



行政院原子能委員會輻射偵測中心

**108 年台灣海域輻射背景
調查計畫勞務採購案
契約編號：1080103**

**期末報告
定稿本**

本次報告摘要

- 一、中文計畫名稱：108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案
- 二、契約編號：1080103
- 三、契約期間：108 年 1 月 1 日至 108 年 12 月 31 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：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）
黃蔚人助理教授（國立中山大學海洋科學系）
- 七、本次報告書名稱：期末報告定稿本
（執行期間：中華民國108年1月至108年12月）
- 八、本次報告書完成日期：中華民國108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 108 年 12 月

目 錄	頁
目 錄-----	I
表目錄-----	IV
圖目錄-----	V
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-----	2
貳、執行策略及方法-----	3
一、海水樣品採集 (取 40 公升)-----	3
二、沉積物及岩心樣品採集-----	4
三、海生物樣品採集-----	4
四、監測調查方法研究-----	6
五、資料庫建置與網頁展示-----	7
六、工作討論會-----	9
參、期程與工作項目-----	10
一、計畫期程-----	10
二、工作項目-----	10
肆、執行成果說明-----	12
一、海水樣品採集-----	12
4.1.1 海水樣品採集進度-----	12

目 錄	頁
4.1.2 海水分析結果-----	14
4.1.2-1 海水加馬能譜分析結果-----	14
4.1.2-2 台灣鄰近海域 Cs-137 活度與西北太平洋文獻數值 比較-----	24
4.1.2-3 海水總鹼度分析結果-----	27
二、沉積物及岩心樣品採集-----	41
三、海生物樣品採集-----	50
四、監測調查方法研究-----	75
4.4.1 文獻回顧-----	75
4.4.1-1 事件起因-----	75
4.4.1-2 由福島事件流至海洋之放射性核種來源-----	75
4.4.1-3 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響-----	76
4.4.2 本年度監測調查方法研究-----	78
4.4.3 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下監測調查方式-----	82
4.4.3-1 公民以及海洋相關團體參與式監測-----	82
4.4.3-2 監測方法規劃-----	83
4.4.4 HYCOM 模式的運用-----	85
五、資料庫建置與網頁展示-----	105
4.5.1 系統架構-----	105
4.5.2 網頁介紹-----	105
4.5.3 資料介紹-----	108
六、工作討論會-----	119
伍、參考文獻-----	5-1
陸、期末工作檢討會簡報內容 (ppt)	

柒、附錄

- 附錄 1：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫」第一次
工作(開工)會議紀錄(會議日期：108 年 2 月 21 日)----- 附錄 1
- 附錄 2：開工前職業安全衛生協調及危害告知會議紀錄
(會議日期：108 年 2 月 21 日)----- 附錄 2
- 附錄 3：出席「2019 臺灣地球科學聯合學術研討會」發表論文之摘要及簡報內容(會議日期：108 年 5 月 15 日)----- 附錄 3
- 附錄 4：出席於核能研究所，召開之 107 年度「行政院原子能委員會委託研究計畫」成果發表會，發表論文之摘要及簡報內容(會議日期：108 年 5 月 16 日)----- 附錄 4
- 附錄 5：期中報告初稿公文(發文日期：108 年 6 月 18 日)----- 附錄 5
- 附錄 6：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中工作檢討會會議紀錄(會議日期：108 年 7 月 3 日)及
「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中報告初稿審查意見回覆表(發文日期：108 年 7 月 15 日)----- 附錄 6
- 附錄 7：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中報告定稿本公文(發文日期：108 年 7 月 19 日)----- 附錄 7
- 附錄 8：「台灣海域未來中長程(109~111)年輻射監測調查計畫規劃書」初稿公文(發文日期：108 年 8 月 29 日)----- 附錄 8
- 附錄 9：期末報告初稿公文(發文日期：108 年 11 月 15 日)----- 附錄 9
- 附錄 10：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末工作檢討會會議紀錄(會議日期：108 年 12 月 5 日)及
「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末報告初稿審查意見回覆表(發文日期：108 年 12 月 9 日)----- 附錄 10
- 附錄 11：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末報告及「台灣海域未來中長程(109~111)年輻射監測調查計畫規劃書」定稿本公文
(發文日期：108 年 12 月 11 日)----- 附錄 11

表目錄

表 3-1	工作項目預定進度表 (甘特圖)-----	11
表 4-1-1	海水樣品數量及執行率-----	14
表 4-1-2	臺灣鄰近海域各深度海水加馬能譜分析結果平均值及標準差	17
表 4-1-3	本計畫海水加馬能譜分析結果-----	18
表 4-1-4	臺灣鄰近海域 Cs-134、Cs-137 活度及溫鹽度-----	26
表 4-1-5	臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度-----	32
表 4-1-6	臺灣及海外之食品輻射物質活度標準範圍-----	40
表 4-2-1	海底沉積物樣品數量及執行率-----	41
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--	43
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-----	43
表 4-2-4	本計畫採集之沉積物加馬能譜分析結果-----	44
表 4-3-1	西北區採樣紀錄表-----	54
表 4-3-2	西區採樣紀錄表-----	54
表 4-3-3	西南區採樣紀錄表-----	55
表 4-3-4	東北區採樣紀錄表-----	55
表 4-3-5	東南區採樣紀錄表-----	56
表 4-3-6	臺灣周邊海域海生物調查分區及樣本加馬能譜分析一覽表--	71
表 4-4-1	臺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-----	84

圖目錄

圖 2-1	水樣採樣分區示意圖-----	3
圖 2-2	海生物採樣流程圖-----	5
圖 2-3	海生物採樣記錄 (e.g. 魚類) 之外部形態特徵與照片示意圖--	5
圖 2-4	HYCOM 模式模擬漂流軌跡-----	8
圖 4-1-1	採樣分區圖-----	12
圖 4-1-2	各區海水實際採樣站位點-----	13
圖 4-1-3	台灣鄰近海域海水銻-137 活度分布圖及等值圖-----	15
圖 4-1-4	台灣本島鄰近海域各深度海水銻-137 活度分布圖 -----	16
圖 4-1-5	西北太平洋文獻之銻-137 活度分布等值圖 (含各深度)-----	24
圖 4-1-6	本計畫各深度海水之銻-137 活度與密度圖-----	25
圖 4-1-7	台灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值分布圖-----	27
圖 4-1-8	台灣本島鄰近海域各深度海水總鹼度分布圖-----	29
圖 4-1-9	台灣本島鄰近海域各深度海水 pH 值分布圖-----	30
圖 4-1-10	海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖-----	31
圖 4-1-11	海水總鹼度及銻-137 對密度關係圖-----	31
圖 4-2-1	沉積物採樣點位置圖-----	42
圖 4-2-2	沉積物銻-137 活度分布圖-----	42
圖 4-3-1	台灣西北區海域生物樣本圖及學名-----	57
圖 4-3-2	台灣西區海域生物樣本圖及學名-----	57
圖 4-3-3	台灣西南區海域生物樣本圖及學名-----	59
圖 4-3-4	台灣東北區海域生物樣本圖及學名-----	60
圖 4-3-5	台灣東南區海域生物樣本圖及學名-----	62

圖目錄

圖 4-3-6	各調查區域之魚種組成比例圖-----	64
圖 4-3-7	不分區魚體體長頻度分布圖-----	65
圖 4-3-8	歷年不分區魚體體長頻度分布圖-----	65
圖 4-3-9	107 至 108 年採樣位置比較圖-----	66
圖 4-3-10	各調查區域之 Cs-137 活度分布圖-----	73
圖 4-3-11	不同海生物類別之重量與 Cs-137 活度分布圖-----	73
圖 4-3-12	不同棲性之海生物 Cs-137 活度與重量分布圖-----	74
圖 4-3-13	杜氏鰱之南北洄游情況及海流特性示意圖-----	74
圖 4-4-1	福島事件流至海洋之放射性核種來源-----	76
圖 4-4-2	Cs-137 之活度在北太平洋表水分布圖-----	77
圖 4-4-3	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖	79
圖 4-4-4	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站 (圖 4-4-3) 中之 Cs-137 活度歷史數據分布圖-----	79
圖 4-4-5	日本政府規劃之核電廠鄰近海域採樣範圍-----	80
圖 4-4-6	日本研究團隊於日本海域採樣位置及調查結果示意圖-----	80
圖 4-4-7	中國研究團隊之表水及表層顆粒採樣站位分區示意圖及 Cs- 137 分析結果-----	81
圖 4-4-8	"How Radioactive is our ocean?" 網頁-----	82
圖 4-4-9	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-----	86
圖 4-4-10	AVISO 衛星觀測 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域 海面高度異常值與地轉流場分佈圖-----	87
圖 4-4-11	一年四季臺灣海峽受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變 化示意圖-----	89

圖目錄

圖 4-4-12	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	91
圖 4-4-13	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-----	92
圖 4-4-14	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-----	93
圖 4-4-15	利用佈放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量	94
圖 4-4-16	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-----	94
圖 4-4-17	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)-----	95
圖 4-4-18	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-----	95
圖 4-4-19	漂流浮標軌跡顯示渦旋通過臺灣西南海域-----	96
圖 4-4-20	臺灣西南海域水溫與洋流快速變化-----	96
圖 4-4-21	挪威北部 Barents Sea，次中尺度運動引起的藻華現象-----	98
圖 4-4-22	模式預報西太平洋海域 2005 年 2 月 13 日混和層深度-----	99
圖 4-4-23	HYCOM 模式於 2018 (民國 107) 年 1 月到 12 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡-----	102
圖 4-4-24	HYCOM 模式於 2019 (民國 108) 年 1 月到 10 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡-----	103

圖目錄

圖 4-4-25	(a)右圖：HYCOM 模式於 2019 (民國 108) 年 8 月 8 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡。(b)中圖：AVISO 衛星觀測 2019 (民國 108) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分佈圖。(c)左圖：2019 (民國 108) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海表面溫度分佈圖。--	104
圖 4-5-1	網頁架構-----	105
圖 4-5-2	網頁首頁-----	106
圖 4-5-3	關於計畫頁面-----	106
圖 4-5-4	計畫項目頁面-----	107
圖 4-5-5	研究團隊頁面-----	107
圖 4-5-6	區域採樣頁面-----	107
圖 4-5-7	衛星雲圖搜尋頁面-----	109
圖 4-5-8	衛星雲圖放大頁面-----	110
圖 4-5-9	海洋水色衛星影像搜尋頁面-----	110
圖 4-5-10	海水表面溫度搜尋頁面-----	111
圖 4-5-11	海水表面溫度自訂參數查詢頁面-----	112
圖 4-5-12	海水表面溫度自訂參數輸出圖片-----	112
圖 4-5-13	海面高度與地轉流頁面-----	113
圖 4-5-14	HYCOM 模式資料搜尋頁面-----	114
圖 4-5-15	HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面-----	115
圖 4-5-16	HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫放大頁面-----	115
圖 4-5-17	觀測資料查詢搜尋頁面-----	116
圖 4-5-18	觀測資料之能譜分析查詢頁面-----	117
圖 4-5-19	觀測資料之海域採集查詢頁面-----	117
圖 4-5-20	海域採集之採樣數據頁面-----	118
圖 4-5-21	銻-137 地圖展示頁面-----	118

摘要

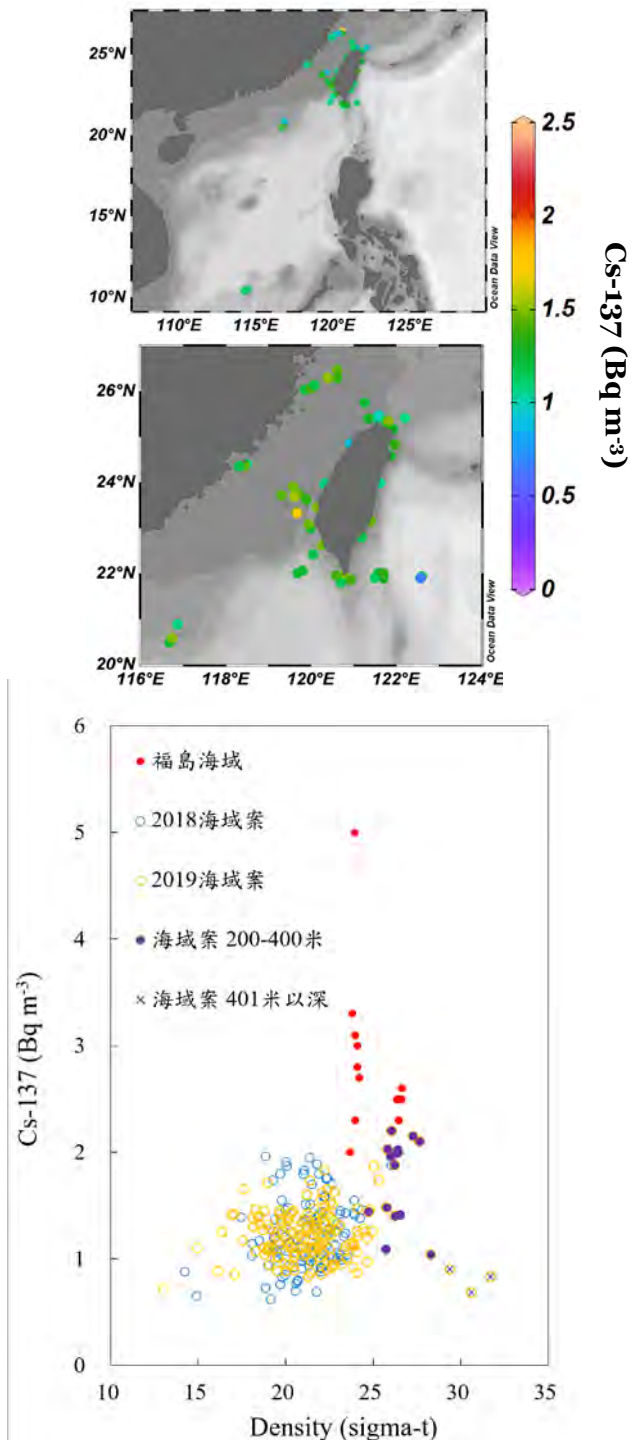
本計畫於民國 107 年 1 月~12 月所執行之先期工作，初步結果並未偵測得福島銫-137 (Cs-137) 信號。為期提高工作成效，108 年之採樣範圍擴大，並協商水試所、海巡署等跨部會單位，如船隻、研究船及漁船協助採集方式，採集海水、沉積物、柱狀岩心及海洋生物，並考慮洋流及大尺度天氣（氣候）之變化，系統性地提出四年期採集分區及相對採集頻率、繪製 Cs-137 等濃度圖，及由柱狀岩心資料研判放射性核種沉積量、長期趨勢及污染歷史，並建立資料庫、網頁保存及記錄工作結果，滾動式管理，供本案管理單位日後監測之所需。

本案於民國 108 年之分工合作方式大致為：由國立中山大學團隊透過研究船採集海水樣品（含 200 米以深之海水）、海底沉積物、以及柱狀岩心，由原能會輻射偵測中心協調相關單位採集海生物、表層海水，並計量上述所有樣品中天然（主要為 K-40）以及人工放射性核種（Cs-137、Cs-134）。爾後中山大學團隊接續海生物鑑定、並配合海洋物理模式、海洋化學參數進一步分析上述採集之海水可能來源。於期末報告截止前，進度及資料庫已依契約進度更新並可供上網查詢。水樣分析結果顯示，Cs-137 測值於基隆外海平均較高雄外海為高；於調查範圍之五區中，以東北區最高；就水深而言，200 米之深水活度最高。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（0.5 毫貝克/升）。透過前人文獻、海洋物理資料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 Mode Water）。

精簡調查與研究結果：

海水以及沉積物樣品採集（由黃蔚人與陳鎮東老師負責）

- 108 年度本計畫透過研究船採集離岸不同深度海水樣、海底沉積物及岩心，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。
- 108 年度本計畫執行團隊共採集春夏季及秋冬季海水樣品 79 個，海水採集作業執行率皆超過 100% (執行率以季為單位計算)。200 米以深之沉積物 3 個，岩心沉積物樣品 1 個，總採樣進度已達 100 %。初步水樣分析結果顯示，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 2.20 (Bq m^{-3})，皆低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之水樣 Cs-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})，另一種人工放射性核種 Cs-134 (半衰期較短，約三年)，則都低於偵測極限 0.5 Bq m^{-3} 。
- 右圖下為去年度 (107 年度) 計畫與本年度資料之 Cs-137 活度對密度關係圖。圖中紫色實心點為本年度計畫在台灣 200~400 米水深處量測到的 Cs-137 活度相對高值 (2.20 Bq m^{-3}) 所存在之密度層與 STMW 接近。該 Cs-137 活度相對高值之來源可能源自福島事件，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。



台灣鄰近海域海水 Cs-137 活度分布圖、以及本計畫 (107 及 108 年度) 海水之 Cs-137 活度與密度圖。

精簡調查與研究結果：

海生物樣品採集（由李明安老師負責）

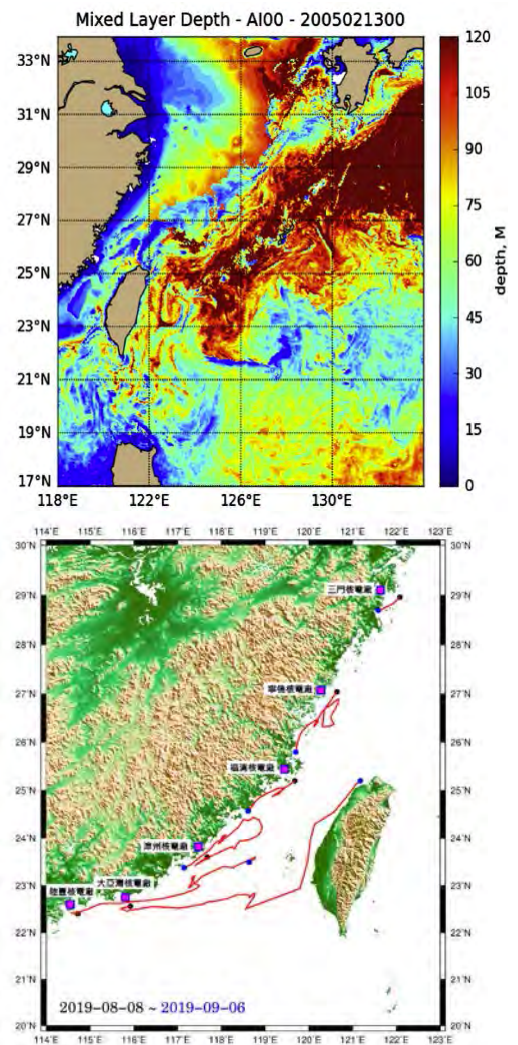
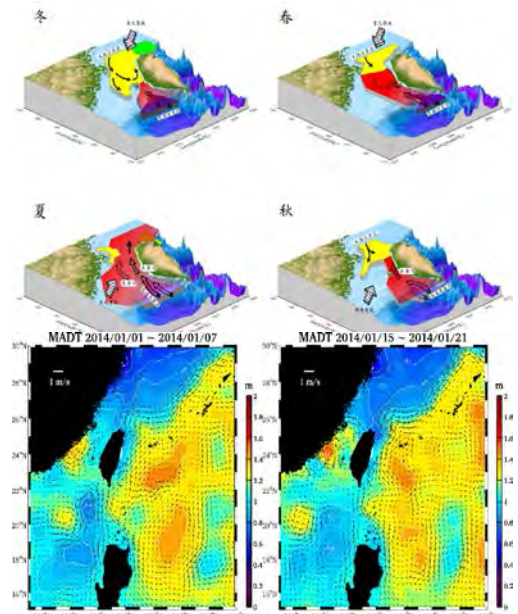
- 本研究團隊委請嘉義大學及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會於台灣周邊海域進行海生物樣本採集，分別於臺灣東北區、東南區、西北區、西區、西南區等五個調查區利用拖網、延繩釣、一支釣及螃蟹籠具等漁具採集 128 批，分別包含魚類 92 批 (1239 尾)、蝦蟹類 18 批、頭足類 5 批、藻類 4 批及螺貝類 9 批等。上述海生物樣本採集完畢後，經拍照及測量體長體重後直接送往原子能委員會輻射偵測中心進行分析。
- 本案已完成五個調查區之採樣，符合契約進度。五個調查區採集之海生物的碘-131 與銻-134 活度皆小於最低可測活度 (<MDA)，其中魚類樣本的銻-137 活度皆高於蝦類樣本，但未隨魚體越大（魚體重量）而有越高的現象。惟海生物 7 個杜氏鰱樣本有 3 個數值較高，且集中於東南部海域，而造成部份海生物杜氏鰱銻-137 活度偏高之原因，建議應另案處理追蹤分析。

區域	種類	批數	優勢物種/學名/俗稱	環境棲地/特性
西北區	魚類	1	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鰱	近海大洋性中表層洄游魚種，分布於水深3-60公尺
	蝦類	2	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 哈氏仿對蝦/劍蝦	棲息於5-90公尺的沙泥底質海域
西區	魚類	15	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本帶魚	分布於近海沿岸水深0-200公尺
	蝦類	3	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦/狗蝦	棲息於20-70公尺沙泥底質海域
	螺貝類	7	<i>Gomphina aequilatera</i> 花蛤	生長於河口或淺海砂泥底質環境
	蟹類	1	<i>Portunus sanguinolentus</i> 紅星梭子蟹/三點蟹	棲息於泥沙海岸潮間帶至60公尺深的泥沙海底
	頭足類	4	鎖管	近海大洋性物種
西南區	魚類	8	<i>Gazza minuta</i> 小牙鰻	棲息於近海沿岸水深1-40公尺沙泥底質海域
	蝦類	3	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦/狗蝦	棲息於20-70公尺沙泥底質海域
	螺貝類	1	<i>Babylonia formosae</i> 臺灣鳳螺	生長於潮下帶至深海區域
	蟹類	2	<i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹/扁蟹	棲息於河口域或河川下游
	藻類	1	<i>Enteromorpha</i> 浒苔	生長於潮間帶
東北區	魚類	19	<i>Scomber japonicus</i> 白腹鯖	沿近海中上層的迴游魚種，分布於水深0-300公尺
	蝦類	3	<i>Aristeus virilis</i> 密毛鬚蝦/胭脂蝦	棲息於深海200-960公尺沙泥底質環境
	螺貝類	1	<i>Tegula argyrostoma</i> 鐘螺	棲息於礁岩環境
	蟹類	1	<i>Portunus sanguinolentus</i> 紅星梭子蟹 / 三點蟹	棲息於泥沙海岸潮間帶至60公尺深的泥沙海底
	頭足類	1	鎖管	近海大洋性物種
	藻類	2	<i>Gelidium</i> 石花菜	生長於低潮線附近至潮下帶3-10公尺深礁石上
東南區	魚類	49	Paralichthyidae 牙鮭科/比目魚	棲息於大陸棚區砂泥底質海域
	蝦類	3	<i>Sergia lucens</i> 晶瑩櫻蝦/櫻花蝦	近岸浮游性物種
	藻類	1	<i>Rhodophyta</i> 紅藻類	生長於漲潮線以下的岩石上或較深的水中
總共		128		

精簡調查與研究結果：

HYCOM 模式的運用（由詹森老師負責）

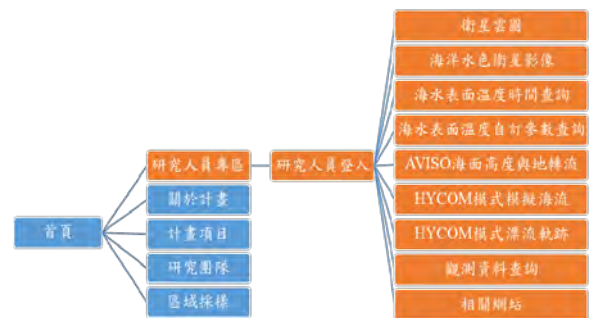
- HYCOM 是一個三維立體數值模式，此數值模式的水平方向的空間解析度為 $1/12^\circ$ ，約為 9 公里，垂直分層共分為 40 層，此 40 層是使用 z-level 的標準深度，每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。
- 台灣鄰近海域主要受到沿岸流以及洋流影響，另外還會受到河川輸入以及強降雨之影響，不同來源的物質順著洋流被帶台灣周遭海域。台灣海峽周遭海域間的交互作用複雜，洋流又受到季風影響，使得區域海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。
- 透過 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布與高頻測流雷達觀測資料顯示有甚多的中尺度冷、暖渦旋出現在臺灣周邊。而臺灣東部外海的中尺度渦旋，它會影響黑潮的路徑與流量除了中尺度的渦旋變化會影響當地水文結構變化外，次中尺度運動亦會影響。次中尺度現象的特性包括：(1) 產生顯著的垂直運動，造成溫、鹽、化學物質、營養鹽等海水性質的垂直通量；(2) 具有強大的散度場及渦旋度場，通常是數倍的行星渦度 f ；(3) 在大部分的數值模式中難以模擬。
- 檢視 2019 年 8 月 8 日開始的漂流軌跡圖顯示大亞灣與陸豐核電廠外海的漂流軌跡會漂流至澎湖水道後，一路北上至臺灣北部外海。檢視臺灣附近海域的海面高度異常值與地轉流場分布與海表面溫度溫度，發現廣東、福建外海有一順時鐘旋轉、中心溫度較低的低壓環流，於是源自此海域的漂流軌跡就有可能受此中尺度運動的影響，漂流至臺灣北部海域。



精簡調查與研究結果：

資料庫建置與網頁展示（由楊穎堅老師負責）

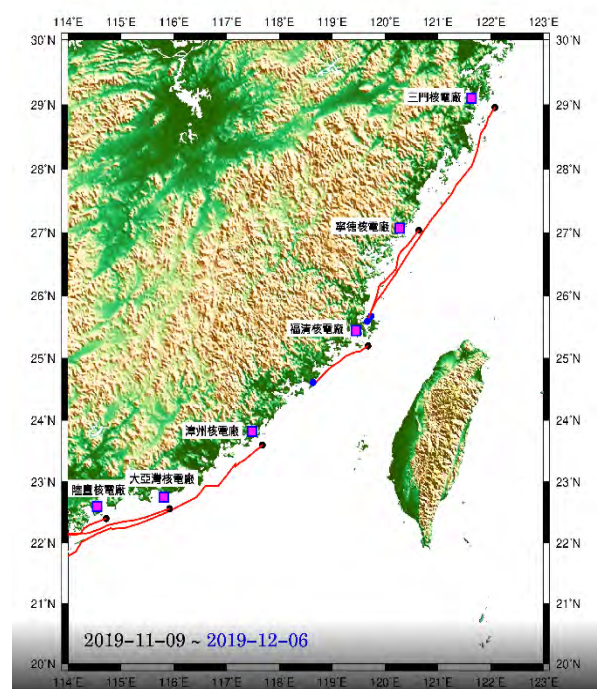
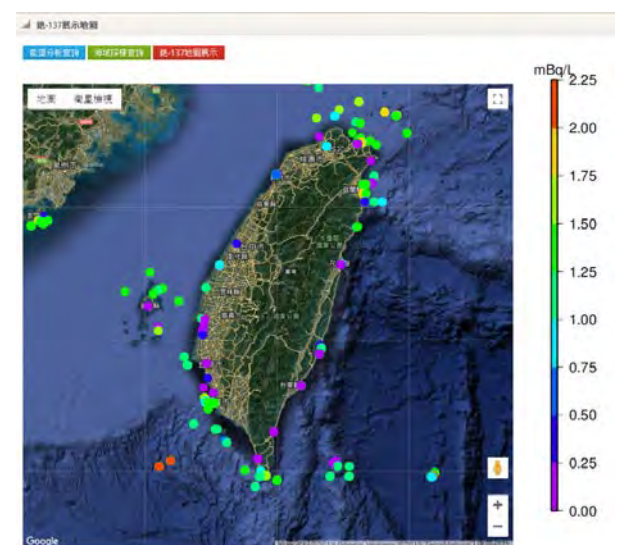
— 為求有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享，該部分由楊穎堅教授實際執行作業平台之運作，設置一個網站，彙整該計畫相關資訊，網頁網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。



— 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、相關網站、AVISO 海面高度與地轉流等選項。

— 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、海域採樣查詢與銻-137 地圖展示。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。

— 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，則是模擬當物質從中國沿岸三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六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

有鑑於日本福島核災所釋出之核分裂核種 (Buesseler, 2012; 公益財團法人海洋生物環境研究所, 2017)，經過大氣及海洋傳輸已出現在臺灣附近 (Huh et al., 2012, 2013)；同時根據義大利國會於 2017 年 2 月 8 日解密之軍情局資料，曾有不明外籍船隻非法將 20 萬桶核廢料傾倒在臺灣附近海域，引起國人關注。

臺灣周遭海水夏季時主要源自黑潮及南海，但偶爾受到珠江沖淡水之影響；而於冬季除黑潮水及南海水之外，閩浙沿岸流亦影響臺灣西岸及臺灣北部。黑潮水及南海水基本上可作為臺灣附近海水之背景值，但大陸沿海核電站所釋放之人工核種，則有可能隨珠江水及閩浙沿岸流影響臺灣附近海域，採樣時將同時分析海水及沉積物之不同來源及不同來源之比例，以供萬一出現人工核種時，研判其來源、長期趨勢及污染歷史之依據。

即使海洋生物之 Cs 及 Sr 富集係數低於沉積物之富集係數，但海洋生物是重要的食物來源，可能影響國人健康，因此深受國人關注。臺灣沿近海漁場主要分布在臺灣東北以及西南海域，其中不同種類之海洋生物（例如魚、蝦、貝、海藻等）在臺灣沿近海之分布亦有區域上之不同，其受到放射性核種之影響亦可能不同，將可能影響其背景值。

為求釐清核分裂核種是否殘存於臺灣附近海水、沉積物、柱狀岩心及海洋生物中，本計畫將配合跨部會單位採集臺灣周遭海域海水、沉積物、柱狀岩心及海洋生物樣品，並利用原子能委員會輻射偵測中心所測得之核分裂核種資料，由計畫執行單位研判其來源、沉積量、長期趨勢及污染歷史。

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（其中海生物樣品則由原能會輻射偵測中心委託跨部會協助採樣），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）依照春夏季及秋冬季（春夏季為每年 3~8 月，秋冬季為每年 9~12 月及 1~2 月）採集臺灣周遭海域海水及沉積物樣品。海洋生物樣品部分則由原能會輻射偵測中心委外協助採集。

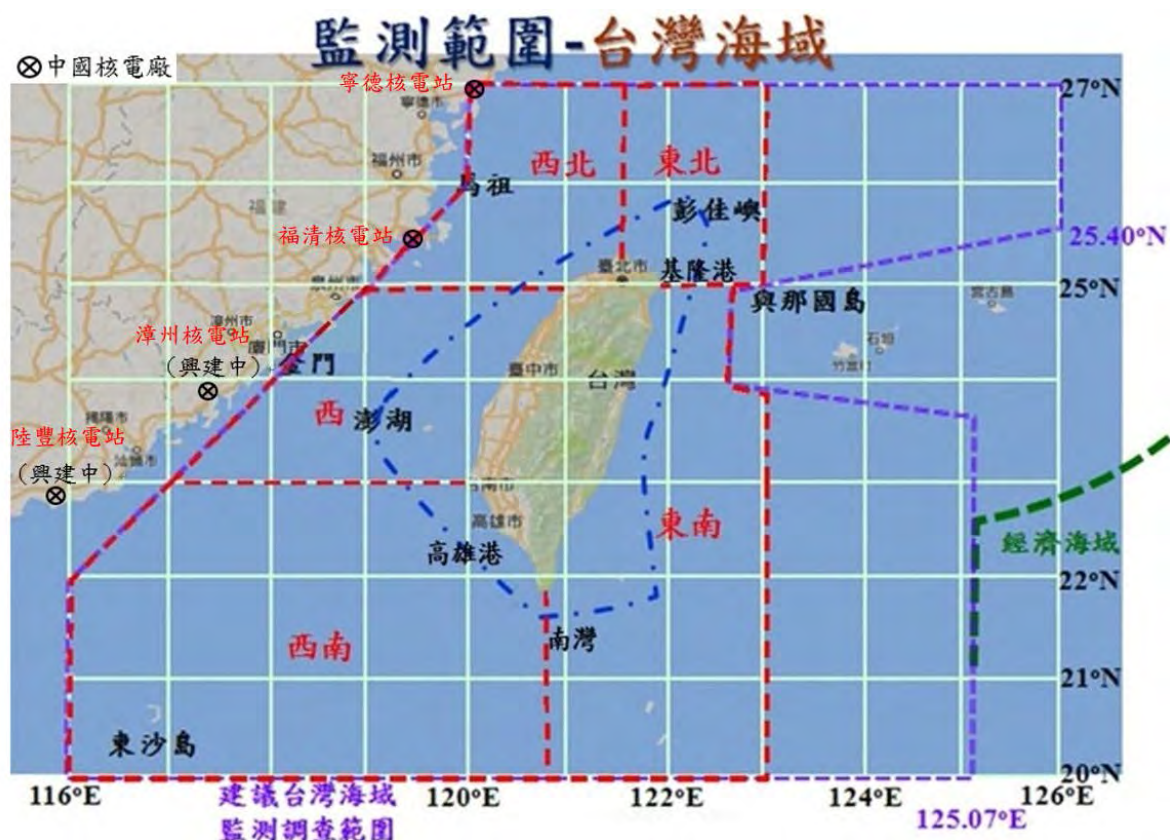


圖 2-1 水樣採樣分區示意圖。

一、海水樣品採集 (取 40 公升)

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 2 季 (春夏季以及秋冬季，春夏季為每年 3~8 月，秋冬季為每年 9~12 月及 1~2 月，以下相同) 皆須採 2 個表層水 (0~5 米深) 及 2 個次表層水 (50~150 米深)；西南、東南及東北等區，每年需各採 1 個深度 200 米以深海水樣品，以上採樣地點皆依照採購契約書內之採樣分區圖 (圖 2-1) 執行。

表層水原則上以採水器或連續抽水系統採集。次表層水及 200 米以深之深層海水則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 20 個表層水樣、20 個次表層水樣及 3 個深層水樣。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、沉積物及岩心樣品採集

本計畫將於西南、東南及東北區內，各採 1 個深度 200 m (含) 以深之海底沉積物樣品，樣品乾燥過篩 (2mm 篩網) 後重量需 0.5 公斤以上，計畫年度內共採 3 個樣品，必要時 (如獲知出現可疑廢棄桶) 需能精確定點採樣並提供海底攝影一次。

另外需於西南、東南、西側及東北區內擇 1 區，採集 1 根沉積物柱狀岩心，計畫年度內共需採 1 個柱狀岩心樣品。

三、海生物樣品採集

本計畫海生物樣品由輻射偵測中心委外採集，採集流程如圖 2-2 所示，採集的樣本由採集單位記錄採樣方法 (如延繩釣、拖網等)、作業時間、作業地點 (經度與緯度)、作業水深，儘可能逐一量測單一生物樣本之體長 (魚類：全長；蝦類：頭胸甲長；貝類：殼寬、殼長與殼幅)、體重等生物學資訊後，拍照背面、腹面、側面及生物樣本外部形態特徵 (如體型、頭型、泄殖孔位置、色素點分布與數量、鱗片形狀、側線、鰭條數、胸腹鰭位置等) 照片 (圖 2-3)，照片與資料寄交團隊成員 (海洋大學李明安老師) 進行物種鑑定及判定生態屬性，樣本則由採樣單位寄送至輻射偵測中心。前述生物採樣地點需涵蓋臺灣東南、東北、西北、西部及西南部五個區域，每一區域至少採集到海生物樣本各 4 批，共計 20 批以上。



圖 2-2 海生物採樣流程圖

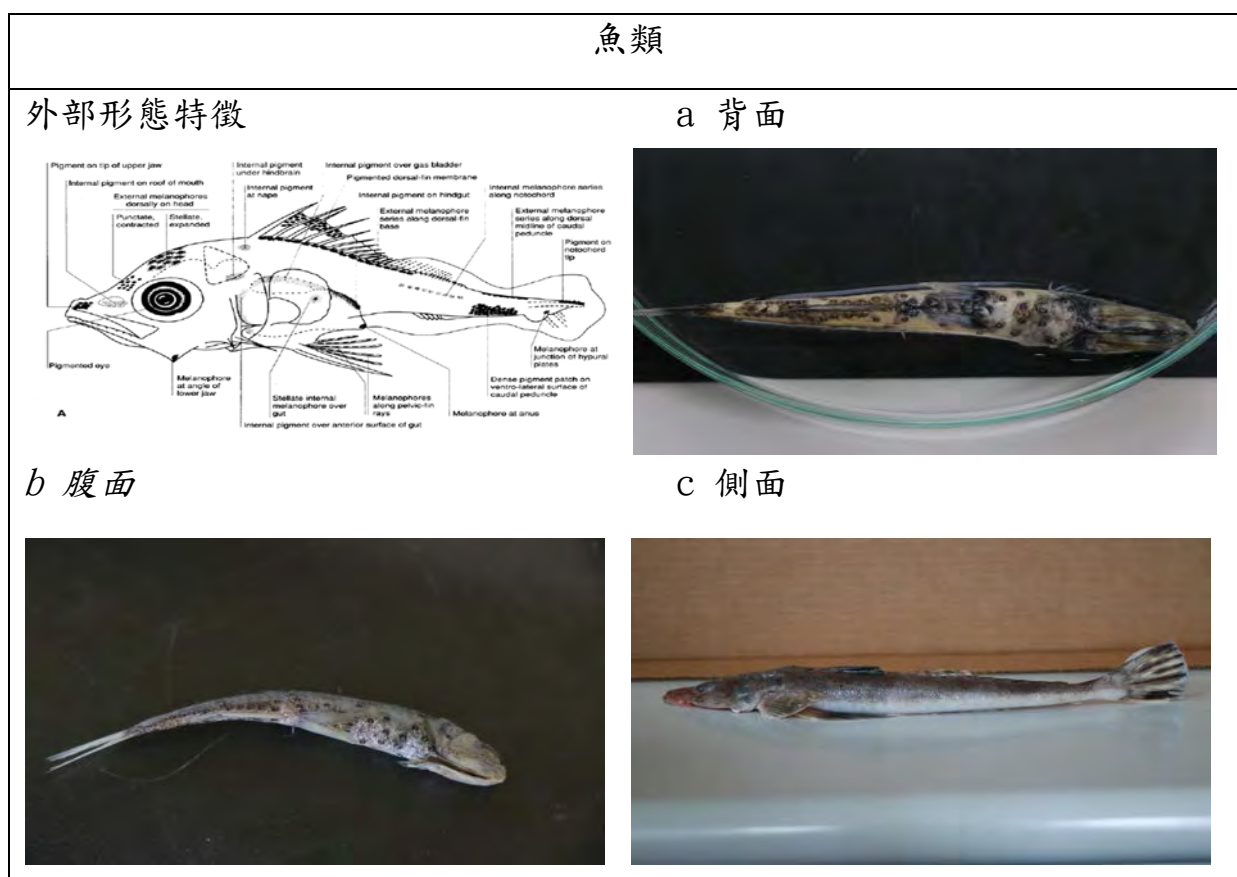


圖 2-3 海生物採樣記錄 (e.g. 魚類) 之外部形態特徵與照片示意圖

四、監測調查方法研究

2.4.1 目標

依輻射偵測中心政策，滾動式規劃台灣海域未來中長程 (109~111 年) 輻射監測調查計畫，以期未來能建立台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台灣海域影響的參考依據。

2.4.2 研究方向

- (1) 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。
- (2) 綜合採樣結果、歷史溫鹽資料、歷史漁獲分布資料及歷史模式海流資料，並考慮實際採樣之人力物力能力，檢討長期監測之採樣點。
- (3) 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。
- (4) 輻射偵測中心如需研擬台灣海域輻射監測調查方法指引之建議或規範時，須配合提供海洋專業領域之意見。

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

臺灣周遭海域洋流變化複雜，除季節變化外，亦受到水團、氣候、潮汐、鋒面、颱風等因素影響，為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台灣海域之可能情形，需要大量的觀測資料輔助判斷。且日後計畫調查監測項目將涵蓋了海流、水文水質化學性質、沉積物、海生物及歷年海洋輻射調查資料等調查。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

臺灣周遭海域洋流變化複雜，除季節變化外，亦受到水團、氣候、潮汐、鋒面、颱風等因素影響，在研判臺灣周遭海域的洋流分佈時，需要大量的觀測資料輔助判斷。

以 HYCOM 模式模擬漂流軌跡，以分析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台灣海域之可能情形如圖 2-4。

資料庫內容將包含歷年海洋輻射調查之資料 (由輻射偵測中心提供) 及台灣海洋環境輻射背景現況等。

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。

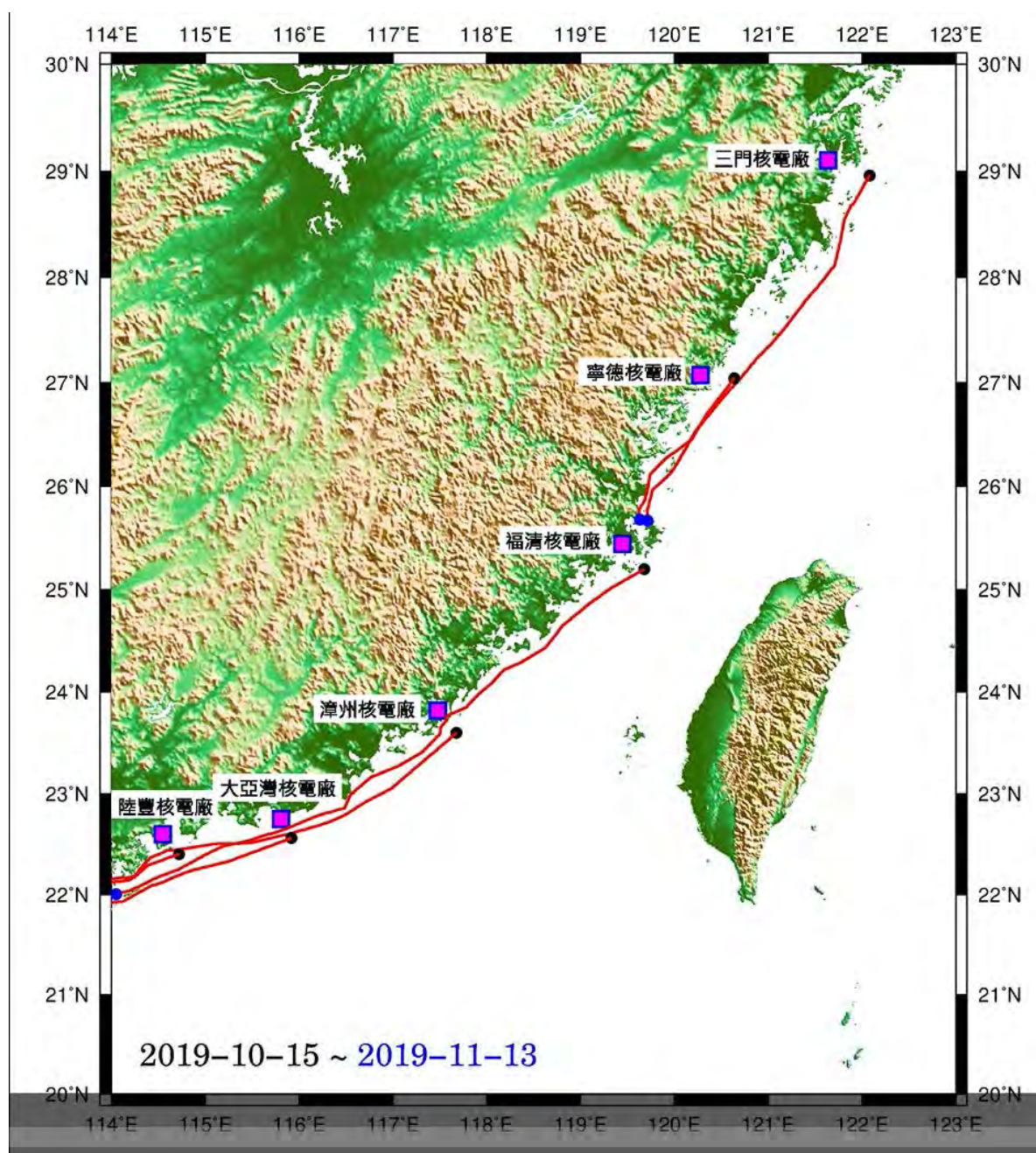


圖 2-4 HYCOM 模式模擬漂流軌跡

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。空間資料將結合 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

計畫工作團隊於期中及期末報告前舉行工作討論會議，以瞭解監測進度並透過討論及分享資料，藉以引用、佐證，並且查驗資料庫之各項觀測資料的準確性。

透過工作討論會以分享數據，藉以討論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，將年度的總成果報告，展示於網頁，以利查詢。

參、期程與工作項目

一、計畫期程

民國 108 年 1 月 1 日起至 108 年 12 月 31 日止。

本計畫工作項目執行進度表如表 3-1 所示；

本計畫查核日期分別為：

108 年 7 月 3 日召開期中工作檢討會，並由甲方至現場查核；

108 年 12 月 5 日召開期末工作檢討會，並配合甲方執行期末查核。

查核內容包含計畫執行進度、採樣及分析結果討論等。

二、工作項目

- 1) 表層水樣品以及深海水樣品採集
- 2) 沉積物及岩心樣品採集
- 3) 對所採集海生物進行物種鑑定及判定生態屬性
- 4) 監測調查方法研究：評估臺灣鄰近海域長期輻射監測採樣點
- 5) HYCOM 模式的運用
- 6) 資料庫建置與網頁展示
- 7) 撰寫期中、期末報告
- 8) 撰寫「台灣海域未來中長程 (109~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」

表 3-1 工作項目預定進度表(甘特圖)

108 年月份		1	2	3	4	5	6 ※	7	8	9	10	11 ※	12	執行狀況 ※=查核點
工作項目														
1.召開「開工前職業安全衛生協調會議」														於 2 月 21 日完成計畫開工會議。
2.採集海水、沉積物、柱狀岩心樣品														2 季，依契約進度完成
3.海水、沉積物、海生物放射性物質來源分析														依契約進度完成
4.柱狀岩心沉積速率、放射性物質沉積量及長期趨勢分析														依契約進度完成
5.海流模式及來源分析														依契約進度完成
6.監測調查方法研究與資料庫建置														依契約進度完成
※7.召開工作討論會														期中：7月3日召開 期末：12月5日召開
8.提交期中報告初稿及定稿														初稿：6月18日提交 定稿：7月19日提交
9.提交「台灣海域未來中長程(109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿														初稿：8月29日提交 定稿：12月11日提交
10.提交期末報告初稿及定稿														初稿：11月15日提交 定稿：12月11日提交
11.參加國內或國外研討會並發表論文至少 1 篇														於 5 月 15 日出席「2019 年台灣地球科學研討會」並發表論文一篇
※12.由甲方召開之計畫進度討論會														於 2 月 21 日召開
工作進度估計百分比 (累 積 數)	15 %	30 %	40 %	45 %	50 %	65 %	70 %	75 %	85 %	90 %	95 %	100 %		
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
預 定 查 核 點	期中：108 年7月3日召開期中工作檢討會，並由甲方至現場查核。 期末：108年12月5日召開期末工作檢討會，並配合甲方執行期末查核。													
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。 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。 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。														

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，每區每 2 季（春夏季以及秋冬季，春夏季為每年 3~8 月，秋冬季為每年 1~2 月及 9~12 月，以下相同）皆須採 2 個表層水（0~5 米深）及 2 個次表層水（50~150 米深）；西南、東南及東北等區，每年需各採 1 個深度 200 米以深海水樣品，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。

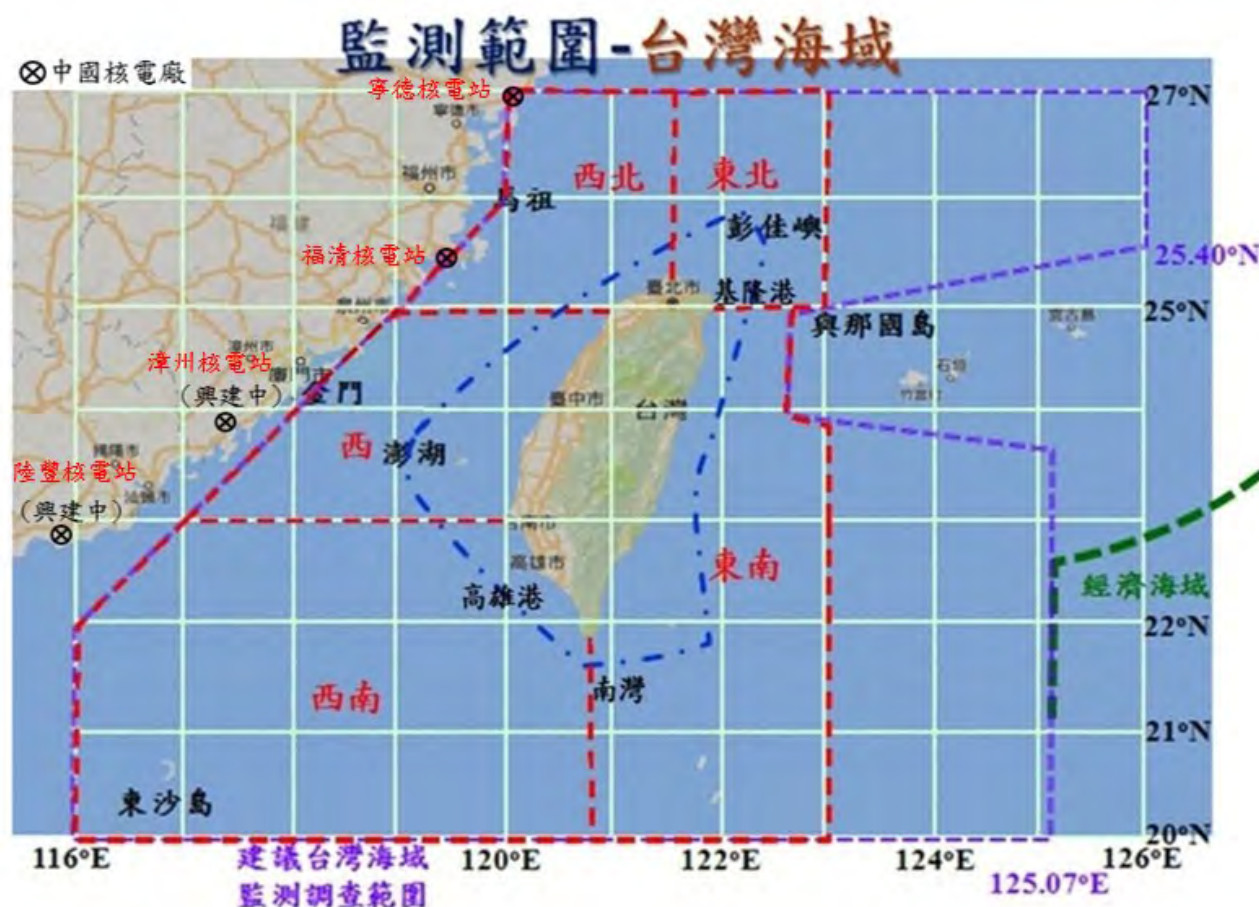


圖 4-1-1 採樣分區圖

本年度計畫各季及各區水樣採樣執行狀況如表 4-1-1 及圖 4-1-2 所示，總計畫執行率超過 100%。

春夏季水樣包含西北區 2 個表層水及 2 個次表層水樣；西區 5 個表層水樣及 3 個次表層水樣；西南區 3 個表層水樣、4 個次表層水樣及 1 個深海水樣；東南區 7 個表層水樣、2 個次表層水樣及 1 個深海水樣；東北區 3 個表層水樣、4 個次表層水樣及 2 個深海水樣，總計 39 個樣品。

秋冬季水樣包含西北區 2 個表層水及 2 個次表層水樣；西區 4 個表層水樣及 2 個次表層水樣；西南區 3 個表層水樣、2 個次表層水樣及 3 個深海水樣；東南區 8 個表層水樣、2 個次表層水樣及 5 個深海水樣；東北區 3 個表層水樣及 4 個次表層水樣，總計 40 個樣品。

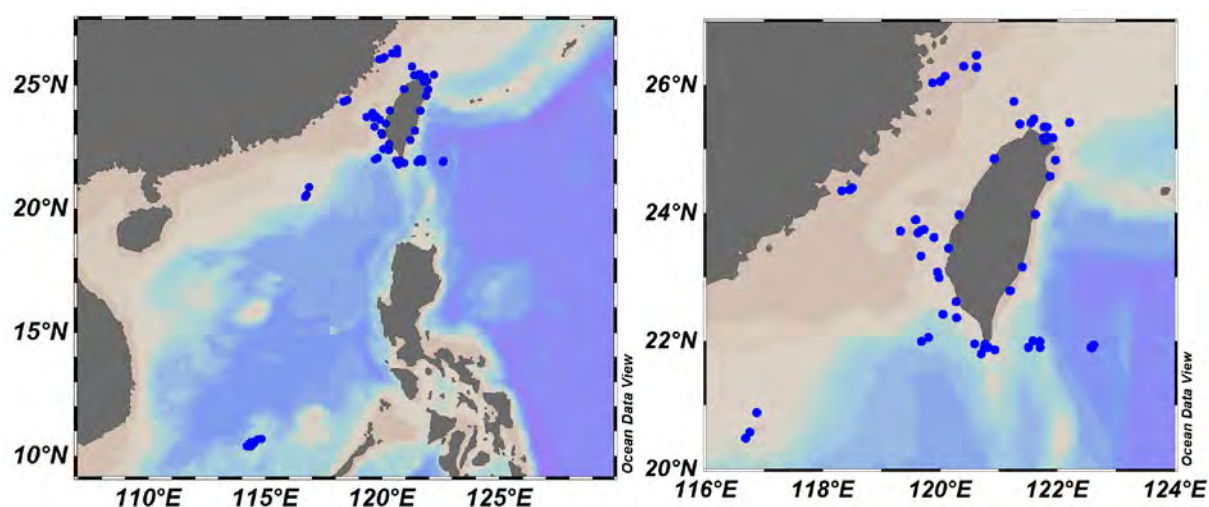


圖 4-1-2 各區海水實際採樣站位點。右圖為台灣本島鄰近海域採樣位圖。

表 4-1-1 海水樣品數量及執行率

	春夏季*執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)		秋冬季*執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)		本年度執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)
	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	深層 > 200m
西北區	2/2	2/2	2/2	2/2	
西區	5/2	3/2	4/2	2/2	
西南區	3/2	4/2	3/2	2/2	4/1
東南區	7/2	2/2	8/2	2/2	6/1
東北區	3/2	4/2	3/2	4/2	2/1

*注:春夏季為每年 3~8 月，秋冬季為每年 1~2 月及 9~12 月。

4.1.2 海水分析結果

各分區海域 (圖 4-1-1) 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

由本計畫採集之台灣各區域海水加馬能譜分析結果如表 4-1-3 及圖 4-1-3。半衰期較短 (2 年) 的銫-134 於各分區、各深度之活度皆小於最低可測活度，而半衰期較長的銫-137 分析結果將依港口及潮間帶、離岸表層海水、次表層海水、深層海水討論。各區港口及潮間帶銫-137 活度為 0.72 至 1.73 Bq m⁻³，最高值為東引外海，最低值為南寮漁港 (颱風過境後) 水樣。各區離岸表層海水 (深度 0 至 5 米) 中銫-137 活度介於 0.85 至 1.47 Bq m⁻³，最高值位於西區表層水樣，最低值為東南區表層水樣 (圖 4-1-4)。

在次表層水部分，各區域次表層海水 (深度 50 至 150 米) 銫-137 活度則為 0.87 至 1.87 Bq m⁻³，最高值位於東北區 125 米次表層水樣 (編號 2-15-02-03)，最低值為東北區 50 米水樣 (編號 2-24-01-02) (圖 4-1-4)。

在深層海水部分，各區域深層海水（深度 200 米以深）銫-137 活度為 0.8 至 2.20 Bq m⁻³，最高值位於西南區 200 米深層水樣（編號 2-41-01-04），最低值為東南區 600 米深層水樣（編號 2-54-01-06）（圖 4-1-4）。

圖 4-1-4 及表 4-1-2 各深度海水加馬能譜分析結果顯示，台灣鄰近海域各區域之 200 米以深海水銫-137 活度皆高於表層海水（0 至 5 米）及次表層海水（50 至 200 米）。另一方面，於東南區採集之 0 至 1000 米各深度水樣中，海水銫-137 活度隨深度增加至 400 米時達 2.10 Bq m⁻³，至 800 及 1000 米時則降低為 0.68 (±27%) 及 0.83 (±12%) Bq m⁻³。

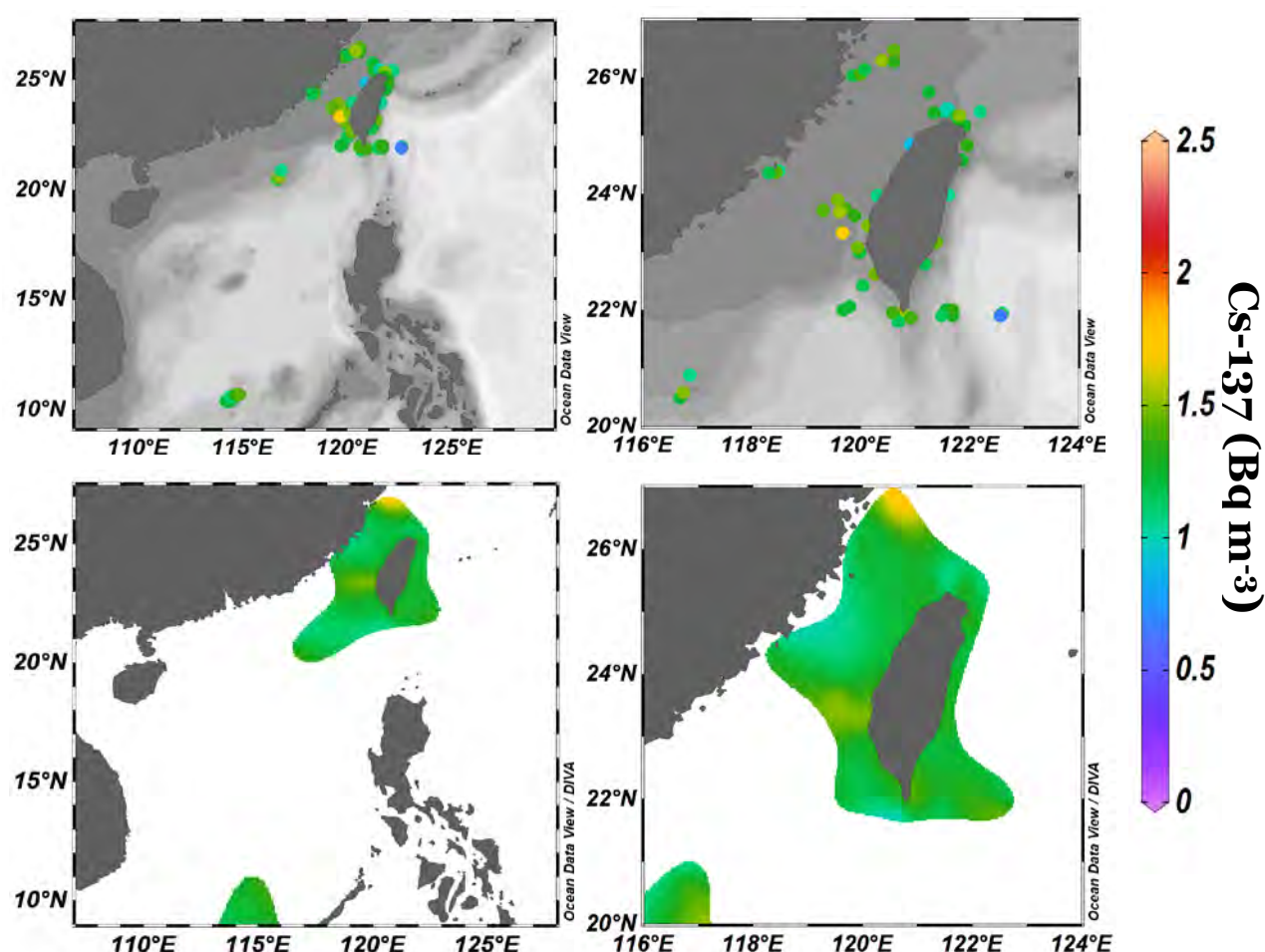


圖 4-1-3 台灣鄰近海域海水銫-137 活度分布圖及等值圖

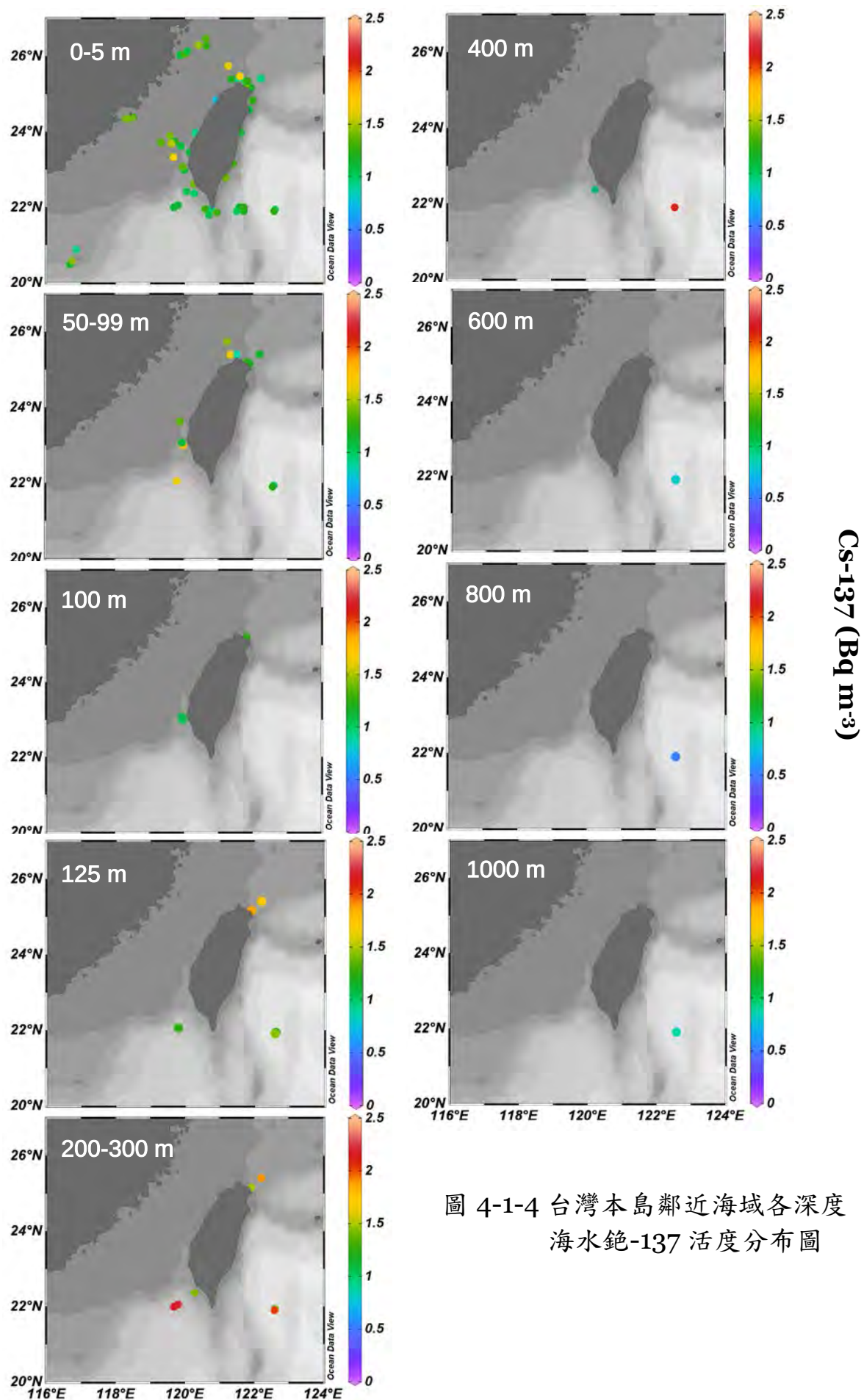


圖 4-1-4 台灣本島鄰近海域各深度
海水銫-137 活度分布圖

表 4-1-2 臺灣鄰近海域各深度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)

採樣 區域	各深度海水加馬能譜分析結果(Bq m ⁻³)					
	0-50 m		50-150 m		200 m 以深	
	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
西北區	—	1.20±0.22	—	1.19±0.10		
西區	—	1.27±0.24	—	1.12±0.14		
西南區	—	1.13±0.19	—	1.41±0.30	—	2.18±0.04
東南區	—	1.15±0.17	—	1.19±0.22	—	1.29±0.67
東北區	—	1.12±0.17	—	1.29±0.35	—	1.68±0.28

註 1："—"表示小於最低可測活度 (MDA)。

表 4-1-3 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	
2-54-01	108/02/14	22°00'15.56"	121°34'51.81"	0-5	—	1.12	東南區
2-51-01	108/02/22	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	—	1.31	東南區
2-52-01	108/02/22	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	1.20	東南區
2-53-01	108/02/22	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	1.24	東南區
2-41-01-01	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	3	—	1.09	西南區
2-41-01-02	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	50	—	1.63	西南區
2-41-01-03	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	125	—	1.25	西南區
2-41-01-04	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	200	—	2.20	西南區
2-42-01-01	108/02/22	22°25'02.50"	120°02'45.38"	5	—	1.04	西南區
2-11-01-01	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	5	—	1.06	東北區
2-11-01-02	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	50	—	1.28	東北區
2-11-01-03	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	100	—	1.26	東北區
2-24-01-01	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	5	—	0.92	東北區
2-24-01-02	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	50	—	0.87	東北區
2-24-01-03	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	105	—	0.97	東北區
2-41-02-01	108/03/04	10°22'43.00"	114°21'54.00"	0-5	—	1.11	西南區
2-11-02-01	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	0-5	—	0.94	東北區
2-11-02-02	108/03/28	25°25'04.20"	122°12'25.19"	50	—	1.13	東北區
2-11-02-03	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	125	—	1.74	東北區
2-11-02-04	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	200	—	1.88	東北區
2-24-02-01	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	0-5	—	1.12	西北區
2-24-02-02	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	50	—	1.12	西北區
2-24-02-03	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	75	—	1.26	西北區
2-15-02-01	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	0-5	—	1.15	東北區
2-15-02-02	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	50	—	1.19	東北區
2-15-02-03	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	125	—	1.87	東北區
2-15-02-04	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	200	—	1.48	東北區
2-25-02-01	108/4/26	25°23'46.01	121°21'24.96"	0-5	—	1.15	西北區
2-42-02-01	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	0-5	—	1.10	西南區
2-42-02-02	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	50	—	1.83	西南區

續表 4-1-3 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	
2-42-02-03	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	75	—	1.26	西南區
2-42-02-04	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	100	—	1.00	西南區
2-51-02	108/05/09	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	—	0.85	東南區
2-52-02	108/05/09	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	1.01	東南區
2-53-02	108/05/09	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	1.13	東南區
2-34-02-01	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	0-5	—	1.39	西區
2-34-02-02	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	50	—	1.01	西區
2-34-02-03	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	75	—	1.27	西區
2-34-02-04	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	100	—	1.07	西區
2-54-02-01	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	0-5	—	0.97	東南區
2-54-02-02	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	50	—	0.94	東南區
2-54-02-03	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	125	—	1.14	東南區
2-54-02-04	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	200	—	1.44	東南區
2-14-02	108/6/19	24°49'51.95"	121°57'51.23"	0-5	—	1.25	東北區
2-35-02	108/8/15	23°37'12.29"	119°53'23.81"	0-5	—	1.25	西區
2-43-02-01	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	5	—	1.11	西南區
2-43-02-02	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	110	—	1.47	西南區
2-43-02-03	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	300	—	2.15	西南區
2-51-02-02	108/8/23	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	—	1.10	東南區
2-52-02-02	108/8/23	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	1.38	東南區
2-53-02-02	108/8/23	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	1.45	東南區
2-36-02	108/8/21	23°44'49.20"	119°43'13.32"	0-5	—	1.27	西區
2-37-02	108/8/21	23°43'45.12"	119°40'15.30"	0-5	—	1.35	西區
2-38-02	108/8/21	23°41'21.18"	119°36'59.40"	0-5	—	1.47	西區
2-34-01-01	108/9/28	23°04'35.60"	119°56'55.25"	0-5	—	1.37	西區
2-34-01-02	108/9/28	23°04'35.60"	119°56'55.25"	50	—	1.10	西區
2-37-01	108/9/28	23°43'45.12"	119°40'15.30"	0-5	—	1.15	西區
2-38-01	108/9/28	23°41'21.18"	119°36'59.40"	0-5	—	1.50	西區
2-24-01-01	108/10/5	25°45'02.99	121°15'28.20"	0-5	—	1.60	西北區

續表 4-1-3 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	
2-24-01-02	108/10/5	25°45'02.99"	121°15'28.20"	50	—	1.43	西北區
2-25-01-01	108/10/5	25°23'46.01"	121°21'24.96"	0-5	—	1.20	西北區
2-25-01-02	108/10/5	25°23'46.01"	121°21'24.96"	50	—	1.62	西北區
2-54-01-01	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	0-5	—	1.24	東南區
2-54-01-02	108/10/7	21°54'00.00"	122°34'31.74"	50	—	1.22	東南區
2-54-01-03	108/10/7	21°54'20.82"	122°35'37.86"	125	—	1.46	東南區
2-54-01-04	108/10/7	21°54'20.82"	122°35'37.86"	200	—	2.03	東南區
2-54-01-05	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	400	—	2.1	東南區
2-54-01-06	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	600	—	0.8	東南區
2-54-01-07	108/10/7	21°53'39.48"	122°34'53.09"	800	—	0.51	東南區
2-54-01-08	108/10/7	21°53'39.48"	122°34'53.09"	1000	—	0.84	東南區
2-35-01-01	108/10/11	23°37'12.29"	119°53'23.81"	0-5	—	1.07	西區
2-35-01-02	108/10/11	23°37'12.29"	119°53'23.81"	50	—	1.35	西區
2-12-01-01	108/10/25	25°10'32.34"	121°45'48.96"	0-5	—	1.39	東北區
2-12-01-02	108/10/25	25°10'32.34"	121°45'48.96"	30	—	1.51	東北區
2-51-01-02	108/11/13	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	—	1.22	東南區
2-52-01-02	108/11/13	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	1.53	東南區
2-53-01-02	108/11/13	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	0.91	東南區
2-43-01-01	108/11/23	22°22'00.84"	120°16'39.00"	5	—	0.97	西南區
2-43-01-02	108/11/23	22°22'00.84"	120°16'39.00"	200	—	1.40	西南區
2-43-01-03	108/11/24	22°22'00.84"	120°16'39.00"	400	—	1.04	西南區
南寮漁港	108/01/07	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	1.35	西區
王功漁港	108/01/08	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	1.39	西區
東石漁港	108/01/09	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	—	1.55	西區
西子灣	108/01/08	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	0.89	西南區
花蓮港	108/01/15	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	—	1.42	東南區
成功漁港	108/01/15	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	—	1.05	東南區
富岡漁港	108/01/15	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	—	1.11	東南區
南方澳	108/01/18	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	—	0.95	東南區
八斗子	108/01/25	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	—	1.31	東北區

續表 4-1-3 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	
離岸南沙太平島	108/01/15	10°30'00.00"	114°17'59.99"	0-5	—	1.45	西南區
離岸南沙太平島	108/01/15	10°30'00.00"	114°30'00.00"	0-5	—	1.10	西南區
離岸南沙太平島	108/01/15	10°24'00.01"	114°12'00.01"	0-5	—	1.12	西南區
墾丁白沙灣外海	108/02/12	21°48'00.02"	120°42'00.01"	0-5	—	0.83	西南區
墾丁關山外海	108/02/12	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	—	0.83	西南區
鵝鑾鼻外海	108/02/12	21°51'35.99"	120°55'48.00"	0-5	—	1.19	東南區
目斗嶼外海	108/01/31	23°54'00.00"	119°35'00.00"	0-5	—	0.87	西區
馬公西北外海	108/01/31	23°43'00.00"	119°19'00.00"	0-5	—	1.28	西區
馬公東南外海	108/01/31	23°20'00.00"	119°40'00.00"	0-5	—	1.23	西區
東引外海	108/01/25	26°28'00.00"	120°37'00.00"	0-5	—	1.73	西北區
東引外海	108/01/25	26°17'00.00"	120°37'00.00"	0-5	—	1.28	西北區
東引外海	108/01/25	26°18'00.00"	120°24'00.00"	0-5	—	0.90	西北區
南竿外海	108/02/19	26°02'24.00"	119°52'12.00"	0-5	—	0.93	西北區
南竿外海	108/02/19	26°03'36.00"	120°00'00.00"	0-5	—	1.18	西北區
南竿外海	108/02/19	26°08'24.00"	120°04'48.00"	0-5	—	1.02	西北區
金門外海	108/02/12	24°23'60.00"	118°30'00.00"	0-5	—	0.88	西區
金門外海	108/02/15	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	—	1.35	西區
金門外海	108/02/18	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	—	1.05	西區
花蓮港	108/04/08	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	—	1.02	東南區
成功漁港	108/04/09	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	—	0.88	東南區
富岡漁港	108/04/09	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	—	1.42	東南區
南寮漁港	108/04/15	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	1.22	西區
王功漁港	108/04/16	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	1.09	西區
東石漁港	108/04/16	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	—	1.27	西區
西子灣	108/04/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.32	西南區
南方澳	108/04/19	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	—	1.24	東南區
八斗子	108/04/19	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	—	1.10	東北區
墾丁白沙灣外海	108/05/01	21°48'00.02"	120°42'00.01"	0-5	—	1.03	西南區
墾丁關山外海	108/05/01	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	—	1.30	西南區
鵝鑾鼻外海	108/05/01	21°51'35.99"	120°55'48.00"	0-5	—	1.29	東南區

續表 4-1-3 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	
離岸東沙群島	108/05/30	20°29'00.00"	116°41'00.00"	0-5	—	1.12	西南區
離岸東沙群島	108/05/31	20°35'00.00"	116°45'00.00"	0-5	—	1.42	西南區
離岸東沙群島	108/06/01	20°53'00.00"	116°52'00.00"	0-5	—	0.94	西南區
目斗嶼外海	108/06/18	23°54'00.00"	119°35'00.00"	0-5	—	1.41	西區
馬公西北外海	108/06/18	23°43'00.00"	119°19'00.00"	0-5	—	1.34	西區
馬公東南外海	108/06/18	23°20'00.00"	119°40'00.00"	0-5	—	1.65	西區
石門外海	108/06/25	25°27'81.00"	121°35'47.00"	0-5	—	0.85	東北區
金山外海	108/06/25	25°21'07.00"	121°46'18.00"	0-5	—	1.07	東北區
和平島外海	108/06/25	25°20'44.00"	121°49'14.00"	0-5	—	1.42	東北區
花蓮港	108/07/01	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	—	0.88	東南區
成功漁港	108/07/02	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	—	1.37	東南區
富岡漁港	108/07/02	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	—	1.05	東南區
離岸南沙太平島	108/06/30	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	0.95	西南區
離岸南沙太平島	108/06/30	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	1.15	西南區
離岸南沙太平島	108/06/30	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	—	1.35	西南區
南寮漁港	108/07/16	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	—	1.46	西區
王功漁港	108/07/17	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	—	1.65	西區
東石漁港	108/07/17	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.41	西區
南方澳	108/07/23	26°02'24.00"	119°52'12.00"	0-5	—	1.13	東南區
八斗子	108/07/23	26°03'36.00"	120°00'00.00"	0-5	—	1.21	東北區
西子灣	108/07/31	26°08'24.00"	120°04'48.00"	0-5	—	1.30	西南區
南竿外海	108/07/16	26°28'00.00"	120°37'00.00"	0-5	—	1.08	西北區
南竿外海	108/07/16	26°17'00.00"	120°37'00.00"	0-5	—	1.32	西北區
南竿外海	108/07/16	26°18'00.00"	120°24'00.00"	0-5	—	1.08	西北區
東引外海	108/08/10	21°54'00.00"	121°42'00.00"	0-5	—	1.34	西北區
東引外海	108/08/10	21°54'00.00"	121°30'00.00"	0-5	—	1.25	西北區
東引外海	108/08/10	22°00'00.00"	121°42'00.00"	0-5	—	1.45	西北區
蘭嶼外海	108/08/21	24°23'60.00"	118°30'00.00"	0-5	—	1.16	東南區
蘭嶼外海	108/08/21	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	—	1.01	東南區

續表 4-1-3 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	
蘭嶼外海	108/08/21	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	1.25	東南區
金門外海	108/08/09	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	1.27	西區
金門外海	108/08/11	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	—	1.38	西區
金門外海	108/08/15	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	—	1.40	西區
南寮漁港 (颱風過境)	108/10/01	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	0.72	西區
王功漁港	108/10/02	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	0.94	西區
東石漁港	108/10/02	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	—	1.10	西區
花蓮港	108/10/07	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	—	1.17	東南區
成功漁港	108/10/08	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	—	1.29	東南區
富岡漁港	108/10/08	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	—	1.39	東南區
西子灣	108/10/15	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.39	西南區
南方澳	108/10/15	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	—	1.10	東南區
八斗子	108/10/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	—	1.43	東北區
石門外海	108/10/29	25°27'81.00"	121°35'47.00"	0-5	—	1.71	東北區
金山外海	108/10/29	25°21'07.00"	121°46'18.00"	0-5	—	1.04	東北區
和平島外海	108/10/29	25°20'44.00"	121°49'14.00"	0-5	—	1.28	東北區

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

2. 海水深度 0 至 5 公尺內視為表層海水，深於 5 公尺之海水以深海取樣器採水。

3. 海水試樣核種分析量 40 公升及 60 公升，計測時間分別為 200,000 秒及 120,000 秒。

4. 離岸距離系指取樣地點距離台灣本島之最近直線距離。

4.1.2-2 台灣鄰近海域銫-137 活度與西北太平洋文獻數值比較

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 4-1-5)。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。

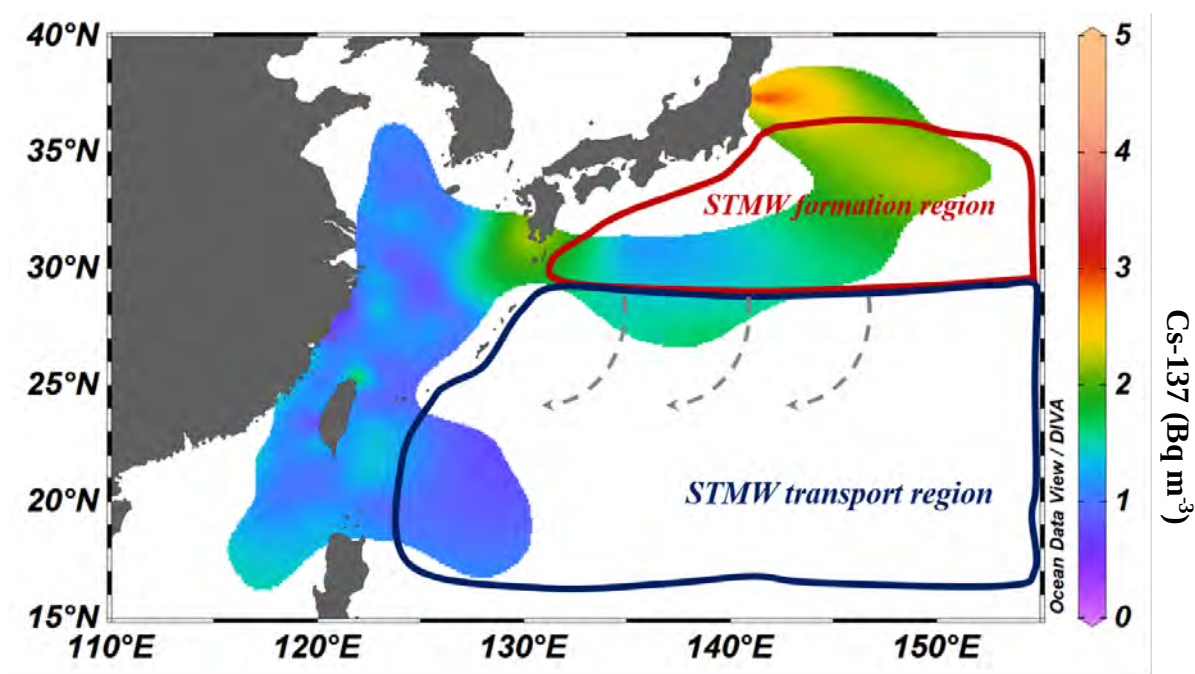


圖 4-1-5 西北太平洋文獻之銫-137 活度分布等值圖 (含各深度)
(修改自 Inomata et al., 2018)

根據上述 STMW 的密度特徵，我們將 107 年度及 108 年度計畫與福島海域之歷史文獻資料做銫-137 活度對密度關係圖 (圖 4-1-6)，該圖顯示本年度計畫在台灣鄰近海域 200 米水深處量測到的銫-137 活度相對高值所存在之密度層為 25.0~26.4、27.2 及 27.7 kg m^{-3} 。本年度 (民國 108 年) 在 200 米以淺水樣之銫-134 及銫-137 分析結果與前一年度 (民國 107 年) 分析結果相近 (表 4-1-4)。

綜上述採樣以及分析結果，本年度（民國 108 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 2.20 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 4-1-6）。

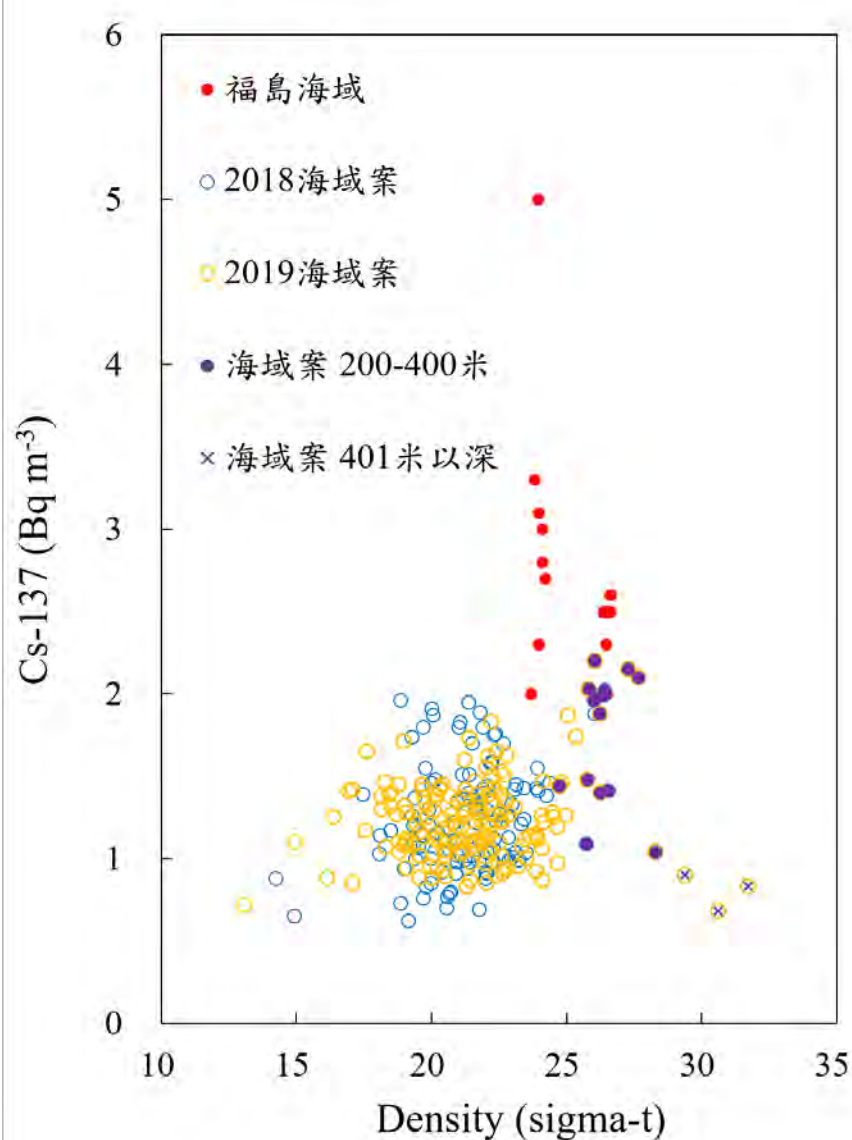


圖 4-1-6 本計畫各深度海水之銫-137 活度與密度圖

表 4-1-4 臺灣鄰近海域 Cs-134、Cs-137 活度及溫鹽度

計畫年度	採樣深度 (m)	Cs-134	Cs-137	溫度(°C)	鹽度	採樣時間
		活度 (Bq m ⁻³)				
107 年度	0-5	—	0.62 ~ 1.96	9.7~ 34.9	24.4~ 34.7	2018
	200 米以深	—	1.09 ~ 2.02	14.5~25.7	32.3~34.6	
108 年度	0-5	—	0.72 ~ 1.73	13.3~ 33.4	21.8~ 34.6	2019
	50-150	—	0.87 ~ 1.87	18.7~27.9	33.7~34.9	
	200 米以深	—	0.83 ~ 2.20	4.7~ 22.6	34.3~ 34.9	

註：1. "—"表示小於最低可測活度。

4.1.2-3 海水總鹼度分析結果

臺灣各區域海水總鹼度結果如表 4-1-5 及圖 4-1-7 所示，各區域表層海水總鹼度分布範圍為 $2192 \sim 2357 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ，最高值西南區（編號 2-41-02-01）表層水樣，最低值為為東南區（編號 2-51-02-02）表層水樣；多數樣品 pH 值分布範圍為 $7.882 \sim 8.278$ ，最高值為東北區（編號 2-11-02-01）的表層水樣，最低值為西南區（編號 2-41-02-01）表層水樣，唯 5 月東南區編號 2-52-02 及編號 2-53-02 樣品在南灣內 pH 值小於 7。台灣沿岸地區水總鹼度分布範圍為 $2178 \sim 2409 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ，最高值為 7 月王功漁港之表層水樣，最低值為 7 月花蓮港之表層水樣；pH 值分布範圍為 $7.985 \sim 8.371$ ，最高值為 7 月花蓮港之表層水樣，最低值為 1 月東石漁港之表層水樣（圖 4-1-7 及圖 4-1-9）。

各區域次表層海水總鹼度分布範圍為 $2217 \sim 2295 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ，最高值為西南區（編號 2-41-01-03）的 125 米水樣，最低值為西區（編號 2-34-01-02）的 50 米水樣（圖 4-1-8）；pH 值分布範圍為 $7.976 \sim 8.252$ ，最高值為東南區（編號 2-54-02-02）的 50 米水樣，最低值為西南區（編號 2-43-02-02）的 110 米水樣（圖 4-1-9）。

各區域深層海水總鹼度分布範圍為 $2269 \sim 2360 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ，最高值為東南區（編號 2-54-01-08）的 1000 米深層水樣，最低值為東南區（編號 2-54-01-05）的 400 米深層水樣（圖 4-1-8）；pH 值分布範圍為 $7.602 \sim 8.042$ ，最高值為東北區（編號 2-11-02-04）的 200 米深層水樣，最低值為東南區（編號 2-54-01-06）的 600 米深層水樣（圖 4-1-9）。上述總鹼度在各區域及各深度海水之間的差異有助於釐清該海水之來源。

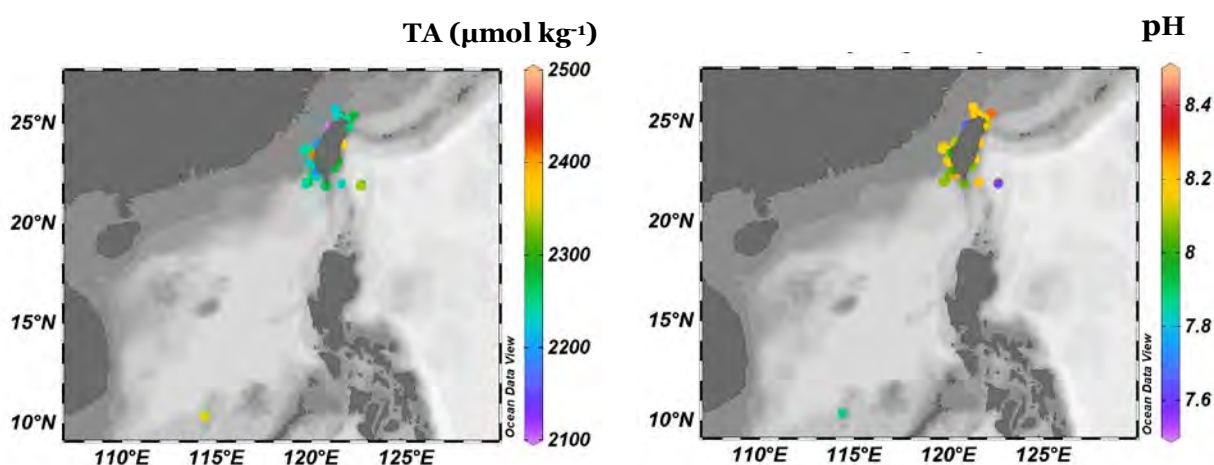


圖 4-1-7 台灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值分布圖

總鹼度及酸鹼度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 4-1-10），可反映出各區水團都有季節性之變化，

由總鹼度與密度圖（圖 4-1-11）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）。請留意圖 4-1-11 不包括港口以及潮間帶之銫-137 樣品，僅討論離岸海水。

透過上述總鹼度及鹽度的水團分析，除了知道水團的影響外，還可以觀察到海水受降雨等季節性氣候影響，將有助於解釋海水中銫-137 生物地球化學作用（例如吸附及脫附作用等）。

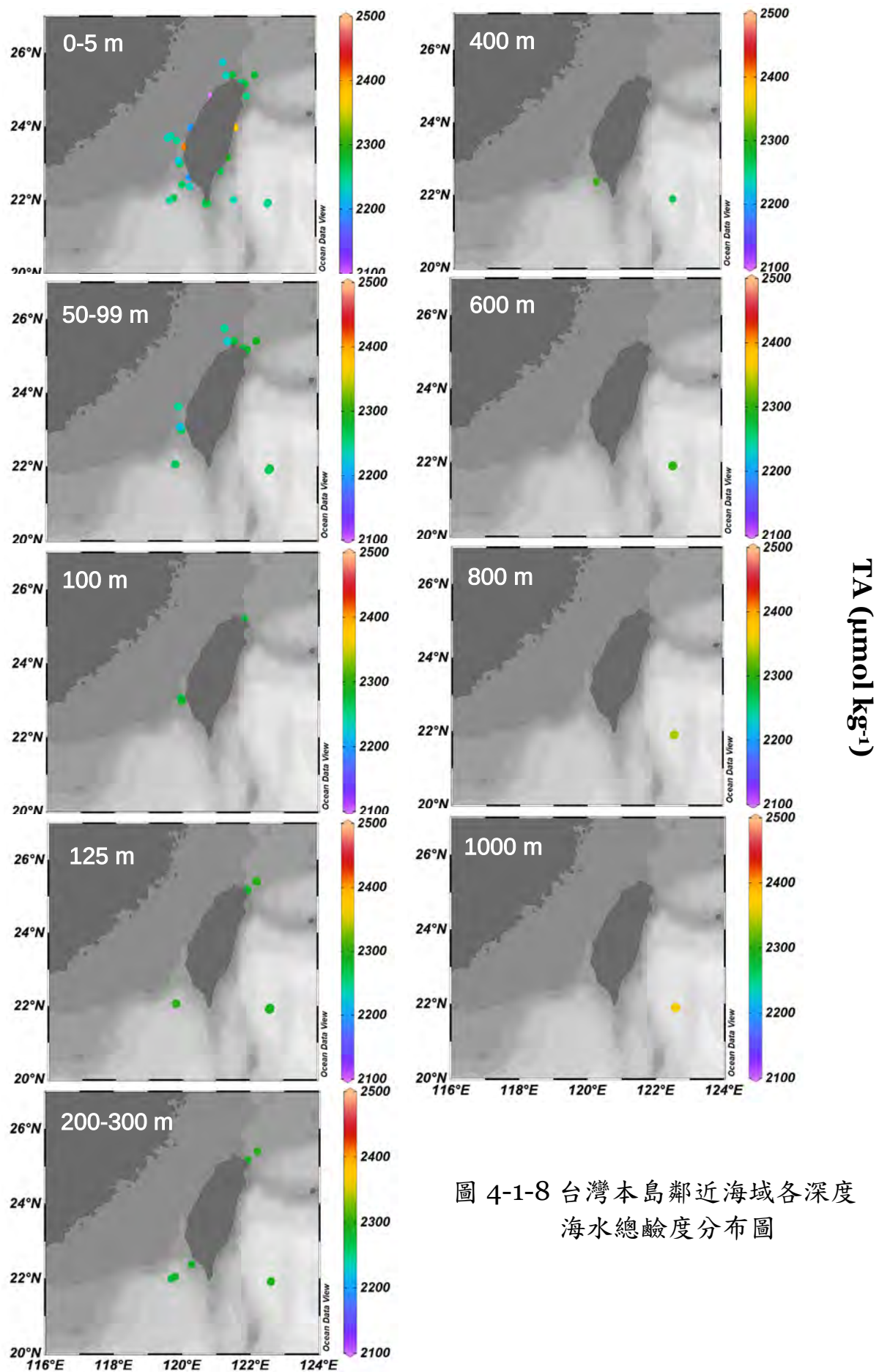


圖 4-1-8 台灣本島鄰近海域各深度
海水總鹼度分布圖

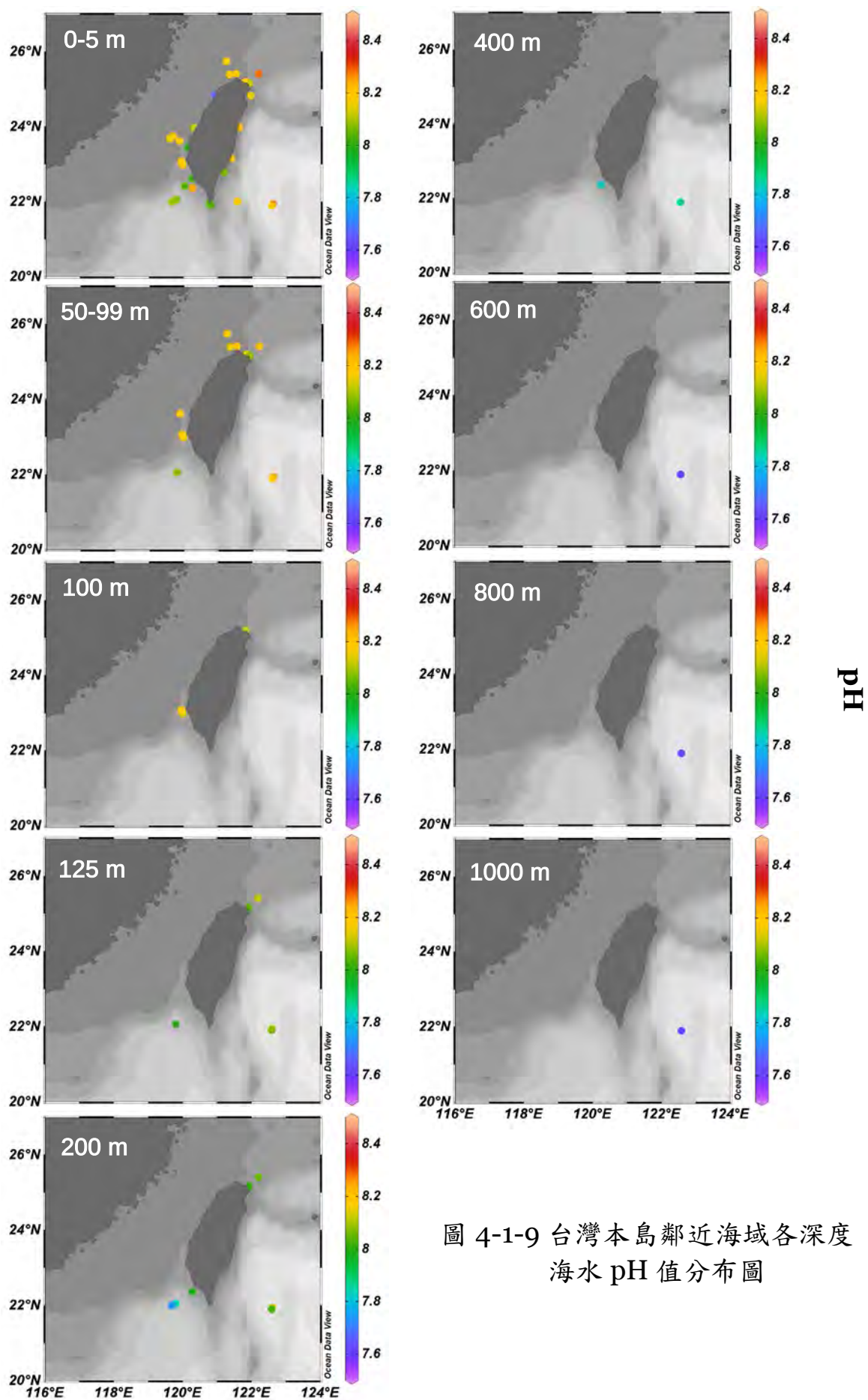


圖 4-1-9 台灣本島鄰近海域各深度
海水 pH 值分布圖

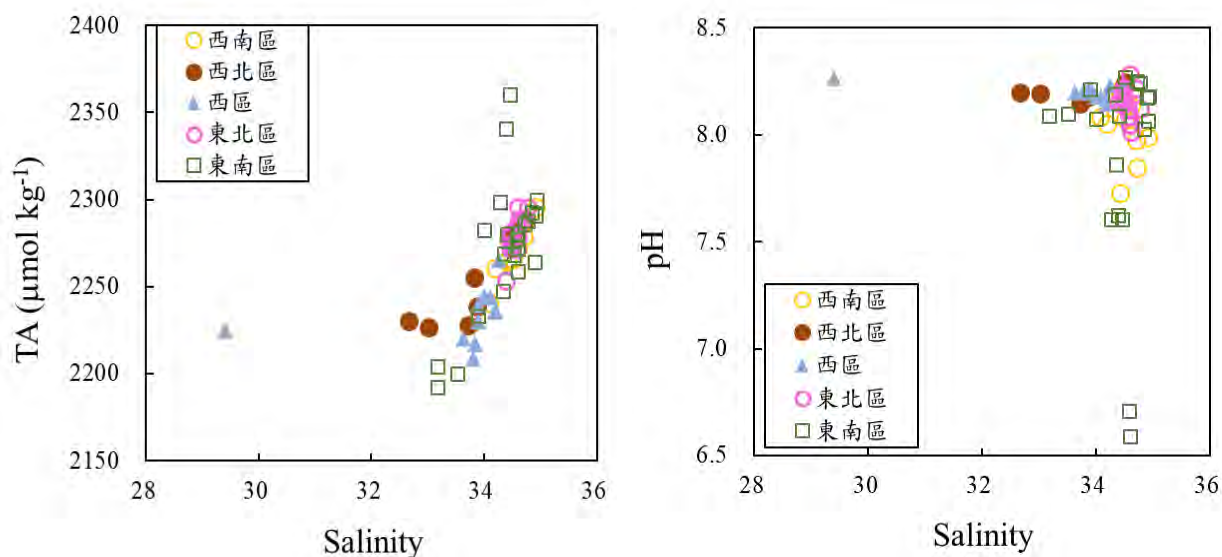


圖 4-1-10 海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖

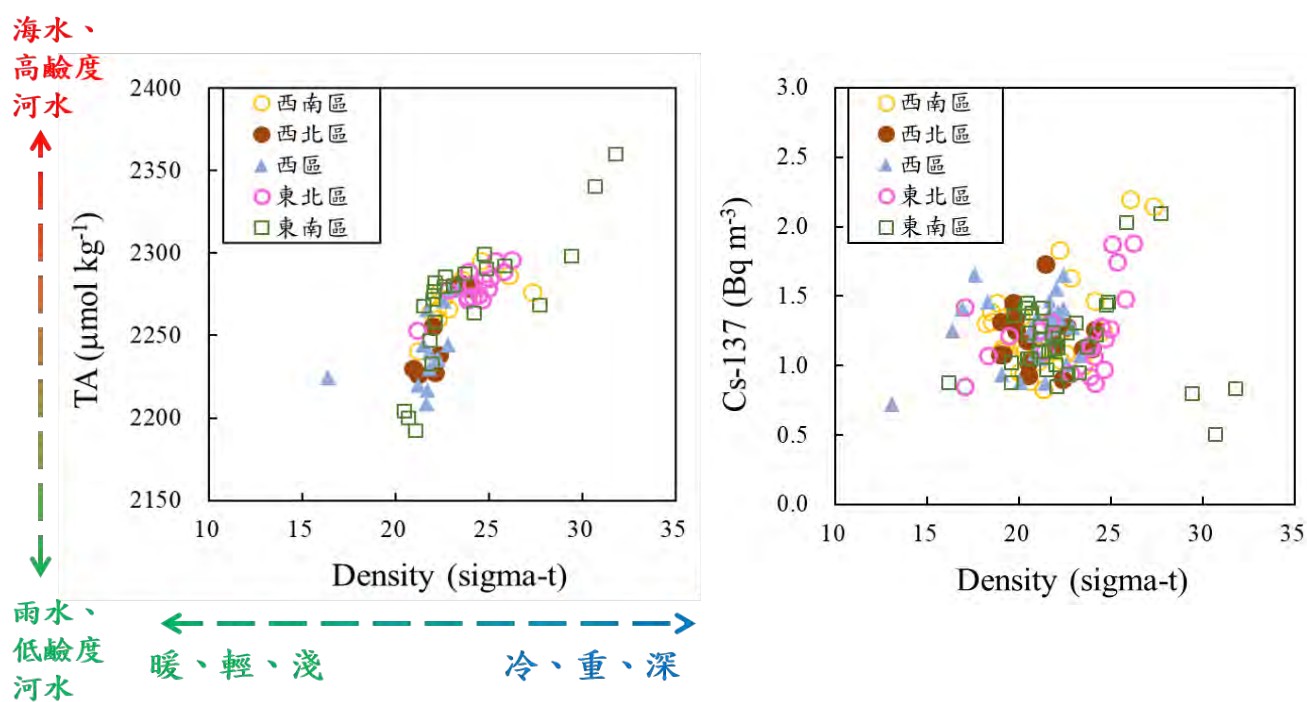


圖 4-1-11 海水總鹼度及銫-137 對密度關係圖

表 4-1-5 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
2-54-01	108/02/14	22°00'15.56"	121°34'51.81"	0-5	26.6	33.9	2233	8.213	東南區
2-51-01	108/02/22	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	24.5	34.6	2281	n.d.	東南區
2-52-01	108/02/22	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	26.3	34	2282	8.073	東南區
2-53-01	108/02/22	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	25.7	34.4	2280	8.087	東南區
2-41-01-01	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	3	26.4	34.6	2272	8.075	西南區
2-41-01-02	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	50	25.9	34.5	2266	8.074	西南區
2-41-01-03	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	125	22.1	34.9	2295	7.989	西南區
2-41-01-04	108/02/21	22°03'26.06"	119°47'58.30"	200	17.0	34.7	2287	7.848	西南區
2-42-01-01	108/02/22	22°25'02.50"	120°02'45.38"	0-5	26.4	34.2	2260	8.048	西南區
2-11-01-01	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	0-5	20.6	34.5	2281	8.202	東北區
2-11-01-02	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	50	20.0	34.5	2274	8.161	東北區
2-11-01-03	108/02/24	25°12'02.82"	121°49'26.03"	100	18.9	34.5	2279	8.138	東北區
2-24-01-01	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	5	21.5	34.5	2273	8.213	東北區
2-24-01-02	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	50	21.3	34.5	2273	8.209	東北區
2-24-01-03	108/2/27	25°24'42.35"	121°32'43.86"	105	20.2	34.5	2272	8.175	東北區
2-41-02-01	108/03/04	10°22'43.00"	114°21'54.00"	0-5	26.0	31.5	2357	7.882	西南區
2-11-02-01	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	0-5	25.4	34.6	2278	8.278	東北區
2-11-02-02	108/03/28	25°25'04.20"	122°12'25.19"	50	22.7	34.7	2289	8.215	東北區
2-11-02-03	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	125	18.7	34.8	2295	8.119	東北區
2-11-02-04	108/3/27	25°25'04.20"	122°12'25.19"	200	15.8	34.6	2295	8.042	東北區

續表 4-1-5 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
2-24-02-01	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	0-5	23.0	34.5	2282	8.246	西北區
2-24-02-02	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	50	22.0	34.5	2279	8.22	西北區
2-24-02-03	108/3/27	25°45'02.99	121°15'28.20"	75	21.8	34.5	2279	8.218	西北區
2-15-02-01	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	0-5	21.8	34.6	2271	8.115	東北區
2-15-02-02	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	50	19.6	34.6	2283	8.087	東北區
2-15-02-03	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	125	19.4	34.6	2285	8.046	東北區
2-15-02-04	108/4/20	25°10'26.99	121°55'14.40"	200	17.9	34.6	2288	8.008	東北區
2-25-02-01	108/4/26	25°23'46.01	121°21'24.96"	0-5	26.3	33.8	2255	8.175	西北區
2-42-02-01	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	0-5	27.9	34.4	2265	8.208	西南區
2-42-02-02	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	50	27.6	34.4	2266	8.198	西南區
2-42-02-03	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	75	27.4	34.4	2277	8.163	西南區
2-42-02-04	108/5/1	22°59'29.27	119°58'54.48"	100	24.5	34.6	2284	8.136	西南區
2-51-02	108/05/09	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	27.8	34.6	2281	n.d.	東南區
2-52-02	108/05/09	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	28	34.6	2282	8.073	東南區
2-53-02	108/05/09	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	27.7	34.6	2280	8.087	東南區
2-34-02-01	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	0-5	28.1	34.3	2265	8.231	西區
2-34-02-02	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	50	26.5	34.5	2271	8.221	西區
2-34-02-03	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	75	26.1	34.6	2277	8.196	西區
2-34-02-04	108/5/25	23°04'35.60"	119°56'55.25"	100	24.9	34.6	2278	8.176	西區
2-54-02-01	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	0-5	29.4	34.5	2268	8.268	東南區
2-54-02-02	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	50	26.9	34.7	2286	8.251	東南區

續表 4-1-5 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
2-54-02-03	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	125	24.7	34.8	2288	8.238	東南區
2-54-02-04	108/6/3	21°56'22.19"	122°36'45.59"	200	22.6	34.9	2300	8.179	東南區
2-14-02	108/6/19	24°49'51.95"	121°57'51.23"	0-5	30.0	34.4	2253	8.148	東北區
2-35-02	108/8/15	23°37'12.29"	119°53'23.81"	0-5	33.4	29.4	2225	8.26	西區
2-43-02-01	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	5	29.3	34.1	2241	8.082	西南區
2-43-02-02	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	110	22.8	34.7	2279	7.976	西南區
2-43-02-03	108/8/18	22°00'00.00"	119°40'47.64"	300	12.4	34.4	2276	7.729	西南區
2-51-02-02	108/8/23	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	27.8	33.2	2192	n.d.	東南區
2-52-02-02	108/8/23	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	29.6	33.5	2200	8.099	東南區
2-53-02-02	108/8/23	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	29.6	33.2	2204	8.089	東南區
2-36-02	108/8/21	23°44'49.20"	119°43'13.32"	0-5	27.0	33.9	2240	8.217	西區
2-37-02	108/8/21	23°43'45.12"	119°40'15.30"	0-5	26.9	33.9	2230	8.212	西區
2-38-02	108/8/21	23°41'21.18"	119°36'59.40"	0-5	27.3	33.8	2209	8.205	西區
2-34-01-01	108/9/28	23°04'35.60"	119°56'55.25"	0-5	28.2	33.6	2220	8.197	西區
2-34-01-02	108/9/28	23°04'35.60"	119°56'55.25"	50	27.9	33.8	2217	8.198	西區
2-37-01	108/9/28	23°43'45.12"	119°40'15.30"	0-5	26.5	34.2	2235	8.169	西區
2-38-01	108/9/28	23°41'21.18"	119°36'59.40"	0-5	26.3	34.2	2236	8.143	西區
2-24-01-01	108/10/5	25°45'02.99	121°15'28.20"	0-5	26.8	33.0	2226	8.193	西北區
2-24-01-02	108/10/5	25°45'02.99	121°15'28.20"	50	26.0	33.9	2239	8.176	西北區
2-25-01-01	108/10/5	25°23'46.01	121°21'24.96"	0-5	26.8	32.7	2230	8.198	西北區
2-25-01-02	108/10/5	25°23'46.01	121°21'24.96"	50	26.3	33.7	2227	8.143	西北區

續表 4-1-5 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
2-54-01-01	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	0-5	27.9	34.3	2247	8.188	東南區
2-54-01-02	108/10/7	21°54'00.00"	122°34'31.74"	50	22.2	34.9	2264	8.174	東南區
2-54-01-03	108/10/7	21°54'20.82"	122°35'37.86"	125	21.1	34.9	2291	8.066	東南區
2-54-01-04	108/10/7	21°54'20.82"	122°35'37.86"	200	18.3	34.8	2292	8.027	東南區
2-54-01-05	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	400	12.5	34.4	2269	7.858	東南區
2-54-01-06	108/10/7	21°53'43.68"	122°34'53.45"	600	7.4	34.3	2298	7.603	東南區
2-54-01-07	108/10/7	21°53'39.48"	122°34'53.09"	800	5.7	34.4	2341	7.623	東南區
2-54-01-08	108/10/7	21°53'39.48"	122°34'53.09"	1000	4.7	34.4	2360	7.606	東南區
2-35-01-01	108/10/11	23°37'12.29"	119°53'23.81"	0-5	28.2	34	2245	8.179	西區
2-35-01-02	108/10/11	23°37'12.29"	119°53'23.81"	50	25	34.1	2244	8.177	西區
2-12-01-01	108/10/25	25°10'32.34"	121°45'48.96"	0-5	24.3	33.8	2245	8.187	東北區
2-12-01-02	108/10/25	25°10'32.34"	121°45'48.96"	30	24.2	33.8	2250	8.197	東北區
2-51-01-02	108/11/13	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	26.2	34.6	2261	n.d.	東南區
2-52-01-02	108/11/13	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	25.9	34.5	2271	8.036	東南區
2-53-01-02	108/11/13	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	26.5	34.8	2269	8.042	東南區
2-43-01-01	108/11/23	22°22'00.84"	120°16'39.00"	5	26.4	33.9	2234	8.246	西南區
2-43-01-02	108/11/23	22°22'00.84"	120°16'39.00"	200	15.6	34.6	2284	7.988	西南區
2-43-01-03	108/11/24	22°22'00.84"	120°16'39.00"	400	9.3	34.4	2303	7.823	西南區
南寮漁港	108/1/07	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	20.2	31.2	2270	8.073	西區
王功漁港	108/1/08	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	20.5	31.8	2391	8.085	西區
東石漁港	108/01/09	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	20.5	31.7	2407	7.985	西區

續表 4-1-5 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
西子灣	108/01/08	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	26.6	32.0	2362	8.127	西南區
花蓮港	108/01/15	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	24.4	32.1	2290	8.215	東南區
成功漁港	108/01/15	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	24.2	31.1	2402	8.116	東南區
富岡漁港	108/01/15	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	25.5	33.0	2264	8.21	東南區
南方澳	108/01/18	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	15.9	31.8	n.d.	n.d.	東南區
八斗子	108/01/25	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	20.3	31.2	n.d.	n.d.	東北區
離岸南沙太平島	108/01/15	10°30'00.00"	114°17'59.99"	0-5	28.4	30.4	n.d.	n.d.	西南區
離岸南沙太平島	108/01/15	10°30'00.00"	114°30'00.00"	0-5	28.4	30.8	n.d.	n.d.	西南區
離岸南沙太平島	108/01/15	10°24'00.01"	114°12'00.01"	0-5	28.5	30.8	n.d.	n.d.	西南區
墾丁白沙灣外海	108/02/12	21°48'00.02"	120°42'00.01"	0-5	25	32.4	n.d.	n.d.	西南區
墾丁關山外海	108/02/12	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	25	32.4	n.d.	n.d.	西南區
鵝鑾鼻外海	108/02/12	21°51'35.99"	120°55'48.00"	0-5	25	32.1	n.d.	n.d.	東南區
目斗嶼外海	108/01/31	23°54'00.00"	119°35'00.00"	0-5	23.8	32.1	n.d.	n.d.	西區
馬公西北外海	108/01/31	23°43'00.00"	119°19'00.00"	0-5	23.6	32.4	n.d.	n.d.	西區
馬公東南外海	108/01/31	23°20'00.00"	119°40'00.00"	0-5	24.2	32.4	n.d.	n.d.	西區
東引外海	108/01/25	26°28'00.00"	120°37'00.00"	0-5	13.3	28.7	n.d.	n.d.	西北區
東引外海	108/01/25	26°17'00.00"	120°37'00.00"	0-5	16.5	31.1	n.d.	n.d.	西北區
東引外海	108/01/25	26°18'00.00"	120°24'00.00"	0-5	16.3	30.8	n.d.	n.d.	西北區
南竿外海	108/02/19	26°02'24.00"	119°52'12.00"	0-5	14.2	27.7	n.d.	n.d.	西北區
南竿外海	108/02/19	26°03'36.00"	120°00'00.00"	0-5	14.3	27.7	n.d.	n.d.	西北區

續表 4-1-5 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
南竿外海	108/02/19	26°08'24.00"	120°04'48.00"	0-5	14.1	27.7	n.d.	n.d.	西北區
金門外海	108/02/12	24°23'60.00"	118°30'00.00"	0-5	18	28.2	n.d.	n.d.	西區
金門外海	108/02/15	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	15	28.6	n.d.	n.d.	西區
金門外海	108/02/18	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	15	28.8	n.d.	n.d.	西區
花蓮港	108/04/08	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	26.4	30.6	2354	8.229	東南區
成功漁港	108/04/09	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	27.8	31.2	2345	8.241	東南區
富岡漁港	108/04/09	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	26.8	31.8	2288	8.245	東南區
南寮漁港	108/04/15	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	23.2	31.0	2332	8.145	西區
王功漁港	108/04/16	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	23.0	31.0	2275	8.185	西區
東石漁港	108/04/16	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	24.7	31.5	2287	7.995	西區
西子灣	108/04/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	29.3	30.4	2304	8.224	西南區
南方澳	108/04/19	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	25.3	31.4	n.d.	n.d.	東南區
八斗子	108/04/19	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	26.4	33.1	n.d.	n.d.	東北區
墾丁白沙灣外海	108/05/01	21°48'00.02"	120°42'00.01"	0-5	28.5	33.5	n.d.	n.d.	西南區
墾丁關山外海	108/05/01	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	28.5	33.7	n.d.	n.d.	西南區
鵝鑾鼻外海	108/05/01	21°51'35.99"	120°55'48.00"	0-5	28.5	33.7	n.d.	n.d.	東南區
離岸東沙群島	108/05/30	20°29'00.00"	116°41'00.00"	0-5	29.9	32.9	n.d.	n.d.	西南區
離岸東沙群島	108/05/31	20°35'00.00"	116°45'00.00"	0-5	29.9	32.3	n.d.	n.d.	西南區
離岸東沙群島	108/06/01	20°53'00.00"	116°52'00.00"	0-5	30.1	33.1	n.d.	n.d.	西南區
目斗嶼外海	108/06/18	23°54'00.00"	119°35'00.00"	0-5	24.0	33.5	n.d.	n.d.	西區
馬公西北外海	108/06/18	23°43'00.00"	119°19'00.00"	0-5	24.0	33.2	n.d.	n.d.	西區

續表 4-1-5 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
馬公東南外海	108/06/18	23°20'00.00"	119°40'00.00"	0-5	24.0	33.5	n.d.	n.d.	西區
石門外海	108/06/25	25°27'81.00"	121°35'47.00"	0-5	30.7	29.1	n.d.	n.d.	東北區
金山外海	108/06/25	25°21'07.00"	121°46'18.00"	0-5	29.2	30.1	n.d.	n.d.	東北區
和平島外海	108/06/25	25°20'44.00"	121°49'14.00"	0-5	30.5	29.0	n.d.	n.d.	東北區
花蓮港	108/07/01	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	31.3	28.1	2178	8.371	東南區
成功漁港	108/07/02	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	29.3	32.1	2343	8.181	東南區
富岡漁港	108/07/02	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	29.1	33.0	2244	8.21	東南區
離岸南沙太平島	108/06/30	10°35'00.00"	114°24'00.00"	0-5	30.1	32.8	n.d.	n.d.	西南區
離岸南沙太平島	108/06/30	10°40'00.00"	114°39'00.00"	0-5	30.0	33.0	n.d.	n.d.	西南區
離岸南沙太平島	108/06/30	10°42'00.00"	114°50'00.00"	0-5	30.2	33.0	n.d.	n.d.	西南區
南寮漁港	108/07/16	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	31.2	31.0	2402	8.245	西區
王功漁港	108/07/17	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	31.3	30.1	2409	8.333	西區
東石漁港	108/07/17	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	33.2	30.1	2242	8.145	西區
南方澳	108/07/23	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	30.3	32.5	n.d.	n.d.	東南區
八斗子	108/07/23	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	29.5	31.8	n.d.	n.d.	東北區
西子灣	108/07/31	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	31.8	31.1	2239	8.242	西南區
南竿外海	108/07/16	26°02'24.00"	119°52'12.00"	0-5	27.1	30.1	n.d.	n.d.	西北區
南竿外海	108/07/16	26°03'36.00"	120°00'00.00"	0-5	27.2	30.2	n.d.	n.d.	西北區
南竿外海	108/07/16	26°08'24.00"	120°04'48.00"	0-5	26.9	30.2	n.d.	n.d.	西北區
東引外海	108/08/10	26°28'00.00"	120°37'00.00"	0-5	30.7	32.8	n.d.	n.d.	西北區
東引外海	108/08/10	26°17'00.00"	120°37'00.00"	0-5	30.5	32.8	n.d.	n.d.	西北區

續表 4-1-5 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
東引外海	108/08/10	26°18'00.00"	120°24'00.00"	0-5	30.6	32.6	n.d.	n.d.	西北區
蘭嶼外海	108/08/21	21°54'00.00"	121°42'00.00"	0-5	29.8	32.1	n.d.	n.d.	東南區
蘭嶼外海	108/08/21	21°54'00.00"	121°30'00.00"	0-5	29.7	32.1	n.d.	n.d.	東南區
蘭嶼外海	108/08/21	22°00'00.00"	121°42'00.00"	0-5	29.9	32.2	n.d.	n.d.	東南區
金門外海	108/08/09	24°23'60.00"	118°30'00.00"	0-5	30.0	31.0	n.d.	n.d.	西區
金門外海	108/08/11	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	32.0	31.2	n.d.	n.d.	西區
金門外海	108/08/15	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	31.0	31.2	n.d.	n.d.	西區
南寮漁港 (颱風過境)	108/10/01	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	26.4	21.8	1769	7.662	西區
王功漁港	108/10/02	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	30.4	31.7	2192	8.110	西區
東石漁港	108/10/02	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	28.4	30.4	2410	7.992	西區
花蓮港	108/10/07	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	29.0	29.0	2365	8.217	東南區
成功漁港	108/10/08	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	28.6	32.3	2288	8.162	東南區
富岡漁港	108/10/08	22°47'26.90"	121°11'32.10"	0-5	28.7	32.4	2272	8.066	東南區
西子灣	108/10/15	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	31.0	31.1	2192	8.016	西南區
南方澳	108/10/15	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	26.5	24.4	n.d.	n.d.	東南區
八斗子	108/10/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	28.7	32.6	n.d.	n.d.	東北區
石門外海	108/10/29	25°27'81.00"	121°35'47.00"	0-5	23.6	28.7	n.d.	n.d.	東北區
金山外海	108/10/29	25°21'07.00"	121°46'18.00"	0-5	23.6	28.5	n.d.	n.d.	東北區
和平島外海	108/10/29	25°20'44.00"	121°49'14.00"	0-5	23.5	28.8	n.d.	n.d.	東北區

註 1："n.d."表示無資料。

表 4-1-6 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)		—	0.72~2.20	
	沉積物 (Bq kg ⁻¹)		—	< 0.88	
	海產物 (Bq kg ⁻¹)	魚	—	< 0.52	
		蝦	—	< 0.08	
		貝	—	—	

註：1. "—"表示小於最低可測活度。

二、沉積物及岩心樣品採集

本計畫年度預定採集之樣品為西南、東南、東北區 200 公尺以深之海底沉積物各一個，並擇一區採集柱狀岩心沉積物 1 個，全年共計 3 個海底沉積物及 1 個柱狀岩心沉積物；各區執行進度如表 4-2-1 所示。總計畫執行率已達 100 %；柱狀岩心沉積物也完成採集，本計畫採集執行率達 100 %。

本團隊及跨部會團隊也另外於台灣各地採集岸沙及河砂沉積物樣品，希望藉以了解沉積物受到近岸沉積物或海水中之輻射物質活度影響程度，並可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。

本計畫採集之沉積物中，鉀-40 活度為 3 至 1237 (Bq kg^{-1})、鉍-137 活度 (圖 4-2-2) 低於 0.88 (Bq kg^{-1})、鈾系列*低於 79 (Bq kg^{-1}) 及鈾系列*低於 84 (Bq kg^{-1})，鈷-60、鉍-134 則低於最低可測活度，分析結果如表 4-2-4。其中鉀-40 及鉍-137 最大活度皆為西南區 200 米深之底泥樣品 (試樣編號 2-43-02)；鈾系列*及鈾系列*最大活度皆為西區鳳山溪河沙樣品。各區岸沙及海底沉積物之加碼能譜分析結果分別如表 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	東南區	東北區
海底沉積物採樣執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	1/1	1/1	1/1
柱狀岩心採樣執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	1/1		

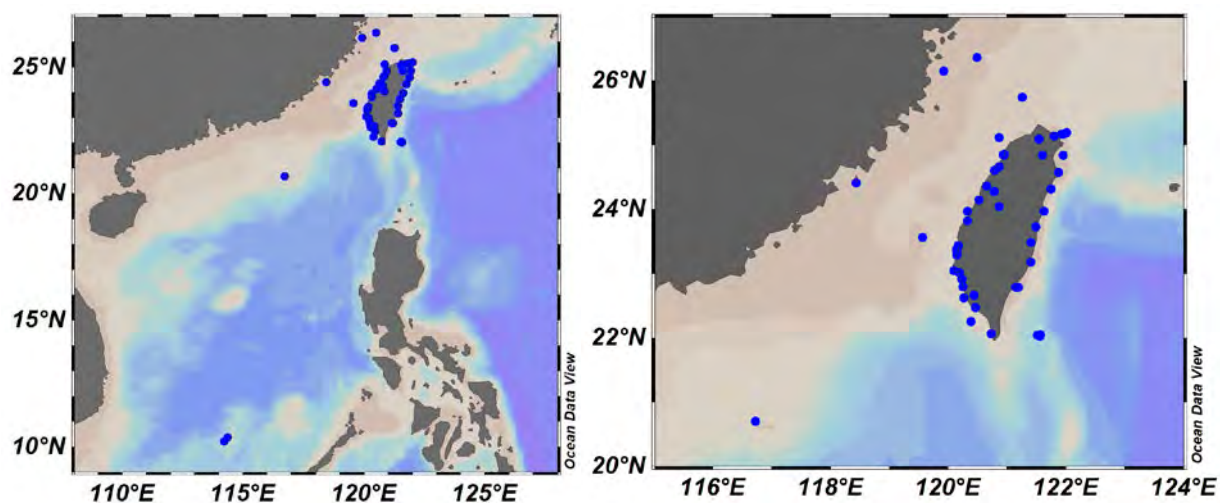


圖 4-2-1 沉積物採樣點位置圖

右圖為台灣本島鄰近岸砂、河砂及深海沉積物採樣位置圖

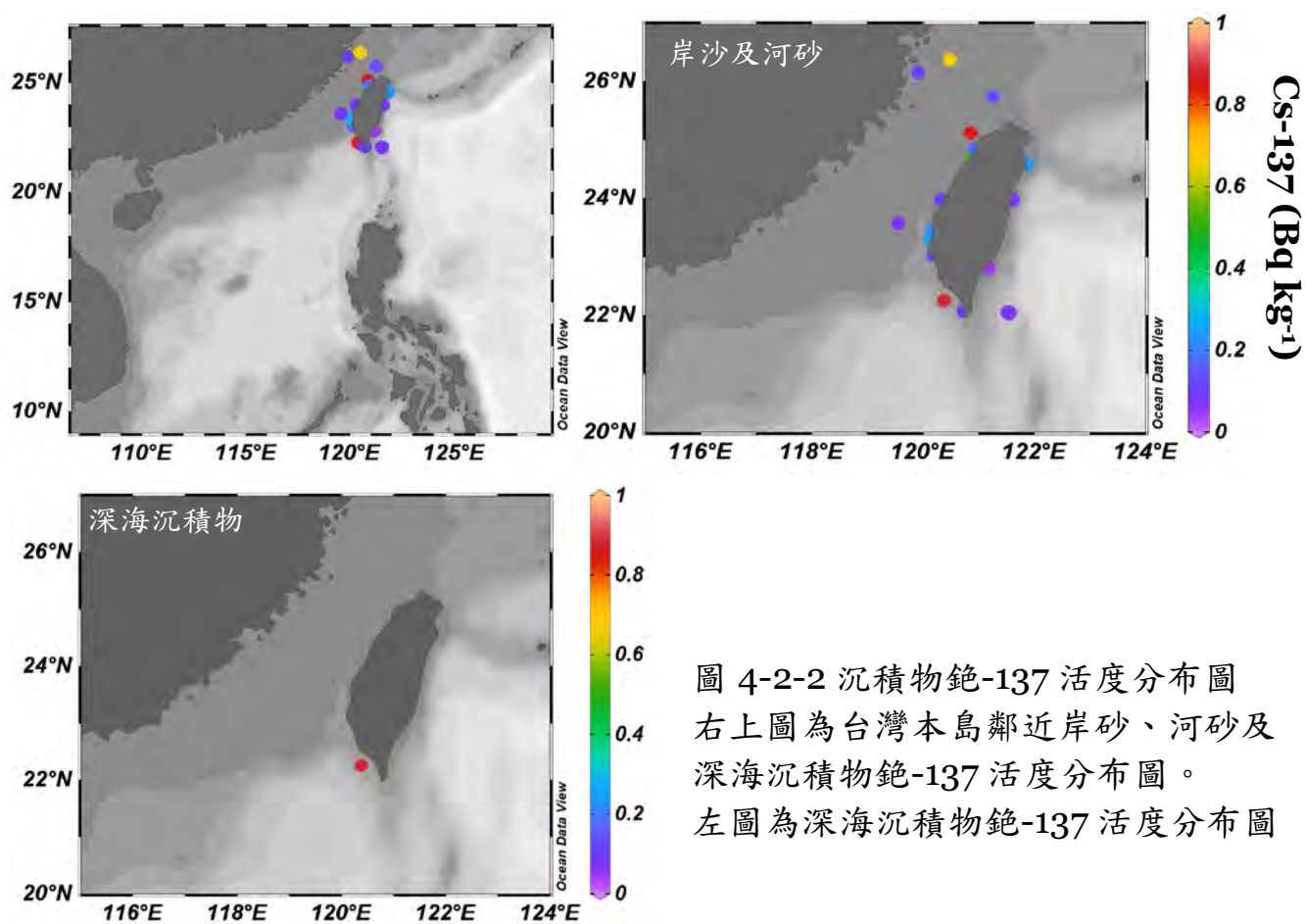


圖 4-2-2 沉積物銫-137 活度分布圖

右上圖為台灣本島鄰近岸砂、河砂及深海沉積物銫-137 活度分布圖。

左圖為深海沉積物銫-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 0.10 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.05 Bq kg⁻¹、
K-40* MDA 值為 1.38 Bq kg⁻¹、Co-60* MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、
Th 系列* MDA 值為 0.40 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.23 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	-	0.54±0.38	816±218	-	25.2±15.6	18.7±8.9
西區	-	0.23±0.16	435±182	-	32.1±17.9	21.7±15.0
西南區	-	0.10	414±269	-	32.8±13.2	18.9±9.8
東南區	-	0.09±0.07	280±192	-	18.9±13.8	12.3±7.7
東北區	-	-	157±99	-	10.7±9.5	8.5±5.9

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
(Cs-134 MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.05 Bq kg⁻¹、
K-40* MDA 值為 1.38 Bq kg⁻¹、Co-60* MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、
Th 系列* MDA 值為 0.40 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.23 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	-	0.88	1237	-	75	43
東南區	-	-	43	-	2	6
東北區	-	-	367	-	39	19

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*	
2-55-01	108/02/14	22°02'59.17"	121°33'50.75"	表土	岸沙	129	—	—	0.07	9	7	東南區
2-56-01	108/02/15	22°01'29.69"	121°33'11.82"	表土	岸沙	133	—	—	0.06	14	10	東南區
2-57-01	108/02/15	22°02'48.98"	121°30'55.64"	表土	岸沙	116	—	—	0.07	8	6	東南區
2-25-02	108/03/27	25°45'02.99"	121°15'28.20"	76	57.2	594	—	—	0.14	21	13	西北區
2-12-02	108/03/28	25°11'50.99"	122°00'29.40"	141	11.4	573	—	—	—	19	—	東北區
2-13-02	108/03/28	25°10'26.39"	121°57'39.59"	201	6.2	894	—	—	—	39	28	東北區
2-43-02	108/03/31	22°15'12.60"	120°22'42.60"	252	7.8	1237	—	—	0.88	75	43	西南區
2-12-02	108/04/20	25°10'26.99"	121°55'14.40"	220	5.0	367	—	—	—	39	19	東北區
2-55-02	108/6/5	21°35'34.68"	121°36'05.69"	474	45.5	43	—	—	—	2	6	東南區
2-13-02	108/6/19	24°50'57.83"	121°56'47.88"	6	0.07	478	—	—	—	29	19	東北區
南寮漁港	108/01/07	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	456	—	—	—	26	16	西區
王功漁港	108/01/08	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	331	—	—	—	22	14	西區
布袋漁港	108/01/09	23°22'55.42"	120°07'54.79"	表土	岸沙	438	—	—	—	22	14	西區
大甲溪	108/01/07	24°16'55.70"	120°46'44.10"	表土	河沙	556	—	—	—	32	22	西區
鳳山溪	108/01/07	24°51'35.93"	120°56'58.26"	表土	河沙	92	—	—	—	79	84	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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。

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*	
頭前溪	108/01/07	24°50'37.57"	120°56'30.50"	表土	河沙	611	—	—	0.43	40	25	西區
中港溪	108/01/07	24°39'59.85"	120°51'45.72"	表土	河沙	746	—	—	0.54	46	27	西區
後龍溪	108/01/07	24°36'33.65"	120°47'02.04"	表土	河沙	447	—	—	—	32	19	西區
西子灣	108/01/08	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	597	—	—	—	35	22	西南區
秀姑巒溪	108/01/14	23°29'13.50"	121°24'18.10"	表土	河沙	326	—	—	—	18	13	東南區
成功漁港	108/01/15	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	149	—	—	—	6	4	東南區
富岡漁港	108/01/15	22°47'28.20"	121°11'28.30"	表土	岸沙	234	—	—	—	—	10	東南區
和平溪	108/01/15	24°19'16.30"	121°44'27.70"	表土	河沙	646	—	—	—	49	28	東南區
南方澳	108/01/18	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	521	—	—	—	41	24	東南區
八斗子	108/01/25	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	131	—	—	—	7	8	東北區
南沙太平島 (珊瑚細沙)	108/01/15	10°13'12.00"	114°12'35.99"	表土	岸沙	8	—	—	—	—	—	西南區
澎湖觀音亭	108/02/13	23°34'12.00"	119°33'46.80"	表土	岸沙	71	—	—	—	5	4	西區
東引小紫澳沿岸	108/01/28	26°22'20.30"	120°29'55.40"	表土	岸沙	797	—	—	—	40	31	西北區
南竿馬港岸際	108/02/19	26°09'28.80"	119°55'02.64"	表土	岸沙	545	—	—	—	14	13	西北區
金門料羅灣港內	108/02/22	24°24'39.00"	118°26'00.20"	表土	岸沙	292	—	—	—	7	5	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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。

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*	
南竿馬港岸際	108/03/21	26°09'28.80"	119°55'02.64"	表土	岸沙	1176	—	—	0.11	9	10	西北區
花蓮港	108/04/08	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	160	—	—	—	13	9	東南區
花蓮溪	108/04/09	23°43'55.30"	121°29'25.10"	表土	河沙	791	—	—	—	47	29	東南區
成功漁港	108/04/09	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	151	—	—	—	6	5	東南區
富岡漁港	108/04/09	22°47'28.20"	121°11'28.30"	表土	岸沙	194	—	—	—	12	8	東南區
卑南溪	108/04/09	22°47'29.20"	121°08'44.67"	表土	河沙	484	—	—	—	32	21	東南區
鹽水溪	108/04/15	23°00'51.50"	120°10'56.80"	表土	河沙	516	—	—	0.15	32	22	西區
曾文溪	108/04/15	23°02'58.30"	120°05'14.80"	表土	河沙	563	—	—	—	42	28	西區
北港溪	108/04/15	24°02'46.40"	120°51'43.40"	表土	河沙	650	—	—	—	49	31	西區
南寮漁港	108/04/15	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	105	—	—	—	7	4	西區
大安溪	108/04/16	24°22'07.00"	120°38'39.30"	表土	河沙	509	—	—	—	46	31	西區
王功漁港	108/04/16	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	430	—	—	0.08	28	19	西區
朴子溪	108/04/16	23°26'33.60"	120°10'06.10"	表土	河沙	517	—	—	0.22	35	22	西區
布袋漁港	108/04/16	23°22'55.42"	120°07'54.79"	表土	岸沙	462	—	—	—	21	13	西區
八掌溪	108/04/16	23°19'30.70"	120°08'26.70"	表土	河沙	649	—	—	0.18	40	26	西區
急水溪	108/04/16	23°17'23.80"	120°08'30.40"	表土	河沙	673	—	—	0.26	44	27	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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。

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*	
二仁溪	108/04/17	22°54'54.30"	120°13'28.60"	表土	河沙	469	—	—	—	26	18	西南區
阿公店溪	108/04/17	22°47'46.90"	120°14'34.40"	表土	河沙	550	—	—	—	39	24	西南區
西子灣	108/04/19	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	592	—	—	—	36	22	西南區
東港溪	108/04/19	22°28'40.60"	120°27'39.40"	表土	河沙	702	—	—	—	44	27	西南區
南方澳	108/04/19	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	535	—	—	0.24	36	22	東南區
八斗子	108/04/19	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	102	—	—	—	6	5	東北區
淡水河	108/04/17	25°07'21.44"	121°27'39.84"	表土	河沙	741	—	—	0.86	44	26	西北區
東沙群島	108/05/31	20°41'59.99"	116°43'00.00"	表土	岸沙	4	—	—	—	—	1	西南區
澎湖觀音亭	108/06/18	23°34'12.00"	119°33'46.80"	表土	岸沙	55	—	—	0.07	2	2	西區
花蓮港	108/07/01	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	182	—	—	0.07	7	5	東南區
成功漁港	108/07/02	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	158	—	—	—	9	7	東南區
富岡漁港	108/07/02	22°47'28.20"	121°11'28.30"	表土	岸沙	255	—	—	0.05	22	15	東南區
南沙太平島	108/06/30	10°22'26.00"	114°22'00.00"	表土	岸沙	3	—	—	—	0.4	1	西南區
四重溪	108/07/11	22°04'06.30"	120°43'41.90"	表土	河沙	502	—	—	0.1	37	24	西南區
南寮漁港	108/07/16	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	461	—	—	0.18	25	16	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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。

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*	
烏溪	108/07/16	24°08'55.40"	120°31'10.70"	表土	河沙	435	—	—	—	32	23	西區
王功漁港	108/07/17	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	354	—	—	—	24	16	西區
大甲溪	108/07/17	24°16'55.70"	120°46'44.10"	表土	河沙	580	—	—	—	37	27	西區
濁水溪	108/07/17	23°49'33.20"	120°19'10.10"	表土	河沙	622	—	—	—	49	32	西區
布袋漁港	108/07/17	23°23'05.30"	120°09'03.80"	表土	岸沙	393	—	—	—	73	44	西區
南方澳	108/07/23	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	206	—	—	—	13	9	東南區
八斗子	108/07/23	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	92	—	—	—	5	4	東北區
西子灣	108/07/31	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	577	—	—	—	36	22	西南區
高屏溪	108/07/31	22°39'44.80"	120°25'50.50"	表土	河沙	550	—	—	—	42	28	西南區
基隆河	108/08/01	25°06'00.70"	121°32'13.50"	表土	河沙	304	—	—	—	25	17	東北區
東引中柱感恩亭	108/08/10	26°22'14.87"	120°29'02.75"	表土	岸沙	701	—	—	0.65	33	22	西北區
南竿馬港岸際	108/08/11	26°09'32.39"	119°55'00.12"	表土	岸沙	939	—	—	—	11	10	西北區
金門料羅灣港內	108/08/16	24°24'39.00"	118°26'00.20"	表土	岸沙	541	—	—	—	5	5	西區
南寮漁港	108/10/01	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	200	—	—	—	45	24	西區
王功漁港	108/10/02	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	391	—	—	—	27	18	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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。

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*	
布袋漁港	108/10/02	23°23'05.30"	120°09'03.80"	表土	岸沙	346	—	—	—	22	13	西區
花蓮港	108/10/07	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	67	—	—	—	4	3	東南區
成功漁港	108/10/08	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	262	—	—	—	19	11	東南區
富岡漁港	108/10/08	22°47'28.20"	121°11'28.30"	表土	岸沙	284	—	—	—	18	14	東南區
西子灣	108/10/15	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	584	—	—	—	36	21	西南區
南方澳	108/10/15	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	544	—	—	0.31	52	31	東南區
八斗子	108/10/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	103	—	—	0.05	5	4	東北區
蘭嶼東清村	108/08/28	22°03'18.90"	121°33'51.90"	表土	岸沙	37	—	—	—	—	—	東南區
蘭嶼東清村	108/10/01	22°03'18.90"	121°33'51.90"	表土	岸沙	57	—	—	—	4	5	東南區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40* MDA 值為 1.38 貝克/千克、鈷-60 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.10 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.05 貝克/千克、釷系列MDA 值為 0.40 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.23 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

本研究團隊於 108 年起，委請嘉義大學及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會於台灣周邊海域進行海生物樣本採集，為忠實呈現周邊海域生物樣本，將採樣區域分為東北區、東南區、西南區、西區及西北區等五個調查區域，採集之樣本經拍照及測量體長體重後直接送往原子能委員會輻射偵測中心進行分析，各區域之採樣資料如物種名稱、採樣日期、物種特性及採樣經緯度列於表 4-3-1。各區所紀錄之樣本照片於圖 4-3-1~5，今年度共採集 128 批海生物樣本，其中魚類 92 批、蝦類 14 批、螺貝類 9 批、頭足類 5 批、蟹類 4 批及藻類 4 批；以區域分別為西北區 3 批、西區 30 批、西南區 15 批、東北區 27 批及東南區 53 批。

前述生物樣本分析之組成與體長特性說明如後，西北區為魚類 1 批、蝦類 2 批，其採集之魚類組成比例如圖 4-3-6 所示，僅圓花鰹 (*Auxis rochei rochei*) 一種；西區為魚類 15 批、螺貝類 7 批、頭足類 4 批、蝦類 3 批以及蟹類 1 批，其魚類組成比例如圖 4-3-6 所示，數量最多物種為日本帶魚 (*Trichiurus japonicas*) 35%、其次依序為黃金鰭魷 (*Chrysochir aureus*) 20%、長鰺 (*Ilisha elongate*) 15%、日本馬加鰺 (*Scomberomorus niphonius*) 11%以及杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 9%；西南區為魚類 8 批、蝦類 3 批、蟹類 2 批、螺貝類 1 批以及藻類 1 批，其魚種組成比例如圖 4-3-6 所示，小牙鰻 (*Gazza minuta*) 72%數量最多，其次依序為眼眶魚 (*Mene maculate*) 8%、頷圓鰺 (*Decapterus macarellus*) 7%、花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 5%、帶魚屬 (*Trichiurus spp.*) 4%、正鰹 (*Katsuwonus*

pelamis) 2%以及杜氏鰷 (*Seriola dumerili*) 2%；東北區則有魚類 19 批、蝦類 3 批、藻類 2 批、蟹類、頭足類及螺貝類各 1 批，其魚種組成比例如圖 4-3-6 所示，日本竹筴魚 (*Trachurus japonicas*) 26%、白腹鯖 (*Scomber japonicus*) 23%、美軟魚 (*Malakichthys elegans*) 18%、紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) 14%、黃背牙鯛 (*Dentex hypselosomus*) 14%及東方齒鰵 (*Sarda orientalis*) 4%；東南區則魚類 49 批、蝦類 3 批及藻類 1 批，其魚種組成比例如圖 4-3-6 所示，牙鰾科 (*Paralichthyidae*) 54%、小鰭鏢齒魚 (*Harpadon microchir*) 32%、黑鰾 (*Atrobuca nibe*) 5%、灰海鰻 (*Muraenesox cinereus*) 3%及鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 2%。

至於西北區僅一魚種圓花鰹 (*Auxis rochei rochei*) 其平均體長為 36.3 公分 (如表 4-3-1)，而蝦類之平均體長於 2.9~4.1 公分之間，最大平均體長為哈氏仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 4.1 公分，最小平均體長為刀額新對蝦 (*Metapenaeus ensis*) 2.9 公分。

西區之魚種平均體長分布為 14~109 公分之間 (如表 4-3-2)，最大平均體長為康氏馬加鰺 (*Scomberomorus commerson*) 109 公分，其次為巴鰹 (*Euthynnus affinis*) 75 公分，最小的則為日本竹筴魚 (*Trachurus japonicas*) 14 公分。蝦類為鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) 平均體長 2.6~10 公分。螺貝類平均體長分布為 1.5~21.7 公分之間，最大平均體長的螺貝類為椰子渦螺 (*Melo melo*) 21.7 公分，最小平均體長的螺貝類為花蛤 (*Gomphina aequilatera*) 1.5 公分。蟹類為紅星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*) 平均體長為 15 公分。頭足類之平均體長為 18~25 公分之間。

西南區之魚種平均體長分布為 8.2~105 公分之間（如表 4-3-3），最大平均體長為鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 105 公分，其次為帶魚屬 (*Trichiurus spp.*) 76 公分，最小平均體長則為小牙鰻 (*Gazza minuta*) 8.2 公分。蝦類平均體長分布為 4.9~8 公分之間，最大為鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) 8 公分，最小則為密毛鬚蝦 (*Aristeus virilis*) 4.9 公分。螺貝類僅一種臺灣鳳螺 (*Babylonia formosae*) 平均體長為 6.1 公分。蟹類僅一種字紋弓蟹 (*Varuna litterata*) 平均體長分布為 5~20 公分之間。藻類一種許苔 (*Enteromorpha*) 採樣重量 1.7 公斤。

東北區之魚種平均體長分布為 18~114 公分之間（如表 4-3-4），其最大平均體長為黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*) 114 公分，其次為白帶魚 (*Trichiurus spp.*) 86 公分，最小平均體長則為美軟魚 (*Malakichthys elegans*) 18 公分。螺貝類僅一種鐘螺 (*Trochidae*) 平均體長為 3.5 公分。蝦類平均體長分布為 3.1~10 公分之間。藻類兩種，分別為鋸齒麒麟菜 (*Eucheuma serra*) 及石花菜 (*Gelidium*) 採樣重量皆 1 公斤。

東南區之魚種平均體長分布為 15.3~163 公分之間（如表 4-3-5），其中黑皮旗魚 (*Makaira nigricans*) 平均體長 163 公分為體長最大的魚類，其次為雨傘旗魚 (*Istiophorus platypterus*) 156 公分、立翅旗魚 (*Istiompax indica*) 139 公分、黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*) 122 公分，最小平均體長為牙鯨科 (*Paralichthyidae*) 15.3 公分。蝦類之平均體長分布為 1.4~4.66 公分之間，最大平均體長為緣溝對蝦 (*Penaeus marginatus*) 4.66 公分，其次為日本玻璃蝦 (*Pasiphaea japonica*) 1.9 公分，最小平均體長為晶瑩櫻蝦 (*Sergia lucens*) 1.4 公分。藻類為紅藻類 (*Rhodophyta*) 採樣重量 2 公斤。

整合今年（108 年度）臺灣周遭採樣魚類海生物共計 1239 尾，將魚類體長區分為 5~30 公分、30~60 公分、60~90 公分、90~120 公分、120~170 公分等 5 個區間，其體長頻度如圖 4-3-7 所示，多數體長分布為 5~30 公分之間並且占整體魚類數量之比例 84%，其次為區間 30~60 公分其比例為 8%，區間 60~90 公分其比例為 7%，區間 90~120 公分及 120~170 公分其比例皆為 1%，根據直條圖顯示，體長超過 60 公分之數量明顯少於魚體體長 30 公分之數量，相較於 107 年度魚類海生物紀錄（圖 4-3-8），108 年整體採樣數量多為 30 公分左右之魚種，但體長分布範圍較 107 年之海生物體長更為廣泛，例如 108 年可採集到 100 公分以上體長之魚種。

圖 4-3-9 為 108 年與 107 年間透過海生物採樣紀錄之經緯度位置圖，其中藍色圖標為 107 年度海生物之採樣位置，而紅色圖標為 108 年度海生物之採樣位置。前後兩年相比，今年採集次數相較於往年更加密集且採樣範圍更為廣闊，最西至馬祖島嶼下方，最東至三貂角向東北 153 海浬，不再侷限於臺灣海岸周遭而是向外更加延伸，其原因應是透過財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會派遣至全國各地主要漁港之查報員，以現地及時掌握作業漁民返港時間，並透過其漁獲日誌與漁船配置之漁船動態紀錄儀（Vessel data recorder, 簡稱 VDR），有效地採集海生物樣本及更忠實地呈現生物樣本的空間分布特性。

表 4-3-1 西北區採樣紀錄表

物種	採樣日期	體重(kg)	平均體長(cm)	特性	棲所環境	經度(E)	緯度(N)
<i>Metapenaeus ensis</i>	刀額新對蝦	108.5.30	4	2.9	底棲	沙泥	121° 18 25° 11
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	哈氏仿對蝦	108.5.30	4	4.1	底棲	沙泥	121° 18 25° 11
<i>Auxis rochei rochei</i>	圓花鰳	108.9.16	5.6	36.3	洄游性	大洋	119° 51 25° 52

表 4-3-2 西區採樣紀錄表

物種	採樣日期	體重(kg)	平均體長(cm)	特性	棲所環境	經度(E)	緯度(N)
<i>Psenopsis anomala</i>	刺鰩	108.6.3	5	14	底棲	沿岸至近海	119° 18 23° 52
<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	108.6.3	5	18.4	洄游性	沿岸至近海	119° 18 23° 52
<i>Arius maculatus</i>	日本竹筴魚	108.6.13	5.5	20	洄游性	沿岸至近海	121° 0 24° 59
<i>Trachurus japonicus</i>	黃金鰹	108.10.7	5.2	31.6	底棲	沙泥	120° 4 23° 15
<i>Chrysochir aureus</i>	長鰺	108.10.7	5.4	36.7	洄游性	沿岸至近海	120° 37 24° 34
<i>Ilisha elongata</i>	杜氏鰺	108.10.16	5.5	39.42	洄游性	近海至大洋	119° 59 23° 14
<i>Seriola dumerili</i>	帶魚屬	108.06.05	0.203	60	洄游性	大洋	119° 44 23° 07
<i>Trichiurus japonicus</i>	日本帶魚	108.10.23	5	62.3	洄游性	沿岸至近海	120° 2 23° 24
<i>Scomberomorus niphonius</i>	斑海鯰	108.6.13	9	45	底棲	沙泥	121° 0 24° 59
<i>Euthynnus affinis</i>	巴鰳	108.03.21	3.6	75	洄游性	大洋	119° 61 23° 52
<i>Euthynnus affinis</i>	巴鰳	108.03.21	4.3	70	洄游性	大洋	119° 61 23° 52
<i>Scomberomorus commerson</i>	康氏馬加鰹	108.03.13	8	109	洄游性	大洋	119° 25 23° 05
<i>Scomberomorus commerson</i>	康氏馬加鰹	108.10.3	6.5	89	洄游性	大洋	120° 58 25° 0
<i>Trichiurus spp.</i>	日本馬加鰹	108.10.23	5.2	46.2	洄游性	沿岸至近海	120° 2 23° 24
<i>Rachycentron canadum</i>	海鱸	108.09.05	5	100	洄游性	大洋	120° 49 24° 40
<i>Melo melo</i>	椰子渦螺	108.6.18	5.15	21.7	底棲	沙泥	120° 29 24° 21
<i>Meretrix lusoria</i>	文蛤	108.7.28	1.5	3	底棲	沙泥	120° 19 23° 58
<i>Gomphina aequilatera</i>	花蛤	108.7.28	7.2	1.5	底棲	沙泥	120° 19 23° 58
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(未帶殼)	108.7.16	2.4	4	底棲	礁岩	120° 54 24° 46
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(未帶殼)	108.7.17	2.4	6	底棲	礁岩	120° 8 23° 26
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(帶殼)	108.7.25	5.4	10	底棲	礁岩	120° 6 23° 24
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(未帶殼)	108.7.25	2.4	6	底棲	礁岩	120° 6 23° 24
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹	108.06.05	0.09	15	底棲	沙泥	119° 43 23° 21
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤對蝦	108.6.3	2	2.6	底棲	沙泥	119° 18 23° 52
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤對蝦	108.06.28	0.005	10	底棲	沙泥	119° 23 23° 45
	蝦類	108.06.05	0.005	5	底棲	沙泥	119° 43 23° 21
	鎖管	108.06.05	0.072	20	洄游性	沿岸至近海	119° 44 23° 07
	鎖管	108.08.21	0.15	25	洄游性	沿岸至近海	119° 44 23° 12
	鎖管	108.09.05	0.12	25	洄游性	沿岸至近海	119° 59 23° 40
	鎖管	108.06.28	0.046	18	洄游性	沿岸至近海	119° 59 23° 40

表 4-3-3 西南區採樣紀錄表

物種	採樣日期	體重(kg)	平均體長(cm)	特性	棲所環境	經度(E)	緯度(N)
<i>Decapterus macarellus</i>	領圓鰺	108.7.13	5.03	23	洄游性	沿岸至近海	120° 3 22° 28
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	108.7.25	6.2	38	洄游性	大洋	120° 7 22° 20
<i>Trichiurus spp.</i>	帶魚屬	108.8.19	5.52	76	洄游性	大洋	120° 14 22° 24
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108.9.12	5.1	25	洄游性	沿岸至近海	119° 55 22° 48
<i>Gazza minuta</i>	小牙鰷	108.10.5	5	8.2	底棲	沙泥	120° 13 22° 45
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	108.10.21	6	36.8	洄游性	近海至大洋	120° 13 22° 36
<i>Mene maculata</i>	眼眶魚	108.10.5	5.3	16.3	洄游性	沿岸至近海	120° 8 22° 24
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108.5.4	9	105	洄游性	大洋	118° 19 20° 11
<i>Babylonia formosae</i>	臺灣鳳螺	108.10.4	5	6.1	底棲	沙泥	120° 13.75 22° 45.88
<i>Aristeus virilis</i>	密毛鬚蝦	108.5.30	3	4.9	底棲	沙泥	120° 12 22° 27
<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	葉狀擬鬚蝦	108.5.30	3	5.2	底棲	沙泥	120° 12 22° 27
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤對蝦	108.09.05	0.005	8	底棲	沙泥	117° 40 22° 28
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹	108.06.28	0.112	20	底棲	河口	117° 40 22° 28
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹	108.09.05	0.11	5	底棲	河口	117° 40 22° 28
<i>Enteromorpha</i>	浒苔	108.10.24	1.7		礁岩	120° 9 22° 57	

表 4-3-4 東北區採樣紀錄表

物種	採樣日期	體重(kg)	平均體長(cm)	特性	棲所環境	經度(E)	緯度(N)
<i>Dentex hypselosomus</i>	黃背牙鯛	108.6.20	6	21	底棲	沙泥	124° 1 26° 16
<i>Scomber japonicus</i>	白腹鯖	108.7.12	16.2	24	洄游性	沿岸至近海	121° 48 25° 9
<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	108.7.20	10	23	洄游性	沿岸至近海	121° 47 25° 10
<i>Sarda orientalis</i>	東方齒鯖	108.7.20	10.25	45	洄游性	大洋	121° 47 25° 10
<i>Trichiurus spp.</i>	帶魚屬	108.6.12	5	86	洄游性	大洋	122° 8 25° 4
<i>Evynnis cardinalis</i>	紅鋤齒鯛	108.10.9	5	17-24	洄游性	沿岸至近海	122° 30 25° 50
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	108.10.14	8	68	洄游性	近海至大洋	122° 4 25° 37
<i>Malakichthys elegans</i>	美軟魚	108.10.9	5	18	底棲	沙泥	122° 9 25° 32
<i>Trichiurus spp.</i>	帶魚屬	108.5.9	198	75	洄游性	大洋	121° 94 24° 84
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108.5.9	0.724	40	洄游性	沿岸至近海	121° 94 24° 84
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108.8.8	6	29	洄游性	沿岸至近海	121° 47 25° 9
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108.05.30	0.597	37	洄游性	沿岸至近海	122° 00 25° 30
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰭鮪	108.06.15	30	110	洄游性	大洋	125° 35 25° 35
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰭鮪	108.08.22	18	75	洄游性	大洋	122° 40 26° 30
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰭鮪	108.06.15	34	114	洄游性	大洋	124° 02 25° 24
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰭鮪	108.06.15	33	112	洄游性	大洋	125° 30 25° 45
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	108.06.15	8	60	洄游性	大洋	125° 02 25° 48
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	108.06.15	9	63	洄游性	大洋	125° 21 25° 35
	鯖魚	108.08.22	0.27	26	洄游性	沿岸至近海	123° 00 26° 15
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹	108.5.9	0.103	15	底棲	沙泥	121° 94 24° 84
<i>Trochidae</i>	鐘螺	108.7.9	5	3.5	底棲	礁岩	121° 41 25° 12
<i>Eucheuma serra</i>	鋸齒麒麟菜	108.6.17	1		礁岩	121° 41 25° 12	
<i>Gelidium</i>	石花菜	108.7.9	1		礁岩	121° 41 25° 12	
<i>Aristeus virilis</i>	密毛鬚蝦	108.5.17	4	4.2	底棲	沙泥	122° 1 24° 54
<i>Solenocera melanthero</i>	大管鞭蝦	108.5.18	3.5	3.1	底棲	沙泥	121° 58 24° 46
	蝦類	108.06.13	0.004	10	底棲	沙泥	122° 34 25° 22
	鎖管	108.06.13	0.078	20	洄游性	沿岸至近海	122° 34 25° 22

表 4-3-5 東南區採樣紀錄表

物種	採樣日期	體重(kg)	平均體長(cm)	特性	棲所環境	經度(E)	緯度(N)
<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰭	108. 3. 14	8. 5	120	洄游性	大洋	121° 85 24° 49'
<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰭	108. 5. 20	9. 3	116	洄游性	大洋	122° 30 23° 7
<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰭	108. 4. 17	6	113	洄游性	大洋	121° 64 24° 07
<i>Caranx ignobilis</i>	浪人鰹	108. 5. 22	2. 3	46	洄游性	近海至大洋	121° 24 23° 7
<i>Caranx ignobilis</i>	浪人鰹	108. 5. 22	4. 6	51	洄游性	近海至大洋	121° 24 23° 7
<i>Auxis rochei rochei</i>	圓花鰹	108. 5. 24	6. 31	31. 72	洄游性	大洋	121° 53 24° 33
<i>Auxis rochei rochei</i>	圓花鰹	108. 6. 5	6. 5	27	洄游性	大洋	121° 24 23° 7
<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鰹	108. 5. 24	5. 73	42. 06	洄游性	大洋	121° 53 24° 33
<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鰹	108. 05. 28	1. 9	50	洄游性	大洋	122° 02 24° 04
<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鰹	108. 6. 13	4	40. 5	洄游性	大洋	121° 55 24° 56
<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鰹	108. 6. 17	5. 8	39	洄游性	大洋	121° 24 23° 7
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108. 4. 18	0. 445	36	洄游性	沿岸至近海	124° 66 20° 52
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108. 5. 25	5. 35	42. 88	洄游性	沿岸至近海	122° 10. 01 24° 46. 27
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	108. 06. 14	0. 82	39	洄游性	沿岸至近海	122° 25 24° 49
<i>Sarda orientalis</i>	東方齒鰻	108. 3. 14	3. 7	63	洄游性	大洋	121° 85 24° 49
<i>Sarda orientalis</i>	東方齒鰻	108. 5. 25	6. 095	53. 9	洄游性	大洋	121° 53 24° 36
<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	108. 5. 25	5. 29	19. 51	洄游性	沿岸至近海	121° 52 24° 36
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	108. 5. 25	9. 6	73	洄游性	大洋	121° 5 22° 14
<i>Euthynnus affinis</i>	巴鰹	108. 3. 14	3. 6	60	洄游性	大洋	121° 85 24° 49
<i>Euthynnus affinis</i>	巴鰹	108. 3. 14	3. 5	64	洄游性	大洋	121° 85 24° 49
<i>Mobula japanica</i>	日本蝠鱝	108. 7. 15	19. 8	96	洄游性	大洋	121° 25 23° 1
<i>Xiphias gladius</i>	劍旗魚	108. 7. 29	10. 8	121	洄游性	大洋	123° 5 22° 35
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹鰭	108. 8. 3	22	96	洄游性	大洋	121° 31 22° 22
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹鰭	108. 8. 8	16	107. 2	洄游性	大洋	121° 34 22° 2
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹鰭	108. 8. 8	5	122	洄游性	大洋	121° 59 24° 28
<i>Makaira nigricans</i>	黑皮旗魚	108. 8. 8	5	163	洄游性	大洋	121° 59 24° 28
<i>Istiophorus platypterus</i>	雨傘旗魚	108. 9. 25	16. 9	156	洄游性	大洋	121° 27 23° 8
<i>Istiompax indica</i>	立翅旗魚	108. 10. 3	12. 5	139	洄游性	大洋	121° 29 23° 10
<i>Muraenesox cinereus</i>	灰海鰻	108. 10. 4	8. 5	62	底棲	沙泥	121° 57 24° 50
<i>Paralichthyidae</i>	牙鯧科	108. 10. 4	6	15. 3	底棲	沙泥	121° 57 24° 50
<i>Harpadon microchir</i>	小鰭鏢齒魚	108. 10. 17	5. 5	29. 1	底棲	沙泥	121° 57 24° 50
<i>Atrubucca nibe</i>	黑鰻	108. 10. 22	5	25	底棲	沙泥	121° 55 24° 49
<i>Trichiurus spp.</i>	帶魚屬	108. 4. 18	0. 247	40	洄游性	大洋	124° 66 20° 52
<i>Trichiurus spp.</i>	帶魚屬	108. 10. 05	0. 19	68	洄游性	大洋	122° 25 24° 49
<i>Scomberomorus commerson</i>	康氏馬加鰹	108. 3. 14	6. 1	100	洄游性	大洋	121° 85 24° 49
<i>Scomberomorus commerson</i>	康氏馬加鰹	108. 10. 05	0. 91	49	洄游性	大洋	122° 25 24° 49
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 8. 1	5. 4	85	洄游性	大洋	122° 26 23° 26
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 4. 18	4. 8	104	洄游性	大洋	121° 67 24° 05
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 4. 18	6. 8	102	洄游性	大洋	124° 66 20° 52
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 4. 18	6. 5	100	洄游性	大洋	124° 66 20° 52
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	105. 5. 10	6. 5	112	洄游性	大洋	121° 85 24° 49
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 8. 8	2. 2	59. 4	洄游性	大洋	121° 34 22° 2
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 8. 8	4. 1	77. 6	洄游性	大洋	121° 34 22° 2
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	108. 5. 20	7. 9	93	洄游性	大洋	122° 0 22° 48
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 6. 1	11. 5	83	洄游性	近海至大洋	121° 28 22° 5
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 10. 18	7. 425	79	洄游性	近海至大洋	121° 51 24° 38
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 5. 10	1. 6	53	洄游性	近海至大洋	121° 85 24° 49
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 06. 14	3. 7	60	洄游性	近海至大洋	122° 25 24° 49
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 4. 18	7. 3	75	洄游性	近海至大洋	124° 66 20° 52
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 10. 05	3. 3	85	洄游性	近海至大洋	122° 25 24° 49
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰹	108. 10. 05	0. 7	40	洄游性	近海至大洋	122° 25 24° 49
<i>Penaeus marginatus</i>	緣溝對蝦	108. 5. 24	3. 285	4. 66	底棲	沙泥	121° 55 24° 32
<i>Pasiphaea japonica</i>	日本玻璃蝦	108. 5. 22	4	1. 9	浮游性	大洋	121° 57 24° 45
<i>Sergia lucens</i>	晶瑩櫻蝦	108. 5. 23	4	1. 4	浮游性	大洋	121° 58 24° 47
<i>Rhodophyta</i>	紅藻類	108. 10. 24	2			礁岩	121° 51 24° 53

 A small shrimp specimen, <i>Metapenaeus ensis</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 4.1cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.	 A small shrimp specimen, <i>Parapenaeopsis hardwickii</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 2.9cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.
<i>Metapenaeus ensis</i> 刀額新對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 哈氏仿對蝦
 A fish specimen, <i>Auxis rochei rochei</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 36.2cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.	
<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鯷	

圖 4-3-1 台灣西北區海域生物樣本圖及學名

 A small shrimp specimen, <i>Penaeus marginatus</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 2.7cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.	 A fish specimen, <i>Psenopsis anomala</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 14.0cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.
<i>Penaeus marginatus</i> 緣溝對蝦	<i>Psenopsis anomala</i> 刺鰐
 A fish specimen, <i>Trachurus japonicus</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 18.4cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.	 A small shrimp specimen, <i>Metapenaeopsis barbata</i> , is shown against a white background. A red dashed line indicates its length, which is 2.6cm. A red 'DRESS' label is visible above the specimen.
<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦

圖 4-3-2 台灣西區海域生物樣本圖及學名

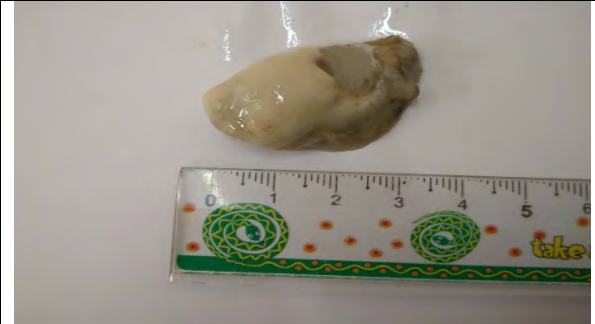
	
<i>Arius maculatus</i> 斑海鯰	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚
	
<i>Melo melo</i> 椰子渦螺	<i>Ostreidae</i> 牡蠣 (未帶殼)
	
<i>Ostreidae</i> 牡蠣 (帶殼)	<i>Meretrix lusoria</i> 文蛤
	
<i>Gomphina aequilatera</i> 花蛤	<i>Chrysochir aureus</i> 黃金鰭鯻
	
<i>Ilisha elongata</i> 長鰺	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺

圖 4-3-2 (續 1) 台灣西區海域生物樣本圖及學名

	
<i>Trichiurus japonicus</i> 日本帶魚	<i>Scomberomorus niphonius</i> 日本馬加鰭
	
<i>Euthynnus affinis</i> 巴鯧	<i>Scomberomorus commerson</i> 康氏馬加鰭

圖 4-3-2 (續 2) 台灣西區海域生物樣本圖及學名

	
<i>Aristeus virilis</i> 密毛鬚蝦	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> 葉狀擬鬚蝦
	
<i>Decapterus macarellus</i> 領圓鰹	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹
	
<i>Trichiurus</i> spp. 白帶魚	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖

圖 4-3-3 台灣西南區海域生物樣本圖及學名

	
<i>Babylonia formosae</i> 鳳螺	<i>Gazza minuta</i> 小牙鰺
	
<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺	<i>Enteromorpha</i> 滸苔
	
<i>Mene maculata</i> 眼眶魚	

圖 4-3-3 (續 1) 台灣西南區海域生物樣本圖及學名

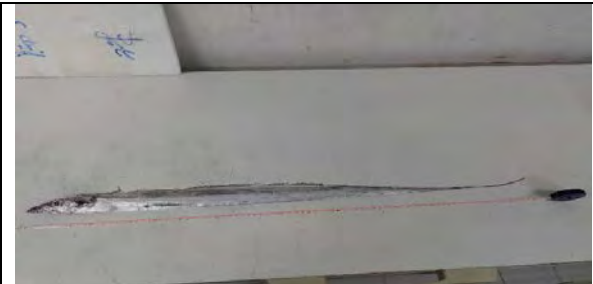
	
<i>Trichiurus spp.</i> 白帶魚	<i>Eucheuma serra</i> 鋸齒麒麟菜
	
<i>Dentex hypselosomus</i> 黃背牙鯛	<i>Trochidae</i> 鐘螺

圖 4-3-4 台灣東北區海域生物樣本圖及學名

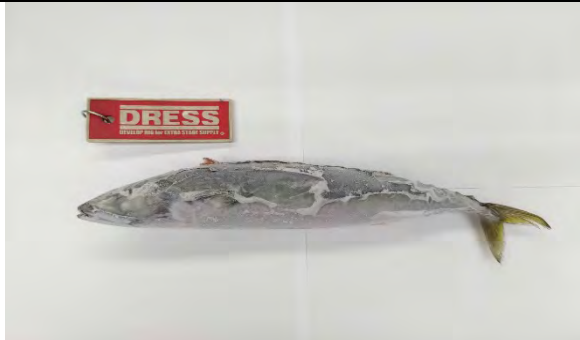
	
<i>Gelidium</i> 石花菜	<i>Scomber japonicus</i> 白腹鯖
	
<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鯖
	
<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖	<i>Eymnis cardinalis</i> 紅鋤齒鯛
	
<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺	<i>Malakichthys elegans</i> 美軟魚

圖 4-3-4 (續 1) 台灣東北區海域生物樣本圖及學名

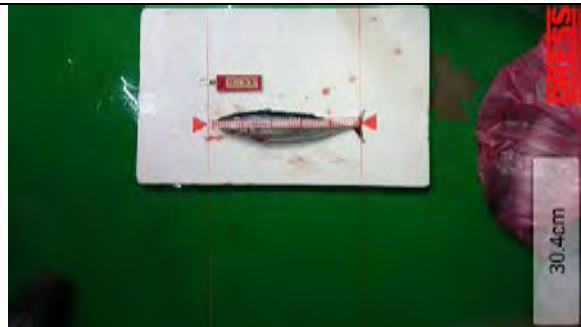
	
<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰭
	
<i>Aristeus virilis</i> 密毛鬚蝦	<i>Solenocera melantho</i> 大管鞭蝦
	
<i>Caranx ignobilis</i> 浪人鰷	<i>Pasiphaea japonica</i> 日本玻璃蝦
	
<i>Sergia lucens</i> 晶瑩櫻蝦	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鰹
	
<i>Rhodophyta</i> 紅藻類	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鰻

圖 4-3-5 台灣東南區海域生物樣本圖及學名

	
<i>Mobula japonica</i> 日本蝠鱚	<i>Xiphias gladius</i> 劍旗魚
	
<i>Thunnus albacares</i> 黃鰭鮪	<i>Makaira nigricans</i> 黑皮旗魚
	
<i>Istiophorus platypterus</i> 雨傘旗魚	<i>Istiompax indica</i> 立翅旗魚
	
<i>Muraenesox cinereus</i> 灰海鰻	<i>Paralichthyidae</i> 牙鯧科
	
<i>Harpadon microchir</i> 小鰭鰺齒魚	<i>Atrubucca nibe</i> 黑鰺

圖 4-3-5 (續 1) 台灣東南區海域生物樣本圖及學名

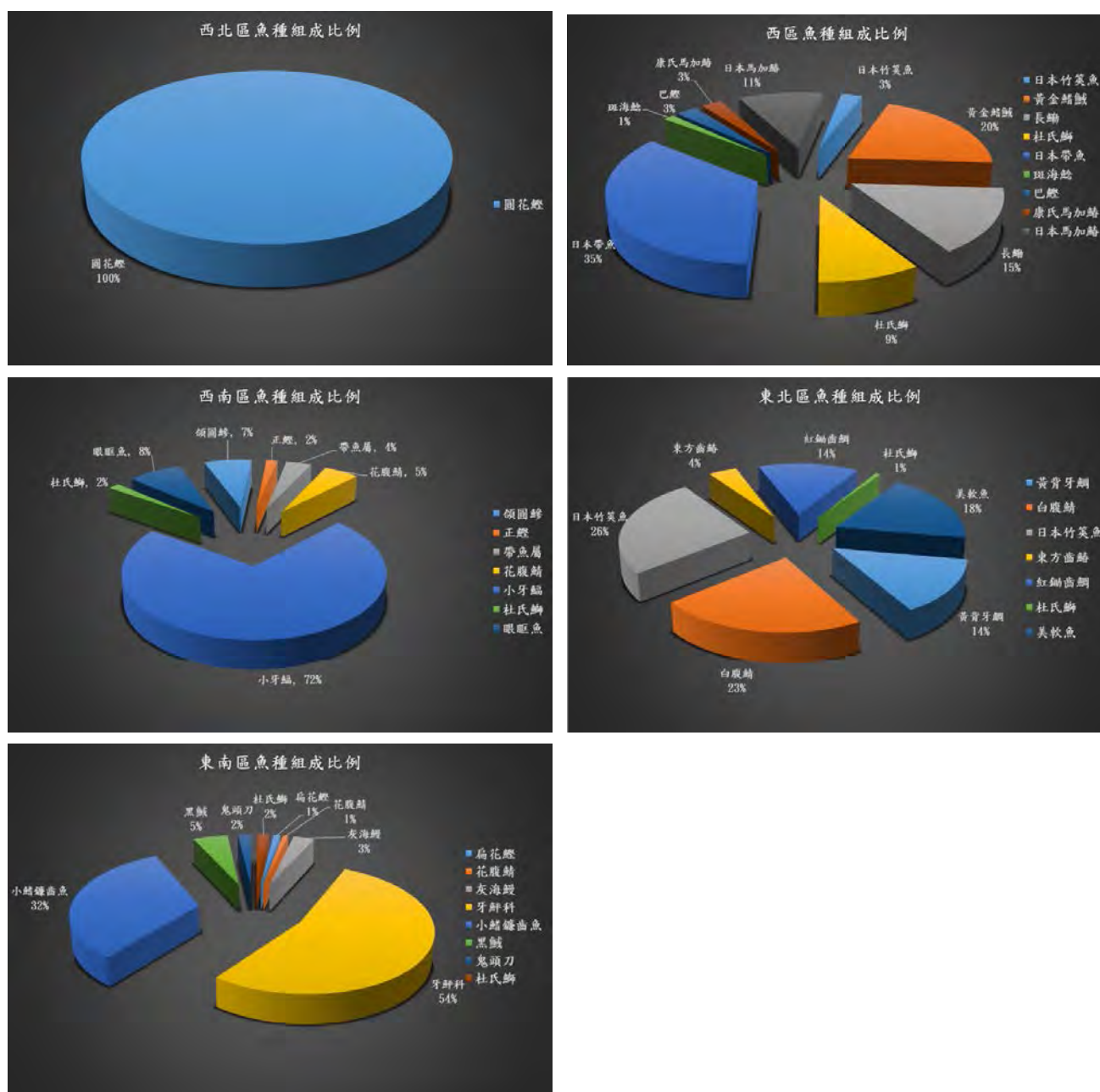


圖 4-3-6 各調查區域之魚種組成比例圖

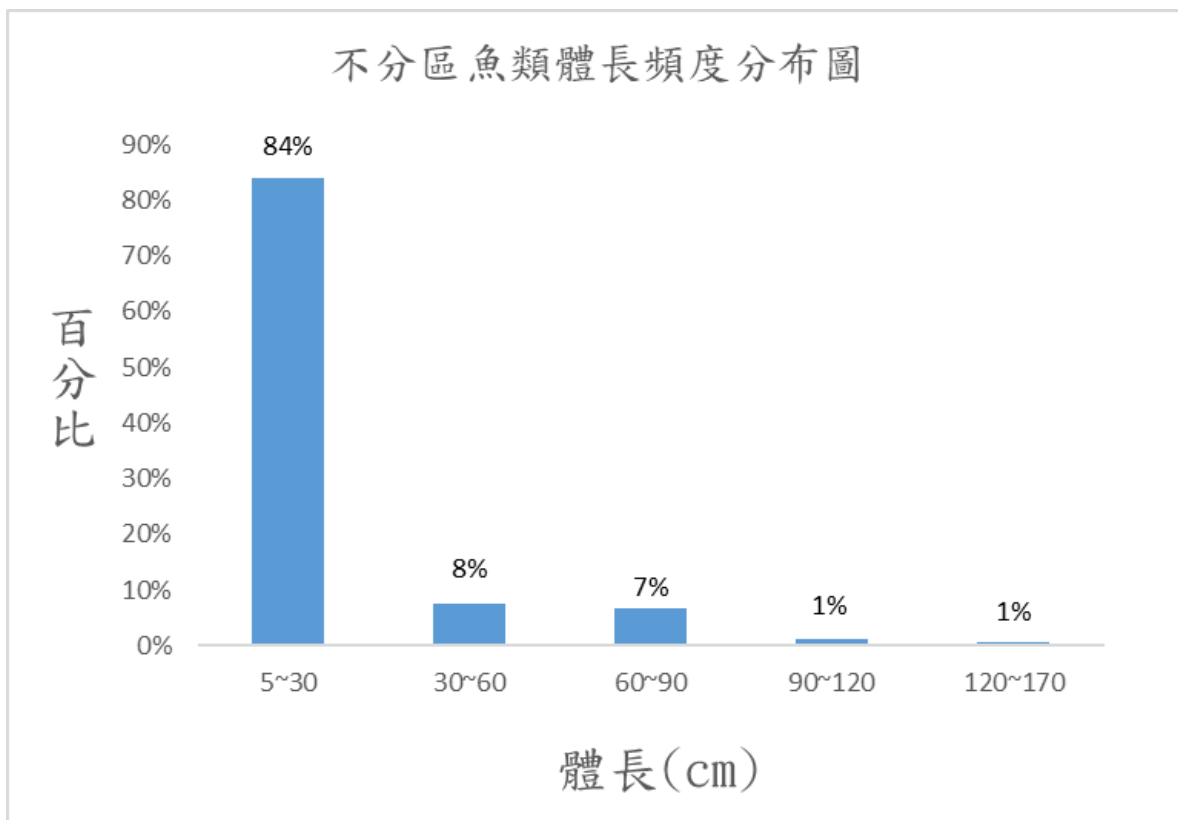


圖 4-3-7 不分區魚體體長頻度分布圖

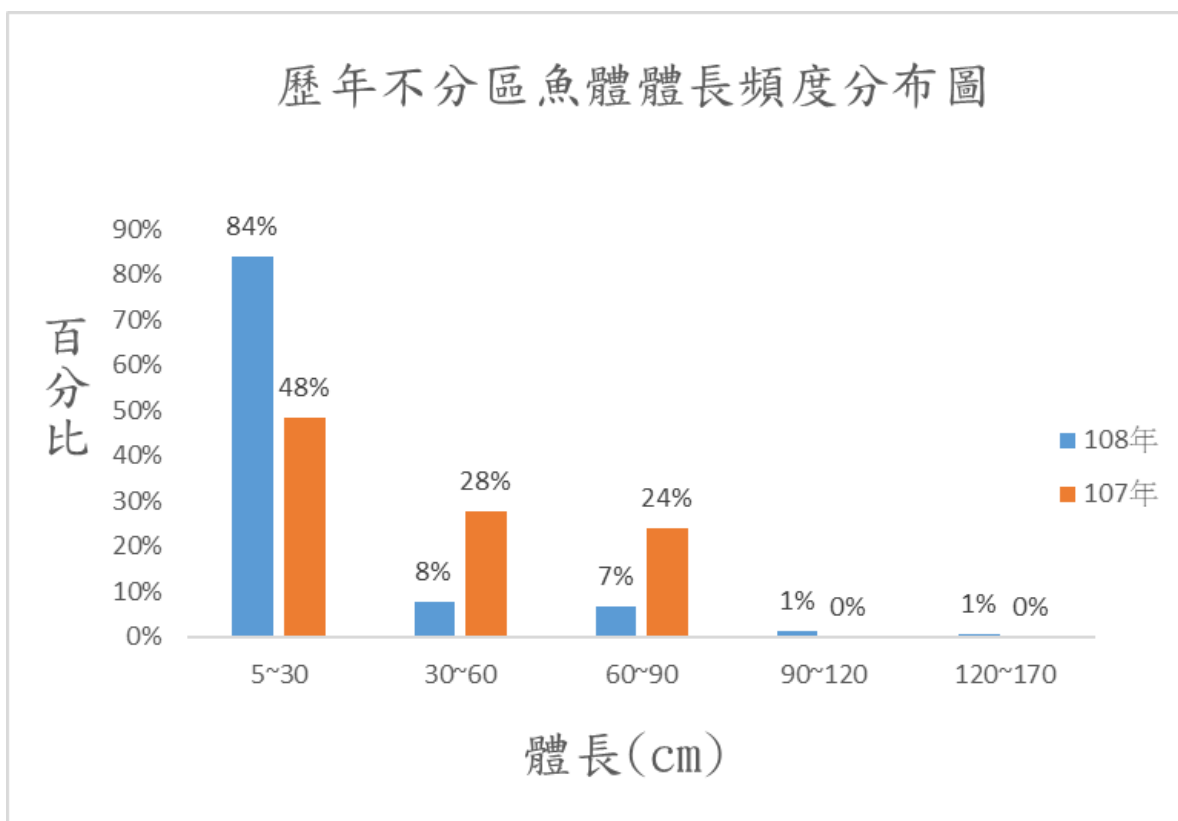


圖 4-3-8 歷年不分區魚體體長頻度分布圖

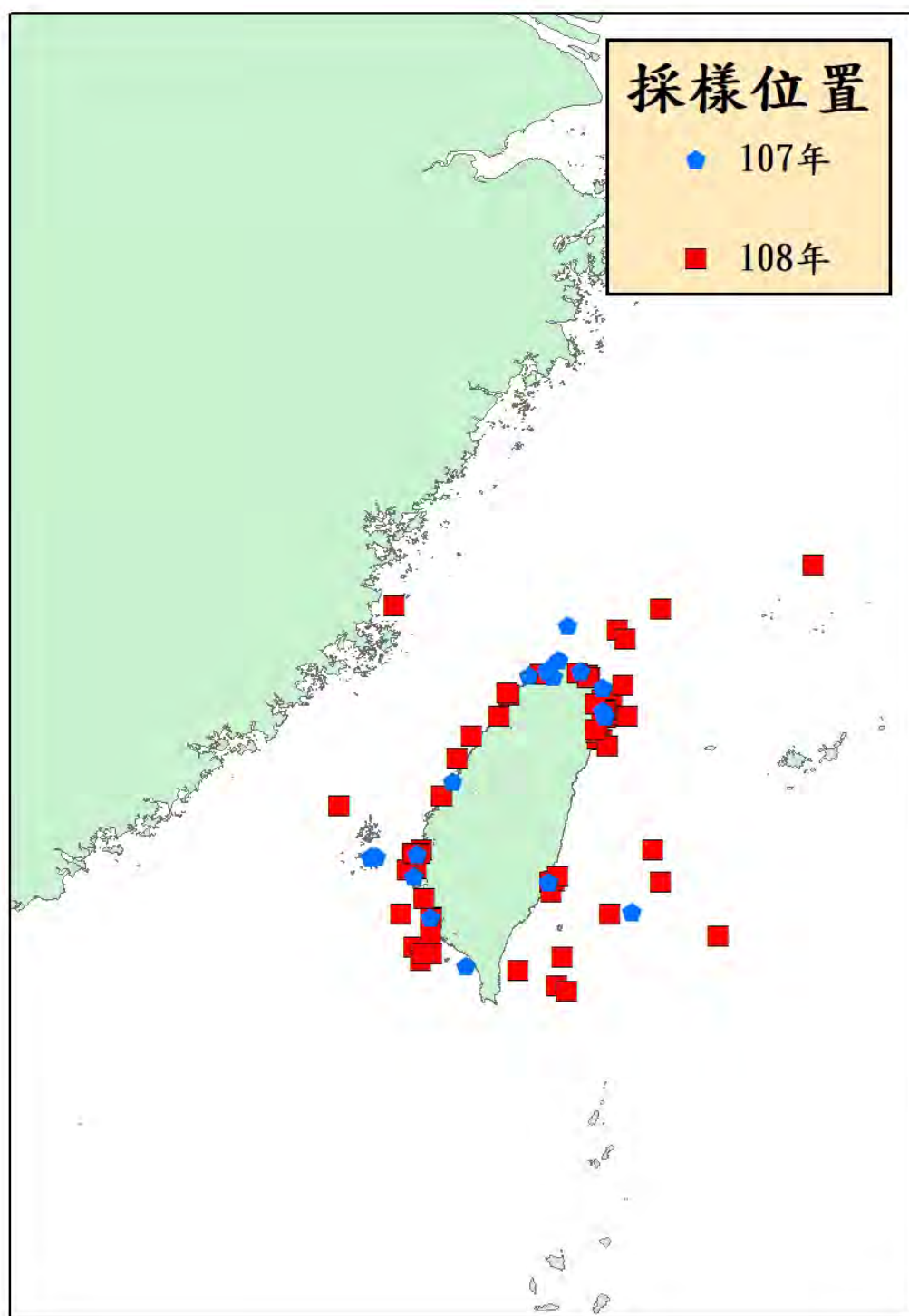


圖 4-3-9 107 至 108 年採樣位置比較圖

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 4-3-6，分析參數包含碘-131、銫-134 及銫-137，另還有天然放射性核種的鉀-40、鈾系列及鈾系列。結果顯示，在空間分布上，五個調查區之海生物（含魚類、蝦蟹類、螺貝類、頭足類、藻類）的碘-131 與銫-134 活度皆小於最低可測活度 (MDA₂₆₆/MDA_{0.03})。圖 4-3-10 所示各調查區域之銫-137 活度，西北區僅圓花鰹 (*Auxis rochei rochei*) 測得銫-137 活度為 0.21 (Bq/Kg·鮮重)，其餘皆低於銫-137 可測得活度 (MDA_{0.04})；西區銫-137 最高活度為 0.35 (Bq/Kg·鮮重) 之巴鰹 (*Euthynnus affinis*)，最低活度為 0.08 (Bq/Kg·鮮重) 之日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*)；西南區銫-137 最高活度為 0.31 (Bq/Kg·鮮重) 之杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)，最低活度為 0.08 (Bq/Kg·鮮重) 葉狀擬鬚蝦 (*Aristaeomorpha foliacea*)；東北區銫-137 最高活度為 0.4 (Bq/Kg·鮮重) 之黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*)，最低活度為 0.06 (Bq/Kg·鮮重) 白腹鯖 (*Scomber japonicus*)；東南區銫-137 最高活度為 0.74 (Bq/Kg·鮮重) 之杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)，最低活度為 0.05 (Bq/Kg·鮮重) 之緣溝對蝦 (*Penaeus marginatus*)。

以海生物種類來看 (圖 4-3-11)，魚類樣本之測得銫-137 活度介於 0.06 至 0.74 (Bq/Kg·鮮重) 之間，最低值為之白腹鯖 (*Scomber japonicus*)，最高值為東南區之杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)；蝦類樣本之測得銫-137 活度

介於 0.05 至 0.08 (Bq/Kg·鮮重) 之間，最高值為西南區之葉狀擬鬚蝦 (*Aristaeomorpha foliacea*)，最低值為東南區之緣溝對蝦 (*Penaeus marginatus*)；其餘海生物種類 (螺貝類、頭足類、蟹類、藻類) 之銫-137 活度皆低於可測活度 (<MDA0.04)。透過 (圖 4-3-11) 觀察，總重量 7.3 公斤杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 之銫-137 活度高達 0.74 (Bq/Kg·鮮重) 相反地總重量 35 公斤黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*) 之銫-137 活度僅有 0.4 (Bq/Kg·鮮重)，結果顯示，銫-137 值未隨著海生物體重增加而提高，詳細的數值走向仍需要往後長期數據追蹤加以分析，至於杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 銫-137 數值偏高，則值得未來追蹤研究。再由 (圖 4-3-12) 觀察，大洋區之海生物銫-137 活度在 0.07 至 0.4 (Bq/Kg·鮮重) 之間變動；近海至大洋之海生物杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 的銫-137 活度在 0.07 至 0.74 (Bq/Kg·鮮重) 之間；沿岸至近海之海生物銫-137 活度在 0.06 至 0.27 (Bq/Kg·鮮重) 之間；棲息於沙泥地區之海生物銫-137 活度介於 0.05 至 0.16 (Bq/Kg·鮮重) 之間；而生長在礁區的藻類、螺貝類之銫-137 活度皆低於可測活度 (<MDA0.04)；浮游性蝦類亦然。

4.3.3 總結與建議

本研究團隊本年度委請嘉義大學及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會於台灣周邊海域進行海生物樣本採集 128 批，魚類樣本最大宗共計

1239 尾，體長小至 5 公分，大至 163 公分，其中數量前五多的是小牙鰻 (*Gazza minuta*) 305 尾 (25%) 最為大宗，其次依序為俗稱比目魚的牙鰾科 (*Paralichthyidae*) 214 尾 (17%)、小鰭鏢齒魚 (*Harpadon microchir*) 130 尾 (10%)、日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*) 74 尾 (6%) 以及白腹鯖 (*Scomber japonicus*) 61 尾 (5%)，以上皆屬於人民經常食用之經濟魚種，數量方面，其原因可能為魚種於棲息環境中豐度較高抑或因漁法的漁獲選擇性而影響其採樣數量，導致數量明顯高於其他類別。此外，今年擴大了採樣地點的分布範圍，特別是增加了數個與陸地較遠的測站，相較於 107 年採樣地點方面也相對完整，故後續工作仍會持續透過此一採樣方式，以強化了解或比對這些海生物種空間分布特性。

至於海生物魚類樣本之鈾-137 活度介於 0.06 至 0.74 (Bq/Kg·鮮重) 之間，最低值為白腹鯖 (*Scomber japonicus*)，最高值為杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)；蝦類樣本之鈾-137 活度介於 0.05 至 0.08 (Bq/Kg·鮮重) 之間；其餘海生物樣本（蟹類、螺貝類、頭足類、藻類）之鈾-137 活度皆低於可測活度 (<MDA0.04)。值得注意的是，本年度調查資料在台灣周邊海域採集到 7 尾杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)，其中大型杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) (大於 3.7Kg/尾) 的鈾-137 活度有偏高現象，由於杜氏鰺 (*Seriola dumerili*；俗稱紅甘，屬於鰺科)，廣泛分布於世界熱帶及亞熱帶海域，為洄游性魚類，其棲息水深 18~360 公尺之間。而杜氏鰺 (*Seriola dumerili*)

主要以無脊椎動物小卷、透抽及小魚為食，因而常出現魚礁石區覓食。根據日本東海大學杉本隆成教授指出，杜氏鰺（紅甘鰺）、真鰺等鰺科魚類的洄游海域，係在台灣北部與日本之間（橘色海域）（圖 4-3-13），據此其銻-137 活度偏高現象可能係其洄游過程中攝食的餌料生物所影響。惟因杜氏鰺（*Seriola dumerili*）係高經濟之食用魚類，其洄游習性或台灣周邊其他水域的杜氏鰺（*Seriola dumerili*）是否也有類似情形，故建議應另案進一步詳細調查（例如胃內容物、耳石分析探討洄游軌跡）之必要。由於其在台灣北部（產卵場）與日本海（攝食場）之間洄游習性，以及常洄游至礁區覓食之故，另案辦理時，應提高台灣周邊海域杜氏鰺（*Seriola dumerili*）的生物樣本數量（初期可考慮區分為東部及西部海域兩區，每區建議至少 15 尾），並調查其胃內容物的組成暨耳石分析，藉由胃內容物的餌料生物組成，以及耳石所隱含的洄游海域環境特性，以解明杜氏鰺（*Seriola dumerili*）銻-137 活度值偏高現象的可能原因。

表 4-3-6 臺灣周邊海域海生物調查分區及樣本加馬能譜分析一覽表

海生物樣本分區	試樣編號	種類	取樣日期	重量 (公斤)	學名/ 俗稱	環境/樓地	活 度 (螺貝克/千克 · 鮮重)						偵測中心編號
							鉀-40	碘-131	銩-134	銩-137	鈷系列	鈾系列	
西北區	SPRMC-015-1	蝦	108/05/30	4	<i>Metapenaeus ensis</i> 刀額新對蝦	沙泥	130	—	—	—	—	—	E1108-207601
	SPRMC-015-2	蝦	108/05/30	4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 哈氏仿對蝦	沙泥	110	—	—	—	—	—	E1108-207701
	SPRMC-045	魚	108/09/16	5.6	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鯷	大洋	156	—	—	0.21	—	—	E1108-254901
西南區	16	魚	108/05/04	9	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	161	—	—	0.12	—	2	E1108-201001
	SPRMC-037	魚	108/07/13	5.03	<i>Decapterus macarellus</i> 領圓鰱	沿岸至近海	147	—	—	0.1	—	—	E1108-246701
	SPRMC-038	魚	108/07/25	6.2	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鯷	大洋	150	—	—	0.18	—	—	E1108-246801
	SPRMC-044	魚	108/08/19	5.52	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	143	—	—	0.17	—	0.16	E1108-249601
	SPRMC-046	魚	108/09/12	5.1	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	161	—	—	—	—	—	E1108-254801
	SPRMC-052	魚	108/10/05	5	<i>Gazza minuta</i> 小牙鰱	沙泥	131	—	—	0.12	—	—	E1108-257301
	SPRMC-058	魚	108/10/21	6	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯷 / 紅甘	近海至大洋	146	—	—	0.31	—	—	E1108-261701
	SPRMC-066	魚	108/10/05	5.3	<i>Mene maculata</i> 眼眶魚	沿岸至近海	172	—	—	0.12	—	0.52	E1108-264001
	SPRMC-051	螺貝	108/10/04	5	<i>Babylonia formosae</i> 臺灣鳳螺	沙泥	80	—	—	—	—	—	E1108-257201
	44	蝦	108/09/05	0.005	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦/狗蝦	沙泥	108	—	—	—	—	—	E1108-258201
	SPRMC-014-1	蝦	108/05/30	3	<i>Aristeus virilis</i> 密毛鬚蝦	沙泥	107	—	—	—	—	—	E1108-207201
	SPRMC-014-2	蝦	108/05/30	3	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> 葉狀擬鬚蝦	沙泥	103	—	—	0.08	—	—	E1108-207301
	37	蟹	108/06/28	0.112	<i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹/扁蟹	河口	85	—	—	—	—	—	E1108-215401
	43	蟹	108/09/05	0.11	<i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹/扁蟹	河口	142	—	—	—	—	—	E1108-258101
	SPRMC-065	藻	108/10/24	1.7	<i>Enteromorpha</i> 滷苔	礁岩	121	—	—	—	—	—	E1108-263701
西區	6	魚	108/03/21	3.6	<i>Euthynnus affinis</i> 巴鯷	大洋	167	—	—	0.35	—	3	E1108-200101
	SPRMC-021	魚	108/06/13	9	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯢	沙泥	146	—	—	—	—	—	E1108-211501
	SPRMC-050	魚	108/10/07	5.2	<i>Chrysochir aureus</i> 黃金鰹	沙泥	149	—	—	0.09	—	—	E1108-257101
	7	魚	108/03/21	4.3	<i>Euthynnus affinis</i> 巴鯷	大洋	133	—	—	0.27	—	—	E1108-200201
	SPRMC-035	螺貝	108/07/28	7.2	<i>Gomphina aequilatera</i> 花蛤	沙泥	197	—	—	—	1	1	F1108-009801
	SPRMC-053	魚	108/10/07	5.4	<i>Ilisha elongata</i> 長鰱	沿岸至近海	141	—	—	0.15	0.18	0.2	E1108-257401
	SPRMC-025	螺貝	108/06/18	5.15	<i>Melo melo</i> 椰子渦螺	沙泥	43	—	—	—	—	1	E1108-212701
	SPRMC-034	螺貝	108/07/28	1.5	<i>Meretrix lusoria</i> 文蛤	沙泥	219	—	—	—	—	—	E1108-246301
	SPRMC-017-3	蝦	108/06/03	2	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦/狗蝦	沙泥	112	—	—	—	—	—	E1108-208801
	38	蝦	108/06/28	0.005	<i>Metapenaeopsis barbata</i> 鬚赤對蝦/狗蝦	沙泥	90	—	—	—	—	0.32	E1108-215501
	SPRMC-030	螺貝	108/07/16	2.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(未帶殼)	礁岩	47	—	—	—	—	—	F1108-009601
	SPRMC-031	螺貝	108/07/17	2.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(未帶殼)	礁岩	32	—	—	—	—	—	F1108-009701
	SPRMC-033-2	螺貝	108/07/25	2.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(未帶殼)	礁岩	46	—	—	—	—	—	E1108-246101
	SPRMC-033-1	螺貝	108/07/25	5.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(帶殼)	礁岩	35	—	—	—	—	—	E1108-263501
	25	蟹	108/06/05	0.09	<i>Portunus sanguinolentus</i> 紅星梭子蟹 / 三點蟹	沙泥	102	—	—	—	—	—	E1108-209701
	SPRMC-017-1	魚	108/06/03	5	<i>Psenopsis anomala</i> 刺鰈	沿岸至近海	118	—	—	—	—	—	E1108-208601
	46	魚	108/09/05	5	<i>Rachycentron canadum</i> 海鱸	沿岸至近海	123	—	—	0.27	—	—	E1108-258401
	8	魚	108/03/13	8	<i>Scomberomorus commerson</i> 康氏馬加鰹 / 土魷	大洋	152	—	—	0.2	—	—	E1108-199501
	SPRMC-049	魚	108/10/03	6.5	<i>Scomberomorus commerson</i> 康氏馬加鰹 / 土魷	大洋	149	—	—	0.25	—	—	E1108-257001
	SPRMC-063-2	魚	108/10/23	5.2	<i>Scomberomorus niphonius</i> 日本馬加鰹	沿岸至近海	131	—	—	0.09	—	—	E1108-262401
	SPRMC-056	魚	108/10/16	5.5	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯷 / 紅甘	近海至大洋	155	—	—	0.22	—	0.21	E1108-261301
	SPRMC-017-2	魚	108/06/03	5	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	沿岸至近海	155	—	—	0.08	—	—	E1108-208701
	SPRMC-022	魚	108/06/13	5.5	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	沿岸至近海	169	—	—	0.16	—	1	E1108-211601
	SPRMC-063-1	魚	108/10/23	5	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本帶魚	沿岸至近海	108	—	—	0.08	—	—	E1108-262301
	24	魚	108/06/05	0.203	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	107	—	—	0.17	—	—	E1108-209601
	39	頭足	108/06/28	0.046	小管	沿岸至近海	112	—	—	—	—	—	E1108-215601
	45	頭足	108/09/05	0.12	小管	沿岸至近海	99	—	—	—	—	—	E1108-258301
	27	頭足	108/06/05	0.072	透抽	沿岸至近海	53	—	—	—	—	—	E1108-209901
	26	蟹	108/06/05	0.005	蝦類	沙泥	82	—	—	—	—	—	E1108-209801
	40	頭足	108/08/21	0.15	鎖管	沿岸至近海	33	—	—	—	—	—	E1108-250801
東北區	17	魚	108/05/09	0.198	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	126	—	—	0.16	—	—	E1108-201201
	SPRMC-003	蝦	108/05/17	4	<i>Aristeus virilis</i> 密毛鬚蝦	沙泥	80	—	—	—	—	0.52	E1108-203901
	SPRMC-026	魚	108/06/20	6	<i>Dentex hypselosomus</i> 黃背牙鯛	沙泥	150	—	—	0.13	—	—	E1108-214401
	SPRMC-023	藻	108/06/17	1	<i>Eucheuma serra</i> 鋸齒麒麟菜	礁岩	461	—	—	—	—	—	E1108-212501
	SPRMC-054	魚	108/10/09	5	<i>Evynnis cardinalis</i> 紅魷齒鯛	沿岸至近海	137	—	—	0.08	—	—	E1108-259701
	SPRMC-027-2	藻	108/07/09	1	<i>Gelidium</i> 石花草	礁岩	118	—	—	—	1	1	E1108-221801
	33	魚	108/06/15	9	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鯷	大洋	150	—	—	0.18	—	—	E1108-215001
	36	魚	108/06/15	8	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鯷	大洋	159	—	—	0.23	—	—	E1108-215301
	SPRMC-061	魚	108/10/19	5	<i>Malakichthys elegans</i> 美軟魚	沙泥	131	—	—	0.16	—	—	E1108-262101
	19	蟹	108/05/09	0.103	<i>Portunus sanguinolentus</i> 紅星梭子蟹 / 三點蟹	沙泥	103	—	—	—	—	—	E1108-201101
	SPRMC-032-2	魚	108/07/20	10.25	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鯨	大洋	162	—	—	0.27	—	—	E1108-245201
	18	魚	108/05/09	0.724	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	143	—	—	—	—	—	E1108-201301
	23	魚	108/05/30	0.597	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	153	—	—	0.08	—	—	E1108-209501
	SPRMC-043	魚	108/08/08	6	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	177	—	—	0.18	—	1	E1108-249201
	SPRMC-028	魚	108/07/12	16.2	<i>Scomber japonicus</i> 白腹鯖	沿岸至近海	155	—	—	0.06	—	—	E1108-244101
	SPRMC-055	魚	108/10/14	8	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯷 / 紅甘	近海至大洋	173	—	—	0.18	—	—	E1108-259801
	SPRMC-004	蝦	108/05/18	3.5	<i>Solenocera melanthera</i> 大管鞭蝦	沙泥	103	—	—	—	—	—	E1108-204001
	SPRMC-027-1	螺貝	108/07/09	5	<i>Tegula argyrostoma</i> 鐘螺	礁岩	93	—	—	—	—	0.31	E1108-221701
	32	魚	108/06/15	30	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	134	—	—	0.39	—	—	E1108-214901
	34	魚	108/06/15	34	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	158	—	—	0.4	—	—	E1108-215101
	35	魚	108/06/15	33	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	142	—	—	0.31	—	—	E1108-215201
	41	魚	108/08/22	18	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	140	—	—	0.37	—	—	E1108-250901
	SPRMC-032-1	魚	108/07/20	10	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	沿岸至近海	145	—	—	0.14	—	—	E1108-245101
	SPRMC-019	魚	108/06/12	5	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	134	—	—	0.17	—	—	E1108-210601
	28	蝦	108/06/13	0.004	蝦	沙泥	53	—	—	—	—	—	E1108-213101
	29	頭足	108/06/13	0.078	鎖管	沿岸至近海	81	—	—	—	—	—	E1108-213201
	42	魚	108/08/22	0.27	鯖魚	沿岸至近海	155	—	—	0.1	—	—	E1108-251001

表 4-3-6(續 1) 臺灣周邊海域海生物調查分區及樣本加馬能譜分析一覽表

海生物樣本分區	試樣編號	種類	取樣日期	重量 (公斤)	學名/俗稱	環境/棲地	活度(貝克/千克·鮮重)						偵測中心編號
							鉀-40	碘-131	銫-134	銫-137	鈾系列	鈾系列	
東南區	SPRMC-059-2	魚	108/10/04	6	<i>Paralichthyidae</i> 牙鯽科	沙泥	75	—	—	—	—	—	E1108-261901
	1	魚	108/03/14	8.5	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰭 / 石喬	大洋	148	—	—	0.23	—	—	E1108-199901
	9	魚	108/04/17	6	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰭 / 石喬	大洋	170	—	—	0.13	—	—	E1108-200301
	SPRMC-002	魚	108/05/20	9.3	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰭 / 石喬	大洋	168	—	—	0.17	—	—	E1108-203801
	SPRMC-062	魚	108/10/22	5	<i>Atrubucca nibe</i> 黑鰾	沙泥	125	—	—	0.09	—	—	E1108-262201
	SPRMC-009-1	魚	108/05/24	6.31	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鰹	大洋	135	—	—	0.15	—	—	E1108-204501
	SPRMC-018	魚	108/06/05	6.5	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鰹	大洋	138	—	—	0.16	—	—	E1108-208901
	SPRMC-009-2	魚	108/05/24	5.73	<i>Auxis thazard thazard</i> 扁花鰹	大洋	159	—	—	0.15	—	—	E1108-204601
	22	魚	108/05/28	1.9	<i>Auxis thazard thazard</i> 扁花鰹	大洋	180	—	—	0.24	—	—	E1108-209401
	SPRMC-020	魚	108/06/13	4	<i>Auxis thazard thazard</i> 扁花鰹	大洋	151	—	—	0.12	—	—	E1108-211401
	SPRMC-024	魚	108/06/17	5.8	<i>Auxis thazard thazard</i> 扁花鰹	大洋	145	—	—	0.15	—	—	E1108-212601
	SPRMC-005	魚	108/05/22	5.9	<i>Caranx ignobilis</i> 浪人鯙	近海至大洋	166	—	—	0.24	—	—	E1108-204101
	10	魚	108/04/18	4.8	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	156	—	—	0.13	—	—	E1108-200801
	11	魚	108/04/18	6.8	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	170	—	—	0.11	—	—	E1108-200701
	12	魚	108/04/18	6.5	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	169	—	—	0.12	—	1	E1108-200601
	20	魚	108/05/10	6.5	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	154	—	—	0.08	—	0.17	E1108-201501
	SPRMC-001	魚	108/05/20	7.9	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	96	—	—	0.07	—	—	E1108-203701
	SPRMC-039	魚	108/08/01	5.4	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	142	—	—	0.18	—	0.25	E1108-246901
	SPRMC-041-2	魚	108/08/08	6.3	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	147	—	—	0.11	—	0.37	E1108-247901
	2	魚	108/03/14	3.6	<i>Euthynnus affinis</i> 巴鰹	大洋	135	—	—	0.26	—	—	E1108-199701
	3	魚	108/03/14	3.5	<i>Euthynnus affinis</i> 巴鰹	大洋	144	—	—	0.29	—	—	E1108-199801
	SPRMC-060	魚	108/10/17	5.5	<i>Harpadon microchir</i> 小鰭鰹齒魚	沙泥	119	—	—	—	—	—	E1108-262001
	SPRMC-048	魚	108/10/03	12.5	<i>Istiompax indica</i> 立翅旗魚	大洋	138	—	—	0.21	—	—	E1108-256901
	SPRMC-047	魚	108/09/25	16.9	<i>Istiophorus platypterus</i> 兩傘旗魚	大洋	135	—	—	0.2	—	—	E1108-255501
	SPRMC-013	魚	108/05/25	9.6	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	132	—	—	0.2	—	—	E1108-205001
	SPRMC-042-2	魚	108/08/08	5	<i>Makaira nigricans</i> 黑皮旗魚	大洋	127	—	—	0.25	—	—	E1108-249101
	SPRMC-029	魚	108/07/15	19.8	<i>Mobula japanica</i> 日本蝠鱝	大洋	85	—	—	0.11	—	—	E1108-244201
	SPRMC-059-1	魚	108/10/04	8.5	<i>Muraenesox cinereus</i> 灰海鰻	沙泥	128	—	—	0.08	—	—	E1108-261801
	SPRMC-006	蝦	108/05/22	4	<i>Pasiphaea japonica</i> 日本玻璃蝦	大洋	43	—	—	—	—	—	E1108-204201
	SPRMC-008	蝦	108/05/24	3.285	<i>Penaeus marginatus</i> 緣溝對蝦	沙泥	114	—	—	0.05	—	—	E1108-204401
	SPRMC-064	藻	108/10/24	2	<i>Rhodophyta</i> 紅藻類	礁岩	26	—	—	—	—	—	E1108-263601
	5	魚	108/03/14	3.7	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鯢	大洋	135	—	—	0.38	—	—	E1108-200001
	SPRMC-011	魚	108/05/25	6.095	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鯢	大洋	132	—	—	0.2	—	—	E1108-204801
	15	魚	108/04/18	0.445	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	151	—	—	0.08	—	—	E1108-200901
	SPRMC-010	魚	108/05/25	5.35	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	164	—	—	0.11	—	—	E1108-204701
	31	魚	108/06/14	0.82	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖 / 鯖魚	沿岸至近海	132	—	—	0.09	—	—	E1108-213401
	4	魚	108/03/14	6.1	<i>Scomberomorus commerson</i> 康氏馬加鱈 / 土魷	大洋	159	—	—	0.14	—	1	E1108-199601
	50	魚	108/10/05	0.91	<i>Scomberomorus commerson</i> 康氏馬加鱈 / 土魷	大洋	163	—	—	0.11	—	—	E1108-258801
	SPRMC-007	蝦	108/05/23	4	<i>Sergia lucens</i> 晶瑩櫻蝦	大洋	45	—	—	—	—	—	E1108-204301
	13	魚	108/04/18	7.3	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	168	—	—	0.74	—	—	E1108-200501
	21	魚	108/05/10	1.6	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	139	—	—	0.21	—	—	E1108-201401
	SPRMC-016	魚	108/06/01	11.5	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	160	—	—	0.52	—	—	E1108-208401
	30	魚	108/06/14	3.7	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	143	—	—	0.52	—	—	E1108-213301
	47	魚	108/10/05	3.3	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	132	—	—	0.19	—	—	E1108-258501
	48	魚	108/10/05	0.7	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	170	—	—	0.07	—	—	E1108-258601
	SPRMC-057	魚	108/10/18	7.4	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺 / 紅甘	近海至大洋	162	—	—	0.19	—	—	E1108-261401
	SPRMC-040	魚	108/08/03	22	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹鮪	大洋	131	—	—	0.12	—	—	E1108-247401
	SPRMC-041-1	魚	108/08/08	16	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹鮪	大洋	146	—	—	0.14	—	—	E1108-247801
	SPRMC-042-1	魚	108/08/08	5	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹鮪	大洋	163	—	—	0.2	—	—	E1108-249001
	SPRMC-012	魚	108/05/25	5.29	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	沿岸至近海	103	—	—	—	—	—	E1108-204901
	14	魚	108/04/18	0.247	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	149	—	—	0.26	—	—	E1108-200401
	49	魚	108/10/05	0.19	<i>Trichiurus spp.</i> 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	110	—	—	0.18	—	—	E1108-258701
	SPRMC-036	魚	108/07/29	10.8	<i>Xiphias gladius</i> 劍旗魚	大洋	150	—	—	0.31	—	—	E1108-246601

註：”— “表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40*MDA 值為 0.60 貝克/千克、碘-131 MDA 值為 266 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.03 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.04 貝克/千克、鈾系列* MDA 值為 0.10 貝克/千克、鈾系列* MDA 值為 0.09 貝克/千克。

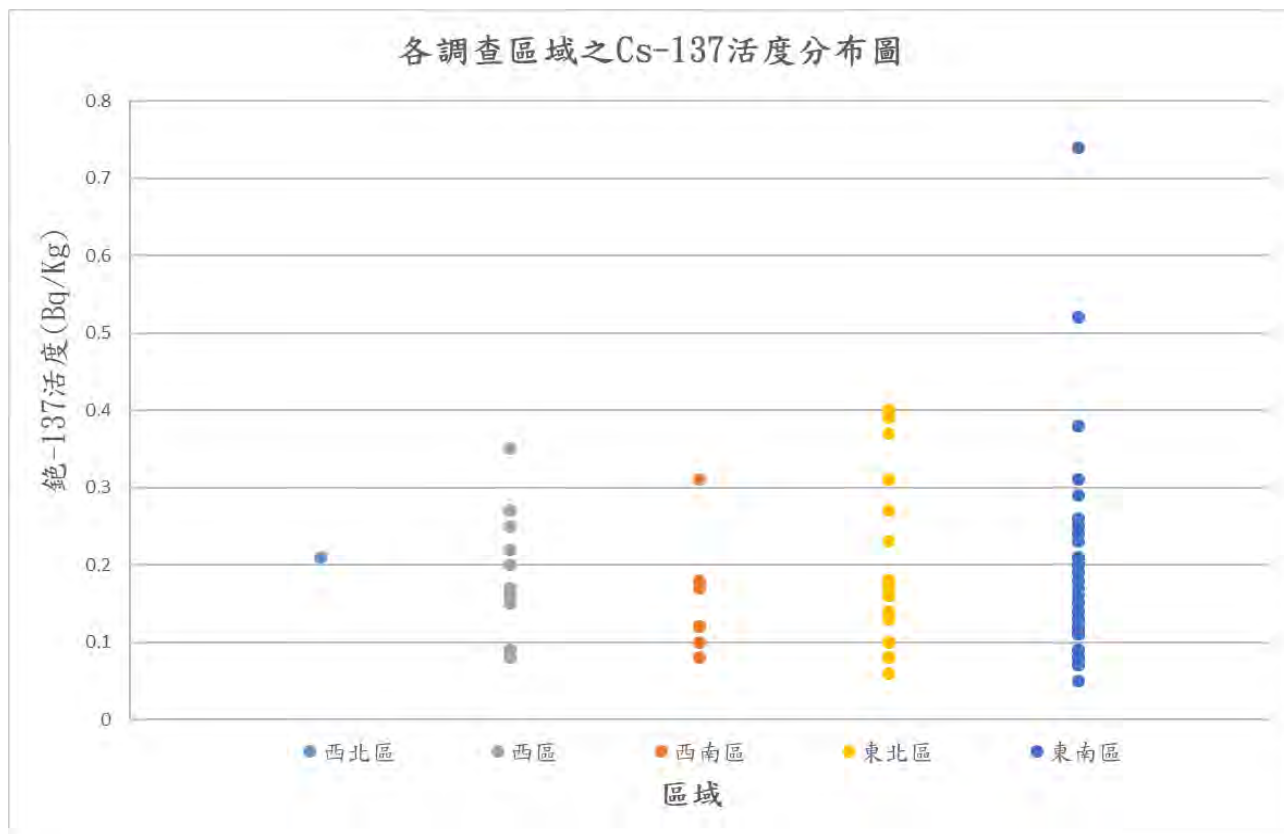


圖 4-3-10 各調查區域之 Cs-137 活度分布圖

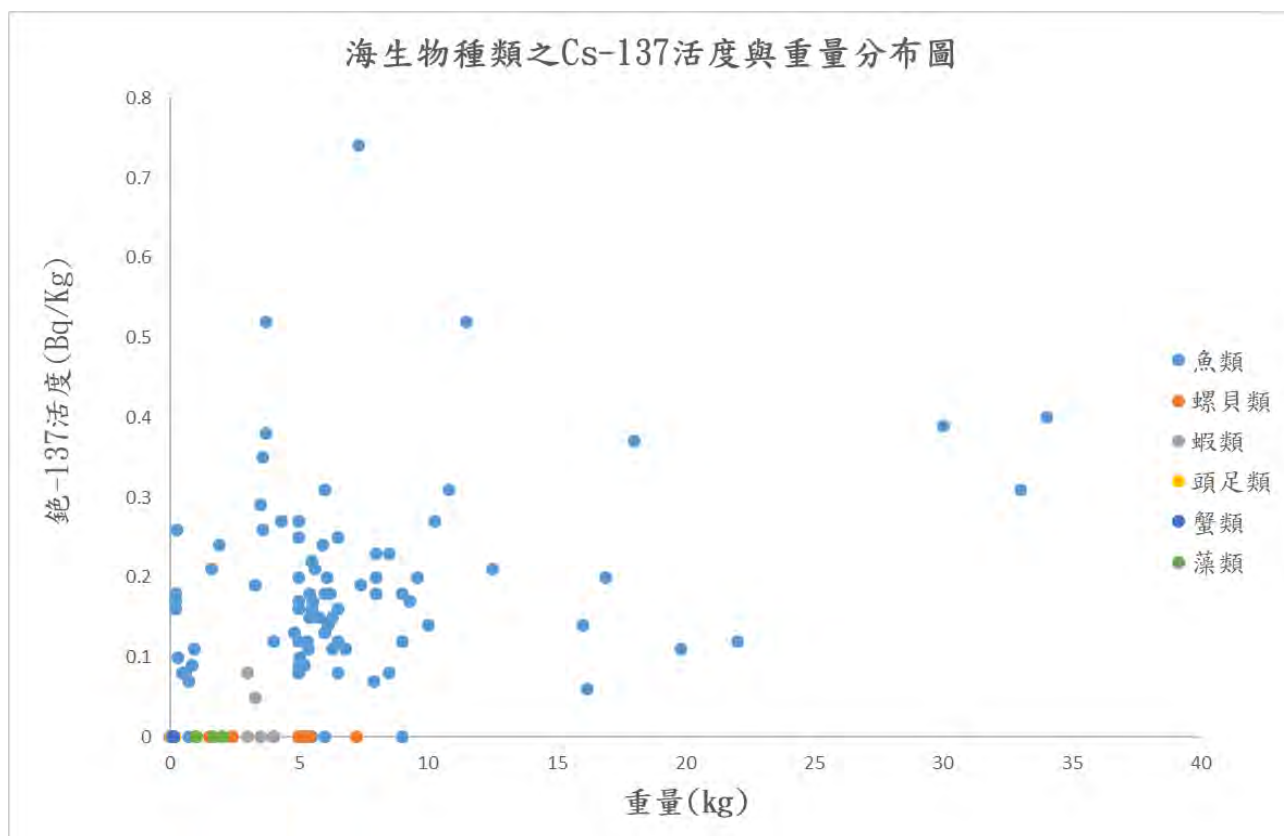


圖 4-3-11 不同海生物類別之重量與 Cs-137 活度分布圖

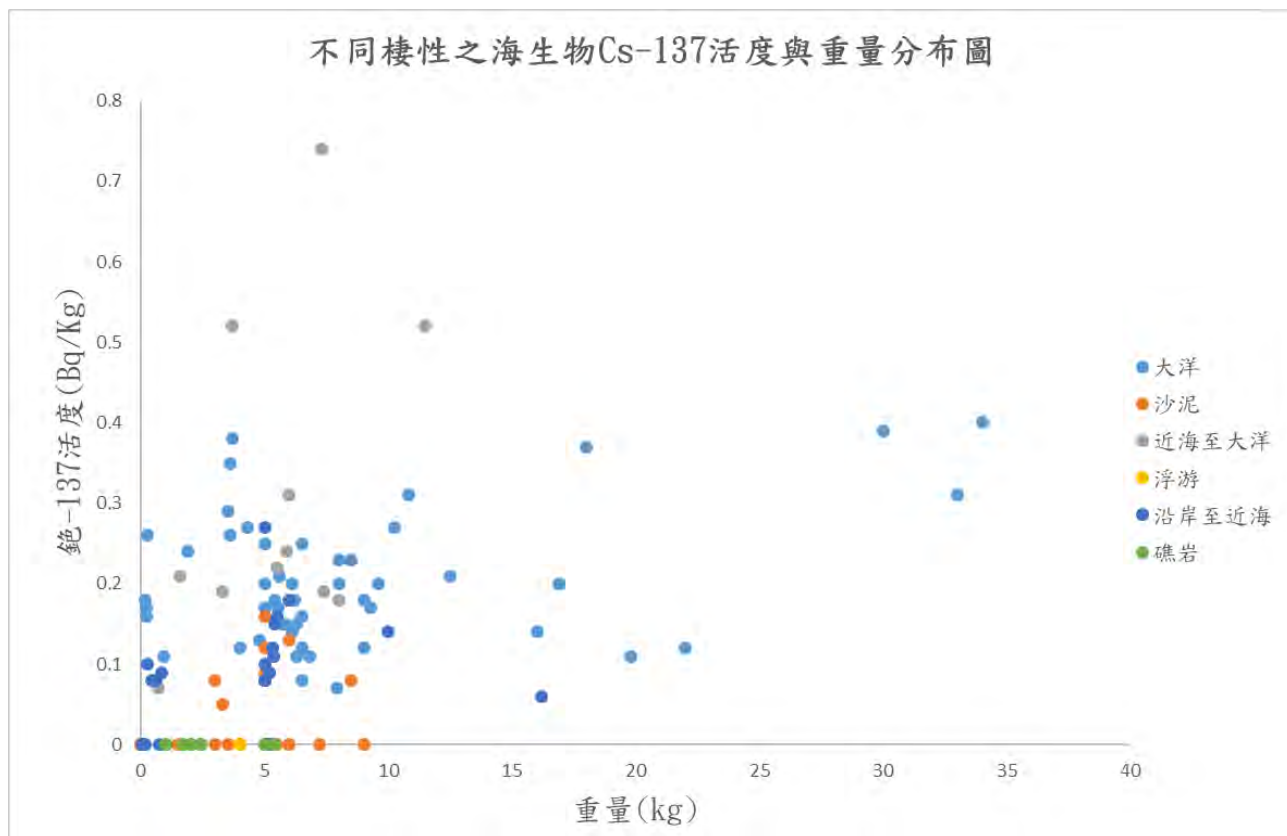


圖 4-3-12 不同棲性之海生物 Cs-137 活度與重量分布圖



圖 4-3-13 杜氏鰺之南北洄游情況及海流特性示意圖

(重繪自水試所電子報第 60 期 <http://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0060/p2.html>)

四、監測調查方法研究

4.4.1.文獻回顧：

本計畫考慮過去數件核電廠災害之時間及地理位置，以距今最近的日本福島第一核電廠災害為主，做文獻回顧。

4.4.1-1.事件起因

2011 (民國 100) 年 3 月 11 日，由於太平洋靠近日本之海域發生地震並引發海嘯，造成日本東北地區，福島第一核電廠 (FDNPPs, Fukushima Daiichi nuclear power plants) 發生意外並洩漏人為放射核種至海洋中 (以下簡稱福島事件)；與 25 年前發生於蘇聯之車諾比核電廠事故相比，福島事件外洩相對較少，福島事件外洩之總銻-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 (Buesseler et al., 2017)。本計畫將以銻-137 放射性核種為主要文獻回顧對象。本回顧主要資料來源為 Buesseler et al. (2017)，以及數篇 2018 年以後發表之重要文獻，2017 及 2018 之前回顧請參考 107 年度之成果報告，為維持報告完整性，本部分仍簡單回顧 2017 年 Buesseler 之評論性文章。

4.4.1-2.由福島事件流至海洋之放射性核種來源

透過 2011 年至 2017 年間之資料，Buesseler et al. (2017) 指出，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，其中前兩者為主要來源。

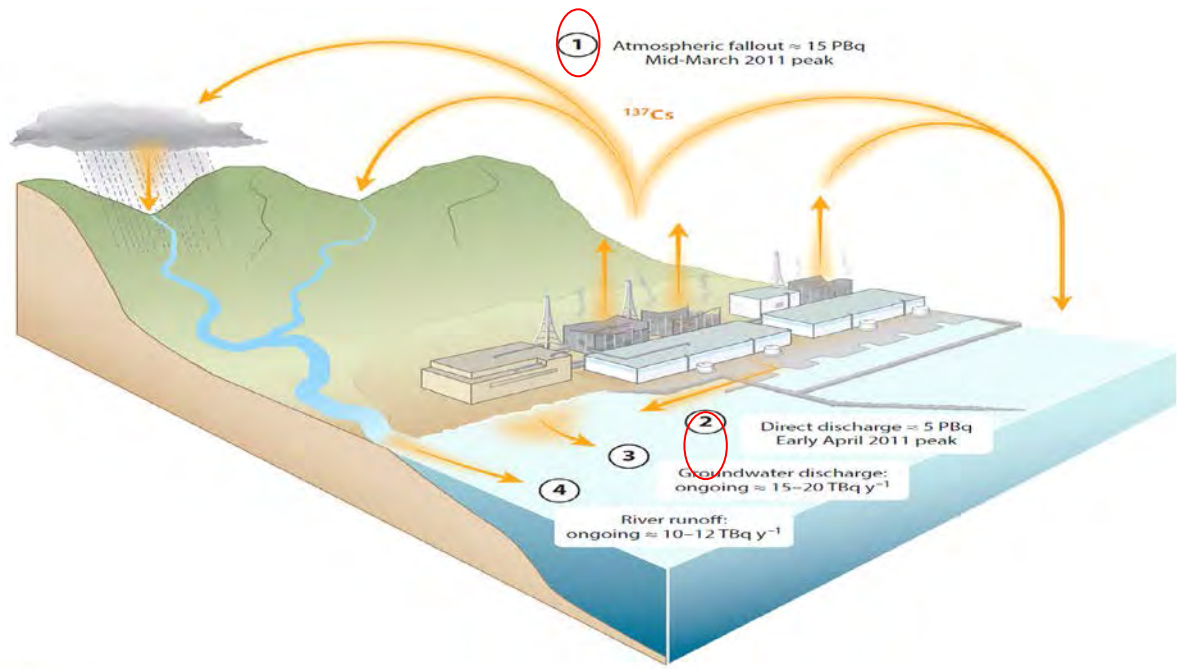


圖 4-4-1 福島事件流至海洋之放射性核種來源 (修改自 Buesseler et al., 2017)

4.4.1-3. 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響

前人指出，北太平洋表水中銫-137 活度在福島事件前後有極大的差異。銫-137 活度在 2011 (民國 100) 年之前受到大氣核爆測試之輻射塵影響，隨著時間衰變後，在福島事件前只剩 $1-2 \text{ Bq m}^{-3}$ ，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 (Buesseler et al., 2017)。

福島事件產生之放射性核種受到日本近沿岸之洋流、潮汐以及渦旋之影響下而受到混合及稀釋作用，其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 (Buesseler et al., 2017) (圖 4-4-2)。由於黑潮較親潮強，因此暫時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 (Buesseler et al., 2017)。

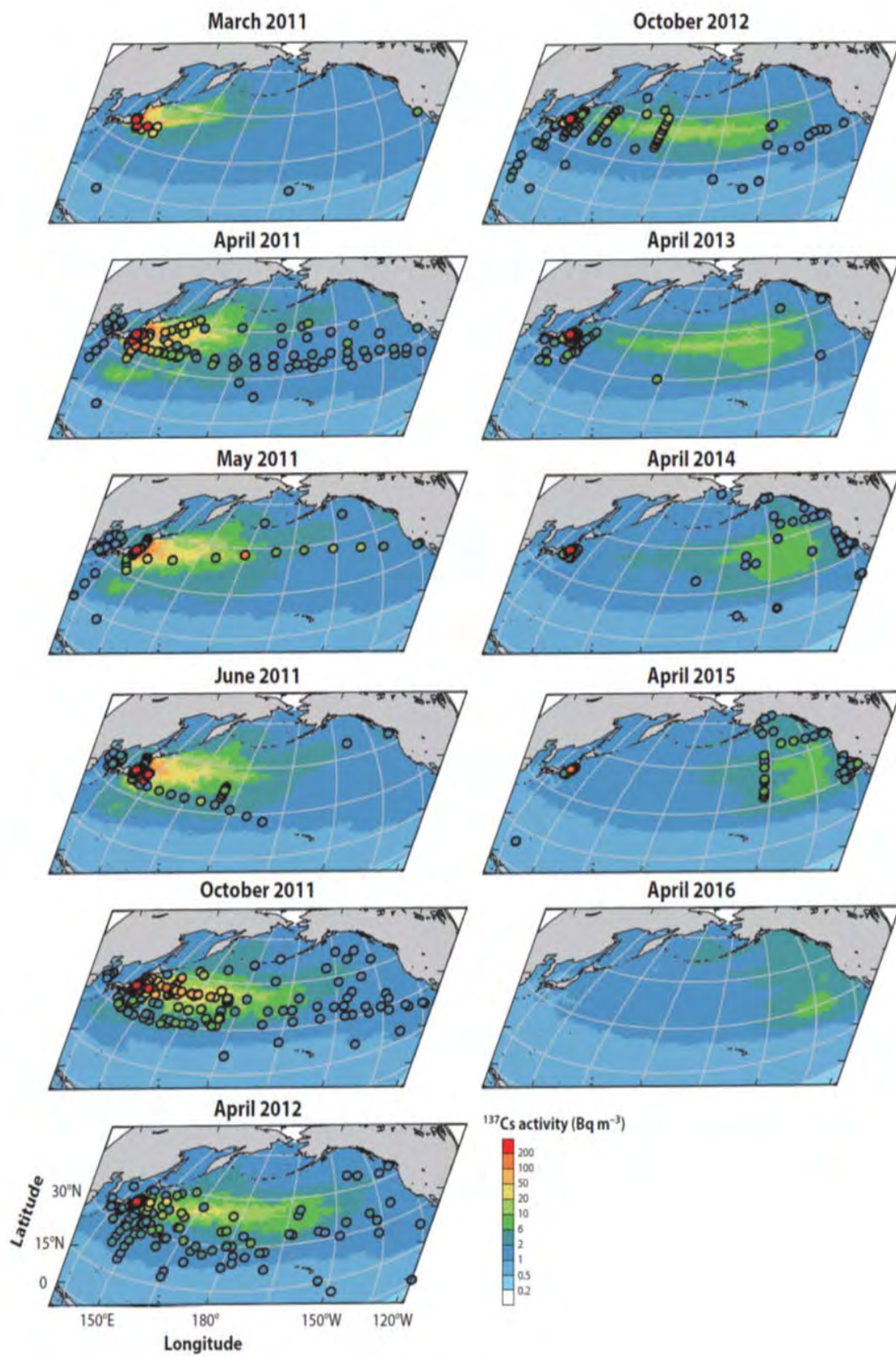


圖 4-4-2 Cs-137 之活度在北太平洋表水分佈圖 (摘自 Buessler et al., 2017)

銈-137 在北太平洋之時空分布可透過上圖中實測 (空心圓) 與程式模擬 (彩色底圖) 呈現，儘管之間有差異，科學家們仍預期在 2020 (民國 109) 年時東太平洋之銈-137 之活度可降至福島事件發生前 (Buesseler et al., 2017)。本圖大致顯示出人工放射性核種之汙染範圍及去向，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。

綜上，福島事件後，人工放射性核種外洩至海洋後受放射核種汙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，這些受汙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汙染源，受影響主要為底棲性生物。以下段落將基於以上基本回顧進行本年度監測調查方法研究。

4.4.2. 本年度監測調查方法研究

針對2011福島事件後續之影響調查及相關規畫，107年度計畫中已經統整自108年之前的監測調查方法，故本年度計畫期中報告將著重於108年剛出版之文獻，並持續追蹤及參考107年度所調查機構網站中之更新結果。

Kenbuessler 等人所架設之北太平洋輻射物質活度監測網站已更新包含了2018年的資料 (圖4-4-3方框處)，整體而言，自從Buessler 於2017發表系統性的整理過後，仍有新的數據持續公布，採樣時間包含自2011至今 (圖4-4-4)。在日本方面，相關單位的監測研究仍以福島為主，並持續於定點定期監測 (圖4-4-5)。整體來說，研究方法以及調查手段並沒有大幅度的變動。此外，日本鄰近海域則有Kumamoto et al. (2019) 系統性的收集在福島鄰近海域的銈-137資料，並將該鄰近海域分為五個區域，並做討論 (圖4-4-6)。值得注意的是，在國際期刊上出版的一篇2013至2014年在東海的研究(Zhang et al., 2019)，在福島事件發生後，於2013-2014在東海、黃海以及渤海中系統性地調查了銈-137的分布 (圖4-4-7)。

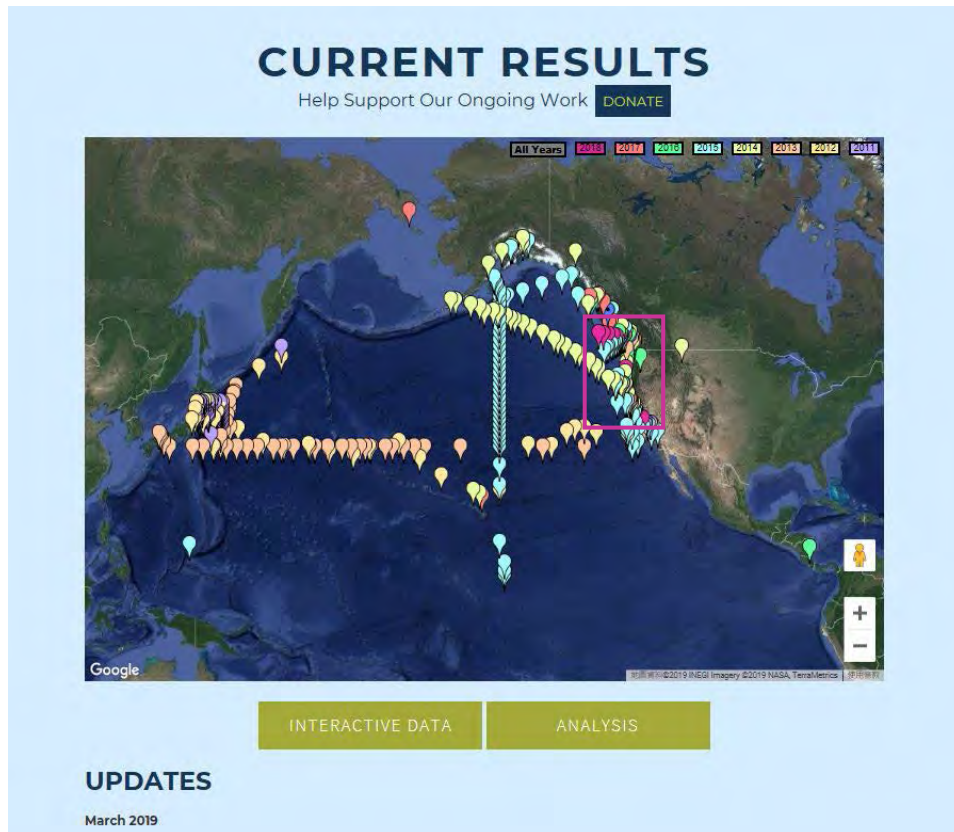


圖 4-4-3 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖 (<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)



圖 4-4-4 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站 (圖 4-4-3) 中之 Cs-137 活度歷史數據分布圖 (<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)

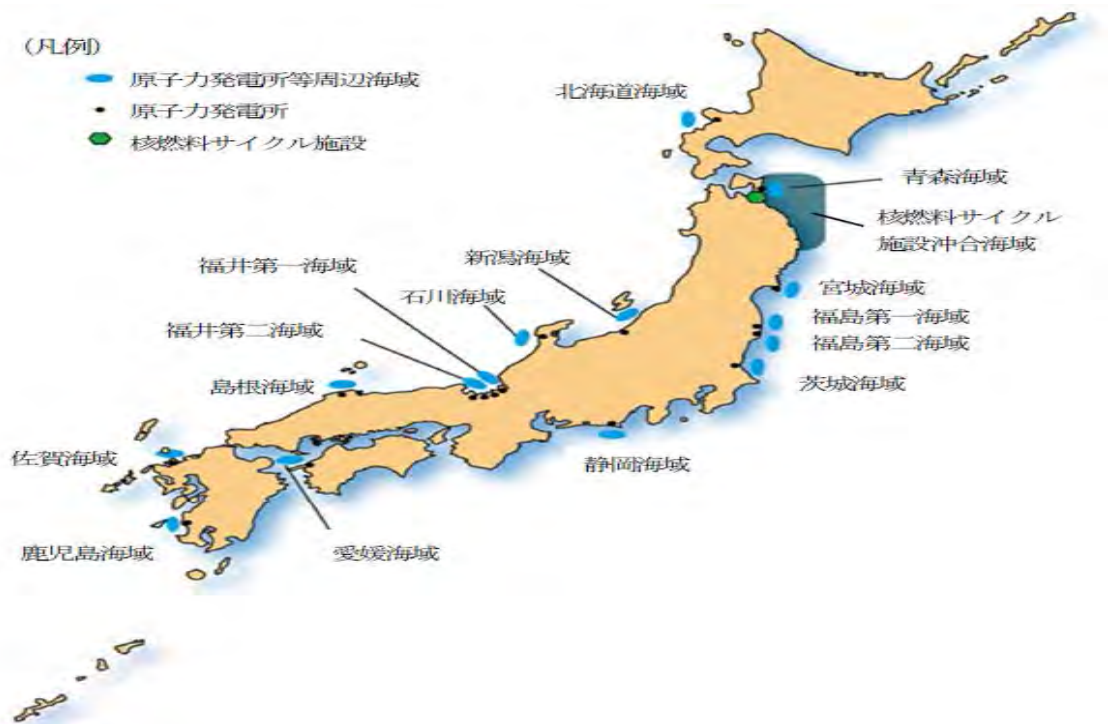


圖 4-4-5 日本政府規劃之核電廠鄰近海域採樣範圍

圖取自平成 29 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 29 年度＝民國 106 年 4 月 1 日--107 年 3 月 31 日

註 2：平成 29 年度＝2017 年 4 月 1 日--2018 年 3 月 31 日

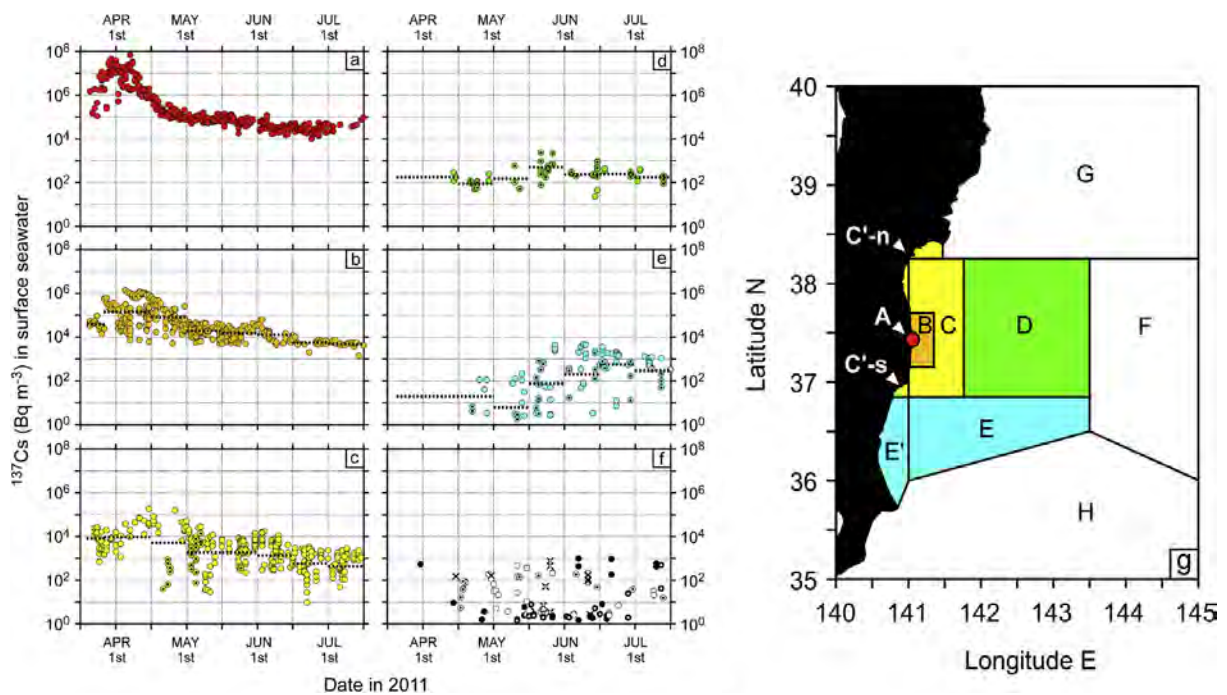


圖 4-4-6 日本研究團隊於日本海域採樣位置及調查結果示意圖
(取自 Kumamoto et al., 2019)

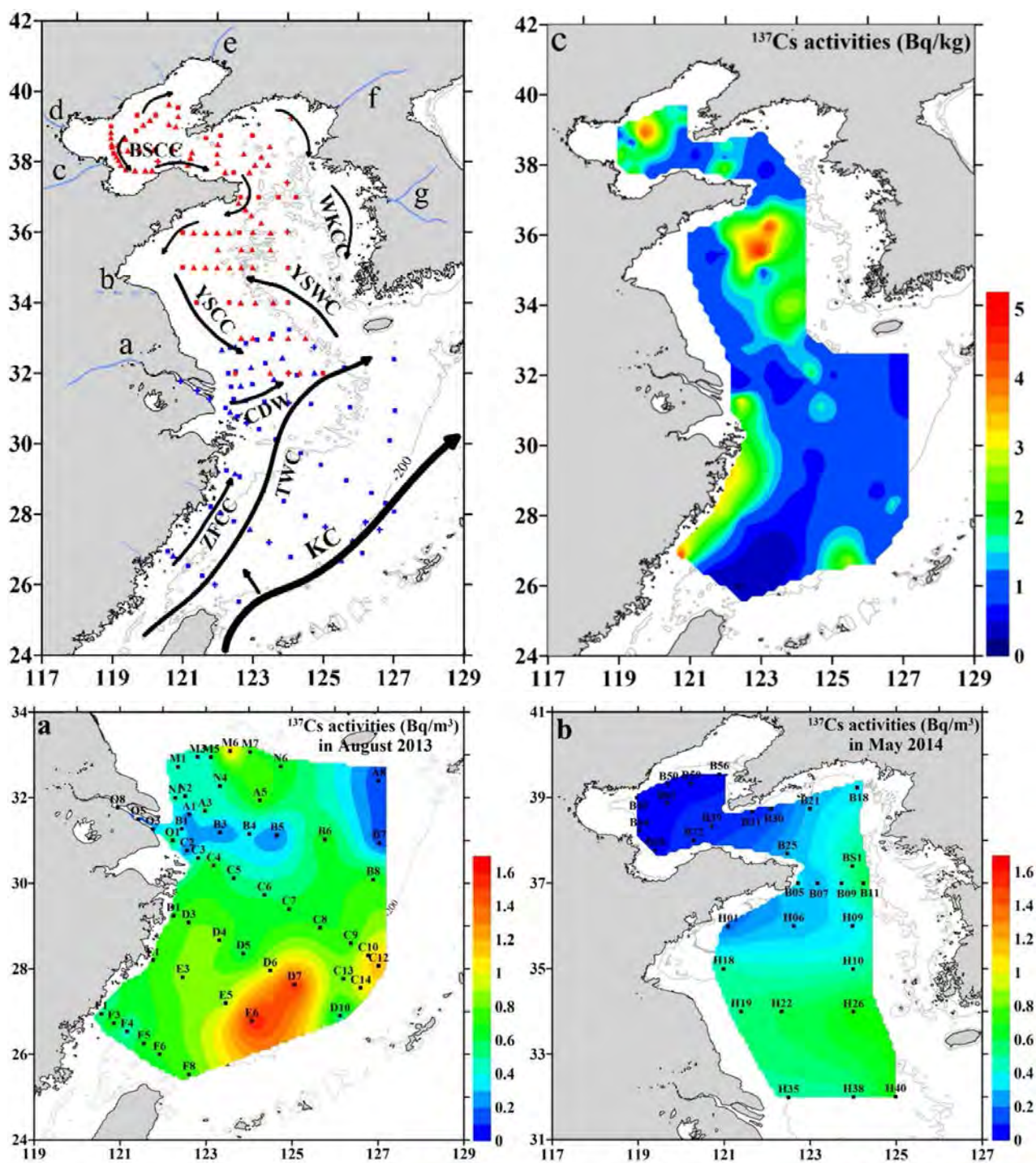


圖4-4-7 中國研究團隊之表水及表層顆粒採樣站位分區示意圖及 Cs-137 分析結果 (圖取自 Zhang et al., 2019)

4.4.3. 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下監測調查方式

4.4.3-1. 公民以及海洋相關團體參與式監測

學者 Dr. Ken Buesseler 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），讓公民直接採集水樣，並於交由監測學者所在之研究單位分析。透過讓公民親身參與，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 4-4-8)，截至 2019 年 3 月止皆有更新紀錄，透明及圖像化的數據結果亦可降低公民對放射性核種之相關疑慮。



圖 4-4-8 "How Radioactive is our ocean?"網頁
(<http://www.ourradioactiveocean.org>)

4.4.3-2.監測方法規劃

以下滾動式檢討 107 及 108 年本計畫之執行方法及成果，並建議 109 年之計畫執行策略。

107 年度本計畫之調查方法，挑選各分區近岸固定站位監測表層海水放射性核種（銫-134 及銫-137）為主，並在東南、西南、東北區中擇 2 區採集 2 個 200 米以深之深層海水，該年度調查結果於東北區 200 米深之水樣發現銫-137 之活度極大值，惟樣品數量僅 3 個且集中於 200 米，故規劃於 108 年度增加採集不同深度水層之樣品。

108 年度計畫依循前述之採樣規劃，依採樣深度分為表層水（水深 0 至 5 米以淺）、次表層水（水深 50 至 150 米之間）及深層水樣品（水深 200 米以深）等不同深度水樣，並同時測量溫度、鹽度及分析總鹼度、pH 等海洋化學參數，由於隨船採樣的深水樣品數量增加，有足夠的樣品顯示出現銫-137 活度極大值之水樣所在之密度（ σ_θ ）層大略為 25.8~26.2 kg m⁻³。

因此建議 109 年度計畫仍規劃不同水層樣品之採集，以隨船採樣的方式依採樣深度分為表層水（水深 0 至 5 米以淺）、次表層水（水深 50 至 150 米之間）及深層水（水深 200 米以深）等不同深度水樣，規劃採樣方式與 108 年相同，但 109 年的策略為：在非固定站位以密度（ σ_θ ）大略為 25.0~26.4、27.2 及 27.7kg m⁻³ 之水層為標的及其上下深度採樣規劃，以協助追蹤放射性核種的來源，並於期末滾動式檢討採樣深度。

除監測銫-137 分布範圍外，建議持續以每月一次的頻率採集於西子灣（高雄港內）之水樣，並同時測量溫度、鹽度及分析總鹼度、pH 等海洋化學參數，以監測銫-137 活度是否受季節性效應影響。

考量各國策略與臺灣現況，建議持續追蹤臺灣鄰近海域人工放射性核種，並延續上一年度計畫之採樣分區（圖 4-1-1）採集海水、沉積物及海生物樣品並分析其放射性核種活度，目標以了解臺灣鄰近海域中人工放射

性核種之時間與空間分布範圍，以及受影響之層面，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。

目前採樣頻率如表 4-4-1 所示，於各採樣區域每季 (春夏季、秋冬季) 採集 2 個 5 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，將於期末統整分析結果後滾動式檢討採樣頻率。

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)。

表 4-4-1 臺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	中山大學 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 0-5 米 以淺	溫度 鹽度 總鹼度 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	春夏季、 秋冬季	每區 2 個	20
	次表層	水深 50-150 米	溫度 鹽度 總鹼度 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	春夏季、 秋冬季	每區 2 個	20
	深層	水深 200 米 以深	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	—	東南、西南、 東北	3	每年	每區 1 個	3
	柱狀 岩心	—	—	西(108 年度)、 西部、東南、東北	4	逐年	每區 1 個	1

4.4.4 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周遭海域之結果，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 4-4-9 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布圖，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旋。然而，因為數值模式的預報，存在著不準確性，故必須佐以其他觀測資料輔助判斷。參考 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日臺灣附近海域衛星觀測之海表面高度異常值及其所估算的地轉流 (如圖 4-4-10 所示)，也顯示了臺灣西南外海有一順鐘向的中尺度渦旋，這結果輔助我們得知 HYCOM 模式運算結果的準確性。

本計畫每日下載 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。應用此模式資料並搭配歷史資料庫中的溫度鹽度資料、衛星觀測之海面高度異常值、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。

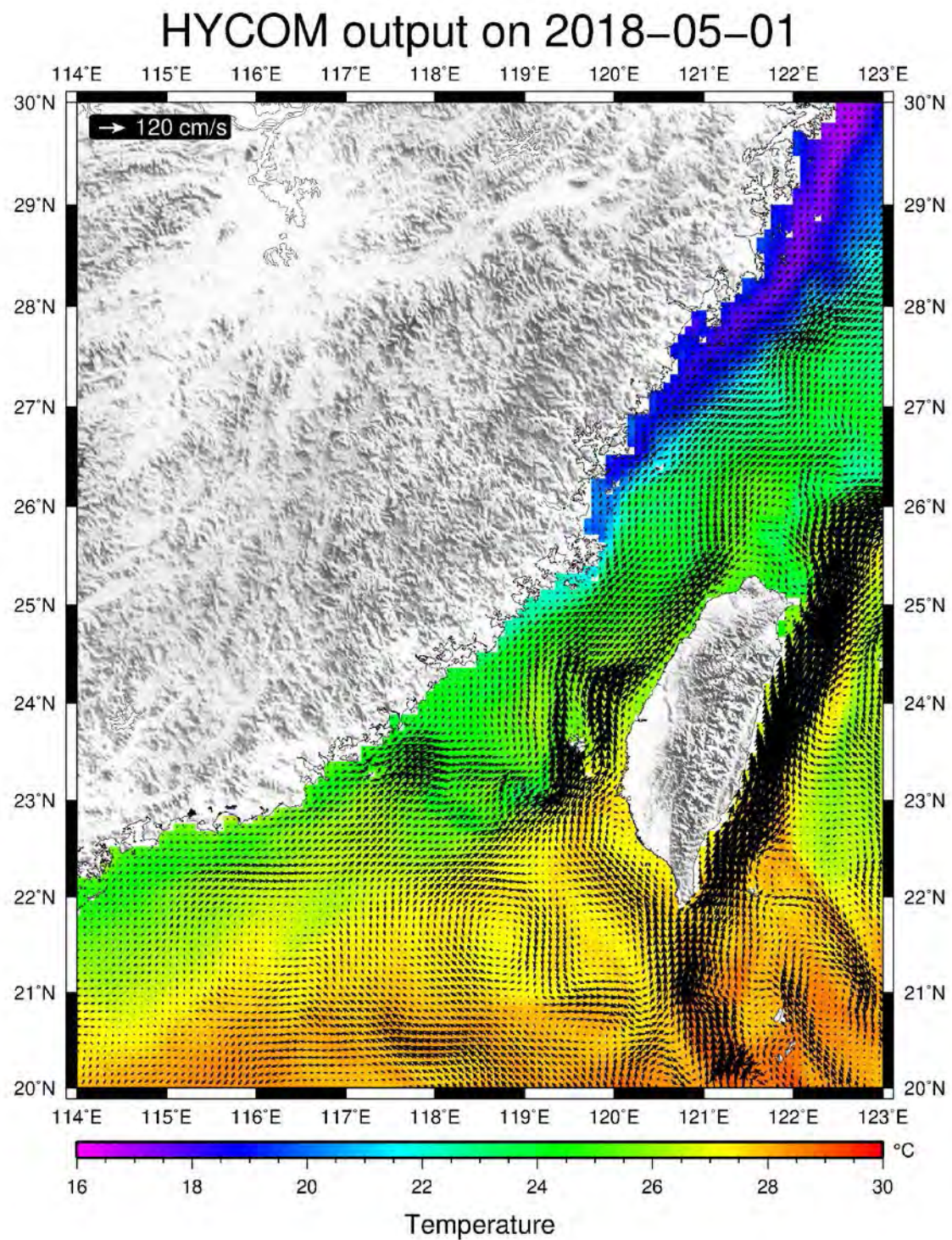


圖 4-4-9 HYCOM 數值模式於 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域
海表面流場分布圖

AVISO data on 2018-05-01

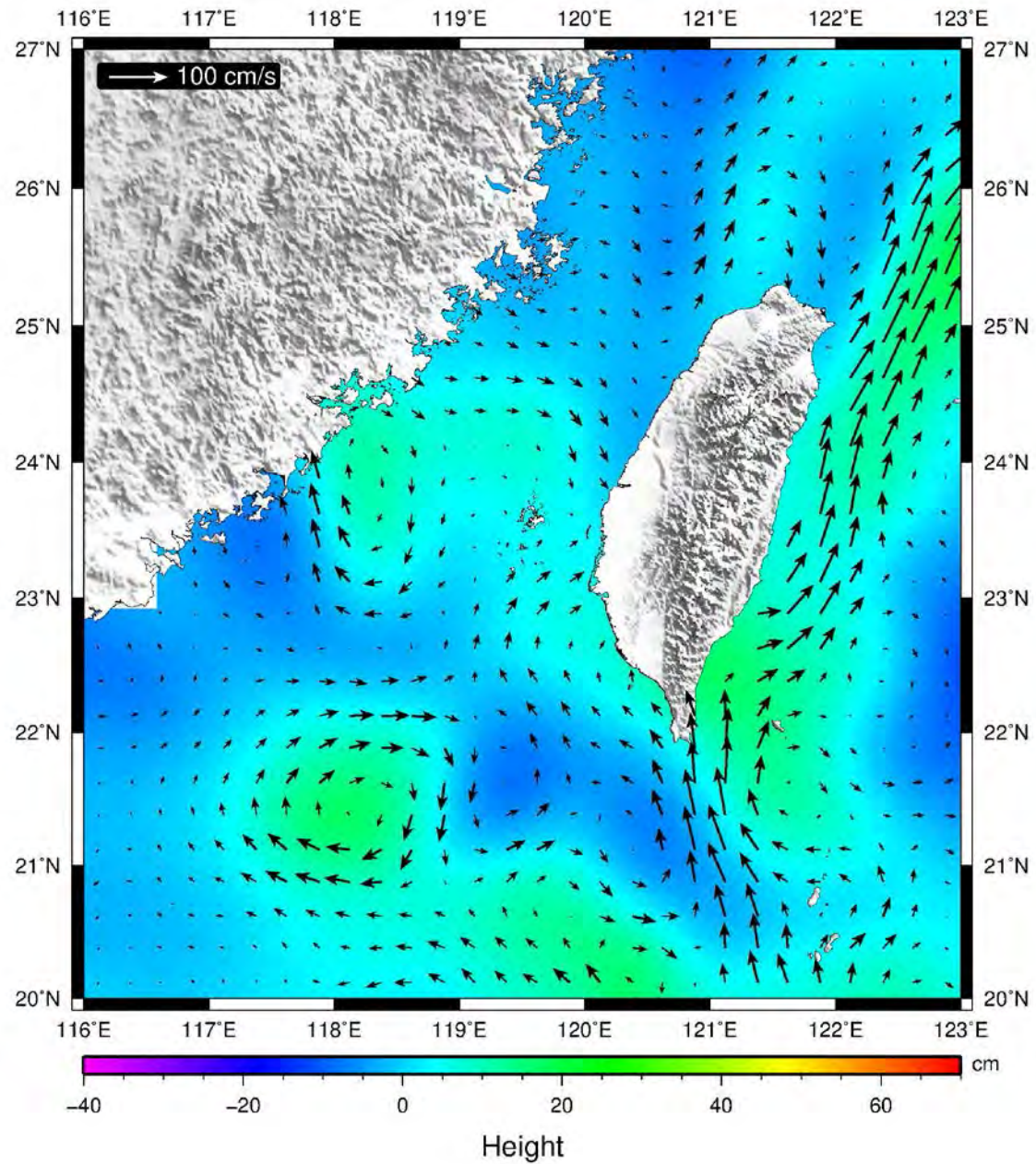


圖 4-4-10 AVISO 衛星觀測 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分布圖。

此外，利用 HYCOM 模式的輸出結果，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，以供長期監測之測線或測站設立的參考依據。

目前資料庫已經建置的歷史 HYCOM 模式輸出結果，利用自行開發的友善查詢介面，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。

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。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 4-4-11 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。

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。

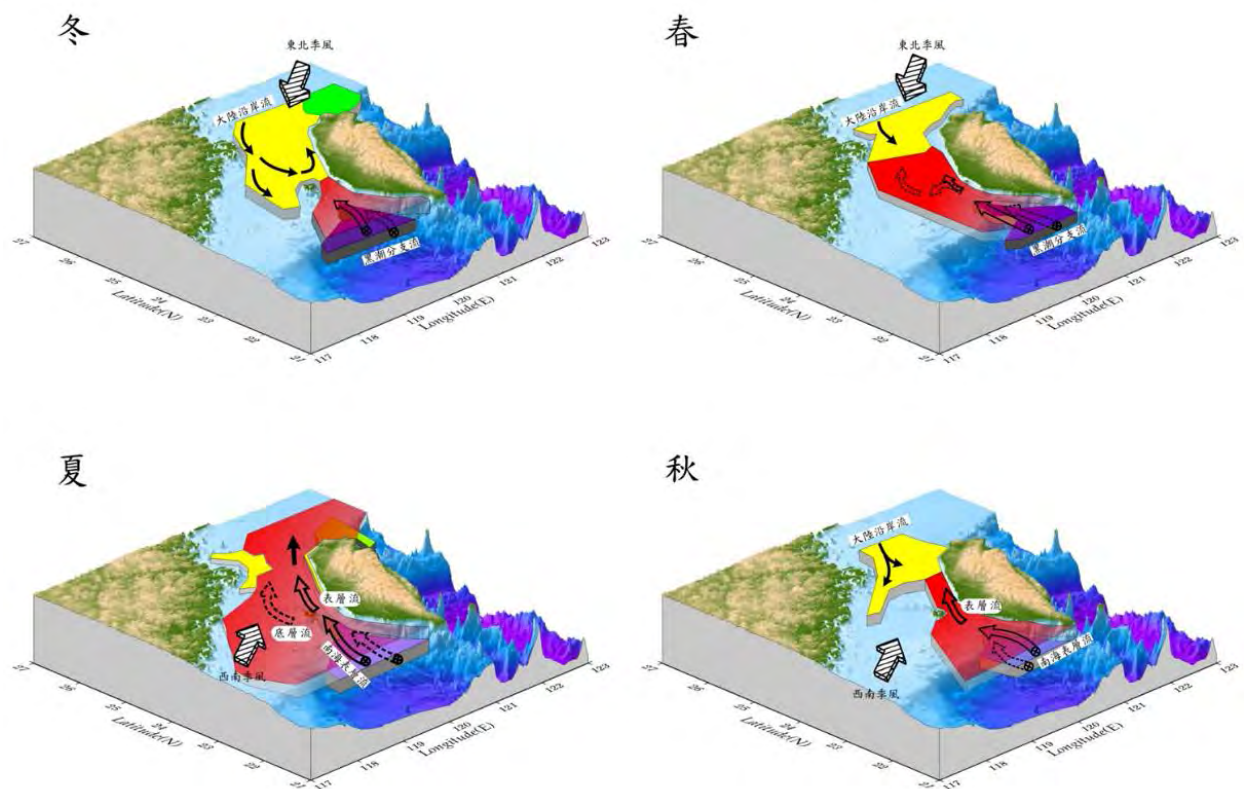


圖 4-4-11 一年四季臺灣海受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變化示意圖

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漩，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 4-4-12 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)。

在臺灣周遭海域，也是中尺度渦漩盛行的海域，例如：圖 4-4-13 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 (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漩所影響 (Johns, et al., 2001; Zhang, 2001)。

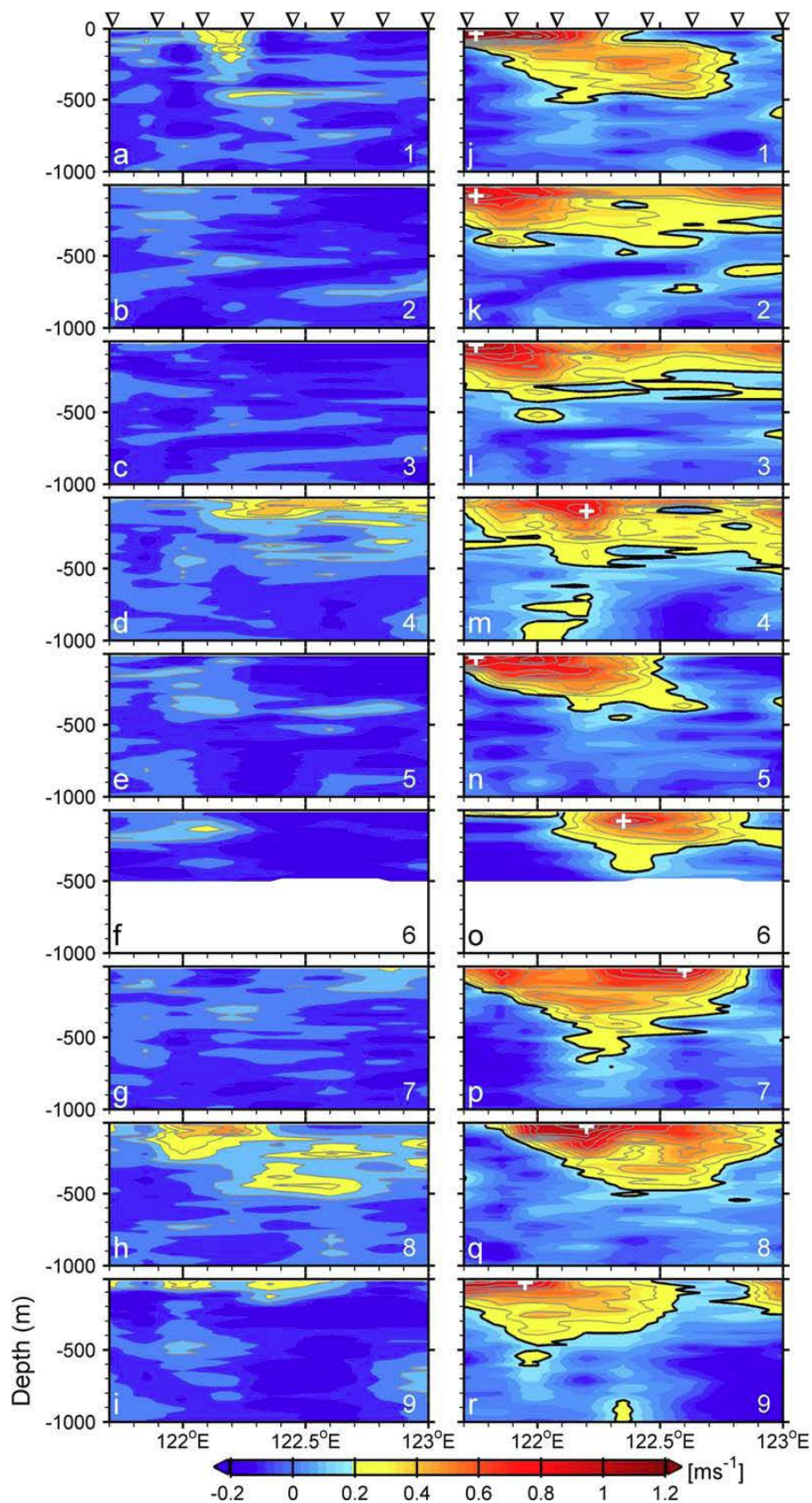


圖 4-4-12 從上到下分別為 OKTV 研究計畫於 2012 (民國 101) ~2014 (民國 103) 年間在臺灣東部外海所進行的 9 次黑潮觀測成果 (左右兩欄分別東西向與南北向海流，本圖取自 Jan et al. (2015))

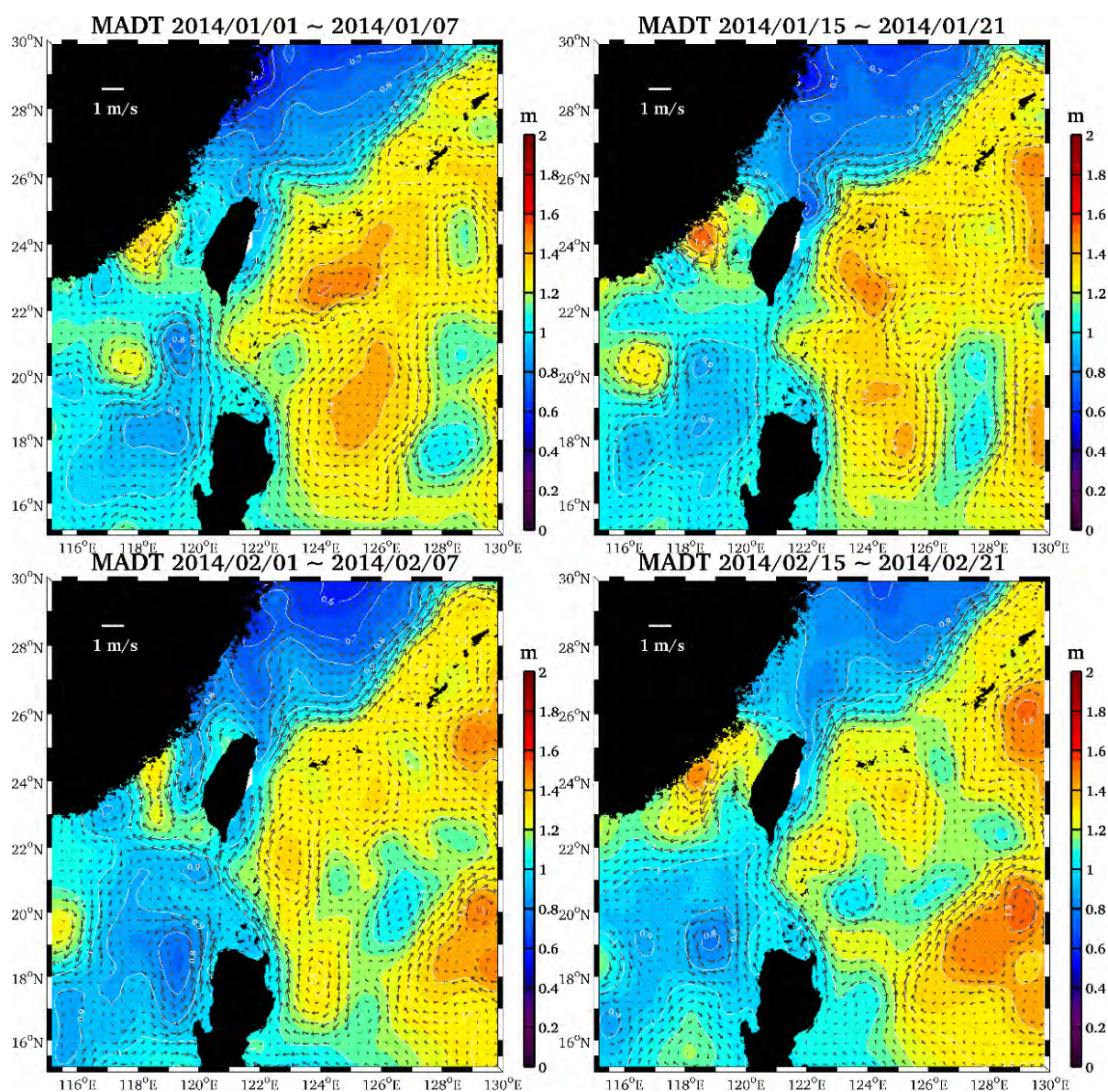


圖 4-4-13 2014 (民國 103) 年 1 月至 2 月之 AVISO 衛星高度資料與地轉流場分布

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4-4-14）。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4-4-15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4-4-20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4-4-16）。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4-4-17，Jan et al., 2017）。

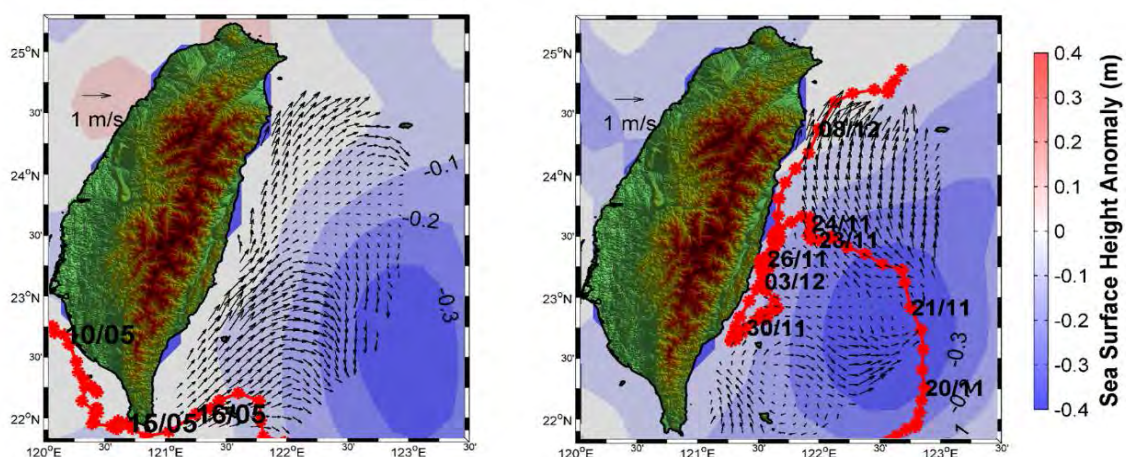


圖 4-4-14 左、右圖分別顯示 2013（民國 102）年 5 月 16 日及 11 月 23 日的 CODAR 海流與海表面高度異常值分布圖，以及該段期間的漂流浮標軌跡圖，本圖取自 Yang et al. (2015)。

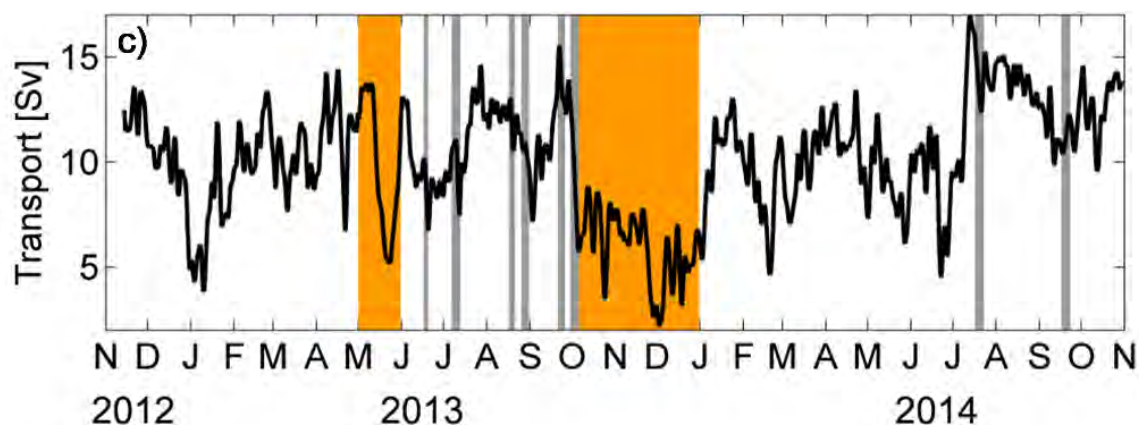


圖 4-4-15 利用布放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量，棕色區域代表中尺度渦旋影響期間，本圖取自 Yang et al. (2015)

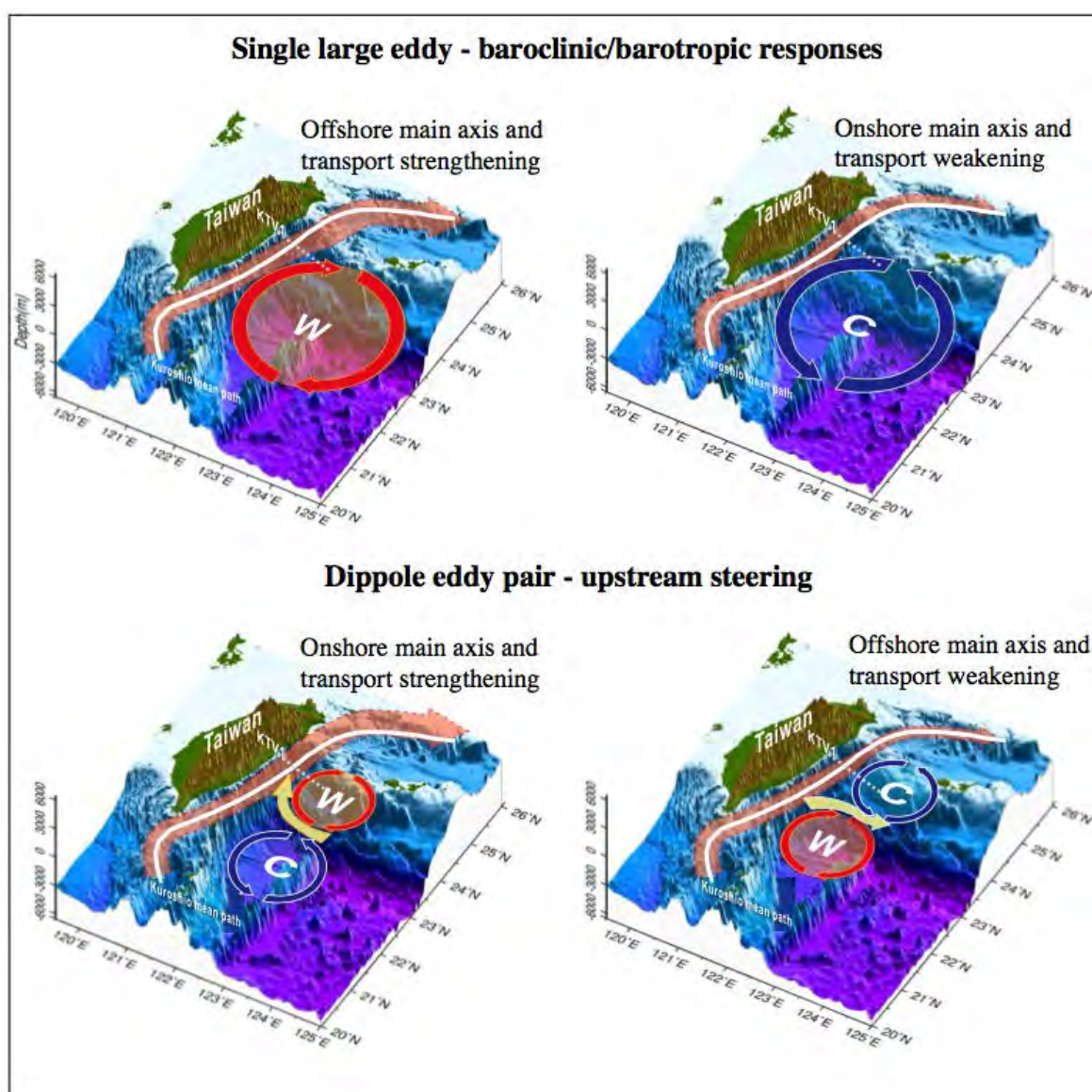


圖 4-4-16 渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋衝擊或者為雙渦旋系統有關，本圖取自 Chang et al. (2018)

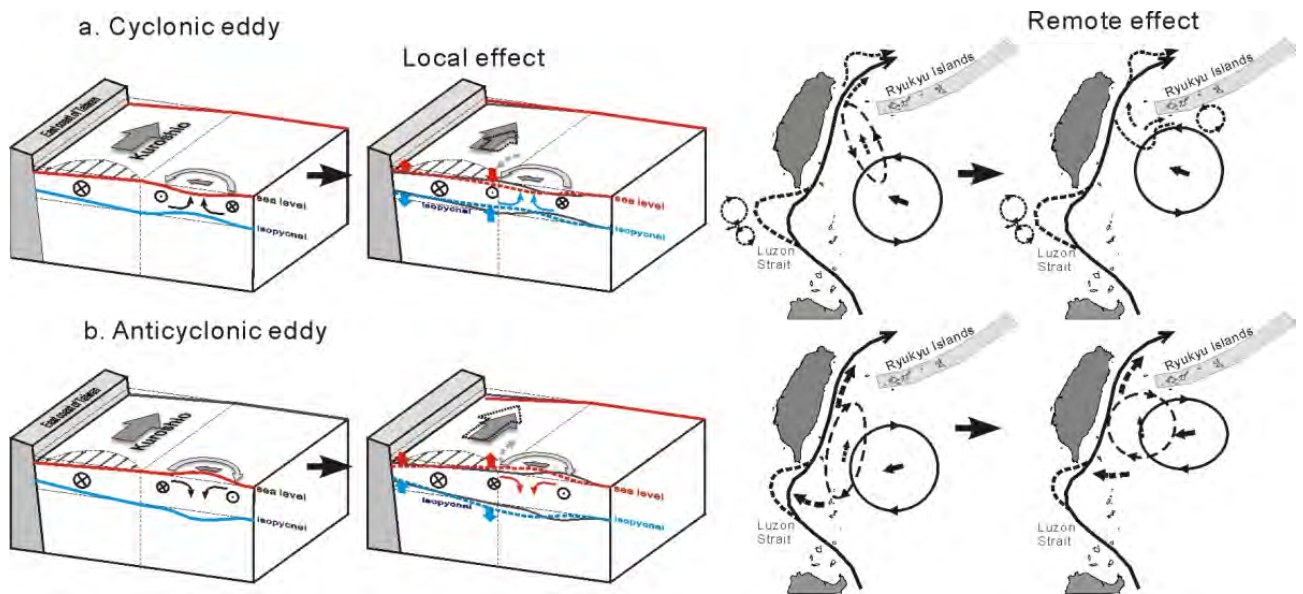


圖 4-4-17 氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用 (左)，及旋撞前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象，及撞擊後在臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程 (右)，本圖取自 Jan et al. (2017)

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4-4-18，Andres et al., 2017)。

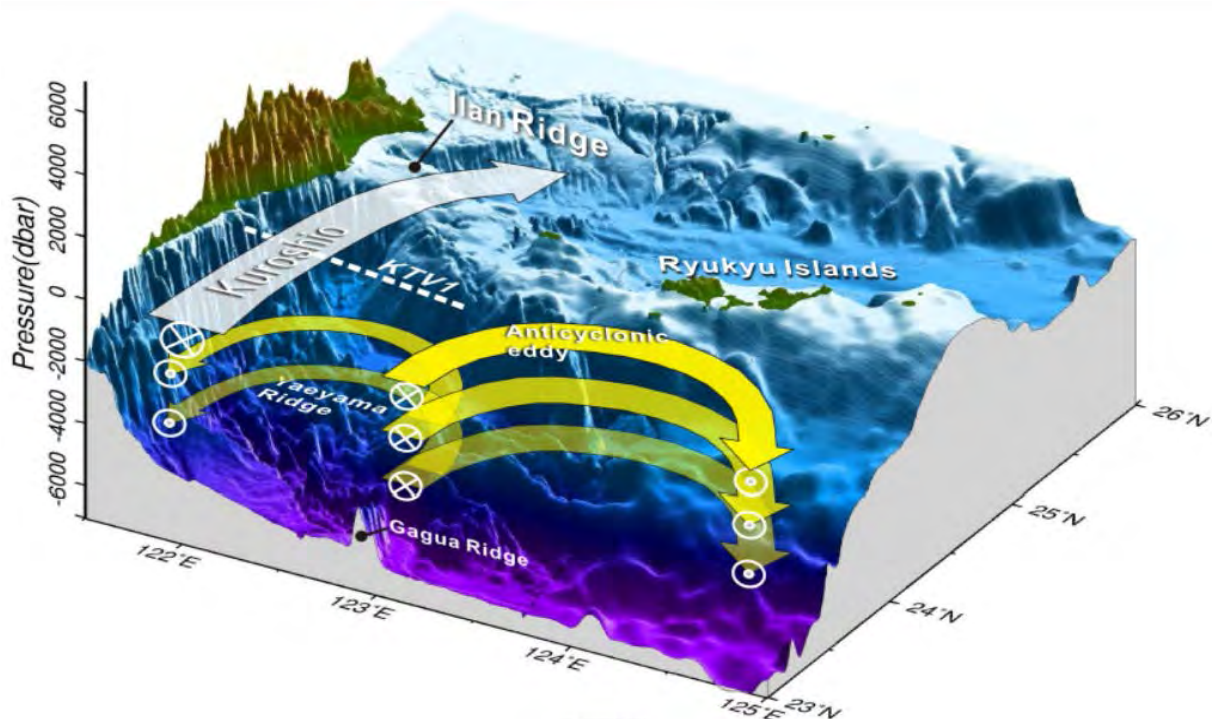


圖 4-4-18 反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流，本圖取自 Andres et al. (2017)。

中尺度渦旋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4-4-19顯示臺灣西南外海可能有一渦旋存在，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旋影響，且變化快速。例如，圖4-4-20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。

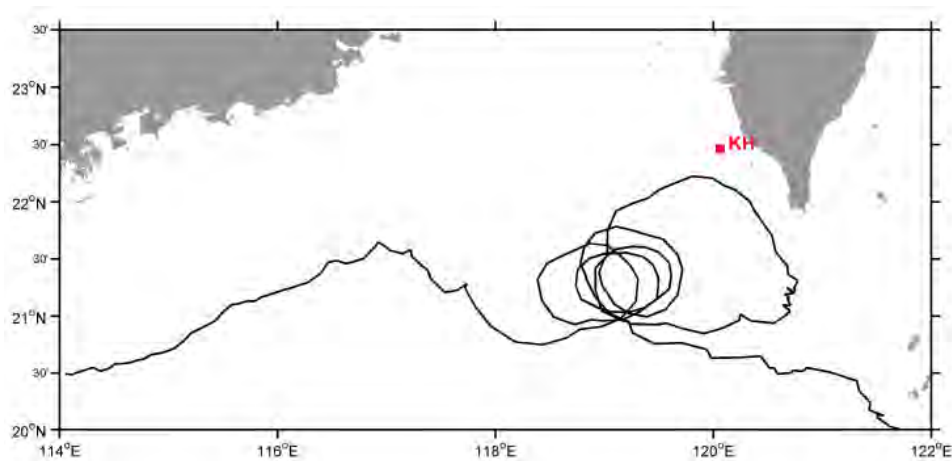


圖 4-4-19 漂流浮標軌跡顯示渦旋通過臺灣西南海域

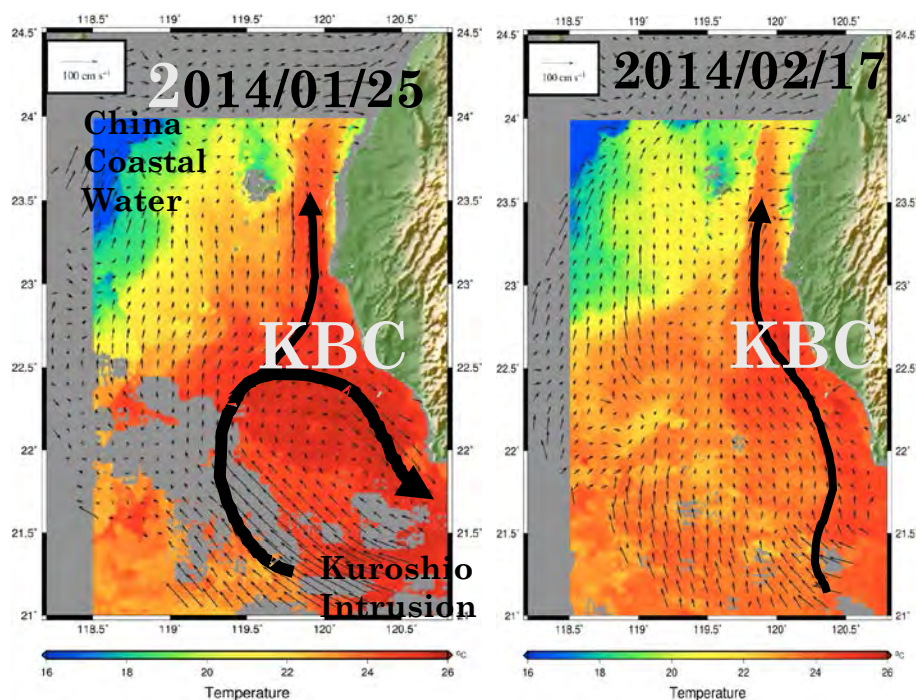


圖 4-4-20 臺灣西南海域水溫與洋流快速變化

除了中尺度的渦旋變化會影響當地水文結構變化外，次中尺度(submesoscale)運動亦會影響水文變化。次中尺度現象的特性包括：(1) 產生顯著的垂直運動，造成溫、鹽、化學物質、營養鹽等海水性質的垂直通量(Thomas et al., 2008; Johnston et al., 2009)，(2) 具有強大的散度場及渦旋度場，通常是數倍的行星渦度 f (Mahadevan and Tandon, 2006; Thomas et al., 2008)，(3) 在大部分的數值模式中難以模擬(Jacobs et al., 2014)。其中，第一個特性代表，在次中尺度現象出現的地方，通常有顯著的等密度面抬升、下沉或者外露(outcrop)，對生物環境而言，有機會將營養鹽輸送到光照充足的表層，影響浮游動植物生長，這樣的例子在全球不勝枚舉，圖4-4-21為挪威北部巴倫支海(Barents Sea)，次中尺度造成之藻華現象，該區位於多個洋流系統交匯，其結構相當複雜，包含流絲(filament)及次中尺度渦旋等，在一般大洋中，中尺度渦旋，於將營養鹽抽升到有光層的過程中扮演重要角色，若無中尺度渦旋的存在，大洋中多半是貧脊的海域(McGillicuddy et al., 1998)，近年研究卻發現，在大洋中，光是中尺度渦旋的營養鹽抽升(pumping)通量並不足以維持住目前已知(觀測到)的大洋生產力(Oschlies, 2002; Martin and Pondaven, 2003)，多個研究顯示，這樣的抽升，其實在大洋中水平密度鋒面(horizontal density front)區域，更為顯著，這樣的鋒面在大洋中很常見，例如，中尺度渦旋彼此的交界面、多洋流系統會流區，西方邊界流交界(D'Asaro et al., 2011)等等，而這些鋒面正是次中尺度最常發生的地點，粗略估計，次中尺度運動造成的湧升流強度約 $O(10^{-3} \text{ m/s})$ ，相當於每天100公尺(Mahadevan and Tandon, 2006)，較中尺次運動大一個order。當然，中尺度運動影響範圍較廣。第二個特性，代表較大的流場空間變化率，流場的相對渦旋度常大於行星渦度，此代表動力方程式中，非線性項(傳導效應)扮演重要角色，典型效應例如，艾克曼效不應只僅考慮行星渦度造成的側向傳輸量，應考慮相對渦度加上行星渦度造成之側向

傳輸量，此即為非線性艾克曼效應 (Nonlinear Ekman Effect)。在較為極端的情況下，也就是相對渦度遠大於行星渦度時，行星渦度在動力過程中可以忽略。第三個特性是由於，次中尺度運動之時空尺度通常小於一般大洋循環模式所設定的時空尺度（網格），故次中尺度運動亦被數值模式海洋學家稱為次網格持度 (sub-grid scale)，所以全球模式中（網格通常大於10公里以上）無法反映此一現象，故此現象所衍生的垂直抽升、能量消算等無法存在於模式中，其對模式中渦旋摩擦的貢獻，自然無法衡量，成為影響模式準確度的隱憂，退而求其次，可於模式中將其影響參數化，而合理的參數化必須奠基於對此現象產生的原因及其時空變動特性有所了解。

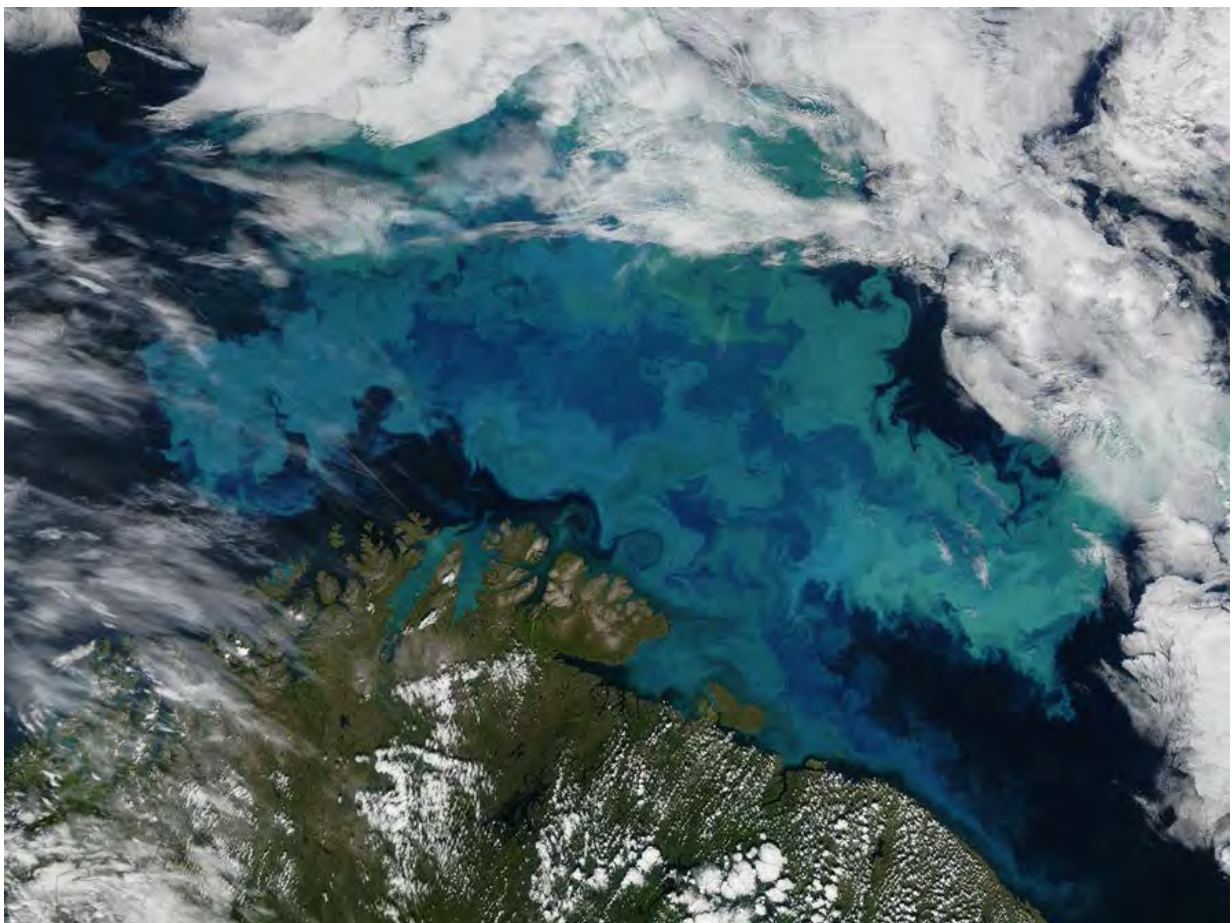


圖4-4-21 挪威北部Barents Sea，次中尺度運動引起的藻華現象 (bloom of phytoplankton)，取自 NASA 的 EARTH OBSERVATORY 網站 <https://earthobservatory.nasa.gov/>

由於臺灣東岸外海的渦漩與黑潮鋒面理存在顯著的次中尺度現象，圖4-4-22為Jacobs et al. (2014)的模式中單天混和層深度，由於鋒生(Frontogenesis)造成垂直運動，使得混和層深度會有顯著變化，圖中可見多個位置存在流絲，寬度大約10-20公里，長可達數百公里，例如沿著緯度21度30分，橫跨區間125-128°E的流絲，此為該文特別分析的現象，而鄰近臺灣東岸，位於23-25°N的區域，也可發現疑似氣旋式渦漩所造成的流絲，甚至在黑潮流域邊緣，皆有流絲結構，此外，臺灣西南海域、呂宋海峽及呂宋海峽以東的菲律賓海，都有明顯的流絲結構。故此模式初步證實臺灣東周邊海域確為次中尺度運動盛行的海域，且與渦漩及黑潮有關，值得未來進一步關注。

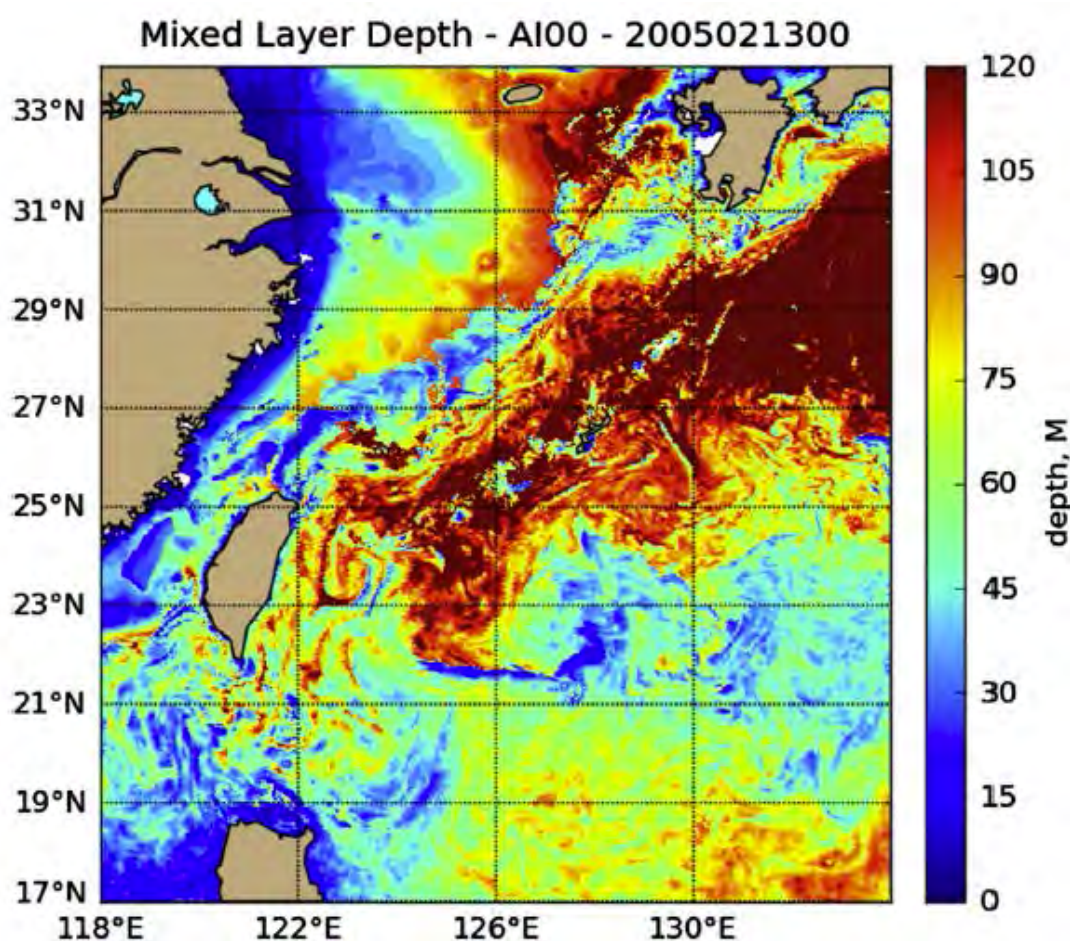


圖4-4-22 模式預報西太平洋海域2005年2月13日混和層深度
(取自Jacobs et al., 2014)

海洋中公分等級的不規則、隨機的紊流現象遍及全球海域，對離散海洋物質、傳輸動量、熱量以及溶質等，其效力遠大於分子擴散作用。水團藉由紊流混和的過程往往伴隨熱與能量的交換，因而改變中、小尺度水團的特性，進而影響全球溫鹽環流與大氣現象，而海洋中的生物、地質及化學性質無不受其影響。

強勁的黑潮於遭遇如海底山、海檻、海岬及島嶼等急遽變化地貌後，經常衍生出多樣的三維海洋小尺度及細尺度運動。水團層疊(interleaving)亦屬次中尺度海洋現象，也經常存在黑潮鋒面區或渦漩跟周遭海水接觸的區域，而這些自然界現象都會影響當地的水文結構與變化。

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、中尺度渦漩、次中尺度運動、以及當地的複雜地形影響，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周遭海域之結果，佐以衛星觀測資料、歷史水文資料、及本案的觀測資料等，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4-4-23為HYCOM模式分別是2018（民國107）年1月到12月期間，於每月1日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流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。9月1日開始的漂流軌，大亞灣與陸豐核電廠外海的漂流軌跡一開始時是往東北漂，之後受東北季風的影響，轉為向西南漂，呈現迴轉的軌跡。10月之後的漂流軌跡，均是受到東北季風影響，均呈現一路向西南的漂流軌跡。

圖4-4-24為HYCOM模式分別是2019（民國108）年1月到10月期間，於六個核電廠外海的六個點開始漂流30天的軌跡。其漂流軌跡受季風的影響，大至與2018年的結果類似。但是，也受一些中尺度運動影響，漂流軌跡有所一些不一樣。例如，2019（民國108）年6月1日開始的漂流軌跡圖，顯示廣東外海開始的漂流軌跡有機會漂至澎湖附近海域。

檢視2019（民國108）年8月8日開始的漂流軌跡圖（圖4-4-25a）顯示大亞灣與陸豐核電廠外海的漂流軌跡會漂流至澎湖水道後，一路北上至臺灣北部外海。檢是AVISO衛星觀測2019（民國108）年8月16日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分布圖（圖4-4-25b）與海表面溫度圖（圖4-4-25c），發現廣東、福建外海有一順時鐘旋轉、中心溫度較低的低壓環流，於是源自此海域的漂流軌跡就有可能受此中尺度運動的影響，先是一路往東漂流至澎湖水道，然後在轉為向北漂流至臺灣北部海域。

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，透過一些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。

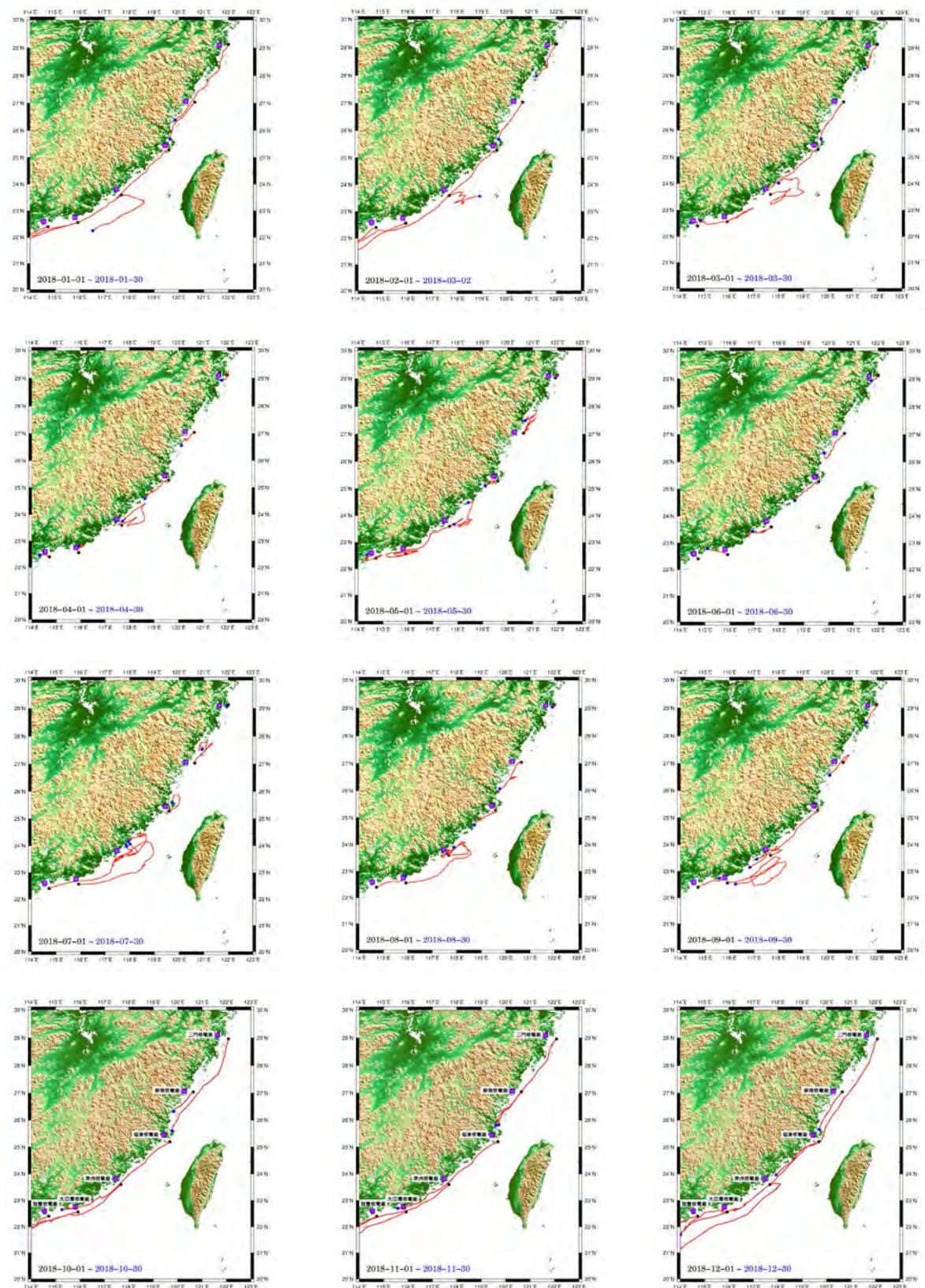


圖 4-4-23 HYCOM 模式於 2018 (民國 107) 年 1 月到 12 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡。

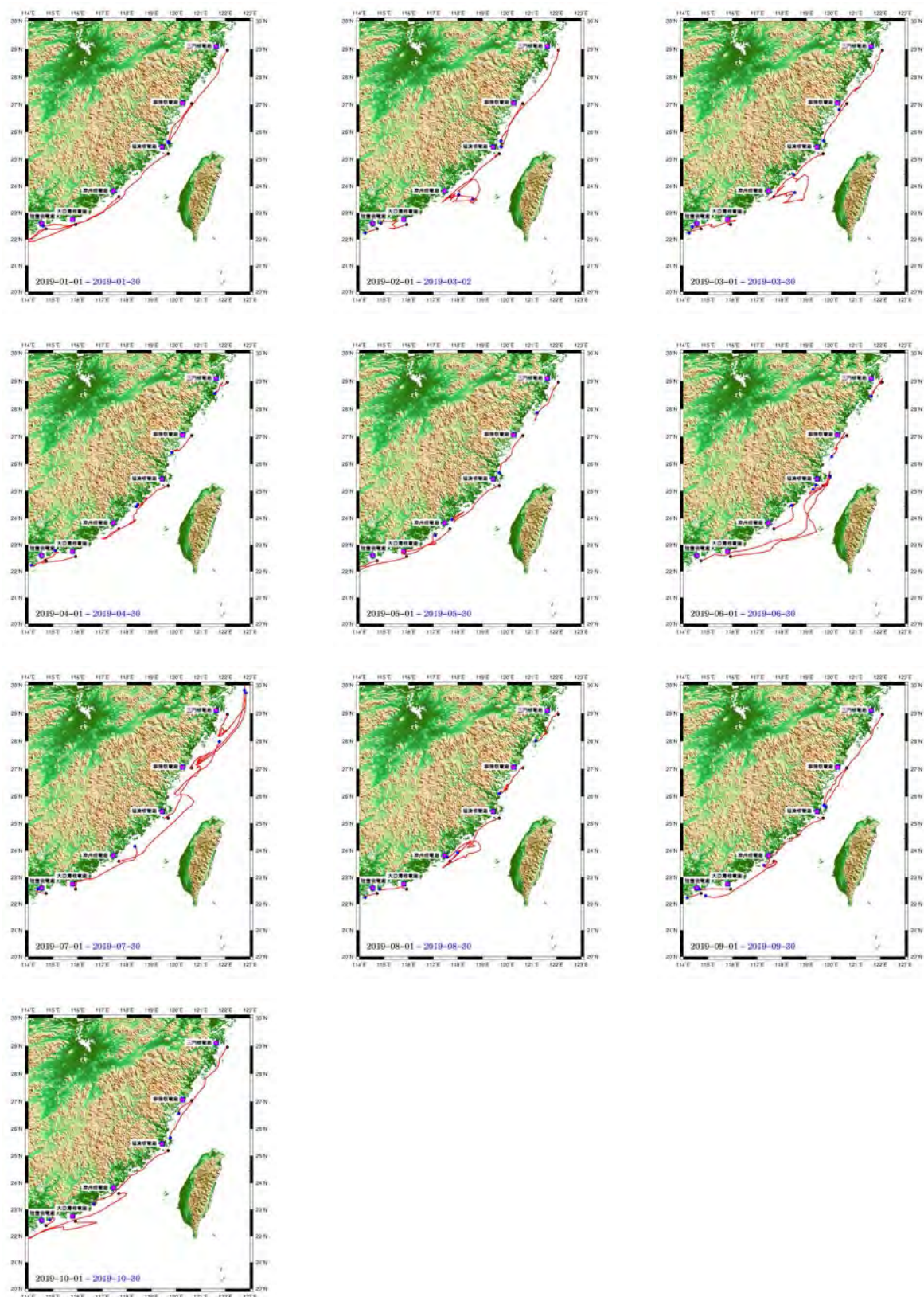


圖 4-4-24 HYCOM 模式於 2019 (民國 108) 年 1 月到 10 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡。

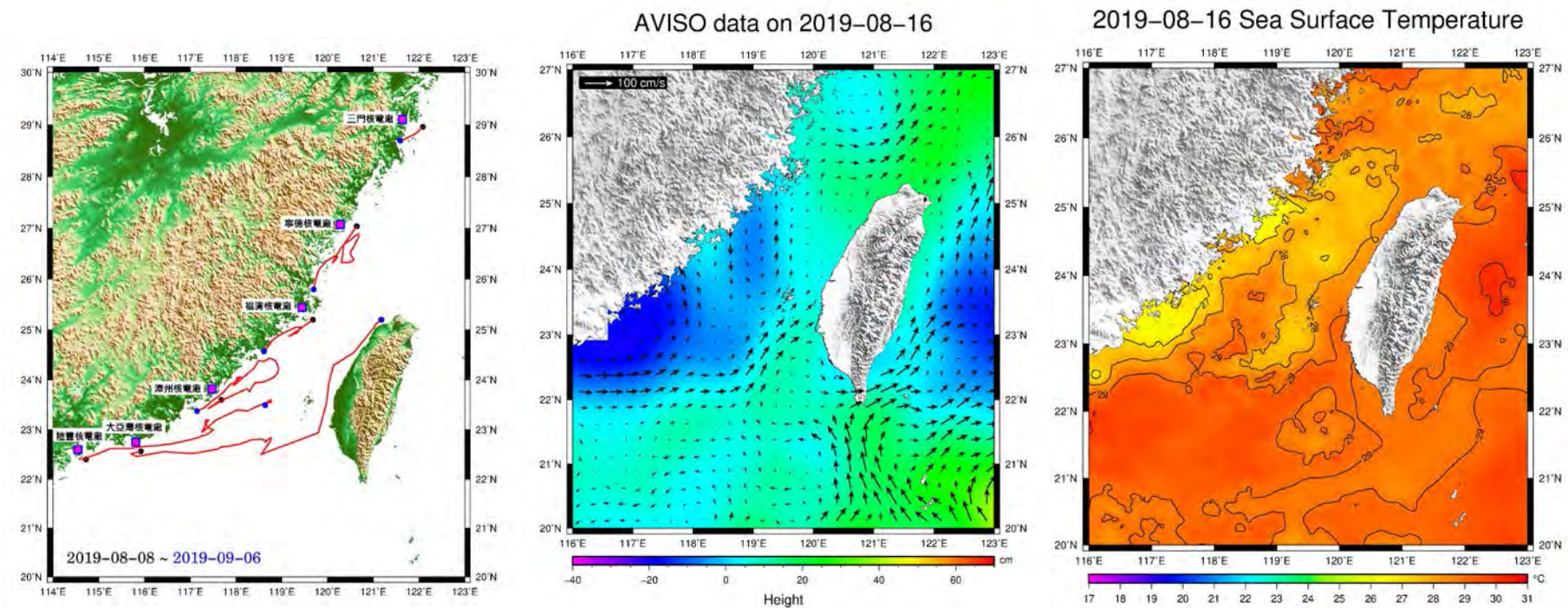


圖 4-4-25 (a)右圖：HYCOM 模式於 2019 (民國 108) 年 8 月 8 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠外海的六個點開始漂流 30 天的軌跡。(b)中圖：AVISO 衛星觀測 2019 (民國 108) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分布圖。(c)左圖：2019 (民國 108) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海表面溫度分布圖。

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 18.04 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、海洋水色衛星影像、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data (AVISO)海面高度與地轉流、HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)模式模擬海流、HYCOM 模式漂流軌跡、觀測資料查詢、相關網站等選項。而該網頁固定網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。

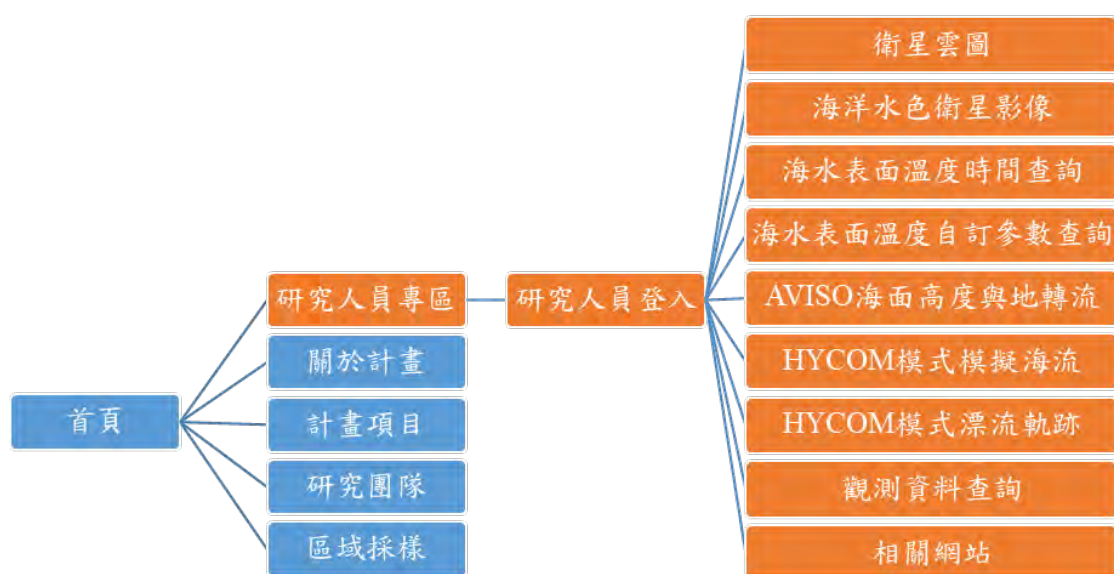


圖 4-5-1 網頁架構

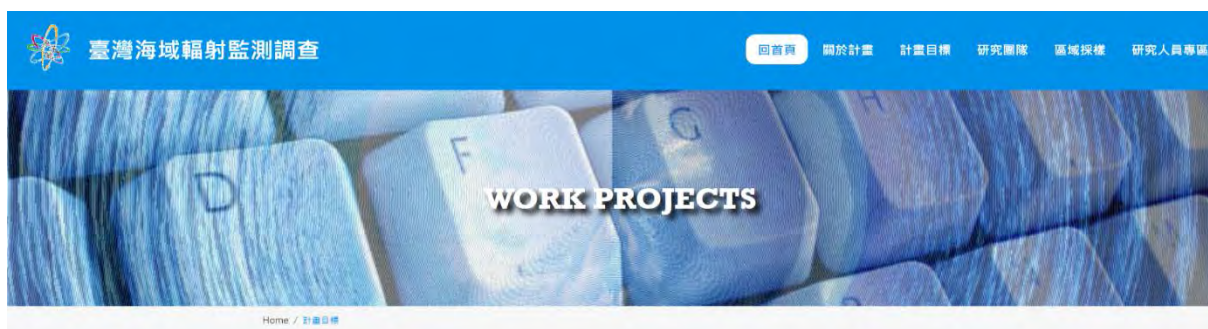
在首頁部分介紹了計畫目的、期程、與預期效益等，頁面樣式如圖 4-5-2；而前台介面的關於計畫中，說明整個計畫之緣起，頁面樣式如圖 4-5-3；計畫項目中列舉本計畫中幾項主要的工作項目，頁面樣式如圖 4-5-4；研究團隊中列出本計畫主要的執行教授群，頁面樣式如圖 4-5-5；最後的區域採樣中，則是列出在此計畫中預計採樣與監測之海域範圍，頁面樣式如圖 4-5-6。



圖 4-5-2 網頁首頁



圖 4-5-3 關於計畫頁面



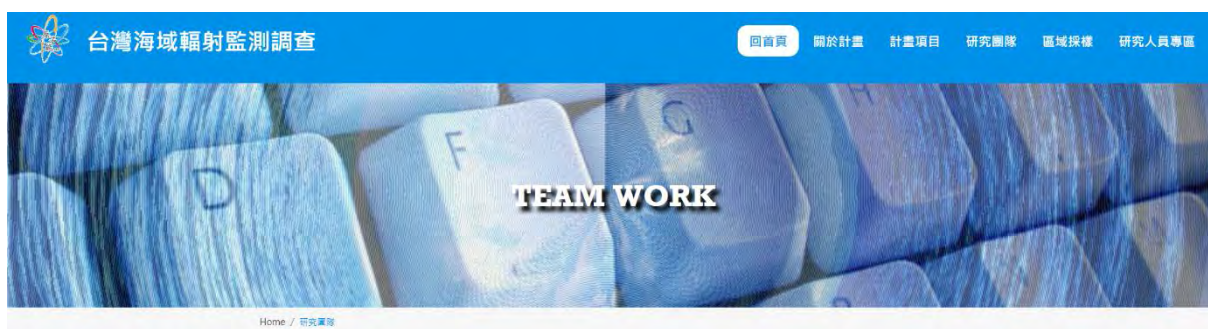
計畫目標

依本會政策，滾動式規劃台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫，以期未來能建立台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台灣海域影響的參考依據。

研究方向

- 收集國內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，藉以洋流、氣候、季節等資訊，以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災事故之放射性核種擴流至台灣海域之可能情形。
- 綜合採樣結果、歷史溫鹽資料、歷史漁獲分布資料及歷史模式海流資料，並考慮實際採樣之人力物力能力，檢討長期監測之採樣點。

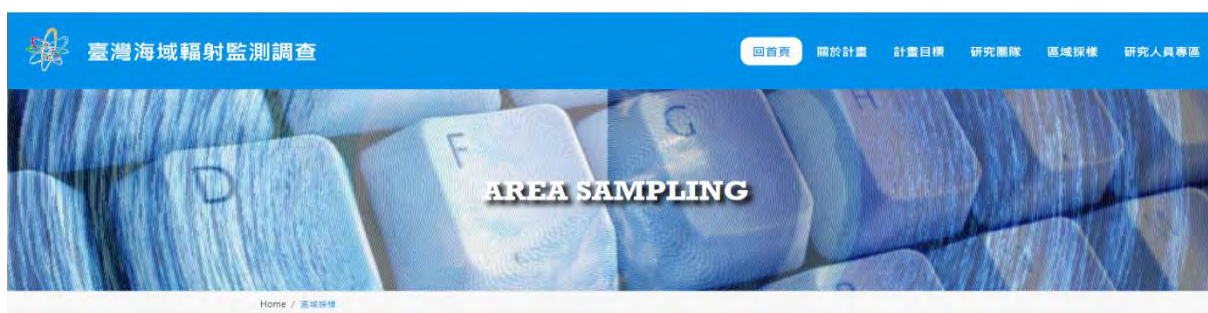
圖 4-5-4 計畫項目頁面



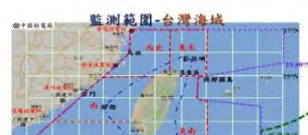
研究團隊

- | | | |
|--|---|---|
| <p>⑤ 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、品質管控及報告撰寫等
工作。</p> | <p>④ 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。</p> | <p>③ 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。</p> |
|--|---|---|

圖 4-5-5 研究團隊頁面



取樣範圍



監測範圍將鄰近海域劃分為西北(大體上定為 25°N 以北，121°30' E 以西，27°N 以南)、西側(大體上定為臺灣西部 23°N 以北，25°N 以南之海域)、西南(大體上定為 120°45' E 以西，23°N 以南，116°E 以東，20°N 以北)、東南(大體上定為 120°45' E 以東，25°N 以南，20°N 以北，123°E 以西)、及東北(大體上定為 121°30' E 以東，25°N 以北，27°N 以南，123°E 以西)

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、海洋水色衛星影響、海水表面溫度、AVISO 海面高度與地轉流、HYCOM 模式模擬海流、HYCOM 模式漂流軌跡皆已完成自動化處理流程建置，資料皆會每日自動更新。在觀測資料查詢部分，皆以季為單位上傳更新。另外也提供了相關網站供使用者方便搜尋其他相關資訊。

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。

海洋水色衛星影像部分，提供兩種圖型種類，分別是 Aqua 與 Terra 衛星所酬載的中解析度成像分光輻射計(Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS)所拍攝的 250 公尺解析的海洋水色影像，以及 Suomi National Polar-Orbiting Partnership (SNPP)衛星所酬載的可見光紅外線成像輻射儀(Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, VIIRS)所拍攝的 375 公尺解析的海洋水色影像。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。由於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。資料庫中的海洋水色衛星資料是選擇真實色彩的影像，其時間解析為一天一筆。

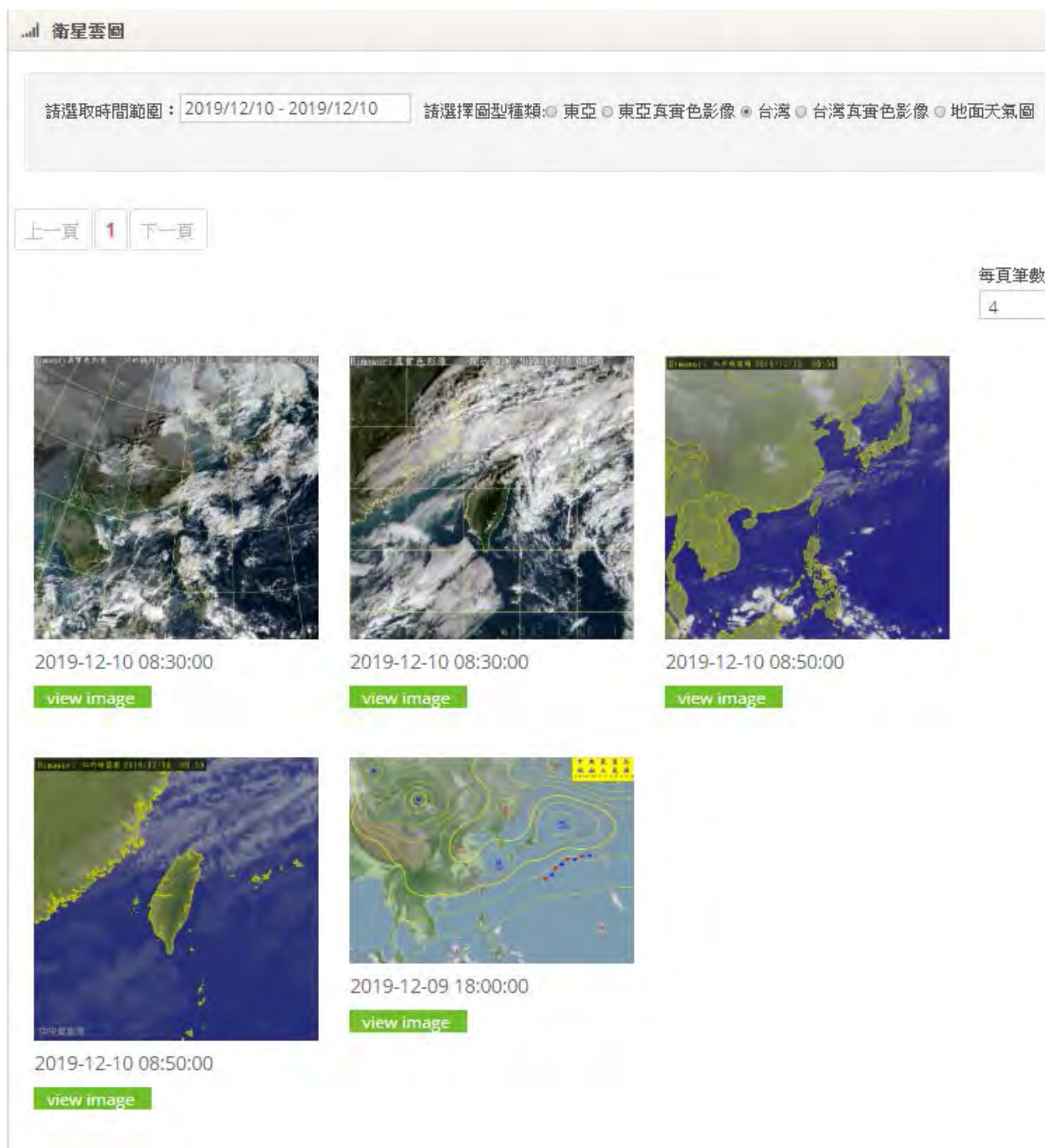


圖 4-5-7 衛星雲圖搜尋頁面

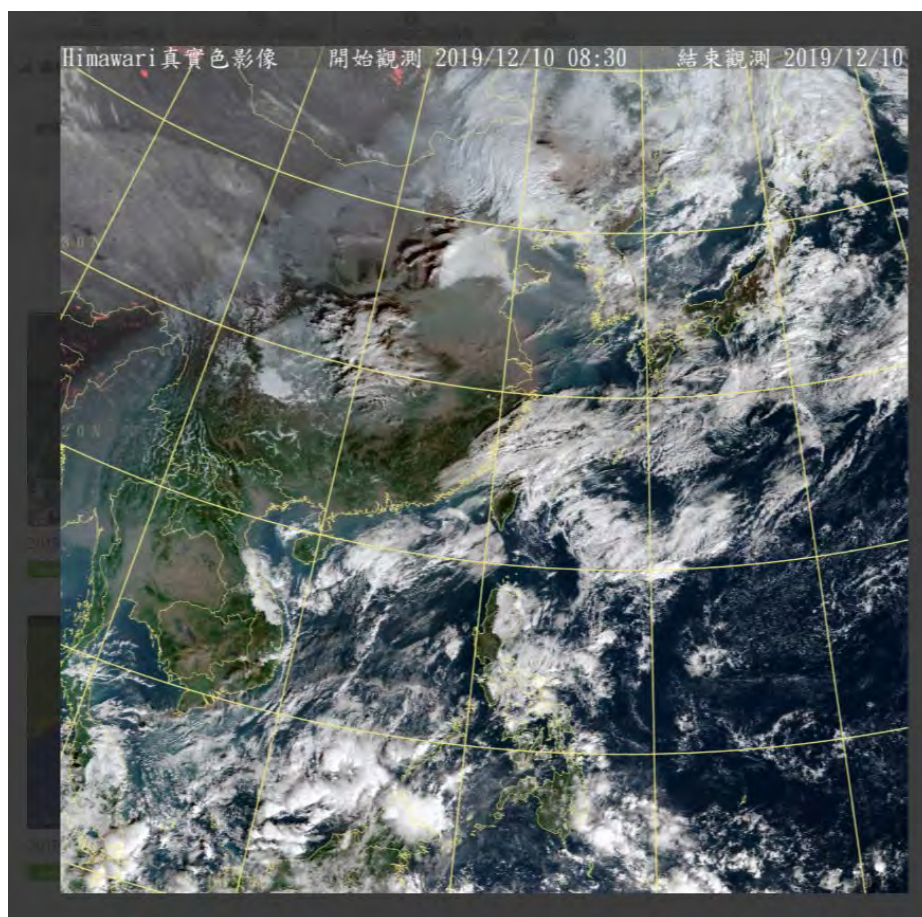


圖 4-5-8 衛星雲圖放大頁面

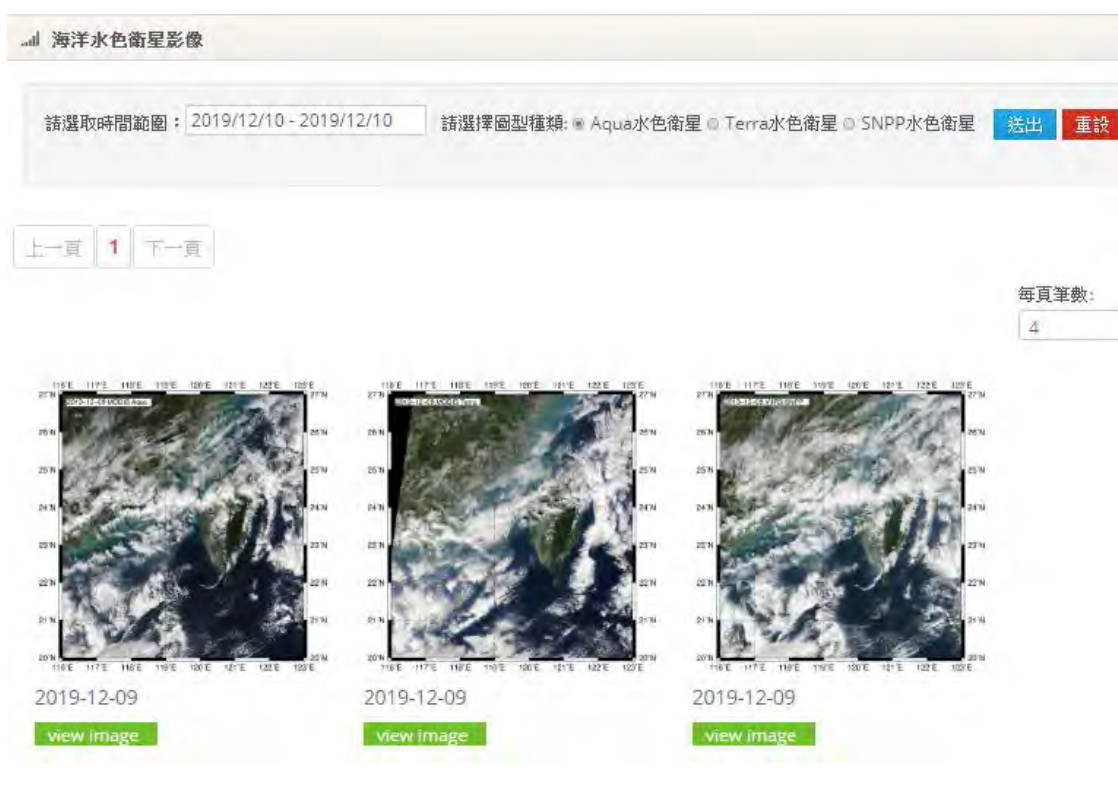


圖 4-5-9 海洋水色衛星影像搜尋頁面

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 (GHR SST) 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。

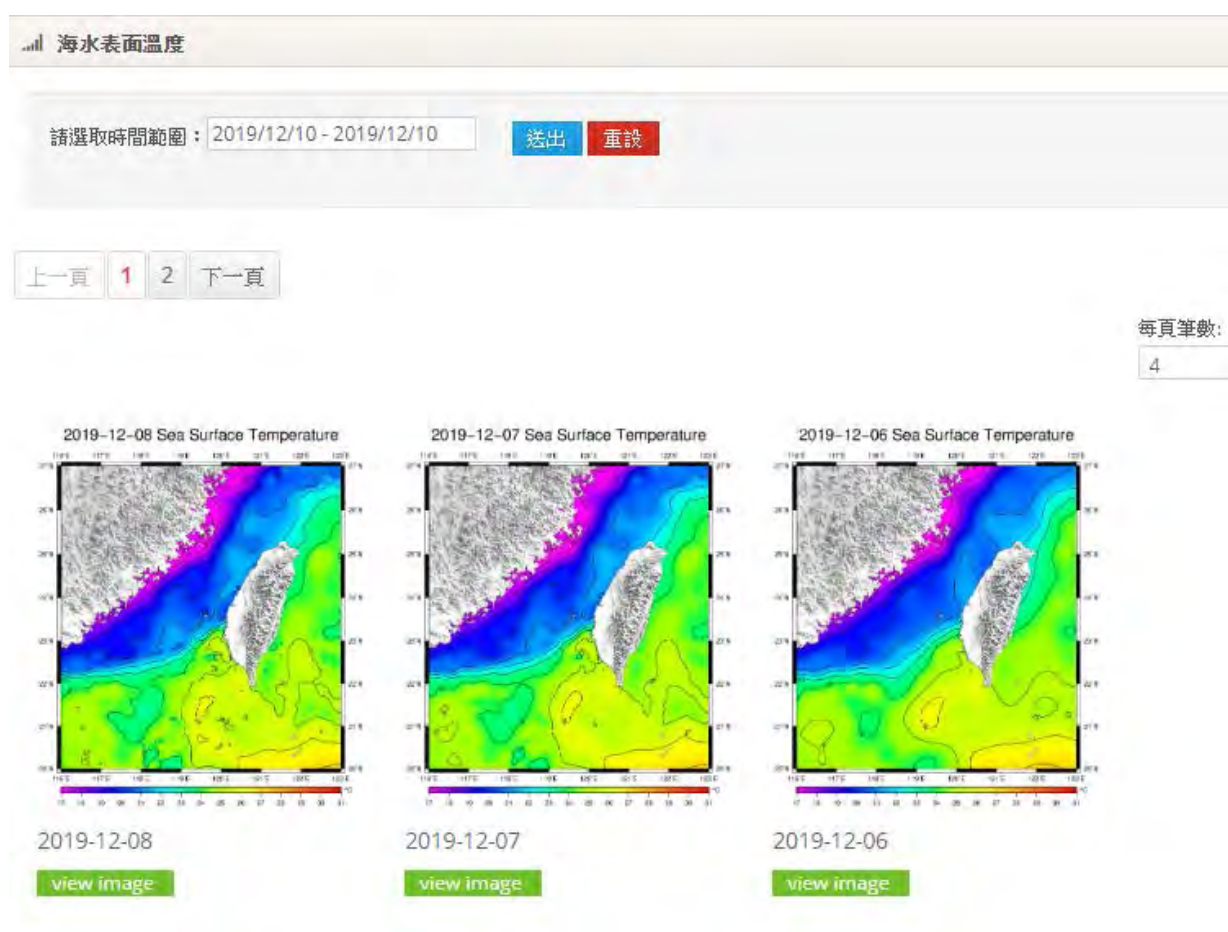


圖 4-5-10 海水表面溫度搜尋頁面

海水表面溫度

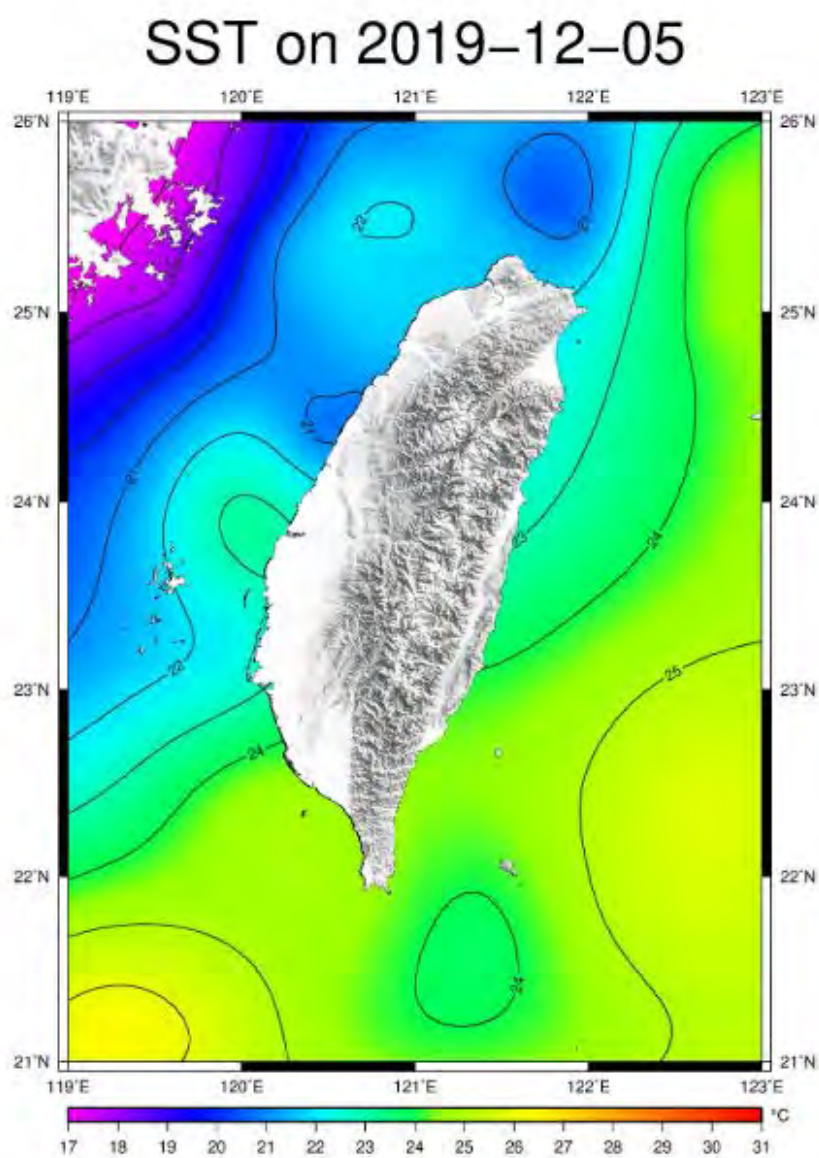
請選擇時間範圍：2019-12-05

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



4-5-12 海水表面溫度自訂參數輸出圖片

而海面高度與地轉流部分，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，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 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。

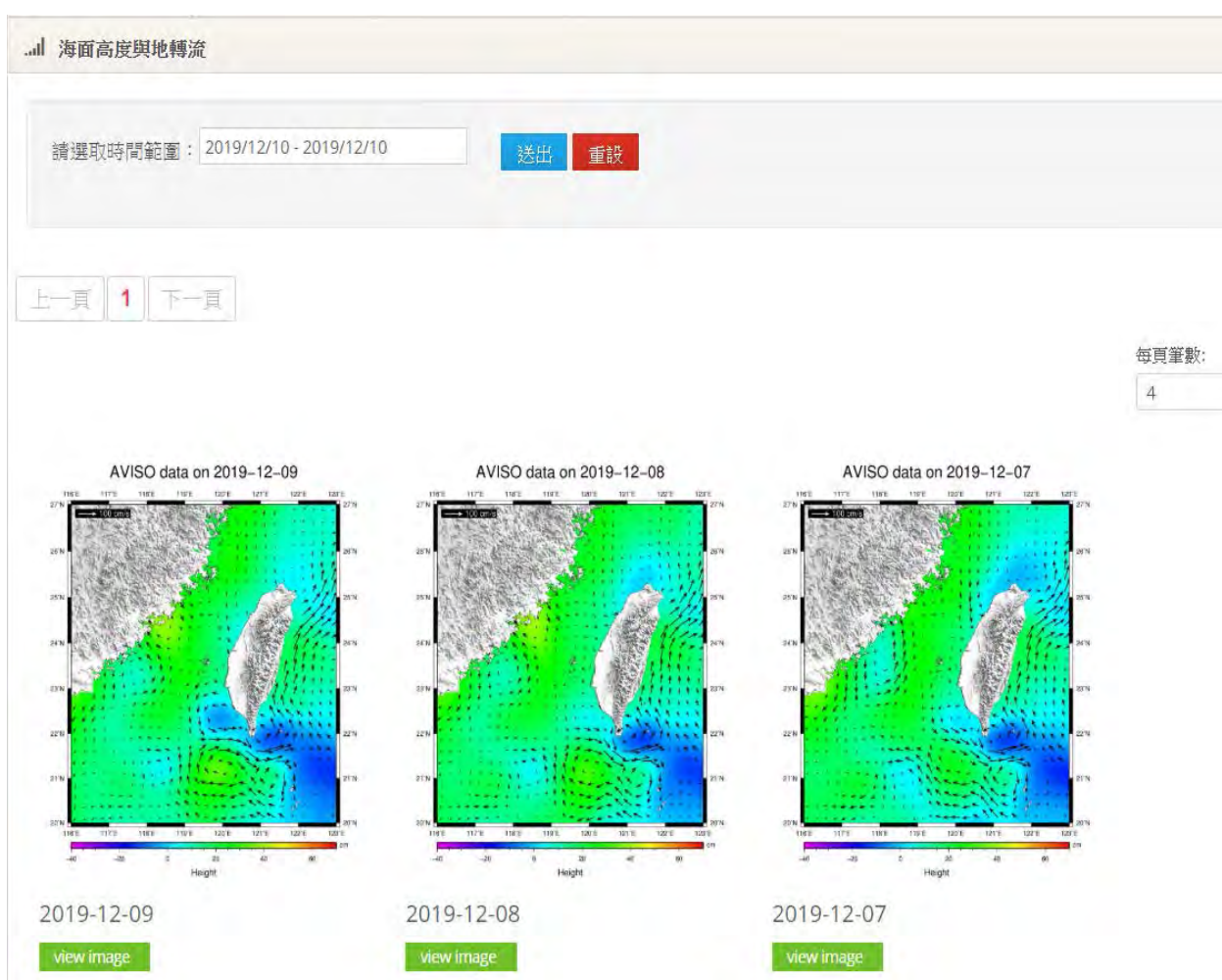


圖 4-5-13 海面高度與地轉流頁面

而 HYCOM 模式模擬資料部分，在進入圖 4-5-14 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。

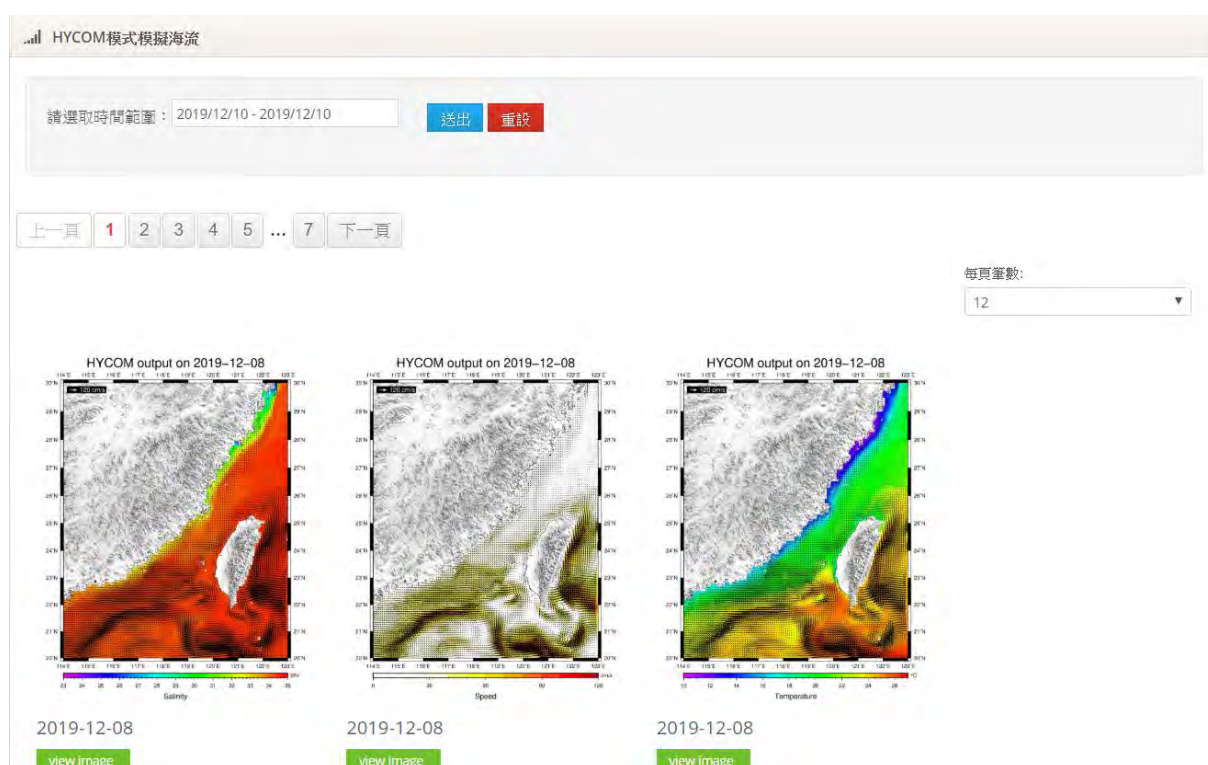


圖 4-5-14 HYCOM 模式資料搜尋頁面

而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡部分，可在進入圖 4-5-15 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，圖中方形圖示為核電廠所在位置，由北而南分別為三門核電廠、寧德核電廠、福清核電廠、漳州核電廠、大亞灣核電廠、陸豐核電廠。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 4-5-16)。

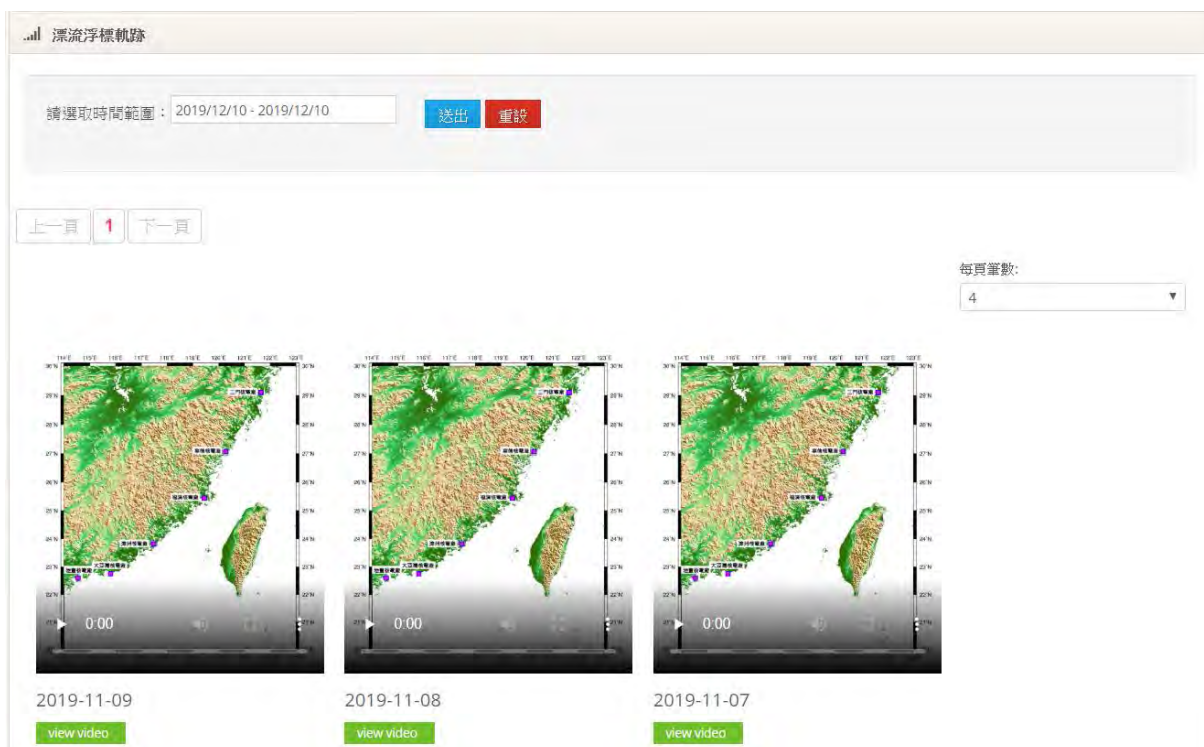


圖 4-5-15 HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面

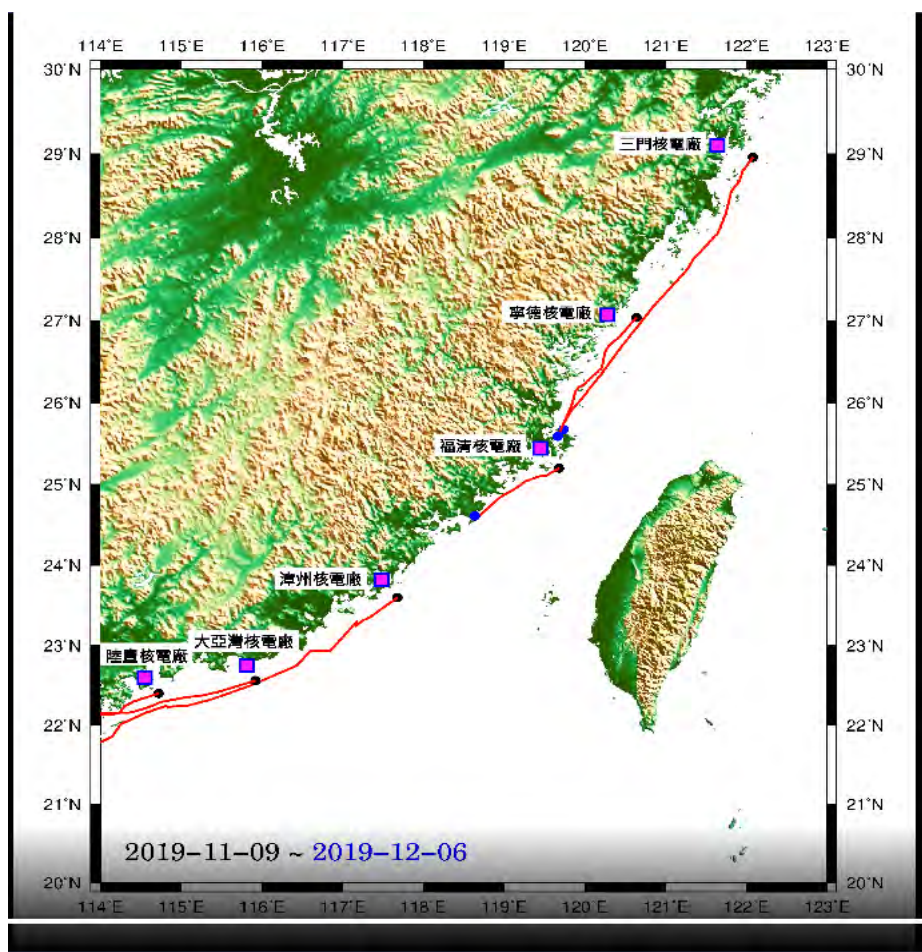


圖 4-5-16 HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫放大頁面。

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、海域採樣查詢與銫-137地圖展示，可透過圖 4-5-17 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 4-5-18 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 4-5-19 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 4-5-20）

而在選擇銫-137地圖展示後會進入圖 4-5-21 的頁面，頁面可以平移、放大或縮小，以便搜尋使用者在意之區域，而圖上各點的顏色代表銫-137的活度大小，點擊各點還會顯示採樣類型、採樣時間與銫-137的活度。

觀測資料						
能譜分析查詢 海域採樣查詢 銫-137地圖展示						
請選取能譜分析種類： 離岸海水 送出 重設						
離岸海水加馬能譜分析結果						
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

圖 4-5-17 觀測資料查詢搜尋頁面

觀測資料

能譜分析查詢 海域採樣查詢 銻-137地圖展示

請選擇能譜分析種類：

離岸海水
離岸海水
沿岸地區海水
沿岸地區海產物
沿岸地區河沙

送出 重設

離岸海水加馬能譜分析結果

日期	經度	緯度	水下深度	銻134	銻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

圖 4-5-18 觀測資料之能譜分析查詢頁面

觀測資料

能譜分析查詢 海域採樣查詢 銻-137地圖展示

請選擇採樣種類：☒ 海水採樣 ☐ 沉積物採樣 ☐ 生物採樣

請選擇地區：

西北區
西北區
西南區
西側區
東北區
東南區
不分區

送出 重設

海域採樣分析

偵測中心編號	試樣編號	取樣日期	時間	分區	緯度 (N)	經度 (E)	離岸距離 (KM)	採集單位	採集數據
E1108-128501	E1108-128501	2019-01-07	—	西區	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0	輻射偵測中心	瀏覽
E1108-128901	E1108-128901	2019-01-08	—	西區	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0	輻射偵測中心	瀏覽
E1108-126901	E1108-126901	2019-01-09	—	西區	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0	輻射偵測中心	瀏覽
E1108-138801	E1108-138801	2019-01-08	—	西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0	輻射偵測中心	瀏覽
E1108-127301	E1108-127301	2019-01-15	—	東南區	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0	輻射偵測中心	瀏覽
E1108-129301	E1108-129301	2019-01-15	—	東南區	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0	輻射偵測中心	瀏覽

圖 4-5-19 觀測資料之海域採集查詢頁面

銻-134 MDA 0.5

銩-137 MDA 0.7

取樣體積(輻射物質)

40

採水深度

100

海水温度

海水鹽度

天氣

雨

TA ($\mu\text{mol/L}$)TA($\mu\text{mol/Kg}$)

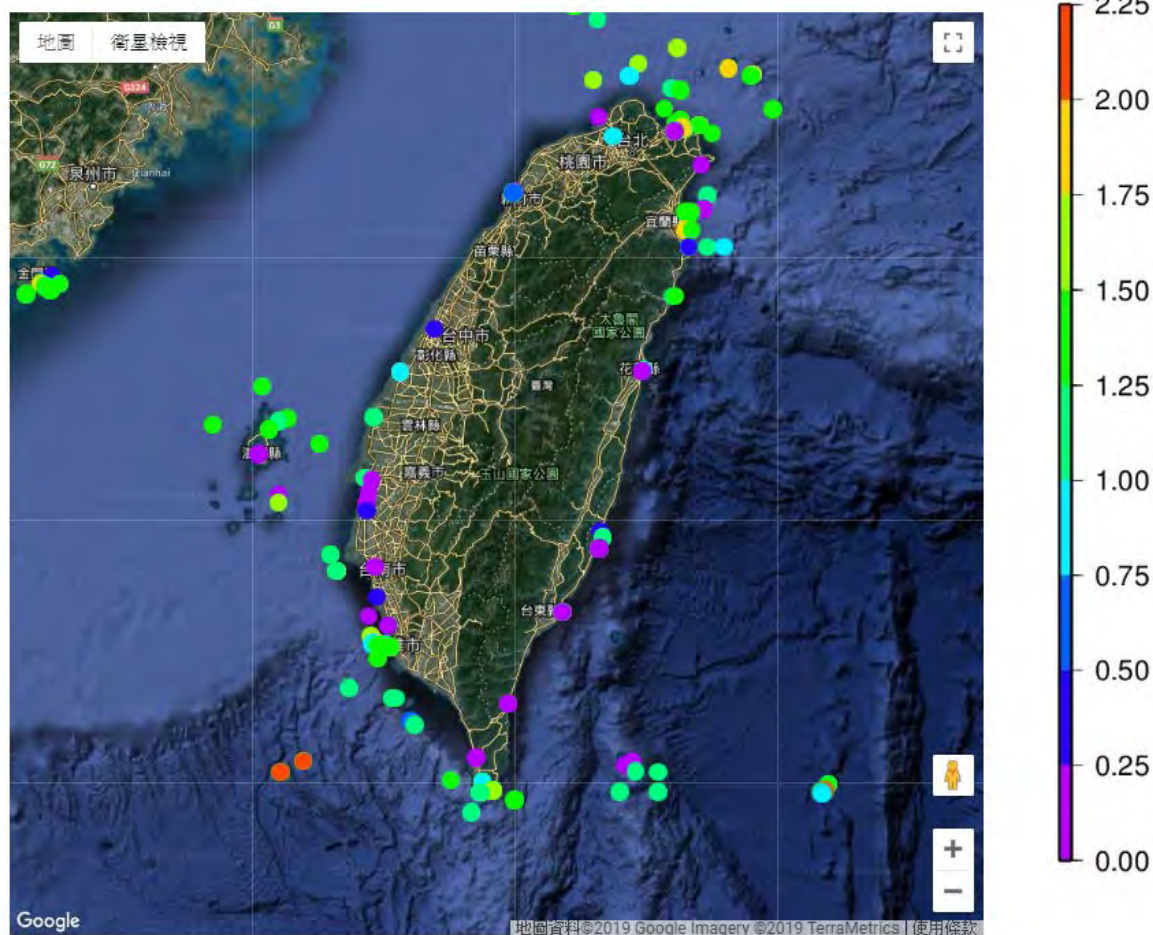
pH

● 銻-137展示地圖

能語分析查詢

海域採樣查詢

絕-137地圖展示



118

六、工作討論會

擬討論

1. 建置資料庫並以網頁形式展示，並呈現臺灣海域輻射現況；網頁之網域名稱為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw> (IP: 140.117.94.117)。
2. 臺灣海域未來中長程 (109~111 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。
3. 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。
4. 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。
5. 緣於海水採樣所需之研究船船期及經費，海水採樣中之沿、近岸海水採樣及海生物採樣均需委託跨部會單位或漁協單位助採樣；除無法即時取得海水之水溫、鹽度、溶氧、營養鹽、流速…等數據，不利於判斷海水之來源外，亦無法對海生物與海流之關聯提出周詳解釋。更無法積極追蹤人工放射性核種之來源。
6. 預期效益：
 - (1) 可提供臺灣附近海域海水、沉積物、沉積物柱狀岩心及海洋生物所含人工核種之背景資料及長期趨勢，當有異常值時可協助判斷其來源、沉積量及污染歷史；可協助原能會掌握所需之海洋知識，有助於推動原子能之使用，及減輕民眾之疑慮。
 - (2) 增加國人對臺灣附近海流之瞭解，並在萬一測得非核彈試爆產生之人工核種時，協助判斷來源及污染歷史（由黑潮輸運到臺灣附近海域，或者由珠江沖淡水輸送至臺灣西南部海域，或者由閩浙沿岸流輸送至臺灣西北部及西部海域）。

伍、参考文献

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（2017 年 3 月）。

平成 29 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 30 年 3 月（2018 年 3 月）。

平成 30 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 31 年 3 月（2019 年 3 月）。

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).

Buesseler, K., 2012. Fishing for Answers off Fukushima. *Science*, 338, 480-482.

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).

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. *Dee-Sea Res. I*, 1-15 (2018).

Chen, C.T.A.*. Downwelling then upwelling again of the upwelled Kuroshio water in the southern East China Sea. *Journal of Geophysical Research*, 116, C07003, doi:10.1029/2011JC007030 (2011).

- Chen, C.T.A.* (Chen, TA) and S.L. Wang. A salinity front in the southern East China Sea separating the Chinese coastal and Taiwan Strait waters from Kuroshio waters. *Continental Shelf Research*, 26, 1636-1653, doi:10.1016/j.csr.2006.05.003 (2006).
- 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).
- 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).
- 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).
- D'Asaro, E., C. Lee, L. Rainville, R. Harcourt, and L. Thomas. Enhanced turbulence and energy dissipation at ocean fronts. *Science*, 332(6027), 318 (2011).
- 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).
- Huh, C.A., Hsu, S.C., Lin, C.Y. Fukushima-derived fission nuclides monitored around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 319-320, 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.12.004> (2012).
- Huh, C.-A., C.-Y. Lin and S.-C. Hsu. Regional dispersal of Fukushima-derived fission nuclides by East Asia monsoon: A synthesis and review. *Aerosol Air Qual Res.*, 13(2), 537-544 (2013).

- 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).
- Jacobs, G. A., J. G. Richman, J. D. Doyle, P. L. Spence, B. P. Bartels, C. N. Barron, R. W. Helber, F. L. Bub. Simulating conditional deterministic predictability within ocean frontogenesis. *Ocean Modell.*, 78, 1-16 (2014).
- 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).
- 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).
- 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).
- Johnston, T. M. S., O. M. Cheriton, J. T. Penington, and F. P. Chavez. Thin phytoplankton layer formation at eddies, filaments, and fronts in a coastal upwelling zone. *Deep Sea Res.*, 56, 246–259 (2009).
- Kumamoto, Y., M. Yamada, M. Aoyama, Y. Hamajima, H. Kaeriyama, H. Nagai, T. Yamagata, A. Murata and Y. Masumoto. Radiocesium in North Pacific coastal and offshore areas of Japan within several months after the Fukushima accident. , *J. Environ. Radioactiv.*, 198, 79-88 (2019).

- 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).
- 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).
- Mahadevan, A., and A. Tandon. Analysis of mechanisms for submesoscale vertical motion at ocean fronts. *Ocean Modell.*, 14, 241–256 (2006).
- Martin, A.P., Pondaven, P. On estimates for the vertical nitrate flux due to eddy-pumping. *J. Geophys. Res.* 108 (C11), 3359. doi:10.1029/2003JC001841 (2003).
- McGillicuddy Jr., D.J., Robinson, A.R., Siegel, D.A., Jannasch, H.W., Johnson, R., Dickey, T.D., McNeil, J., Michaels, A.F., Knap, A.H. Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea. *Nature*, 394, 263–266 (1998).
- Oschlies, A. Can eddies make ocean deserts bloom? *Global Biogeochem. Cycles*, 16, 1106. doi:10.1029/2001GB001830 (2002).
- 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. *Sci. Rep.*, volume 5, Article number: 7757 (2015).
- 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. *Sci. Rep.*, volume 8, Article number: 1892 (2018).
- 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).

- Qiu, Y., L. Li, **C.T.A. Chen**, X. G. Guo and C. S. Jing. Currents in the Taiwan Strait as observed by surface drifters. *J. Oceanogr.*, 67 (4), 395-404, doi: 10.1007/s10872-011-0033-4 (2011)
- Tang, T. Y., and Y. J. Yang. Low frequency current variability on the shelf break northeast of Taiwan. *J. Oceanogr.*, 49, 193-210 (1993).
- 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).
- 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).
- Thomas, L.N., Tandon, A., Mahadevan, A. Submesoscale processes and dynamics, ocean modeling in an eddying regime. In: *Geophysical Monograph Series*, vol. 177. American Geophysical Union, Washington, DC. (2008)
- 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).
- 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).
- Zhang, F., J. Wang, J. Wang, D. Liu, Q. Bi, and J. Du. Distribution of ¹³⁷Cs in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea: Sources, budgets and environmental implications. *Sci. Total Environ.*, 672, 1004-1016 (2019).

1

項次	契約工作事項	執行情況
(一)	取樣、分析工作	依契約進度完成。
1.1	海水(取40公升) 每區每2季(分別於春夏季以及秋冬季,以下相同)採2個表層水(0~5m深),計量年度內共採20個表層水; 每區每2季採2個底層水(50~150m深),計量年度內共採20個中層水; 西南、東南及東北區,需各採1個深層水(200m(含))以深海水樣品,計量年度內共採3個深層海水樣品。	A.表層海水採樣:已完成。 B.表層海水採樣:已完成。 C.深層海水採樣:已完成。 (資料更新日:108年11月29日)
1.2	海底沉積物:需於西南、東南及東北區內,各採1個深層水200m(含)以深樣品,樣品乾燥過篩(2mm篩孔)後重量重0.5公斤以上,計量年度內共採3個樣品,必要時(如須知出現沉積層異常)需能精確記錄採樣位置提供海況圖標第一。	沉積物採樣:已完成。 (資料更新日:108年11月29日)
1.3	牡蠣核心:需於西南、東南、西北及東北區內擇區,採集1根沉積物牡蠣核心,計量年度內需採1個牡蠣核心樣品。	牡蠣核心:已完成。 (資料更新日:108年11月29日)
(二)	監測調查方法研究	見期末報告初稿第73~102頁。
(三)	資料庫建置及展示模式	見期末報告初稿第103~116頁。 資料庫已更新至108年11月。
(四)	台灣海域輻射監測調查資料之彙整、統計、綜合評析及結果報告編撰	依契約進度完成。
1.1	得資料報告於期前及期末,須提出台灣海域輻射監測調查方法研究與調查資料之彙整、統計、綜合評析,並彙整報告。	期前:已於108年7月19日提交期前中報告初稿。 期前:已於108年11月15日提交期前中報告初稿。
1.2	本期末研究計畫期中、期末報告交稿後,應於報告中明確敘述請問調查與研究結果。	期前:已於108年12月19日提交期前中報告。 期前:預定108年12月11日提交期前中報告。
1.3	期末報告須包含未來1年之取樣地點、取樣數、頻次等長期追蹤、調查方案建議。	見期末報告初稿第81~82頁。
1.4	108年6月30日前提出第1次期中報告初稿份,並舉辦期中工作檢討會,徵求計畫審查意見後,於檢討會後次日起10日前提提交定稿6份(含圖檔資料交稿)。	108年6月18日已提交期中報告初稿。 108年7月29日已完成期前中工作檢討會。 108年8月23日提交期前中報告初稿。
1.5	108年10月11日前提出「台灣海域中長程(109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿6份及相關資料交稿後,並於期前工作檢討會討論,於檢討會後次日起10日前提提交定稿6份及相關資料交稿。	108年10月29日已提交期前中報告。 108年12月5日提交期前中報告。 108年12月11日提交期前中報告。
1.6	108年11月20日前提出期前報告初稿10份,並舉辦期前工作檢討會,徵求計畫審查意見後,於檢討會後次日起10日前提提交定稿6份(含圖檔資料交稿)。	108年11月15日已提交期前中報告初稿。 108年12月05日舉辦期前中工作檢討會。 108年12月11日提交期前中報告初稿。
1.7	108年12月30日前參加國內外研討會並發表論文至少1篇。	108年11月15日,已出席「2019臺灣地球科學聯合學術研討會」並發表論文。 108年11月16日,已出席於核能研究所、召開之「委託研究計畫成果發表會」並提出口頭報告。

姓名 本計畫 職務	服務單位 職 稱	研究專長	在本計畫內擔任之 具體工作	照片
陳鎮東 主持人	國立中山大學 中山講座教授	海洋化學 海水酸化 水化學 全球變遷	規劃、管理及整合本計畫 執行樣品採集 文獻及樣品數據解釋 報告書撰寫	
李明安 共同 主持人	國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學系 教授	衛星海洋學 漁海況學	執行樣品採集 生物樣品數據解釋 報告書撰寫	
唐 森 共同 主持人	國立臺灣大學 海洋研究所 教授兼所長	物理海洋學 海洋動力數值模擬	執行海流與水文資料分析 執行深海樣品採集 報告書撰寫	
楊綱堅 共同 主持人	國立臺灣大學 海洋研究所 副教授	海洋物理學 海洋現場觀測	執行樣品採集 資料庫及網頁建置 [整合由業主提供之資料及本計畫所取得資料(含溫度、沉積物、海洋生物等)] 分析數據，並提供初步上網資訊 報告書撰寫	
黃蔚人 共同 主持人	國立中山大學 海洋科學系 助理教授	海洋化學 碳循環及動力學 海氣交換 近岸生物地球化學 海洋酸化	執行樣品採集及分析 數據解釋 報告書撰寫	

姓名	服務單位 職 稱	在本計畫內擔任之 具體工作	照片	備註
黃信雄	國立中山大學 海洋科學系 研究助理	放射性物種實驗分析、 數據整理		1. 在本計畫支薪 2. 派駐輻射偵測中心
馬英晉	國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學系 研究助理	海生物樣本物種鑑定、 生物學參數彙整暨輻 射活性綜評分析		未在本計畫支薪
田維婷	國立臺灣大學 海洋研究所 研究助理	資料處理 報告書撰寫		未在本計畫支薪
謝佳穎	國立臺灣大學 海洋研究所 研究助理	網頁資料處理 報告書撰寫		未在本計畫支薪
黃貴楨	國立中山大學 海洋科學系 研究助理	協助採集、整理並寄 送樣品，紀錄彙整、 數據整理及繪圖，協 助撰寫及投影片製作		未在本計畫支薪

計畫代碼:	108PW170011	計畫名稱:	行政院原子能委員會附設中心-108年台灣海域輻射背景調查計畫務採購案
主持人:	陳鎮東	單位:	海科系
執行期間:	108/01/01 ~ 108/12/31	委託單位:	原子能委員會
經費科目 分類	年度 預算數(A)	經費支出(B)	比率(%) (B/A)
用人費用	900,000	900,000	100%
業務費	2,918,180	2,852,783	98%
設備費	0	0	0%
研究經費小計	3,818,180	3,752,783	98%
管理費 (校方將於收到末期款後收取)	381,820	0	0%
總計	4,200,000	3,752,783	89%

108年台灣海域輻射背景 調查計畫勞務採購案 契約編號：1080103

期末工作檢討會

海水樣以及沉積物

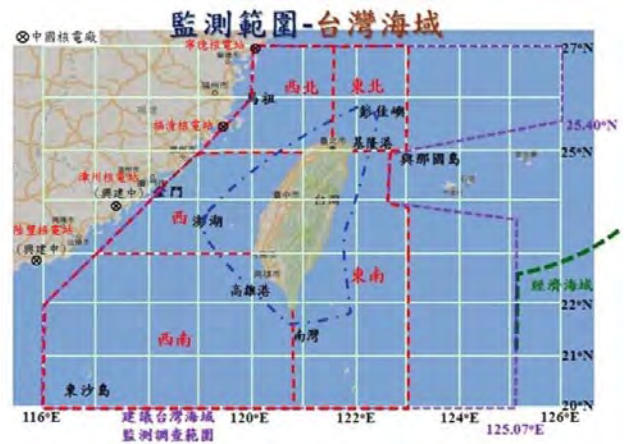
主 持 人：黃蔚人助理教授

陳鎮東講座教授

服務單位：國立中山大學海洋科學系

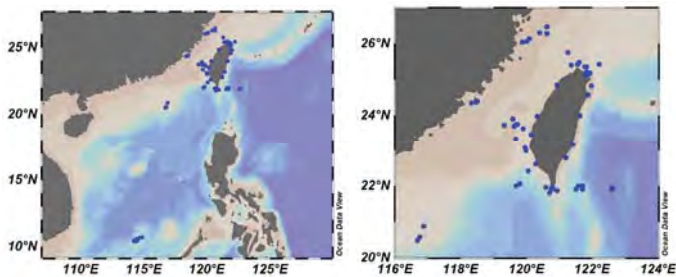
7

108年度採樣分區圖



8

各區海水樣品實際採樣位置



本計畫2季海水樣品採集工作皆已完成，目前春夏季已完成39個水樣採集，秋冬季已完成40個水樣採集，共計完成79個水樣採集。（更新日期108年11月27日）

9

海水樣品數量及執行率

（更新日期108年11月26日）

	春夏季*執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)		秋冬季*執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)		本年度執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)
	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	深層 > 200m
西北區	2/2	2/2	2/2	2/2	
西區	5/2	3/2	4/2	2/2	
西南區	3/2	4/2	3/2	2/2	4/1
東南區	7/2	2/2	8/2	2/2	6/1
東北區	3/2	4/2	3/2	4/2	2/1

*注：春夏季為每年3~8月，秋冬季為每年1~2月及9~12月。

10

實際海水及海底沉積物採樣情況

時間:108年4月
地點:台灣東北區



各深度海水採集

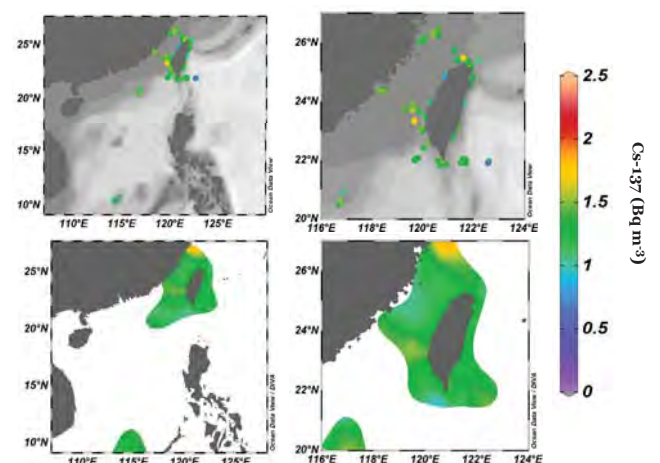
時間:108年4月
地點:台灣東北區



海底表層沉積物採集

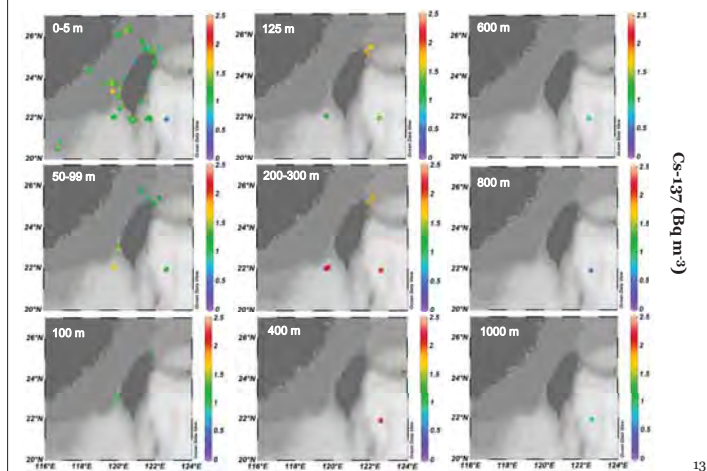
11

台灣鄰近海域海水中Cs-137活度分布圖及等值圖



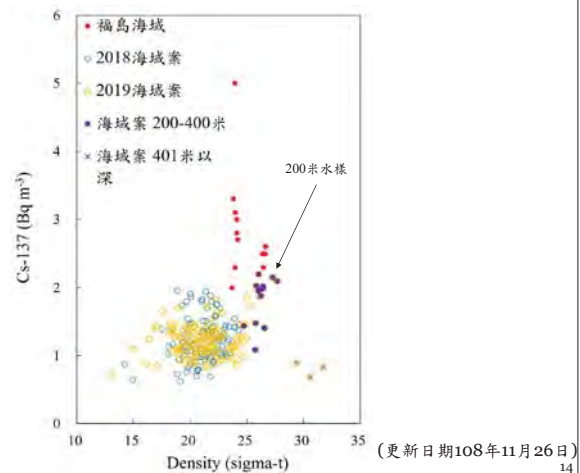
12

台灣鄰近海域各深度海水中Cs-137活度分布圖



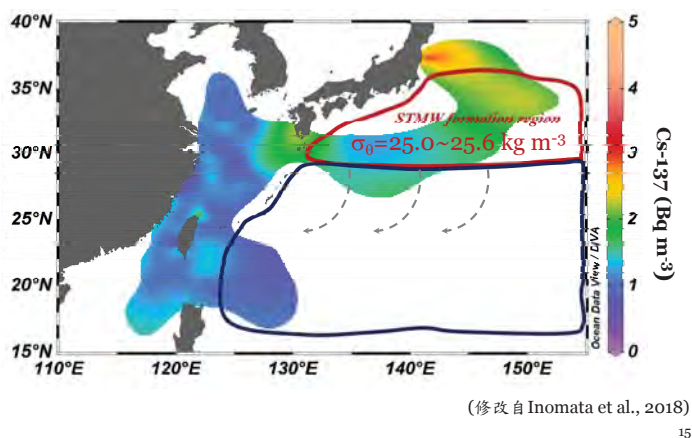
13

西北太平洋各深度海水之Cs-137活度與密度圖



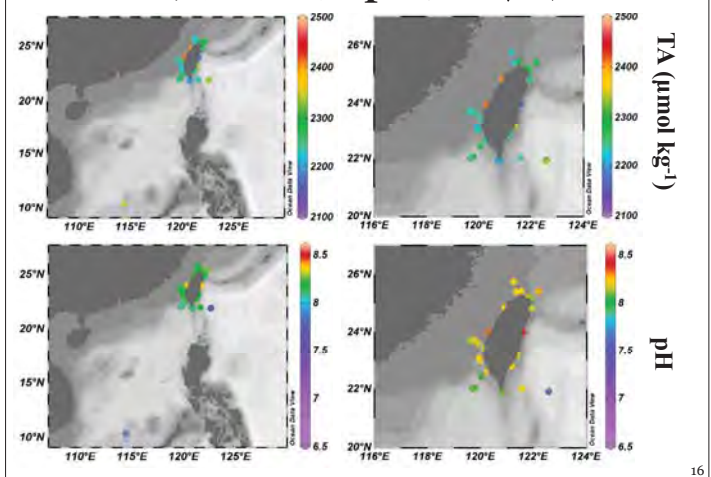
14

西北太平洋文獻之Cs-137活度分布等值圖
(含各深度)



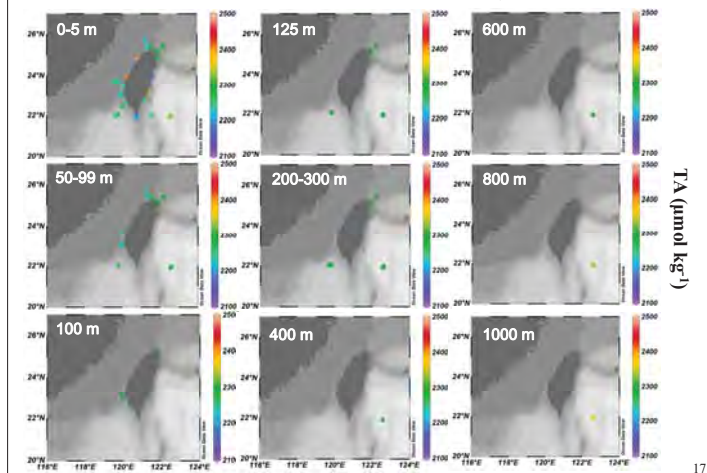
15

海水總鹼度及pH值分布圖



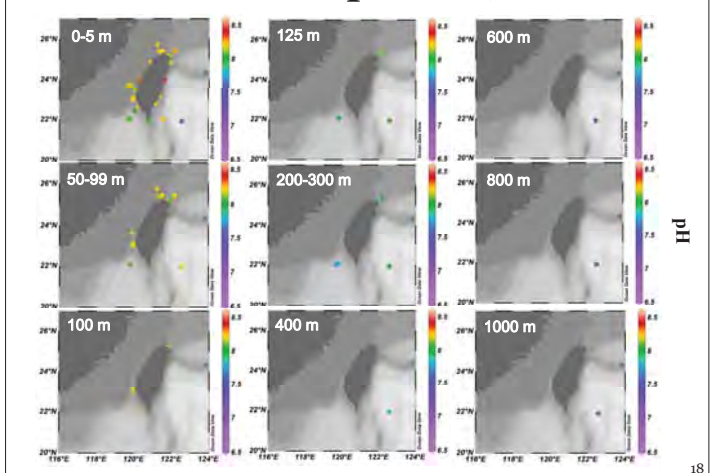
16

各深度海水總鹼度分布圖



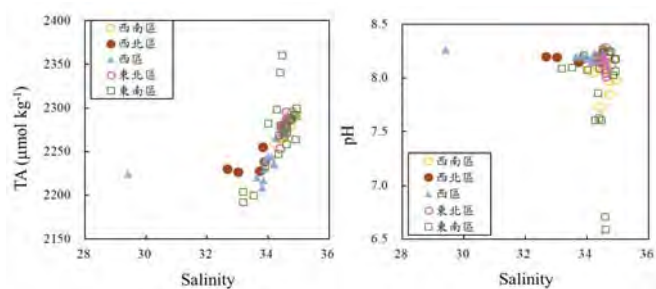
17

各深度海水pH值分布圖



18

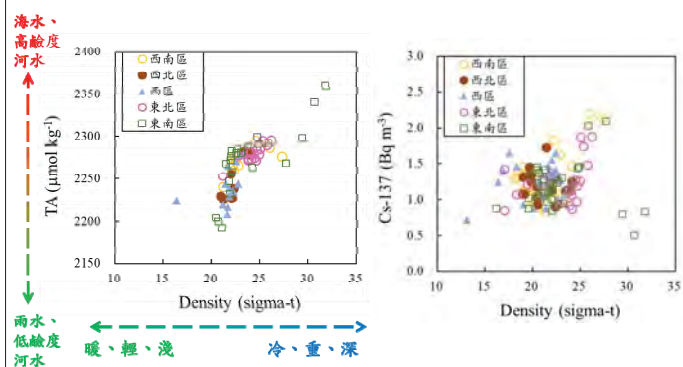
總鹼度及pH值對鹽度關係圖



*注：不含港口及潮間帶數據。

19

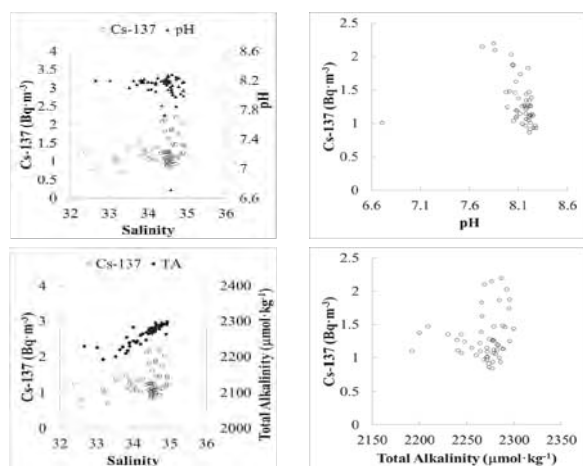
總鹼度及Cs-137對密度關係圖



*注：不含港口及潮間帶數據。

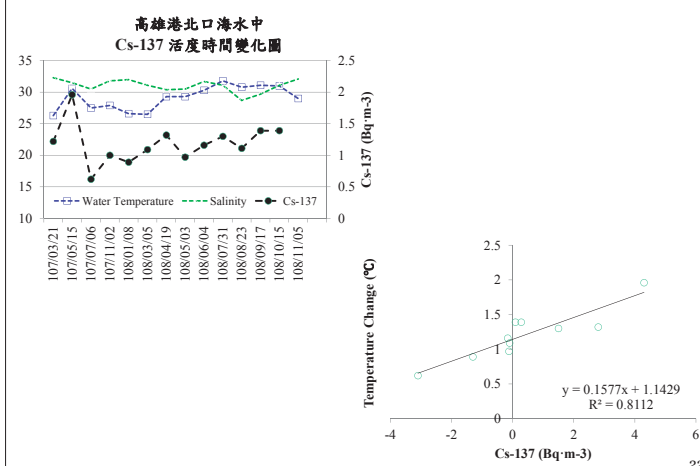
20

Cs-137 與總鹼度、pH關係圖



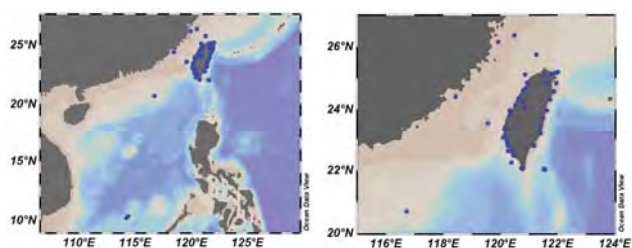
21

高雄港北口海水中 Cs-137活度時間變化



22

沉積物採樣點執行率及位置圖

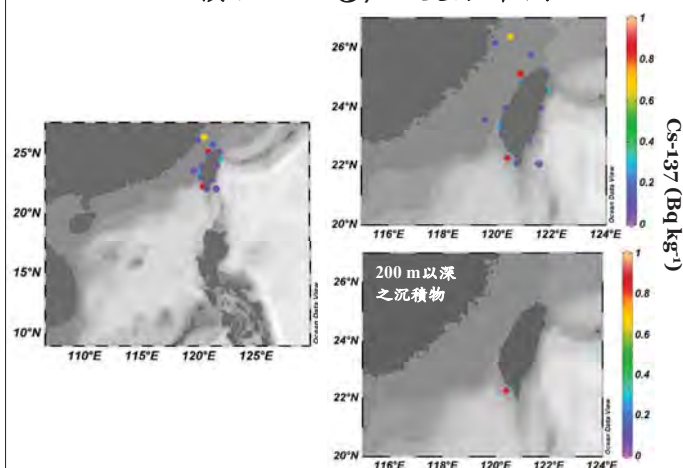


本計畫沉積物採集執行率達100 %

	西南區	東南區	東北區
海底沉積物採樣執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	1/1	1/1	1/1
柱狀岩心採樣執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	1/1		

23

沉積物Cs-137活度分布圖



24

本案分析結果落在法規標準範圍內

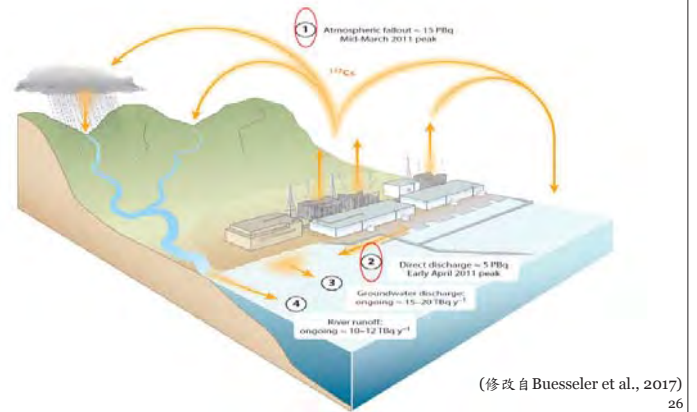
			Cs-134	Cs-137	參考資料
日本	飲料	(Bq kg ⁻¹)	10	10	日本厚生勞動省網站
	奶類及乳製品		50	50	
	一般食品		100	100	
台灣	奶類及乳製品	(Bq kg ⁻¹)	10	10	行政院衛生署依食品衛生管理法第十一條第二項授權訂定之「食品中放射性核種或放射性污染安全容許量標準」。
	嬰兒食品		50	50	
	飲料及包裝水		10	10	
	其他食品		100	100	
	環境試樣				
本案 (更新至108年11月26日)	水(紀錄基準值)	(Bq L ⁻¹)	0.4	0.4	「環境輻射監測規範」附件六環境試樣放射性分析之預警措施基準。
	水(調查基準值)	(Bq L ⁻¹)	2	2	
	沉積物(紀錄基準值)	(Bq kg ⁻¹)	3	3	
	沉積物(調查基準值)	(Bq kg ⁻¹)	74	740	
	海產物 (Bq kg ⁻¹)				
海水活度 (Bq m ⁻³)			—	0.72~2.20	
沉積物 (Bq kg ⁻¹)			—	< 0.88	
海產物 (Bq kg ⁻¹)			魚	< 0.52	
			蝦	< 0.08	
			貝	—	

註："—"表示小於最低可測活度。

25

監測調查方法研究-文獻回顧

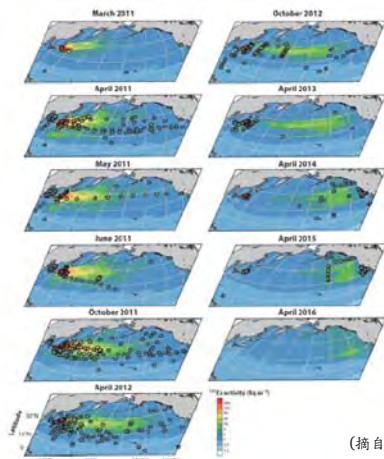
福島事件流至海洋之放射性核種來源



(修改自 Buesseler et al., 2017)

26

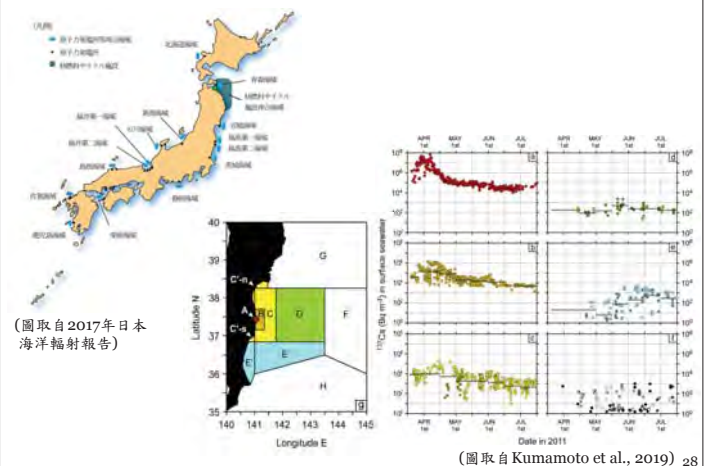
Cs-137之活度在北太平洋表水分布圖



(摘自 Buesseler et al., 2017)

27

日本研究團隊於日本海域採樣位置及調查結果示意

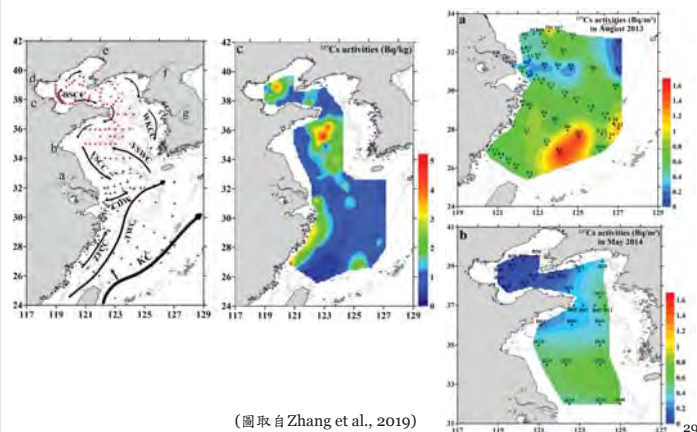


(圖取自2017年日本海洋輻射報告)

(圖取自 Kumamoto et al., 2019)

28

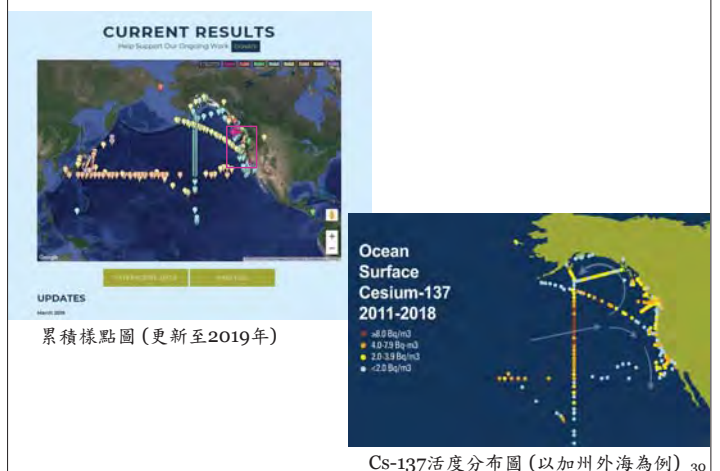
中國研究團隊之表水及表層顆粒採樣站位及Cs-137分析結果



(圖取自 Zhang et al., 2019)

29

Buesseler等人架設之北太平洋輻射物質監測網站



累積樣點圖 (更新至2019年)

Cs-137活度分布圖 (以加州外海為例)

30

滾動式檢討(海水採樣部分)

計畫年度	採樣深度(m)	規劃採樣數量				Cs-134	Cs-137	採樣時間
		位置	監測頻率	每次採樣個數	每年小計	活度 (Bq m³)		
107年度	0-5	東南、西南、西部、西北、東北區	春、夏、秋、冬、季	3個	60個	—	0.62 ~ 1.96	2018
	200米以深	東南、西南、東北區	每年	2個	6個	—	1.09 ~ 2.02	
108年度	0-5	東南、西南、西部、西北、東北區	春夏季、秋冬季	2個	20個	—	0.72 ~ 1.73	2019
	50-150			2個	20個	—	0.87 ~ 1.87	
	200米以深	東南、西南、東北區	每年	1個	3個	—	0.83 ~ 2.20	

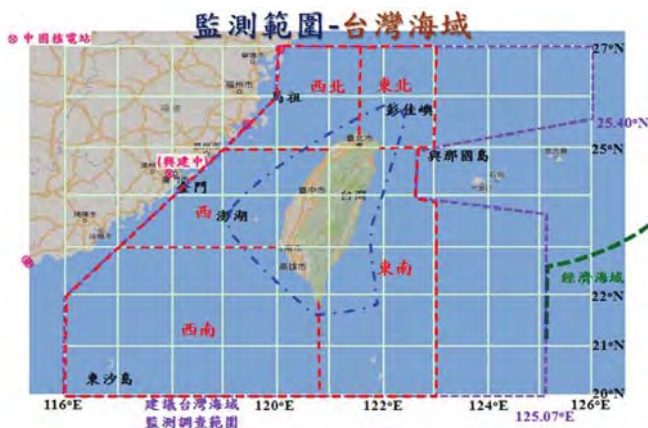
31

監測方法規劃

- 109年度計畫仍規劃以隨船採樣的方式採集不同水層樣品(表層水、次表層水及深層水)，但109年的策略為在非固定站位，以密度(σ_θ)大略為25.0~26.4、27.2及27.7 kg m⁻³之水層為標的及其上下深度採樣規劃，以協助追蹤放射性核種的來源，並於期末滾動式檢討採樣深度。
- 除了解鉍-137分布範圍外，建議持續以每月一次的頻率採集於西子灣(高雄港內)之水樣，並同時測量及分析溫度、鹽度、總鹼度及pH等海洋化學參數，以監測鉍-137活度是否受季節性效應影響。

32

長期監測方法規劃之採樣分區建議



33

長期監測方法規劃之採樣頻率建議 (海水及沉積物部分)

監測類別	細項	採樣深度	中山大學 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 0-5米 以淺	溫度 鹽度 總鹼度 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	春夏季、 秋冬季	每區 2個	20
	次表層	水深 50-150 米	溫度 鹽度 總鹼度 pH	東南、西南、 西部、西北、 東北	5	春夏季、 秋冬季	每區 2個	20
	深層	水深 200米 以深	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	—	東南、西南、 東北	3	每年	每區 1個	3
	柱狀 岩心	—	—	西南、西部、 東南、東北	4	逐年	每區 1個	1

34

108年台灣海域輻射背景 調查計畫勞務採購案 契約編號：1080103

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

35

海生物樣本採集

- 委請財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會與嘉義大學，進行海生物取樣作業。

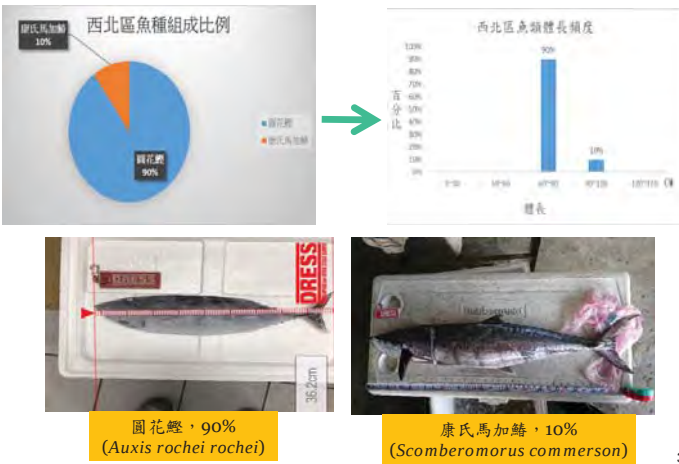
本年度海生物採樣一覽表

種類	西北區	西南區	西區	東北區	東南區	筆數
貝類		1	7	1		9
蝦、蟹類	2	2	1		6	11
藻類		1		2	1	4
魚類	2	8	12	9	46	77
總共	4	12	20	12	53	101

1222尾

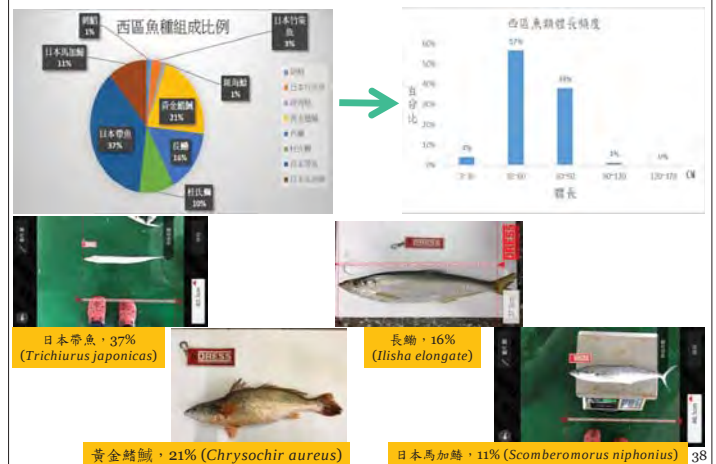
36

海生物樣本調查區一臺灣西北區



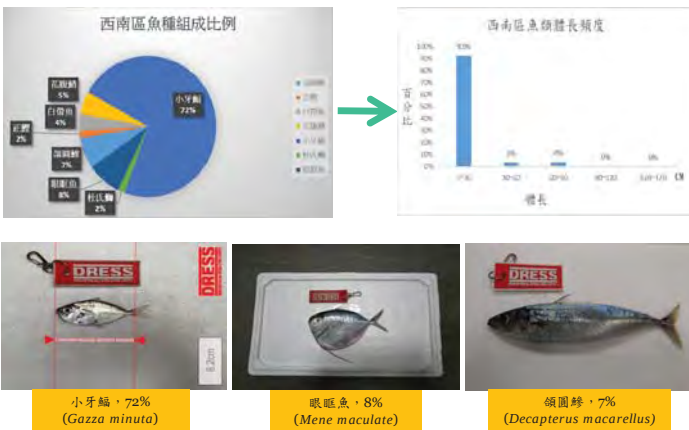
37

海生物樣本調查區一臺灣西區



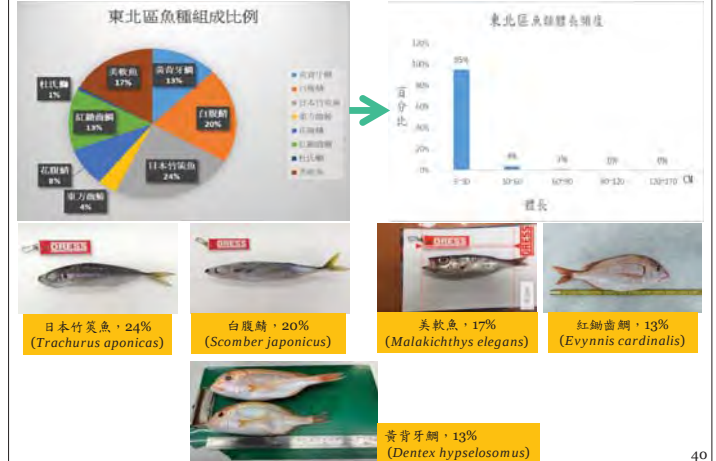
38

海生物樣本調查區一臺灣西南區



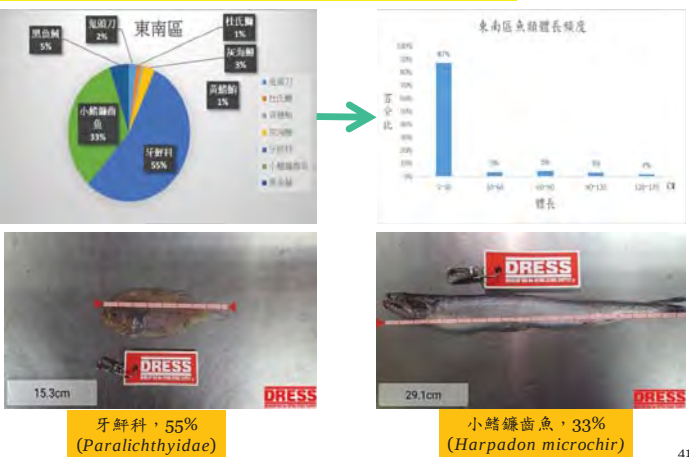
39

海生物樣本調查區一臺灣東北區



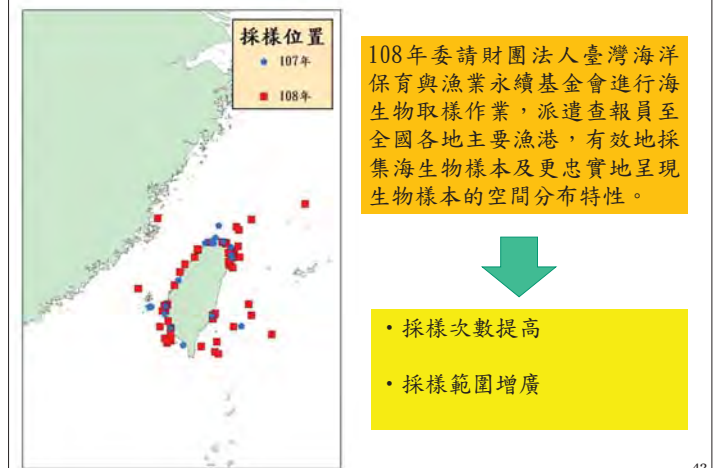
40

海生物樣本調查區一臺灣東南區



41

採樣位置變化

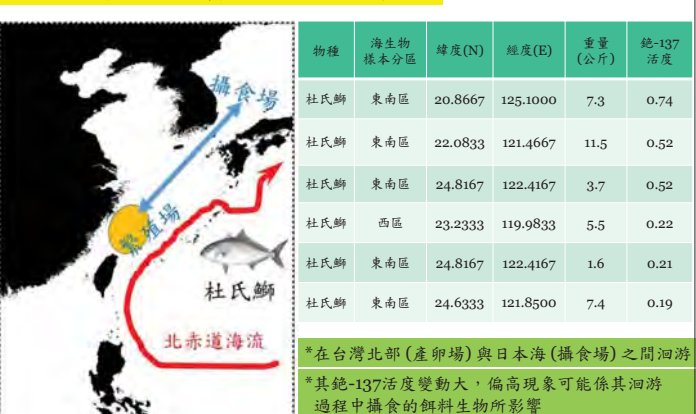
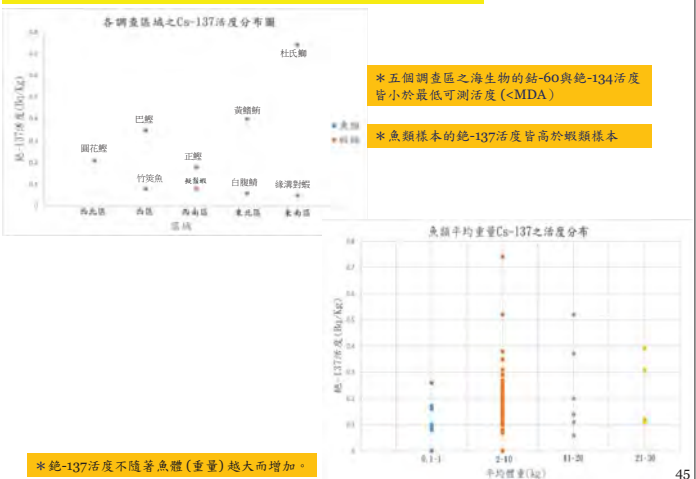


42

水生生物標本分區	種類	採獲日期	重量 (g/100g)	學名俗稱	環境棲地	活重(克/干克/鮮重)	活重(克/干克/鮮重)	鮮重(克)	鮮重(克)
西北區	蟹	10/8/50	5.0	<i>Menippea erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	100	100	134	137
	蟹	10/8/50	5.6	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	156	156	156	156
	蟹	10/8/50	4.0	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	110	110	110	110
	蟹	10/8/50	3.6	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	4.1	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	133	133	133	133
	蟹	10/8/50	4.8	<i>Scaphinoceramus hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.20	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.09	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.007	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.017	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
西區	蟹	10/8/50	0.007	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.007	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.007	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.004	小蟹	大洋	112	112	112	112
	蟹	10/8/50	5.5	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	118	118	118	118
	蟹	10/8/50	5.5	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	118	118	118	118
	蟹	10/8/50	2.2	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	112	112	112	112
	蟹	10/8/50	1.5	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	219	219	219	219
	蟹	10/8/50	1.2	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	112	112	112	112
	蟹	10/8/50	1.2	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	112	112	112	112
西南區	蟹	10/8/50	4.9	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	161	161	161	161
	蟹	10/8/50	0.112	刺刺刺刺蟹	大洋	85	85	85	85
	蟹	10/8/50	3.1	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	3.1	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	103	103	103	103
	蟹	10/8/50	3.1	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	6.2	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	147	147	147	147
	蟹	10/8/50	0.198	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.724	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	143	143	143	143
	蟹	10/8/50	0.101	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	0.004	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
東北區	蟹	10/8/50	0.078	刺刺刺刺蟹	大洋	107	107	107	107
	蟹	10/8/50	30	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	134	134	134	134
	蟹	10/8/50	9	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	150	150	150	150
	蟹	10/8/50	44	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158
	蟹	10/8/50	33	<i>Pharyngodon hubbsi</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158
	蟹	10/8/50	8	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	159	159	159	159
	蟹	10/8/50	4	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158
	蟹	10/8/50	1.5	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158
	蟹	10/8/50	2.5	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158
	蟹	10/8/50	6	<i>Actinocyber erioche</i> 刺刺刺刺蟹	大洋	158	158	158	158

海生物種本分區	種類	取捕日期	重量 (公斤)	學名/俗稱	環境/棲地	活 度 (克/乾克・鮮重)					
						第-40	第-60	第-134	第-137	第-141	第-145
	魚	108-03-01/4	3.5	<i>Acanthobuthus solanderi</i> 鮫鰐/石龜	大津	139	—	—	—	—	—
	魚	108-03-01/4	3.6	<i>Eubuthus affinis</i> 巴鰐	大津	148	—	—	—	—	—
	魚	108-03-01/4	3.5	<i>Eubuthus affinis</i> 巴鰐	大津	144	—	—	—	—	—
	魚	108-03-01/4	6.1	<i>Scomberomorus commerson</i> 鰹氏馬加/土魷	沿岸近海/海	159	—	—	—	0.14	1
	魚	108-03-01/4	3.7	<i>Seriola lalandi</i> 東方馬鰤	大津	135	—	—	—	—	—
	魚	108-04-01/7	6	<i>Acanthobuthus solanderi</i> 鮫鰐/石龜	大津	170	—	—	—	0.13	—
	魚	108-04-01/8	4.8	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大津	156	—	—	—	0.13	—
	魚	108-04-01/8	6.8	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大津	170	—	—	—	0.11	—
	魚	108-04-01/8	6.5	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大津	169	—	—	—	—	1
	魚	108-04-01/8	7.3	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	沿岸近海/大津	168	—	—	—	0.14	—
	魚	108-04-01/8	0.247	<i>Thichius</i> sp 帶齒鰻/白帶鰻	大津	149	—	—	—	0.26	—
	魚	108-04-01/8	0.445	<i>Scomber australasicus</i> 亞細亞鰹/鱈魚	沿岸近海/海	151	—	—	—	0.08	—
	魚	108-05-01/0	6.5	<i>Scomber australasicus</i> 亞細亞鰹/鱈魚	大津	154	—	—	—	—	0.17
	魚	108-05-01/0	1.6	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	沿岸近海/大津	139	—	—	—	0.21	—
	魚	108-05-02/8	1.9	<i>Asteris thazard</i> 斑刺海星	大津	180	—	—	—	0.24	—
	魚	108-06-01/4	5.7	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	大津	189	—	—	—	0.43	—
	東南部	魚	108-06-01/4	0.82	<i>Scomber australasicus</i> 亞細亞鰹/鱈魚	大津	132	—	—	—	0.12
魚		108-05-02/0	7.9	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大津	96	—	—	—	0.07	—
魚		108-05-02/0	9.3	<i>Acanthobuthus solanderi</i> 鮫鰐/石龜	大津	168	—	—	—	0.17	—
魚		108-05-02/2	5.9	<i>Centrus jacobus</i> 泊人鰐	沿岸近海/大津	166	—	—	—	0.24	—
魚		108-05-02/2	4	<i>Acanthobuthus solanderi</i> 鮫鰐/石龜	近海/海	43	—	—	—	—	—
魚		108-05-02/3	4	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	近海/海	45	—	—	—	—	—
蟹		108-05-02/4	3.285	<i>Parasquilla marginatus</i> 條脊對蟹	近海/海	114	—	—	—	0.05	—
魚		108-05-02/4	6.31	<i>Asteris exchei</i> 斑刺海星	大津	135	—	—	—	0.15	—
魚		108-05-02/4	5.71	<i>Asteris thazard</i> 斑刺海星	大津	159	—	—	—	0.19	—
魚		108-05-02/5	5.35	<i>Scomber australasicus</i> 亞細亞鰹/鱈魚	沿岸近海/海	164	—	—	—	0.11	—
魚		108-05-02/5	6.095	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	大津	132	—	—	—	0.2	—
魚		108-05-02/5	5.29	<i>Thunnus orientalis</i> 東方金槍	沿岸近海/海	102	—	—	—	—	—
魚		108-05-02/5	6.66	<i>Thunnus orientalis</i> 東方金槍	大津	132	—	—	—	0.2	—
魚		108-06-00/1	11.5	<i>Seriola lalandi</i> 杜氏鰺/紅甘	沿岸近海/大津	160	—	—	—	0.52	—
魚		108-06-00/5	6.5	<i>Asteris exchei</i> 斑刺海星	大津	138	—	—	—	0.16	—
魚		108-07-01/5	19.8	<i>Merluccius japonicus</i> 日本真鱈	大津	85	—	—	—	0.11	—
魚		108-07-01/9	10.8	<i>Yoshidaia shufui</i> 黑皮魚	大津	150	—	—	—	0.50	—
魚	108-08-01/0	5.4	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大津	142	—	—	—	0.18	0.25	
魚	108-08-08/8	5	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰭鮪	大津	163	—	—	—	—	—	
魚	108-08-08/8	5	<i>Makara nigrorum</i> 黑皮魚	大津	127	—	—	—	0.45	—	

44



本研究團隊本年度委請嘉義大學及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會於台灣周邊海域進行海生物樣本採集101批，魚類樣本最大宗共計1222尾，體長小至5公分，大至163公分，其中數量前五多的是小牙鰮 (*Gazza minuta*) 305尾 (25%) 最為大宗，其次依序為俗稱比目魚的牙鰨科(Paralichthyidae) 214尾 (17.5%)、小鰭鏞齒魚(*Harpadon microchir*) 130尾(10.6%)、日本竹筴魚(*Trachurus japonicus*) 74尾 (6.1%) 以及白腹鯖(*Scomber japonicus*) 61尾 (5%)，以上皆屬於人民經常食用之經濟魚種。整體上，採樣數量與範圍均十分適當，建議後續採樣方式可維持此一方式進行。

總結-2

至於海生物魚類樣本之鈾-137活度介於0.06至0.74 (Bq/Kg·鮮重) 之間，最低值為白腹鯖 (*Scomber japonicus*)，最高值為杜氏鰱 (*Seriola dumerili*)；蝦類樣本之鈾-137活度介於0.05至0.08 (Bq/Kg·鮮重) 之間；其餘海生物樣本之鈾-137活度皆低於可測活度 (<MDA0.04)。

值得注意的是，本年度調查資料在台灣東南區與西區分別採集到5尾與1尾紅甘鰺，其中東南區3尾大型紅甘魚(大於3.7Kg/尾)的鈾-137活度有偏高現象。由於紅甘鰺洄游海域主要在台灣北部與日本之間，並以無脊椎動物小卷、透抽及小魚為食，因而常出現魚礁石區覓食。

49

總結-3

據此其鈾-137活度偏高現象可能係其洄游過程中攝食的餌料生物所影響。惟因紅甘鰺係高經濟之食用魚類，其洄游習性或台灣周邊其他水域的紅甘鰺是否有類似情形，實有進一步詳細調查(如胃內容物、耳石分析探討洄游軌跡)之必要。

建議此一海生物(杜氏鰱)的攝食生態習性(食性生態)有追蹤調查之必要，考量其在台灣北部(產卵場)與日本海(攝食場)之間洄游習性，暨常洄游至礁區覓食之故，建議提高台灣周邊海域(特別是東南區、東北區與西區)杜氏鰱 (*Seriola dumerili*) 的生物樣本數量(每區建議15~30尾)，並調查其季節間胃內容物的組成暨耳石分析，藉由胃內容物的餌料生物組成，以及耳石所隱含的洄游海域環境特性，以解明杜氏鰱 (*Seriola dumerili*) 鈾-137活度值偏高現象的可能原因。

50

108年台灣海域輻射背景 調查計畫勞務採購案 契約編號：1080103

期末工作檢討會

HYCOM模式運用

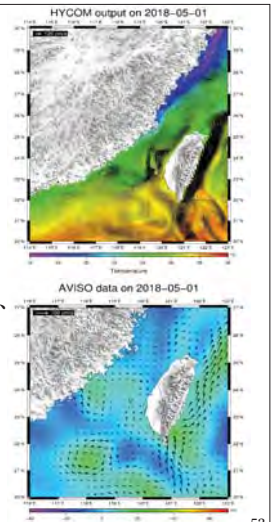
主持人：詹森教授

服務單位：國立臺灣大學海洋研究所

51

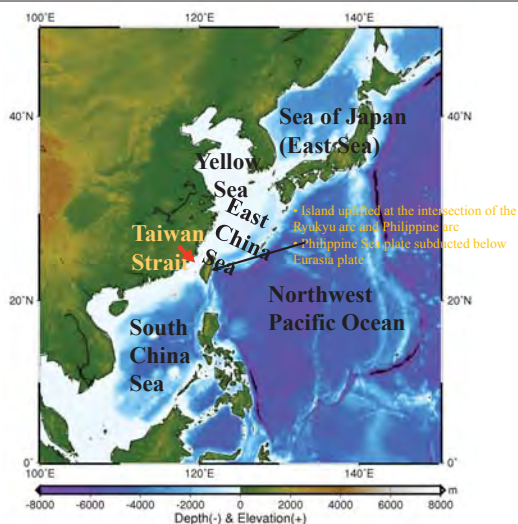
HYCOM模式的運用

- ◆ 下載每日HYCOM全球模式資料庫，並建立漂流軌跡之動畫。
- ◆ 搭配歷史資料庫中的各項資料、以及本計畫所測得的觀測資料進行分析。
- ◆ 未來：讓使用者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。



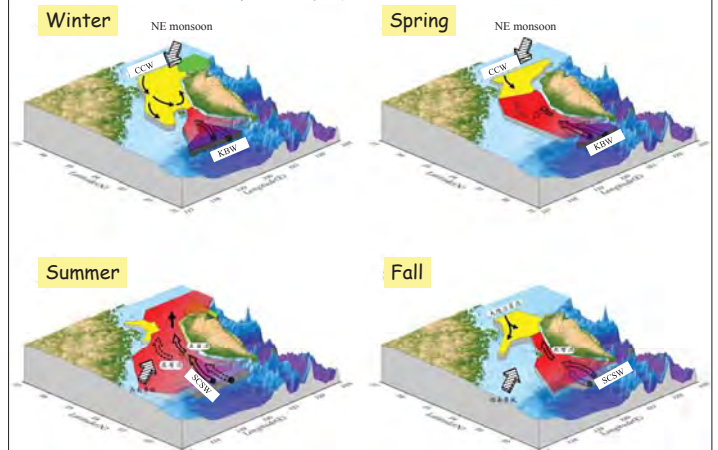
52

台灣周邊 海域分布



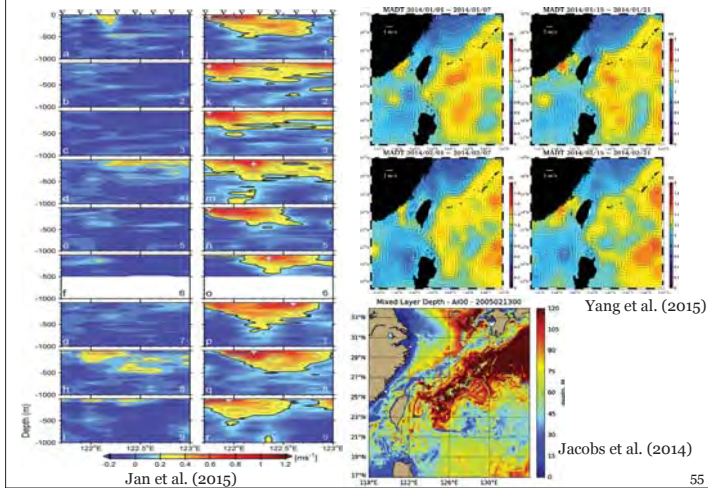
53

台灣周邊環流與水團變異



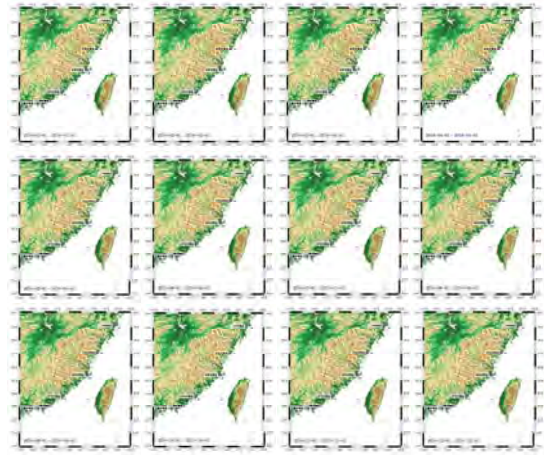
54

台灣周邊海流影響要素-黑潮、渦旋、中小尺度運動

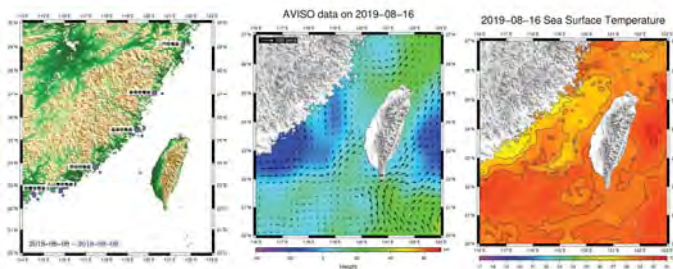


55

2018年HYCOM模式結果



HYCOM模式結果 (2019/08/08 ~ 2019/09/06)



從臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分佈圖與海表面溫度圖，發現廣東、福建外海有一順時鐘旋轉、中心溫度較低的低壓環流，於是源自此海域的漂流軌跡就有可能受此中尺度運動的影響，從大亞灣與陸豐核電廠外海漂流至臺灣北部海域。

57

疑似一艘中國核子潛艇在南海發生爆炸 機構測得輻射外洩

國際環境監測組織uRADMonitor公告的核輻射地圖上揭露大範圍核輻射外洩



雖然此訊息為假新聞，但目前網站內的資料並沒有包含南海，然而南海海洋環境變化複雜，包含內波/內潮、中尺度渦旋、黑潮入侵等，建議未來也要開始注意來自南海的訊息。

58

108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案 契約編號：1080103

期末工作檢討會

資料庫建置與網頁展示

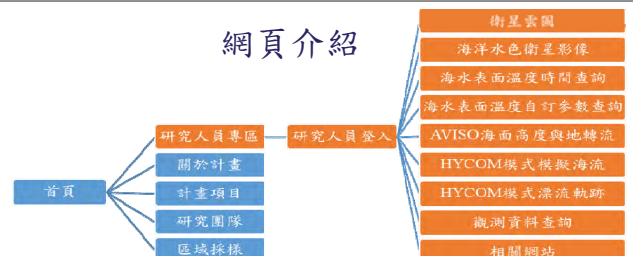
主 持 人：楊穎堅副教授

服務單位：國立臺灣大學海洋研究所

帳號：aecmr
密碼：107-0914

59

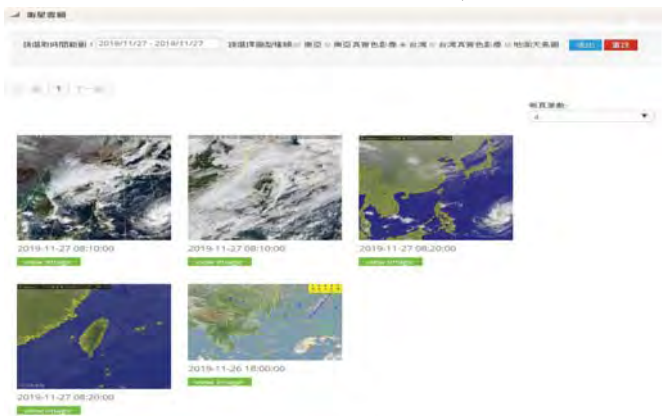
網頁介紹



60

資料介紹 - 中央氣象局真實色影像衛星雲圖

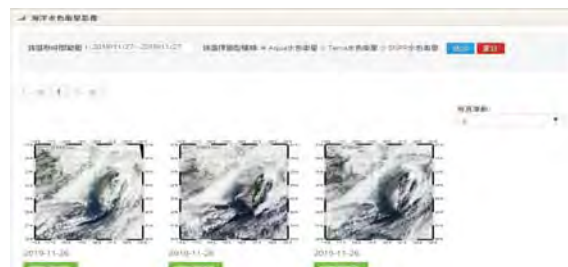
- ◆ 日本向日葵八號衛星，每十分鐘一筆。



61

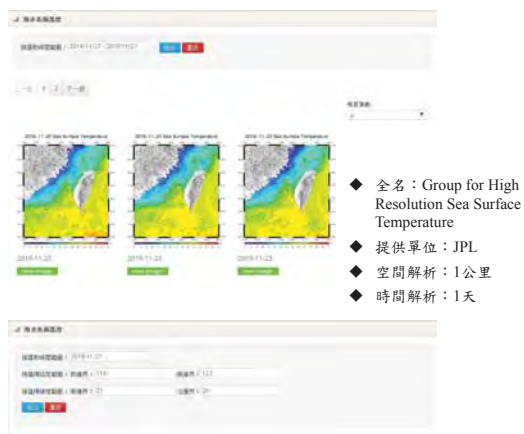
資料介紹 - 海洋水色衛星影像資料

- ◆ 圖形種類:
 - ◆ Aqua與Terra衛星所酬載的中解析度成像分光輻射計 (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS)
 - ◆ 空間解析: 250公尺。時間解析: 一天。
 - ◆ SNPP衛星所酬載的可見光紅外線成像輻射儀 (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, VIIRS)
 - ◆ 空間解析: 375公尺。時間解析: 一天。



62

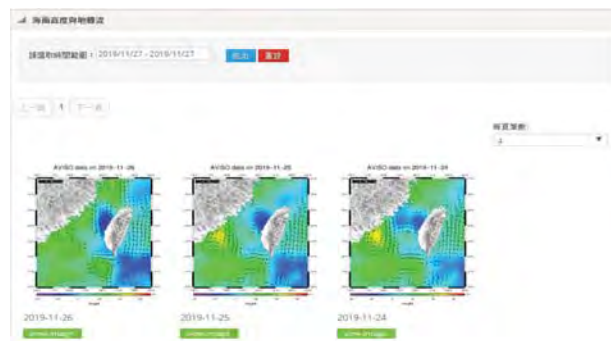
資料介紹 - GHRSSST 海表面溫度資料



- ◆ 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

63

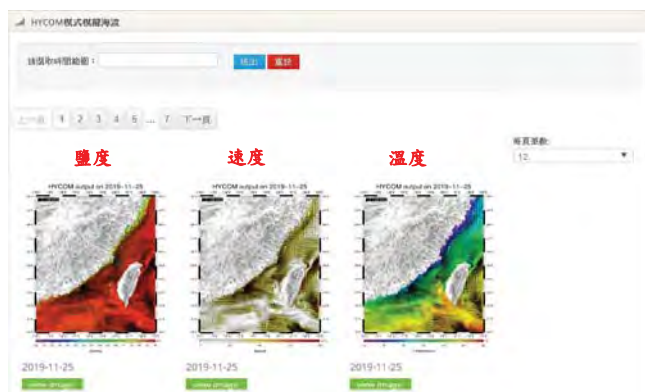
資料介紹 - 海面高度與地轉流



- ◆ 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

64

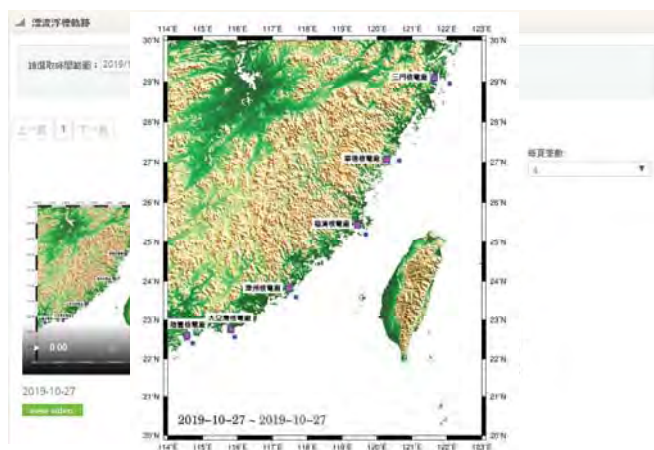
資料介紹-HYCOM 全球分析資料



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

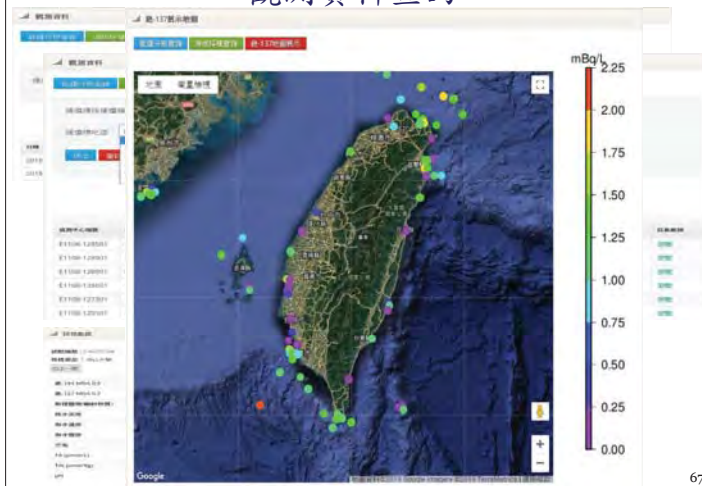
65

資料介紹-HYCOM模式模擬漂流軌跡



66

觀測資料查詢



67

報告完畢



中山大學海洋科學院
照片取自中山大學網頁

68

柒、附錄

附錄1：「108年台灣海域輻射背景調查計畫」第一次工作(開工)會議紀錄 (會議日期：108年2月21日)

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：如行文單位

發文日期：中華民國108年2月26日

發文字號：輻偵字第1080000411號

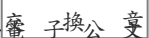
速別：普通件

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「108年台灣海域輻射背景調查計畫」第1次(開工)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 



「108 年台灣海域輻射背景調查計畫」

第一次工作(開工)會議紀錄

一、時間：108 年 2 月 21 日上午 10 時

二、地點：輻射偵測中心 2 樓會議室

三、主席：徐主任明德

紀錄：李明達

四、出席單位及人員：詳簽名單

五、主席報告：(略)

六、簡報：

1.開工前勞工安全衛生協調及危害告知。

2.108年台灣海域輻射背景調查計畫規劃報告。

七、討論與決議事項：

1. 本計畫委託案之勞工安全衛生及工作危害告知事宜，本中心盡告知義務，請校方代表轉達本計畫相關人員於執行計劃時務必注意工作環境之危險因素及相關防範對策。

2.本計畫海水取樣深度，由校方依專業於符合契約規定的深度內律定取樣深度。

3.秋冬季之取樣因氣候、船期及行政時間的壓縮，會有時間緊迫的壓力，請校方盡早規劃相關取樣事宜。

4.因應政府資訊公開政策，有關本計畫建置之台灣海洋輻射背景調查資料庫，請校方將輻射偵測部分之資料依 OPEN DATA 指定格式建檔，以利後續資料傳輸之用，如資料庫內有引用外部單位之數值資料則不在此公開範圍內。

5.本計畫案招標時誤用舊版之招標公告格式，經雙方討論，由本中心修正後提供校方新版格式之招標公告編制契約書。

八、散會(上午 11 時 50 分)。

108 年台灣海域輻射背景調查計畫

第一次工作(開工)會議簽到表

日期：中華民國 108 年 2 月 21 日上午 10 時

地點：本中心 2 樓會議室

偵測中心：

徐明德

洪明山

廖文賢

李明達

國立中山大學：

陳鎮東

黃蔚人

黃貴棟 黃信雄
黃修儀

附錄 2：開工前職業安全衛生協調及危害告知會議紀錄

(會議日期：108 年 2 月 21 日)

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：108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案

二、開工日期：民國 108 年 2 月 22 日

三、會議時間：民國 108 年 2 月 21 日上午 10 時 0 分

四、會議地點：輻射偵測中心二樓會議室

五、參加單位及人員：詳簽名單

六、協調事項：

(一) 承攬商應於得標後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職業安全衛生管理辦法第十二條之一）。
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. 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）。
6. 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）。
7. 承攬工程（作）之安全作業標準（即調查及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）。
8. 安全衛生相關作業主管及人員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）。
9. 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）。
10. 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、危害因素暨勞工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區，應依本中心工作區規定之速限行駛，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、職業安全衛生管理人員應在場從事作業指導、安全衛生事宜督導與應變處理之職務，並隨時與本中心相關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、懼水症之勞工從事河（海）域及陸域生態、河川（海域）水質等調查監測及採樣等相關工作。
 - (十二) 水域調查監測及採樣作業，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，且採樣人員應至少二人一組，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（附件）告知等相關事項，請採樣人員簽名並回傳本中心承辦人員。
 - (十四) 海域環境因子調查工作，調查人員進行現場採樣調查工作前及工作完畢，均請告知本中心承辦人員。
 - (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，並立即通報本中心等相關單位。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，均應於是故發生一小時內電話通報本中心等相關單位。
 - (十八) 注意事項：
 - 1. 不可酒後開車或進行相關調查工作。
 - 2. 本調查工作案危害因素告知單，會後請今日與會人員詳實轉達每位現場工作人員，確實了解職業安全衛生文件內容及相關規定。
 - 3. 請本會議出席人員轉達：每位工作人員注意工安之維護是諸多小環節之

結合，往往因事小而輕忽，一句提請叮嚀、一個程序、一個扣環的不在意，都可能造成破碎家庭、財物損害，現場任一環節均無分大小，人安、物安才能安心。

108 年台灣海域輻射背景調查計畫

第一次工作(開工)會議簽到表

日期：中華民國 108 年 2 月 21 日上午 10 時

地點：本中心 2 樓會議室

偵測中心：

徐明德

洪明崎

廖文賢

李明達

國立中山大學：

陳鎮東

黃啟人

黃貴棟
黃修儀

黃信雄

輻射偵測中心調查監測工作危害告知單

工作名稱：「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

依據：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

六、協調事項（十三）規定辦理。

告知事項：

一、工作環境

(一) 工作地點：(同契約書規定之監測地點)

■海上、海邊 ■實驗室、研究室

(二) 工作性質：

■表層水樣採集、調查、分析 ■沉積物採集、調查、分析

■深海水樣採集、調查、分析 ■實驗室檢測分析

二、危害因素

■墜落

■滑倒

■絆倒

■撞擊

■溺水

■交通事故

■第三人之遭受意外之危險 ■實驗室潛在危害

三、相關安全衛生規定暨應採取之安全衛生措施

(一) 承攬商使勞工鄰近溝渠、水道、埤池、水庫、河川、湖潭、港灣、堤堰、海岸或其他水域場所作業，致勞工有落水之虞者，應依下列規定辦理：

1、設置防止勞工落水之設施或使勞工著用救生衣。

2、於作業場所或其附近設置下列救生設備。但水深、水流及水域範圍等甚小，備置船筏有困難，且使勞工著用救生衣、提供易於攀握之救生索、救生圈或救生浮具等足以防止溺水者，不在此限：

(1)依水域危險性及勞工人數，備置足數使用之動力救生船、救生艇、輕艇或救生筏；每艘船筏應配備長度十五公尺，直徑九點五毫米之聚丙烯纖維繩索，且其上掛繫與最大可救援人數相同數量之救生圈、船鈎及救生衣。

(2)有湍流、潮流之情況，應預先架設延伸過水面且位於作業場所上方之繩索，其上掛繫可支持拉住落水者之救生圈。

(3)可通知相關人員參與救援行動之警報系統或電訊連絡設備。(營造安全衛生設施標準第 14 條)

(二) 承攬商使勞工於有發生水位暴漲或土石流之地區作業者，除依前條之規定外，應依下列規定辦理：

1、建立作業連絡系統，包括無線連絡器材、連絡信號、連絡人員等。

2、選任專責警戒人員，辦理下列事項：

(1)隨時與河川管理當局或相關機關連絡，了解該地區及上游降雨量。

(2)監視作業地點上游河川水位或土石流狀況。

(3)獲知上游河川水位暴漲或土石流時，應即通知作業勞工迅即撤離。

- (4)發覺作業勞工不及撤離時，應即啟動緊急應變體系，展開救援行動。
(營造安全衛生設施標準第 15 條)
- (三) 承攬商使勞工於有遭受溺水或土石流淹沒危險之地區中作業，應依下列規定辦理：
- 1、依作業環境、河川特性擬訂緊急應變計畫，內容應包括通報系統、撤離程序、救援程序，並訓練勞工使用各種逃生、救援器材。
 - 2、對於第十四條及前條之救生衣、救生圈、救生繩索、救生船、警報系統、連絡器材等應維護保養。作業期間應每日實施檢點，以保持性能。
 - 3、通報系統之通報單位、救援單位等之連絡人員姓名、電話等，應揭示於工務所顯明易見處。
 - 4、第一款規定之緊急應變計畫、訓練紀錄，第二款規定之逃生、救援器材之維護保養、檢點紀錄，在完工前，應留存備查。(營造安全衛生設施標準第 16 條)
- (四) 承攬商對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理：
- 1、於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。
 - 2、於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。
 - 3、應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。
 - 4、其他必要之急救設備或措施。(營造安全衛生設施標準第 173 條)
- (五) 為預防被蟲咬、蜂螫及毒蛇咬傷，到野外應穿長袖衣褲、戴帽子，穿適於野外的高筒靴子、打綁腿，以降低蟲咬蜂螫毒蛇咬傷的機率及範圍。
- (六) 進入工作區域前，應蒐集氣象預報及前往工區道路安全(含落石及坍方等)資訊。
- (七) 作業前，工地負責人或其代理人應作詳細之工作說明，實施工具箱集會及預知危險活動，採取危害防範對策。
- (八) 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。河(海)域調查監測及採樣作業時，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，且採樣人員應至少二人一組，並穿著安全防滑鞋、救生衣及救生索等救生設備，及攜帶行動電話等通訊設備。
- (九) 廠區或工作區域水域，禁止游泳、戲水。
- (十) 高處作業、工作場所邊緣及開口部分等勞工有遭受墜落危險之虞者，應設置符合規定之護欄、護蓋、水平母索、垂直母索、安全網或佩掛安全帶(如背負式安全帶及捲揚式防墜器)等防墜措施為檢查重點。
- (十一) 移動式或攜帶式電動機具或工作場所臨時用電設備，應設漏電斷路器；電器機具應接地；電線、電纜不得放置於地面潮濕有感電之虞之場所。
- (十二) 確實做好通訊設備、車輛、安全護具、救生設備、急救藥品等之自動檢查及維護更新。

四、現場採樣人員危害告知簽名冊（如附）

「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

現場採樣人員危害告知簽名冊

告知日期：108 年 2 月 21 日

序號	承攬商名稱	職 稱	簽 名	備註
1	國立中山大學	教授	陳鎮東	
2		助理教授	黃蔚人	
3		博士後研究員	黃婷萱	
4		博士生	高愷傑	
5		研究助理	黃貴楨	
6		研究助理	黃珩珊	
7		研究助理	黃修儀	
8		研究助理	王冰潔	
9		研究助理	楊文雁	
10				

2019 臺灣地球科學聯合學術研討會

2019 Taiwan Geosciences Assembly (TGA)

時間：05/14-5/17

地點：台北世貿南港展覽館 4-5 樓

會議主題



災害學習整合分享



跨國觀測技術合作



科研跨域決策支援



環境保育防災永續

會議宗旨

隨著全球性經濟和科技的發展，都市化程度及人口密度相對的提高。在自然的緩衝空間及資源逐年被侵蝕的狀況下，不僅導致潛在的環境災害日形嚴重，災害造成的經濟、自然環境等各層面的損失也日益擴大。有鑑於此，世界各國積極投入整合性跨領域防災科技技術研發，除了防災科技專門領域科技的發展外，網路技術的整合，快速資料與資訊傳輸機制的建立以支援災害管理的相關決策，以及跨國界的全球災害資訊網路的建置，已然成為國際潮流的所趨。

臺灣屬易受颱風侵襲的國家，數年來大自然反撲造成人民生命財產的損失無數，天然災害防治相關議題及防災應用體系之建立已備受重視。2019 年適逢八七水災 60 週年、921 地震 20 週年及莫拉克颱風 10 週年，臺灣地球科學聯合會乃邀集國內外地球科學各領域專家學者，包括太空、大氣、海洋、地質、水文、地物、地理、測地及科學教育等，藉大會『科研跨域環境保育、智慧防災永續世代』之會議主軸，進行“災害學習整合分享”、“跨國觀測技術合作”、“科研跨域決策支援”及“環境保育防災永續”等主題討論及心得交流。期盼能有效喚起政府與民衆對國土利用、保育防災與環境變遷議題的重視，達到臺灣寶島永續經營之目的。

主辦單位

中華民國地球科學學會、中國地理學會、中華民國太空科學學會、中華民國地球物理學會、中華民國地質學會、中華民國氣象學會、中華民國海洋學會、中華民國測地學會、交通部中央氣象局、國立中央大學太空科學與工程研究所、國立中央大學太空科學與科技研究中心、國立臺灣大學永續地球尖端科學研究中心、國立臺灣師範大學科學教育研究所、臺灣災害管理學會

協辦單位

行政院農業委員會水土保持局、財團法人國家實驗研究院、國家災害防救科技中心

指導單位

行政院科技部

學術研討會及論壇

Conferences and Forums

PS	2019 中國地理學會年會暨地理學術研討會 2019 Annual Meeting of Geography Society of China Located in Taipei
GD	2019 中華民國測地學會學術研討會 2019 Geodetic Society Conference
OC	2019 海洋科學年會暨第十二屆海峽兩岸海洋科學研討會 2019 Ocean Sciences Conference & 12th Cross-Strait Ocean Sciences Meeting
AS-U	2019 年大氣科學研究生研討會 2019 Conference of Graduated Students in Atmospheric Sciences
AS-C	108 年天氣分析與預報研討會 2019 Conference of Weather Analysis and Forecast
GS	中華民國地球物理學會與中華民國地質學會 108 年年會暨學術研討會 2019 Annual Congress of Geological Society Located in Taipei & Chinese Taipei Geophysical Society
EE	數位時代的地球科學教育 Earth Science Education in the Digital Era
SS-M	科學衛星研討會 Satellite Missions for Space Science
SS-W	太空天氣國際研討會 International Conference on Space Weather
ConPPA	國際泛太平洋人類世會議 International Conference on Pan-Pacific Anthropocene
TIEOS	「2019 台灣地球觀測資源整合系統」座談會 2019 Taiwan Integrated Earth Observation System Symposium
SS-F	探空火箭應用與發展論壇 Sounding Rocket Application Forum
SDR-F	永續防災與韌性社會論壇 Forum on Sustainable Disaster Reduction and Resilient Society
AS-S	南海及鄰近暖池天氣 - 氣候系統國際研討會 Int'l Workshop on Weather-Climate System of the SCS and Neighboring Warm Pool

海洋化學

Chemical Oceanography and Marine Chemistry

主持人：雷漢杰、魏慶琳、郭香會、蔡平河

- | | |
|-------------|---|
| 08:30-08:45 | OC2-004
台灣周遭福島事件產生之銨-137
陳鎮東、黃蔚人、徐明德、蔡文賢、李明達 |
| 08:45-09:00 | OC2-002
海洋浮游生物體內的砷含量：種類與個體大小變化
溫良碩 |
| 09:00-09:15 | OC2-015
橈足類浮游動物在污染河口海域對重金屬元素蓄積能力之研究
方天熹 |
| 09:15-09:30 | OC2-006
西南沿岸海域及沙灘塑膠微粒特性與分佈之探討
柯風溪、曾柏軒、鄭金娥、張瓊文、陳德豪 |
| 09:30-09:45 | OC2-016
Enhanced West Philippine Sea seawater intrusion diminishes hypoxia conditions in the Pearl River estuary
雷漢杰 |
| 09:45-10:00 | 青年論壇：海洋化學 (YF2)
Youth Forum: Chemical Oceanography and Marine Chemistry

YF2-003
河海匯流區溶解銀的轉化與遷移作用
林佩俞 |
| 10:30-10:45 | OC2-017
利用浮標觀測西菲律賓海溶氧時序變化
魏慶琳 |
| 10:45-11:00 | OC2-030
氨鎘鎘還原法測定水体硝酸盐氮、氧同位素方法研究
尹希傑 |
| 11:00-11:15 | OC2-033
Differential responses of ammonia oxidation to global warming in marine environments
鄭珍珍 |
| 11:15-11:30 | OC2-013
北南海碳氮磷生物幫浦現況
洪佳章 |
| 11:30-11:45 | OC2-007
東北季風期間台灣海峽內的氮磷比值變化
黃婷萱、陳鎮東 |
| 11:45-12:00 | 青年論壇：海洋化學 (YF2)
Youth Forum: Chemical Oceanography and Marine Chemistry

YF2-002
東赤道太平洋湧升流強度對所羅門海有孔蟲氮同位素的進動週期特徵之影響
方薇甯 |

Spreading of Fukushima Cs-137 to north of Taiwan by way of recirculated Kuroshio Tropical Water

Chen-Tung Arthur Chen¹, Wei-Jen Huang¹, Ming-An Lee², Sen Jan³, Yiing-Jang Yang³,
Ming-Te Hsu⁴, Wen-Hsien Tsai⁴, Ming-Ta Lee⁴

1. Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung 804, Taiwan

2. Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, Keelung 202, Taiwan

3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan

4. Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council, Kaohsiung 833, Taiwan

Abstract

On 3/11/2011 an extreme earth quake followed by a giant tsunami destroyed the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant in Japan, resulting in a great nuclear accident. The atmospheric circulation quickly transported radioactive material released to the air throughout the northern hemisphere. Short lived Cs-134 and longer lived Cs-137 were detected in Taiwan only eight days after the accident which also released a tremendous amount of radioactive material to the adjacent seawater. Since the nearby ocean current, mainly the Kuroshio Extension, flows eastward, intuitively the released radioactive material is expected to flow eastward towards the North America initially. Subsequently the current would flow southward along the North American west coast before turning towards the west as part of the North Pacific Equatorial Current (NPEC). The NPEC reaches the Philippines and spreads to the north and the south. The northern branch forms the Kuroshio which passes Taiwan before reaching Japan, thus completing a great gyre which takes decades to run the full circle. It is thus somewhat surprising to detect Fukushima-derived Cs-137 in waters in the western North Pacific only a few years after the incident, suggesting that part of the released Cs-137 did not run the full circle. Instead, portions of the Kuroshio Extension water turned southward in the western North Pacific, reaching as far south as the NPEC before re-joining the Kuroshio. As a result, elevated Cs-137 has been detected in waters surrounding Taiwan. The highest concentration is found in the depth range occurred in the Kuroshio Tropical Water which centers at a depth around 100 m.

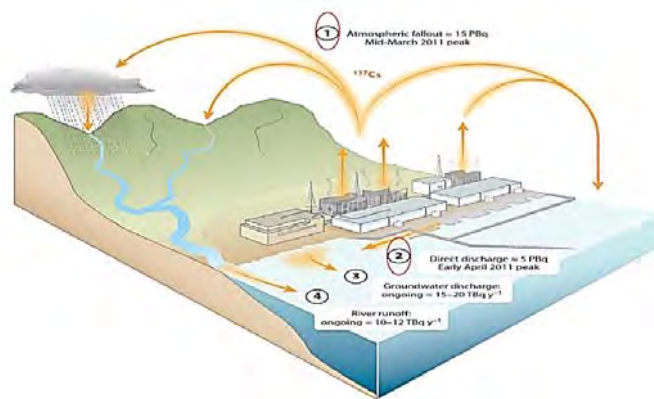
Spreading of Fukushima Cs-137 to north of Taiwan by way of recirculated Kuroshio Tropical Water

Chen-Tung Arthur Chen¹, Wei-Jen Huang¹,
Ming-An Lee², Sen Jan³, Yiing-Jang Yang³,
Ming-Te Hsu⁴, Wen-Hsien Tsai⁴, Ming-Ta Lee⁴

1. Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung 804, Taiwan
2. Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, Keelung 202, Taiwan
3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan
4. Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council, Kaohsiung 833, Taiwan

1

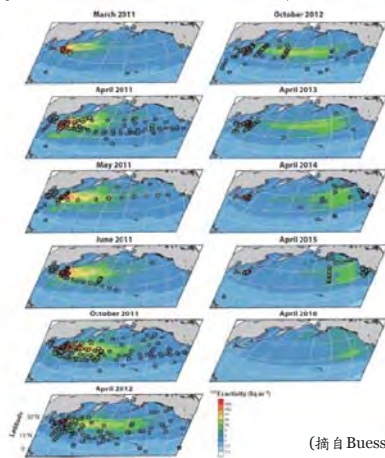
福島事件流至海洋之放射性核種來源



(修改自 Buesseler et al., 2017)

2

Cs-137之活度在北太平洋表水分布圖



(摘自 Buesseler et al., 2017)

3

中國大陸於東海監測Cs-137之結果分布圖

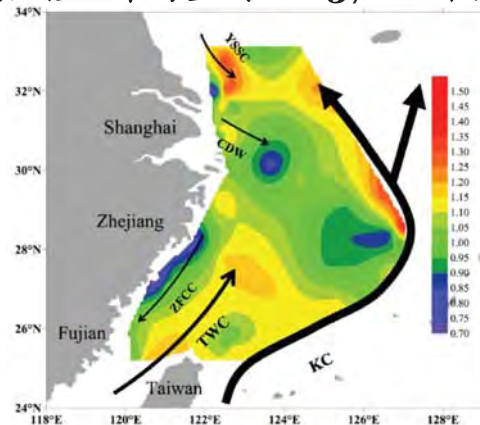


Fig. 3. The spatial distribution of ^{137}Cs activities (Bq m^{-3}) in surface water with the water masses of the East China Sea. (圖取自 Zhao et al., 2018)

4

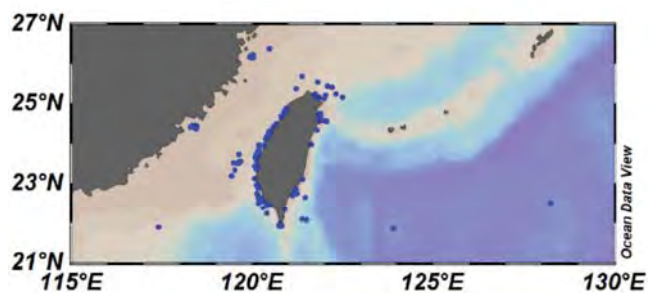


Fig. 1 Sampling sites.

5

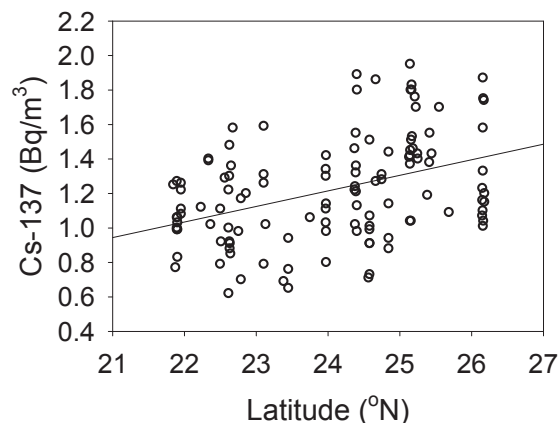


Fig. 2 Cs-137 activities in surface waters (<10m) vs latitude.

6

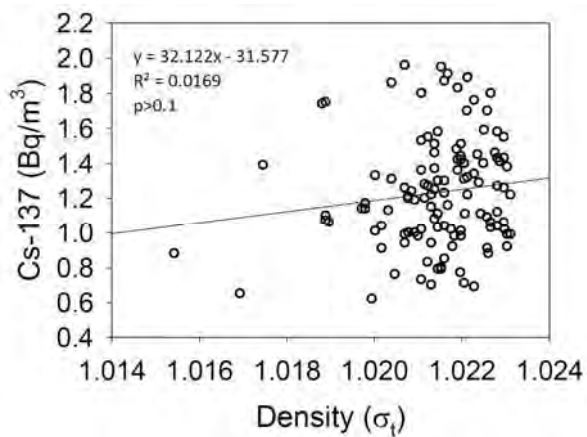
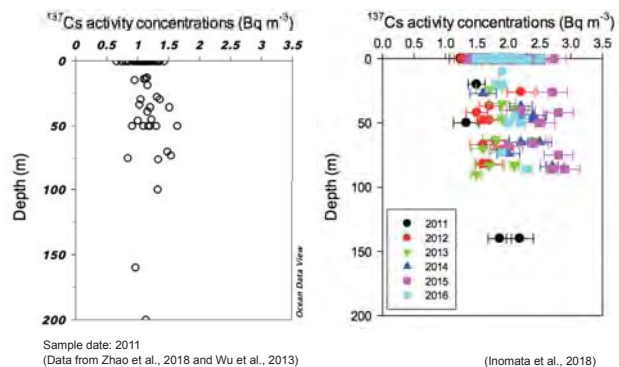


Fig. 3 Cs-137 activities in surface waters vs seawater density.

7



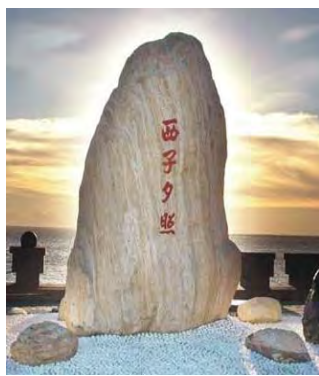
Sample date: 2011
(Data from Zhao et al., 2018 and Wu et al., 2013)

(Inomata et al., 2018)

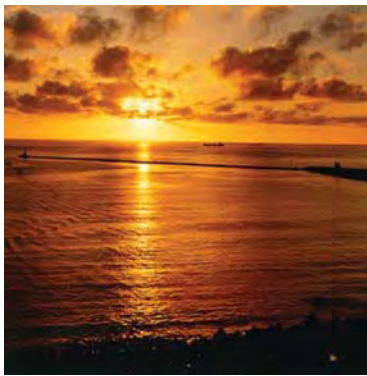
Fig. 4 Cs-137 activities vs depth.

8

Welcome to visit
National Sun Yat-sen University



Taken from <http://www.un1.com/sight/cq1486.html>



9

附錄4：出席於核能研究所，召開之107年度「行政院原子能委員會委託研究計畫」成果發表會，發表論文之摘要及簡報內容（會議日期：108年5月16日）



行政院原子能委員會核能研究所
Institute of Nuclear Energy Research

輻安核安 民衆心安 日新又新 專業創新

| [開始列印](#) | [關閉本頁](#) |

● [首頁](#) > [訊息公告](#) > 研討會

發佈日期：2019-04-16

107年度「行政院原子能委員會委託研究計畫」成果發表會

107年度「行政院原子能委員會委託研究計畫」成果發表會謹訂於**108年5月16日(週四)**假核能研究所舉行，成果發表會邀請委託研究計畫主持人公開發表成果，以促進研發成果共享，並提供專業人士公開技術交流與討論的平台。本次成果發表會期望以成果行銷推展方式，強化研究品質與加強研究成果推廣，達到產、學、研界三贏的局面。

主辦單位

行政院原子能委員會

協辦單位

行政院原子能委員會核能研究所

研討會時間及地點

- 時間：**108年5月16日(週四)**
- 地點：核能研究所
- 地址：桃園市龍潭區佳安里文化路1000號

報名辦法

- 線上報名：一律採網路報名，請逕至本所[線上研習系統](#)報名
- 報名期限：即日起開放報名至**108年5月10日(週五)前**
- 會議議程：[附件一](#)
- 接駁車登記表格：[附件二](#)

相關事項說明：

- 報到時間為8:30~9:30，於各場次報到領證。
- 本所有門禁管制，出席來賓請列印本報名表或憑開會通知單入所。

場次別：場5-核能安全與輻射防護領域					
發表方式：Oral			會場地點：060 館國際會議廳		
場序	時間	評審委員	執行機關	計畫主持人	計畫名稱
1	09:50~10:15	*高熙玫、尹學禮、陳建源、陳志平、龔繼康	國立清華大學	梁正宏	核能電廠安全技術強化研究及國際合作
2	10:15~10:40		核能研究所	廖俐毅	核能電廠安全管制法規與技術研究計畫
3	10:40~11:05		國立清華大學	許芳裕	負離子原料使用於民生產品情形之調查與輻射安全影響評估
4	11:05~11:30		國立清華大學	許芳裕	計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究
	12:00~13:00		綜合討論 (逾時供應午餐)		
5	13:00~13:25		核能研究所	袁明程	核設施除役與輻射防護劑量評估驗證技術研究
6	13:25~13:50		國立清華大學	蔡惠予	台灣醫療輻射造成國民劑量調查方法研究
7	13:50~14:15		長庚大學	蕭穎聰	放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究
8	14:15~14:40		中華民國醫學物理學會	許世明	放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究
9	14:40~15:05		國立中山大學	陳鎮東	107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作
	15:05~15:35		綜合討論		

*為各場次分組主席暨評審委員

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
Study of radiation survey method in waters off Taiwan in 2018
and the preliminary procurement of services

(計畫編號：AEC107003)

黃蔚人¹ 陳鎮東¹ 李明安² 詹森³ 楊穎堅³

¹國立中山大學海洋科學系 ²國立海洋大學環境生物與漁業科學系

³國立臺灣大學海洋研究所

中文摘要

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計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，探討其受空間分布受到台灣鄰近海流之影響。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 (0.5 Bq m^{-3})。其中，Cs-137 測值最高值出現於基隆外海 200 m 之深水水樣。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 之高值可能源自亞熱帶典型水團 (Subtropical Mode Water)。此外，台灣鄰近海域中海生物中 Co-60 與 Cs-134 活度皆小於最低可測活度 (<MDA)，其中魚類樣本的 Cs-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。

英文摘要

This project collected seawater, sediment, and marine biota samples surrounding Taiwan. Atomic Energy Council Radiation Monitoring Center measured the activity of natural and anthropogenic radionuclides. This project used physical model and marine chemical parameters to discuss the influence of coastal currents surrounding Taiwan on the distribution of the activity of radionuclides. The range of Cs-137 activity in seawater surrounding Taiwan was within the background values along the U.S. west coast. The activity of short half-time Cs-134 was lower than the detection limit (0.5 Bq m^{-3}). In particular, the highest Cs-137 value was observed in seawater at 200 m depth off Keelung. The initial result of physical and chemical analyses suggests that the high value of Cs-137 activity may originate from Subtropical Mode Water. In addition, the Cs-134 and Co-60 activities of marine biota samples were also under the detection limit. The Cs-137 activity in fishes was higher than those in shrimps and shellfishes. The Cs-137 activity did not increase with the heavier weight of fish, implying no biomagnification.

壹、計畫緣起與目的

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。

貳、研究方法與過程

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 (圖 1)。每區每季採 3 個表層水 (0 至 5 m 深)，計畫年度內共採 60 個表層水。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順道採樣，以溫鹽深儀暨採水瓶系統 (CTD/Rosette) 採集。上述海水樣品採樣完畢後，集中送至原子能委員會輻射偵測中心進行計測。

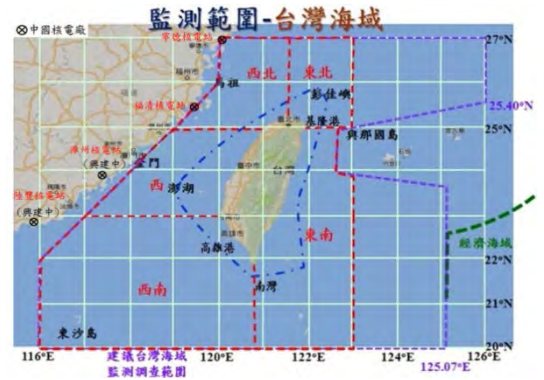


圖 1 採樣分區圖。

本計畫採集海水樣以及沉積物，並由原能會輻射偵測中心計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)，調查其在台灣鄰近海域之分布。

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。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計測。

三、海生物樣品採集

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計測。

四、HYCOM 模式的運用

利用本研究案資料庫所蒐集的 HYbrid Coordinate Ocean Model

(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。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。

參、主要發現與結論

一、樣品分析結果:無異常

本計畫中台灣鄰近海域中監測結果如下:

表1 臺灣鄰近海域水深0至200 m海水、沉積物及海生物加馬能譜計測結果 (海水Cs-134 MDA值為0.5 Bq m⁻³，Cs-137 MDA值為0.5 Bq m⁻³。沉積物及海生物Cs-134 MDA值為0.09 Bq kg⁻¹，Cs-137 MDA值為0.06 Bq kg⁻¹。)。

	海水樣 (Bq m ⁻³)	沉積物 (Bq kg ⁻¹)	海生物-魚 (Bq kg ⁻¹)	海生物-蝦 (Bq kg ⁻¹)	海生物-貝 (Bq kg ⁻¹)
Cs-134	-	-	-	-	-
Cs-137	< 2.02	< 0.61	< 0.43	< 0.07	< 0.07
樣品數	130	76	49(批)	8(批)	9(批)

1. 註：“-”表示小於最低可測活度(MDA)。

2. 註：樣品數為本計畫及跨部會採樣數量之總和

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) (圖 2) 之活度低於 2.02 (Bq m⁻³)，平均值為 1.26 ± 0.33 (Bq m⁻³)，一般來說西南區稍低於東北區，皆低於原子能委員會「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 Cs-137 紀錄基準值(400 Bq m⁻³)及調查基準值(2000 Bq m⁻³)，另一種半衰期較短的人工放射性核種 Cs-134，則都低於偵測極限 (0.5 Bq m⁻³，半衰期約三年)。

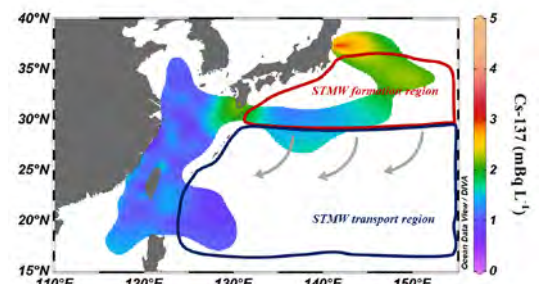
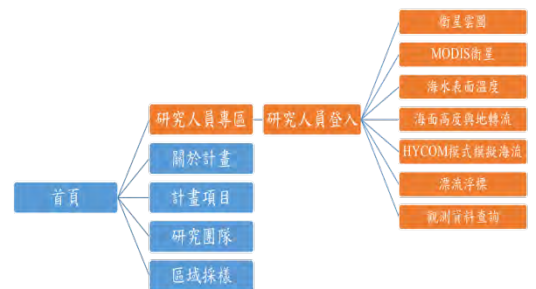


圖 2 本計畫與西北太平洋文獻之 Cs-137 活度分布等值圖。

二、初期資料庫建置已完成

本計畫架設資料庫及網站如圖3所示，將台灣鄰近海域之海水、沉積物、海生物之分析結果匯入(<http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>)，可有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享。該平台也整合衛星雲圖、MODIS 衛星、海水表面溫度等觀測資料及HYCOM 模式，可將觀測及分析結果以圖像方式展現，亦可模擬輻射物質漂流軌跡。



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。在日後使用者將能在網頁中輸入漂流起始點位、起始時間、預計模擬時間長度，而系統產出模擬路徑圖。

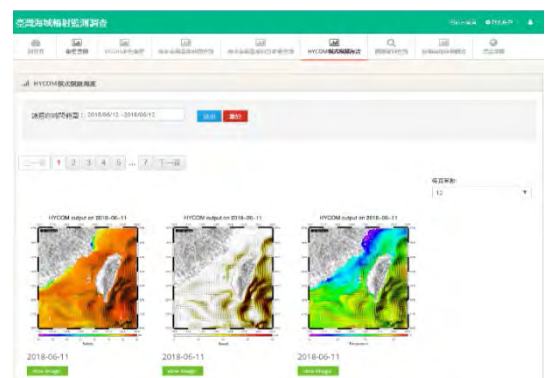


圖 3 網站示意圖。

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

受委託單位: 國立中山大學

報告人: 陳鎮東

中華民國 108年5月16日



行政院原子能委員會輻射偵測中心
高雄市鳥松區大學堂路823號 TEL: (07)370-9206

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

黃蔚人¹ 陳鎮東¹ 李明安² 詹森³ 楊穎堅³

¹國立中山大學海洋科學系

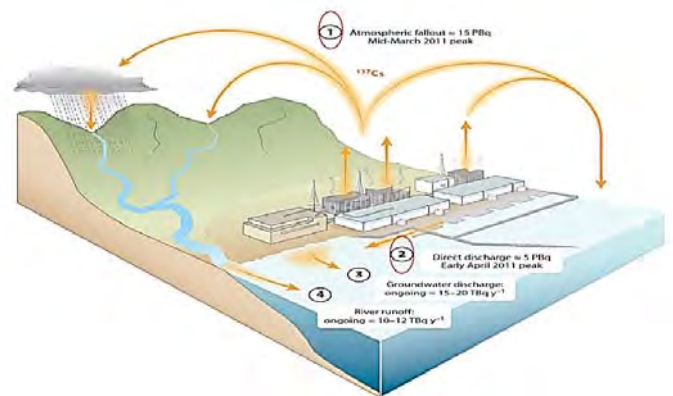
²國立海洋大學環境生物與漁業科學系

³國立臺灣大學海洋研究所

大綱

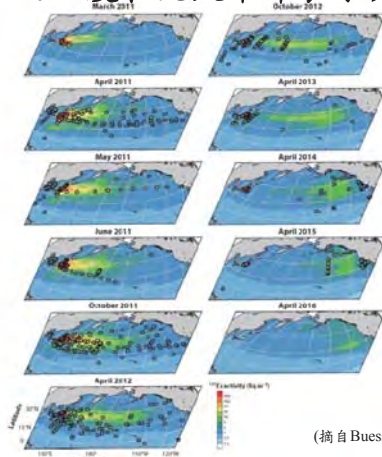
- 前言、緣起
- 方法: 採樣及計測
- 結果:
 - 海水樣及沉積物
 - 海生物
 - 資料庫及網站
- 結論

福島事件流至海洋之放射性核種來源



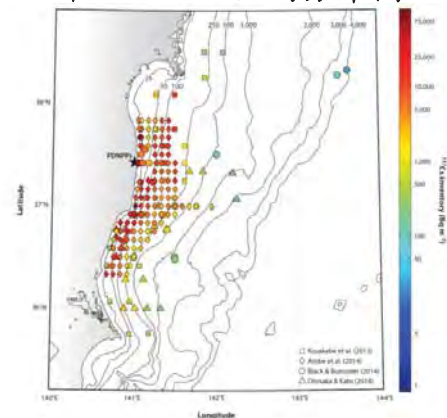
(修改自 Buessler et al., 2017)

Cs-137之活度在北太平洋表水分布圖



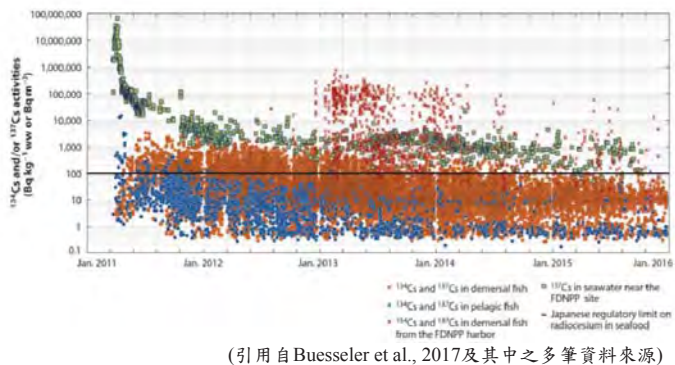
(摘自 Buessler et al., 2017)

2012 至 2013年間日本福島沿近海海底沉積物 中Cs-137之空間分布圖



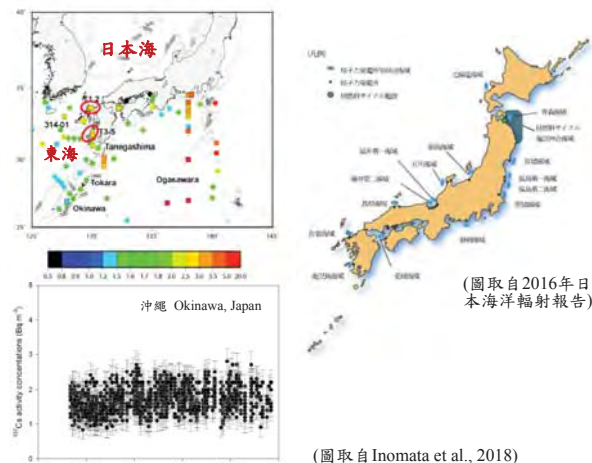
(引用自 Buessler et al., 2017 及其中之多筆資料來源)

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



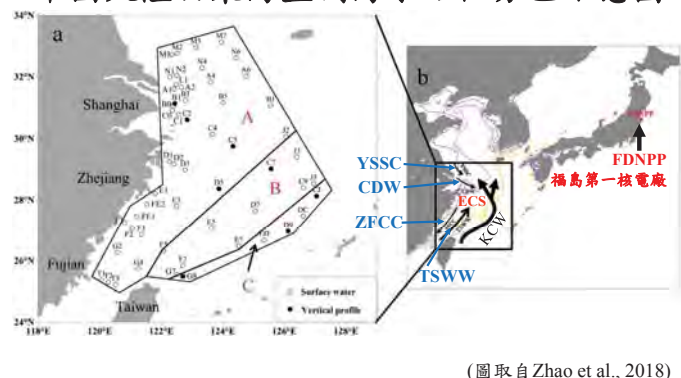
6

日本於其海域監測位置及調查結果示意圖



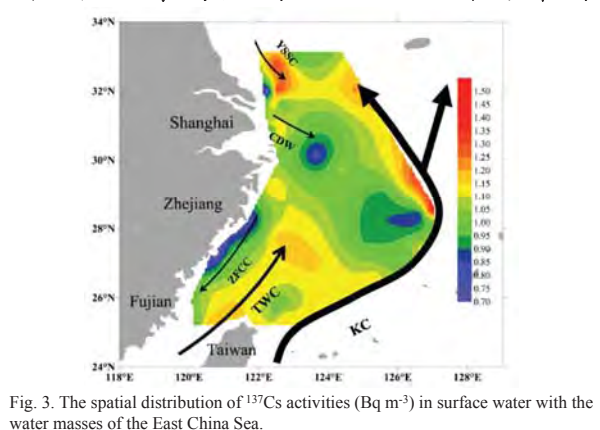
7

中國大陸於東海監測海水站位分區示意圖



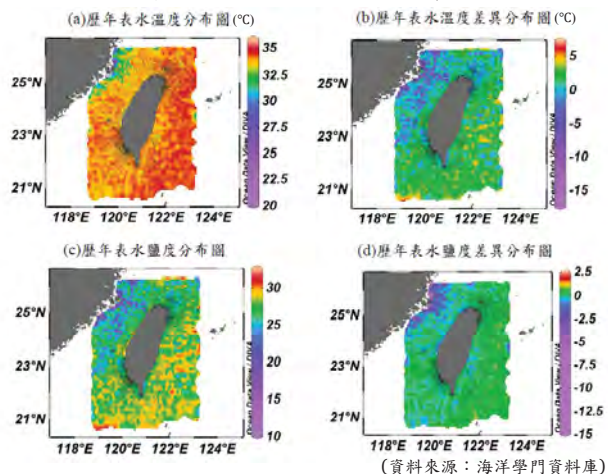
9

中國大陸於東海監測Cs-137之結果分布圖



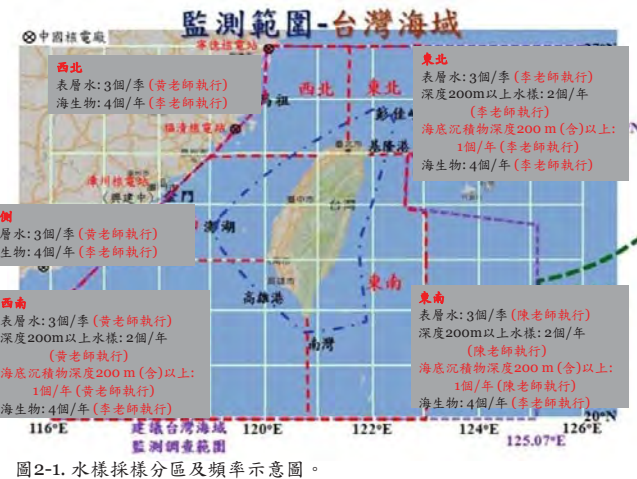
10

歷年表水溫度鹽度分布圖



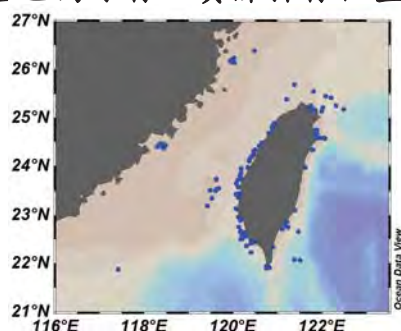
11

附錄4



12

各區海水樣品實際採樣位置圖

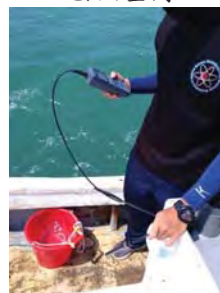


107年度共採集74個表層水樣、8個深海水樣。

13

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



海水溫鹽度測量

時間:107年5月
地點:金門



表層海水採集

時間:107年10月
地點:馬祖



表層海水採集

14

實際海水採樣情況：以金門為例

時間:107年5月
地點:金門

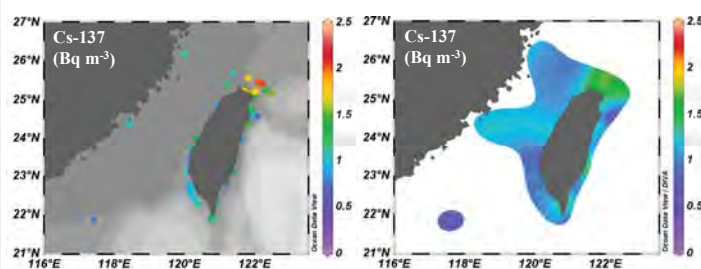


時間:107年5月
地點:金門



15

台灣鄰近海域海水中Cs-137活度分布圖及等值圖(含各深度)



16

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

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

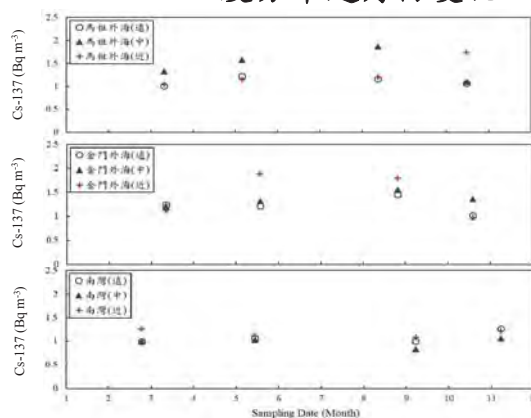
水深200m以深

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)。

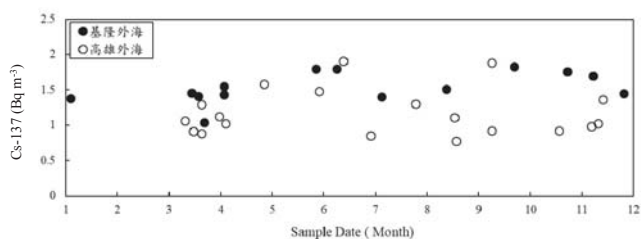
17

金門、馬祖、南灣海水中Cs-137活度分布隨月份變化



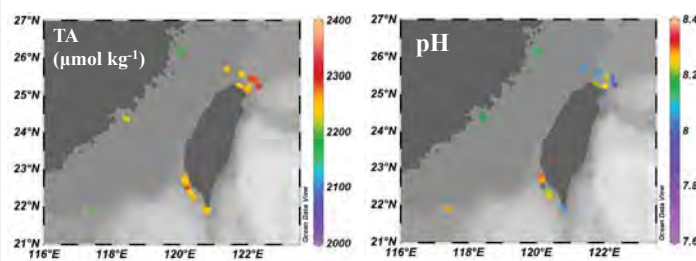
18

基隆、高雄外海水中
Cs-137活度分布隨月份變化



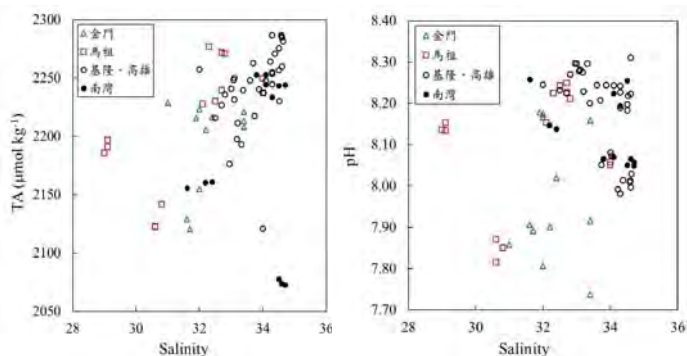
19

海水總鹼度及pH值分布圖



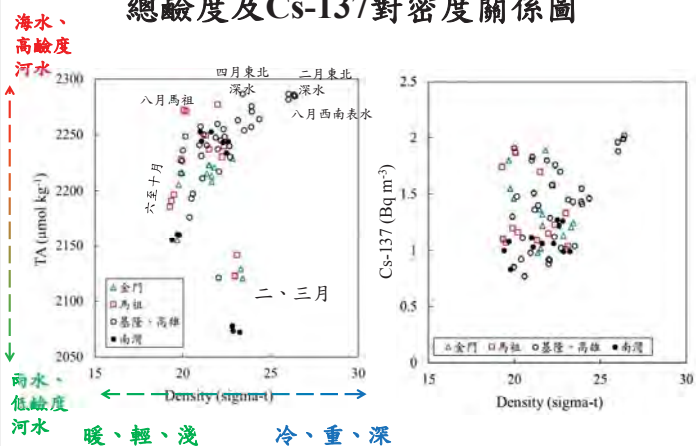
20

總鹼度及pH值對鹽度關係圖



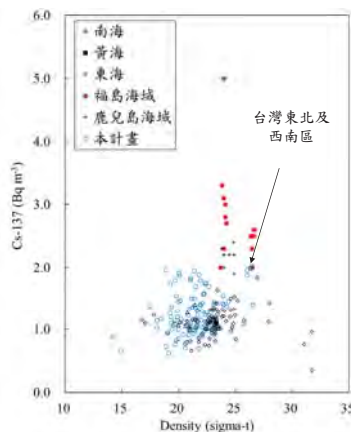
21

總鹼度及Cs-137對密度關係圖



22

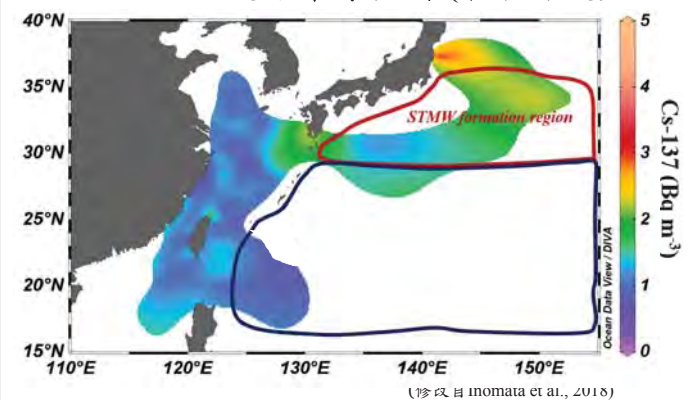
西北太平洋各深度海水之Cs-137活度與密度圖



除本計畫資料外，另加入以下參考文獻之資料：
(1) Wu, 2018 (2) Wu et al., 2013 (3) Zhao et al., 2018 (4) 2016年日本海洋輻射調查報告

23

本案與西北太平洋文獻之
Cs-137活度分布等值圖 (含各深度)



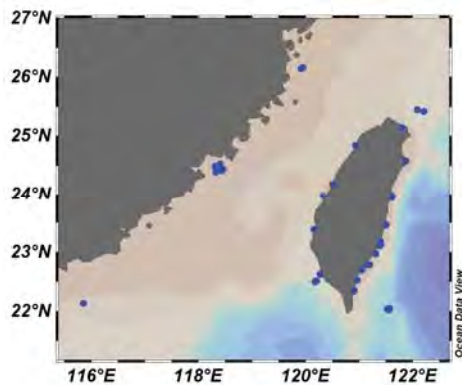
24

本案及西北太平洋海域Cs-137活度比較

區域	Cs-137活度(Bq m ⁻³)		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	< 1.96	< 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

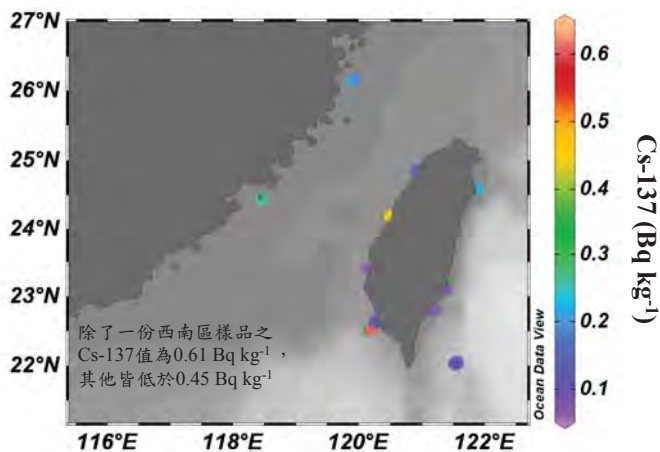
25

沉積物及岸沙採樣點位置圖



26

沉積物Cs-137活度分布圖



27

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

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

28

海生物樣本採集

- 採樣地點涵蓋臺灣東南、東北、西北、西部及西南部五個區域
- 每區至少採4批樣品【魚及蝦(> 3kg)、貝類(> 5kg)至少各一批】計畫年度內共採集22批有效樣品

- 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集



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



29

海生物樣本記錄照片

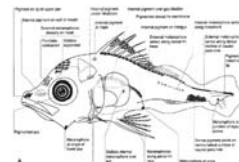
魚(背面)



貝(正面)



外部形態特徵



魚(腹面)



貝(背面)



(如體型、頭型、泄殖孔位置、色素點分布與數量、鱗片形狀、側線、鰭條數、胸腹鰭位置等)

魚(側面)



貝(二枚貝類)

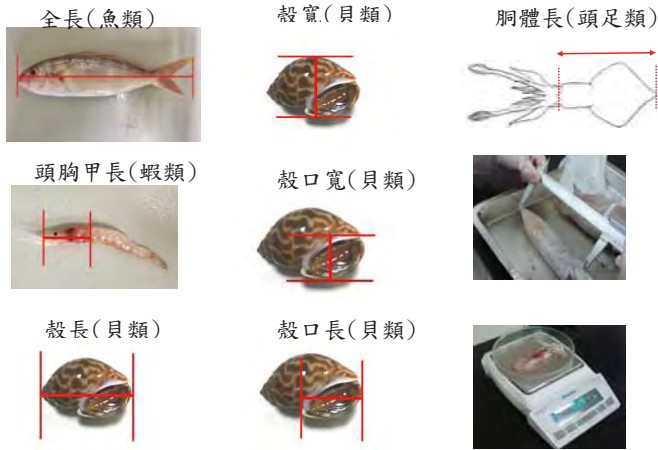


蝦



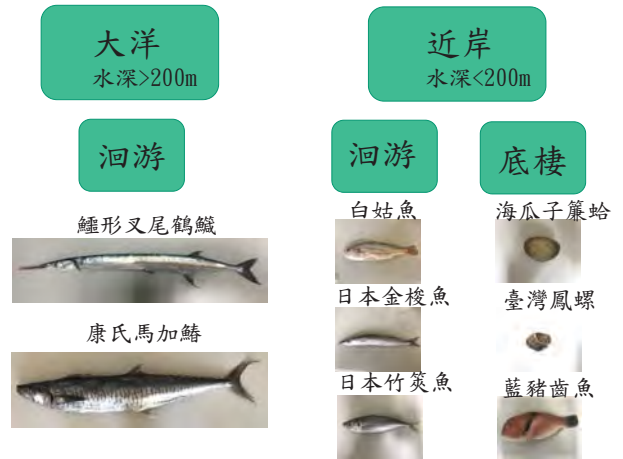
30

海生物樣本生物參數測量示意圖



31

不同生態棲性之海生物樣本區別說明



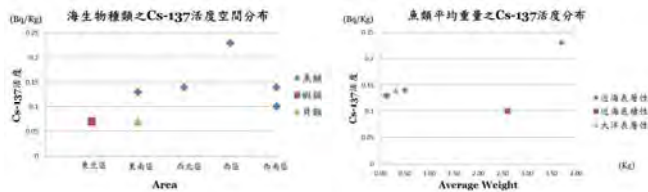
32

海生物樣本加馬能譜綜評分析

本計畫採集之海生物樣品由偵測中心依魚類、蝦類、貝類或藻類等大類及洄游性或底棲性等生態屬性進行加馬能譜分析，所得資料由本團隊依魚類、蝦類、貝類或藻類等不同大類以及生態棲地與生物體長(或體重)大小之類度分布及加馬能譜(i.e. 鈷-60、鈾-134及鈾-137)活性進行散佈圖、統計分析及綜合比較評析。

結論

1. 海生物的種類與時空間分布特性
2. 歷年暨本年度海生物樣本量測得之加馬能譜(i.e. 鈷-60、鈾-134及鈾-137)活性綜合比較評析。

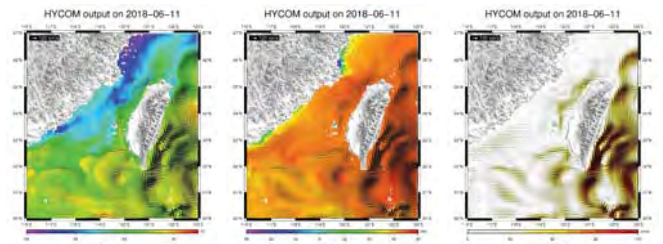


圖例：107年度海生物樣品之活性空間分布及其與不同生態習性之關聯性示意圖

33

HYCOM模式簡介

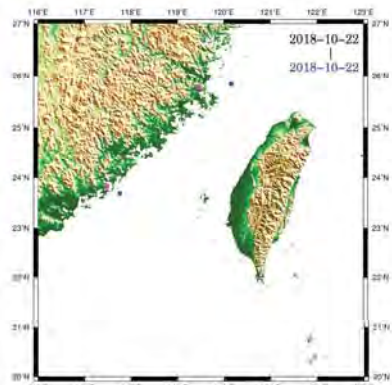
- ◆ HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)
- ◆ 該模式主要是由美國海軍海洋局執行並提供服務
- ◆ 水平方向的空間解析度為 $1/12^\circ$ (約為9公里)，垂直分層為40層z-level的標準深度



34

HYCOM模式的運用

- ◆ 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。



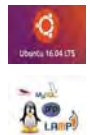
35

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 x64)
 - ◆ 網頁伺服器：LAMP (Linux+Apache+MySQL+PHP)



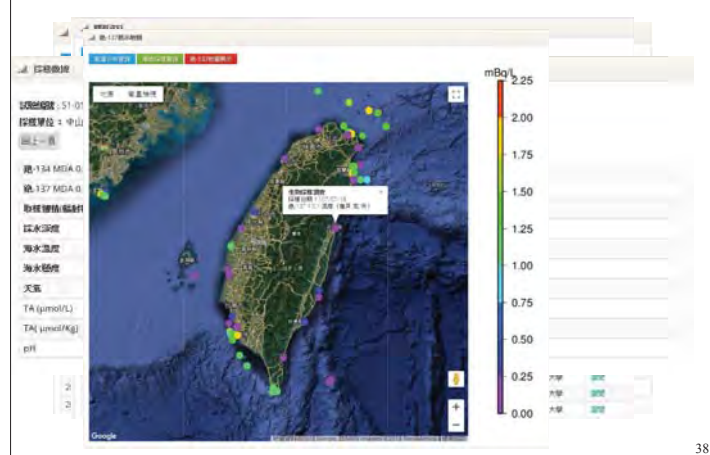
36

網頁介紹



37

觀測資料查詢



38

本案分析結果落在法規標準範圍內

			Cs-134	Cs-137	參考資料
日本	飲料	(Bq kg ⁻¹)	10		日本厚生勞動省網站
	奶類及乳製品		50		
	一般食品		100		
台灣	奶類及乳製品	(Bq kg ⁻¹)	10		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」。
	嬰兒食品		50		
	飲料及包裝水		10		
	其他食品		100		
	環境試樣	水(紀錄基準值)	400	400	
		水(調查基準值)	2,000	2,000	
本案		沉積物(紀錄基準值)	3	3	「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。
		沉積物(調查基準值)	74	740	
	海水活度(Bq m ⁻³)		-	< 2.02	
	沉積物 (Bq kg ⁻¹)		-	< 0.61	
	海產物 (Bq kg ⁻¹)	魚	-	< 0.43	
		蝦	-	< 0.07	
		貝	-	< 0.07	

39

報告完畢
敬請指導



40

正本

檔 號：
保存年限：

國立中山大學 函

833

高雄市鳥松區澄清路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108年6月18日

發文字號：中系海洋科學字第1082400255號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送本校「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號：1080103)期中報告初稿6份，敬請查收。

說明：依貴我契約文件需求規範「肆」之『(四)』之「4.報告繳交期限及工作會議如下：(1)於108年6月30日前提出第1次期中報告初稿6份……」規定辦理。

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

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

附錄6：「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中工作檢討會會議紀錄
(會議日期：108年7月3日)

檔 號：

保存年限：

國立中山大學 函

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

裝 受文者：如正副本

發文日期：中華民國108年7月15日

發文字號：中系海洋科學字第1082400311號

速別：最速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(108年期中工作檢討會會議紀錄)

主旨：檢送「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中工作檢討會會議紀錄1份，請查照。

訂 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

線

「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

期中工作檢討會會議紀錄

一、時間：108 年 7 月 3 日下午 2 時

二、地點：中山大學海科院海 MA3040 會議室

三、主席：李明達技士

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. 海洋大學海生物樣品之採樣時間，是否能請協助採樣之跨部會單位儘量在所列之「夏、冬」季所屬月份進行？

決議：將請協助採樣之跨部會單位儘量配合。

2. 依契約條件，原訂於 108 年 10 月 1 日前應提交「台灣海域未來中長程(109~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿，為期時間效益，擬請執行單位提前於 108 年 9 月 1 日前提交。

決議：依甲方指示辦理。

八、散會(下午 4 時 0 分)。

附件：

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中報告
初稿審查意見回覆表



行政院原子能委員會輻射偵測中心

高雄市鳥松區大華里澄清路 823 號 TEL: (07)370-9206



108 年台灣海域輻射背景調查計畫 勞務採購案

契約編號：1080103

期中工作檢討會議簽到表

時間：108 年 7 月 3 日 (星期三) 14:00

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

出席人員	行政院原子能委員會輻射偵測中心	
	李明達	
	主持人	研究人員
	陳鎮東	黃修儀
	李明安	黃貴楨
	黃蔚人	黃信雄
		張凱富
		楊及雁

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫
勞務採購案」期中報告初稿
審查意見

108.6.27

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (108.7.2 彙整)
1	i	經查 cs-134 之 MDA=0.5 毫貝克/升，請修正。	感謝委員指正，已於報告中將 Cs-134 之 MDA 值修正為 0.5 毫貝克/升。
2	4	三、海生物樣品採集 請依實際執行及既有記錄說明採樣方式及特徵。	今年度海生物樣本與永續基金會與嘉義大學合作，以增加採集多樣性。 永續基金會：直接接洽漁民，並請漁民記錄下網地點，進港時直接取走樣本。 嘉義大學：至市場進行抽樣採集，再與漁民確認捕獲地點。兩單位收集好標本，拍照及記錄體長體重後，冷凍寄至輻射偵測中心。
3	10	資料庫未來將開發之功能，因需要視未來資源投入再加以開發，建議保守說明或朝未來開發功能簡述。	除了持續建立各項可運用的水文及洋流資料庫外，將與貴單位討論，納入國外可下載與放射性相關的採樣資料，並結合自行採樣的資料，整合展示，以利貴單位與研究團隊運用。另外，也將建立標準的資料交換格式與下載功能，供政府其他部門運用。
4	15	表 4-1-1 所述之取樣數量經查無誤，但須釐清相同取樣座標點深度不同之海水樣，算 1 件還是 2 件。	2 件。

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫
勞務採購案」期中報告初稿
審查意見

108.6.27

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (108.7.2 彙整)
5	15	海水分析結果包含 106 年及 107 年的嗎?	感謝委員指教，本年度期中報告內之海水分析結果僅包含 108 年度之分析資料。
6	18~20	分析結果之待測請更新到最新資料。	表 4-1-5 分析結果為“待測”部分，感謝委員提醒，擬於正式期中報告內完整填列。
7	20	註解資訊請查對後修正。例如 MDA、計測時間、取樣深度。	感謝委員指正，已於報告中將 Cs-134 及 Cs-137 之 MDA 值修正為 0.5 毫貝克/升；海水試樣核種分析量 40 公升計測時間修正為 200,000 秒；表層海水深度更正為 0 至 5 公尺。
8	77	資料庫觀測資料查詢部分，建議納入國外之分析數據例如 IAEA、中國、日本、美國等。	感謝委員建議，將與團隊成員及貴單位一起討論可下載資料來源，逐步予以納入資料庫。
9	81	建議漂流軌跡起點附近的重要地點名稱例如福清核電廠或閩江出水口等。	感謝委員建議，遵照辦理。

附錄7：「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中報告定稿本公文
(發文日期：108年7月19日)

正本

檔 號：
保存年限：

國立中山大學 函

833

高雄市鳥松區澄清路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108年7月19日

發文字號：中系海洋科學字第1082400318號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(108年期中報告書定稿本)

主旨：檢送本校執行貴中心之「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號：1080103)期中報告定稿本(含光碟片)6份，敬請查收。

說明：依貴我契約文件需求規範「肆」之「(四)」之「4.報告繳交期限及工作會議如下：(1)...於檢討會後次日起20日內提交定稿本6份及相關資料電腦檔」規定辦理。

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

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

附錄8：檢送「台灣海域未來中長程(109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」
初稿6份之公文(發文日期：108年8月29日)

正本

檔 號：
保存年限：

國立中山大學 函

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

833

高雄市鳥松區澄清路823號

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108年8月29日

發文字號：中系海洋科學字第1082400385號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送「台灣海域未來中長程(109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」初稿6份，請查收。

說明：依貴我契約書(契約編號1080103)條⁵序(第2-8頁)及108年7月3日「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期中工作檢討會之會議紀錄辦理。

正本：行政院原子能委員會輻射偵測中心

副本：本校海洋科學系陳鎮東計畫主持人

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

正本

檔 號：
保存年限：

國立中山大學 函

833
高雄市鳥松區澄清路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108年11月15日
發文字號：中系海洋科學字第1082400504號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：檢送本校「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號：1080103)期末報告初稿10份，敬請查收。

說明：依貴我契約文件需求規範「肆」之『(四)』之「4.報告繳交期限及工作會議如下：(3)於108年11月20日前提出期末報告初稿10份.....」規定辦理。

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

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

附錄10：「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末工作檢討會會議紀錄
(會議日期：108年12月5日)

檔 號：

保存年限：

國立中山大學 函

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：如正副本

發文日期：中華民國108年12月9日

發文字號：中系海洋科學字第1082400540號

速別：速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：108-1205-1--會議紀錄--108年期末工作檢討會.pdf、108-1205-2--會議簽到表.pdf、108-1205-3--附件--期末報告初稿審查意見回覆表.pdf

主旨：檢送「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末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

「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

期末工作檢討會會議紀錄

一、時間：108 年 12 月 5 日下午 2 時

二、地點：輻射偵測中心 2 樓會議室

三、主席：洪副主任明崎

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) 依契約條件，本案需於 108 年 12 月 15 日結案，因 12 月 15 日為星期日，故提前至 12 月 12 日。

決議：遵照辦理。

2) 期末報告定稿內容需依期末報告初稿審查意見修定。

決議：遵照辦理。

3) 提交期末報告定稿時需同時提交「台灣海域未來中長程(109~111 年)輻射監測調查計畫規劃書」定稿。

決議：遵照辦理。

八、散會。

附件：

期末報告初稿審查意見回覆表



行政院原子能委員會輻射偵測中心

高雄市烏松區大華里澄清路 823 號 TEL: (07) 370-9206



108 年台灣海域輻射背景調查計畫 勞務採購案

契約編號：1080103

期末工作檢討會議簽到表

時間：108 年 12 月 5 日 (星期四) 14:00

地點：輻射偵測中心 2 樓會議室

出席人員	行政院原子能委員會輻射偵測中心	
	洪明崎	
	蔡文選	
	李明達	
	主持人	研究人員
	陳德東	王怡甄
	黃麗人	黃修儀
	-	謝佳穎
		黃信雄

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務
採購案」期末報告初稿
審查意見

108.11.26

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (回覆日期：108 年 12 月 4 日)
1	i	第 2 段第 6 行，擬改成期末報告截止前，進度及資料庫更新請改為至年底的資訊。	遵照辦理。
2	3	洿積物請修正為“沉積物”。	遵照辦理。
3	5	圖 2-2 海生物採樣流程圖中的永續基金會修正為“海漁基金會”。	遵照辦理。
4	7	2.5.1 台灣……，除四季季節變化外……	遵照辦理。
5	7	2.5.2 台灣……，除四季季節變化外……	遵照辦理。
6	14	圖表名稱後之(更新日期 108 年 11 月 10 日)請記得刪除。	遵照辦理。
7	19	續表 4-1-3 樣品編號 2-34-01-02 是樣品待測，請修正。	遵照辦理。
8	20-23	續表 4-1-3 請更新資料。	遵照辦理。
9	21	續表 4-1-3 花蓮、成功、富岡漁港 GPS 貼錯，請修正。	遵照辦理。
10	37	續表 4-1-5 花蓮、成功、富岡漁港 GPS 貼錯，請修正。	遵照辦理。

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務
採購案」期末報告初稿
審查意見

108.11.26

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (回覆日期：108 年 12 月 4 日)
11	44-45	續表 4-2-4 請把岩心資料移除，並註記已取得樣品，因計測時間過長樣品較多無法在期限內完成數據。 表 4-2-4 名稱請把岩心刪除 附錄10	遵照辦理。
12	47-49	續表 4-1-3 請更新資料並刪除多複製“富岡漁港到蘭嶼東清村”。	遵照辦理。
13	48	樣品編號東石漁港請修正為“布袋漁港”。	遵照辦理。
14	50	週邊海域請修正為“周邊海域”。 今年度共採集 101128 批海生物樣品，魚類 7792 批、蝦蟹 1118 批、貝類 9 批及藻類 4 批；頭足類未放入裡頭說明？	遵照辦理。
15	51	黑魚魷請修正為“黑魷”。	遵照辦理。
16	62-63	圖 4-3-5 跟圖 4-3-6 黑魚魷請修正為“黑魷”。	遵照辦理。
17	64-109	“分布”跟“分佈”是否統一修改。	遵照辦理。
18	66	分析參數包含鈷-60、碘-131、銫-134.....。 後續表單 4-3-6 內的鈷-60 請改為碘-131。	遵照辦理。

輻射偵測中心「108 年台灣海域輻射背景調查計畫勞務
採購案」期末報告初稿
審查意見

108.11.26

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (回覆日期：108 年 12 月 4 日)
19	67	1. 67 頁第 5 行開始提到杜氏鰱，68 頁第五行開始提到紅甘，但一直到本段第六行才解說杜氏鰱=紅甘，建議提前說明。 2. 4.3.3 總結與建議第 2 行海生物採集 101 批請改為 128 批。	1. 感謝委員的提醒，後續期末報告將依建議修正為杜氏鰱(紅甘鰱)，以利閱讀與理解。 2. 遵照辦理。
20	68	會議中請討論或說明以下事項： 說明紅甘取樣為何特別只提高東南、東北及西區的海域？西北、西南呢？每區建議 30 尾，應該會超過實驗室負荷。可否下修？ 紅甘胃內容物及耳石分析之研究，目前可有建議可行之實驗室可以協助？本中心該如何配合？可能需要之費用大約多少？	1. 感謝委員的提醒，根據海漁基金會 108 年度的優勢漁獲魚種的資料顯示，杜氏鰱(紅甘鰱)在台灣東(如台東)西(如雲嘉沿海)部均有漁獲記錄，據此，杜氏鰱取樣可區分為東西區，每區至少取樣 15 尾。 2. 胃內容物及耳石分析之研究可委請海大環漁系王佳惠老師協助分析。並請中心於樣品檢測前，由團隊成員先行取下耳石及胃(總數 15~20 個樣本)。整體至少需要之費用約 36 萬元。
21	81	第三段、第四段，表層水(水深 0 至 10 5 米以淺)。	遵照辦理。
22	81	第四段末，如何得知密度 25.8~26.2 在哪個深度呢？	在本案中，該密度層來自於兩百米水深的採樣層，可由表 4-1-3 對照銩-137 及其對應深度得知。

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務
採購案」期末報告初稿
審查意見

108.11.26

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄 (回覆日期：108年12月4日)
23	82	第二段，採集 2 個 10 5 米以淺海水.....	遵照辦理。
24	83、98	臺灣週遭海域請修正為“臺灣周遭海域”。	遵照辦理。
25	91-98	“渦旋”跟“渦漩”是否一樣的名詞，如果是請統一修改。	將統一修改為「渦漩」。
26	95-96	“行星渦度和“行星渦漩度”是否一樣的名詞，如果是請統一修改。	將統一修改為「行星渦度」。

附錄11：「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」期末報告及
「台灣海域未來中長程(109~111)年輻射監測調查計畫規劃書」定稿本公文
(發文日期：108年12月11日)

正本

檔 號：
保存年限：

國立中山大學 函

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

833

高雄市鳥松區澄清路823號

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108年12月11日

發文字號：中系海洋科學字第1082400541號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：檢送「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號：1080103)期末報告定稿本6份及「台灣海域未來中長程(109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」定稿本6份及相關資料電腦檔，敬請查收。

說明：依貴我契約文件需求規範「肆」之『(四)』之「4.報告繳交期限及工作會議如下：(2)、(3).....」規定辦理。

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

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行