

**107 年台灣海域輻射監測
調查方法研究與先期工作
勞務採購案**

契約編號：1070103

期末報告

定稿本

本次報告摘要

- 一、中文計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
勞務採購案
- 二、契約編號：1070103
- 三、契約期間：107 年 1 月 22 日至 107 年 12 月 30 日
- 四、執行單位：國立中山大學
- 五、計畫主持人：陳鎮東教授（國立中山大學海洋科學系）
- 六、共同主持人：黃蔚人助理教授（國立中山大學海洋科學系）
李明安教授（國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系）
詹 森教授（國立臺灣大學海洋研究所）
楊穎堅副教授（國立臺灣大學海洋研究所）
- 七、本次報告書名稱：期末報告定稿本
(執行期間：中華民國107年1月22日至107年12月30日)
- 八、本次報告書完成日期：中華民國107年12月
- 九、使用語言：中文
- 十、中文摘要關鍵詞：福島核災、核分裂核種、核能電廠、
洋流、海洋生物
- 十一、中文摘要：詳內文

印製年月：中華民國 107 年 12 月

目 錄

頁

目錄-----	I
表目錄-----	IV
圖目錄-----	VII
摘要-----	i
精簡調查與研究結果-----	ii
壹、前言-----	1
一、計畫背景-----	1
二、計畫目標-----	1
貳、執行策略及方法-----	2
一、海水樣品採集-----	2
二、沉積物品採集-----	2
三、海生物樣品採集-----	3
四、監測調查方法研究-----	4
五、資料庫建置與網頁展示-----	5
六、工作討論會-----	5
參、期程與工作項目-----	6
一、計畫期程-----	6
二、工作項目-----	6
肆、執行成果說明-----	9
一、海水樣品採集-----	9
4.1.1 海水樣品採集進度-----	9
4.1.2 海水分析結果-----	11
4.1.2-1 海水加馬能譜分析結果-----	11
4.1.2-2 台灣鄰近海域 Cs-134、Cs-137 活度與西北太平洋 文獻數值比較-----	22
4.1.2-3 海水總鹼度分析結果-----	26
二、沉積物品採集-----	36
三、海生物樣品採集-----	43
4.3.1 海生物樣本採集與分析結果-----	43
4.3.2 海生物樣本加馬能譜分析結果-----	77

目 錄	頁
四、監測調查方法研究-----	81
4.4.1 文獻回顧-----	81
4.4.1-1 事件起因-----	81
4.4.1-2 由福島事件流至海洋之放射性核種來源-----	81
4.4.1-3 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響-----	82
4.4.1-4 放射性核種對福島沿近海海底沉積物之影響-----	84
4.4.1-5 福島近遠洋魚類中 Cs-134 或 Cs-137 之時間變化-----	85
4.4.2 臺灣歷年沿近海表水溫度及鹽度分布圖-----	86
4.4.3 各國海域輻射調查監測方法-----	87
4.4.3-1 日本輻射物質調查監測方法-----	87
4.4.3-2 韓國輻射物質調查監測方法-----	89
4.4.3-3 中國輻射物質調查監測方法-----	90
4.4.4 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下三種監測調查方式	91
4.4.4-1 海洋斷面調查監測-----	91
4.4.4-2 沿岸及離島監測-----	92
4.4.4-3 公民以及海洋相關團體參與式監測-----	93
4.4.4-4 長期監測方法規劃-----	93
4.4.5 HYCOM 模式的運用-----	96
4.4.6 台灣海域輻射監測調查方法指引之建議規範草稿-----	109
五、資料庫建置與網頁展示-----	110
4.5.1 系統架構-----	110
4.5.2 網頁介紹-----	110
4.5.3 資料介紹-----	113
六、工作討論會-----	125
七、儀器設備費使用進度-----	126
伍、參考文獻-----	127

附錄 1：採樣作業紀錄-----	附錄 1
附錄 2：工作月報表-----	附錄 2
附錄 3：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」開工前職業安全衛生協調及危害告知會議紀錄(會議時間：民國 107 年 2 月 7 日)-----	附錄 3
附錄 4：「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議紀錄(會議日期：107 年 3 月 30 日)-----	附錄 4
附錄 5：107 年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃-----	附錄 5
附錄 6：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作案」期中現場查核(查核日期：107 年 6 月 13 日)-----	附錄 6
附錄 7：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」期中工作檢討會會議紀錄(會議日期：107 年 6 月 13 日)-	附錄 7
原子能委員會輻射偵測中心「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期中報告初稿審查意見回覆對照表-----	附錄 7-4
原子能委員會輻射偵測中心 107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫 期中工作討論議題回覆表-----	附錄 7-8
附錄 8：期中工作檢討會口頭簡報內容 (ppt) -----	附錄 8
附錄 9：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」第三次工作會議紀錄(會議日期：107 年 8 月 6 日)-----	附錄 9
附錄 10：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」第四次工作會議紀錄(會議日期：107 年 10 月 25 日)---	附錄 10
附錄 11：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作案」期末現場查核(查核日期：107 年 11 月 9 日)-----	附錄 11
附錄 12：口頭發表論文及簡報內容 (ppt)(會議日期：107 年 11 月 22 日)	附錄 12
附錄 13：「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」期末工作檢討會會議紀錄(會議日期：107 年 12 月 11 日)-	附錄 13
輻射偵測中心「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期末報告初稿審查意見(及回覆表)-----	附錄 13-7
「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期末報告初稿暨工作事項查核表-----	附錄 13-10
附錄 14：期末工作檢討會口頭簡報內容 (ppt) -----	附錄 14
附錄 15：過濾與未過濾之西子灣海水 Cs-137 活度，及西子灣海水之懸浮顆粒濃度	附錄 15

表目錄

表 3-1	工作項目預定進度表 (甘特圖)-----	7
表 4-1-1	表層海水樣品數量及執行率-----	10
表 4-1-2	深水海水 (200m 以上) 樣品數量及執行率-----	10
表 4-1-3	臺灣鄰近海域水深 0 至 200 m 溫鹽度及海水加馬能譜分析 結果平均值及標準差-----	14
表 4-1-4	臺灣鄰近海域深層 (200 m 以深) 溫鹽度及海水加馬能譜分 析結果平均值及標準差-----	14
表 4-1-5	本計畫離岸海水加馬能譜分析結果-----	15
表 4-1-6	本案及西北太平洋海域水深 0 至 200 m Cs-134、Cs-137 活度及溫鹽度比較-----	24
表 4-1-7	西北太平洋海域深層 (200 m 以深) Cs-134、Cs-137 活度及 溫鹽度-----	24
表 4-1-8	臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度-----	31
表 4-1-9	台灣及海外之食品輻射物質活度標準範圍-----	35
表 4-2-1	海底沉積物樣品數量及執行率-----	36
表 4-2-2	臺灣鄰近海域岸 (河) 沙加馬能譜分析結果平均值及標準差--	38
表 4-2-3	臺灣鄰近海域沉積物 (200 m 以深) 加馬能譜分析結果平均值 及標準差-----	38
表 4-2-4	本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果-----	39
表 4-3-1	臺灣東北區之各類生 物採樣時間、地點、深度及漁獲重量--	45
表 4-3-2	臺灣東南區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量--	45
表 4-3-3	臺灣西北區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量--	46
表 4-3-4	臺灣西區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量-----	46
表 4-3-5	臺灣西南區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量--	47
表 4-3-6	107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域採集魚類樣本之體重及 體長一覽表-----	55
表 4-3-7	107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域採集之蝦類種類與重量 一覽表-----	56
表 4-3-8	107 年 5 月 26 日於臺灣東北區海域採集之魚類種類與重量 一覽表-----	56

表目錄

表 4-3-9	107 年 9 月 20 日於臺灣東北區海域採集貝類樣本捕獲物種、體重及殼長一覽表-----	56
表 4-3-10	107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之體重及體長一覽表-----	59
表 4-3-11	107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域採集之蝦類種類與重量一覽表-----	60
表 4-3-12	107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域採集之蝦類種類與重量一覽表-----	60
表 4-3-13	107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之體重及體長一覽表-----	60
表 4-3-14	107 年 9 月 21 日於臺灣東南區海域採集貝類樣本捕獲物種、體重及殼長一覽-----	61
表 4-3-15	107 年 5 月 16 日於臺灣西北區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之體重及體長一覽表-----	63
表 4-3-16	107 年 5 月 19 日於臺灣西北區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之體重及體長一覽表-----	63
表 4-3-17	107 年 5 月 17 日於臺灣西北區海域採集之貝類樣本之體重及體長一覽表-----	64
表 4-3-18	107 年 5 月 18 日於臺灣西北區海域之蝦類樣本之體重及體長一覽表-----	64
表 4-3-19	107 年 6 月 5 日於臺灣西北區海域採集魚類樣本之體重及體長一覽表-----	65
表 4-3-20	107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之體重及體長一覽表-----	68
表 4-3-21	107 年 7 月 30 日於臺灣西區海域採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表-----	69
表 4-3-22	107 年 5 月 18 日於臺灣西區海域採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表-----	69
表 4-3-23	107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域採集之蝦類樣本之體重及體長一覽表-----	70
表 4-3-24	107 年 9 月 23 日於臺灣西區海域採集之蝦類樣本之體重及體長一覽表-----	70

表目錄

表 4-3-25	107 年 5 月 17 日於臺灣西區海域採集之貝類樣本之體重及體長一覽表-----	70
表 4-3-26	107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集魚類 (單一物種) 樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表-----	73
表 4-3-27	107 年 6 月 17 日於臺灣西南區採集魚類 (單一物種) 樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表-----	73
表 4-3-28	107 年 5 月 27 日於臺灣西南區採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表-----	74
表 4-3-29	107 年 5 月 28 日於臺灣西南區採集蝦類樣本捕獲物種、體重及體長一覽表-----	74
表 4-3-30	107 年 5 月 22 日於臺灣西南區採集貝類樣本捕獲物種、體重及殼長一覽表-----	75
表 4-3-31	107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集貝類樣本捕獲物種、體重及體長一覽表-----	75
表 4-3-32	107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集軟體動物(頭足類)樣本捕獲物種、體重及體長一覽表-----	75
表 4-3-33	臺灣五個調查區之海生物樣本環境特性及採集進度一覽表---	76
表 4-3-34	臺灣五個調查區之海生物樣本加馬能譜分析結果-----	79
表 4-4-1	台灣鄰近海域海水及沉積物輻射偵測計畫預計採集樣品頻率表-----	95
表 4-7-1	高解析度分光光度計經費使用進度-----	111

圖目錄

圖 2-1	水樣採樣分區及頻率示意圖-----	3
圖 4-1-1	採樣分區圖-----	9
圖 4-1-2	各區水樣實際採樣位置-----	10
圖 4-1-3	台灣鄰近海域海水中 Cs-137 活度分布圖 (含各深度)-----	12
圖 4-1-4	台灣鄰近海域海水中 Cs-137 活度等值圖 (含各深度)-----	12
圖 4-1-5	基隆、高雄、金門、馬祖、南灣外海水中 Cs-137 活度分布 隨月份變化-----	13
圖 4-1-6	本案與西北太平洋文獻之 Cs-137 活度分布等值圖 (含各深度)	23
圖 4-1-7	西北太平洋各深度海水之 Cs-137 活度與密度圖-----	25
圖 4-1-8	海水總鹼度及 pH 值分布圖-----	28
圖 4-1-9	海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖-----	29
圖 4-1-10	海水總鹼度及 Cs-137 對密度關係圖-----	29
圖 4-1-11	海水總鹼度及 pH 值對 Cs-137 關係圖-----	30
圖 4-2-1	沉積物採樣點位置圖-----	37
圖 4-2-2	沉積物 Cs-137 活度分布圖-----	37
圖 4-3-1	貝類生物樣本採集之手耙網漁具-----	43
圖 4-3-2	貝類生物樣本採集之螃蟹籠具-----	44
圖 4-3-3	委請潛水員採集貝類生物之水下拍攝實拍照-----	44
圖 4-3-4	進行海生物物種鑑定及基本生物學量測作業之情形-----	47
圖 4-3-5	本研究海生物採樣之主要漁獲標本-----	48
圖 4-3-6	107 年 5 月 17 日臺灣東北區海域之混獲魚種組成分布圖----	53
圖 4-3-7	107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域漁獲體長頻度分布圖----	54
圖 4-3-8	107 年 5 月 26 日於臺灣東北區海域漁獲體長頻度分布圖----	54

圖目錄

圖 4-3-9	107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域漁獲體長頻度分布圖----	58
圖 4-3-10	107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域漁獲體長頻度分布圖-----	58
圖 4-3-11	107 年 5 月 16 日於臺灣西北區海域漁獲體長頻度分布圖----	62
圖 4-3-12	107 年 5 月 19 日於臺灣西北區海域漁獲體長頻度分布圖----	64
圖 4-3-13	107 年 6 月 5 日臺灣西北區海域之混獲魚種組成分布圖-----	65
圖 4-3-14	107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域漁獲體長頻度分布圖-----	66
圖 4-3-15	107 年 7 月 30 日於臺灣西區海域漁獲體長頻度分布圖-----	67
圖 4-3-16	107 年 5 月 15 日臺灣西區海域拖網之漁獲魚種組成分布圖--	67
圖 4-3-17	107 年 5 月 31 日於臺灣西南區海域漁獲體長頻度分布圖----	72
圖 4-3-18	107 年 6 月 17 日於臺灣西南區海域漁獲體長頻度分布圖----	72
圖 4-3-19	臺灣西南區海域之混獲魚種組成分布圖 (107/5/27)-----	73
圖 4-3-20	臺灣五大調查區之海生物種類 (魚、蝦、貝類) 銫-137 活度 空間分布圖-----	80
圖 4-3-21	各海生物種類之總漁獲重量與銫-137 活度分布圖-----	80
圖 4-3-22	不同棲性與重量之魚類的銫-137 活度分布圖-----	80
圖 4-4-1	福島事件流至海洋之放射性核種來源-----	82
圖 4-4-2	Cs-137 之活度在北太平洋表水分布圖-----	83
圖 4-4-3	2012 (民國 101) 至 2013 (民國 102)年間日本福島沿近海域 海底沉積物 Cs-137 之空間分布圖 -----	84
圖 4-4-4	日本福島港口及其鄰近海域多種遠洋及底棲魚類中 Cs-134 或 Cs-137 活度之時間變化-----	85
圖 4-4-5	歷年表水溫度鹽度分布圖 -----	86
圖 4-4-6	日本政府規劃之核電廠鄰近海域採樣範圍-----	87

圖目錄

圖 4-4-7	日本研究團隊於日本海域採樣位置及調查結果示意-----	88
圖 4-4-8	韓國研究團隊之海水、海生物及空氣沉降顆粒採樣站位-----	89
圖 4-4-9	中國研究團隊之海水採樣站位分區示意圖及 Cs-137 分析結果-----	90
圖 4-4-10	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖	91
圖 4-4-11	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站(圖 4-4- 10)中之 Cs-137 活度分布圖 (以加州外海為例)-----	92
圖 4-4-12	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站中之夏威夷列島樣點 (圖左) 及莫爾斯比 (圖右)-----	92
圖 4-4-13	"How Radioactive is our ocean?" 網頁-----	93
圖 4-4-14	水樣採樣分區示意圖-----	94
圖 4-4-15	HYCOM 數值模式於 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域海表面流場分佈圖-----	97
圖 4-4-16	台灣海峽之東北(負值)-西南(正值)分量的風速時間序列圖	99
圖 4-4-17	一年四季臺灣海受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變化是意圖-----	99
圖 4-4-18	從上到下分別為 OKTV 研究計畫於 2012 (民國 101) ~2014 (民國 103) 年間在臺灣東部外海所進行的 9 次黑潮觀測成果	101
圖 4-4-19	2014 (民國 103) 年 1 月至 2 月之 AVISO 衛星高度資料與地轉流場分佈-----	103
圖 4-4-20	左、右圖分別顯示 2013 (民國 102) 年 5 月 16 日及 11 月 23 日的 CODAR 海流與海表面高度異常值分佈圖，以及該段期間的漂流浮標軌跡圖-----	103
圖 4-4-21	利用佈放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量	104
圖 4-4-22	渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋衝擊或者為雙渦旋系統有關-----	104

圖目錄

圖 4-4-23	氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用 (左)，及撞前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象，及撞擊後在臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程 (右)-----	105
圖 4-4-24	反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流-----	105
圖 4-4-25	漂流浮標軌跡顯示渦旋通過臺灣西南海域-----	106
圖 4-4-26	臺灣西南海域水溫與洋流快速變化-----	106
圖 4-4-27	HYCOM 模式模擬漂流軌跡-----	108
圖 4-5-1	網頁架構-----	110
圖 4-5-2	網頁首頁-----	111
圖 4-5-3	關於計畫頁面-----	111
圖 4-5-4	計畫項目頁面-----	112
圖 4-5-5	研究團隊頁面-----	112
圖 4-5-6	區域採樣頁面-----	112
圖 4-5-7	衛星雲圖搜尋頁面-----	114
圖 4-5-8	衛星雲圖放大頁面-----	114
圖 4-5-9	MODIS 水色衛星搜尋頁面-----	115
圖 4-5-10	海水表面溫度搜尋頁面-----	116
圖 4-5-11	海水表面溫度自訂參數查詢頁面-----	117
圖 4-5-12	海水表面溫度自訂參數輸出圖片-----	117
圖 4-5-13	HYCOM 模式資料搜尋頁面-----	118
圖 4-5-14	觀測資料查詢搜尋頁面-----	119
圖 4-5-15	觀測資料之能譜分析查詢頁面-----	120
圖 4-5-16	觀測資料之海域採集查詢頁面-----	120
圖 4-5-17	海域採集之採樣數據頁面-----	121

圖目錄

圖 4-5-18	銫-137 地圖展示頁面-----	121
圖 4-5-19	HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面-----	122
圖 4-5-20	HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫放大頁面-----	122
圖 4-5-21	海面高度與地轉流頁面-----	123
圖 4-5-22	海面高度與地轉流之放大頁面-----	124
圖 4-5-23	相關網站頁面-----	124

摘要

本計畫採集海水樣、海生物、以及沉積物，並由原能會輻射偵測中心量測其中天然以及人工放射性核種，配合海洋物理模式、海洋化學參數，探討其受到台灣鄰近海流之影響。於期末報告截止前，所有採樣進度已超過90%，資料庫已經能夠上網測試。水樣分析結果顯示，Cs-137 測值最高值基隆外海較高雄外海為高，而研究之5區中，以東北區最高。就水深而言，200m之深水活性最高，但目前台灣鄰近海域中人工放射性核種（Cs-137）之放射性活度皆在美國西岸背景值之活度範圍內、半衰期較短之Cs-134則都低於偵測極限（0.6毫貝克/升）。透過海洋物理以及海洋化學之水團分析結果初步顯示，Cs-137之高值源自亞熱帶典型水團（Subtropical Tropical Water）。

本計畫之未來採樣建議以台灣沿岸以及離島作為主要採樣架構。採樣內容除海水樣、海生物、以及沉積物外，將增加表層泥沙。海生物內容大致相同、惟採樣重量建議酌量減少（如貝類及蝦類）。

本次期末報告之精簡調查與研究結果，如第ii~v頁。

精簡調查與研究結果：

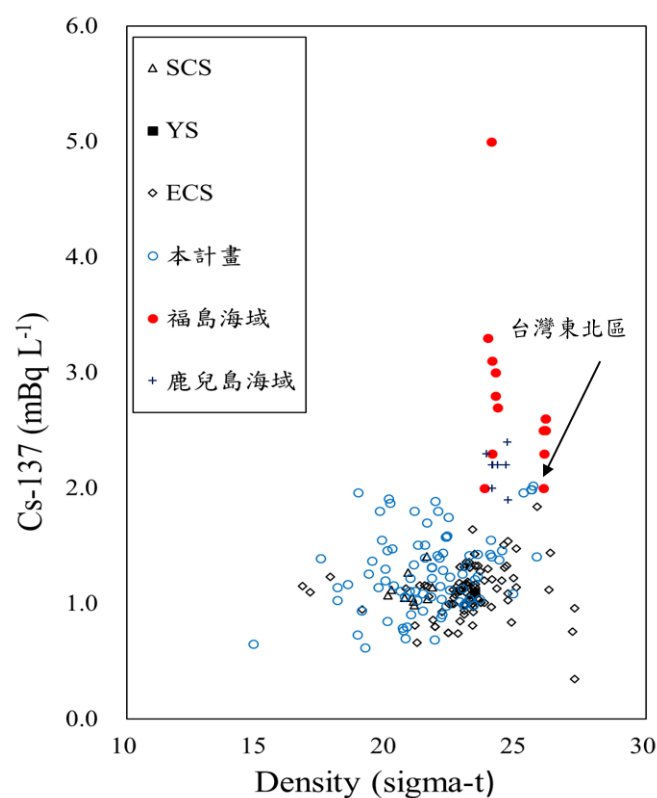
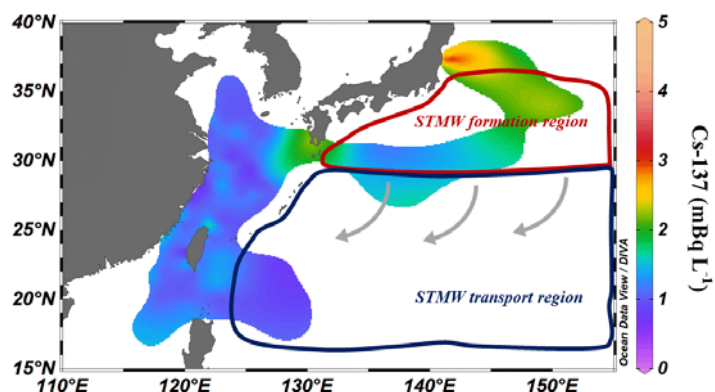
海水以及沉積物樣品採集

自民國 107 年 1 月 22 日起，由黃蔚人與陳鎮東老師負責。

一本計畫採集海水樣以及沉積物，並由原能會輻射偵測中心量測其中人工放射性核種 (Cs-137)，配合海洋化學參數(溫度、鹽度、總鹼度、酸鹼度 pH)，調查其在台灣鄰近海域之分布。

一於期末報告截止前，第一至第四季已採集海水 79 個樣品，200 米以深之沉積物 4 個，總採樣進度剩東北區表水 1 個即達 100 %。水樣分析結果顯示，107 年中，臺灣鄰近海域中人工放射性核種 Cs-137 (半衰期約三十年) (右圖上) 之活度低於 2.02 (mBq L⁻¹)，平均值為 1.28 ± 0.34，一般來說西南區稍低於東北區，皆低於行政院衛生署依食品衛生管理法第十一條第二項授權訂定之「食品中放射性核種或放射能污染安全容許量標準」中，飲用水之銫 134+銫 137 標準 10 Bq kg⁻¹ (約等於 10000 mBq L⁻¹)，另一種人工放射性核種 Cs-134 (半衰期較短)，則都低於偵測極限 (0.5 mBq L⁻¹，半衰期約三年)。

一本計畫與西北太平洋海域之歷史文獻資料做銫-137 活度對密度關係圖 (右圖下)，顯示本計畫在台灣東北湧升區量測到的銫-137 活度相對高值 (2.02 mBq L⁻¹) 所存在之密度層與亞熱帶典型水團 (Subtropical mode water, STMW) 相似。也就是說，該銫-137 活度相對高值之來源可能源自福島事件，本計畫測得之活度則是受到 STMW 傳輸過程中，時空變化 (含物理混合以及化學衰變) 共同影響之結果。



本案與西北太平洋文獻之 Cs-137 活度分布等值圖、以及 Cs-137 活度與密度圖。

精簡調查與研究結果：

海生物樣品採集

自民國 107 年 1 月 22 日起，由李明安老師負責。

- 本研究團隊分別於臺灣東北區、東南區、西北區、西區、西南區等五個調查區以拖網、籠具或潛水等方式進行現場海生物採樣，其海生物樣本包含魚類、蝦類及貝類等，分別利用櫻花蝦拖網、拖網、流袋網、延繩釣、一支釣、手耙具及螃蟹籠具等漁具採集之。上述海生物樣本於採樣完畢後，攜回研究室以人工方式進行物種鑑定、體長與體重之基本生物學量測與紀錄。並盡速送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。
- 本案五個調查區之採樣，符合契約進度。五個調查區採集之海生物的鈷-60 與鈾-134 活度皆小於最低可測活度(<MDA)，其中魚類樣本的鈾-137 活度皆高於蝦類及貝類樣本，但未隨魚體越大(魚體重量)而有越高的現象，顯示並無生物放大作用(Biomagnification)的現象。

臺灣五個調查區之海生物樣本環境特性及採集進度一覽表

區域	種類	學名/俗稱	環境棲地/特性	備註
東北區	魚	<i>Chelidonichthys kumu</i> / 黑角魚	砂泥底、河口、淡水、近海沿岸	✓
	蝦	<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i> / 長腳鬥士赤蝦	沙泥底質海域	✓
	魚	<i>Scomber japonicus</i> / 白腹鯖	深海、近海沿岸	✓
	貝	<i>Ruditapes variegatus</i> / 海瓜子簾蛤	岩礁海岸外，潮間帶至淺海5m	✓
	混	混獲		
東南區	魚	<i>Trichiurus japonicus</i> / 白帶	大洋、深海、砂泥底、河口、近海沿岸	✓
	蝦	<i>Sergia lucens</i> / 櫻花蝦	沿海100~300公尺水深	1kg
	蝦	<i>Pasiphaea japonica</i> / 日本玻璃蝦	深海中層浮游性	✓
	魚	<i>Trichiurus japonicus</i> / 白帶	大洋、深海、砂泥底、河口、近海沿岸	✓
	貝	<i>Trochus stellatus</i> / 血斑鐘螺	潮間帶到淺海之岩礁區、淺海	✓
西南區	魚	<i>Chirocentrus nudus</i> / 西刀魚	大洋、近海沿岸，近沿海表層洄游魚種	✓
	蝦	<i>Sergia lucens</i> / 櫻花蝦	沿海100~300公尺水深	✓
	貝	<i>Babylonia formosae</i> / 臺灣鳳螺	沙泥底質的淺海域	✓
	貝	<i>Crassostrea angulata</i> / 葡萄牙牡蠣	沿岸養殖	✓
	魚	<i>Plectorhynchus cinctus</i> / 加志	礁區、近海沿岸	✓
	頭足	<i>Uroteuthis (Photololigo) duvauceli</i> / 脆管	臺灣分布於周圍100公尺以淺之海域	✓
	混	混獲		
西北區	魚	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i> / 鱧形叉尾鶴鱗	大洋、砂泥底、近海沿岸、潟湖、礁沙混合區	✓
	蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> / 哈氏仿對蝦	亞熱帶、熱帶暖水	✓
	貝	<i>Meretrix lusoria</i> / 文蛤	台灣分布於西部及北部海域/砂泥底	✓
	魚	<i>Pemahia argentata</i> / 白口	砂泥底、河口、近海沿岸	✓
	混	混獲		
西側區	魚	<i>Evynnis cardinalis</i> / 盤仔	大陸棚水域	✓
	蝦	<i>Trachysalambria curvirostris</i> / 厚殼蝦	砂泥底質環境	2.9kg
	貝	<i>Cyclina sinensis</i> / 赤嘴	河口或潮間帶至水深約20公尺深的砂泥底質	✓
	蝦	<i>Metapenaeopsis barbata</i> / 鬚赤蝦	棲息在20~70公尺水深之沙泥底質海域	✓
	魚	<i>Scomberomorus commerson</i> / 康氏馬加鱈	砂泥底、河口、近海沿岸、潟湖、礁沙混合區	✓
	混	混獲		

精簡調查與研究結果：

HYCOM 模式的運用

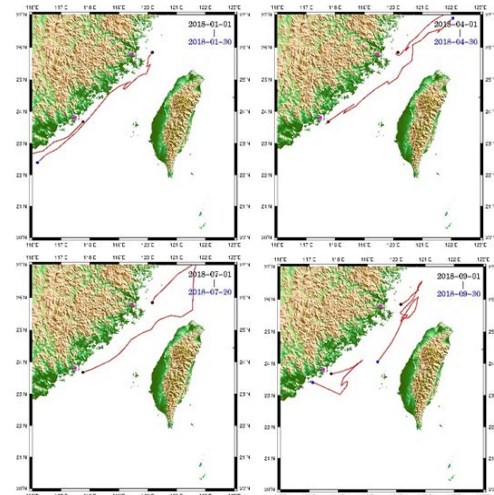
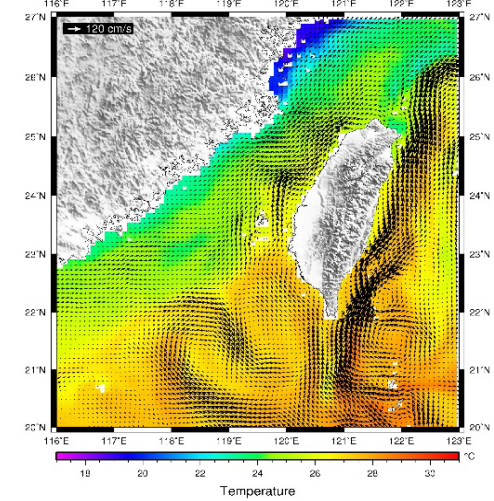
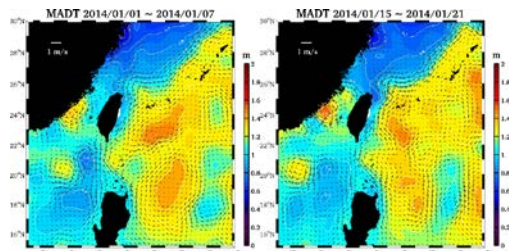
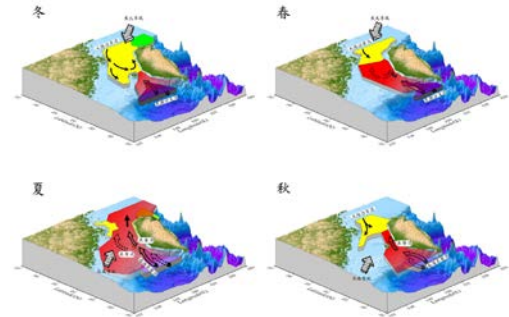
自民國 107 年 1 月 22 日起，由詹森老師負責。

— 在使用 HYCOM 模式之前，先透過分析了解台灣背景流況，台灣鄰近海域主要受到沿岸流以及洋流影響，另外還會受到河川輸入以及強降雨之影響，不同來源的物質順著洋流被帶台灣周遭海域。台灣海峽周遭海域間的交互作用複雜，洋流又受到季風影響，使得區域海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。

— 透過 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布與高頻測流雷達觀測資料顯示有甚多的中尺度冷、暖渦漩出現在臺灣周邊。而臺灣東部外海的中尺度渦漩，它會影響黑潮的路徑與流量

— HYCOM 是一個三維立體數值模式，並使用觀測資料進行資料同化技術，提升預報品質，是目前眾多的海洋數值模式中，口碑甚佳的數值模式。該模式主要是由美國海軍海洋局執行並提供服務，其水平方向的空間解析度為 $1/12^\circ$ (約為 9 公里)，垂直分層共分為 40 層，每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。

— HYCOM 模擬結果顯示大陸沿岸的漂流物，受到海洋環境與氣象條件影響，漂流軌跡變化複雜，甚至其漂流軌跡有可能受到此複雜的環境影響，進而靠近臺灣沿海。模式的模擬結果存在著一些不確定性，有誤差存在，故需要更多的實際觀測資料與衛星遙測資料，輔助判斷，才能有更精確的結果。



精簡調查與研究結果：

資料庫建置與網頁展示

自民國 107 年 1 月 22 日起，由楊穎堅老師負責。

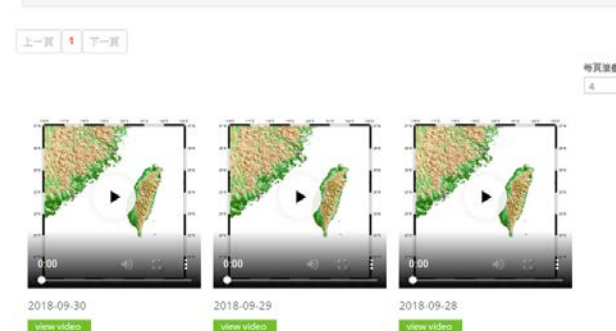
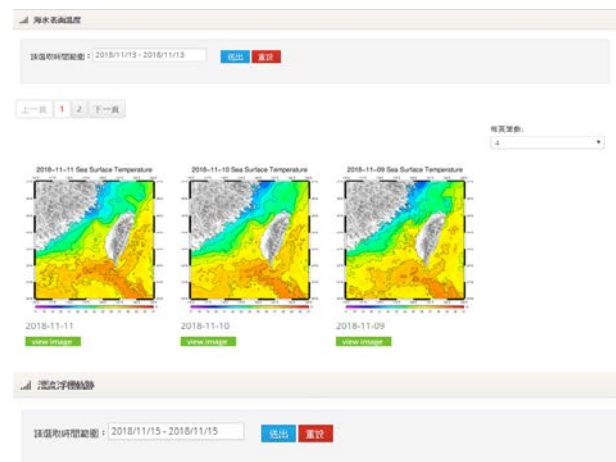
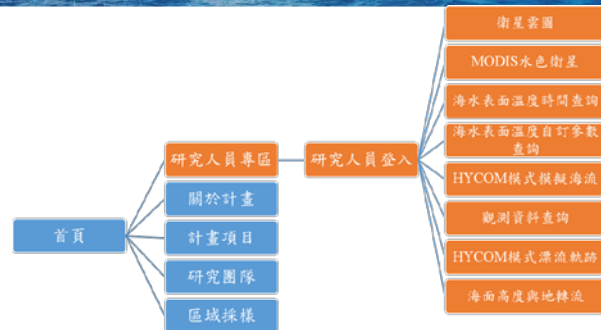
一 為求有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享，該部分由楊穎堅教授實際執行作業平台之運作，設置一個網站，彙整該計畫相關資訊，網頁網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。

一 研究人員首頁架構中有衛星雲圖、MODIS 衛星、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、HYCOM 模式模擬海流、觀測資料查詢、HYCOM 模式漂流軌跡、海面高度與地轉流等選項。

一 海水表面溫度部分，提供 GHRSSST 當中 JPL 所提供之一天一筆的全球產品，除此之外，也可以使用海水表面溫度自訂參數查詢，畫出特定時間及範圍之海表溫度分布圖。

一 而觀測資料查詢部分，分成能譜分析查詢與海域採樣查詢兩大類。能譜分析查詢項目有離岸海水、沿岸地區海水、沿岸地區海產物及沿岸地區河沙等四種。海域採樣查詢有不同區域的海水採樣、沉積物採樣、生物採樣。

一 而 HYCOM 模式模擬資料部分，提供每天的鹽度場、速度場、溫度場共三種圖片。而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡，則是模擬當物質從核電廠漂出之後一個月的軌跡，會以動畫的形式呈現。



壹、前言

一、計畫背景

臺灣鄰近海域之洋流有顯著季節性變化。夏季主要源自南海及黑潮，偶爾受到珠江沖淡水之影響，黑潮水及南海水基本上可作為臺灣附近海水之背景值。除此之外，閩浙沿岸流在冬季亦能影響臺灣西岸及臺灣北部。若大陸沿海核電站釋放人工核種，則有可能隨珠江沖淡水及閩浙沿岸流影響臺灣周遭海域。臺灣東部海域較深，其中黑潮次表水 (200 至 800 米深) 則源自於西北太平洋 (如日本東北方表水等)，後者若受到日本核電站人工核種之影響，在傳輸過程還會受到混合及衰變之作用，可能已無法偵測出異常人工核種濃度，但仍需進一步監測確認。

海洋生物是國人重要的飲食來源，因此即使海洋生物之 Cs 及 Sr 富集係數低於沉積物之富集係數，其是否受到異常放射性核種之影響仍深受國人關注。臺灣沿近海漁場主要分布在臺灣東北以及西南海域，其中之海洋生物 (例如魚、蝦、貝、海藻等) 受到放射性核種之影響可能由於物種本身棲息環境之不同，將可能影響其背景值。

本計畫以監測人工放射性核種為基礎，搭配分析溫度、鹽度等海洋化學參數，以釐清海水之不同來源及不同來源之比例，上述海洋化學之參數。可對照海洋物理模式之結果，以供萬一出現人工核種時，提供研判其來源之依據。

二、計畫目標

本計畫目標在臺灣鄰近海域執行海水、海底沉積物及海生物等取樣工作，以協助完成臺灣周遭海域輻射狀況之基本調查。此外，本計畫將輔以洋流、氣候、季節等資訊，以模式研判中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種漂流至臺灣海域之可能情形，藉由此科學理論依據決定最適之輻射監測取樣站點等項目，以規劃長程輻射監測調查計畫。

貳、執行策略及方法

本計畫在臺灣沿近海五大分區中 (圖 2-1) 依照四季採集臺灣周遭海域海水、沈積物及海生物樣品。

一、海水樣品採集

本計畫共劃分臺灣臨近海域為西北、西側、西南、東南、及東北等 5 區。每區每季採 3 個表層水(0~5 m 深)，計畫年度內共採 60 個表層水 (其中西北區為馬祖附近；西區為金門附近；西南區為高雄港外海域；東南區為南灣海域；東北區為基隆港外海域)。

另外於西南、東南及東北等區，各採 2 個深度 200 m (含)以上海水樣品，計畫年度內共採 6 個深層海水樣品。

表層水原則上以採水器或連續抽水系統採集。次表水透過研究船搭配其它研究人員之航次以外加天數的方式順道採樣，以溫鹽深儀暨採水瓶系統(CTD/Rosette)採集。全年一共採集至少 66 個水樣。上述海水樣品於採樣完畢，集中送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。

二、沉積物採集

於西南、東南及東北區內擇 2 區，各採 1 個深度 200 m (含)以上樣品)，計畫年度內共採 2 個樣品。沈積物則利用自製採樣器配合 piston core、box core 或 gravity core 收集。本計畫目前額外採集臺灣以及離島沿岸岸沙以及沉積物。上述沉積物以及岸沙樣品於採樣完畢後，集中送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。

三、海生物樣品採集

本計畫採集臺灣西北、西區、西南、東南、及東北等 5 區中之迴游或區域性魚、蝦、貝類、棘皮動物、軟體動物、無脊椎動物或海藻等，每區(儘可能接近漁場)至少採 4 個樣品(其中含魚、蝦、貝類至少各一個(批)，每個(批)樣品需 3 公斤以上、貝類樣品需 5 公斤以上)，計畫年度內共採 20 個(批)海生物樣品。採集除使用研究船外，利用繩釣、拖網等其他不同工具，不足之處另委請扒網、拖網等標本船(戶)採集。海生物樣本於採樣完畢後，攜回研究室以人工方式進行物種鑑定、體長與體重之基本生物學量測與紀錄。物種鑑定主要依據臺灣常見經濟性水產動植物圖鑑(行政院農業委員會漁業署，2015)、臺灣魚類圖鑑(國立海洋生物博物館，2011)等著作，再搭配臺灣魚類資料庫輔佐。上述海生物樣品於採樣及物種鑑定完畢後盡速送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。

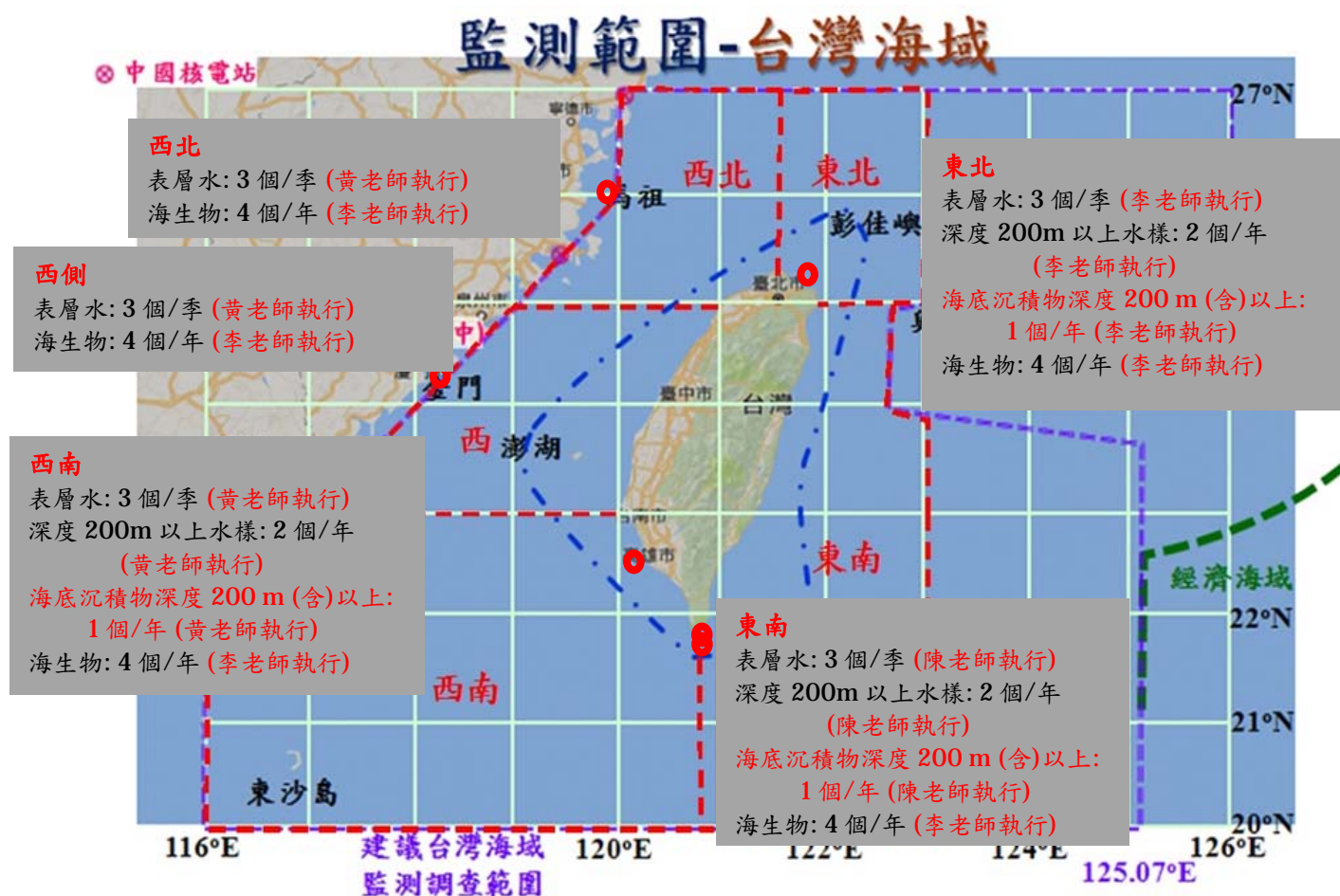


圖 2-1 水樣採樣分區及頻率示意圖。紅色圓圈大略代表表層水固定測站。

四、監測調查方法研究

歷史文獻優先回顧高引用率以及刊登在高影響因子的期刊，並綜合文獻中有關臺灣部分之研究，以作為評估中國沿岸核電廠運轉與福島核災事故所排放之輻射物質對臺灣海域影響的參考依據。

將使用海洋物理模式 (HYCOM, HYbrid Coordinate Ocean Model or HYCOM, <https://hycom.org/>) 之模擬結果並搭配歷史資料庫中的溫度鹽度資料推估臺灣近岸五大區域之表層水海流，並據此評估長期監測之測線或測站。並且，以此 HYCOM 模式資料，估算大陸沿岸核電廠外海的可能漂流路徑。HYCOM 是一個三維立體模式，本計畫將使用其全球模式中鄰近臺灣附近之模擬資料作為海流模式。惟該模式有其空間解析度之限制，主要著重於重要洋流在臺灣鄰近海域在季節性變化下之大尺度模擬。針對臺灣近岸之影響將會呈現氣候平均之表水流場、東北季風時之表層水流場、西南季風時之表層水流場，過於近岸或是太淺的海區將留白處理。

酸鹼度以及總鹼度分析

本計畫針對表層水進行總鹼度 (Total alkalinity) 及酸鹼度 (pH) 之分析，以提供溫度鹽度以外之參數釐清海水之來源。表層海水之總鹼度及酸鹼度的樣品使用 500°C 燒烤過後的硼矽酸玻璃瓶採集並在陰涼處保存後帶回實驗室分析。

酸鹼度使用分光法 (Clayton and Byrne, 1993)，透過在海水中加入成色劑，在 25°C 下分析該水樣對三種波長之吸光值 (將使用高解析度分光光度計)，以計算海水之酸鹼度。總鹼度則透過半自動滴定儀；該分析儀使用 Gran Titration 測定。總溶解無機碳的樣品使用磷酸酸化水樣，然後測定釋出的二氧化碳濃度。總鹼度樣品的標準值直接參照美國加州大學聖地牙哥分校 (UCSD) Andrew Dickson 教授所生產的認證參照溶液 (Certificated Reference Material)，分析解析度小於千分之一 (Huang et al., 2012)。

本計畫執行期間，已於 107 年 3 月 1 日起派駐一位技術人員至原子能委員會輻射偵測中心協助執行本案相關業務及輻射檢測工作。

五、資料庫建置與網頁展示

2.5.1.緣起

計畫調查監測項目涵蓋海流、水文水質化學性質、沉積物、及海生物等之調查。由於每個領域間皆有相當程度的關聯性，在此藉由各主持人間的聯繫及討論，以期得到更完整之調查監測效益。為求數據能立即提供給其它計畫主持人及委託單位參考，以及考慮整合作業之時效性，因而成立了資料庫與網站，並將資料儘速建置在網站中，以方便各計畫主持人間之交互查詢、交換與討論。

2.5.2.目的

本資料庫與網頁架設的主要目的有三，一是將調查與研究成果公佈於網路，提供參與研究人員及委辦單位參考及查詢。二是將調查資料製作成資料庫，提供參與研究人員立即查詢及相互比對。三是彙整其他單位的相關資料，製作成環境資料庫，供參與研究人員快速查詢並與調查所得的資料相互比對。

2.5.3.方法

建立 Linux+Apache+MySQL+Php (LAMP) Base 的資料庫與網頁展示系統，將各計畫主持人測得的資料進行自動轉檔、資料品管、載入資料庫，之後建立詮釋資料 (metadata)關聯，各個觀測資料建立關聯，以供交叉查詢。空間資料結合 Google Map 與 Google Earth 等地理資訊展示系統，展示各項觀測資料的空間分布。此外，建立相關環境資料的自動下載、儲存、繪圖、入庫、展示等程序，並結合本計畫的觀測資料，建立彼此交互查詢的功能與介面。最後，在 LAMP 系統下，建置響應式網站，可相容於 PC 電腦、平板電腦、與行動裝置等上網瀏覽觀測成果與資料查詢。

六、工作討論會

計畫工作團隊已召開四次工作討論會議，瞭解監測成果。透過討論以及分享資料的過程，討論了如何挑選臺灣重要的社會經濟海域做為未來長期影響評估的重點區域。最後討論撰寫年度的總成果報告。

參、期程與工作項目

一、計畫期程

民國 107 年 1 月決標日起至 107 年 12 月 30 日止。

本計畫工作項目預定執行進度表如表 3-1 所示，以有效掌握並確保整體計畫執行進度。本計畫執行規劃的重要查核日期分別為 107 年 3 月 30 日、6 月 30 日、9 月 30 日與 12 月 30 日，並配合甲方執行期中 (5-6 月) 及期末 (10-11 月) 現場查核，查核內容包含計畫執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論等。所屬各個查核項目分述如表 3-1 所示。

二、工作項目

- 1) 表層水樣品以及深海水樣品採集
- 2) 沉積物品採集
- 3) 海生物樣品採集
- 4) 監測方法研究：評估臺灣鄰近海域長期輻射監測採樣點
- 5) 資料庫建置與網頁展示
- 6) 撰寫期中、期末報告

表 3-1 工作項目預定進度表 (甘特圖)

工作項目	107 年月份												備 註
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.採集海水、沈積物及海生物樣品			※			※			※		※		依契約進度完成
2.文獻回顧及資料收集			※			※			※				依契約進度完成
3.資料統整及來源分析(配合海流模式)						※			※				依契約進度完成
4.準備期中報告並配合甲方執行期中(5-6月)現場查核						※							4.1) 開工前職業安全衛生協調及危害告知會議(107/2/7 執行) 4.2) 「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議(107/3/30 執行) 4.3) 舉辦工作討論會(107/6/13 執行) 4.4) 107年7月10日前提出第1次期中報告初稿(107/5/30 提交)
5.進行期中報告						※							5.1) 舉辦期中工作檢討會(107/6/13 執行) 5.2) 提交第1次期中報告定稿本(107/6/28 提交)
6.提交「台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿												※	107年11月15日前提出初稿，並於期末工作檢討會討論(107/9/25 提交初稿，107/11/14 提交定稿)
7.準備期末報告並配合甲方執行期末(10-11月)現場查核												※	7.1) 舉辦工作討論會(107/11/9 執行) 7.2) 107年11月30日提出期末報告初稿(107/11/23 提交)
8.進行期末報告												※	8.1) 舉辦期末工作檢討會(107/12/11 執行) 8.2) 提交期末報告定稿本(107/12/13 提交)
9.參加國內外研討會並發表論文												※	107年12月10日前參加國內外研討會並發表論文至少1篇(已於3月辦理國際交流討論會1場次；107/11/22於第40屆海洋工程研討會口頭發表論文)
工作進度估計百分比(累積數)	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	95%	100%	

<p>預 定 查 核 點</p>	<p>107 年第 1 季</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1) 取得 19 個表層水樣品。 1.2) 取得海生物樣品。 1.3) 美國伍茲海爾海洋研究所之科學家 Ken Buesseler 研究員於 3 月 25~29 日來技術交流。 1.4) 開工前職業安全衛生協調及危害告知會議 (107/2/7 執行) 1.5) 「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議 (107/3/30 執行) <p>107 年第 2 季</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1) 取得 19 個表層水樣品。 2.2) 取得深度 200 m (含) 以上樣品。 2.3) 取得沈積物樣品。 2.4) 取得海生物樣品。 2.5) 提出第 1 次期中報告初稿 (107/5/30 提交)。 2.6) 舉辦工作討論會 (107/6/13 執行)。 2.7) 配合甲方執行期中 (5-6 月) 現場查核，查核內容包含計畫執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論等 (107/6/13 執行)。 2.8) 舉辦期中工作檢討會 (107/6/13 執行)。 2.9) 提交第 1 次期中報告定稿本 (107/6/28 提交)。 <p>107 年第 3 季</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1) 取得 20 個表層水樣品。 3.2) 取得深度 200 m (含) 以上樣品。 3.3) 取得沈積物樣品。 3.4) 取得海生物樣品。 3.5) 於 107 年 7 月 10 日前提出第 1 次期中報告初稿 10 份，並舉辦期中工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起 20 日內提交定稿本 10 份及相關資料電腦檔 (107/5/30 提交初稿；107/6/28 提交定稿本)。 <p>107 年第 4 季</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1) 取得 16 個表層水樣品。 4.2) 取得深度 200 m (含) 以上樣品。 4.3) 取得海生物樣品。 4.4) 舉辦工作討論會 (107/11/9 執行)。 4.5) 配合甲方執行期末 (10-11 月) 現場查核，查核內容包含計畫執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論等 (107/11/9 執行)。 4.6) 107 年 11 月 15 日前提出「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿 6 份，並於期末工作檢討會討論 (107/9/25 提交初稿，107/11/14 提交定稿)。 4.7) 107 年 11 月 30 日前提出期末報告初稿 10 份，並舉辦期末工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起 10 日內提交定稿本 10 份及相關資料電腦 (107/11/23 提交初稿；107/12/13 提交定稿本)。 4.8) 107 年 12 月 10 日前參加國內外研討會並發表論文至少 1 篇 (已於 3 月辦理國際交流討論會 1 場次；107/11/22 於第 40 屆海洋工程研討會口頭發表論文)。
<p>說明：1. 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起迄日期。</p> <p>2. 「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：(1) 工作天數，(2) 經費之分配，(3) 工作量之比重，(4) 擬達成目標之具體數字。</p> <p>3. 每季之「預定查核點」，請在條形圖上標明※符號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。</p>	

肆、執行成果說明

一、海水樣品採集

4.1.1 海水樣品採集進度

海水樣品依採樣地點共分為西北區、西區、西南區、東南區、東北區五區，各區表層水樣採樣地點分別為馬祖南竿近岸海域、金門近岸海域、高雄港外海域、南灣海域及基隆港外海域；西南區、東南區及東北區深海水樣採樣地點分別為臺灣西南海域、和平電廠外海及基隆外海，以上採樣地點皆依照採購契約書內之採樣分區圖(圖 4-1-1)執行。

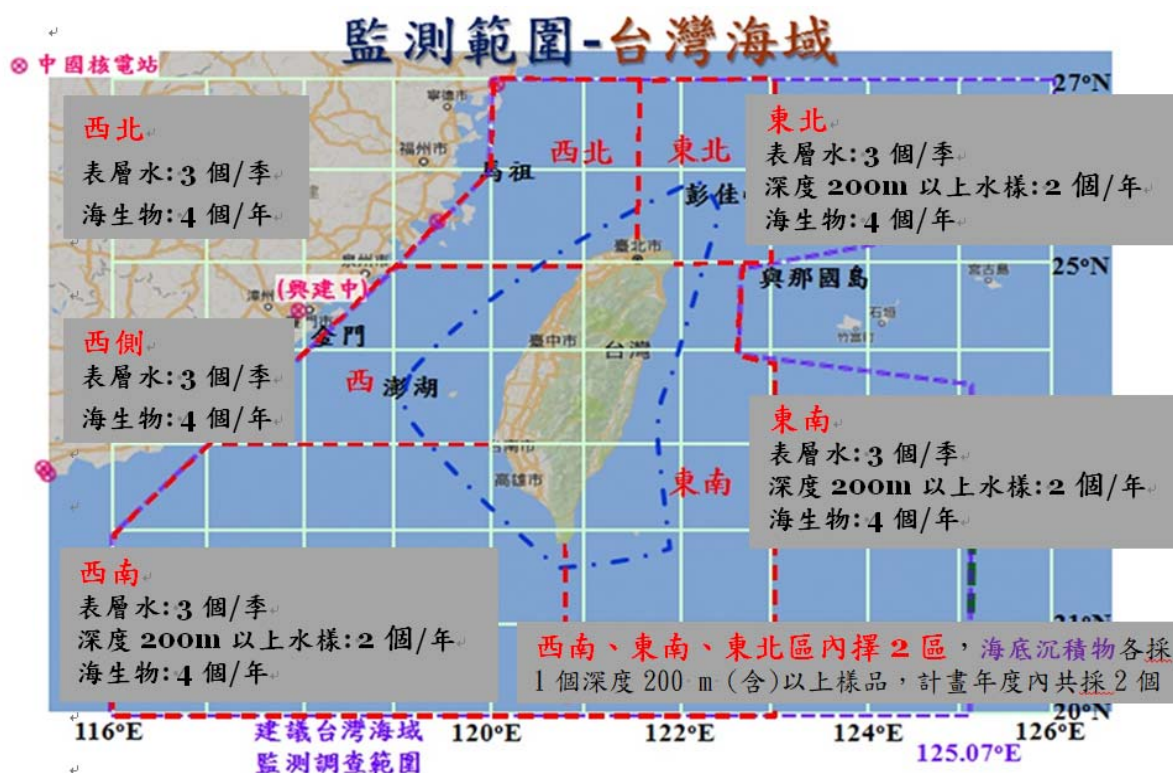


圖 4-1-1 採樣分區圖

本案各季及各區水樣採樣執行狀況如表 4-1-1 及表 4-1-2 所示。總計畫執行率超過 100%，其中包含西北區 15 個表層水樣、西區 12 個表層水樣、西南區 19 個表層水樣及 2 個深海水樣、東南區 13 個表層水樣及 3 個深海水樣、東北區 15 個表層水樣及 3 個深海水樣，總計共 74 個表層水樣、8 個深海水樣。各季各深度採樣點位置參照圖 4-1-2。

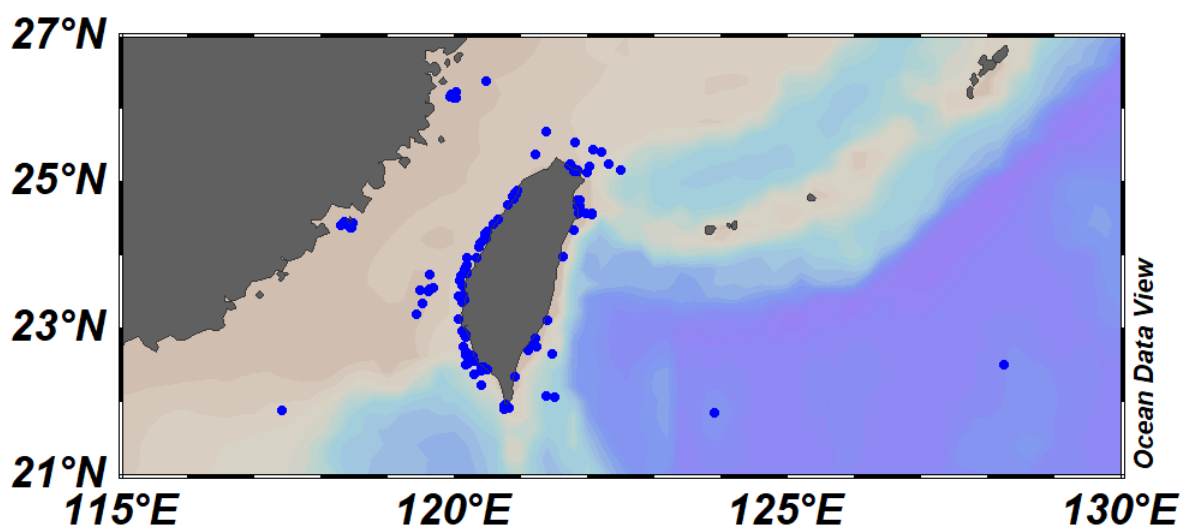


圖 4-1-2 各區水樣實際採樣位置

表 4-1-1 表層海水樣品數量及執行率

	西北區	西區	西南區	東南區	東北區
第一季執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	4/3	3/3	5/3	3/3	4/3
第二季執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	3/3	3/3	5/3	3/3	5/3
第三季執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	5/3	3/3	5/3	4/3	3/3
第四季執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	3/3	3/3	4/3	3/3	3/3

表 4-1-2 深水海水 (200m 以上) 樣品數量及執行率

	西南區	東南區	東北區
總計畫執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	2/2	3/2	3/2

4.1.2 海水分析結果

4.1.1 節各分區海域所採集之海水水樣分析參數包含銫-134、銫-137、總鹼度(Total Alkalinity, TA)及 pH 值，其中銫-134 和銫-137 的分析工作由輻射偵測中心執行，總鹼度及 pH 值則由中山大學黃蔚人老師實驗室負責分析。

4.1.2-1 海水加馬能譜分析結果

本計畫年度內採集到之海水樣品，其銫-137 活度範圍為 0.62 至 2.02 (Bq m⁻³)。各區深度 200 米以淺之海水銫-137 活度平均值結果(表 4-1-3)顯示，東北區相較於其他區域銫-137 活度高，而西北區之淺層海水銫-137 活度又高於西南區及東南區，推測東北區海水受湧升流影響，其鹽度較高、溫度較低，將銫-137 活度較高之水層抬升至海水表層；西北區及西區鹽度皆小於 33，可能受到長江沿岸流及閩浙沿岸流之影響；西南區受黑潮控制，其銫-137 活度較低；東南區受黑潮及其支流影響，其銫-137 活度與西南區之數值無顯著差異。測量到的銫-137 活度最高值出現在東北區(基隆外海)編號 11-02-04 的 200 米水深樣品(表 4-1-5)，最低值則在西南區西子灣岸邊表層水樣(圖 4-1-3 及 4-1-4)。

在 200 米以深的海水銫-137 活度皆高於該區 200 米以淺之海水活度(表 4-1-4)，不過由於樣品數量較少，各區僅有 2 至 3 個樣品數量，因此有待進一步確認，以釐清該區深層海水銫-137 活度對淺層海水之影響。

各區每季固定站位之表層海水 Cs-137 活度隨時間變化(圖 4-1-5)圖顯示，Cs-137 活度並無顯著的季節差異。所有海水樣品各別之加馬能譜分析結果如表 4-1-5。(表 4-1-5 中註記*的站位，由於採集上有實際困難，僅採集到 1L，與有效測量所需之水樣體積 60 L 差距過大，無法測得銫-137 活度，故不放入討論)。

此外，為了解本案海水樣品之鈉 137 活度是否受沿岸沉積物影響，於西子灣沿岸同時採集 2 個海水樣品，其中一樣品先過濾再上機分析，結果顯示過濾及未過濾之海水之鈉 137 活度分別為 0.92 (Bq m⁻³) 及 1.00 (Bq m⁻³)，兩者並無顯著差異 (附錄一)，初步顯示過濾與不過濾對分析結果並無顯著影響。然而因實驗樣品數量僅有 1 次，因此海水中的顆粒對樣品鈉 137 活度分析之影響仍有待進一步探討。

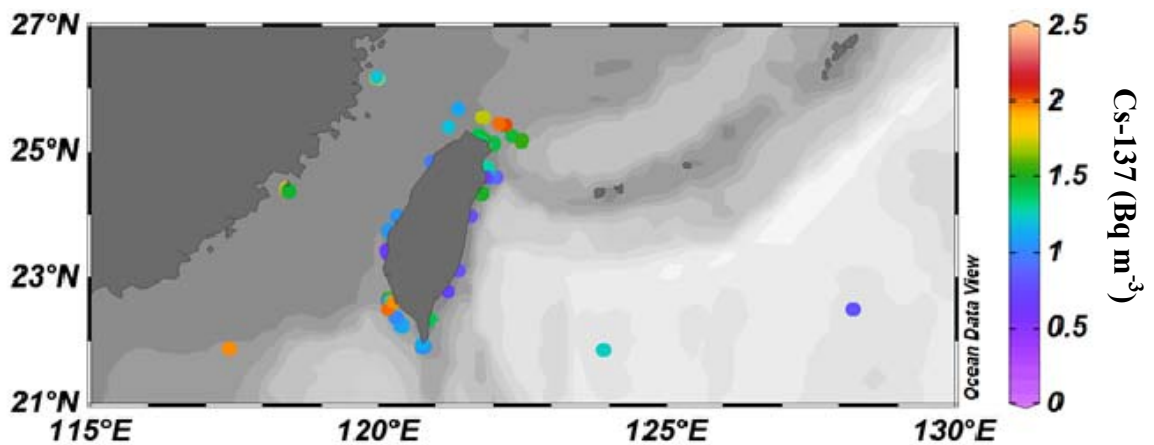


圖 4-1-3 台灣鄰近海域海水中 Cs-137 活度分布圖 (含各深度)

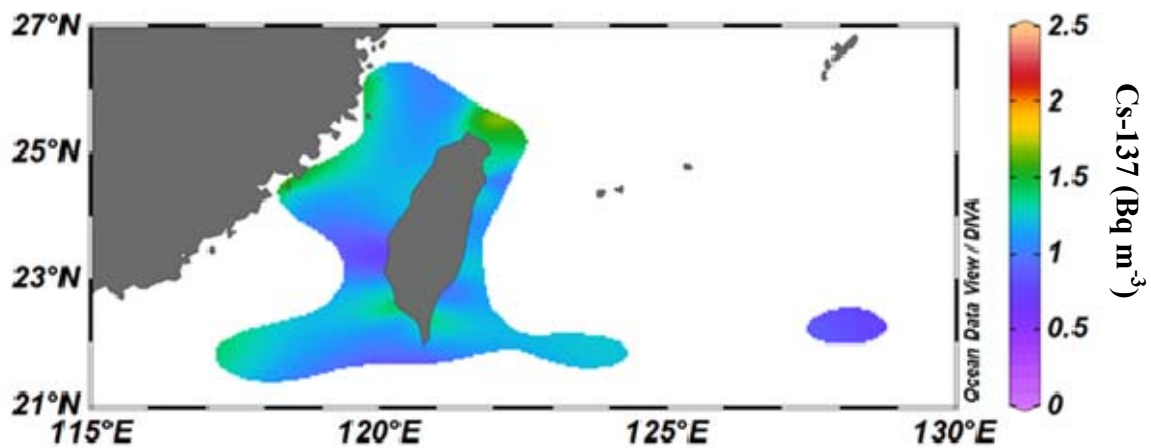


圖 4-1-4 台灣鄰近海域海水中 Cs-137 活度分布等值圖 (含各深度)

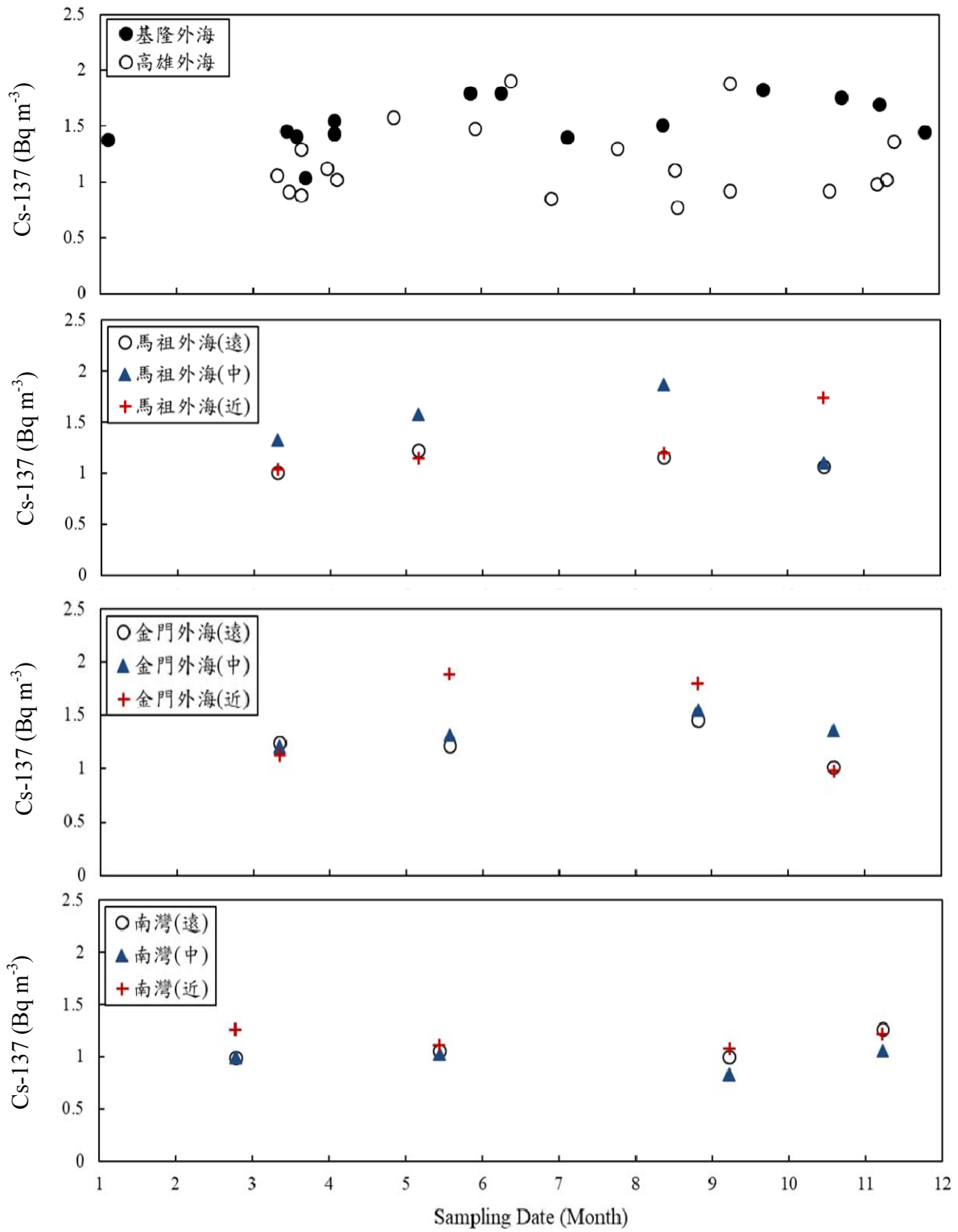


圖 4-1-5 基隆、高雄、金門、馬祖、南灣外海水中 Cs-137 活度分布隨月份變化

表 4-1-3 臺灣鄰近海域水深 0 至 200 m 溫鹽度及海水加馬能譜分析結果
平均值及標準差 (Cs-134 MDA 值為 0.5 Bq m⁻³ , Cs-137 MDA
值為 0.5 Bq m⁻³)

區域	Cs-134	Cs-137	平均溫度 (°C)	平均鹽度
	平均活度 (Bq m ⁻³)			
西北區	—	1.33±0.30	21.9±6.9	31.4±1.7
西區	—	1.18±0.32	25.1±3.8	32.2±2.4
西南區	—	1.18±0.37	27.0±3.2	33.2±1.3
東南區	—	1.12±0.25	26.9±2.0	32.4±1.7
東北區	—	1.51±0.24	23.8±3.2	33.5±0.9

註：“—”表示小於最低可測活度 (MDA)。

表 4-1-4 臺灣鄰近海域深層 (200 m 以深) 溫鹽度及海水加馬能譜分析結果
平均值及標準差 (Cs-134 MDA 值為 0.5 Bq m⁻³ , Cs-137 MDA
值為 0.5 Bq m⁻³)

區域	Cs-134	Cs-137	平均溫度 (°C)	平均鹽度
	平均活度 (Bq m ⁻³)			
西南區	—	1.98±0.02	16.1±1.0	34.6±0.0
東南區	—	1.31±0.20	21.7±5.7	33.4±1.5
東北區	—	1.81±0.34	15.0±0.4	34.6±0.0

註：“—”表示小於最低可測活度 (MDA)。

表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
51-01	107/02/25	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	—	0.99	東南區
52-01	107/02/25	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	—	0.99	東南區
53-01	107/02/25	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	—	1.26	東南區
11-01-01	107/01/03	25°24'47.30"	122°11'55.60"	3.5	—	1.38	東北區
11-01-05	107/01/03	25°24'51.80"	122°12'01.70"	200	—	1.41	東北區
24-01	107/02/09	26°09'55.10"	119°57'10.60"	0	—	1.75	西北區
31-01	107/03/11	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0	—	1.13	西區
32-01	107/03/11	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0	—	1.21	西區
33-01	107/03/11	24°22'44.67"	118°26'54.80"	0	—	1.24	西區
23-01	107/03/10	26°09'36.09"	120°00'27.01"	0	—	1.01	西北區
22-01	107/03/10	26°09'33.26"	119°59'58.06"	0	—	1.33	西北區
21-01	107/03/10	26°09'55.98"	119°59'02.78"	0	—	1.04	西北區
41-01-01	107/03/15	22°38'07.89"	120°10'01.13"	0	—	0.91	西南區
42-01-01	107/03/10	23°45'06.70"	120°10'42.20"	0	—	1.06	西南區
54-01-01	107/03/14	24°20'29.40"	121°47'08.92"	220	—	1.09	東南區
11-01-02	107/03/14	25°11'08.52"	121°47'45.96"	2.5	—	1.46	東北區
11-01-03	107/03/18	25°08'01.62"	121°59'35.70"	2.5	—	1.41	東北區
41-01-02	107/03/20	22°38'02.52"	120°14'16.50"	0	—	0.88	西南區
41-01-03	107/03/20	22°33'53.58"	120°12'10.38"	0	—	1.29	西南區
11-01-04	107/03/22	25°09'26.34"	121°50'46.98"	2.5	—	1.04	東北區
41-01-04	107/03/31	22°13'55.56"	120°23'59.70"	0	—	1.12	西南區
11-02-01	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	0	—	1.55	東北區
11-02-02	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	0	—	1.43	東北區
11-02-03	107/04/02	25°14'52.37"	121°79'01.32"	0	—	1.43	東北區
11-02-04	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	200	—	2.02	東北區
11-02-05	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	200	—	1.99	東北區
41-02-01	107/04/03	22°21'58.26"	120°17'55.02"	0	—	1.02	西南區
41-02-02	107/04/27	22°40'37.08"	120°09'55.43"	0	—	1.58	西南區
21-02	107/05/05	26°10'49.60"	119°57'56.84"	0	—	1.15	西北區
22-02	107/05/05	26°09'34.38"	119°59'34.34"	0	—	1.58	西北區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
23-02	107/05/05	26°09'06.52"	120°01'17.99"	0	—	1.23	西北區
51-02	107/05/14	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	—	1.06	東南區
52-02	107/05/14	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	—	1.03	東南區
53-02	107/05/14	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	—	1.11	東南區
31-02	107/05/18	24°24'13.23"	118°23'29.31"	0	—	1.89	西區
32-02	107/05/18	24°23'19.40"	118°25'08.58"	0	—	1.32	西區
33-02	107/05/18	24°22'26.87"	118°26'33.95"	0	—	1.22	西區
54-02	107/05/18	24°20'23.68"	121°47'31.31"	328	—	1.34	東南區
41-02-03	107/05/29	22°37'51.90"	120°13'39.29"	3	—	1.48	西南區
41-02-04	107/06/12	22°38'56.10"	120°11'06.84"	0	—	1.91	西南區
41-02-05	107/06/29	22°38'38.70"	120°10'40.32"	0.5	—	0.85	西南區
11-02-06	107/05/27	25°09'16.08"	121°50'25.25"	1	—	1.80	東北區
11-02-07	107/06/08	25°09'58.80"	121°50'03.60"	2	—	1.80	東北區
11-03-01	107/07/04	25°15'09.10"	121°44'08.68"	1	—	1.40	東北區
24-03	107/07/08	25°41'12.22"	121°22'46.14"	5	—	1.09	西北區
25-03	107/07/08	25°32'59.28"	121°48'26.64"	5	—	1.70	西北區
41-03-01	107/07/25	22°37'41.16"	120°11'53.28"	1	—	1.30	西南區
23-03	107/08/12	26°09'06.77"	120°01'15.46"	0	—	1.16	西北區
22-03	107/08/12	26°09'34.46"	119°59'32.31"	0	—	1.87	西北區
21-03	107/08/12	26°10'49.88"	119°57'57.59"	0	—	1.20	西北區
54-03	107/08/13	24°20'23.21"	121°47'31.13"	334	—	1.49	東南區
31-03	107/08/26	24°24'20.00"	118°23'48.80"	0	—	1.80	西區
32-03	107/08/26	24°23'20.52"	118°25'19.16"	0	—	1.55	西區
33-03	107/08/26	24°22'20.52"	118°26'34.44"	0	—	1.46	西區
42-03-01	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	5	—	1.11	西南區
43-03-01	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	200	—	1.99	西南區
44-03-01	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	5	—	0.77	西南區
45-03-01	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	200	—	1.96	西南區
11-03-02	107/08/12	25°09'40.68"	121°50'38.52"	2	—	1.51	東北區
51-03	107/09/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	—	1.00	東南區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
52-03	107/09/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	—	0.83	東南區
53-03	107/09/07	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	—	1.08	東南區
47-03-01	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.19"	5	—	0.92	西南區
48-03-01	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.20"	178	—	1.88	西南區
23-04	107/10/15	26°09'01.60"	120°01'12.97"	0	—	1.07	西北區
22-04	107/10/15	26°09'25.89"	119°59'22.08"	0	—	1.10	西北區
21-04	107/10/15	26°10'27.79"	119°58'05.71"	0	—	1.74	西北區
55-03-01	107/09/18	22°51'38.00"	121°12'09.20"	0	—	1.20	東南區
11-03-03	107/09/22	25°10'05.63"	121°50'22.78"	2	—	1.83	東北區
41-04-01	107/10/18	22°37'49.79"	120°11'42.89"	0	—	0.92	西南區
31-04	107/10/19	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0	—	0.98	西區
32-04	107/10/19	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0	—	1.36	西區
33-04	107/10/19	24°22'44.67"	118°26'54.80"	0	—	1.02	西區
11-04-01	107/10/23	25°12'44.81"	122°01'14.39"	2	—	1.76	東北區
41-04-02	107/11/06	22°45'17.16"	120°07'24.96"	1	—	0.98	西南區
51-04	107/11/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	—	1.27	東南區
52-04	107/11/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	—	1.06	東南區
53-04	107/11/07	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	—	1.22	東南區
42-04-01	107/11/10	23°08'01.00"	120°03'24.00"	0	—	1.02	西南區
41-04-03	107/11/13	22°39'13.43"	120°09'44.34"	1	—	1.36	西南區
11-04-02	107/11/07	25°13'33.71"	121°42'35.28"	2	—	1.70	東北區
11-04-03	107/11/26	25°08'56.75"	121°48'42.96"	2	—	1.45	東北區
頭前溪口南側*	107/03/02	24°51'30.60"	120°54'32.20"	1	—	—	西區
客雅溪河外四海溼*	107/03/02	24°48'41.50"	120°52'18.80"	1	—	—	西區
中港溪口一*	107/03/02	24°45'62.40"	120°52'54.10"	1	—	—	西區
中港溪口二*	107/03/02	24°41'12.90"	120°47'60.30"	1	—	—	西區
通霄溪口*	107/03/02	24°29'17.30"	120°38'59.90"	1	—	—	西區
大安溪口*	107/03/02	24°25'22.90"	120°35'07.40"	1	—	—	西區
台中港沿海一*	107/03/02	24°20'10.30"	120°29'36.00"	1	—	—	西區
台中港沿海二*	107/03/02	24°18'11.70"	120°27'25.10"	1	—	—	西區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
大肚溪口*	107/03/02	24°14'15.70"	120°27'50.10"	1	—	—	西區
大肚溪口外四海湮*	107/03/02	24°11'47.20"	120°25'30.70"	1	—	—	西區
彰濱沿海一*	107/03/01	24°12'17.10"	120°25'29.30"	1	—	—	西區
彰濱沿海二*	107/03/01	24°09'27.50"	120°22'46.20"	1	—	—	西區
彰濱沿海三*	107/03/01	24°06'28.10"	120°21'35.20"	1	—	—	西區
濁水溪口一*	107/03/01	23°52'18.20"	120°10'42.70"	1	—	—	西區
濁水溪口二*	107/03/01	23°57'32.10"	120°10'34.50"	1	—	—	西區
濁水溪口外四海湮*	107/03/01	23°51'60.30"	120°10'38.70"	1	—	—	西區
六輕沿海一*	107/03/01	23°49'39.60"	120°09'38.13"	1	—	—	西區
六輕沿海二*	107/03/01	23°47'40.80"	120°09'15.00"	1	—	—	西區
台西外海一*	107/03/01	23°42'45.90"	120°06'03.50"	1	—	—	西區
三條崙外海*	107/03/01	23°39'24.50"	120°04'13.70"	1	—	—	西區
北港溪口一*	107/03/01	23°34'59.10"	120°06'50.30"	1	—	—	西區
高雄港沿海-12*	107/04/02	22°38'16.90"	120°14'41.20"	11.8	—	—	西南區
高雄港沿海-13*	107/04/02	22°36'41.60"	120°14'38.80"	18.5	—	—	西南區
高雄港沿海-14*	107/04/02	22°33'33.70"	120°17'13.30"	13.2	—	—	西南區
高雄港沿海-15*	107/04/02	22°35'15.30"	120°15'44.90"	16.9	—	—	西南區
二仁溪海域-7*	107/04/10	22°53'20.10"	120°09'30.60"	16.5	—	—	西區
二仁溪海域-8*	107/04/10	22°55'12.80"	120°09'40.00"	10.6	—	—	西區
二仁溪海域-9*	107/04/10	22°54'36.60"	120°09'06.00"	16.8	—	—	西區
二仁溪海域-10*	107/04/10	22°54'37.90"	120°10'20.00"	3.6	—	—	西區
二仁溪海域-11*	107/04/10	22°57'37.00"	120°06'52.90"	25.1	—	—	西區
大鵬灣沿岸-16*	107/04/11	22°28'33.40"	120°23'37.30"	9.8	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-17*	107/04/11	22°28'16.40"	120°25'44.40"	42	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-18*	107/04/11	22°24'49.40"	120°23'34.20"	166	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-19*	107/04/11	22°28'17.90"	120°25'19.70"	44	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-20*	107/04/11	22°27'51.60"	120°26'01.20"	21	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-21*	107/04/11	22°26'20.10"	120°29'08.40"	1.3	—	—	東南區
大鵬灣沿岸-22*	107/04/11	22°26'08.30"	120°28'59.10"	2.4	—	—	東南區
核三沿岸-23*	107/04/13	21°55'30.70"	120°45'24.30"	41.5	—	—	東南區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
核三沿岸-24*	107/04/13	21°55'50.60"	120°45'08.10"	42.2	—	—	東南區
核三沿岸-25*	107/04/13	21°57'03.40"	120°45'36.30"	26.4	—	—	東南區
核三沿岸-26*	107/04/13	21°56'34.80"	120°44'45.70"	8.2	—	—	東南區
核三沿岸-27*	107/04/13	21°56'42.10"	120°46'03.20"	43.6	—	—	東南區
核三沿岸-28*	107/04/13	21°56'31.40"	120°46'58.50"	15.2	—	—	東南區
台東沿海-35*	107/04/16	22°45'03.70"	121°13'52.10"	920	—	—	東南區
台東沿海-30*	107/04/16	22°42'14.30"	121°06'05.00"	52	—	—	東南區
台東沿海-29*	107/04/16	22°45'42.10"	121°10'44.50"	14	—	—	東南區
台東沿海-31*	107/04/16	22°47'05.40"	121°11'25.50"	92	—	—	東南區
澎湖沿海-38*	107/04/16	23°33'08.50"	119°40'19.10"	10	—	—	西區
澎湖沿海-36*	107/04/16	23°32'26.80"	119°37'30.90"	4.5	—	—	西區
澎湖沿海-37*	107/04/16	23°30'14.40"	119°35'51.70"	19.1	—	—	西區
澎湖沿海-42*	107/04/16	23°30'55.10"	119°29'11.20"	38.2	—	—	西區
澎湖沿海-39*	107/04/16	23°44'01.80"	119°36'56.40"	8.6	—	—	西區
東石布袋沿海-4*	107/04/17	23°23'24.50"	120°07'47.60"	6.8	—	—	西區
東石布袋沿海-5*	107/04/17	23°21'56.60"	120°07'07.10"	6.2	—	—	西區
東石布袋沿海-3*	107/04/17	23°23'54.90"	120°06'29.70"	8.2	—	—	西區
東石布袋沿海-6*	107/04/17	23°26'01.80"	120°03'55.80"	4.2	—	—	西區
東石布袋沿海-2*	107/04/17	23°26'13.10"	120°06'10.50"	5.8	—	—	西區
東石布袋沿海-1*	107/04/17	23°25'54.30"	120°06'28.90"	2.2	—	—	西區
台東沿海-34*	107/04/17	22°39'27.00"	121°28'16.80"	19	—	—	東南區
澎湖沿海-40*	107/04/17	23°11'24.80"	119°25'02.90"	7	—	—	西區
澎湖沿海-41*	107/04/17	23°20'53.40"	119°31'26.90"	8.6	—	—	西區
台東沿海-33*	107/04/18	22°03'50.40"	121°30'17.40"	83	—	—	東南區
台東沿海-32*	107/04/19	22°05'01.40"	121°22'43.80"	21	—	—	東南區
金門后江灣外*	107/08/15	24°27'59.40"	118°21'07.20"	1	—	—	西區
金烈水道南側*	107/08/15	24°24'18.90"	118°16'54.80"	1	—	—	西區
金門本島東側沿海*	107/08/15	24°26'21.50"	118°28'30.70"	1	—	—	西區
南竿鄉北部沿海*	107/08/22	26°10'26.10"	119°55'28.90"	1	—	—	西北區
馬祖海峽*	107/08/22	26°11'40.50"	119°56'59.10"	1	—	—	西北區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
北竿東部沿海*	107/08/22	26°14'11.30"	120°01'06.30"	1	—	—	西北區
東引北部沿海*	107/08/20	26°23'17.90"	120°28'33.40"	1	—	—	西北區
新竹紅毛港外海*	107/10/25	24°53'29.90"	120°56'20.60"	1	—	—	西區
新竹鳳山溪北側*	107/10/25	24°52'08.20"	120°55'01.90"	1	—	—	西區
南方澳外海五海裡	107/05/04	24°34'59.98"	121°57'59.97"	3	—	1.07	東南區
南方澳外海十海裡	107/05/04	24°34'59.98"	122°02'59.99"	3	—	0.91	東南區
南方澳外海五海裡	107/06/26	24°40'00.00"	121°51'00.00"	3	—	1.86	東南區
南方澳外海十海裡	107/06/26	24°45'00.00"	121°51'00.00"	3	—	1.31	東南區
南方澳外海五海裡	107/09/17	24°40'00.00"	121°53'00.00"	3	—	1.27	東南區
南方澳外海十海裡	107/09/17	24°45'00.00"	121°53'00.00"	3	—	1.28	東南區
南方澳外海五海裡	107/10/24	24°35'00.00"	121°58'00.00"	3	—	1.01	東南區
南方澳外海十海裡	107/10/24	24°34'00.00"	122°04'00.00"	3	—	0.71	東南區
蘭嶼外海	107/07/14	21°50'53.99"	123°54'00.00"	3	—	1.25	東南區
宮古島外海	107/07/15	22°30'00.00"	128°14'05.99"	3	—	0.79	東南區
貢寮外海	107/07/28	25°10'24.00"	122°29'00.00"	3	—	1.53	東北區
八里外海	107/07/29	25°23'06.00"	121°12'24.00"	3	—	1.19	西北區
高雄西子灣	107/03/21	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.22	西南區
基隆八斗子	107/03/14	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.42	東北區
嘉義東石	107/03/20	23°27'02.55"	120°08'15.46"	1	—	0.94	西側
花蓮港	107/03/13	23°58'34.40"	121°37'11.12"	1	—	1.42	東南區
成功漁港	107/03/13	23°06'25.04"	121°23'21.34"	1	—	1.59	東南區
大武漁港	107/03/14	22°20'18.03"	120°53'55.88"	1	—	1.39	東南區
南方澳	107/03/14	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	0.91	東南區
新竹南寮	107/03/19	24°50'46.60"	120°55'25.45"	1	—	1.44	西區
彰化王功	107/03/19	23°58'19.57"	120°19'25.65"	1	—	1.11	西區
嘉義布袋	107/04/11	23°23'05.28"	120°09'03.83"	1	—	0.69	西區

續表 4-1-5 本計畫海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq m ⁻³)		分區
					Cs-134	Cs-137	
新竹南寮	107/04/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	1	—	1.14	西區
彰化王功	107/04/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	1	—	1.34	東南區
花蓮港	107/04/15	23°58'34.40"	121°37'11.12"	1	—	0.98	東南區
大武漁港	107/04/15	22°20'18.03"	120°53'55.88"	1	—	1.40	東南區
成功漁港	107/04/15	23°06'25.04"	121°23'21.34"	1	—	1.31	東南區
基隆八斗子	107/04/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.04	東北區
南方澳	107/04/20	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	1.51	東南區
高雄西子灣	107/05/15	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.96	西南區
高雄西子灣	107/07/06	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	0.62	西南區
新竹南寮	107/07/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	1	—	0.94	西區
彰化王功	107/07/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	1	—	1.03	西區
嘉義東石	107/07/11	23°27'02.55"	120°08'15.46"	1	—	0.65	西區
富岡漁港	107/07/18	22°47'27.60"	121°11'31.19"	1	—	1.17	東南區
花蓮港	107/07/19	23°58'34.40"	121°37'11.12"	1	—	1.14	東南區
成功漁港	107/07/19	23°06'25.04"	121°23'21.34"	1	—	1.26	東南區
基隆八斗子	107/07/31	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.37	東北區
南方澳	107/08/01	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	0.73	東南區
花蓮港	107/10/04	23°58'34.40"	121°37'11.12"	1	—	0.80	東南區
富岡漁港	107/10/04	22°47'27.60"	121°11'31.19"	1	—	0.70	東南區
成功漁港	107/10/04	23°06'25.04"	121°23'21.34"	1	—	0.79	東南區
新竹南寮	107/10/16	24°50'46.60"	120°55'25.45"	1	—	0.88	西區
彰化王功	107/10/17	23°58'19.57"	120°19'25.65"	1	—	1.30	西區
嘉義東石	107/10/17	23°27'02.55"	120°08'15.46"	1	—	0.76	西區
南方澳	107/10/31	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	0.99	東南區
高雄西子灣	107/11/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.00	西南區
基隆八斗子	107/11/07	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.95	東北區

註：1. "—"表示小於最低可測活度 (MDA)，銫-134 MDA 值為 0.5 貝克/立方公尺，銫-137 MDA 值為 0.5 貝克/立方公尺。

2. "*"表示該海水試樣核種分析量為 1 公升，計測時間 60,000-120,000 秒。

4.1.2-2 台灣鄰近海域 Cs-134、Cs-137 活度與西北太平洋文獻數值比較

本計畫與西北太平洋海域歷史資料之比較如表 4-1-6、表 4-1-7 及圖 4-1-6 所示，可以看到 2016 年日本福島電廠外的銫-137 活度為 2 至 5 Bq m⁻³，在日本南方鹿兒島外海則降低至 1.9 至 2.4 Bq m⁻³，到最接近台灣的沖繩外海銫-137 活度已低於 2 Bq m⁻³。除了福島電廠、鹿兒島及沖繩島外海，東海、黃海及南海在 2011 年至 2014 年的資料顯示銫-137 活度平均值皆小於 2 Bq m⁻³，與本計畫之 0 至 200 米及 200 米以深之海水銫 137 活度無顯著差異。

受福島事件影響的表層海水多數會經由北太平洋渦旋 (North Pacific Gyre) 漂流向太平洋東岸(Buesseler et al., 2017; Men et al., 2018)，根據 Inomata 等人(2018)的文章指出，少部分受影響的海水會經由亞熱帶典型水團(Subtropical mode water, STMW)的傳輸再次回到日本近岸外海(圖 4-1-6)。STMW 為北太平洋渦旋中靠近西北太平洋一帶，渦旋名為 Subtropical gyre 的典型水團，特徵為水團密度(σ_θ)介於 25.0 至 25.6 kg m⁻³ (Men et al., 2015; Inomata et al., 2018 及其引用文獻)，該水團形成於太平洋表層，進一步流入次表層中，進而影響西太平洋。

根據上述 STMW 的密度特徵，我們將本計畫與西北太平洋海域之歷史文獻資料做銫-137 活度對密度關係圖(圖中之 SCS、YS、ECS 分別為南海[South China Sea]、黃海[Yellow Sea]及東海[East China Sea]之英文縮寫)，該圖顯示本計畫在台灣東北湧升區量測到的銫-137 活度相對高值(2.02 Bq m⁻³)所存在之密度層與 STMW 相似(圖 4-1-7)。也就是說，該銫-137 活度相對高值之來源可能源自福島事件，本計畫測得之活度則是受

到 STMW 傳輸過程中，時空變化 (含物理混合以及化學衰變) 共同影響之結果。

綜上述採樣以及分析結果，本年度 (民國 107 年) 分析結果顯示，台灣鄰近海域與沿岸水之銫-134 活度皆低於儀器最低可測活度，銫-137 活度測得之最高值為 2.02 (Bq m⁻³)，低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之環境試樣放射性分析之預警措施基準表中，水樣銫 137 紀錄基準值 0.4 Bq L⁻¹ (約等於 400 Bq m⁻³) 及調查基準值 2 Bq L⁻¹ (約等於 2000 Bq m⁻³) (表 4-1-9)。

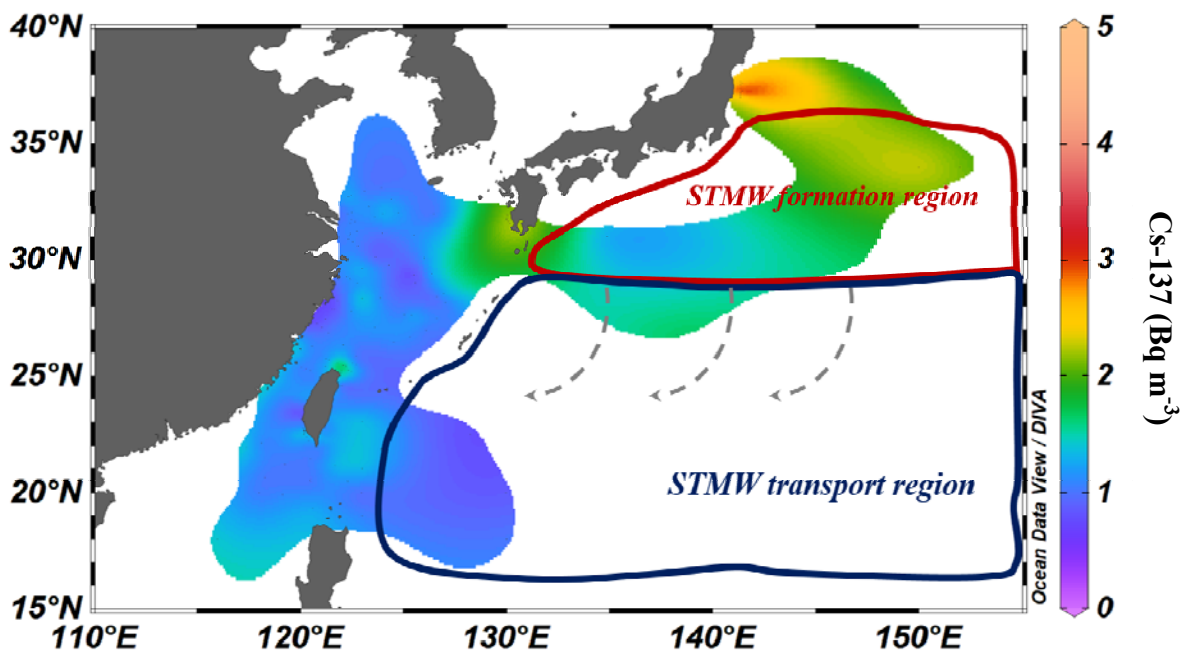


圖 4-1-6 本案與西北太平洋文獻之 Cs-137 活度分布等值圖 (含各深度)
(修改自 Inomata et al., 2018)

表 4-1-6 本案及西北太平洋海域水深 0 至 200 m Cs-134、Cs-137 活度及
溫鹽度比較

區域	Cs-134	Cs-137	溫度 (°C)	鹽度	採樣時間	參考文獻
	活度 (Bq m ⁻³)					
福島電廠 外海	0.40 ± 0.12 ~ 0.98 ± 0.15	2.0 ± 0.18 ~ 5.0 ± 0.18	9.4 ~ 22.0	33.2 ~ 34.6	2016/06	平成 28 年度原 子力施設等防災 対策等委託費 (海洋環境にお ける放射能調査 及び総合評価) 事業調査報告書
鹿兒島 外海	—	1.9 ± 0.21 ~ 2.4 ± 0.21	19 ~ 21.4	34.32 ~34.57	2016/05	同上
沖繩島外海	n.d.	1.7 ± 0.47	n.d.	n.d.	2008~2018	Inomata et al., 2018
本案	—	0.62 ~ 1.96	9.7 ~ 34.9	24.4 ~ 34.7	2018	
東海	—	0.66 ± 0.10 ~ 1.64 ± 0.15	14.8 ~ 26.2	24.2 ~34.8	2011/05 2011/06	Wu et al., 2013 Wu, 2018 Zhao et al., 2018
黃海	n.d.	1.10 ± 0.07	15.836	31.89	2011/06	Wu et al., 2013
南海	n.d.	0.99 ± 0.03 ~ 1.41 ± 0.09	27.009 ~31.545	32.283 ~34.233	2011/05 2014/05 2014/06 2014/11	Wu et al., 2013 Wu, 2018

註：1. "—"表示小於最低可測活度。2. "n.d."表示無數據。

表 4-1-7 西北太平洋海域深層 (200 m 以深) Cs-134、Cs-137 活度及溫鹽度

區域	Cs-134	Cs-137	溫度	鹽度	採樣時間	參考文獻
	活度 (Bq m ⁻³)					
東海	—	0.35 ± 0.05 ~ 1.84 ± 0.10	4.4 ~17.5	34.3~34.5	2011/05 2011/06	Zhao et al., 2018
本案	—	1.09 ~ 2.02	14.5 ~25.7	32.3~34.63	2018	

註：1. "—"表示小於最低可測活度。

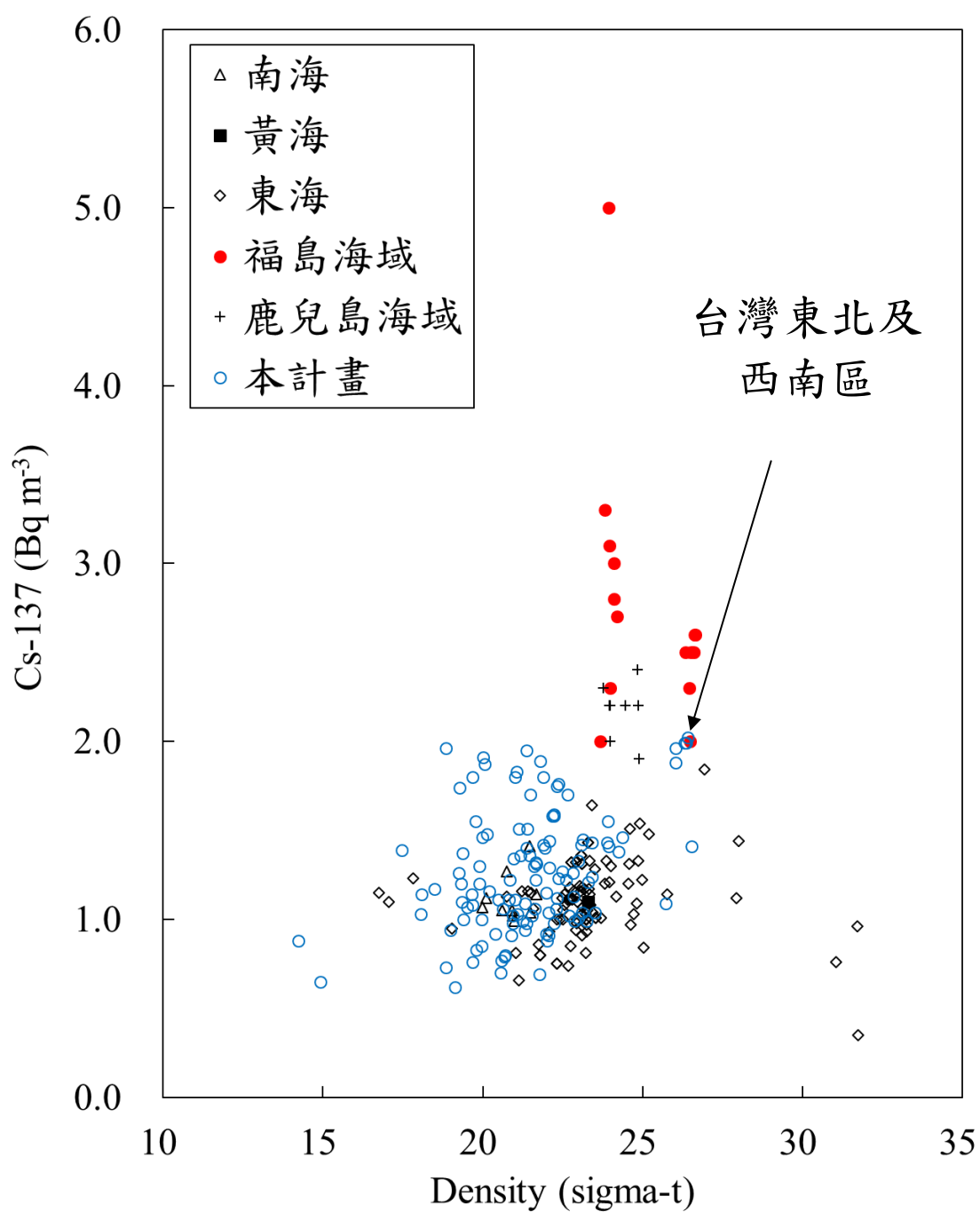


圖 4-1-7 西北太平洋各深度海水之 Cs-137 活度與密度圖

(1) SCS 南海：South China Sea

(2) YS 黃海：Yellow Sea

(3) ECS 東海：East China Sea

4.1.2-3 海水總鹼度及 pH 分析結果

臺灣各區域海水總鹼度分布結果如表 4-1-8 及圖 4-1-8 所示，各區域表層海水總鹼度分布範圍為 2072 ~ 2287 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)，最高值為東北區(基隆外海) 編號 11-02-03 及西南區(高雄外海)編號 48-03-01 的表層水樣，最低值為東南區(南灣) 編號 51-01 表層水樣；pH 值分布範圍為 7.738 ~ 8.311，最高值為西南區(高雄港外海) 編號 41-04-01 表層水樣，最低值為西區(金門) 編號 31-02 表層水樣。上述總鹼度在各區域之間的差異有助於釐清該海水之來源。

西北區以及西區中，馬祖以及金門沿海採集之總鹼度較東北、東南、西南區之總鹼度低，pH 則反之(圖 4-1-8)。研判西北以及西區中，金門馬祖沿岸可能受到長江沖淡水以及閩浙沿岸流之影響；東北、東南以及西南區之採樣點主要受到南海水團、黑潮以及黑潮支流、以及台灣暖流影響。

上述兩種海洋化學資料可以進一步提供該水團之特色並大致推斷水團(及其中所含之放射性核種)之來源及走向。透過鹽度與鹼度關係圖(圖 4-1-9)，可反映出各區水團都有季節性之變化，其中東北及西南區(基隆及高雄外海)主要受到黑潮及其支流以及蒸發或降雨之影響，西南區還可能受到南海水團之混合，東南區(南灣)亦位在黑潮及其支流之交界處，除了受上述物理混合之影響外，在三月時出現較低總鹼度之數值，可能受到其海灣內生物作用影響之結果。在西區以及西北區(金門及馬祖)，所採集之海水水團特徵部分與上述三區重疊、但亦出現比上述三區較低之鹽度及密度，顯示金門及馬祖鄰近海域之水團來源有季節性之變化，同時亦較容易受到雨水及鄰近河水之影響。

有關總鹼度之部分結果，已經使用期中報告之數據投稿第 40 屆海洋工程研討會，題目為「以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探」。

該報告比較過去文獻，以及文獻中之總鹼度對鹽度關係公式，並進一步比對期中報告中總鹼度對鹽度關係圖。該報告初步認為總鹼度可以做為除了鹽度、溫度以外之水團訊號。

酸鹼度並非保守性參數，但其變化仍可作為水團之特色，因此我們使用酸鹼度進一步佐證河水與海水之差異，一般海水之酸鹼度約在 8 以上，而金門與馬祖兩地多次出現低於 7.95 以下之水樣(圖 4-1-9)，明顯與其他表層水表現出不同之酸鹼度，該水團可能受河水來源影響，或者曾經受到近岸強烈生物地球化學作用(例如呼吸作用或是分解作用)之影響或是底層水所影響，其來源仍需進一步判斷。

由總鹼度與密度圖(圖 4-1-10)可大致將海水水團區分為:密度(X 軸)兩端可以視為:高密度、高鹽度、低溫的水團，以及較低密度、低鹽度、較暖之水團；總鹼度的 Y 軸則可視為高總鹼度的水團(含海水及高總鹼度的河水來源)以及低總鹼度的水團(含雨水以及部分低總鹼度的河水來源)。

透過上述水團分析，我們觀察到目前海水中 Cs-137 之高值主要出現在兩種水團:第一種為高密度、高總鹼度之海水，另一種則是金門鄰近海域密度及酸鹼度較低之海水。我們推測第一種來源為受到福島事件影響之 STMW 水團傳輸至台灣鄰近海域影響之海水團，第二種來源則仍須進一步探討，其可能來源之水團特色為密度較低、pH 較低之來源。

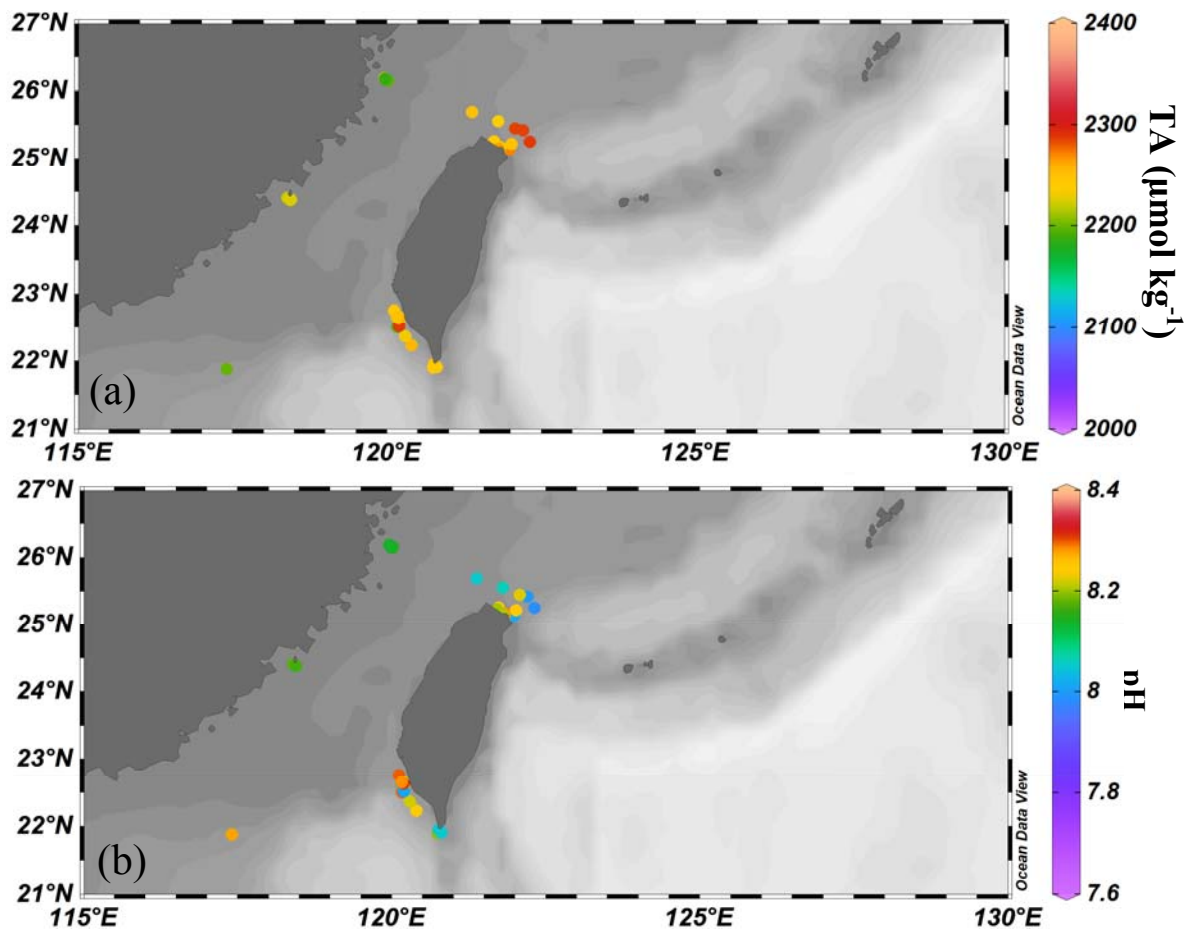


圖 4-1-8 海水總鹼度及 pH 值分布圖

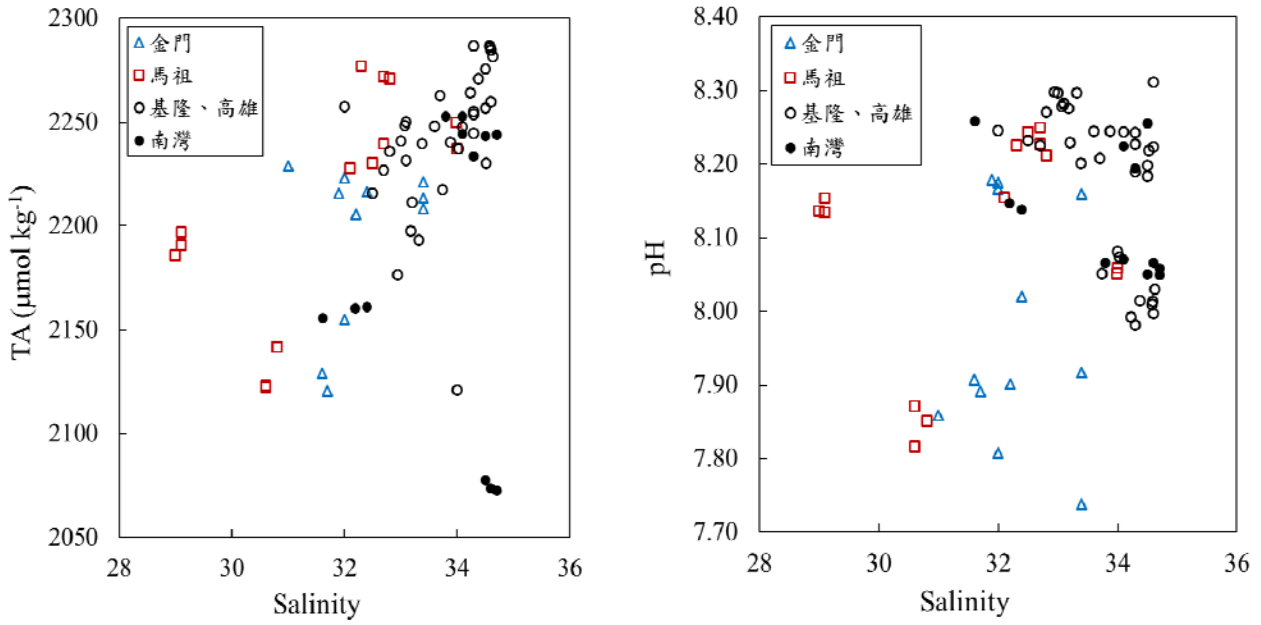


圖 4-1-9 海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖

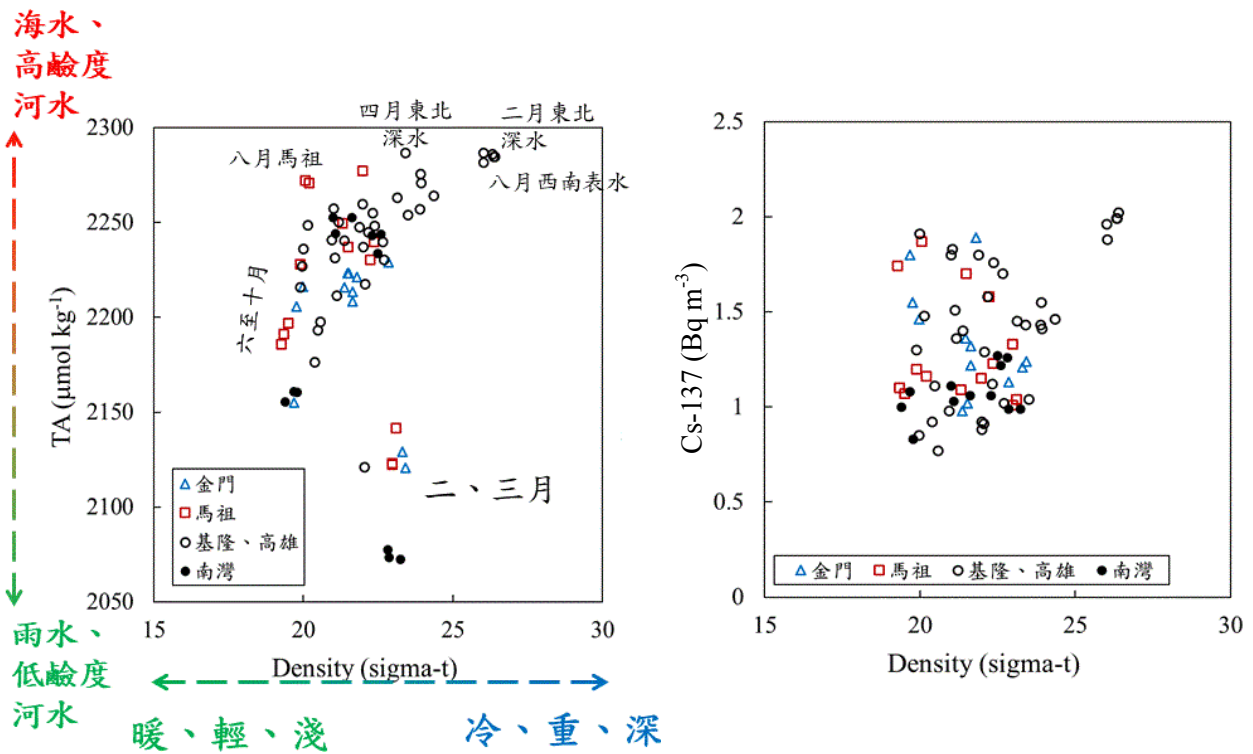


圖 4-1-10 海水總鹼度及 Cs-137 對密度關係圖

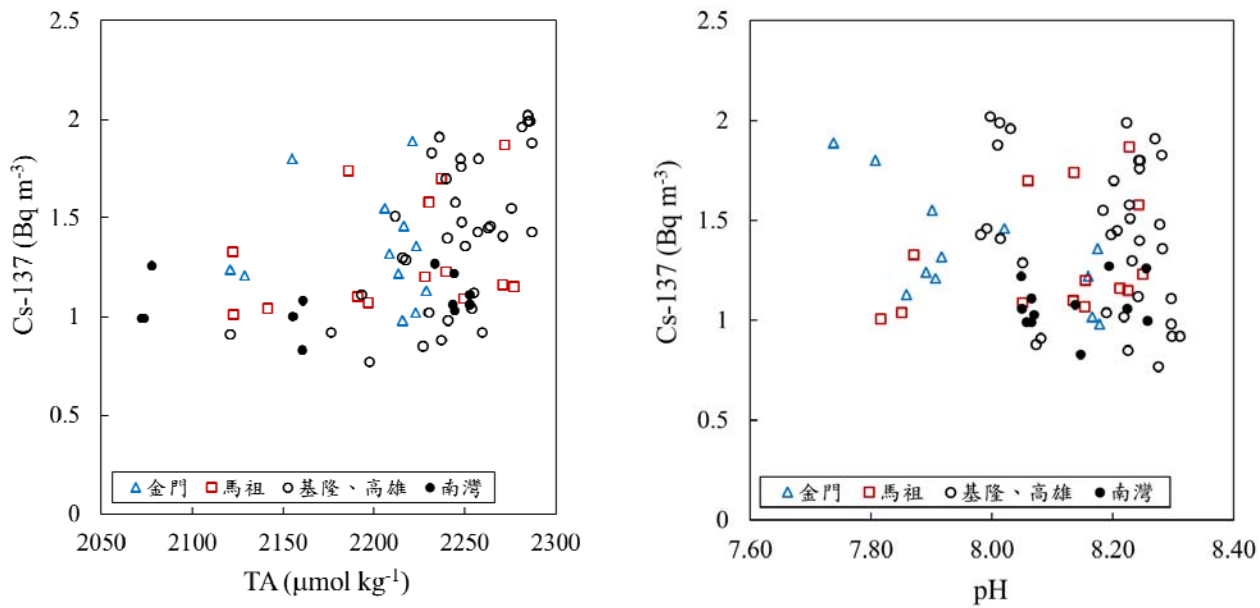


圖 4-1-11 海水總鹼度及 pH 值對 Cs-137 關係圖

表 4-1-8 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (μmol/kg)	pH	分區
51-01	107/02/25	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	24.2	34.7	2072	8.058	東南區
52-01	107/02/25	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	25.2	34.6	2073	8.065	東南區
53-01	107/02/25	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	25.1	34.5	2078	8.255	東南區
31-01	107/03/11	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0	14.8	31	2229	7.859	西區
32-01	107/03/11	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0	14.8	31.6	2129	7.907	西區
33-01	107/03/11	24°22'44.67"	118°26'54.80"	0	14.6	31.7	2121	7.891	西區
23-01	107/03/10	26°09'36.09"	120°00'27.01"	0	12.6	30.6	2123	7.816	西北區
22-01	107/03/10	26°09'33.26"	119°59'58.06"	0	12.6	30.6	2122	7.871	西北區
21-01	107/03/10	26°09'55.98"	119°59'02.78"	0	12.7	30.8	2142	7.851	西北區
41-01-01	107/03/15	22°38'07.89"	120°10'01.13"	0	26.4	34	2121	8.081	西南區
11-01-02	107/03/14	25°11'08.52"	121°47'45.96"	2.5	18.9	34.2	2264	7.992	東北區
11-01-03	107/03/18	25°08'01.62"	121°59'35.70"	2.5	20.9	34.4	2271	8.014	東北區
41-01-02	107/03/20	22°38'02.52"	120°14'16.50"	0	26.6	34.0	2237	8.073	西南區
41-01-03	107/03/20	22°33'53.58"	120°12'10.38"	0	25.7	33.7	2217	8.051	西南區
11-01-04	107/03/22	25°09'26.34"	121°50'46.98"	2.5	22.3	34.3	2254	8.189	東北區
41-01-04	107/03/31	22°13'55.56"	120°23'59.70"	0	26.2	34.3	2255	8.242	西南區
11-02-01	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	0	21.3	34.5	2276	8.184	東北區
11-02-02	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	0	21.4	34.5	2257	8.198	東北區
11-02-03	107/04/02	25°14'52.37"	121°79'01.32"	0	22.6	34.3	2287	7.981	東北區

續表 4-1-8 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (μmol/kg)	pH	分區
11-02-04	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	200	15.1	34.6	2285	7.997	東北區
11-02-05	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	200	15.3	34.6	2285	8.223	東北區
41-02-01	107/04/03	22°21'58.26"	120°17'55.02"	0	25.5	34.5	2230	8.218	西南區
41-02-02	107/04/27	22°40'37.08"	120°09'55.43"	0	26.7	34.3	2245	8.227	西南區
21-02	107/05/05	26°10'49.60"	119°57'56.84"	0	22.4	32.3	2277	8.225	西北區
22-02	107/05/05	26°09'34.38"	119°59'34.34"	0	22	32.5	2230	8.243	西北區
23-02	107/05/05	26°09'06.52"	120°01'17.99"	0	22.1	32.7	2240	8.250	西北區
51-02	107/05/14	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	28	34.1	2253	8.224	東南區
52-02	107/05/14	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	29.6	34.1	2244	8.070	東南區
53-02	107/05/14	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	29.2	33.8	2253	8.065	東南區
31-02	107/05/18	24°24'13.23"	118°23'29.31"	0	25.8	33.4	2221	7.738	西區
32-02	107/05/18	24°23'19.40"	118°25'08.58"	0	26.3	33.4	2208	7.917	西區
33-02	107/05/18	24°22'26.87"	118°26'33.95"	0	26.3	33.4	2213	8.159	西區
41-02-03	107/05/29	22°37'51.90"	120°13'39.29"	3	30.2	33.1	2248	8.278	西南區
41-02-04	107/06/12	22°38'56.10"	120°11'06.84"	0	30	32.8	2236	8.270	西南區
41-02-05	107/06/29	22°38'38.70"	120°10'40.32"	0.5	29.9	32.7	2227	8.225	西南區
11-02-06	107/05/27	25°09'16.08"	121°50'25.25"	1	25	32	2257	8.245	東北區
11-02-07	107/06/08	25°09'58.80"	121°50'03.60"	2	27.2	34.1	2248	8.244	東北區
11-03-01	107/07/04	25°15'09.10"	121°44'08.68"	1	28.3	33.9	2240	8.244	東北區

續表 4-1-8 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (μmol/kg)	pH	分區
24-03	107/07/08	25°41'12.22"	121°22'46.14"	5	28.7	34.0	2250	8.051	西北區
25-03	107/07/08	25°32'59.28"	121°48'26.64"	5	28.2	34.0	2237	8.059	西北區
41-03-01	107/07/25	22°37'41.16"	120°11'53.28"	1	29.7	32.5	2216	8.232	西南區
23-03	107/08/12	26°09'06.77"	120°01'15.46"	0	29.4	32.8	2271	8.211	西北區
22-03	107/08/12	26°09'34.46"	119°59'32.31"	0	29.6	32.7	2272	8.227	西北區
21-03	107/08/12	26°10'49.88"	119°57'57.59"	0	28.8	32.1	2228	8.155	西北區
31-03	107/08/26	24°24'20.00"	118°23'48.80"	0	29.2	32.0	2155	7.807	西區
32-03	107/08/26	24°23'20.52"	118°25'19.16"	0	29.4	32.2	2206	7.902	西區
33-03	107/08/26	24°22'20.52"	118°26'34.44"	0	29.2	32.4	2216	8.020	西區
42-03-01	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	5	29.8	33.3	2193	8.296	西南區
43-03-01	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	200	15.4	34.6	2286	8.013	西南區
44-03-01	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	5	29.2	33.2	2198	8.275	西南區
45-03-01	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	200	16.9	34.6	2282	8.030	西南區
11-03-02	107/08/12	25°09'40.68"	121°50'38.52"	2	27.5	33.2	2212	8.229	東北區
51-03	107/09/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	29.2	31.6	2155	8.258	東南區
52-03	107/09/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	29.3	32.2	2160	8.147	東南區
53-03	107/09/07	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	30.1	32.4	2161	8.138	東南區
47-03-01	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.19"	5	29.2	32.9	2176	8.298	西南區
48-03-01	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.20"	178	16.2	34.6	2287	8.009	西南區

續表表 4-1-8 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (μmol/kg)	pH	分區
23-04	107/10/15	26°09'01.60"	120°01'12.97"	0	22.7	29.1	2197	8.153	西北區
22-04	107/10/15	26°09'25.89"	119°59'22.08"	0	23.3	29.1	2191	8.134	西北區
21-04	107/10/15	26°10'27.79"	119°58'05.71"	0	23.3	29	2186	8.136	西北區
11-03-03	107/09/22	25°10'05.63"	121°50'22.78"	2	27.5	33.1	2232	8.281	東北區
41-04-01	107/10/18	22°37'49.79"	120°11'42.89"	0	28	34.6	2260	8.311	西南區
31-04	107/10/19	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0	23.5	31.9	2216	8.178	西區
32-04	107/10/19	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0	23.4	32	2223	8.175	西區
33-04	107/10/19	24°22'44.67"	118°26'54.80"	0	23.2	32	2223	8.166	西區
11-04-01	107/10/23	25°12'44.81"	122°01'14.39"	2	24.4	33.6	2248	8.244	東北區
41-04-02	107/11/06	22°45'17.16"	120°07'24.96"	1	27.6	33	2241	8.296	西南區
51-04	107/11/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0	25.7	34.3	2234	8.194	東南區
52-04	107/11/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0	26.8	34.5	2243	8.050	東南區
53-04	107/11/07	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0	26.3	34.7	2244	8.049	東南區
41-04-03	107/11/13	22°39'13.43"	120°09'44.34"	1	27.1	33.1	2250	8.282	西南區
11-04-02	107/11/07	25°13'33.71"	121°42'35.28"	2	22.9	33.4	2240	8.201	東北區
11-04-03	107/11/26	25°08'56.75"	121°48'42.96"	2	22	33.7	2263	8.207	東北區

表 4-1-9 台灣及海外之食品輻射物質活度標準範圍

		Cs-134	Cs-137	參考資料	
日本	飲料	10 Bq kg ⁻¹		日本食品活度標準範圍(日本厚生勞動省網站)	
	奶類及乳製品	50 Bq kg ⁻¹			
	一般食品	100 Bq kg ⁻¹			
台灣	奶類及乳製品	10 Bq kg ⁻¹		行政院衛生署依食品衛生管理法第十一條第二項授權訂定之「食品中原子塵或放射能污染安全容許量標準」。	
	嬰兒食品	50 Bq kg ⁻¹			
	飲料及包裝水	10 Bq kg ⁻¹			
	其他食品	100 Bq kg ⁻¹			
	環境試樣	水(紀錄基準值)	0.4 Bq L ⁻¹	0.4 Bq L ⁻¹	「環境輻射監測規範」附件六環境試樣放射性分析之預警措施基準。
		水(調查基準值)	2 Bq L ⁻¹	2 Bq L ⁻¹	
		沉積物 (紀錄基準值)	3 Bq kg ⁻¹	3 Bq kg ⁻¹	
		沉積物 (調查基準值)	74 Bq kg ⁻¹	740 Bq kg ⁻¹	
本案	海水活度 (Bq m ⁻³)	—	0.62~2.02		
	沉積物 (Bq kg ⁻¹)	—	0.06~0.61		
	海產物 (Bq kg ⁻¹)	魚	—		0.1~0.23
		蝦	—		0.07
		貝	—		0.07

二、沉積物品採集

本團隊依照採購契約書內之採樣分區 (圖 4-1-1) 中之西南區及東北區採集 200 米以深之海底沉積物各 2 個，共計 4 個，執行進度如表 4-2-1 所示，總計畫執行率超過 100 %。本計畫團隊另外於金門、蘭嶼、馬祖等地採集岸沙樣品，希望藉以了解岸沙受到近岸懸浮顆粒物質或海水中輻射物質活度影響程度，並與海水中之輻射物質活度比較，採集樣點如圖 4-2-1，分析結果如表 4-2-4。

由本計畫採集之沉積物中，鉀-40 活度為 11 至 1089 (Bq kg⁻¹)、銫-137 活度 (圖 4-2-2) 為 0.06 至 0.61 (Bq kg⁻¹)、鈾系列低於 228 (Bq kg⁻¹) 及鈾系列低於 94 (Bq kg⁻¹)，鈷-60、銫-134 則低於最低可測活度。各區岸沙及海底沉積物之加碼能譜分析結果平均值分別如表 4-2-2 及表 4-2-3 所示，東北區及西南區海底沉積物之加碼能譜分析結果皆高於同區之岸沙。

表 4-2-1 海底沉積物樣品數量及執行率

	西南區	東北區
總計畫執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	2/1	2/1

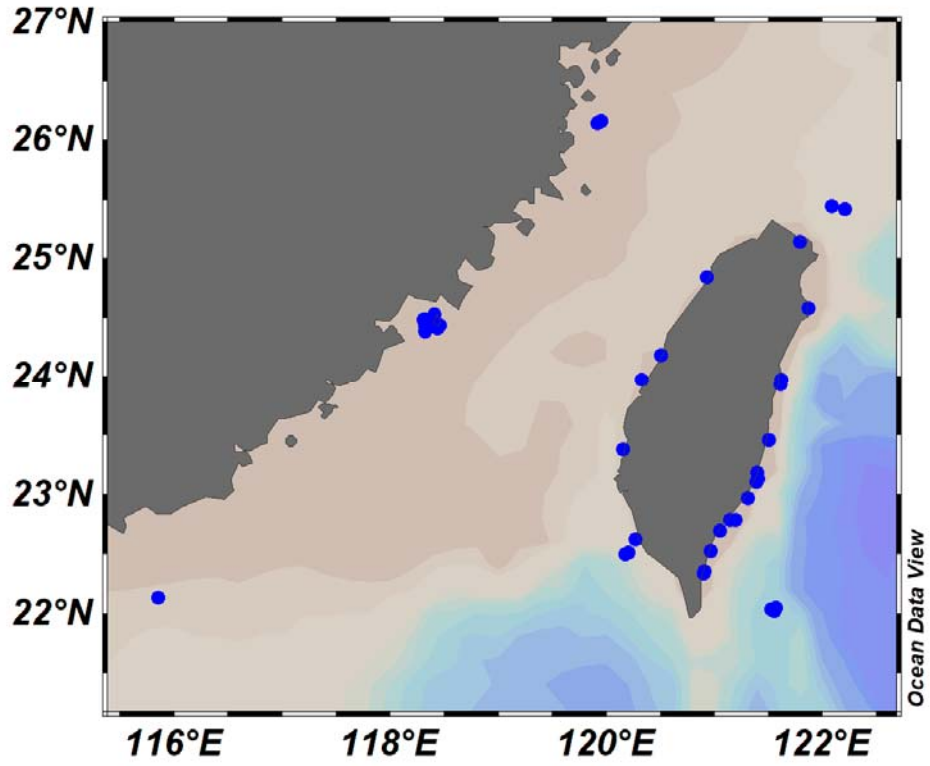


圖 4-2-1 沉積物採樣點位置圖

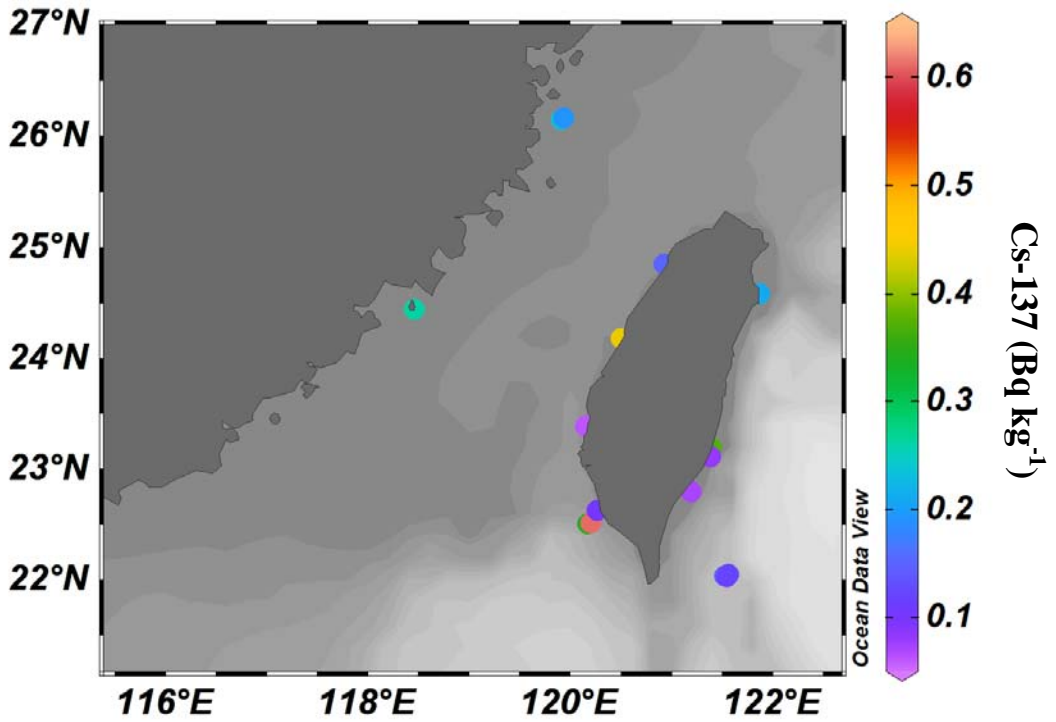


圖 4-2-2 沉積物 Cs-137 活度分布圖

表 4-2-2 臺灣鄰近海域岸(河)沙加馬能譜分析結果平均值及標準差
(Cs-134 MDA 值為 0.09 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.06 Bq kg⁻¹、
K-40* MDA 值為 1.28 Bq kg⁻¹、Co-60 MDA 值為 0.11 Bq kg⁻¹、
Th 系列* MDA 值為 0.31 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.22 Bq kg⁻¹)

區域	Cs-134	Cs-137	K-40*	Co-60	Th 系列*	U 系列*
	平均活度 (Bq kg ⁻¹)					
西北區	—	0.22±0.04	786±235	—	11±3	9±3
西區	—	0.17±0.07	335±190	—	25±45	15±18
西南區	—	0.10	562±55	—	35±4	21±2
東南區	—	0.22±0.14	342±214	—	21±14	14±8
東北區	—	—	97±17	—	5±1	4±1

註：1."—"表示小於最低可測活度(MDA)。2."*"表示天然放射性核種。

表 4-2-3 臺灣鄰近海域沉積物(200 m 以深)加馬能譜分析結果平均值及標準差
(Cs-134 MDA 值為 0.09 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.06 Bq kg⁻¹、
K-40* MDA 值為 1.28 Bq kg⁻¹、Co-60 MDA 值為 0.11 Bq kg⁻¹、
Th 系列* MDA 值為 0.31 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.22 Bq kg⁻¹)

區域	Cs-134	Cs-137	K-40*	Co-60	Th 系列*	U 系列*
	平均活度 (Bq kg ⁻¹)					
西南區	—	0.48±0.19	774±34	—	50±2	28±1
東北區	—	—	508±98	—	28±12	18±7

註：1."—"表示小於最低可測活度(MDA)。2."*"表示天然放射性核種。

表 4-2-4 本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣 深度 (m)	離岸距離 (km)	活 度 (Bq kg ⁻¹ · dry weight)						分區
						K-40*	Co-60	Cs-134	Cs-137	Th 系列*	U 系列*	
1	107/02/21	22°02'13.20"	121°31'33.60"	0.2	蘭嶼島內	120	—	—	0.15	—	—	東南區
2	107/02/22	22°01'30.00"	121°33'07.20"	0.2	蘭嶼島內	155	—	—	0.10	—	—	東南區
3	107/02/22	22°02'59.60"	121°33'50.40"	0.2	蘭嶼島內	144	—	—	0.12	—	—	東南區
4	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	251.42	43.3	577	—	—	—	36	23	東北區
5	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	222	38.9	439	—	—	—	19	13	東北區
6	107/05/05	26°09'28.43"	119°55'42.43"	5	馬祖島內	625	—	—	—	8	6	西北區
7	107/05/05	26°08'44.07"	119°54'45.91"	5	馬祖島內	1027	—	—	—	13	13	西北區
8	107/05/05	26°09'52.72"	119°57'11.29"	5	馬祖島內	625	—	—	—	10	7	西北區
9	107/05/17	24°26'07.88"	118°23'12.54"	0	金門島內	139	—	—	—	228	94	西區
10	107/05/17	24°24'54.24"	118°26'01.89"	0	金門島內	539	—	—	—	6	6	西區
11	107/05/17	24°26'30.27"	118°27'26.27"	0	金門島內	212	—	—	0.26	23	14	西區
12	107/05/17	24°26'30.27"	118°27'26.27"	0	金門島內	182	—	—	—	20	14	西區
13	107/05/17	24°29'20.70"	118°18'48.86"	0	金門島內	18	—	—	—	6	5	西區
14	107/05/17	24°25'48.36"	118°19'20.13"	0	金門島內	50	—	—	—	8	7	西區
15	107/05/17	24°23'13.42"	118°19'25.94"	0	金門島內	455	—	—	—	4	5	西區
16	107/05/17	24°31'37.60"	118°24'37.18"	0	金門島內	744	—	—	—	16	8	西區
17	107/08/13	26°09'29.21"	119°55'53.32"	0	馬祖島內	565	—	—	—	8	6	西北區
18	107/08/13	26°08'43.64"	119°54'45.98"	0	馬祖島內	1079	—	—	0.24	14	13	西北區
19	107/08/13	26°09'51.90"	119°57'10.36"	0	馬祖島內	547	—	—	—	11	7	西北區
20	107/08/20	24°29'09.20"	118°18'14.30"	0	金門島內	15	—	—	—	5	5	西區
21	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	296	15.4	750	—	—	0.34	48	27	西南區
22	107/08/19	22°08'00.30"	115°51'00.70"	71	456	529	—	—	—	33	19	西南區

續表 4-2-4 本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣 深度 (m)	離岸距離 (km)	活 度 (Bq kg ⁻¹ · dry weight)						分區
						K-40*	Co-60	Cs-134	Cs-137	Th 系列*	U 系列*	
23	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.19"	220	11.7	798	—	—	0.61	51	29	西南區
24	107/10/16	26°09'53.60"	119°57'10.97"	0	馬祖島內	603	—	—	—	11	7	西北區
25	107/10/16	26°09'29.21"	119°55'53.32"	0	馬祖島內	1089	—	—	0.19	15	12	西北區
26	107/10/16	26°08'43.96"	119°54'45.17"	0	馬祖島內	911	—	—	—	7	6	西北區
27	107/10/20	24°29'20.70"	118°18'48.86"	0	金門島內	11	—	—	—	4	4	西區
28	107/10/21	24°23'13.42"	118°19'25.94"	0	金門島內	217	—	—	—	5	5	西區
29	107/10/22	24°24'54.24"	118°26'01.89"	0	金門島內	452	—	—	—	6	5	西區
30	107/03/12	22°21'36.54"	120°54'23.97"	表土	河沙	739	—	—	—	48	28	東南區
31	107/03/12	22°31'34.48"	120°57'53.34"	表土	河沙	837	—	—	—	36	22	東南區
32	107/03/12	22°41'56.13"	121°02'53.88"	表土	河沙	557	—	—	—	29	17	東南區
33	107/03/13	23°27'43.32"	121°29'56.60"	表土	河沙	316	—	—	—	20	14	東南區
34	107/03/13	23°11'26.14"	121°23'46.06"	表土	河沙	186	—	—	0.37	5	4	東南區
35	107/03/13	23°08'04.22"	121°23'50.81"	表土	河沙	273	—	—	—	13	8	東南區
36	107/03/13	22°58'30.21"	121°18'29.27"	表土	河沙	193	—	—	—	9	7	東南區
37	107/03/14	22°47'29.20"	121°08'44.67"	表土	河沙	706	—	—	—	44	27	東南區
38	107/03/13	23°56'09.65"	121°36'29.60"	表土	河沙	268	—	—	—	20	16	東南區
39	107/03/13	23°06'25.04"	121°23'21.34"	表土	岸沙	207	—	—	0.16	5	5	東南區
40	107/03/18	24°50'46.60"	120°55'25.45"	表土	岸沙	426	—	—	0.16	29	18	西區
41	107/03/14	22°20'18.03"	120°53'55.88"	表土	岸沙	438	—	—	—	25	16	東南區
42	107/03/18	23°58'19.57"	120°19'25.65"	表土	岸沙	314	—	—	—	21	13	西區

續表 4-2-4 本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣 深度 (m)	離岸距離 (km)	活 度 (Bq kg ⁻¹ · dry weight)						分區
						K-40*	Co-60	Cs-134	Cs-137	Th 系列*	U 系列*	
43	107/03/15	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	570	—	—	0.32	37	23	東南區
44	107/03/21	23°23'05.28"	120°09'03.83"	表土	岸沙	448	—	—	—	20	13	西區
45	107/03/15	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	116	—	—	—	6	5	東北區
46	107/03/21	22°37'28.76"	120°15'48.20"	表土	岸沙	582	—	—	0.10	33	21	西南區
47	107/03/13	23°58'34.40"	121°37'11.12"	表土	岸沙	173	—	—	—	11	9	東南區
48	107/03/19	24°11'02.01"	120°30'17.61"	表土	河沙	711	—	—	0.44	46	28	東南區
49	107/04/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	表土	岸沙	490	—	—	0.20	—	18	西區
50	107/04/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	表土	岸沙	392	—	—	—	27	17	西區
51	107/04/11	23°23'05.28"	120°09'03.83"	表土	岸沙	443	—	—	0.06	21	13	西區
52	107/04/15	23°06'25.04"	121°23'21.34"	表土	岸沙	210	—	—	0.08	5	5	東南區
53	107/04/15	22°20'18.03"	120°53'55.88"	表土	岸沙	462	—	—	—	26	16	東南區
54	107/04/15	23°58'34.40"	121°37'11.12"	表土	岸沙	145	—	—	—	9	9	東南區
55	107/04/19	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	98	—	—	—	5	4	東北區
56	107/04/23	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	558	—	—	0.41	37	23	東南區
57	107/05/15	22°37'28.76"	120°15'48.20"	表土	岸沙	643	—	—	—	38	23	西南區
58	107/07/06	22°37'28.76"	120°15'48.20"	表土	岸沙	557	—	—	—	40	22	西南區
59	107/07/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	表土	岸沙	450	—	—	0.20	23	15	西區
60	107/07/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	表土	岸沙	405	—	—	—	26	16	西區
61	107/07/11	23°23'05.28"	120°09'03.83"	表土	岸沙	467	—	—	—	17	11	西區
62	107/07/18	22°47'27.60"	121°11'31.19"	表土	岸沙	129	—	—	—	9	6	東南區

續表 4-2-4 本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣 深度 (m)	離岸距離 (km)	活 度 (Bq kg ⁻¹ · dry weight)						分區
						K-40*	Co-60	Cs-134	Cs-137	Th 系列*	U 系列*	
63	107/07/19	23°58'34.40"	121°37'11.12"	表土	岸沙	199	—	—	—	15	11	東南區
64	107/07/19	23°06'25.04"	121°23'21.34"	表土	岸沙	206	—	—	—	6	5	東南區
65	107/07/19	23°27'43.32"	121°29'56.60"	表土	河沙	290	—	—	—	16	12	東南區
66	107/07/31	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	75	—	—	—	5	4	東北區
67	107/08/01	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	450	—	—	—	31	20	東南區
68	107/10/04	22°47'27.60"	121°11'31.19"	表土	岸沙	119	—	—	0.07	5	4	東南區
69	107/10/04	23°58'34.40"	121°37'11.12"	表土	岸沙	236	—	—	—	15	10	東南區
70	107/10/04	23°06'25.04"	121°23'21.34"	表土	岸沙	185	—	—	—	11	9	東南區
71	107/10/16	24°50'46.60"	120°55'25.45"	表土	岸沙	429	—	—	0.15	24	15	西區
72	107/10/17	23°58'19.57"	120°19'25.65"	表土	岸沙	399	—	—	—	18	11	西區
73	107/10/17	23°23'05.28"	120°09'03.83"	表土	岸沙	354	—	—	—	28	17	西區
74	107/10/31	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	471	—	—	0.21	41	24	東南區
75	107/11/02	22°37'28.76"	120°15'48.20"	表土	岸沙	499	—	—	—	31	19	西南區
76	107/11/07	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	100	—	—	—	5	4	東北區

- 註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40*MDA 值為 1.28 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.11 貝克/千克、
 銫-134MDA 值為 0.09 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.06 貝克/千克、釷系列* MDA 值為 0.31 貝克/千克、
 鈾系列* MDA 值為 0.22 貝克/千克。
 2. "*"表示天然放射性核種。
 3. 沉積物樣品計測時間 120,000 秒。

三、海生物樣品採集

4.3.1 海生物樣本採集與分析結果

本研究團隊自 107 年 3 月起，分別於臺灣東北區、東南區、西北區、西區、西南區等五個調查區(圖 4-1-1)進行現場海生物採樣，其海生物樣本包含魚類、蝦類及貝類等，分別利用櫻花蝦拖網、拖網、流袋網、延繩釣、一支釣、手耙具(圖 4-3-1)及螃蟹籠具(圖 4-3-2)等漁具採集之，必要時則以人工採集或委請潛水員水下採集並攝影記錄(圖 4-3-3)等方式蒐集海生物樣本，各調查區之生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量如表 4-3-1~5 所列。上述海生物樣本於採樣完畢後，攜回研究室以人工方式進行物種鑑定、體長與體重之基本生物學量測與紀錄(如圖 4-3-4)。並盡速送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。本計畫各調查區所捕獲之海生物樣本其物種名稱與圖片列於圖 4-3-5。

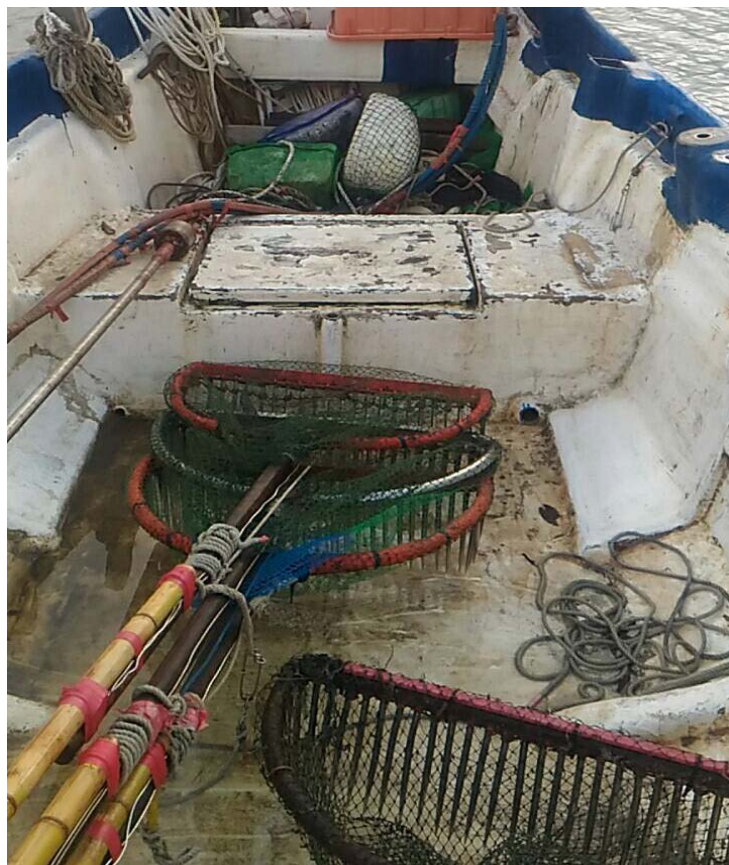


圖 4-3-1 貝類生物樣本採集之手耙網漁具



圖 4-3-2 貝類生物樣本採集之螃蟹籠具



圖 4-3-3 委請潛水員採集貝類生物之水下拍攝實拍照

表 4-3-1 臺灣東北區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量

採樣區域		臺灣東北區				
使用網具/ 漁法		拖網	拖網	拖網	一支釣	人工採集
生物類別		魚類 (單一物種)	魚類 (混獲)	蝦類	魚類 (單一物種)	貝類
採樣日期		107/05/17	107/05/17	107/05/17	107/05/26	107/09/20
採樣時間		05:30	05:30	05:30	06:00~16:00	15:00
採樣 地點	經度	121° 33-35'E	121° 33-35'E	121° 33-35'E	121° 42.9916'E	121° 55.7701'E~ 121° 55.6265'E
	緯度	25° 40-50'N	25° 0-50'N	25° 40-50'N	25° 13.2426'N	25° 2.9685'N~ 25° 3.1225'N
深度		60 (m)	60 (m)	60 (m)	20~100 (m)	0 (m)
漁獲總重		4.22 (kg)	2.74 (kg)	3 (kg)	3.4 (kg)	6 (kg)

表 4-3-2 臺灣東南區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量

採樣區域		臺灣東南區				
使用網具/ 漁法		櫻花蝦拖網	櫻花蝦拖網	櫻花蝦拖網	櫻花蝦拖網	潛水採集
生物類別		魚類 (單一物種)	蝦類	魚類 (單一物種)	蝦類	貝類
採樣日期		107/03/14	107/03/14	107/07/05	107/07/05	107/09/21
採樣時間		05:30	05:30	10:30	10:30	09:00~22:00
採樣 地點	經度	121° 57'E	121° 57'E	121° 56'E	121° 56'E	121° 23.6166'E~ 121° 24.0333'E
	緯度	24° 46'N	24° 46'N	24° 49'N	24° 49'N	23° 6.6166'N~ 23° 6.95'N
深度		180 (m)	180 (m)	120 (m)	120 (m)	1~8 (m)
漁獲總重		6.55 (kg)	1 (kg)	4.79 (kg)	3 (kg)	5.2 (kg)

表 4-3-3 臺灣西北區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量

採樣區域		臺灣西北區				
使用網具/漁法		流袋網	拖網	手耙具	延繩釣	延繩釣
生物類別		魚類 (單一物種)	蝦類	貝類	魚類 (單一物種)	魚 (混獲)
採樣日期		107/05/16	107/05/18	107/05/17	107/05/19	107/06/05
採樣時間		08:44	04:30	04:00~07:00	05:39	10:54
採樣地點	經度	121° 22.839'E	121° 11.500'E	121° 26.4137'E	121° 23.754'E	121° 29.762'E
	緯度	25° 12.997'N	25° 10.500'N	25° 9.9617'N	25° 14.183'N	25° 19.710'N
深度		40.3 (m)	80 (m)	4~7 (m)	45.1 (m)	20~100 (m)
漁獲總重		3.5 (kg)	4 (kg)	3 (kg)	3.42 (kg)	3.356 (kg)

表 4-3-4 臺灣西區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量

採樣區域		臺灣西區					
使用網具/漁法		拖網	拖網	拖網	鐵耙具	拖網	拖網
生物類別		魚類 (單一物種)	魚類 (混獲)	蝦類	貝類	魚類 (單一物種)	蝦類
採樣日期		107/03/18	107/05/15	107/03/18	107/07/06	107/07/30	107/09/23
採樣時間		22:46	18:49	22:46	05:00	20:00	00:45
採樣地點	經度	119° 37.26'E	119° 38.383'E	119° 37.26'E	120° 26.0687'E	119° 40.28'E	119° 37.400'E
	緯度	23° 21.454'N	23° 21.915'N	23° 21.454'N	24° 6.6996'N	23° 22.3'N	23° 22.087'N
深度		60~65 (m)	60~65 (m)	60~65 (m)	0 (m)	60~65 (m)	60~65 (m)
漁獲總重		3.1 (kg)	2.23 (kg)	2.9 (kg)	6 (kg)	3.7 (kg)	3.2 (kg)

表 4-3-5 臺灣西南區之各類生物採樣時間、地點、深度及漁獲重量

採樣區域		臺灣西南區						
使用網具/漁法	螃蟹籠具	延繩釣	櫻花蝦拖網	拖網	人工採集	拖網	刺網	
生物類別	貝類	魚類 (混獲)	蝦類	魚類 (單一物種)	貝類	頭足類	魚類 (單一物種)	
採樣日期	107/05/22	107/05/27	107/05/28	107/05/31	107/05/31	107/05/31	107/06/17	
採樣時間	05:00~翌日05:00	02:00~6:00	04:31~05:40	約 07:00	約 07:00	約 07:00	05:30	
採樣地點	經度	120° 12.8489'E ~ 120° 13.5279'E	122° 13'E	120° 33.69'E~ 120° 35.24'E	120° 3.032'E~ 120° 5.0544'E	120° 5.0544'E	120° 3.032'E~ 120° 5.0544'E	120° 09.241'E
	緯度	22° 45.9298'N ~ 22° 46.99331'N	22° 49'N~ 22° 50'N	22° 16.43'N~ 22° 13.67'N	23° 9.9501N~ 23° 15.7513'N	23° 23.201'N	23° 9.9501N~ 23° 15.7513'N	22° 46.409'N
深度	10~15 (m)	20 (m)	60~170 (m)	20~30 (m)	5.4 (m)	20~30 (m)	27(m)	
漁獲總重	5.1 (kg)	2.8 (kg)	4.5 (kg)	3 (kg)	5.4 (kg)	3 (kg)	5.2 (kg)	



圖 4-3-4 進行海生物物種鑑定及基本生物學量測作業之情形































	
鱷形叉尾鶴鱗 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	日本金梭魚 <i>Sphyraena japonica</i>
	
日本緋鯉 <i>Upeneus japonicus</i>	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>
	
日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>
	
紅鋤齒鯛 <i>Evynnis cardinalis</i>	高體若鯪 <i>Carangoides equula</i>
	
刺鯧 <i>Psenopsis anomala</i>	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>

圖 4-3-5 本研究海生物採樣之主要漁獲標本











	
<p>日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i></p>	<p>晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i></p>
	
<p>長角鬥士赤蝦 <i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i></p>	<p>彎角鷹爪蝦 <i>Trachysalambria curvirostris</i></p>
	
<p>哈氏仿對蝦 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i></p>	<p>文蛤 <i>Meretrix lusoria</i></p>
	
<p>臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i></p>	<p>巴布亞鱈 <i>Caranx papuensis</i></p>
	
<p>日本金線魚 <i>Nemipterus japonicus</i></p>	<p>裴氏金線魚 <i>Nemipterus peronii</i></p>

續圖 4-3-5 本研究海生物採樣之主要漁獲標本









	
平鯛 <i>Rhabdosargus sarba</i>	黃鰭棘鯛 <i>Acanthopagrus latus</i>
	
伏氏眶棘鱸 <i>Scolopsis vosmeri</i>	花身鰺 <i>Terapon jarbua</i>
	
準大頭狗母魚 <i>Trachinocephalus myops</i>	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>
	
長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>
	
葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvauceli</i>

續圖 4-3-5 本研究海生物採樣之主要漁獲標本

註：彎角鷹爪蝦未攝像，照片取自「台灣常見經濟性水產動植物圖鑑」

	
康氏馬加鱈 <i>Scomberomorus commerson</i>	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>
	
白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	紅帶海緋鯉 <i>Parupeneus chrysopleuron</i>
	
斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	橫紋九刺鮨 <i>Cephalopholis boenak</i>
	
臀斑髭鯛 <i>Hapalogenys analis</i>	藍豬齒魚 <i>Choerodon azurio</i>
	
花尾胡椒鯛 <i>Plectorhinchus cinctus</i>	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>

續圖 4-3-5 本研究海生物採樣之主要漁獲標本

	
<p>日本玻璃蝦 <i>Pasiphaea japonica</i></p>	<p>血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i></p>
	
<p>花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i></p>	<p>金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i></p>
	
<p>紫霞芋螺 <i>Conus flavidus</i></p>	<p>圓蝾螺 <i>Turbo setosus</i></p>
	
<p>銀口蝾螺 <i>Turbo argyrostomus</i></p>	<p>水字螺 <i>Lambis chiragra</i></p>

續圖 4-3-5 本研究海生物採樣之主要漁獲標本

各調查區之採樣結果顯示，107年5月17日於臺灣東北區海域以拖網採集魚類樣本，共捕獲5科5種計59尾，以日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*) 之豐度最高，為最優勢物種，佔此次生物採樣豐度的52.5%，其次依序為黑角魚 (*Chelidonichthys kumu*, 39.0%)、刺鯧 (*Psenopsis anomala*) 與日本金梭魚 (*Sphyraena japonica*) 皆佔3.4%，豐度最少(1.7%)的物種為日本緋鯉 (*Upeneus japonicas*) (如圖4-3-6)；若就重量而言，則以黑角魚 (*C. kumu*) 為最大重量，達4.2 (kg)，其體重介於135.24至253.78 (g)之間，平均體重183.68 (g)；體長(全長)範圍23~30 (cm)，平均體長為26.24 (cm)，其體長頻度分佈如圖4-3-7，而除黑角魚外的其它種類共計2.74 (kg)，本次樣本於鑑種及生物學分析後，全數黑角魚樣本均送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。同一次採樣亦採集到3 (kg)之長角鬥士赤蝦 (*Metapenaeopsis provocatoria longirostris*)。此外，臺灣東北海域為臺灣鯖鱈重要漁場，本計畫亦於5月26日野柳外海以一支釣進行採集，釣獲白腹鯖 (*Scomber japonicus*) 共14尾，其體重介於194.22至323.11 (g)之間，平均體重244.58 (g)；體長(尾叉長)介於23.1~28.8 (cm)，平均體長25.36 (cm)，其體長分佈如圖4-3-8。前述詳細之物種、物種體長及體重資料如表4-3-6~表4-3-8所示。而9月20日於貢寮區澳底潮間帶以人工採集貝類樣本，共採獲6(kg)之海瓜子簾蛤 (*Ruditapes variegatus*) 並隨機抽選10枚個體量測與紀錄，其平均體重為89.90(g)、平均殼幅61.71 (mm) 及平均殼長41.23 (mm) (如表4-3-9)。

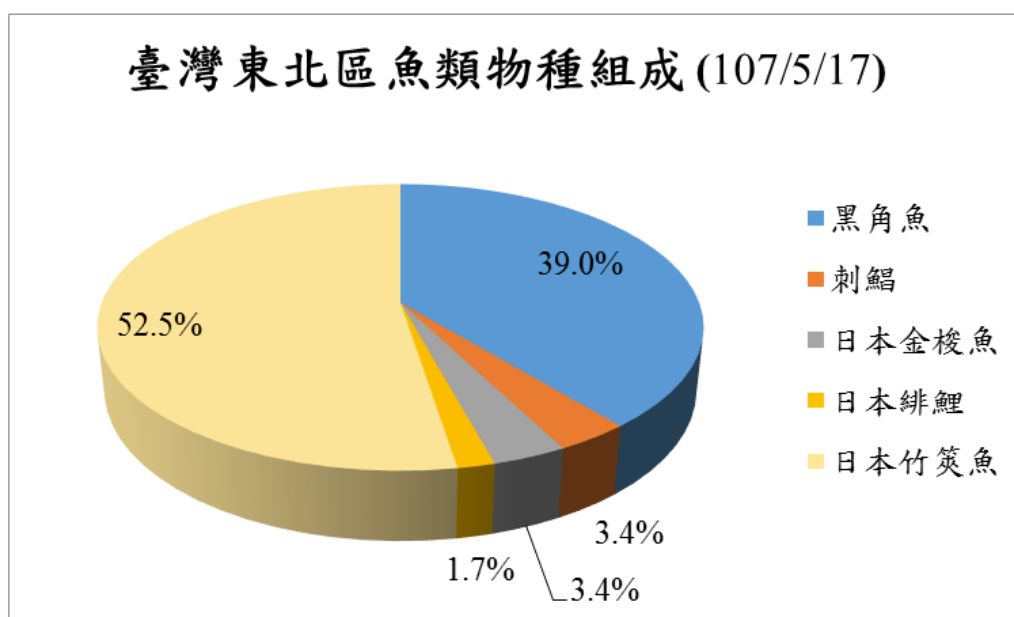


圖 4-3-6 107年5月17日臺灣東北區海域之混獲魚種組成分布圖

臺灣東北區 (107/5/17) 漁獲體長頻度分布圖

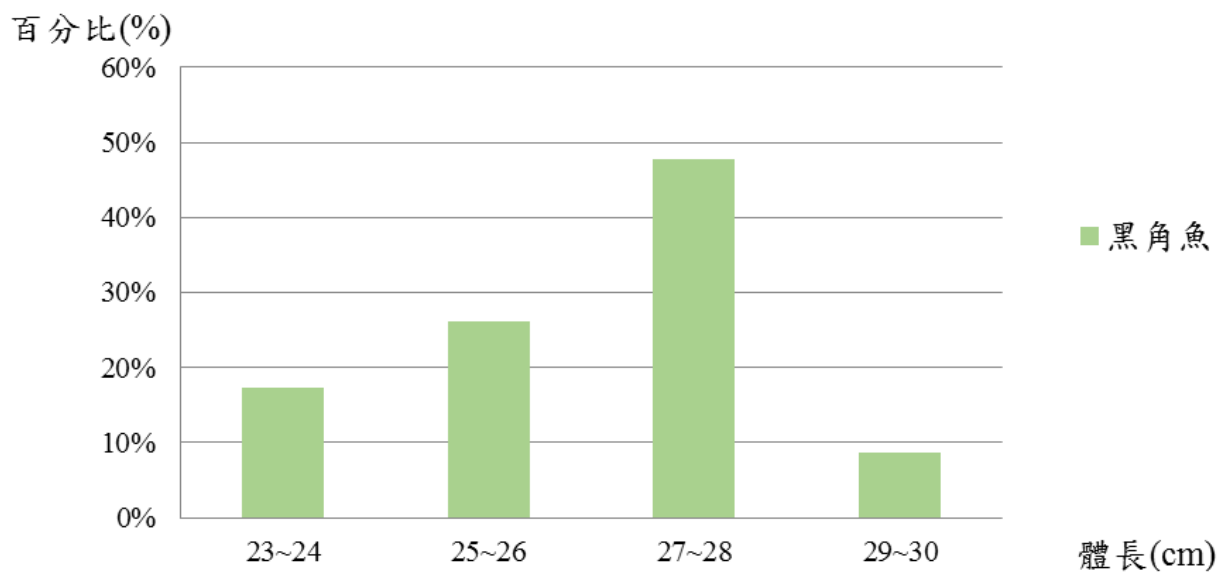


圖 4-3-7 107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域漁獲體長頻度分布圖

臺灣東北區 (107/5/26) 漁獲體長頻度分布圖

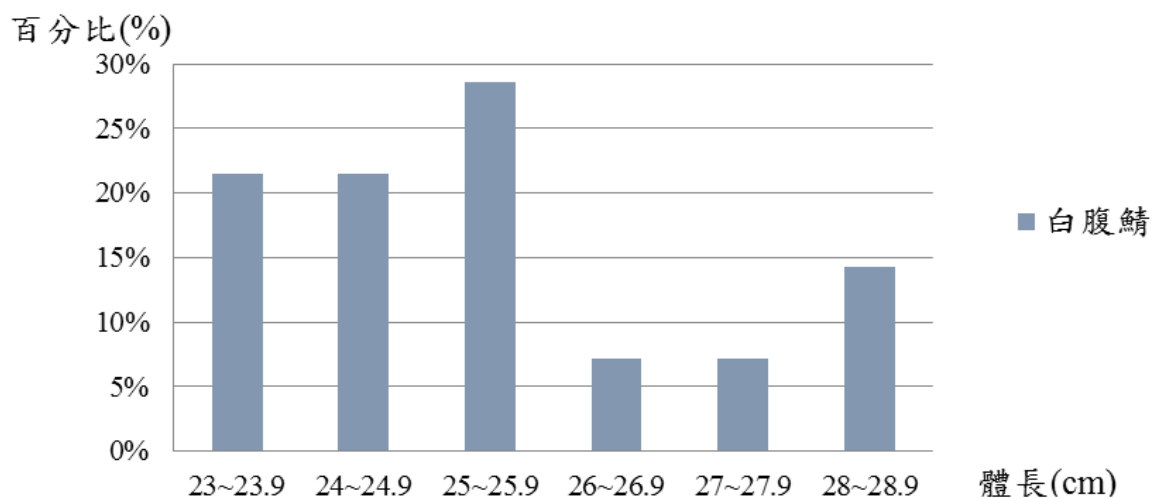


圖 4-3-8 107 年 5 月 26 日於臺灣東北區海域漁獲體長頻度分布圖

表 4-3-6 107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域採集魚類樣本之體重及體長
一覽表

科名	種 類	東北區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
角魚科 Triglidae	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	183.63	27
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	154.33	24.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	188.41	26.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	253.78	27
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	221.8	28
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	192.83	28
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	157.73	24
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	217.96	27.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	185.85	27.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	147.18	23
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	171.51	25
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	193.78	27
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	148.76	26
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	161.16	24.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	186.22	27
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	194.32	27.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	191.46	26.5
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	216.39	29
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	135.24	23
	黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	147.62	24
黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	236.48	30	
黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	136.05	25	
黑角魚 <i>Chelidonichthys kumu</i>	202.08	26	
長鰺科 Centrolphidae	刺鰺 <i>Psenopsis anomala</i>	147.25	21
	刺鰺 <i>Psenopsis anomala</i>	95.37	28
金梭魚科 Sphyraenidae	日本金梭魚 <i>Sphyraena japonica</i>	169.3	33
	日本金梭魚 <i>Sphyraena japonica</i>	175.52	32
鬚鯛科 Mullidae	日本緋鯉 <i>Upeneus japonicus</i>	62.34	7
鱈科 Carangidae	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	76.15	22
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	91.51	23
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	54.41	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	105.49	25
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	47.7	18
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	90.32	23
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	52.67	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	61.24	20
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	87.08	22
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	57.36	18
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	51.05	19
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	84.91	22
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	60.87	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	70.5	20
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	51.39	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	47.3	18
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	73.18	19.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	85.05	22
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	76.9	21
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	52.21	18
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	74.96	21
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	49.84	18
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	55.24	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	85.91	21
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	51.63	18.5
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	60.9	19
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	67.76	19
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	53.15	18.5
日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	38.36	27	
日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	89.89	18.5	
日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	83.61	22	
總數/平均	魚類5科5種59尾	118.02	22.88

表 4-3-7 107 年 5 月 17 日於臺灣東北區海域採集之蝦類種類與重量一覽表

科名	種 類	東北區	
		總重(g)	
對蝦科 Penaeoidea	長角鬥士赤蝦 <i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i>	3000	
總數	蝦類1科1種		

表 4-3-8 107 年 5 月 26 日於臺灣東北區海域採集之魚類種類與重量一覽表

科名	種 類	東北區	
		體重(g)	體長(尾叉長)(cm)
鱈科 Carangidae	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	323.11	28.8
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	307.83	27.6
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	258.63	28.2
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	194.22	23.7
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	274.9	25.8
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	214.14	23.1
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	197.16	23.3
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	214.5	24.1
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	258.67	26.2
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	240.66	25.5
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	221.92	24.5
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	221.98	24.1
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	250.38	25.1
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	246.02	25.1
總數/平均	魚類1科1種14尾	244.58	25.36

表 4-3-9 107 年 9 月 20 日於臺灣東北區海域採集貝類樣本捕獲物種、體重及殼長一覽表

科名	種 類	東北區		
		體重(g)	殼幅(mm)	殼長(mm)
簾蛤科 Veneridae	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	89	72.14	48.7
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	71	64.83	43.08
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	58	64.87	45.54
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	63	68.34	47.21
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	28	53.54	34.42
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	54	65.55	44.04
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	29	53.91	36.83
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	30	55.69	35.43
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	29	55.06	36.73
	海瓜子簾蛤 <i>Ruditapes variegatus</i>	448	63.12	40.28
	總數/平均	貝類1科1種,總重:6kg	89.90	61.71

臺灣東南區之單一物種魚類樣本採集於 107 年 3 月 14 日以拖網進行，共計採集到 60 尾日本帶魚 (*Trichiurus japonicas*)，其體重介於 79 至 153 (g) 之間，平均體重 107.44 (g)；體長 (全長) 介於 59~73.5 (cm)，平均體長 66.36 (cm)，其體長頻度分佈如圖 4-3-9。蝦類樣本方面，則委請宜蘭櫻花蝦拖網船進行試驗性採集 (107/03/14)，本次共計有 1 (kg) 之晶瑩櫻花蝦 (*Sergia lucens*)，即俗稱之櫻花蝦。7 月 5 日亦由櫻花蝦拖網船捕獲蝦類及魚類樣本，包括 3(kg)之日本玻璃蝦 (*Pasiphaea japonica*)及 30 尾之日本帶魚 (*Trichiurus japonicas*)，其魚類樣本之體重介於 76.13 至 195.10 (g)之間，平均體重 145.23 (g)；體長 (全長) 介於 36~80 (cm)，平均體長 69.17 (cm)，以體長 61~70 (cm)間佔 51.52%為最高 (如圖 4-3-10)。上述魚種之魚體體長及體重資料詳如表 4-3-10~表 4-3-13 所示。

至於貝類樣本，則委請潛水人員於 9 月 21 日在基翬漁港沿海進行水下採集，共採獲 4 科 7 種計 7.4 (kg)，包含血斑鐘螺 (*Trochus stellatus*)、花斑鐘螺 (*Trochus maculatus*)、銀口蝾螺 (*Turbo argyrostomus*)、金口蝾螺 (*Turbo chrysostomus*)、圓蝾螺 (*Turbo setosus*)、紫霞芋螺 (*Conus flavidus*) 及水字螺 (*Lambis chiragra*)，本次樣本於鑑種及生物學分析後，全數血斑鐘螺之貝類樣本 (5.2kg) 均送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析，其詳細體重、殼幅、殼長與口徑資料如表 4-3-14。

臺灣東南區(107/3/14)漁獲體長頻度分布圖

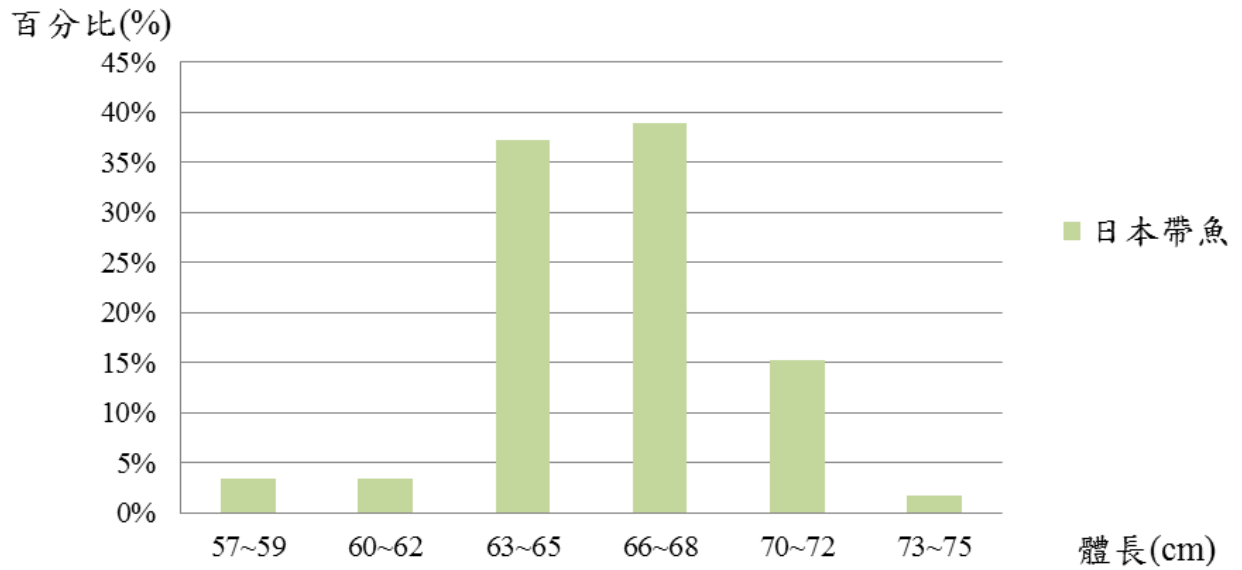


圖 4-3-9 107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域漁獲體長頻度分布圖

臺灣東南區(107/07/05)漁獲體長頻度分布圖

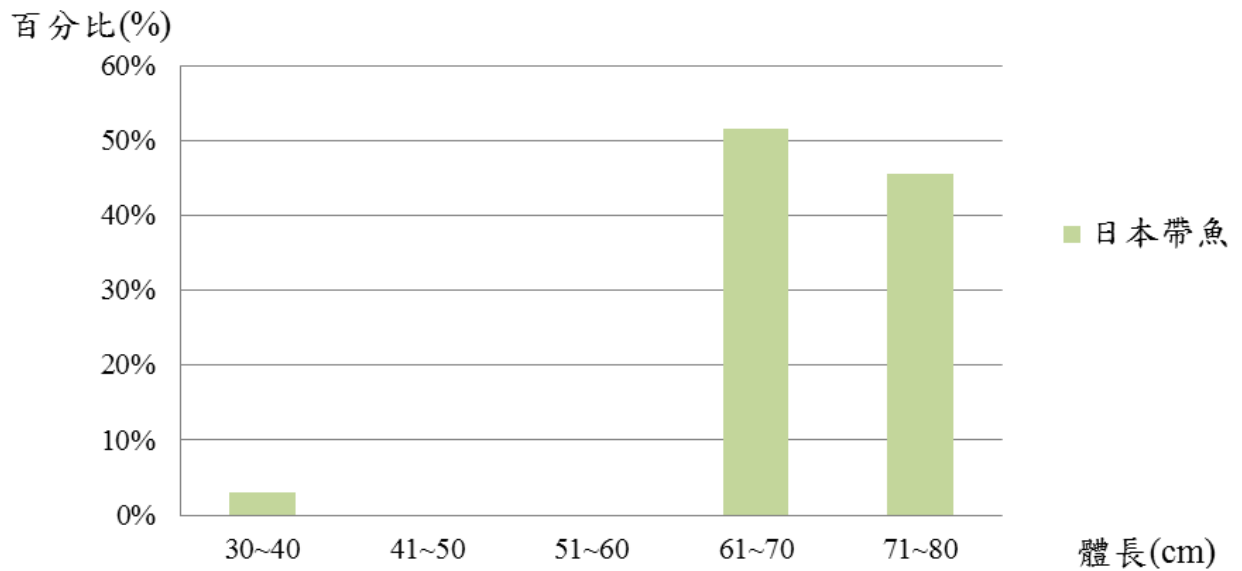


圖 4-3-10 107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域漁獲體長頻度分布圖

表 4-3-10 107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域採集魚類(單一物種)樣本之
體重及體長一覽表

科名	種 類	東南區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
帶魚科 Trichiuridae	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	86	60
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	109	64.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	127	67
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	99	66.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	95	67.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	109	65.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	90	64.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	153	72.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	95	64.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	103	64.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	105	67.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	79	64.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	135	70.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	105	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	110	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	104	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	82	64
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	100	65.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	120	68.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	95	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	134	68.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	91	63.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	84	59
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	113	68
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	123	69.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	122	69.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	86	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	105	63.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	101	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	144	70.1
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	94	67
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	124	69
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	123	70.9
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	108	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	97	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	111	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	106	66.9
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	127	66.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	93	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	111	67.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	103	67.1
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	93	64.7
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	100	67.2
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	98	65.2
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	115	62.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	101	67.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	125	65.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	99	66.9
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	109	64
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	98	68
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	102	65.3
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	143	71.2
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	100	64.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	118	73.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	90	59.2
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	124	64.2
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	122	71
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	95	65.4
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	123	70.8
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	106	72.1
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	92	63.3
總數/平均	魚類1科1種61尾	107.44	66.36

表 4-3-11 107 年 3 月 14 日於臺灣東南區海域採集之蝦類種類與重量一覽表

科名	種 類	東南區	
		總重(g)	
櫻蝦類總科 Sergestoidea	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	1000	
總數	蝦類1科1種		

表 4-3-12 107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域採集之蝦類種類與重量一覽表

科名	種 類	東南區	
		總重(g)	
玻璃蝦科 Pasiphaeidae	日本玻璃蝦 <i>Pasiphaea japonica</i>	3000	
總數	蝦類1科1種		

表 4-3-13 107 年 7 月 5 日於臺灣東南區海域採集魚類(單一物種)樣本之
體重及體長一覽表

科名	種 類	東南區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
帶魚科 Trichiuridae	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	156.37	74
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	109.05	63.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	133.36	73
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	119.77	63.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	175.50	77
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	195.10	80
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	158.14	75
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	160.17	74
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	131.48	68.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	135.48	36
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	153.05	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	164.45	76
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	162.81	72.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	180.54	70.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	124.88	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	130.13	66.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	139.82	69.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	127.47	65
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	126.27	68.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	168.31	73.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	146.56	69
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	76.13	62
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	148.13	73
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	183.07	77
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	127.02	66
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	148.83	69
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	190.76	79
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	124.81	67
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	96.99	62
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	129.98	67.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	173.35	74
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	142.95	68.5
	日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i>	151.96	71
總數/平均	魚類1科1種33尾	145.23	69.17

表 4-3-14 107 年 9 月 21 日於臺灣東南區海域採集貝類樣本捕獲物種、
體重及殼長一覽表

科名	種類	西南區			
		體重(g)	殼幅(mm)	殼長(mm)	口徑(mm)
鐘螺科 Trochidae	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	18	34.06	29.62	16.49
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	22	33.95	29.79	19.21
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	23	34.23	32.11	15.84
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	22	34.81	31.56	16.74
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	23	34.75	33.87	21.95
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	18	31.98	31.53	16.96
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	26	36.45	29.64	20.98
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	17	30.5	29.67	17.46
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	19	33.95	30.71	17.31
	血斑鐘螺 <i>Trochus stellatus</i>	17	30.75	23.9	19.1
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	84	48.64	65.62	34.41
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	52	47.68	52.12	25.66
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	63	48.03	45.87	28.69
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	48	43.81	48.28	29.09
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	42	4.35	43.09	30.11
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	42	45.94	39.89	31.44
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	78	55.4	59.69	37.82
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	56	48.91	52.35	30.38
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	42	44.97	49.55	30.67
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	42	43.31	41.62	30.13
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	50	48.49	51.35	32.7
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	47	46.75	41.49	36.5
	花斑鐘螺 <i>Trochus maculatus</i>	34	45.2	44.08	28.81
	蝾螺科 Turbinidae	銀口蝾螺 <i>Turbo argyrostomus</i>	179	59.94	84.41
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		83	51.25	62.31	37.83
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		100	47.09	65.86	36.32
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		60	44.79	59.72	34.8
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		107	54.33	69.97	39.05
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		103	50.73	63.56	38.95
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		84	43.37	64.64	36.18
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		99	50.81	68.81	36.72
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		54	46.09	56.1	35.52
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		61	41.17	54.71	29.67
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		91	49.07	63.79	37.34
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		109	50.43	69	40.25
金口蝾螺 <i>Turbo chrysostomus</i>		21	33.44	38.22	24.11
圓蝾螺 <i>Turbo setosus</i>		84	47.99	65.63	39.36
芋螺科 Conidae		紫霞芋螺 <i>Conus flavidus</i>	102	42.68	82.62
鳳凰螺科 Strombidae	水字螺 <i>Lambis chiragra</i>	209	107.29	158.98	10.63
總數/平均	貝類4科7種,總重:7.4kg	62.33	44.29	52.97	29.28

而臺灣西北區之海生物組成採集到魚類 (含單一物種及混獲物種)、蝦類與貝類等共五批樣本，其中魚類樣本 (單一物種) 以流袋網進行採集 (107/05/16)，採集到鱷形叉尾鶴鱺 (*Tylosurus crocodilus crocodilus*) 共 11 尾，其體重介於 200 至 400 (g) 之間，平均體重 322.73 (g)；體長 (全長) 介於 50~70 (cm) (圖 4-3-11)，平均體長 64.2 (cm)，前述魚體體長與體重組成資料詳見表 4-3-15。此外，亦於 5 月 19 日以延繩釣於淡水海域進行採集，釣獲俗稱白口之白姑魚 (*Pennahia argentata*) 共 25 尾，其體重介於 60.05 至 185.83 (g) 之間，平均體重 119.81 (g)；體長 (尾叉長) 介於 17.5~25 (cm)，平均體長 21.66 (cm) (如表 4-3-16)，其體長頻度分佈如圖 4-3-12。貝類樣本方面，委請淡水漁民以手耙網具至淡水沿岸採集，共採集 5 (kg) 之文蛤 (*Meretrix lusoria*)，並隨機抽選 10 枚個體量測 (如表 4-3-17)，平均體重 26.25 (g)、平均體長 44.03 (cm)。蝦類樣本，於 5 月 18 日由拖網船捕獲哈氏仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 共 4 (kg) (如表 4-3-18)。另 6 月 5 日由延繩釣船釣獲魚類樣本共 5 科 6 種 14 尾，以斑帶石斑魚 (*Epinephelus fasciatus*) 為豐度最高之優勢物種，佔此次生物採集豐度的 64.3%，其餘物種皆佔 7.1%，包括橫紋九刺鮨 (*Cephalopholis boenak*)、藍豬齒魚 (*Choerodon azurio*)、臀斑髭鯛 (*Haplogenyx analis*)、拉氏擬鮡 (*Scorpaenopsis ramaraoi*) 及紅帶海緋鯉 (*Parupeneus chrysopleuron*) (如圖 4-3-13)，其詳細之物種、體長及體重資料如表 4-3-19。

臺灣西北區(107/5/16)漁獲體長頻度分布圖

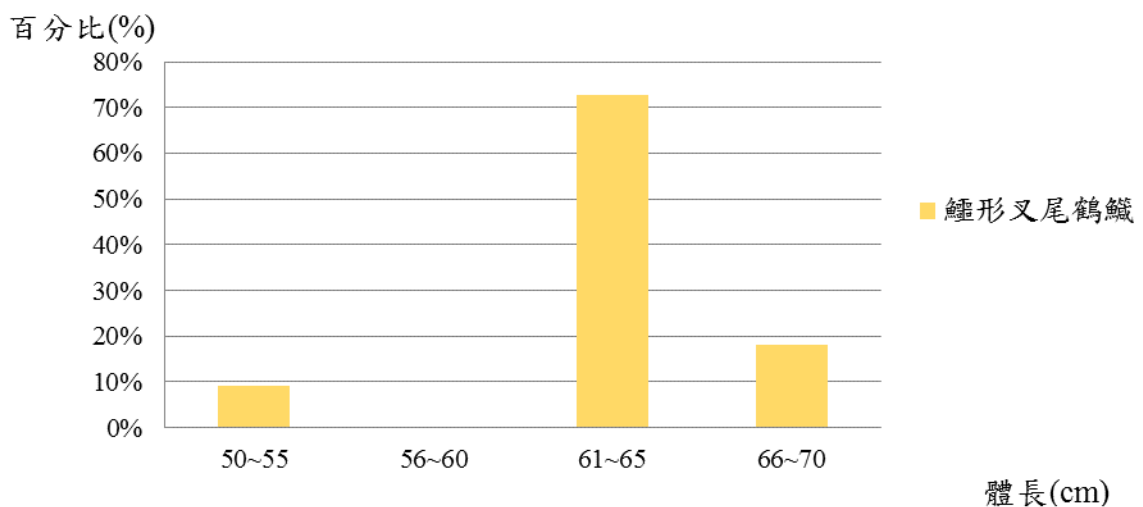


圖 4-3-11 107 年 5 月 16 日於臺灣西北區海域漁獲體長頻度分布圖

表 4-3-15 107 年 5 月 16 日於臺灣西北區海域採集魚類(單一物種)樣本之
體重及體長一覽表

科名	種 類	西側區		
		體重(g)	體長(全長)(cm)	
鶴鱚科 Belonidae	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	350	63	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	300	61	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	400	65	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	350	64	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	350	70	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	200	50(吻斷)	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	250	62	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	250	62.5	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	350	65	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	400	66	
	鱧形叉尾鶴鱚 <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	350	63.5	
	總數/平均	魚類1科1種11尾	322.73	64.20

表 4-3-16 107 年 5 月 19 日於臺灣西北區海域採集魚類(單一物種)樣本
體重及體長一覽表

科名	種 類	西北區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
石首魚科 Sciaenidae	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	147.94	23
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	171.21	24.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	122.02	23
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	108.81	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	87.64	19
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	91.94	19.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	159.24	23.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	99.4	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	106.9	21.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	99.3	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	94.05	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	140.44	22.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	95.72	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	100.08	21.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	141.45	23.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	158.23	23.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	185.83	25
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	110.08	21
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	110.73	21.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	88.44	19
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	78.12	19
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	60.05	17.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	132.04	22.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	142.24	22.5
	白姑魚 <i>Pennahia argentata</i>	163.47	23.5
總數/平均	魚類1科1種25尾	119.81	21.66

臺灣西北區(107/5/19)漁獲體長頻度分布圖

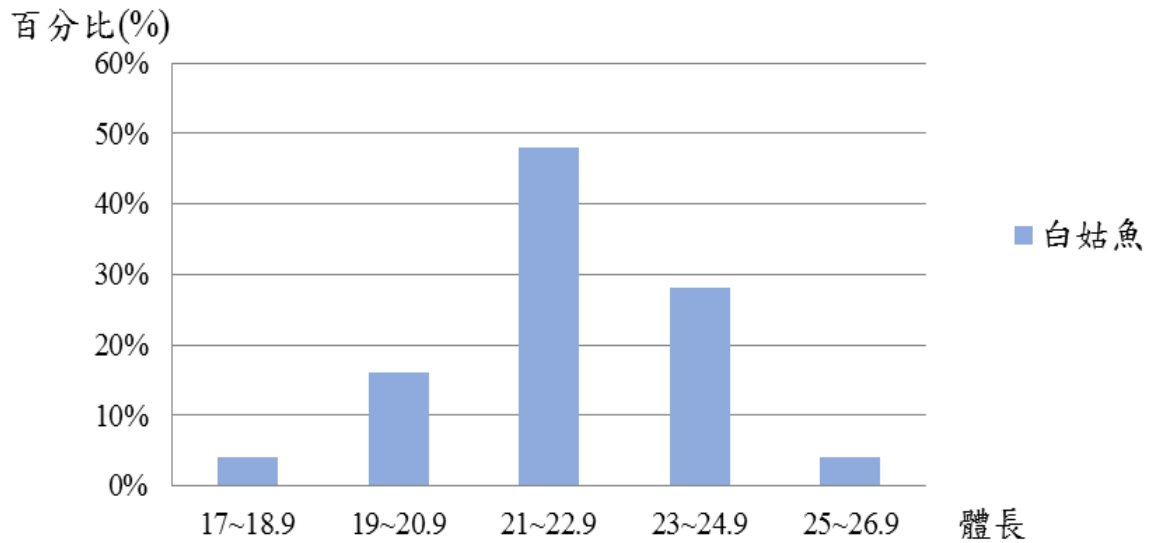


圖 4-3-12 107 年 5 月 19 日於臺灣西北區海域漁獲體長頻度分布圖

表 4-3-17 107 年 5 月 17 日於臺灣西北區海域採集之貝類樣本之體重及體長一覽表

科名	種 類	西北區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
簾蛤科 Veneridae	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	41.86	54.17
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	39.29	50.32
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	28.45	49.94
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	29.7	46.25
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	12.81	37.17
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	14.63	35.14
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	28.25	45.51
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	13.77	36.16
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	38.21	51.47
	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	15.51	34.16
總數/平均	貝類1科1種, 總重: 5kg	26.25	44.03

表 4-3-18 107 年 5 月 18 日於臺灣西北區海域之蝦類樣本之物種與體重一覽表

科名	種 類	西北區
		總重(g)
對蝦科 Penaeidae	哈氏仿對蝦 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	4000
總數	蝦類1科1種	

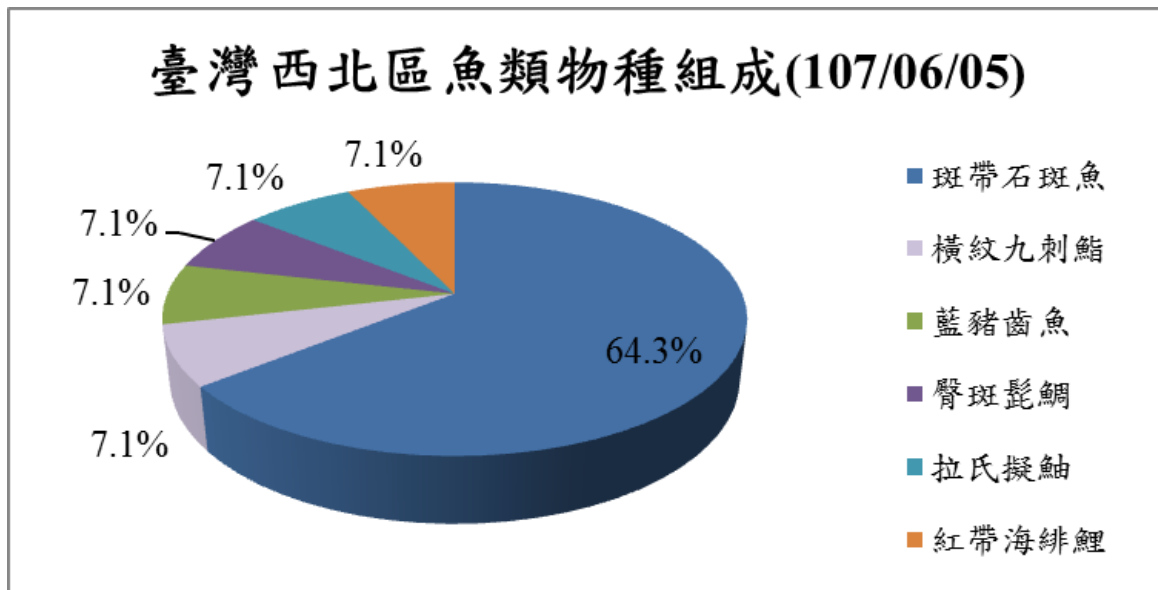


圖 4-3-13 107 年 6 月 5 日臺灣西北區海域採集之混獲魚種組成分布圖

表 4-3-19 107 年 6 月 5 日於臺灣西北區海域採集魚類樣本之體重及體長一覽表

科名	種 類	西北區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
鮨科 Serranidae	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	354.94	28.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	210.24	24
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	327.27	28.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	257.28	25.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	370.89	27.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	276.78	26
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	99.65	19.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	101.95	18.5
	斑帶石斑魚 <i>Epinephelus fasciatus</i>	166.85	22
		橫紋九刺鮨 <i>Cephalopholis boenak</i>	55.54
隆頭魚科 Labridae	藍豬齒魚 <i>Choerodon azurio</i>	508.69	28.5
石鱸科 Haemulidae	臀斑髭鯛 <i>Haplogenyris analis</i>	163.29	18.5
鮚科 Scorpaenidae	拉氏擬鮚 <i>Scorpaenopsis ramara</i>	107.73	17
鬚鯛科 Mullidae	紅帶海緋鯉 <i>Parupeneus chrysopleuron</i>	355.08	27
總數/平均	魚類5科6種14尾		

而臺灣西區海域採集到三批魚類 (含單一物種及混獲物種)、兩批蝦類樣本及一批貝類樣本。第一批魚類樣本 (單一物種) 於 107 年 3 月 18 日以拖網進行採集，捕獲紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) 共計 47 尾，其體重介於 51 至 91 (g) 之間，平均體重 65.72 (g)；體長 (尾叉長) 介於 12.6~15.2 (cm)，平均體長 13.80 (cm)，其體長頻度分佈如圖 4-3-14。第二批魚類樣本 (單一物種) 於 7 月 30 日亦以拖網進行採集，捕獲單尾之康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*) 計 3.7(kg)、體長 (全長) 達 88 (cm)，其體長頻度分佈如圖 4-3-15。此外亦於 5 月 15 日採樣到 5 科 5 種計 31 尾之混獲魚類樣本，其中以高體若鰺 (*Carangoides equula*) 為最優勢物種 (佔 32.3%)，接著依序為三線磯鱈 (*Parapristipoma trilineatum*) 佔 25.8%、紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) 佔 19.4%、白腹鯖 (*Scomber japonicus*) 佔 12.9% 及日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*) 為 9.7% (如圖 4-3-16)。詳細之魚種、魚種體長及體重資料如表 4-3-15~4-3-17 所列。蝦類樣本，第一批由澎湖之拖網船於 3 月 18 日進行採集，共計捕獲彎角鷹爪蝦 (*Trachysalambria curvirostris*) 2.9 (kg) (如表 4-3-20)；第二批於 9 月 23 日進行採集，共計捕獲 3.2 (kg) 俗稱火燒蝦之鬚赤蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) (如表 4-3-24)。而貝類樣本則在 7 月 6 日於鹿港鎮崙尾港潮間帶進行人工採集，採獲俗稱赤嘴之環文蛤 (*Cyclina sinensis*) 共計 6 (kg)，並隨機抽選 10 枚個體量測與紀錄，其平均體重 20.73(g)、平均殼長 39.05 (mm)、平均殼幅 37.85 (mm) (如表 4-3-25)。

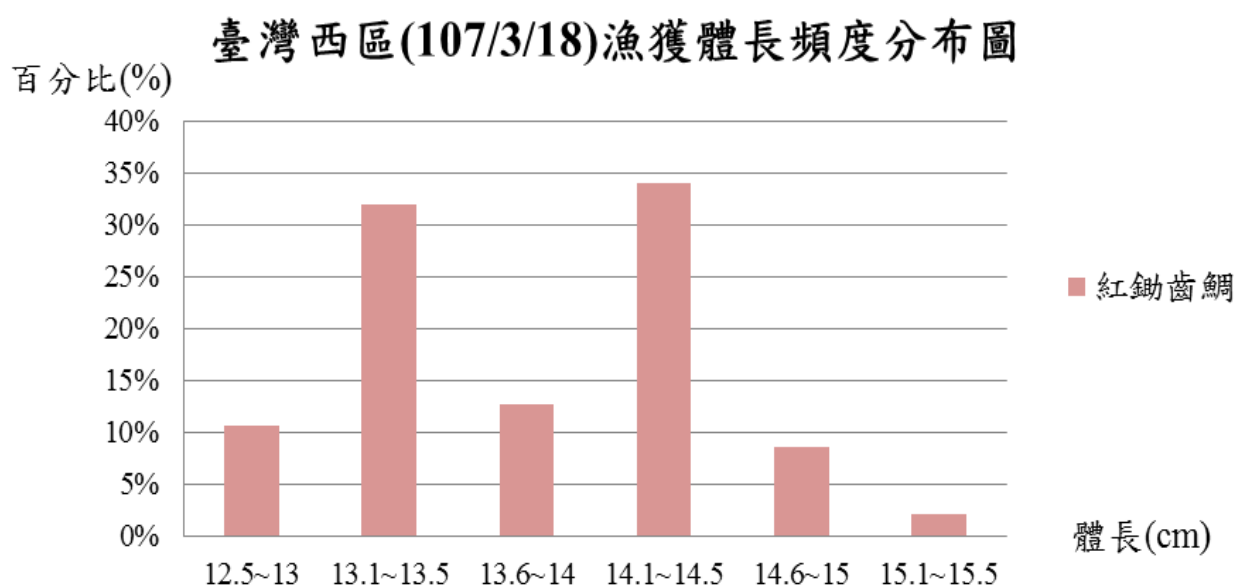


圖 4-3-14 107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域漁獲體長頻度分布圖

臺灣西區(107/07/30)漁獲體長頻度分布圖

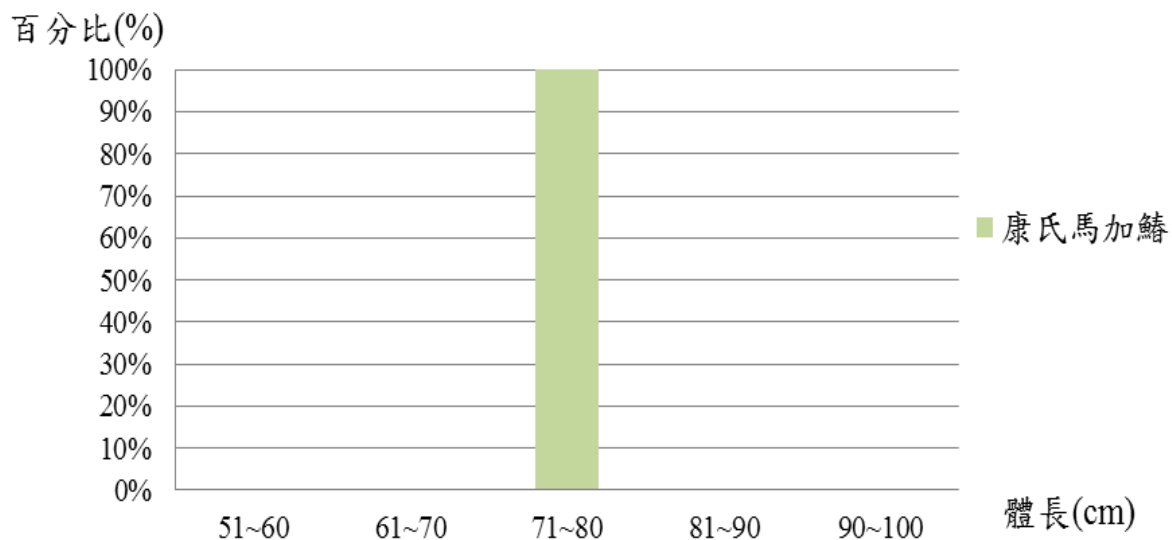


圖 4-3-15 107 年 7 月 30 日於臺灣西區海域漁獲體長頻度分布圖

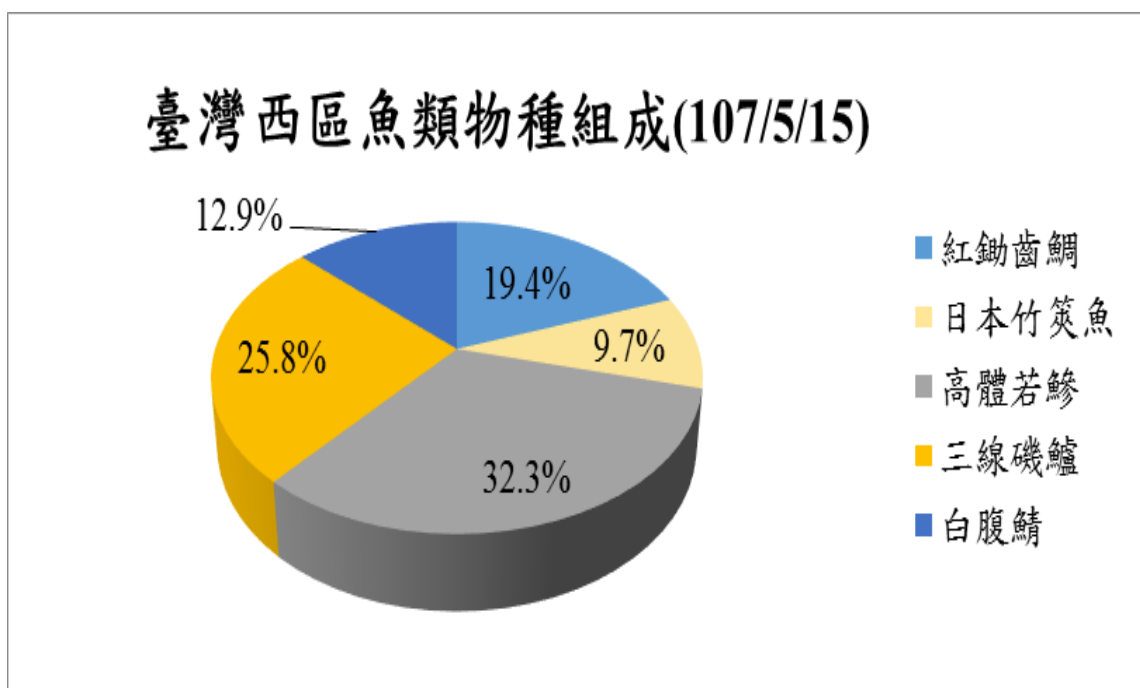


圖 4-3-16 107 年 5 月 15 日臺灣西區海域拖網之漁獲魚種組成分布圖

表 4-3-20 107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域採集魚類 (單一物種) 樣本之
體重及體長一覽表

科名	種 類	西側區	
		體重(g)	體長(尾叉長)(cm)
鯛科 Sparidae	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	67	13.7
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	67	14.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	71	14.6
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	13.4
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	53	12.7
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	13.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	67	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	76	14.6
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	74	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	81	14.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	51	12.6
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	57	13.1
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	55	13.4
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	53	13
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	70	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	60	13.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	62	13.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	53	12.8
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	55	13
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	13.7
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	55	13.8
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	57	13.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	79	15
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	83	14.7
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	59	13.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	79	14.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	60	13.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	53	13.1
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	71	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	58	13.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	76	14.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	64	13.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	65	13.8
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	58	13.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	13.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	67	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	71	14.1
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	70	14.3
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	71	14.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	72	13.7
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	77	14.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	71	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	63	13.6
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	56	13.4
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	70	14.2
	紅鋤齒鯛 <i>Evyannis cardinalis</i>	97	15.2
總數/平均	魚類 1 科 1 種 47 尾	65.72	13.80

表 4-3-21 107 年 7 月 30 日於臺灣西區海域採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
鯖科 Scombridae	康氏馬加鱈 <i>Scomberomorus commerson</i>	3700	88
總數/平均	魚類1科1種1尾	3700	88

表 4-3-22 107 年 5 月 18 日於臺灣西區海域採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西側區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
鯛科 Sparidae	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	99.45	17.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	77.03	16
	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	97.11	16.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	94.15	16.5
	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	108.04	17
	紅鋤齒鯛 <i>Evygnis cardinalis</i>	96.41	17
石鱸科 Haemulidae	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	90.73	19
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	57.83	17
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	65.38	18.5
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	46.91	16
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	68.48	17.5
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	69.34	18
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	79.08	18
	三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i>	65.56	18
鱸科 Carangidae	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	232.6	30
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	170.6	26
	日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i>	89.58	22
鯖科 Scombridae	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	79.28	21
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	45.09	28.5
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	50.58	18
	白腹鯖 <i>Scomber japonicus</i>	52.52	19
鱸科 Carangidae	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	39.38	13.5
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	44.41	14
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	30.12	12
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	36.52	13
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	42.55	14
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	49.83	15
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	34.02	12.5
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	42.05	14
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	31.41	12
	高體若鱈 <i>Carangoides equula</i>	37.34	13.5
總數/平均	魚類5科5種31尾	71.72	17.44

表 4-3-23 107 年 3 月 18 日於臺灣西區海域採集之蝦類樣本之體重及體長一覽表

科名	種 類	西側區	
		總重(g)	
對蝦科 Penaeoidea	彎角鷹爪蝦 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	2900	
總數	蝦類1科1種		

表 4-3-24 107 年 9 月 23 日於臺灣西區海域採集之蝦類樣本之體重及體長一覽表

科名	種 類	西區	
		體重(g)	體長(cm)
對蝦科 Penaeidae	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	6.20	95.33
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.15	92.33
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	9.96	112.16
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	7.64	104.20
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.54	93.09
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.15	92.72
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.75	92.69
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	4.75	86.42
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.24	90.90
	鬚赤蝦 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.01	89.00
總數	蝦類1科1種, 總重: 共3.2kg	6.04	94.88

表 4-3-25 107 年 5 月 17 日於臺灣西區海域採集之貝類樣本之體重及體長一覽表

科名	種 類	西區		
		體重(g)	殼長(mm)	殼幅(mm)
簾蛤科 Veneridae	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	24.2	41.63	38.47
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	11.9	33.92	34.2
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	21.9	40.07	39.48
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	16.3	36.04	34.91
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	25.5	42.77	40.5
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	37.7	46.49	46.61
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	18.2	38.81	36.86
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	13.3	34.15	31.08
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	20.7	39.89	39.39
	環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	17.7	36.73	37.01
總數/平均	貝類1科1種, 總重: 6kg	20.73	39.05	37.85

至於臺灣西南區共採集魚類兩批、蝦類樣本一批、貝類樣本兩批及軟體動物(頭足類)一批，另有魚類樣本(混獲物種)一批。魚類樣本(單一物種)第一批於5月31日以拖網進行採集，共捕獲7尾之長頷寶刀魚(*Chirocentrus nudus*)，為該漁場之常見經濟物種，其體重介於253.89至749.14(g)之間，平均體重506.04(g)；體長(尾叉長)介於42.5~61.3(cm)，平均體長53.29(cm)(如表4-3-26)，其體長頻度分佈如圖4-3-17。魚類樣本(單一物種)第二批於6月17日以刺網進行採集，捕獲2尾俗稱加志之花尾胡椒鯛(*Plectorhinchus cinctus*)共計5.2(kg)(如表4-3-27)，其體重分別為2500及2700(g)、體長(全長)為54.5及56(cm)，其體長頻度分佈如圖4-3-18。另亦於5月27日以延繩釣採集，共釣獲到5科8種計18尾魚類，其中以花身鰱(*Terapon jarbua*)為最優勢物種(佔38.89%)，接著依序為準大頭狗母魚(*Trachinocephalus myops*)佔16.67%、黃鰭棘鯛(*Acanthopagrus latus*)及裴氏金線魚(*Nemipterus peronei*)各佔11.11%，而巴布亞鰱(*Caranx papuensis*)、平鯛(*Rhabdosargus sarba*)、日本金線魚(*Nemipterus japonicas*)及伏氏眶棘鱸(*Scolopsis vosmeri*)皆佔5.56%(如圖4-3-19)。上述詳細之魚種、魚種體長及體重資料如表4-3-26~表4-3-28所列。每年11月至隔年5月為屏東東港櫻花蝦作業漁期，本計畫委請東港之櫻花蝦拖網船進行採集(107/05/28)，本次共計捕獲4.5(kg)之晶瑩櫻蝦(*Sergia lucens*)(如表4-3-29)。貝類樣本採集，則分別在5月22日於彌陀漁港北堤距岸約1000公尺處，委請漁民投放螃蟹籠具，採獲臺灣鳳螺(*Babylonia formosae*)共5.1(kg)以及在5月31日於東石潮間帶養殖場以人工採集方式採獲葡萄牙牡蠣(*Crassostrea angulate*)共5.4(kg)，兩批貝類樣本皆隨機抽選10枚個體量測與紀錄(如表4-3-30及表4-3-31)。此外，於將軍漁港三海湊外以拖網進行採集(107/05/31)，捕獲杜氏槍魷(*Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii*)共3(kg)，為大眾耳熟能詳的鎖管物種之一，樣本隨機抽選10隻個體量測之體重與體長(背體長)如表4-3-32。

臺灣西南區(107/5/31)漁獲體長頻度分布圖

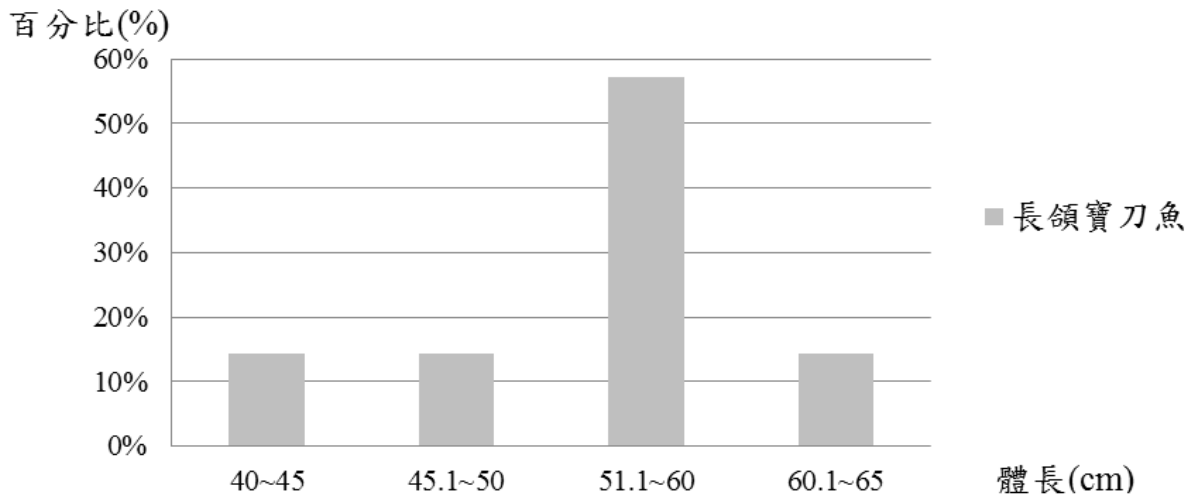


圖 4-3-17 107 年 5 月 31 日於臺灣西南區海域漁獲體長頻度分布圖

臺灣西南區(107/06/17)漁獲體長頻度分布圖

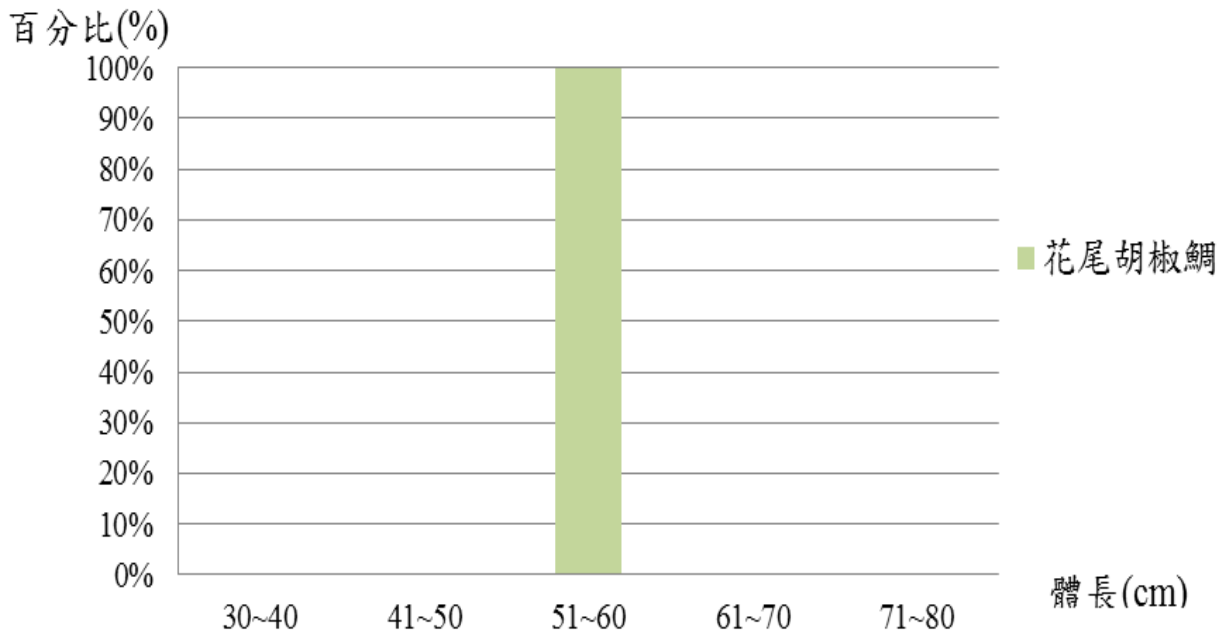


圖 4-3-18 107 年 6 月 17 日於臺灣西區海域漁獲體長頻度分布圖

臺灣西南區魚類物種組成(107/5/27)

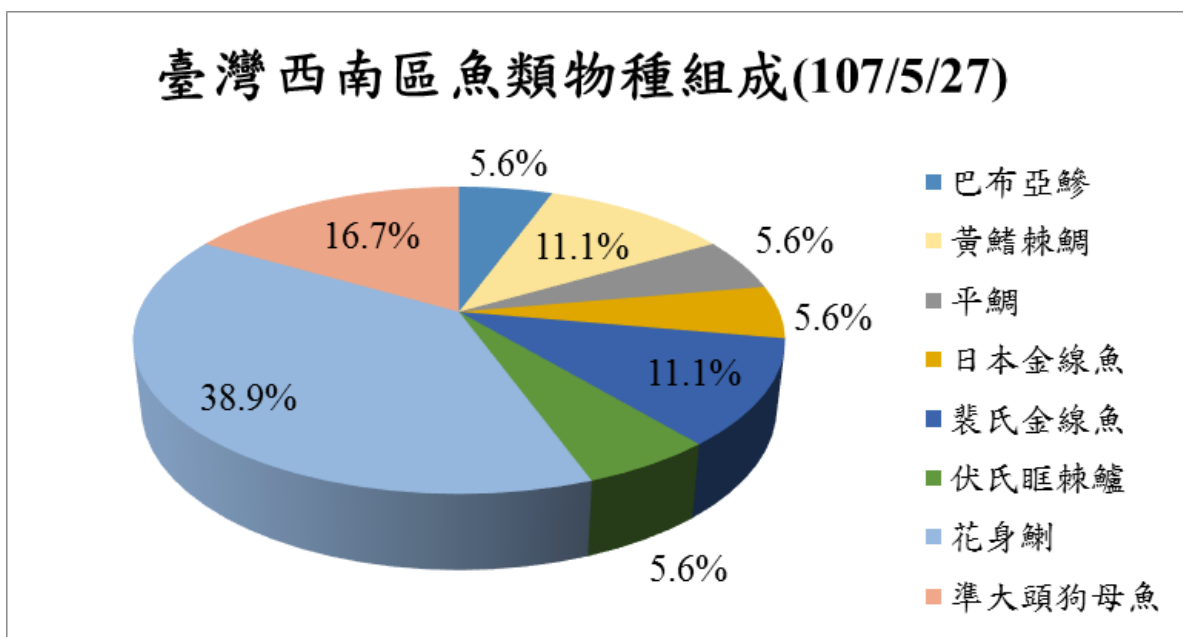


圖 4-3-19 臺灣西南區海域之混獲魚種組成分布圖 (107/5/27)

表 4-3-26 107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集魚類 (單一物種) 樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表

科名	種類	西南區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
寶刀魚科 Chirocentridae	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	253.89	42.5
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	511.72	51.5
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	749.14	61.3
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	622.72	59.2
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	429.57	51.4
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	318.3	48.8
	長領寶刀魚 <i>Chirocentrus nudus</i>	656.93	58.3
總數/平均	魚類1科1種7尾	506.04	53.29

表 4-3-27 107 年 6 月 17 日於臺灣西南區採集魚類 (單一物種) 樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表

科名	種類	西南區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
石鱸科 Haemulidae	花尾胡椒鯛 <i>Plectorhinchus cinctus</i>	2700	56
	花尾胡椒鯛 <i>Plectorhinchus cinctus</i>	2500	54.5
總數/平均	魚類1科1種2尾	2600	55.25

表 4-3-28 107 年 5 月 27 日於臺灣西南區採集魚類樣本捕獲魚種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西南區	
		體重(g)	體長(全長)(cm)
鱚科 Carangidae	巴布亞鱚 <i>Caranx papuensis</i>	990	42
鯛科 Sparidae	黃鰭棘鯛 <i>Acanthopagrus latus</i>	270.82	24.5
	黃鰭棘鯛 <i>Acanthopagrus latus</i>	231.69	24
	平鯛 <i>Rhabdosargus sarba</i>	355.62	26.5
金線魚科 Nemipteridae	日本金線魚 <i>Nemipterus japonicus</i>	106.61	19.5
	裴氏金線魚 <i>Nemipterus peronii</i>	54.71	16.5
	裴氏金線魚 <i>Nemipterus peronii</i>	75.16	18.5
	伏氏眶棘鱸 <i>Scolopsis vosmeri</i>	95.87	16.5
鱯科 Terapontidae	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	74.05	17.5
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	61.46	17
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	78.77	17
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	75.6	18
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	75.25	16.5
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	73.8	16.5
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	74.57	17
	花身鱯 <i>Terapon jarbua</i>	74.57	17
合齒魚科 Synodontidae	準大頭狗母魚 <i>Trachinocephalus myops</i>	37.58	16
	準大頭狗母魚 <i>Trachinocephalus myops</i>	30.58	15
	準大頭狗母魚 <i>Trachinocephalus myops</i>	36.02	15
總數/平均	魚類5科8種18尾	155.45	19.64

表 4-3-29 107 年 5 月 28 日於臺灣西南區採集蝦類樣本捕獲物種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西南區	
		體重(g)	體長(cm)
櫻蝦類總科 Sergestoidea	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.43	49.04
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.32	44.58
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.35	43.01
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.24	40.67
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.31	39.45
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.25	34.73
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.3	36.1
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.2	37.17
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.4	50.39
	晶瑩櫻蝦 <i>Sergia lucens</i>	0.14	33.26
	總數	蝦類1科1種,總重:共4.5kg	0.294

表 4-3-30 107 年 5 月 22 日於臺灣西南區採集貝類樣本捕獲物種、體重及殼長一覽表

科名	種 類	西南區			
		體重(g)	殼長(mm)	殼幅(mm)	口徑(mm)
峨螺科 Buccinidae	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	16.4	44.49	26.69	13.33
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	14.7	41.62	26.89	15.02
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	10.7	37.67	23.22	13.34
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	9.08	37.66	21.94	12.78
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	10.75	36.73	22.68	12.97
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	8.57	33.51	19.11	12.83
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	7.65	32.41	19.73	12.24
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	9.56	36.17	19.53	14.66
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	9.6	37.15	21.27	22.01
	臺灣鳳螺 <i>Babylonia formosae</i>	8.18	33.93	20.74	21.04
總數/平均	貝類1科1種,總重:5.1kg	10.52	37.13	22.18	15.02

表 4-3-31 107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集貝類樣本捕獲物種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西南區			
		體重(g)	殼長(mm)	殼幅(mm)	殼高(mm)
牡蠣科 Ostreidae	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	82.86	98.98	62.16	31.95
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	39.42	86.63	49.56	26.97
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	50.42	71.93	49.53	23.29
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	62.75	90.17	56.07	27.19
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	69.28	81.18	52.94	29.02
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	73.42	85.94	60.52	28.68
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	41.32	94.99	47.84	24.6
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	41.57	75.93	40.49	31.3
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	68.94	92.75	52.28	28.3
	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	45.75	91.21	46.07	21.41
	總數/平均	貝類1科1種,總重:5.4kg	57.57	86.97	51.75

表 4-3-32 107 年 5 月 31 日於臺灣西南區採集軟體動物(頭足類)樣本捕獲物種、體重及體長一覽表

科名	種 類	西南區	
		體重(g)	體長(背體長)(cm)
鎖管科 Loliginidae	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	16.43	70.1
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	14.51	66.88
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	20.28	79.22
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	11.6	61.29
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	15.88	70.85
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	22.3	83.13
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	14.85	67.83
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	9.67	55.7
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	14.34	63.6
	杜氏槍魷 <i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i>	14.19	65.54
	總數/平均	頭足類1科1種,總重:3kg	15.41

綜觀臺灣五個調查區之採樣結果，且符合原子能委員會輻射偵測中心要求之海生物樣本，均達標或高於原訂定之目標，東北區完成兩批魚類樣本、一批蝦類樣本及一批貝類樣本採集(4/4)；東南區採集魚類樣本兩批、蝦類及貝類樣本各一批(4/4)；西北區採集魚類樣本兩批、蝦類樣本及貝類樣本各一批(4/4)；西側區採集兩批魚類樣本、蝦類及貝類樣本各一批(4/4)；至於西南區亦完成年度計畫之採集，分別為魚類樣本兩批、蝦類樣本一批、貝類樣本兩批，另還有軟體動物(頭足類)一批(6/4)。詳細各調查區之海生物樣本採集及其棲息環境特性一覽表如表 4-3-33。

表 4-3-33 臺灣五個調查區之海生物樣本環境特性及採集進度一覽表

區域	種類	學名/俗稱	環境棲地/特性	備註
東北區	魚	<i>Chelidonichthys kumu</i> /黑角魚	砂泥底、河口、淡水、近海沿岸	✓
	蝦	<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i> / 長腳鬥士赤蝦	沙泥底質海域	✓
	魚	<i>Scomber japonicus</i> /白腹鯖	深海、近海沿岸	✓
	貝	<i>Ruditapes variegatus</i> /海瓜子簾蛤	岩礁海岸外，潮間帶至淺海5m	✓
	混	混獲		
東南區	魚	<i>Trichiurus japonicus</i> /白帶	大洋、深海、砂泥底、河口、 近海沿岸	✓
	蝦	<i>Sergia lucens</i> /櫻花蝦	沿海100~300公尺水深	1kg
	蝦	<i>Pasiphaea japonica</i> /日本玻璃蝦	深海中层浮游性	✓
	魚	<i>Trichiurus japonicus</i> /白帶	大洋、深海、砂泥底、河口、 近海沿岸	✓
	貝	<i>Trochus stellatus</i> /血斑鐘螺	潮間帶到淺海之岩礁區、淺海	✓
西南區	魚	<i>Chirocentrus nudus</i> /西刀魚	大洋、近海沿岸，近沿海表層洄游魚種	✓
	蝦	<i>Sergia lucens</i> /櫻花蝦	沿海100~300公尺水深	✓
	貝	<i>Babylonia formosae</i> /臺灣鳳螺	沙泥底質的淺海域	✓
	貝	<i>Crassostrea angulata</i> /葡萄牙牡蠣	沿岸養殖	✓
	魚	<i>Plectorhinchus cinctus</i> /加志	礁區、近海沿岸	✓
	頭足	<i>Uroteuthis (Photololigo) duvauceli</i> /脆管	臺灣分布於周圍100公尺以淺之海域	✓
	混	混獲		
西北區	魚	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i> / 鱷形叉尾鶴鱗	大洋、砂泥底、近海沿岸、潟湖、 礁沙混合區	✓
	蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> /哈氏仿對蝦	亞熱帶、熱帶暖水	✓
	貝	<i>Meretrix lusoria</i> /文蛤	台灣分布於西部及北部海域/砂泥底	✓
	魚	<i>Pennahia argentata</i> /白口	砂泥底、河口、近海沿岸	✓
	混	混獲		
西側區	魚	<i>Eynniss cardinalis</i> /盤仔	大陸棚水域	✓
	蝦	<i>Trachysalambria curvirostris</i> / 厚殼蝦	砂泥底質環境	2.9kg
	貝	<i>Cyclina sinensis</i> /赤嘴	河口或潮間帶至水深約20公尺深的砂泥底質	✓
	蝦	<i>Metapenaeopsis barbata</i> /鬚赤蝦	棲息在20~70公尺水深之砂泥底質海域	✓
	魚	<i>Scomberomorus commerson</i> /康氏馬加鱈	砂泥底、河口、近海沿岸、潟湖、 礁沙混合區	✓
	混	混獲		

4.3.2 海生物樣本加馬能譜分析結果

本計畫採集臺灣五個調查區之海生物樣本加馬能譜分析結果如表 4-3-34，分析參數包含鈷-60、銫-134 及銫-137，另還有天然放射性核種的鉀-40、鈷系列及鈾系列。結果顯示，在空間分布上，五個調查區之海生物(含魚類、蝦類、貝類、頭足類)的鈷-60 與銫-134 活度皆小於最低可測活度 (<MDA)，東北區之銫-137 活度為 0.07 (Bq/Kg·鮮重) (海瓜子簾蛤, *Ruditapes variegatus*)；東南區之銫-137 活度最低值為 0.07 (Bq/Kg·鮮重) 的櫻花蝦 (*Sergia lucens*)，兩批日本帶魚 (*Trichiurus japonicas*) 之銫-137 活度皆為 0.13 (Bq/Kg·鮮重)；西北區之銫-137 活度為 0.14 (Bq/Kg·鮮重) 的鱷形叉尾鶴鱗 (*Tylosurus crocodilus crocodilus*)；西區之銫-137 活度為 0.23 (Bq/Kg·鮮重) 的康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*)；至於西南區之銫-137 活度最低值為 0.10 (Bq/Kg·鮮重) 之花尾胡椒鯛 (*Plectorhinchus cinctus*)，而最高值為 0.14 (Bq/Kg·鮮重) 之長頷寶刀魚 (*Chirocentrus nudus*)。

而就海生物樣本種類而言，魚類樣本的銫-137 活度介於 0.1 至 0.23 (Bq/Kg·鮮重) 之間，最高值為西區捕獲之康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*)，最低值為西南區捕獲之花尾胡椒鯛 (*Plectorhinchus cinctus*)；蝦類樣本僅在東南區捕獲之櫻花蝦 (*Sergia lucens*) 測得銫-137 活度 0.07 (Bq/Kg·鮮重)；而貝類樣本的銫-137 活度為 0.07 (Bq/Kg·鮮重) 於東北區捕獲之海瓜子簾蛤 (*Ruditapes variegatus*)，其餘海生物樣本之銫-137 活度皆小於最低可測活度。

海生物種類之銫-137 活度空間分布如圖 4-3-20，在調查區域中，魚類樣本的銫-137 活度皆高於蝦類及貝類樣本，且在西區有最高值(0.23 Bq/Kg·鮮重)，蝦類及貝類樣本則皆低於 0.1 (Bq/Kg·鮮重)。海生物種類之銫-137 活度與樣本總重量分布如圖 4-3-21，蝦類與貝類之漁獲總重雖相差 5 公斤，卻有相同的銫-137 活度 (0.07 Bq/Kg·鮮重)，而魚類樣本漁

獲總重皆分布在 4.1~5 (kg) 組距，銻-137 活度介於 0.10 至 0.23 (Bq/Kg · 鮮重) 之間。進一步探討魚類樣本平均重量與銻-137 活度之頻度分布如圖 4-3-22 所示，近海 (neritic) 表層性 (pelagic) 魚類日本帶魚 (平均重量 0.11 及 0.15kg) 銻-137 活度為 1.3 (Bq/Kg · 鮮重)、康氏馬加鱈 (平均重量 3.7kg 為 0.23 (Bq/Kg · 鮮重)、長頷寶刀魚 (平均重量 0.51kg) 為 1.4(Bq/Kg · 鮮重)；近海底棲 (benthic) 性魚類花尾胡椒鯛 (平均重量 2.6kg) 銻活度為 0.10 (Bq/Kg · 鮮重)，而大洋 (Oceanic) 表層性魚類鱈形叉尾鶴鱗 (平均重量 0.32kg) 為 0.14 (Bq/Kg · 鮮重)，而白腹鯖則未檢出銻-137 活度。整體上，魚類平均重量在 1.1~1 (kg)，銻-137 活度皆低於 0.15 (Bq/Kg · 鮮重)，其中平均重量介於 2.1~3 (kg) 個體的銻-137 活度較低 (0.1 Bq/Kg · 鮮重)，而平均重量 3.1~4 (kg) 有相對較高的銻-137 活度，據此，台灣週邊水域海生物之銻-137 活度與魚體大小 (魚體重量) 並未有明顯變動關係存在。

綜上所述，本次調查為首次建立台灣周邊海域不同空間之海生物樣本的加馬能譜分析，結果顯示臺灣五個調查區之海生物樣本的銻-60 及銻-134 活度皆低於儀器最低可測活度，而銻-137 活度於東北區最高值為 0.07 (Bq/Kg · 鮮重)、東南區最高值為 0.13 (Bq/Kg · 鮮重)、西北區最高值為 0.14 (Bq/Kg · 鮮重)、西區 0.23 (Bq/Kg · 鮮重)以及西南區最高值為 0.14 (Bq/Kg · 鮮重)；而海生物之魚類樣本之銻-137 活度最高值為 0.23 (Bq/Kg · 鮮重)、蝦類 0.07 (Bq/Kg · 鮮重)及貝類則為 0.07 (Bq/Kg · 鮮重)。前揭調查海生物之銻-137 活度最高值為 0.23，皆低於行政院衛生署依食品衛生管理法第十一條 第二項授權訂定之「食品中原子塵或放射能污染安全容許量標準」中，其他食品之銻 134+銻 137 總和之限值 100 (Bq/kg)，但尚不清楚這些海生物之加馬能譜的時空間變動特性，此一部份則有賴持續的生物樣本採集及加馬能譜分析。

表 4-3-34 臺灣五個調查區之海生物樣本加馬能譜分析結果

海生物 樣本分 區	種類	取樣日期	學名/俗稱	活度(貝克/千克·鮮重)					
				鉀-40*	鈷-60	銫-134	銫-137	鈾系列*	鈾系列*
東北區	魚	107/05/17	<i>Chelidonichthys kumu</i> / 黑角魚	130	—	—	—	—	—
	蝦	107/05/17	<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i> / 長腳鬥士赤蝦	120	—	—	—	—	—
	魚	107/05/26	<i>Scomber japonicus</i> / 白腹鯖	141	—	—	—	—	1.21
	貝	107/9/20	<i>Ruditapes variegatus</i> / 海瓜子簾蛤	92	—	—	0.07	—	—
東南區	魚	107/03/14	<i>Trichiurus japonicus</i> / 白帶	95	—	—	0.13	—	0.24
	蝦	107/03/14	<i>Sergia lucens</i> / 櫻花蝦	111	—	—	0.07	—	—
	魚	107/07/05	<i>Trichiurus japonicus</i> / 白帶	107	—	—	0.13	—	—
	蝦	107/07/05	<i>Pasiphaea japonica</i> / 日本玻璃蝦	32	—	—	—	—	—
	貝	107/9/21	<i>Trochus stellatus</i> / 血斑鐘螺	23	—	—	—	—	—
西北區	魚	107/05/16	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i> / 鱧形叉尾鶴鱗	87	—	—	0.14	—	—
	蝦	107/05/18	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> / 哈氏仿對蝦	76	—	—	—	—	—
	貝	107/05/17	<i>Meretrix lusoria</i> / 文蛤	139	—	—	—	—	—
	魚	107/05/16	<i>Pennahia argentata</i> / 白姑魚(白口)	106	—	—	—	—	—
西區	魚	107/03/18	<i>Eynniss cardinalis</i> / 盤仔	147	—	—	—	—	—
	蝦	107/03/18	<i>Trachysalambria curvirostris</i> / 厚殼蝦	110	—	—	—	—	—
	貝	107/07/06	<i>Cyclina sinensis</i> / 環文蛤(赤嘴)	20	—	—	—	—	—
	魚	107/07/30	<i>Scomberomorus commerson</i> / 康氏馬加鱈	179	—	—	0.23	—	—
	蝦	107/09/23	<i>Metapenaeopsis barbata</i> / 鬚赤蝦	40	—	—	—	—	—
西南區	蝦	107/05/28	<i>Sergia lucens</i> / 晶瑩櫻花蝦(櫻花蝦)	127	—	—	—	—	—
	貝	107/05/22	<i>Babylonia formosae</i> / 臺灣鳳螺	84	—	—	—	—	—
	魚	107/05/31	<i>Chirocentrus nudus</i> / 長領寶刀魚(西刀魚)	122	—	—	0.14	—	—
	貝	107/05/31	<i>Crassostrea angulata</i> / 葡萄牙牡蠣	45	—	—	—	—	—
	頭足	107/05/31	<i>Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii</i> / 杜氏槍魷(脆管)	27	—	—	—	—	—
	魚	107/06/17	<i>Plectorhinchus cinctus</i> / 花尾胡椒鯛(加志)	149	—	—	0.10	—	—

註：1. "—"表示小於最低可測活度 (<MDA)、"*"表示天然放射性核種。

2. 試樣計測時間 30,000 秒。

3. 衛福部食藥署所訂「食品中原子塵或放射能污染容許量標準」銫-134+銫-137 之限值 100 貝克/公斤。

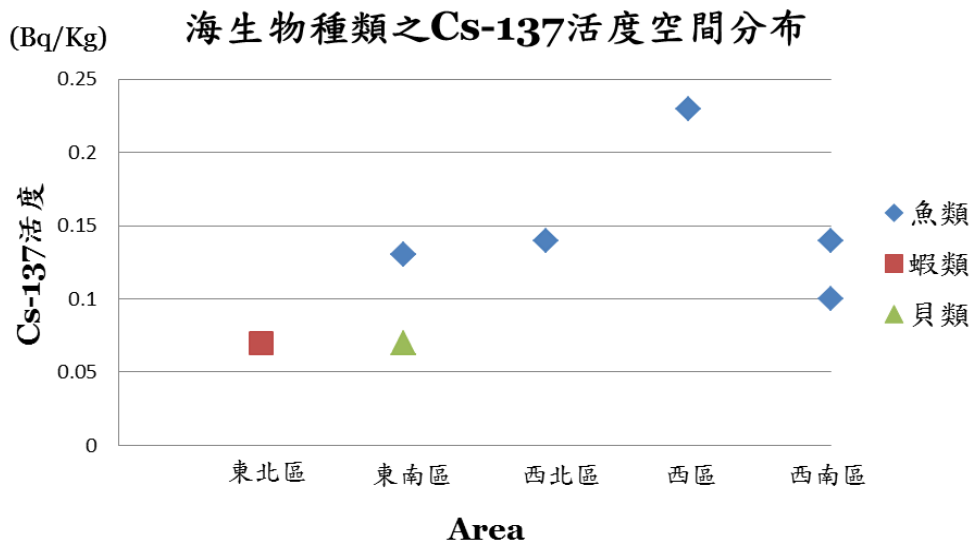


圖 4-3-20 臺灣五大調查區之海生物種類 (魚、蝦、貝類) 鈉-137 活度空間分布圖

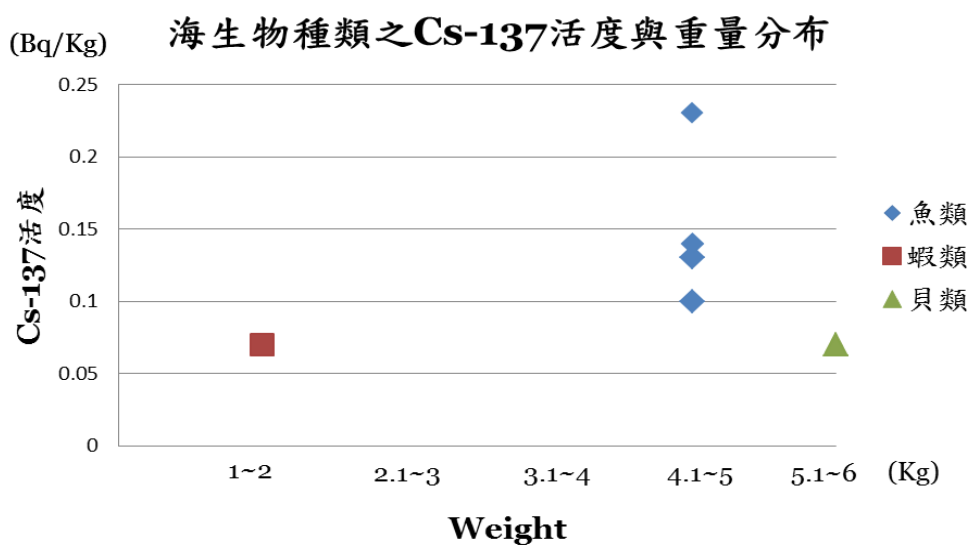


圖 4-3-21 各海生物種類之總漁獲重量與鈉-137 活度分布圖

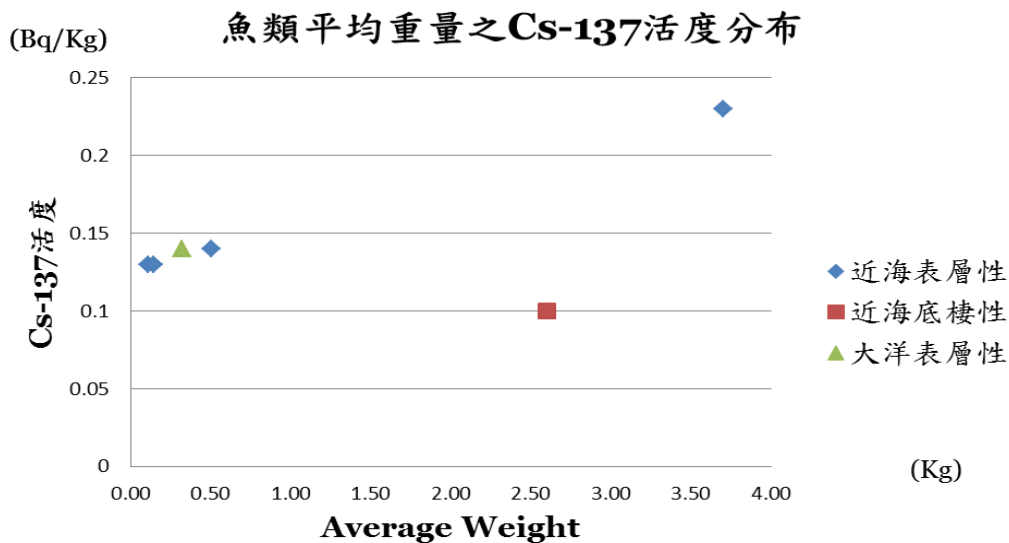


圖 4-3-22 不同棲性與重量之魚類的鈉-137 活度分布圖

註：1. 符號×為重疊的鈉-137 活度值

四、監測調查方法研究

4.4.1. 文獻回顧：

相較於過去數件核電廠災害之時間及地理位置，福島第一核電廠災害為近年來距離臺灣最近之核電廠事故，因此本報告主要集中在該核電廠事故之文獻回顧。

4.4.1-1. 事件起因

2011 (民國 100) 年 3 月 11 日，太平洋靠近日本之海域發生地震，其所引發之海嘯影響日本東北地區，導致福島第一核電廠 (FDNPPs, Fukushima Daiichi nuclear power plants) 洩漏人為放射核種至海洋中 (以下簡稱福島事件)；與 25 年前之車諾比核電廠事故相比，福島事件外洩相對較少，例如福島事件外洩之總 Cs-137 等級大約是 1960 年代核爆產生輻射塵之 50 分之 1，也為車諾比事件之 5 分之 1 (Buessler et al., 2017)。以下之放射性核種將以 Cs-137 為主要文獻回顧對象。本回顧主要資料來源為 Buessler et al. (2017)，以及數篇 2017 年以後發表之重要文獻。

4.4.1-2. 由福島事件流至海洋之放射性核種來源：

福島事件外洩至海洋之人工核種主要透過四種途徑(圖 4-4-1)：第一種為大氣輻射塵，福島事件第一時間產生之輻射塵約有 80% 飄散至海洋表面，約在 3 月 15 日達到高峰。第二種為由福島第一核電廠直接排放至海洋中，在四月中達到高峰。第三種為透過地下水流出至海洋，第四種則為地表之輻射核種透過降雨以及河川徑流至海洋中 (Buessler et al., 2017)。其中前兩者為主要來源。

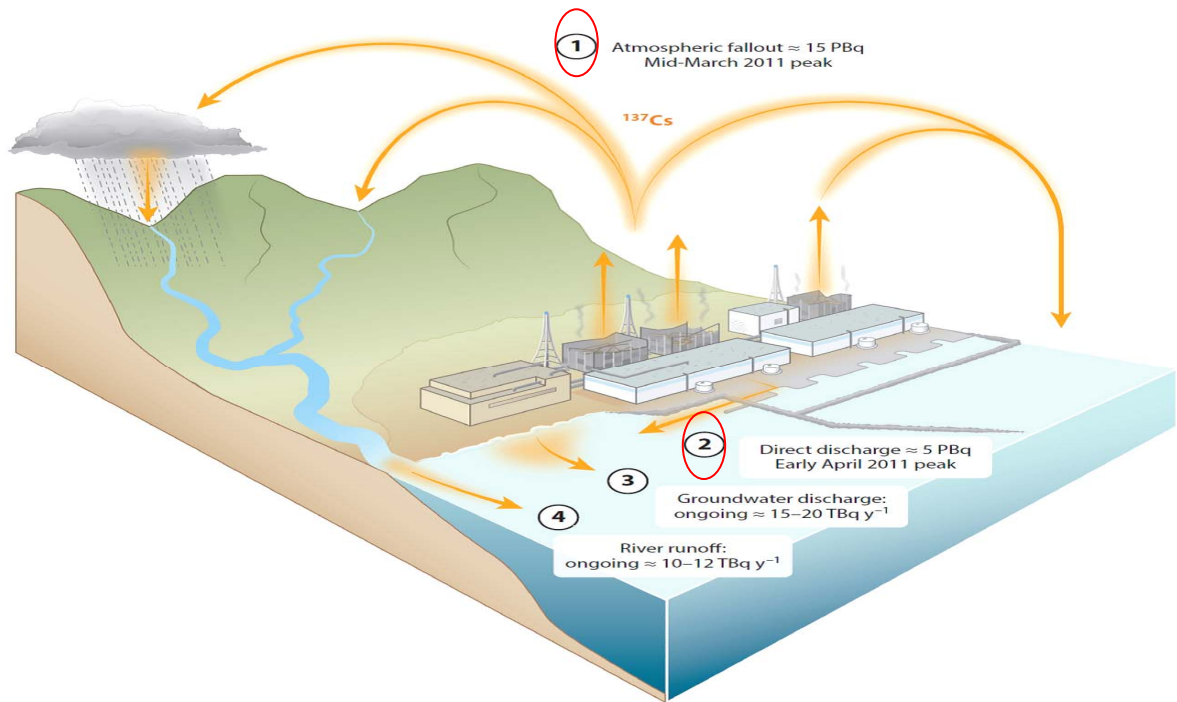


圖 4-4-1 福島事件流至海洋之放射性核種來源 (修改自 Buessler et al., 2017)

4.4.1-3. 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響

北太平洋表水之 Cs-137 活度在福島事件前後有極大的差異。在 2011 (民國 100) 年之前，北太平洋表水之 Cs-137 活度受到早先大氣核爆測試之輻射塵影響，只有 $1-2 \text{ Bq m}^{-3}$ ，在 2011 年 3 月至 4 月之間快速上升至 $68 \text{ million Bq m}^{-3}$ ，接著在一個月內大幅降低至 $10,000 \text{ Bq m}^{-3}$ 直到 2012 (民國 101) 年初，並持續降低至 $1,000 \text{ Bq m}^{-3}$ 在 2013 (民國 102) 至 2015 (民國 104) 年間 (Buessler et al., 2017)。

福島事件產生之放射性核種在日本近沿岸之洋流、潮汐以及渦旋之影響下進行混合及稀釋作用，其污染之漂流軌跡主要受到南向之親潮 (Oyashio Current) 以及較強向東北之黑潮 (Kuroshio Current) 影響 (Buessler et al., 2017) (圖 4-4-2)。由於黑潮較親潮強，因此隔絕污染在表水傳輸向南之軌跡，而向東之傳輸則受到北太平洋洋流之影響持續向北美洲前進，直到分岔為向北之阿拉斯加洋流以及向南之加利福尼亞洋流。其中值得注意的是，在受污染的主要洋流軌跡還沒到達前，部分輻射塵可透過大氣傳輸先抵達遠洋 (Buessler et al., 2017)。

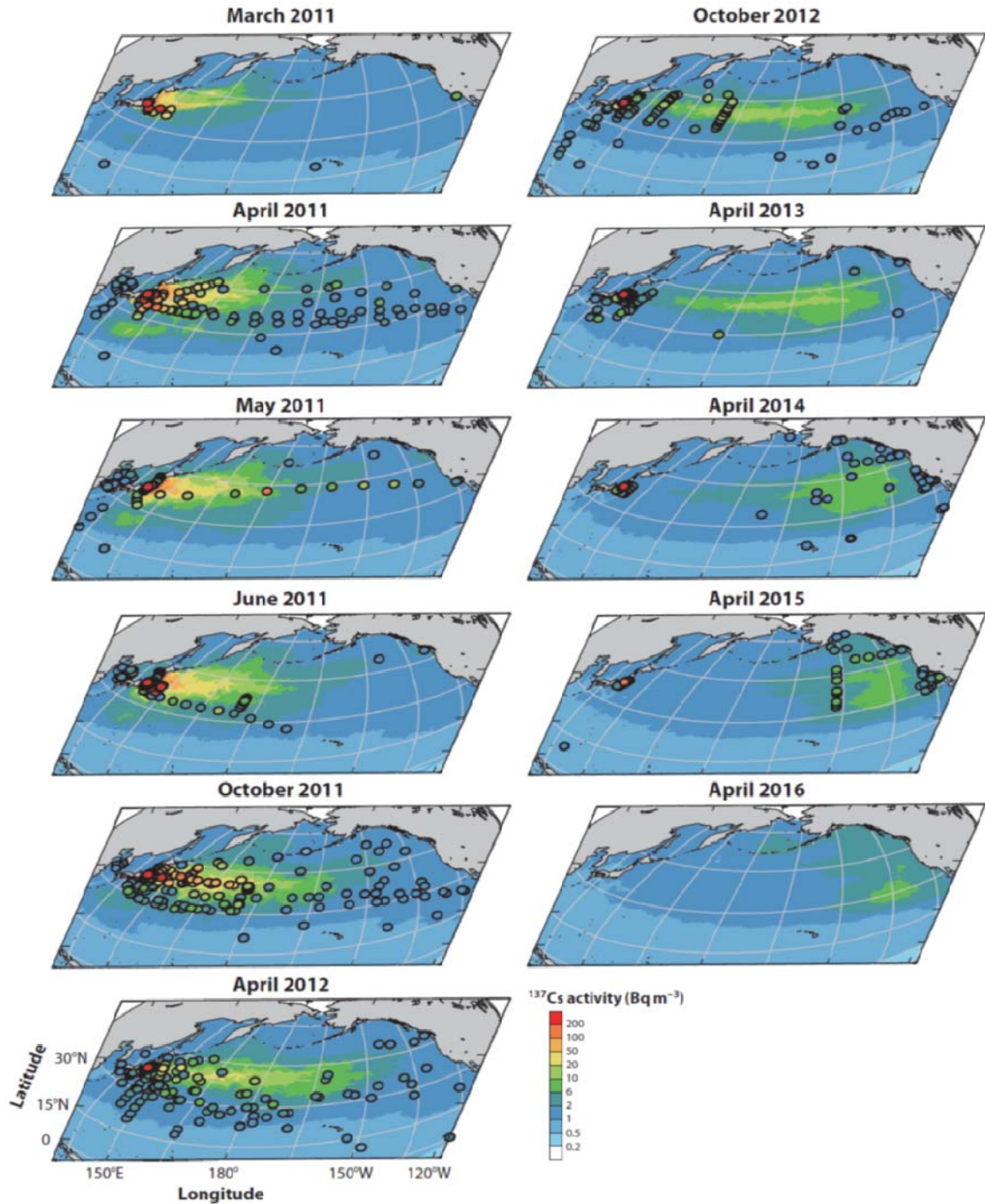


圖 4-4-2 Cs-137 之活度在北太平洋表水分布圖 (摘自 Buesseler et al., 2017)

儘管上圖中實測 (空心圓) 與模擬 (彩色底圖) 之間有差異，預期在 2020 (民國 109) 年時東太平洋之 Cs-137 之活度可降至福島事件發生前 (Buesseler et al., 2017)。本圖對後續監測計畫之意義在於點出洋流在後續污染範圍預估之重要性，但同時也顯示出目前海洋物理模式在細節上仍有許多限制，船測仍有其必要性。

4.4.1-4.放射性核種對福島沿近海海底沉積物之影響

海底沉積物可將親顆粒性的放射性核種隔離且同時形成以其為食及生存在其中生物之污染源。由於沉積物具有再懸浮之特性，可能再次漂流至鄰近地點沉積，或者受到生物干擾或利用因此其活度之空間分布具有高度歧異性，可能從小於 50 Bq m^{-2} (Ito et al. 2007) 至鄰近福島時期沉積物中活度可高於 $100,000 \text{ Bq m}^{-2}$ (圖 4-4-3)。由於沉積物富集之特性，鄰近日本沿岸之沉積物將成為長期持續的放射性 Cs 之來源，視其地點及沉積物型態可能維持數年至數十年之久 (Buessler et al., 2017)，其中受到複雜而多重的地球化學及生物干擾等綜合變化。

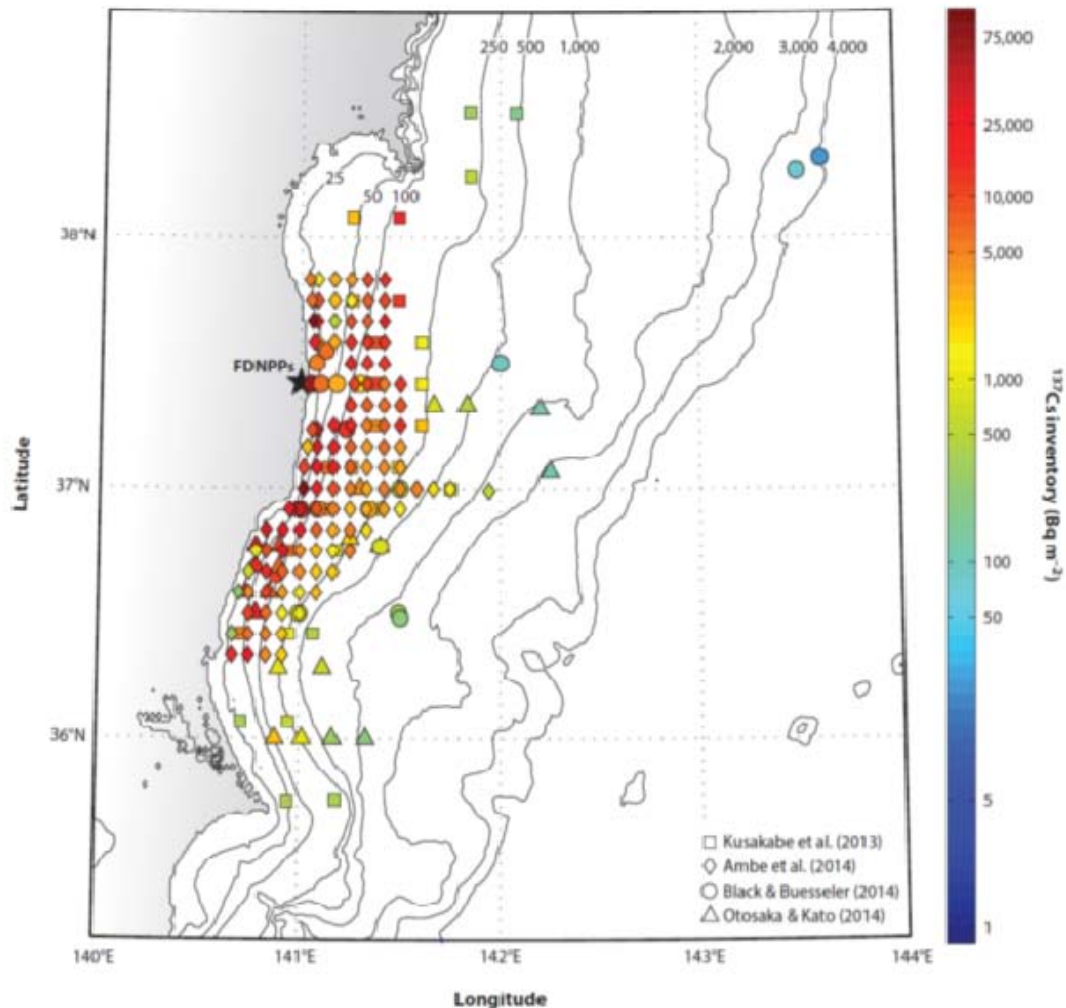


圖 4-4-3 2012 (民國 101) 至 2013 (民國 102) 年間日本福島沿近海域海底沉積物 Cs-137 之空間分布圖
(引用自 Buessler et al., 2017 及其中之多筆資料來源)

4.4.1-5. 福島近遠洋魚類中 Cs-134 或 Cs-137 之時間變化

在 2011-2016 年之間，超過 100 Bq kg^{-1} wet weight (ww) (日本當局對海產之總放射性 Cs 之標準) 已經從 50% 降低到 1%。然而 Cs-134 或 Cs-137 之活度在海洋生物中仍高於福島事前前之背景值，而且在沿岸之生物受污染較遠洋之生物多 (圖 4-4-4) (Buessler et al., 2017)。此外，由於受污染之沉積物形成另一個長期污染源，仍將可能影響底棲動物。因此，即使只剩 1% 之生物超過 100 Bq kg^{-1} ww，放射性物質對整個生態系之影響仍值得討論 (Buessler et al., 2017)。

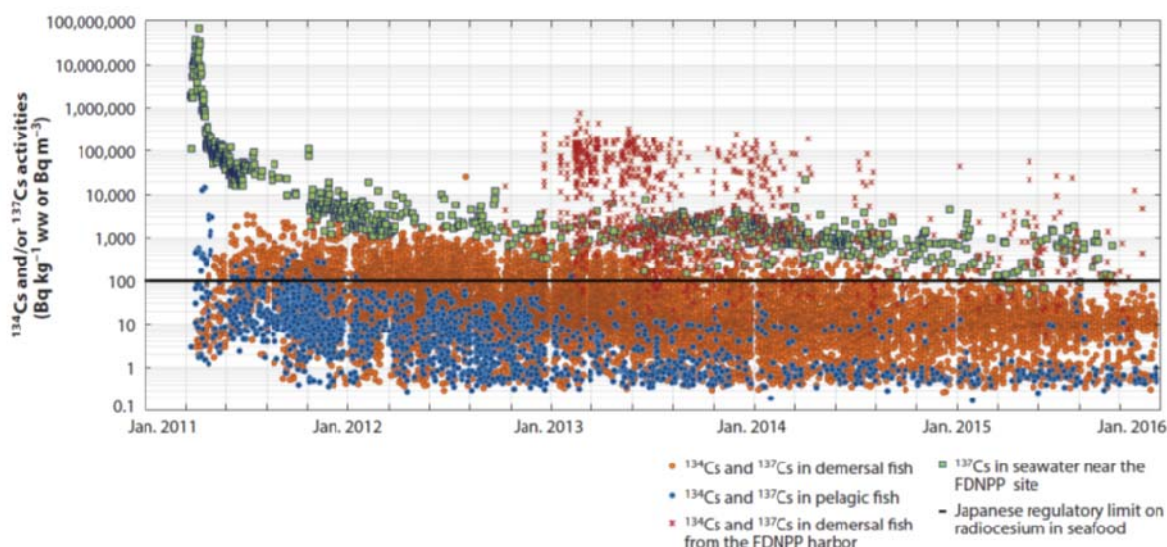


圖 4-4-4 日本福島港口及其鄰近海域多種遠洋及底棲魚類中 Cs-134 或 Cs-137 活度之時間變化 (引用自 Buessler et al., 2017 及其中之多筆資料來源)

綜上，福島事件後放射性核種外洩至海洋主要透過四種途徑：大氣輻射塵飄散、核電廠直接流入、地下水輸入以及河川逕流排入。受放射核種污染之海水飄移軌跡受到主要洋流 (例如黑潮、親潮以及北大西洋洋流)、潮汐及渦漩之影響。親顆粒性的放射性核種富集在顆粒上後沉降至海底，這些受污染之沉積物會透過生物擾動以及再懸浮等作用在底層成為長期之污染源，受影響主要為底棲性生物。即使過了六年至今目前污染狀況已經趨緩，但受影響之區域中 Cs-137 之活度仍未完全恢復至福島事件之前之背景值。以上之回顧有助於臺灣監測鄰近海域輻射背景值之規劃。

4.4.2. 臺灣歷年近海表水溫度及鹽度分布圖

本方式透過使用海洋學門之歷年溫度以及鹽度資料（海研一、二、三號上採水器上之溫鹽探針），得到下列表水十米中溫度及鹽度之分布圖。黑色點為採樣點位，顯然在臺灣沿近海域中之歷年採樣頻率並不均勻、請留意由於本方式可能會有系統性之誤差。然而由於採樣資料珍貴，仍值得我們留意並探討。

透過溫度分布圖（圖 4-4-5）顯示臺灣由基隆港外海至高雄港外海以南之溫度平均而言較以北之溫度較高（下圖 a），可由表水溫度差異圖（下圖 b）了解，東北至西南以南之海水溫度較平均高約 2-3 度，以北之海水則較冷。鹽度亦有類似分布，東北區至西南區以南之鹽度較高、以北之鹽度稍低。透過本方式可以粗略地將臺灣沿近海之海水透過以基隆及高雄為界，大致分為南區以及北區。南區多數受到黑潮（臺灣東部）以及黑潮分支（高雄外海）之影響，在夏季則可能有珠江沖淡水以及北南海水之影響。北區則主要受到閩浙沿岸流以及長江沖淡水之影響。

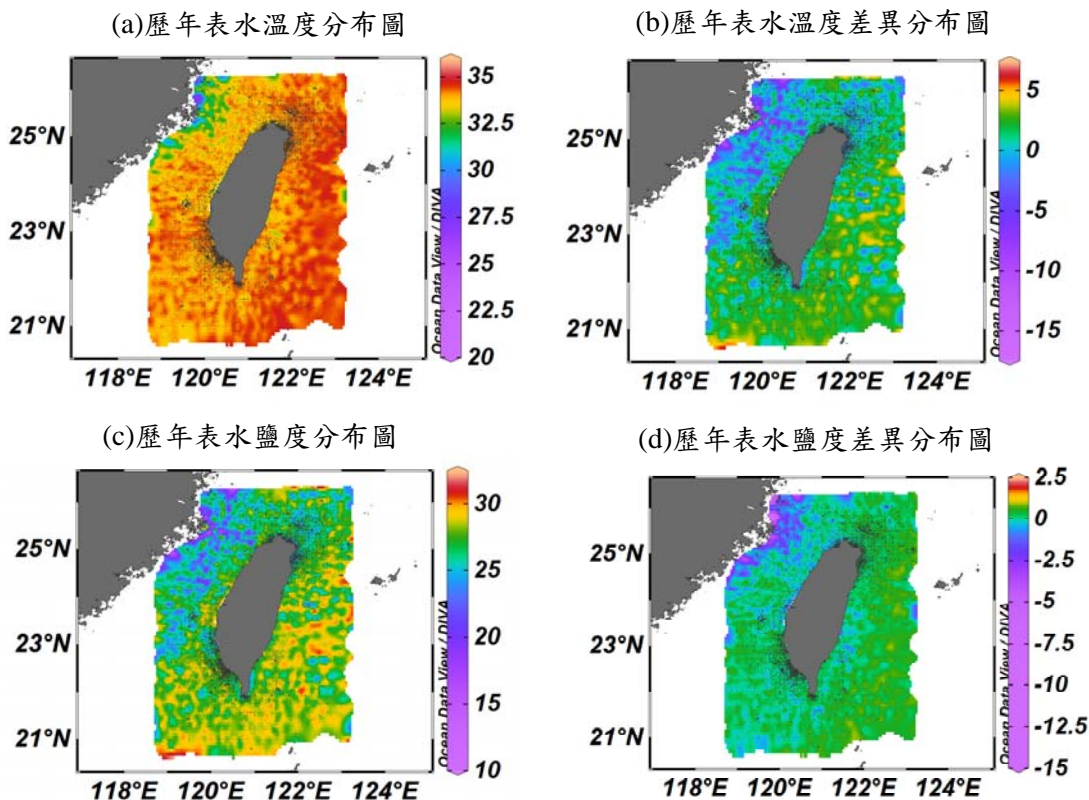


圖 4-4-5 歷年表水溫度鹽度分布圖（資料來源：海洋學門資料庫）

4.4.3. 各國海域輻射調查監測方法

針對 2011 福島事件後續之影響調查及相關規畫，以下簡列日本、韓國及中國已發表之相關報告書及文獻。

4.4.3-1 日本輻射物質調查監測方法

自 1988 年以來，日本政府便開始規劃在國內各核能發電廠周邊海域、核廢料海域及日本鄰近漁場進行海水、海底沉積物及海產物的輻射物質採樣分析及監測調查，樣品採集範圍示意圖如圖 4-4-6，其中海產物的收集包含了該漁場漁獲量最多的種類及在該漁場生長週期較長的物種；海水除了表層海水之外，亦採集不同水深度的海水樣品；海底沉積物部分也採集不同深度（沉積時間）的沉積物調查分析。2011 福島事件後日本相關單位也發表報告統整歷史數據並持續監測調查工作。

而由圖 4-4-7 也可以看到，除政府單位外，日本也有學術研究團隊針對其鄰近海域作輻射物質活度調查與監測，其中也包含海水垂直剖面的採樣規劃 (Inomata et al., 2018)。



圖 4-4-6 日本政府規劃之核電廠鄰近海域採樣範圍
圖取自平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費

(海洋環境における放射能調査及び総合評価) 事業調査報告書

註 1：平成 28 年度＝民國 105 年 4 月 1 日--106 年 3 月 31 日

註 2：平成 28 年度＝2016 年 4 月 1 日--2017 年 3 月 31 日

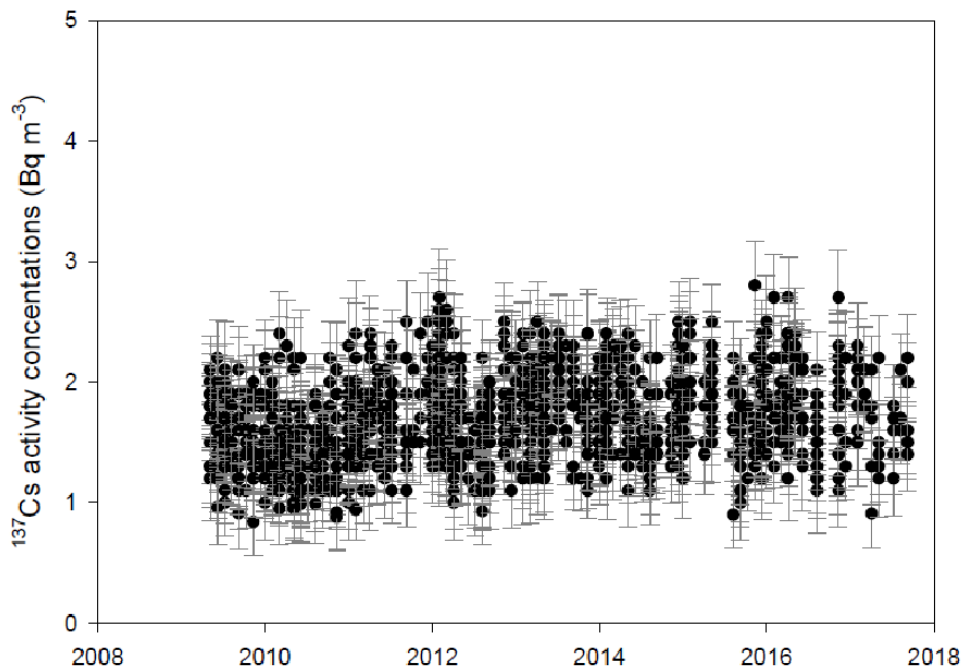
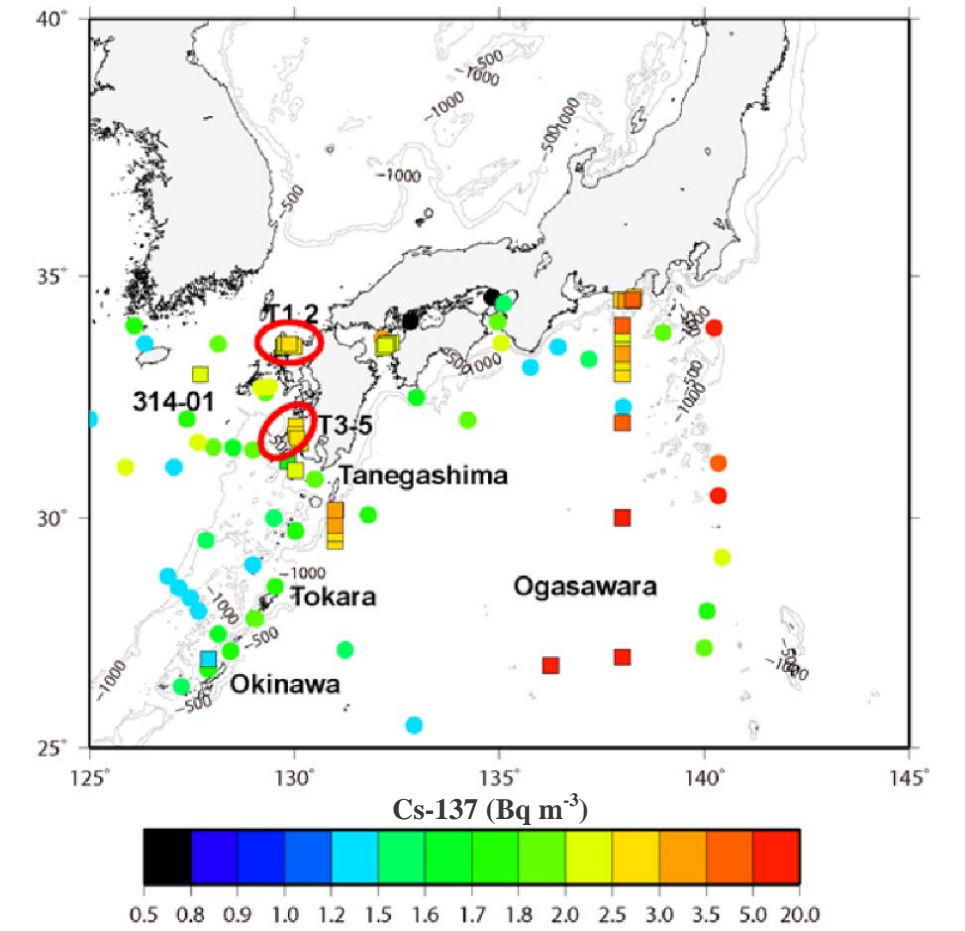
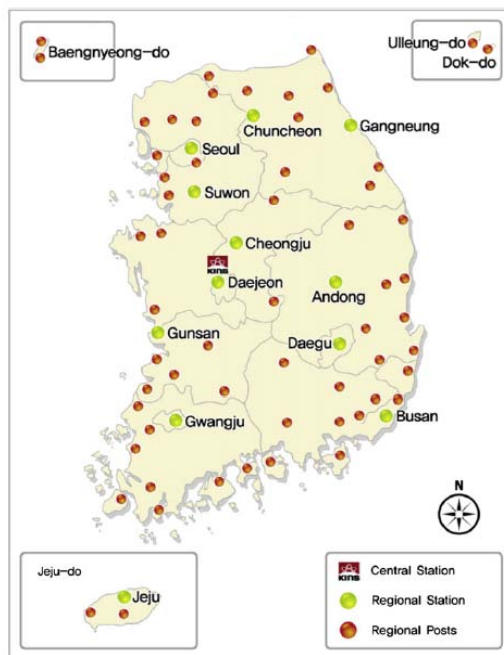


圖 4-4-7 日本研究團隊於日本海域採樣位置及調查結果示意
(圖取自 Inomata et al., 2018)

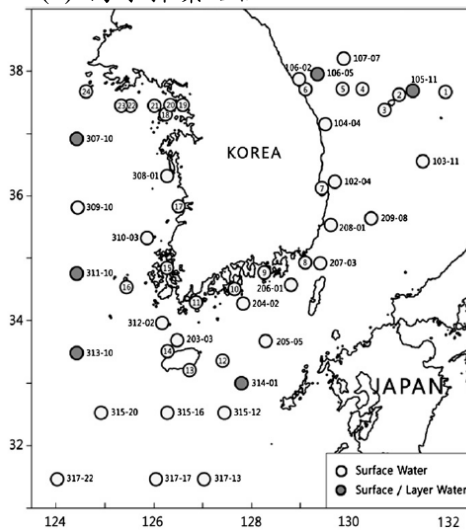
4.4.3-2 韓國輻射物質調查監測方法

韓國在福島事件發生後，政府及研究團隊針對韓國鄰近海域進行海水、海生物輻射物質分析，並在國內各地監測站位監測環境中的加馬劑量並收集空氣中的沉降顆粒進行分析，其中海水包含表層海水及分層海水(0至 2000 米)；海生物包含海草、海星及魚類等；空氣沉降顆粒也分成乾溼沉降兩種收集方法，地點如圖 4-4-8 所示。

(a) 輻射劑量監測站(紅點及綠點)
空氣沉降顆粒採集站位(綠點)



(b) 海水採集站位



(c) 海生物採集站位

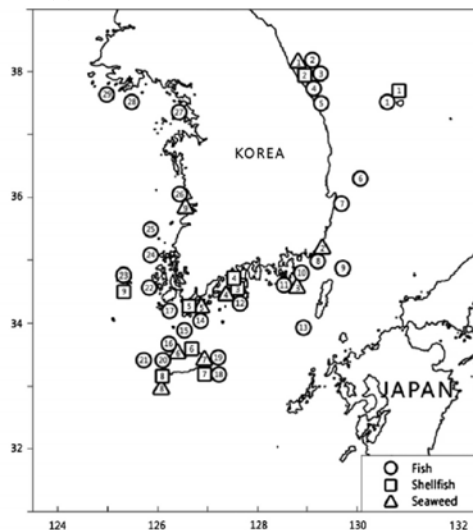


圖 4-4-8 韓國研究團隊之海水、海生物及空氣沉降顆粒採樣站位
(圖取自 Kim et al., 2012)

4.4.3-3 中國輻射物質調查監測方法

中國 Zhao 等人利用水團的分布進行採樣規劃，並將採樣深度分為 0 至 100 米、100 至 1000 米及 1000 米以深三種深度區域做討論 (圖 4-4-9)，採集水樣深度範圍為 0 至 1000 米不等。

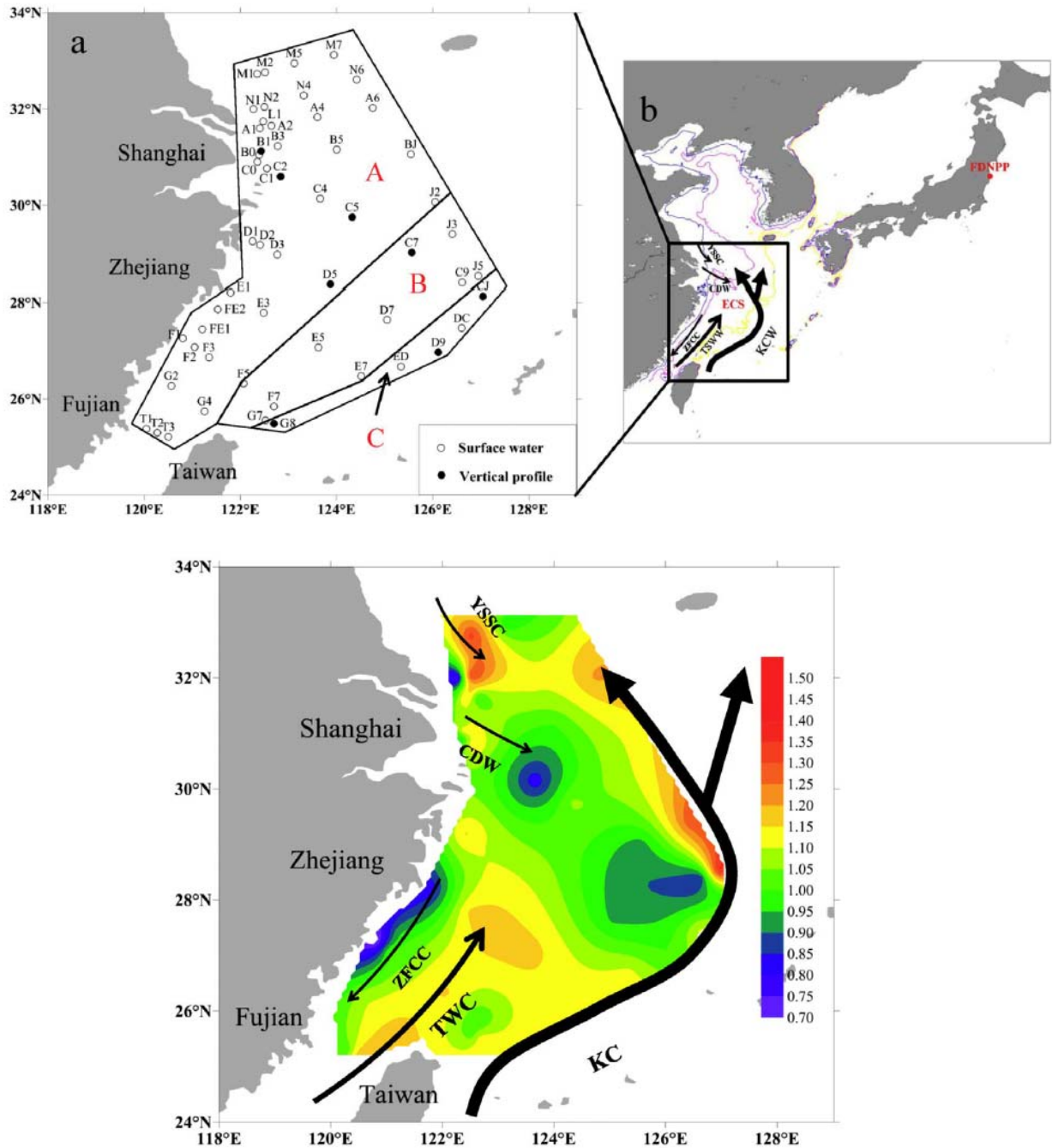


Fig. 3. The spatial distribution of ^{137}Cs activities (Bq m^{-3}) in surface water with the water masses of the East China Sea.

圖 4-4-9 中國研究團隊之海水採樣站位分區示意圖及 Cs-137 分析結果 (圖取自 Zhao et al., 2018)

4.4.4. 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下三種監測調查方式

4.4.4-1. 海洋斷面調查監測

若欲詳細了解海洋中某區域中放射性核種之分布，則建議使用本方法。本方法之優點為可以詳細分析海域中之放射性核種來源以及垂直斷面分布，但缺點是所需經費甚高，以台灣海洋科技研究中心之新研究船「勵進」為例，每天租金約 150 萬。若欲詳細了解臺灣東部外海受到日本福島第一核電廠事故之影響，則建議以海洋研究船攜帶標準探測儀器以及相關海洋物理、海洋化學以及海洋生物共同調查，至花東外海沿約北緯 23.5° 向太平洋方向延伸調查，目標設定為調查該測線以及其下方深至 1,000 米中海水中放射性核種之活度。

以美國相關專業知名學者 Buessler 所執行因應福島第一核能災害事故之相關計畫為例，Buessler 等人於 2011 (民國 100) 年福島事件發生後架設網站監測北太平洋之輻射物質活度之時空變化，其中圖 4-4-10 之 A 及 B 方框注記處皆為跨越北太平洋之測線樣點。

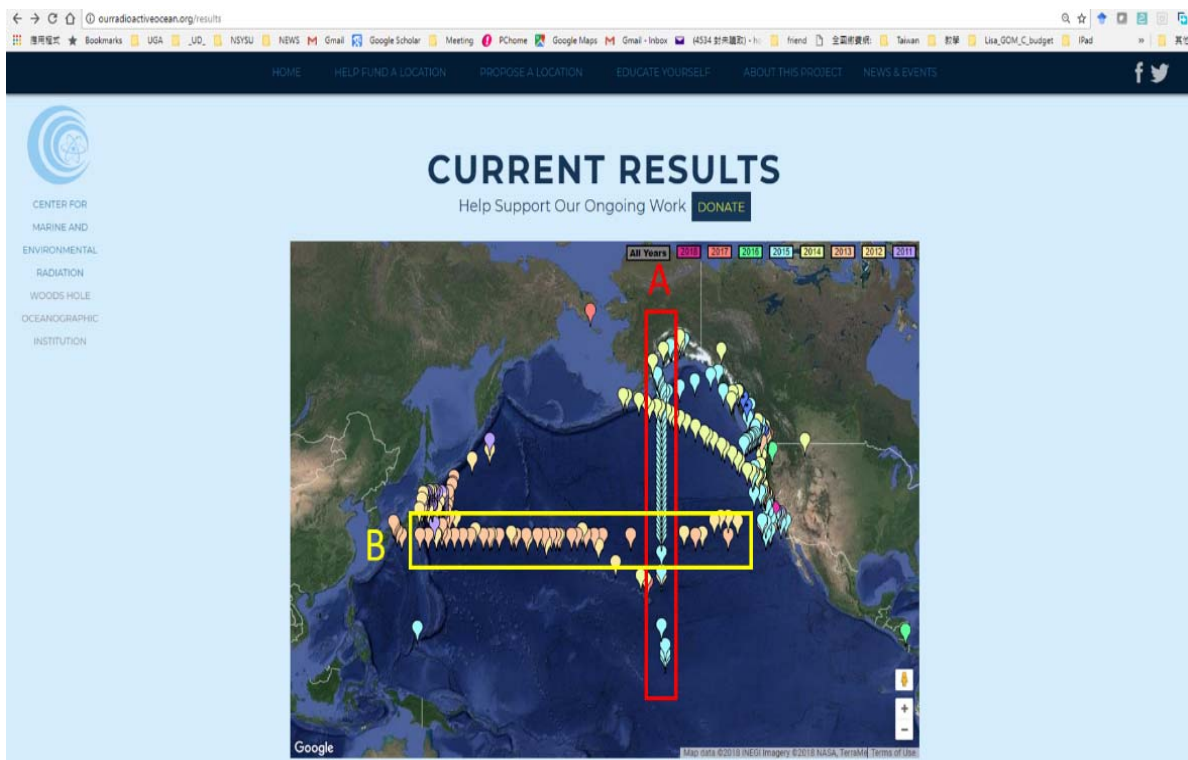


圖 4-4-10 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖 (<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)

4.4.4-2. 沿岸及離島監測

該監測計畫所架設的網站中顯示，除了跨大洋尺度之測線（圖 4-4-10 之測線 A 及測線 B、圖 4-4-11），還包含離島採樣點（圖 4-4-12），例如在北美洲西部沿岸及部分島嶼：夏威夷群島（圖 4-4-12）、烏利西環礁、莫爾斯比島等位置也有密集的採樣紀錄，顯示沿岸及離島監測之必要性。

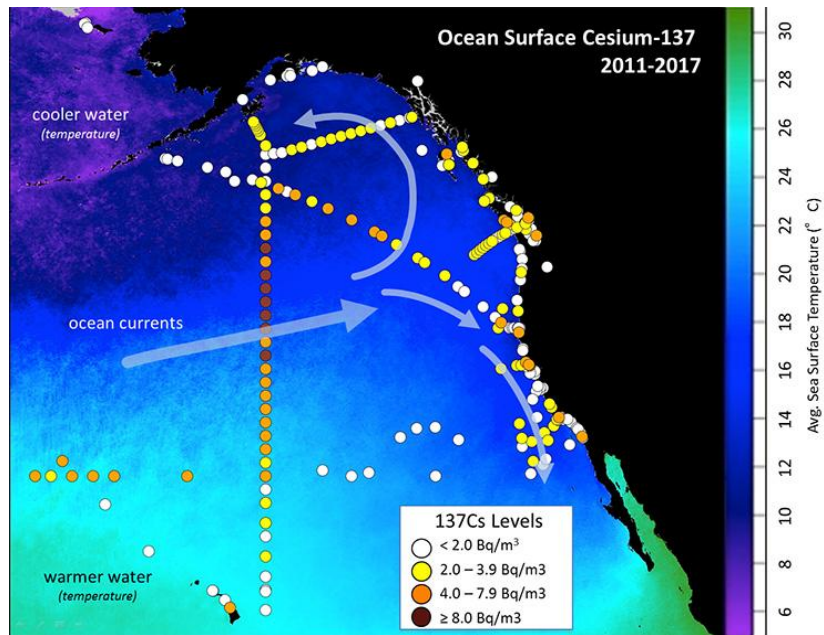


圖 4-4-11 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站（圖 4-4-10）中之 Cs-137 活度分布圖（以加州外海為例）
(<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)

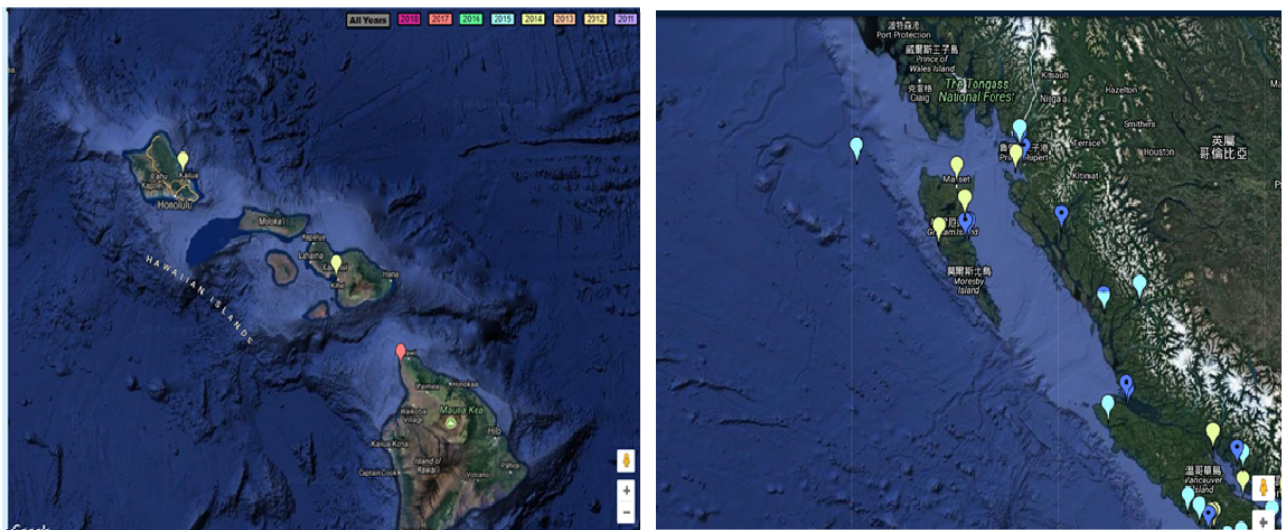


圖 4-4-12 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站中之夏威夷列島樣點（圖左）及莫爾斯比島（圖右）
(<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)

4.4.4-3. 公民以及海洋相關團體參與式監測

學者 Dr. Ken Buesseler 曾在美國加州外海執行由公民付費取得監測使用之容器 (內含溫度計以及紀錄器)，讓該公民在海上遊憩、作業時，直接採水樣，並於取樣後盡速寄回監測學者所在之研究單位分析。透過讓公民親身參與，降低公民對放射性核種之相關疑慮，亦或可增加公民對研究結果之信任感，歷年分析結果皆呈現於 "How Radioactive is our ocean?" 網站中 (<http://www.ourradioactiveocean.org>) (圖 4-4-13)。



圖 4-4-13 "How Radioactive is our ocean?" 網頁
(<http://www.ourradioactiveocean.org>)

4.4.4-4. 長期監測方法規劃

根據前述日本、韓國、中國大陸、美國針對福島事件洩漏人工放射性核種之海域採樣策略，可歸納為海水、沉積物 (岸沙)、海生物。其中採集海水的策略各國都採用了不固定點採樣、測線調查、離島採樣等策略，皆可供我國參考。

考量各國策略與台灣現況，建議將台灣鄰近海域分為西北區、西區、西南區、東南區、東北區五個採樣區域(圖 4-4-14)，目標以了解台灣鄰近海域中人工放射性核種之時間與空間分佈範圍，以及受影響之層面，包含採集海水、沉積物及海生物樣品並分析其放射性核種活度，並積極追蹤人工放射性核種之來源，以銜接後續之污染防治及管理與災害求償。

原則上，海水部分依採樣深度分為表層水(水深 0 至 10 米以淺)、次表層水(水深 50 至 150 米之間)及深層水樣品數量(水深 200 米以深)等不同深度水樣，並同時測量及分析溫度、鹽度、總鹼度及 pH 等海洋化學參數，以協助追蹤放射性核種的來源。採樣頻率建議如表 4-4-1 所示，建議規劃每 2 季(春夏季及秋冬季，以下相同)於東南區(蘭嶼、南灣)、西南區(東沙、南沙)、西區(澎湖、金門)、西北區(南竿、東引)、東北區(基隆港外)各區離島站位採集 3 個表層海水樣品，另外於各採樣區域每 2 季採集 2 個 10 米以淺海水樣品、2 個 50 至 150 米水深間海水樣品，並在東南、西南、東北區每年採集 1 個約 200 米水深以下海水樣品。

原則上，沉積物部分則建議規劃每年在東南區、西南區、東北區各採集 1 個 200 米以深之海底表層沉積物；海生物則可規劃在東南區、西南區、西區、西北區、東北區採集各區海洋生物每各 4 批(其中分別採集魚、蝦、貝類至少各 1 批)。

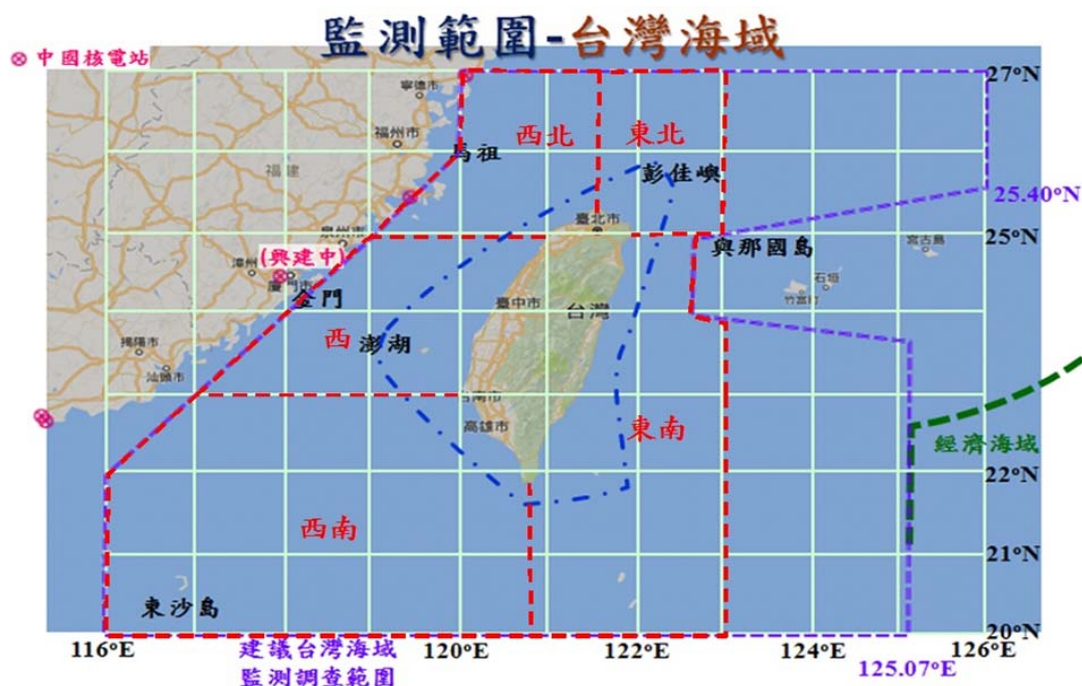


圖 4-4-14 水樣採樣分區示意圖

表 4-4-1 台灣鄰近海域海水及沉積物輻射偵測計畫預計採集樣品頻率表

監測類別	細項	採樣深度	監測項目	位置	站點(區)數	監測頻率	每次採樣個數	每年小計
海水	表層	水深 0-10 米 以淺	銫-134 (Cs-134)、 銫-137 (Cs-137)、 溫度、 鹽度	東南：蘭嶼、南灣 西南：東沙、南沙 西部：澎湖、金門 西北：南竿、東引 東北：基隆港外	9	夏季、 冬季	每站 3 個	54
	表層	水深 0-10 米 以淺	銫-134、 銫-137、 溫度、 鹽度、 總鹼度、 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	夏季、 冬季	每區 2 個	20
	次表層	水深 50 至 150 米 之間	銫-134、 銫-137、 溫度、 鹽度、 總鹼度、 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	夏季、 冬季	每區 2 個	20
	深層	水深 200 米 以深	銫-134、 銫-137、 溫度、 鹽度、 總鹼度、pH	東南、西南、 東北	3	每年	每區 1 個	3
沉積物	海底 表層 沉積物	水深 200 米 以深	鉀-40、 銫-134、 銫-137	東南、西南、 東北	3	每年	每區 1 個	3
海生物	至少含魚 、蝦、貝	不限	鉀-40、 銫-134、 銫-137	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	每年	每區 4 批	20

4.4.5 HYCOM 模式的運用

將蒐集著名的 HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model, <https://hycom.org/>) 高解析海洋數值模式模擬臺灣週遭海域之結果，用以分析研究海流與水文之空間分布與時間變化。HYCOM 是一個三維立體數值模式，並使用觀測資料進行資料同化 (data assimilation) 技術，提升預報品質，是目前眾多的海洋數值模式中，口碑甚佳的數值模式，主要是由美國海軍海洋局 (Naval Oceanographic Office) 執行並提供服務。此數值模式的水平方向的空間解析度為 $1/12^\circ$ ，約為 9 公里，垂直分層共分為 40 層，此 40 層是使用 z-level 的標準深度，每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。例如圖 4-4-15 即為從 HYCOM 官網所下載的模式資料於 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日臺灣附近海域海表面流場分佈圖，該圖顯示在臺灣東部外海的黑潮非常貼近臺灣東部海岸，而在臺灣西南外海則有一明顯的順鐘向旋轉之海洋中尺度渦漩。

本計畫將下載 HYCOM 全球模式中鄰近臺灣附近海域之模式輸出結果，並載入資料庫供本研究案即時查詢使用。此模式資料將並搭配歷史資料庫中的溫度鹽度資料、以及本計畫所測得的觀測資料，研究臺灣近岸五大區域之表層水海流與水文之分布，瞭解臺灣海域之海流與水文分布之變化特性，並據此評估長期監測之測線或測站。惟該模式有其空間解析度之限制，主要著重於重要洋流在臺灣鄰近海域在季節性變化下之大尺度模擬。

並且，也將利用 HYCOM 模式輸出結果，以個案分析方式，估算研究區域內之沿岸各核電廠外海的於不同的季節可能漂流路徑，建立資料庫以供查詢，以供未來長期監測之測線或測站設立的參考依據。

目前資料庫正在執行下載歷史 HYCOM 模式輸出結果，也正在開發查詢介面，期能提供友善介面，讓使用者能快速進行查詢模式結果、並可與觀測資料進行比對。並且，也將建立漂流軌跡查詢功能，使用者只要輸入漂流物起始位置、起始時間、與漂流時間，資料庫即可進行運算並輸出可能的漂流軌跡，以供即時運用。

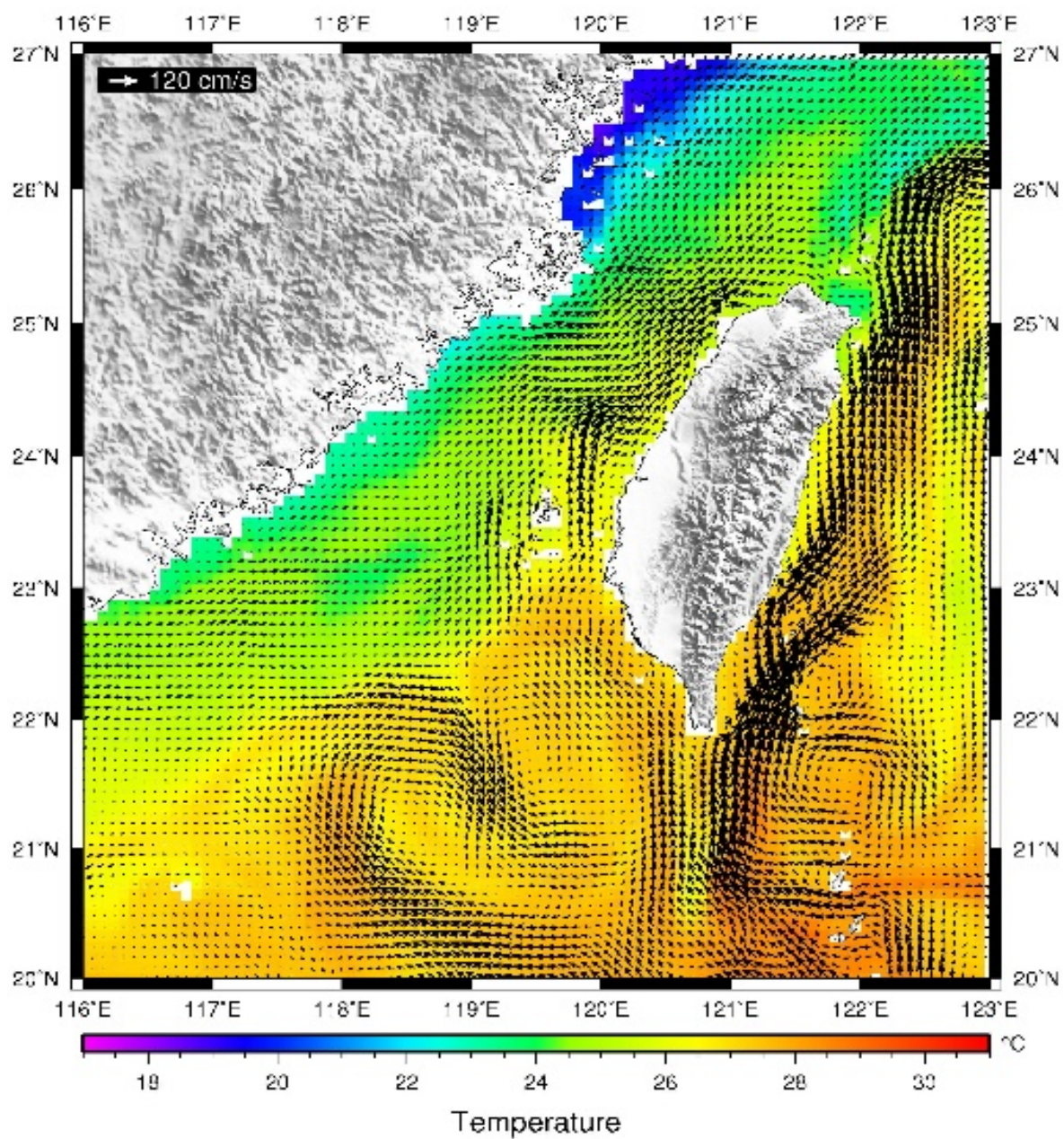


圖 4-4-15 HYCOM 數值模式於 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域海表面流場分佈圖

在使用 HYCOM 模式之前，先透過分析了解臺灣背景流況，臺灣鄰近海域主要受到沿岸流以及洋流影響，另外還會受到河川輸入以及強降雨之影響。臺灣東界西太平洋，西臨臺灣海峽，南為巴士海峽，北面東海，不同來源的物質順著洋流被帶臺灣周遭海域。臺灣東側為黑潮發源地，其水團來源從北太平洋赤道洋流，受貿易風影響流至菲律賓群島，分為南北兩洋流，南為民答那峨洋流，北為黑潮。菲律賓群島以北的巴士海峽，介於南海以及西菲律賓海之間，垂直海流依流動方向可大致分為三層，表水跟底水為主要由西菲律賓海流至南海，中層為南海流出到西菲律賓海，表層亦有部分南海海水流至西菲律賓海。黑潮主流往北遇東海陸棚沿地形改變轉往東，部分黑潮則通過沖繩海槽流至東海。流經巴士海峽到南海北部的西菲律賓海海水，則受南海及東海的海平面高度差及西南季風風向影響，在臺灣海峽形成由南往北的流，流至東海後被稱為臺灣暖流。台灣海峽的海流，在西南季風期間時由南往北流。而在東北季風期間，除了強烈的東北季風鋒面通過台灣海峽期間外，也大都是由南往北的逆風向海流。例如，圖 4-4-16 顯示在東北季風期間，台灣海峽的海流為往東北流，當強烈的東北季風鋒面通過時，流向轉為西南流，當東北季風一減弱，流向立即轉回原來的東北流(Lin et al., 2005)。而臺灣海峽西側在東北季風盛行期間，自東海接受混合東海海水、長江及中國東南沿岸河水訊號的中國沿岸流的水團影響(如圖 4-4-17 所示)。可知臺灣海峽周遭海域間的交互作用複雜，洋流又受到季風影響，使得區域海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。

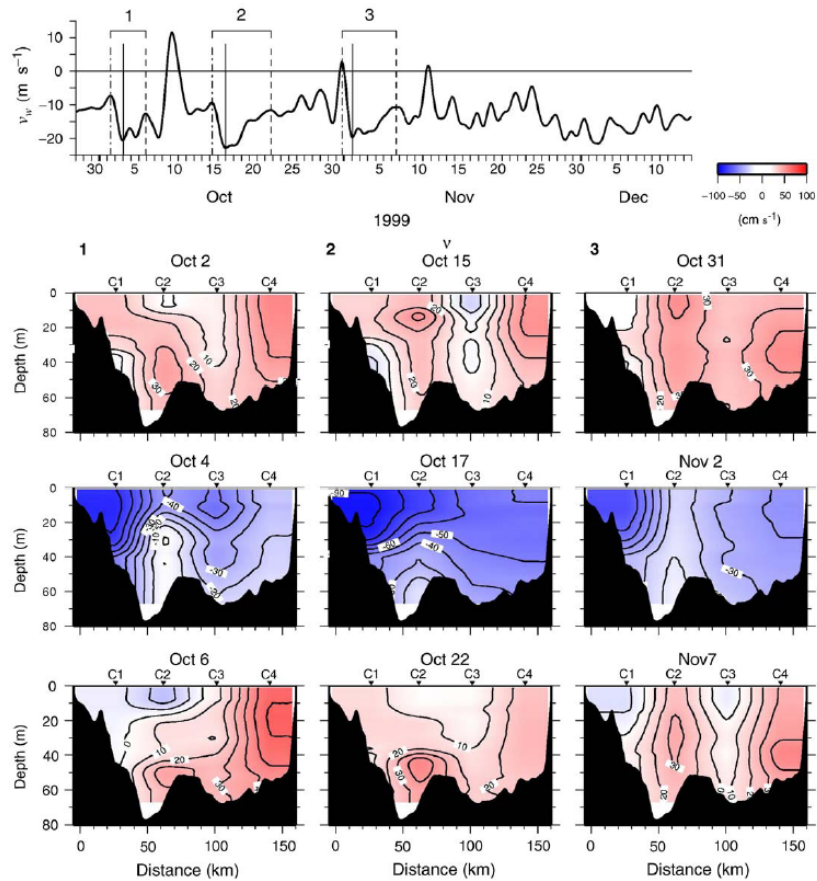


圖 4-4-16 台灣海峽之東北(負值)-西南(正值)分量的風速時間序列圖
 圖中標示了三個時段代表三個東北季風鋒面通過台灣海峽，每個鋒面過境時的前、中、後分別用點虛線、實線、虛線標示。下圖：由左而右，每欄分別為三個東北季風鋒面通過時的台灣海峽流場結構，紅色代表向北的海流，藍色代表向南的海流。每一欄圖，由上而下分別是鋒面過境時前、中、後的流場結構。本圖取自於 Lin et al. (2005).

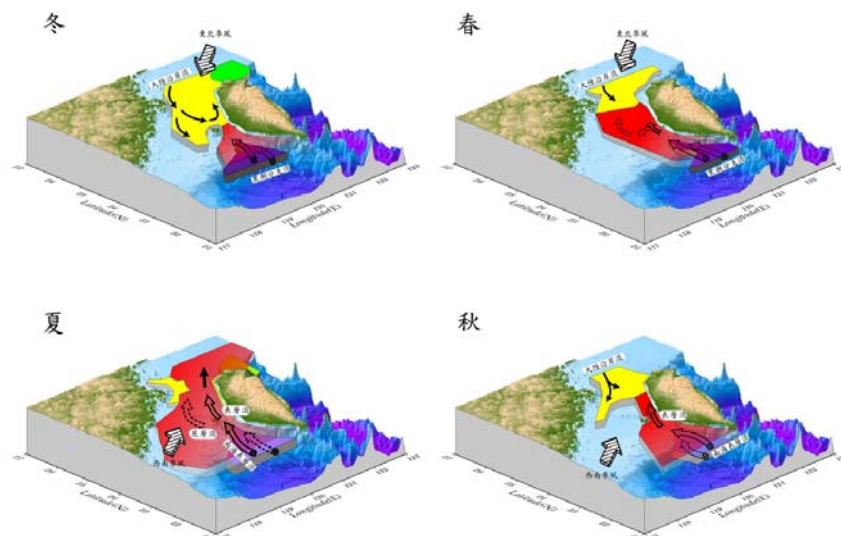


圖 4-4-17 一年四季臺灣海受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變化示意圖

而臺灣東部的黑潮，是臺灣附近最重要的海流，它是全世界最重要的海流之一，它負有調節熱帶地區與高緯度地區之熱量平衡的機制 (Qu et al., 1997)，並控制了全世界的氣候變化 (Lukas et al., 1996)。黑潮源自菲律賓東邊的北赤道洋流，其沿著呂宋島東岸北上，流經呂宋海峽、臺灣東岸。黑潮對於臺灣影響亦非常重要，例如它帶來大量的鰻魚苗供應臺灣的鰻魚養殖業，有利臺灣經濟。黑潮流經宜蘭海脊時，因受海底地形影響，海流主軸方向因之改變；黑潮繼續流至臺灣東北海域，又受東海陸棚的阻擋，大部分海流轉而向東，部分較深的海水因受地形影響而湧升至表面，形成彭佳嶼附近海域的重要漁場。

根據早年在黑潮流域的海流觀測資料知在東海陸棚的南部有黑潮反流的存在、黑潮於冬天是直接入侵臺灣東北海域、此入侵現象具有季節性變化、其夏季的入侵行徑是呈逆時鐘方向旋轉渦旋，冬季則是直接入侵臺灣東北海域。黑潮在臺灣東部海域有明顯的季節變化，黑潮寬度約為 150 公里，夏季時黑潮主軸較遠離臺灣、寬度亦較窄，冬季時黑潮主軸則是較靠近臺灣、寬度較寬 (Chuang et al., 1993; Chuang and Liang, 1994; Liang et al., 2003; Tang and Yang, 1993; Tang et al., 1999; 2000)。

近年來，由於觀測技術的進步，我們對於臺灣東部外海的黑潮變化，有了更進一步的瞭解。例如，根據 2012 (民國 101) ~2014 (民國 103) 年於臺灣東部外海的 9 個調查航次，資料顯示黑潮寬度變化為 85~135 公里、黑潮最大流速位置與臺灣東岸的距離變化為 12~103 公里、最大流速所在深度的變化為 20~100 公尺、最大流速變化為 70~140 cm/s，而且其變化並沒有明顯的季節性變化，如圖 4-4-18 所示，此結果顯示，黑潮並非是個穩定的西方邊界流 (Jan et al., 2015)。

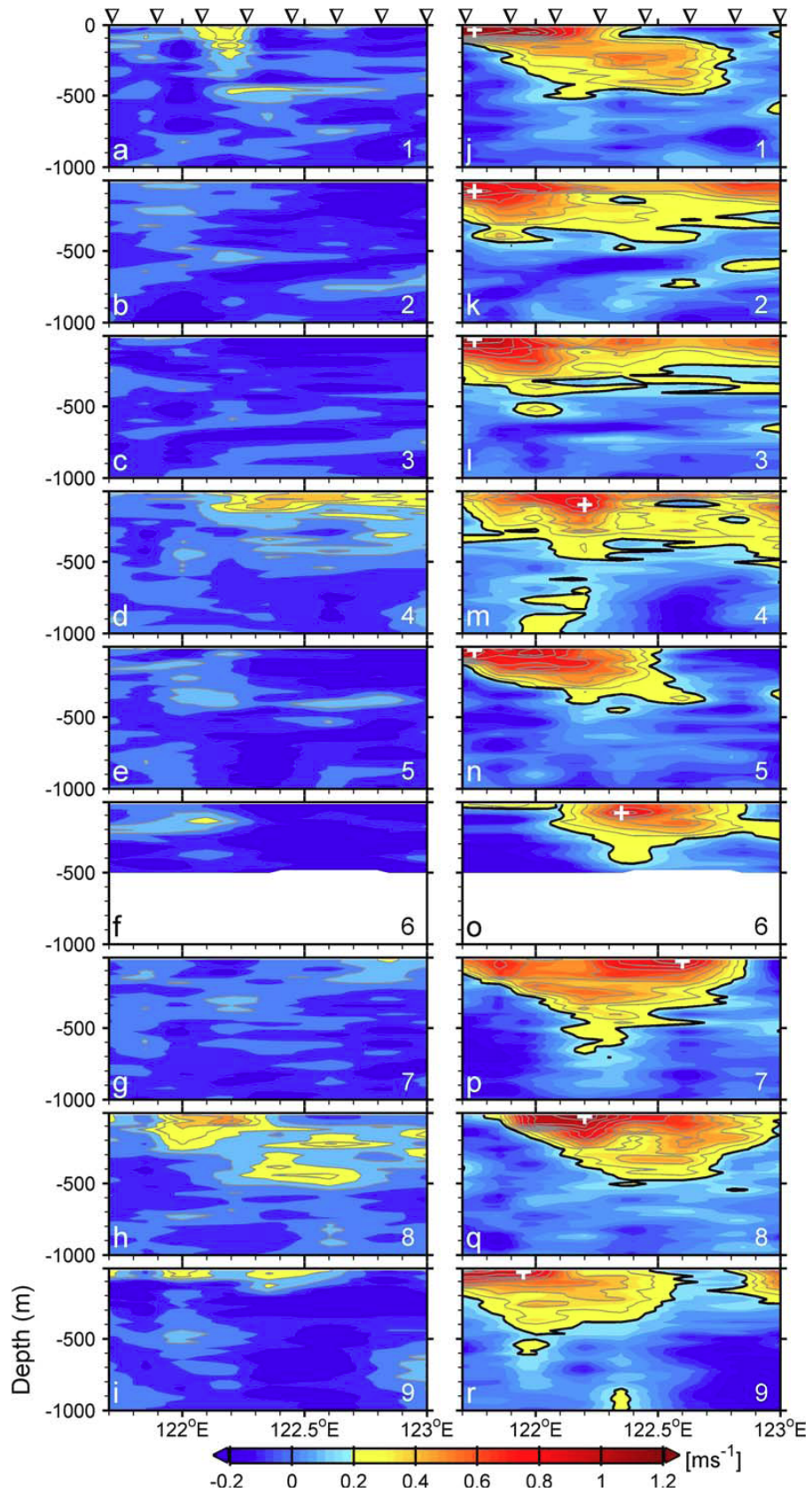


圖 4-4-18 從上到下分別為 OKTV 研究計畫於 2012 (民國 101) ~2014 (民國 103) 年間在臺灣東部外海所進行的 9 次黑潮觀測成果 (左右兩欄分別東西向與南北向海流，本圖取自 Jan et al. (2015))

在臺灣周遭海域，也是中尺度渦旋盛行的海域，例如：圖4-4-19顯示 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布顯示有甚多的中尺度冷、暖渦旋出現在臺灣周邊。而臺灣東部外海的中尺度渦旋，它會影響黑潮的路徑與流量 (Jan et al., 2015)。根據在宜蘭海脊上利用一陣列的流速儀直接觀測黑潮流量隨時間的變化，該組資料顯示黑潮流量受太平洋的渦旋所影響 (Johns, et al., 2001; Zhang, 2001)。

利用高頻測流雷達觀測臺灣東北海域的海表面海流分布與變化，也顯示出黑潮受到太平洋渦旋的影響，例如2013 (民國102) 年5月16日及11月23日，結合雷達觀測海表面海流資料、海表面高度異常值、以及該段期間的漂流浮標軌跡 (如圖4-4-20)。該圖顯示黑潮受到中尺度渦旋的影響而改變其流向與流徑；而且，漂流浮標軌跡甚至顯示浮漂橫斷黑潮而漂流至臺灣東部岸邊後再往南漂，之後再逐步漂流接近黑潮後才往北漂流。檢視該時段於臺灣東部外海的錨碇觀測資料，得知該時段橫斷花蓮外海黑潮向北流量(圖4-4-19褐色區段)明顯減少，甚至有些時段近乎為零，而黑潮受中尺度渦旋影響期間可達3個月以上如圖4-4-21所示 (Yang et al. 2015)。而渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋衝擊或者為雙渦旋系統有關(圖4-4-22)。在單渦旋衝擊情況下，正壓/斜壓反應是控制流量增減的主因，但在雙渦旋系統下，上游的輻合/輻散導引變得較重要。無論是為單一渦旋或者為雙渦旋系統，作用過程中，上游的輻合/輻散導引會導致花蓮東部外海測線上黑潮主軸偏向靠岸/離岸 (Chang et al., 2018)。而渦旋撞擊黑潮前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象，及撞擊後在臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程，研究結果得知黑潮與渦旋交互作用下的結果不一而同，與碰撞緯度、渦旋的強度和順時或反順時旋轉均有關係 (如圖4-4-23, Jan et al., 2017)。

此外，在臺灣東邊花東海盆之黑潮反流的產生跟變動，和中尺度反氣旋渦流接近黑潮時，深層反氣旋渦流被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流所致 (圖4-4-24, Andres et al., 2017)。

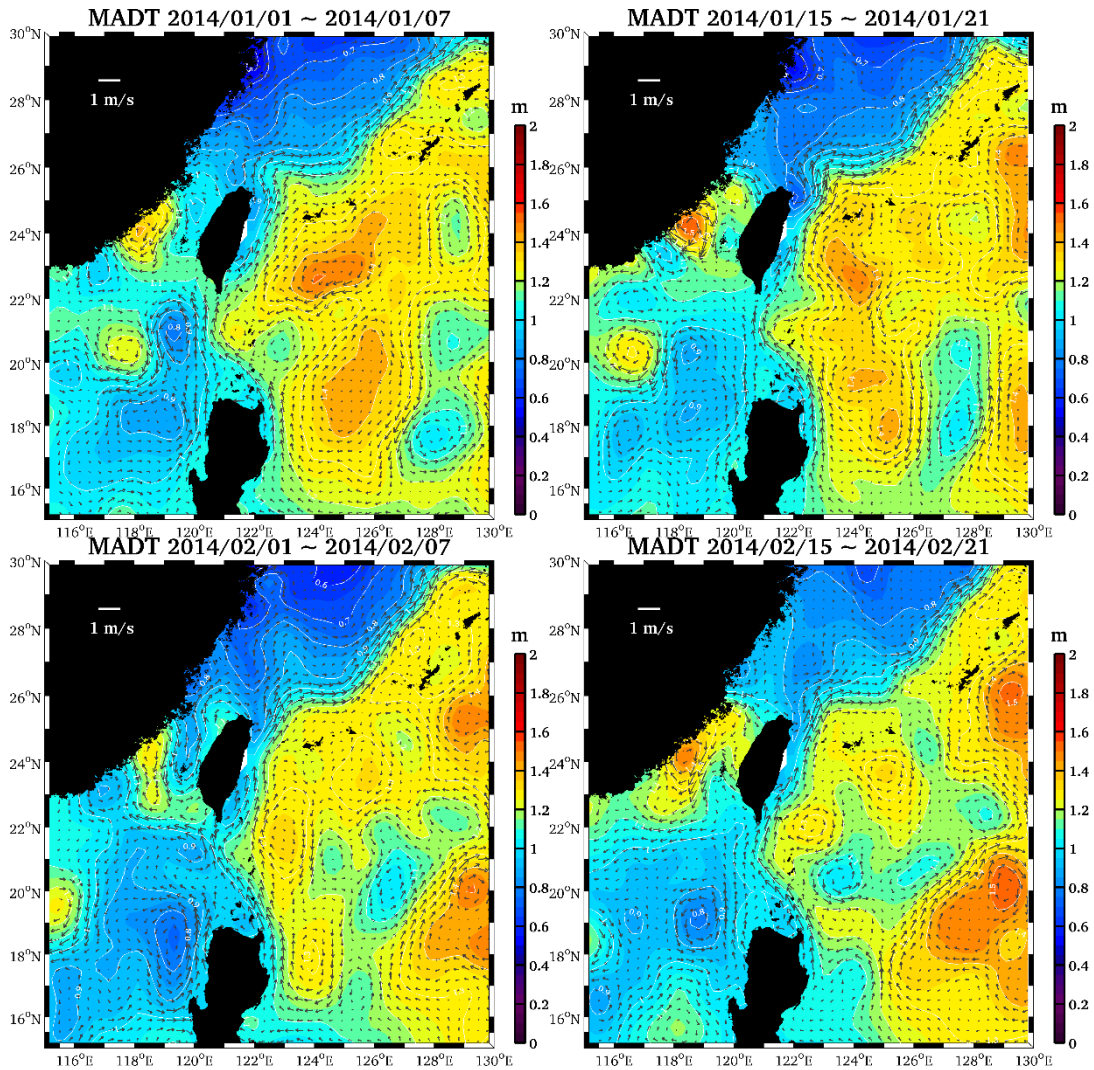


圖 4-4-19 2014 (民國 103) 年 1 月至 2 月之 AVISO 衛星高度資料與地轉流場分佈

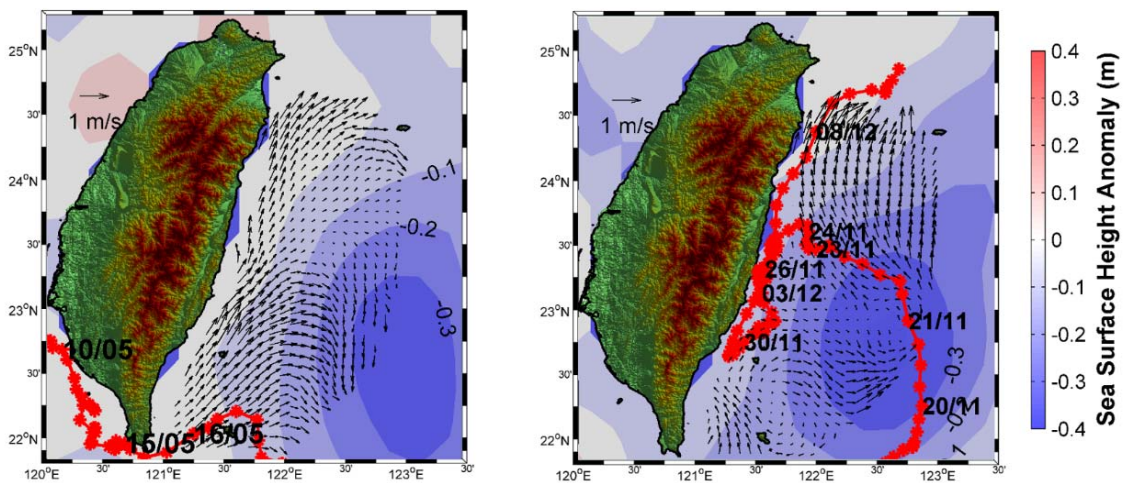


圖 4-4-20 左、右圖分別顯示 2013 (民國 102) 年 5 月 16 日及 11 月 23 日的 CODAR 海流與海表面高度異常值分佈圖，以及該段期間的漂流浮標軌跡圖，本圖取自 Yang et al. (2015)。

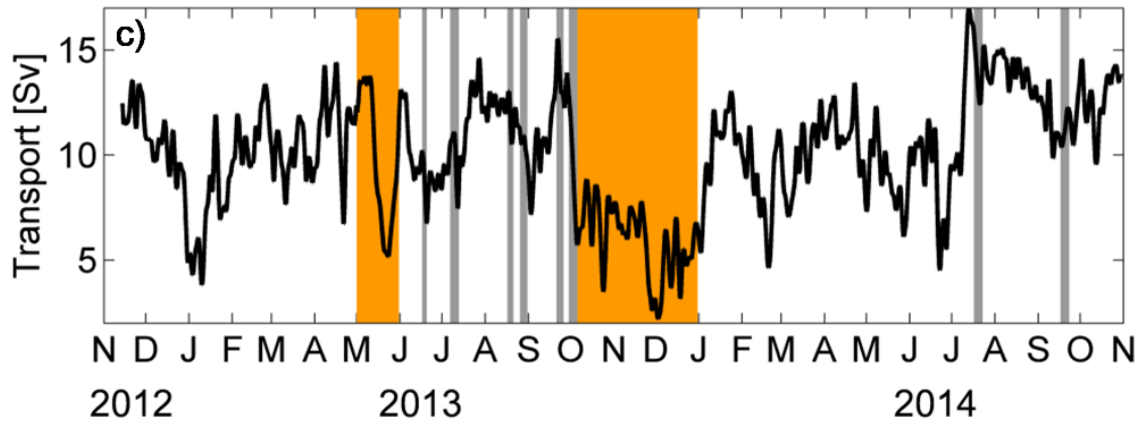


圖 4-4-21 利用佈放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量 棕色區域代表中尺度渦旋影響期間，本圖取自 Yang et al. (2015)

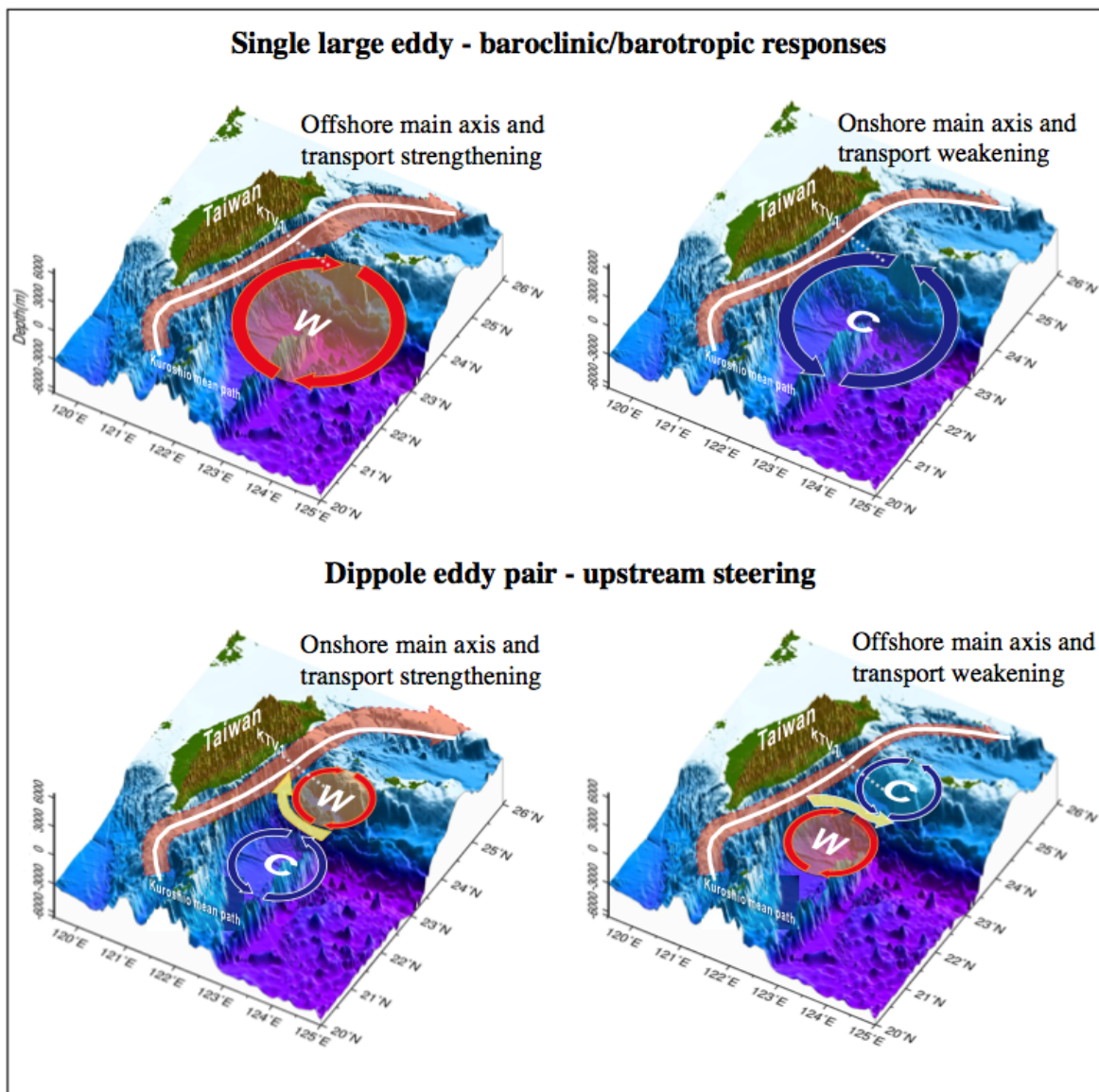


圖 4-4-22 渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋 衝擊或者為雙渦旋系統有關，本圖取自 Chang et al. (2018)

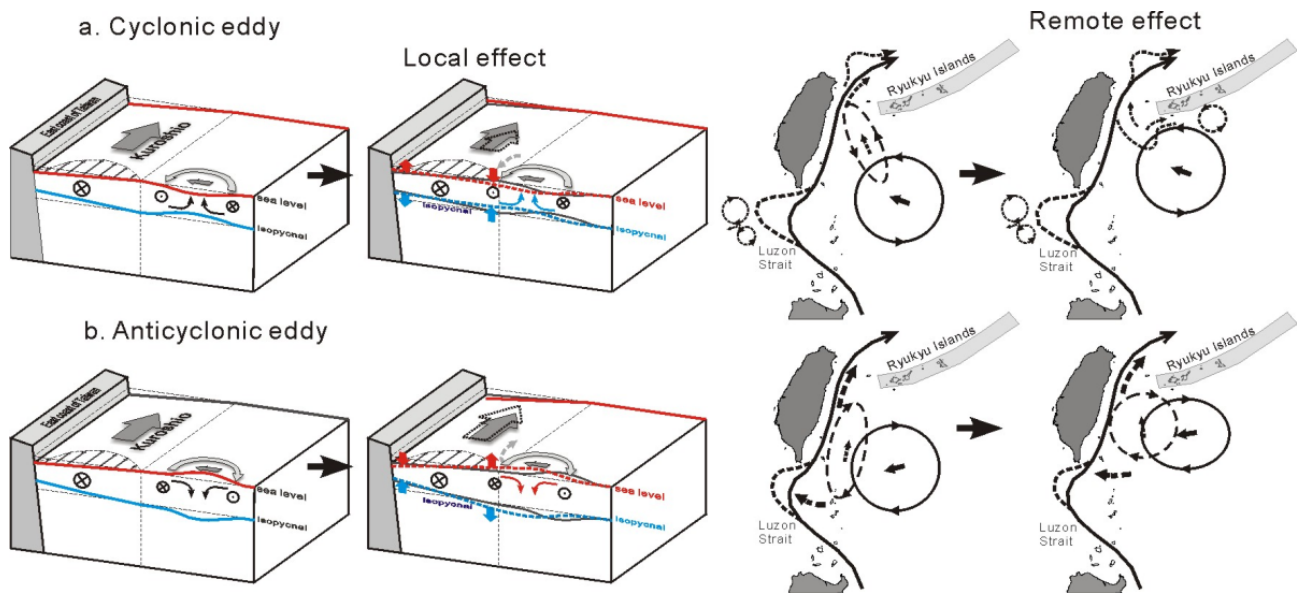


圖 4-4-23 氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用 (左)，及旋撞前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象，及撞擊後在臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程 (右)，本圖取自 Jan et al. (2017)

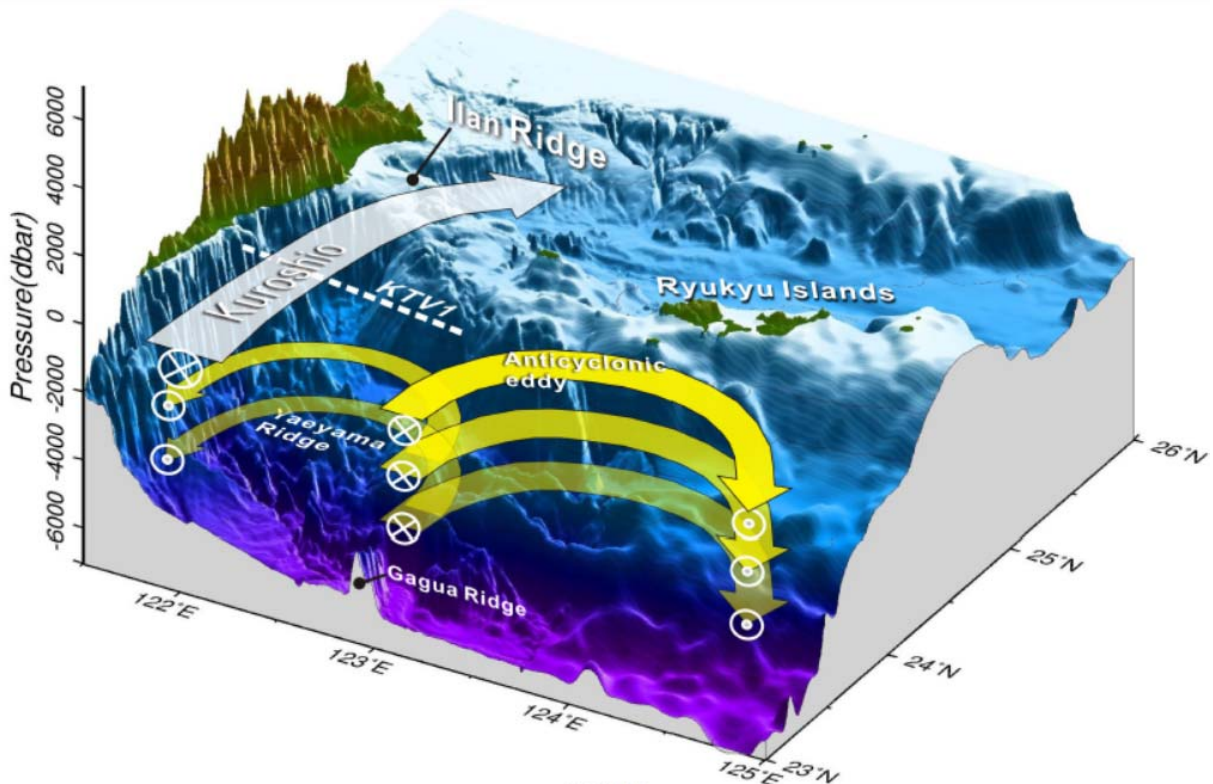


圖 4-4-24 反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流，本圖取自 Andres et al. (2017)。

中尺度渦漩不只影響臺灣東部外海的黑潮，亦會影響臺灣西南外海。例如，圖4-4-25顯示臺灣西南外海可能有一渦漩存在，因而造成漂流浮球呈現打轉的現象。

臺灣西南外海的流場變化，受到黑潮分支與中尺度渦漩影響，且變化快速。例如，圖4-4-26顯示在2014（民國103）年1月25日臺灣西南外有一順時鐘旋轉的流場結構，大部分較高溫的黑潮分支沿臺灣西南岸往東南流，部分高溫的黑潮分支往北經澎湖水道近入臺灣海峽。但是，約半個月後，此一順時鐘旋轉的流場結構消失，取而代之的是高溫的黑潮分支由南而北經澎湖水道進入臺灣海峽。

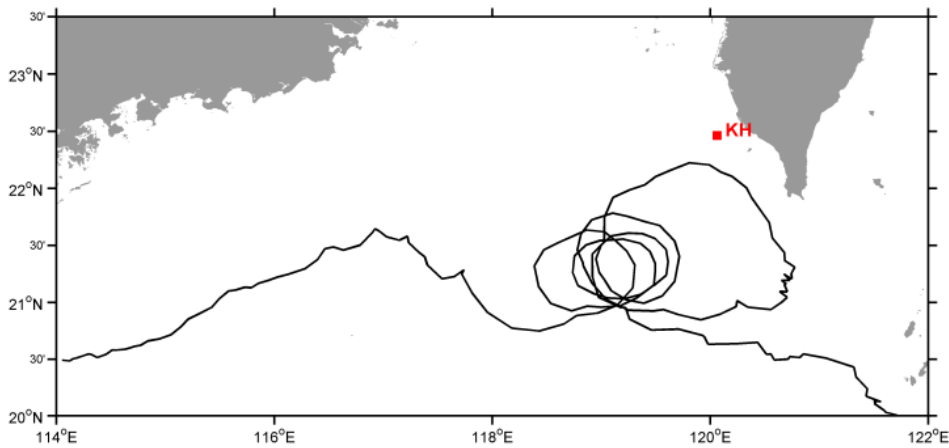


圖 4-4-25 漂流浮標軌跡顯示渦漩通過臺灣西南海域

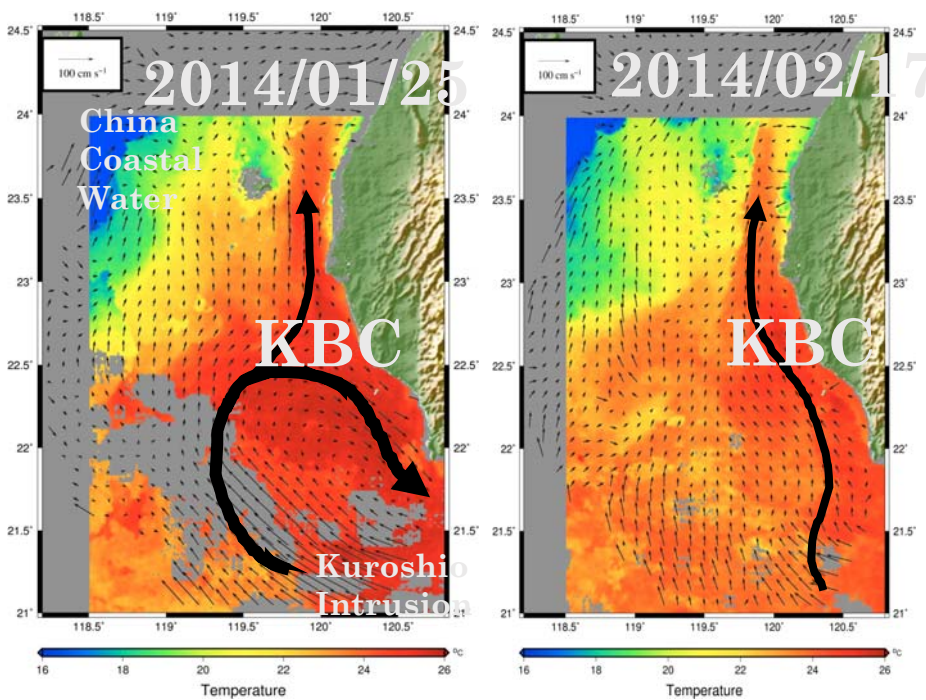


圖 4-4-26 臺灣西南海域水溫與洋流快速變化

綜上所述，臺灣周邊海域主要是受到黑潮、中國沿岸流、與來自於南海的海流影響，變化複雜。據此，本計畫乃蒐集著名的HYCOM高解析海洋數值模式模擬臺灣週遭海域之結果，用以分析研究海流與水文之空間分布與時間變化。尤其是臺灣海峽的海水漂流軌跡。

圖4-4-27為HYCOM模式分別是2018 (民國107) 年1月到9月期間，於每月1日從大陸東南沿岸的兩個點開始漂流30天的軌跡。在冬季期間，臺灣海峽主要是受東北季風與中國沿岸冷海水影響，故大陸近岸的漂流軌跡主要是沿著大陸海岸往西南漂流。但是也偶會受到來自於南海與渦漩的影響，而漂流軌跡不一定是南下，如2月1日的開始漂流軌跡，來自於北方的漂流物，到了臺灣海峽中部之後便有北返的趨勢。而這現象，到了3月便更加明顯，從南方開始的漂流軌跡是往北漂，而從北方開始的漂流流軌跡則是近似原地打轉。到了4月，則都是往北漂。5月1日從南方開始的漂流軌跡，是往東北漂，且更貼近臺灣北部海域。6月1日開始的漂流軌跡，則是受到當時的鋒面影響，漂流軌跡均是貼這大陸沿岸迅速往西南漂流。7月1日開始的漂流軌跡，則是又返回往東北漂，且其軌跡更為接近臺灣北部海域。8月1日開始的漂流軌跡類似7月1日開始的漂流軌跡。8月1日開始的漂流軌，則開始受到東北季風的影響，一開始是往南漂，之後東北季風減弱，軌跡轉為向北漂。

更多的每日漂流結果詳見於資料庫。這些結果顯示大陸沿岸的漂流物，受到海洋環境與氣象條件影響，漂流軌跡變化複雜，甚至其漂流軌跡有可能受到此複雜的環境影響，進而靠近臺灣沿海。

這是HYCOM模式的模擬結果，但數值模式存在著一些不確定性，有誤差存在，故需要更多的實際觀測資料與衛星遙測資料，輔助判斷，才能有更精確的結果。

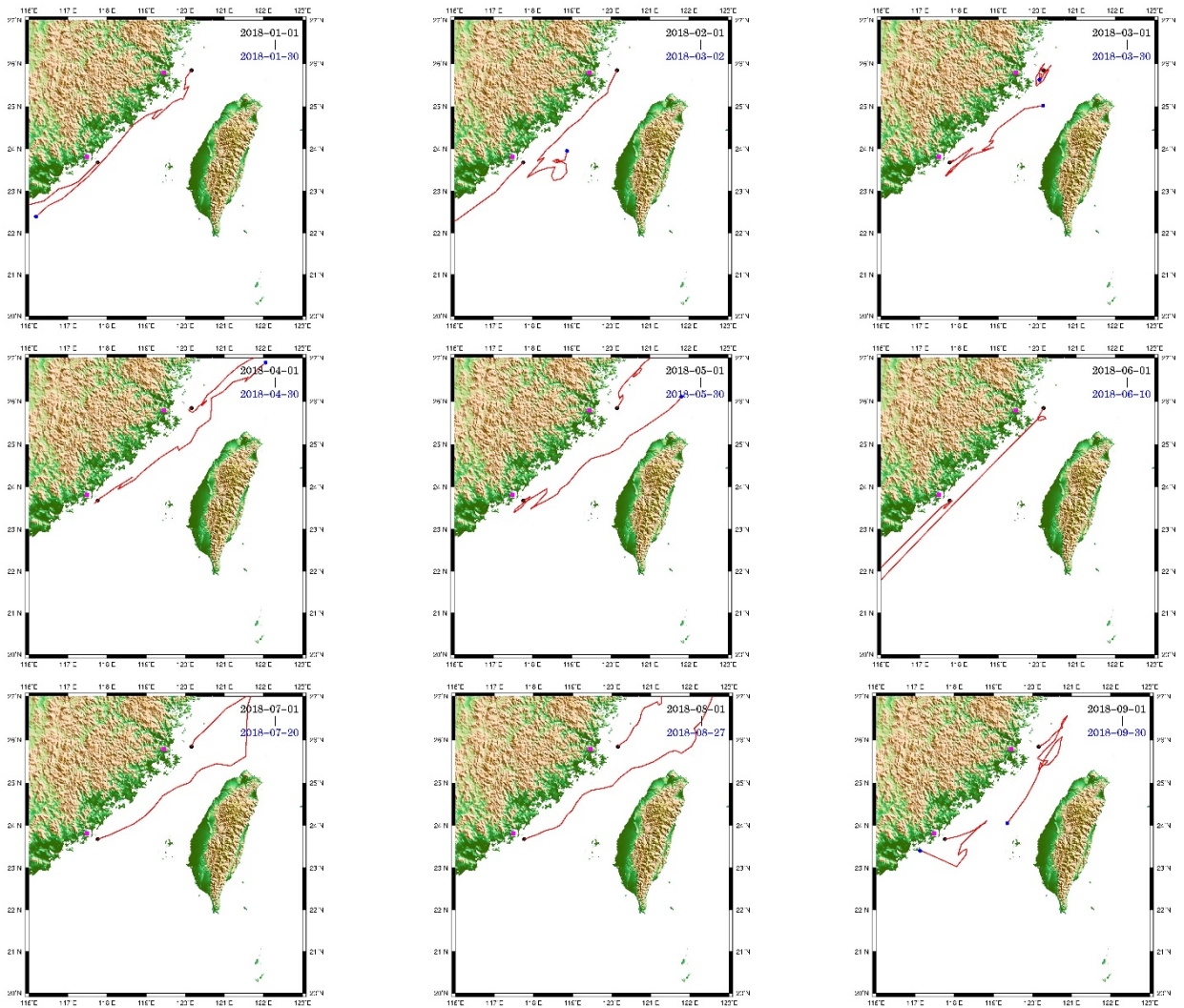


圖 4-4-27 HYCOM 模式模擬漂流軌跡

4.4.6 台灣海域輻射監測調查方法指引之建議規範草稿：

- 一、 本規範為求了解台灣鄰近海域中人工放射性核種之時間與空間分佈範圍，以及受影響之層面，包含海水、岸沙、海底沉積物以及海生物，並積極追蹤人工放射性核種之來源，以銜接後續之污染防治及管理和災害求償。
- 二、 由於分析人工放射性核種之儀器有限，首先確認能夠負擔完成之監測樣品數目，以利後續整體規劃。
- 三、 監測策略：透過觀察衛星影像圖、歷史海流資料、以及電腦模擬海流結果，在合理的採樣數目範圍內，以發現人工放射性核種之高值為目標，配合海洋學中各學科之手段（例如海洋化學、海洋物理等），以了解人工放射性核種高值之來源並擬訂收集樣品策略，以作為後續作為（例如防治、管理或求償）之依據。
- 四、 採樣策略之一：初期以研究船做區域範圍內的順道採樣。若經費以及研究船運作能量許可的話，則考慮以研究船做正規海洋調查。
- 五、 採樣策略之二：考量研究船之能量有限，可考慮季節及海流之影響，尋找適合之離島做為長期監測地點，亦或以其他適合的人工載具（例如各式船、艦）採集水樣，以監測該污染源之來向及去向。
- 六、 分析內容：除分析人工放射性核種外，至少應搭配海水溫度及鹽度以做為追蹤該海水水團之基本參數，並可考慮增加其他化學參數（如鹼度），以增加追蹤及分辨水團之可靠度。
- 七、 採樣內容以及頻率：採樣內容應包含海水、岸沙、海底沉積物、海生物。由污染事件開始時之高頻（例如每周至每月），可滾動式檢討逐漸降低採樣頻率（每季至每年）。
- 八、 安全規範：採樣及分析全程應遵守原子能委員會規定之安全規範，以保障人員之健康安全。

五、資料庫建置與網頁展示

4.5.1 系統架構

此計畫建置之資料庫使用以 **Linux** 核心所開發的作業系統—**Ubuntu**，使用的版本為 **16.04 x64**，此作業系統可增強網路保安功能，避免成為駭客跳板；網頁伺服器採用 **LAMP (Linux+Apache+MySQL+PHP)**，加強網頁即時查詢功能，加強研究人員登入保安，並提供自訂密碼功能。

4.5.2 網頁介紹

在網頁部分，其架構如圖 4-5-1，進入首頁後可看到前台部分有關於計畫、計畫項目、研究團隊與區域採樣等四個項目，後台部分則是透過在研究人員專區輸入申請的帳號密碼後，即可進入，後台中有衛星雲圖、Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)衛星、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)模式模擬海流、觀測資料查詢、HYCOM 模式漂流軌跡、海面高度與地轉流、相關網站等選項。而該網頁固定網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。

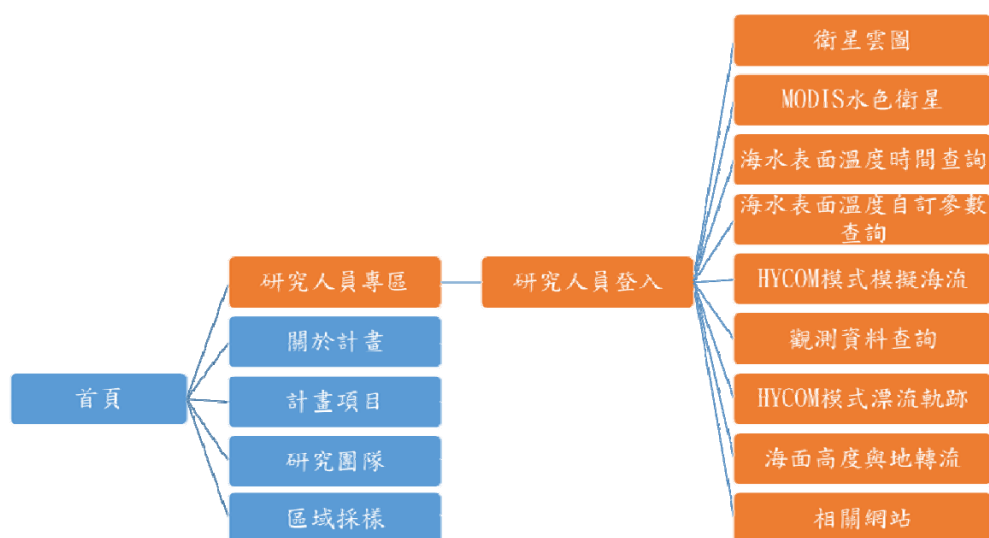


圖 4-5-1 網頁架構

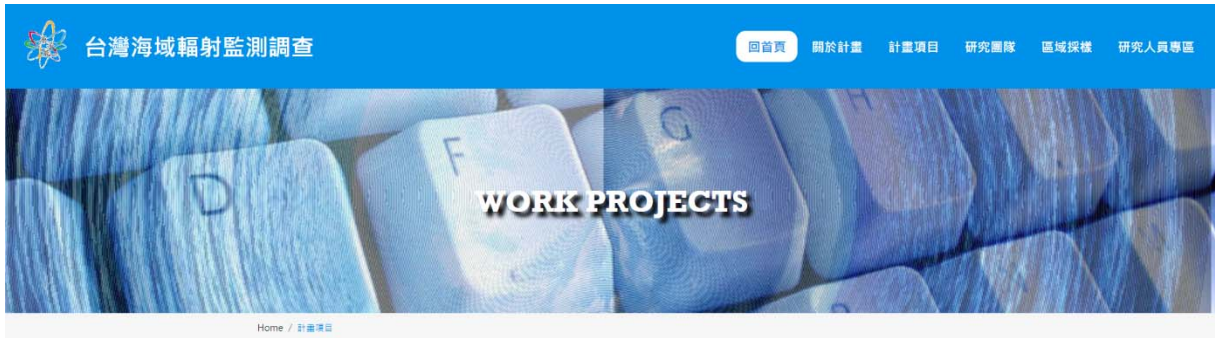
在首頁部分介紹了計畫目的、期程、與預期效益等，頁面樣式如圖 4-5-2；而前台介面的關於計畫中，說明整個計畫之緣起，頁面樣式如圖 4-5-3；計畫項目中列舉本計畫中幾項主要的工作項目，頁面樣式如圖 4-5-4；研究團隊中列出本計畫主要的執行教授群，頁面樣式如圖 4-5-5；最後的區域採樣中，則是列出在此計畫中預計採樣與監測之海域範圍，頁面樣式如圖 4-5-6。



圖 4-5-2 網頁首頁



圖 4-5-3 關於計畫頁面

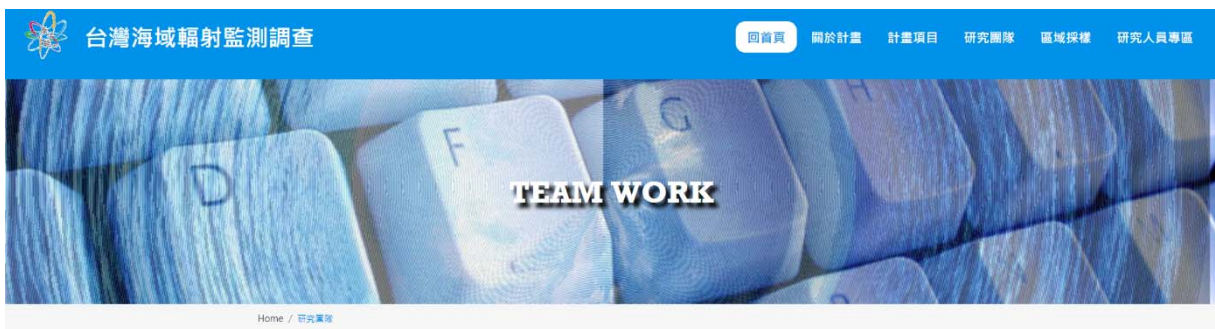


主要工作項目

本計畫目標在臺灣鄰近海域執行海水、海底沉積物及海生物等取樣工作，以協助完成臺灣周邊海域輻射狀況之基本調查。此外，本計畫將輔以洋流、氣候、季節等資訊，以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種擴散至臺灣海域之可能情形，藉由此科學理論依據決定最適之輻射監測取樣站點等項目，來規劃長程輻射監測調查計畫。重要工作項目如下：

- 水樣以及沉積物採集
- 海生物樣品採集
- 海流模式及來源分析

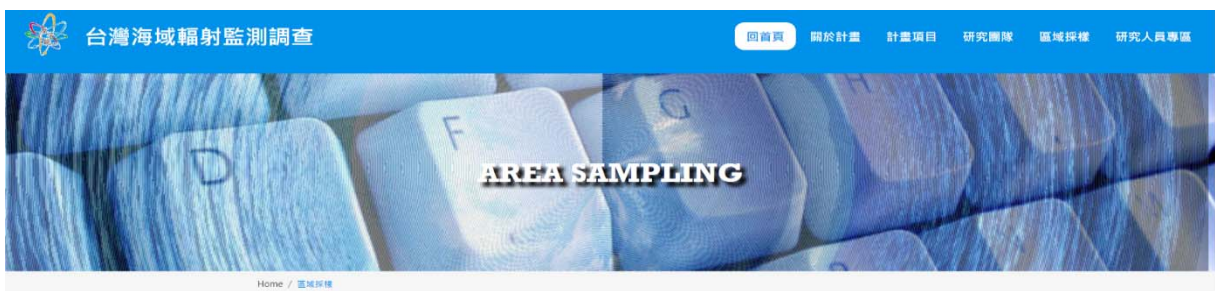
圖 4-5-4 計畫項目頁面



研究團隊

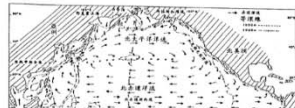
- **陳鎮東**
 國立中山大學
 海洋科學系 中山講座教授
 規劃、管理及整合本計畫，並執行整體規劃、品質管控及報告書撰寫等
- **李明安**
 國立臺灣海洋大學
 環境生物與漁業科學系教授
 海洋生物採樣規畫暨報告撰寫、協助樣品採集
- **詹森**
 國立臺灣大學
 海洋研究所教授
 海流與水文資料分析、協助樣品採集

圖 4-5-5 研究團隊頁面



臺灣東南海域

(大體上定為120°45' E以東，25°N以南，20°N以北，123°E以西)



本海域水面較為單純，不論冬、夏東部均主要為黑潮水，來自菲律賓東岸，乃太平洋北赤道洋流之延伸，而北赤道洋流，為北太平洋洋流（環）流之延伸，該洋流與源自流過日本東南方之黑潮（圖2），因此福島核災所釋放之人工核種，匯入流過日本東南方之黑潮、北太平洋洋流、北赤道洋流、菲律賓東岸，而流到臺灣東南海域。南海水則會經過臺灣南

圖 4-5-6 區域採樣頁面

4.5.3 資料介紹

在後台中，目前衛星雲圖、MODIS 衛星、海水表面溫度、HYCOM 模式模擬海流皆已完成自動化處理流程建置，資料會每日自動更新，而 HYCOM 模式漂流軌跡、海面高度與地轉流已完成頁面的建置，可查詢今年十月以前之資料。在觀測資料查詢部分已更新至第三季，往後資料皆會以季為單位上傳更新。

衛星雲圖部分主要是擷取氣象局的資料，提供的圖型種類有東亞與臺灣區域調色過後的紅外線雲圖、東亞與臺灣區域的真實色衛星影像、地面天氣圖，前四種影像皆來自於日本氣象廳用於氣象觀察的地球同步衛星，向日葵系列中的向日葵 8 號衛星，時間解析為 10 分鐘一筆。進入圖 4-5-7 的頁面之後，可以使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍，以及想找的圖片種類進行搜尋。在搜尋過後點選圖下方的 **view image** 即可看放大圖，如圖 4-5-8，在放大圖的模式下，可點選右上方的放大鏡圖示，觀看更細微的圖片細節，除此之外，使用滑鼠滾輪或是點及頁面左右方之箭號則可切換搜尋後圖資之上下頁。

MODIS 水色衛星部分，提供的圖型種類有 aqua 水色衛星與 terra 水色衛星兩種。進入圖 4-5-9 的頁面之後，一樣可以使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍，以及想找的圖片種類進行搜尋。在搜尋過後點選圖下方的 **view image** 即可看放大圖，在放大圖的模式下之功能與前述的衛星雲圖部分相同。MODIS 又稱為中級解析度成像分光輻射度計，是搭載於 Terra 和 Aqua 衛星上的一個重要感測器。海洋水色會因入射光與水中物質或顆粒相互作用而改變，透過水色衛星的資料，可以用來計算物質在海水表面的濃度和生物活動程度，衛星觀測海洋水色提供一個了解全球性的生物活動視野觀點。資料庫中的 MODIS 水色衛星資料是選擇真實色彩的影像，其空間解析度為 250 公尺，時間解析為一天一筆。

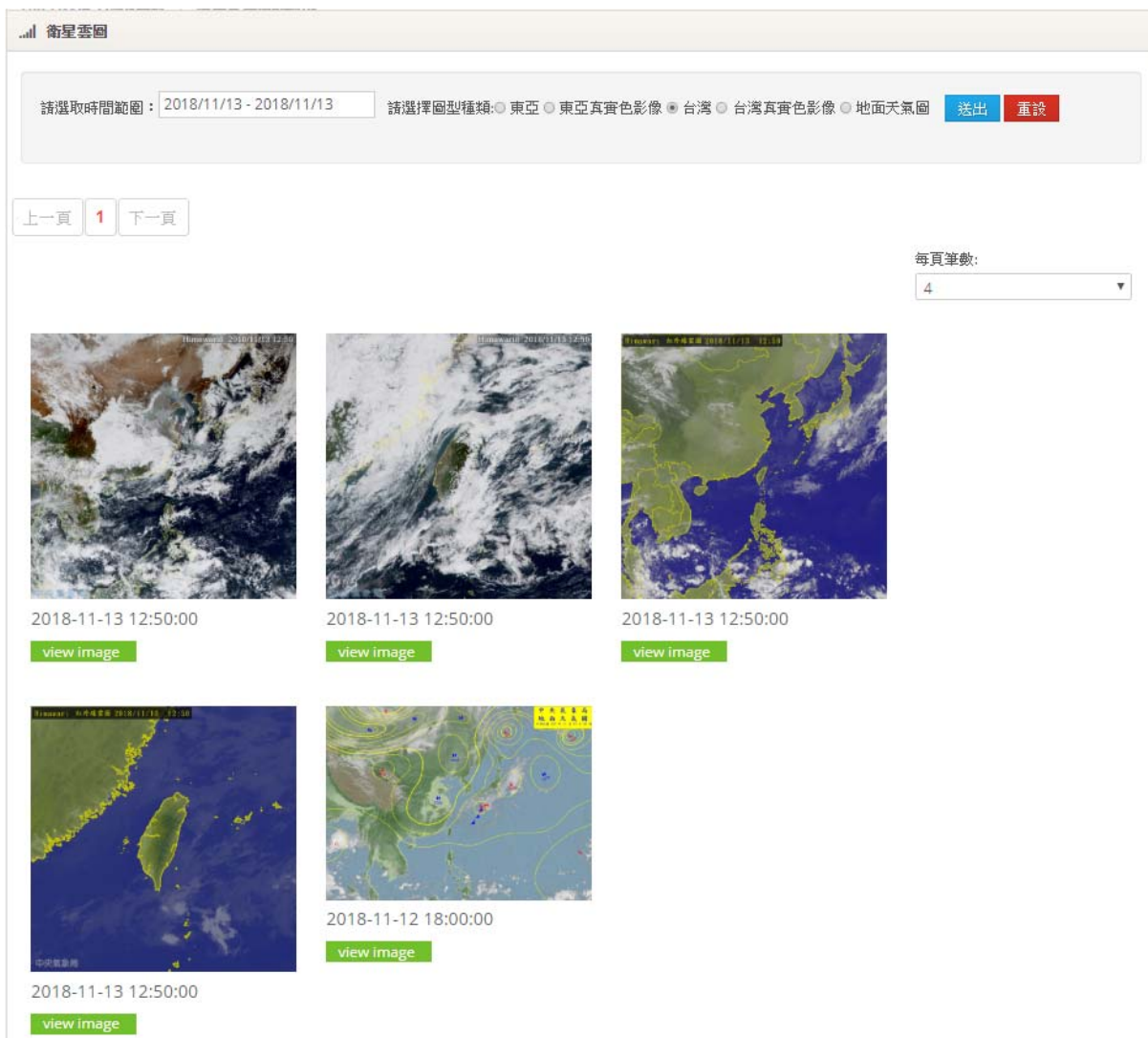


圖 4-5-7 衛星雲圖搜尋頁面

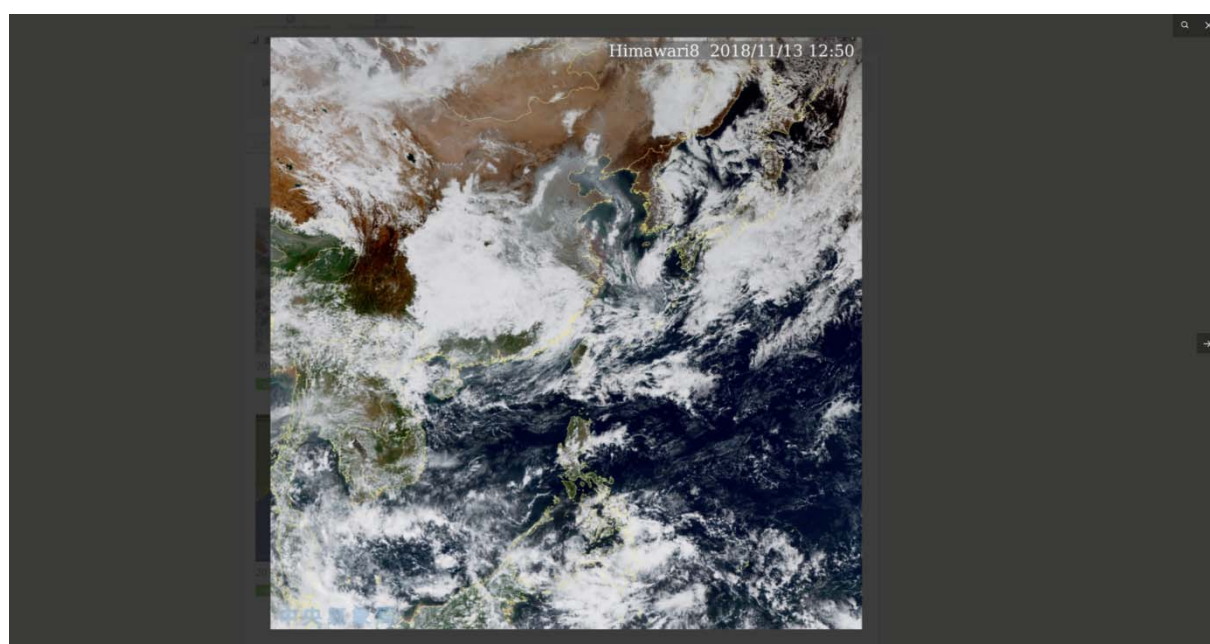


圖 4-5-8 衛星雲圖放大頁面

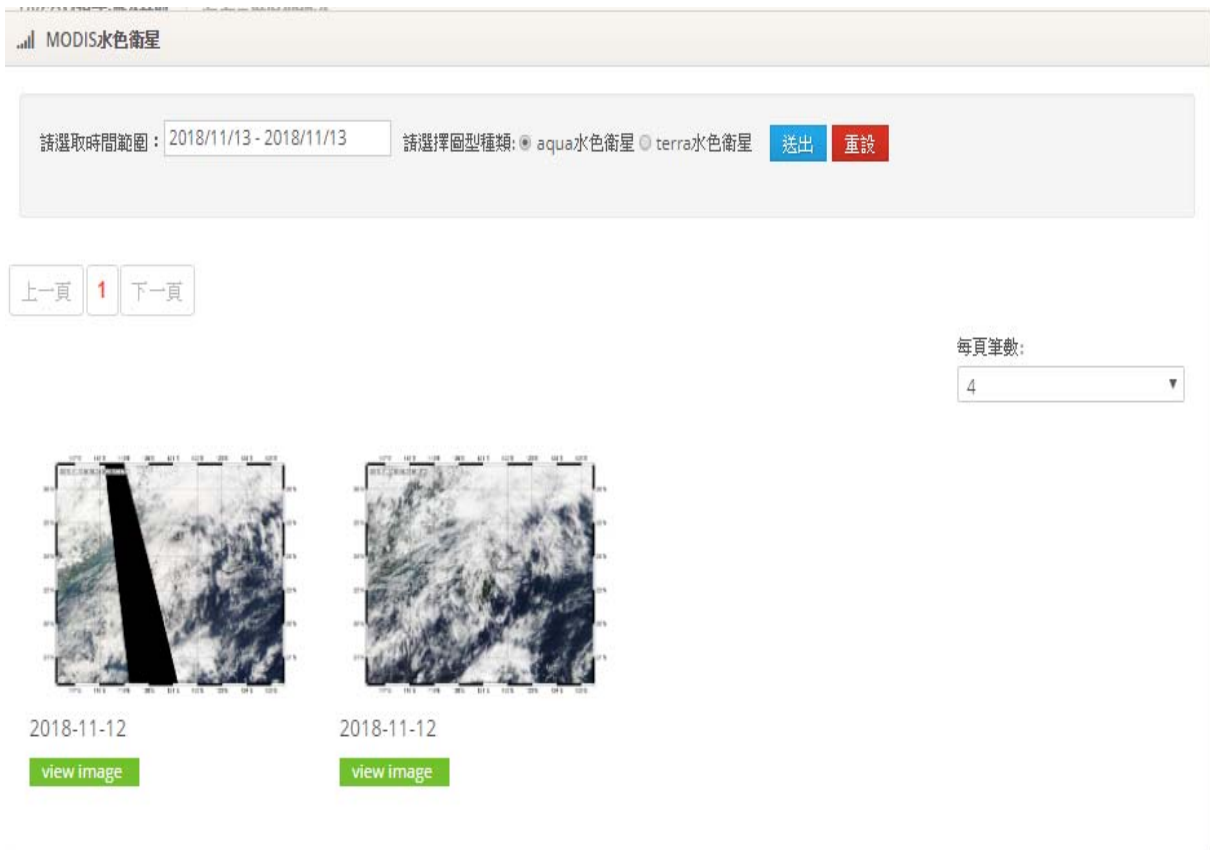


圖 4-5-9 MODIS 水色衛星搜尋頁面

海水表面溫度部分，可在進入圖 4-5-10 的頁面之後，使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍進行搜尋。在搜尋過後點選圖下方的 **view image** 即可看放大圖，在放大圖的模式下之功能與前述的衛星雲圖部分相同。此海水表面溫度資料是使用 **Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST)** 當中 **NASA Jet Propulsion Laboratory, Ocean Biology Processing Group and University of Miami, USA (JPL)** 所提供之全球產品 (**MUR GLOB**)，此資料為 **L4** 等級的，空間解析約為 **1km**，時間解析為一天一筆。除此之外，也可以使用海水表面溫度自訂參數查詢 (圖 4-5-11)，畫出特定時間及範圍之海表溫度分布圖，如圖 4-5-12。

請選取時間範圍： 2018/11/13 - 2018/11/13

送出

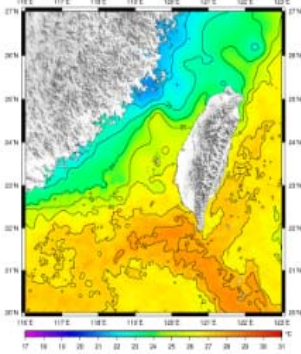
重設

前一頁 1 2 下一頁

每頁筆數：

4

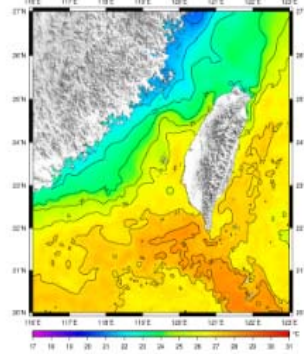
2018-11-11 Sea Surface Temperature



2018-11-11

[view image](#)

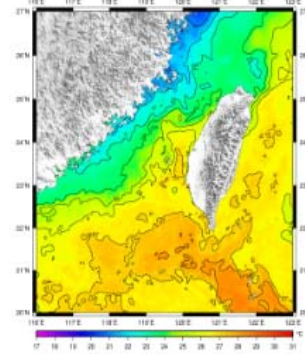
2018-11-10 Sea Surface Temperature



2018-11-10

[view image](#)

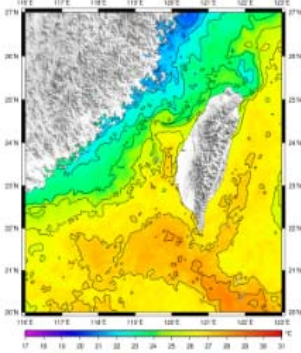
2018-11-09 Sea Surface Temperature



2018-11-09

[view image](#)

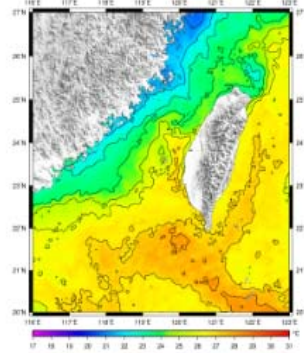
2018-11-08 Sea Surface Temperature



2018-11-08

[view image](#)

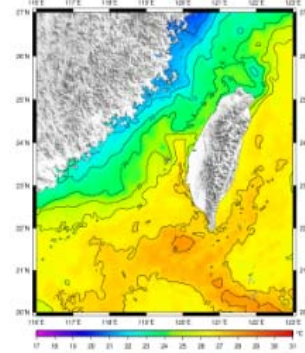
2018-11-07 Sea Surface Temperature



2018-11-07

[view image](#)

2018-11-06 Sea Surface Temperature



2018-11-06

[view image](#)

圖 4-5-10 海水表面溫度搜尋頁面

請選擇時間範圍：2018-06-11

請選擇經度範圍：西邊界：119

東邊界：123

請選擇緯度範圍：南邊界：21

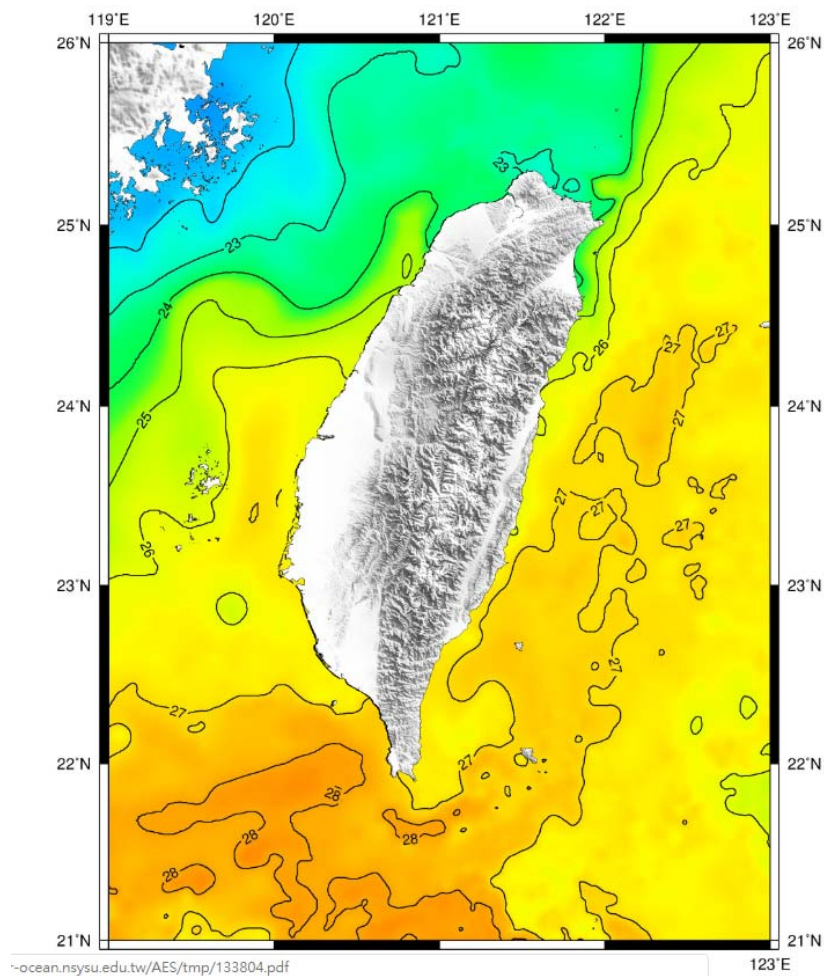
北邊界：26

送出

重設

4-5-11 海水表面溫度自訂參數查詢頁面

SST on 2018-11-10



4-5-12 海水表面溫度自訂參數輸出圖片

而 HYCOM 模式模擬資料部分，可在進入圖 4-5-13 的頁面之後，使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍進行搜尋，每天會產出鹽度場、速度場、溫度場共三種圖片。在搜尋過後點選圖下方的 **view image** 即可看放大圖，在放大圖的模式下之功能與前述的衛星雲圖部分相同。此 HYCOM 模式模擬資料是使用後報 (Hindcast) 的資料，空間解析約為 1/12 度，時間解析為一天一筆的分析資料。

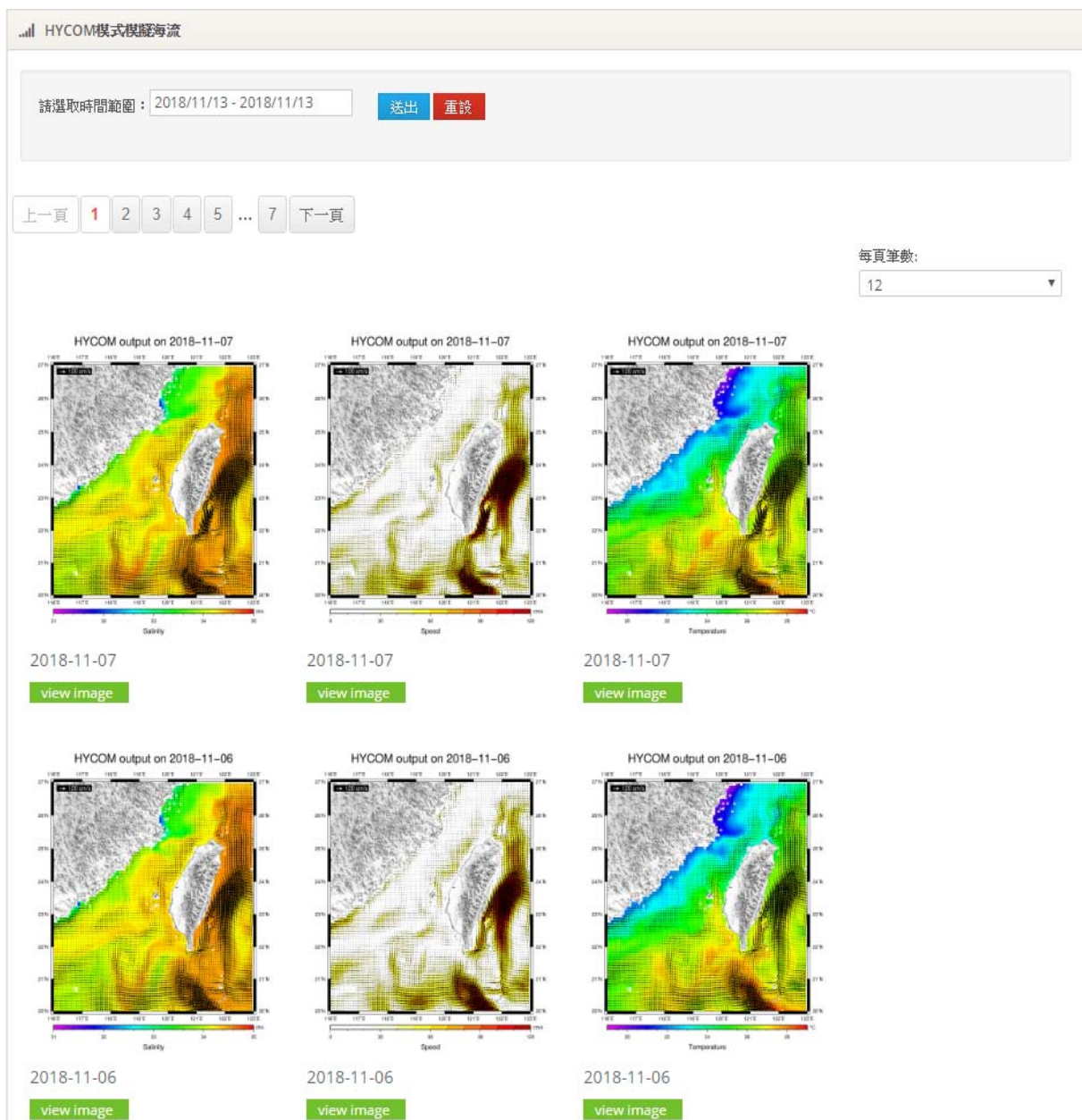


圖 4-5-13 HYCOM 模式資料搜尋頁面

而觀測資料查詢部分，則是分成三大類，分別是能譜分析查詢、海域採樣查詢、銫-137 地圖展示，可透過圖 4-5-14 中左上角的按鈕切換頁面。在選擇能譜分析查詢後會進入圖 4-5-15 的頁面，使用上方選擇欄位選擇想要查詢的分析種類後，即可看到該類別的表格。而分析種類目前共有離岸海水、沿岸地區海水、沿岸地區海產物及沿岸地區河沙等四種。

而在選擇海域採樣查詢後會進入圖 4-5-16 的頁面，使用上方選擇欄位選擇採樣種類（海水採樣、沉積物採樣、生物採樣）以及採樣地區（西北區、西南區、西側區、東北區、東南區、不分區）查詢資料，即可看到該種類與區域的表格。表格內顯示該採樣品之編號、時間、位置等資訊，而分析後之數據則在點選瀏覽後可以看到（圖 4-5-17）。

而選擇銫-137 地圖展示則會進入圖 4-5-18，可見銫-137 在地圖上分布之數值，圖上顯示各採樣點之位置與數值，此外當滑鼠點選採樣點，還可看到採樣類別、採樣時間與分析出來之活度。

日期	經度	緯度	水下深度	銫134	銫137	離岸距離 (公里)
2018-05-18	121.79203033	24.33991051	328	0.00	0.00	1.9
2018-05-18	118.39147186	24.40366936	0	0.00	0.00	3.6
2018-05-18	118.41905212	24.38871956	0	0.00	0.00	2.2
2018-05-18	118.44275665	24.37413025	0	0.00	0.00	3.8
2018-05-14	120.74929810	21.89775085	0	0.00	0.00	2.6
2018-05-14	120.76244354	21.95524979	0	0.00	0.00	0.4

圖 4-5-14 觀測資料查詢搜尋頁面

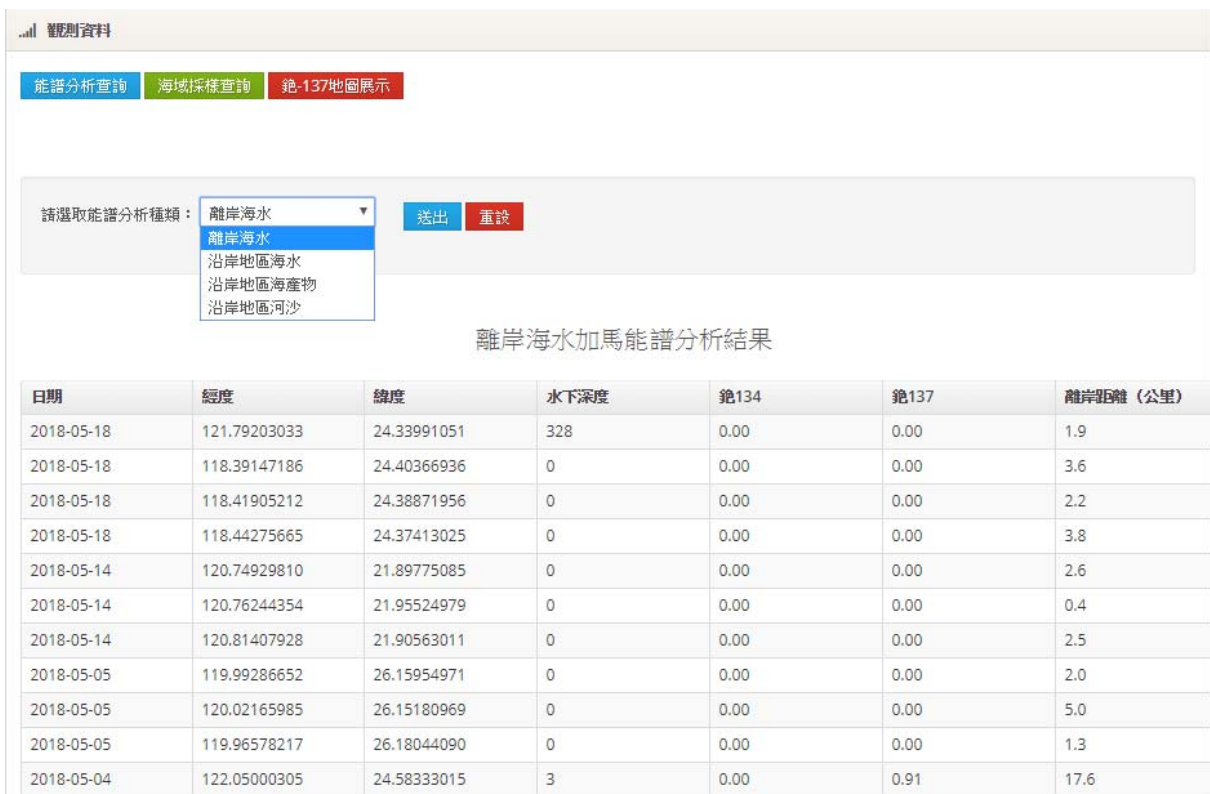


圖 4-5-15 觀測資料之能譜分析查詢頁面

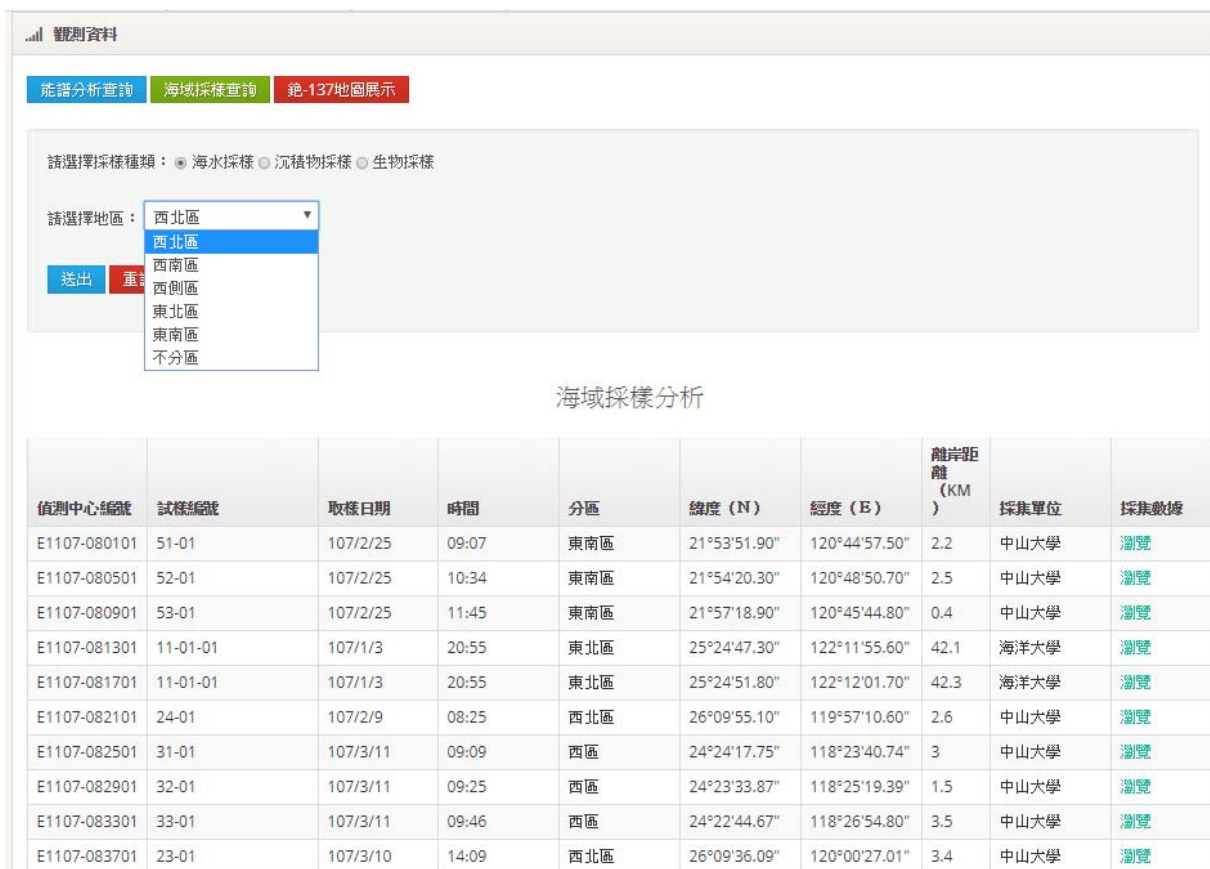


圖 4-5-16 觀測資料之海域採集查詢頁面

試驗編號: 51-01
採樣單位: 中山大學

偵測中心編號: E1107-080101
採樣人: 王冰潔高愷琳

[回上一頁](#)

銫-134 MDA 0.5	—
銫-137 MDA 0.7	0.99
取樣體積(輻射物質)	60
採水深度	0
海水溫度	24.2
海水鹽度	34.7
天氣	晴
TA (μmol/L)	
TA (μmol/Kg)	2256.1764
pH	8.058

圖 4-5-17 海域採集之採樣數據頁面

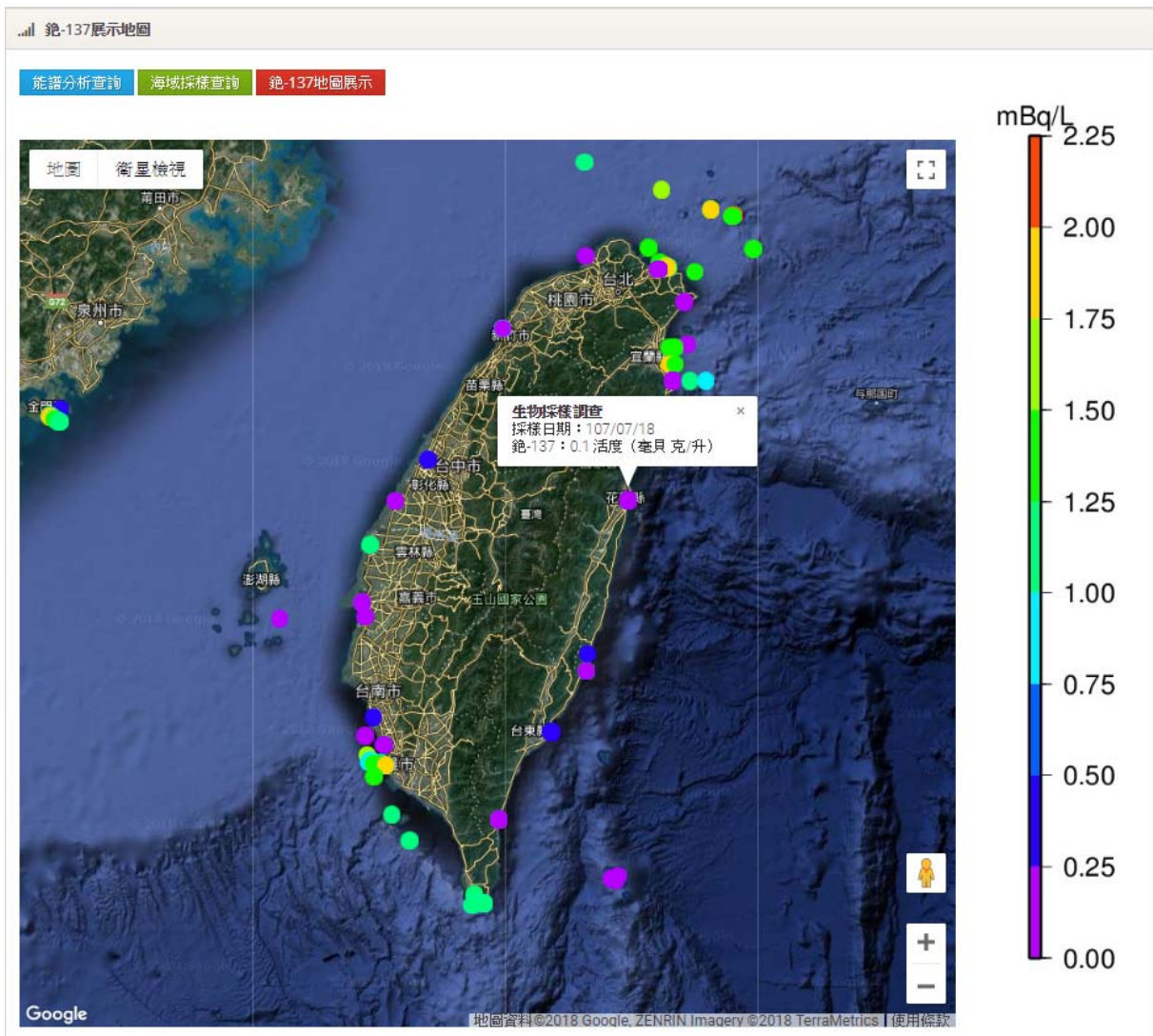


圖 4-5-18 銫-137 地圖展示頁面

而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡部分，可在進入圖 4-5-19 的頁面後使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍進行搜尋，選擇的日期為模擬起始日，每個動畫都是模擬一個月漂流軌跡，在模擬時，因核電廠位於陸地，且每日往復的潮流會使物質帶離岸邊，因此我們選擇離核電廠岸邊有一小段距離的網格點作為起始點，來模擬這一個月的漂流軌跡。若要看動畫可以點選圖上的播放按鈕，也可以使用圖左下方全螢幕之按鈕放大影像 (圖 4-5-20)。

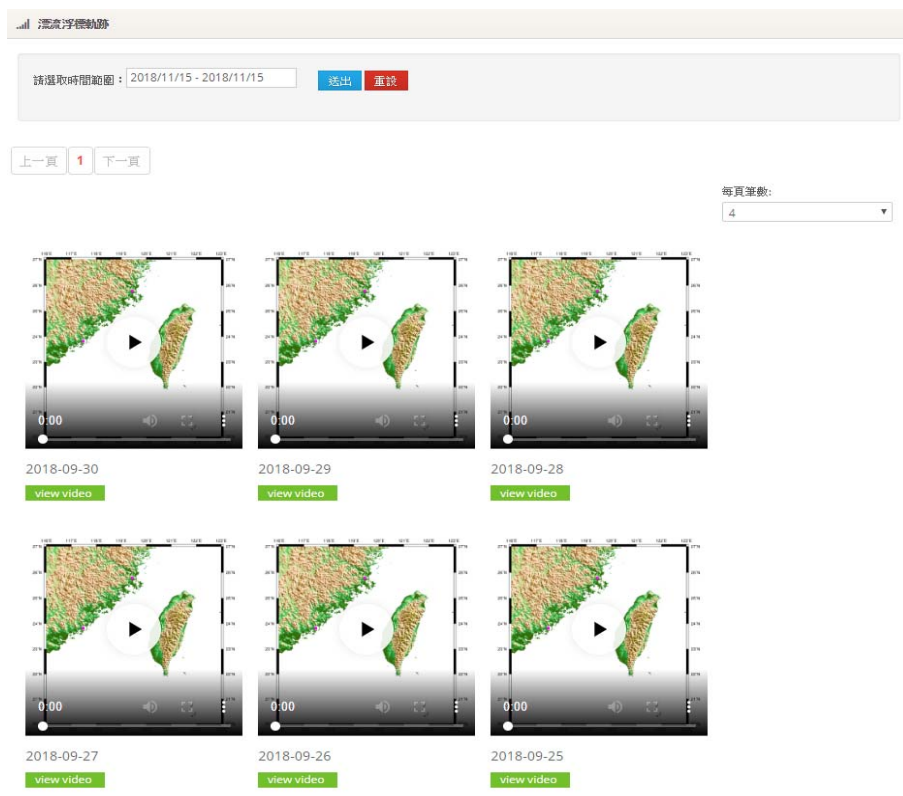


圖 4-5-19 HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面

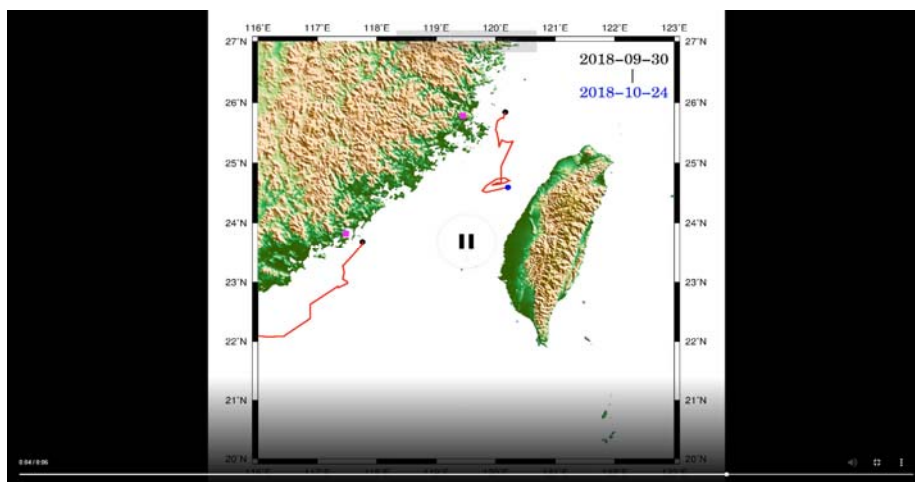


圖 4-5-20 HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫放大頁面

而海面高度與地轉流部分，可在進入圖 4-5-21 的頁面之後，使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍進行搜尋，每天會產出海面高度異常值，疊上地轉流向量場之圖。在搜尋過後點選圖下方的 **view image** 即可看放大圖(圖 4-5-22)，在放大圖的模式下之功能與前述的衛星雲圖部分相同。此海面高度與地轉流之資料是使用 Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data (AVISO)數據中心的海面高度衛星資料，此資料目前由 Copernicus Marine Environment Monitoring Service(CMEMS)這個單位所管理，空間解析約為 1/4 度，時間解析為一天一筆的分析資料。

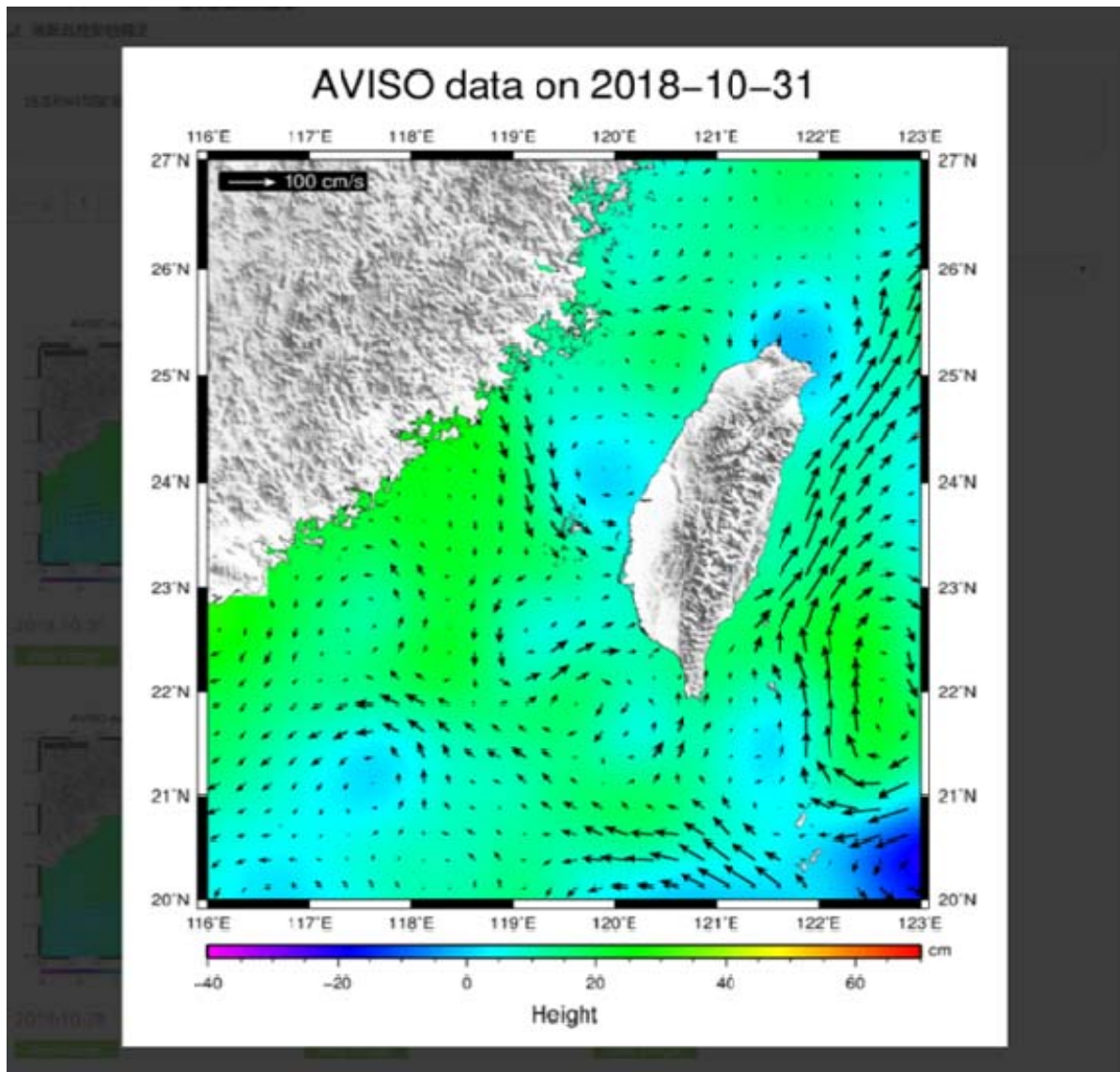


圖 4-5-21 海面高度與地轉流頁面

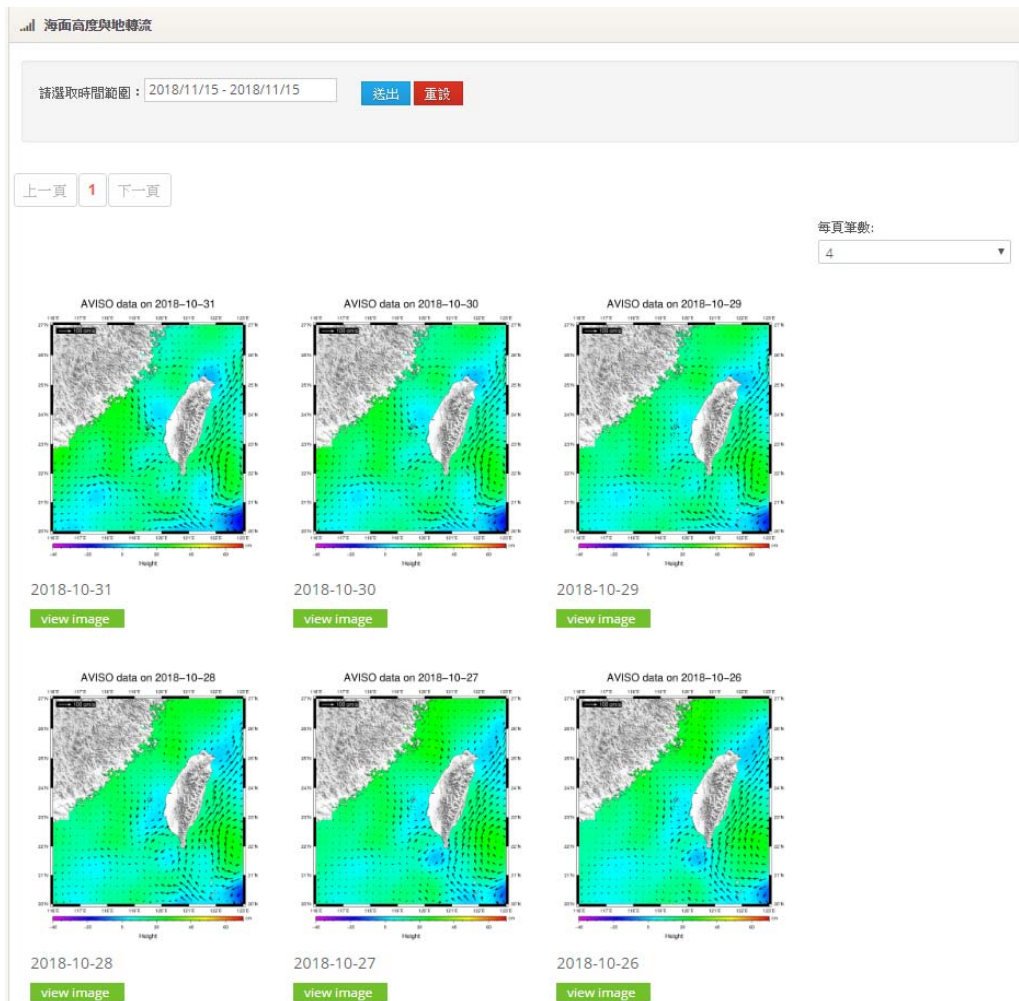


圖 4-5-22 海面高度與地轉流之放大頁面

在相關網站部分，提供國外開放可供查詢放射性核種活度或調查結果之連結，提供便捷與本計畫連結。提供之內容如圖 4-5-23 中顯示的四個網頁選項，包含一、Marine Information System，二、日本海洋輻射調查報告(平成 28 年)_2016 年，三、海生研／委託調查成果，四、How Radioactive is Our Ocean?

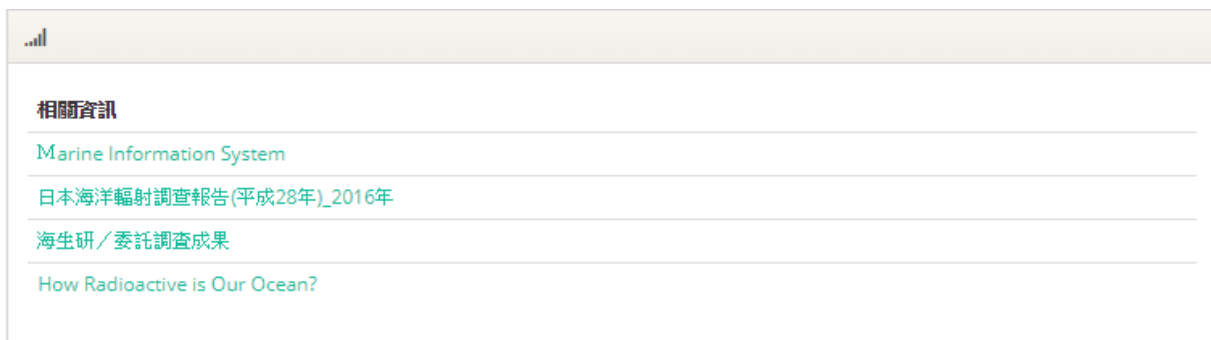


圖 4-5-23 相關網站頁面

六、工作討論會

擬討論

1. 網頁之網域名稱：<http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw>
(IP: 140.117.94.117)
2. 網頁呈現方式
3. 臺灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫，以期未來能建立臺灣海域完整的輻射背景資料，亦作為評估中國沿岸核電廠運轉與福島核災事故所排放之輻射物質對臺灣海域影響的參考依據。
4. 收集國外海洋輻射監測相關文獻，參考國際主流調查做法，考量放射性物質於海水中的分布特性，輔以洋流、氣候、季節等資訊，以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種漂流至臺灣海域之可能情形。
5. 藉前述科學理論依據與實際執行之可行性，探討目前調查範圍與監測站點之適切性，並提出有代表性之最適確的海域監測範圍、輻射監測取樣站點、試樣類別與取樣頻率等項目。
6. 研擬臺灣海域輻射監測調查方法指引之建議規範。
7. 監測方法國際交流

本計畫已於 107 年 3 月 24 日~3 月 28 日期間邀請 Dr. Ken Buessler 來臺灣。至中山大學海洋科學系進行兩場演講 (3 月 26 日講題為 Tracking the fate of carbon in the ocean using thorium-234, 3 月 28 日講題為 Fukushima- a view from the ocean)，以及於原子能委員會輻射偵測中心進行一場演講 (3 月 27 日講題為 Fukushima- a view from the ocean)，並參觀輻射偵測中心之設備。Dr. Ken Buessler 並在來訪期間與本計畫人員進行採樣方式之交流，並討論減少樣品體積之可能性。本計畫另外於 3 月 21 日以及 3 月 28 日下午各別與共同主持人楊穎堅教授以及李明安教授進行工作討論。下圖左本計畫共同主持人李明安教授於 3 月 28 日下午給予演講，Dr. Ken Buessler 以及兩位共同主持人共同聆聽討論，下圖右當日演講後四人之會談，討論內容包含採樣之方式以及 Dr. Ken Buessler 在福島第一核電廠監測之經驗交流。



七、儀器設備費使用進度

表 4-7-1 高解析度分光光度計費使用進度如下表所示。

設備費使用規劃	完成日期
分光光度計招標申請	107 年 4 月 24 日
分光光度計開標及決標	107 年 5 月 15 日
分光光度計驗收	107 年 7 月 15 日

伍、參考文獻

- [1] 沈世傑、吳高逸，「臺灣魚類圖鑑」國立海洋生物博物館，2011年12月。
- [2] 邵廣昭、張睿昇、鄭明修等，「臺灣常見經濟性水產動植物圖鑑」，行政院農業委員會漁業，2015年11月28日。
- [3] 平成28年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査及び総合評価）事業調査報告書，公益財団法人海洋生物環境研究所，平成29年3月。
- [4] 海洋學門資料庫 (科技部) <http://www.odb.ntu.edu.tw/>。
- [5] Buesseler et al. Fukushima Daiichi–Derived Radionuclides in the Ocean: Transport, Fate, and Impacts. *Annual Review of Marine Science*, 9: 173-203, doi:10.1146/annurev-marine-010816-060733 (2017).
- [6] Center for Marine and Environmental Radiation, W. H. O. I. (n.d.), Our radioactive ocean, Available from: http://www.ourradioactiveocean.org/index_oroviz.html
- [7] Clayton, T. D. and R. H. Byrne. Spectrophotometric seawater pH measurements: total hydrogen results, *Deep-Sea Res*, 40(10), 2115–2129, doi:10.1016/0967-0637(93)90048-8 (1993).
- [8] Huang, W.-J., Y. Wang, and W.-J. Cai. Assessment of sample storage techniques for total alkalinity and dissolved inorganic carbon in seawater, *Limnology and Oceanography: Methods*, 10 (SEPTEMBER), 711–717, doi:10.4319/lom.2012.10.711 (2012).
- [9] Ito, T., S. Otsuka, and H. Kawamura. Estimation of total amounts of anthropogenic radionuclides in the Japan Sea. *Journal of Nuclear Science and Technology*, 44, 912–922 (2007).

- [10] Inomata, Y., M. Aoyama, Y. Hamajima, and M. Yamada. Transport of FNPP1-derived radiocaesium from subtropical mode water in the western North Pacific Ocean to the Sea of Japan. *Ocean Science*, 14, 813–826 (2018).
- [11] Kim, C.-K., J.-I. Byun, J.-S. Chae, H.-Y. Choi, S.-W. Choi, D.-J. Kim, Y.-J. Kim, D.-M. Lee, W.-J. Park, S. A. Yim, and J.-Y. Yun. Radiological impact in Korea following the Fukushima nuclear accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 111, 70-82 (2012).
- [12] Men, W., J. H. He, F. F. Wang, Y. Wen, Y. L. Li, J. Huang, X. G. Yu. Radioactive status of seawater in the northwest Pacific more than one year after the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports*, volume 5, Article number: 7757 (2015).
- [13] Men, W., J. Zheng, H. Wang, Y. Y. Ni, T. Aono, S. L. Maxwell, K. Tagami, S. Uchida, M. Yamada. Establishing rapid analysis of Pu isotopes in seawater to study the impact of Fukushima nuclear accident in the Northwest Pacific. *Scientific Reports*, volume 8, Article number: 1892 (2018) .
- [14] Wu, J., K. Zhou, and M. Dai. Impacts of the Fukushima nuclear accident on the China Seas: Evaluation based on anthropogenic radionuclide ^{137}Cs . *Chinese Science Bulletin*, 58, 552-558 (2013).
- [15] Wu, J. Impacts of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident on the Western North Pacific and the China Seas: Evaluation based on field observation of ^{137}Cs . *Marine Pollution Bulletin*, 127, 45-53 (2018).
- [16] Zhao, L., D. Liu, J. Wang, J. Du, X. Hou, and Y. Jiang. Spatial and vertical distribution of radiocesium in seawater of the East China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 361-368 (2018).

- [17] Qu, T., G. Meyers, J. S. Godfrey, and D. Hu. Upper ocean dynamics and its role in maintaining the annual mean western Pacific warm pool in a global GCM. *Int. J. Climatol.*, 17, 711-724 (1997).
- [18] Lukas, R., T. Yamagata, and J. P. McCreary. Pacific low-latitude western boundary currents and Indonesian through flow. *J. Geophys. Res.*, 101, 12209-12216 (1996).
- [19] Chuang, W.-S., H.-W. Li, T. Y. Tang, C.-K. Wu. Observations of the countercurrent on the inshore side of the Kuroshio northeast of Taiwan. *J. Oceanogr.*, 49, 581-592 (1993).
- [20] Chuang, W.-S., and W.-D. Liang. Seasonal variability of intrusion of the Kuroshio water across the continental shelf northeast of Taiwan. *J. Oceanogr.*, 50, 531–542 (1994).
- [21] Liang, W.-D., T. Y. Tang, Y. J. Yang, M. T. Ko, and W.-S. Chuang. Upper-ocean currents around Taiwan. *Deep-Sea Res. II*, 50, 1085-1105 (2003).
- [22] Tang, T. Y., and Y. J. Yang. Low frequency current variability on the shelf break northeast of Taiwan. *J. Oceanogr.*, 49, 193-210 (1993).
- [23] Tang, T. Y., Y. Hsueh, Y. J. Yang, and J. C. Ma. Continental slope flow northeast of Taiwan. *J. Phys. Oceanogr.*, 29, 1353-1362 (1999).
- [24] Tang, T. Y., J. H. Tai, Y. J. Yang. The flow pattern north of Taiwan and the migration of the Kuroshio. *Cont. Shelf Res.*, 20, 349-371 (2000).
- [25] Jan, S., Y. J. Yang, J. Wang, V. Mensah, T.-H. Kuo, M.-D. Chiou, C.-S. Chern, M.-H. Chang, and H. Chien. Large variability of the Kuroshio at 23.75°N east of Taiwan. *J. Geophys Res.*, 120, 1825-1840 (2015).

- [26] Johns W. E., T. N. Lee, D. Zhang, R. Zantopp, C.-T. Liu and Y. Yang. The Kuroshio east of Taiwan: Moored transport observations from the WOCE PCM-1 array. *J. Phys. Oceanogr.*, 31, 1031-1053 (2001).
- [27] Zhang D., T. N. Lee, W. E. Johns, C.-T. Liu and R. Zantopp. The Kuroshio east of Taiwan: Modes of variability and relationship to interior ocean mesoscale eddies. *J. Phys. Oceanogr.*, 31, 1054-1074 (2001).
- [28] Yang, Y. J., S. Jan, M.-H. Chang, J. Wang, V. Mensah, T.-H. Kuo, C.-J. Tsai, C.-Y. Lee, M. Andres, L. R. Centurioni, Y.-H. Tseng, W.-D. Liang, and J.-W. Lai. Mean structure and fluctuations of the Kuroshio east of Taiwan from in situ and remote observations. *Oceanography*, 28, No. 4, 74-83 (2015).
- [29] Chang, M.-H., S. Jan, V. Mensah, M. Andres, L. Rainville, and Y. J. Yang. Zonal migration and transport variations of Kuroshio off Taiwan induced by eddy impingement. *Deep-Sea Res. I*, 1-15 (2018).
- [30] Jan S., V. Mensah, M. Andres, M.-H. Chang, and Y. J. Yang. Eddy-Kuroshio interactions: local and remote effects. *J. Geophys. Res. Oceans*, 122, 9744-9764 (2017).
- [31] Andres, M., V. Mensah, S. Jan, M.-H. Chang, Y.-J. Yang, C. M. Lee, B. Ma, and T. B. Sanford. Downstream evolution of the Kuroshio's time-varying transport and velocity structure. *J. Geophys. Res. Oceans*, 122, 3519-3542 (2017).
- [32] Lin, S. F., T.Y. Tang, S. Jan, and C.J. Chen. Taiwan Strait current in winter. *Cont. Shelf Res.*, 25, 1023-1042 (2005).

附錄 1：採樣作業紀錄

1.租用漁船出海作業(107.5.18 金門採樣)	2.船邊採集水樣(107.5.18 金門採樣)
	
3.寄送水樣(107.5.18 金門採樣)	4.岸邊沉積物採集(107.5.17 金門採樣)
	

附錄 2：工作月報表

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 1 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月工作內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 月 3 日，在東北區採集 2 個水樣；水深為 200 公尺及 3.5 公尺。 2. 本案於 107 年 1 月 22 日議價；依規定需在議價日後 30 日內提交契約書交甲方用印。 3. 1 月 24 日，本案主持人陳鎮東及協同主持人黃蔚人（中山大學，代表乙方）前往輻射偵測中心，雙方對取樣工作進行細節討論—採樣站位、樣品前處理及運送...等。 4. 與本案協同主持人（李明安、詹森、楊穎堅、黃蔚人）及相關研究人員，進行細節討論；並規劃前往馬祖、金門之採樣工作 5. 蒐集與本案關聯之學術資料及相關報導。
下月預定工作內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依契約規定召開「開工前職業安全衛生協調會議」，預定於 107 年 2 月 7 日於中山大學召開。 2. 本案之採樣時間與頻率在天氣及海象符合安全條件下，將依行政院環境保護署所定「海洋生態評估技術規範」之「調查時間與頻率」辦理。 3. 聯繫 Dr. Ken Buesseler，任職於美國伍茲海爾海洋研究所海洋和放射性研究中心主任；於 107 年 3 月中或下旬，來臺灣與輻射偵測中心及本案研究人員進行學術交流。 4. 建立本案工作流程及安全通報機制。
以下由甲方填寫	
查核意見	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案召開「開工前職業安全衛生協調會議」時，需由乙方進行口頭報告並提交工作人員有效之「輻射安全證書」。 2. 前往馬祖、金門採樣前，儘早通知本中心；以配合前往現地查核。
檢討與建議	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫有許多海上作業，執行單位需確實執行「職業安全衛生法」所規定事項以維人員安全。 2. 遇有工安事件，需依「職業安全衛生法」之通報規定儘速通報

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 2 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 月 7 日，於中山大學召開「開工前職業安全衛生協調會議」。 2. 面試需派駐於輻射偵測中心之工作人員，以協助執行本案相關業務及輻射檢測工作；預定於 107 年 3 月 1 日報到。 3. 2 月 9 日，在西北區（馬祖）採集 1 個水樣；水深為 0 公尺，並蒐集當地運送海水樣品之資訊。 4. 2 月 25 日，在東南區採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 5. 2 月 25 日，在東南區採集 3 個沉積物（表土）樣本。 6. 申請建置本案網頁所需之專用網路位址（internet point, IP）及相關硬體設備。 7. 申請相關之數據資料庫（例如「國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心（TORI）」）之使用許可，以取得本案所需之海流數據，進行海水取樣之測站規劃。 8. 與 Dr. Ken Buesseler 討論，其 3 月 25—29 日之間，來臺灣學術交流行程，暫訂 3 月 27 日拜會輻射偵測中心並進行實驗室工作交流。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成派駐於輻射偵測中心之工作人員之聘用行政手續。 2. 測試本案網頁及 IP 穩定性並整理本案執行狀況以寫入網頁。 3. 建立本案工作流程及安全通報機制。
以下由甲方填寫	
查核 意見	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前往馬祖、金門採樣前，儘早通知本中心；以配合前往現地查核。 2. 本計畫有許多海上作業，執行單位需確實執行「職業安全衛生法」所規定事項以維人員安全。
檢討 與 建議	<p>遇有工安事件，需依「職業安全衛生法」之通報規定儘速通報。</p>

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 3 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 月 10 日，在西北區，採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 2. 3 月 10 日，在西南區，採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 3. 3 月 11 日，在西區，採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 4. 3 月 14 日，在東南區，採集 1 個海水樣本；水深為 220 公尺。 5. 3 月 14 日，在東北區，採集 1 個海水樣本；水深為 2.5 公尺。 6. 3 月 15 日，在西南區，採集 1 個海水樣本；水深為 0 公尺。 7. 3 月 18 日，在東北區，採集 1 個海水樣本；水深為 2.5 公尺。 8. 3 月 20 日，在西南區，採集 2 個海水樣本；水深為 0 公尺。 9. 3 月 22 日，在東北區，採集 1 個海水樣本；水深為 2.5 公尺。 10. 3 月 31 日，在西南區，採集 1 個海水樣本；水深為 0 公尺。 11. 3 月 4 日，在東南區，拖網採集海生物（魚及蝦）樣本。 12. 3 月 18 日，在西區，拖網採集海生物（魚及蝦）樣本 13. 3 月 26 日，黃蔚人老師陪同 Dr. Ken Buesseler 與輻射偵測中心長官前往「國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心 (TORI)」拜會及討論合作研究之可行性。 14. 3 月 27 日，Dr. Ken Buesseler 前往輻射偵測中心拜會並做學術演講，講題：Fukushima- a view from the ocean；本案相關工作人員(陳鎮東及黃蔚人老師等 5 人) 一同出席。 15. 3 月 28 日，填報本計畫摘要於「政府研究資訊系統」(Government Research Bulletin, GRB)。 16. 整理已下載之海流數據，以進行海水取樣之測站規劃。 17. 測試網頁使用之網址穩定性並整理資料庫內容。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 採集本案所需之各種樣本。 2. 整理已檢測完畢之樣本數據。
以下由甲方填寫	
查核 意見	建置網頁時所使用之應用軟體及資訊取得，應遵守相關法規。
檢討 與 建議	Dr. Ken Buesseler 到本中心交流時，曾提及其研發之少量海水放射性物種檢測方法及工具，可進一步蒐集相觀資訊。

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 4 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 月 2 日，在東北區，採集 2 個沉積物樣本，深度分別為 251.42 公尺及 222 公尺。 2. 4 月 2 日，在東北區，採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 3. 4 月 2 日，在東北區，採集 2 個海水樣本；水深為 200 公尺。 4. 4 月 3 日，在西南區，採集 1 個海水樣本；水深為 0 公尺。 5. 4 月 27 日，在西南區，採集 1 個海水樣本；水深為 0 公尺。 6. 規劃 5 月上旬前往馬祖採樣之行程並通知甲方。 7. 規劃 5 月中旬前往金門採樣之行程及聯繫可能協助本案之工作之單位並通知甲方。 8. 下載之海流數據及蒐集與物理海洋相關之資料庫數據。 9. 測試網頁穩定性並整理資料庫內容。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前往馬祖及金門採樣本案所需之樣本。 2. 整理已檢測完畢之樣本數據。
以下由甲方填寫	
查核 意見	Dr. Ken Buessler 到本中心交流時，曾提及其研發之少量海水放射性物種檢測方法及工具，可進一步蒐集相觀資訊。

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 5 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	1. 5 月 5 日，在西北區，採集 3 個海水樣本，水深為 0 公尺。 2. 5 月 14 日，在東南區，採集 3 個海水樣本，水深為 0 公尺。 3. 5 月 18 日，在西 區，採集 3 個海水樣本；水深為 0 公尺。 4. 5 月 5 日，在西北區（馬祖島內），採集 3 個沉積物（岸沙）樣本。 5. 5 月 17 日，在西 區（金門島內）採集 5 個沉積物（岸沙）樣本。 6. 5 月 17 日，在西 區（金門島內）採集 2 個沉積物（表土）樣本。 7. 5 月 17 日，在西 區（金門島內）採集 2 個沉積物（河床）樣本。 8. 5 月 16 日，在西北區，以拖網採集海生物（魚）樣本。 9. 5 月 17 日，在東北區，以拖網採集海生物（魚及蝦）樣本。 10. 5 月 17 日，在西北區，以手耙具採集海生物（貝）樣本。 11. 5 月 18 日，在西 區，以拖網採集海生物（魚及蝦）樣本。 12. 整理各項分析所得之數據並製做圖表。 13. 繕寫報告書初稿並彙整。
下月 預定 工作 內容	1. 出席期中工作討論會並準備口頭報告之 ppt。 2. 採集本案所需樣本。 3. 依審查意見修正報告書並印製定稿本。
以下由甲方填寫	
查核 意見	暫定 6 月 11-13 日之間召開期中工作討論會。 執行單位需準備供查核之內容並報告。
檢討 與 建議	儘可能提供可供合作的政府部門單位及可合作工作項目之想法，以落實本計畫之推動。

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 6 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6 月 7 日，辦理「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期中報告初稿審查意見。 2. 6 月 13 日，召開「期中工作檢討會」並討論 108-111 年規劃書細節。 3. 6 月 13 日，辦理「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期中報告審查意見對照表。 4. 6 月 28 日，以公函提交期中報告書定稿（依契約條件需於期中工作檢討會次日之 20 日內提交）。 5. 整理及分析各區採集之樣品所得數據並繪製圖表。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 撰寫 108-111 年工作規劃書。 2. 撰寫擬於「第 40 屆海洋工程研討會」發表之論文內容（本案契約條件）。 3. 依時序採集本案所需樣本。
以下由甲方填寫	
查核 意見	暫定於 8 月 10 日前召開本案第 3 次工作會議。 執行單位需準備供查核之內容並報告。
檢討 與 建議	<ol style="list-style-type: none"> 1) 網頁內容及資料庫之使用需儘可能友善於使用者。 2) 提供可供合作的政府部門單位及可合作工作項目之想法，以落實本計畫之推動。

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 7 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 7 月 5 日，印製由輻射偵測中心所提供之參考資料：「平成 28 年度 (=2016 年 4 月 1 日-2017 年 3 月 31 日) 原子力設施等防災對策等委託費，海洋環境...調查報告書」並郵寄予各協同主持人參考。 2. 7 月 10 日，以公函提交本案-期中工作檢討會之會議紀錄。 3. 7 月 15 日，提交擬發表於「第 40 屆海洋工程研討會」之論文題目及摘要予研討會舉辦單位。 4. 研讀「台灣海域輻射監測調查計畫海水等環境樣品放射性核種分析期末報告」並與本案對比其關聯性。 5. 依時序採集本案所需樣本。 6. 整理及分析各區採集之樣品所得數據並繪製圖表。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 出席 8 月 6 日召開之「第三次工作會議」並討論「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」。 2. 蒐集與海水、海生物等相關之輻射監測計畫報告書以進行撰寫 108-111 年工作規劃書。 3. 將資料庫所使用之電子位址 (IP, Internet Protocol) 由臺灣大學轉至中山大學並測試其穩定度。 4. 依時序採集本案所需樣本。
以下由甲方填寫	
查核 意見	<ol style="list-style-type: none"> 1) 暫定於 8 月 10 日前召開本案第三次工作會議。 2) 有關資料庫所使用之電子位址及資料端輸入欄位格式等需依資料庫需求制定格式，以方便使用者。
檢討 與 建議	<ol style="list-style-type: none"> 1) 提供可供合作的政府部門單位及可合作工作項目之想法，以落實本計畫之推動。

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 8 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 8 月 6 日，出席第三次工作會議及討論 108-111 年計畫規畫書相關細節。 2. 規劃 107 年第三季前往馬祖及金門及其他站位採樣細節。 3. 依時序採集本案各區所需樣本。 4. 整理及分析各區採集之樣品所得數據並繪製圖表。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提交「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿並於第四次工作會議中提出討論。 2. 規劃於 108~111 年，依跨部會政府機關之勤務特性 (如海巡署、漁業署、水試所、及台灣漁業永續發展協會)，將前述單位納入工作項目執行。 3. 依時序採集本案所需樣本。
以下由甲方填寫	
查核 意見	<ol style="list-style-type: none"> 1) 暫定於 10 月 10 日前召開本案第 3 次工作會議。 2) 有關資料庫所使用之資料端輸入欄位格式等需依資料庫需求制定格式，以方便未來擷取及利用資料為原則。
檢討 與 建議	<ol style="list-style-type: none"> 1) 資料庫需以使用者端之視覺化設計以展示相關資料。 2) 資料庫所使用軟體及內容需符合相關法規。

填表人：黃修儀

電話：07-525-2000 分機 5136

計畫主持人：陳鎮東

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會

輻射偵測中心

委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 9 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用現有數據(至期中報告為止)繪製 Cs137 等值圖,並蒐集 2017 年之後在東海、日本海等鄰近海域的 Cs137 分布圖;得知本計畫所取得之台灣鄰近海域的 Cs137 有其重要性—等於可以補足 2017 年之後在東海、日本海等鄰近海域的 Cs137 數據之不足處。 2. 根據已蒐集文獻及期中報告之數據,輻射偵測中心所進行之分析結果可歸納出台灣鄰近海域表層水的 Cs137 主要受到密度約 1.023 至 1.025 左右的海水影響。此結果與文獻記載相符,而該密度的海水深度大約在 30~200 米深,視海域而定,其 Cs137 大約為 1.5 豪貝克每升。 3. 據現有數據以及文獻,推估東北區未來可能是最容易受影響之區域,目前所見該海域之深層水及表水(極可能受湧升之影響);目前其 Cs137 活度濃度較其他區稍高,仍在安全範圍以內。 4. 馬祖及金門則可能受到已受 Cs137 影響之東海水團南下而間接影響,但亦不能忽略當地沉積物及懸浮物質之影響。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 出席第四次工作會議並討論「台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿。
以下由甲方填寫	
查核 意見	暫定於 10 月中旬召開本案第四次工作會議。
檢討 與 建議	關於主受到密度約 1.023 至 1.025 左右的海水影響之結果,本案第四次工作會議中進一步討論

填表人：黃修儀

電話：07-525-2000 分機 5136

計畫主持人：陳鎮東

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 10 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 月 25 日，出席本案第四次工作會議並進一步討論工作內容。 2. 依 10 月 25 日之會議討論結果，修訂「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿；並於 11 月 16 日備公函提交輻射偵測中心。 3. 彙整 107 年 11 月(迄) 之海生物、海水及由輻射偵測中心所進行之各項分析數據；並依資料庫表單格式上傳至資料庫以進行數據規納。 4. 向中山大學查詢，關於派註輻射偵測中心之工作人員 107 年之年終獎金及 108 年之出差權益等勞工權利及義務。
下月 預定 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 11 月 16 日，繳交出席第四次工作會議並討論「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿。 2. 11 月 26 日，繳交期末報告書初稿。 3. 準備暫定於 11 月上旬進行本案期末工作現場查核。
以下由甲方填寫	
查核 意見	<ol style="list-style-type: none"> 1) 暫定於 11 月上旬進行本案期末工作現場查核；地點：中山大學。 2) 107 年 12 月之海水採樣需儘早完成；以利符合報告書繳交期限。
檢討 與 建議	108~111 年之工作需求規範項目待本中心協調跨部會取樣工作後，需儘早提送，以利後續計畫時程。

填表人：黃修儀

電話：07-525-2000 分機 5136

計畫主持人：陳鎮東

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 11 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	1. 11 月 22 日，出席「第 40 屆海洋工程研討會」並以口頭發表論文及論文一篇。 2. 11 月 23 日，備公函提交期末報告書初稿。 3. 查核網頁及資料庫安全性並備份資料於第二處。 4. 依近期研究成果與文獻探討所得，海水在水深 50~100 米處及台灣東北海域有銫-137 略高之趨勢；將於規劃書中修改海水取樣內容並加強東北海域海產物之取樣。
下月 預定 工作 內容	1. 12 月上旬，舉行期末工作討論會。 2. 12 月下旬，繳交期末報告書定稿。 3. 綜合整理 107 年之工作成果。
以下由甲方填寫	
查核 意見	1) 暫定於 12 月上旬，舉行期末工作討論會；地點：待定。 2) 108~111 年輻射監測調查計畫規劃書中需詳列各個跨部會及計畫相關執行單位所執行之工作項目。
檢討 與 建議	

填表人：黃修儀

計畫主持人：陳鎮東

電話：07-525-2000 分機 5136

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會
輻射偵測中心
委辦計畫工作月報表

計畫名稱：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作--勞務採購

填報時間：107 年 12 月

計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 30 日

執行單位：國立中山大學

項目	工 作 內 容
本月 工作 內容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交互對比 107 年之檢測數據並做橫向討論。 2. 12 月 11 日，出席期末工作討論會。 3. 依期末工作討論會之審查意見及查核表修正期末報告書。 4. 查核網頁及資料庫安全性並備份資料於第二處。 5. 依 107 年工作成果蒐集文獻所得，擬將海水在水深 50~100 米處及台灣東北海域有銫-137 略高之趨勢撰寫成學術論文；以使本案工作成果得以產生社會貢獻。 6. 辦理「履約保證金」退款作業。
下月 預定 工作 內容	本案契約止於 107 年 12 月 30 日。
以下由甲方填寫	
查核 意見	<ol style="list-style-type: none"> 1) 107 年之各項工作已依契約條件完成。 2) 108~111 年輻射監測調查計畫規劃書中，所列計畫已進入討論階段。
檢討 與 建議	

填表人：黃修儀

電話：07-525-2000 分機 5136

計畫主持人：陳鎮東

傳真：07-525-5130

行政院原子能委員會輻射偵測中心 開工前職業安全衛生協調及危害告知會議紀錄

- 一、工作名稱：107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案
- 二、開工日期：民國107年1月22日
- 三、會議時間：民國107年2月7日下午2時00分
- 四、會議地點：中山大學海科院海A2042會議室
- 五、參加單位及人員：(詳如簽名冊)
- 六、主席：
- 七、紀錄：黃修儀
- 八、協調事項：

(一)承攬商應於得標後、開工前提出下列文件資料交本中心備查。

1. 職業安全衛生管理計畫(雇用勞工人數未滿30人時，得以安全衛生管理執行紀錄或文件代替職業安全衛生管理計畫，即應提送安全衛生管理文件及執行紀錄表單)。(職業安全衛生法第二十三條及其施行細則第三十一條)
2. 安全衛生自動檢查計畫與執行。(職業安全衛生法第二十三條及職業安全衛生管理辦法)
3. 安全衛生組織及管理人員之設置。(職業安全衛生法第二十三條及職業安全衛生管理辦法)
4. 勞工保險證(卡)與投保資料。(勞工保險條例第六條)
5. 勞工體格(健康)檢查報告表(參與工作之勞工)。(勞工健康保護規則)
6. 職業安全衛生工作守則核定文與核定本。(職業安全衛生法第三十四條)
7. 職業安全衛生訓練計畫與成果報告。(職業安全衛生教育訓練規則)
8. 承攬工程(作)之安全作業標準(即調查&採樣作業之安全作業標準)。(職業安全衛生法第二十三條及其施行細則第三十一條)
9. 承攬商勞工應接受該項必要之安全衛生教育訓練。(職業安全衛生法第三十二條)
10. 緊急應變組織表(緊急通報系統：緊急聯絡單位、人員、電話)與事故調查報告流程表。(職業安全衛生法第三十七條)
11. 其他(如參加共同作業協議組織會議或協調說明會)

- (二)承攬人(承攬商)就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依規定告知再承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨職業安全衛生法及有關安全衛生規定應採取之措施，並留存紀錄備查。
- (三)承攬商應依其所訂之職業安全衛生工作守則、職業安全衛生相關法規、本中心相關規定等，落實執行。
- (四)承攬商勞工於進入工作場區前，應確認無攜帶含酒精性飲料等違禁品進入工作場所。
- (五)承攬商勞工駕車進入工作場區，應依本中心規定之速限行駛，並遵照工區經辦人員指定之路線進入工作場所或指定地點從事作業。
- (六)承攬商工作場所負責人或其代理人、職業安全衛生人員應常駐工地從事作業指導、安全衛生事宜督導與應變處理之職務，並隨時與本中心經辦人員取得協調聯繫。
- (七)承攬商勞工於作業現場應依規定佩戴個人防護具如安全帽、安全防滑鞋、安全帶等安全護具。
- (八)開工前，承攬商應對其員工施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育、訓練。
- (九)開工及作業前，承攬商應對其員工詳細說明工作環境、危害因素暨相關之安全衛生規定。
- (十)承攬商應依職業安全衛生管理辦法規定，實施自動檢查並留存紀錄備查。
- (十一)承攬商不得派遣有心臟疾病、懼水症之勞工從事水域生態等調查監測及採樣等相關工作。
- (十二)水域調查及採樣作業，須於天候良好及流況穩定之下方能進行，進行時並應兼顧資料之正確性及採樣人員之安全性，且採樣人員應至少 2 人 1 組，並穿著救生衣及救生索等救生設備，及攜帶行動電話等通訊連絡設備。
- (十三)承攬商本次會議與會人員，會後應詳實轉達本項作業之採樣人員，有關本次會議之協調事項及危害告知單告知等相關事項，請採樣人員簽名並回傳本中心經辦人員。

- (十四) 調查、分析人員開始調查、分析前，請先通知本中心經辦人員，現場採樣工作前及工作完畢，均請告知本中心經辦人員。
- (十五) 承攬商於每次赴現場進行調查監測前，應對採樣人員進行危害告知，填寫自主(動)檢查表，送本中心俾存於專卷內。本案進行期間，承攬商工作人員若有更動之情事，應通知本中心備查，並對新人進行相關職業安全衛生訓練及危害告知等。
- (十六) 承攬商職業安全衛生人員等工作人員應依法取得相關證照，並參加在職教育訓練(回訓)，取得相關證明文件。
- (十七) 承攬商勞工如發生職業安全衛生法第三十七條之職業災害，應於八小時內通報勞動檢查機構，並依規定立即通報本中心等相關單位(其他工安事故亦應通報本中心相關單位)。承攬商或其他人員發生失能傷害以上或民眾發生死亡等事故時，均應於事故發生一小時內電話通報原能會輻射偵測中心等相關單位。

「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作 勞務採購案」工作

開工前職業安全衛生協調及危害告知會議簽名冊

- 一、會議時間：民國 107 年 2 月 7 日 14 時 00 分
- 二、會議地點：中山大學海科院海 A2042 會議室
- 三、簽名冊

承攬商負責人 (計畫主持人)	陳鎮東
承攬商工安人員	
主辦部門主管	
主辦部門經辦人員	
安全衛生人員	楊文雁
列席人員 (單位或部門)	<p>黃貴楨 高煜傑 黃錫人 王分濤 林復登 黃修儀 黃婷萱 楊文雁</p>
工作場所負責人	陳鎮東

註：本紀錄填寫一式二份，一份送承攬商；一份主辦組自存(紀錄保存三年，承攬工作超過三年者，保存至工作結束)。

經辦員：

課長：

主辦組組長：

輻射偵測中心環境調查監測工作危害告知單

工作名稱：「**107**年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案」

依據：輻射偵測中心交付承攬作業開工前職業安全衛生協調及危害告知會議紀錄八、協調事項(十三)規定辦理。

告知事項：

一、工作場所環境

(一) 工作地點：(同契約書規定之監測地點)

<input type="checkbox"/> 岸邊、離岸	<input type="checkbox"/> 碼頭、海域
<input type="checkbox"/> 漁港	<input type="checkbox"/> 漁場
<input type="checkbox"/> 海上	

(二) 工作性質：

<input type="checkbox"/> 表層水樣採集	<input type="checkbox"/> 深海水樣採集
<input type="checkbox"/> 沉積物採集	<input type="checkbox"/> 海生物樣品採集
<input type="checkbox"/> 實驗室檢測分析	

二、危害因素

<input type="checkbox"/> 墜落	<input type="checkbox"/> 感電
<input type="checkbox"/> 溺水	<input type="checkbox"/> 撞擊
<input type="checkbox"/> 絆倒、滑倒	<input type="checkbox"/> 車禍
<input type="checkbox"/> 刺傷	<input type="checkbox"/> 毒蛇、蜜蜂咬傷
<input type="checkbox"/> 第三人之遭受意外之危險	

三、應採取之安全衛生措施

通則	作業前應作詳細之工作說明，實施預知危險，採取防範對策
監測作業	■ 機具、物件使用前檢查功能及操作上是否正常
	■ 工作場所之機具、物件，是否影響通道進行
	■ 工作場所應隨時整頓清潔
	■ 移動工作位置時，應先觀察周圍環境，考慮安全問題
	■ 採樣工作及行車前切勿飲酒
	■ 高處作業必須載用安全帽，佩用安全帶及補助繩
	■ 是否攜帶安全警示標誌可放置於作業場所或車輛附近
其他安全衛生措施	■ 對於作業環境之氣候、海象及地形環境是否事先瞭解
	■ 檢查緊急醫療器材是否內容是否完好
	■ 現場作業之通訊設備是否正常
	■ 調查車輛放置是否安全
	■ 監測取樣人員應至少 2 人一組，工作中應有一人監視，協助工作人員注意安全事項
	■ 檢查工具、材料、數量、強度是否足夠、正常
	■ 進入工場或工地禁止穿拖鞋
	■ 非工作區域，工作人員不得擅入工場內，或各種設備區域
	■ 禁止女工及未滿十八歲或已逾五十歲之男工擔任危險工作
	■ 工作場所應隨時整頓清潔
	■ 應蒐集氣象及海象預報資訊，強風勁雨避免於海岸邊採樣及檢修作業
	■ 精神不佳、心臟病者不宜從事海域實際採樣或進行相關工作
	■ 海域採樣作業時，應著救生衣、安全帽，綁上安全帶、鈎及防滑之工作鞋等器具，並隨時提高警覺，以免造成危險

「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
勞務採購案」工作

現場採樣人員危害告知簽名冊

告知日期：107 年 2 月 7 日

序號	承攬商名稱	職稱	簽名	備註
			陳鎮東	
	中山大學	助理教授	黃蔚人	
	中山大學	博士後	黃婷萱	
	中山大學	研究助理	林馥萱	
	中山大學	研究助理	王孫澗	
	中山大學	研究助理	黃貴楨	
	中山大學	博士生	高愷峰	
	"	研究助理	楊夏雁	
	"	"	黃修儀	

甲方告知人：李明達 蔣文賢

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址：83347高雄市鳥松區大華里澄清路
823號

承辦人：李明達

聯絡電話：07-3709206分機204

傳真：07-3704295

電子信箱：mtlee@aec.gov.tw

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年4月10日

發文字號：輻偵字第1070000705號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄、簽到表、取樣計畫附件1附件2附件3

主旨：檢送『「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議紀錄』及「107年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃」各一份，請查照。

說明：經協調討論後新修訂之「107年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃」如附件，感謝各單位之配合。

正本：行政院環境保護署、行政院農業委員會漁業署、行政院農業委員會水產試驗所、行政院海岸巡防署、行政院海岸巡防署海洋巡防總局、國立中山大學(海科院陳鎮東教授)

副本：行政院原子能委員會、本中心環境偵測組(均含附件)

電子公文
交換章



「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議紀錄

一、時間：中華民國 107 年 3 月 30 日(星期五)上午 10 時

二、地點：本中心 2 樓會議室

三、主席：洪副主任明崎

記錄：李明達

四、出席單位：(如簽到表)

原子能委員會(請假)、輻射偵測中心、環境保護署、農委會漁業署(請假)、農委會水試所、海岸巡防署(請假)、海巡署海洋巡防總局(請假)、國立中山大學。

五、報告事項

(一) 106 年執行成果報告

(二) 107 年監測取樣與分析規劃(草案)

六、決議事項：

(一) 請環保署持續協助執行 107 年取樣計畫，採集全國沿海區域 72 個監測點之海水樣(1 公升)。

(二) 請農委會水試所持續協助完成執行 7 個監測點海水樣(60 公升)，並請中山大學黃老師提供台灣海域周遭適合之代表性取樣地點等資訊，由水試所協助評估未來執行冬、夏 2 季之海水取樣之合作方式。

(三) 請水試所協助提供台灣海域主要魚場相關資訊，及提供漁產樣品之購買管道。

(四) 漁業署以書面意見表達，原則同意於不影響所屬公務船年度航行計畫之前提，配合本計畫執行 107 年取樣事項。

(五) 海洋委員會 4 月份成立，屆時環保署與海巡署等單位之海洋事務相關預算人力將劃歸於海洋委員會，若 108 年仍需各單

位協助取樣，建議再行與海洋委員會進行協商。

(六) 經電話聯繫承辦人員李專員，海巡署同意微幅調整取樣規劃，107年由原先每季12個1公升海水，調整為上、下半年各2次採集，每次取2個60公升海水，共8個60公升海水。

(七) 依本次會議決議，調整107年度計畫書內容，並隨會議記錄發送各相關單位，請各單位依計畫內容協助執行。

六、散會：中午12時15分。

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址：83347高雄市鳥松區大華里澄清路
823號

承辦人：李明達

聯絡電話：07-3709206分機204

傳真：07-3704295

電子信箱：mtlee@aec.gov.tw

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年4月10日

發文字號：輻偵字第1070000705號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄、簽到表、取樣計畫附件1附件2附件3

主旨：檢送『「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議紀錄』及「107年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃」各一份，請查照。

說明：經協調討論後新修訂之「107年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃」如附件，感謝各單位之配合。

正本：行政院環境保護署、行政院農業委員會漁業署、行政院農業委員會水產試驗所、行政院海岸巡防署、行政院海岸巡防署海洋巡防總局、國立中山大學(海科院陳鎮東教授)

副本：行政院原子能委員會、本中心環境偵測組(均含附件) 電子公文
交換章



107 年度台灣海域輻射監測調查計畫之監測取樣與分析規劃

壹、前言

民國 106 年 2 月外電報導核廢料傾倒台灣海域案，對此原能會已成立跨部會調查專案小組，並決議辦理「台灣海域輻射監測調查計畫」，以掌握台灣海域輻射狀況，並評估福島核災對海域之輻射影響，透過跨部會合作，優先運用現有資源，於二年內(106 年 3 月-107 年 12 月)完成台灣周遭海域輻射狀況基本調查，並另規劃長程(108 年-111 年)輻射監測調查計畫。

原能會參考國際主流調查做法及監測目的，考量放射性物質於海水中的分布特性，調查計畫以表層海水為首要分析樣品，並選擇銫-137(Cs-137)與銫-134(Cs-134)為調查分析之關鍵核種。依 106 年取樣分析結果顯示，台灣海域初估並無輻射異常之現象，本計畫將依實際執行現況，微幅調整部分相關部會協助取樣規劃內容。

貳、相關部會協助取樣規劃(預計於 107 年 10 月底前完成)：

一、農委會

(一)水試所：藉由台灣周邊海域漁場環境監測計畫，持續執行 106 年因海象不佳無法出船取樣之 7 個監測點之海水樣(60 公升)，如圖 1。

(二)漁業署：藉由漁業公務船舶航程協助採集海水樣，因 107 年船期不定，視狀況調整取樣數量，預定採集 5 個監測點之海水樣(60 公升)。

二、環保署：藉由環境水質監測計畫，107 年協助採集全國沿海區域 72 個監測點之海水樣(1 公升)，如圖 2。

三、海巡署：配合海巡隊例行海上任務，由原先每季 12 個 1 公升海水，調整為上、下半年各執行 2 次採集，每次 2 個 60 公升海水，共 8 個監測點之海水樣(60 公升)，如圖 3。

參、學術團隊取樣規劃

107 年開始執行一年期的海域輻射監測先期計畫，108 年則以四年期科技計畫來執行。

肆、分析作業

取樣操作說明、取樣容器準備、樣品運送及分析等，由原能會輻射偵測中心負責。

伍、經費

一、人事費用

原能會與相關部會協辦人員之人事經費支出，原則含括於各部會之運作經費內，不再額外編列經費。

二、設備費用

原能會輻射偵測中心負責提供的取樣及貯存海水之相關容器、分析作業之試藥及耗材等費用，由原能會與附屬機關之相關經費中勻支。

三、海水運送費用

海水樣品由港口至分析單位之運送費用，由原能會輻射偵測中心之相關經費中勻支。

四、協辦單位

取樣作業經費、油料等交通運輸費用，原則上請相關部會協助勻支，如經費不足，原能會將視需求支應。

陸、預期效益

- 一、完成台灣海域輻射狀況基本調查，並依計畫執行經驗與成果，完成長程輻射監測調查計畫之規劃。
- 二、促進國際交流合作，分享海域輻射監測資訊。

柒、結語

本計畫可建立海域環境輻射資料庫，監控海域生態品質，及評估福島核災對台灣海域之影響，並促進國際資訊交流。

表一 106~107 年度計畫工作執行期程

年月	106 年 3-4 月	106 年 5-6 月	106 年 7-8 月	106 年 9-10 月	106 年 11-12 月	107 年 1-2 月	107 年 3-4 月	107 年 5-6 月	107 年 7-8 月	107 年 9-10 月	107 年 11-12 月
前期規劃協調											
取樣訓練、設備購置											
海域環境取樣											
分析與結果彙整											
工作檢討											
半年報											
長程計畫之先期計畫 (委託辦理)											
總結報告											
執行長程計畫											

➡ 108 年
啟動

表二 台灣海域輻射監測調查計畫 取樣數概估表

樣品	106 年(已完成)		107 年
	上半年	下半年	
海水 (1 公升)	62(農委會水試所) 小計:62	33(環保署) 24(海巡署) 小計:57	72(環保署) 小計:72
海水 (60 公升)	5(農委會水試所) 5(科技部/學術團隊) 小計:10	25(農委會水試所) 10(農委會漁業署) 15(科技部/學術團隊) 小計: 50	8(海巡署) 7 ^{*1} (農委會水試所) 5(農委會漁業署 ^{*2}) 66(委託計畫) 小計:86
沉積物	--		2(委託計畫) 小計:2

備註：

1. 106 年因第四季航次取消，於 107 年完成剩餘之 7 個海水樣。
2. 配合漁業署漁業公務船舶航程辦理取樣，實際取樣數量視情況調整。

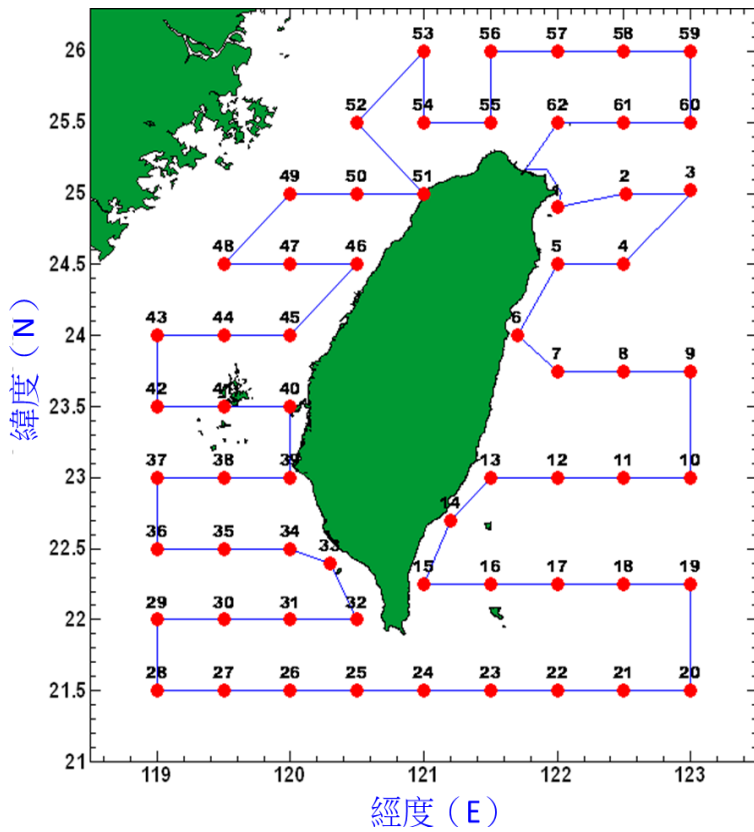


圖 1 海域取樣規劃位置圖-農委會

農委會
水試所之台灣周邊海域
漁場環境監測計畫
(62 個監測點)

1.106 年採集 62 個監測點之海水樣(1 公升)，已完成。

2.106 年採集 30 個監測點之海水樣(60 公升)，尚餘 7 件於 107 年完成。

漁業署之公務船舶

107 年採集約 5 個監測點之海水樣(60 公升)。

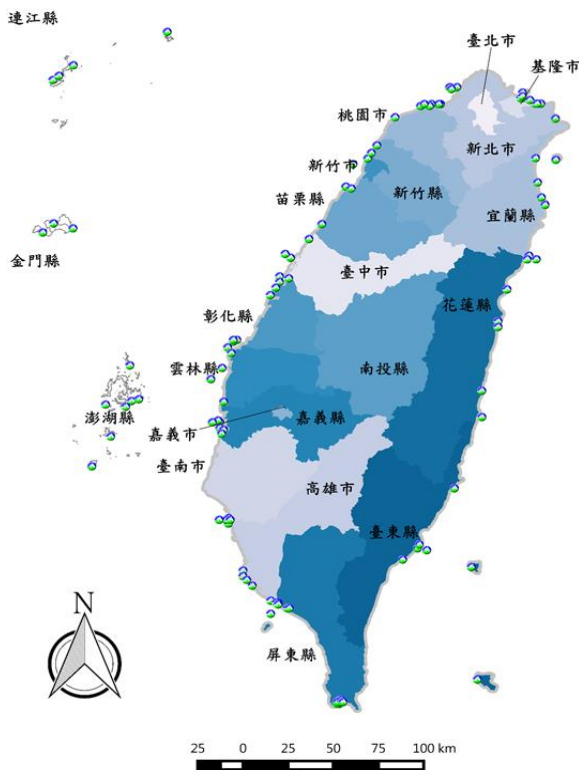


圖 2 海域取樣規劃位置圖-環保署

環保署
環境水質監測計畫
(105 個監測點)

107 年共採集 72 個監測點之海水樣(1 公升)



海巡署-蘇澳外海

107 年每半年分 2 批次採集 2 個(年度內共 8 個)監測點之海水樣(60 公升)。

圖 3 海域取樣規劃位置圖-海巡署

107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作案

期中現場查核報告

依本案工作需求規範肆、三、2執行期中現場查核，查核項目及結果如下表：

查核日期：107年6月13日

查核地點：中山大學海洋科學系

查核項目	查核結果
計畫執行進度	計畫執行進度詳如期中報告初稿暨工作事項查核表，相關意見已請校方於期中工作討論會議中及報告初稿審查意見中回復。 經現場查核後，目前約定之工作項目皆符合預期執行進度。
財產清點	採購高解析度分光光度計，於5月15日決標；預計於7月底前交貨、驗收。 預定於期末現場查核時或視需要另訂日期執行財產清點。
採樣及分析結果討論	完成上半年之取樣及分析數量統計，已執行取樣計有37件表層海水、1件深層海水、1件海底沉積物及11件海產物。 經討論，以目前為止放射性數據之分析，台灣海域並無輻射異常現象。
其他建議事項	無。

查核人員：

李連興、李明達、陳裕君

中山大學代表：



「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」

期中報告初稿暨工作事項查核表

1070607

項次	工作事項	是否符合	備註
1	5 區，每區每季採 3 個表層水。	符合進度	已完成 30 個。
2	西南、東南、東北區，每區需各取 2 個深層海水。	符合進度	已完成 5 個。
3	西南、東南及東北區內擇 2 區，各採 1 個深度 200 m 以上海底沉積物。	符合進度	已完成東北區 2 個。
4	5 區，每區採 4 個海生物。	符合進度	已完成 11 個。
5	派駐一位人員(大學畢業)至本會輻射偵測中心協助執行本案相關業務及輻射檢測工作。	符合進度	已派駐。
6	整合 106 至 107 年由本會協商各部會及學術單位協助取樣之分析資料，並提供初步分析說明摘要。	符合進度	
7	收集國外海洋輻射監測相關文獻，參考國際主流調查做法，考量放射性物質於海水中的分布特性，輔以洋流、氣候、季節等資訊，以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種漂流至台灣海域之可能情形。	符合進度	P. 37~42 P. 46~53
8	藉前述科學理論依據與實際執行之可行性，探討目前調查範圍與監測站點之適切性，並提出有代表性之最適確的海域監測範圍、輻射監測取樣站點、試樣類別與取樣頻率等項目。	符合進度	已提方案 P. 43~45

9	研擬台灣海域輻射監測調查方法指引之建議規範。	符合進度	研擬中
10	於期中及期末，須提出台灣海域輻射監測調查方法研究與調查之數據及資料統合、分析報告	符合進度	如期中報告
11	現場查核(執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論)		於6月13日執行
12	本調查研究計畫期中、期末報告定稿後，應於報告中明確敘述精簡調查與研究結果。		已提意見
13	期末報告須包含取樣地點、取樣數、頻次等長期追蹤、調查方案建議。		為期末報告內容。
14	報告繳交期限	符合進度	
15	參加國內外研討會並發表論文	符合進度	已辦理國際交流討論會1場次
16	資料庫建置與展示	符合進度	建置中

註：

項次1~14為計劃工作需求規範內容。

項次15~16為服務建議書額外承諾內容。

正本

發文方式：郵寄

檔 號：

保存年限：

國立中山大學 函

833
高雄市烏松區澄清路823號

地址：804高雄市鼓山區蓮海路70號

承辦人：陳鎮東

電話：07-5252000#5136

傳真：07-5255130

電子信箱：ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者：行政院原子能委員會輻射偵測中心

發文日期：中華民國107年7月10日

發文字號：中系海洋科學字第1072400212號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如文

主旨：檢送「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
勞務採購案」期中工作檢討會會議紀錄1份，請查照。

正本：行政院原子能委員會輻射偵測中心

副本：本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人、海洋科學學院海洋科學系黃蔚人助理教授、國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系李明安教授、國立臺灣大學海洋研究所詹森教授、國立臺灣大學海洋研究所楊穎堅副教授(均含附件)

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」

期中工作檢討會會議紀錄

一、時間：107 年 6 月 13 日下午 2 時 30 分

二、地點：中山大學海科院海 MA3040 會議室

三、主席：李建興技正

紀錄：黃修儀

四、出席單位及人員：詳簽名單

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學簡報 (略)

七、討論與決議事項：

1. 本中心駐點黃信雄先生協助本計畫進行之出差費用相關細節討論，如出差費、住宿費及交通費等。

決議：本中心將依主計室規定辦理。

2. 資料庫網站進度及展示，相關使用權限亦可討論。

決議：網址名稱需依甲方指示辦理 (aecmr)。

現有資料已暫存於 <http://140.112.68.70:8008/>

使用者名稱：aes

使用者密碼：aes5136

3. 經拜會水產試驗所陳所長，建議在海魚的取得及相關資訊可以請台灣漁業永續發展協會之海港觀察員協助，經查，得知李明安老師為理事，可否請李老師協助安排。

決議：為符合公務程序，請甲方先行聯繫台灣漁業永續發展協會；

在符合公務程序條件後，將視實際情況協調之。

4. 就未來四年之工作內容、監測內容、方式、目標及點位等進行討論。擬於報告書定稿本中詳述，及未來每 2 個月的工作協調會中漸進討論；

由於臺灣四週海域之海洋生物棲地環境差異大—西海岸為淺海，東海岸為深海—以現行契約條件所列採集海生物規範，有實際執行困難，例如東海岸很難取得 5 公斤的貝類。

決議：難以取得之物種 (如貝類) 得以其他魚種、海藻等取代或可以分批 (4 季) 取樣，累積至 3~5 公斤即可。

5. 契約條件所列於 107 年 12 月 10 日前參加國內外研討會並發表論文一篇；若會議主辦單位將所投稿之論文選為「壁報」(poster) 是否符合契約？

決議：符合。

八、散會 (下午 4 時 0 分)。

附件：

1) 「原子能委員會輻射偵測中心 107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」期中報告初稿審查意見對照表

2) 「原子能委員會輻射偵測中心 107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」期中工作討論議題回覆表



行政院原子能委員會輻射作

高雄市烏松區大華里澄清路 823 號 TEL:(07



107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與 先期工作

契約編號：1070103

期中工作檢討會

時間：107 年 6 月 13 日 (星期三) 14:30

地點：高雄市鼓山區蓮海路 70 號

中山大學海科院，海 MA3040 會議室

簽 到 表

甲方	No.	乙方
李建興	1	陳鎮東
陳裕君	2	黃蔚人
李明遠	3	楊振吃
	4	李明安
	5	謝佳穎
	6	黃婷萱
	7	高愷傑
	8	王孫濤
	9	謝振元
	10	楊文雁
	11	黃修儀
	12	黃貴植

原子能委員會輻射偵測中心
「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」
期中報告初稿

審查意見回覆對照表

107.6.7

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
1	11	4.1.2-1 海水總鹼度分析結果，請依第一季及第二季之總鹼度分析結果，加以說明台灣海域各區域各季之海水之來源為何？	已於該節最後加入下段文字：『西北區以及西區中，馬祖以及金門沿海採集之總鹼度較東北、東南、西南區之總鹼度低，pH 則反之。研判西北以及西區中，金門馬祖沿岸可能受到長江沖淡水以及閩浙沿岸流之影響；東北、東南以及西南區之採樣點主要受到南海水團以及黑潮以及黑潮支流混合後之台灣暖流影響。待加入第三以及第四季資料後，將使用溫度-鹽度圖、總鹼度-鹽度圖，以及 pH-溫度圖於期末報告中進一步描述。』
2	13	請加以說明圖 4-1-4 表層海水總鹼度及 pH 值分布圖的意涵。	已含在上述回答中。
3	14~22	有關所有樣品加馬能譜分析結果(表 4-1-3 至表 4-2-3)，有部分分析結果為“待測”，請於正式期中報告內完整填列。	遵照辦理
4	21	刪除表 4-2-2 註 4.及註 5.。	遵照辦理

續：期中報告初審查意見回覆對照表

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
5	23	請整理海生物樣品之放射性分析結果，並請依一般民眾通俗之分類方法加以分類，例如底棲、洄游魚類或近海、遠洋魚類或淺海、深水魚等分類方法表示。	感謝委員建議，有關放射性分析結果擬納入期末報告中。另已參照魚類資料庫訊息，提供一般民眾通俗的分類方法列於表中。
6	24	西南區的海生物尚未取樣。	已於 107 年 5 月 22-31 日之間，完成採樣；並已更新於報告書定稿本內。
7	43	4.4.3 條列之 3 種監測調查方法，請補充各種監測方法應用在本計畫的適用地點，例如 4.4.3-1 的側線範圍，4.4.3-2 沿岸及離島的建議地點，或需再行更詳細評估。	需再詳細評估；目前暫定 1. 測線範圍：花東外海沿大約北緯 23.5° 向太平洋方向延伸調查。 2. 沿岸及離島的建議地點：基隆港、東引、南竿、金門、澎湖、高雄港、南灣、蘭嶼。
8	48	五、資料庫建置與網頁展示，資料庫中有衛星雲圖、溫度、海流模擬等資料，是否已將放射性分析果有納入資料庫中，並希望能加以呈現台灣海域輻射現況。	1. 目前已將放射性分析結果納入資料庫中，供本案相關人員查詢。 2. 台灣周邊海域的放射性分析結果分布圖，待甲方確定網址(???)及內容後將置於網頁上線查詢。

續：期中報告初審查意見回覆對照表

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
9		<p>整合 106 至 107 年由本會協商各部會及學術單位協助取樣之分析資料，並提供初步分析說明摘要，請補充 106 年分析資料。</p>	<p>摘要如下：</p> <p>本計畫採集海水樣、海生物、以及沉積物，並由原能會輻射偵測中心量測其中天然以及人工放射性核種，配合海洋物理模式、海洋化學參數，探討其受到台灣鄰近海流之影響。於期中報告截止前，所有採樣進度已超過 50%，資料庫已經能夠上網測試。水樣分析結果顯示，目前台灣鄰近海域中人工放射性核種 (Cs-137) 之放射性活度皆與美國西岸背景值之活度範圍內、半衰期較短之 Cs-134 則都低於偵測極限 (0.6 毫貝克/升)。透過海洋物理以及海洋化學之水團分析結果初步顯示，台灣鄰近海域主要受到兩大水團影響，其中東北、東南以及西南區主要都受到黑潮以及黑潮支流之影響，西北以及西區主要受到常江沖淡水以及閩浙沿岸流之影響。</p> <p>監測調查研究則以 Dr.Ken Buessler 發表之文章為主，歷年有關輻射監測之方式主要有三種：海洋研究船斷面調查、島嶼採樣、以及公民參與調查。本計畫之未來採樣計畫建議以台灣沿岸以及離島作為主要採樣架構。採樣內容除海水樣、海生物、以及沉積物外，將增加表層泥沙。海生物內容大致相同、惟採樣重量可酌量減少 (如貝類及蝦類)。</p>

續：期中報告初審查意見回覆對照表

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
10		本調查研究計畫期中、期末報告定稿後，應於報告中明確敘述精簡調查與研究結果。建議於報告前頁以摘要呈現。	遵照辦理；詳報告書定稿。
11		簡單敘述目前經費執行狀況。	遵照辦理；詳報告書定稿。

原子能委員會輻射偵測中心
107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫
期中工作討論議題回覆表

107.06.05


項	依契約內容雙方須舉行計畫期中工作內容討論會議及現場查核，有關工作會議討論內容，先提出下列議題供雙方先行準備。	目前狀態 (乙方註記) 製表日期：107.06.21
1.	會議日期預定於 6 月 13 日，因蔡組長公假受訓，本中心預設由洪明崎副主任代表出席	已於 107 年 6 月 13 日，下午於中山大學海洋科學院海 A3040 教室召開。
2.	請校方會議中簡報上半年度之工作進度。	已完成口頭報告。
3.	依期中報告初稿，工作內容依約執行未有落後，另如有契約外之自主增加之工作內容亦請提報。	遵照辦理。
4.	本中心駐點黃信雄先生協助計畫進行之出差費用相關細節討論，如出差費、住宿費及交通費等。	依規定辦理。
5.	討論資料庫網站進度及展示，相關使用權限亦可討論。	1. 網址名稱 (???@???) 及使用權限將依甲方指示辦理。 2. 現有資料暫存於 http://140.112.68.70:8008/ 使用者名稱：aes 使用者密碼：aes5136
6.	經拜會水產試驗所陳所長，建議在海魚的取得及相關資訊可以請台灣漁業永續發展協會之海港觀察員協助；經查，得知李明安老師為理事，可否請李老師協助安排。	1. 為符合公務程序，請甲方先行聯繫台灣漁業永續發展協會。 2 在符合公務程序條件後，將視實際情況協調之。
7.	就未來四年之工作內容、監測內容、方式、目標及點位等進行討論。	已在會議中討論。

原子能委員會輻射偵測中心
107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫
期中工作討論議題回覆表

107.06.05

項	依契約內容雙方須舉行計畫期中工作內容討論會議及現場查核，有關工作會議討論內容，先提出下列議題供雙方先行準備。	目前狀態 (乙方註記) 製表日期：107.06.21
8.	儘可能提供可供合作的政府部門單位及可合作工作項目之想法，以落實本計畫之推動。	敬悉。
9.	未來每 2 個月的工作協調會時間的律定。	將視實際情況配合辦理。
10.	4 年期科技計畫初稿將提前於 8~9 月提出，我們可能需要加快規劃的腳步。	敬悉。

附錄8：期中工作檢討會口頭簡報內容 (ppt)

 **107年台灣海域輻射監測調查**
方法研究與先期工作勞務採購案

契約編號：1070103

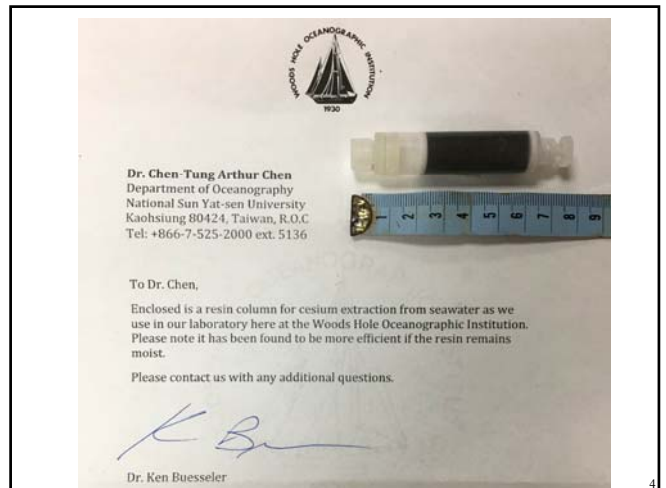
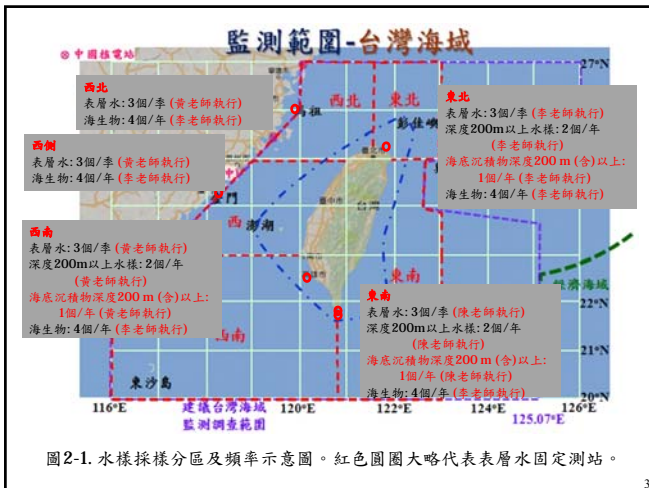
期中工作檢討會

委託單位：行政院原子能委員會輻射偵測中心
執行單位：國立中山大學海洋科學系

計畫全程：107年1月22日至107年12月30日
本次報告期間：107年1月22日至107年 5月30日

107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案
研究人力

類別	主持人	服務單位
主持人	陳鎮東教授	國立中山大學海洋科學系
共同主持人	李明安教授	國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學系
共同主持人	詹森教授 (6月13日請假)	國立臺灣大學海洋研究所
共同主持人	楊穎堅副教授	國立臺灣大學海洋研究所
共同主持人	黃蔚人助理教授	國立中山大學海洋科學系



5. 報告繳交期限如下：

(1) 於107年7月10日前提出第1次期中報告初稿10份，並舉辦期中工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起20日內提交定稿本10份及相關資料電腦檔。

繳交期中報告書定稿本注意事項

- 繳交期限：6月22日(星期五)下午5:00前
說明：契約條件：「...檢討會後次日20日內提交...」
6月13日之次日=6月14日，
6月14日+19日=7月2日，
然而7月2日行政單位支援「指定科目考試」(指考)；
故，行政作業需提前完成。
- 依審查意見修正及調整
- 上傳至ftp：140.117.94.112
使用者名稱：107-ace
使用者密碼：107-0526
- 內文描述需與圖、表所載相符。

輻射偵測中心
「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」
期中報告初稿
審查意見
107.6.7

項次	頁次	審查意見	回覆欄
1	11	4.1.2-1海水總鹼度分析結果，請依第一季及第二季之總鹼度分析結果，加以說明台灣海域各區域各季之海水之來源為何？	請黃老師回覆
2	13	請加以說明圖4-1-4表層海水總鹼度及pH值分布圖的意涵。	請黃老師回覆
3	14~22	有關所有樣品加馬能譜分析結果(表4-1-3至表4-2-3)，有部分分析結果為“待測”，請於正式期中報告內完整填列。	遵照辦理
4	21	刪除表4-2-2註4.及註5。	遵照辦理
5	23	請整理海生物樣品之放射性分析結果，並請依一般民眾通俗之分類方法加以分類，例如底棲、洄游魚類或近海、遠洋魚類或淺海、深水魚等分類方法表示。	請李院長回覆

項次	頁次	審查意見	回覆欄
6	24	西南區的海生物尚未取樣。	請李院長回覆
7	43	4.4.3條列之3種監測調查方法，請補充各種監測方法應用在本計畫的適用地點，例如4.4.3-1的側線範圍，4.4.3-2沿岸及離島的建議地點，或需再行更詳細評估。	需進行更詳細評估
8	48	五、資料庫建置與網頁展示，資料庫中有衛星雲圖、溫度、海流模擬等資料，是否已將放射性分析果有納入資料庫中，並希望能加以呈現台灣海域輻射現況。	請楊老師回覆
9		整合106至107年由本會協商各部會及學術單位協助取樣之分析資料，並提供初步分析說明摘要，請補充106年分析資料。	請黃老師回覆
10		本調查研究計畫期中、期末報告定稿後，應於報告中明確敘述 精簡調查與研究結果 。建議於報告前頁以摘要呈現。	請黃老師回覆
11		簡單敘述目前經費執行狀況。	遵照辦理

「精簡調查與研究結果」(範例)

(各子題以一頁A4紙張呈現)

○○樣品採集


自民國107年1月22日起，由○○○老師負責，
精簡調查與研究結果如下：

圖或表

圖表如右參考範例


圖或表

(2) **107年11月15日前**提出「台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿6份，並於期末工作檢討會討論。



稍後討論

(3) 107年11月30日前提出期末報告初稿10份，並舉辦期末工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起10日內提交提出定稿本10份及相關資料電腦檔。



將遵照辦理

(4) 107年12月10日前參加國內外研討會並發表論文至少1篇。

擬參加：
第40屆海洋工程研討會
http://www2.nkmu.edu.tw/2018_ocean/index.html
會議日期：107年11月21~23日

- 107/06/01 開始徵稿
- 107/07/31 結束徵稿
- 107/08/31 摘要審查結果通知
- 107/09/01~ 報名(早鳥優惠)
- 107/10/31
- 107/11/10 研討會線上報名截止
- 107/11/21 研討會開始

會議地點：高雄科技大學第一校區
824高雄市燕巢區大學路1號



擬投稿

第40屆海洋工程研討會

暫定時程

- 1) 7月13日前：提交數據
- 2) 7月20日前：完成摘要
- 3) 7月27日前：完成投稿

13

儀器設備費使用進度

設備費使用進度及規畫	完成日期
分光光度計招標申請	107/04/24
分光光度計開標及決標	107/05/15
分光光度計驗收	最遲於107/7/15完成

14

計畫經費收支明細表

(資料來源：中山大學主計室)

計畫代碼：	07PM170010	計畫名稱：	行政院原子能委員會輻射偵測中心-107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案					
主持人：	陳鎮東	單位：	海科系					
執行期間：	107/01/01 - 107/12/30	委託單位：	原子能源委員會					
經費用途	預算數 (A)	實支數 (B)	核銷簽證數 (C)	暫付數 (D)	暫付簽證數 (E)	請購未銷數 (F)	餘額 (G)=A-(B-F)	備註
用人費用	578,125	205,264	87,772	0	0	0	285,089	執行率：51% 流入數：578,125 流出數：578,125
業務費	3,271,875	827,799	161,384	0	1,726,800		555,892	執行率：83.00% 流入數：3,271,875 流出數：3,271,875
設備費	150,000	0	0	0	0	150,000	0	執行率：100.00% 流入數：150,000 流出數：150,000
管理費	400,000	0	0	0	0	0	400,000	執行率：0.00% 流入數：0 流出數：0
合計：	4,400,000	1,033,063	249,156	0	1,726,800	150,000	1,240,981	執行率：78.00%
實收數：	1,320,000		暫收數：	0		收入餘額：	-1,839,019	

15

原子能委員會輻射偵測中心 107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫 期中工作討論議題

107.06.05

項	依契約內容雙方須舉行計畫期中工作內容討論會議及現場查核，有關工作會議討論內容，先提出下列議題供雙方先行準備。	目前狀態 (乙方註記)
1.	會議日期預定於6月13日，因蔡組長公假受訓本中心預設由洪明崎副主任代表出席	遵照辦理
2.	請校方會議中簡報上半年度之工作進度。	
3.	依期中報告初稿，工作內容依約執行未有落後，另如有契約外之自主增加之工作內容亦請提報。	
4.	本中心駐點黃信雄先生協助本計畫進行之出差費用相關細節討論，如出差費、住宿費及交通費等。	
5.	討論資料庫網站進度及展示，相關使用權限亦可討論。	

16

原子能委員會輻射偵測中心 107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫 期中工作討論議題

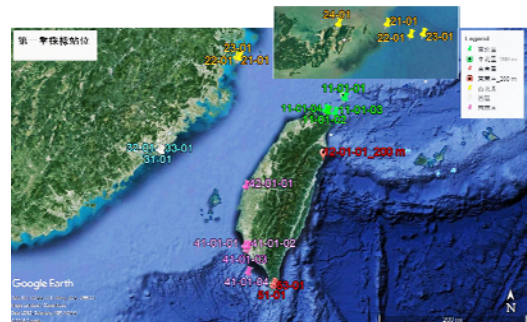
107.06.05

項	依契約內容雙方須舉行計畫期中工作內容討論會議及現場查核，有關工作會議討論內容，先提出下列議題供雙方先行準備。	目前狀態 (乙方註記)
6.	經拜會水產試驗所陳所長，建議在海魚的取得及相關資訊可以請台灣漁業永續發展協會之海港觀察員協助，經查，得知李明安老師為理事，可否請李老師協助安排。	
7.	就未來四年之工作內容、監測內容、方式、目標及點位等進行討論。	
8.	盡可能提供可供合作的政府部門單位及可合作工作項目之想法，以落實本計畫之推動。	
9.	未來每2個月的工作協調會時間的律定。	
10.	4年期科技計畫初稿將提前於8-9月提出，我們可能需要加快規劃的腳步。	

17

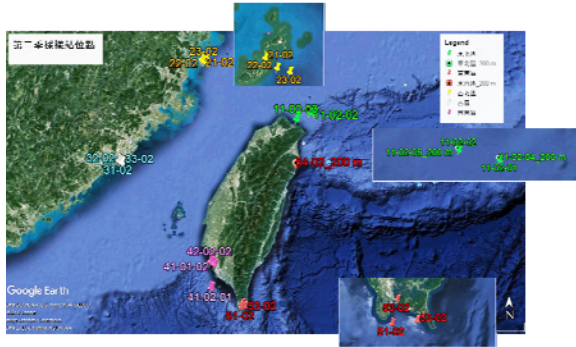
一、海水樣品採集

● 第一季水樣採樣站點圖



18

● 第二季水樣採樣站點



● 水樣採樣作業紀錄

船邊採集水樣



現場測量水樣溫度



租用漁船出海作業



寄送水樣



● 本計畫採集之表層海水樣品數量及執行率執行率

	西北區	西區	西南區	東南區	東北區
第一季執行率 (實際樣品數量/規畫樣品數量)	4/3	3/3	5/3	3/3	4/3
第二季執行率 (實際樣品數量/規畫樣品數量)	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3

● 本計畫採集之深海(200m以深)海水樣品數量及執行率執行率

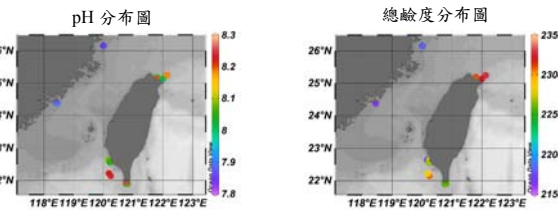
	西南區	東南區	東北區
第一季深海水樣數量	0	1	1
第二季深海水樣數量	0	1	2
總計畫執行率	0/2(規劃於7月及8月時採樣)	2/2	3/2

● 台灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	日期(日)	緯度(N)	經度(E)	深度(m)	溫度(°C)	鹽度(S)	pH	備註
11-01	107/2/25	21 57'11.97"N	120 48'17.17"E	0	22.6	34.98	8.08	表水
11-01	107/2/25	21 54'20.37"N	120 48'50.77"E	0	22.6	34.98	8.08	表水
11-01	107/2/25	21 57'14.97"N	120 48'44.87"E	0	22.7	34.98	8.25	表水
11-01	107/3/10	20 59'40.07"N	120 02'10.17"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/10	20 59'55.97"N	119 59'58.07"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/11	24 23'13.87"N	118 25'19.39"E	0	22.7	34.98	8.25	表水
11-01	107/3/11	24 22'44.67"N	118 26'54.87"E	0	22.7	34.98	8.25	表水
11-01	107/3/10	23 45'06.77"N	120 10'42.27"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/14	24 20'24.87"N	121 47'56.97"E	200	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/14	25 11'8.27"N	121 47'45.96"E	2.5	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/15	22 58'7.97"N	120 10'11.17"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/18	25 08'14.27"N	121 59'55.77"E	2.5	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/20	22 58'2.57"N	120 14'41.67"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/20	22 53'55.58"N	120 12'16.38"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/22	25 09'28.14"N	121 59'46.98"E	2.5	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/3/31	22 08'23.34"N	120 14'23.82"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/4/02	25 15'03.28"N	122 07'24.31"E	200	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/4/02	25 16'03.94"N	122 02'51.90"E	0	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/4/02	25 16'03.94"N	122 02'51.90"E	200	22.6	34.98	8.15	表水
11-01	107/4/03	22 17'10.96"N	120 10'45.01"E	0	22.6	34.98	8.15	表水

本計畫第一季採集之表層海水樣品鹼度及pH分布圖如下頁

● 本計畫第一季採集之表層海水樣品鹼度及pH分布圖



- pH值為7.816至8.255
- 最高值出現於東南區南灣採樣點
- 最低值出現於西北區馬祖南岸採樣點
- 總鹼度為2165.0至2322.7 (μmol kg⁻¹)
- 最高值出現於東北區基隆外海採樣點
- 最低值出現於西北區馬祖南岸採樣點

● 中山大學離岸海水加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度(m)	Mn(μg/L)		備註
					總Mn	鉛Mn	
11-01	107/2/25	21 57'11.97"N	120 48'17.17"E	0	-	-	表水
11-01	107/2/25	21 54'20.37"N	120 48'50.77"E	0	-	-	表水
11-01	107/2/25	21 57'14.97"N	120 48'44.87"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/10	20 59'40.07"N	120 02'10.17"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/10	20 59'55.97"N	119 59'58.07"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/11	24 23'13.87"N	118 25'19.39"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/11	24 22'44.67"N	118 26'54.87"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/10	23 45'06.77"N	120 10'42.27"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/14	24 20'24.87"N	121 47'56.97"E	200	-	-	表水
11-01-01	107/3/14	25 11'8.27"N	121 47'45.96"E	2.5	-	-	表水
11-01-01	107/3/15	22 58'7.97"N	120 10'11.17"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/18	25 08'14.27"N	121 59'55.77"E	2.5	-	-	表水
11-01-01	107/3/20	22 58'2.57"N	120 14'41.67"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/20	22 53'55.58"N	120 12'16.38"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/3/22	25 09'28.14"N	121 59'46.98"E	2.5	-	-	表水
11-01-01	107/3/31	22 08'23.34"N	120 14'23.82"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/4/02	25 15'03.28"N	122 07'24.31"E	200	-	-	表水
11-01-01	107/4/02	25 16'03.94"N	122 02'51.90"E	0	-	-	表水
11-01-01	107/4/02	25 16'03.94"N	122 02'51.90"E	200	-	-	表水
11-01-01	107/4/03	22 17'10.96"N	120 10'45.01"E	0	-	-	表水

註：“-”表示小於最低可測活度(MDA)，鉍-134 MDA值為0.6毫克/升。

● 107年臺灣沿岸地區海水加馬能譜分析結果(輻射偵測中心)

地點	取樣日期	海水溫度	海水鹽度	活度(毫貝克/升)	
				銻-134	銻-137
基隆八斗子漁港	1070314	20.8	33.2	—	1.42
	1070418	23.2	32.7	—	1.04
新竹南寮漁港	1070319	24.4	33.2	—	1.44
	1070410	25.1	30.2	—	1.14
彰化王功漁港	1070319	26.8	32.5	—	1.11
	1070410	28.9	33.6	—	1.34
嘉義布袋漁港	1070320	24.7	32.3	—	0.94
	1070411	26.4	33.6	—	0.69
高雄西子灣	1070321	26.3	32.3	—	1.22
	1070515	30.6	31.5	—	1.96
宜蘭南方澳漁港	1070314	22.3	30.8	—	0.91
	1070420	24.7	32.4	—	1.51
花蓮港	1070313	24.8	33.1	—	1.42
	1070415	23.9	33.2	—	0.98
台東成功漁港(新港漁港)	1070313	25.6	33.9	—	1.59
	1070415	26	33.3	—	1.31
台東大武壠港	1070314	25	27.2	—	1.39
	1070415	25.1	33.3	—	1.40

註：“—”表示小於最低可測活度(MDA)，銻-134 MDA值為0.6毫貝克/升。

● 跨部會離岸海水加馬能譜分析結果-1

樣品編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	樣品深度(公尺)	活度(毫貝克/升)		樣品名稱(註)
					銻-134	銻-137	
1	2018/03/02	24.51306°	120.14432°	1	—	—	1.5
2	2018/03/02	24.48413°	120.52187°	1	—	—	2.9
3	2018/03/02	24.60648°	120.52564°	1	—	—	0.8
4	2018/03/02	24.41129°	120.47603°	1	—	—	2.4
5	2018/03/02	24.29113°	120.48399°	1	—	—	1.5
6	2018/03/02	24.25254°	120.48399°	1	—	—	2.0
7	2018/03/02	24.20213°	120.48399°	1	—	—	4.2
8	2018/03/02	24.18119°	120.27251°	1	—	—	5.3
9	2018/03/02	24.14137°	120.27301°	1	—	—	6.7
10	2018/03/02	24.11022°	120.27301°	1	—	—	4.2
11	2018/03/02	24.12171°	120.25291°	1	—	—	3.9
12	2018/03/02	24.09233°	120.22462°	1	—	—	4.4
13	2018/03/02	24.06251°	120.21352°	1	—	—	2.3
14	2018/03/02	23.97828°	120.18627°	1	—	—	0.8
15	2018/03/02	23.97321°	120.18342°	1	—	—	13.2
16	2018/03/02	23.91003°	120.18387°	1	—	—	4.7
17	2018/03/02	23.86940°	120.09741°	1	—	—	3.1
18	2018/03/02	23.87468°	120.09197°	1	—	—	2.0
19	2018/03/02	23.82435°	120.06035°	1	—	—	1.1
20	2018/03/02	23.79254°	120.04137°	1	—	—	7.6
21	2018/03/02	23.74041°	120.06035°	1	—	—	2.7
22	2018/04/02	23.95142°	120.14412°	11.8	—	—	6.9
23	2018/04/02	23.76416°	120.14384°	18.9	—	—	2
24	2018/04/02	23.93137°	120.17131°	13.2	—	—	1.7
25	2018/04/02	23.91313°	120.14447°	16.9	—	—	1.8
26	2018/04/02	23.92017°	120.09369°	16.5	—	—	2.3
27	2018/04/02	23.93142°	120.09667	18.6	—	—	1.4
28	2018/04/02	23.92565°	120.09667	16.8	—	—	2.4
29	2018/04/02	23.94379°	120.10209	3.4	—	—	0.4
30	2018/04/02	23.93797°	120.06259	25.1	—	—	4.3
31	2018/04/02	23.92814°	120.05867	42	—	—	0.8
32	2018/04/02	23.94948°	120.13342	36.6	—	—	6.6
33	2018/04/02	23.92179°	120.21937	44	—	—	0.8
34	2018/04/02	23.92916°	120.20121	21	—	—	0.3

跨部會離岸海水共計65個樣品，僅編號64及65之銻-134及銻-137活度高於偵測活度。
(註：“—”表示小於最低可測活度(MDA)，銻-134 MDA值為0.6毫貝克/升。)

● 跨部會離岸海水加馬能譜分析結果-2

樣品編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	樣品深度(公尺)	活度(毫貝克/升)		樣品名稱(註)
					銻-134	銻-137	
36	2018/04/11	22.26201°	120.29947°	1.1	—	—	0.2
37	2018/04/11	22.28833°	120.28931°	2.4	—	—	0.3
38	2018/04/11	21.93967°	120.47543°	41.5	—	—	1.3
39	2018/04/11	21.93967°	120.47677°	42.2	—	—	0.8
40	2018/04/11	21.97147°	120.47963°	28.4	—	—	0.8
41	2018/04/11	21.96548°	120.46457°	8.2	—	—	10.4
42	2018/04/11	21.96821°	120.46327	43.6	—	—	0.9
43	2018/04/11	21.96714°	120.46383°	15.2	—	—	0.3
44	2018/04/06	22.48737°	121.17923°	60.0	—	—	8
45	2018/04/06	22.42437°	121.18059°	52	—	—	0.2
46	2018/04/06	22.42437°	121.18945°	14	—	—	0.5
47	2018/04/06	22.47547°	121.11253°	92	—	—	0.6
48	2018/04/06	23.33833°	119.48193°	10	—	—	0.3
49	2018/04/06	23.32268°	119.37389°	4.5	—	—	0.4
50	2018/04/06	23.36944°	119.39123°	19.1	—	—	0.7
51	2018/04/06	23.38933°	119.39112°	38.2	—	—	3
52	2018/04/06	23.44118°	119.38584°	8.4	—	—	0.3
53	2018/04/11	23.23243°	120.74147	6.8	—	—	0.3
54	2018/04/11	23.21566°	120.77331	6.2	—	—	1.2
55	2018/04/11	23.23249°	120.62937	8.2	—	—	2
56	2018/04/11	23.26148°	120.79548	4.2	—	—	3.8
57	2018/04/11	23.26713°	120.63927	2.8	—	—	1.4
58	2018/04/11	23.25843°	120.62829	2.2	—	—	1.3
59	2018/04/11	23.39229	121.28168	19	—	—	0.3
60	2018/04/11	23.11248°	119.28247	7	—	—	0.4
61	2018/04/11	23.28934°	119.11269°	8.6	—	—	1.1
62	2018/04/11	23.27848°	121.30713	81	—	—	0.8
63	2018/04/19	22.97447	121.22943°	23	—	—	12.5
64	2018/04/04	24.88333	121.96666	3	—	—	1.07
65	2018/04/04	24.88333	122.001	3	—	—	0.94

跨部會離岸海水共計65個樣品，僅編號64及65之銻-134及銻-137活度高於偵測活度。
(註：“—”表示小於最低可測活度(MDA)，銻-134 MDA值為0.6毫貝克/升。)

● 本案臺灣海域及沿岸海水Cs-137活度分析結果

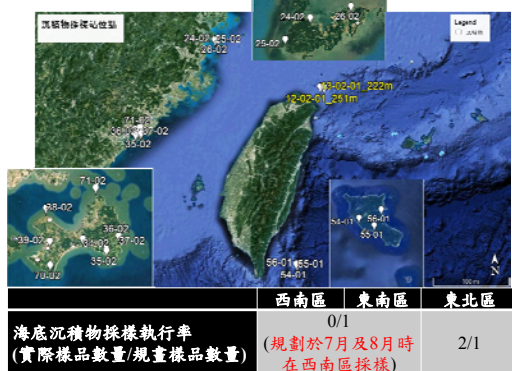
台灣海域與東北太平洋之海水Cs-137活度比較



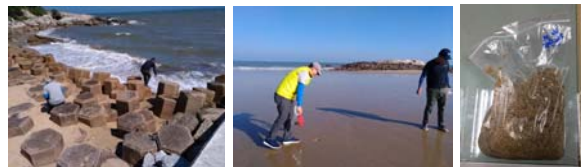
本案臺灣海域及沿岸海水Cs-137活度低於1.7(毫貝克/升)，平均為1.26(毫貝克/升)，相較東北太平洋2011年平均6.1(毫貝克/升)低。
資料來源 <http://ourradioactiveocean.org/results>

二、沉積物採集

● 第一季及第二季沉積物採樣站點圖



● 岸邊沉積物採集作業及樣品紀錄



● 中山大學採集之沉積物加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣深度(公尺)	離岸距離(公里)	活度(貝克/千克·乾重)					
						銻-40*	銻-60	銻-134	銻-137	銻系列*	銻系列*
1	107/2/21	22°2'13.19"	121°31'33.59"	表土	蘭嶼島內	120	—	—	0.15	—	—
2	107/2/22	22°1'29.99"	121°33'7.2"	表土	蘭嶼島內	155	—	—	0.10	—	—
3	107/2/22	22°2'59.57"	121°33'50.39"	表土	蘭嶼島內	144	—	—	0.12	—	—
4	107/4/2	25°15'03.28"	122°07'24.31"	251.42	43.3	577	—	—	—	36	23
5	107/4/2	25°16'03.94"	122°02'51.90"	222	38.9	439	—	—	—	19	13

*"—"表示小於最低可測活度(MDA)，銻-60 MDA值為0.91貝克/千克、銻-134 MDA值為0.64貝克/千克、銻-137 MDA值為0.78貝克/千克、銻系列 MDA值為2.41貝克/千克、銻系列 MDA值為1.58貝克/千克。

● 107年臺灣沿岸地區岸沙加馬能譜分析結果(輻射偵測中心)

地點	取樣日期	活度(貝克/千克·乾重)					
		鉀-40*	鈾-238	鈾-235	鈾-235	鈾-235	
大武壠	1070312	739	—	—	—	48	28
富家港	1070312	837	—	—	—	26	22
新竹南寮漁港	1070312	557	—	—	—	29	17
秀姑巒港	1070313	316	—	—	—	20	14
都成港	1070313	186	—	—	0.37	5	4
富家港	1070313	273	—	—	—	13	8
馬武港	1070313	193	—	—	—	9	7
卑南港	1070314	706	—	—	—	44	27
花蓮港	1070313	268	—	—	—	20	16
鹿港	1070319	711	—	—	0.44	46	28
基隆八斗子漁港	1070315	116	—	—	—	6	5
1070419	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測
1070318	426	—	—	—	0.16	29	18
新竹南寮漁港	1070410	490	—	—	0.20	—	18
彰化正功漁港	1070318	314	—	—	—	21	13
1070410	392	—	—	—	—	27	17
嘉義新港	1070321	448	—	—	—	20	13
1070411	443	—	—	—	0.06	21	13
嘉義布袋漁港	1070321	582	—	—	0.10	33	21
高雄西子灣	1070515	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測
宜蘭南方澳漁港	1070315	571	—	—	0.32	37	23
1070423	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測	檢測
1070313	173	—	—	—	—	11	9
花蓮港	1070415	145	—	—	—	9	9
1070313	173	—	—	—	—	11	9
台東成功漁港(新港漁港)	1070415	210	—	—	0.08	5	5
1070314	438	—	—	—	—	25	16
台東大武壠	1070415	462	—	—	—	26	16

"—"表示小於最低可測活度(MDA),鈾-60 MDA值為0.91貝克/千克、鈾-134 MDA值為0.64貝克/千克、鈾-137 MDA值為0.78貝克/千克、鈾系列 MDA值為2.41貝克/千克、鈾系列 MDA值為1.58貝克/千克。

107年台灣海域輻射監測調查方法研究
與先期工作勞務採購案

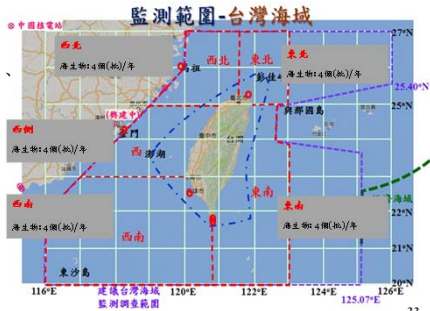
期中報告—海生物樣本採集

海生物報告：李明安

海生物樣本採集

- 5個調查區
- 每區至少採4批樣品【魚及蝦(>3kg)、貝類(>5kg)至少各一批】
- 計畫年度內共需採20批

漁法：拖網、櫻花蝦拖網、手耙貝等



將所採集到的生物樣本鑑定分類、計算尾數及量測重量後，送至原子能委員會輻射偵測中心檢測

各類海生物樣品之採集資訊

臺灣東北區

採集區域	臺灣東北區		
使用網具/漁法	拖網	拖網	拖網
生物類別	魚(第一物種)	魚(第二物種)	蝦
採樣日期	107/05/17	107/05/17	107/05/17
採樣時間	05:30	05:30	05:30
採樣	經度 121°33'35"	121°33'35"	121°33'35"
地點	緯度 25°40'50"N	25°40'50"N	25°40'50"N
深度	60(m)	60(m)	60(m)
漁獲總量	4.22(kg)	2.74(kg)	3(kg)

臺灣西北區

採集區域	臺灣西北區		
使用網具/漁法	流籠網	拖網	手耙法
生物類別	魚(第一物種)	魚(第二物種)	貝
採樣日期	107/05/16	107/05/18	107/05/17
採樣時間	08:44	04:30	04:00-07:00
採樣	經度 121°22'839"E	121°11'500"E	121°26'4137"E
地點	緯度 25°12'997"N	25°10'500"N	25°9'9617"N
深度	40.3(m)	80(m)	4-7(m)
漁獲總量	3.5(kg)	4(kg)	3(kg)

臺灣東南區

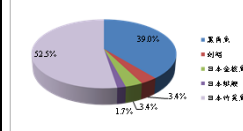
採集區域	臺灣東南區		
使用網具/漁法	櫻花蝦拖網	櫻花蝦拖網	拖網
生物類別	魚(第一物種)	魚	蝦
採樣日期	107/03/14	107/03/14	
採樣時間	05:30	05:30	
採樣	經度 121°57'E	121°57'E	
地點	緯度 24°46'N	24°46'N	
深度	180(m)	180(m)	
漁獲總量	6.55(kg)	1(kg)	

臺灣西側區

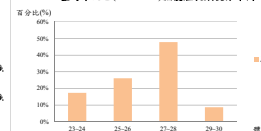
採集區域	臺灣西側區		
使用網具/漁法	拖網	拖網	拖網
生物類別	魚(第一物種)	魚(第二物種)	蝦
採樣日期	107/03/18	107/05/15	107/03/18
採樣時間	22:46	18:49	22:46
採樣	經度 119°37'26"E	119°38'38"E	119°37'26"E
地點	緯度 23°21'454"N	23°21'915"N	23°21'454"N
深度	60-85(m)	60-85(m)	60-85(m)
漁獲總量	3.1(kg)	2.23(kg)	2.9(kg)

海生物樣本調查區—臺灣東北區

05/17 正濱漁港



黑角魚



體重：
135.24~253.78 (g)
mean 183.68 (g)

體長(全長)：
23~30 (cm) ;
mean 26.24 (cm)



05/17 正濱漁港

長角鬥士赤蝦 (Metapenaeus provocatrix longirostris)

共採集到5科5種計59尾

共3(kg)

海生物樣本調查區－臺灣東南區

03/14 宜蘭

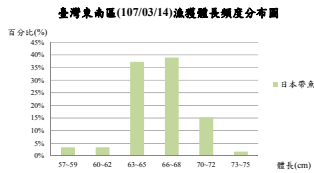


日本鰺魚 (*Trichurus japonicus*)
體重：79~153 (g) ; mean 107.44 (g)
體長(全長)：59~73.5 (cm) ; mean 66.36 (cm)

03/14 宜蘭



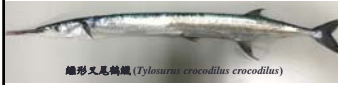
晶瑩蝦蝦 (*Sergia lucens*)
共1 (kg)



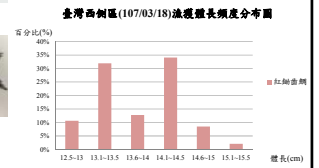
37

海生物樣本調查區－臺灣西北區

05/16 淡水



鱈形叉尾鱈 (*Tylosurus crocodilus crocodilus*)
體重：200~400 (g) ; mean 322.73 (g) 體長
(全長)：50~70 (cm) ; mean 64.2 (cm)



05/18 淡水



哈氏仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*)
共4 (kg)

05/17 淡水



文蛤 (*Meretrix lusoria*)
共5 (kg)

38

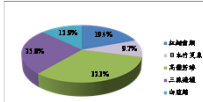
海生物樣本調查區－臺灣西側區

03/18 澎湖海域



紅胸青鯛 (*Erynnis cardinalis*)
體重：51~91 (g) ; mean 65.72 (g)
體長(尾叉長)：12.6~15.2 (cm) ;
mean 13.80 (cm)

03/15 澎湖海域



高體若鯨 (*Carangoides equula*)



三線鱸 (*Parapristipoma trilineatum*)



白鰻 (*Scomber japonicus*)



日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*)

共採集到5科5種計31尾

39

03/18 澎湖海域



彎角蟹爪蝦 (*Trachyscorpia curvirostris*)
共2.9 (kg)

海生物樣本調查區－臺灣西南區

5/22 彌陀



臺灣鳳螺 (*Babylonia formosae*)
共5.1 (kg)

5/27 彌陀



伏氏鰻鱺 (*Scolopsis vosmeri*)



花身副 (*Terapon jarbua*)

共捕獲5科8種18尾 延繩釣



蒙氏金線魚 (*Nemipterus peronii*)



日本金線魚 (*Nemipterus japonicus*)

5/28 東港



晶瑩蝦蝦 (*Sergia lucens*)
共4.5 (kg)



鼻大頭狗母魚 (*Trachinotus myops*)



平鯛 (*Rhabdosargus sarba*)



黃鰭鱸 (*Acanthopagrus latus*)



巴布亞鯆 (*Caranx papuensis*)

40

海生物樣本各調查區採集進度表

期中報告前，採樣共11批
符合輻射監測中心要求共7批
(年度執行率35%)

期中報告後，採樣共6批
符合輻射監測中心要求共4批
(年度執行率20%)

符合之樣本共11批
(年度執行率55%)

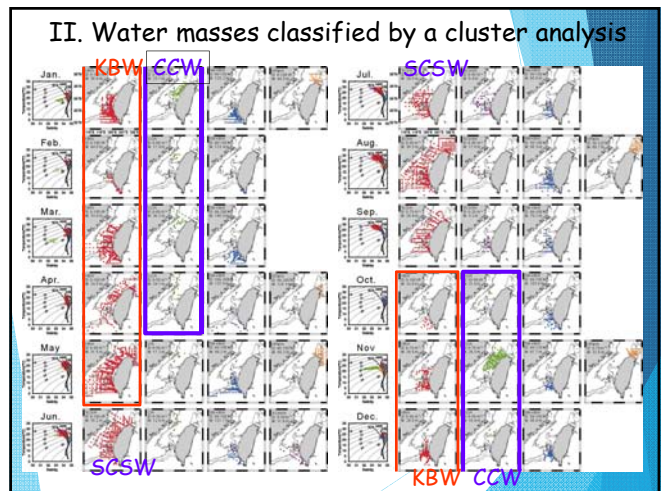
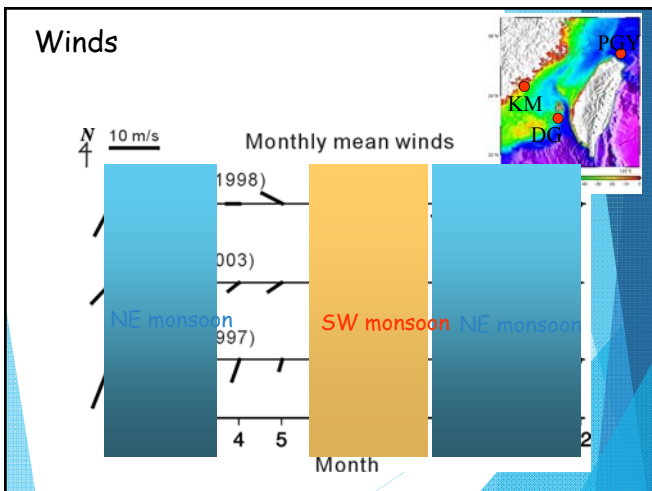
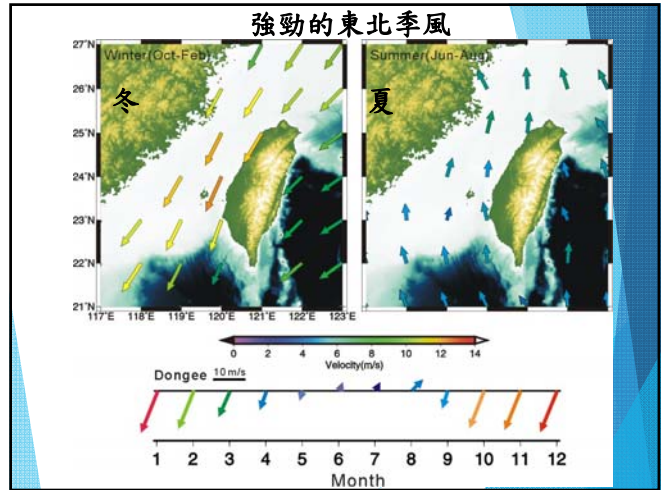
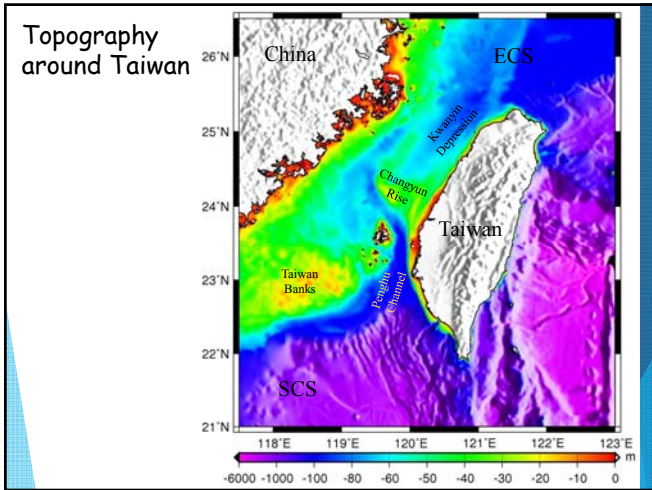
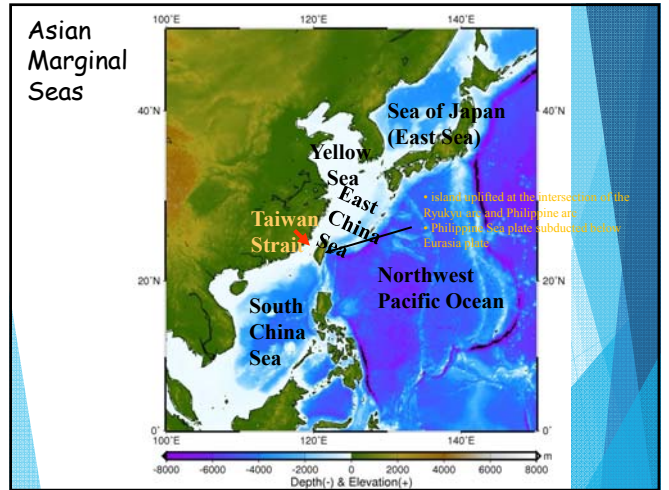
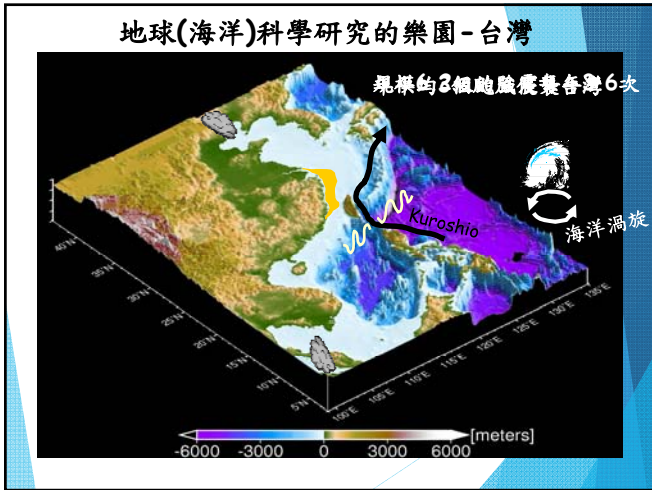
調查區	日期	海生物 (4批/區/年)	備註
東北區	5/17	正濱漁港(長角魚)	✓
	5/17	正濱漁港(長角鬥士赤鯿)	✓
東南區	3/17	正濱漁港	✓
	3/14	宜蘭(白帶魚)	✓
西北區	3/14	宜蘭(櫻花蝦)	✓
	5/16	淡水(鱈形叉尾鱈)	✓
西南區	5/17	東港(文蛤)	✓
	3/19	澎湖(藍仔)	✓
西側區	3/19	澎湖(厚殼蝦)	✓
	5/15	澎湖海域	✓
東北區	5/26	八斗子(白腹鱈)	✓
	5/28	東港(櫻花蝦)	✓
西南區	5/22	彌陀(鳳螺)	✓
	5/27	彌陀(泥)	✓
西北區	5/19	淡水(白口)	✓
	6/5	淡水	✓
西側區	5/27	彌陀(泥)	✓
	5/16	淡水(鱈形叉尾鱈)	✓
西南區	5/28	東港(櫻花蝦)	✓
	5/22	彌陀(鳳螺)	✓
西側區	5/17	淡水(文蛤)	✓
	5/19	淡水(白口)	✓
西南區	3/19	澎湖(藍仔)	✓
	3/19	澎湖(厚殼蝦)	✓
西側區	5/15	澎湖海域	✓
	5/15	澎湖海域	✓

107年台灣海域輻射監測調查 方法研究與先期工作勞務採購案

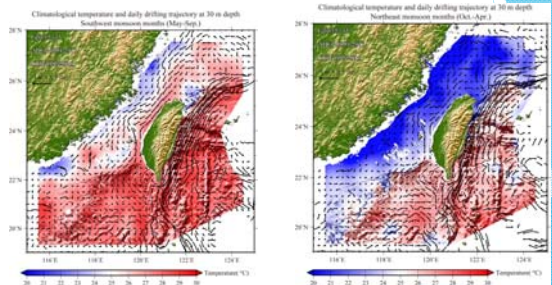
第1次期中工作檢討會

HYCOM模式運用
主持人：詹森教授
服務單位：國立臺灣大學海洋研究所
電話：02-23626097
傳真：02-23698526
E-mail：senjan@ntu.edu.tw

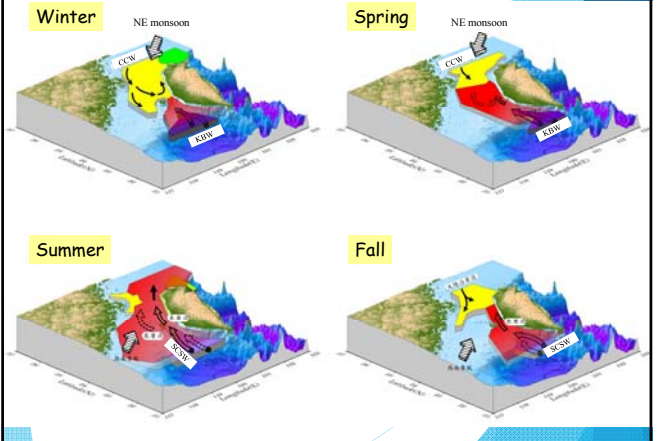
42



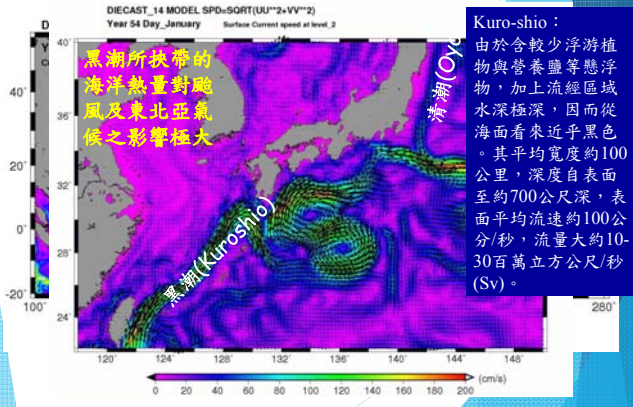
海洋資料庫資料



Circulation and water mass variability



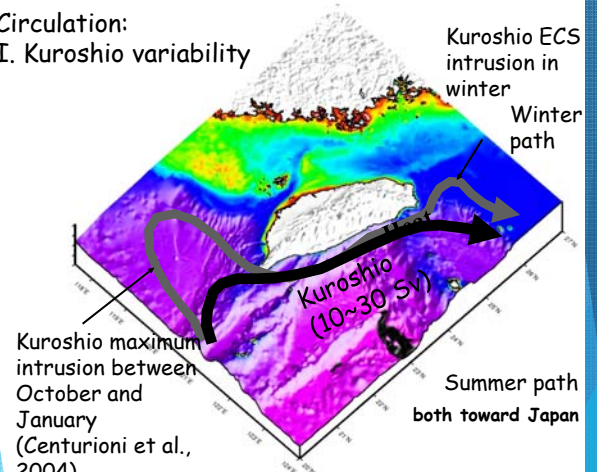
黑潮源自北赤道洋流，流經台灣東部，是北太平洋環流中流速最強的一段...



黑潮所挾帶的海洋熱量對颱風及東北亞氣候之影響極大

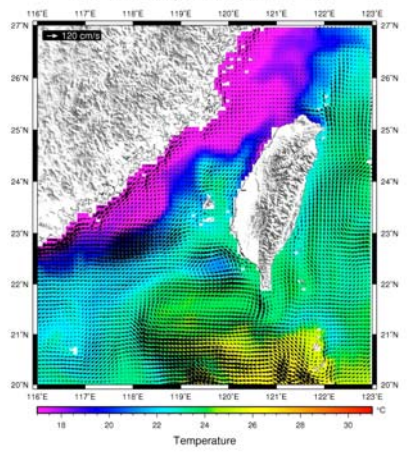
Kuro-shio: 由於含較少浮游植物與營養鹽等懸浮物，加上流經區域水深極深，因而從海面看來近乎黑色。其平均寬度約100公里，深度自表面至約700公尺深，表面平均流速約100公分/秒，流量大約10-30百萬立方公尺/秒(Sv)。

Circulation: I. Kuroshio variability



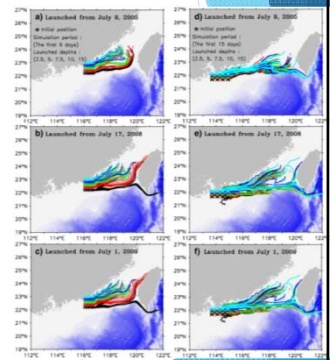
HYCOM模式

HYCOM output on 2018-01-01



HYCOM模式的運用方式簡介

- 目的：利用HYCOM模式輸出結果，以個案分析方式，估算研究區域內之沿岸各核電廠外海的於不同的季節可能漂流路徑，並建立資料庫以供查詢。
- 預計成果：讓使用者輸入漂流起始點位、起始時間、預計模擬時間長度，系統產出如右方之模擬路徑圖。



107年台灣海域輻射監測調查 方法研究與先期工作勞務採購案

第1次期中工作檢討會

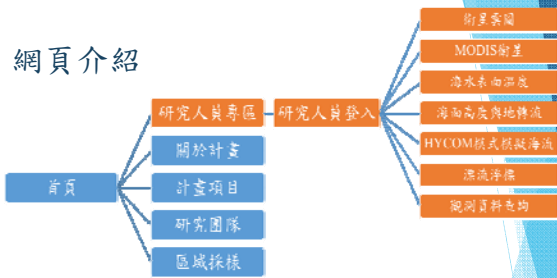
資料庫建置與網頁展示
 主持人：楊穎堅副教授
 服務單位：國立臺灣大學海洋研究所
 電話：02-23626097
 傳真：02-23698526
 E-mail：yjyang67@ntu.edu.tw

目的與架構

- 目的：
 - 將調查與研究成果公佈於網路，提供參與研究人員及委辦單位參考及查詢。
 - 將調查資料製作成資料庫，提供參與研究人員立即查詢及相互比對。
 - 彙整其他單位的相關資料，製作成環境資料庫，供參與研究人員快速查詢並與調查所得的資料相互比對。
- 系統架構：
 - 作業系統：Ubuntu (16.04 LTS x64)
 - 網頁伺服器：LAMP (Linux+Apache+MySQL+PHP)

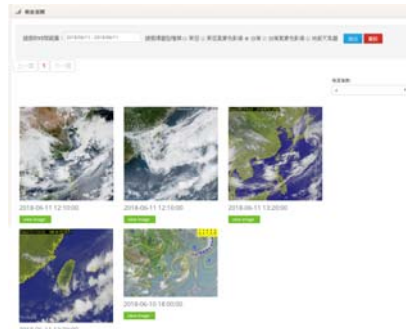


網頁介紹



資料介紹 - 中央氣象局真實色影像衛星雲圖

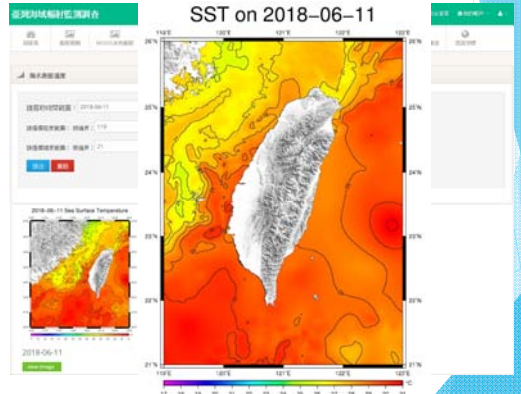
- 日本向日葵八號衛星，每十分鐘一筆。



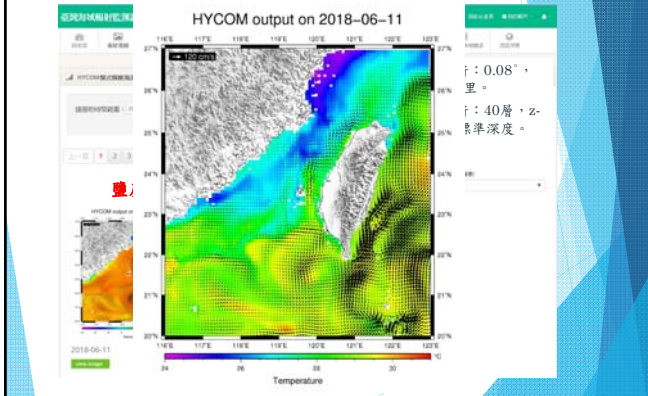
資料介紹 - MODIS水色衛星

- 全名：Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer，又稱為中級解析度成像分光輻射度計
- 空間解析：250公尺
- 時間解析：1天

資料介紹 - GHRSSST 海表面灣溫度資料



資料介紹 - HYCOM 全球分析資料



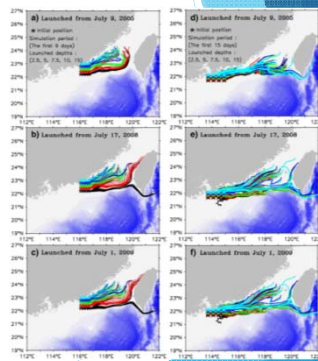
觀測資料查詢

沿岸地區河沙加碼能譜分析結果

日期	時間	流速	流深	流速	流深	流速	流深
北碚流	2018-03-12	739.00	0.00	0.00	0.00	48.00	28.00
金華流	2018-03-12	837.00	0.00	0.00	0.00	36.00	22.00
松木流	2018-03-12	357.00	0.00	0.00	0.00	29.00	17.00
寬田流	2018-03-13	376.00	0.00	0.00	0.00	20.00	14.00
新築流	2018-03-13	186.00	0.00	0.00	0.87	5.00	4.00
龍宮流	2018-03-13	273.00	0.00	0.00	0.99	13.00	8.00
海式流	2018-03-13	189.00	0.00	0.00	0.99	9.00	7.00
東海流	2018-03-14	706.00	0.00	0.00	0.00	44.00	27.00
江尾流	2018-03-13	268.00	0.00	0.00	0.00	20.00	16.00
馬尾	2018-03-19	711.00	0.00	0.00	0.84	40.00	28.00

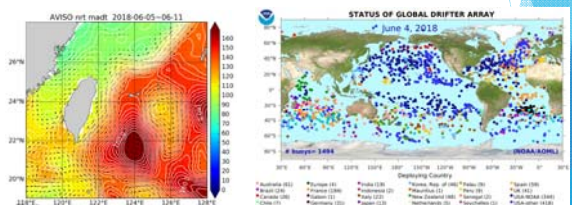
HYCOM模式的運用方式簡介

- ◆ 目的：利用HYCOM模式輸出結果，以個案分析方式，估算研究區域內之沿岸各核電廠外海的於不同的季節可能漂流路徑，並建立資料庫以供查詢。
- ◆ 預計成果：讓使用者輸入漂流起始點位、起始時間、預計模擬時間長度，系統產出如右方之模擬路徑圖。



正在進行的工作...

- ▶ 增加AVISO衛星遙測海面高度及海流變化資料。
- ▶ 增加GDP全球漂流浮標資料。
- ▶ 將各項資料結合HYCOM模式資料，以利研判臺灣周遭海域之水團分佈
- ▶ 開發程式，以圖形方式展示各項查詢結果。



檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址：83347高雄市鳥松區大華里澄清路
823號

承辦人：李明達

聯絡電話：07-3709206分機204

傳真：07-3704295

電子信箱：mtlee@aec.gov.tw

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年8月29日

發文字號：輻偵字第1070001645號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄及簽到表附件1附件2

主旨：檢送「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
計畫」第三次工作會議紀錄1份，請查收。

正本：國立中山大學(陳鎮東老師)

副本：本中心環境偵測組

電子公文
交換章

裝

訂

線



「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」
第三次工作會議紀錄

一、時間：107年8月6日下午2時

二、地點：輻射偵測中心2樓會議室

三、主席：蔡組長文賢

紀錄：李明達

四、出席單位及人員：詳簽名單

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學簡報 (略)

七、討論與決議事項：

1. 有關資料端輸入欄位格式等請校方依資料庫需求制定格式，以方便未來擷取及利用資料為原則。
2. 資料庫請往使用者端之視覺化設計來展示相關資料。
3. 有關跨部會之政府機關如海巡署、漁業署、水試所、及台灣漁業永續發展協會，未來將納入本計畫之協辦單位，請校方依單位執行特性，於未來計畫規劃案內將上揭單位納入工作項目執行單位。
4. 「台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫規劃書」，請於今年9月底提出初稿提送本中心，並於第四次工作會議(10月初)進行討論。
5. 有關契約內容如有雙方製約當時未考慮周詳或有不可預測因素，致使有窒礙難行之處，請校方以文件方式提出修改文稿，經本中心討論並主管核可後即進行契約內容之修訂。

八、散會(下午4時0分)。

107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與

先期工作計畫

第三次工作會議簽到表

日期：中華民國 107 年 8 月 6 日下午 2 時

地點：本中心 2 樓會議室

偵測中心：

李文賢

李明達

陳裕君

黃信雄

謝紀元

國立中山大學：

楊韻賢 (國立台灣大學海洋研究所)

黃蔚人 (國立中山大學海洋科學系)

黃修儀 (國立中山大學海洋科學系)

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址：83347高雄市烏松區大華里澄清路823
號

承辦人：李明達

聯絡電話：07-3709206分機204

傳真：07-3704295

電子信箱：mtlee@aec.gov.tw

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年11月5日

發文字號：輻偵字第1070002064號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄、會議簽到表附件1 附件2

主旨：檢送「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
計畫」第四次工作會議紀錄1份，請查收。

正本：國立中山大學(陳鎮東老師)

副本：本中心環境偵測組

電子公文
交換章

裝

訂

線



「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」
第四次工作會議紀錄

一、時間：107年10月25日下午2時

二、地點：輻射偵測中心2樓會議室

三、主席：蔡組長文賢

紀錄：李明達

四、出席單位及人員：詳簽名單

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學簡報 (略)

七、討論與決議事項：

1. 本計畫近期研究與文獻探討，發現海水在水深 50~100 公尺處及台灣東北海域有銫-137 略高之趨勢，校方建議修改水試所部分海水取樣內容及加強東北海域海產物的取樣。
2. 有關台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫規劃書初稿，請依討論結果修訂後，於期限前提送本中心。
3. 工作需求規範工作項目待本中心協調跨部會取樣工作後，請盡早提送，以利後續招標作業。
4. 有關期末討論會議及現場查核請依時程辦理。
5. 有關派駐人力之需求及出差權益等請校方放入相關文件內。

八、散會(下午4時0分)。

107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與

先期工作計畫

第四次工作會議簽到表

日期：中華民國 107 年 10 月 25 日下午 2 時

地點：本中心 2 樓會議室

偵測中心：

蔡文賢
李明達
陳裕君

國立中山大學：

海科系中山講座教授	<u>陳鎮東</u>
海科系助理教授	<u>黃蔚人</u>
海科系研究助理：	<u>黃貴楨</u>
海科系研究助理：	<u>黃修儀</u>
海科系研究助理：	<u>黃信雄</u>
海洋大學研究助理：	黃郁玲

107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作案

期末現場查核報告

依本案工作需求規範肆、三、2執行期末現場查核，查核項目及結果如下表：

查核日期：107年11月9日

查核地點：中山大學海洋科學系

查核項目	查核結果
計畫執行進度	計畫執行進度依期末報告初稿暨工作事項查核表查核，期末報告初稿預計於11月26日提送，相關意見將請校方於期末工作討論會議中及報告初稿審查意見中回復。 經現場查核後，目前約定之工作項目皆符合預期執行進度。
財產清點	採購高解析度分光光度計，於5月15日決標；預計於7月底前交貨、驗收。 依服務建議書經費需求表25頁採購，符合計畫樣品分析所需儀器。
採樣及分析結果討論	完成上半年之取樣及分析數量統計，已執行取樣計有37件表層海水、1件深層海水、1件海底沉積物及11件海產物。 經討論，以目前為止放射性數據之分析，台灣海域並無輻射異常現象。
其他建議事項	無。

查核人員：

中山大學代表：



行政院原子能委員會輻射作

高雄市烏松區大華里澄清路 823 號 TEL:(07



107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作

契約編號：1070103

現場查核(財產)及工作清點

時間：107 年 11 月 9 日 (星期五) 14:30

地點：高雄市鼓山區蓮海路 70 號

中山大學海科院，海 MA3040 會議室

簽 到 表

甲方	No.	乙方
李明遠	1	黃信雄
	2	黃蔚人
	3	黃貴模
	4	黃均珊
	5	胡佳穎
	6	黃修儀
	7	陳鎮東
	8	楊文雁
	9	
	10	
	11	
	12	

第 40 屆海洋工程研討會

The 40th Ocean Engineering Conference

大會手冊暨論文摘要集

序 言

從歷史角度觀之，我國發展與海洋依存關係密切，不論是漁業養殖捕撈、工程建造、航運貿易等，皆能看出海洋對我國重要性，隨著對海洋資源需求的擴張與科技發展的進步，海洋資源的應用更是愈加廣泛、多元化，而海洋經濟之議題更被全球視為國家發展不可或缺的要素。近年來，沿海地區地層下陷嚴重，暴潮溢淹災害頻傳，使海洋環境保育及維護等議題尤為重視。有鑒於此，本次第 40 屆海洋工程研討會舉行之目的，即是在於齊聚國內外水利、海岸、港灣、海洋及相關工程之學者、專家共同針對海洋工程及海洋環境之重大議題，如：海岸空間利用、海埔新生地開發、海岸侵蝕及保護、海洋資源之復育等方向進行探討與相關研究成果交流。期望以國內海洋工程界群策的努力，共同分享海洋、海岸及海下工程、海洋環境保護、海洋資源利用與開發及海洋探測等議題或相關技術及研究成果，協助我國發展最新海洋工程技術與海洋應用科學之研究，並藉由研討會的交流為大家建立海岸及海洋相關工程技術新思維，促進國內海洋工程相關產業技術升級。

本研討會論文承蒙各界熱烈參與，在此感謝各界踴躍賜稿，以及論文審稿委員大力協助，使論文審查作業得以順利如期完成。有了您們的參與才能使大會更為完善。最後，謹代表大會歡迎各位佳賓蒞臨高雄科技大學，希望各位與會佳賓在本次研討會中均能有豐碩的收穫，於此致上最深的謝意，並預祝大會圓滿成功，各位佳賓身體健康，萬事如意。

社團法人台灣海洋工程學會

理事長 

中 華 民 國 一 〇 七 年 十 一 月 二 十 日

大會議程

第 40 屆海洋工程研討會 The 40th Ocean Engineering Conference		2018/11/20 ~ 2018/11/22
2018/11/20 (二) 13:30 – 16:00	活動 13:30 ~ 14:00 海報論文競賽報到 14:00 ~ 16:00 海報論文競賽評選	地點 社團法人台灣海洋工程學會 (高雄市前鎮區中山二路 2 號 13F-5)
2018/11/21 (三) 09:00 – 21:30	活動 09:30 ~ 10:00 報到 10:00 ~ 12:00 技術講座 12:00 ~ 13:00 午餐與休息 13:00 ~ 13:30 台灣海洋工程學會會員大會 13:30 ~ 14:00 研討會開幕典禮 14:00 ~ 14:25 專題講座 (I) 14:25 ~ 14:50 專題講座 (II) 14:50 ~ 15:15 專題講座 (III) 15:15 ~ 15:40 專題講座 (IV) 15:40 ~ 16:05 茶敘 16:05 ~ 16:30 專題講座 (V) 16:30 ~ 16:55 專題講座 (VI) 16:55 ~ 17:20 專題講座 (VII) 18:30 ~ 21:30 晚宴 (高雄林皇宮)	地點 國立高雄科技大學(楠梓校區) 國際會議廳 (高雄市楠梓區海專路 142 號) 晚宴：高雄林皇宮-5F 宴會廳 (高雄市鼓山區博愛二路 99 號)
2018/11/22 (四) 08:00 – 17:00	活動 08:30 ~ 09:00 報到 09:00 ~ 10:30 論文發表 10:30 ~ 10:45 茶敘 10:45 ~ 12:15 論文發表 12:15 ~ 13:15 午餐與休息 13:15 ~ 15:00 論文發表 15:00 ~ 15:15 茶敘 15:15 ~ 17:00 論文發表	地點 國立高雄科技大學(楠梓校區) 海天樓 (高雄市楠梓區海專路 142 號)

場次： 3D 環境監測與水下技術
 1I 地球海洋環境問題

時間： 107/11/22 (四) 13：15 – 14：45

地點： 國立高雄科技大學海天樓 10206 教室 (楠梓校區)

論文編號	論 文 名 稱	
D2-10	AIS 訊號全解碼系統及資料建置.....	98
	(邱永芳、黃茂信、陳軒緯、李首言、翁健二)	
D3-01	UAV 影像應用於沙灘地形測繪之研究.....	99
	(楊一中、蕭松山、方惠民、王星宇、黎建賢)	
D1-01	以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探.....	100
	(黃蔚人、黃婷萱、楊穎堅、陳鎮東、詹 森、李明安)	
D1-02	海流浮標資料應用及校驗海流預報模式.....	101
	(劉哲源、尤皓正、于嘉順、陳維翔、陳琬婷、朱啟豪、滕春慈)	
D1-03	以迴歸模式預測澎湖海溫趨勢.....	102
	(林毓琇、于嘉順)	
D2-01	臺灣西部海域平均海水面變化分析.....	103
	(蕭松山、方惠民、謝志敏、王星宇、許顥騰、鐘承憲、周顯光)	

以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探

黃蔚人¹ 黃婷萱¹ 楊穎堅² 陳鎮東¹ 詹森² 李明安³

¹ 國立中山大學海洋科學系

² 國立台灣大學海洋研究所

³ 國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘要

台灣鄰近海域受到不同來源的海水，河川輸入以及強降雨之影響，尤其是後兩者對表層海水之影響較大。然而，對於表層海水而言，當使用溫度以及鹽度判別水團時，其中的溫度容易受到日照日夜變化之影響，故本研究嘗試另外以一個保守性參數-總鹼度(Total Alkalinity)作為溫度以及鹽度以外的判斷參數。透過在 2018 年冬季以及春天之採樣並比對過去有關鄰近台灣海峽之總鹼度文獻，我們發現總鹼度對鹽度圖能夠大略判斷出以下趨勢，金門、馬祖測站主要受到閩浙沿岸流以及長江沖淡水之影響，基隆港、高雄港、南灣等沿海地區主要受到黑潮及受其影響海水並同時受到降雨及蒸發之影響。我們初步提出可以使用總鹼度來做為台灣海峽中溫度及鹽度以外的水團訊號。

關鍵詞：水團、水團交換

Total Alkalinity as the Signal of the Surface Water Sources in the Taiwan Strait: Preliminary Study

Wei-Jen Huang* Ting-Hsuan Huang Ying-Jang Yang Chen-Tung Arthur Chen

Sen Jan Ming-An Lee

*Assistant Professor, Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University

ABSTRACT

Waters off Taiwan were affected by various sources, such as seawater, river water, and precipitation. Particularly, the later two waters can further affect surface seawater. However, when salinity and temperature were used to distinguish the water sources, surface temperature can be affected by day-night temperature variation due to periodic nature of solar insolation. Thus, we use a conservative tracer, total alkalinity, in addition to temperature and salinity, to trace the water source. We sampled seawater in the winter and spring in 2018 and compared these sample with the literature about waters near the Taiwan Strait. We observed that surface samples in Kinmen and Matsu may be affected by Zhe-Min coastal current and Changjiang plume; and samples from the South Bay and waters off ports of Keelung and Kaohsiung were affected by Kuroshio and its related currents with the impact of precipitation and evaporation. We suggest that total alkalinity can serve as a tracer of water sources in addition to salinity and temperature.

Keywords: water sources; water exchange

一、前言

台灣鄰近海域主要受到沿岸流以及洋流影響，另外還會受到河川輸入以及強降雨之影響。台灣東界西太平洋，西臨台灣海峽，南為巴士海峽，北面東海，不同來源的物質順著洋流被帶台灣周遭海域。台灣東側為黑潮發源地，其水團來源從北太平洋赤道洋流，受貿易風影響流至菲律賓群島，分為南北兩洋流，南為民答那峨洋流，北為黑潮。菲律賓群島以北的巴士海峽，介於南海以及西菲律賓海之間，垂直海流依流動方向可大致分為三層，表水跟底水為主要由西菲律賓海流至南海，中層為南海流出到西菲律賓海，表層亦有部分南海海水流至西菲律賓海。黑潮主流往北遇東海陸棚沿地形改變轉往東，部分黑潮則通過沖繩海槽流至東海。流經巴士海峽到南海北部的西菲律賓海海水，則受南海及東海的海平面高度差及西南季風風向影響，在台灣海峽形成由南往北的流，流至東海後被稱為台灣暖流。台灣海峽西側在東北季風盛行期間，自東海接受混合東海海水、長江及中國東南沿岸河水訊號的中國沿岸流的水團影響。可知台灣海峽周遭海域間的交互作用複雜，洋流又受到季風影響，使得區域海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。

總鹼度(Total alkalinity, TA)之概念為水樣達到滴定終點時所需要的質子之總量。在一般海水中，總鹼度可大致視為碳酸氫根離子濃度以及兩倍碳酸根離子濃度之總和，總鹼度簡化過後之公式為：

$$TA \approx [\text{HCO}_3^-] + 2 [\text{CO}_3^{2-}] \quad (1)$$

本研究旨在利用溫度、鹽度及總鹼度，搭配衛星及模式的結果，探討使用總鹼度追蹤台灣周遭海域之水團訊號之可能性。

二、研究方法

2.1 海水採樣及總鹼度分析

採樣地點為金門沿海、馬祖沿海、高雄港外海、基隆港外海、以及南灣。採樣時間各地略有不同，大致在 107 年三月下旬、以及五月中旬。採集總鹼度時同時量測其溫度以及鹽度，表層海水之總鹼度樣品使用 500 °C 燒烤過後的硼矽酸玻璃瓶採集，並保存在陰涼處後帶回國立中山大學實驗室等待分

析。總鹼度透過半自動滴定儀，該分析儀使用 Gran Titration 測定。分析時控制溫度在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，抽取 25 mL 的樣品並使用 0.1N 的 HCl 滴定，滴定至超過滴定終點且至酸鹼度(pH)小於 2 之後停止滴定。總鹼度樣品的標準值將直接參照美國加州大學聖地牙哥分校 (UCSD) Andrew Dickson 教授所生產的認證參照溶液 (Certificated Reference Material)，分析解析度小於千分之一(Huang et al., 2012)。

2.2 海洋物理模式

由美國海軍所提供的海洋物理模式(HYCOM, HYbrid Coordinate Ocean Model, <https://hycom.org/>)，是一個三維立體模式，平均溫度、鹽度及流速。受限於採樣時間及人力的限制，故此研究除了現場實測數據之外，也以模式數據提供更全面的資訊。HYCOM 能夠反映出表層水以及其垂直剖面變化，本研究以表層水為主，只擷取表層數據。一般而言，HYCOM 在預測表層水的精準度高於其在深層水之表現。

三、結果與討論

3.1 與海流模式對照

從 HYCOM 溫度及海流的分布圖(圖 1)來看，可清楚看到台灣海峽西側，也就是馬祖金門測站所在區域，溫度是由北往南遞增($24-27^\circ\text{C}$)，流向朝南，故可知台灣海峽西側是來自北方海水，加上測得的較低鹽數據(30-32)，初步推估金門馬祖鄰近之表層水受到閩浙沿岸流之影響。大陸沿岸冷海水局限於台灣海峽西側，從北方沿岸南下直至廣東沿海

台灣海峽東側跟台灣東側的水溫約為 $28-30^\circ\text{C}$ ，從南方海域橫過巴士海峽到南海北部，以及台灣東側海域，都可看到溫度相近的水溫，台灣東側為最高往北的流速，也就是黑潮主流，巴士海峽到南海北部則有逆時針渦旋，部分的西菲律賓海水有可能順著渦旋帶入南海北部，黑潮水進入南海後，部分黑潮水從澎湖水道北上進入台灣海峽。從實測鹽度約落在 34 左右，表示鹽度相對於台灣海峽西側的海水高，推測基隆港外、高雄港外以及南灣之表層水則受到黑潮以及受黑潮影響之海水控制。

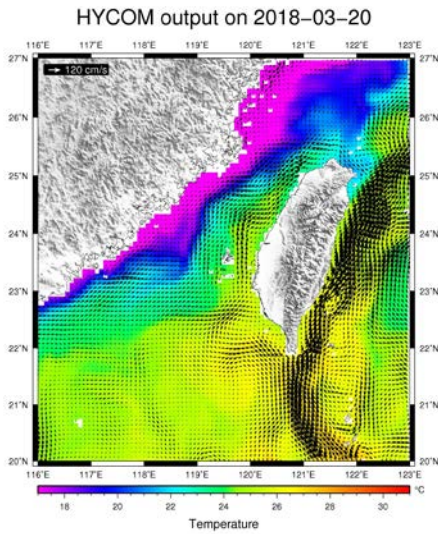


圖 1 2018 年 3 月 20 日 HYCOM 溫度及表層水流場

3.2 總鹼度分布圖

2018 年上半年本研究中總鹼度結果如圖 2 所示，各區域表層海水總鹼度為 2165.0 至 2322.7 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)，最高值為基隆外海表層水樣，最低值為馬祖南竿表層水樣。馬祖以及金門沿海採集之總鹼度較基隆、高雄港外以及南灣之總鹼度低。研判台灣海峽西北側中，金門馬祖沿岸可能受到閩浙沿岸流、長江沖淡水以及兩者混合後之影響；東北、東南以及西南區之採樣點主要受到南海水團、黑潮以及黑潮支流、以及台灣暖流影響。

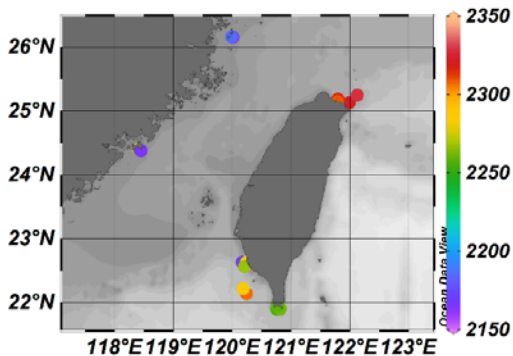


圖 2 表水總鹼度分布圖(單位: $\mu\text{mol kg}^{-1}$)

3.3 透過溫鹽推估總鹼度

Lee 等人(2006)發表使用表水溫鹽(SST、SSS)公式來推估總鹼度:

$$TA (\mu\text{mol kg}^{-1}) = 2305 + 58.66 (SSS - 35) + 2.32 (SSS - 35)^2 + 1.41 (SST - 20) + 0.040 (SST - 20)^2 \quad (2)$$

此公式適用於全球 30°S – 30°N 之間。儘管透過上述公式推估之總鹼度與實測值有線性關係(實測總鹼度越高時公式 2 得到的推測值偏低，越低時則反之)，但由於 Lee 等人(2006)並未包含台灣沿海，故實測值與預測值之間相差在 1% 至 4% 之間。Huang 等人(submitted)進一步使用 HYCOM 所提供的表水(0 m)溫度及鹽度，帶入他們所提出之台灣海峽鹼度度(Z, $\mu\text{mol kg}^{-1}$)之經驗公式:

$$Z = z_0 + a \times SST + b \times SSS + c \times SST^2 + d \times SSS^2 + f \times SST \times SSS \quad (3)$$

可得到台灣海峽周遭的擬合總鹼度分布圖(圖 3)。從分布圖可知，最低總鹼度出現於接近馬祖區域，低總鹼度同時也反應河水或雨水輸入，海峽相對高的總鹼度出現在台灣海峽西側，對應到較低溫由東海南下的海水，計算出的數值也接近冬季東海總鹼度實測值(Chou et al., 2011)。台灣周遭海水的總鹼度值則落在 2250 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 左右。其結果顯示對總鹼度之推測能力大幅提高。然而本經驗推估公式來自於台灣海峽之歷年數據，欲使用上述公式推測台灣海峽以外之台灣鄰近海域中之總鹼度時須留意。

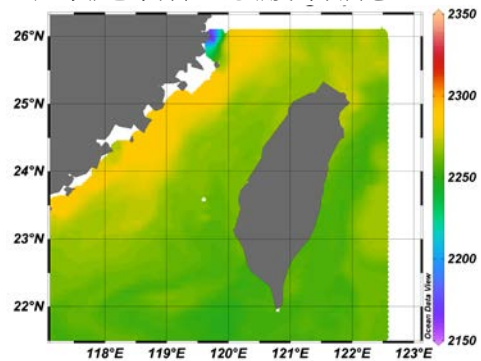


圖 3 台灣鄰近海域中以表層 HYCOM 溫鹽擬合之總鹼度分布圖(單位: $\mu\text{mol kg}^{-1}$)

儘管溫度鹽度可以推測總鹼度，若欲了解水團之來源，吾人仍須了解蒸發、降雨以及河水對總鹼度之影響。以下將使用實測總鹼度對鹽度之關係，並搭配文獻記載討論水團之來源。

3.4 總鹼度與鹽度關係

根據文獻報導(Milleo 等人, 1998; Friis 等人, 2003), 假設雨水與海水之間的總鹼度變化為單純的線性混合, 並可利用這樣的關係將總鹼度標準化到鹽度 35 以去除雨水對海水的混合效應, 如下公式。

$$NTA = 35 \times TA / \text{Salinity} \quad (4)$$

在大洋中時常利用上述的特性。然而在受到河流影響的沿岸地區, 總鹼度也會受到河流輸入的總鹼度而影響。例如在美國東岸以及北墨西哥灣之大陸棚上, 其大陸棚上之總鹼度分布主要受到河流與海水混合之影響, 其中河流輸入的總鹼度特性又可能受到該流域特性之影響(Cai et al., 2010)。台灣河流數目較多但較短, 對於台灣海峽之貢獻較為局部, 相較於台灣海峽南北兩端輸入之海水比例較少。尤其本研究採樣期間為冬季估水期, 研判台灣西部河流在冬季對台灣海峽之貢獻可能更低, 本研究暫時不討論台灣河流對台灣海峽總鹼度之影響, 但目前也無法排除台灣河流對台灣海峽總鹼度影響之可能性。

目前在台灣海峽南部以及北部各自曾有發表過的總鹼度與鹽度關係。Guo et al. (2015) 在南海北部淺於 40 米深的海水中, 歸納出一條鹼度與鹽度之線性(N=43):

$$TA (\mu\text{mol kg}^{-1}) = 49.4 \times \text{Salinity} + 567 \quad (5)$$

顯示南海北部表層水之總鹼度可能受到珠江沖淡水之影響。

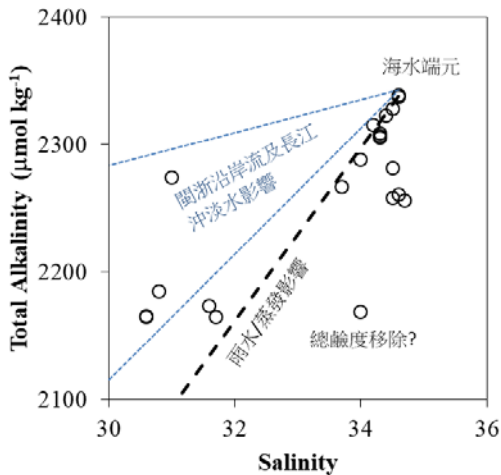


圖 4 總鹼度對鹽度關係圖

在台灣海峽以北, Zhai et al. (2007)在東海靠近長江口外海亦得到總鹼度與鹽度之關係式, 儘管該

文章並沒有歸納出一條總鹼度與鹽度的關係式, 該研究指出長江在當年輸出的總鹼度數值多數落在 1700-2100 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)之間。Chou 等人(2011) 於冬季在台灣海峽以北之東海南部近岸區域, 亦測得相近之總鹼度數值(總鹼度 $\approx 2230-2290 \mu\text{mol kg}^{-1}$, SSS $\approx 30.7-32$)。本研究將上述兩文章之總鹼度整合至圖 4 中藍色虛線範圍內。

在多數的地區中, 上述雨水與河水的影響都可以使用上述的線性關係解釋, 不過在湧升流或是有總鹼度移除的區域, 使用上述的關係時必須留意 (Jiang et al. 2014)。

表 1 溫度($^{\circ}\text{C}$)、鹽度、總鹼度、標準化至鹽度 35 之總鹼度(NTA)、以 Lee 等人公式推估之總鹼度(L_TA)表(單位: $\mu\text{mol kg}^{-1}$)。

溫度	鹽度	總鹼度	NTA	L_TA
24.2	34.7	2256.2	2276	2294
25.2	34.6	2260.9	2287	2290
25.1	34.5	2257.8	2291	2284
12.6	30.6	2165.4	2477	2084
12.6	30.6	2165	2476	2084
12.7	30.8	2185	2483	2091
14.8	31	2274.3	2568	2101
14.8	31.6	2173.2	2407	2126
14.6	31.7	2165	2390	2130
18.9	34.2	2315.6	2370	2258
26.4	34	2168.9	2233	2259
20.9	34.4	2322.7	2363	2272
26.6	34	2287.8	2355	2260
25.7	33.7	2267	2354	2242
22.3	34.3	2305.4	2352	2269
26.2	34.3	2306.5	2354	2275
21.3	34.5	2327.8	2362	2278
22.6	34.3	2308.8	2356	2269
15.1	34.6	2338.9	2366	2276
15.3	34.6	2337.5	2365	2276
25.5	34.5	2281.6	2315	2285

四、小結

參照圖 4 之理論分布，本研究於 2018 年上半年得到的總鹼度與鹽度關係式中，在鹽度小於 33 以下時，多數落在長江沖淡水之總鹼度-鹽度關係式之間(如圖 4)，這其中亦可能受到閩浙沿岸流與雨水稀釋後之共同影響。鹽度高於 33 以上的總鹼度鹽度關係式，則可能受到雨水稀釋或是蒸發之影響，而海水端元則主要受控制於黑潮以及受黑潮影響之海水(圖 4)。另有少數樣品(如南灣)則可能受到蒸發或當地生態(珊瑚礁)之影響，需要未來進一步研究證實。

本研究的樣本中並沒有明顯低溫的水樣，故研判本研究採集到的水樣來自湧升流的可能性較低。總鹼度與鹽度之間應仍為保守性混合。然而我們目前仍不能忽略其他造成總鹼度移除的可能性，例如光合作用(photosynthesis)可能減少一小部分比例的總鹼度、碳酸鈣沉澱(CaCO₃ precipitation)、生物鈣化(calcification)亦都可能移除總鹼度，上述這些生物地球化學作用可能對總鹼度樣品造成部分影響，需要在未來進一步研究。本研究之初步結果顯示使用總鹼度以及鹽度能夠推估水團之區域來源。

謝誌

本研究經費來自行政院原子能委員會，感謝採樣團隊的協助。

參考文獻

1. Cai, W.-J., X. Hu, W.-J. Huang, L.-Q. Jiang, Y. Wang, T.-H. T.-H. Peng, and X. Zhang (2010), Alkalinity distribution in the western North Atlantic Ocean margins, *J. Geophys. Res.*, 115(C8), C08014, doi:10.1029/2009jc005482.
2. Chou, W.-C., G.-C. Gong, C.-M. Tseng, D. D. Sheu, C.-C. Hung, L.-P. Chang, and L.-W. Wang (2011), The carbonate system in the East China Sea in winter, *Mar. Chem.*, 123(1 - 4), 44 - 55, doi:10.1016/j.marchem.2010.09.004.
3. Friis, K., A. Körtzinger, and D. W. R. Wallace (2003), The salinity normalization of marine inorganic carbon chemistry data, *Geophys. Res. Lett.*, 30(2), 1 - 4, doi:10.1029/2002GL015898.
4. Guo, X., and George T. F. Wong (2015), Carbonate chemistry in the Northern South China Sea Shelf-sea in June 2010, *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.*, 117, 119 - 130, doi:10.1016/j.dsr2.2015.02.024.
5. Huang, T.H., C.-T. A. Chen, J. Lee, Y. Bai, X. He, S.-L. Wang, S. Kandasamy, J.-Y. Lou, B.-J. Tsuang, H.-W. Chen, R.-S. Tseng, Y.J. Yang, C.-R. Wu, East China Sea increasingly gains limiting nutrient P from South China Sea (submitted).
6. Jiang, Z.-P., T. Tyrrell, D. J. Hydes, M. Dai, and S. E. Hartman (2014), Variability of alkalinity and the alkalinity-salinity relationship in the tropical and subtropical surface ocean, *Global Biogeochem. Cycles*, 28, 729 - 742, doi:10.1002/2013GB004678.
7. Millero, F. J. , K. Lee, and M. Roche (1998), Distribution of alkalinity in the surface waters of the major oceans, *Mar. Chem.*, 60(1 - 2), 111 - 130.
8. Zhai, W., M. Dai, and X. Guo (2007), Carbonate system and CO₂ degassing fluxes in the inner estuary of Changjiang (Yangtze) River, China, *Mar. Chem.*, 107(3), 342 - 356.

以總鹼度為台灣海峽表層水團 來源訊號之初探

黃蔚人¹ 黃婷萱¹ 楊穎堅² 陳鎮東¹ 詹森² 李明安³

¹國立中山大學海洋科學系

²國立台灣大學海洋研究所

³國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

2018年海洋工程年會

感謝行政院原子能委員會輻射偵測中心

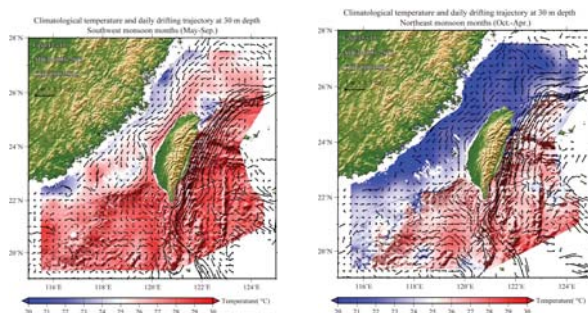
1

Outline

- Introduction
- Research goal
- Methods
- Results and discussions
- Summary

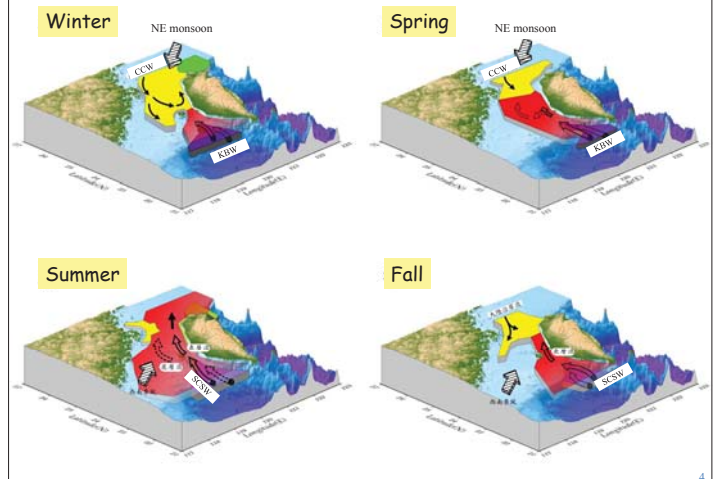
2

海洋資料庫資料



3

Circulation and water mass variability



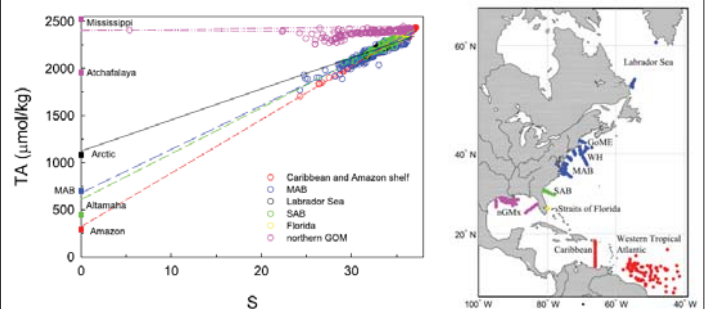
4

Total Alkalinity

- TA and dissolved inorganic carbon (DIC) are conservative quantities with respect to mixing and changes in temperature and pressure and are, therefore, used in oceanic carbon cycle models (Wolf-Gladrow et al., 2017).
- 總鹼度 (Total alkalinity, TA) 之概念為水樣達到滴定終點時所需要的質子之總量。在一般海水中，總鹼度可大致視為碳酸氫根離子濃度以及兩倍碳酸根離子濃度之總和，總鹼度簡化過後之公式為：
- $TA \approx [HCO_3^-] + 2 [CO_3^{2-}]$ (1)

5

TA – Salinity relationship along U.S. coast



Cai et al., 2010

Figure 1. Map of the western North Atlantic Ocean margin. See Table 1 for cruise details.

Cai et al., 2010

6

研究目的

- 本研究旨在利用溫度、鹽度及總鹼度，搭配衛星及模式的結果，探討使用總鹼度追蹤台灣周遭海域之水團訊號之可能性。

7

研究方法：海水採樣及總鹼度分析

- 採樣地點為金門沿海、馬祖沿海、高雄港外海、基隆港外海、以及南灣。採樣時間各地略有不同，大致在107年三月下旬、以及五月中旬。
- 總鹼度透過半自動滴定儀，該分析儀使用Gran Titration測定。分析時控制溫度在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，抽取25 mL的樣品並使用0.1N的HCl滴定，滴定至超過滴定終點且至酸鹼度(pH)小於2之後停止滴定。



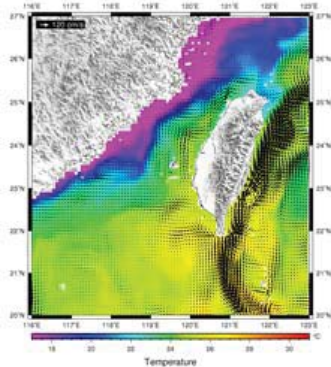
8

HYCOM

- 由美國海軍所提供的海洋物理模式(HYCOM, Hybrid Coordinate Ocean Model, <https://hycom.org/>)，是一個三維立體模式，平均溫度、鹽度及流速。受限於採樣時間及人力的限制，故此研究除了現場實測數據之外，也以模式數據提供更全面的資訊。HYCOM能夠反映出表層水以及其垂直剖面變化，本研究以表層水為主，只擷取表層數據。

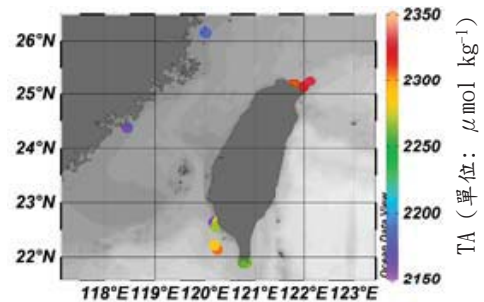
2018年3月20日HYCOM溫度及表層流場

HYCOM output on 2018-03-20



9

表水總鹼度分布圖



10

總鹼度與鹽度關係 (1)

- Lee 等人(2006)發表使用表水溫鹽(SST、SSS)公式來推估總鹼度：

$$TA \text{ (mmol kg}^{-1}\text{)} = 2305 + 58.66 (SSS - 35) + 2.32 (SSS - 35)^2 + 1.41 (SST - 20) + 0.04 (SST - 20)^2$$

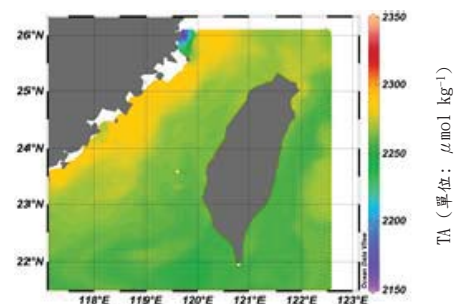
- Huang等人(submitted)進一步使用HYCOM所提供的表水(0 m)溫度及鹽度，帶入他們所提出之台灣海峽鹼度(Z, mmol kg⁻¹)之經驗公式：

$$Z = z_0 + a \times SST + b \times SSS + c \times SST^2 + d \times SSS^2 + f \times SST \times SSS$$

可得到台灣海峽周遭的擬合總鹼度分布圖(圖3)。

11

台灣鄰近海域中以表層HYCOM溫鹽擬合之總鹼度分布圖



12

總鹼度與鹽度關係：大洋

- 文獻報導(Milleo等人, 1998; Friis等人, 2003), 假設雨水與海水之間的總鹼度變化為單純的線性混合, 並且雨水中總鹼度為零, 則可利用這樣的關係將總鹼度標準化到鹽度35以去除雨水對海水的混合效應, 如下公式:

$$\text{NTA} = 35 \times \text{TA} / \text{Salinity}$$

NTA: normalized TA

113

總鹼度與鹽度關係：邊緣海 以北南海為例

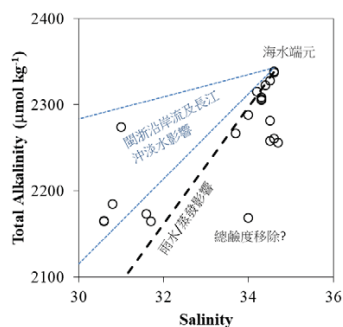
- Guo et al. (2015) 在南海北部淺於40米深的海水中, 歸納出一條鹼度與鹽度之線性(N=43):

$$\text{TA} (\mu\text{mol kg}^{-1}) = 49.4 \times \text{Salinity} + 567$$

顯示南海北部表層水之總鹼度可能受到珠江沖淡水之影響。

14

總鹼度與鹽度關係：本研究



由上圖中不同的斜率可以推測, 部分水樣受到降雨及蒸發之影響, 部分水樣則受到閩浙沿岸流及長江沖淡水之影響。

15

小結

- 本研究採集到的水樣來自湧升流的可能性較低。總鹼度與鹽度之間應仍為保守性混合。然而我們目前仍不能忽略其他造成總鹼度移除的可能性, 例如光合作用(photosynthesis)可能減少一小部分比例的總鹼度、碳酸鈣沉澱(CaCO_3 precipitation)、生物鈣化(calcification)亦都可能移除總鹼度, 上述這些生物地球化學作用可能對總鹼度樣品造成部分影響, 需要在未來進一步研究。
- 本研究之初步結果顯示使用總鹼度以及鹽度能夠推估水團在該區域之來源。

16

謝謝您的聆聽
Thanks for listening

感謝行政院原子能委員會輻射偵測中心

17

附錄13：「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」
期末工作檢討會會議紀錄（會議日期：107年12月11日）

正本

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 開會通知單

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年12月5日

發文字號：輻偵字第1070002259號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：議程附件1

開會事由：「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
計畫」期末工作檢討會

開會時間：中華民國107年12月11日(星期二)下午2時整

開會地點：本中心二樓會議室

主持人：徐主任明德

聯絡人及電話：李明達07-3709206分機204

出席者：國立中山大學(陳鎮東老師)、本中心環境偵測組

列席者：

副本：電子公文

備註：李請與中山大學報告計畫成果。



「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」

期末工作檢討會議程

一、 會議時間：107 年 12 月 11 日(二)下午 2 時 00 分

二、 會議地點：輻射偵測中心 2 樓會議室

三、 議程

14:00-14:05 主席致詞

14:05-15:00 中山大學報告計畫成果

15:00-15:30 議題討論

1. 報告審查意見回復
2. 工作事項查核表回復
3. 其他

15:30-16:00 臨時動議

16:00-16:10 主席結論

16:10 散會

107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與
先期工作計畫

期末工作檢討會議簽到表

日期：中華民國 107 年 12 月 11 日下午 2 時

地點：本中心 2 樓會議室

偵測中心：

洪明奇

蔡文貴

陳裕君

李明達

國立中山大學：

海洋科學系：

陳鎮東

海洋科學系：

黃蔚人

國立台灣海洋大學：

李明安

國立台灣大學：

楊真堅

國立中山大學：

黃貴碩

黃修儀

黃信雄

正本

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址：83347高雄市烏松區大華里澄清路823
號

承辦人：李明達

聯絡電話：07-3709206分機204

傳真：07-3704295

電子信箱：mtlee@aec.gov.tw

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國107年12月18日

發文字號：輻偵字第1070002339號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄、簽到表附件1 附件2

主旨：檢送「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
計畫」期末工作檢討會會議紀錄，請查收。

正本：國立中山大學(陳鎮東老師)

副本：本中心環境偵測組

電子公文
交換章

裝

訂

線



「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」 期末工作檢討會會議紀錄

一、時間：中華民國 107 年 12 月 11 日(星期二)下午 2 時

二、地點：本中心 2 樓會議室

三、主席：洪副主任明崎

記錄：陳裕君

四、出席人員：

國立中山大學：陳鎮東教授、黃蔚人助理教授、李明安教授、楊穎堅副教授、黃修儀、黃貴禎、黃信雄。

輻射偵測中心：洪明崎副主任、蔡文賢組長、李明達、陳裕君。

五、報告事項

(一)107 年執行成果報告

(二)108 年海域計畫規劃

六、決議事項：

(一) 因海水銫-137 是以化學分析方法濃縮後再進行加馬能譜分析，其分析結果如鉀-40、鈷-60、鈷及鈾系列等不具參考價值，報告僅列銫-137 及銫-134 活度。

(二) 沉積物原則取樣 500 克進行加馬能譜分析，岩心因取得不易，只需可裝填 4.5 公分計測皿 1~2 公分即可。

(三) 本次會議期末審查資料檢核確認，請於 12 月 21 日前完成期末報告定稿，始能撥付最後一期款項。

(四) 有關 108 年度計畫海產物取得，本中心委託漁業署及海洋發展協會，請得標廠商協助海生物樣品鑑別及記錄；並依據海生物類別、特性區分，觀察其銫-137 及銫-134 在不同種類間有無任何趨勢分布。

- (五) 現行國際期刊及研究使用活度單位為 Bq/m_3 ，與本中心使用單位(mBq/L)表達方式不同，因網頁為公開資訊，為避免民眾混淆，建議統一單位格式。
- (六) 校方建議中心，國立大學或政府機關參與標案應該可以不收取履約保證金，請中心進行評估。

七、散會：下午 3 時 50 分。

輻射偵測中心「107年台灣海域輻射監測調查方法
研究與先期工作」期末報告初稿
審查意見（及回覆表）

107.12.13

項次	頁次	審查意見	回覆
1	ii、23	海水 Cs-137 的測值應以「環境輻射監測規範」來比對較為恰當。海生物 Cs-137 的測值則以「食品中原子塵或...容許量表標準」比對。	感謝委員建議，已將報告中海水 Cs-137 的比對值改為「環境輻射監測規範」中之環境試樣放射性分析之預警措施基準值。 (Cs-137紀錄基準值：0.4 Bq L ⁻¹ ，約等於400 m Bq L ⁻¹ ； Cs-137調查基準值：2 Bq L ⁻¹ ，約等於2000 m Bq L ⁻¹)
2	ii、25	請標示說明圖 4-1-7 之 SCS、YS、ECS 等符號意思？	感謝委員指教，已補上 SCS、YS、ECS 等符號(英文縮寫)之說明。 (2a. SCS 南海：South China Sea 2b. YS 黃海：Yellow Sea 2c. ECS 東海：East China Sea)
3	iii	魚體重量與生物放大作用現象之描述，因樣本量不足建議保守定論。	感謝委員之建議，最後一句「因此無明顯之生物放大作用(Biomagnification)」已刪除。
4	11	4.1.2-1 節中，由本計畫採集...結果如表 4-1-6。請確認是否為表 4-1-5？	感謝委員指正，已將 4.1.2-1 節中，由本計畫採集...結果如表 4-1-6。表 4-1-6 修正為表 4-1-5。
5	26	總鹼度、pH、溫度、鹽度、密度與放射性核種之分佈有無存在規律性？	已考慮委員之建議，擬於期末報告定稿中詳細說明各總鹼度、pH、溫度、鹽度、密度與放射性核種活度之關係。各化學參數以及放射性核種與其水團來源大略會有相關性。

項次	頁次	審查意見	回覆
6	33	表 4-1-9 日本食品活度標準範圍請修改為日本目前使用標準。 (請參考日本厚生勞動省網站 https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html)	感謝委員指正，已表 4-1-9 中，日本食品活度標準範圍修改日本目前使用標準。 (飲料：10 Bq kg ⁻¹ 、 奶類及乳製品：50 Bq kg ⁻¹ 、 一般食品：100 Bq kg ⁻¹)
7	34	二、沉積物品採集 本團隊依照...分析結果如表 4-2-2。請確認是否為表 4-2-4？	感謝委員指正，已將沉積物品採集章節中，本團隊依照...分析結果如表 4-2-2。表 4-2-2 修正為表 4-2-4。
8	15~40	有關所有樣品加馬能譜分析結果(表 4-1-5 至表 4-2-4)，有部分分析結果為“待測”，及尚未取樣之樣品盡速送測，請於正式期末報告內完整填列。	加馬能譜分析結果(表 4-1-5 至表 4-2-4)，分析結果為“待測”部分，感謝委員提醒，擬於所有樣品結果已於期末報告定稿中完整填列；本案樣品已於 11 月 30 日前全數送達偵測中心。
9	76	海生物於五個調查區域中，魚類樣本 Cs-137 活度高於蝦及貝類，而魚類中是否有不同類別(如底棲、洄游魚等)間活度分佈趨勢？	感謝委員之建議，已於期末報告定稿中補充說明。
10	87	圖 4-4-7 上圖是否為海水中 Cs-137 分析結果？並提供單位？	感謝委員指正，圖 4-4-7 上圖為海水中 Cs-137 分析結果，單位為 Bq m ⁻³ ，已於期末報告定稿中列出參數及單位註解。
11	93	章節 4.4.4 應改成 4.4.5。	已完成。
12	95	圖 4-4-15 一年四季...變化是意圖請更正為“示意”圖。	已完成。
13	104	圖 4-4-24 請修正為 4-4-25。	已完成。

項次	頁次	審查意見	回覆
14	114~115	離岸海水、沿岸海水、沿岸海產物及河沙之加馬能譜數據請畫出統計圖表，建議配合GOOGLE MAP顯示，以呈現台灣海域輻射現況。	已完成，已改善網頁呈現方式，並於期末報告中圖 4-5-18，展示修改後之頁面。
15	114~115	網頁中顯示離岸海水“加碼”分析結果，建議改為“加馬”分析結果。	已完成。
16	121	高解析度分光光度計於本計畫發揮功能為何？請簡要說明。	高解析度分光光度計用於分析水樣之 pH 值，用於追蹤水樣受河水影響多寡，亦可判斷水樣是否受深水影響，為協助追蹤放射性核種來源的參數之一。
17		網頁建置部分，建議新增國外開放可供查詢放射性核種活度或調查結果之連結，提供便捷與本計畫連結。	已完成，已新增四個相關連結，見期末報告圖 4-5-23，以供查詢。
18		請補充敘述本計畫年度經費執行狀況。	18a. 用人費：100% (107 年 12 月之助理薪資已動支未發放； 107 年之助理年終獎金已動支未發放。 18b. 業務費：99.8% 18c. 設備費：100%

「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」

期末報告初稿暨工作事項查核表

1071213

項次	工作事項	是否符合	備註
1	5 區，每區每季採 3 個表層水。	是	應完成 60 個， 已完成 74 個。
2	西南、東南、東北區，每區需各取 2 個深層海水。	是	應完成 6 個， 已完成 8 個。
3	西南、東南及東北區內擇 2 區，各採 1 個深度 200 m 以上海底沉積物。	是	應完成 2 個。 已完成 4 個。
4	5 區，每區採 4 個海生物。	是	應完成 20 個， 已完成 24 個。
5	分析試樣送至本中心進行分析。	是	海 水：已送件 82 個。 沉積物：已送件 29 個。 海生物：已送件 24 個。 共送件 135 個。
6	派駐一位人員(大學畢業)至本會輻射偵測中心協助執行本案相關業務及輻射檢測工作。	是	已派駐。
7	整合 106 至 107 年由本會協商各部會及學術單位協助取樣之分析資料，並提供初步分析說明摘要。	是	摘要說明如期末報告 i~v。
8	收集國外海洋輻射監測相關文獻，參考國際主流調查做法，考量放射性物質於海水中的分布特性，輔以洋流、氣候、季節等資訊，以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種漂流至台灣海域之可能情形。	是	已建置資料庫並以網頁形式展示，詳見報告第 110 頁：肆、五、資料庫建置與網頁展示。
9	藉前述科學理論依據與實際執行之可行性，探討目前調查範圍與監測站點之適切性，並提出有代表性之最適確的海域監測範圍、輻射監測取樣站點、試樣類別與取樣頻率等項目。	是	已於 11 月 14 日所提交之「台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」(第 2 稿) 中提出。

項次	工作事項	是否符合	備註
10	研擬台灣海域輻射監測調查方法指引之建議規範。		已於期末報告定稿補充說明，詳見報告第 109 頁。
11	於期中及期末，須提出台灣海域輻射監測調查方法研究與調查之數據及資料統合、分析報告	是	描述於期末報告第 9 頁肆、執行成果說明
12	期末現場查核(執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論)	是	已於 11 月 9 日執行期末現場查核完畢。
13	本調查研究計畫期中、期末報告定稿後，應於報告中明確敘述精簡調查與研究結果。	是	摘要說明如期末報告 i~v。
14	期末報告須包含取樣地點、取樣數、頻次等長期追蹤、調查方案建議。		已於期末報告定稿補正說明，詳見報告第 95 頁。
15	期中報告初稿及定稿	是	15a. 已於 5 月 30 日提交初稿 15b. 已於 6 月 28 日提交定稿本
16	中長程(108~111 年)輻射監測調查計畫規劃書初稿	是	16a. 已於 9 月 25 日提交第 1 稿 16b. 於 11 月 14 日提交第 2 稿
17	期末報告初稿及定稿		17a. 已於 11 月 23 日提交初稿 17b. 已於 12 月 13 日提交定稿本
18	參加國內外研討會並發表論文	是	18a. 已於 3 月辦理國際交流討論會 1 場次 18b. 已於 11 月 22 日出席第 40 屆海洋工程研討會並以口頭發表論文
19	資料庫建置與展示	是	已建置資料庫並以網頁形式展示，詳見報告第 110 頁：肆、五、資料庫建置與網頁展示。

註：項次 1~18 為計畫工作需求規範內容。

項次 19 為服務建議書額外承諾內容。

附錄14：期末工作檢討會口頭簡報內容 (ppt)

107年台灣海域輻射監測調查

方法研究與先期工作勞務採購案

契約編號：1070103

期末工作檢討會

委託單位：行政院原子能委員會輻射偵測中心
執行單位：國立中山大學海洋科學系
計畫全程：107年1月22日至107年12月30日

「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」

期末工作檢討會議程

- 一、會議時間：107年12月11日 (二) 下午2時00分
- 二、會議地點：輻射偵測中心2樓會議室
- 三、議程
 - 14:00-14:05 主席致詞
 - 14:05-15:00 中山大學報告計畫成果
 - 15:00-15:30 議題討論
 1. 報告審查意見回覆
 2. 工作事項查核表回覆
 3. 其他
 - 15:30-16:00 臨時動議
 - 16:00-16:10 主席結論
 - 16:10 散會

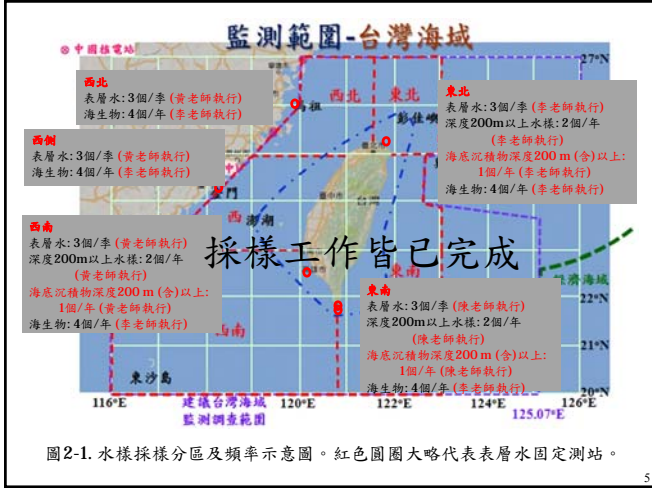
107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案

研究人力

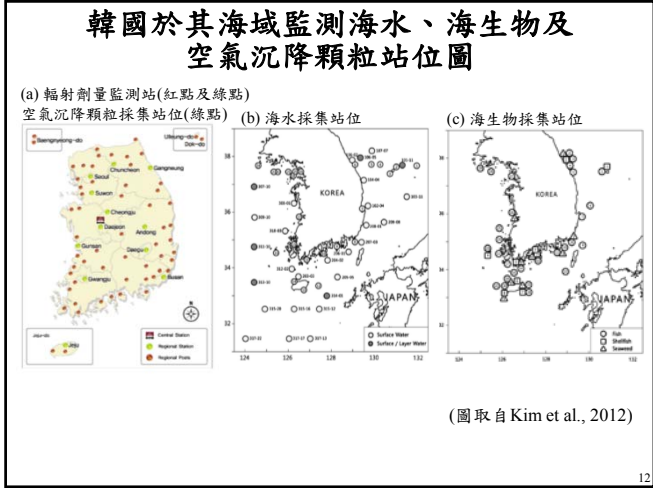
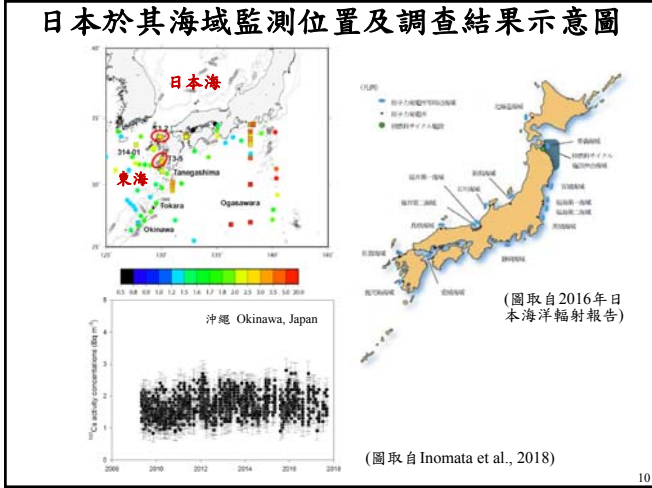
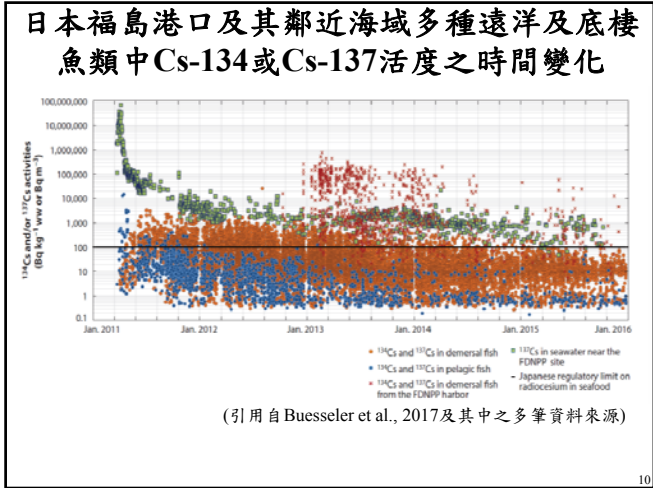
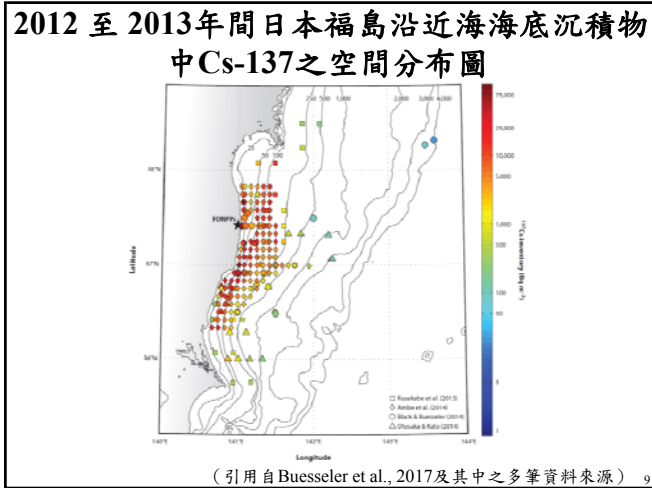
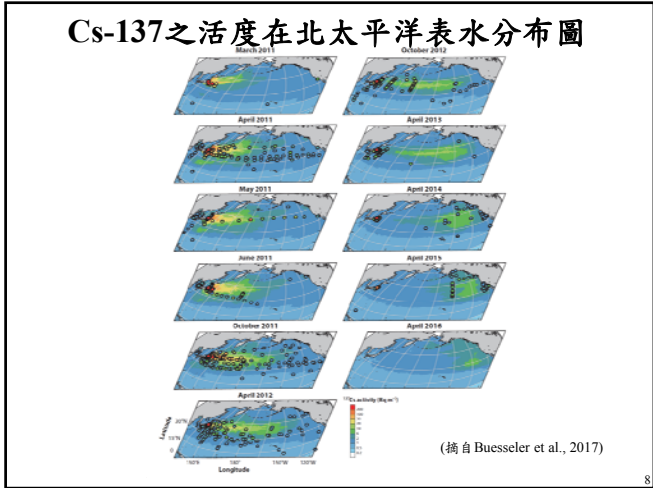
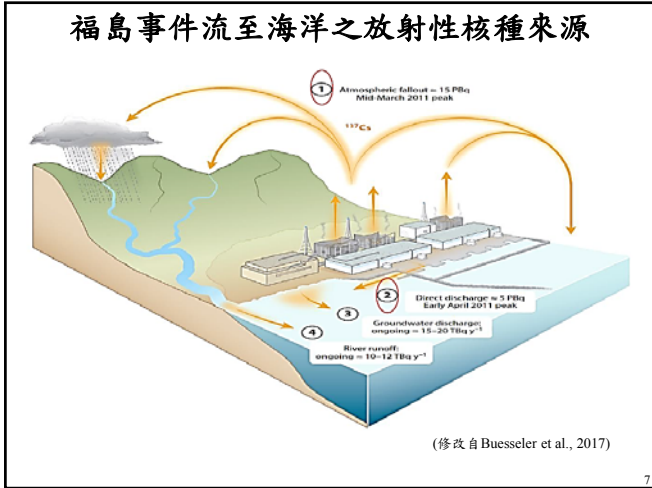
類別	主持人	服務單位
主持人	陳鎮東教授	國立中山大學海洋科學系
共同主持人	李明安教授	國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學系
共同主持人	詹森教授	國立臺灣大學海洋研究所
共同主持人	楊穎堅副教授	國立臺灣大學海洋研究所
共同主持人	黃蔚人助理教授	國立中山大學海洋科學系

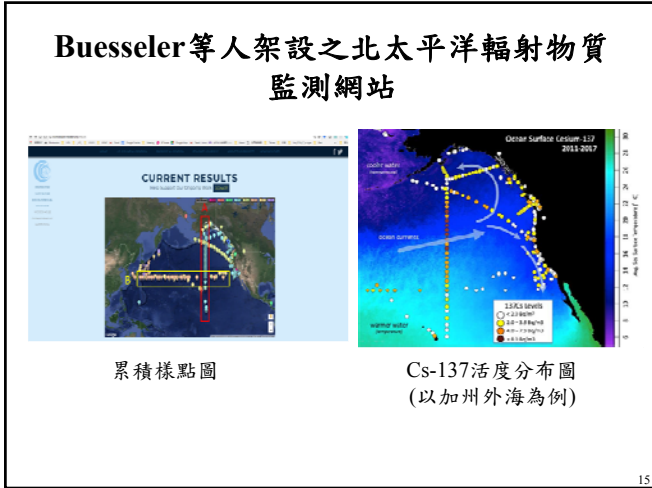
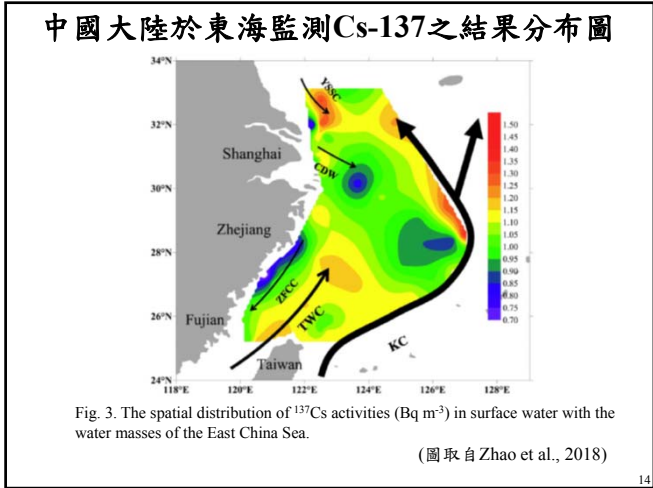
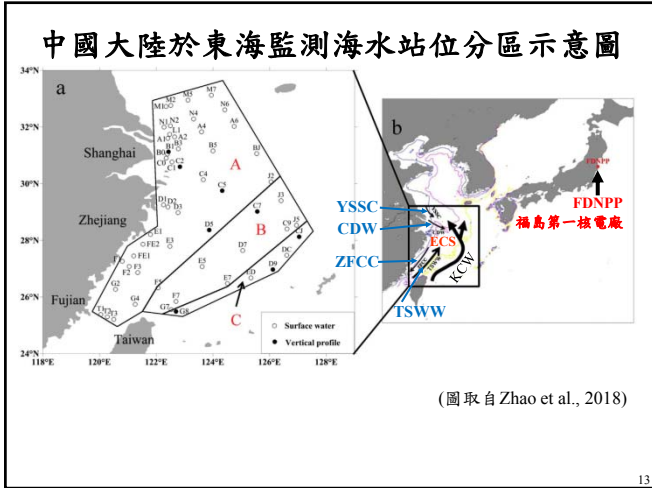
執行情況

項次	契約工作事項	執行情況
1	分析區域：監測範圍如下圖符號近海區劃分為西北、西側、西南、東南、及東北等5區，各分析區域需提供明確經緯度，每季表層水的取樣位置需相同經緯度，取樣規則如下： (1) 海水 (取60公升)：每區每季採3個表層水 (0-1m深)，計畫年度內共採60個表層水；西南、東南及東北等區，需各採2個深度200 m (含)以上水樣品，計畫年度內共採6個深度水樣品。	1a. 應完成60個 (3個/季x3區x4季)，已完成 74個。 1b. 應完成6個 (2個/季x3區x1年)，已完成8個。
2	(2) 海底沉積物：需於西南、東南及東北區內擇2區，各採1個深度200 m (含)以上水樣品，計畫年度內共採2個樣品，必要時 (如發現可疑廢棄物) 需能精確定位採樣並提供海底攝影一次。	應完成2個 (1個/季x2區x1年)，已完成4個。
3	(3) 海生物：迴游或區域性魚、蝦、貝類、棘皮動物、軟體動物、無脊椎動物或海藻等，每區 (儘可能接近漁場) 至少採4個樣品 (其中含魚、蝦、貝類至少各一個，每個樣品需3公斤以上，貝類樣品需5公斤以上)，計畫年度內共需採20個海生物樣品。	應完成20個 (4個/區x5區x1年)，已完成 24個。
4a	得標廠商於期中，須提出台灣海域輻射監測調查方法研究與調查之數據及資料整合、分析報告，供甲方審閱。	已於6月28日提交定稿。
4b	得標廠商於期末，須提出台灣海域輻射監測調查方法研究與調查之數據及資料整合、分析報告，供甲方審閱。	已於11月23日提交初稿。
5a	得標廠商需配合甲方執行期中 (5-8月) 現場查核，查核內容包含計畫執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論等。	已於6月13日執行期中現場查核完畢。
5b	得標廠商需配合甲方執行期末 (10-11月) 現場查核，查核內容包含計畫執行進度、財產清點、採樣及分析結果討論等。	已於11月9日執行期末現場查核完畢。
6	於107年7月10日前提出第1次期中報告初稿10份，並舉辦期中工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起20日內提交定稿本10份及相關資料電腦檔。	已於6月28日提交定稿。
7	107年11月15日前提出「台灣海域未來中長期 (108-111年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿6份，並於期末工作檢討會討論。	已於9月25日提交第1稿，於11月14日提交第2稿。
8	107年11月30日前提出期末報告初稿10份，並舉辦期末工作檢討會，依甲方審查意見修正，於檢討會後次日起10日內提交定稿本10份及相關資料電腦檔。	8a. 已於11月23日提交初稿。 8b. 將依規定完成 (各子計畫請於12月17日13:00前提交)
9	107年12月10日前參加國內外研討會並發表論文至少1篇。	9a. 已於3月辦理國際交流研討會1場次 9b. 已於11月22日出席第40屆海洋工程研討會並以口頭發表論文

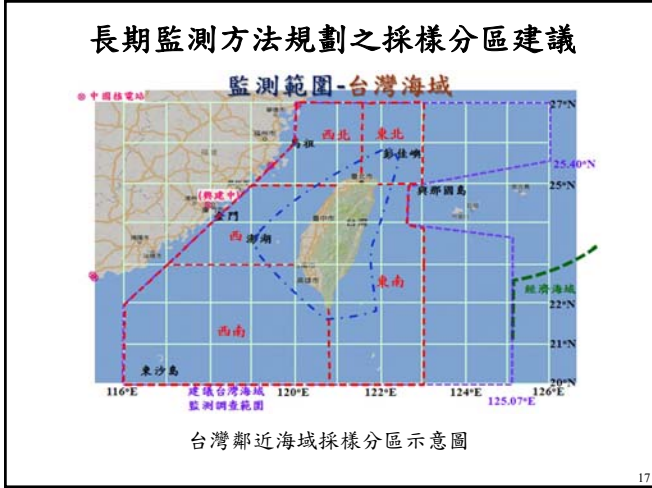


監測調查方法研究-文獻回顧





- ### 研究方法: 小結
- 海洋斷面調查 (系統性調查、成本高)
 - 分區採樣 (無定點、無斷面、成本中高)
 - 離島採樣 (可長時間定點觀測、成本低)
 - 公民採樣 (需把關採樣品質)



長期監測方法規劃: 建議採樣頻率(海水部分)

監測類別	細項	採樣深度	監測項目	位置	站點(區)數	監測頻率	每次採樣個數	每年小計
海水	表層	水深 0-10米 以淺	銫-134 (Cs-134)、銫-137 (Cs-137)、溫度、鹽度	東南: 蘭嶼、南灣 西南: 東沙、南沙 西部: 澎湖、金門 西北: 南竿、東引 東北: 基隆港外	9	夏季、冬季	每站 3個	54
	表層	水深 0-10米 以淺		東南、西南、西部、西北、東北	5	夏季、冬季	每區 2個	20
	次表層	水深 50至150米 之間	銫-134、銫-137、溫度、鹽度、總鹼度、pH	東南、西南、西部、西北、東北	5	夏季、冬季	每區 2個	20
	深層	水深 200米 以深		東南、西南、東北	3	每年	每區 1個	3

建議採樣頻率 (沉積物及海生物部分)

監測類別	細項	採樣深度	監測項目	位置	站點(區)數	監測頻率	每次採樣個數	每年小計
沉積物	海底表層沉積物	水深200米以深	鉍-134、鉍-137	東南、西南、東北	3	每年	每區1個	3
海生物	魚蝦貝		鉀-40、鉍-134、鉍-137	東南、西南、西部、西北、東北	5	每年	每區4批	20

19

107年台灣海域輻射監測調查 方法研究與先期工作勞務採購案

契約編號：1070103

期末工作檢討會

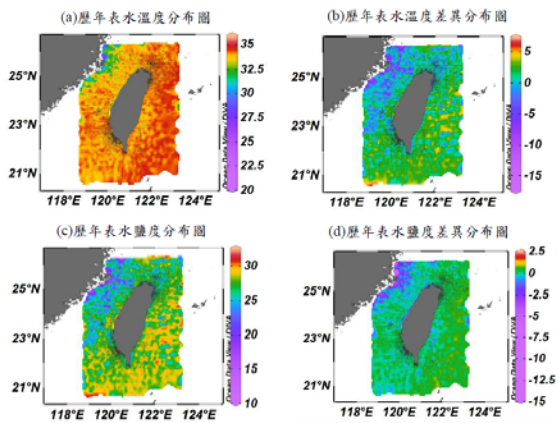
海水樣以及沉積物

主持人：黃蔚人助理教授
陳鎮東講座教授

服務單位：國立中山大學
海洋科學系

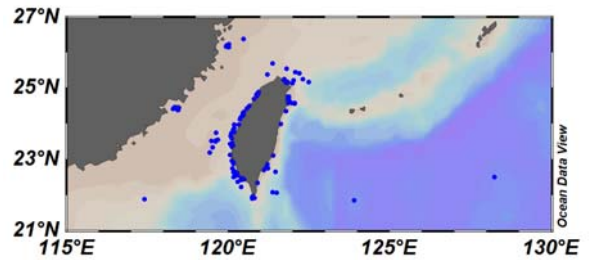
20

歷年表水溫度鹽度分布圖



21

各區海水樣品實際採樣位置圖



第一至第四季已採集74個表層水樣、8個深海水樣，總採樣執行率100%。(更新日期107年12月10日)

22

表層海水樣品執行率

更新日期107年12月10日

執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	西北區	西區	西南區	東南區	東北區
第一季執行率	4/3	3/3	5/3	3/3	4/3
第二季執行率	3/3	3/3	5/3	3/3	5/3
第三季執行率	5/3	3/3	5/3	4/3	3/3
第四季執行率	3/3	3/3	4/3	3/3	3/3

23

深水海水(200m以上)樣品執行率

	西南區	東南區	東北區
總計畫執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)	2/2	3/2	3/2

24

實際海水採樣情況：以金門、馬祖為例

時間:107年5月 地點:金門 時間:107年5月 地點:金門 時間:107年10月 地點:馬祖



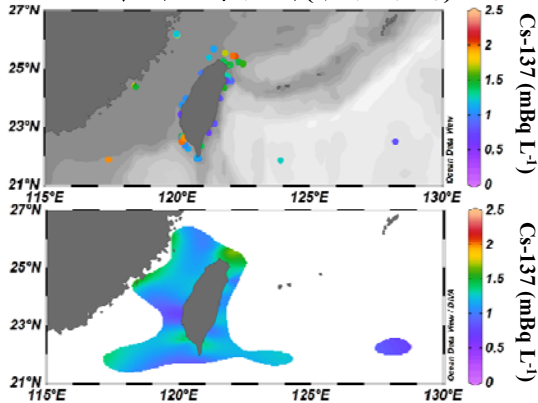
海水溫鹽度測量 表層海水採集 表層海水採集

實際海水採樣情況：以金門為例

時間:107年5月 地點:金門 時間:107年5月 地點:金門



台灣鄰近海域海水中Cs-137活度分布圖及等值圖(含各深度)



107年度臺灣鄰近海域溫鹽度及海水加馬能譜分析結果平均值及標準差

水深0至200m 更新日期107年12月10日

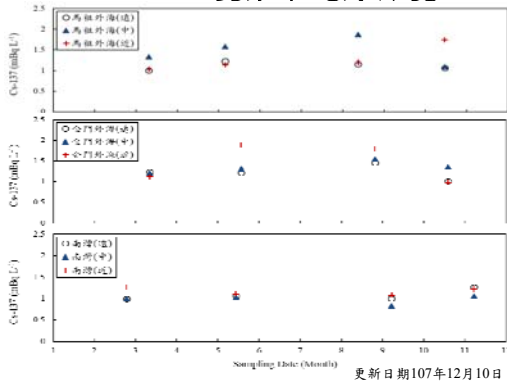
區域	Cs-134	Cs-137	平均溫度(°C)	平均鹽度
	平均活度(mBq L ⁻¹)			
西北區	—	1.33±0.30	21.9±6.9	31.4±1.7
西區	—	1.18±0.32	25.1±3.8	32.2±2.4
西南區	—	1.18±0.37	27.0±3.2	33.2±1.3
東南區	—	1.12±0.25	26.9±2.0	32.4±1.7
東北區	—	1.51±0.24	23.8±3.2	33.5±0.9

水深200m以深

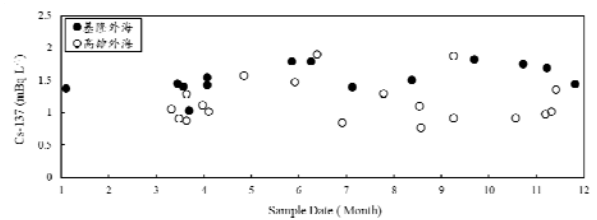
區域	Cs-134	Cs-137	平均溫度(°C)	平均鹽度
	平均活度(mBq L ⁻¹)			
西南區	—	1.98±0.02	16.1±1.0	34.6±0.0
東南區	—	1.31±0.20	21.7±5.7	33.4±1.5
東北區	—	1.81±0.34	15.0±0.4	34.6±0.0

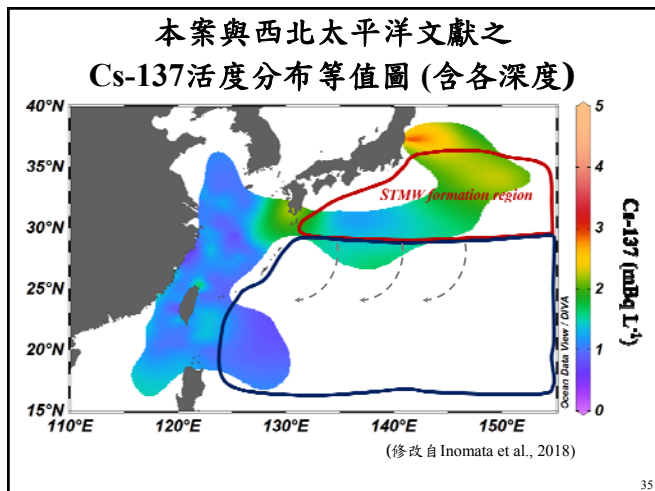
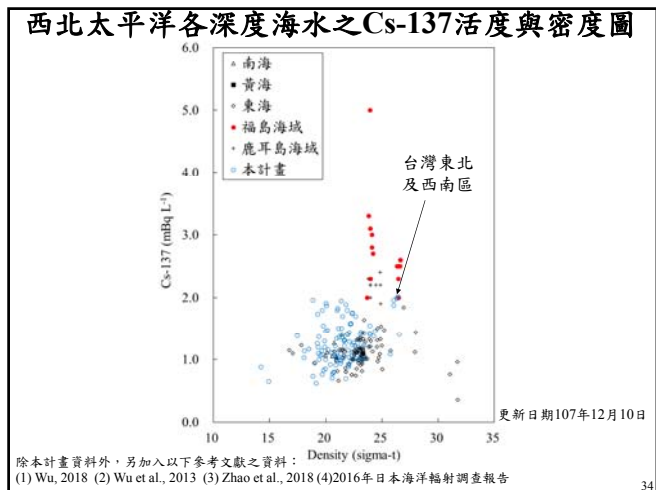
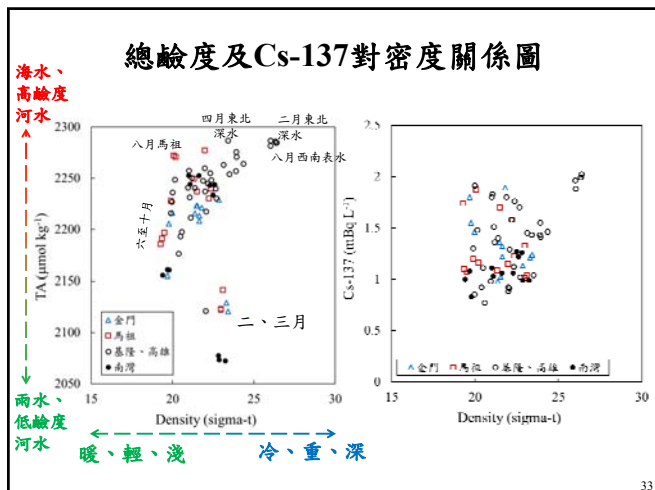
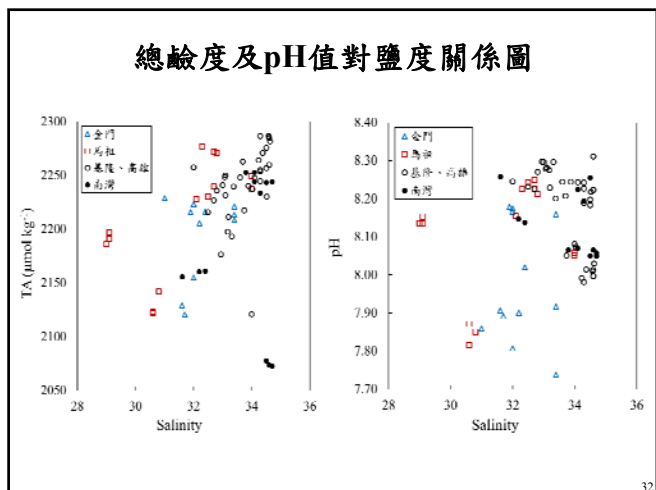
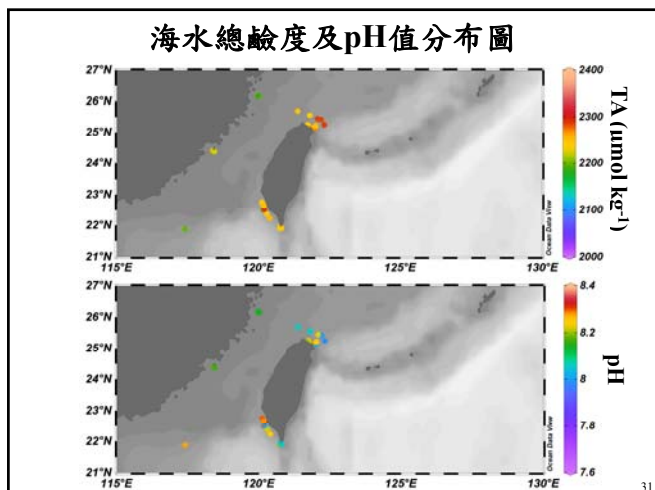
註：“—”表示小於最低可測活度(MDA)。

金門、馬祖、南灣海水中Cs-137活度分布隨月份變化



基隆、高雄外海水中Cs-137活度分布隨月份變化

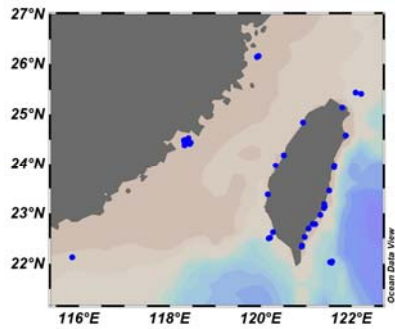




本案及西北太平洋海域Cs-137活度比較

區域	Cs-137活度(mBq L ⁻¹)		採樣時間	參考文獻
	0~200 m	200 m以深		
福島電廠外海	2.0 ± 0.18 ~ 5.0 ± 0.18	n.d.	2016	2016年日本海洋輻射調查報告
鹿耳島外海	1.9 ± 0.21 ~ 2.4 ± 0.21	n.d.	2016	2016年日本海洋輻射調查報告
沖繩島外海	1.7 ± 0.47	n.d.	2008-2018	Inomata et al., 2018
本案	0.62 ~ 1.96	1.09 ~ 2.02	2018	-
東海	0.66 ± 0.10 ~ 1.64 ± 0.15	0.35 ± 0.05 ~ 1.84 ± 0.10	2011	(1)Wu et al., 2013 (2)Wu, 2018 (3)Zhao et al., 2018
黃海	1.10 ± 0.07	n.d.	2011	Wu et al., 2013
南海	0.99 ± 0.03 ~ 1.41 ± 0.09	n.d.	2011, 2014	(1)Wu et al., 2013 (2)Wu, 2018

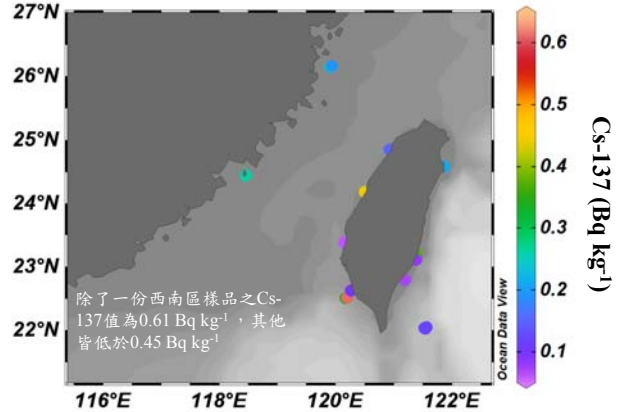
沉積物採樣點執行率及岸沙位置圖



	西南區	東北區
總計畫執行率(實際樣品數量/規劃樣品數量)	2/1	2/1

37

沉積物Cs-137活度分布圖



38

臺灣鄰近海域岸(河)沙及海底沉積物加馬能譜分析結果平均值及標準差

水深0至200m 更新日期107年12月10日

區域	Cs-134	Cs-137	K-40*	Co-60	Th系列*	U系列*
	平均活度 (Bq kg ⁻¹)					
西北區	—	0.22±0.04	786±235	—	11±3	9±3
西區	—	0.17±0.07	335±190	—	25±45	15±18
西南區	—	0.10	562±55	—	35±4	21±2
東南區	—	0.22±0.14	342±214	—	21±14	14±8
東北區	—	—	97±17	—	5±1	4±1

水深200m以深

區域	Cs-134	Cs-137	K-40*	Co-60	Th系列*	U系列*
	平均活度 (Bq kg ⁻¹)					
西南區	—	0.48±0.19	774±34	—	50±2	28±1
東北區	—	—	508±98	—	28±12	18±7

註：“—”表示小於最低可測活度(MDA)。

39

本案分析結果落在法規標準範圍內

項目	單位	Cs-134	Cs-137	參考資料	
		日本	飲料		10
台灣	奶類及乳製品 (Bq kg ⁻¹)	50	—	行政院衛生署依食品衛生管理法第十一條第二項授權訂定之「食品中放射性核素或放射能污染安全容許量標準」。	
		一般食品	100		—
	嬰兒食品 (Bq kg ⁻¹)	10	—		
		飲料及包裝水	10		—
環境試樣	水(紀錄基準值) (Bq L ⁻¹)	0.4	0.4	「環境輻射監測規範」附件六環境試樣放射性分析之預警措施基準。	
		水(調查基準值)	2		2
	沉積物(紀錄基準值) (Bq kg ⁻¹)	3	3		
		沉積物(調查基準值)	74		740
本案	海水活度 (mBq L ⁻¹)	—	0.62-2.02		
	沉積物 (Bq kg ⁻¹)	—	0.06-0.61		
	海產物 (Bq kg ⁻¹)	魚	—		0.1-0.23
		蝦	—		0.07
貝		—	0.07		

40

107年台灣海域輻射監測調查
方法研究與先期工作勞務採購案
契約編號：1070103

期末工作檢討會

海生物樣本採集

主持人：李明安教授

服務單位：國立臺灣海洋大學

環境生物與漁業科學系

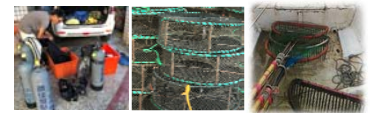
41

海生物樣本採集

- 5個調查區
- 每區至少採4批樣品【魚及蝦(>3kg)、貝類(>5kg)至少各一批】

計畫年度內共需採20批

- 漁法：拖網、櫻花蝦拖網、流袋網、延繩釣、一支釣、手耙、具及螃蟹籠具等，必要時則以人工採集或委請潛水員水下採



將所採集到的生物樣本鑑定分類、計算尾數及量測重量後，送至原子能委員會輻射偵測中心檢測



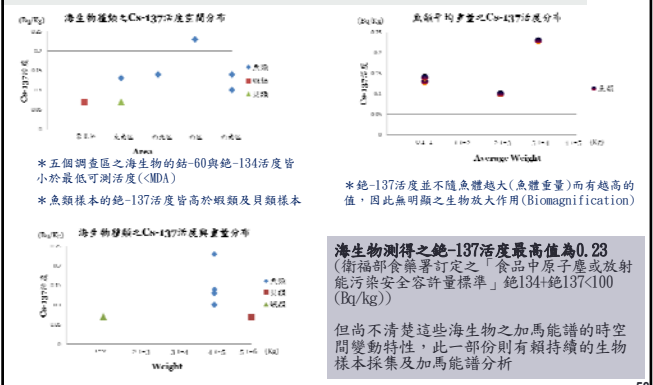
42

海生物樣本加馬能譜分析結果

樣本編號	樣本名稱	樣本種類	加馬能譜分析結果 (Bq/kg)			
			鈾-235	鈾-238	鈾-234m	鈾-234
...

註：
1. "—"表示小於最低可測活度 (<MDA)、
"*"表示天然放射性核種。
2. 試樣計測時間30,000秒。

海生物樣本加馬能譜分析結果



結論

本研究團隊分別於臺灣東北區、東南區、西區、西南區等五個調查區以拖網、籠具或潛水等方式進行現場海生物採樣，其海生物樣本包含魚類、蝦類及貝類等，分別利用櫻花蝦拖網、拖網、流袋網、延繩釣、一支釣、手耙具及螃蟹籠具等漁具採集之。上述海生物樣本於採樣完畢後，攜回研究室以人工方式進行物種鑑定、體長與體重之基本生物學量測與紀錄，並盡速送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。

本案五個調查區之採樣，皆符合契約進度。東北區已完成兩批魚類樣本，包含黑角魚 (Chelidonichthys kumu) 及白腹鯖 (Scomber japonicus) 等一批蝦類 (長角鬥士赤蝦, Metapenaeopsis provocatoria longirostris) 及一批貝類 (海瓜子藤蛤, Ruditapes variegatus) 樣本採集，完成度 100%。東南區已採集兩批日本帶魚 (Trichiurus japonicus) 之魚類樣本、晶瑩櫻蝦 (Sergia lucens) 及日本玻璃蝦 (Pasiphaea japonica) 等兩批蝦類樣本，一批血斑鐘螺 (Trochus stellatus) 之貝類樣本，完成度 (100%)。西北區已採集鱗形叉尾鬚鱗 (Tylosurus crocodilus crocodilus) 及白姑魚 (Pennahia argentata) 等兩批魚類樣本、哈氏仿對蝦 (Parapenaeopsis hardwickii) 與蝦類樣本及文蛤 (Meretrix lusoria) 之貝類樣本各一批，完成度 100%。西側區已採集紅鋤齒鰻 (Evyynnus cardinalis) 及康氏馬加鱸 (Scomberomorus commerson) 等兩批魚類樣本；彎角鷹爪蝦 (Trachysalambria curvirostris) 及鬚赤蝦 (Metapenaeopsis barbata) 等兩批蝦類樣本；一批貝類樣本 (環文蛤, Cyclina sinensis)，完成度 100%。至於西南區已完成年度計畫之採集，分別為長額寶刀魚 (Chirocentrus nudus) 與花尾胡椒鯛 (Plectorhinchus cinctus) 等魚類樣本兩批、晶瑩櫻蝦 (Sergia lucens) 之蝦類樣本一批、貝類樣本包含臺灣鳳螺 (Babylonia formosae) 及葡萄牙牡蠣 (Crassostrea angulata) 共兩批，另還有軟體動物 (頭足類) 杜氏槍魷 (Uroteuthis (Photoligo) duvaucelii) 一批 (完成度 150%)。

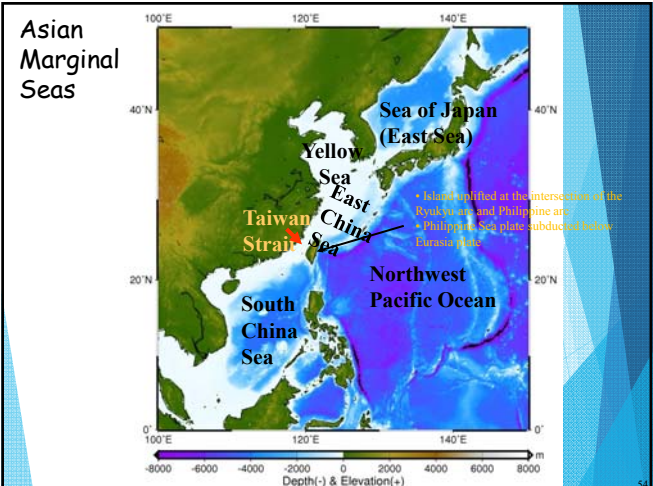
結論

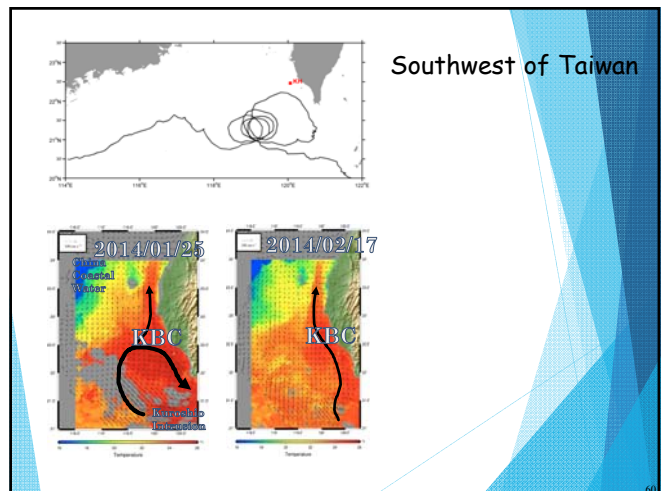
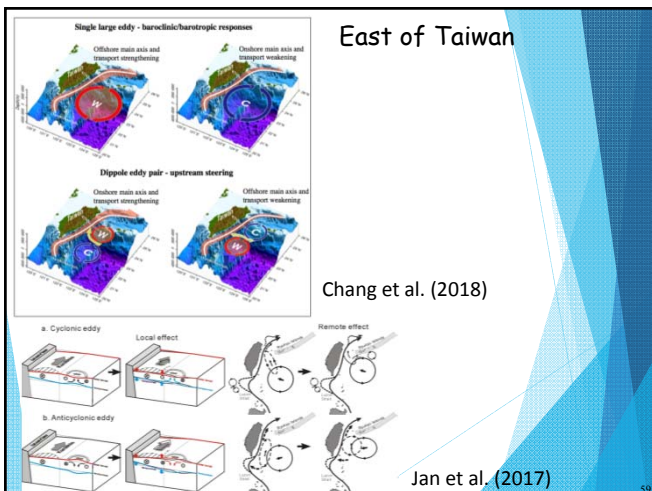
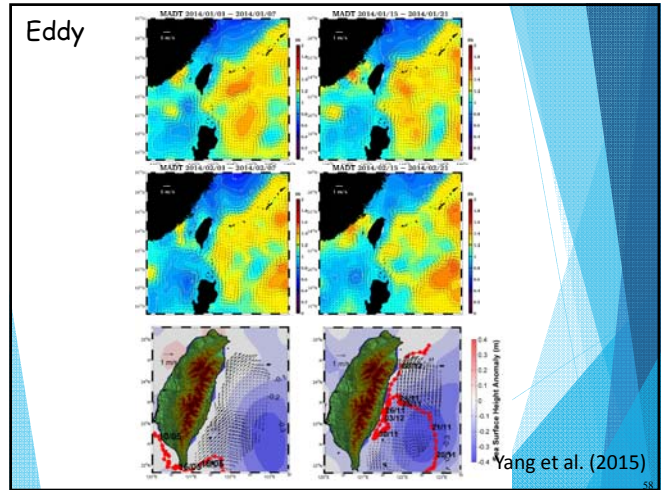
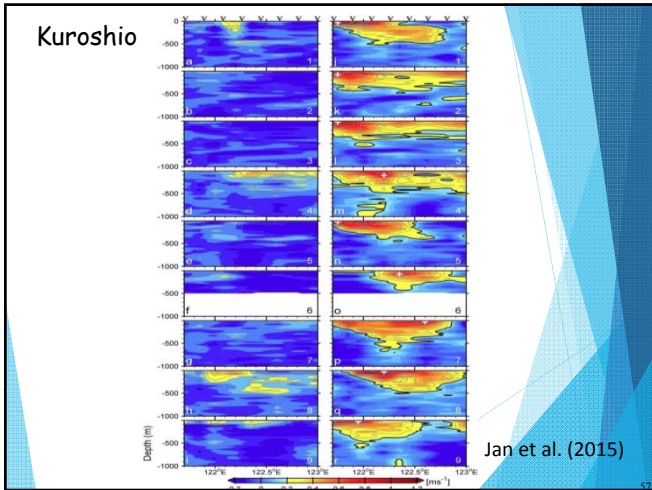
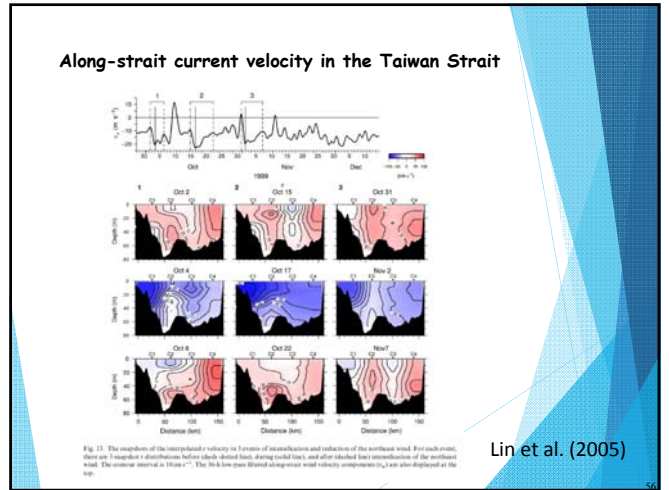
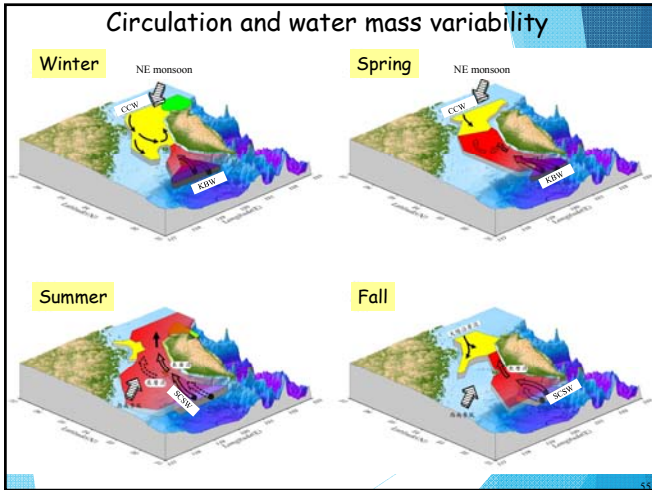
海生物樣本加馬能譜分析結果顯示，臺灣五個調查區之海生物樣本的鈾-60及鈾-134活度皆低於儀器最低可測活度，五個調查區採集之海生物的鈾-60與鈾-134活度皆小於最低可測活度 (<MDA)，其中魚類樣本的鈾-137活度皆高於蝦類及貝類樣本，但未隨魚體越大 (魚體重量) 而有越高的現象，顯示並無生物放大作用 (Biomagnification) 的現象。

107年台灣海域輻射監測調查 方法研究與先期工作勞務採購案 契約編號：1070103

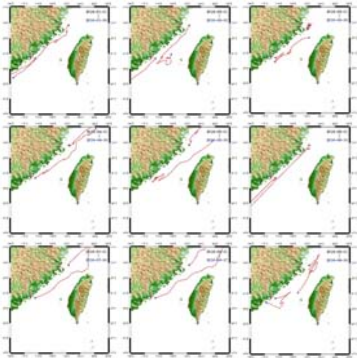
期末工作檢討會

HYCOM模式運用
主持人：詹森教授
服務單位：國立臺灣大學
海洋研究所





Results of HYCOM



107年台灣海域輻射監測調查 方法研究與先期工作勞務採購案

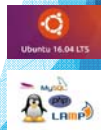
契約編號：1070103

期末工作檢討會

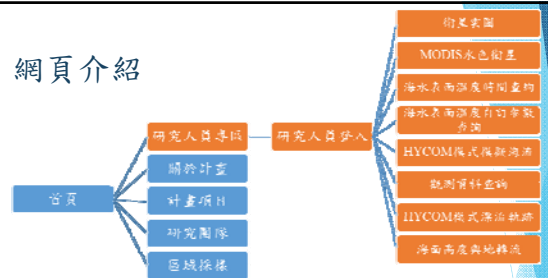
資料庫建置與網頁展示
主持人：楊穎堅副教授
服務單位：國立臺灣大學
海洋研究所

目的與架構

- 目的：
 - 將調查與研究成果公佈於網路，提供參與研究人員及委辦單位參考及查詢。
 - 將調查資料製作成資料庫，提供參與研究人員立即查詢及相互比對。
 - 彙整其他單位的相關資料，製作成環境資料庫，供參與研究人員快速查詢並與調查所得的資料相互比對。
- 網址：<http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw>
- 系統架構：
 - 作業系統：Ubuntu (16.04 LTS)
 - 網頁伺服器：LAMP (Linux+Apache+MySQL+PHP)

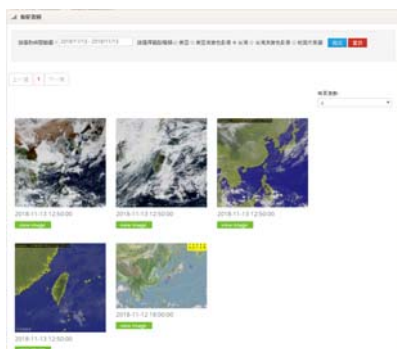


網頁介紹



資料介紹 - 中央氣象局真實色影像衛星雲圖

- 日本向日葵八號衛星，每十分鐘一筆。

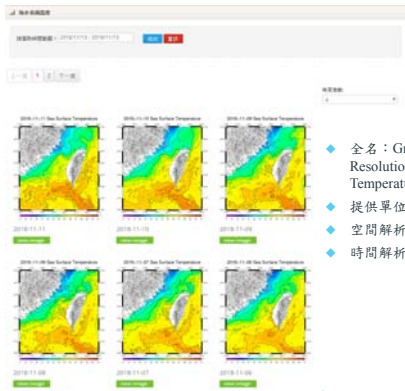


資料介紹 - MODIS水色衛星



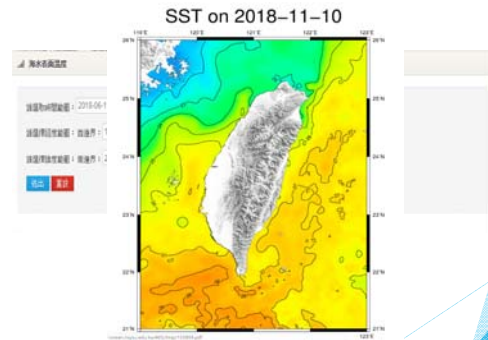
- 全名：Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer，又稱為中級解析度成像分光輻射度計
- 空間解析：250公尺
- 時間解析：1天

資料介紹 - GHRSSST 海表面溫度資料

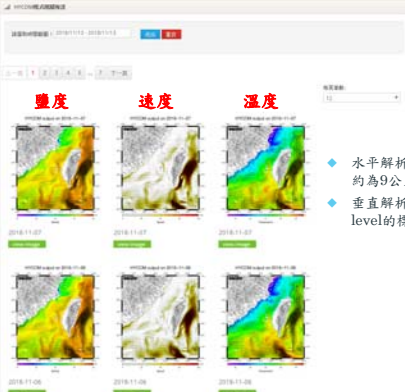


- ◆ 全名：Group for High Resolution Sea Surface Temperature
- ◆ 提供單位：JPL
- ◆ 空間解析：1公里
- ◆ 時間解析：1天

資料介紹 - GHRSSST 海表面溫度資料



資料介紹 - HYCOM 全球分析資料

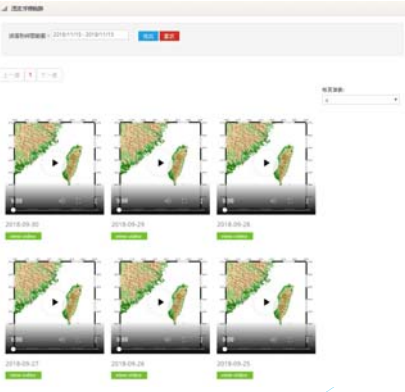


- ◆ 水平解析：0.08°，約為9公里。
- ◆ 垂直解析：40層，z-level的標準深度。

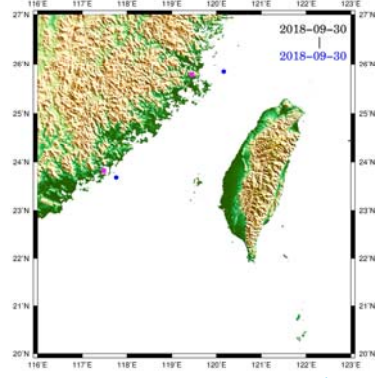
觀測資料查詢

觀測站編號	觀測時間	觀測項目	觀測值	單位	備註
8112	2018-09-30	海表溫度	22.56	°C	
8112	2018-09-30	海表鹽度	34.7	psu	
8112	2018-09-30	風速	0.255	m/s	
8112	2018-09-30	TA (µmol/kg)	2256.7764	µmol/kg	
8112	2018-09-30	pH	8.058		

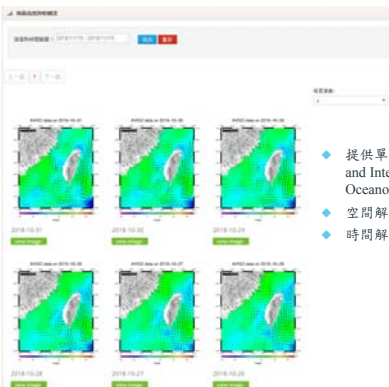
資料介紹 - HYCOM模式模擬漂流軌跡



資料介紹 - HYCOM模式模擬漂流軌跡



資料介紹 - 海面高度與地轉流



- ◆ 提供單位：Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data (AVISO)
- ◆ 空間解析：1/4度
- ◆ 時間解析：1天

記事

A series of horizontal dashed lines for taking notes.

附錄 15：過濾與未過濾之西子灣海水 Cs-137 活度，及西子灣海水之懸浮
 顆粒濃度

	Cs-137 活度 (mBq L ⁻¹)	懸浮顆粒濃度 (g L ⁻¹)
過濾之海水樣本	0.92	0.0034
未過濾之海水樣本	1.00	

