委員		
1. 本報告內容豐富，惟獨仍有些許瑕疵需請改善 P.3-5、P.3-6，圖 3.3 之圖例，P.3-38、P.3-39、P.3-40、P.3-42、P.3-43、P.3-44、P.3-47、P.3-48、P.3-48、P.3-50，RMSQ 與 R 值有缺漏。	1. 謝謝委員指正，正式報告再修正。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
2. 有關第 4 段提 CODAR 及 HYCOM 海流資料比較，在實測資料 CODAR 有明確的圖例可以判斷流速大小，反觀 HYCOM 就很難判斷大小，另 HYCOM 是每日平均一幅，CODAR 是每日 24 幅，故兩者其實無從比較。	2. CODAR 及 HYCOM 海流資料基本屬性存在差異，無法直接比較，必須經過再分析處理進行定性比較，如將 CODAR 逐時資料取每日平均值可降低潮流或風吹流影響等，再與 HYCOM 洋流模擬值比較等。	原則同意辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. P5-74，在 2019 利奇馬侵颱期間 HLA1/1000 與 LDA1/1000 怎麼模擬資料近乎於 0，現象為何請予以補充。	3. 花蓮港海域水深大致使潮流模擬值明顯偏小。	原則同意辦理。
4. P.6-8 花蓮港波浪<0.5 3.94%與表 6.2 不同。 0.5~2.0 m 約 88.40%也與 P.6-8 內文不同。 0.5~1.0 m 者約 31.11%與 31.13%不同。 6.4 小節花蓮港海流部份 P.6-10 的統計資料說明 0.25 以內的比例 65.15%與表 6.4 不同；且流速介於 0.25~0.5 m/s 之間與 0.25 m/s 以內二者合計為 88.65 與 P.6-10 表 6.4 91.29%不同。	4. 謝謝委員指正，相關錯誤修正後納入正式報告。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
5. 有關每日四次海象作業有分波浪、潮流部份，本年度執行花蓮部份，尚未執行蘇澳，在第九章結論與建議內容如 9.1 中第 1 點，建議把今年度工作，比如說僅針對花蓮港，明年度...執行地點說明清楚，以利了解。	5. 謝謝委員建議，會進一步將相關說明表達清楚，納入正式報告。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
6. 針對風場網格(中國海域風場)配合氣象局改版納入本計畫中，建議能蒐集氣象局改採風場的原因較能清楚闡述。(1)整體改善(2)重東輕西	6. 謝謝委員意見，本計畫風場來源自始設定為氣象局，因此氣象局任可更動本計畫僅能被動接受。	原則同意辦理。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
7. 對於硬體設備的改善(比如網路設備)有何更具體的建議。	7. 此僅提醒中心海象作業化模擬運算逐漸加重，宜及早因應。	原則同意辦理。
8. 另外，因為決定性風場緣故，氣象局與港研中心風浪模擬現象，在 P.3-4 已經有說明一些原因，(東南大)(西南小)←相反→(西南大)(東南小)，加上合作單位簡報有提到因為 FTP 下載的原因，可能因資料點不足，導致相關性變差，排除這些原因，其實很難論各模式高低，因此在本分項計畫如有氣象局較優情況發生，建議將原因備註補充進來，以免外界誤為本計畫模式較差。	8. 謝謝委員建議。報告僅呈現分析結果，同時會補充說分析基礎上的差異。	原則同意辦理。
七、臺灣港務股份有限公司(列席單位書面意見)		
1. 本計畫之先期計畫自 92 年起迄今已有多項計畫及豐碩成果，感謝運研所港研中心及相關團隊的努力。建議將章節 1.3 相關本計畫內容，以演進歷程圖示，或歷年計畫成果簡述表呈現，甚可將已推行相關研究位置點加以展示，可收逐年成效。	1. 謝謝委員建議，此部份會有大海報方式展示。	原則同意辦理。
2. 建請統一本計畫部份用字，如「臺」灣、「台」南應統一。	2. 遵照辦理。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. 請釐清 P.9-2 建議 2 是否為筆誤或漏字。	3. 正式報告會修正。	請合作研究單位納入期末報告辦理修正。
八、交通部航港局 (列席單位書面意見)		
有關 11 月 5 日、6 日、13 日會議本局不派員出席，提供書面意見如下: 1. 有關期中報告所提本局 AIS 系統船舶資料重覆收訊，因本局為增加雙層備援及強化覆蓋率，納入該所 16 座 AIS 站，因此，同一船舶資料同時會於 2 個站點以上接收。。 2. 本局 AIS 系統於 108 年 1 月正式上線，上線迄今運用所建置之系統執行海難應變、軌跡查詢及受理其他單位申請符合業務需求，皆未因資料庫船舶資料重複而產生影響，且本局使用目的為業務導向與貴所研究開發有所不同，惟此，應以本局權責機關使用為主體，而非以研究方向為第一考量。 3. 有關貴所所提意見，希望本局 AIS 系統更完善，本局表示尊重及支持，惟目前經費不足且對於本局執行業務未產生影響，未來預算足夠支應下，本局將統籌考量請原廠客製過濾重覆資料納入改良	1. 感謝委員提供書面意見，所提 3 點意見無涉及本計畫內容。	有關航港局提供 3 點綜合性回應意見，均涉及本所辦理「整合 AIS 與海洋陣列雷達系統之航安應用評估」、「船舶航行安全大數據資料庫應用與分析」等 2 計畫，已轉知計畫承辦人。

附錄六

期末簡報資料

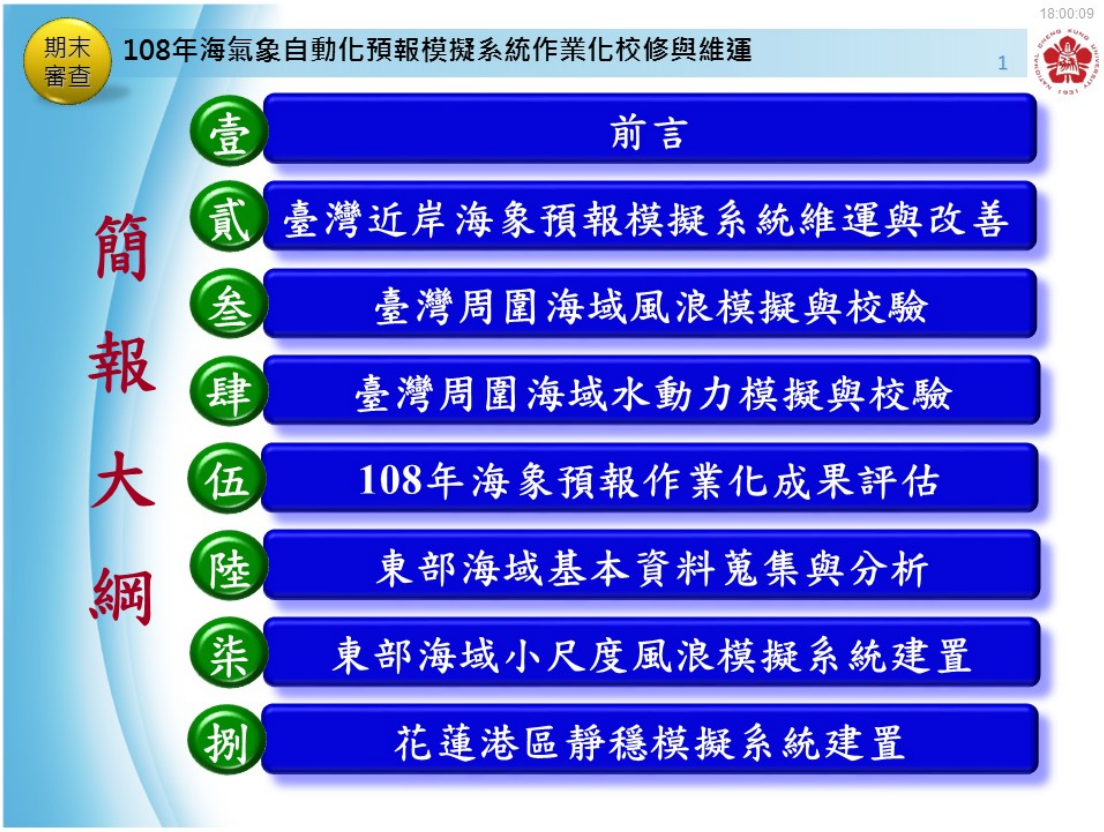
108年
海氣象自動化預報模擬系統
作業化校修與維運

期末報告審查簡報

2019年11月 5日

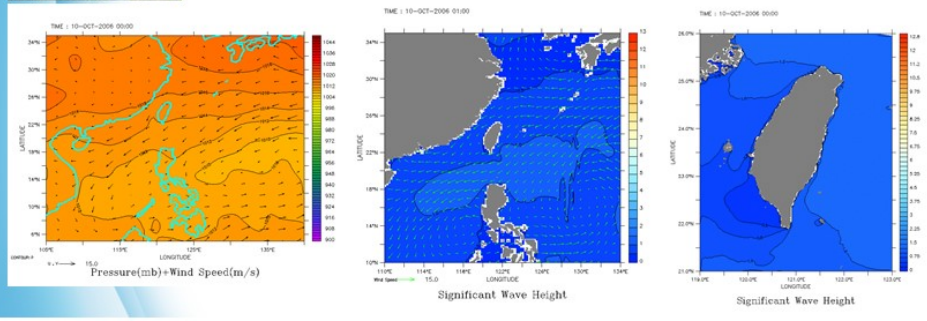
計畫主持人：李兆芳 教 授
協同主持人：劉正琪 研究員

委辦單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心
執行單位：國立成功大學水工試驗所





壹、前言



本研究屬於港研中心108年科技綱要計畫「*海洋及交通運輸防災技術研究(2/4)*」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下所建置海象模擬作業系統，為4年期研究計畫之第2年子項計畫。

一、計畫目的

◆ 針對針對港研中心「臺灣近岸海象預報系統」進行維護，包括臺灣及離島主要港口港域、藍色公路及海岸公路鄰近海域等，有關風力、波浪、水位及流場海象模式之改善，並針對東部海域(*新北市貢寮區之東北角至秀姑巒溪出海口*)建置合適的小尺度風浪模擬系統及探討港區靜穩預警等課題。

二、本年度工作項目及內容

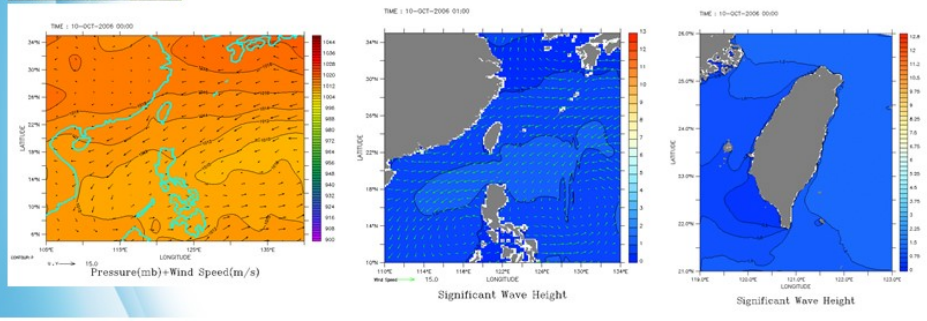
- **海象自動化預報模擬系統校修與維運**：配合港研中心進行臺灣近岸海象模擬系統(TaiCOMS)維護與資料更新、軟硬體更新與測試、模式作業化環境之改善及維護等相關工作。
- **海象自動化預報及預警模擬系統改善研究**：針對臺灣本島及離島(澎湖)等11個主要港口及臺東海岸公路鄰近海域，依據歷年有關海象作業化預報評估結果，進行波浪、水位及流場等相關模組改善研究。
- **臺灣周圍海域風浪模擬與校驗**：依據港研中心風浪觀測資料(或中央氣象局、水利署)校驗模式模擬結果，作為後續模式修正之依據，並針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估。
- **臺灣周圍海域水動力模擬與校驗**：依據港研中心(或中央氣象局、水利署)水位及海流觀測資料校驗模式模擬結果，並針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估，作為後續模式修正之依據。整合港研中心模擬結果及HYCOM洋流預報資訊，與海流觀測資料(台灣海洋科技研究中心CODAR)進行比對評估。

二、本年度工作項目及內容(續)

- **風力、波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估**：配合港研中心(或中央氣象局、水利署)於臺灣本島及離島等11個主要港口及臺東海岸公路鄰近海域之現場觀測資料，進行本年度(108年度)海象預報成果評估。
- **綜整中央氣象局風浪預報資料**：彙整氣象局提供之海象預報資料，並與臺灣近岸海象預報資料進行比對。
- **東部海域基本資料蒐集與分析**：蒐集東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)的地形水深及分析海象資料特性。
- **東部海域小尺度風浪模擬系統建置**：針對東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)建置合適的小尺度風浪模擬系統。
- **花蓮港區靜穩模擬系統建置**：結合東部海域小尺度風浪模擬結果，修正花蓮港區細尺度波浪模擬，建置花蓮港之港區靜穩模擬系統。

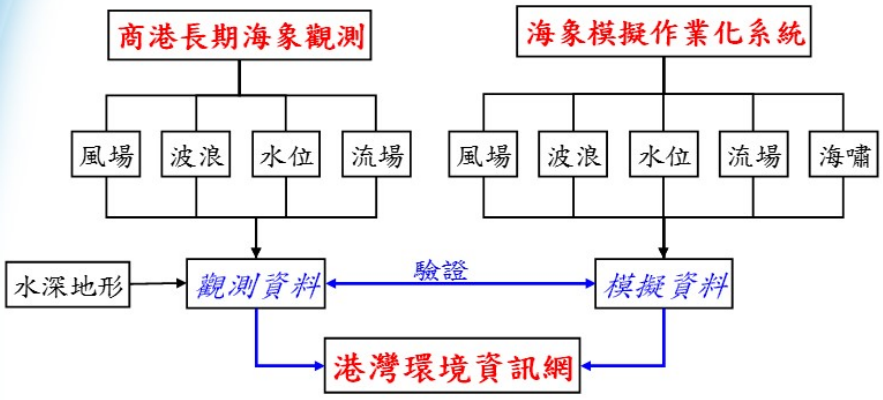


貳、臺灣近岸海象預報模擬系統維運與改善



一、海象自動化預報模擬系統校修與維運(1)

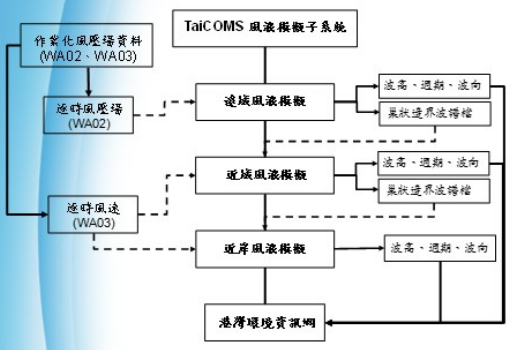
臺灣近岸海象預報系統整體架構



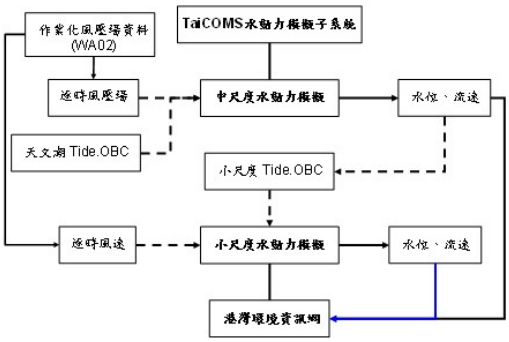
- 含此系統是由即時海象觀測網、海象模擬作業化系統及海象資訊展示端三個單元構成的，海象模擬包括風場、波浪、水位、海流及海嘯等資訊。

一、海象自動化預報模擬系統校修與維運(2)

➢ 針對新建風浪模擬子系統及水動力模擬子系統持續進行作業化測試。



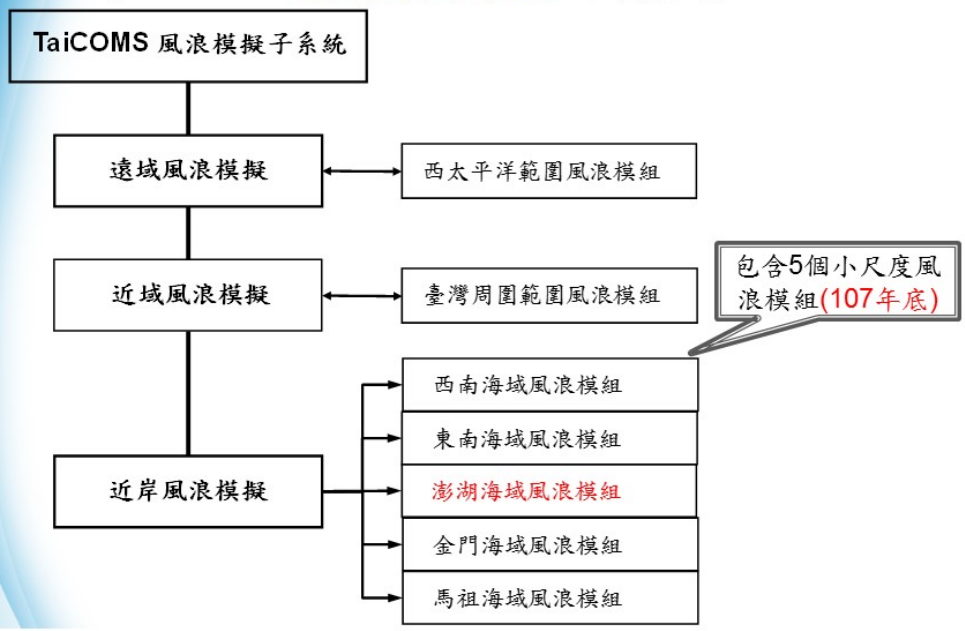
風浪模擬子系統之模擬架構及流程



水動力模擬子系統之模擬架構及流程

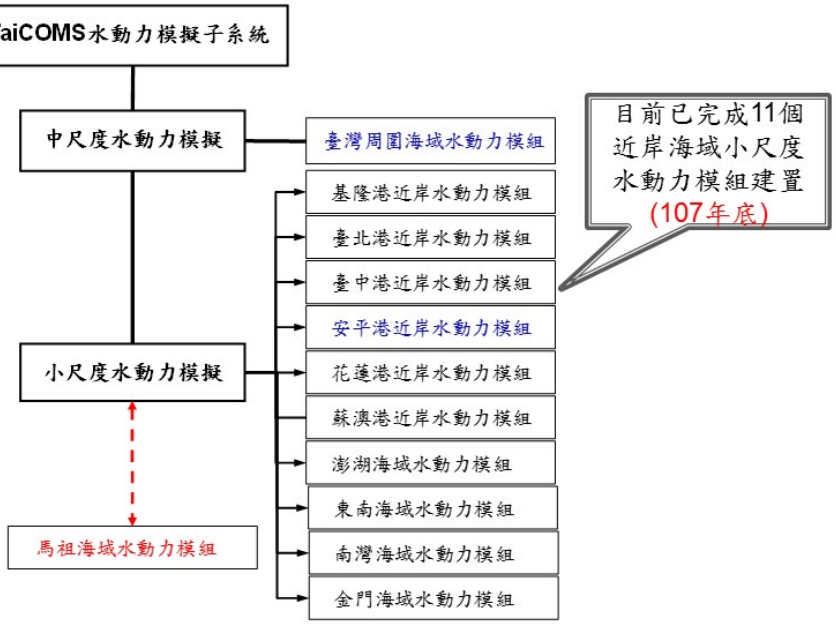
一、海象自動化預報模擬系統校修與維運(3)

➢ 目前TaiCOMS風浪模擬子系統之組成架構。



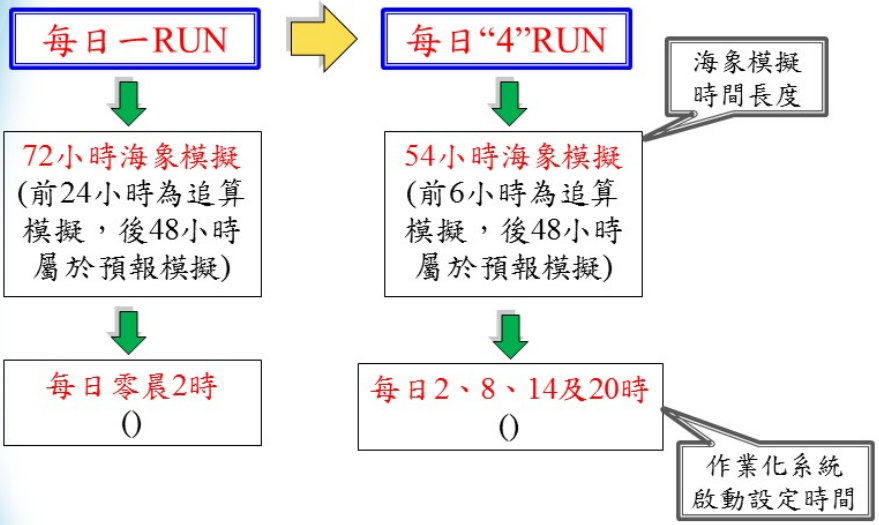
一、海象自動化預報模擬系統校修與維運(4)

➢ 目前TaiCOMS水動力模擬子系統之組成架構。



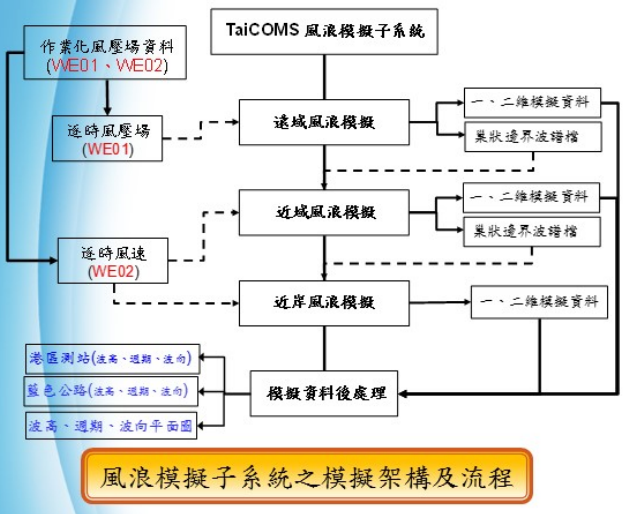
二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(1)

➢ 海象模擬作業化系統改善

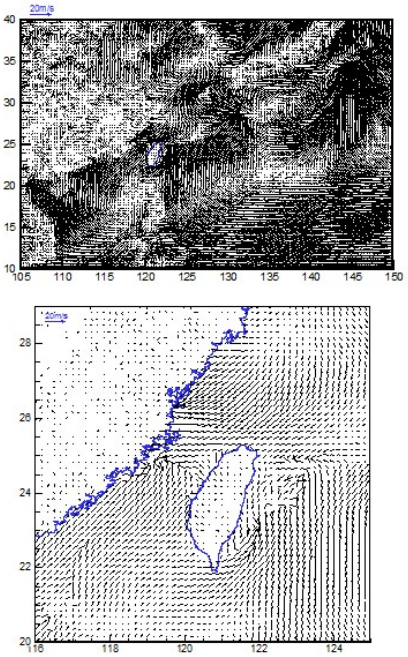


二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(2)

➢海象模擬作業化系統改善

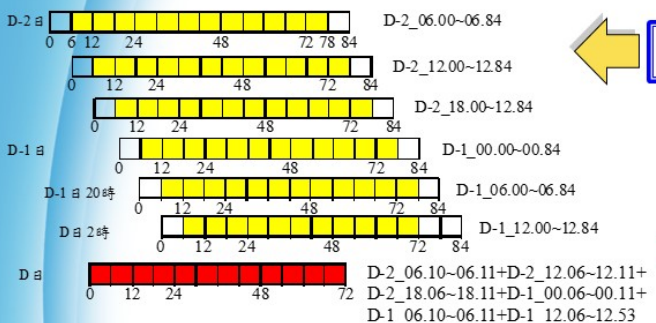


風浪模擬子系統之模擬架構及流程



二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(3)

➢作業化組合預報風場結構之修正

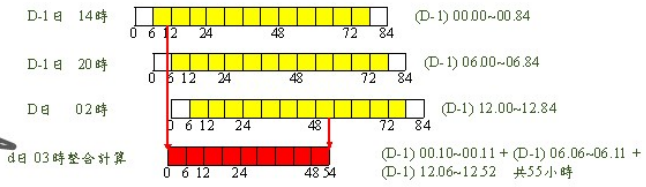


每日一RUN

每日四RUN

備註：風力預報（黃），提供波浪及水動力預報（紅）每日1次

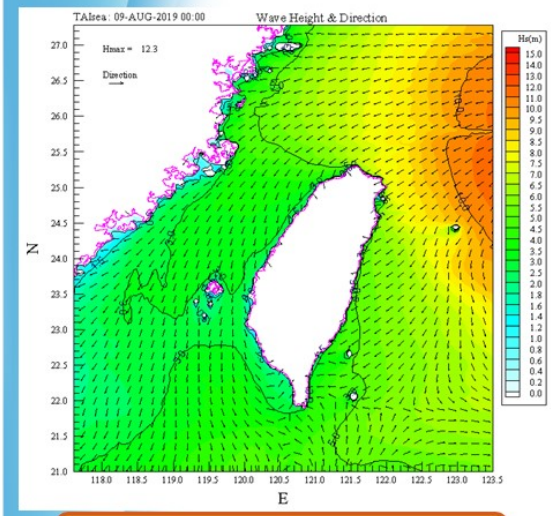
風場表訂預報時間與氣象局實際預報時間晚4小時



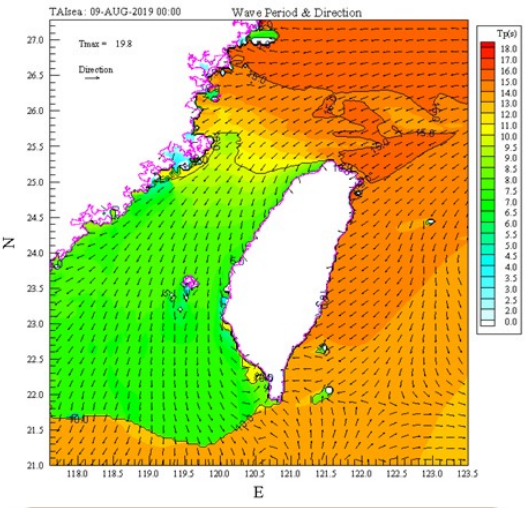
每日四RUN，使用最近三筆風場組合資料

二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(4)

➢ 風浪模擬成果二維平面圖之修正



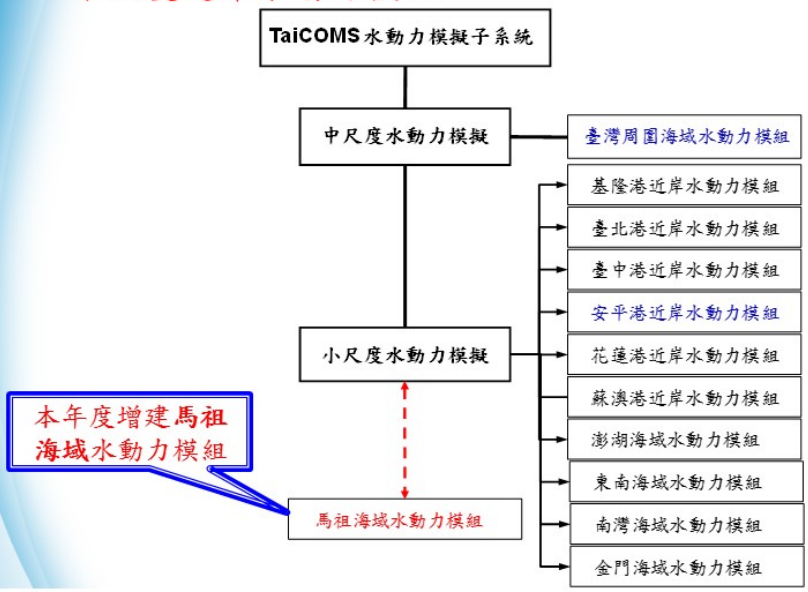
等波高分布及波向圖



等週期分布及波向圖

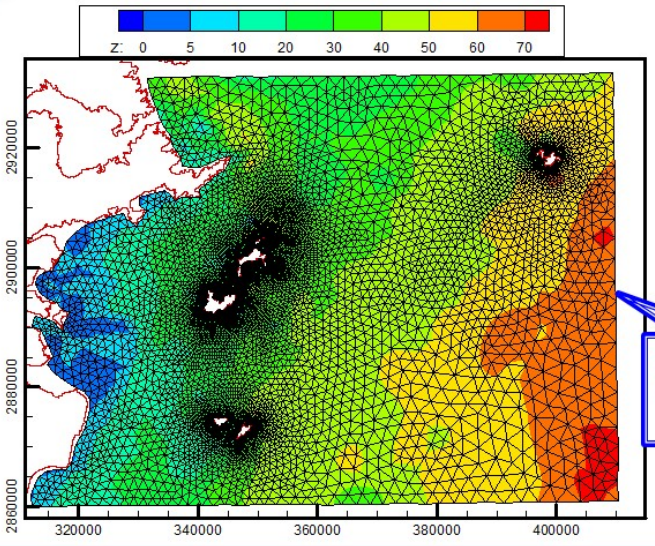
二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(5)

➢ 本年度水動力模擬子系統規劃針對馬祖海域建置小尺度近岸水動力模組



二、海象自動化預報及預警模擬系統改善研究(6)

➢ 馬祖海域小尺度水動力模組

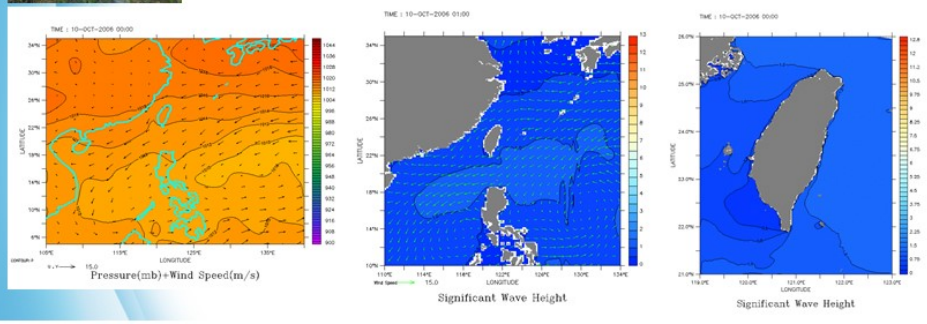


針對水位及流場模擬結果持續校驗再納入系統

馬祖海域水動力模組模擬範圍、水深分布及數值計算網格

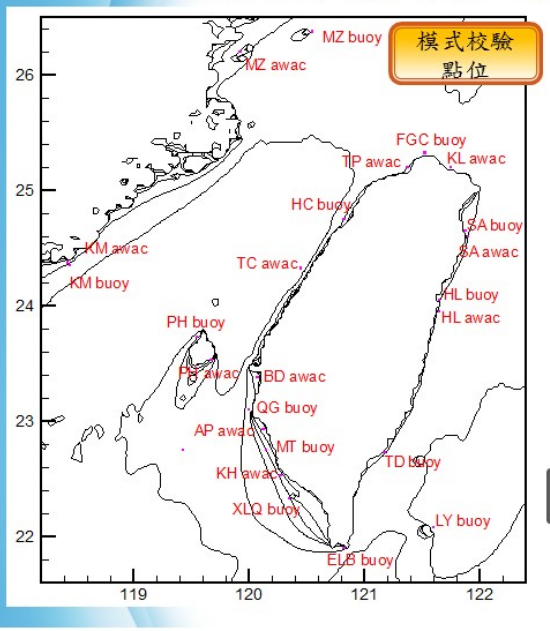


參、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗



臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(1)

➢ 完成108年度冬季(1、2月)風浪模擬及比對成果，



浮標觀測資料
氣象局波高預報資料

↓

中尺度風浪模擬

↓

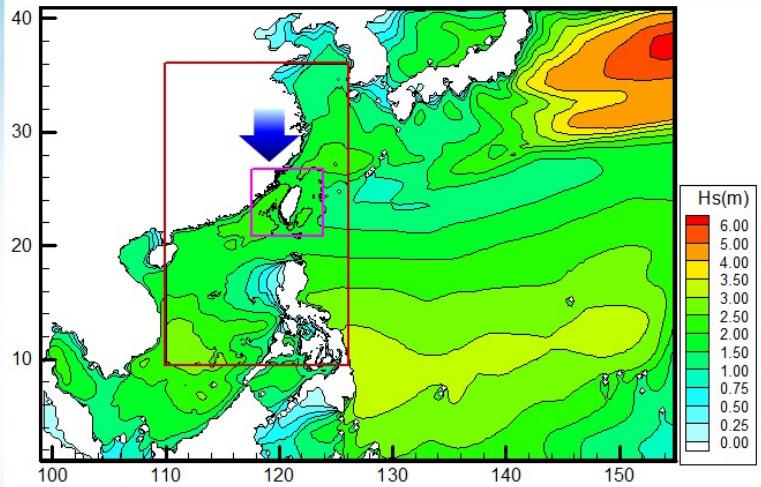
模擬結果校驗

波高

偏差
RMSE
相關係數

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(2-1)

➢ 綜整中央氣象局風浪(波高)預報資料 **NWW 3**

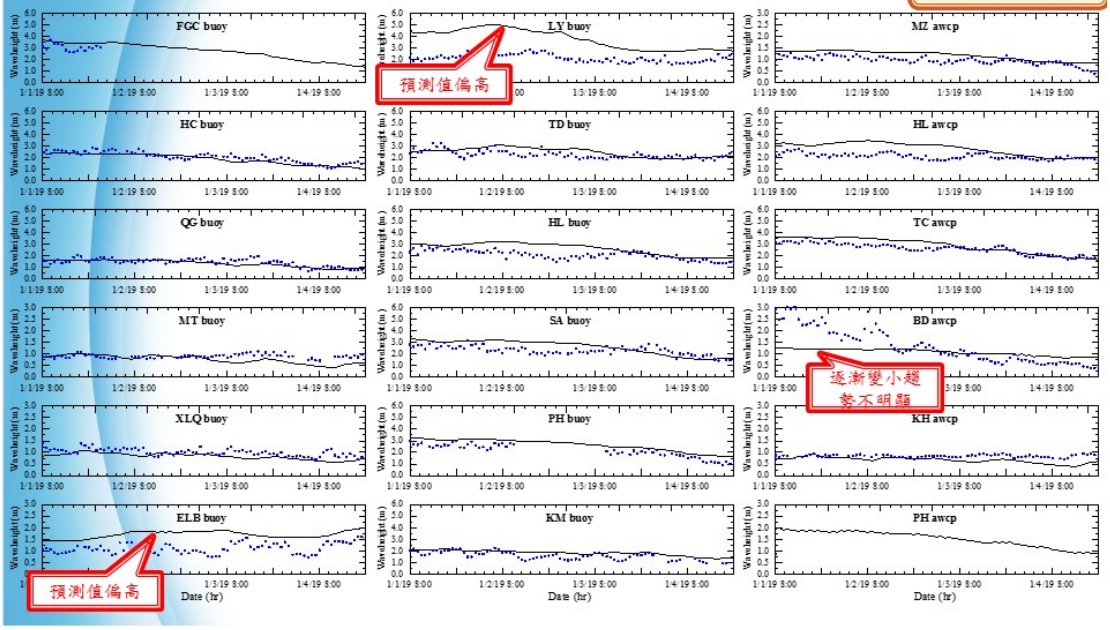


3層多重網格「決定性波浪預報模式系統」

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(2-2)

➢ 氣象局波高預報值與觀測值(點)之比較

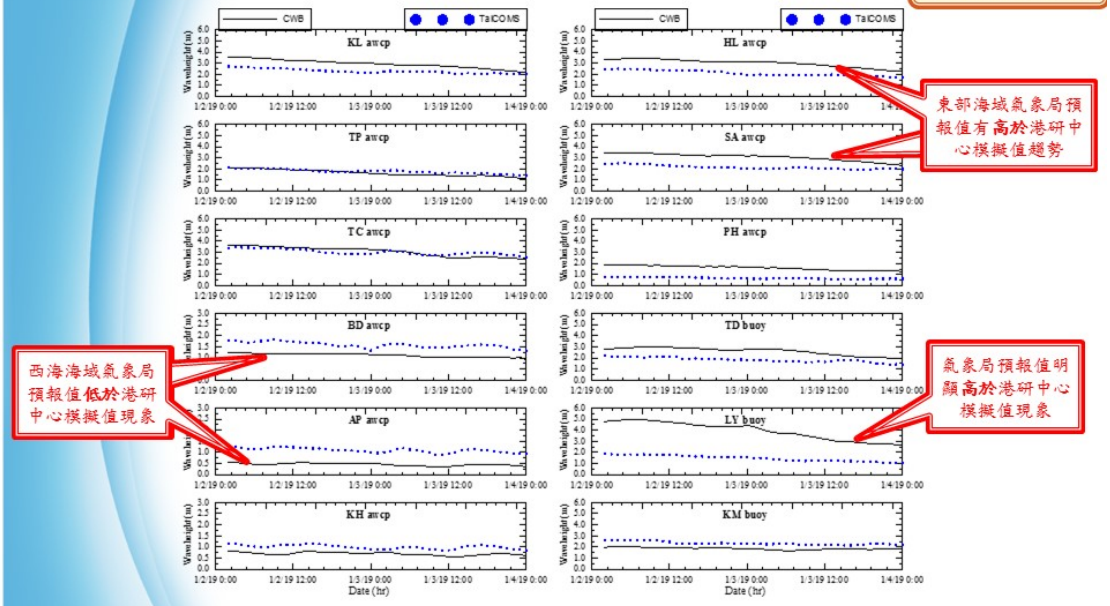
單次預報結果



臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(2-3)

➢ 氣象局波高預報值與TaiCOMS模擬值(點)比較

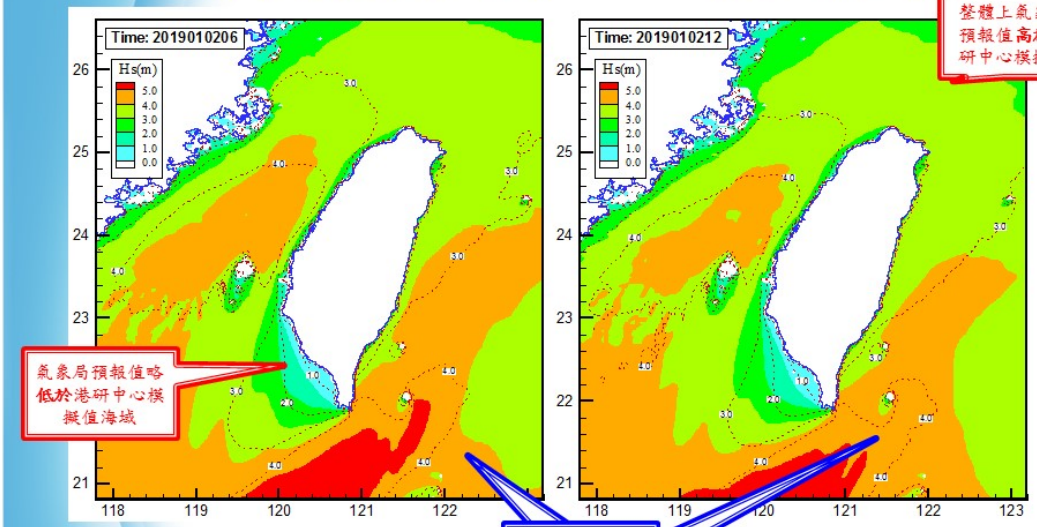
單次預報結果



臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(2-4)

單次預報結果

➤ 氣象局波高預報結果與TaiCOMS模擬結果(虛線)比較



整體上氣象局預報值高於港研中心模擬值

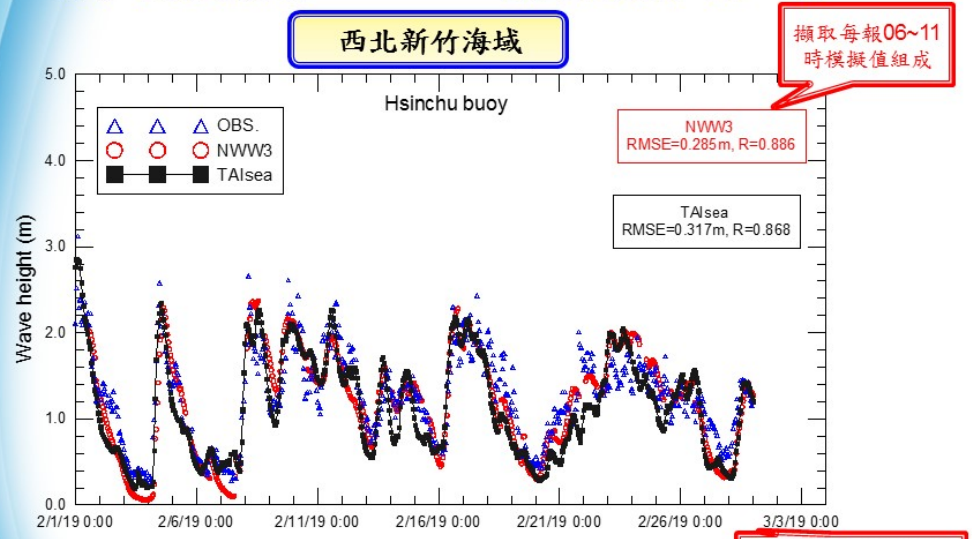
氣象局預報值略低於港研中心模擬值海域

氣象局預報值明顯高於港研中心模擬值現象

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-1)

冬季風浪模擬

➤ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較



擷取每報06~11時模擬值組成

均方根誤差：氣象局略優

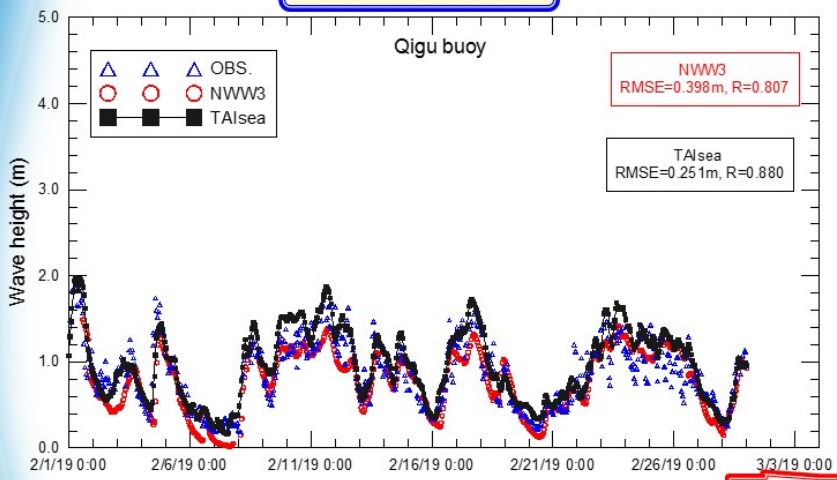
相關係數　：氣象局略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-2)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

西南台南海域



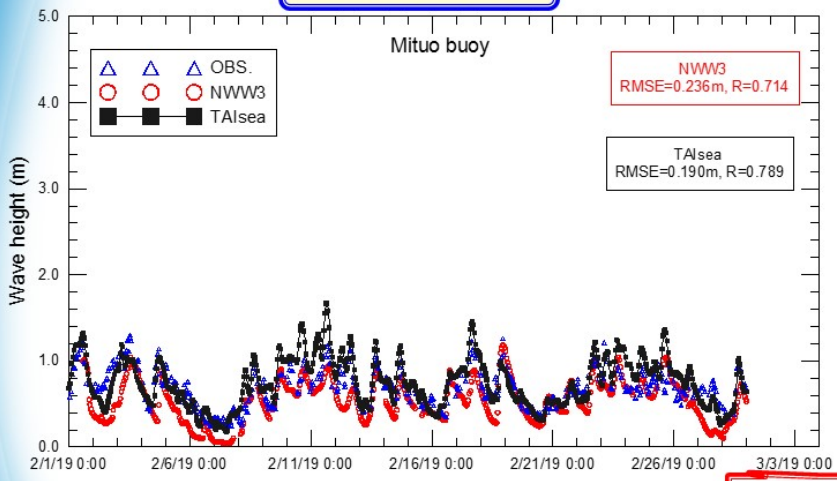
均方根誤差：港研略優
相關係數　：港研略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-3)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

西南高雄海域



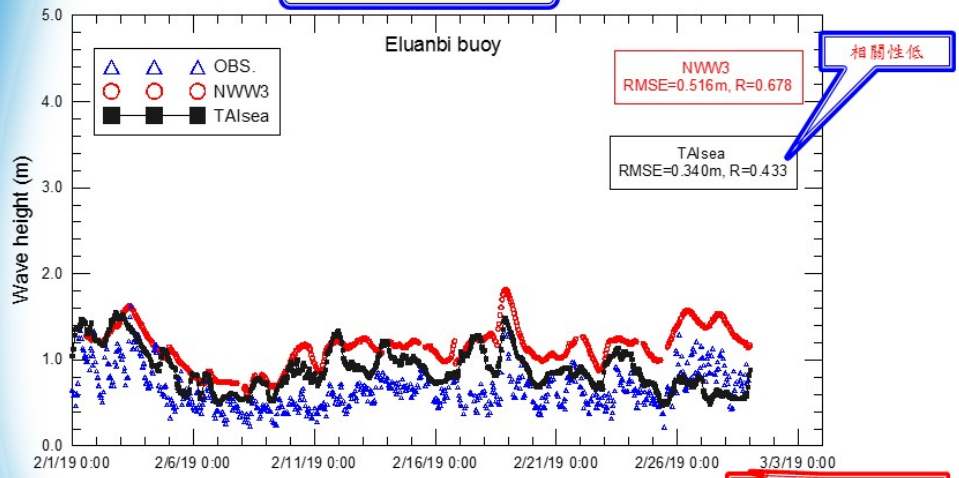
均方根誤差：港研略優
相關係數　：港研略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-4)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

南部海域



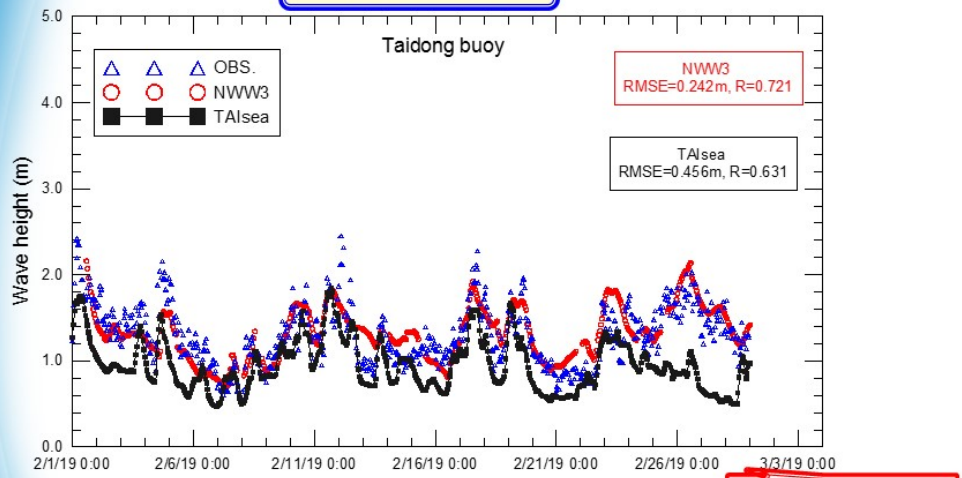
均方根誤差：港研較優
相關係數：氣象局較優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-5)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

東南部海域



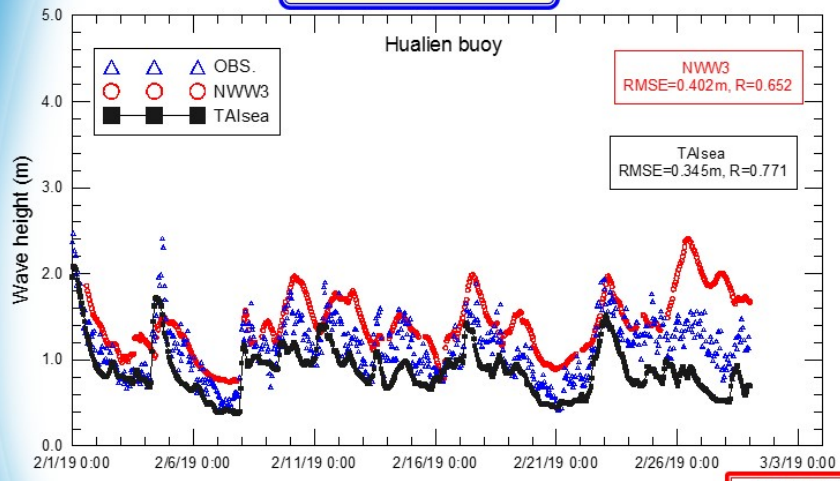
均方根誤差：氣象局較優
相關係數　：氣象局略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-6)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

東部海域



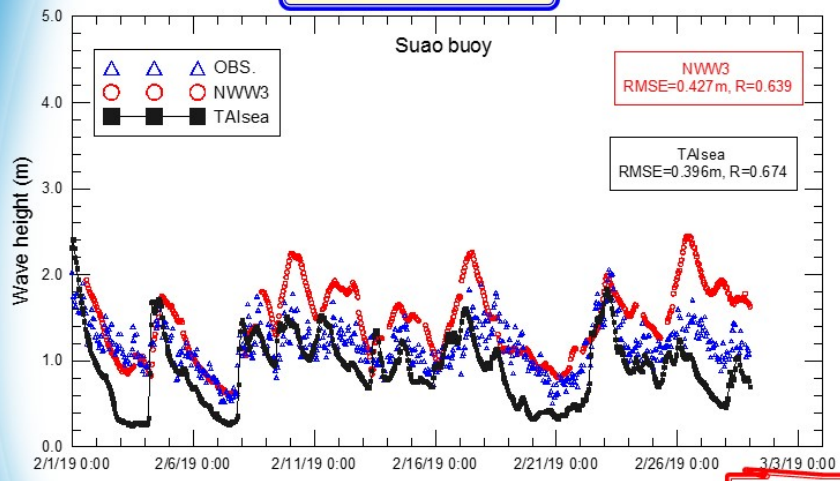
均方根誤差：港研略優
相關係數　：港研略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-7)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

東北部海域



均方根誤差：港研略優
相關係數　：港研略優

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-8)

冬季風浪模擬

➢ 氣象局波高預報、TaiCOMS模擬值與觀測值比較

相關係數

年月	新竹		七股		龍坨		小琉球		鵝鑾鼻		台東	
	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT
1	0.893 (468)	0.904 (729)	0.880 (468)	0.906 (726)	0.695 (468)	0.649 (625)	0.201 (468)	0.272 (744)	0.585 (468)	0.483 (731)	0.847 (468)	0.800 (734)
2	0.886 (616)	0.868 (660)	0.807 (616)	0.879 (657)	0.714 (537)	0.785 (537)	0.473 (616)	0.569 (649)	0.678 (616)	0.443 (663)	0.721 (616)	0.631 (686)

年月	花蓮浮標		蘇澳浮標		澎湖浮標		金門浮標		蘭嶼浮標	
	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT
1	0.848 (468)	0.901 (744)	0.909 (468)	0.876 (721)	0.952 (468)	0.956 (701)	0.920 (468)	0.903 (685)	0.867 (468)	0.775 (720)
2	0.652 (616)	0.771 (667)	0.639 (616)	0.675 (653)	0.926 (616)	0.938 (668)	0.867 (616)	0.865 (659)	0.637 (616)	0.487 (668)

均方根誤差

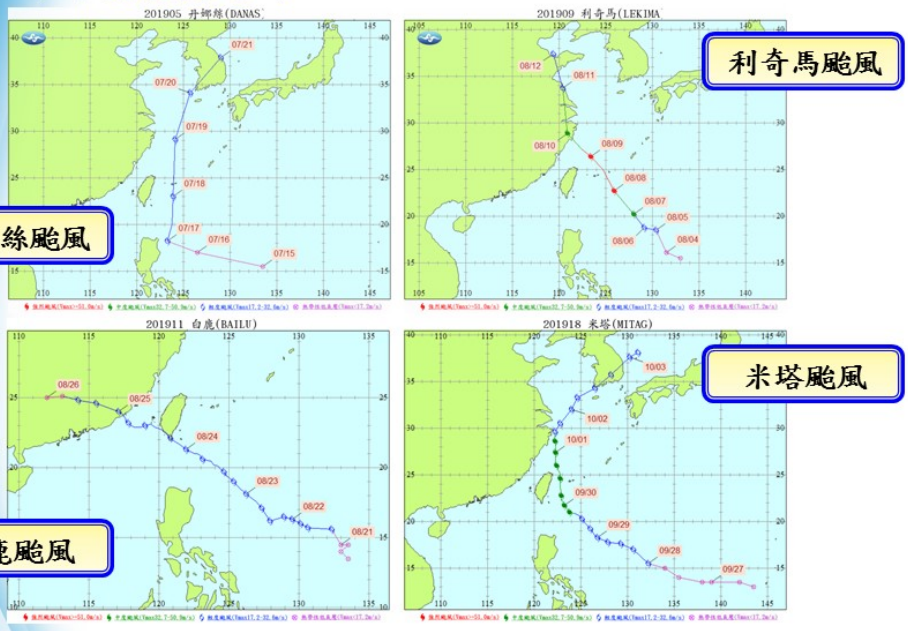
年月	新竹		七股		龍坨		小琉球		鵝鑾鼻		台東	
	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT
1	0.375	0.313	0.469	0.278	0.318	0.276	0.364	0.258	0.483	0.457	0.325	0.528
2	0.285	0.317	0.398	0.251	0.236	0.190	0.284	0.230	0.516	0.340	0.242	0.456
平均	0.330	0.315	0.434	0.265	0.277	0.233	0.324	0.244	0.500	0.399	0.284	0.492

年月	花蓮浮標		蘇澳浮標		澎湖浮標		金門浮標		蘭嶼浮標	
	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT	CWB	IHMT
1	0.408	0.390	0.352	0.464	0.298	0.824	0.244	0.508	1.065	0.614
2	0.402	0.345	0.427	0.396	0.319	0.529	0.248	0.314	0.835	0.473
平均	0.405	0.368	0.390	0.430	0.309	0.677	0.246	0.411	0.950	0.544

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-1)

颱風波浪模擬

➢ 本年度侵臺颱風



丹娜絲颱風

利奇馬颱風

白鹿颱風

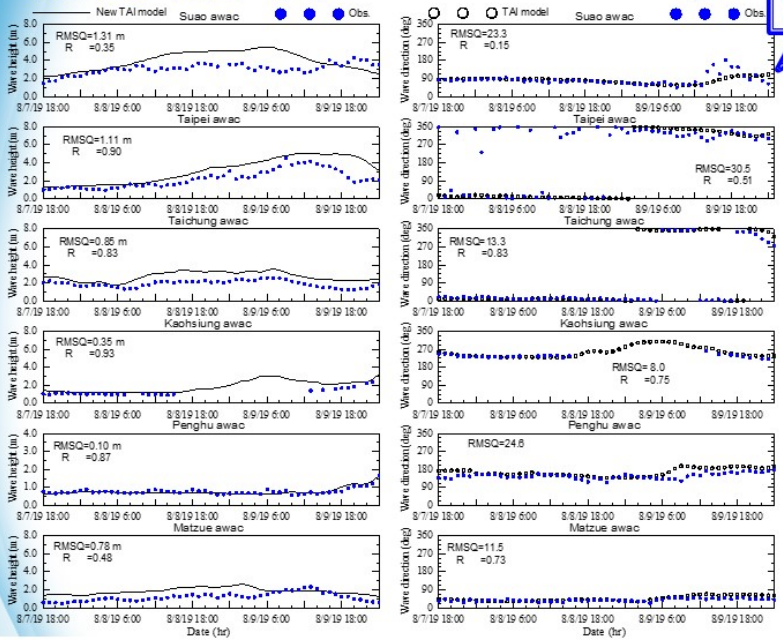
米塔颱風

臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-2)

颱風波浪模擬

➤ 強烈颱風利奇馬 (08/07 17:30~08/10 08:30)

08/08 00 hr

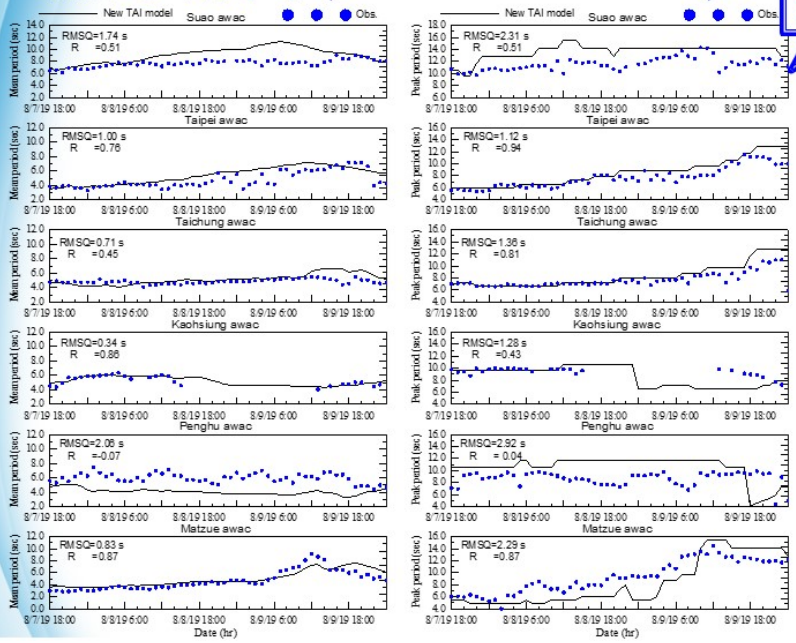


臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(5-3)

颱風波浪模擬

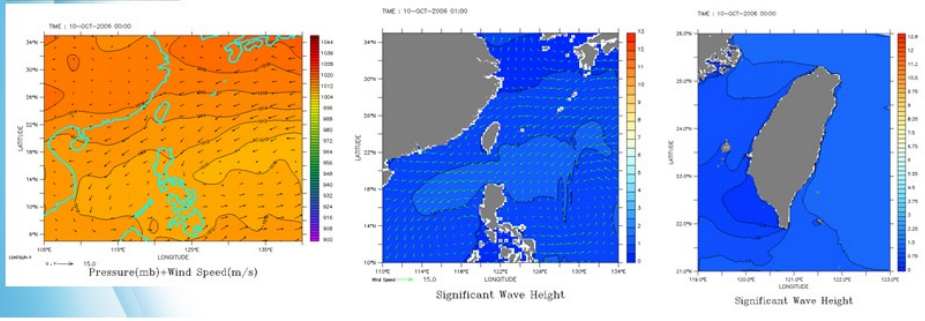
➤ 強烈颱風利奇馬 (08/07 17:30~08/10 08:30)

08/08 00 hr



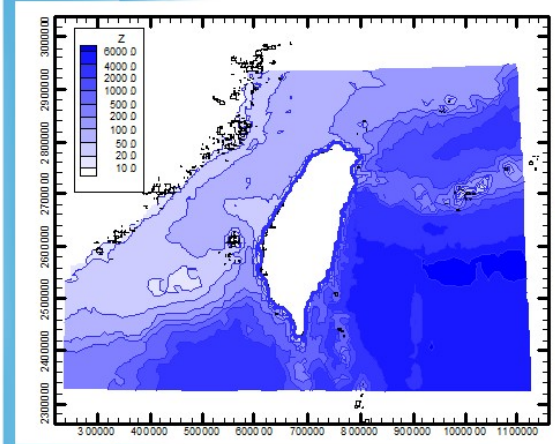


肆、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗

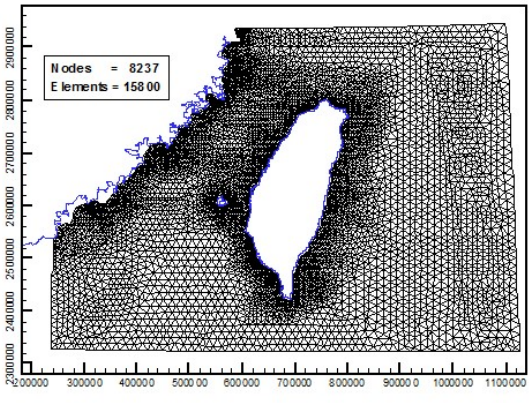


臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(1)

- 臺灣周圍海域水動力模式介紹



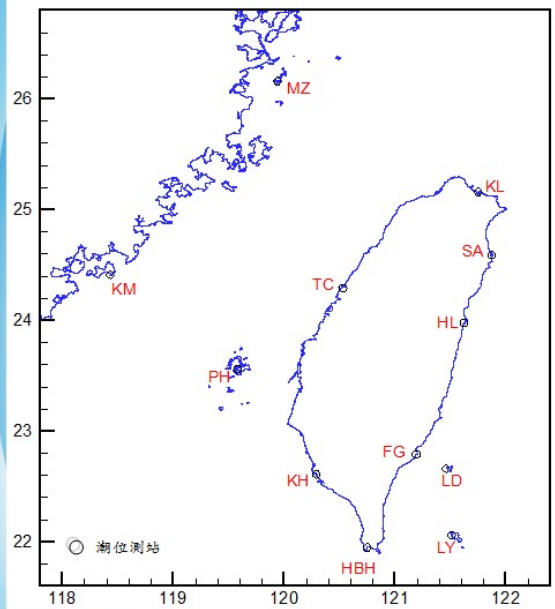
臺灣周圍海域水動力模式模擬範圍



臺灣周圍海域水動力模式計算網格

臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(2-1)

➢ 臺灣周圍海域潮位資料調和分析及天文潮預報



氣象局或水利署
(2018年潮位資料)

↓

天文潮調和分析

68個天文潮
(8764小時)

↓

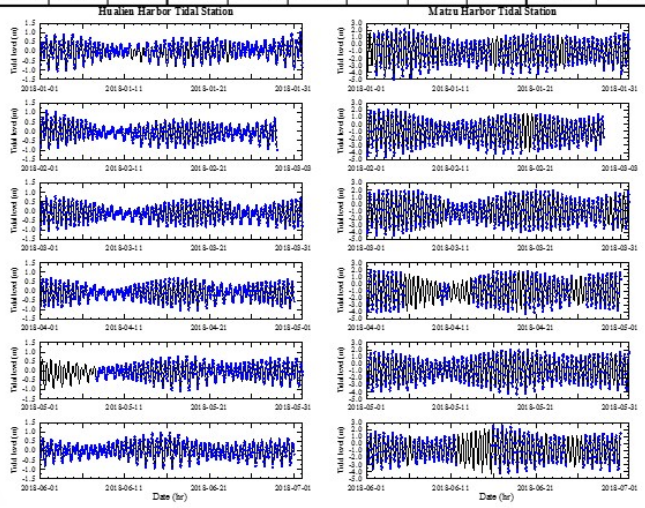
2019年天文潮位預報

臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(2-2)

➢ 臺灣周圍海域潮位資料調和分析及天文潮預報

測站	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	澎湖	富岡	綠島	蘭嶼	後壁湖	金門	馬祖
RMSE	0.106	0.062	0.075	0.097	0.058	0.084	0.059	0.060	0.069	0.066	0.162	0.163
資料數	8390	7524	7537	6842	6922	8471	8642	7505	7596	8333	8635	6971
來源	CWB	CWB	CWB	CWB	CWB	CWB	WRA	WRA	CWB	WRA	WRA	CWB

誤差大於0.1m
花蓮、金門、
馬祖

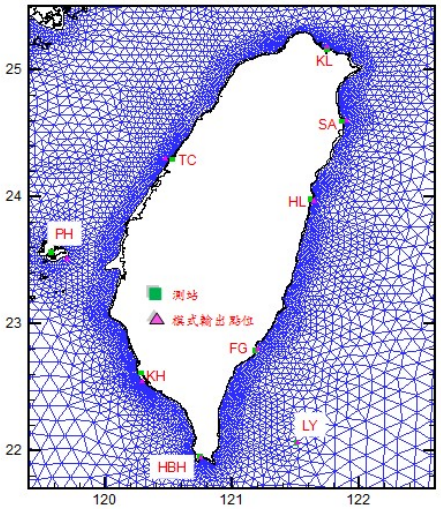


臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(3-1)

➢ 天文潮模擬及水位驗證

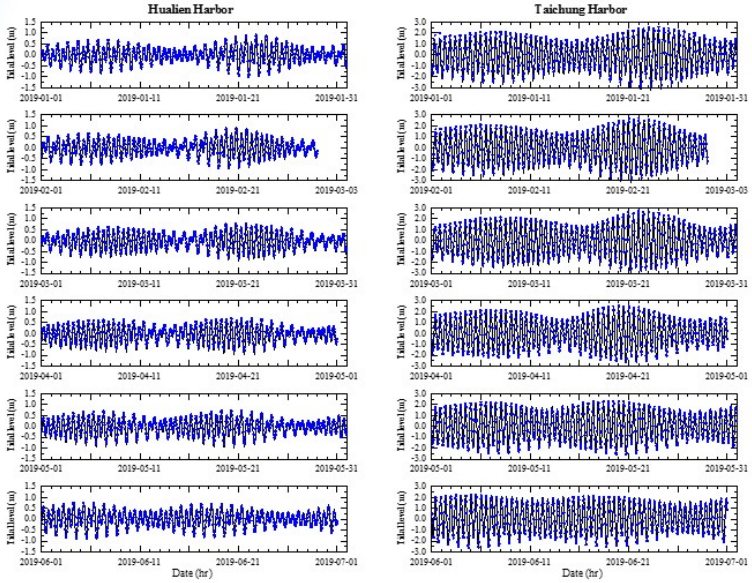
測站	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	澎湖	富岡	蘭嶼	後壁湖
RMSE	0.094	0.099	0.131	0.242	0.173	0.541	0.086	0.176	0.143
R	0.927	0.970	0.884	0.988	0.746	0.734	0.977	0.913	0.914
資料數	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760

最大誤差：澎湖(0.541m)
最小誤差：富岡(0.086m)



臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(3-2)

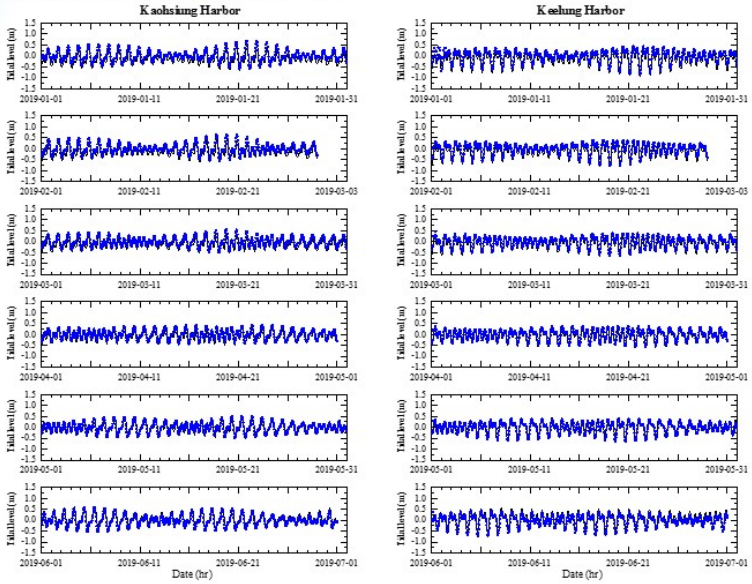
➢ 天文潮模擬及水位驗證



2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較

臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(3-3)

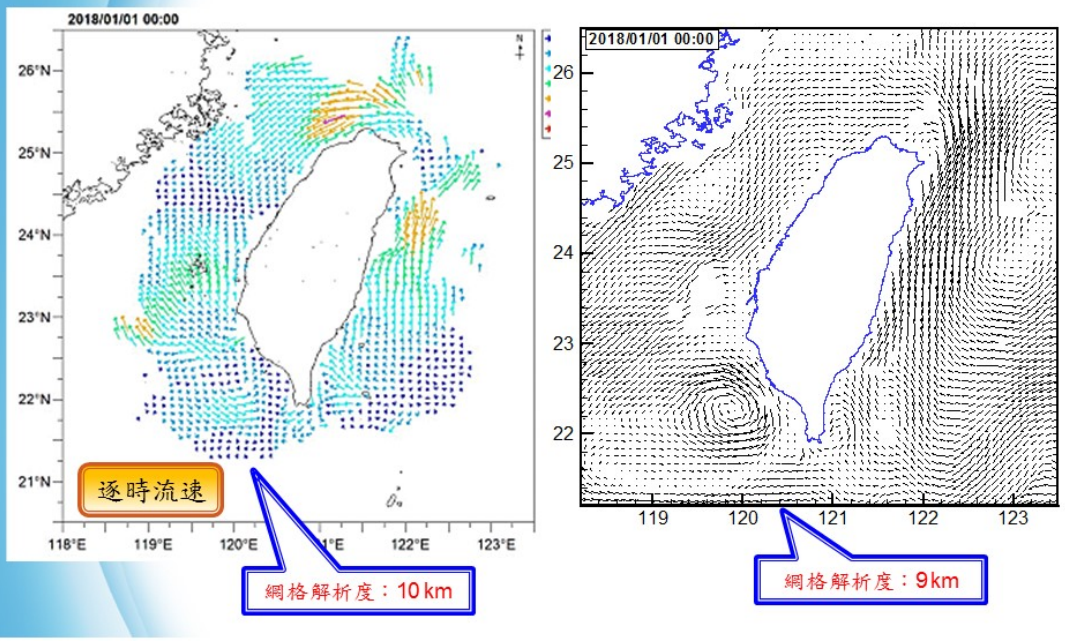
➢ 天文潮模擬及水位驗證



2019年天文潮水位模擬值(點)與調和分析預測值(線)之比較

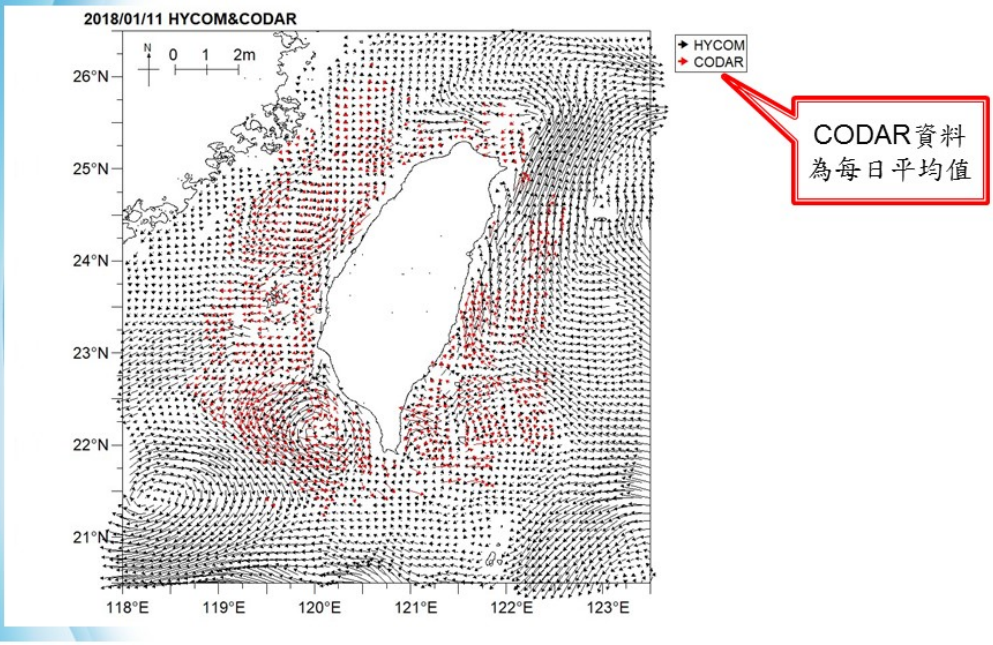
臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(4-1)

➢ CODAR及HYCOM海流資料之比較



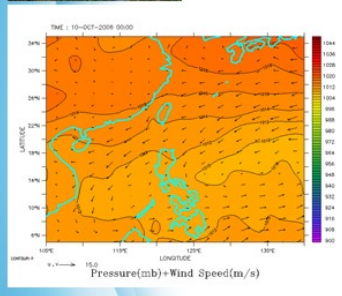
臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(4-2)

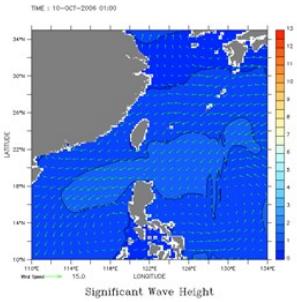
➢CODAR及HYCOM海流資料之比較

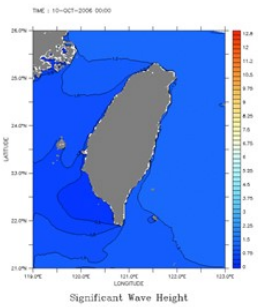




伍、
海象預報作業化成果評估







海象預報作業化成果評估(1)

- 逐月完成觀測資料與預測資料蒐集率統計表、時序列歷線比對結果。
- 108年度海象預報作業化成果評估報告(2018年9月至2019年8月)

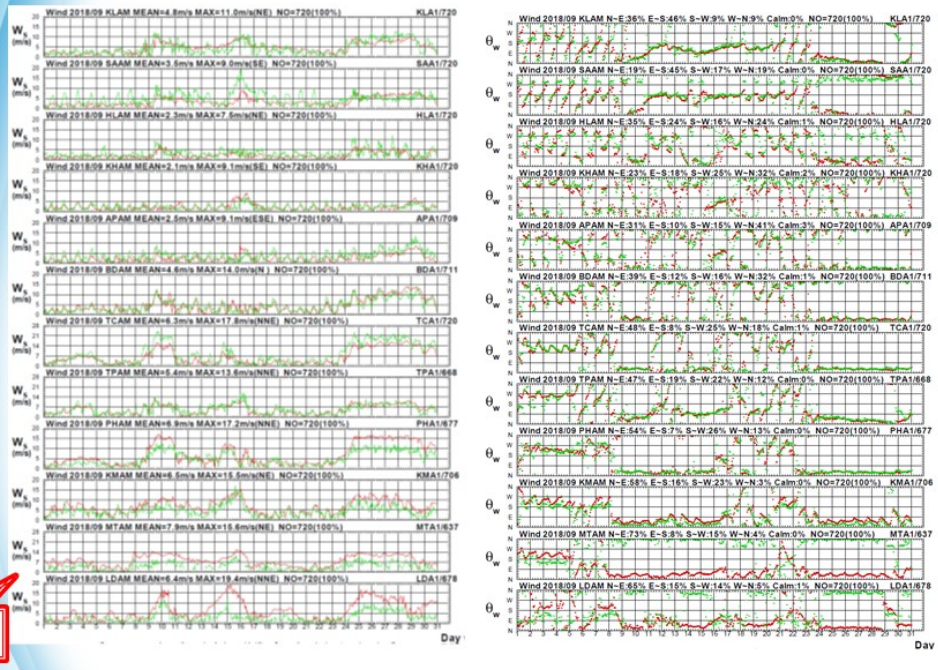
參考附件

內容

風力	●模擬值與觀測值之逐月歷線比較圖 ●模擬值與觀測值之逐月資料蒐集率、風力統計、誤差分析、相關係數R分析表
波浪	●模擬值與觀測值之逐月歷線比較圖 ●模擬值與觀測值之逐月資料蒐集率、波浪統計、誤差分析、相關係數R分析表
水位	●模擬值與觀測值之逐月歷線比較圖 ●模擬值與觀測值之逐月資料蒐集率、誤差分析、相關係數R分析表
流場	●模擬值與觀測值之逐月歷線比較圖 ●模擬值與觀測值之逐月資料蒐集率、海流統計、誤差分析、相關係數R分析表

海象預報作業化成果評估(2)

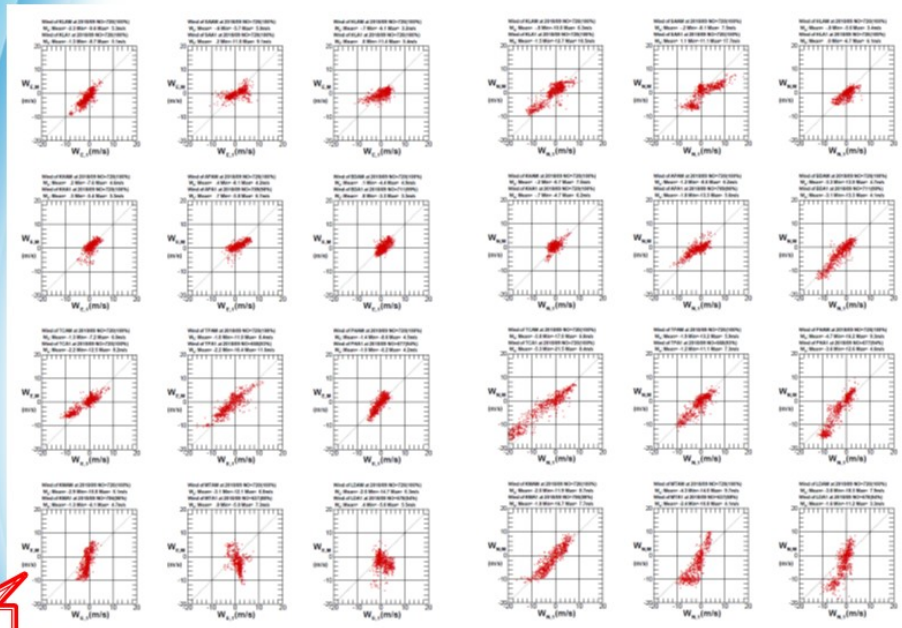
風力



流速值

海象預報作業化成果評估(3)

風力



東西向

海象預報作業化成果評估(4)

風力

2018年 9月各項風力12個海域各站平均風速

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	4.8	3.8	2.3	2.1	2.2	4.6	6.2	5.4	6.8	7.2	6.4
E式度	5.2	4.6	3.3	3.0	2.5	3.7	6.2	5.4	6.8	6.4	6.7
歐洲	4.6	5.0	3.2	2.1	3.9	4.4	6.2	5.3	5.0	4.3	3.9

MEW2A 風速單位:m/s 準確技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站資料筆率

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E式度	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
歐洲	100	100	100	100	96	96	100	93	94	88	94

MEW2A 觀測單位:% 準確技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站最大風速

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	11.9	9.9	7.5	9.1	9.1	14.9	17.5	13.6	17.2	15.5	15.6	19.4
E式度	11.6	11.8	12.3	11.6	9.1	12.2	17.5	13.6	16.8	14.7	16.5	19.4
歐洲	12.7	20.8	12.1	7.9	13.7	13.4	23.8	17.4	12.7	17.4	11.2	11.8

MEW2A 風速單位:m/s 準確技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站最大風速對應風向

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	NE	SE	NE	SE	ESE	N	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE
E式度	NE	NW	NNE	E	ESE	N	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE
歐洲	N	SSE	ENE	SE	NNE	N	NNE	ESE	N	NNE	NNW	NNW

MEW2A 風向: 單向 準確技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站主要風向

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	NE	SSE	NE	N	N	N	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
E式度	SE	SE	NNE	W	N	N	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
歐洲	N	SSE	WSW	N	N	N	NNE	NE	NNE	NNW	NW

MEW2A 風向: 單向 準確技術研究中心

2018年 9月各項風力12個海域各站主要風向所佔百分比

測站	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	臺北	淡水	馬祖	福島
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
M式度	15	18	15	13	30	25	30	13	41	25	34	29
E式度	19	16	19	14	28	25	30	15	41	26	30	29
歐洲	24	26	15	14	28	24	30	14	33	27		

MEW2A 百分比% 準確技術研究中心

表1.2.16a 2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值平均誤差統計表

類別: 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-A5	蘇澳 A1-A5	花蓮 A1-A5	高雄 A1-A5	安平 A1-A5	布袋 A1-A5	臺中 A1-A5	臺北 A1-A5	淡水 A1-A5	馬祖 A1-A5	福島 A1-A5
風速誤差	0.17	-1.49	-0.83	-0.01	-1.34	0.27	-1.84	-0.19	1.88	2.08	3.91	3.36
風向誤差	1	-2	7	14	8	7	6	-6	25	52	36
E風速誤差	-1.01	-0.79	-0.66	-0.36	-0.29	-0.72	0.98	0.43	-0.35	-1.62	-3.89	-2.98
N風速誤差	0.68	-1.36	-0.75	0.53	0.65	-0.21	1.50	-0.67	-1.10	-0.22	-1.90	-2.19
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	709	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 準確技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值平均絕對誤差統計表

類別: 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-A5	蘇澳 A1-A5	花蓮 A1-A5	高雄 A1-A5	安平 A1-A5	布袋 A1-A5	臺中 A1-A5	臺北 A1-A5	淡水 A1-A5	馬祖 A1-A5	福島 A1-A5
風速誤差	1.62	2.18	1.39	0.93	1.67	1.31	2.69	1.50	2.55	2.32	3.95	3.58
風向誤差	36	41	46	51	36	32	28	32	24	33	62	61
E風速誤差	1.46	1.87	1.81	1.10	1.35	1.40	1.72	1.74	1.37	3.10	5.28	3.92
N風速誤差	1.84	2.64	1.24	1.15	1.56	1.41	2.50	1.57	2.55	1.69	3.33	3.54
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	709	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 準確技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值標準偏差統計表

類別: 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-A5	蘇澳 A1-A5	花蓮 A1-A5	高雄 A1-A5	安平 A1-A5	布袋 A1-A5	臺中 A1-A5	臺北 A1-A5	淡水 A1-A5	馬祖 A1-A5	福島 A1-A5
風速誤差	2.01	2.90	1.79	1.30	2.02	1.73	3.38	1.94	3.33	2.88	4.59	4.67
風向誤差	56	54	64	69	53	50	47	50	43	44	71	72
E風速誤差	1.85	2.62	2.29	1.61	1.72	1.74	2.13	2.26	1.70	3.66	6.05	5.07
N風速誤差	2.38	3.22	1.75	1.47	1.99	1.87	3.18	2.13	3.25	2.11	4.11	4.59
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	709	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 準確技術研究中心

2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值最大偏差統計表

類別: 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-A5	蘇澳 A1-A5	花蓮 A1-A5	高雄 A1-A5	安平 A1-A5	布袋 A1-A5	臺中 A1-A5	臺北 A1-A5	淡水 A1-A5	馬祖 A1-A5	福島 A1-A5
風速誤差	5.22	4.10	4.56	6.23	7.30	5.94	5.87	7.64	8.54	8.72	11.7	17.0
風向誤差	172	174	176	179	179	178	178	173	177	171	179	179
E風速誤差	4.71	9.07	6.88	3.18	5.32	6.17	7.71	7.99	5.71	5.49	9.12	7.25
N風速誤差	9.18	7.48	3.83	4.88	6.66	8.89	8.73	4.80	7.34	6.78	8.42	7.02
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	709	637	678

ERW2A 風速單位:m/s, 風向單位: 度 平均風速為觀測值 準確技術研究中心

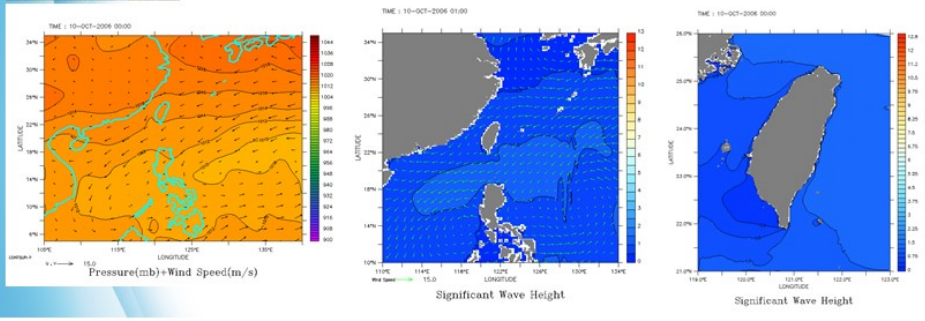
2018年 9月風力12海域各站中尺度 (M) 預報與觀測值最小偏差統計表

類別: 海域 測站A-測站 B	基隆 A1-A5	蘇澳 A1-A5	花蓮 A1-A5	高雄 A1-A5	安平 A1-A5	布袋 A1-A5	臺中 A1-A5	臺北 A1-A5	淡水 A1-A5	馬祖 A1-A5	福島 A1-A5
風速誤差	-7.98	-12.3	-6.19	-3.43	-5.83	-6.11	-10.2	-7.51	-6.13	-5.66	-2.74	-3.06
風向誤差	-175	-172	-179	-179	-178	-176	-171	-174	-173	-171	-179	-175
E風速誤差	-6.87	-12.5	-7.51	-8.22	-6.46	-5.79	-4.01	-11.1	-6.31	-8.82	-15.6	-15.9
N風速誤差	-11.2	-11.2	-9.41	-4.53	-4.88	-7.70	-10.2	-9.49	-8.66	-5.38	-11.4	-18.5
平均風速	4.60	5.02	3.16	2.13	3.85	4.38	8.17	5.52	5.04	4.47	3.93	3.08
資料個數	720	720	720	720	709	711	720	668	677	709	637	678

誤差分析

陸、東部海域基本資料蒐集與分析





東部海域基本資料蒐集與分析(1)

蒐集東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)的地形水深及分析海象資料特性。。

- 地形水深
- 潮汐
- 波浪
- 海流

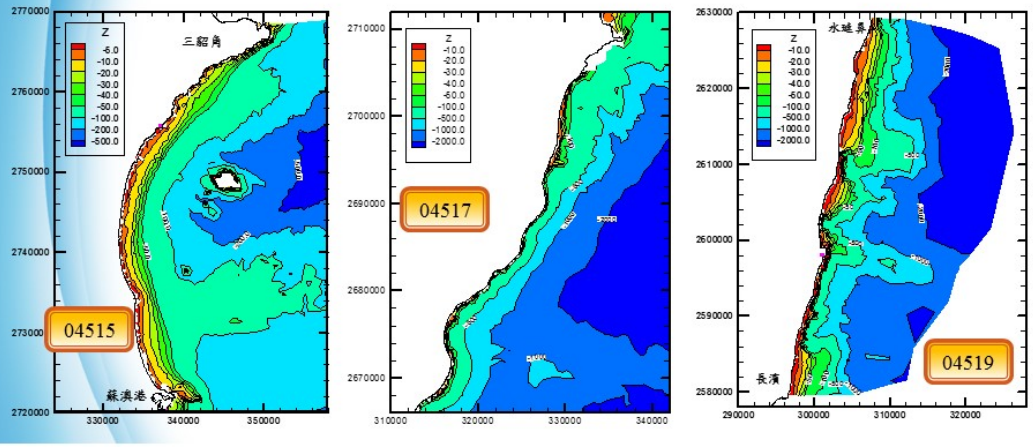
本年度以花蓮港為對象



東部海域基本資料蒐集與分析(2)

地形水深

- 台灣附近海域海底地形水深資料(200m網格，海科中心)。
- 海軍大氣海洋局刊行的1/50,000比例尺海圖(圖號04515～圖號04519)
- 海軍大氣海洋局刊行的1/10,000比例尺海圖(圖號0351)
- 水利署及港務分公司水深測量資料



東部海域基本資料蒐集與分析(3)

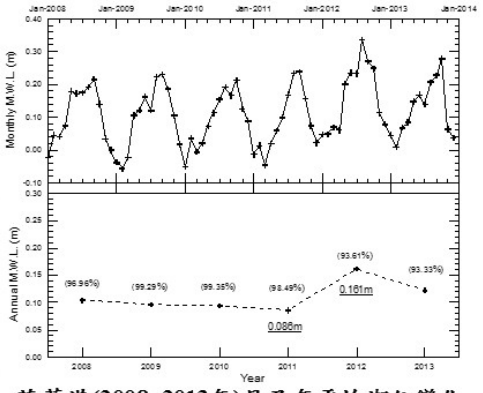
潮汐

- 以花蓮港為對象探討潮汐水位特性(參考港研報告，2015)

花蓮港(2008~2013年)重要代表性潮位統計結果

代表性潮位	高程值 (m)
最高高潮位(H.H.W.L.)	+1.455
平均高潮位(M.H.W.L.)	+0.571
平均潮位(M.W.L.)	+0.095
平均低潮位(M.L.W.L.)	-0.378
最低低潮位(L.L.W.L.)	-1.113
平均潮位差	0.949

觀測資料數34679
測站位置:(23˚58'50"N, 121˚37'25"E)
基準面相對於臺灣高程基準(TWVD2001)：0 m



花蓮港(2008~2013年)月及年平均潮位變化

東部海域基本資料蒐集與分析(4)

波浪

➢ 以花蓮港為對象探討波浪特性(參考港研報告，2015)

波高 (m) \ 年	2012 年 資料數 (百分比)	2012 年 週期平均值(sec)	2013 年 資料數 (百分比)	2013 年 週期平均值(sec)	累計百分比
< 0.5	339 / (4.00)	4.38	263 / (3.85)	4.39	3.93
0.5 ~ 1.0	2592 / (30.64)	4.92	2164 / (31.69)	4.69	35.04
1.0 ~ 1.5	3169 / (37.46)	5.56	2140 / (31.34)	5.35	69.77
1.5 ~ 2.0	1477 / (17.46)	6.00	1371 / (20.08)	5.77	88.40
2.0 ~ 2.5	561 / (6.63)	6.57	547 / (8.01)	6.25	95.64
2.5 ~ 3.0	176 / (2.08)	6.90	275 / (4.03)	6.84	98.59
3.0 ~ 3.5	71 / (0.84)	7.49	41 / (0.60)	7.34	99.33
3.5 ~ 4.0	55 / (0.65)	7.97	17 / (0.25)	7.88	99.80
4.0 ~ 5.0	21 / (0.25)	8.34	10 / (0.15)	9.25	100.00
5.00 <	0 / (0.00)	–	0 / (0.00)	–	100.00
合計	8460 / (100.00)		6828 / (100.00)		
備註	最大波高值：4.73 m 週　　期：8.90 sec 波　　向：110.5° 發 生 時 間：08/01 18hr		最大波高值： 4.60 m 週　　期：10.43 sec 波　　向：110.8° 發 生 時 間：07/12 21hr		

花蓮港(2012~2013年)逐時波高大小分布年統計

花蓮港(2012~2013年)逐時平均波向分布統計

波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)	波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)
N	1 (0.01)	0 (0.01)	0.01	S	1 (0.01))	0 (0.00)	0.01
NNE	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00	SSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NE	1 (0.01)	3 (0.04)	0.03	SW	1 (0.01)	0 (0.00)	0.01
ENE	13 (0.15)	145 (2.12)	1.03	WSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
E	2333 (27.58)	2454 (35.94)	31.31	W	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ESE	3564 (42.13)	2474 (36.23)	39.50	WNW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SE	2134 (25.22)	1678 (24.58)	24.93	NW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SSE	412 (4.87)	74 (1.08)	3.18	NNW	0 (0.00)	0 (0.00))	0.00

1. 波向判斷採用 ±11.25°
2. 2012 及 2013 年波浪觀測資料數分別為 8460 及 6828

2012及2013年最大波高分別發生於中度颱風蘇拉及強烈颱風蘇力；花蓮港波向主要分布集中於E向至SE向之間。

東部海域基本資料蒐集與分析(5)

海流

➢ 以花蓮港為對象探討海流特性(參考港研報告，2015)

流速區間(m/s) \ 年份	2012 年 資料數 / (百分比)	2013 年 資料數 / (百分比)	平均 百分比
< 0.25	4644 / (53.47)	5096 / (73.90)	**62.51**
0.25 ~ 0.50	2661 / (30.64)	1412 / (20.48)	**26.14**
0.50 ~ 0.75	1201 / (13.83)	361 / (5.23)	**10.03**
0.75 ~ 1.00	177 / (2.04)	27 / (0.39)	**1.31**
1.00 <	2 / (0.02)	–	**0.01**
合計	8685 / (100.00)	6896 / (100.00)	**100.00**
備註	最大流速值(1.10) 流　　向(75.7°) 時　　間(09/19 00)	最大流速值(0.96) 流　　向(64.9°) 時　　間(03/26 10)	

流速大小分布年統計

年最大流速發生原因均與颱風影響因素無關。

流向 \ 年份	2012 年 資料數	2012 年 百分比 (%)	2012 年 平均流速 (m/s)	2013 年 資料數	2013 年 百分比 (%)	2013 年 平均流速 (m/s)	平均 百分比 (%)	平均 平均流速 (m/s)
N	997	11.48	0.265	706	10.24	0.164	**10.93**	**0.223**
NE	1357	15.62	0.280	1134	16.44	0.198	**15.99**	**0.243**
E	1636	18.84	0.346	1143	16.57	0.217	**17.84**	**0.293**
SE	486	5.60	0.194	475	6.89	0.140	**6.17**	**0.167**
S	777	8.95	0.234	602	8.73	0.168	**8.85**	**0.205**
WS	1903	21.91	0.324	1664	24.13	0.248	**22.89**	**0.289**
W	1010	11.63	0.218	767	11.12	0.173	**11.40**	**0.199**
NW	519	5.98	0.177	405	5.87	0.133	**5.93**	**0.158**
合計 平均	8685	100.0	0.278	6896	100.0	0.1965	100.0	**0.242**

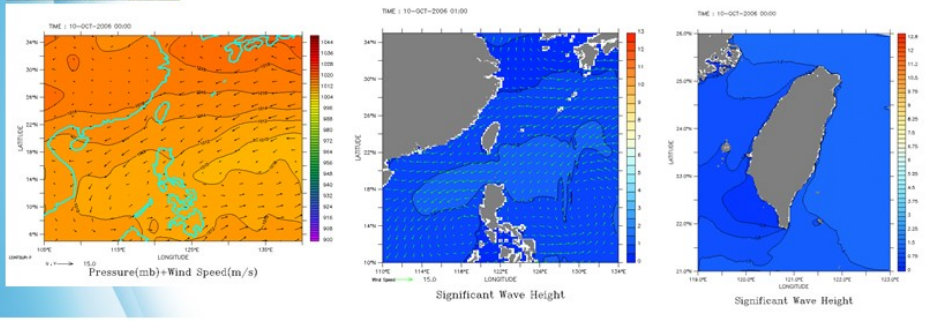
註 1：平均流速採用流速純量計算
註 2：流向判斷採用 ±22.5°

流向分布、平均流速年統計

2012年觀測資料各流向**海流平均流速**統計值均高於2013年各流向海流平均流速統計值。

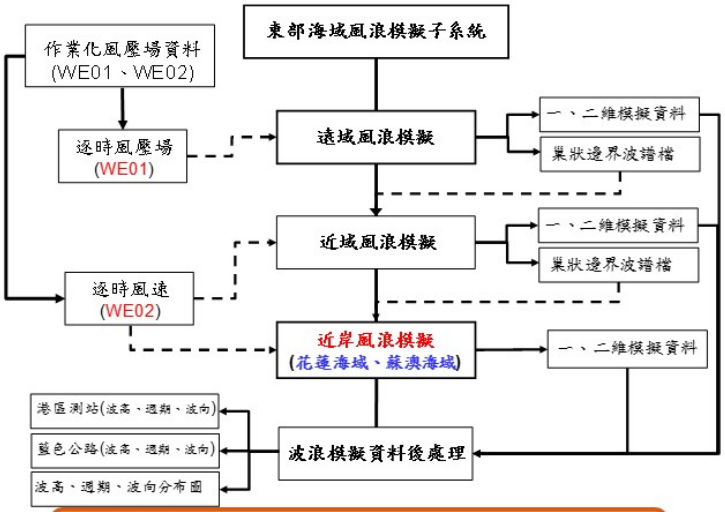


柒、東部海域小尺度風浪模擬系統建置



東部海域小尺度風浪模擬系統建置(1)

- 針對東部海域(貢寮東北角至秀姑巒溪出海口，含花蓮港、蘇澳港間之外海海域)建置合適的小尺度風浪模擬系統。

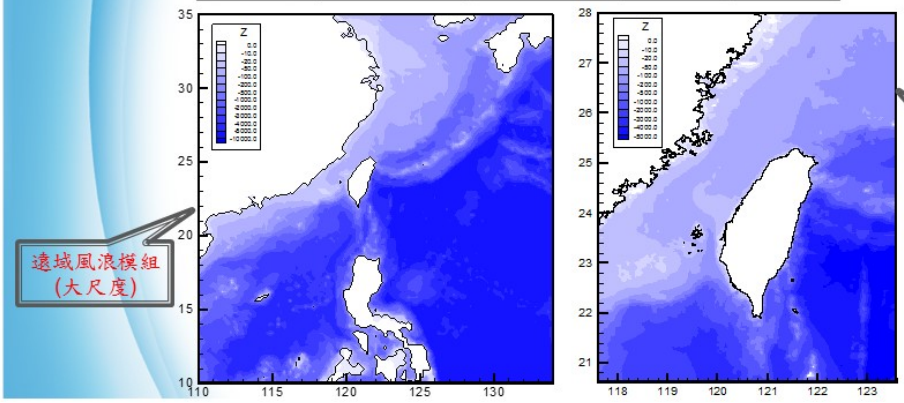


東部海域風浪模擬系統三層巢狀架構及模擬流程

東部海域小尺度風浪模擬系統建置(2)

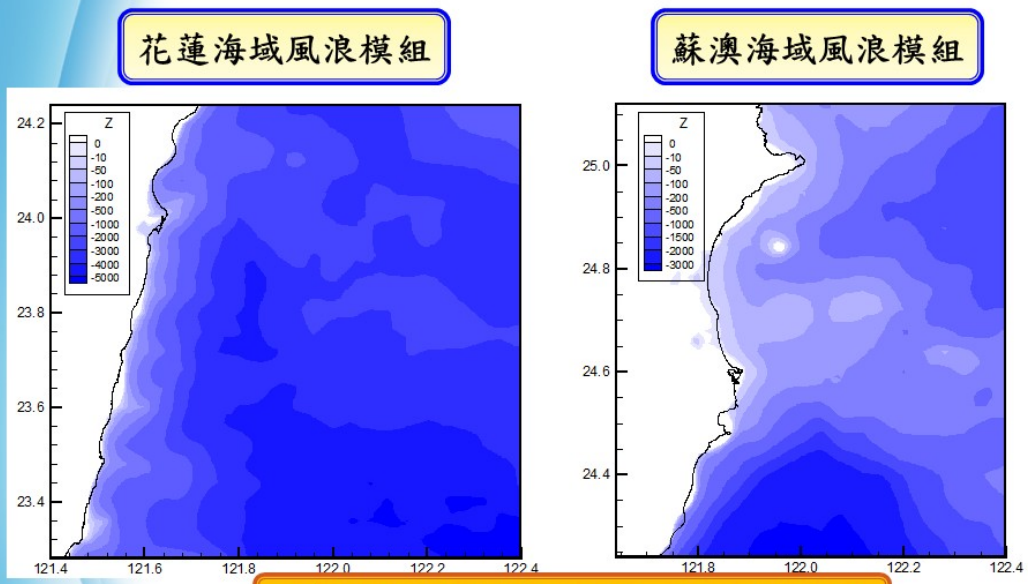
- 花蓮海域及蘇澳海域小尺度風浪模擬系統。

網格層次	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域網格	110.0/134.0	10.0/35.0	0.2	121×126
近域網格	117.6/123.6	20.60/28.0	0.04	151×186
近岸網格(花蓮海域)	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
近岸網格(蘇澳海域)	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111



東部海域小尺度風浪模擬系統建置(3)

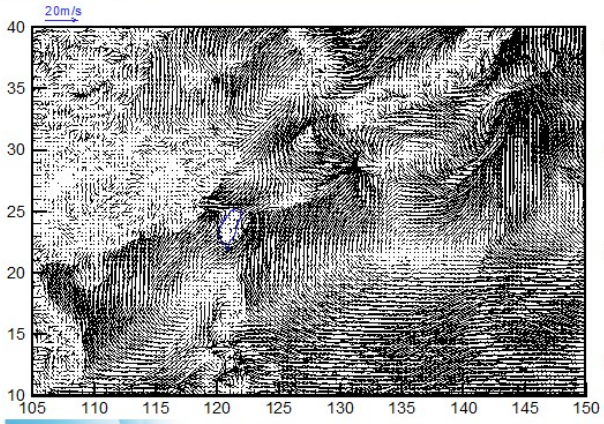
- 花蓮海域及蘇澳海域小尺度風浪組



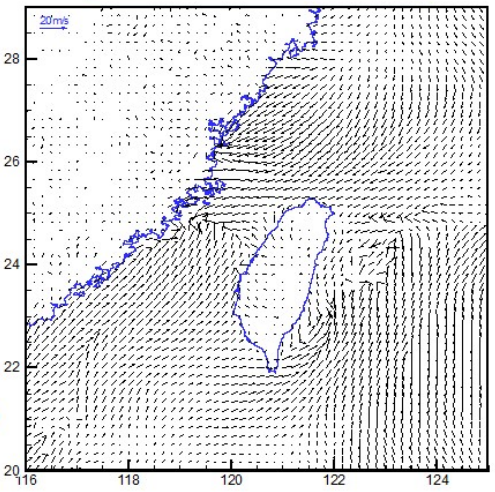
東部海域小尺度風浪模擬系統建置(4)

➢ 作業化風場資料

中尺度風場(WD01)

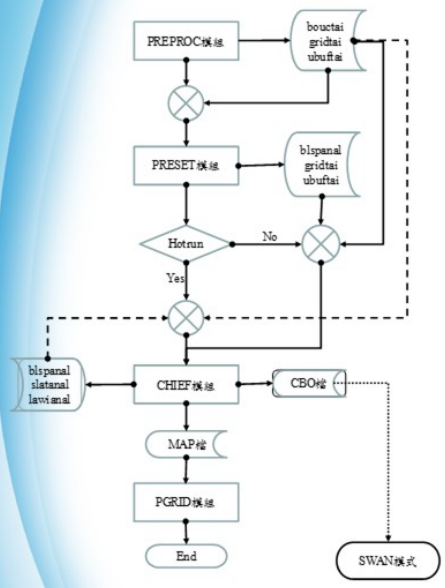


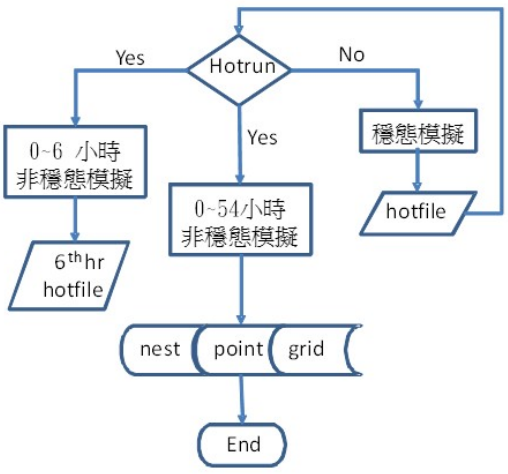
小尺度風場(WD02)



東部海域小尺度風浪模擬系統建置(5)

➢ 數值模式(WAM及SWAN)作業化模擬流程



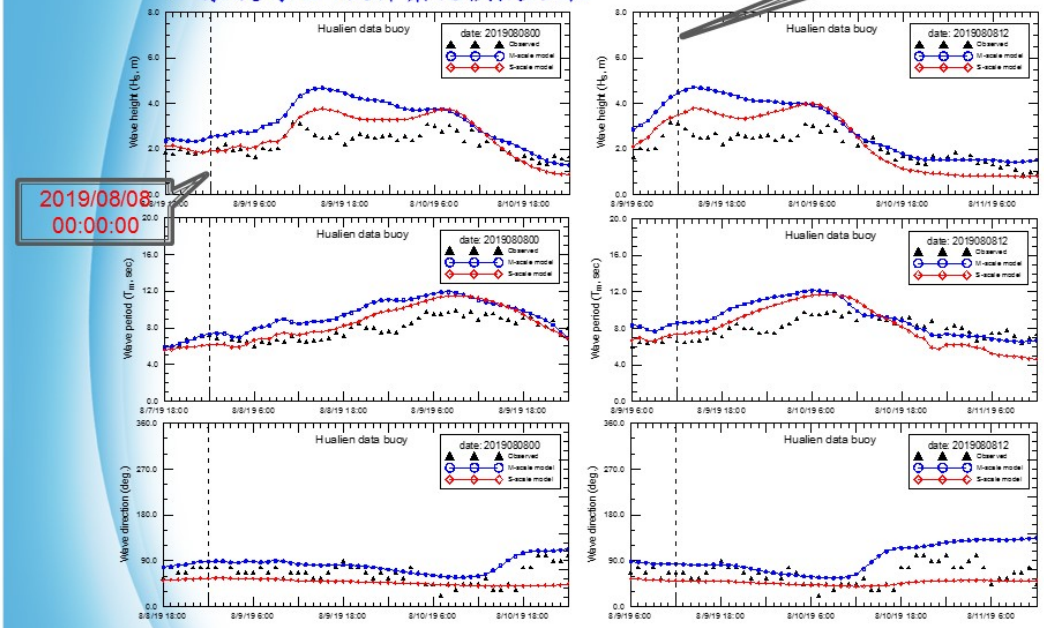


東部海域小尺度風浪模擬系統建置(6)

- 系統每日4次作業化模擬結果

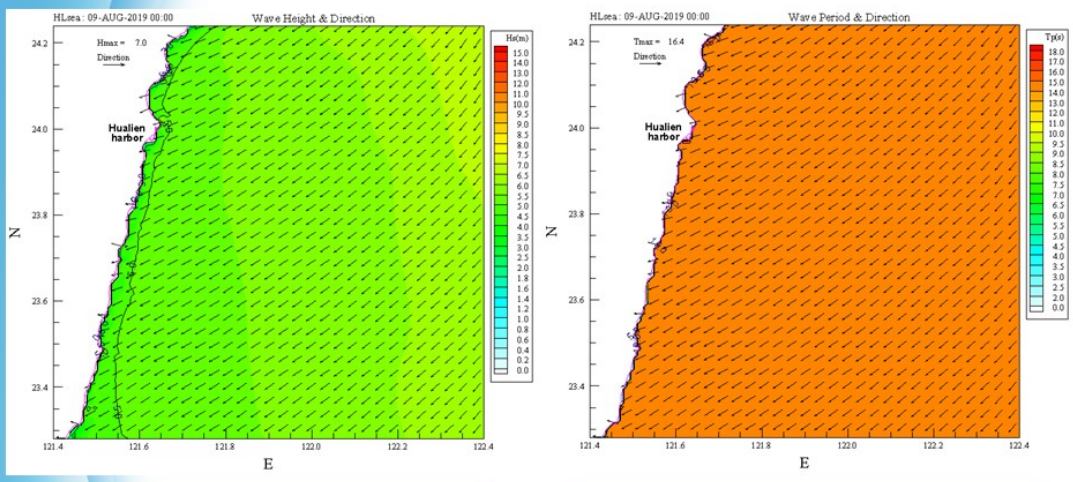
2019/08/08 12:00:00

2019/08/08 00:00:00



東部海域小尺度風浪模擬系統建置(7)

- 系統每日4次作業化模擬結果

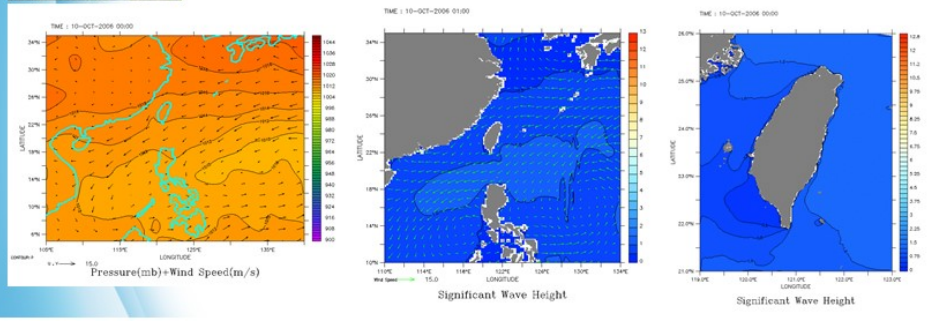


等波高分布及波向圖

等週期分布及波向圖



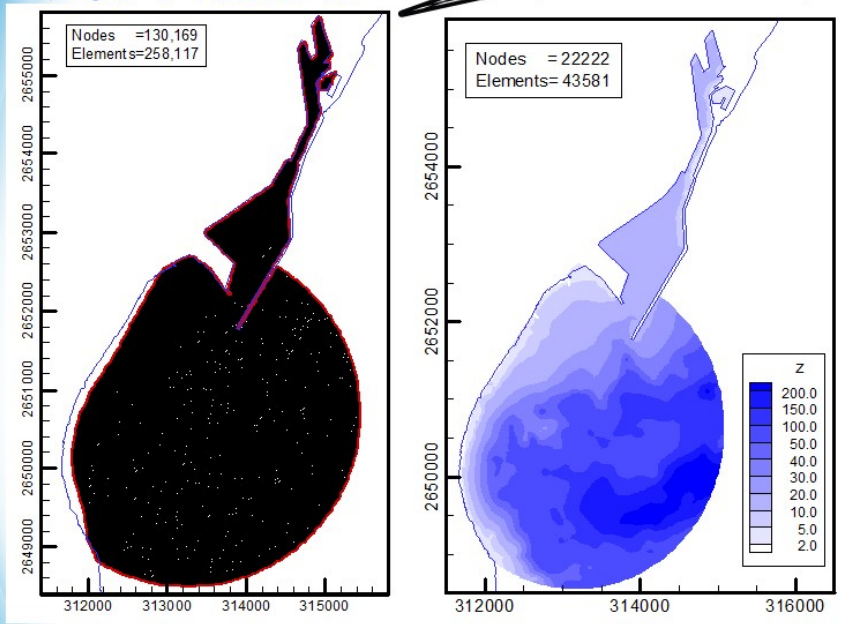
捌、花蓮港區靜穩模擬系統建置



花蓮港區靜穩模擬系統建置(1)

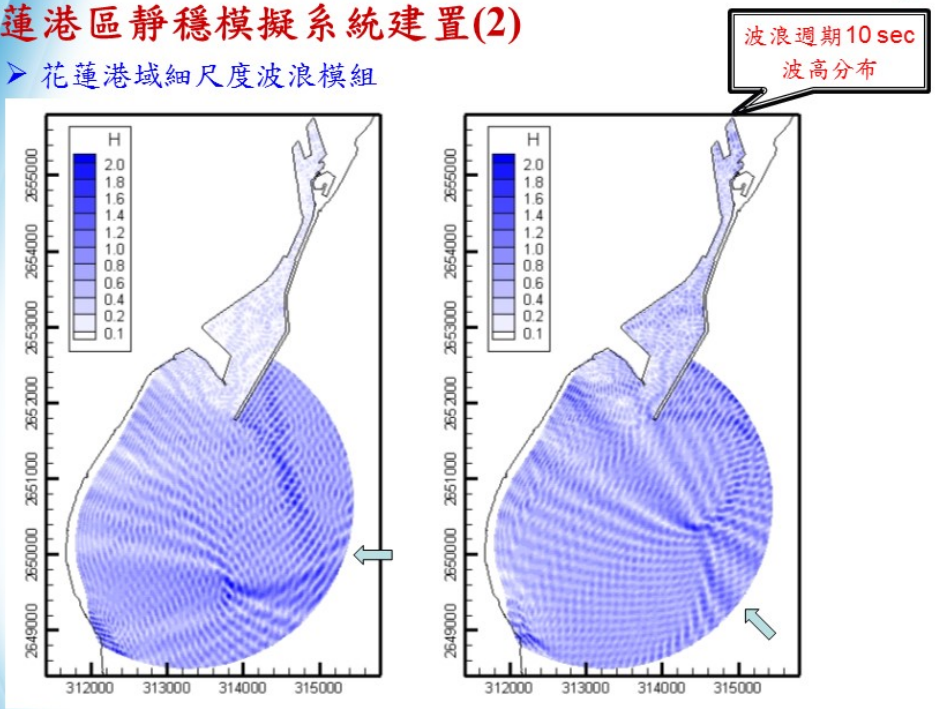
適用最小波浪週期
7 sec之數值計算網格

- 花蓮港域細尺度波浪模組



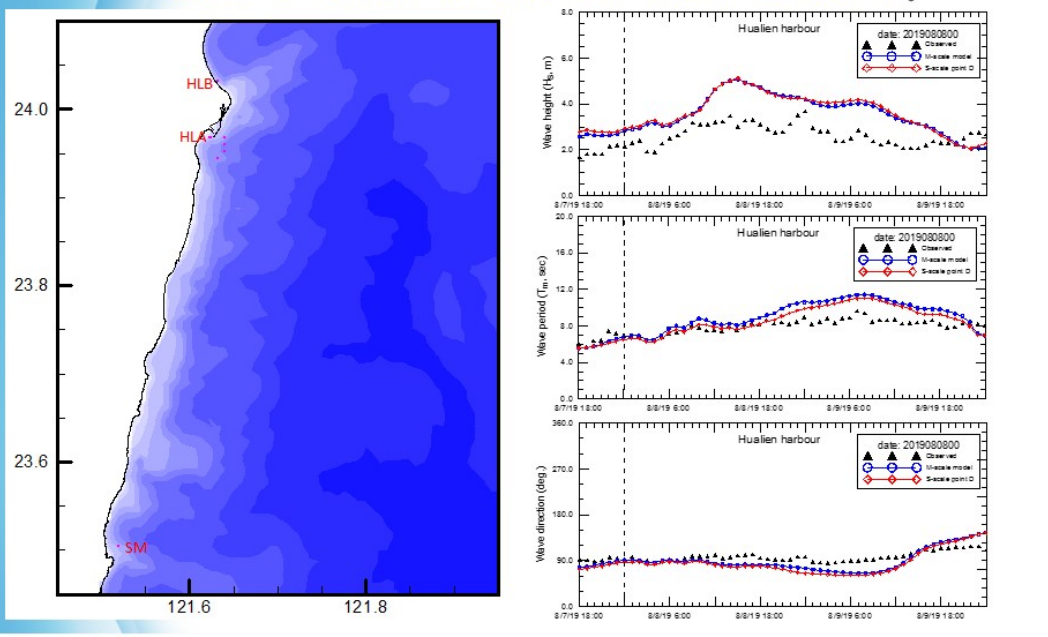
花蓮港區靜穩模擬系統建置(2)

- 花蓮港域細尺度波浪模組



花蓮港區靜穩模擬系統建置(3)

- 花蓮港域細尺度波浪模組與小尺度風浪模組合併作業化

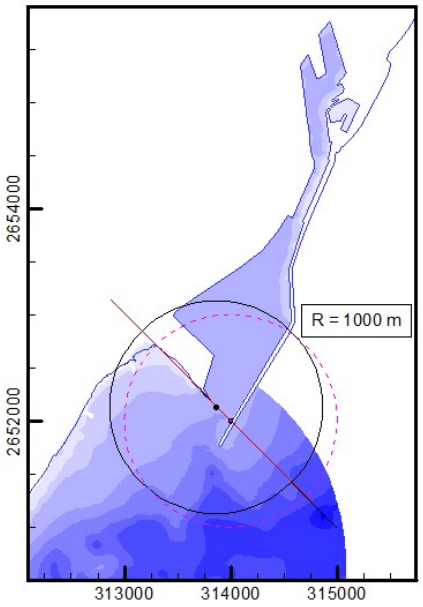


18:00:24

花蓮港區靜穩模擬系統建置(4)

- 花蓮港域細尺度波浪模組**新網格**建置。

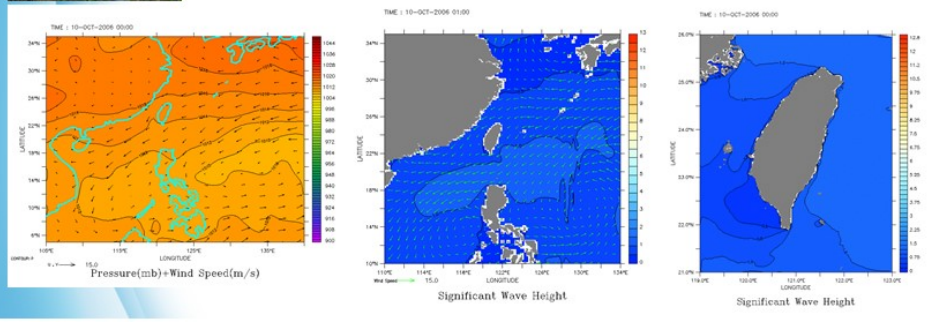
建置滿足適合波浪週期4 sec以上之數值計算網格



18:00:25



玖、結論



結論(1)

◆海象預報模擬系統維運與改善：

完成每日四次海象作業化模擬預報之作業化組合風場及風浪模擬作業化子系統改善。

◆臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：

蒐集港研中心AWAC、氣象局資料浮標及水利署浮標等觀測資料及各測站氣象局預報資料，進行冬季風浪模擬波高校驗及誤差、相關係數分析。選取強烈颱風利奇馬警報發布期間，每日四次作業化模擬結果(示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等)與港研中心AWAC測站觀測資料，進行比對及誤差、相關係數分析。

結論(2)

◆臺灣周圍海域水動力模擬與校驗：

完成花蓮等12站2018年潮位觀測值調和分析及預測2019年天文潮逐時預測值，臺灣周圍海域2019年天文潮水位模擬與校驗；初步比對CODAR及HYCOM海流資料，作為本計畫後續相關比對評估之依據。

◆波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估

完成2018年9月至2019年8月有關風力、波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估月報表，以及2019 年海象作業化預報評估年報附件，供港研中心內部參考。

結論(3)

◆東部海域小尺度風浪模擬系統建置：

完成東部海域小尺度風浪模擬系統規劃與初步建置，內含花蓮海域及蘇澳海域兩個小尺度模組。本年度利用花蓮海域小尺度風浪模組，初步完成系統每日四次作業化模擬預報測試。

建議

完成針對本年度已完成每日四次風浪模擬作業化預報系統，建議仍需持續測試及改善，並評估更新現有硬體提昇模擬速度，容納每日四次水動力模擬作業化預報系統之可行性。

建議未來與氣象局進一步協調，改善目前氣象局每日四次海象預報資料蒐集成功率不穩定現象。

簡報完畢 敬請指正



國立成功大學水工試驗所
Tainan Hydraulics Laboratory
National Cheng Kung University, since 1950
http://www.thl.ncku.edu.tw/