

# 台灣海域輻射背景調查計畫 勞務採購案

契約編號：**1081216**

## **110** 年期末報告 定稿本

委託單位：行政院原子能委員會輻射偵測中心

執行單位：國立中山大學海洋科學系

計畫全程：**109**年1月1日至**110**年12月31日

本次報告期間：**110**年1月至**110**年12月

中華民國**110**年12月印製

## 本次報告摘要

- 一、中文計畫名稱：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案
- 二、契約編號：1081216
- 三、契約期間：109年1月1日至110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：110年期末報告定稿本  
（本次報告期間：110年1月至110年12月）
- 八、本次報告書完成日期：中華民國110年12月
- 九、使用語言：中文
- 十、中文摘要關鍵詞：福島事故、核分裂核種、核能電廠、海水、  
洋流、海洋生物、銫-137

印製年月：中華民國110年12月

# 目 錄

	頁
目錄-----	I
表目錄-----	III
圖目錄-----	IV
摘要-----	i
精簡調查與研究成果-----	ii
<b>壹、前言-----</b>	<b>1</b>
一、計畫背景-----	1
二、計畫目標-----	3
三、工作項目-----	3
四、工作進度-----	5
<b>貳、執行成果說明-----</b>	<b>7</b>
一、海水樣品採集-----	7
2.1.1 海水樣品採集進度-----	7
2.1.2 海水分析結果-----	9
2.1.2-1 海水加馬能譜分析結果-----	9
2.1.2-2 臺灣鄰近海域銫-137 活度與西北太平洋文獻數值比較-----	19
2.1.2-3 主變量分析結果-----	21
2.1.2-4 海水總鹼度分析結果-----	22
二、沉積物及岩心樣品採集-----	31
三、海洋生物樣品之彙整-----	38
2.3.1 海洋生物樣本採集與分析結果-----	38
2.3.2 海洋生物樣本加馬能譜分析結果-----	50
2.3.3 總結-----	50
四、監測調查方法研究-----	54
2.4.1 文獻回顧-----	54
2.4.1-1 起因-----	54
2.4.1-2 福島事件放射性核種流至海洋之途徑-----	54
2.4.1-3 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響-----	55
2.4.2 監測調查方法研究及回顧-----	59
2.4.3 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下監測調查方式	61
2.4.3-1 監測方法規劃-----	61
2.4.3-2 影響海洋中氬空間分布之可能因素-----	63
2.4.4 HYCOM 模式的運用-----	64

目 錄	頁
五、資料庫建置與網頁展示-----	90
2.5.1 系統架構-----	90
2.5.2 網頁介紹-----	90
2.5.3 資料介紹-----	93
六、工作討論會-----	104
<b>參、參考文獻-----</b>	<b>105</b>

## 表目錄

頁

表 1-1	臺灣鄰近海域海水及沉積物輻射偵測計畫-- 採集樣品頻率表	4
表 1-2	工作項目預定進度表 (甘特圖)-----	5
表 2-1-1	民國 110 年海水樣品數量及執行率-----	8
表 2-1-2	民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域各深度海水銫-134、銫-137 活度範圍-----	10
表 2-1-3	本計畫海水加馬能譜分析結果-----	12
表 2-1-4	主變量分析變異量特徵值-----	21
表 2-1-5	臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度-----	25
表 2-2-1	民國 110 年海底沉積物樣品數量及執行率-----	31
表 2-2-2	本計畫採集之沉積物與岩心加馬能譜分析結果-----	34
表 2-2-3	本計畫採集之岩心各深度加馬能譜分析結果-----	37
表 2-3-1	西北區採樣紀錄一覽表-----	41
表 2-3-2	西南區採樣紀錄一覽表-----	41
表 2-3-3	西區採樣紀錄一覽表-----	41
表 2-3-4	東北區採樣紀錄一覽表-----	42
表 2-3-5	東南區採樣紀錄一覽表-----	42
表 2-3-6	臺灣五個調查區之海生物樣本加馬能譜分析結果-----	51

# 圖目錄

頁

圖 1-1	中國核電站分佈圖-----	2
圖 2-1-1	採樣分區圖-----	7
圖 2-1-2	民國 110 年各區海水實際採樣站位點-----	8
圖 2-1-3	民國 110 年臺灣鄰近海域海水銫-137 活度分布圖-----	10
圖 2-1-4	民國 110 年臺灣本島鄰近海域海水銫-137 活度剖面圖-----	11
圖 2-1-5	西北太平洋文獻之銫-137 活度分布等值圖 (含各深度)-----	19
圖 2-1-6	臺灣鄰近海域各深度海水之銫-137 活度與密度圖-----	20
圖 2-1-7	民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域海水之銫-137 活度、 溫度、鹽度及密度主變量分析圖-----	21
圖 2-1-8	民國 110 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值分布圖-----	23
圖 2-1-9	民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值隨深度 分布圖-----	23
圖 2-1-10	民國 107 至 110 年海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖-----	24
圖 2-1-11	民國 107 至 110 年海水總鹼度及銫-137 對密度關係圖-----	24
圖 2-2-1	民國 110 年沉積物採樣點位置圖-----	32
圖 2-2-2	民國 110 年沉積物銫-137 活度分布圖-----	32
圖 2-2-3	民國 107 至 110 年各區岸沙及河沙銫-137 活度平均值-----	33
圖 2-2-4	民國 107 至 110 年各區 200 公尺以深海底沉積物銫-137 活度	33
圖 2-3-1	台灣西北區海域生物樣本圖及學名-----	43
圖 2-3-2	台灣西區海域生物樣本圖及學名-----	44
圖 2-3-3	台灣西南區海域生物樣本圖及學名-----	46
圖 2-3-4	台灣東北區海域生物樣本圖及學名-----	47
圖 2-3-5	台灣東南區海域生物樣本圖及學名-----	48
圖 2-3-6	各區域採樣魚種組成百分比-----	49
圖 2-3-7	採樣位置分布-----	49
圖 2-3-8	各區域銫-137 值分布-----	53
圖 2-3-9	各環境銫-137 值分布-----	53
圖 2-4-1	福島事件放射性核種流至海洋之途徑-----	55
圖 2-4-2	銫-137 之活度在北太平洋表水分布圖-----	56

# 圖目錄

頁

圖 2-4-3	中國鄰近海域之表層海水及沉積物顆粒之鈾-137 活度分布----	57
圖 2-4-4	日本海域海底沉積物之鈾-137 與粒徑中位數之關係圖-----	58
圖 2-4-5	西太平洋邊緣海中表層沉積物顆粒鈾-137 與粒徑之相關性----	58
圖 2-4-6	日本政府規畫之核電廠鄰近海域採樣範圍及之核電廠鄰近 深水站位調查結果示意圖-----	59
圖 2-4-7	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖	60
圖 2-4-8	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站 (圖 2-4-7) 中之鈾-137 活度歷史數據分布圖-----	60
圖 2-4-9	臺灣鄰近海域長期監測規劃示意圖-----	62
圖 2-4-10	臺灣鄰近海域長期監測站位規劃-----	63
圖 2-4-11	HYCOM 數值模式於民國 107 (2018)年 5 月 1 日的臺灣附近 海域海表面流場分佈圖-----	65
圖 2-4-12	AVISO 衛星觀測民國 107 (2018) 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-----	65
圖 2-4-13	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-----	66
圖 2-4-14	臺灣海峽長期平均海流流況示意圖。(左上) 冬季—12 月至 2 月、(右上) 春季—3 月至 5 月、(左下) 夏季—6 月至 8 月、以 及 (右下) 秋季—9 月至 11 月-----	67
圖 2-4-15	東亞海域潮型指標 (F) 分佈示意圖，取自臺灣區域海洋學----	68
圖 2-4-16	M2 分潮的潮流橢圓分佈，橢圓軸向表示潮流往復運動造成 的主要海流行進方向，橢圓長軸大小代表潮流最大流速-----	69
圖 2-4-17	從上到下分別為 OKTV 研究計畫於民國 101 (2012) ~民國 103 (2014) 年間在臺灣東部外海所進行的 9 次黑潮觀測成果-	71
圖 2-4-18	民國 103 (2014) 年 1 月至 2 月之 AVISO 衛星高度資料與 地轉流場分佈-----	72
圖 2-4-19	左、右圖分別顯示民國 102 (2013) 年 5 月 16 日及 11 月 23 日 的 CODAR 海流與海面高度異常值分佈圖，以及該段期間 的漂流浮標軌跡圖-----	74
圖 2-4-20	利用佈放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量-	74
圖 2-4-21	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-----	75

## 圖目錄

頁

圖 2-4-22	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)-----	75
圖 2-4-23	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-----	76
圖 2-4-24	漂流浮標軌跡顯示渦旋通過臺灣西南海域-----	76
圖 2-4-25	臺灣西南海域水溫與洋流快速變化-----	76
圖 2-4-26	挪威北部 Barents Sea，次中尺度運動引起的藻華現象-----	78
圖 2-4-27	模式預報西太平洋海域民國 94 (2005) 年 2 月 13 日混和層深度	79
圖 2-4-28	上欄：MODIS 衛星於民國 105 (2016) 年 9 月 24 日 04:50、25 日 02:25、25 日 05:30 所測得之葉綠素分布。下欄：相對於上欄的海表面溫度分布-----	79
圖 2-4-29	在臺灣東邊三角形測線連續進行兩次觀測所得到之各斷面鹽度分布-----	80
圖 2-4-30	HYCOM 模式於民國 107 (2018) 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，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡-----	83
圖 2-4-31	HYCOM 模式於民國 108 (2019) 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，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡-----	84
圖 2-4-32	HYCOM 模式於民國 109 (2020) 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，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡-----	85
圖 2-4-33	HYCOM 模式於民國 110 (2021) 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，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡-----	86

## 圖目錄

頁

圖 2-4-34	(a)上圖：HYCOM 模式於民國 108 (2019) 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，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡；(b)下圖左：AVISO 衛星觀測民國 108 (2019) 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)下圖右：民國 108 (2019) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海表面溫度分佈圖-----	87
圖 2-4-35	HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1-12 月之每月的 1 日開始從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐及日本福島等七個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流至民國 110 (2021) 年 6 月 30 日的軌跡-----	88
圖 2-4-36	HYCOM 模式於民國 110 (2021) 年 1-7 月之每月的 1 日開始從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐及日本福島等七個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流至民國 110 (2021) 年 6 月 30 日的軌跡-----	89
圖 2-5-1	網頁架構-----	90
圖 2-5-2	網頁首頁-----	91
圖 2-5-3	關於計畫頁面-----	91
圖 2-5-4	相關新聞頁面-----	92
圖 2-5-5	計畫項目頁面-----	92
圖 2-5-6	研究團隊頁面-----	92
圖 2-5-7	區域採樣頁面-----	92
圖 2-5-8	觀測資料查詢搜尋頁面-----	93
圖 2-5-9	觀測資料之能譜分析查詢頁面-----	94
圖 2-5-10	觀測資料之海域採集查詢頁面-----	94
圖 2-5-11	海域採集之採樣數據頁面-----	94
圖 2-5-12	銻-137 地圖展示頁面-----	95
圖 2-5-13	採樣資料下載樣式-----	95
圖 2-5-14	衛星雲圖搜尋頁面-----	96

## 圖目錄

頁

圖 2-5-15	衛星雲圖放大與下載頁面-----	97
圖 2-5-16	MODIS 水色衛星搜尋頁面-----	98
圖 2-5-17	MODIS 衛星海洋葉綠素搜尋頁面-----	98
圖 2-5-18	海水表面溫度搜尋頁面-----	99
圖 2-5-19	海水表面溫度自訂參數查詢頁面-----	99
圖 2-5-20	海水表面溫度自訂參數輸出圖片-----	100
圖 2-5-21	海面高度與地轉流頁面-----	101
圖 2-5-22	HYCOM 模式資料搜尋頁面-----	101
圖 2-5-23	HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面-----	102
圖 2-5-24	HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫下載頁面-----	103
圖 2-5-25	Fukushima 漂流軌跡展示頁面-----	103

## 摘要

本案於民國 110 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順道採集海水樣品 (含 200 公尺以深之海水)、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洋生物、表層海水，並計量上述所有樣品中天然 (主要為鉀-40 (K-40) 以及人工放射性核種 (銫-137 (Cs-137)、銫-134 (Cs-134))。爾後中山大學團隊接續海洋生物鑑定、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。110 年海域案春夏及秋冬季之各區水樣採集作業執行率皆已達 100% (執行率以季為單位計算)，並提供資料庫可供查詢。

110 年度中，台灣鄰近海域中人工放射性核種 (Cs-137 以及 Cs-134) 之放射性活度皆小於調查基準值 (2 貝克/升)。海水 Cs-134 測值皆低於偵測極限 (0.5 毫貝克/升)。主要的 Cs-137 峰值於 200~300 公尺之深水 (<2.2 毫貝克/升)，透過前人文獻、海洋物理資料、海洋化學之水團分析以及主變量分析，結果初步顯示，Cs-137 之主要峰值源自亞熱帶典型水團 (Subtropical Mode Water)。Cs-137 次峰值則主要在表層海水，尤其是東北區，團隊推測是受湧升流以及與淡水混合之影響。海洋生物中，魚之 Cs-137 數值皆小於 0.61 貝克/公斤，蝦則小於 0.09 貝克/公斤，海底沉積物以及岸沙中的 Cs-137 數值皆小於 0.82 貝克/公斤。團隊並提出未來長期監測之執行策略，建議先確認「放射性核種在海水垂直分布中之極大層」之深度範圍，再依照該深度尋找其水平分布。若監測發現異常極大值，則採溯源追蹤或後續擴散等兩種形式調查。

## 精簡調查與研究結果：

### 海水與沉積物樣品採集及監測調查方法研究

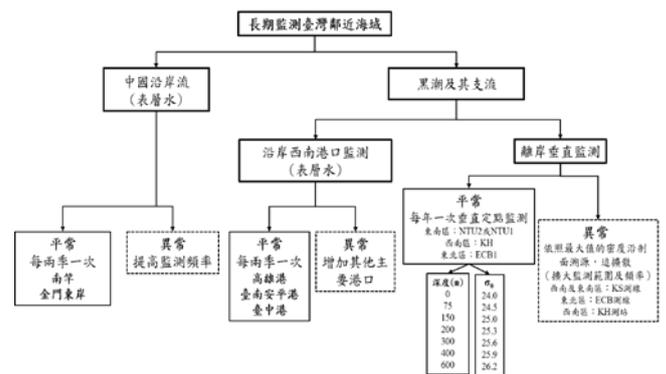
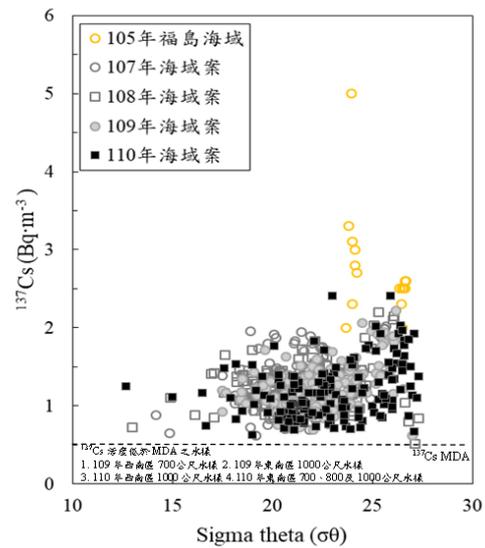
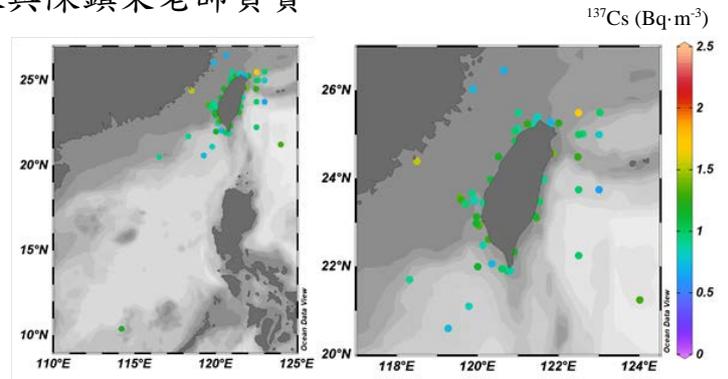
自民國 107 年 1 月 22 日起，由黃蔚人與陳鎮東老師負責。

— 110 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 ( $^{137}\text{Cs}$ )，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。

— 110 年度本計畫執行團隊共採集春夏季及秋冬季海水樣品 90 個。右圖上初步水樣分析結果顯示，臺灣鄰近海域中人工放射性核種鈾-137 (半衰期約三十年) 之活度低於 2.41 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，皆低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之水樣鈾-137 紀錄基準值  $0.4 \text{ Bq L}^{-1}$  及調查基準值  $2 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ，另一種人工放射性核種鈾-134，則都低於偵測極限  $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

— 右圖中為 107 至 110 年本計畫與 105 年福島海域之歷史文獻資料做鈾-137 活度對密度關係圖。顯示 110 年在臺灣鄰近海域中鈾-137 之相對高值來自於  $\sigma_\theta$  大約 24.5-26.15  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  之特徵水團。 $\sigma_\theta$  高於 26.2 則來自於更深水層，其鈾-137 活度則降低。本年度已分析之鈾-137 高值  $\sigma_\theta$  特徵與福島海域之文獻資料相近，也與歷年分析結果相近。

— 右圖下為未來長期監測之執行策略示意，建議先確認「極大層」之深度範圍，再依照該深度尋找水平分布，並依各區地理及水文特性差異設立長期監測站位。各監測站位在平時建議採垂直採樣分布之形式，並依深度或  $\sigma_\theta$  採集水樣。若監測發現異常極大值，則採溯源追蹤或後續擴散等兩種形式調查。



110 年台灣鄰近海域海水鈾-137 活度分布圖、107 至 110 年計畫與 105 年福島海域各深度海水之  $^{137}\text{Cs}$  活度與密度圖，以及台灣鄰近海域長期監測規劃示意圖

## 精簡調查與研究結果：

### 海洋生物樣品之彙整

自民國 107 年 1 月 22 日起，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臺灣周邊海域進行海洋生物樣本採集，到目前為止 110 年共採集 114 批的海洋生物樣本，以採樣區域來分東南區 44 批、西區 41 批、東北區 15 批、西南區 9 批、西北區 5 批；以物種來看，魚類占 100 批、蝦類 3 批、藻類 5 批、頭足類 2 批及貝類 4 批，並符合契約每區 4 批之要求。

— 臺灣五個調查區之海洋生物樣本加馬能譜分析結果為西北區海洋生物銻-137 測得平均值為 0.185 (Bq/Kg)、西區平均值為 0.18 (Bq/Kg)、西南區平均值為 0.15 (Bq/Kg)、東北區平均值為 0.25 (Bq/Kg)、東南區平均值為 0.25 (Bq/Kg)，而整體海洋生物銻-137 平均值為 0.22 (Bq/Kg)，個體最高測得為大洋洄游性杜氏鰱(*Seriola dumerili*)0.61(Bq/Kg)，個體最低測得為近海沿岸洄游性刺鰩(*Psenopsis anomala*)0.06(Bq/Kg)；而根據衛福部食藥署規定銻-134 及銻-137 總和需低於 100 (Bq/Kg) 標準值，上述偵測數值皆遠低於標準值，屬於正常範圍內。

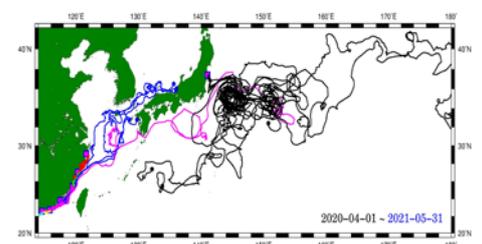
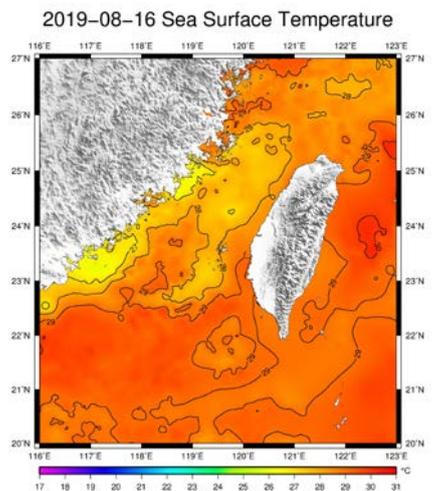
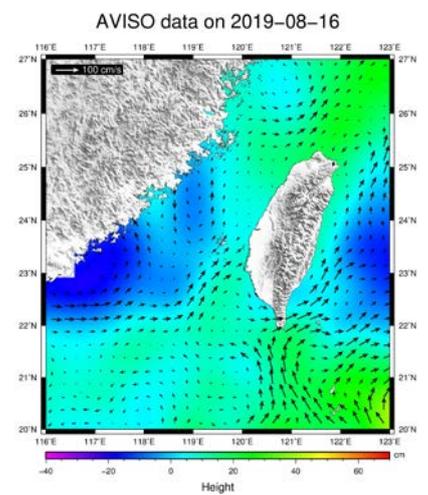
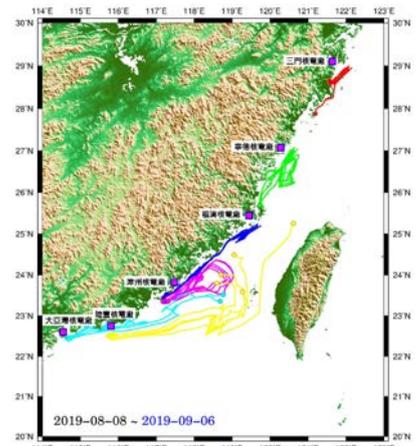
區域	種類	批數	優勢物種	環境棲地/特性
西北區	魚類	5批	<i>Pennahia argentata</i> 白姑魚	棲息於水深40公尺內之砂泥底海域
西南區	魚類	9批	<i>Alepes djedaba</i> 吉打副葉鱈	近沿海礁區常見之魚種，有時出現於混濁之水域
西區	魚類	34批	<i>Pennahia macrocephalus</i> 大頭白姑魚	棲息於水深100公尺內之砂泥底海域，一般在40-60公尺間
西區	蝦類	1批	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 哈氏仿對蝦	棲息於5-90公尺內的沙泥底質海域
西區	藻類	1批	海菜	主要生長在岩礁環境上
西區	頭足類	1批	<i>Sepioteuthis lessoniana</i> 萊氏擬烏賊	分布於臺灣四周海域之淺海礁岩區
西區	貝類	4批	<i>Gomphina aequilatera</i> 花蛤	棲息在淺海的砂泥底或潮間帶中、下區至淺海的砂質或泥沙淺海
東北區	魚類	13批	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鰹	分布於近海大洋性之中表層
東北區	藻類	2批	<i>Ulva lactuca</i> 石蓴	分布於各潮間帶中間位置以下之礁岩上或潮池內
東南區	魚類	39批	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> 五眼斑鰆	棲息於5至150公尺大陸棚砂泥質的海域
東南區	蝦類	2批	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> 葉狀擬鬚蝦	深海蝦類，分布深度從61-1300公尺水深，多分布於300至750公尺
東南區	藻類	2批	<i>Hydropuntia edulis</i> 可食水龍鬚菜	分布於岩岸中潮帶至低潮線附近，退潮時可見其緊附於礫石表面或以叢狀生長於礫石表面
東南區	頭足類	1批	花枝	棲息於淺海的亞潮帶海底

## 精簡調查與研究結果：

### HYCOM 模式的運用

自民國 107 年 1 月 22 日起，由詹森老師負責。

- HYCOM 是一個三維立體數值模式，此模式的水平解析為  $1/12^\circ \times 1/24^\circ$ ，約為  $9 \times 4.5$  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。
- 臺灣周邊海域主要是受到潮汐、黑潮、中國沿岸流、與來自南海的海流、中尺度渦漩、次中尺度運動、以及地形影響。據此，本計畫乃蒐集 HYCOM 高解析海洋數值模式模擬臺灣週遭海域之結果，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。
- 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，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。此外 2019 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亦有機會漂至澎湖附近海域。
- 根據報導：日本政府預計將福島核電廠受核污染的廢水排放入海，因此須注意該廢水是否可能流到我國附近海域。利用 HYCOM 模式 2020 年 1 月 1 日至 2021 年 7 月 31 日的資料，計算福島核電廠外海的 5 個點漂流軌跡。初步結果顯示福島外海的每月開始的漂流軌跡，大致受到黑潮延伸的影響而往東漂流，但有明顯的季節變化。此外，當受到中尺度渦漩影響時，有可能會往南漂流，2020 年 4 月 1 日至 2021 年 5 月 31 日的漂流軌跡，有兩個點位最後漂流至琉球群島附近海域。至於是否會漂流到臺灣東部外海，則需要更長的資料進行研究。

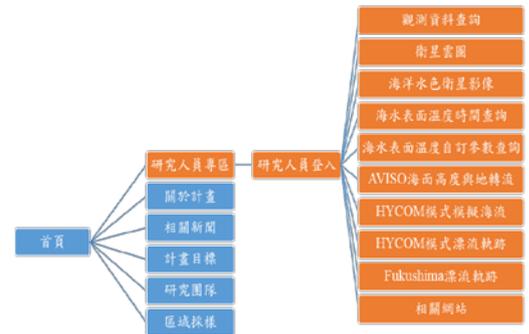


## 精簡調查與研究結果：

### 資料庫建置與網頁展示

自民國 107 年 1 月 22 日起，由楊穎堅老師負責。

一為整合調查及研究成果給參與研究人員、委辦單位分享，該部分由楊穎堅教授執行作業平台之運作，設置一個網站，彙整臺灣周邊海域之衛星資料與該計畫相關資訊，網頁網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/>。

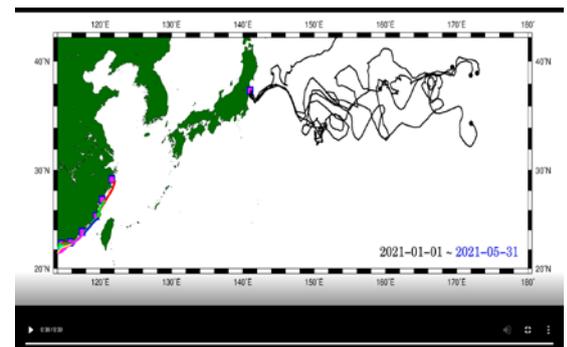
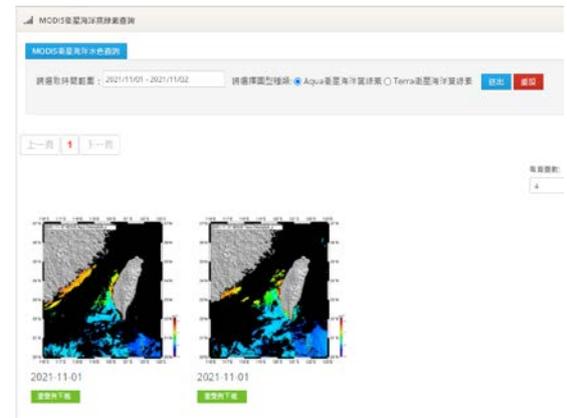
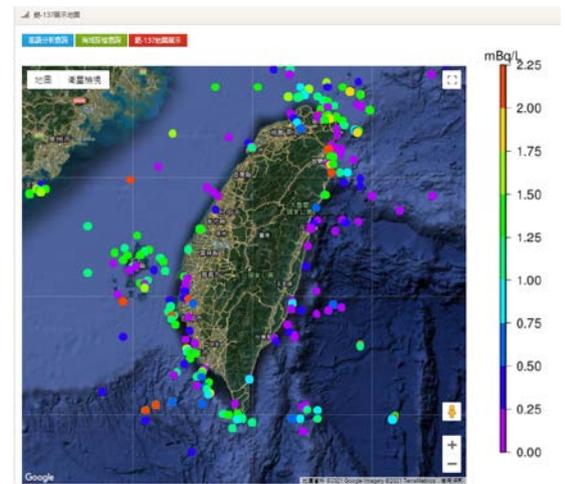


一研究人員首頁架構中有觀測資料查詢、衛星雲圖、MODIS 水色衛星、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、AVISO 海面高度與地轉流、HYCOM 模式模擬海流、HYCOM 模式漂流軌跡、Fukushima 漂流軌跡、相關網站等選項。

一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，資料每季更新一次。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。除此之外也可以使用資料下載選項下載自 107 年起的原始資料。

一今年新增了 MODIS 衛星海洋葉綠素的部分，可以用來計算物質在海水表面的濃度和生物活動程度。提供的圖型種類有 aqua 衛星海洋葉綠素、terra 衛星海洋葉綠素兩種。

一HYCOM 模式模擬漂流軌跡部分分成兩種，一個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。模擬軌跡除起始點外，亦增加起始之上下左右四個點作為系集模擬之參考。另一種是除上述中國沿岸六個核電廠外，增加日本福島核電廠，一同模擬物質從核電廠移出後之漂流軌跡，模擬的時間為選取日期到最新資料日期期間之移動軌跡。





# 壹、前言

## 一、計畫背景

有鑑於民國 100 (2011) 年日本福島事故所釋出之核分裂核種 (Buessler, 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民國 106 (2017) 年 2 月 8 日解密之軍情局資料，懷疑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，經查無相關證據證明屬實。以銫-137 為例，主要受洋流、沿岸流、湧升流控制。

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。

即使海洋生物之銫及鋇生物濃縮係數 (Bioconcentration Factor) 低於沉積物之濃縮係數 (coefficient of concentration)，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。

由於日本福島縣距臺灣將近 2000 公里，影響臺灣之幅度甚小。反之，中國大陸沿岸核電廠較易對臺灣造成影響，大陸距臺灣最近之核電廠為寧德電廠，位於福建省寧德市之福鼎市秦嶼鎮，於民國 102 (2013) 年 4 月、民國 103 (2014) 年 5 月、民國 104 (2015) 年 6 月、民國 105 (2016) 年 7 月分別開始運轉；及福清電廠，位於中國福建省福州市之福清市三山鎮，分別於民國 103 (2014) 年 11 月、民國 104 (2015) 年 10 月、民國 105 (2016) 年 10 月、民國 106 (2017) 年 7 月開始運轉，5 號機已於民國 108 (2019) 年 4 月安裝機組，如圖 1-1 所示。秦嶼鎮距離其南方之東引，三山鎮距離其東北方之南竿均大約 90 公里。因此東引、南竿附近海域為理想監測點。

而興建中之漳州核電廠 (位於福建省漳州市雲霄縣)，則距其東北方之金門約 100 公里 離臺灣稍遠的大陸核電站，依距離遠近，北方最近的有浙江省之三門、秦山-方家山、及江蘇之田灣；南方最近的有位於廣東省的陸豐、惠州，以及運轉中之大亞灣-嶺澳、台山、陽江核電廠，如圖 1-1。

在冬季，若寧德、福清、三門、秦山-方家山或田灣核電廠（如圖 1-1）排出污染物，則東引、馬祖最可能受到影響，其次為金門、澎湖、臺灣西北部及北部海域。

在夏季，若福清（如圖 1-1）核電廠排出污染物，則馬祖、東引可能受影響；若漳州、陸豐、惠州及大亞灣-嶺澳、台山、陽江核電廠排出污染物，則可能影響金門、馬祖、澎湖以及臺灣西南部海域。

Nuclear Power Plants in China



圖1-1 中國核電站分佈圖 (圖修改自World Nuclear Association)

資料來源：<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>

更新時間：民國 109 (2020) 年 4 月 (依資料管理者公告時間)

為期提高工作成效，本案接續 108 年之採樣範圍頻率之採樣範圍，租用海洋研究船及漁船採集海水、沉積物、柱狀岩心樣品，系統性地提出採集分區及相對採集頻率、繪製銫-137 等濃度圖，經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。由輻射偵測中心協商水產試驗所、海岸巡防署...等跨部會單位及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會，協助採集表層海水及海洋生物樣品。並以洋流及大尺度之天氣變化資訊，並建立資料庫及設置網頁以保存及展示工作結果。

## 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，其中海生物樣品由原能會輻射偵測中心協商跨部會單位協助採樣，以完成臺灣周遭海域輻射狀況之基本調查。本案以洋流、氣候、季節等資訊，設計模式研判中國沿岸核電廠與日本福島事故所排放之放射性核種漂流至臺灣海域之可能情形，藉此科學理論依據以選定最適之輻射監測取樣站位等項目，規劃長程輻射監測調查計畫。

## 三、工作項目

- 1) 表層水樣品以及深海水樣品採集 (表 1-1)。
- 2) 沉積物及岩心樣品採集 (表 1-1)。
- 3) 對所採集之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) 撰寫及提交期中、期末報告書初稿及定稿。
- 8) 舉辦期中、期末工作檢討會。
- 9) 參加國內外研討會並發表論文一篇。
- 10) 撰寫及提交「台灣海域長期輻射監測計畫規劃建議書」。
- 11) 依計畫需要，出席業主所召開之與本計畫有關會議及計畫進度討論會。

表 1-1 臺灣鄰近海域海水及沉積物輻射偵測計畫--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 (由中山 大學採樣)	水深 0-5 公尺 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 (由中山 大學採 樣)	水深 50 至 150 公尺 之間	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 (由中山 大學採樣)	水深 200 公尺 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 (由中山 大學採樣)	水深 200 公尺 以深	—	東南、西南、 東北	3	每年	每區 1 個	3
柱狀 岩心	(由中山 大學採樣)	—	—	東南 (或西部、東北)	1	每年	每區 1 個	1

## 四、工作進度

表 1-2 工作項目預定進度表 (甘特圖)

工作項目		110 年月份												執行狀況 (※=查核點)		
		1	2	3 ※	4	5	6 ※	7	8	9 ※	10	11	12 ※			
1.	110年1月20日前，提出110年度工作期初報告	■														已於1月18日提交。
2.	採集海水、沉積物、柱狀岩心樣品	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	<b>2a.表層海水採樣：</b> 2a-1春夏季應完成10個，已完成28個，達成%：>100% 2a-2秋冬季應完成10個，已完成17個，達成%：>100% <b>2b.次表層海水採樣：</b> 2b-1春夏季應完成10個，已完成22個，達成%：>100% 2b-2秋冬季應完成10個，已完成11個，達成%：>100% <b>2c.深層海水採樣：</b> 應完成3個，已完成15個，達成%：>100% <b>2d.沉積物採樣：</b> 應完成3個，已完成4個，達成%：>100% <b>2e.岩心採樣：</b> 應完成1個，已完成1個，達成%：100%
3.	海水、沉積物、海洋生物及放射性物質來源分析	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	<b>3a.海水：</b> 已完成 <b>3b.沉積物：</b> 已完成 <b>3c.海洋生物：</b> 已完成 <b>3d.放射性物質來源分析：</b> 已完成(詳110年期末報告)
4.	柱狀岩心沉積速率、放射性物質沉積量及長期趨勢分析	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	已完成分析
5.	海流模式及來源分析	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	依進度執行中，詳110年期末報告書定稿本
6.	監測調查方法研究與資料庫建置	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	依進度執行中，詳110年期末報告書定稿本；資料庫內數據已更新並以網頁形式展示
7.	110年6月30日前，提出期中報告初稿6份，舉辦期中工作檢討會，檢討會後次日起20日內提出定稿6份及相關資料電腦檔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7a.初稿：已於6月22日提交，並於7月30日舉辦110年期中工作檢討會。 7b.定稿：已於8月9日提交
8.	110年10月1日前，提出「台灣海域長期輻射監測計畫規劃書」初稿6份，並於期末工作檢討會討論，於檢討會後次日起10日內提出定稿6份及相關資料電腦檔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8a.依109年2月13日，第一次工作(開工)會議紀錄：「於110年6月30日前提交期中報告初稿時，一併提交「臺灣海域長期輻射監測調查計畫」規劃書初稿...」。 8b.規劃書初稿已於6月22日提交 8c.定稿：已於12月1日提交
9.	110年11月15日前，提出期末報告初稿10份，舉辦期末工作檢討會，檢討會後次日起10日內提出定稿6份及相關資料電腦檔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9a.初稿：已於11月11日提交，並於11月30日舉辦110年期末工作檢討會。 9b.定稿：已於12月2日提交
10.	110年10月30日前，參加國內或國外研討會並發表論文至少1篇	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	已於110年4月28-30日，參加「2021年海洋科學年會暨科技部海洋學門成果表會」，並發表論文至1篇，題目「2020年台灣沿近海水 <sup>134</sup> Cs及 <sup>137</sup> Cs之分布」
11.	110年12月10日前，完成履約	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	擬於12月9日完成履約
工作進度估計百分比 (累積數)		15%	30%	40%	45%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%				

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。



行政院公共工程委員會 函

發文日期：中華民國109年3月6日  
 發文字號：工程企字第1090100202號  
 根據政府採購法第六十三條  
 本解釋函上網公告者：本會企劃處 第二科 陳(先生或小姐)

主旨：各機關履約中之政府採購案件，因COVID-19（武漢肺炎）疫情因素致廠商未能依契約履行者，其處理方式詳如說明，請查照並轉知所屬（轄）機關。

說明：

一、政府採購法（下稱採購法）第63條第1項規定：「各類採購契約以採用主管機關訂定之範本為原則，其要項及內容由主管機關參考國際及國內慣例定之。」

二、本會訂定之「採購契約要項」第49點載明：「機關及廠商因天災或事變等不可抗力或不可歸責於契約當事人之事由，致未能依時履約者，得展延履約期限；不能履約者，得免除契約責任。」

三、另本會訂定之各類採購契約範本，其履約期限及延遲履約條文，皆訂有因天災或事變等不可抗力或不可歸責於契約當事人之事由，例如瘟疫、非因廠商不法行為所致之政府或機關依法令下達停工、徵用命令、依傳染病防治法第3條發生傳染病且足以影響契約之履行、其他經機關認定確屬不可抗力，致未能依時履約者，廠商得檢具相關事證向機關申請延長履約期限；不能履約者，得免除契約責任。併請查察本會訂定之工程採購契約範本第7條第3款第1目、第17條第5款、財物採購契約範本第7條第5款第1目、第14條第5款及勞務採購契約範本第7條第4款第1目、第13條第5款規定（上開契約範本公開於本會網站）。

四、各機關履約中之政府採購案件，因「COVID-19（武漢肺炎）」疫情而影響履約者，請依個案契約約定及廠商之申請（事實、理由及事證）辦理相關事宜。契約未約定上開規定者，得參考上述採購契約要項、範本辦理契約變更。如有疑義或爭議，機關可依採購法第11條之1及「機關採購工作及審查小組設置及作業辦法」成立採購工作及審查小組協助提供該疑義或爭議處理之諮詢。本會107年1月11日工程企字第10700011360號函（公開於本會網站）並已建立公共建設諮詢機制，協助釐清解決機關與廠商對契約條文認知歧異之問題。

正本：總統府第三局、國家安全會議秘書處、行政院秘書長、立法院秘書長、司法院秘書長、考試院秘書長、監察院秘書長、國家安全局、行政院各部會行處署、直轄市政府、直轄市議會、各縣市政府、各縣市議會、各鄉鎮市公所

副本：全國政府機關電子公布欄、中華民國營造工程工業同業公會全國聯合會、臺灣區綜合營造業同業公會、台灣中小型營造業協會、社團法人台灣營造工程協會、臺灣區環境保護工程專業營造業同業公會、各技師公會、各工程技術顧問商業同業公會、中華民國全國建築師公會、本會主任委員室、副主任委員室、各處室會組、企劃處（網站）

◀BACK

▲TOP

## 貳、執行成果說明

### 一、海水樣品採集

#### 2.1.1 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 至 5 公尺深) 及 2 個次表層水 (50 至 150 公尺深)；西南、東南及東北區，每年需各採 1 個深度 200 公尺以深海水樣品，以上採樣地點皆依照採購契約書內之採樣分區圖(圖 2-1-1) 執行。

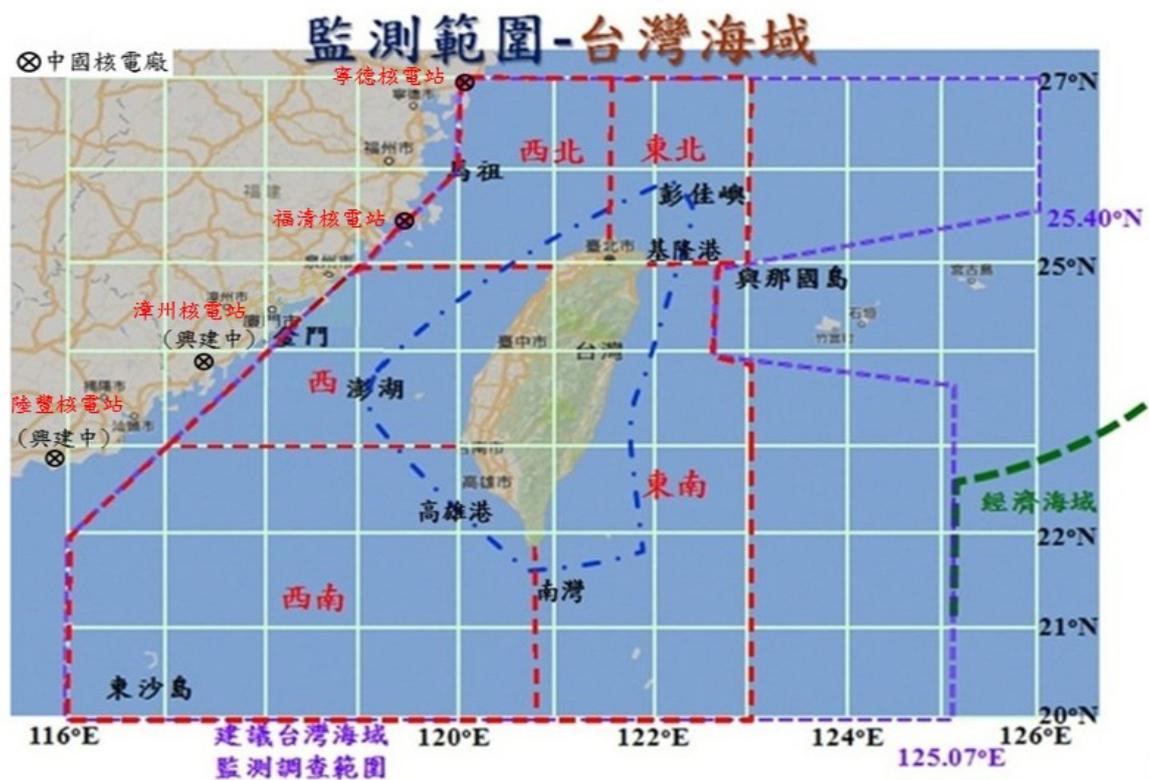


圖 2-1-1 採樣分區圖

民國 110 年本計畫各季及各區海水樣品採集工作執行狀況如表 2-1-1 及圖 2-1-2 所示，春夏季完成 50 個表層及次表層水樣採集，秋冬季完成 28 個表層及次表層水樣採集，全年完成 15 個深層水樣採集，共計完成 93 個水樣採集。

春夏季水樣包含東北區 4 個表層水樣及 6 個次表層水樣；西北區 6 個表層水樣及 8 個次表層水樣；西區 6 個表層水樣及 2 個次表層水樣；西南區 4 個表層水樣及 2 個次表層水樣；東南區 8 個表層水樣及 4 個次表層水樣；總計 50 個樣品。春夏季水樣採集作業執行率皆達 100% (執行率以季為單位計算)。

秋冬季水樣包含東北區 2 個表層水樣及 2 個次表層水樣；西北區 2 個表層水樣及 2 個次表層水樣；西區 3 個表層水樣及 2 個次表層水樣；西南區 3 個表層水樣及 3 個次表層水樣；東南區 7 個表層水樣及 2 個次表層水樣，總計 28 個樣品。各採樣點位置參照圖 2-1-2。

全年各區已完成 15 個深層水樣採集，執行率已超過 100% (執行率以年為單位計算)，樣品數量及執行率見表 2-1-1。

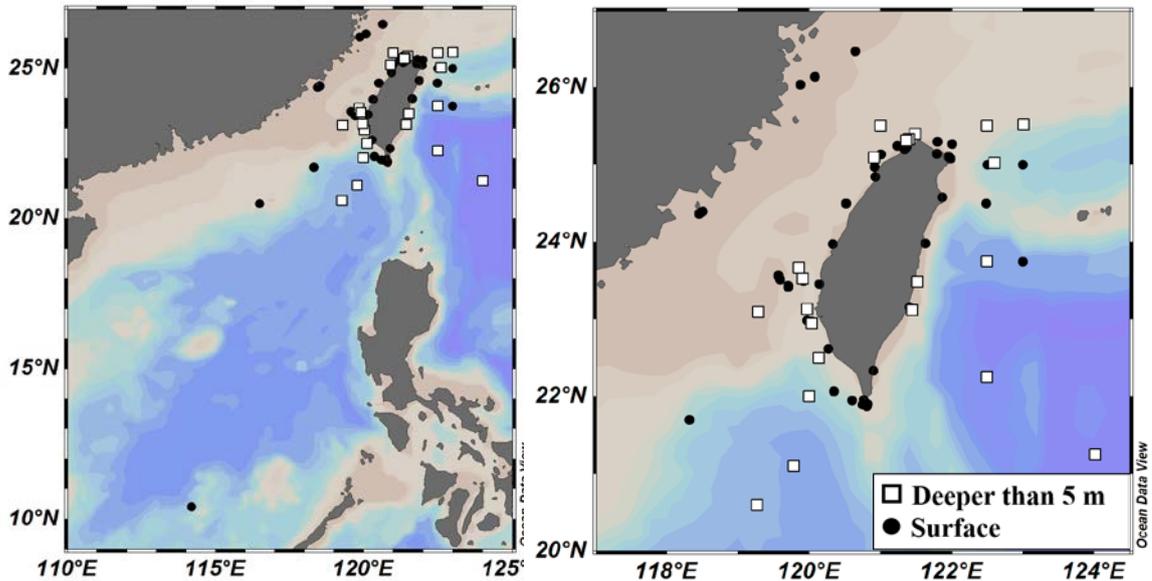


圖 2-1-2 民國 110 年各區海水實際採樣站位點。右圖為民國 110 年臺灣本島鄰近海域採樣位圖 (更新日期 110 年 12 月 1 日)

表 2-1-1 民國 110 年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)		110 年執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)
	表層 0-5 公尺	次表層 50-150 公尺	表層 0-5 公尺	次表層 50-150 公尺	深層 > 200 公尺
東北區	4/2	6/2	2/2	2/2	3/1
西北區	6/2	8/2	2/2	2/2	-
西區	6/2	2/2	3/2	2/2	-
西南區	4/2	2/2	3/2	3/2	6/1
東南區	8/2	4/2	7/2	2/2	6/1

## 2.1.2 海水分析結果

各分區海域所採集之海水水樣分析參數包含銫-134 ( $^{134}\text{Cs}$ )、銫-137 ( $^{137}\text{Cs}$ )、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 值由中山大學黃蔚人老師實驗室負責分析。

### 2.1.2-1 海水加馬能譜分析結果

由本計畫採集之臺灣各區域海水加馬能譜分析結果如表 2-1-3 及圖 2-1-3。各區域表層海水 (深度 0 至 5 公尺) 銫-134 活度皆小於最低可測活度；銫-137 活度為 0.63 至 1.73 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，最低值為東南區花蓮外海表層水樣，最高值位於東北區龍洞外海表層水樣(圖 2-1-3)。

在次表層水部分，各區域次表層海水 (深度 50 至 150 公尺) 銫-134 活度皆小於最低可測活度；各區域次表層海水銫-137 活度隨深度分布如圖 2-1-4 所示。銫-137 活度為 0.75 至 2.02 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，最低值為西區(嘉義)外海之 50 公尺水樣(編號 4-29-02-02)，最高值為東北區 125 公尺水樣 (編號 4-13-02-03)。

在深層海水部分，深層海水 (深度 200 公尺以深) 銫-134 活度皆小於最低可測活度；各區域深層海水銫-137 活度隨深度分布如圖 2-1-4 所示。銫-137 活度小於 2.41 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，最低值為東南區及西南區水深大於 700 公尺水樣，皆小於儀器最低可測活度；最高值為東南區之 400 公尺之深層水樣(編號 4-55-02-06)。

表 2-1-2 及圖 2-1-4 顯示，110 年本計畫已完成分析之深層海水(200 公尺以深)之銫-137 活度最大值皆高於表層海水(0 至 5 公尺)及次表層海水(50 至 150 公尺)；各區域之銫-137 活度隨深度變化，至 200~400 公尺出現極大值，於水深 700~1000 公尺處下降至最低可測活度，與歷年結果相近。

總結 110 年本計畫已完成之海水加馬能譜分析結果顯示 (圖 2-1-4 及表 2-1-2)，臺灣鄰近海域各區域各深度海水銫-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 2.41 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，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  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ (約等於 400  $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 及調查基準值 2  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ (約等於 2000  $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )。

表層海水中銫-137 活度年度平均並沒有顯著變化，各年平均分別為 107 年的  $1.2 \pm 0.3$  ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )、108 年以及 109 年皆為  $1.2 \pm 0.2$  ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )，以及 110 年則為  $1.0 \pm 0.4$  ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )。在次表層 50 至 150 公尺間，各年度之平均值也沒有顯著變化( $1.3 \pm 0.3 \sim 1.2 \pm 0.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )。

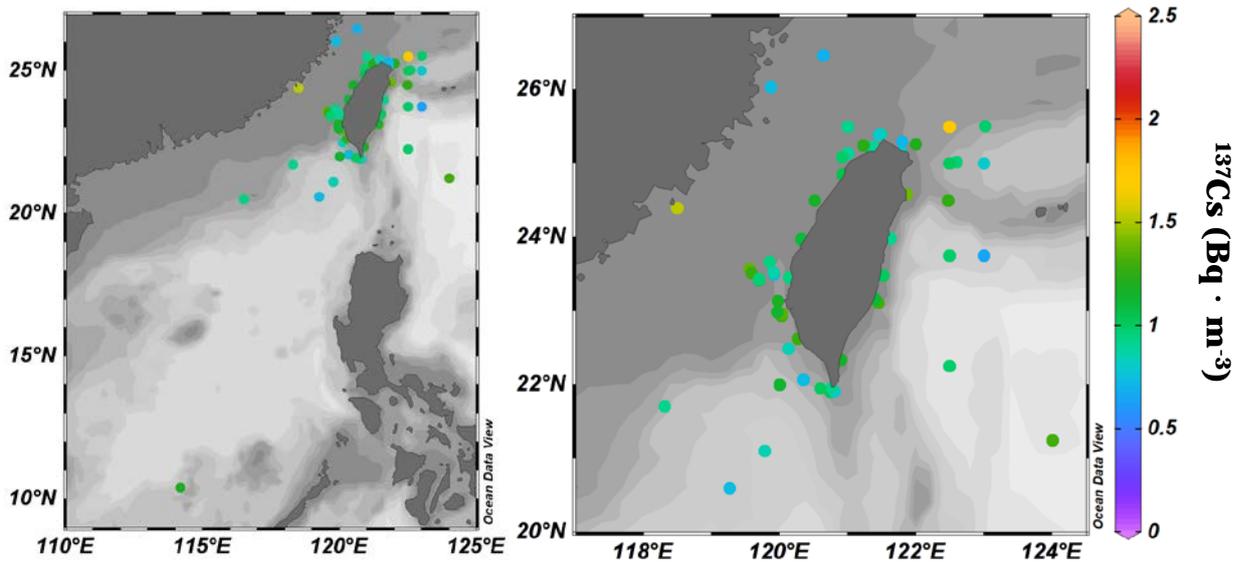


圖 2-1-3 110 年臺灣鄰近海域海水銫-137 活度分布圖。右圖為 110 年臺灣本島鄰近海域採樣位圖

表 2-1-2 民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域各深度海水銫-134、銫-137 活度範圍

計畫 年度	採樣深度 (公尺)	銫-134 ( $^{134}\text{Cs}$ )	銫-137 ( $^{137}\text{Cs}$ )
		活度 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )	
107 年	0-5	—	0.62 ~ 1.96
	200 公尺以深	—	1.09 ~ 2.02
108 年	0-5	—	0.72 ~ 1.73
	50-150	—	0.87 ~ 1.87
	200 公尺以深	—	0.83 ~ 2.20
109 年	0-5	—	0.73 ~ 1.72
	50-150	—	0.86 ~ 2.06
	200 公尺以深	—	$\leq 2.22$
110 年	0-5	—	0.63 ~ 1.73
	50-150	—	0.75 ~ 2.02
	200 公尺以深	—	$\leq 2.41$

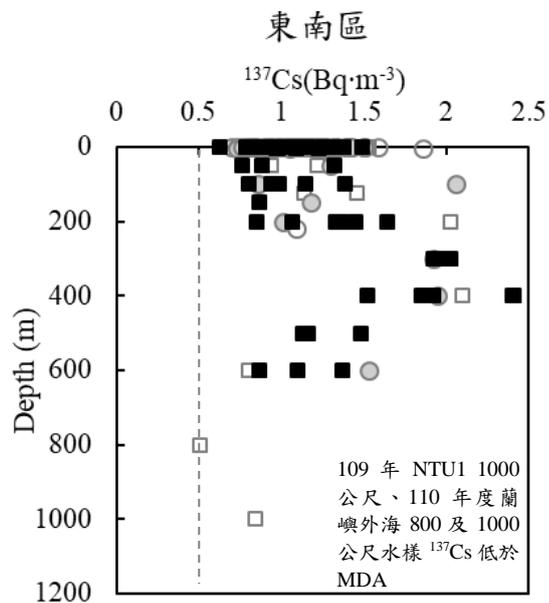
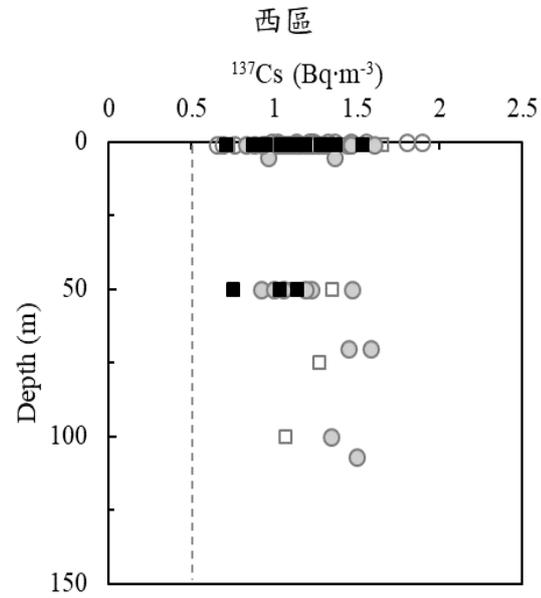
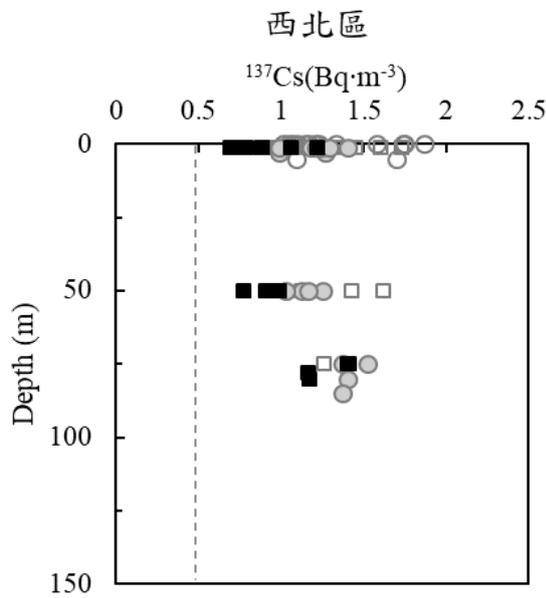
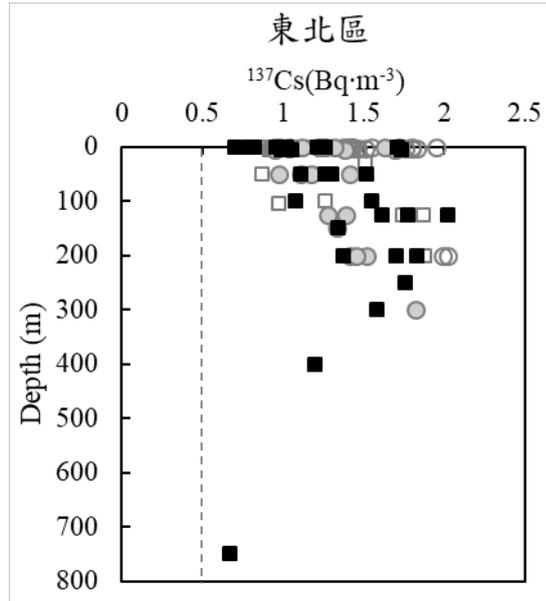
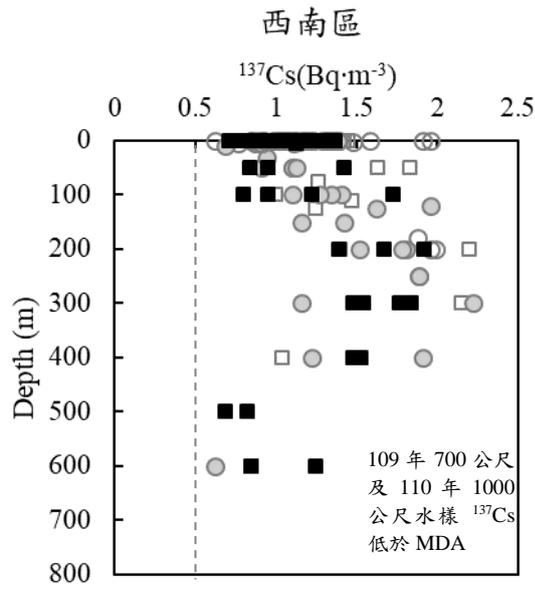


圖 2-1-4 民國 110 年臺灣本島鄰近海域海水銻-137 活度剖面圖

表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
4-41-01-01	110/01/01	22°56'07.13"	120°01'58.44"	1	—	1.28	西南區
4-41-01-02	110/01/01	22°56'07.13"	120°01'58.44"	50	—	1.42	西南區
4-34-01-01	110/01/01	23°07'50.82"	119°58'16.31"	1	—	1.19	西區
4-34-01-02	110/01/01	23°07'50.82"	119°58'16.31"	50	—	1.14	西區
4-42-01-01	110/01/13	22°03'52.80"	120°20'49.56"	1	—	0.73	西南區
4-51-01	110/02/26	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	—	0.98	東南區
4-52-01	110/02/26	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	—	1.08	東南區
4-53-01	110/02/26	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	—	1.49	東南區
4-24-02-01	110/04/20	25°12'10.25"	121°20'16.98"	1	—	1.06	西北區
4-25-02-01	110/04/20	25°13'36.59"	121°22'22.79"	1	—	0.88	西北區
4-34-02-01	110/04/27	23°34'07.89"	119°33'43.13"	1	—	1.37	西區
4-35-02-01	110/04/28	23°30'46.00"	119°35'30.06"	1	—	1.28	西區
4-51-02-01	110/05/15	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	—	0.88	東南區
4-52-02-01	110/05/15	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	—	0.99	東南區
4-53-02-01	110/05/15	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	—	1.00	東南區
4-42-02-01	110/05/19	22°58'00.00"	120°02'00.00"	1	—	1.33	西南區
4-36-02-01	110/05/19	23°30'00.00"	119°55'00.00"	1	—	0.71	西區
4-37-02-01	110/05/19	24°30'00.00"	120°31'00.00"	1	—	1.17	西區
4-26-02-01	110/05/20	25°08'00.00"	121°00'00.00"	1	—	0.88	西北區
4-27-02-01	110/05/20	25°15'00.00"	121°14'00.00"	1	—	1.22	西北區
4-11-02-01	110/05/20	25°16'00.00"	122°00'00.00"	1	—	1.21	東北區
4-12-02-01	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	1	—	0.96	東北區
4-12-02-02	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	50	—	1.26	東北區
4-12-02-03	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	125	—	1.77	東北區
4-12-02-04	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	200	—	1.70	東北區
4-43-02-01	110/5/26	22°59'00.00"	119°58'00.00"	1	—	1.13	西南區
4-38-02-01	110/07/02	25°23'42.35"	121°29'30.47"	44	—	0.88	西北區
4-38-02-02	110/07/02	25°23'42.35"	121°29'30.47"	43	—	0.77	西北區
4-39-02-01	110/07/02	25°23'27.72"	121°27'50.76"	45	—	0.79	西北區
4-39-02-02	110/07/02	25°23'27.72"	121°27'50.76"	50	—	0.95	西北區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
4-28-02-01	110/07/04	23°39'43.55"	119°51'18.71"	1	—	0.93	西區
4-28-02-02	110/07/04	23°39'43.55"	119°51'18.71"	50	—	1.03	西區
4-29-02-01	110/07/04	23°31'08.39"	119°54'39.96"	1	—	0.87	西區
4-29-02-02	110/07/04	23°31'08.39"	119°54'39.96"	50	—	0.75	西區
4-13-02-01	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	5	—	1.05	東北區
4-13-02-02	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	50	—	1.52	東北區
4-13-02-03	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	125	—	2.02	東北區
4-13-02-04	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	400	—	1.20	東北區
4-14-02-01	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	5	—	0.99	東北區
4-14-02-02	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	50	—	1.11	東北區
4-14-02-03	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	125	—	1.61	東北區
4-14-02-04	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	750	—	0.67	東北區
4-30-02-01	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	50	—	0.91	西北區
4-30-02-02	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	75	—	1.41	西北區
4-30-02-03	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	80	—	1.17	西北區
4-21-02-01	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	50	—	0.99	西北區
4-21-02-02	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	75	—	1.40	西北區
4-21-02-03	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	78	—	1.16	西北區
4-54-02-01	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	0	—	1.01	東南區
4-54-02-02	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	50	—	0.76	東南區
4-54-02-03	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	100	—	0.80	東南區
4-54-02-04	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	200	—	0.85	東南區
4-55-02-01	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	1	—	1.30	東南區
4-55-02-02	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	50	—	1.32	東南區
4-55-02-03	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	100	—	1.39	東南區
4-55-02-04	110/08/9	21°14'41.39"	124°00'48.00"	200	—	1.36	東南區
4-55-02-05	110/08/9	21°14'41.39"	124°00'48.00"	300	—	1.92	東南區
4-55-02-06	110/08/9	21°14'41.39"	124°00'48.00"	400	—	2.41	東南區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
4-55-02-07	110/08/9	21°14'41.39"	124°00'48.00"	600	—	0.87	東南區
4-55-02-08	110/08/9	21°14'41.39"	124°00'48.00"	1000	—	—	東南區
4-44-02-01	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	1	—	0.72	西南區
4-44-02-02	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	50	—	0.95	西南區
4-44-02-03	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	100	—	1.22	西南區
4-44-02-04	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	200	—	1.39	西南區
4-44-02-05	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	300	—	1.54	西南區
4-44-02-06	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	400	—	1.53	西南區
4-44-02-07	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	600	—	1.25	西南區
4-44-02-08	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	1000	—	—	西南區
4-51-02-02	110/08/17	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	—	1.02	東南區
4-52-02-02	110/08/17	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	—	0.79	東南區
4-53-02-02	110/08/17	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	—	0.92	東南區
4-45-02-01	110/08/29	22°29'22.79"	120°08'02.39"	1	—	0.85	西南區
4-45-02-02	110/08/29	22°29'22.79"	120°08'02.39"	300	—	1.48	西南區
4-44-01-01	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	1	—	0.84	西南區
4-44-01-02	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	50	—	0.84	西南區
4-44-01-03	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	100	—	0.80	西南區
4-54-01-01	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	1	—	1.30	東南區
4-54-01-02	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	50	—	0.88	東南區
4-54-01-03	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	100	—	0.99	東南區
4-11-01-01	110/10/18	25°06'22.79"	121°57'14.40"	5	—	1.01	東北區
4-11-01-02	110/10/18	25°06'22.79"	121°57'14.40"	50	—	0.63	東北區
4-12-01-01	110/10/18	25°05'00.00"	121°58'28.79"	5	—	1.59	東北區
4-12-01-02	110/10/18	25°05'00.00"	121°58'28.79"	50	—	1.14	東北區
4-35-01-01	110/10/19	23°05'15.59"	119°17'14.39"	1	—	1.38	西區
4-35-01-02	110/10/19	23°05'15.59"	119°17'14.39"	40	—	1.23	西區
4-24-01-01	110/10/20	25°19'39.00"	121°24'24.12"	1	待測	待測	西北區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
4-25-01-01	110/10/20	25°18'20.52"	121°22'12.00"	1	待測	待測	西北區
4-25-01-02	110/10/20	25°18'20.52"	121°22'12.00"	50	待測	待測	西北區
4-13-01-01	110/10/26	24°58'13.04"	120°54'46.04"	1	待測	待測	西區
4-13-01-02	110/10/26	24°58'13.04"	120°54'46.04"	50	待測	待測	西區
4-51-01-02	110/11/05	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	待測	待測	東南區
4-52-01-02	110/11/05	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	待測	待測	東南區
4-53-01-02	110/11/05	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	待測	待測	東南區
南寮漁港	110/01/04	24°50'50.83"	120°55'28.19"	50	—	1.16	西區
王功漁港	110/01/05	23°58'19.09"	120°19'25.97"	100	—	1.29	西區
東石漁港	110/01/05	23°27'10.94"	120°08'17.36"	200	—	1.33	西區
花蓮港	110/01/13	23°58'52.20"	121°37'27.70"	1	—	0.85	東南區
大武漁港	110/01/13	22°20'06.30"	120°53'49.70"	1	—	0.88	東南區
成功漁港	110/01/14	23°09'34.10"	121°24'10.90"	1	—	0.84	東南區
八斗子	110/01/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.26	東北區
南方澳	110/01/25	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	1.25	東南區
西子灣	110/01/29	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	0.73	西南區
和平島外海	110/02/07	25°18'00.02"	121°48'00.00"	1	—	1.02	東北區
西子灣	110/02/17	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.27	西南區
西子灣	110/03/05	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.30	西南區
南沙外海	110/03/05	10°24'00.00"	114°12'00.00"	1	—	0.71	西南區
東沙外海	110/03/07	20°30'00.00"	116°30'00.00"	1	—	0.94	西南區
澎湖外海	110/03/06	23°25'00.00"	119°42'00.00"	1	—	1.11	西區
東引外海	110/03/11	26°28'02.70"	120°38'24.66"	1	—	0.69	西北區
西子灣	110/03/05	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	0.91	西南區
南竿外海	110/03/05	10°24'00.00"	114°12'00.00"	1	—	0.72	西北區
ST61 龍洞外海	110/03/07	20°30'00.00"	116°30'00.00"	5	—	1.01	東北區
ST61 龍洞外海	110/03/06	23°25'00.00"	119°42'00.00"	100	—	1.08	東北區
ST61 龍洞外海	110/03/11	26°28'02.70"	120°38'24.66"	200	—	1.83	東北區
ST61 龍洞外海	110/03/05	22°37'03.12"	120°16'05.45"	300	—	1.58	東北區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
ST08 花蓮外海	110/03/05	10°24'00.00"	114°12'00.00"	5	—	1.23	東南區
ST08 花蓮外海	110/03/07	20°30'00.00"	116°30'00.00"	100	—	1.15	東南區
ST08 花蓮外海	110/04/11	23°45'00.00"	122°30'00.00"	200	—	1.07	東南區
ST08 花蓮外海	110/04/11	23°45'00.00"	122°30'00.00"	300	—	2.03	東南區
ST08 花蓮外海	110/04/11	23°45'00.00"	122°30'00.00"	400	—	2.4	東南區
ST08 花蓮外海	110/04/11	23°45'00.00"	122°30'00.00"	500	—	1.16	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	5	—	1.09	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	200	—	1.64	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	400	—	1.92	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	600	—	1.37	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	800	—	—	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/04/12	22°15'00.00"	122°30'00.00"	1000	—	—	東南區
八斗子	110/04/22	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	1.71	東北區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	0-5	—	0.91	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	100	—	0.95	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	200	—	1.92	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	300	—	1.84	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	400	—	1.48	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	500	—	0.82	西南區
ST31 小琉球外海	110/04/22	22°00'00.00"	120°00'00.00"	600	—	0.85	西南區
關山	110/04/24	21°57'05.69"	120°35'51.90"	1	—	0.81	西南區
金門料羅灣	110/04/27	24°24'00.00"	118°30'00.00"	1	—	1.53	西區
西子灣	110/05/10	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.10	西南區
東引外海	110/05/11	26°28'12.00"	120°38'24.00"	1	—	1.03	西北區
南竿外海	110/06/20	26°08'24.00"	120°04'48.00"	1	—	0.93	西北區
西子灣	110/06/25	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.07	西南區
澎湖外海	110/07/01	23°25'48.00"	119°42'00.00"	1	—	0.95	西區
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	5	—	1.73	東北區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	50	—	1.30	東北區
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	100	—	1.55	東北區
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	150	—	1.34	東北區
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	200	—	1.37	東北區
ST61 龍洞外海	110/07/08	25°30'00.00"	122°30'00.00"	250	—	1.76	東北區
八斗子	110/07/12	25°08'40.48"	121°47'29.32"	1	—	0.82	東北區
南方澳	110/07/14	24°34'55.12"	121°52'06.06"	1	—	1.38	東南區
和平島外海	110/07/14	25°18'00.02"	121°48'00.00"	1	—	0.70	東北區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	5	—	1.13	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	100	—	1.73	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	200	—	1.67	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	300	—	1.77	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	400	—	1.50	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	500	—	0.69	西南區
ST31 小琉球外海	110/07/14	22°00'00.00"	120°00'00.00"	600	—	0.85	西南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	5	—	0.98	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	200	—	1.45	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	400	—	1.85	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	500	—	1.13	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	600	—	1.10	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	700	—	—	東南區
ST18 蘭嶼外海	110/07/16	22°15'00.00"	122°30'00.00"	800	—	—	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	5	—	0.97	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	100	—	0.94	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	150	—	0.87	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	200	—	1.33	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	300	—	1.96	東南區
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	400	—	1.52	東南區

續表 2-1-3 本計畫海水加馬能譜分析結果 (更新至 110 年 12 月 1 日)

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	活度 (Bq·m <sup>-3</sup> )		分區
					銫-134 ( <sup>134</sup> Cs)	銫-137 ( <sup>137</sup> Cs)	
ST08 花蓮外海	110/07/17	23°45'00.00"	122°30'00.00"	500	—	1.48	東南區
南寮漁港	110/07/20	24°50'50.83"	120°55'28.19"	1	—	1.04	西區
西子灣	110/07/23	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.37	西南區
ST03 貢寮外海	110/07/29	25°00'00.00"	123°00'00.00"	1	—	0.79	東北區
ST04 蘇澳外海	110/07/29	24°30'00.00"	122°28'48.00"	1	—	1.26	東南區
ST09 花蓮外海	110/07/30	23°45'00.00"	123°00'00.00"	1	—	0.63	東南區
南沙外海	110/08/10	10°30'00.00"	114°29'00.00"	1	—	1.19	西南區
花蓮港	110/08/16	23°58'52.20"	121°37'27.70"	1	—	0.92	東南區
大武漁港	110/08/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	1	—	1.16	東南區
成功漁港	110/08/17	23°09'34.10"	121°24'10.90"	1	—	1.11	東南區
西子灣	110/08/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	0.74	西南區
王功漁港	110/08/20	23°58'19.09"	120°19'25.97"	1	—	1.09	西區
東石漁港	110/08/20	23°27'10.94"	120°08'17.36"	1	—	0.93	西區
東沙外海	110/08/28	21°42'00.00"	118°19'00.00"	1	—	0.91	西南區
西子灣	110/09/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.16	西南區
關山	110/09/23	21°57'05.69"	120°35'51.90"	1	—	1.01	西南區
金門料羅灣	110/09/25	24°22'12.00"	118°27'00.00"	1	—	1.13	西區
西子灣	110/10/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	—	1.28	西南區
鵝鑾鼻外海	110/10/05	21°52'16.62"	120°48'35.07"	1	—	1.16	西南區
ST34 高雄外海	110/10/19	22°30'00.00"	120°00'00.00"	1	—	1.53	西南區

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臺灣本島之最近直線距離。

### 2.1.2-2 臺灣鄰近海域銫-137 活度與西北太平洋文獻數值比較

日本海域受 2011 年福島事故影響的表層海水多數會經由北太平洋渦旋 (North Pacific Gyre) 向太平洋東岸傳輸 (Buesseler et al., 2017; Men et al., 2018), 2018 年 Inomata 等人的文章指出, 少部分受影響的海水會經由亞熱帶典型水團 (Subtropical Mode Water, STMW) 的傳輸回到日本近岸及外海 (圖 2-1-5)。Subtropical Mode Water (STMW) 為北太平洋渦旋中靠近西北太平洋一帶, 水團  $\sigma_\theta$  介於 25.0 至 25.6  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (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。相關文獻同時指出中央典型水團 (CMW, Central Mode Water,  $\sigma_\theta$  範圍為 26.0-26.5  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), 為比 STMW 更深的水團。

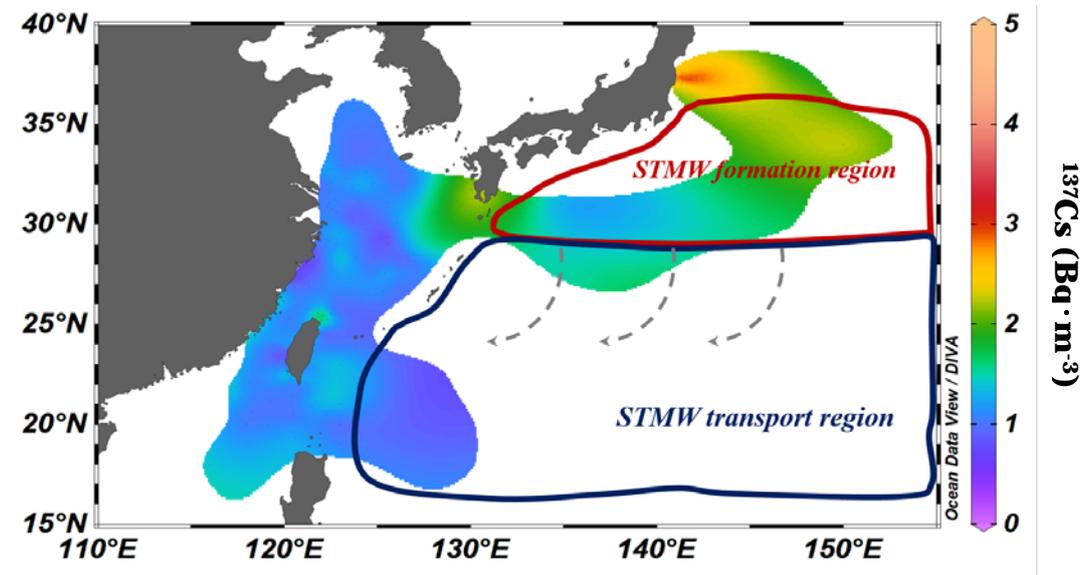


圖 2-1-5 西北太平洋文獻之銫-137 活度分布等值圖 (含各深度)  
(修改自 Inomata et al., 2018)

透過本年度(110年)以及歷年(107至109年)之結果, 再加上 105 年(2016 年)福島海域之文獻資料(日本平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費事業調查報告書), 可使用銫-137 活度對密度( $\sigma_\theta$ )關係圖(圖 2-1-6)進行比較, 以了解銫-137 在本海域及鄰近海域水團特性之關係。

結果顯示 110 年在臺灣鄰近海域中銫-137 之相對高值來自於  $\sigma_\theta$  大約 24.5-26.15  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  之特徵水團(深度約 125-400 公尺深之間)。  $\sigma_\theta$  高於 26.2 則來自於更深水層, 其銫-137 活度則降低。本年度已分析之銫-137 高值  $\sigma_\theta$  特徵與福島海域之文獻資料相近, 也與歷年分析結果相近。民國 107 至 110 年本計畫研究成果顯示, 各年銫-137 主要峰值出現在同一特徵之密度層( $\sigma_\theta$  大約 24.5-26.15  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )。

除了 STMW 以及 CMW 以外，西太平洋與西太平洋邊緣海之間有複雜的洋流與海流機制。例如西太平洋於在台灣東部外海還有以百公里尺度為大小的渦旋(Eddy)，另外還有源自於北赤道流經台灣東部海域的黑潮，並延伸至日本東南外海(稱之為黑潮延伸段，Kuroshio Extension)。沿著黑潮及其鄰近海域，還有數個湧升流區域，其中能夠長年維持湧升的位在基隆外海，形成著名的漁場。STMW 以及 CMW 中的鈉-137 如何透過黑潮、渦旋、湧升以及其他物理機制對台灣鄰近海域產生影響仍有待科學界進一步釐清。

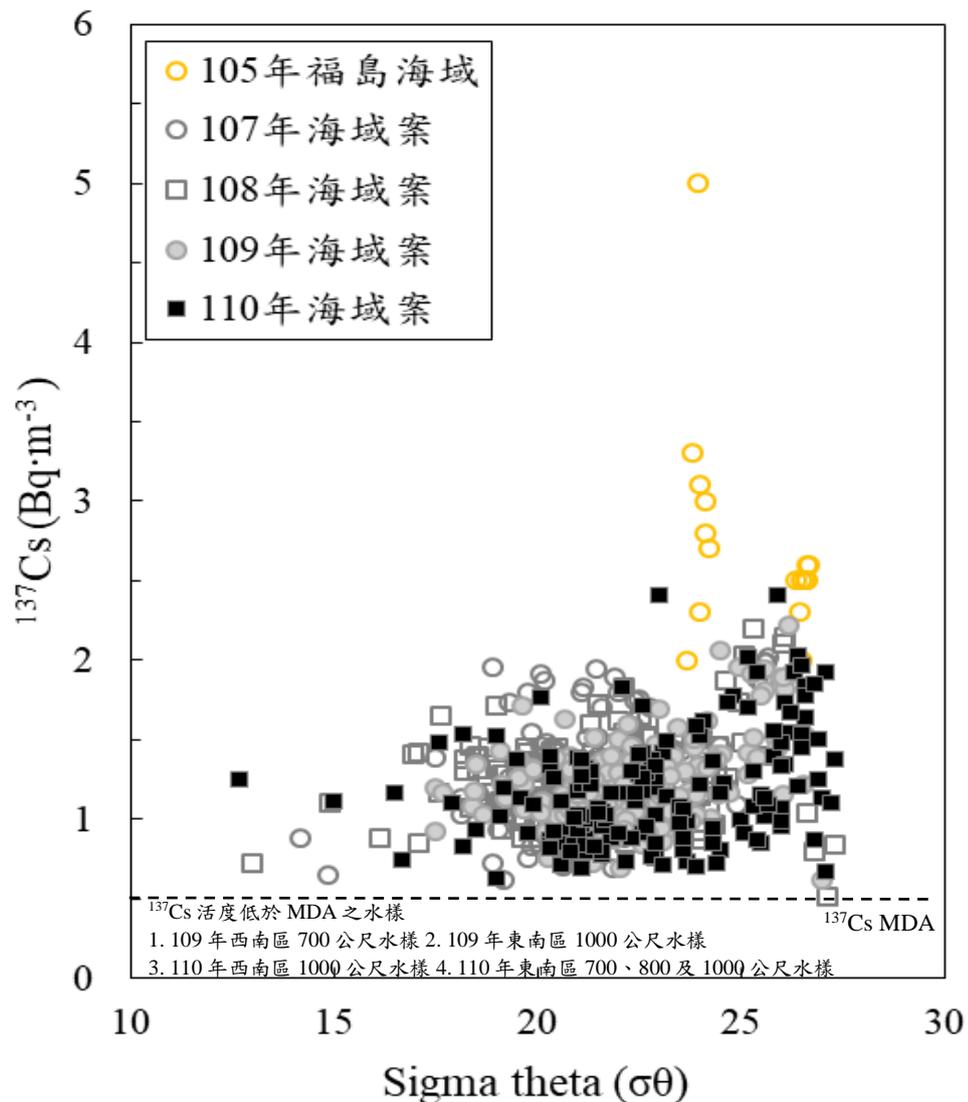


圖 2-1-6 臺灣鄰近海域各深度海水之鈉-137 活度與密度圖

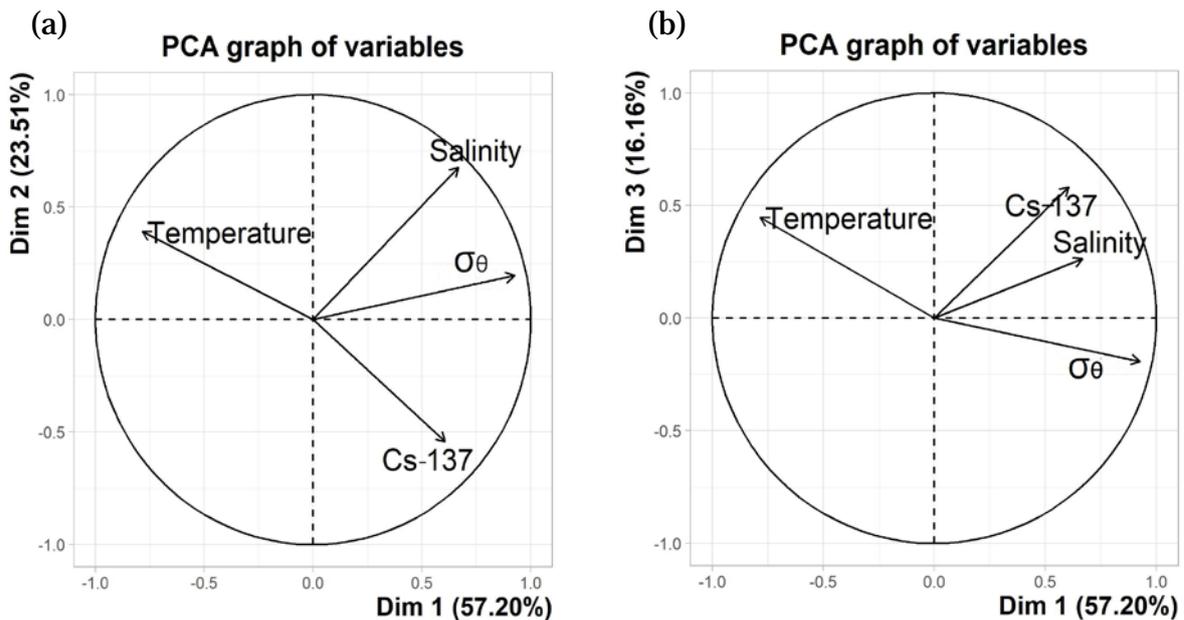
### 2.1.2-3 主變量分析結果

將民國 107 至 110 年之 0 至 400 公尺深之水樣數據經過主變量分析(Principle Component Analysis)後，四種參數(鹽度、溫度、密度及銫-137)可以由前三個維度解釋整體資料超過 95% 的變異(表 2-1-4)，其中第一維度解釋整體資料中 57% 的變異，第二維度可以解釋其中 23%，第三維度則可以解釋 16%。由於第一維度與海水密度有高度相關，且與鹽度成正比、溫度成反比(圖 2-1-7)，我們認為第一維度反應海水的層化現象(stratification)；第二維度則是與密度幾乎沒有相關，而與海水鹽度、溫度都成正比(圖 2-1-7-a)，因此我們認為主導第二維度的是海水的湧升現象、以及海水受到雨水或淡水混合稀釋的共同作用。第三維度與銫-137 有很高的相關性(圖 2-1-7-b)，我們認為是受到銫-137 本身化學特性影響，但目前仍缺乏相關研究。

表 2-1-4 主變量分析變異量特徵值

	第一維度	第二維度	第三維度
變異量	2.288	0.941	0.646
變異量(%)	57.19	23.514	16.155
累計貢獻比率(%)	57.199	80.713	96.86

圖 2-1-7 民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域海水之銫-137 活度、溫度、鹽度及密度主變量分析圖



#### 2.1.2-4 海水總鹼度分析結果

臺灣各區域海水總鹼度結果如表 2-1-5 及圖 2-1-8 所示，各區域表層海水總鹼度分布範圍為 2058~ 2540 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )，最高值為西區的王功漁港表層水樣，最低值為西南區西子灣表層水樣；各區域表層海水 pH 值分布範圍為 7.953 ~ 8.511，最高值及最低值皆為西南區西子灣表層水樣(圖 2-1-9)。

各區域次表層海水(深度 50 至 150 公尺)總鹼度分布範圍為 2224~ 2286 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )，最高值為東北區之 50 公尺水樣(編號 4-13-02-02)，最低值為東南區 50 公尺水樣(編號 4-55-02-02)；各區域次表層海水 pH 值分布範圍為 7.907 ~ 8.216，最高值為西南區之 50 公尺水樣(編號 4-44-01-02)，最低值為東北區 125 公尺水樣(編號 4-13-02-03)。

各區域深層海水(深度 200 公尺以深)總鹼度分布範圍為 2253~ 2375 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ )，最高值為西南區之 1000 公尺水樣(編號 4-44-02-08)，最低值為東南區 200 公尺水樣(編號 4-54-02-04)；各區域次表層海水 pH 值分布範圍為 7.569 ~ 8.160，最高值為東北區(編號 4-12-02-04)及東南區(編號 4-54-02-04)之 200 公尺水樣，最低值為東南區 1000 公尺水樣(編號 4-55-02-08)。

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，並可以做為了解水團間差異所需的參數之一。透過鹽度與鹼度關係圖(圖 2-1-10)，總鹼度可以配合鹽度進一步了解降雨及河水的綜合影響。此外，在大洋以及近岸垂直剖面中，酸鹼度主要受到表層光合作用以及次表層、深水中的分解作用影響，而本計畫中酸鹼度與銫-137 之間並無任何相關性，可能暗示著銫-137 在調查區域中並沒有參與光合作用以及分解作用相關之生物地球化學作用影響。這樣的結果與本報告所述:銫-137 在本計畫區域中主要受到水團特徵以及物理機制影響的結果一致。

由民國 107 至 110 年總鹼度與密度圖(圖 2-1-11)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 2-1-10 及圖 2-1-11 僅討論離岸距離 5 公里以上之海水之銫-137 樣品。

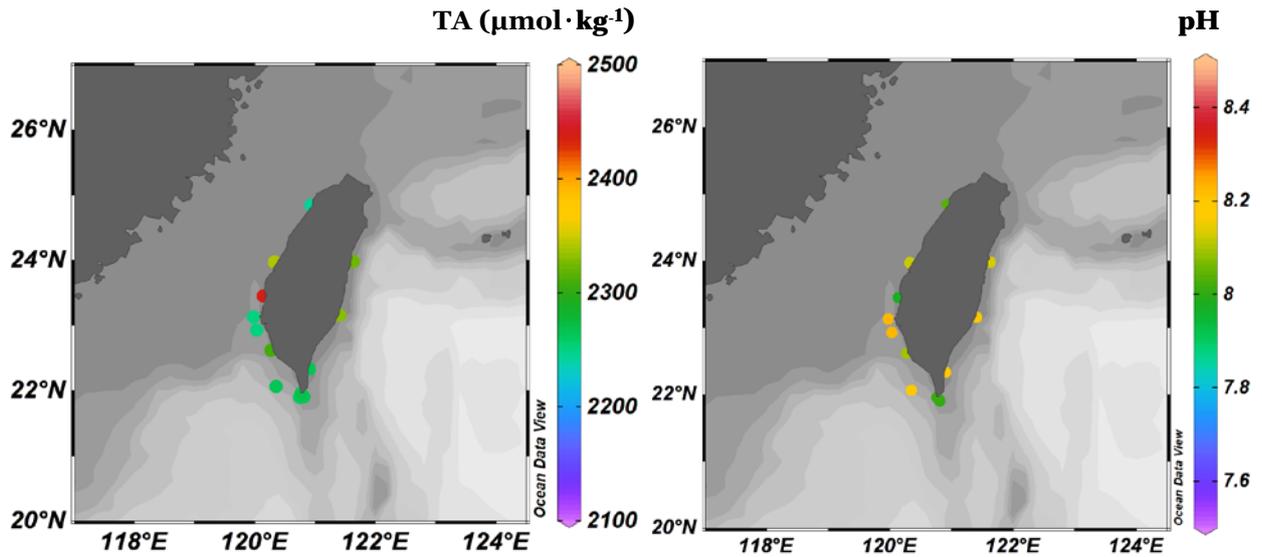


圖 2-1-8 民國 110 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值分布圖

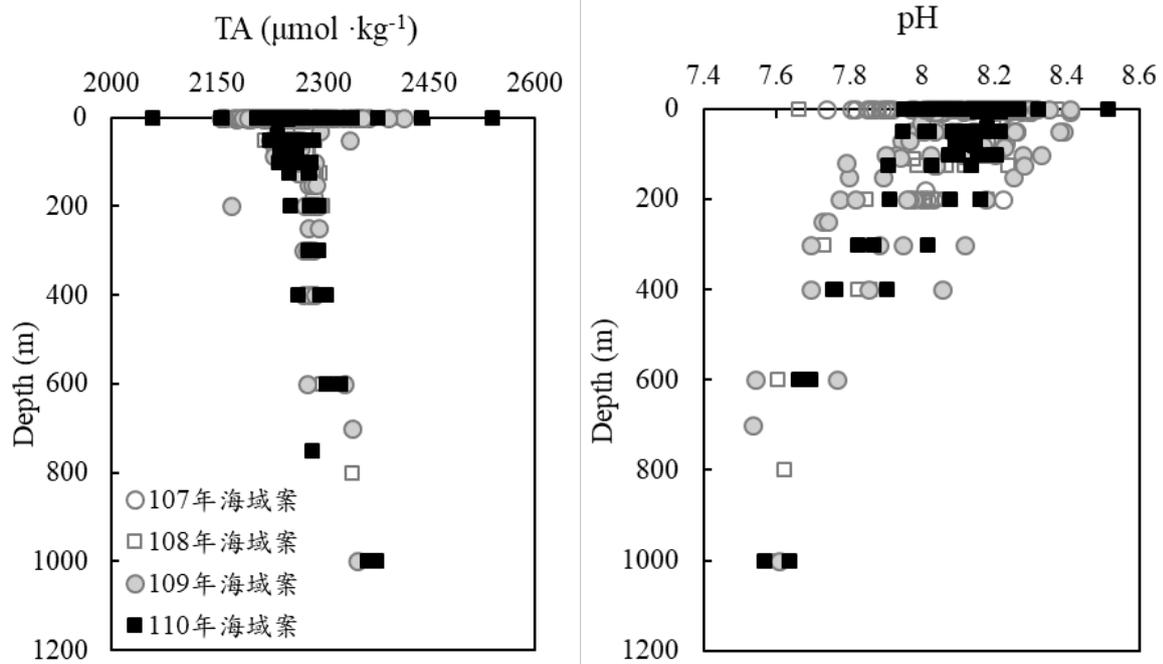


圖 2-1-9 民國 107 至 110 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值隨深度分布圖

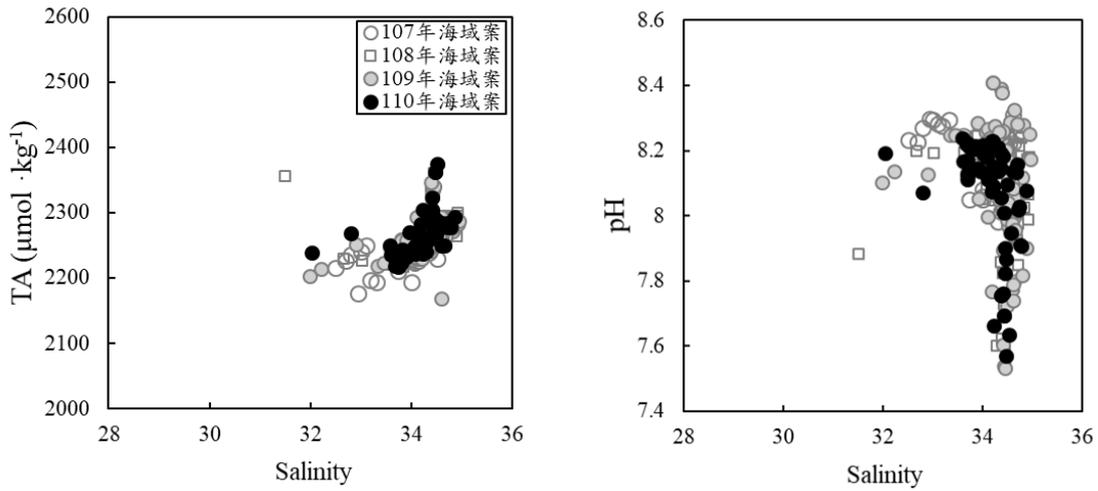
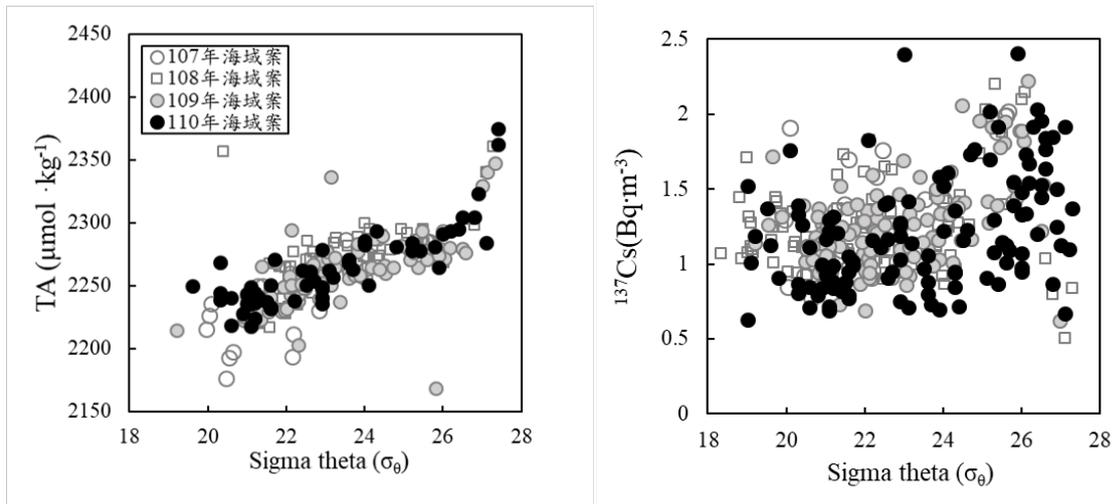


圖 2-1-10 民國 107 至 110 年海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖

海水、高鹼  
度河水



雨水、低鹼度河水 ← 暖、輕、淺 → 冷、重、深 →

圖 2-1-11 民國 107 至 110 年海水總鹼度及銫-137 對密度關係圖

表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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
4-41-01-01	110/01/01	22°56'07.13"	120°01'58.44"	1	24.5	34.2	2248	8.231	西南區
4-41-01-02	110/01/01	22°56'07.13"	120°01'58.44"	50	24.2	34.4	2263	8.193	西南區
4-34-01-01	110/01/01	23°07'50.82"	119°58'16.31"	1	24.5	34.2	2249	8.231	西區
4-34-01-02	110/01/01	23°07'50.82"	119°58'16.31"	50	23.8	34.3	2257	8.210	西區
4-42-01-01	110/01/13	22°03'52.80"	120°20'49.56"	1	22.2	34.4	2263	8.182	西南區
4-51-01	110/02/26	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	22.2	34.4	2259	n.d.	東南區
4-52-01	110/02/26	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	22.9	34.4	2264	8.002	東南區
4-53-01	110/02/26	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	24.0	34.4	2266	8.008	東南區
4-24-02-01	110/04/20	25°12'10.25"	121°20'16.98"	1	21.9	34.1	2241	8.113	西北區
4-25-02-01	110/04/20	25°13'36.59"	121°22'22.79"	1	22.0	34.1	2244	8.122	西北區
4-34-02-01	110/04/27	23°34'07.89"	119°33'43.13"	1	22.9	33.4	2241	8.054	西區
4-35-02-01	110/04/28	23°30'46.00"	119°35'30.06"	1	24.9	33.8	2244	8.158	西區
4-51-02-01	110/05/15	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	27.6	34.0	2244	n.d.	東南區
4-52-02-01	110/05/15	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	27.9	34.0	2242	8.055	東南區
4-53-02-01	110/05/15	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	27.8	34.0	2240	8.055	東南區
4-42-02-01	110/05/19	22°58'00.00"	120°02'00.00"	1	31.5	33.8	2249	8.205	西南區
4-36-02-01	110/05/19	23°30'00.00"	119°55'00.00"	1	30.9	33.9	2279	8.209	西區
4-37-02-01	110/05/19	24°30'00.00"	120°31'00.00"	1	29.9	34.0	2281	8.202	西區
4-26-02-01	110/05/20	25°08'00.00"	121°00'00.00"	1	29.5	34.0	2284	8.202	西北區
4-11-02-01	110/05/20	25°16'00.00"	122°00'00.00"	1	29.2	34.0	2240	8.188	東北區

續表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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
4-12-02-01	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	1	29.8	34.1	2249	8.195	東北區
4-12-02-02	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	50	25.2	34.4	2279	8.011	東北區
4-12-02-03	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	125	19.2	34.7	2281	8.028	東北區
4-12-02-04	110/05/21	25°01'00.00"	122°36'00.00"	200	17.4	34.7	2284	8.160	東北區
4-43-02-01	110/05/26	22°59'00.00"	119°58'00.00"	1	33.1	33.6	2250	8.240	西南區
4-38-02-01	110/07/02	25°23'42.35"	121°29'30.47"	1	27.8	33.7	2238	8.123	西北區
4-38-02-02	110/07/02	25°23'42.35"	121°29'30.47"	50	27.5	33.7	2232	8.113	西北區
4-39-02-01	110/07/02	25°23'27.72"	121°27'50.76"	1	27.8	33.9	2233	8.147	西北區
4-39-02-02	110/07/02	25°23'27.72"	121°27'50.76"	50	27.5	33.7	2233	8.132	西北區
4-28-02-01	110/07/04	23°39'43.55"	119°51'18.71"	1	29.1	33.6	2236	8.169	西區
4-28-02-02	110/07/04	23°39'43.55"	119°51'18.71"	50	23.1	33.7	2236	8.171	西區
4-29-02-01	110/07/04	23°31'08.39"	119°54'39.96"	1	29.5	32.8	2268	8.072	西區
4-29-02-02	110/07/04	23°31'08.39"	119°54'39.96"	50	24.6	34.3	2241	8.137	西區
4-13-02-01	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	5	28.4	34.1	2251	8.181	東北區
4-13-02-02	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	50	21.6	34.6	2286	7.948	東北區
4-13-02-03	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	125	17.5	34.8	2278	7.907	東北區
4-13-02-04	110/07/08	25°30'00.00"	122°29'41.99"	400	10.5	34.4	2295	7.757	東北區
4-14-02-01	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	5	29.8	34.2	2237	8.153	東北區
4-14-02-02	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	50	26.4	34.4	2262	8.146	東北區
4-14-02-03	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	125	21.4	34.6	2251	8.137	東北區

續表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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
4-14-02-04	110/07/08	25°30'35.21"	123°01'06.36"	750	5.7	34.4	2284	-	東北區
4-30-02-01	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	50	25.5	34.2	2260	8.087	西北區
4-30-02-02	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	75	25.5	34.2	2261	8.092	西北區
4-30-02-03	110/07/07	25°30'00.00"	121°00'00.00"	80	25.5	34.2	2262	8.146	西北區
4-21-02-01	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	50	27.6	34.0	2271	8.136	西北區
4-21-02-02	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	75	26.9	34.7	2251	8.134	西北區
4-21-02-03	110/07/09	25°05'21.42"	120°55'00.12"	78	26.6	34.1	2238	8.135	西北區
4-54-02-01	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	1	29.3	33.8	2253	8.164	東南區
4-54-02-02	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	50	24.2	34.0	2252	8.157	東南區
4-54-02-03	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	100	19.3	34.4	2250	8.153	東南區
4-54-02-04	110/07/16	23°28'39.71"	121°31'38.27"	200	15.1	34.4	2253	8.160	東南區
4-55-02-01	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	1	29.2	33.8	2236	8.213	東南區
4-55-02-02	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	50	29.0	33.8	2224	8.213	東南區
4-55-02-03	110/08/10	21°14'41.39"	124°00'48.00"	100	27.5	32.0	2239	8.194	東南區
4-55-02-04	110/08/09	21°14'41.39"	124°00'48.00"	200	21.3	34.9	2294	8.078	東南區
4-55-02-05	110/08/09	21°14'41.39"	124°00'48.00"	300	16.8	34.7	2278	8.018	東南區
4-55-02-06	110/08/09	21°14'41.39"	124°00'48.00"	400	13.4	34.4	2265	7.903	東南區
4-55-02-07	110/08/09	21°14'41.39"	124°00'48.00"	600	7.1	34.2	2304	7.663	東南區
4-55-02-08	110/08/09	21°14'41.39"	124°00'48.00"	1000	4.0	34.5	2363	7.569	東南區
4-44-02-01	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	1	29.1	33.7	2218	8.210	西南區

續表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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
4-44-02-02	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	50	25.2	34.2	2254	8.138	西南區
4-44-02-03	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	100	20.5	34.2	2283	8.076	西南區
4-44-02-04	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	200	14.9	34.8	2281	7.910	西南區
4-44-02-05	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	300	11.7	34.4	2294	7.824	西南區
4-44-02-06	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	400	9.9	34.4	2304	7.762	西南區
4-44-02-07	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	600	7.5	34.4	2324	7.694	西南區
4-44-02-08	110/08/13	20°35'20.40"	119°16'21.00"	1000	4.5	34.5	2375	7.636	西南區
4-51-02-02	110/08/17	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	28.9	33.5	2207	n.d.	東南區
4-52-02-02	110/08/17	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	28.8	33.7	2216	8.073	東南區
4-53-02-02	110/08/17	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	29.9	33.4	2206	8.079	東南區
4-45-02-01	110/08/29	22°29'22.79"	120°08'02.39"	1	30.5	33.7	2219	8.220	西南區
4-45-02-02	110/08/29	22°29'22.79"	120°08'02.39"	300	12.7	34.5	2291	7.869	西南區
4-44-01-01	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	1	29.6	33.7	2228	8.222	西南區
4-44-01-02	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	50	29.3	34.0	2237	8.216	西南區
4-44-01-03	110/09/06	21°05'54.00"	119°47'05.69"	100	22.8	34.5	2268	8.098	西南區
4-54-01-01	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	1	28.7	33.9	2240	8.211	東南區
4-54-01-02	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	50	26.2	34.1	2244	8.208	東南區
4-54-01-03	110/09/15	23°06'33.37"	121°26'53.51"	100	16.4	34.2	2238	8.206	東南區
4-11-01-01	110/10/18	25°06'22.79"	121°57'14.40"	5	26.3	33.7	2237	8.217	東北區
4-11-01-02	110/10/18	25°06'22.79"	121°57'14.40"	50	26.8	34.2	2263	8.103	東北區

續表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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
4-12-01-01	110/10/18	25°05'00.00"	121°58'28.79"	5	25.8	33.8	2239	8.201	東北區
4-12-01-02	110/10/18	25°05'00.00"	121°58'28.79"	50	17.3	34.4	2282	8.019	東北區
4-35-01-01	110/10/19	23°05'15.59"	119°17'14.39"	1	27.1	34.0	2155	8.321	西區
4-35-01-02	110/10/19	23°05'15.59"	119°17'14.39"	40	27.1	34.0	2235	8.179	西區
4-24-01-01	110/10/20	25°19'39.00"	121°24'24.12"	1	25.7	34.0	2242	8.168	西北區
4-24-01-02	110/10/20	25°19'39.00"	121°24'24.12"	50	25.4	34.0	2243	8.165	西北區
4-25-01-01	110/10/20	25°18'20.52"	121°22'12.00"	1	25.6	34.1	2241	8.172	西北區
4-25-01-02	110/10/20	25°18'20.52"	121°22'12.00"	50	24.9	34.0	2242	8.172	西北區
4-13-01-01	110/10/27	24°58'13.04"	120°54'46.04"	1	25.4	33.9	2234	8.163	西區
4-13-01-02	110/10/27	24°58'13.04"	120°54'46.04"	50	25.4	33.8	2242	8.158	西區
4-51-01-02	110/11/05	21°53'51.90"	120°44'57.50"	1	26.7	34.0	2234	n.d.	東南區
4-52-01-02	110/11/05	21°54'20.30"	120°48'50.70"	1	27.5	33.9	2222	8.080	東南區
4-53-01-02	110/11/05	21°57'18.90"	120°45'44.80"	1	27.6	34.0	2226	8.063	東南區
南寮漁港	110/01/04	24°50'50.83"	120°55'28.19"	1	17.6	32.5	2243	8.034	西區
王功漁港	110/01/05	23°58'19.09"	120°19'25.97"	1	18.7	32.6	2340	8.119	西區
東石漁港	110/01/05	23°27'10.94"	120°08'17.36"	1	19.1	31.6	2439	7.969	西區
花蓮港	110/01/13	23°58'52.20"	121°37'27.70"	1	21.6	32.8	2320	8.126	東南區
大武漁港	110/01/13	22°20'06.30"	120°53'49.70"	1	22.9	33.6	2266	8.183	東南區
成功漁港	110/01/14	23°09'34.10"	121°24'10.90"	1	21.9	33.2	2327	8.189	東南區
西子灣	110/01/29	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	23.4	33.4	2212	8.156	西南區

續表 2-1-5 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度 (更新至 110 年 12 月 1 日)

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	110/02/17	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	23.9	33.1	2308	8.091	西南區
西子灣	110/03/05	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	24.7	32.7	2299	8.126	西南區
西子灣	110/04/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	28.2	32.7	2278	8.127	西南區
西子灣	110/05/10	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	29.7	32.9	2264	8.146	西南區
西子灣	110/06/25	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	30.8	25.4	2058	7.953	西南區
西子灣	110/07/23	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	30.4	29.7	2157	8.087	西南區
花蓮港	110/08/16	23°58'52.20"	121°37'27.70"	1	27.5	30.2	2287	8.266	東南區
大武漁港	110/08/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	1	29.5	31.4	2341	8.109	東南區
成功漁港	110/08/17	23°09'34.10"	121°24'10.90"	1	29.6	33.1	2257	8.111	東南區
西子灣	110/08/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	31.4	28.6	2215	8.511	西南區
王功漁港	110/08/20	23°58'19.09"	120°19'25.97"	1	31.7	26.8	2540	8.027	西區
東石漁港	110/08/20	23°27'10.94"	120°08'17.36"	1	30.2	28.4	2273	8.191	西區
西子灣	110/09/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	30.6	31.0	2253	8.037	西南區
西子灣	110/10/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	31.4	32.1	2239	8.215	西南區
西子灣	110/11/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	1	29.4	32.5	2281	8.234	西南區

" n.d."表示無資料。

## 二、沉積物及岩心樣品採集

民國 110 年本計畫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 4 個海底沉積物及 1 個柱狀岩心沉積物；各區執行率如表 2-2-1 所示。200 公尺以深之海底沉積物及柱狀岩心樣品皆已採集完成，執行率皆達 100%。

本團隊及跨部會團隊也另外於臺灣各地採集岸沙及河沙沉積物樣品，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，採集樣點如圖 2-2-1，分析結果如圖 2-2-2 及表 2-2-2。

110 年本計畫採集之沉積物中，銫-137 活度低於  $0.64 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$ 、鉀-40 活度為 1 至  $778 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$ 、鈾系列\*活度低於  $56 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$  及鈾系列\*活度低於  $34 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$ ，鈷-60、銫-134 則低於最低可測活度，分析結果如表 2-2-2。其中銫-137 最大活度為東北區淡水河上游之河沙樣品；鉀-40 最大活度為西區將軍溪上游之河沙樣品、鈾系列\*及鈾系列最大活度皆為東北區淡水河下游之河沙樣品。各區岸沙及 200 公尺以深海底沉積物之加馬能譜分析結果分別如表 2-2-2 及表 2-2-3 所示，西南區海底沉積物之加馬能譜分析結果皆高於同區之岸沙，與歷年結果相近(圖 2-2-3 及 2-2-4)。

110 年度岩心沉積物之各分層分析結果如表 2-2-3 所示，鉀-40 活度為 264 至  $778 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$ 、鈾系列\*活度為 11 至  $17 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$  及鈾系列\*活度為 11 至  $15 \text{ (Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$  ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )，鈷-60、銫-134 及銫-137 則皆低於最低可測活度。

表 2-2-1 民國 110 年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	2/1	1/1
柱狀岩心採樣執行率 (實際樣品數量/規劃樣品數量)	108 年已完成	109 年已完成	1/1

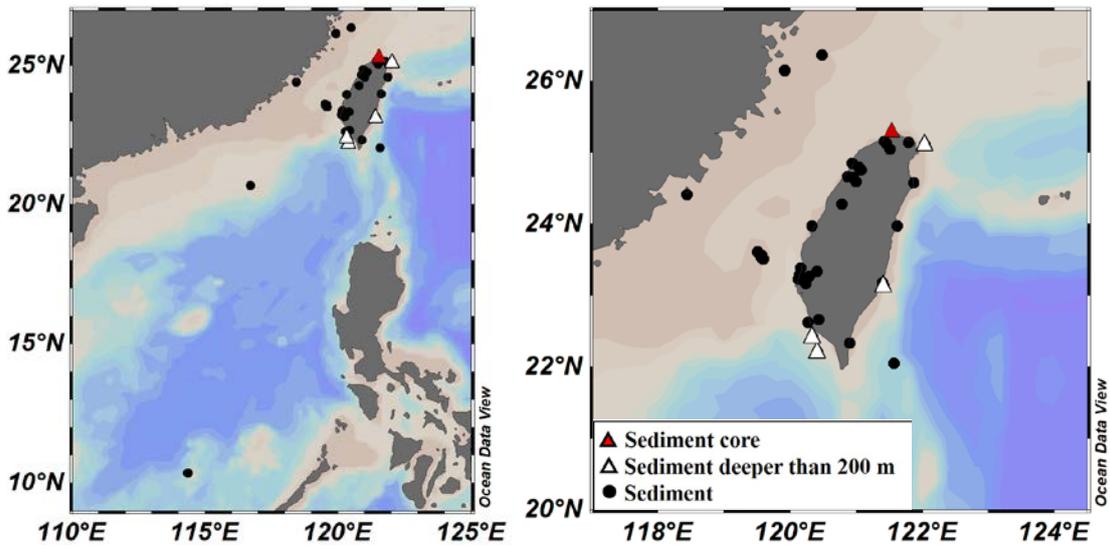


圖 2-2-1 民國 110 年沉積物採樣點位置圖。右圖為民國 110 年臺灣本島鄰近河沙、岸沙深海沉積物及岩心採樣位置圖。

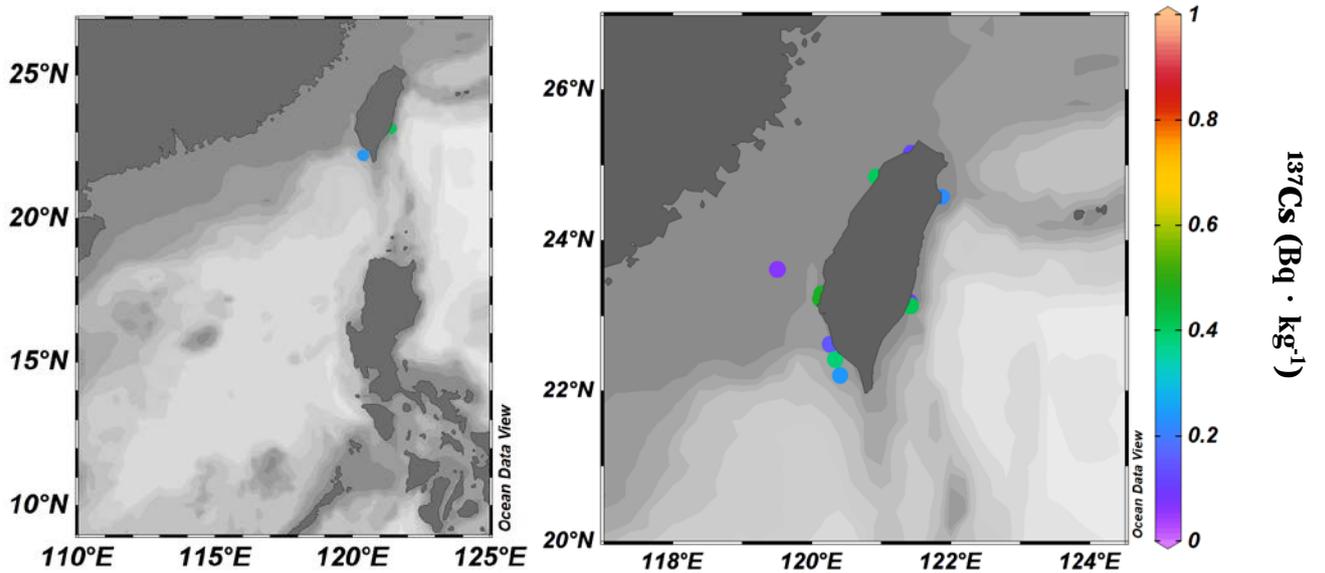


圖 2-2-2 110 年沉積物銫-137 活度分布圖。右圖為 110 年臺灣本島鄰近河沙、岸沙、深海沉積物及岩心之銫-137 活度分布圖。

歷年各區岸沙及河沙銫-137平均值

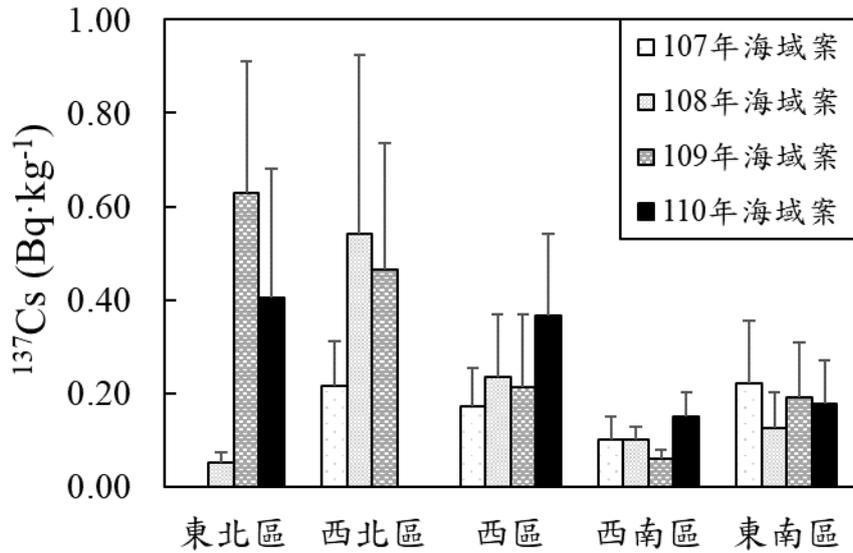


圖 2-2-3 民國 107 至 110 年各區岸沙及河沙銫-137 活度平均值

- 註：1. 107 年東北區岸沙及河沙之銫-137 活度皆小於最低可測活度。  
 2. 110 已分析之西北區岸沙及河沙之銫-137 活度皆小於最低可測活度。

歷年各區深海沉積物銫-137活度

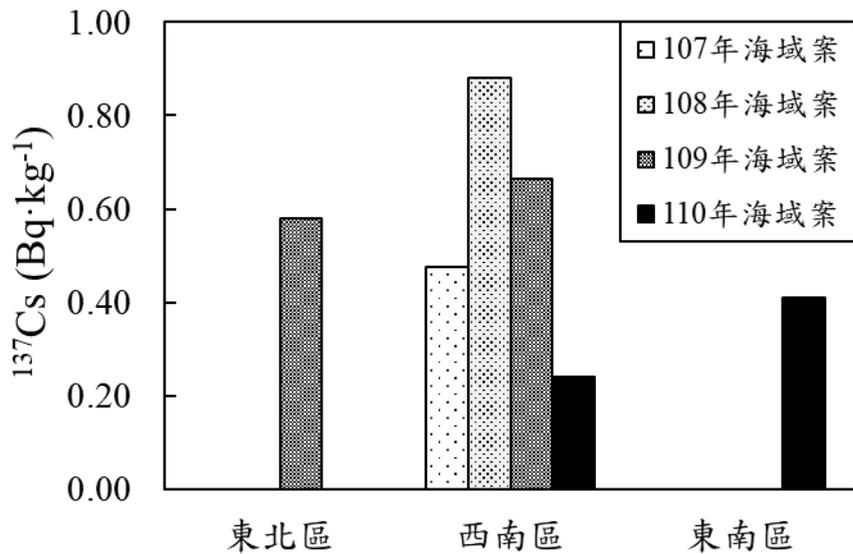


圖 2-2-4 民國 107 至 110 年各區 200 公尺以深海底沉積物銫-137 活度

- 註：1. 107、108 及 110 年東北區深海沉積物之銫-137 活度皆小於最低可測活度。  
 2. 107 年未採集東南區深海沉積物。  
 3. 108 及 109 年東南區深海沉積物之銫-137 活度皆小於最低可測活度。

表 2-2-2 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 <sup>-1</sup> ·dry weight)						分區
						銫-134 (Cs-134)	銫-137 (Cs-137)	鉀-40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	釷系列 (Th系列*)	鈾系列 (U系列*)	
4-36-02-01	110/04/30	23°36'40.67"	119°30'30.23"	表土	岸沙	—	0.06	113	—	3	3	西區
4-37-02-01	110/04/30	23°35'39.48"	119°30'52.56"	表土	岸沙	—	—	27	—	2	2	西區
4-38-02-01	110/05/01	23°30'46.00"	119°35'30.06"	表土	岸沙	—	—	13	—	1	1	西區
4-16-02	110/08/27	25°06'42.69"	122°02'31.05"	208	11.2	—	—	873	—	56	36	東北區
4-43-01	110/01/05	22°12'39.78"	120°24'29.27"	359	24.9	—	0.24	755	—	47	27	西南區
4-55-01	110/09/15	23°08'15.21"	121°24'45.39"	211	1.3	—	0.41	468	—	27	16	東南區
4-44-01	110/10/17	22°25'02.28"	120°20'02.10"	220	9.6	—	0.38	824	—	56	32	西南區
蘭嶼東清村	110/01/04	22°03'18.90"	121°33'51.90"	表土	岸沙	—	—	160	—	12	8	東南區
大甲溪	110/01/04	24°16'55.70"	120°46'44.10"	表土	河沙	—	—	571	—	32	24	西區
南寮漁港	110/01/04	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	—	—	370	—	19	13	西區
王功漁港	110/01/05	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	—	—	390	—	31	20	西區
東石漁港	110/01/05	23°23'05.28"	120°09'03.83"	表土	岸沙	—	—	396	—	28	17	西區
花蓮港	110/01/13	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	—	—	221	—	17	13	東南區
大武漁港	110/01/13	22°20'06.30"	120°53'49.70"	表土	岸沙	—	—	448	—	25	16	東南區
成功漁港	110/01/14	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	—	0.09	133	—	6	4	東南區
八斗子	110/01/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	—	—	117	—	6	5	東北區
南方澳	110/01/25	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	—	0.22	480	—	36	24	東南區
淡水河上游	110/01/25	25°03'04.70"	121°30'19.20"	表土	河沙	—	0.64	743	—	48	29	東北區
淡水河中游	110/01/25	25°07'31.20"	121°27'15.70"	表土	河沙	—	0.45	611	—	32	22	東北區
淡水河下游	110/01/25	25°09'49.00"	121°25'18.30"	表土	河沙	—	0.12	518	—	56	34	東北區
西子灣	110/01/29	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	—	—	652	—	38	24	西南區
高屏溪	110/01/29	22°39'44.80"	120°25'50.50"	表土	河沙	—	—	346	—	26	15	西南區
急水溪上游	110/02/20	23°20'18.10"	120°24'26.50"	表土	河沙	—	—	571	—	37	27	西區
急水溪中游	110/02/20	23°15'59.10"	120°16'54.40"	表土	河沙	—	—	687	—	47	30	西區
急水溪下游	110/02/20	23°17'23.80"	120°08'30.40"	表土	河沙	—	0.46	640	—	42	27	西區
將軍溪上游	110/02/20	23°09'50.10"	120°14'04.30"	表土	河沙	—	0.56	778	—	51	32	西區
將軍溪中游	110/02/20	23°13'07.07"	120°10'36.10"	表土	河沙	—	0.25	467	—	28	18	西區

續表 2-2-2 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 <sup>-1</sup> ·dry weight)						分區
						銫-134 (Cs-134)	銫-137 (Cs-137)	鉀-40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	釷系列 (Th系列*)	鈾系列 (U系列*)	
將軍溪下游	110/02/20	23°13'38.30"	120°07'22.00"	表土	河沙	—	0.47	572	—	38	24	西區
澎湖觀音亭	110/02/22	23°34'12.00"	119°33'46.80"	表土	岸沙	—	—	66	—	3	3	西區
南沙	110/03/02	10°21'36.00"	114°21'36.00"	表土	岸沙	—	—	3	—	0.78	1	西南區
東沙	110/03/07	20°42'00.00"	116°42'00.00"	表土	岸沙	—	—	3	—	0.33	1	西南區
東引	110/03/16	26°22'14.87"	120°29'02.75"	表土	岸沙	—	—	736	—	29	22	西北區
南竿	110/04/05	26°09'28.80"	119°55'02.64"	表土	岸沙	—	—	582	—	11	8	西北區
八斗子	110/04/22	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	—	—	98	—	6	5	東北區
金門料羅灣	110/04/27	24°24'39.00"	118°26'00.20"	表土	岸沙	—	—	404	—	6	5	西區
澎湖嵵裡沙灘	110/07/04	23°31'30.40"	119°34'05.30"	岸沙	0	—	—	72	—	3	2	西區
蘭嶼東清村	110/07/05	22°03'18.90"	121°33'51.90"	岸沙	0	—	—	43	—	—	—	東南區
八斗子	110/07/12	25°08'40.48"	121°47'29.32"	岸沙	0	—	—	129	—	7	6	東北區
南方澳	110/07/14	24°34'55.12"	121°52'06.06"	岸沙	0	—	0.22	611	—	37	24	東南區
南寮漁港	110/07/20	24°51'02.76"	120°55'47.60"	岸沙	0	—	0.40	534	—	35	21	西區
西子灣	110/07/23	22°37'29.60"	120°15'46.50"	岸沙	0	—	0.15	582	—	35	22	西南區
高屏溪	110/07/23	22°39'44.80"	120°25'50.50"	河沙	0	—	—	555	—	32	25	西南區
南竿	110/07/25	26°08'43.60"	119°54'45.00"	岸沙	0	—	—	511	—	9	8	西北區
東引	110/08/05	26°22'14.87"	120°29'02.75"	岸沙	0	—	—	635	—	28	17	西北區
東沙	110/08/09	20°42'00.00"	116°42'00.00"	岸沙	0	—	—	1	—	—	0.75	西南區
南沙	110/08/13	10°22'00.00"	114°21'00.00"	岸沙	0	—	—	15	—	—	1	西南區
花蓮港	110/08/16	23°58'33.80"	121°37'10.00"	岸沙	0	—	—	204	—	—	—	東南區
大武漁港	110/08/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	岸沙	0	—	—	429	—	26	17	東南區
成功漁港	110/08/17	23°10'59.10"	121°23'53.10"	岸沙	0	—	—	71	—	—	—	東南區
前頭溪上游	110/08/18	24°45'43.50"	121°04'28.60"	河沙	0	—	—	558	—	29	20	西區
前頭溪中游	110/08/18	24°47'44.70"	121°02'13.10"	河沙	0	—	—	477	—	31	20	西區
前頭溪下游	110/08/18	24°50'37.57"	120°56'30.50"	河沙	0	—	—	575	—	45	33	西區
中港溪上游	110/08/18	24°35'53.40"	120°59'50.80"	河沙	0	—	—	585	—	32	20	西區
中港溪中游	110/08/18	24°39'19.60"	120°57'12.20"	河沙	0	—	—	514	—	29	21	西區
中港溪下游	110/08/18	24°39'59.85"	120°51'45.72"	河沙	0	—	—	547	—	32	22	西區

續表 2-2-2 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 <sup>-1</sup> ·dry weight)						分區
						銫-134 (Cs-134)	銫-137 (Cs-137)	鉀-40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	釷系列 (Th系列*)	鈾系列 (U系列*)	
大甲溪	110/08/19	24°16'55.70"	120°46'44.10"	河沙	0	—	—	667	—	37	33	西區
王功漁港	110/08/20	23°58'19.09"	120°19'25.97"	岸沙	0	—	—	390	—	26	16	西區
東石漁港	110/08/20	23°23'05.28"	120°09'03.83"	岸沙	0	—	—	475	—	18	12	西區
金門料羅灣	110/09/25	24°24'39.00"	118°26'00.20"	岸沙	0	—	—	369	—	5	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。

表 2-2-3 本計畫採集之岩心各深度加馬能譜分析結果

樣品編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	取樣深度(m)	岩心深度(cm)	離岸距離(km)	活度(Bq·kg <sup>-1</sup> · dry weight)						分區	
							銫-134 (Cs-134)	銫-137 (Cs-137)	鉀-40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	鉛-210* (Pb-210)	釷系列 (Th系列*)		鈾系列 (U系列*)
4-15-02-01	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	0-3	0.2	—	—	271	—	12	13	13	東北區
4-15-02-02	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	3-6	0.2	—	—	264	—	15	11	13	東北區
4-15-02-03	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	6-9	0.2	—	—	268	—	13	13	13	東北區
4-15-02-04	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	9-12	0.2	—	—	296	—	16	15	12	東北區
4-15-02-05	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	12-15	0.2	—	—	288	—	14	11	11	東北區
4-15-02-06	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	15-18	0.2	—	—	328	—	17	15	14	東北區
4-15-02-07	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	18-21	0.2	—	—	386	—	20	17	14	東北區
4-15-02-08	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	21-24	0.2	—	—	349	—	16	16	15	東北區
4-15-02-09	110/08/25	25°17'33.47"	121°32'41.16"	0.3	24-27	0.2	—	—	331	—	13	15	14	東北區

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、海洋生物樣品之彙整

#### 2.3.1 海洋生物樣本採集與分析結果

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臺灣周邊海域進行海洋生物樣本採集，為忠實呈現周邊海域生物樣本，將採樣區域分為西區、西北區、西南區、東北區、東南區等五個調查區域，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，統整 110 年的資料，到目前為止共採集 126 批的海洋生物樣本，以採樣區域來分東南區 47 批、西區 47 批、東北區 16 批、西南區 11 批、西北區 5 批；以物種來分的話，魚類、蝦類、藻類、頭足類、貝類總共為 43 科 66 種，其中魚類 52 種、藻類 4 種、蝦類 4、貝類 3 種、頭足類 3 種；各區域之採樣資料如物種名稱、採樣日期、體長體重資料、物種特性及採樣經緯度列於表 2-3-1 至表 2-3-5、各區所採之樣本照片於圖 2-3-1~2-3-5、各區域魚類組成百分圖於圖 2-3-6、採樣位置分布於圖 2-3-7。

前述生物樣本分析之組成與體長說明如後，東南區海洋生物樣本數 47 批 378 尾，物種有魚類、蝦類、藻類、頭足類，魚類分別五眼斑鯪 (*Pseudorhombus pentophthalmus*) 平均體長 15.8 公分、日本金梭魚 (*Sphyraena japonica*) 平均體長 30.1 公分、5 批正鰹 (*Katsuwonus pelamis*) 平均體長 58.8 公分、5 批白帶魚 (*Trichiurus lepturus*) 平均體長 76.9 公分、石狗公 (*Sebastiscus marmoratus*) 平均體長 34 公分、8 批杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 平均體長 74.2 公分、刺鰷 (*Psenopsis anomala*) 平均體長 18.75 公分、東方齒鯖 (*Sarda orientalis*) 平均體長 41.6 公分、2 批花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 平均體長 39.2 公分、扁花鰹 (*Auxis thazard thazard*) 平均體長 40 公分、2 批扁鰻 (*Ablennes hians*) 平均體長 76 公分、美軟魚 (*Malakichthys elegans*) 平均體長 20 公分、2 批海鰻平均體長 104.5 公分、2 批海鱸 (*Rachycentron canadum*) 平均體長 67 公分、3 批鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 平均體長 100.8 公分、2 批棘鰭 (*Acanthocybium solandri*) 平均體長 87.5 公分、3 批黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*) 平均體長 115 公分、鋸尾鯛平均體長 54 公分；蝦類為晶瑩櫻蝦 (*Sergia lucens*) 平均體長 1.1 公分、葉狀擬鬚蝦 (*Aristaeomorpha foliacea*) 平均體長 23.5 公分；頭足類為花枝平均體長 72 公分；藻類分別為可食水龍鬚菜 (*Hydropuntia edulis*) 採集重量為 2.1 公斤、藻類採集重量為 0.9 公斤。

西區海洋生物樣本數 47 批 876 尾，物種有魚類、蝦類、藻類、頭足類、貝類，魚類分別為三線磯鱈 (*Parapristipoma trilineatum*) 平均體長 26 公分、2 批大頭白姑魚 (*Pennahia macrocephalus*) 平均體長 16.2 公分、六指多指馬鮫平均體長 13.7 公分、2 批日本竹筴魚 (*Trachurus japonicus*) 平均體長 22.1 公分、日本帶魚 (*Trichiurus japonicus*) 平均體長 30.3 公分、布氏鬚鯛 (*Paraplagusia blochii*) 平均體長 34.7 公分、布氏金梭魚 (*Sphyraena putnamae*) (俗名尖梭) 平均體長 90 公分、7 批杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 平均體長 49.5 公分、刺鰩 (*Psenopsis anomala*) 平均體長 14.2 公分、花身鰺 (*Terapon jarbua*) 平均體長 17 公分、花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 平均體長 25 公分、金錢魚 (*Scatophagus argus*) 平均體長 22 公分、長鰺 (*Ilisha elongata*) 平均體長 38.7 公分、2 批星雞魚 (*Pomadasyss kaakan*) 平均體長 32.3 公分、2 批紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) 平均體長 14.4 公分、勒氏笛鯛 (*Lutjanus russellii*) 平均體長 37 公分、康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*) 平均體長 66 公分、2 批斑海鯨 (*Arius maculatus*) 平均體長 34.1 公分、雙帶鱗鰭烏尾鯨 (*Pterocaesio digramma*) (俗名硬尾冬) 平均體長 24.5 公分、臺灣棘鯛 (*Acanthopagrus taiwanensis*) 平均體長 17 公分、裴氏金線魚 (*Nemipterus peronii*) 平均體長 18 公分、2 批藍圓鰹 (*Decapterus maruadsi*) 平均體長 19.6 公分、鱗鰭叫姑魚 (*Johnius distinctus*) 平均體長 20 公分、費氏窄尾魴 (*Pateobatis fai*) 平均體長 119 公分、石斑平均體長 49 公分、鱸魚平均體長 45 公分；而蝦類為哈氏仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 平均體長 3 公分；頭足類為萊氏擬烏賊 (*Sepioteuthis lessoniana*) 平均體長 74 公分、小卷平均體長 32 公分；藻類為石蓴 (*Ulva lactuca*) 採集重量為 2.4 公斤、海菜採集重量為 2 公斤；而貝類分別為 2 批牡蠣 (未帶殼) (*Ostreidae*) 平均體長 4.4 公分、花蛤 (*Gomphina aequilatera*) 平均體長 4 公分、瘤珠螺 (*Lunella granulata*) 平均體長 3 公分。

東北區海洋生物樣本數 16 批 50 尾，物種有魚類、藻類，魚類分別為正鰹 (*Katsuwonus pelamis*) 平均體長 45 公分、7 批杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 平均體長 50.8 公分、2 批花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 平均體長 39 公分、鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 平均體長 68 公分、斑海鯨 (*Arius maculatus*) 平均體長 44 公分、圓花鰹平均體長 28 公分；而藻類分別為石花菜 (*Gelidium amansii*) 採集重量為 1.5 公斤、2 批石蓴 (*Ulva lactuca*) 採集重量為 1.6 公斤。

西南區海洋生物樣本數 11 批 120 尾，物種有魚類、蝦類，魚類分別為 2 批吉打副葉鰱 (*Alepes djedaba*) 平均體長 19.3 公分、2 批杜氏鰱 (*Seriola dumerili*) 平均體長 71.9 公分、花尾胡椒鯛 (*Plectorhinchus cinctus*) 平均體長 47 公分、眼眶魚 (*Mene maculata*) 平均體長 22 公分、斑條金梭魚 (*Sphyraena jello*) 平均體長 98.6 公分、短棘鰩 (*Leiognathus equulus*) 平均體長 16.8 公分、黃金鰭鰻平均體長 28.3 公分、銀雞魚平均體長 38 公分；而蝦類為塔氏櫻蝦 (*Sergia talismani*) 平均體長 1.4 公分。

西北區海洋生物樣本數 5 批 112 尾，物種只有魚類，分別為長鰺 (*Ilisha elongate*) 平均體長 40 公分、鱗鰭叫姑魚 (*Johnius distinctus*) 平均體長 21 公分、斑海鯰 (*Arius maculatus*) 平均體長 45 公分、白姑魚 (*Pennahia argentata*) 平均體長 14 公分及杜氏鰱 (*Seriola dumerili*) 平均體長 105 公分。

110 年度所採集之魚類樣本數為 1536 尾，其中以西區 876 尾的數量最多，其次為東南區 378 尾、西南區為 120 尾，西北區 112 尾及東北區 50 尾。再由圖 2-3-6 來看區域魚類的組成狀況，其中西北區採樣魚種組成以白姑魚 (*Pennahia argentata*) (45%)、鱗鰭叫姑魚 (*Johnius distinctus*) (39%) 及長鰺 (*Ilisha elongate*) (11%) 為主；西南區採樣魚類組成則以吉打副葉鰱 (*Alepes djedaba*) (67%) 及眼眶魚 (*Mene maculate*) (26%) 最多；西區前五大採樣魚種分別是大頭白姑魚 (*Pennahia microcephalus*) (17%)、紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) (14%)、六指多指馬鮫 (*Polydactylus sextarius*) (11%)、裴氏金線魚 (*Nemipterus peronei*) (9%) 及花身鰺 (*Terapon jarbua*) (8%)；東北區前四種主要採樣魚類分別是的圓花鰹 (*Auxis rochei*) (36%)、杜氏鰱 (*Seriola dumerili*) (32%)、花腹鯖 (*Scomber australasicus*) (14%) 及斑海鯰 (*Arius maculatus*) (14%)；至於東南區前四種採樣魚類分別是的五眼斑魷 (*Pseudorhombus pentophthalmus*) (38%)、白帶魚 (*Trichiurus japonicas*) (15%)、美軟魚 (*Malakichthys elegans*) (13%) 及日本金梭魚 (*Sphyraena japonica*) (10%)。

表 2-3-1 西北區採樣紀錄一覽表

物種	物種	採樣日期	平均體長(cm)	重量(kg)	特性	棲所環境	緯度(N)	經度(E)
<i>Ilisha elongata</i>	長鰺	110.02.24	40	5.1	浮游性	近海沿岸	25°01'00.00"	120°58'00.00"
<i>Johnius distinctus</i>	鱗鱒叫姑魚	110.02.25	21	5	底棲	近海沿岸	25°08'00.00"	121°14'00.00"
<i>Arius maculatus</i>	斑海鮨	110.03.05	45	5.4	底棲	近海沿岸	25°07'00.00"	121°14'00.00"
<i>Pennahia argentata</i>	白姑魚	110.04.12	14	5	洄游性	近海沿岸	25°10'30.00"	121°02'18.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.09.03	105	6	洄游性	大洋	25°09'00.00"	120°49'00.00"

表 2-3-2 西南區採樣紀錄一覽表

物種	物種	採樣日期	平均體長(cm)	重量(kg)	特性	棲所環境	緯度(N)	經度(E)
<i>Alepes djedaba</i>	吉打副葉鱈	110.03.05	16.9	5	洄游性	近海沿岸	22°51'00.00"	120°06'00.00"
<i>Alepes djedaba</i>	吉打副葉鱈	110.03.20	23	5.6	洄游性	近海沿岸	22°55'00.00"	120°08'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.08.18	64.3	6.45	洄游性	大洋	22°56'00.00"	120°03'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.09.21	87	7.5	洄游性	大洋	22°33'00.00"	119°33'00.00"
<i>Plectorhinchus cinctus</i>	花尾胡椒鯛	110.03.16	47	5.2	洄游性	近海沿岸	22°15'00.00"	120°35'00.00"
<i>Mene maculata</i>	眼眶魚	110.03.09	22	5	洄游性	近海沿岸	22°13'00.00"	120°12'00.00"
<i>Sphyraena jello</i>	斑條金梭魚	110.04.08	98.6	5.1	洄游性	大洋	22°58'00.00"	120°08'00.00"
<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰹	110.02.22	16.8	5	洄游性	近海沿岸	22°14'00.00"	120°35'00.00"
<i>Chrysochir aureus</i>	黃金鰹	110.08.18	28.3	5.15	洄游性	近海沿岸	22°59'00.00"	120°05'00.00"
<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚	110.07.21	38	5.2	洄游性	近海沿岸	22°58'00.00"	120°04'00.00"
<i>Sergia talismani</i>	塔氏櫻蝦	110.11.08	1.4	5	浮游性	浮游性蝦類	22°25'00.00"	120°24'00.00"

表 2-3-3 西區採樣紀錄一覽表

物種	物種	採樣日期	平均體長(cm)	重量(kg)	特性	棲所環境	緯度(N)	經度(E)
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	三線磯鱈	110.02.25	26	5.6	洄游性	近海沿岸	23°40'00.00"	119°30'00.00"
<i>Pennahia macrocephalus</i>	大頭白姑魚	110.02.25	17	5.1	洄游性	近海沿岸	24°23'00.00"	120°03'00.00"
<i>Pennahia macrocephalus</i>	大頭白姑魚	110.08.10	15.2	5	洄游性	近海沿岸	24°27'00.00"	120°18'00.00"
<i>Polydactylus sextarius</i>	六指多指馬鰹	110.07.30	13.7	5	洄游性	近海沿岸	24°26'00.00"	120°17'00.00"
<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	110.04.17	25	0.174	洄游性	近海沿岸	24°42'00.00"	120°51'00.00"
<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	110.03.09	22	6.48	洄游性	近海沿岸	24°57'00.00"	120°51'00.00"
<i>Trichiurus japonicus</i>	日本帶魚	110.03.26	30.3	5	洄游性	大洋	23°30'00.00"	120°04'00.00"
<i>Paraplagusia blochii</i>	布氏鬚鰨	110.04.20	34.7	5	底棲	近海沿岸	24°24'00.00"	120°33'00.00"
<i>Sphyraena putnamae</i>	布氏金梭魚	110.04.21	90	2.864	洄游性	大洋	23°25'12.00"	119°42'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.03.30	68.3	5.1	洄游性	大洋	23°02'00.00"	119°47'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.08.11	48	5.1	洄游性	大洋	24°51'00.00"	120°53'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.08.26	74	6.4	洄游性	大洋	24°33'00.00"	120°29'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.08.26	51.9	5.4	洄游性	大洋	24°52'00.00"	120°54'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.10.07	32	5	洄游性	大洋	24°50'00.00"	120°35'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.06.21	37	4.42	洄游性	大洋	24°14'24.00"	119°09'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鰺	110.11.03	34.7	5.08	洄游性	大洋	24°50'00.00"	120°52'00.00"
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(未帶殼)	110.07.15	4.8	2.4		岩礁環境	23°28'12.00"	120°07'48.00"
<i>Ostreidae</i>	牡蠣(未帶殼)	110.07.21	3.9	2.4		岩礁環境	24°46'00.00"	120°47'00.00"
<i>Psenopsis anomala</i>	刺鰨	110.07.02	14.2	5	洄游性	近海沿岸	24°23'00.00"	119°52'00.00"
<i>Terapon jarbua</i>	花身鰨	110.08.09	17	5	洄游性	近海沿岸	22°25'00.00"	120°21'00.00"
<i>Gomphina aequilatera</i>	花蛤	110.07.14	4	7.2	底棲	岩礁環境	23°58'00.00"	120°19'00.00"
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	110.04.17	25	0.175	洄游性	近海沿岸	24°42'00.00"	120°51'00.00"
<i>Scatophagus argus</i>	金錢魚	110.06.26	22	5.2	洄游性	近海沿岸	23°30'00.00"	120°04'00.00"
<i>Ilisha elongata</i>	長鰺	110.10.02	38.7	5.3	浮游性	近海沿岸	24°27'00.00"	120°06'00.00"
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	哈氏仿對蝦	110.02.24	3	3	底棲	沙泥底質	23°24'00.00"	119°58'00.00"
<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚	110.04.08	38.8	5	洄游性	近海沿岸	22°59'00.00"	119°07'00.00"
<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚	110.08.26	31.2	5	洄游性	近海沿岸	24°20'00.00"	120°31'00.00"
<i>Evynnis cardinalis</i>	紅鰨齒鯛	110.06.24	14	5.3	洄游性	近海沿岸	24°24'00.00"	120°24'00.00"
<i>Evynnis cardinalis</i>	紅鰨齒鯛	110.09.16	15	5	洄游性	近海沿岸	24°51'00.00"	120°51'00.00"
<i>Lutjanus russellii</i>	勒氏笛鯛	110.03.15	37	5.6	洄游性	近海沿岸	23°41'00.00"	119°31'00.00"
<i>Scomberomorus commerson</i>	康氏馬加鰹	110.04.21	66	1.811	洄游性	近海沿岸	23°25'12.00"	119°42'00.00"
<i>Arius maculatus</i>	斑海鮨	110.03.15	34	6.1	底棲	近海沿岸	24°49'00.00"	120°50'00.00"
<i>Arius maculatus</i>	斑海鮨	110.03.20	34.1	5	底棲	近海沿岸	24°24'00.00"	120°33'00.00"
<i>Pterocaesio digramma</i>	雙帶鱗鰨烏尾鮨	110.04.21	24.5	0.178	洄游性	近海沿岸	23°45'00.00"	119°28'12.00"
<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	萊氏擬烏賊	110.04.17	74	2.248	洄游性	近海沿岸	24°42'00.00"	120°51'00.00"
<i>Acanthopagrus taiwanensis</i>	臺灣棘鯛	110.03.16	17	6	洄游性	近海沿岸	23°30'00.00"	120°03'00.00"
<i>Nemipterus peronii</i>	裴氏金線魚	110.08.09	18	5	洄游性	近海沿岸	22°25'00.00"	120°21'00.00"
<i>Lumella granulata</i>	瘤珠螺	110.04.22	3	0.6		岩礁環境	23°42'00.00"	119°29'24.00"
<i>Decapterus maruadsi</i>	藍圓鰹	110.04.08	19.7	5	洄游性	近海沿岸	24°20'00.00"	120°30'00.00"
<i>Decapterus maruadsi</i>	藍圓鰹	110.11.03	19.5	5.1	洄游性	近海沿岸	24°24'00.00"	120°24'00.00"
<i>Johnius distinctus</i>	鱗鱒叫姑魚	110.02.25	20	5.045	底棲	近海沿岸	24°51'00.00"	120°54'00.00"
<i>Pateobatis fai</i>	費氏窄尾缸	110.06.18	119	6.82	洄游性	近海沿岸	24°44'00.00"	120°51'00.00"
	小卷	110.09.21	32	3.3	洄游性	近海沿岸	23°11'12.00"	119°21'00.00"
	石斑	110.10.22	49	2.68	洄游性	近海沿岸	23°22'48.00"	120°04'48.00"
	鱸魚	110.10.22	45	1.83	洄游性	近海沿岸	22°58'48.00"	120°05'24.00"
	海菜	110.04.21	4	2.4		岩礁環境	23°42'00.00"	119°29'24.00"
	海菜	110.11.09		2		岩礁環境	23°31'50.39"	119°35'52.19"

表 2-3-4 東北區採樣紀錄一覽表

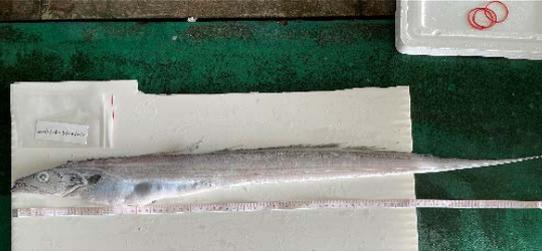
物種	物種	採樣日期	平均體長(cm)	重量(kg)	特性	棲所環境	緯度(N)	經度(E)
<i>Gelidium amansii</i>	石花菜	110.05.28	10	1.5		岩礁環境	25°03'00.00"	121°56'00.00"
<i>Ulva lactuca</i>	石莖	110.05.10		1.2		岩礁環境	25°11'24.00"	121°41'24.00"
<i>Ulva lactuca</i>	石莖	110.11.09		2		岩礁環境	25°08'06.00"	121°48'16.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.02.22	80	6.2	洄游性	大洋	26°10'00.00"	123°13'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.03.10	61	5.9	洄游性	大洋	25°37'00.00"	122°08'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.06.02	69	5.46	洄游性	大洋	26°05'00.00"	123°29'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.07.27	60.5	5.1	洄游性	大洋	25°11'00.00"	121°42'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.08.05	37.4	5.25	洄游性	大洋	25°11'00.00"	121°42'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.08.12	79	5.4	洄游性	大洋	25°43'00.00"	122°52'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.09.02	52	5	洄游性	大洋	25°25'00.00"	121°56'00.00"
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	110.03.20	38	5	洄游性	近海沿岸	25°34'00.00"	122°00'00.00"
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	110.05.19	68	8	洄游性	大洋	25°24'00.00"	125°19'12.00"
<i>Arius maculatus</i>	斑海鯰	110.03.27	44	6.9	底棲	近海沿岸	25°15'00.00"	121°38'00.00"
<i>Auxis rochei rochei</i>	圓花鯉	110.06.08	28	6	洄游性	大洋	25°19'00.00"	121°58'00.00"

表 2-3-5 東南區採樣紀錄一覽表

物種	物種	採樣日期	平均體長(cm)	重量(kg)	特性	棲所環境	緯度(N)	經度(E)
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	五眼斑鱈	110.04.13	15.8	5	底棲	近海沿岸	24°56'00.00"	122°01'00.00"
<i>Sphyræna japonica</i>	日本金槍魚	110.04.13	30.1	5	洄游性	大洋	24°56'00.00"	122°00'00.00"
<i>Hydropuntia edulis</i>	可食水龍鬚菜	110.04.07	5.3	2.1		岩礁環境	23°19'48.00"	121°30'36.00"
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	110.06.09	72	5.42	洄游性	大洋	24°49'00.00"	121°57'00.00"
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	110.08.12	54.8	6.7	洄游性	大洋	23°54'00.00"	121°45'00.00"
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	110.04.07	60	4.073	洄游性	大洋	22°22'48.00"	121°12'36.00"
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	110.04.10	47.5	3.826	洄游性	大洋	24°28'48.00"	121°58'48.00"
<i>Katsuwonus pelamis</i>	正鰹	110.11.03	78.8	6	洄游性	大洋	23°42'32.39"	121°39'56.39"
<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	110.02.24	82	5	洄游性	大洋	24°56'00.00"	122°05'00.00"
<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	110.03.08	74	5	洄游性	大洋	24°53'00.00"	121°55'00.00"
<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	110.04.10	77.5	2.103	洄游性	大洋	24°28'48.00"	121°58'48.00"
<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	110.06.21	86	0.25	洄游性	大洋	24°34'12.00"	121°53'24.00"
<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	110.08.21	80	1.18	洄游性	大洋	23°03'36.00"	121°27'00.00"
<i>Sebastes marmoratus</i>	石狗公	110.04.10	34	1.881	底棲	近海沿岸	24°48'00.00"	121°58'12.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.02.22	66.5	6.115	洄游性	大洋	24°31'00.00"	122°12'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.03.16	64	5.2	洄游性	大洋	22°47'00.00"	121°12'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.03.19	82	5.915	洄游性	大洋	24°30'00.00"	121°52'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.04.08	82.7	6.6	洄游性	大洋	23°34'00.00"	121°34'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.09.02	68.5	6.74	洄游性	大洋	24°30'00.00"	121°54'00.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.04.07	70	7.1	洄游性	大洋	22°19'12.00"	121°31'12.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.08.21	86	11	洄游性	大洋	22°59'24.00"	121°28'12.00"
<i>Seriola dumerili</i>	杜氏鯽	110.09.09	87	5.895	洄游性	大洋	23°05'24.00"	121°25'12.00"
<i>Psenopsis anomala</i>	刺魷	110.09.02	18.75	5.095	洄游性	近海沿岸	24°48'00.00"	121°54'00.00"
<i>Sarda orientalis</i>	東方齒鯖	110.03.05	41.6	5.9	洄游性	大洋	24°50'00.00"	121°57'00.00"
	花枝	110.04.07	72	2.8	洄游性	近海沿岸	22°31'48.00"	121°10'48.00"
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	110.03.05	38	5.148	洄游性	近海沿岸	24°43'00.00"	122°07'00.00"
<i>Scomber australasicus</i>	花腹鯖	110.04.10	42	3.184	洄游性	近海沿岸	24°28'48.00"	121°58'48.00"
<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鯉	110.06.04	40	10	洄游性	大洋	24°57'00.00"	121°56'00.00"
<i>Ablennes hians</i>	扁鰈	110.04.07	72	2.371	洄游性	大洋	22°07'12.00"	121°24'00.00"
<i>Ablennes hians</i>	扁鰈	110.04.10	84	3.061	洄游性	大洋	24°28'48.00"	121°58'48.00"
<i>Malakichthys elegans</i>	美軟魚	110.03.11	20	5	底棲	近海沿岸	24°32'00.00"	122°03'00.00"
	海鱸	110.08.21	109	2.975	洄游性	近海沿岸	22°59'36.00"	121°39'00.00"
	海鱸	110.09.09	100	3.8	洄游性	近海沿岸	23°03'00.00"	121°25'12.00"
<i>Rachycentron canadum</i>	海鱸	110.04.07	66	2	洄游性	大洋	22°10'48.00"	121°33'36.00"
<i>Rachycentron canadum</i>	海鱸	110.08.21	88	5	洄游性	大洋	23°03'36.00"	121°39'00.00"
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	110.06.07	114.4	6	洄游性	大洋	23°58'00.00"	121°46'00.00"
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	110.04.07	83	5	洄游性	大洋	22°19'12.00"	121°31'12.00"
<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀	110.08.21	105	8.5	洄游性	大洋	22°59'24.00"	121°28'12.00"
<i>Sergia lucens</i>	晶瑩櫻蝦	110.02.23	1.1	4	浮游性	深海浮游	24°50'00.00"	121°59'00.00"
<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰈	110.04.07	85	6.5	洄游性	大洋	22°16'12.00"	121°24'00.00"
<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰈	110.08.21	90	8.5	洄游性	大洋	22°53'24.00"	121°31'12.00"
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹	110.04.07	80	8.5	洄游性	大洋	22°09'36.00"	121°24'00.00"
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹	110.05.19	172	65	洄游性	大洋	24°33'36.00"	123°18'00.00"
<i>Thunnus albacares</i>	黃鰹	110.08.21	93	9.5	洄游性	大洋	23°04'12.00"	121°33'00.00"
<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	葉狀擬鬚蝦	110.04.10	23.5	0.281	底棲	深海蝦類	24°42'36.00"	121°59'24.00"
<i>Prionurus scalprum</i>	鰻尾鯛	110.10.07	54	5	洄游性	近海沿岸	23°34'00.00"	121°34'00.00"
	藻類	110.04.10	3	0.9		岩礁環境	24°55'48.00"	121°54'00.00"

<p>長鰺/白力魚 <i>Ilisha elongata</i></p>	<p>鱗鰭叫姑魚 <i>Johnius distinctus</i></p>
<p>斑海鯰/成仔魚 <i>Arius maculatus</i></p>	<p>白姑魚/杷頭魚 <i>Pennahia argentata</i></p>
<p>杜氏鰺/紅鮎(甘)魚 <i>Seriola dumerili</i></p>	

圖 2-3-1 台灣西北區海域生物樣本圖及學名

	
<p>三線磯鱸 <i>Parapristipoma trilineatum</i></p>	<p>日本竹筴魚 <i>Trachurus japonicus</i></p>
	
<p>斑海鯰/成仔魚 <i>Arius maculatus</i></p>	<p>哈氏彷彿蝦/劍蝦 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i></p>
	
<p>勒氏笛鯛 <i>Lutjanus russellii</i></p>	<p>臺灣棘鯛 <i>Acanthopagrus taiwanensis</i></p>
	
<p>日本帶魚 <i>Trichiurus japonicus</i></p>	<p>杜氏鯷/紅魷(甘)魚 <i>Seriola dumerili</i></p>
	
<p>牡蠣 <i>Ostreidae</i></p>	<p>裴氏金線魚 <i>Nemipterus peronii</i></p>
	
<p>石斑</p>	<p>鱸魚</p>

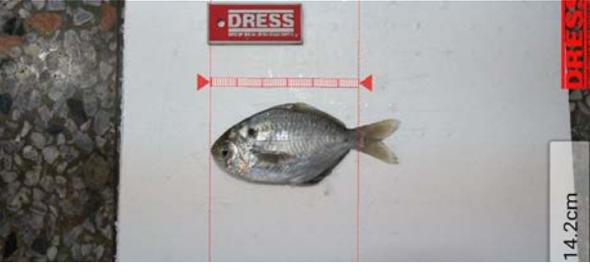
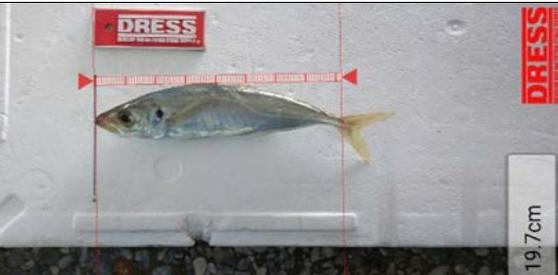
	
<p>金錢魚 <i>Scatophagus argus</i></p>	<p>費氏窄尾魟 <i>Pateobatis fai</i></p>
	
<p>刺魷 <i>Psenopsis anomala</i></p>	<p>小卷</p>
	
<p>藍圓鰹/四破魚 <i>Decapterus maruadsi</i></p>	<p>星雞魚/金龍 <i>Pomadourys kaakan</i></p>
	
<p>布氏鬚魷 <i>Paraplagusia blochii</i></p>	<p>花蛤 <i>Gomphina aequilatera</i></p>
	
<p>鱗鰭叫姑魚 <i>Johnius distinctus</i></p>	<p>大頭白姑魚 <i>Pennahia macrocephalus</i></p>
	
<p>花身鰺 <i>Terapon jarbua</i></p>	

圖 2-3-2 台灣西區海域生物樣本圖及學名

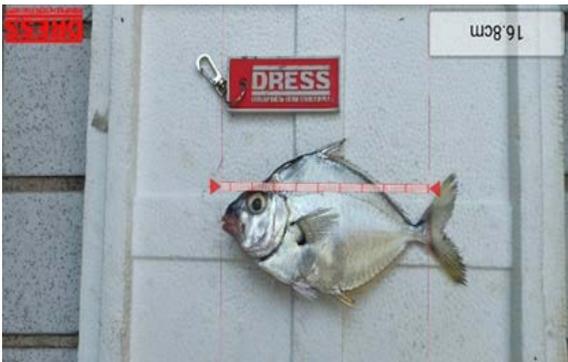
	
<p>短棘鰯 <i>Leiognathus equulus</i></p>	<p>吉打副葉鰹 <i>Alepes djedaba</i></p>
	
<p>眼眶魚 <i>Mene maculata</i></p>	<p>花尾胡椒鯛/(加志) <i>Plectorhinchus cinctus</i></p>
	
<p>斑條金梭魚 <i>Sphyraena jello</i></p>	<p>銀雞魚 <i>Pomadasys argenteus</i></p>
	
<p>杜氏鰺/紅魷(甘)魚 <i>Seriola dumerili</i></p>	

圖 2-3-3 台灣西南區海域生物樣本圖及學名

	
<p>杜氏鰺/紅魷(甘)魚 <i>Seriola dumerili</i></p>	<p>花腹鯖/鯖魚 <i>Scomber australasicus</i></p>
	
<p>斑海鯰/成仔魚 <i>Arius maculatus</i></p>	<p>石蓴 <i>Ulva lactuca</i></p>
	
<p>圓花鰹 <i>Auxis rochei rochei</i></p>	<p>正鰹 <i>Katsuwonus pelamis</i></p>

圖 2-3-4 台灣東北區海域生物樣本圖及學名

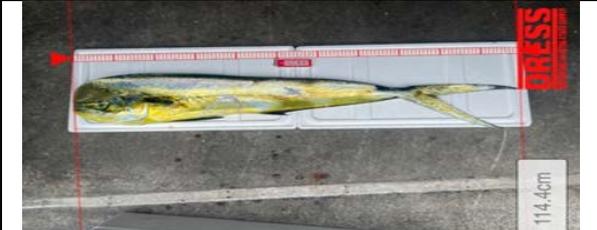
	
<p>杜氏鰺/紅鮎(甘)魚 <i>Seriola dumerili</i></p>	<p>海鰻</p>
	
<p>晶瑩櫻蝦/櫻花蝦 <i>Sergia lucens</i></p>	<p>帶魚屬/白帶魚 <i>Trichiurus spp</i></p>
	
<p>東方齒鱈 <i>Sarda orientalis</i></p>	<p>美軟魚 <i>Malakichthys elegans</i></p>
	
<p>五眼斑魾 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i></p>	<p>日本金梭魚/針梭 <i>Sphyraena japonica</i></p>
	
<p>扁花鰹 <i>Auxis thazard thazard</i></p>	<p>鬼頭刀 <i>Coryphaena hippurus</i></p>
	
<p>正鰹 <i>Katsuwonus pelamis</i></p>	<p>刺鰷 <i>Psenopsis anomala</i></p>

圖 2-3-5 台灣東南區海域生物樣本圖及學名

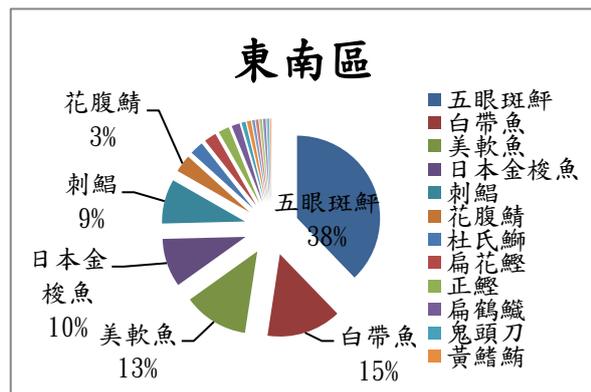
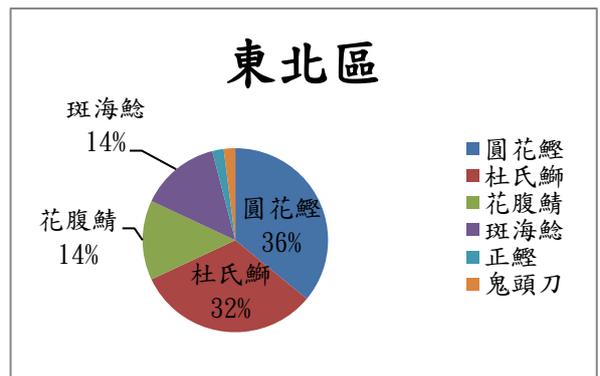
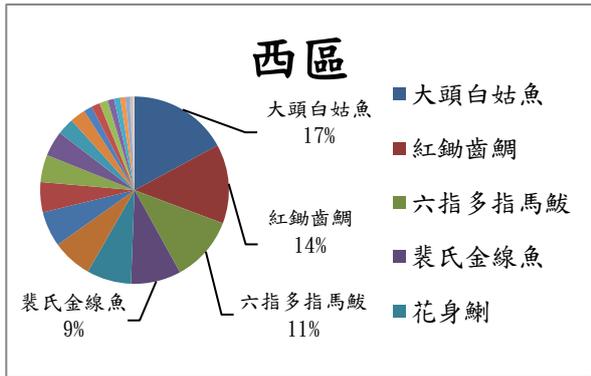
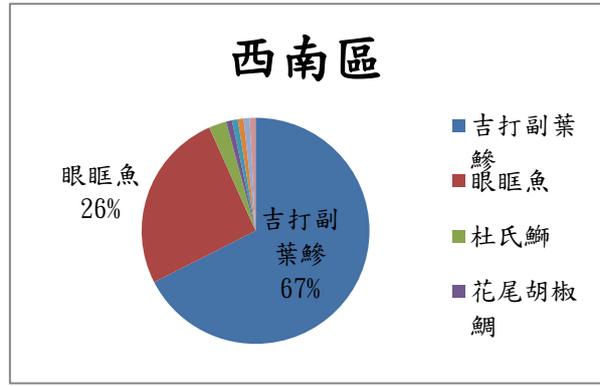
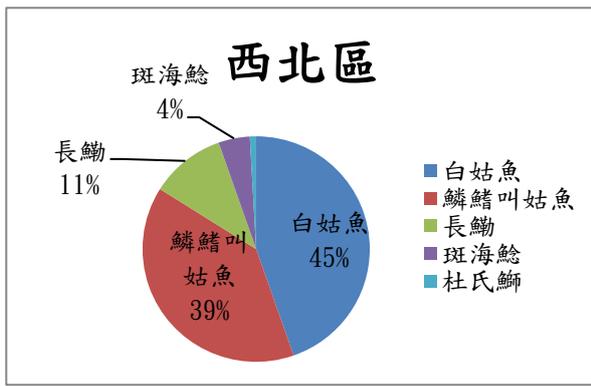


圖 2-3-6 各區域採樣魚種組成百分比

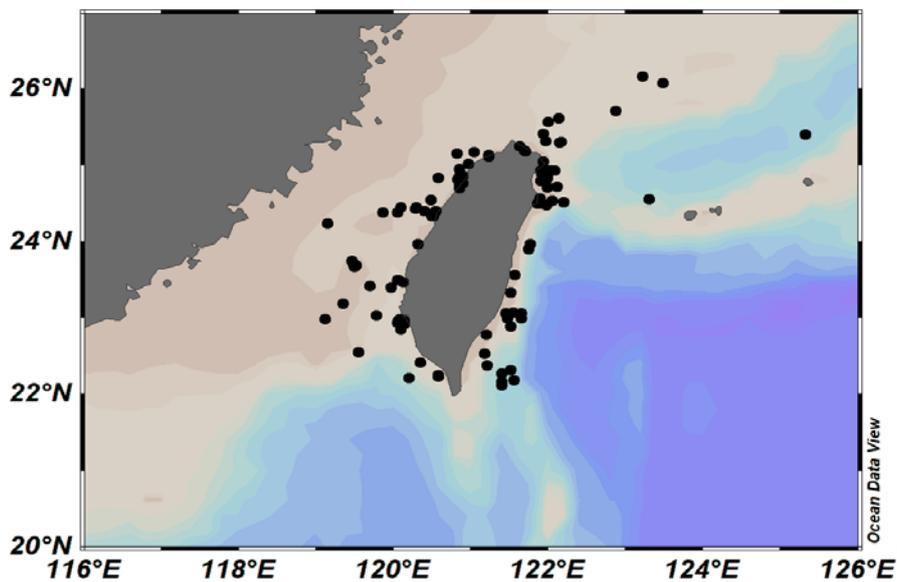


圖 2-3-7 採樣位置分布

### 2.3.2 海洋生物樣本加馬能譜分析結果

將各調查區域海洋生物之鈾-137 值整理彙整如表 2-3-6，結果顯示東南區及東北區的鈾-137 值較其他地區略高，西北區海洋生物鈾-137 測得平均值為 0.185 (Bq/Kg)、西區平均值為 0.18 (Bq/Kg)、西南區平均值為 0.17 (Bq/Kg)、東北區平均值為 0.25 (Bq/Kg)、東南區平均值為 0.26 (Bq/Kg)，而整體海洋生物鈾-137 平均值為 0.22 (Bq/Kg)，從表 2-3-6 和圖 2-3-8 的資料中得知，東北區跟東南區因採樣到的海洋生物的棲息環境大致都來自大洋地區，故這 2 個區域來自大洋地區的海洋生物鈾-137 值都偏高；而西區近海沿岸魚類有兩尾魚都高於西區的平均值 0.18 (Bq/Kg)，分別是勒氏笛鯛 (*Lutjanus russellii*) 數值 0.21 (Bq/Kg) 和康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*) 數值 0.3 (Bq/Kg)；而西南區近海沿岸魚類也有兩尾魚都高於西南區的平均值 0.17 (Bq/Kg)，分別是吉打副葉鱈 (*Alepes djedaba*) 數值 0.18 (Bq/Kg) 和眼眶魚 (*Mene maculate*) 數值 0.22，所以還是有一些近海沿岸的海洋生物鈾-137 數值也會略高，但大部分還是大洋地區的海洋生物鈾-137 數值更高；而從表 2-3-6 和圖 2-3-9 的資料中可得知，位在西區近海沿岸的康氏馬加鱈 (*Scomberomorus commerson*) 數值 0.3 高於整體平均值 0.22 (Bq/Kg)，而位在西區岩礁環境的僅有海菜數值 0.07；所以既使部分大洋性魚類鈾-137 會高於 0.4 (Bq/Kg) 低於 0.61 (Bq/Kg)，但整體上海洋生物之魚類、蝦類、藻類、頭足類及貝類等鈾-137 都遠低於臺灣法規標準 100(Bq/Kg)(其他食品類)。

### 2.3.3 總結

本研究團隊於今年度 (110 年) 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臺灣周邊海域進行海洋生物樣本採集 126 批，而其中東南區 47 批、西區 47 批、東北區 16 批、西南區 11 批、西北區 5 批，有符合計畫合約內容每區 4 批之要求；海洋生物樣本內容為魚類樣本 108 批，蝦類 4 批，頭足類 3 批，藻類 7 批，貝類 4 批，其中魚類樣本最多共計 1536 尾，平均體長大至 172 公分，小至 13.7 公分，以總魚類數來看，又以五眼斑魷 (*Pseudorhombus pentophthalmus*) 之尾數數量為最多，共 143 尾 (9%)，但大頭白姑魚 (*Pennahia macrocephalus*) 有 141 尾也占了 9%，紅鋤齒鯛 (*Evynnis cardinalis*) 共 113 尾 (7%)，鱗鱗叫姑魚

(*Johnius distinctus*) 共 94 尾 (6%)，六指多指馬鮫 (*Polydactylus sextarius*) 共 93 尾 (6%)，藍圓鰺 (*Decapterus maruadsi*) 共 93 尾 (6%)，刺鰩 (*Psenopsis anomala*) 共 90 尾 (6%)...等，而以上採樣的海洋生物皆屬經濟魚種；為了解前述經濟魚種樣本之輻射值(包含碘-131、銫-134 及銫-137 等) 與分布狀態，有進一步分析海洋生物樣本的輻射值特性。

將各調查區域海洋生物之銫-137 值整理彙整如表 2-3-6 結果顯示東南區及東北區的銫-137 值較其他地區高，西北區海洋生物銫-137 測得平均值為 0.185 (Bq/Kg)、西區平均值為 0.18 (Bq/Kg)、西南區平均值為 0.17 (Bq/Kg)、東北區平均值為 0.25 (Bq/Kg)、東南區平均值為 0.26 (Bq/Kg)，而整體海洋生物銫-137 平均值為 0.22 (Bq/Kg)；而棲息環境如來自大洋地區的海洋生物銫-137 值都偏高，至於偵測值偏高其原因可能為洄游性、棲息環境、攝食習性及生態位階因素導致銫-137 數值偏高，然而海洋生物銫-137 偏高的值依然都還是遠低於正常標準值 100 (Bq/Kg)。

表 2-3-6 臺灣五個調查區之海洋生物樣本加馬能譜分析結果

海生物樣本分區	種類	取樣日期	平均體長(CM)	採樣重量(KG)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	銫-134	銫-137	銷系列*	鈾系列*	偵測中心編號
西北區	魚	110/03/05	45	5.4	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯧/成仔魚	近海沿岸	145	—	—	—	—	—	E1110-287201
西北區	魚	110/04/12	14	5	<i>Pennahia argentata</i> 白姑魚/肥頭魚	近海沿岸	111	—	—	—	—	—	E1110-309101
西北區	魚	110/09/03	105	6	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	118	—	0.27	—	—	—	E1110-349501
西北區	魚	110/02/24	40	5.1	<i>Ilisha elongata</i> 長鰺/白力魚	近海沿岸	113	—	—	—	—	—	E1110-285401
西北區	魚	110/02/25	21	5	<i>Johnius distinctus</i> 鱸鰻叫姑魚	近海沿岸	125	—	0.1	—	—	—	E1110-285901
西南區	魚	110/04/08	98.6	5.1	<i>Sphyracna jello</i> 斑條金梭魚	大洋	169	—	0.13	—	—	—	E1110-304001
西南區	魚	110/08/18	64.3	6.45	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	230	—	0.28	—	—	—	E1110-342201
西南區	魚	110/03/16	47	5.2	<i>Plectrohinchus cinctus</i> 花尾胡椒鯛(加志)	近海沿岸	78	—	0.08	—	—	—	E1110-302401
西南區	魚	110/03/21	23	5.6	<i>Alepes djedaba</i> 吉打副葉鱈	近海沿岸	177	—	0.18	—	—	—	E1110-302801
西南區	魚	110/07/21	38	5.2	<i>Pomadasys argenteus</i> 銀鱈魚	近海沿岸	140	—	0.08	—	—	—	E1110-336601
西南區	魚	110/08/18	28.3	5.15	<i>Chrysochir aureus</i> 黃金鱈鱈	近海沿岸	183	—	—	—	—	—	E1110-342301
西南區	魚	110/03/05	16.9	5	<i>Alepes djedaba</i> 吉打副葉鱈	近海沿岸	173	—	0.09	—	—	—	E1110-287301
西南區	魚	110/03/09	22	5	<i>Mene maculata</i> 眼斑魚	近海沿岸	132	—	0.22	—	—	—	E1110-301701
西南區	魚	110/02/22	16.8	5	<i>Leiognathus equulus</i> 短棘鰹	近海沿岸	149	—	—	—	—	—	E1110-285101
西南區	魚	110/09/21	87	7.5	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	153	—	0.33	—	—	—	E1110-353501
西南區	蝦	110/11/08	1.4	5	<i>Sergia talismani</i> 塔氏櫻蝦	浮游性蝦類	46	—	—	—	—	—	E1110-358201
西區	魚	110/04/21	90	2.864	<i>Sphyracna putnamae</i> 布氏金梭魚/尖梭	大洋	183	—	0.24	—	—	—	E1110-309801
西區	魚	110/06/21	37	4.42	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	153	—	0.32	—	—	—	E1110-320101
西區	魚	110/08/11	48	5.1	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	125	—	0.21	—	—	—	E1110-341901
西區	魚	110/08/26	74	6.4	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	149	—	0.18	—	—	—	E1110-348201
西區	魚	110/08/26	51.9	5.4	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	152	—	0.25	—	—	—	E1110-348301
西區	魚	110/10/07	32	5	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	134	—	0.18	—	—	—	E1110-352901
西區	魚	110/03/30	68.3	5.1	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鰺/紅鰺(甘)魚	大洋	183	—	0.61	—	0.24	—	E1110-303601
西區	魚	110/03/27	30.3	5	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本帶魚	大洋	125	—	0.18	—	—	—	E1110-305901
西區	蝦	110/02/25	3	3	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 哈氏仿對蝦/刺蝦	沙泥底質	121	—	—	—	—	—	E1110-285801
海生物樣本分區	種類	取樣日期	平均體長(CM)	採樣重量(KG)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	銫-134	銫-137	銷系列*	鈾系列*	偵測中心編號
西區	藻	110/04/21	4	2.4	海藻	岩礁環境	68	—	0.07	—	—	—	E1110-309901
西區	貝	110/04/22	3	0.6	<i>Lunella granulata</i> 瘤珠螺/珠螺	岩礁環境	80	—	—	—	—	—	E1110-310001
西區	貝	110/07/14	4	7.2	<i>Gomphina aequilatera</i> 花蛤	岩礁環境	81	—	—	—	—	—	E1110-336101
西區	貝	110/07/15	4.8	2.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(未帶殼)	岩礁環境	64	—	—	—	—	—	E1110-336201
西區	貝	110/07/21	3.9	2.4	<i>Ostreidae</i> 牡蠣(未帶殼)	岩礁環境	61	—	—	—	—	—	F1110-009601
西區	魚	110/03/15	34	6.1	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯧/成仔魚	近海沿岸	165	—	0.11	—	—	—	E1110-302001
西區	魚	110/03/15	37	5.6	<i>Lutjanus russellii</i> 勒氏笛鯛	近海沿岸	148	—	0.21	—	—	—	E1110-302101
西區	魚	110/03/16	17	6	<i>Acanthopagrus taiwanensis</i> 臺灣棘鯛	近海沿岸	156	—	0.07	—	—	—	E1110-302301
西區	魚	110/03/20	34.1	5	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯧/成仔魚	近海沿岸	142	—	—	—	—	—	E1110-302601
西區	魚	110/04/08	19.7	5	<i>Decapterus maruadsi</i> 藍圓鰺/四破魚	近海沿岸	163	—	0.11	—	—	—	E1110-303801
西區	魚	110/04/08	38.8	5	<i>Pomadasys kaokan</i> 星鰷魚/金鰷	近海沿岸	165	—	0.12	—	—	—	E1110-303901
西區	頭足	110/04/17	74	2.248	<i>Sepioteuthis lessoniana</i> 萊氏擬烏賊/軟絲	近海沿岸	117	—	—	—	—	—	E1110-309301
西區	魚	110/04/17	25	0.174	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	近海沿岸	144	—	0.12	—	—	—	E1110-309401
西區	魚	110/04/17	25	0.175	<i>Scomber australasicus</i> 花鰻鱧/鰻魚	近海沿岸	152	—	0.09	—	—	—	E1110-309501
西區	魚	110/04/20	34.7	5	<i>Paraplagusia blochii</i> 布氏鱸鰻	近海沿岸	132	—	—	—	—	—	E1110-309201
西區	魚	110/04/21	24.5	0.178	<i>Pterocasio digramma</i> 雙帶鰺馬尾鰻/硬尾冬	近海沿岸	174	—	0.16	—	—	—	E1110-309601
西區	魚	110/04/21	66	1.811	<i>Scomberomorus comerson</i> 康氏馬加鰻/土托	近海沿岸	207	—	0.3	—	—	—	E1110-309701
西區	魚	110/06/24	14	5.3	<i>Eynnys cardinalis</i> 紅鰻齒鯛/盤仔	近海沿岸	156	—	—	—	—	—	E1110-319601
西區	魚	110/06/26	22	5.2	<i>Scotophagus argus</i> 金錢魚	近海沿岸	132	—	—	—	—	—	E1110-319701
西區	魚	110/06/18	119	6.82	<i>Pateobatis fai</i> 費氏背尾鮫	近海沿岸	168	—	0.15	—	—	—	E1110-319901
西區	魚	110/07/02	14.2	5	<i>Psenopsis anomala</i> 刺鰩	近海沿岸	96	—	0.06	—	—	—	E1110-336001
西區	魚	110/07/30	13.7	5	<i>Polydactylus sextarius</i> 六指多指馬鮫	近海沿岸	121	—	—	—	—	—	E1110-338101
西區	魚	110/08/09	18	5	<i>Nemipterus peronii</i> 葉氏金線魚	近海沿岸	147	—	—	—	—	—	E1110-339301
西區	魚	110/08/09	17	5	<i>Terapon jarbua</i> 花身鰻	近海沿岸	118	—	—	—	—	—	E1110-339401
西區	魚	110/08/10	15.2	5	<i>Pennahia macrocephalus</i> 大頭白姑魚	近海沿岸	92	—	—	—	—	—	E1110-339501

(續) 表 2-3-6 臺灣五個調查區之海洋生物樣本加馬能譜分析結果

海生物樣本分區	種類	取樣日期	平均體長(CM)	採樣重量(KG)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	鈾-134	鈾-137	鈾系列*	鈾系列*	偵測中心編號
西區	魚	110/08/26	31.2	5	<i>Pomadasys kaakan</i> 星斑魚/金龍	近海沿岸	117	-	-	-	-	-	E1110-348101
西區	魚	110/09/16	15	5	<i>Eynnys cardinalis</i> 紅胸齒鯛/整仔	近海沿岸	114	-	-	-	-	-	E1110-350101
西區	魚	110/10/02	38.7	5.3	<i>Ilisha elongata</i> 長鱸/白力魚	近海沿岸	140	-	-	-	-	-	E1110-352601
西區	魚	110/03/09	22	6.48	<i>Trachurus japonicus</i> 日本竹筴魚	近海沿岸	150	-	-	0.13	-	-	E1110-301601
西區	魚	110/02/26	26	5.6	<i>Parapristipoma trilineatum</i> 三線吻鱈	近海沿岸	155	-	-	0.1	-	-	E1110-286901
西區	魚	110/02/25	20	5.045	<i>Johnius distinctus</i> 鱈鱚叫姑魚	近海沿岸	142	-	-	0.11	-	-	E1110-285601
西區	魚	110/02/25	17	5.1	<i>Pennahia macrocephalus</i> 大頭白姑魚	近海沿岸	109	-	-	-	-	-	E1110-285701
西區	頭足	110/09/21	32	3.3	小卷	近海沿岸	112	-	-	-	-	-	E1110-353601
西區	魚	110/10/22	49	2.68	石斑	近海沿岸	121	-	-	-	-	-	E1110-353701
西區	魚	110/10/23	45	1.83	鱸魚	近海沿岸	131	-	-	-	-	-	E1110-353801
西區	魚	110/11/03	19.5	5.1	<i>Decapterus murusdsi</i> 藍圓鰭/四破魚	近海沿岸	119	-	-	-	-	-	E1110-357301
西區	魚	110/11/03	34.7	5.08	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	140	-	-	-	-	-	E1110-357501
西區	藻	110/11/09		2	海藻	岩礁環境	34	-	-	-	-	-	E1110-358401
東北區	魚	110/03/10	61	5.9	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	146	-	-	0.46	-	-	E1110-301801
東北區	魚	110/05/19	68	8	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	171	-	-	0.2	-	-	E1110-317501
東北區	魚	110/06/02	69	5.46	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	198	-	-	0.38	-	0.36	E1110-316201
東北區	魚	110/06/08	28	6	<i>Auxis rochei rochei</i> 圓花鱸	大洋	139	-	-	-	-	-	E1110-316501
東北區	魚	110/07/27	60.5	5.1	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	168	-	-	0.26	-	-	E1110-338001
東北區	魚	110/08/05	37.4	5.25	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	184	-	-	0.17	-	-	E1110-338201
東北區	魚	110/08/12	79	5.4	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	162	-	-	0.42	-	-	E1110-342101
東北區	魚	110/09/02	52	5	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	148	-	-	0.21	-	-	E1110-348701
東北區	魚	110/02/22	80	6.2	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	162	-	-	0.31	-	-	E1110-285201
東北區	藻	110/05/10		1.2	<i>Ulva lactuca</i> 石莖	岩礁環境	142	-	-	-	-	-	E1110-312601
東北區	藻	110/05/28	10	1.5	<i>Gelidium amansii</i> 石花菜	岩礁環境	131	-	-	-	-	1	E1110-312701
東北區	魚	110/03/27	44	6.9	<i>Arius maculatus</i> 斑海鮫/成仔魚	近海沿岸	161	-	-	0.1	-	-	E1110-302901
海生物樣本分區	種類	取樣日期	平均體長(CM)	採樣重量(KG)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	鈾-134	鈾-137	鈾系列*	鈾系列*	偵測中心編號
東北區	魚	110/03/20	38	5	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖/鯖魚	近海沿岸	143	-	-	0.12	-	-	E1110-302701
東北區	魚	110/04/17	40	2.8	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖/鯖魚	近海沿岸	160	-	-	0.13	-	-	E1110-320201
東北區	魚	110/04/29	45	4.7	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	145	-	-	0.22	-	-	E1110-320301
東北區	藻	110/11/09		2	<i>Ulva lactuca</i> 石莖	岩礁環境	58	-	-	-	2	2	E1110-358301
東南區	魚	110/03/05	41.6	5.9	<i>Sarda orientalis</i> 東方齒鱈	大洋	164	-	-	0.32	-	-	E1110-287001
東南區	魚	110/03/16	64	5.2	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	160	-	-	0.38	-	-	E1110-302201
東南區	魚	110/03/19	82	5.915	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	164	-	-	0.57	-	-	E1110-302501
東南區	魚	110/04/07	70	7.1	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	165	-	-	0.28	-	-	E1110-304401
東南區	魚	110/04/07	85	6.5	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰩/石舌	大洋	171	-	-	0.27	-	-	E1110-304501
東南區	魚	110/04/07	60	4.073	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	149	-	-	0.24	-	-	E1110-304601
東南區	魚	110/04/07	80	8.5	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	150	-	-	0.47	-	-	E1110-304701
東南區	魚	110/04/07	72	2.371	<i>Ablennes hians</i> 扁鰹	大洋	210	-	-	0.26	-	-	E1110-304801
東南區	魚	110/04/07	83	5	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	178	-	-	0.13	-	-	E1110-304901
東南區	魚	110/04/07	66	2	<i>Rachycentron canadum</i> 海鰻	大洋	163	-	-	-	-	-	E1110-305001
東南區	魚	110/04/08	82.7	6.6	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	162	-	-	0.37	-	-	E1110-303701
東南區	魚	110/04/10	84	3.061	<i>Ablennes hians</i> 扁鰹	大洋	167	-	-	0.35	-	-	E1110-305601
東南區	魚	110/04/10	77.5	2.103	<i>Trichiurus spp</i> 帶魚屬/白帶魚	大洋	164	-	-	0.16	-	-	E1110-305701
東南區	魚	110/04/10	47.5	3.826	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	149	-	-	0.16	-	-	E1110-305801
東南區	魚	110/04/13	30.1	5	<i>Sphyræna japonica</i> 日本金梭魚/針梭	大洋	165	-	-	0.28	-	-	E1110-306101
東南區	魚	110/05/19	172	65	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	151	-	-	0.29	-	-	E1110-317401
東南區	魚	110/06/04	40	10	<i>Auxis thazard thazard</i> 扁花鱸	大洋	145	-	-	0.14	-	-	E1110-316301
東南區	魚	110/06/07	114.4	6	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	172	-	-	0.2	-	-	E1110-316401
東南區	魚	110/06/09	72	5.42	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	162	-	-	0.25	-	-	E1110-316601
東南區	魚	110/06/21	86	0.25	<i>Trichiurus spp</i> 帶魚屬/白帶魚	大洋	139	-	-	0.25	-	-	E1110-320001
東南區	魚	110/08/12	54.8	6.7	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	142	-	-	0.15	-	0.27	E1110-342001
海生物樣本分區	種類	取樣日期	平均體長(CM)	採樣重量(KG)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	鈾-134	鈾-137	鈾系列*	鈾系列*	偵測中心編號
東南區	魚	110/08/21	80	1.18	<i>Trichiurus spp</i> 帶魚屬/白帶魚	大洋	170	-	-	0.27	-	-	E1110-348801
東南區	魚	110/08/21	105	8.5	<i>Coryphaena hippurus</i> 鬼頭刀	大洋	171	-	-	0.19	-	-	E1110-348901
東南區	魚	110/08/21	93	9.5	<i>Thunnus albacares</i> 黃鰹	大洋	168	-	-	0.14	-	-	E1110-349001
東南區	魚	110/08/21	90	8.5	<i>Acanthocybium solandri</i> 棘鰩/石舌	大洋	211	-	-	0.28	-	-	E1110-349101
東南區	魚	110/08/21	86	11	杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	168	-	-	0.41	-	-	E1110-349201
東南區	魚	110/08/21	88	5	<i>Rachycentron canadum</i> 海鰻	大洋	150	-	-	-	-	-	E1110-349301
東南區	魚	110/09/02	68.5	6.74	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	147	-	-	0.27	-	-	E1110-348601
東南區	魚	110/03/08	74	5	<i>Trichiurus spp</i> 帶魚屬/白帶魚	大洋	156	-	-	0.19	-	-	E1110-301501
東南區	魚	110/02/22	66.5	6.115	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	172	-	-	0.31	-	-	E1110-285001
東南區	魚	110/02/24	82	5	<i>Trichiurus spp</i> 帶魚屬/白帶魚	大洋	150	-	-	0.26	-	-	E1110-285501
東南區	藻	110/04/07	5.3	2.1	<i>Hydroguntia edulis</i> 可食水龍鬚菜/海藻	岩礁環境	18	-	-	-	-	0.39	E1110-304301
東南區	藻	110/04/10	3	0.9	藻類	岩礁環境	113	-	-	-	-	-	E1110-305301
東南區	魚	110/03/11	20	5	<i>Malakichthys elegans</i> 美軟魚	近海沿岸	131	-	-	0.17	-	-	E1110-301901
東南區	頭足	110/04/07	72	2.8	花枝	近海沿岸	99	-	-	-	-	-	E1110-305101
東南區	魚	110/04/10	34	1.881	<i>Sebastes waromatus</i> 石狗公/石頭公	近海沿岸	117	-	-	0.16	-	-	E1110-305201
東南區	魚	110/04/10	42	3.184	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖/鯖魚	近海沿岸	150	-	-	-	-	-	E1110-305501
東南區	魚	110/04/13	15.8	5	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> 五眼斑魷	近海沿岸	302	-	-	0.22	-	-	E1110-306001
東南區	魚	110/08/21	109	2.975	海鰻	近海沿岸	123	-	-	0.14	-	-	E1110-349401
東南區	魚	110/09/02	18.75	5.095	<i>Psenopsis anomala</i> 刺鰩	近海沿岸	66	-	-	-	-	-	E1110-348501
東南區	魚	110/10/07	54	5	<i>Prionurus scalprum</i> 貓足鰩	近海沿岸	117	-	-	0.19	-	-	E1110-352701
東南區	魚	110/03/05	38	5.148	<i>Scomber australasicus</i> 花腹鯖/鯖魚	近海沿岸	148	-	-	0.12	-	-	E1110-287101
東南區	蝦	110/02/23	1.1	4	<i>Sergia lucens</i> 晶登蝦/櫻花蝦	深海洋游	126	-	-	-	-	-	E1110-285301
東南區	蝦	110/04/10	23.5	0.281	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> 葉狀蝦蟹類/ 蟹類蝦	深海洋游	53	-	-	-	-	-	E1110-305401
東南區	魚	110/09/09	87	5.895	<i>Seriola dumerili</i> 杜氏鯽/紅鯽(甘)魚	大洋	143	-	-	0.57	-	-	E1110-353301
東南區	魚	110/09/10	100	3.8	海鰻	近海沿岸	121	-	-	-	-	-	E1110-353401
東南區	魚	110/11/03	78.8	6	<i>Katsuwonus pelamis</i> 正鰹	大洋	144	-	-	0.17	-	-	E1110-357401

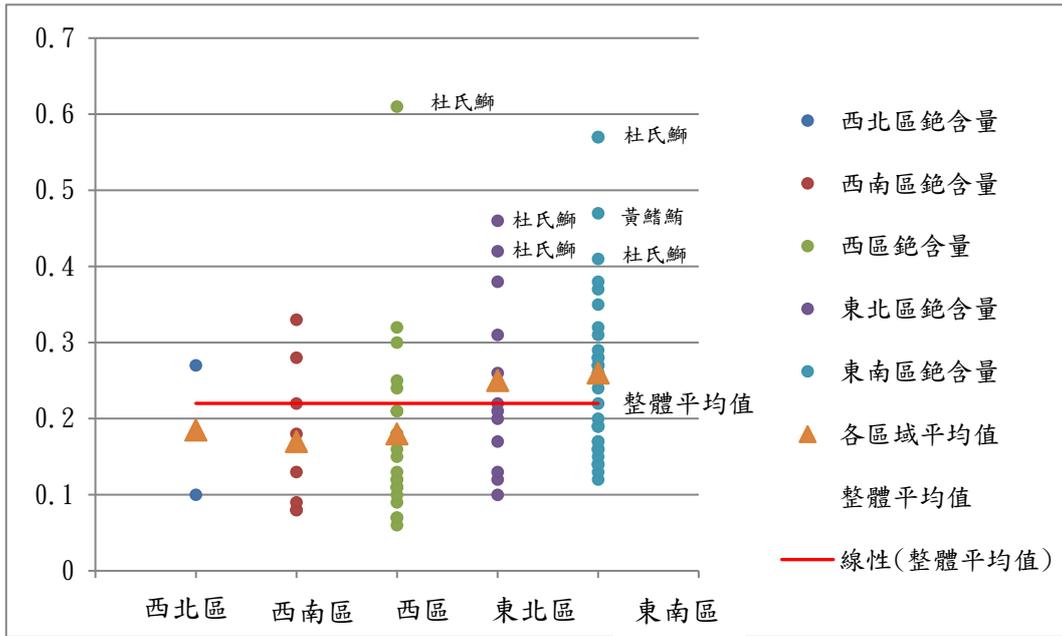


圖 2-3-8 各區域銻-137 值分布

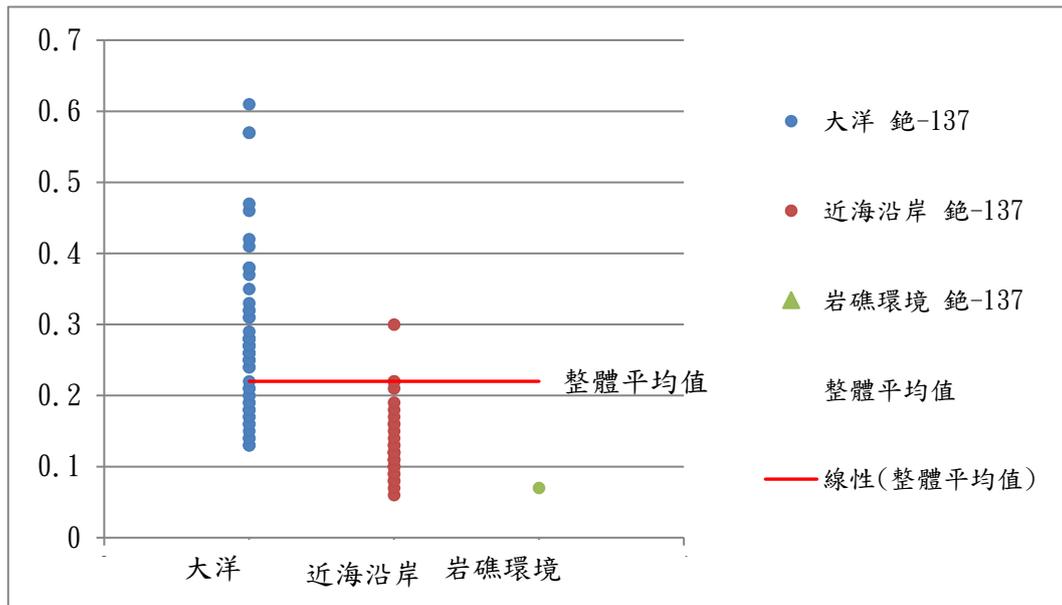


圖 2-3-9 各環境銻-137 值分布

## 四、監測調查方法研究

### 2.4.1. 文獻回顧：

#### 2.4.1-1. 起因

本計畫以銫-137 放射性核種為主要文獻回顧對象。世界各國調查海水中銫-137 (Cs-137) 活度之遠因，來自於 1960 年代各國核彈試驗釋出人工放射性核種，例如銫-137 (Cs-137)。儘管在接近六十年後，銫-137 在大氣中的活度已經大幅下降，至今仍可透過大氣沉降影響海洋表面海水中之活度。

北太平洋沿岸之數個國家在近十年來調查海水中銫-137 之目的，則可追溯發生在民國 100 (2011) 年 3 月 11 日日本福島第一核電廠 (FDNPPs, Fukushima Daiichi nuclear power plants) 之事故，該事故起因於太平洋近海地震及其引發之海嘯，使得人工放射核種外釋至海洋中 (以下簡稱福島事件)。福島事件外釋與 25 年前之車諾比核電廠事件相比較少，前者為後者之 5 分之 1；福島事件外釋之總銫-137 (Cs-137) 等級大約是上述 1960 年代核爆產生輻射塵之 50 分之 1 (Buessler et al., 2017)。

在福島事件已經發生十年之後，本回顧主要以 Buessler et al. (2017) 在北太平洋之研究結果為主體，並輔以近 4 年在西太平洋邊緣海之統整文獻及資料。早於 2018 年之文獻回顧細節部分請參考民國 107 及 108 年之成果報告。

#### 2.4.1-2. 福島事件放射性核種流至海洋之途徑

由福島事件外釋至海洋之人工核種有四種傳輸至海洋的途徑 (圖 2-4-1)：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，其中大氣輻射塵及電廠直接排放的方式為人工核種傳輸至海洋主要途徑 (Buessler et al., 2017)。

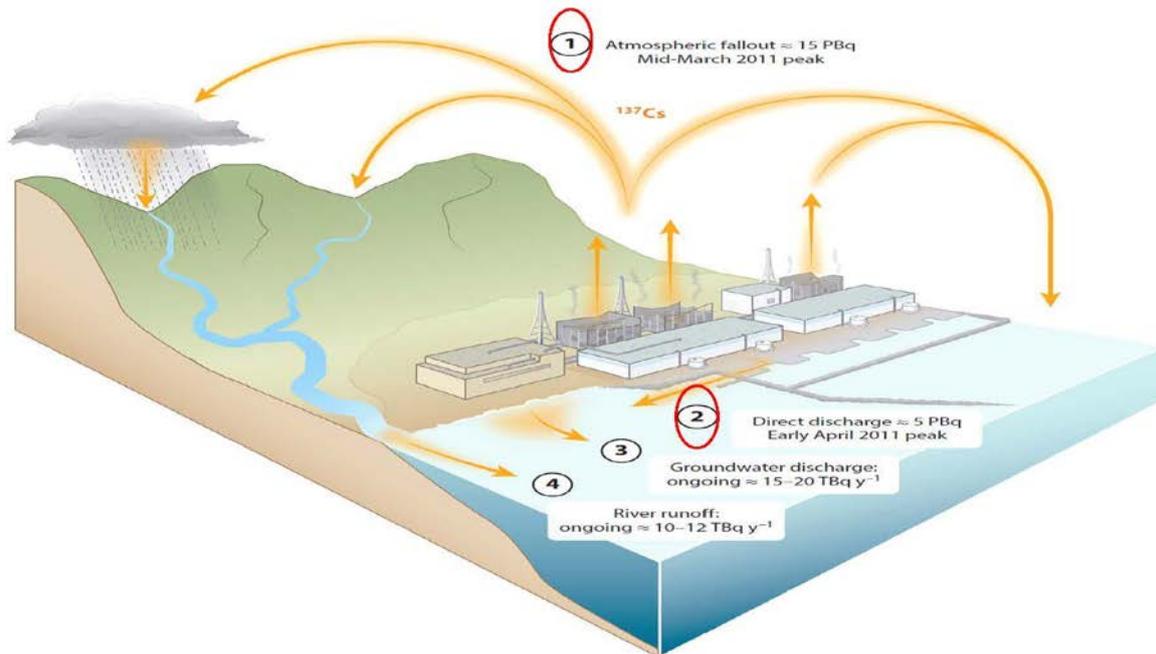


圖 2-4-1 福島事件放射性核種流至海洋之途徑 (修改自 Buessler et al., 2017)

### 2.4.1-3. 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響

民國 100 (2011) 年福島事件後，北太平洋表水中銫-137 活度有急遽的變化。在福島事件發生之前，北太平洋表水中銫-137 活度受 1960 年代大氣核爆測試產生輻射塵之影響已經非常輕微，僅有  $1-2 \text{ Bq m}^{-3}$ 。在福島事件發生後，於同年 3 月至 4 月之間快速上升至  $68 \text{ milliom Bq m}^{-3}$ ，接著在一個月內大幅降低至  $10,000 \text{ Bq m}^{-3}$  直到民國 101 (2012) 年初。並於接下來兩年中(民國 102 (2013) 至民國 104 (2015) 年)，持續降低至  $1,000 \text{ Bq m}^{-3}$  (Buesseler et al., 2017)。

福島事件產生之放射性核種在日本近沿岸之洋流、潮汐以及西太平洋渦旋之影響下進行混合及稀釋作用，其污染之漂流軌跡主要受到南向之親潮 (Oyashio Current) 以及較強向東北之黑潮 (Kuroshio Current) 影響 (Buesseler et al., 2017) (圖 2-4-2)。由於黑潮較親潮強，因此多數的污染傾向朝東前進，並受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。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)。

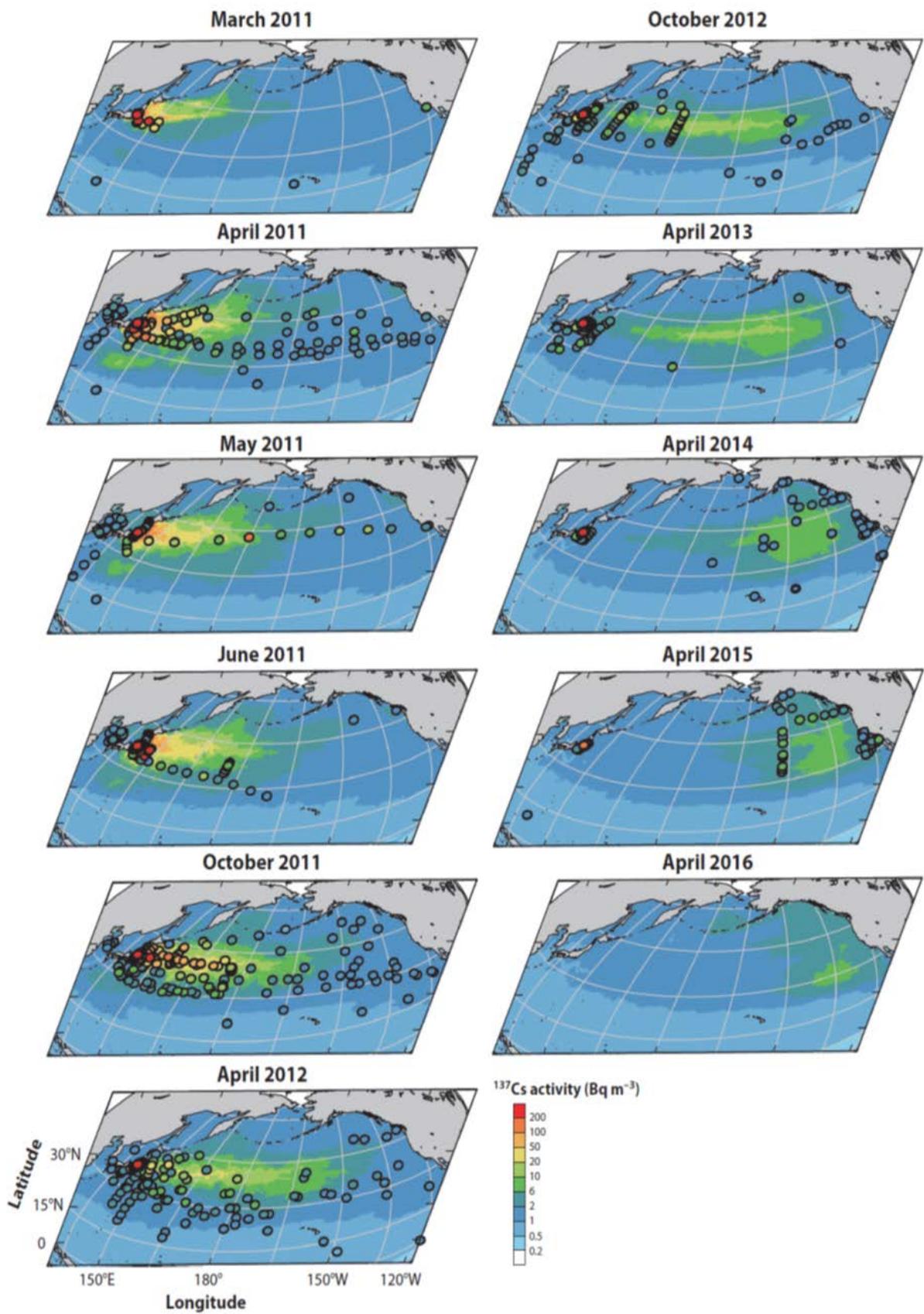


圖 2-4-2 銫-137 之活度在北太平洋表水分佈圖 (摘自 Buessler et al., 2017)

圖 2-4-2 大致顯示出銫-137 在北太平洋之污染範圍及去向，儘管其實測（空心圓）與程式模擬（彩色底圖）之間有差異，科學家們仍預期東太平洋之銫-137 之活度在民國 109 (2020) 年時可降至福島事件發生前 (Buessler et al., 2017)。值得台灣關注的是，極少數的污染可能隨表水傳輸向南，然而該模擬圖中正巧缺乏台灣鄰近海域。同時也顯示出目前海洋物理模式在細節上仍有諸多限制，因此船測仍有其必要性。

Wu et al. (2020) 整理在民國 100 (2011) 年後於西太平洋邊緣海中報導銫-137 之文獻，並將各文獻中銫-137 活度校正到民國 108 (2019) 年底，繪製於下圖 (圖 2-4-3)，顯示在西太平洋邊緣海中，黃海以北的銫-137 活度較低 ( $<0.5 \text{ Bq m}^{-3}$ )，而在東海以南則接近 1 至  $1.5 \text{ Bq m}^{-3}$  之間。Wu 等人也將海底表層沉積物所測得之銫-137 活度整理繪圖 (圖 2-4-3)，顯示在閩浙沿岸沉積物中有較高的銫-137 活度 ( $>2 \text{ Bq kg}^{-1}$ )。然而，無論以西太平洋 (圖 2-4-2) 或是以邊緣海 (圖 2-4-3) 而言，台灣海峽以及台灣東岸黑潮海域中，皆沒有足夠的實測資料連結西太平洋及其邊緣海，也沒有足夠的資料說明東海與南海之間銫-137 活度之分布。

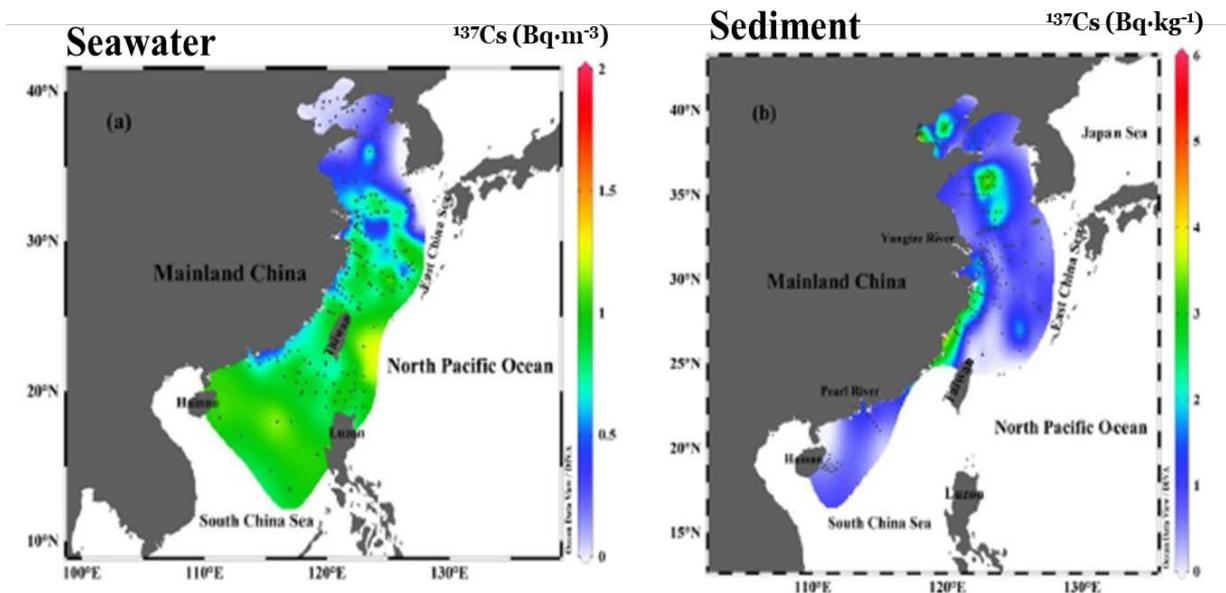


圖 2-4-3 中國鄰近海域之表層海水及沉積物顆粒之銫-137 活度分布 (圖取自 Wu et al., 2020)

綜上，人工放射性核種在西北太平洋上，受到遠因 (1960 年代核彈測試) 以及近因 (2011 年福島事件外釋) 之影響。其中受放射核種污染之海水飄移軌跡則受主要洋流 (例如黑潮、親潮以及北大西洋洋流)、潮汐及渦漩影響，在西太平洋邊緣海表水中，東海、南海表水接近  $1.0 \text{ Bq m}^{-3}$ ，黃海以北則低於  $0.5 \text{ Bq m}^{-3}$ 。

福島事件後，學術界逐漸了解海水中顆粒粒徑大小以及其鈉-137活度之關係。日本調查報告指出，在多數海域中，顆粒粒徑之 50%中位數與其鈉-137活度有負相關，也就是越小的顆粒通常能吸附越多的鈉-137(圖 2-4-4)。Wu et al. (2020) 則在西太平洋邊緣海的歷年資料中，發現在粒徑最小的黏土 (clay) 比例偏高的樣品中，其中的鈉-137活度較高，反之，當顆粒最大的沙土 (sand) 比例偏高時，其中的鈉-137活度則較低(圖 2-4-5)。

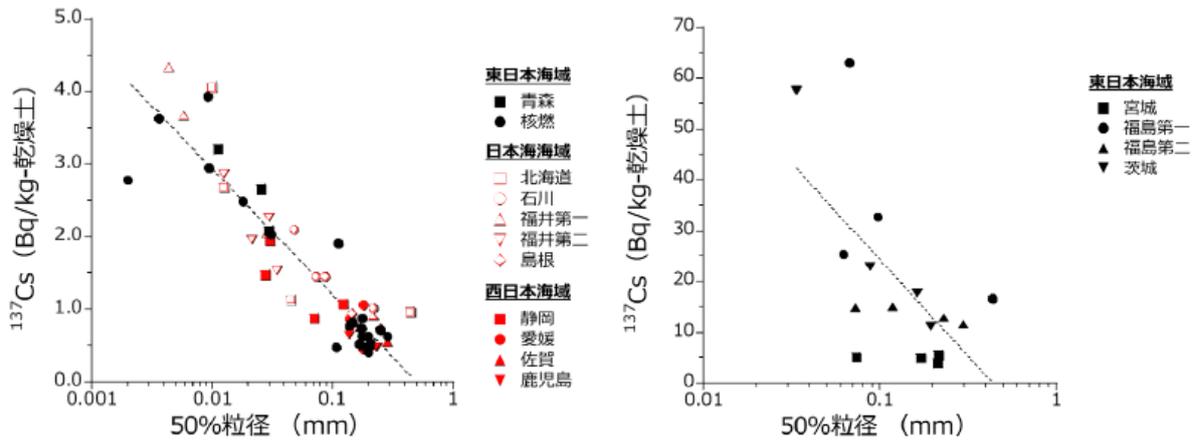


圖 2-4-4 日本海域海底沉積物之鈉-137 與粒徑中位數之關係圖

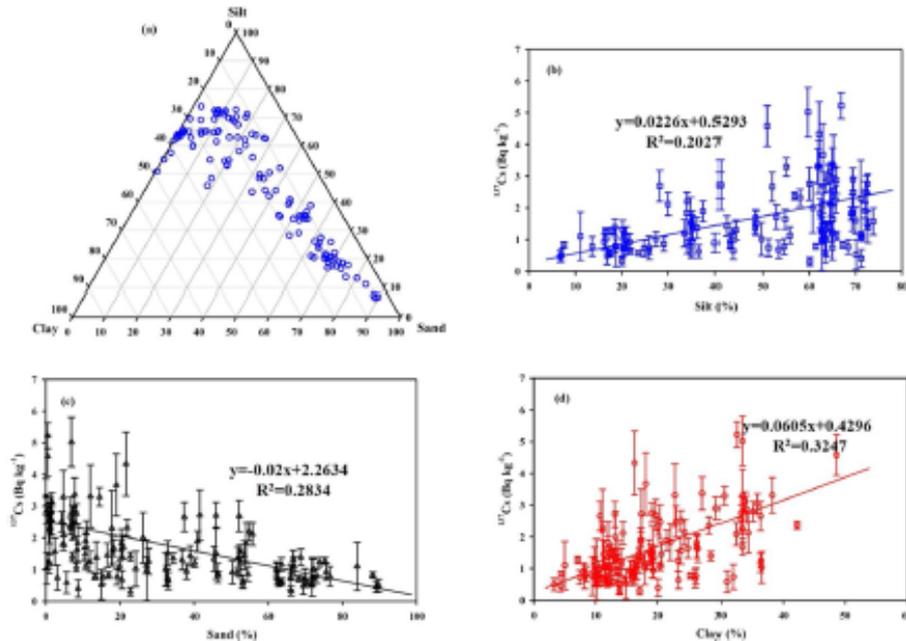


Figure 5. Mineral composition of surface sediment in the China Seas (a) and its relationship with  $^{137}\text{Cs}$  activity (b-d). Data sourced from the previous studies<sup>14,26,30,45,49,50</sup>. This figure was prepared with Sigma-Plot professional 10.0 software.

圖 2-4-5 西太平洋邊緣海中表層沉積物顆粒鈉-137 與粒徑之相關性 (圖取自 Wu et al., 2020)

由於上述放射性核種之親顆粒特性，鈉-137 可濃縮於顆粒上後沉降至海底，尤其可能較快發生在近岸較淺的海床上。這些受汙染之沉積物透過生物擾動以及再懸浮等作用，在底層可能進一步影響底棲性生物。

### 2.4.2. 監測調查方法研究及回顧

經過歷年民國107-110年計畫中持續追蹤及參考調查之機構網站及調查報告之更新結果後，監測調查已經逐漸進入下一階段。

相關調查仍以日本方面最具規模，其相關單位之監測研究仍著重於調查日本沿近海之重點區域，並持續於定點定期監測（圖2-4-6）。

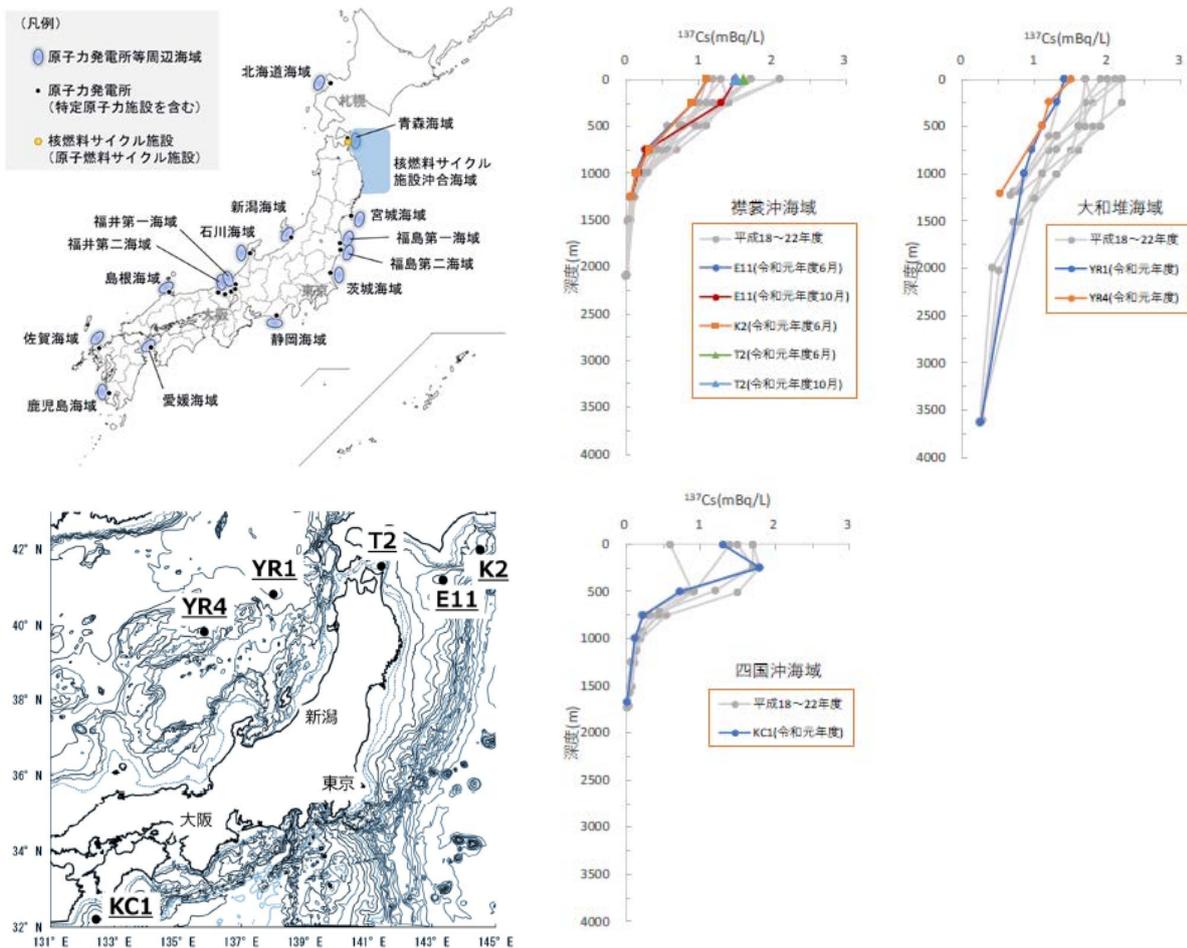


圖 2-4-6 日本政府規畫之核電廠鄰近海域採樣範圍及之核電廠鄰近深水站位調查結果示意圖

圖 2-4-4 及 2-4-6 取自平成 31 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：令和元年=平成 31 年=民國 108 年=2019 年

中國科學家Wu et al. (2020) 則統整西太平洋邊緣海中之資料，於2020年報導中國鄰近海域之海水與沉積物之鈾-137時空變化（圖2-4-3）。即使該文章中並沒有增加新的資料，但資料的整理以及系統性的分析對西太平洋邊緣海中鈾-137之分布研判相當有幫助。

美國 Ken Buessler 等人所架設之北太平洋輻射物質活度監測網站，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。該計畫透過網站 (<http://www.ourradioactiveocean.org>) 報導自民國 100 (2011) 年至 108 (2019) 年的資料(圖 2-4-7)，該網站也同時也報導了民國 100 (2011) 年至 108 (2019) 年之銫-137 活度歷史數據之空間分布(圖 2-4-8)。該網站即時開放資料的速度值得學習。其銫-137 數據量呈逐年遞減趨勢，該監測網站之資料於 2019 年 3 月後無更新資料。



圖 2-4-7 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 2-4-8 Buessler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站(圖 2-4-7)中之銫-137 活度歷史數據分布圖 (<http://www.ourradioactiveocean.org/results.html>)

由上述各國之調查方法以及相關研究可知，相關監測最終仍需要現場實測，公開透明的資料有助於減輕世人對人工放射性核種之憂慮，多年累積的資料則可增加科學家對海域中銫-137 活度之了解。即使實測之銫-137 活度遠低於監測基準值，本計畫仍建議持續監測，因為持續的監測能以實際作為顯示政府對該議題之關心，並以實際監測數據顯示台灣鄰近海域不受影響，實際數據也有利於爭取該議題的話語權。

### 2.4.3. 本計畫依照上述文獻回顧，條列出以下監測調查方式

#### 2.4.3-1. 監測方法規劃

文獻回顧中，各研究在有限的採樣時間內，僅能在密集的垂直分布以及寬廣的空間分布兩者之中擇一採集樣品。本計畫比對過去數年成果，以下規劃未來長期監測之執行策略。

本計畫提出長期監測策略之精神為，先透過確認「目標元素之極大層」之深度範圍，再依照該深度尋找其水平分布，以避免在找尋其水平分布時，錯過其極大值之水層深度。本計畫之研究調查區域依採樣地點共分為西北區、西區、西南區、東南區及東北區五區(圖 2-1-1)，其中西區及西南區主要受中國沿岸流影響，而西南區、東南區及東北區則受黑潮及其支流影響。因此建議未來監測依前述之各區地理及水文特性差異分區設立長期監測站位，規劃示意圖如圖 2-4-9。

監測範圍及點位應分別設立於西區、西北區離島定點，如：金門及南竿東岸；東北區、東南區及西南區之建議監測站位如長期監測規劃示意圖(圖 2-4-9)及長期監測站位規劃圖(圖 2-4-10)所示：西南區以黑潮支流入侵範圍為原則監測(KH 測站)；東南區在黑潮來源設立監測點(NTU1 或 NTU2 測站)；以及東北區之湧升區(站位 ECB1)。各監測站位在平時(一般狀況)應採垂直採樣分布之形式，並依各站位之水深按照深度建議(0、75、150、200、300、400 及 600 公尺)或 $\sigma_\theta$ (24.0、24.5、25.0、25.3、25.6、25.9 及 26.2)採集水樣。除了在各分區採集垂直定點監測之樣品外，以每兩季一次的頻率於高雄港、臺南安平港及台中港採集水樣，以較低的成本監測，以達成即時發現異常訊號之目的。並同時測量溫度、鹽度及分析總鹼度、pH 等海洋化學參數，以監測鉍-137 活度是否受其他環境因子影響。若監測發現異常極大值時，則採溯源追蹤或後續擴散等兩種形式調查。[註：異常標準為符合下列狀況之一：1. 超過法規規定值，或近五年監測結果平均值與其三倍標準差；2. 鄰近海域及國家(地區)有重大輻射外釋事件]

當有異常狀況出現時，本研究團隊根據歷年之調查研究結果，及模擬之大陸核電站物質漂流軌跡、台灣鄰近海域流場，於橫跨台灣西北、東北海域規畫一條 ECB 測線；於橫跨台灣西南、東南海域之 KS 測線(圖 2-4-10)，同樣採取垂直採樣形式依深度(0、75、150、200、300、400 及 600 公尺)或 $\sigma_\theta$ (24.0、24.5、25.0、25.3、25.6、25.9 及 26.2)採集水樣。

兩條測線之水平垂直採樣範圍，已大致涵蓋台灣鄰近海域可能之放射性核種傳輸途徑：若西太平洋沿岸核電站再次發生外釋事件，放射性核種可能會隨相關洋流傳輸至台灣鄰近海域，並沿著特定密度層傳輸至台灣西北或西南海域，可由台灣東北區之 ECB1A 站及東南區 KS1 站進行監測。若西太平洋邊緣海中沿海核電廠發生外釋事件，則放射性核種可能會沿著閩浙沿岸流或珠江沖淡水影響台灣鄰近海域，可由台灣西北區之 ECB3 站及西南區 KS4 站海域進行監測。由於研究船之 CTD 採水作業時間及甲板空間限制，ECB 及 KS 兩個測線的採樣作業分別需要 5 天及 7 天的研究船航次。

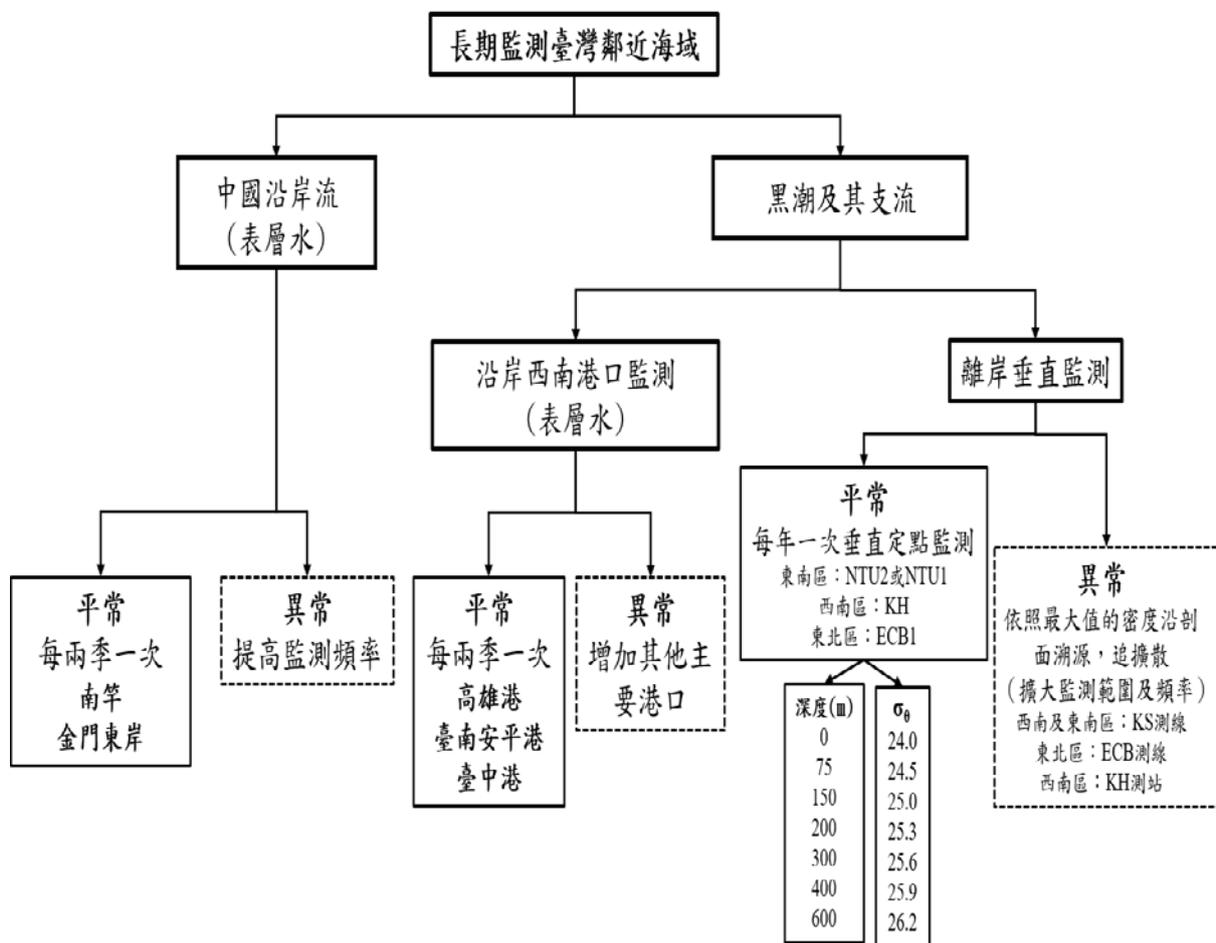


圖 2-4-9 臺灣鄰近海域長期監測規劃示意圖

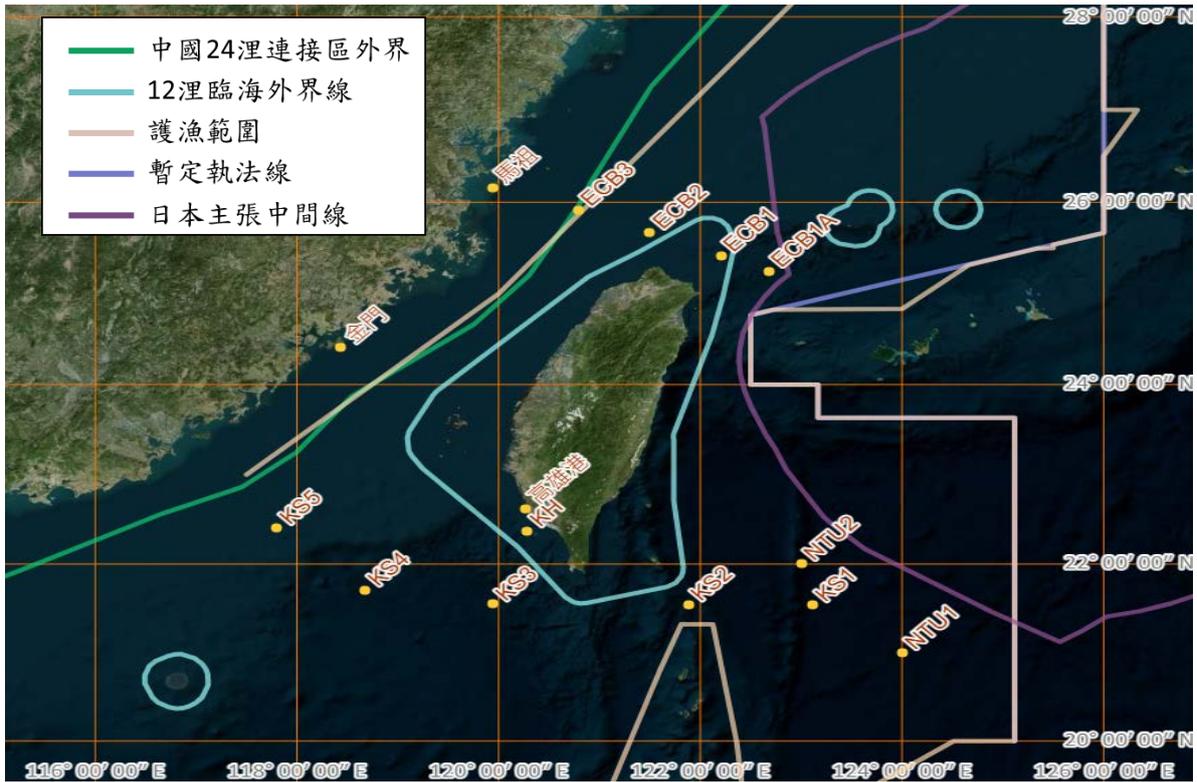


圖 2-4-10 臺灣鄰近海域長期監測站位規劃

#### 2.4.3-2. 影響海洋中氚空間分布之可能因素

有鑑於日本官方宣布，福島事件後累積的氚水即將在存滿釋出至西太平洋，是否對台灣鄰近海域造成影響引起國人重視。本計畫基於元素特性以及監測銫-137 之經驗，對台灣鄰近海域之元素氚之探討與監測提出建議。

氚(半衰期為 12.32 年)之主要自然來源為宇宙射線照射大氣中 N-14 之產物，其人為來源主要來自於核爆。氚在海水中的時間與空間變化可能會受到以下幾點因素影響，第一、自然界本身之來源及變化，第二、人為輸出的總量、活度與頻率，第三、受該輸出高值影響洋流於西太平洋之宿命，第四、其他人為來源，透過大氣或是海洋輸入，第五、其他次要自然來源，透過海底熱液輸入。

本計畫於台灣鄰近海域測得之銫-137 高值 ( $<2.4 \text{ Bq m}^{-3}$ ) 僅略高於鄰近邊緣海中表水平均活度 ( $\sim 1.0 \text{ Bq m}^{-3}$ )。建議未來監測氚之計畫，需考慮排放前之平均活度 (包含自然以及人為)，以提供足夠的背景資料供排放後監測之比對。

由於氚與銫-137 之元素特性差異，本計畫認為氚之分布應該與銫-137 之分布截然不同。可藉由本案銫-137 以及銫-134 的監測方式作為基本框架，再視氚同位素的特性以及往後數年的洋流變化，調整監測方式。

#### 2.4.4 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週遭海域之結果，用以分析研究海流與水文之空間分布與時間變化。HYCOM 是一個三維立體數值模式，並使用觀測資料進行資料同化 (data assimilation) 技術，提升預報品質，是目前眾多的海洋數值模式中，口碑甚佳的數值模式，主要是由美國海軍海洋局 (Naval Oceanographic Office) 執行並提供服務。此數值模式的水平方向的空間解析度為  $1/12^\circ$ ，約為 9 公里，垂直分層共分為 40 層，此 40 層是使用 z-level 的標準深度，每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。例如圖 2-4-11 即為從 HYCOM 官網所下載的模式資料於民國 107 (2018) 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漩。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。參考民國 107 (2018) 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 2-4-12 所示)，也顯示了臺灣西南外海有一順鐘向的中尺度渦漩，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。

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。

HYCOM output on 2018-05-01

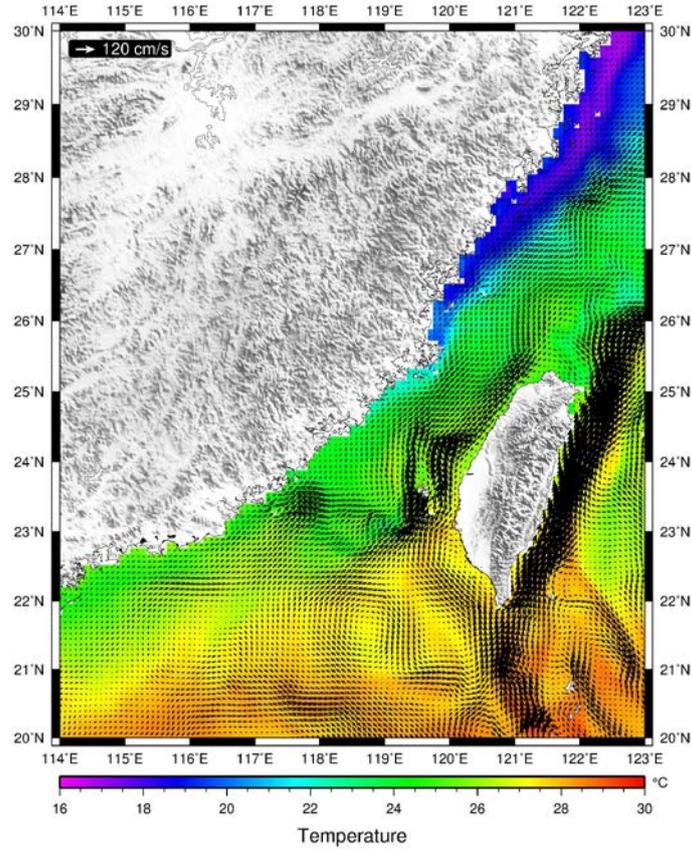


圖 2-4-11 HYCOM 數值模式於民國 107 (2018) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域海表面流場分布圖

AVISO data on 2018-05-01

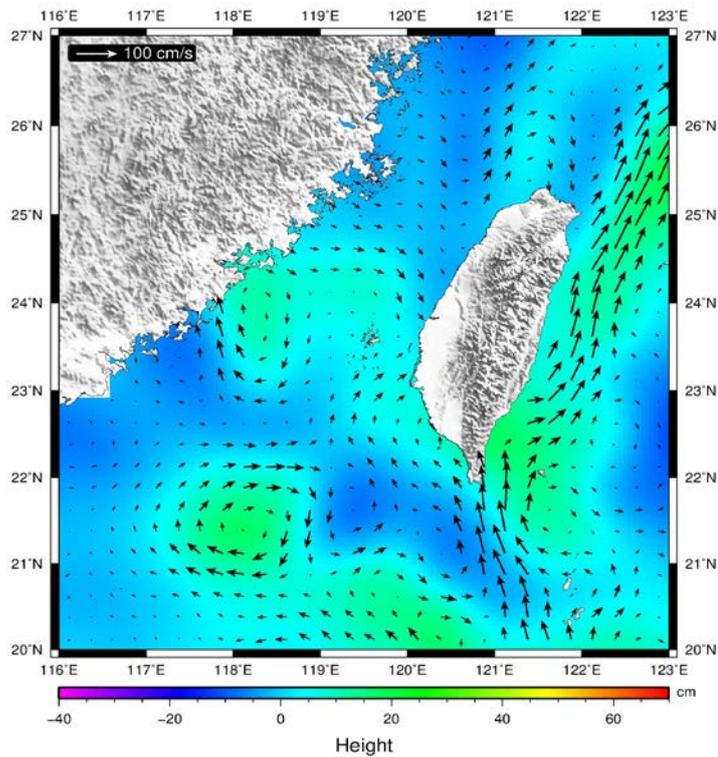


圖 2-4-12 AVISO 衛星觀測民國 107 (2018) 年 5 月 1 日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分布圖

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 2-4-13 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，使得此區海文水團結構多樣，海流環境複雜多變，海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。

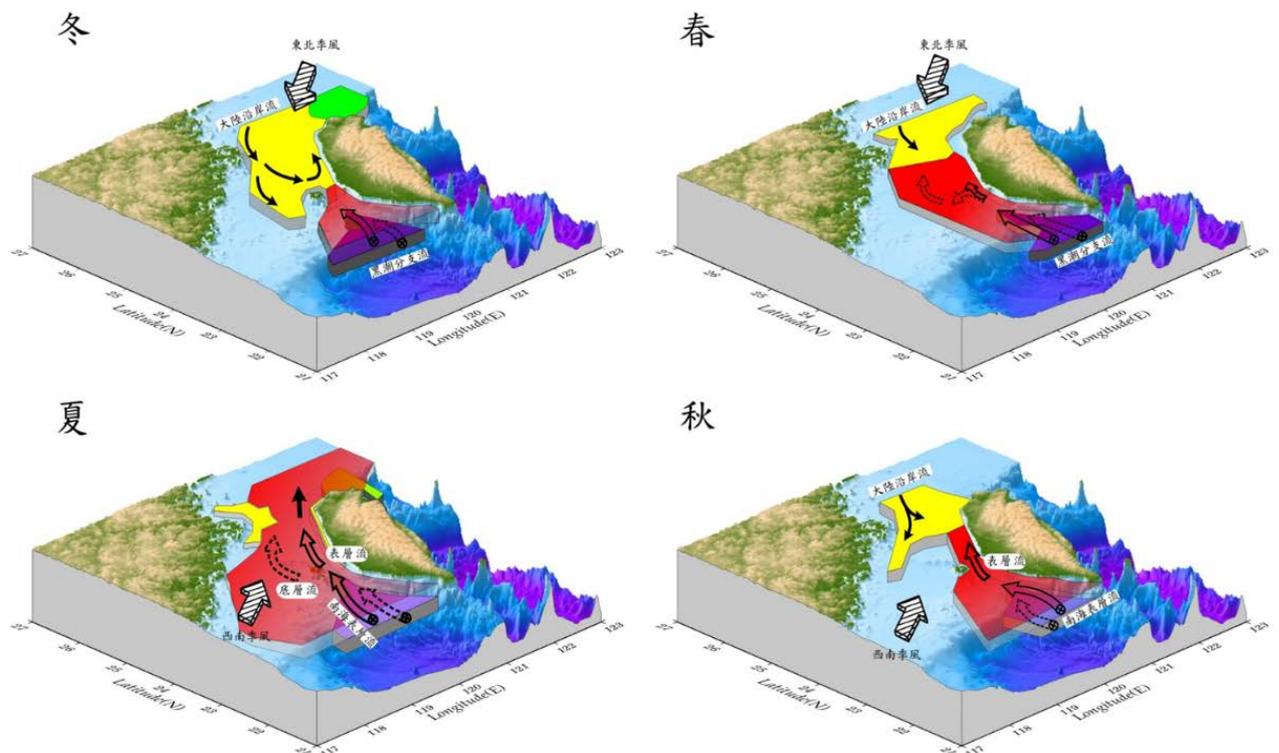


圖 2-4-13 一年四季臺灣海受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變化示意圖

其中，明顯的季節差異可由 Jan et al. (2002) 的臺灣海峽上層流況示意圖可以清楚看出，秋冬季時分（圖 2-4-14 左上、右下），受到強勁的東北風影響，浙閩沿岸流挾帶溫度較低、鹽度較淡的海水流入臺灣海峽，這些較冷的沖淡水沿著海岸線向西南流動，且隨著地形走向流幅漸往東擴張，其中一部份沖淡水經過烏坵凹陷後，受較淺的臺灣灘北緣隆起的地形阻擋，循彰雲砂脊逆時針轉往沿臺灣西側海岸北上，同時與自南邊北上的相對高溫、高鹽海水在彰雲砂脊附近相匯，形成一道東西向的溫鹽鋒帶結構，使得海流構造於海峽兩側有明顯的流向與深度差異。尤其秋季洽逢東北季風尚未增強至足以將海水帶往烏坵-臺中斷面，底層流偕地形優勢反可往北進發，致使此時金門外海附近的流場結構更為複雜多變。

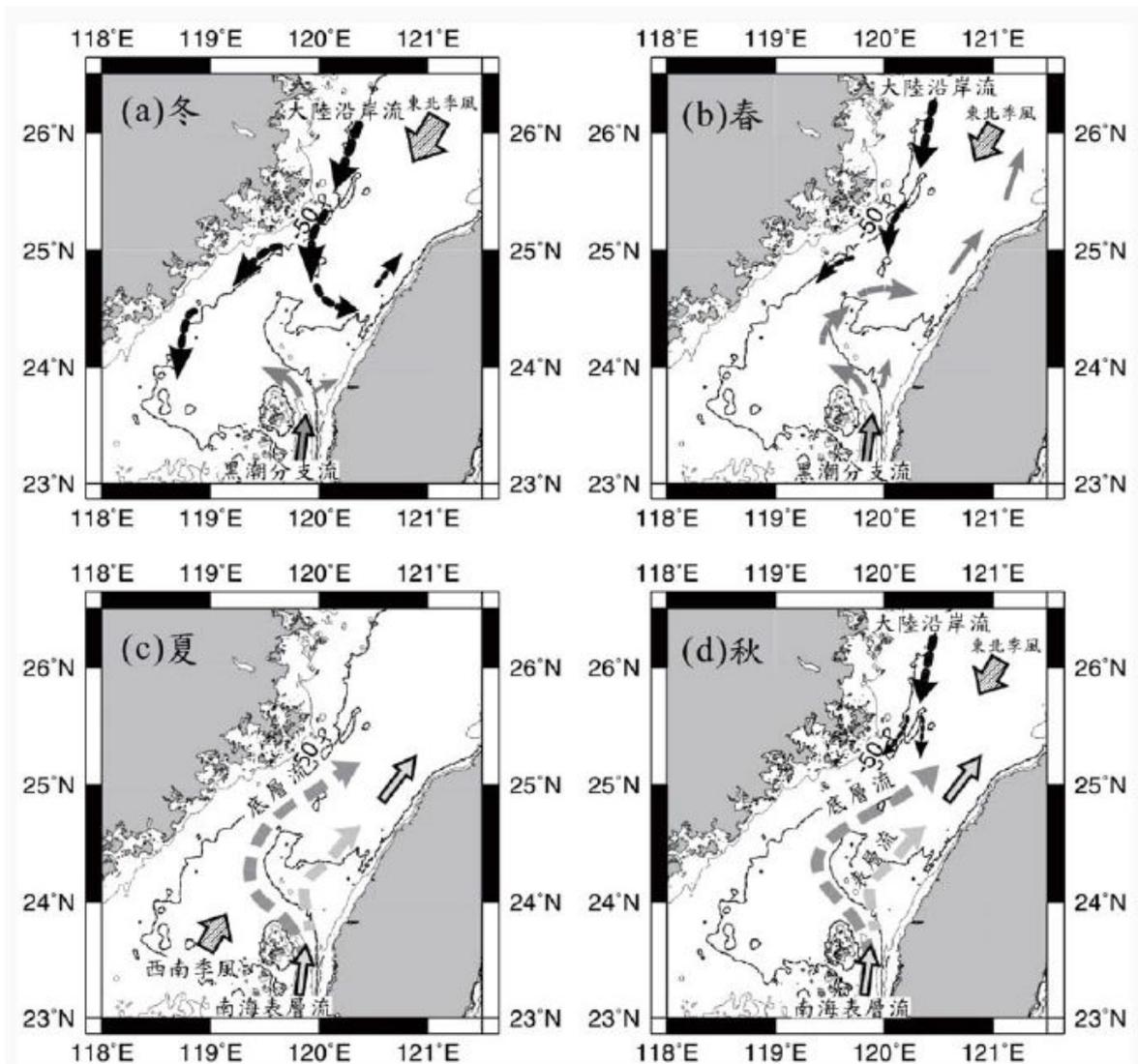


圖 2-4-14 臺灣海峽長期平均海流流況示意圖。(左上) 冬季—12 月至 2 月、(右上) 春季—3 月至 5 月、(左下) 夏季—6 月至 8 月、以及 (右下) 秋季—9 月至 11 月，本圖取自 Jan et al. (2002)。

而春夏季時，隨著東北季風減弱、西南季風逐漸主宰大氣風場環境，此時浙閩沿岸流與臺灣海峽北上貫穿流強度較為接近，形成近臺灣西岸流向為東北向、離岸處為西南向之態勢，且隨著西南季風逐漸增強，大陸沿岸流之流域範圍逐漸北推，直至無明顯入侵臺灣海峽的流軸結構。夏季時金門外海附近海流雖微有往北的淨流量，但與潮流影響相比，流速尺度明顯較潮流小很多。

除了浙閩沿岸流外，由潮汐引起的潮流運動亦為臺灣海峽的主要海流成份。由詹等 (2018) 計算之臺灣附近潮型指標 (圖 2-4-15) 可知，金門附近潮況以半日潮為主，其中  $M_2$  分潮的潮流橢圓分布如圖 2-4-16 (詹等, 2018)，烏坵凹陷南方的目標海域範圍的潮流流速尺度約為 50 cm/s 左右，流向平行海岸線。

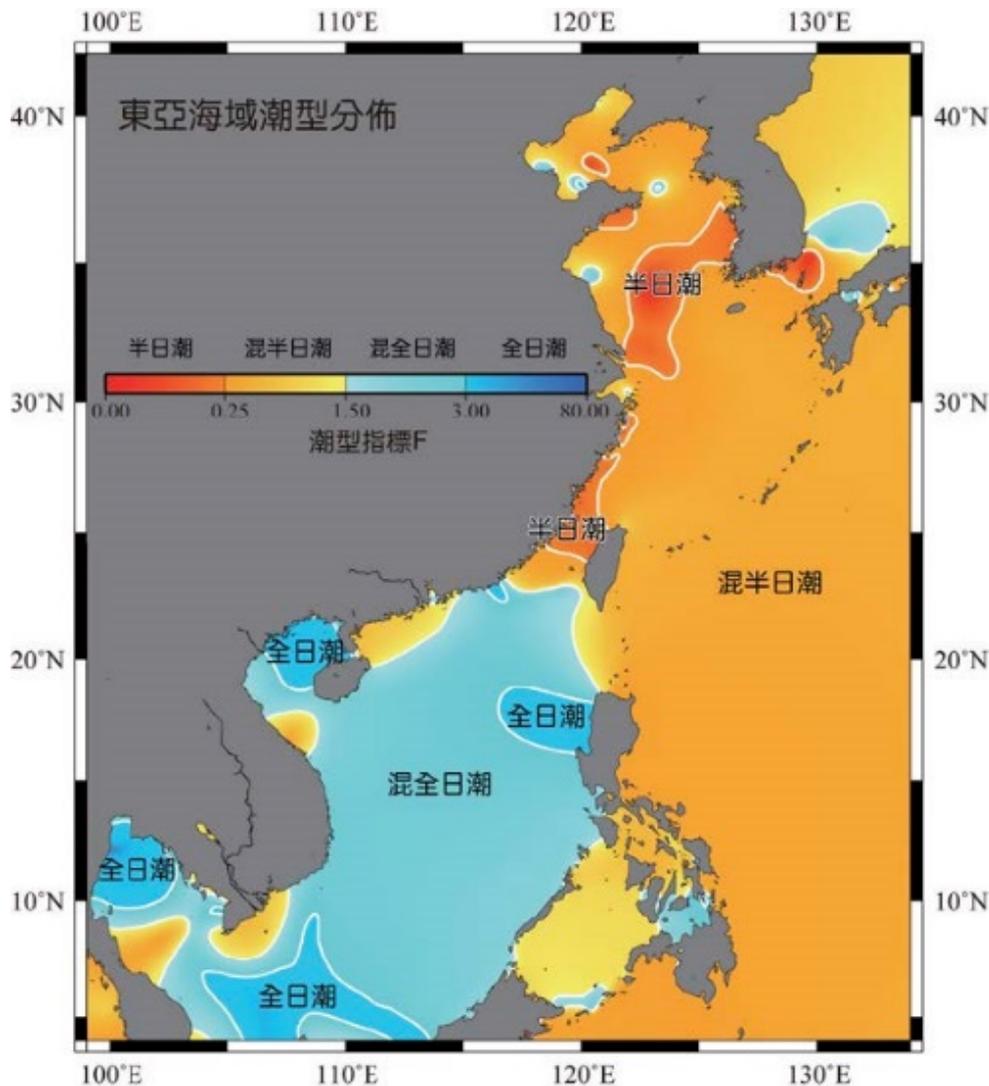


圖 2-4-15 東亞海域潮型指標 (F) 分布示意圖，取自臺灣區域海洋學，本圖取自詹等(2018)。

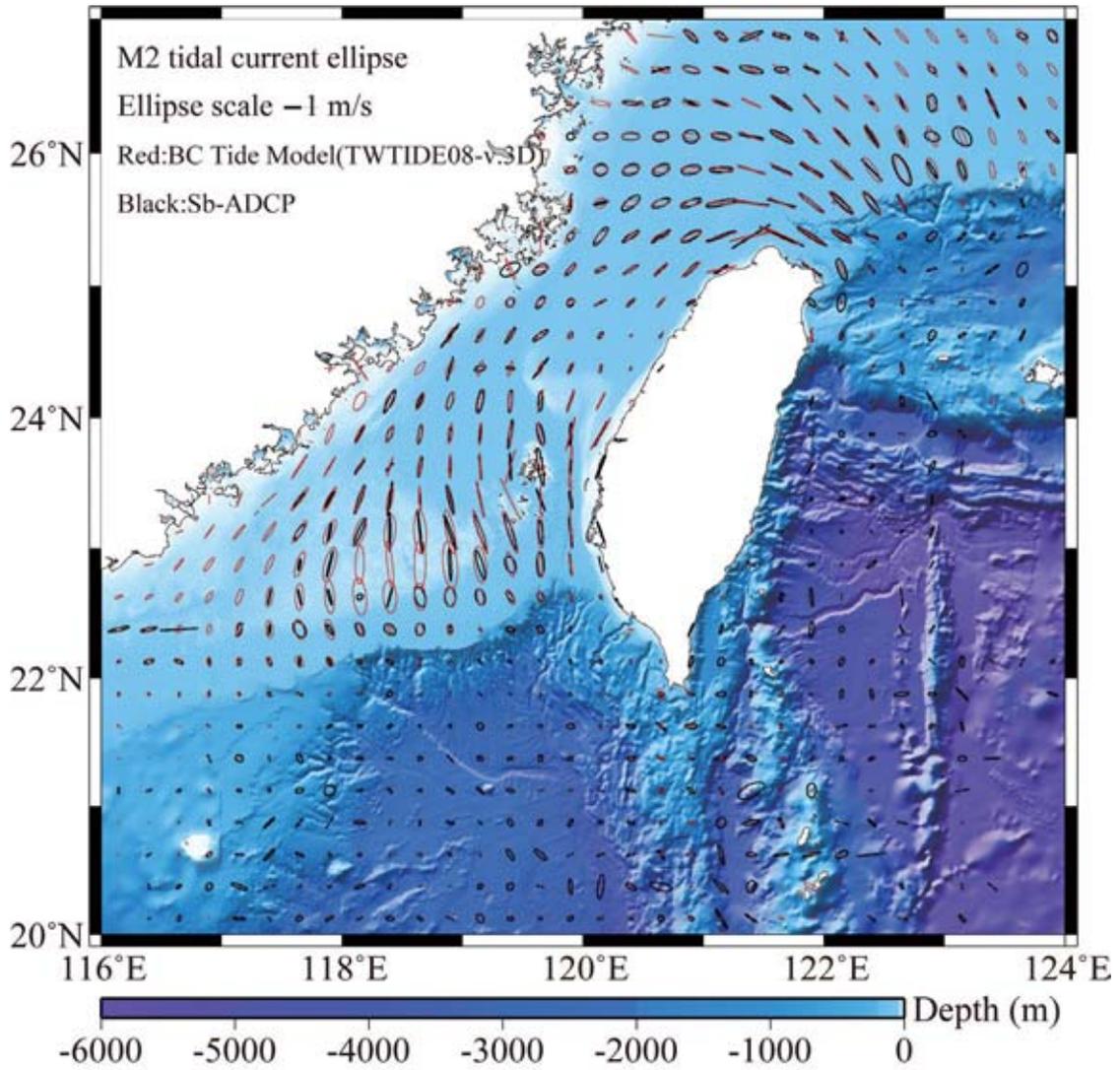


圖 2-4-16 M2 分潮的潮流橢圓分布，橢圓軸向表示潮流往復運動造成的主要海流行進方向，橢圓長軸大小代表潮流最大流速，本圖取自詹等 (2018)。

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

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

近年來，由於觀測技術的進步，我們對於臺灣東部外海的黑潮變化，有了更進一步的瞭解。例如，根據民國 101 (2012) ~民國 103 (2014) 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 2-4-17 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，也是中尺度渦旋盛行的海域，例如：圖 2-4-18 顯示 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布顯示有甚多的中尺度冷、暖渦旋出現在臺灣周邊。而臺灣東部外海的中尺度渦旋，它會影響黑潮的路徑與流量 (Jan et al., 2015)。根據在宜蘭海脊上利用一陣列的流速儀直接觀測黑潮流量隨時間的變化，該組資料顯示黑潮流量受太平洋的渦旋所影響 (Johns, et al., 2001; Zhang, 2001)。

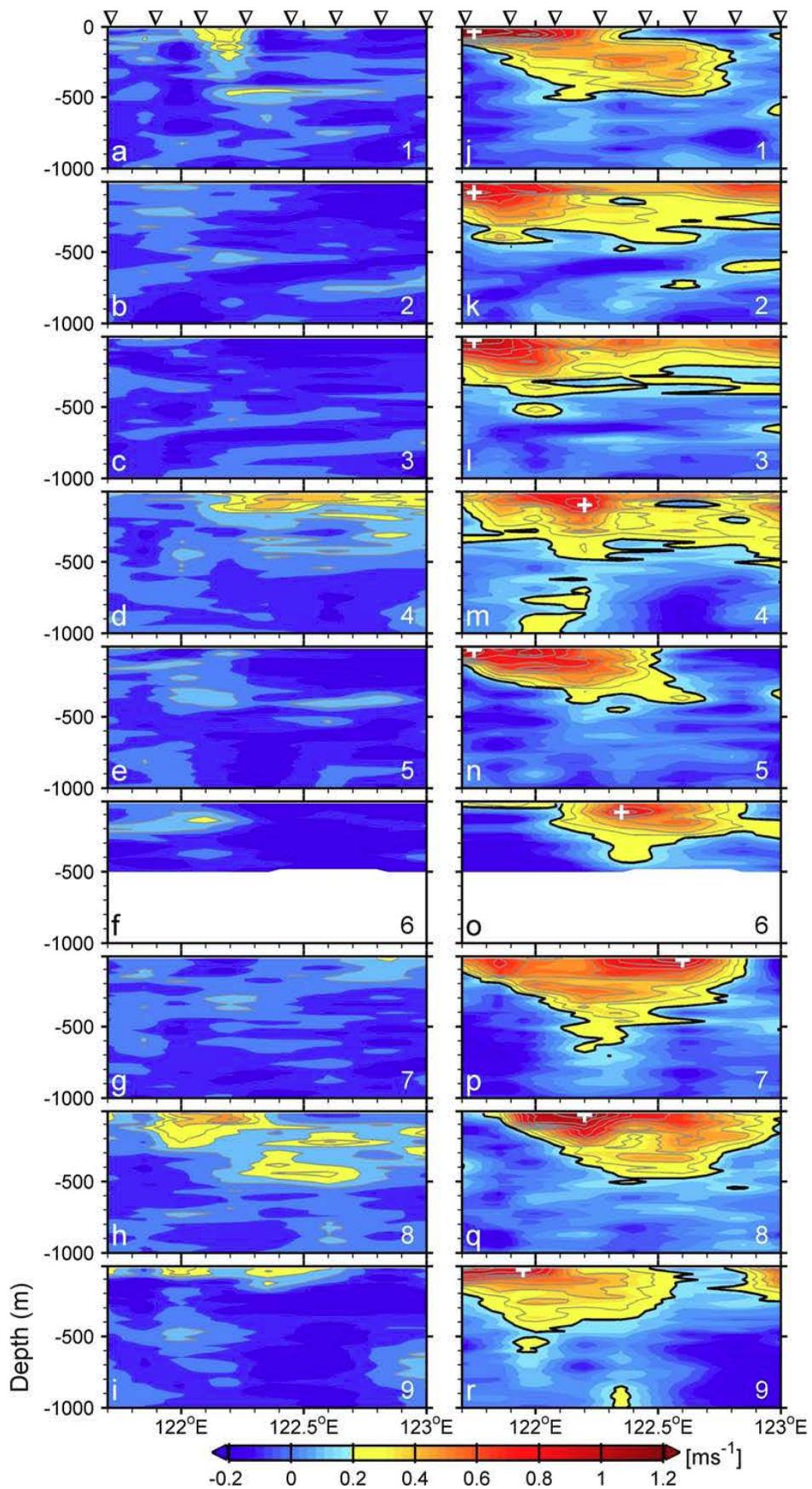


圖 2-4-17 從上到下分別為 OKTV 研究計畫於民國 101 (2012) ~民國 103 (2014) 年間在臺灣東部外海所進行的 9 次黑潮觀測成果 (左右兩欄分別東西向與南北向海流，本圖取自 Jan et al., 2015)

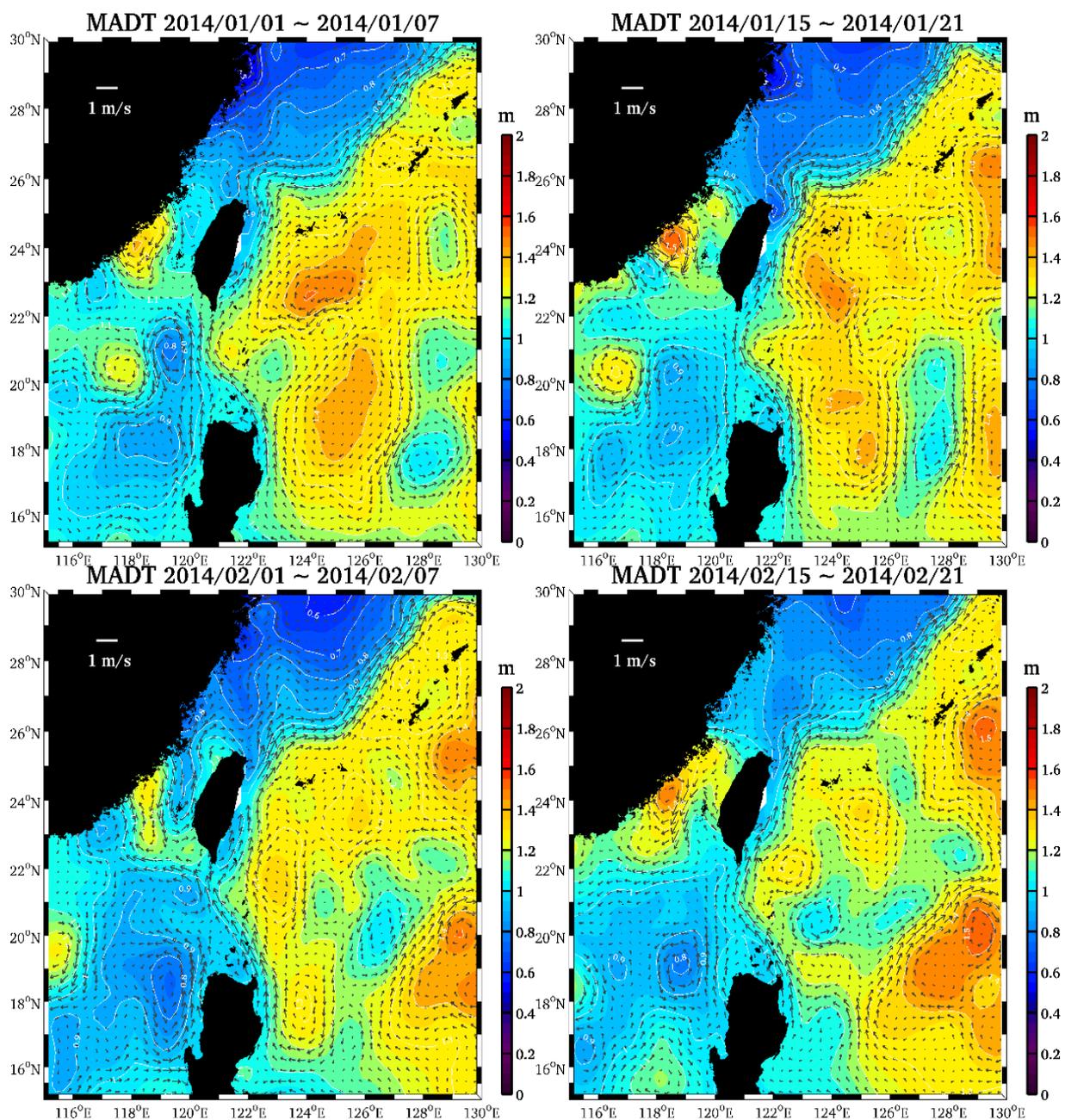


圖 2-4-18 民國 103 (2014) 年 1 月至 2 月之 AVISO 衛星高度資料與地轉流場分布

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漩的影響，例如民國 102 (2013) 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 2-4-19)。該圖顯示黑潮受到中尺度渦漩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標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 2-4-20 褐色區段) 明顯減少，甚至有些時段近乎為零，而黑潮受中尺度渦漩影響期間可達 3 個月以上如圖 2-4-20 所示 (Yang et al. 2015)。而渦漩造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦漩衝擊或者為雙渦旋系統有關 (圖 2-4-21)。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 2-4-22, 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 2-4-23, Andres et al., 2017)。

中尺度渦漩不只影響臺灣東部外海的黑潮，亦會影響臺灣西南外海。例如，圖 2-4-24 顯示臺灣西南外海可能有一渦漩存在，因而造成漂流浮球呈現打轉的現象。

臺灣西南外海的流場變化，受到黑潮分支與中尺度渦漩影響，且變化快速。例如，圖 2-4-25 顯示在民國 103 (2014) 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。

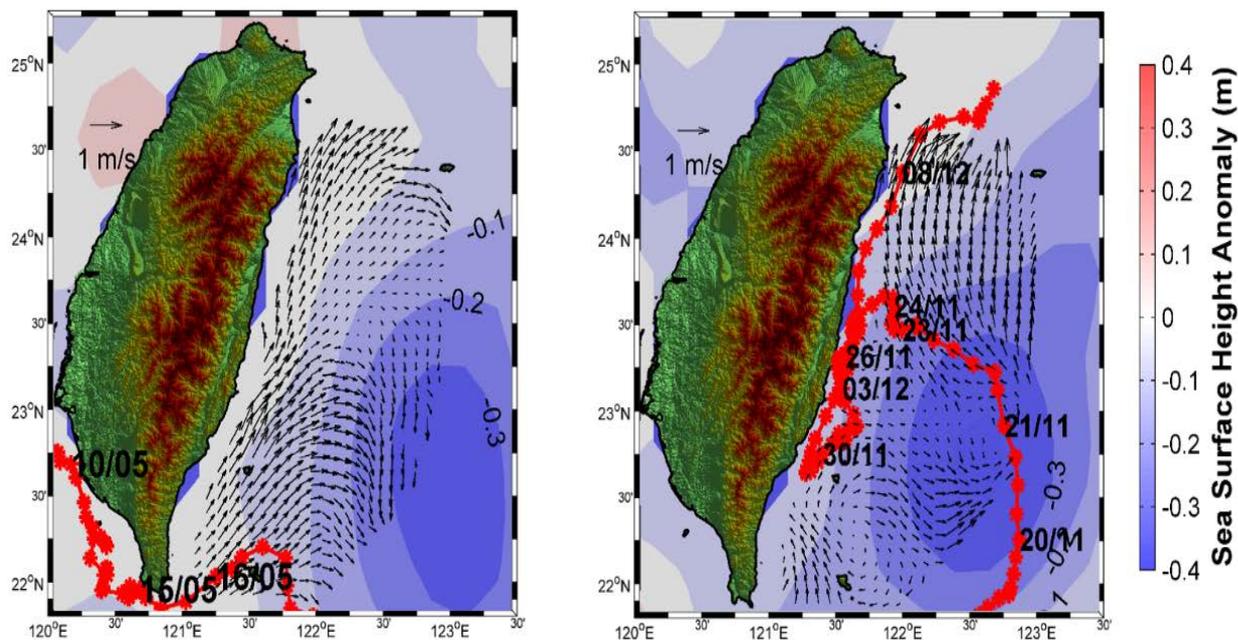


圖 2-4-19 左、右圖分別顯示民國 102 (2013) 年 5 月 16 日及 11 月 23 日的 CODAR 海流與海表面高度異常值分布圖，以及該段期間的漂流浮標軌跡圖 (本圖取自 Yang et al., 2015)

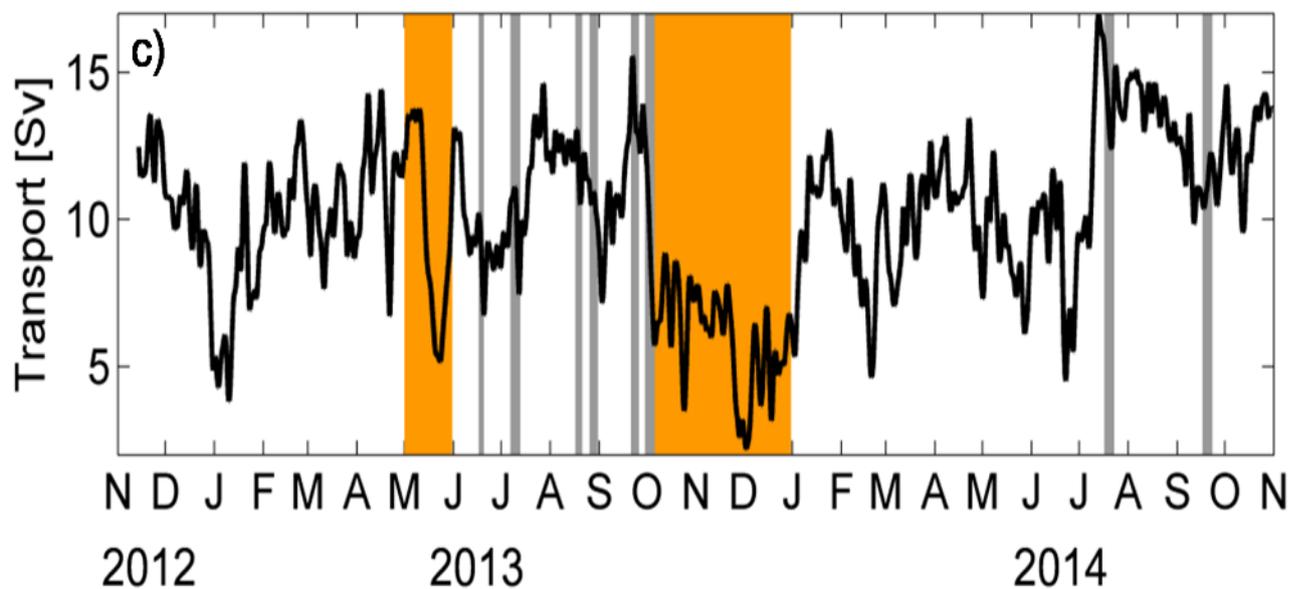


圖 2-4-20 利用布放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量 (棕色區域代表中尺度渦旋影響期間，本圖取自 Yang et al., 2015)

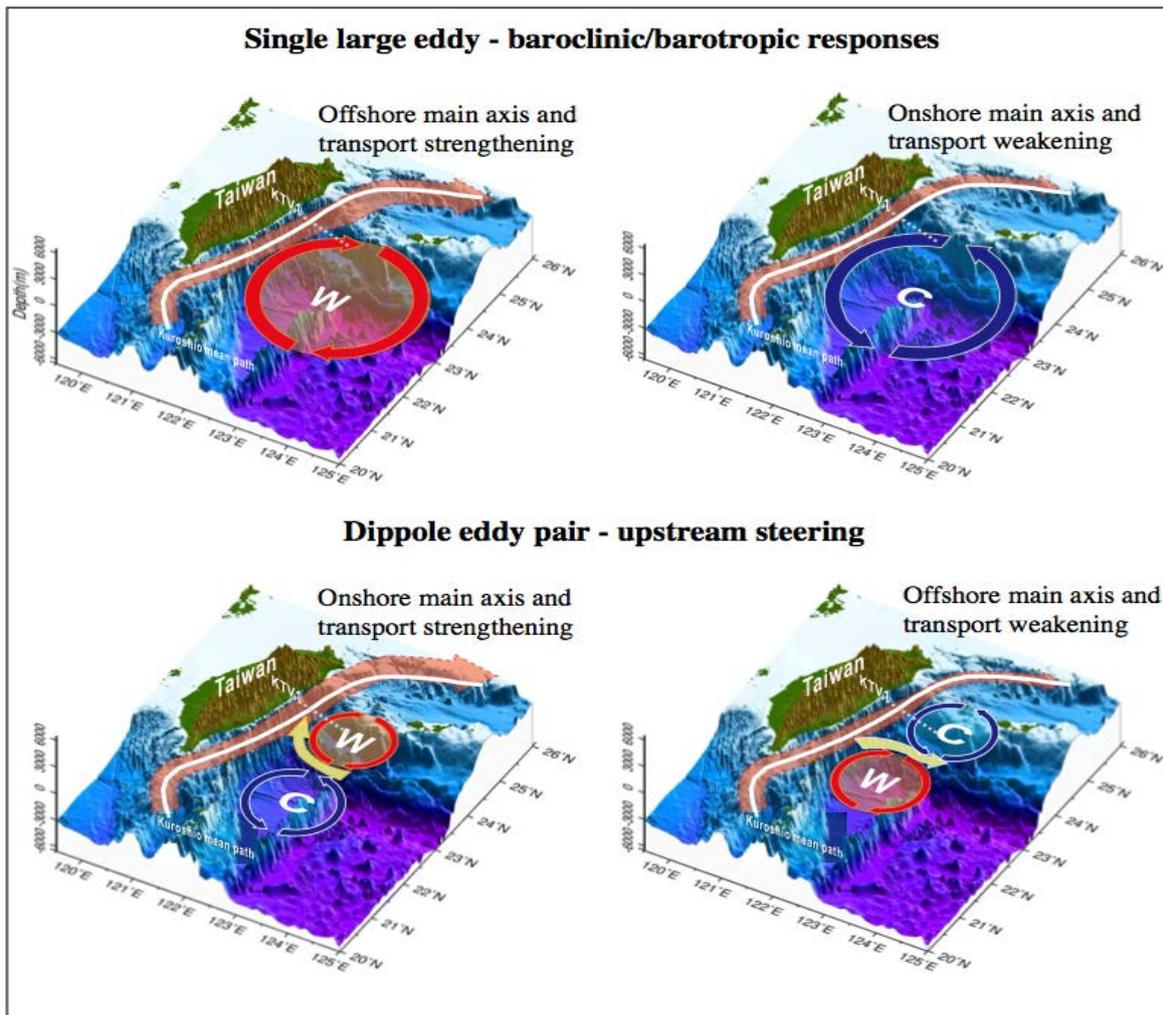


圖 2-4-21 渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋衝擊或者為雙渦旋系統有關 (本圖取自 Chang et al., 2018)

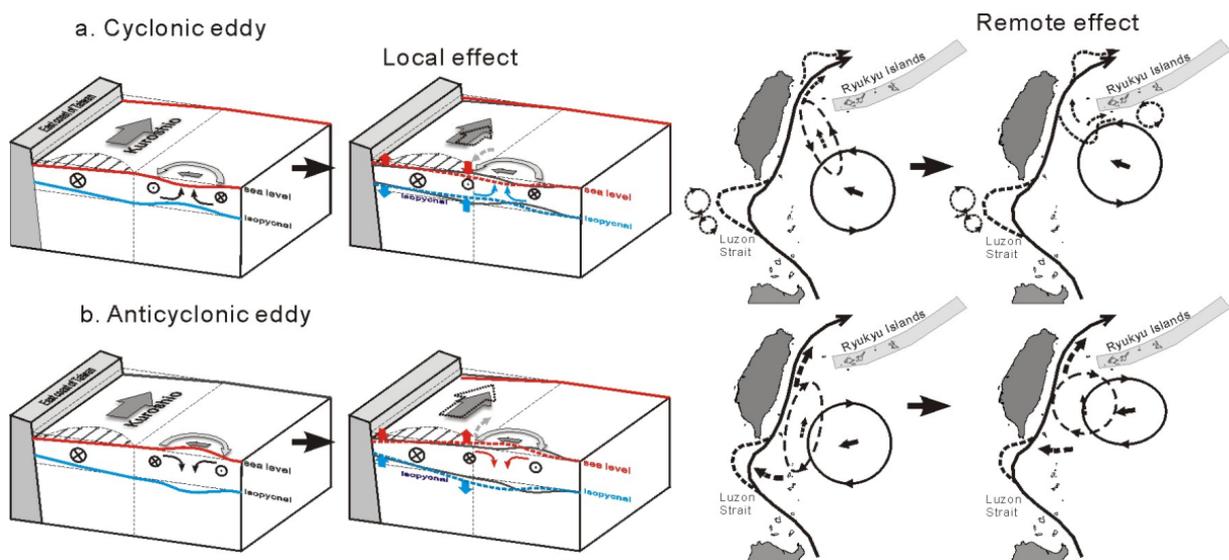


圖 2-4-22 氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用 (左)，及旋撞前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象，及撞擊後在臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程 (本圖取自 Jan et al., 2017)

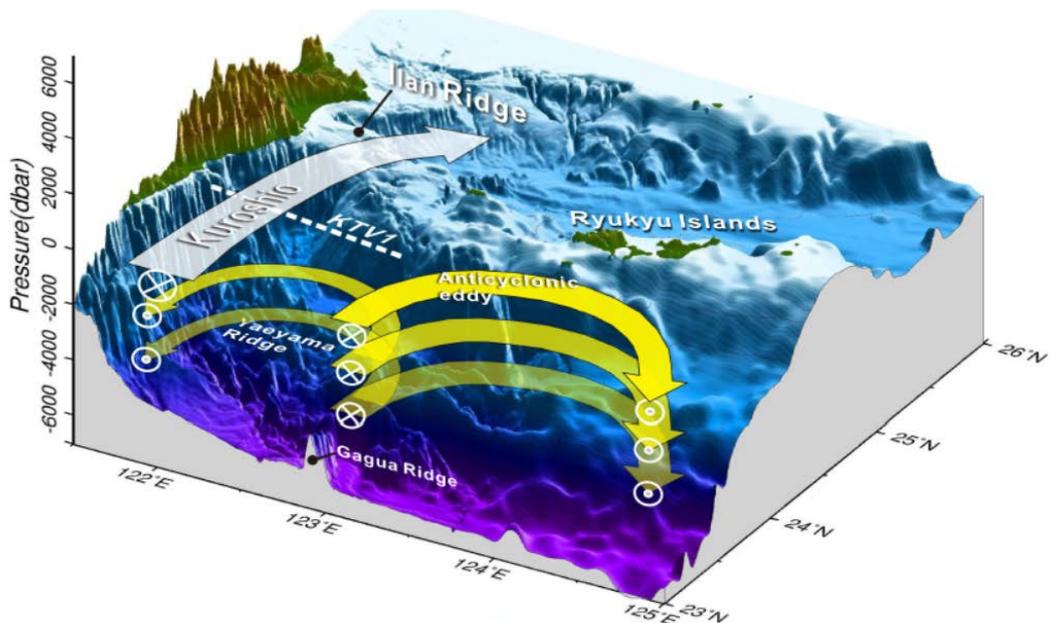


圖 2-4-23 反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流 (本圖取自 Andres et al., 2017)

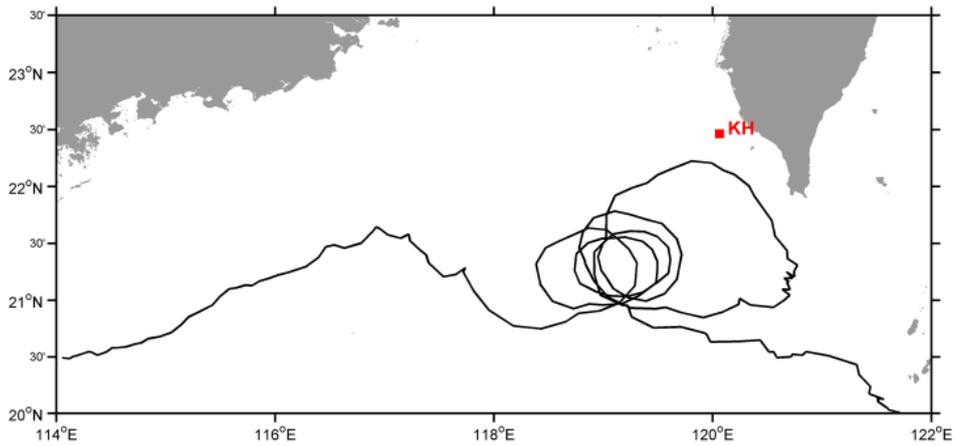


圖 2-4-24 漂流浮標軌跡顯示渦漩通過臺灣西南海域

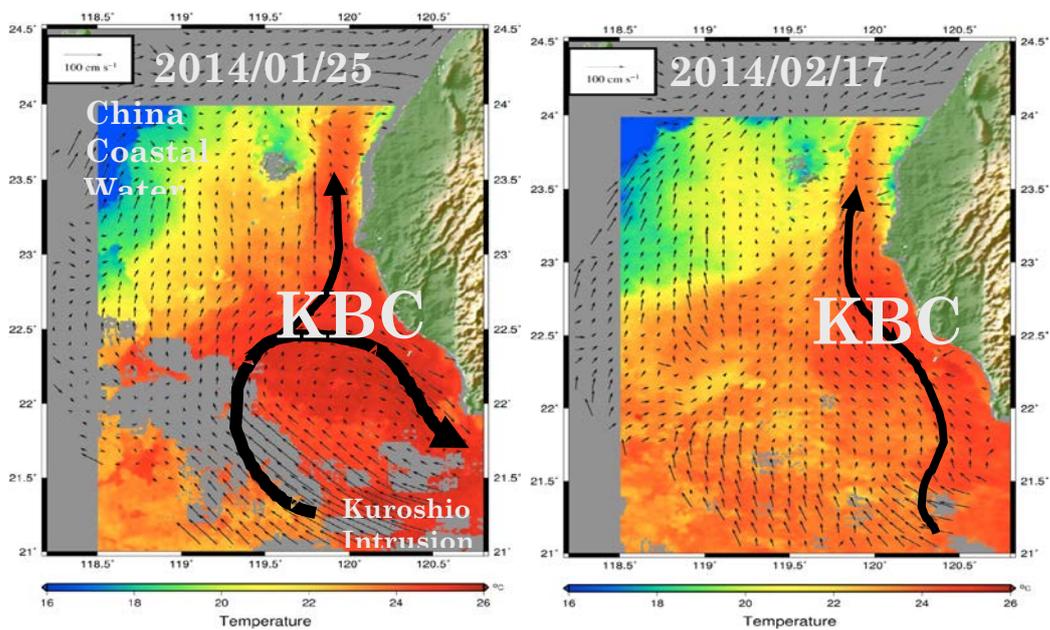


圖 2-4-25 臺灣西南海域水溫與洋流快速變化

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旋度  $f$  (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4-4-26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旋度，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：艾克曼效應只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，行星渦旋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。

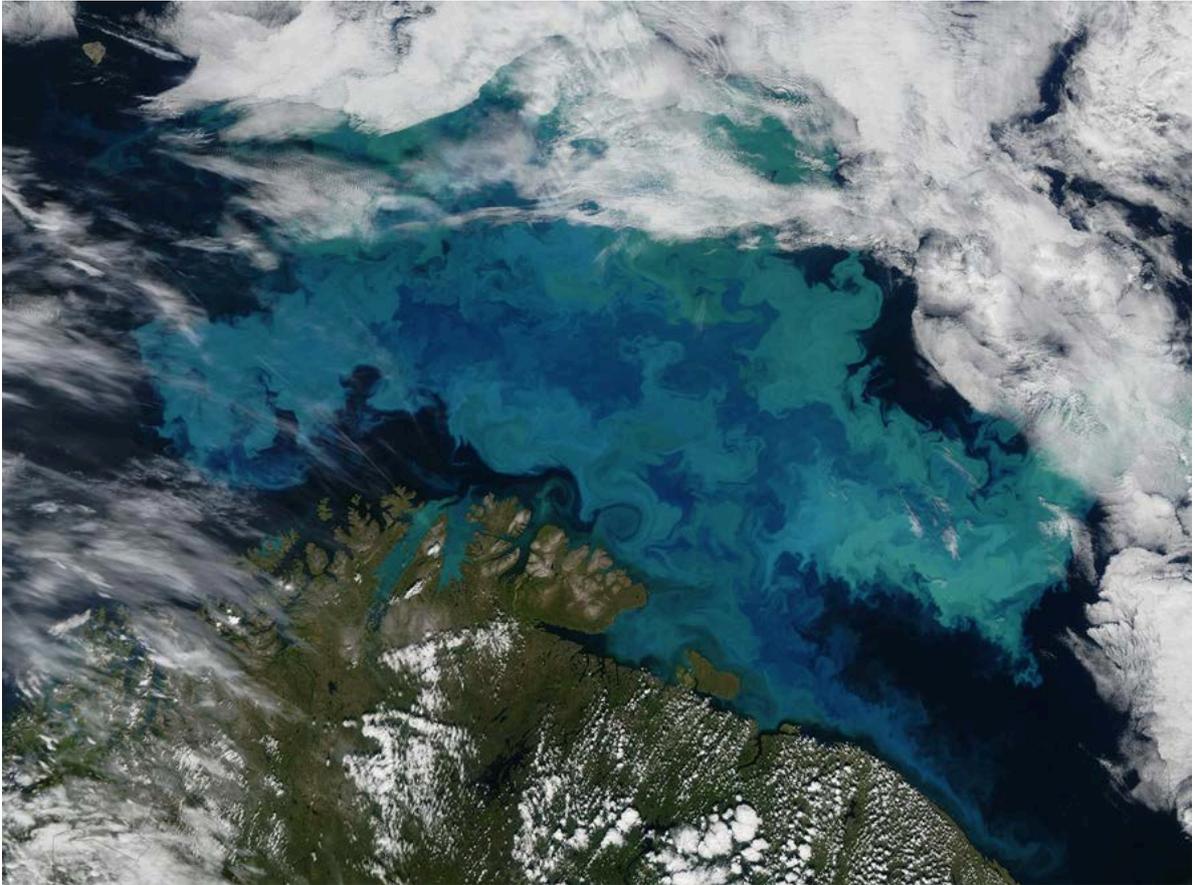


圖2-4-26 挪威北部Barents Sea，次中尺度運動引起的藻華現象 (bloom of phytoplankton，取自NASA的EARTH OBSERVATORY網站 <https://earthobservatory.nasa.gov/>)

由於臺灣東岸外海的渦漩與黑潮鋒面存在顯著的次中尺度現象，圖2-4-27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。

此外，根據Cheng等人的研究指出 (Cheng et al., 2020)，當黑潮從臺灣南端流出呂宋海峽，若流向為東北向時，會受鵝鑾鼻岬角影響而產生次中尺度的渦漩並往北傳遞，而這次中尺度的渦漩會改變當地水文環境，如圖2-4-28所示。

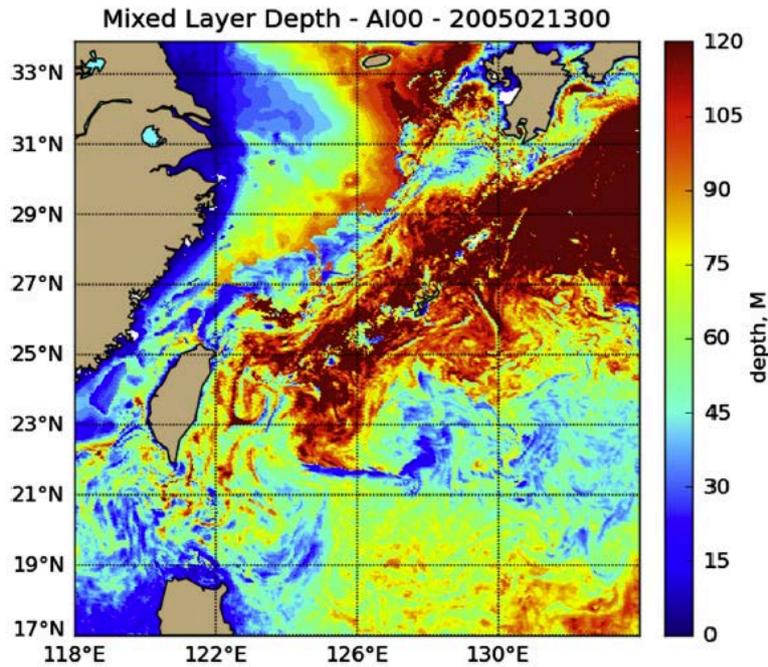


圖 2-4-27 模式預報西太平洋海域民國 94 (2005) 年 2 月 13 日混和層深度 (取自 Jacobs et al., 2014)

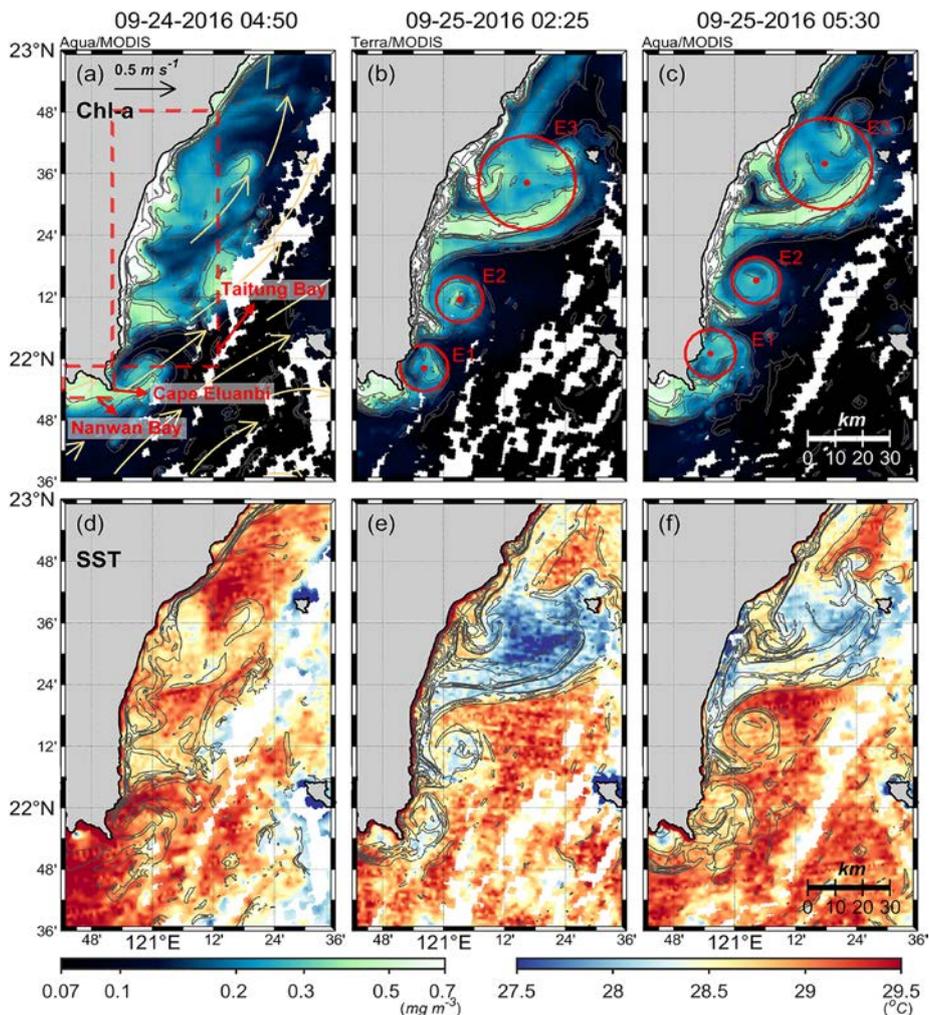


圖 2-4-28 上欄：MODIS 衛星於民國 105 (2016) 年 9 月 24 日 04:50、25 日 02:25、25 日 05:30 所測得之葉綠素分布。下欄：相對於上欄的海表面溫度分布 (取自 Chang et al., 2020)

而流經臺灣花東外海之黑潮強流，其下方的水團有這層疊水文結構，這乃是因兩個溫、鹽度互異的水團相互遭遇時，不是立即混合成新水團，而是從水團界面上的擾動，藉著複雜的雙擴散過程 (Double diffusion)，在黑潮斷面裡 (尤其在500—800公尺深之間) 發展成兩股水團上下交錯層疊的水文結構，每層水平長度從10到100公里不等，層與層的厚度大約50公尺 (如圖2-4-29)。而這類型的海洋次中尺度過程對調節海洋物理、生物、地球化學等參數的時空分布相當重要。而這種次中尺度的水團層疊現象常在北極海、大洋和近赤道海域等低流速的環境裡、水團交匯處被觀測到，目前在西方邊界流強流區也被觀測到 (Jan et al., 2019)。

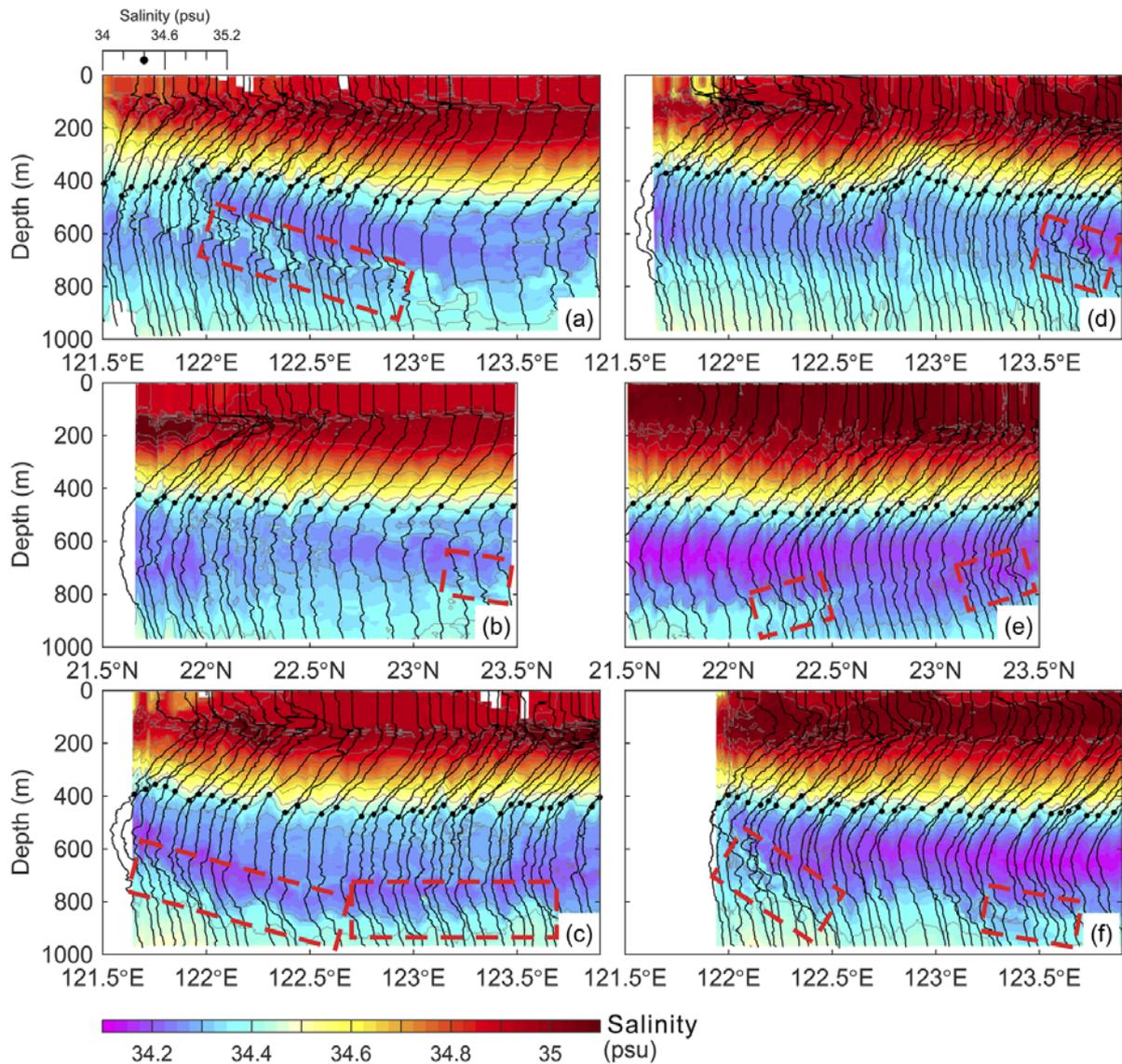


圖2-4-29 在臺灣東邊三角形測線連續進行兩次觀測所得到之各斷面鹽度分布 (紅色虛線框內是發生雙擴散過程，取自Chang et al., 2020)

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旋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、中尺度渦旋、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週遭海域之結果，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2-4-30為HYCOM模式分別是民國107 (2018) 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，每個電廠外海的5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旋的影響，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，漂流軌跡均是貼著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，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日開始的漂流軌跡，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2-4-31為HYCOM模式分別是民國108 (2019) 年1月到12月期間，於每個核電廠外海的5個點開始漂流30天的軌跡。圖2-4-32為HYCOM模式分別是民國109 (2020) 年1月到12月期間，於每個核電廠外海的5個點開始漂流30天的軌跡。圖2-4-33為HYCOM模式分別是民國110 (2021) 年1月到12月期間，於每個核電廠外海的5個點開始漂流30天的軌跡。其漂流軌跡受季風的影響，大致與2018年的結果類似。但是，也受一些中尺度運動影響，漂流軌跡有一些不一樣。例如，民國108 (2019) 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。

檢視民國108 (2019) 年8月8日開始的漂流軌跡圖 (圖2-4-34a) 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AVISO衛星觀測民國108 (2019) 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2-4-34b) 與海表面溫度圖 (圖2-4-34c)，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，然後再轉為向北漂流至臺灣北部海域。

此外，根據外電報導：日本政府擬將福島核電廠受核污染的廢水排放入海，我們必須開始注意該廢水是否可能流到我附近海域。利用HYCOM模式民國109 (2020) 年1月1日至110年 (2021) 年5月31日的資料，計算福島核電廠外海的5個點漂流軌跡，如圖2-4-35、2-4-36。初步結果顯示福島外海每月開始的漂流軌跡，大致受到黑潮延伸的影響而往東漂流，但有明顯的季節變化。此外，當受到中尺度渦旋影響時，有可能會往南漂流，如圖2-4-35所顯示的民國109年 (2020) 年4月1日至110年 (2021) 年5月31日的漂流軌跡，有兩個點位最後漂流至琉球群島附近海域。至於是否會漂流到臺灣東部外海，則需要更長的資料進行研究。

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。

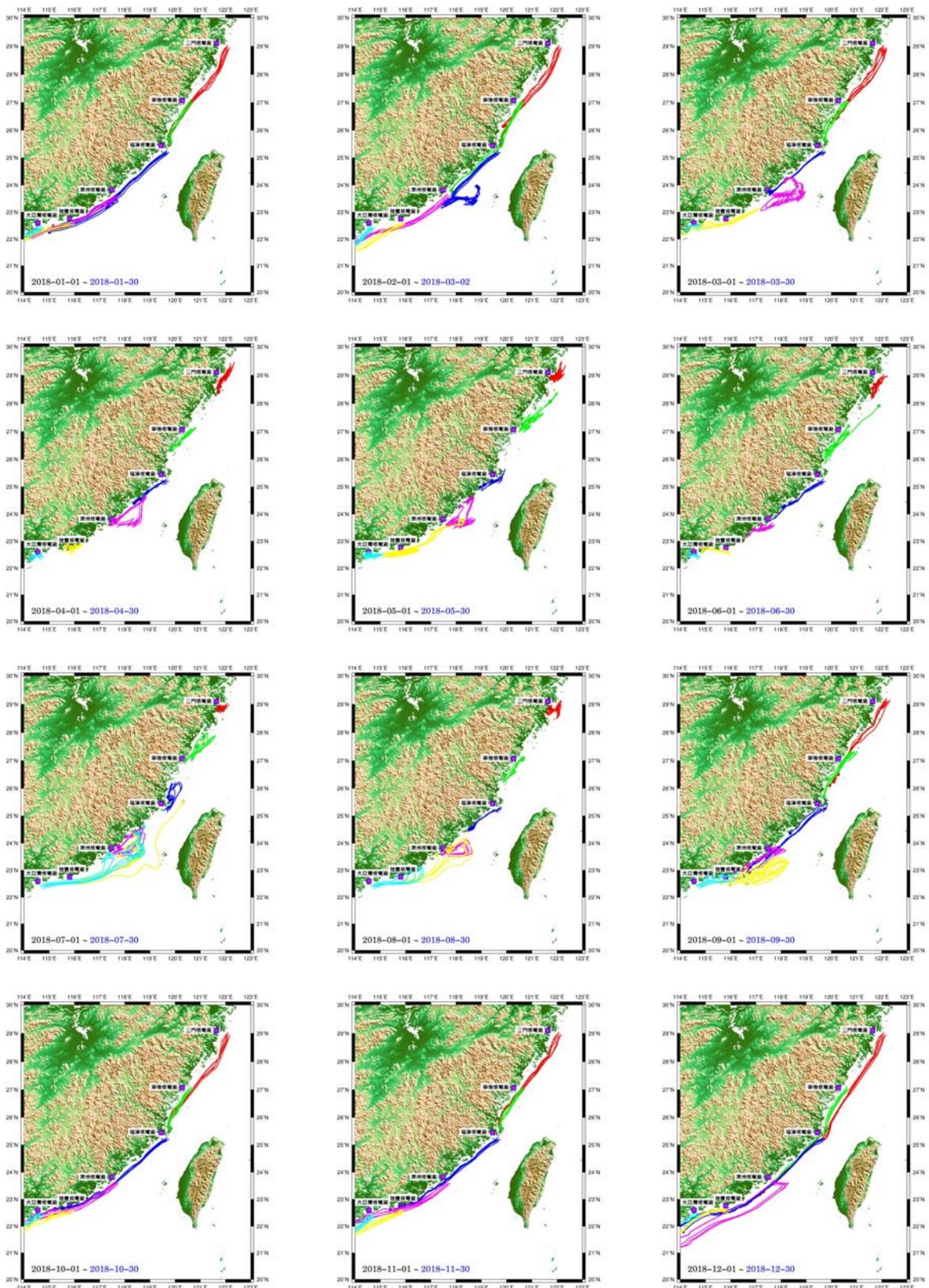


圖 2-4-30 HYCOM 模式於民國 107 (2018) 年 1 月到 12 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡

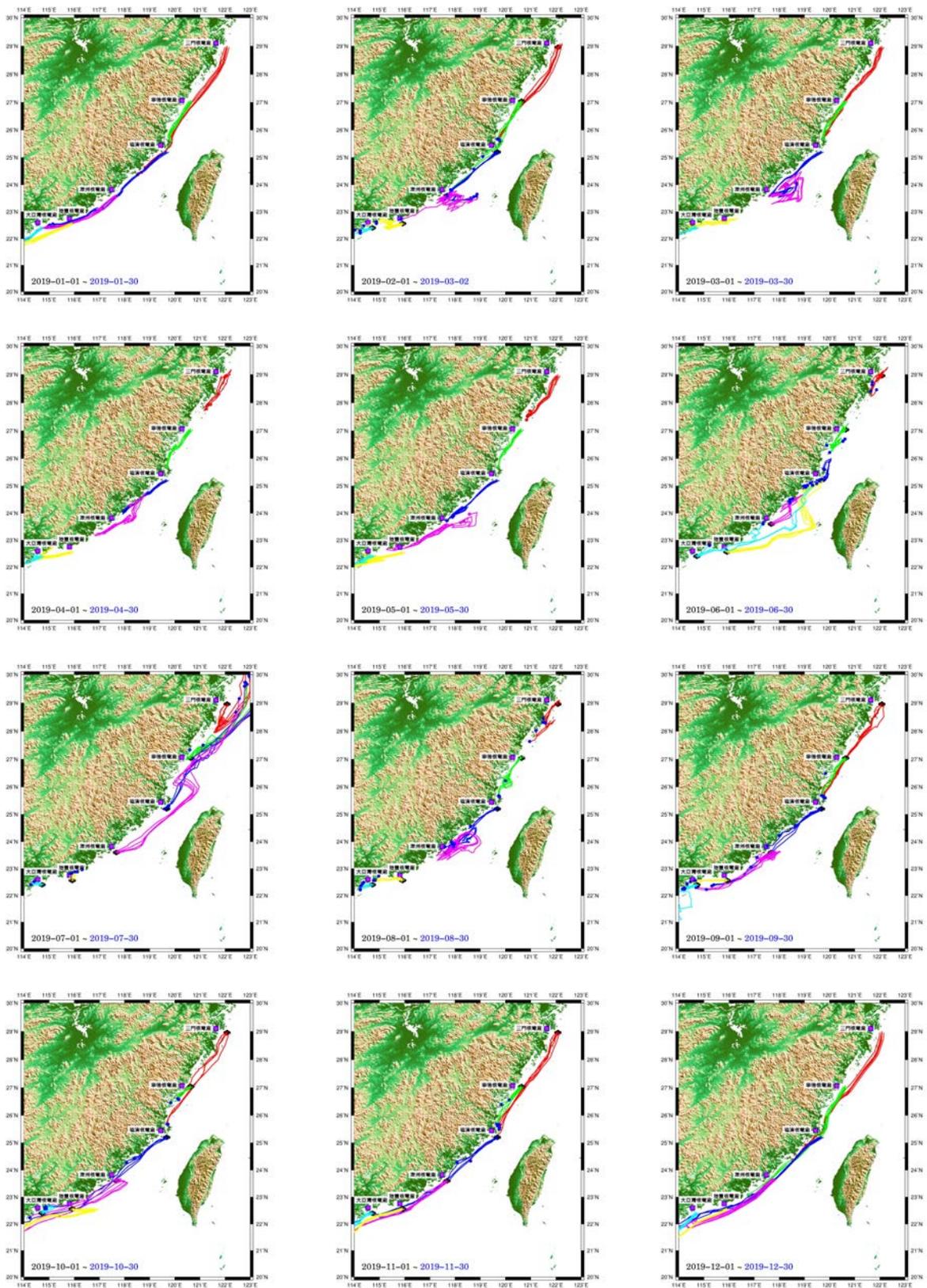


圖 2-4-31 HYCOM 模式於民國 108 (2019) 年 1 月到 12 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡

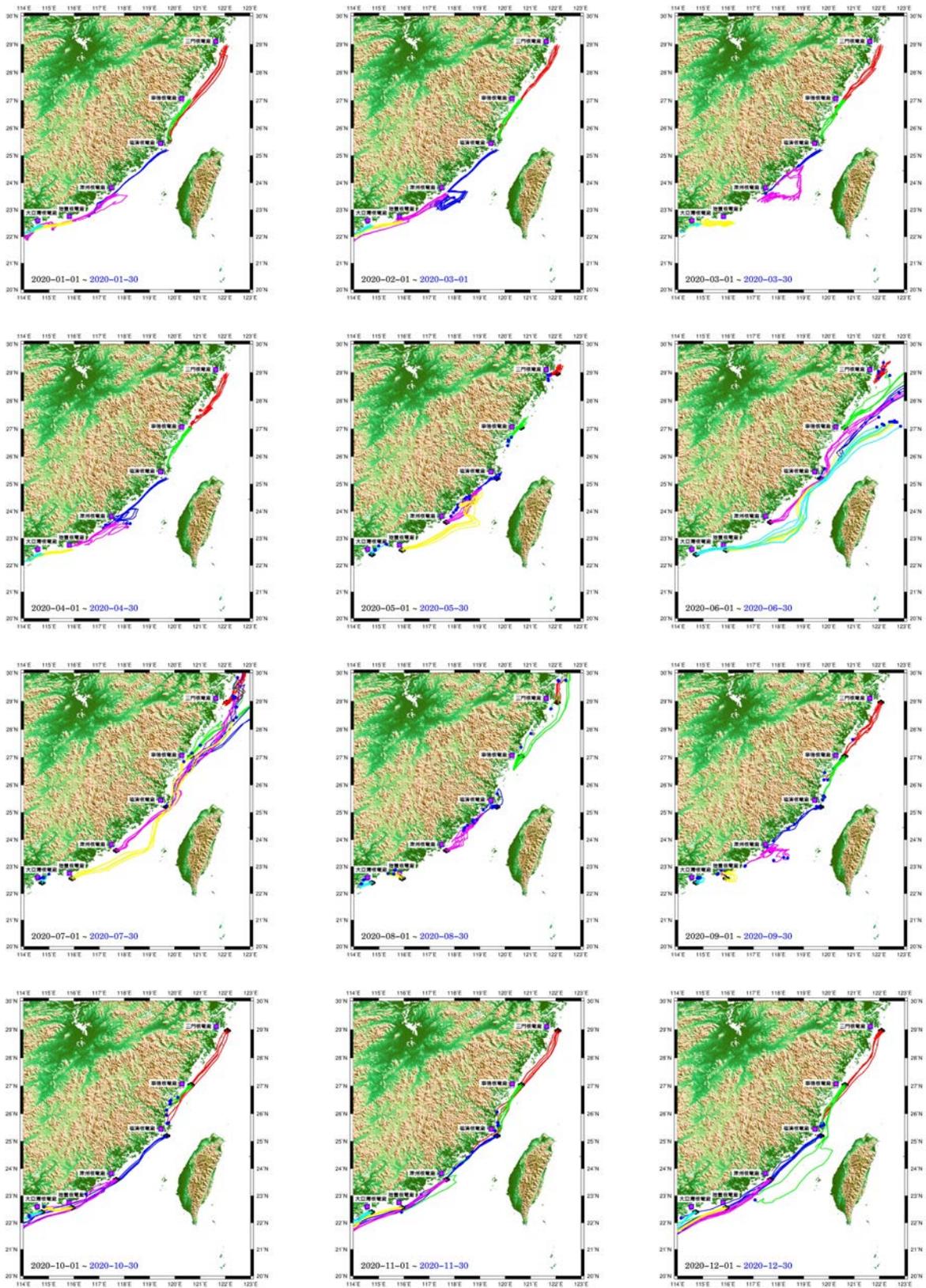


圖 2-4-32 HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1 月到 12 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡

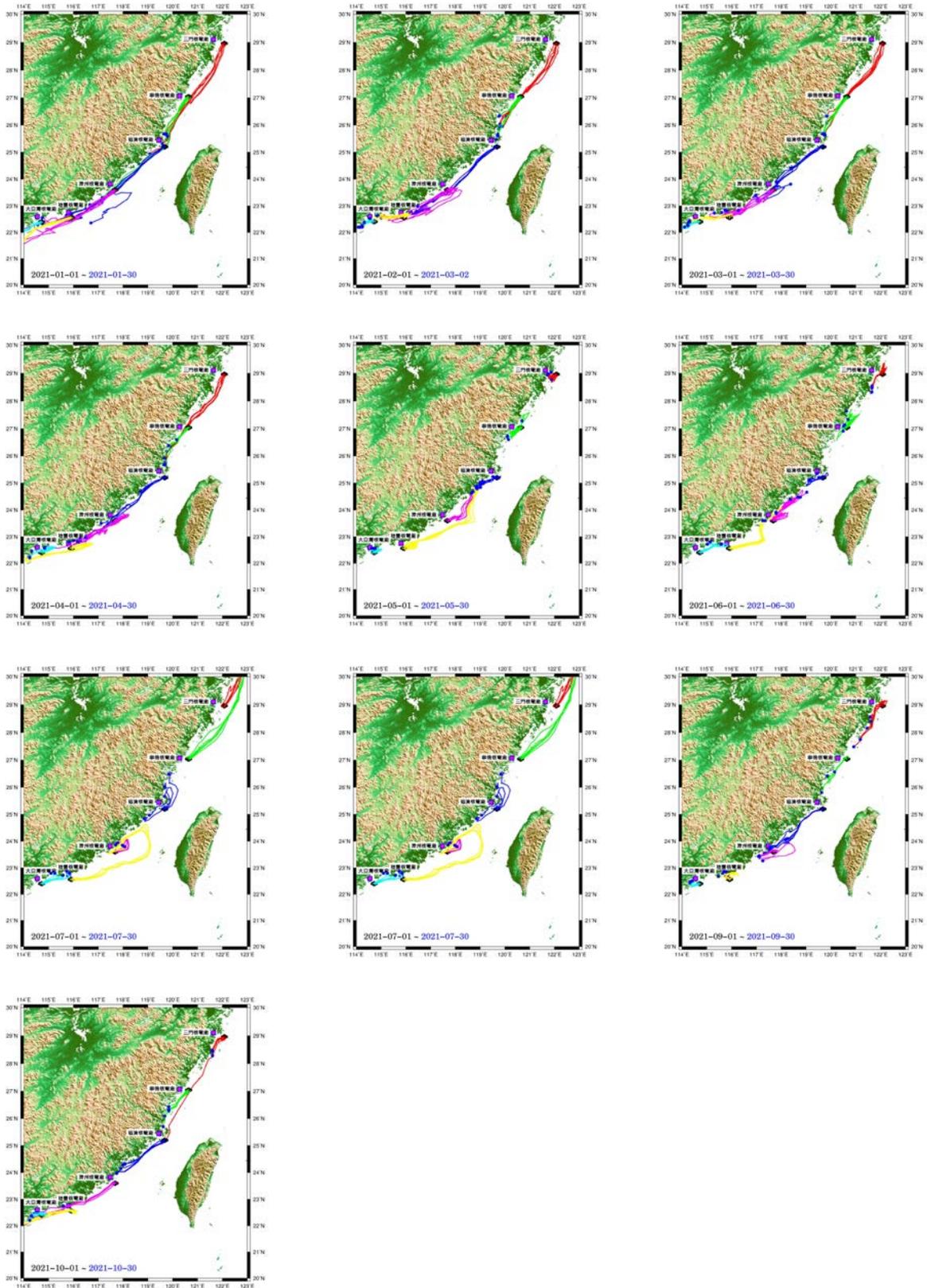
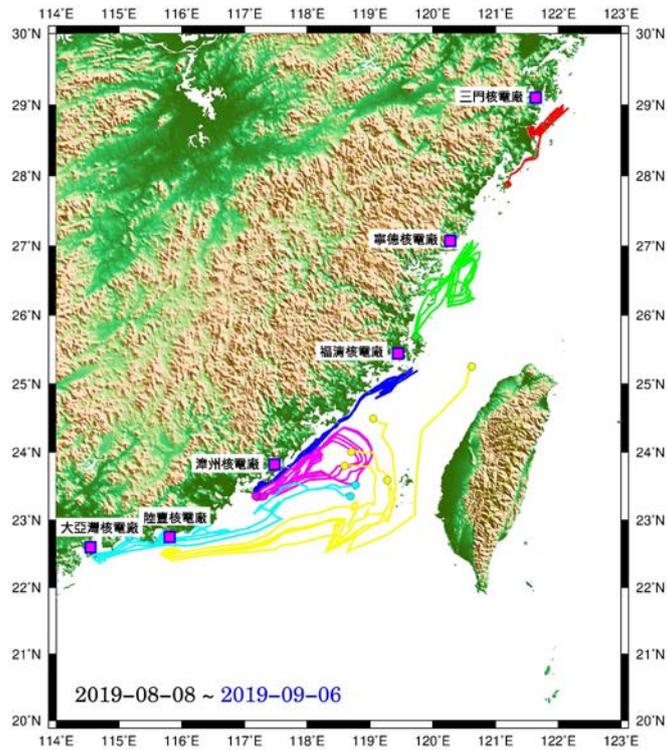
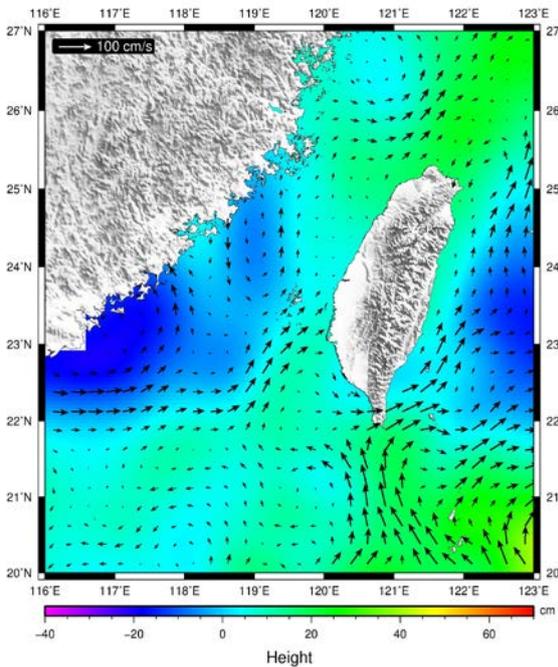


圖 2-4-33 HYCOM 模式於民國 110 (2021) 年 1 月到 10 月期間，於每月 1 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡



AVISO data on 2019-08-16



2019-08-16 Sea Surface Temperature

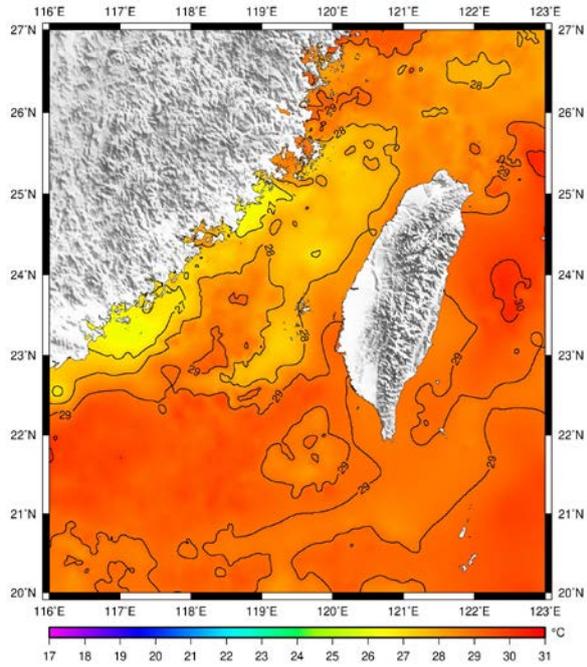


圖 2-4-34 (a)上圖：HYCOM 模式於民國 108 (2019) 年 8 月 8 日從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐等六個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流 30 天的軌跡；(b)下圖左：AVISO 衛星觀測民國 108 (2019) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海面高度異常值與地轉流場分布圖；(c)下圖右：民國 108 (2019) 年 8 月 16 日的臺灣附近海域海表面溫度分布圖

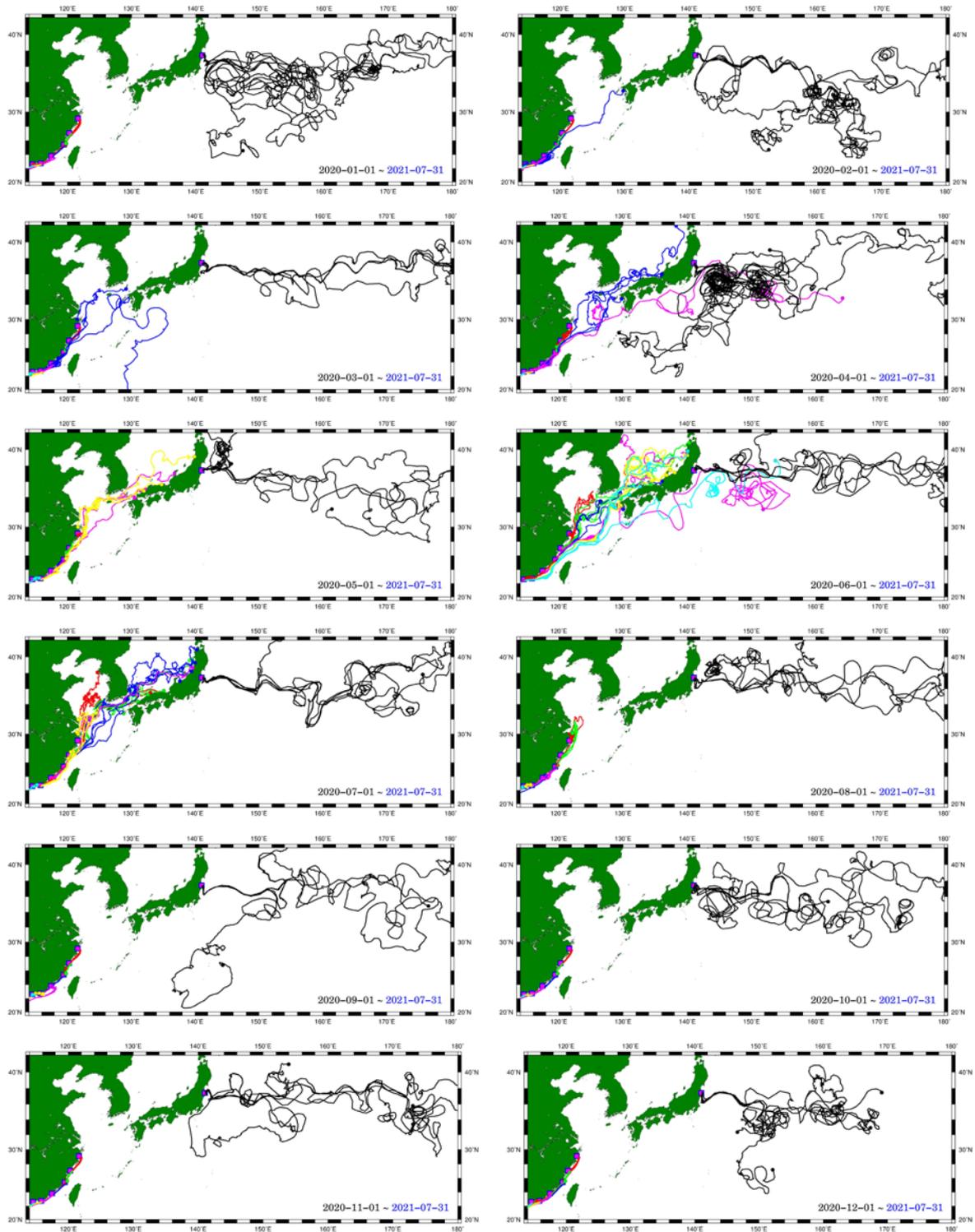


圖 2-4-35 HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1-12 月之每月的 1 日開始從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐及日本福島等七個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流至民國 110 (2021) 年 7 月 31 日的軌跡

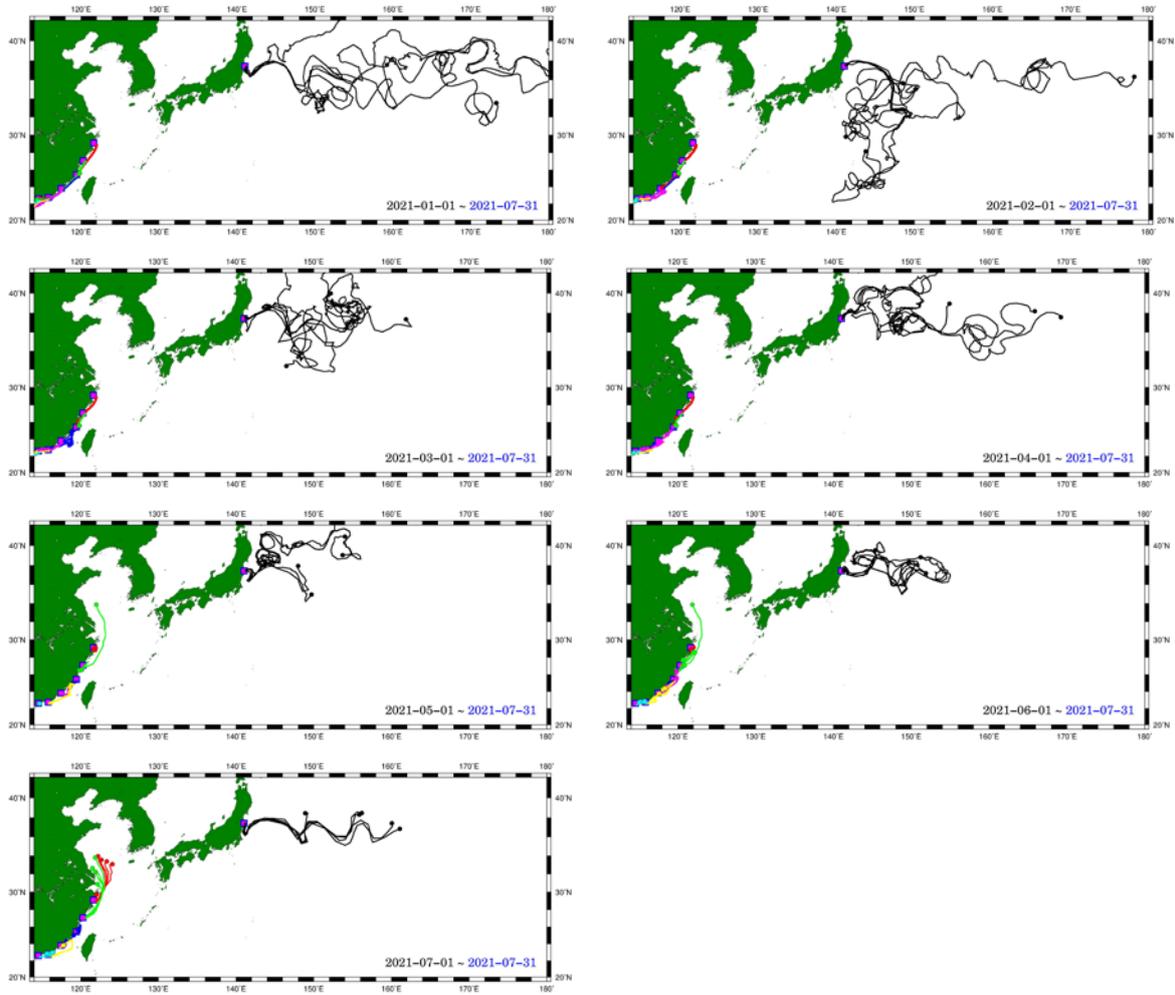


圖 2-4-36 HYCOM 模式於民國 110 (2021) 年 1-7 月之每月的 1 日開始從大陸東南沿岸的三門、寧德、福清、漳州、大亞灣、陸豐及日本福島等七個核電廠，每個電廠外海的 5 個點開始漂流至民國 110 (2021) 年 7 月 31 日的軌跡。

## 五、資料庫建置與網頁展示

### 2.5.1 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。

### 2.5.2 網頁介紹

在網頁部分，其架構如圖 2-5-1，進入首頁後可看到前台部分有關於計畫、相關新聞、計畫目標、研究團隊與區域採樣等五個項目，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，後台中有觀測資料查詢、衛星雲圖、Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 海洋水色衛星、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、Fukushima 漂流軌跡與相關網站等選項。而該網頁固定網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。

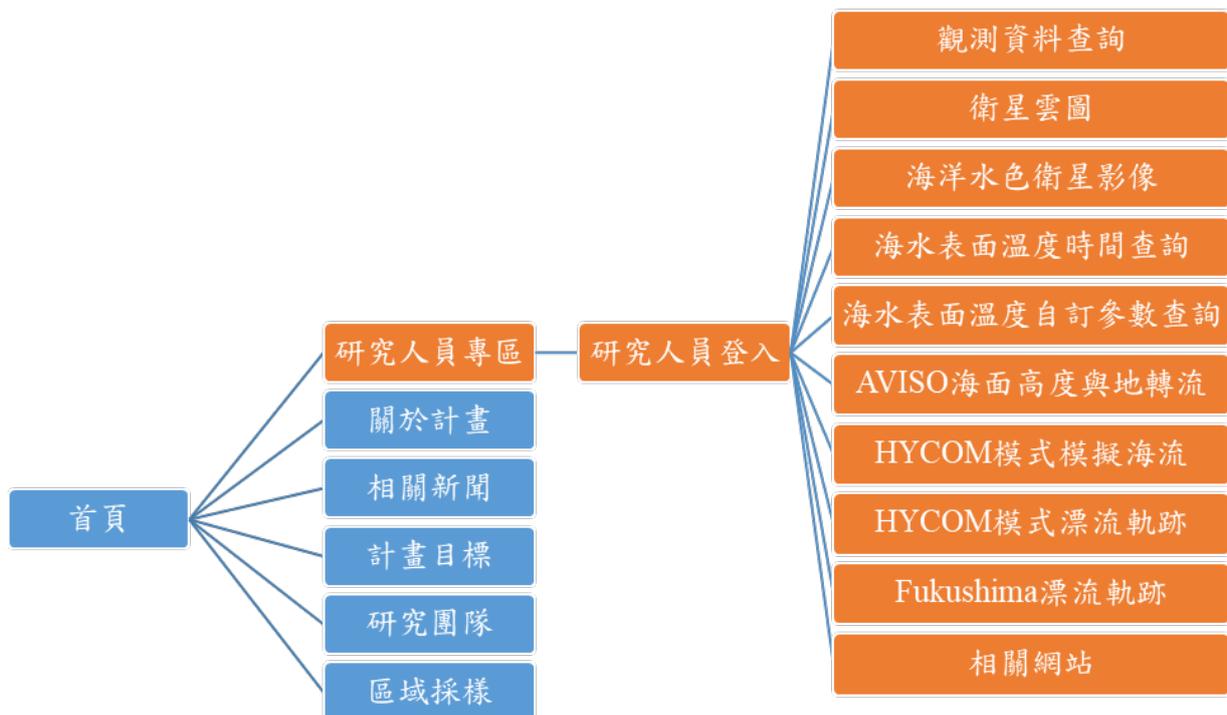


圖 2-5-1 網頁架構

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 2-5-2；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 2-5-3；相關新聞中，放入福島核電廠廢水排放的相關訊息，頁面樣式如圖 2-5-4；計畫目標中列舉本計畫中幾項主要的工作項目，頁面樣式如圖 2-5-5；研究團隊中列出本計畫主要的執行教授群，頁面樣式如圖 2-5-6；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 2-5-7。



圖 2-5-2 網頁首頁



圖 2-5-3 關於計畫頁面



日期	標題	標題
2021-04-13 08:13:00	原委會	日本政府2021年4月13日閣議會議後決定將福島核廢水分批排入海中，原能會表示遺憾
2021-04-11 11:00:00	壹傳媒	日本震後福島核廢水排入大海，民眾強烈反彈，美國國家也呼籲日本三思
2021-04-10 20:31:00	Yahoo新聞	日本提供福島核廢水入海 漁民強烈反彈
2021-04-10 12:11:00	中央通訊社	福島核廢水 日本政府擬2年後持續排入海

圖 2-5-4 相關新聞頁面



#### 計畫目標

依本會政策，推動式規劃台灣海域未來中長期(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，參考國際主流調查方法，掌握核對性物質於海水中的分布特性，輔以深流、氣膠、季風等資訊，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流至台灣海域之可能情形。

圖 2-5-5 計畫項目頁面



#### 研究團隊

- 

**陳鎮東**  
國立中山大學  
海洋科學系 中山講座教授
- 

**李明安**  
國立臺灣海洋大學  
環境生物與漁業科學系 教授
- 

**詹森**  
國立臺灣大學  
海洋研究所 教授

圖 2-5-6 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)、西南(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

圖 2-5-7 區域採樣頁面

### 2.5.3 資料介紹

在後台中，目前衛星雲圖、MODIS 水色衛星、海水表面溫度、HYCOM 模式模擬海流、HYCOM 模式漂流軌跡、AVISO 海面高度與地轉流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已更新至 110 年的第三季，往後資料皆會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。

觀測資料查詢部分有四個功能，分別是能譜分析查詢、海域採樣查詢、銫-137 地圖展示與資料下載，可透過圖 2-5-8 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 2-5-9 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 2-5-10 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、岩心採樣、海水氣）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 2-5-11。

而在選擇銫-137 地圖展示後會進入圖 2-5-12 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。若選擇資料下載，則會提供自 107 年起的所有採樣資料，資料以 EXCEL 的表格及 JSON 呈現 (圖 2-5-13)。

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
	4-13-01-01	2021-10-27	12:08	西區	24°58'13.04"	120°54'46.04"	7.7	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-13-01-02	2021-10-27	12:09	西區	24°58'13.04"	120°54'46.04"	7.7	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-24-01-01	2021-10-20	08:36	西北區	25°19'39.00"	121°24'24.12"	9.8	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-24-01-02	2021-10-20	08:42	西北區	25°19'39.00"	121°24'24.12"	9.8	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>

圖 2-5-8 觀測資料查詢搜尋頁面

觀測資料

[海域採樣查詢](#)
[銻-137地圖展示](#)
[能譜分析查詢](#)
[資料下載](#)

請選取能譜分析種類： [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
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

圖 2-5-9 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](#)
[資料下載](#)

請選擇採樣種類： 海水採樣  沉積物採樣  生物採樣  岩心採樣  海水氣

請選擇地區：

[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
	4-13-01-01	2021-10-27	12:08	西區	24°58'13.04"	120°54'46.04"	7.7	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-13-01-02	2021-10-27	12:09	西區	24°58'13.04"	120°54'46.04"	7.7	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-24-01-01	2021-10-20	08:36	西北區	25°19'39.00"	121°24'24.12"	9.8	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>
	4-24-01-02	2021-10-20	08:42	西北區	25°19'39.00"	121°24'24.12"	9.8	中山大學	<a href="#">瀏覽</a>

圖 2-5-10 觀測資料之海域採集查詢頁面

採樣數據

試驗編號：4-13-01-01      偵測中心編號：

採樣單位：中山大學      採樣人：探海公司

[回上一頁](#)

銻-134 MDA 0.5	
銻-137 MDA 0.5	
取樣體積(輻射物質)	
採水深度	0
海水溫度	25.4
海水鹽度	33.9
天氣	
TA (μmol/L)	2285
TA( μmol/Kg)	2234
pH	8.163

圖 2-5-11 海域採集之採樣數據頁面

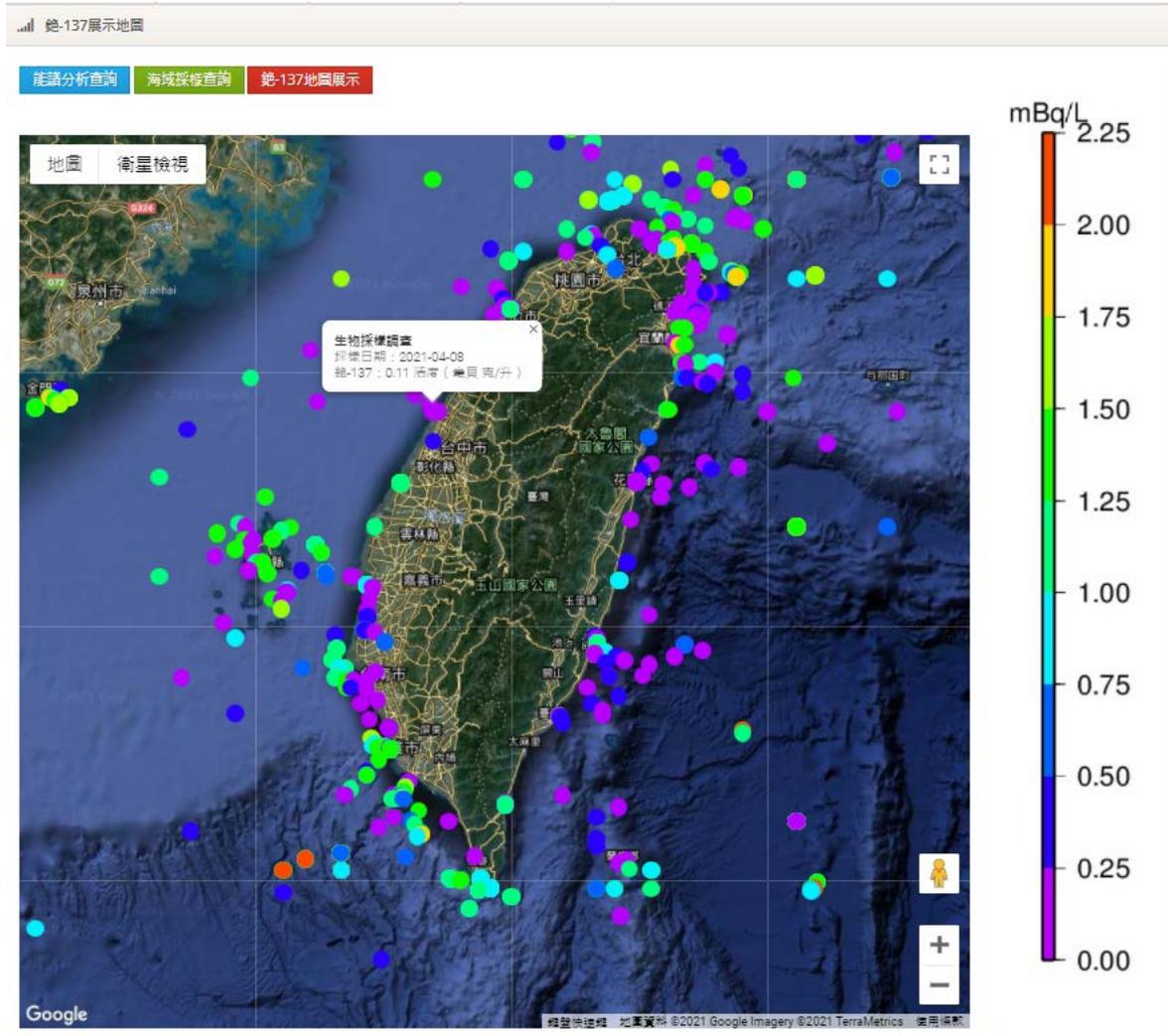


圖 2-5-12 銻-137 地圖展示頁面

data.zip - WinRAR (評估版)

檔案(F) 指令(C) 工具(S) 我的最愛(O) 選項(N) 說明(H)

加入 解壓縮到 測試 檢視 刪除 尋找 精靈 資訊 防毒 註解 自解

data.zip\data - ZIP 壓縮檔, 未封裝大小 1,459,674 位元組

名稱	大小	封裝後	類型
..			檔案資料夾
銻-137地圖.json	111,094	12,934	JSON 檔案
海水採樣.json	321,608	40,575	JSON 檔案
岩心採樣.json	19,088	1,715	JSON 檔案
沉積物採樣.json	135,168	15,565	JSON 檔案
氬採樣.json	122,372	14,850	JSON 檔案
生物採樣.json	197,459	25,982	JSON 檔案
110年海域案採樣總表.xlsx	153,397	142,689	Microsoft Excel 工作表
109年海域案採樣總表.xlsx	164,017	152,844	Microsoft Excel 工作表
108年海域案採樣總表.xlsx	150,600	135,510	Microsoft Excel 工作表
107年海域案採樣總表.xlsx	84,871	80,672	Microsoft Excel 工作表

圖 2-5-13 採樣資料下載樣式

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 2-5-14 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下載即可看放大圖，如圖 2-5-15，在放大圖的模式下，可點選右上方的下載圖示，下載圖片原始檔案觀看更細微的圖片細節，除此之外，使用滑鼠滾輪或是點擊頁面左右方之箭號則可切換搜尋後圖資之上下頁。

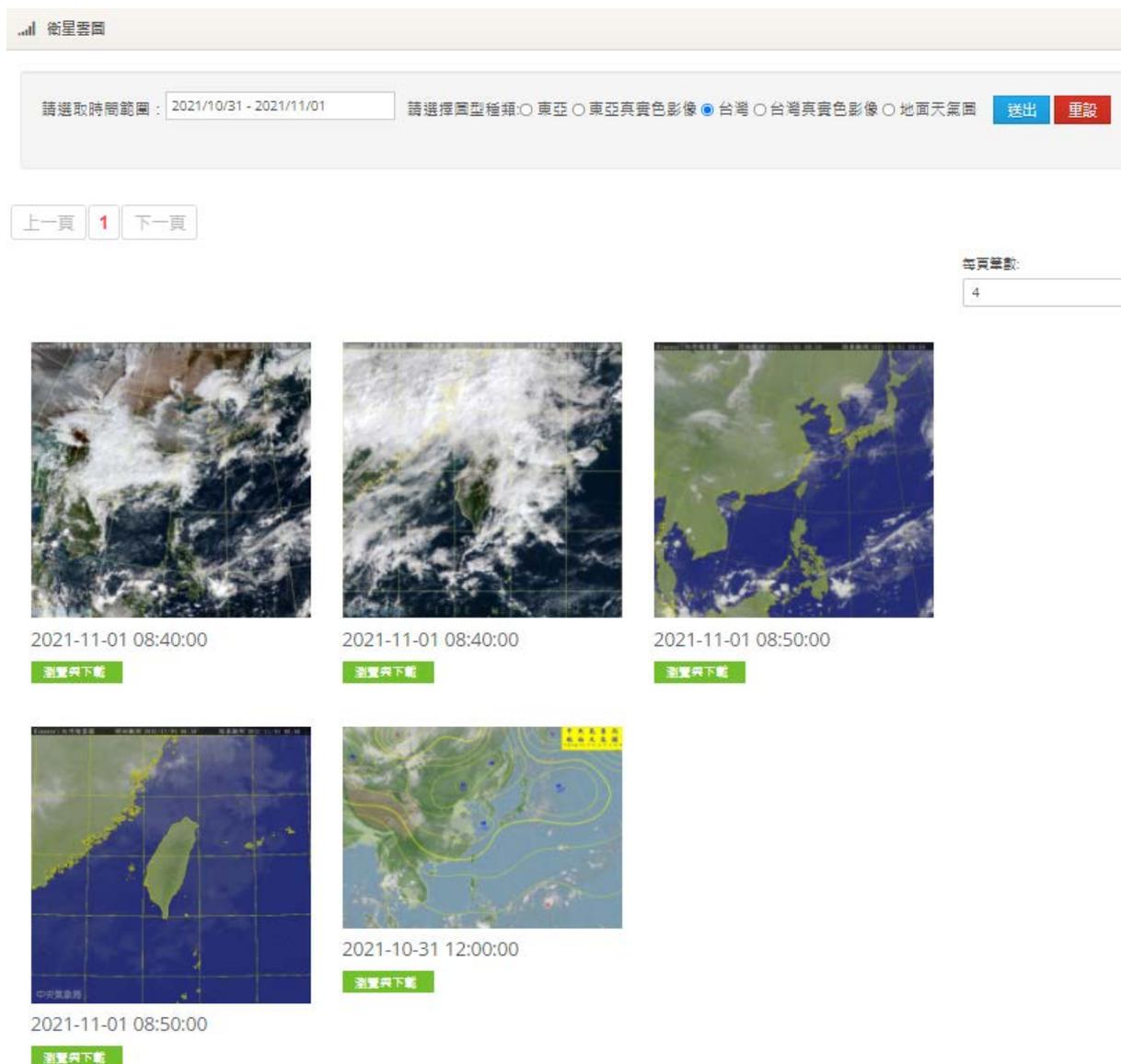


圖 2-5-14 衛星雲圖搜尋頁面

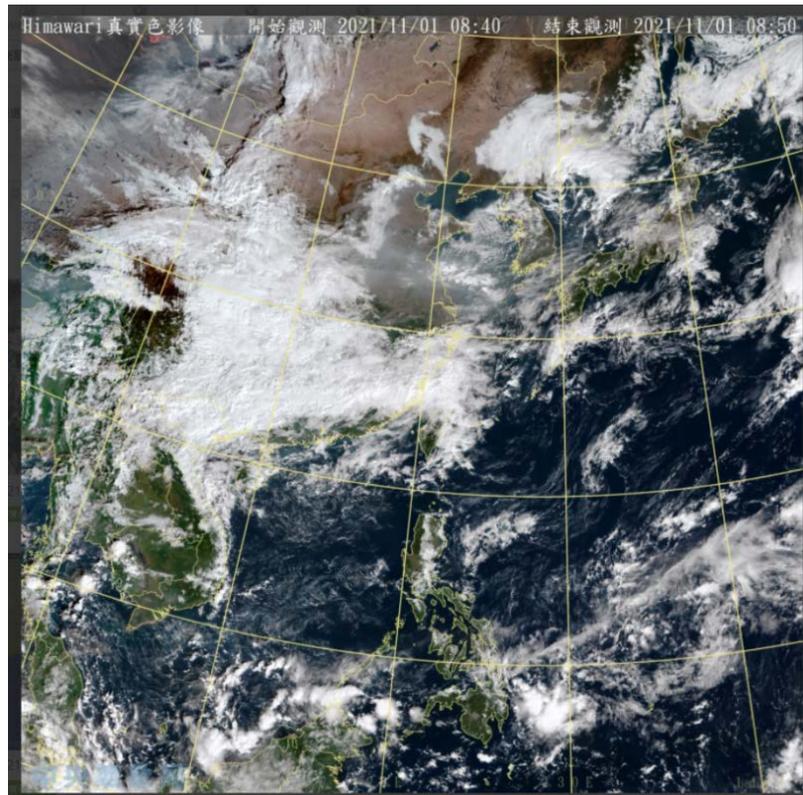


圖 2-5-15 衛星雲圖放大與下載頁面

MODIS 水色衛星部分除了原有的水色衛星影像部分，今年新增了 MODIS 衛星海洋葉綠素的部分，海洋水色衛星部分，提供的圖型種類有 aqua 水色衛星、terra 水色衛星與 SNPP 水色衛星三種；MODIS 衛星海洋葉綠素的部分，提供的圖型種類有 aqua 衛星海洋葉綠素、terra 衛星海洋葉綠素兩種。種類的切換是透過點擊頁面上方之選鈕去做變更。

MODIS 水色衛星影像 (圖 2-5-16) 與 MODIS 衛星海洋葉綠素影像 (圖 2-5-17) 操作介面相似，都是進入的頁面之後，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下載一樣可以看放大圖並下載圖片，在此頁面之功能與前述的衛星雲圖部分相同。MODIS 又稱為中級解析度成像分光輻射度計，是搭載於衛星上的一個重要感測器。海洋水色會因入射光與水中物質或顆粒相互作用而改變，透過水色衛星的資料，可以用來計算物質在海水表面的濃度和生物活動程度，衛星觀測海洋水色提供一個了解全球性的生物活動視野觀點。資料庫中的 MODIS 水色衛星資料是選擇真實色彩的影像，其空間解析度為 250 公尺，時間解析為一天一筆。

MODIS衛星海洋水色查詢

MODIS衛星海洋葉綠素查詢

請選取時間範圍：2021/10/31 - 2021/11/01 請選擇圖型種類： Aqua衛星海洋水色  Terra衛星海洋水色  SNPP衛星海洋水色 [送出](#) [重設](#)

前一頁 1 後一頁

每頁筆數：  
4

2021-10-31 [瀏覽與下載](#)

2021-10-31 [瀏覽與下載](#)

2021-10-31 [瀏覽與下載](#)

圖 2-5-16 MODIS 水色衛星搜尋頁面

MODIS衛星海洋葉綠素查詢

MODIS衛星海洋水色查詢

請選取時間範圍：2021/11/01 - 2021/11/02 請選擇圖型種類： Aqua衛星海洋葉綠素  Terra衛星海洋葉綠素 [送出](#) [重設](#)

前一頁 1 後一頁

每頁筆數：  
4

2021-11-01 [瀏覽與下載](#)

2021-11-01 [瀏覽與下載](#)

圖 2-5-17 MODIS 衛星海洋葉綠素搜尋頁面

海水表面溫度部分，可在進入圖 2-5-18 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下載一樣可以看放大圖並下載圖片，在此頁面之功能與前述的衛星雲圖部分相同。此海水表面溫度資料是使用 Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST) 當中 NASA Jet Propulsion Laboratory, Ocean Biology Processing Group and University of Miami, USA (JPL) 所提供之全球產品 (MUR GLOB)，此資料為 L4 等級的，空間解析約為 1km，時間解析為一天一筆。除此之外，也可以使用海水表面溫度自訂參數查詢 (圖 2-5-19)，畫出特定時間及範圍之海表溫度分布圖，如圖 2-5-20。

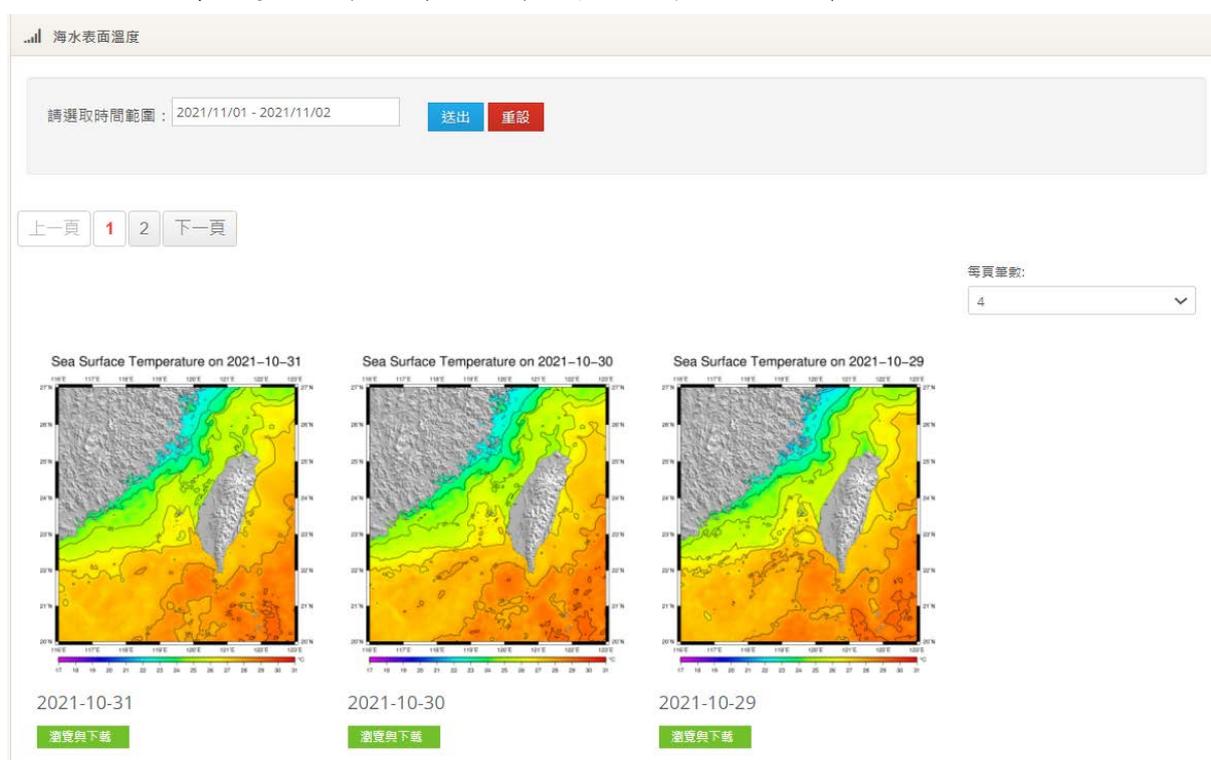


圖 2-5-18 海水表面溫度搜尋頁面



圖 2-5-19 海水表面溫度自訂參數查詢頁面

## SST on 2021-10-31

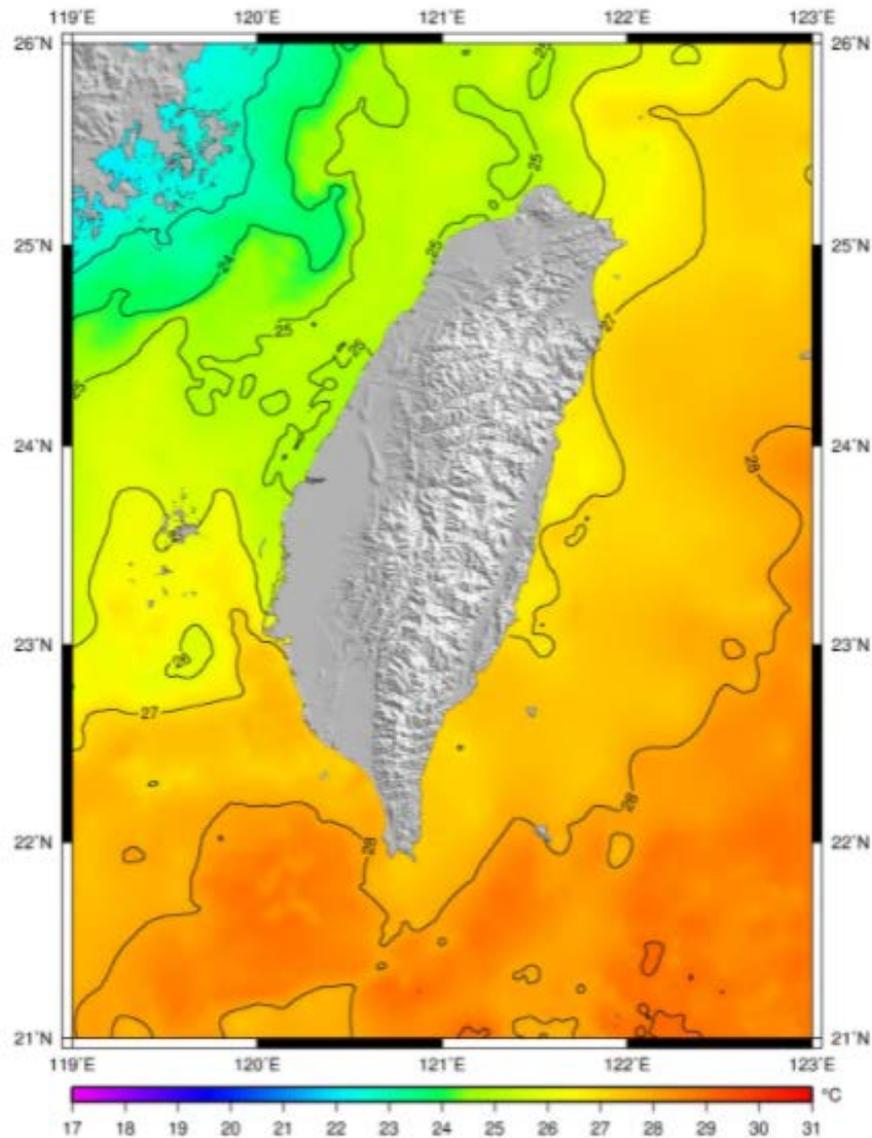


圖 2-5-20 海水表面溫度自訂參數輸出圖片

而海面高度與地轉流部分，可在進入圖 2-5-21 的頁面之後，使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍進行搜尋，每天會產出海面高度異常值，疊上地轉流向量場之圖。在搜尋過後點選圖下方的下載一樣可以看放大圖並下載圖片，在此頁面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。

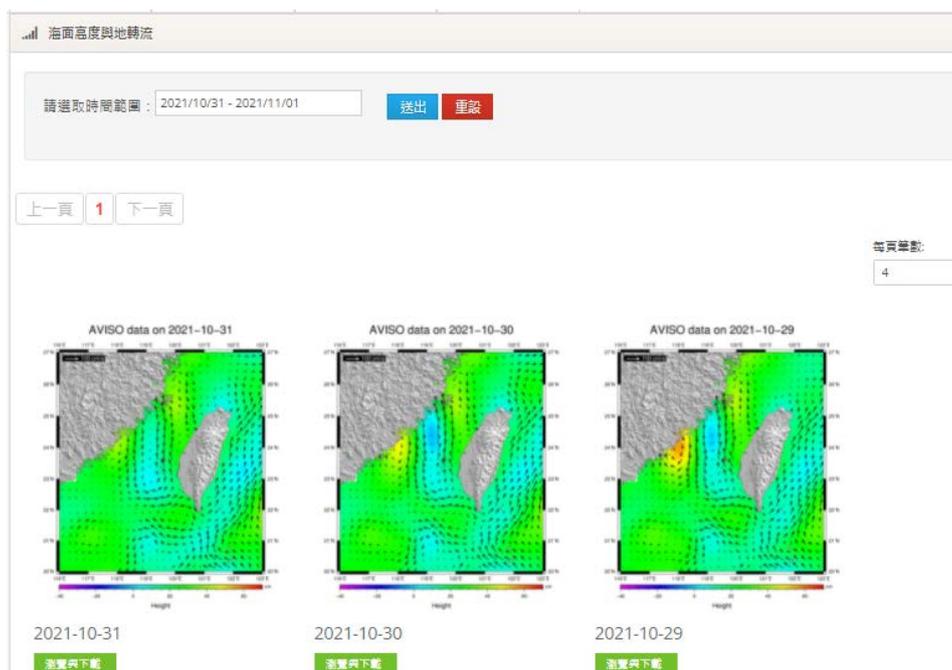


圖 2-5-21 海面高度與地轉流頁面

而 HYCOM 模式模擬資料部分，在進入圖 2-5-22 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下載一樣可以看放大圖並下載圖片，在此頁面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，空間解析在經向約為 1/12 度；緯向約為 1/24 度，時間解析為一天一筆的分析資料。

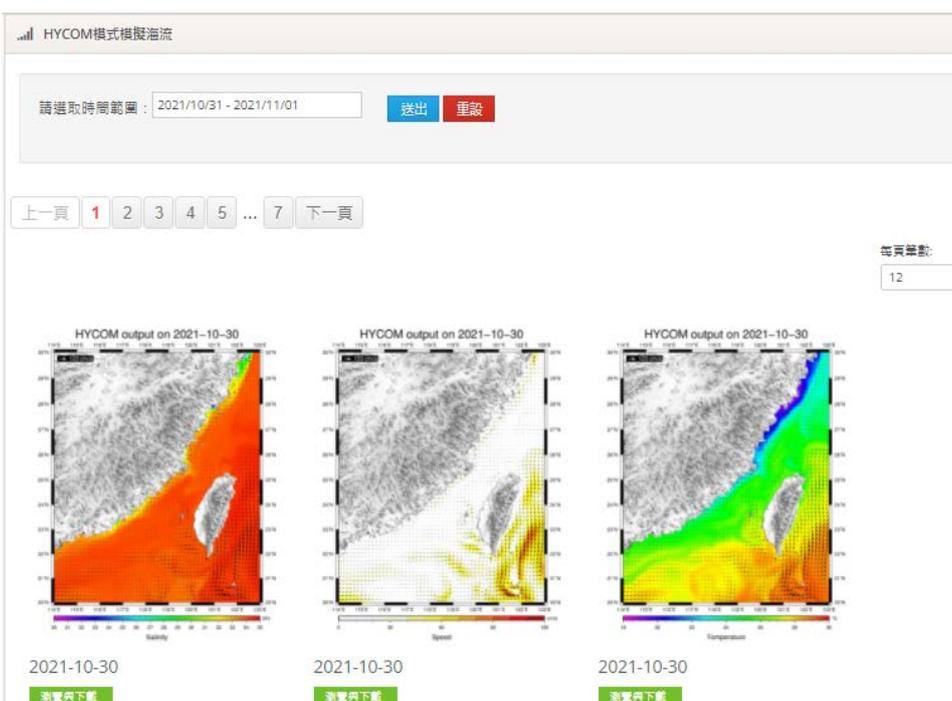


圖 2-5-22 HYCOM 模式資料搜尋頁面

而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡部分，可在進入圖 2-5-23 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，不同顏色的線條代表不同的核電廠，由北而南分別為三門核電廠 (紅)、寧德核電廠 (綠)、福清核電廠 (深藍)、漳州核電廠 (紫)、陸豐核電廠 (黃)、大亞灣核電廠 (淺藍)。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。此外在起始之網格點外，也選擇其上下左右各一點，共有五個點，一同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。而點選圖下方之下載按鈕，會進入圖 2-5-24 之頁面，可點選存檔，儲存影片檔案。

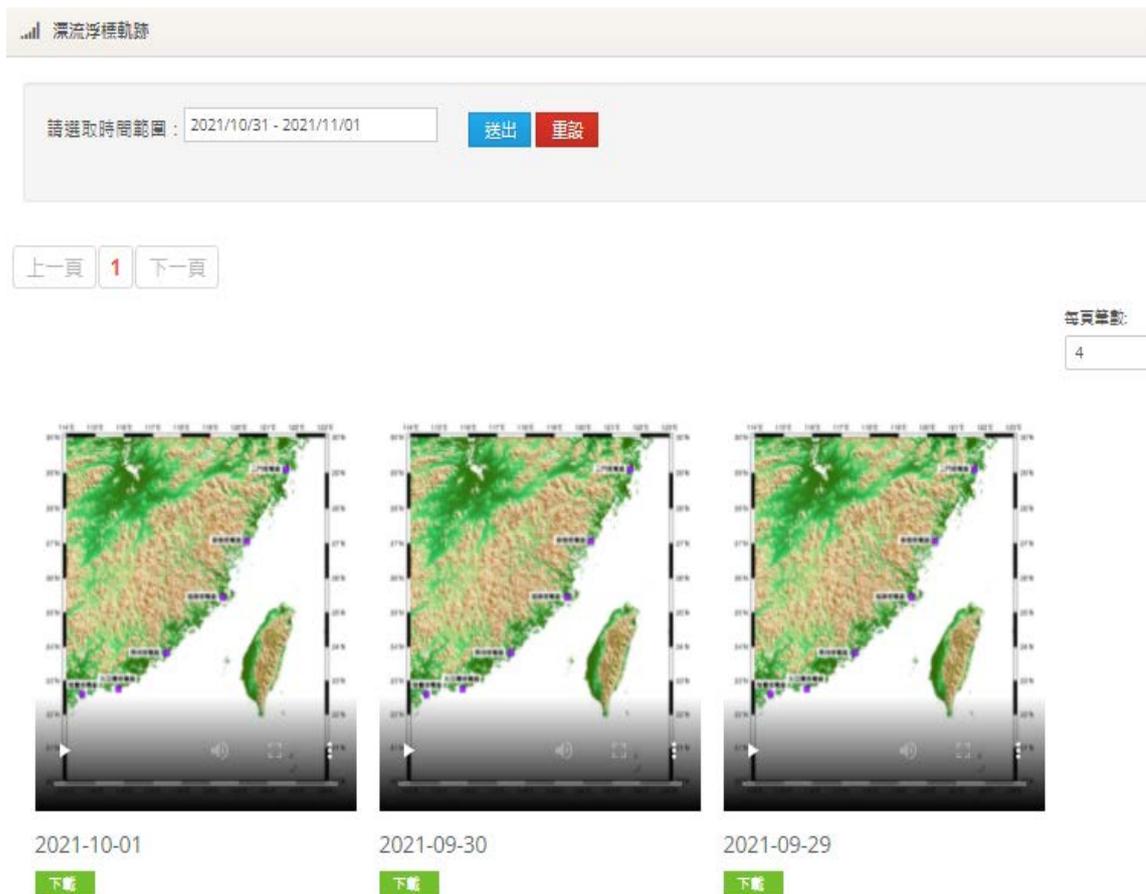


圖 2-5-23 HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面

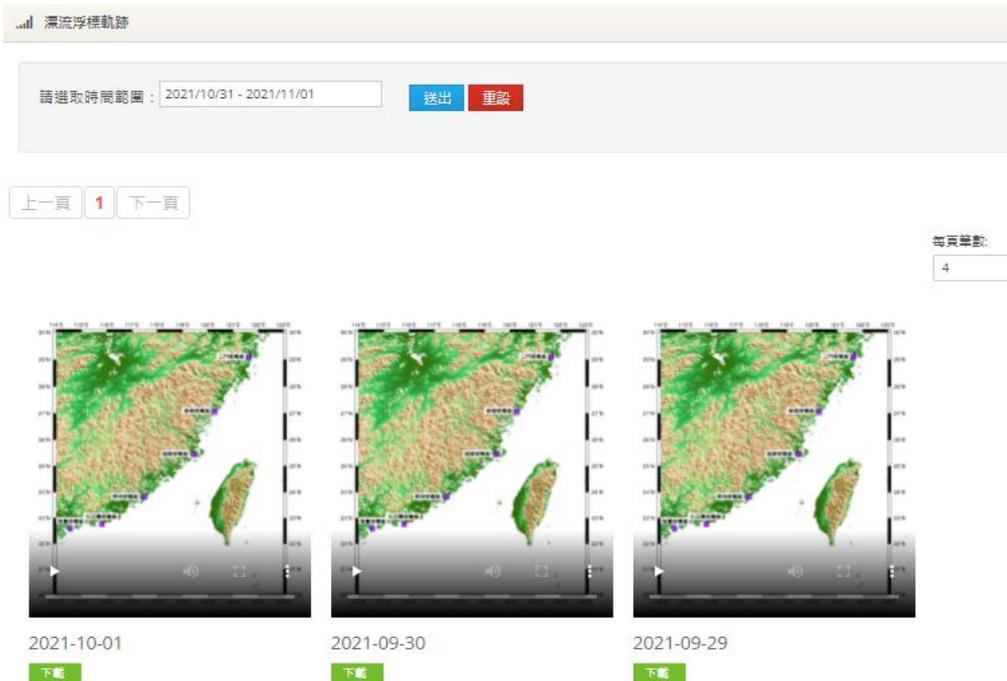


圖 2-5-24 HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫下載頁面

而 Fukushima 漂流軌跡部分，可在進入圖 2-5-25 的頁面後使用上方選擇欄位選擇漂流起始時間進行搜尋，選擇的日期為模擬起始日，每個動畫都是模擬從起始日起至今的漂流軌跡，圖中方形圖示為核電廠所在位置，不同顏色的線條代表不同的核電廠，在中國沿岸之核電廠由北而南分別為三門核電廠（紅）、寧德核電廠（綠）、福清核電廠（深藍）、漳州核電廠（紫）、陸豐核電廠（黃）、大亞灣核電廠（淺藍），而日本外海則是福島核電廠（黑）。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，並選擇其上下左右各一點，共有五個點，一同模擬漂流軌跡。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。而點選圖下方之下載按鈕，可點選存檔，儲存影片檔案。

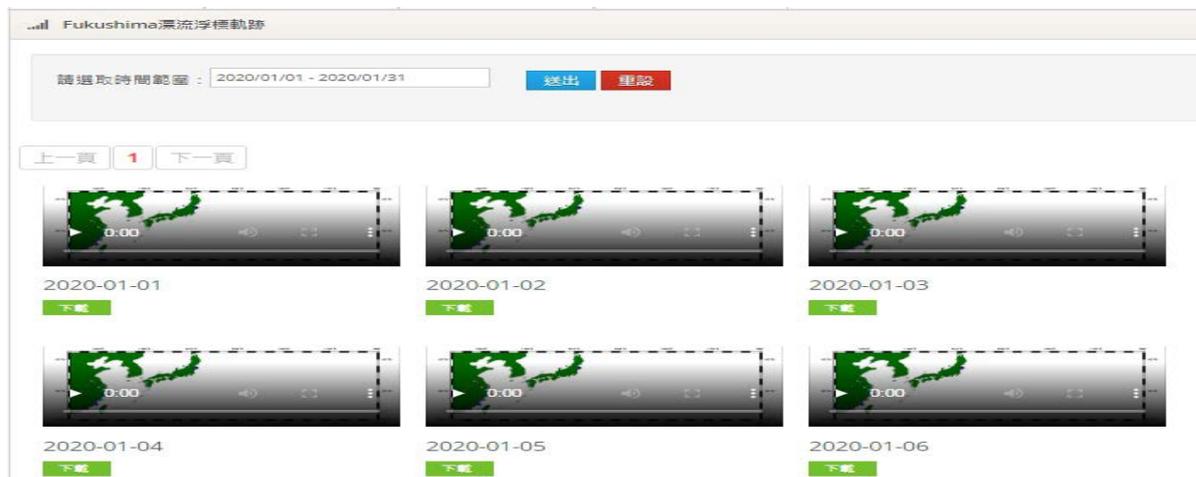


圖 2-5-25 Fukushima 漂流軌跡展示頁面

## 六、工作討論會

### 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. 臺灣海域長期輻射監測調查計畫，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）。
7. 日本福島電廠氙輻射處理水的排放對台灣的影響及建議作為。

## 參、參考文獻

- 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）。
- 平成 31 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，令和 2 年 3 月（2020 年 3 月）。
- 詹森主編（2018）臺灣區域海洋學（二版）。台北市：國立台灣大學出版中心。2018 年 8 月。ISBN: 9789863502876
- 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).
- Centurioni, L. R., P. P. Niiler, and D.-K. Lee. Observations of inflow of Philippine Sea surface water into the South China Sea through the Luzon Strait. *J. Phys. Oceanogr.*, 34, 113-121 (2004).
- Chang, M.-H., S. Jan, V. Mensah, M. Andres, L. Rainville, and Y. J. Yang. Zonal migration and transport variations of Kuroshio off Taiwan induced by eddy impingement. *Deep-Sea Res. I*, 1-15 (2018).
- Chang, Y.-H., M. H. Chang, D. S. Ko, S. Jan, M. Andres, A. Kirincich, Y. J. Yang, and J. H. Tai. Submesoscale eddy and frontal instabilities in the Kuroshio interacting with a Cape South of Taiwan. *J. Geophys. Res. Oceans*, 124, 10.1029/2020JC016123 (2020).
- Chang, Y., K.-T. Lee, M.-A. Lee, and K.-W. Lan. Satellite Observation on the Exceptional Intrusion of Cold Water in the Taiwan Strait, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 20, 661-669 (2009).
- 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).
- Chen, C.-T. A., S. Jan, T.-H. Huang, and Y.-H. Tseng. Spring of no Kuroshio intrusion in the southern Taiwan Strait. *J. Geophys. Res. Oceans*, 115, C08011 (2010).
- Cheng, Y.-H., M.-H. Chang, D. S. Ko, S. Jan, M. Andres, A. Kirincich, Y. J. Yang, and J.-H. Tai. Submesoscale eddy and frontal instabilities in the Kuroshio interacting with a cape south of Taiwan. *J. Geophys. Res. Oceans*, 124, e2020JC016123 (2020).
- 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., J. Wang, C.-S. Chern, and S.-Y. Chao. Seasonal variation of the circulation in the Taiwan Strait. *J. Marine Syst.*, 35, 249–268, doi:10.1016/S0924-7963(02)00130-6 (2002).
- Jan, S., Y.-H. Tseng, and D. Dietrich. Sources of Water in the Taiwan Strait. *J. Oceanogr.*, 66, 211-221 (2010).
- 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).
- 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).
- Jan, S., S.-H. Wang, K.-C. Yang, Y. J. Yang, and M.-H. Chang. Glider observations of interleaving layers beneath the Kuroshio primary velocity core east of Taiwan and analyses of underlying dynamics. *Sci. Rep.*, 9, 11401 (2019).
- 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).
- Liu, C.-L., and M.-H. Chang. Numerical studies of submesoscale island wakes in the Kuroshio. *J. Geophys. Res. Oceans*, 123, 5669-5687 (2018).
- 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)
- Tai, J.-H., K.-C. Yang, and G. Gawarkiewicz. Subtidal current structure and variability of the continental shelf and slope of the northern South China Sea. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 28, 411-423 (2017).
- 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).
- Vélez-Belchí, P., L. R. Centurioni, D.-K. Lee, S. Jan, and P. P. Niiler. Eddy induced Kuroshio intrusions onto the continental shelf of the East China Sea. *J. Mar. Res.*, 71, 83-107 (2013).
- Wang, J., and L.-Y. Oey. Seasonal exchanges of the Kuroshio and shelf waters and their impacts on the shelf currents of the East China Sea. *J. Phys. Oceanogr.*, 46, 1615-1632 (2016).
- Wu, J.W., Xiao, X.Y. and Sun, J. 2020. Distribution and budget of <sup>137</sup>Cs in the China Seas *Scientific Reports*, 10, 8795 (2020).

- 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 <sup>137</sup>Cs in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea: Sources, budgets and environmental implications. *Sci. Total Environ.*, 672, 1004-1016 (2019).

## 附 錄

頁

- 附錄 1：107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作勞務採購案  
(契約編號：1070103) 期末報告定稿本----- 光碟
- 附錄 2：108 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----- 光碟
- 附錄 3：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 109 年期末報告定稿本----- 光碟
- 附錄 4：台灣海域未來中長程 (108~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書----- 光碟
- 附錄 5：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- 光碟
- 附錄 6：台灣海域未來中長程 (110~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書定稿本- 光碟
- 附錄 7：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 110 年度工作期初報告公文 ----- 附錄 7  
發文日期：110 年 1 月 18 日
- 附錄 8：出席「2021 年海洋科學年會暨科技部海洋學門成果發表會」發表論文 附錄 8  
會議日期：110 年 4 月 28~30 日
- 附錄 9：原能會/核研所 109 年度委託研究計畫成果發表會之精簡版  
成果論文及簡報檔 ----- 附錄 9  
(原訂會議日期：110 年 5 月 26 日，因遵守防疫規定已暫緩辦理)
- 附錄 10：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿公文 ----- 附錄 10  
發文日期：110 年 6 月 22 日
- 附錄 11：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 110 年期中報告初稿公文 ----- 附錄 11  
發文日期：110 年 6 月 22 日
- 附錄 12：「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」  
110 年期中工作檢討會會議紀錄 (會議日期：110 年 7 月 30 日) 及  
110 年期中報告初稿審查意見回覆對照表----- 附錄 12
- 附錄 13：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 110 年期中報告定稿本公文 ----- 附錄 13  
發文日期：110 年 8 月 9 日
- 附錄 14：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 110 年期末報告初稿公文 ----- 附錄 14  
發文日期：110 年 11 月 11 日
- 附錄 15：「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」  
110 年期末工作檢討會會議紀錄 (會議日期：110 年 11 月 30 日) --- 附錄 15  
(含附件 1：視訊畫面  
附件 2：110 年期末報告初稿審查意見回覆對照表  
附件 3：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿審查意見回覆對照表)
- 附錄 16：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書定稿本公文 ----- 附錄 16  
發文日期：110 年 12 月 1 日
- 附錄 17：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案  
(契約編號：1081216) 110 年期末報告定稿本公文 ----- 附錄 17  
發文日期：110 年 12 月 2 日

發文日期：110年1月18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110年1月18日

發文字號：中系海洋科學字第1102400020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「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號：1081216) 110年度工作期初報告，請查照。

說明：依貴我契約第五條之(一)說明內容辦理。

正本：行政院原子能委員會輻射偵測中心

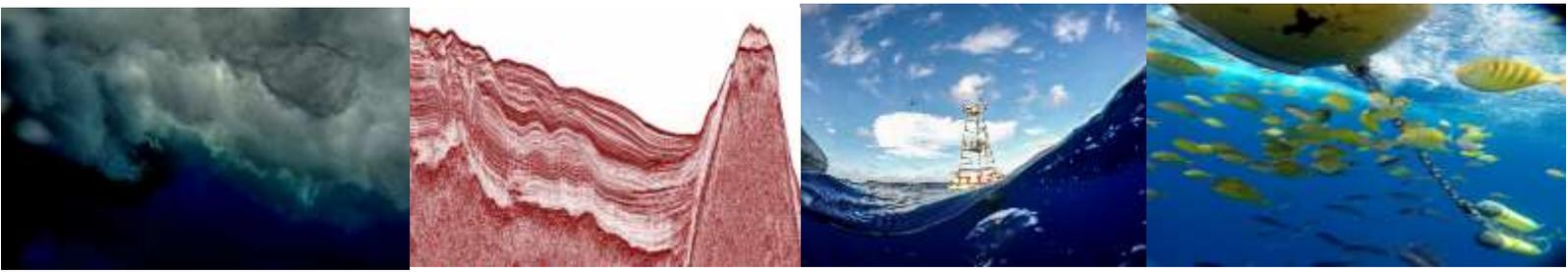
副本：本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行



附錄8：出席「2021年海洋科學年會暨科技部海洋學門成果發表會」發表論文  
會議日期：110年4月28~30日



# 2021 年 海洋科學年會 暨科技部海洋學門成果發表會

**2021 Ocean Science Conference**  
**MOST Ocean Science Project**

目錄

Oceanographic Society of R.O.C.

會議宗旨-----	3
會議組織-----	4
議程與召集人-----	5
論文編號說明-----	6
會議議程-----	7
4月28日下午議程-----	10
4月29日上午議程-----	16
4月29日下午議程-----	22
4月30日上午議程-----	25
海報競賽及海報展示-----	28
海報競賽-----	28
海報展示-----	33
各議程摘要集-----	39
專題演講-----	39
海報競賽-----	187
海報展示-----	242

## 會議宗旨

海洋科學年會為臺灣海洋科學界每年一度的盛會，2020年因武漢疫情因素暫停辦理一次，2021年4月28日至4月30日於澎湖科技大學舉辦。本會議旨在推動「中華民國海洋研究與成果交流」，欲提供研究學人及學子們一個學術交流平台。本次年會舉辦方式由海洋學界相關領域教授、研究人員、博士後研究人員、學生及助理於海洋科學年會中報告最新的研究進展與成果，內容含括物理海洋、海洋地質和地球物理、海洋化學及生物海洋四大專業領域，以求更廣泛的學術交流。

年會內容涵蓋專題演講、海報展示及海報競賽；會議首日將邀請新海研1號、海研2號、海研3號、貴儀中心及資料庫發表科技部海洋學門最新研究成果。同時舉辦青年論壇及海報競賽以鼓勵青年學子學術發表。本會議期許能促進學者間相互瞭解與溝通，及各方研究成果分享與學術交流，由此深化海洋科學研究並推廣海洋科學教育。

## 論文編號說明

### ※口頭報告 XM-N

X：代表場地之編號。詳細之對應關係如下表所示：

代號	4月28日 至 4月30日
A	海科大樓一樓國際會議廳
B	圖資大樓六樓國際會議廳
C	實驗大樓一樓演講廳

M：代表不同日期；N：代表報告於該日場次次序。

如 A1-3 為會議第一日當日 A 場次之第三位報告者。

### ※海報競賽：PC-MN

M 代表海報組別；N 代表海報於該組之次序，代號與組別對應如下：

B：海報競賽生物組：如 PC-B1 為海報競賽生物組第一號

C：海報競賽化學組：如 PC-C1 為海報競賽化學組第一號

G：海報競賽地質/地物組：如 PC-G1 為海報競賽地質/地物組第一號

P：海報競賽物理組：如 PC-P1 為海報競賽物理組第一號

### ※海報展示：PMN

M 代表海報組別；N 代表海報於該組之次序，代號與組別對應如下：

B：海報展示生物組：如 PB1 為海報競賽生物組第一號

C：海報展示化學組：如 PC1 為海報競賽化學組第一號

G：海報展示地質/地物組：如 PG1 為海報競賽地質/地物組第一號

P：海報展示物理組：如 PP1 為海報競賽組物理組第一號

海報展示		海科大樓一樓走廊
海報展示 海報編號	姓名	題目
PC1	江秉崑	
PC2	黃威冀	南海北部微型浮游藻類生物量與時間分佈變化之比較(摘要 p.242)
PC3	董欣維	冬季南海北部海流變化(摘要 p.243)
PC4	呂昀璇	海洋表層遙測與實測葉綠素之時空變化比較(摘要 p.244)
PC5	溫良碩	再懸浮作用對於河海交會區之砷物種動態變化之影響(摘要 p.245-246)
PC6	陳建銘	由珊瑚骨骼探討核爆碳與鈾 236 之訊號差異(摘要 p.247)
PC7	鄭金娥	鯨豚體內持久性有機汙染物的累積-藍鯨(摘要 p.248)
PC8	何苡寧	鈾-236 分析方法之優化:UTEVA 樹脂純化與製備參考樣品(摘要 p.249)
PC9	陳秀航	黑潮中微型塑膠濃度之空間分佈(摘要 p.250)
PC10	Shivangi Singh	Activated carbon magnetic beads engineered polyethyleneimine and development of a 3D printed column with filter membrane for efficient removal of highly toxic Cr6+ from ocean waters
PC11	黃蔚人	2020 年台灣沿近海水 134Cs 及 137Cs 之分布(摘要 p.251)
PC12	吳炫賦	以稀土元素組成特徵探究海洋氣膠中的汙染來源(摘要 p.252)

## 2020 年台灣沿近海水 $^{134}\text{Cs}$ 及 $^{137}\text{Cs}$ 之分布

黃蔚人<sup>1</sup>、陳鎮東<sup>1</sup>、李明達<sup>2</sup>、李明安<sup>3</sup>、楊穎堅<sup>4</sup>、詹森<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立中山大學海洋科學系

<sup>2</sup> 行政院原子能委員會輻射偵測中心

<sup>3</sup> 國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

<sup>4</sup> 國立台灣大學海洋研究所

### 摘要

來自大氣沉降以及 2011 年的福島事件，是在西太平洋上主要的人工放射性銫核種的來源，然而在黑潮以及台灣海峽中之放射性銫核種資料仍不足夠。本研究在 2020 年間，調查台灣鄰近海域中海水  $^{134}\text{Cs}$  (半衰期 2.06 年) 以及  $^{137}\text{Cs}$  (半衰期 30.2 年) 之活度濃度。調查結果顯示，所有海水  $^{134}\text{Cs}$  皆低於偵測極限 ( $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )。海水中  $^{137}\text{Cs}$  之平均活度濃度在表層水 (深度 0-5 公尺) 為  $1.2 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ，在深度為 50-150 公尺之間時， $^{137}\text{Cs}$  活度濃度則介於  $1.2$  至  $1.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  之間，深度深於 200 公尺海水中，則為  $1.6$  至  $1.7 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

$^{137}\text{Cs}$  與  $\sigma_{\theta}$  (位密度差、potential density anomaly) 之間的關係顯示，海水中  $^{137}\text{Cs}$  之極大值出現在  $\sigma_{\theta}$ :  $24.8$  至  $26.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  之密度層。該密度層與西太平洋亞熱帶典型水 (subtropical mode water) 以及中典型水團 (central mode water) 之特徵一致。這項主要結果與前兩年之結果一致。此外，即便表層水的  $^{137}\text{Cs}$  平均值仍與前兩年之平均值相近，本年度在表層水中並未發現前兩年所發現之  $^{137}\text{Cs}$  次高值。綜上， $^{134}\text{Cs}$  及  $^{137}\text{Cs}$  在各深度之測量結果都低於原子能委員會之調查基準值 ( $2000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )。

## 台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案

### Study of radiation background in waters off Taiwan

(計畫編號：AEC109011)

黃蔚人<sup>1</sup> 陳鎮東<sup>1</sup> 李明安<sup>2</sup> 詹森<sup>3</sup> 楊穎堅<sup>3</sup> 徐明德<sup>4</sup> 蔡文賢<sup>4</sup> 李明達<sup>4</sup>

<sup>1</sup>國立中山大學海洋科學系 <sup>2</sup>國立海洋大學環境生物與漁業科學系

<sup>3</sup>國立臺灣大學海洋研究所 <sup>4</sup>行政院原子能委員會輻射偵測中心

#### 中文摘要

本案於民國 109 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順道採集海水樣品 (含 200 公尺以深之海水)、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洋生物、表層海水，並計量上述所有樣品中天然 (主要為鉀-40 (K-40) 以及人工放射性核種 (銫-137 (Cs-137)、銫-134 (Cs-134))。爾後中山大學團隊接續海洋生物鑑定、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，並提供資料庫可供查詢。

109 年度中，台灣鄰近海域中人工放射性核種 (Cs-137 以及 Cs-134) 之放射性活度皆小於調查基準值 (2 貝克/升)。海水 Cs-134 測值皆低於偵測極限 (0.5 毫貝克/升)。主要的 Cs-137 峰值於 200~300 公尺之深水 (<2.2 毫貝克/升)，透過前人文獻、海洋物理資料、海洋化學之水團分析以及主變量分析，結果初步顯示，Cs-137 之主要峰值與亞熱帶典型水團 (Subtropical Mode Water) 之特徵一致，但兩者間之關係仍待進一步調查。相較於前兩年發現在表層海水發現 Cs-137 次峰值，今年度該特徵則不明顯。海洋生物中，魚之 Cs-137 數值皆小於 0.61 貝克/公斤，蝦則小於 0.09 貝克/公斤，海底沉積物以及岸沙中的 Cs-137 數值皆小於 0.82 貝克/公斤。團隊並提出未來長期監測之執行策略，建議先確認「放射性核種在海水垂直分布中之極大層」之深度範圍，再依照該深度尋找其水平分布。若監測發現異常極大值，則採溯源追蹤或後續擴散等兩種形式調查。

#### 英文摘要

This project assisted in collecting seawater and sediment samples surrounding Taiwan by the group led by the National Sun Yat-sen University

during 2020. The Atomic Energy Council Radiation Monitoring Center collected marine biota and measured the activity of natural and anthropogenic radionuclides of all samples. Our group identified the marine biota. Physical models and oceanic chemical parameters were used to assess 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 criteria of survey value ( $2 \text{ Bq m}^{-3}$ ). The activity of short half-time Cs-134 was lower than the detection limit ( $0.5 \text{ Bq m}^{-3}$ ). The primary Cs-137 peak was in seawater at 200 to 300 m depth. The temperature and salinity characteristics of primary Cs-137 peak were consistent with the ones of Subtropical Mode Water. But the relationship between them needs further investigation. The secondary Cs-137 peak in the surface waters during 2018 and 2019 was unclear in surface waters taken this year. In addition, the Cs-134 activities of marine biota samples, including fishes and shrimps, were lower than  $0.6$  and  $0.09 \text{ Bq kg}^{-1}$ . Cs-137 activities in sediments and sands were lower than  $0.82 \text{ Bq kg}^{-1}$ . The strategy of long-term monitor strategy is to identify the primary peak along the vertical water column and follow the depth of the primary peak to find its horizontal distribution later. If an abnormal peak were observed, the strategy is to trace its source and follow its dispersal distribution.

## 壹、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，其中海生物樣品由原能會輻射偵測中心協商跨部會單位協助採樣，以完成臺灣周遭海域輻射狀況之基本調查。本案並以洋流、氣候、季節等資訊，設計模式研判中國沿岸核電廠與日本福島事故所排放之放射性核種漂流至臺灣海域之可能情形，藉此科學理論依據以選定最適之輻射監測取樣站位等項目，規劃長程輻射監測調查計畫。

## 貳、重要成果

### 一、說明研發成果之重要貢獻

#### (一) 樣品分析結果：無異常。

109 年度本計畫中臺灣鄰近海域之監測結果如表一，海水及沉積物之人工放射性核種 Cs-137 分析結果皆低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之紀錄基準值(水樣為  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ；沉積物為  $3 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )及調查基準值(水樣為  $2000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ；沉積物為  $74 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 此外 Cs-134 活度則都低於偵測極限  $0.5 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。根據衛福部食藥署規定，食品之 Cs-134 及 Cs-137 總和需低於  $100 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，而本計畫海生物之計測結果皆遠低於標準值。

## (二) 特徵分析

本研究透過 Cs-137 活度對密度關係圖，企圖了解 Cs-137 在本海域及鄰近海域水團特性之關係，並使用本年度(2020)以及 2018 至 2019 年之成果，再加上 2016 年福島海域之文獻資料(日本平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費事業調查報告書)，進行比較。

結果顯示 2020 年在臺灣鄰近海域中 Cs-137 之相對高值來自於  $\sigma_\theta$  大約 24.5-26.15  $\text{kg m}^{-3}$  之特徵水團(深度約 125-400 公尺深之間)。 $\sigma_\theta$  高於 26.2 則來自於更深水層(例如  $\sigma_\theta=26.98 \text{ kg m}^{-3}$  來自於 600 公尺深)，其 Cs-137 活度則降低。本研究結果得到之 Cs-137 高值之  $\sigma_\theta$  特徵與福島海域之文獻資料相近，也與歷年分析結果相近(圖 4)。

Subtropical Mode Water (STMW)為北太平洋渦旋中靠近西北太平洋一帶，水團  $\sigma_\theta$  介於 25.0 至 25.6  $\text{kg m}^{-3}$ 。儘管 Men et al. (2015) 以及 Inomata et al. (2018 及其引用文獻)曾報導其中的 Cs-137 分布，該水團與臺灣鄰近海域間之關係仍有待進一步釐清。

## (三) 資料庫建置與網頁展示

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，本計畫設置一個資料庫平台網站，彙整計畫相關資訊，網頁網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。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(圖 2)，亦可模擬輻射物質漂流軌跡(圖 3)。

## 二、學術成就方面，共發表國內外研討會及期刊論文

109 年度本計畫於 109 年地質年會發表 107-108 年度之計畫成果，題目為：Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019。

## 參、展望

經過本案三年多來之調查，本年度(民國 109 年)與前兩年之差異主要有以下兩點，第一、東北區深層水的 Cs-137 高值略為下降，而西南區之深水高值則略為上升；第二、整體而言，表層水的次高值較難在今年觀察到。儘管主要的特徵-主峰值-仍然相同，然而三年來的空間變異，顯示出未來仍有值得持續調查的需要。本案除了對民生有助益之外，也將對臺灣沿近海如何受鄰近洋流影響做出貢獻。

未來長期監測之執行策略，建議規劃海水樣品採樣時先確認「極大層」之深度範圍，再依照該深度尋找水平分布。各監測站位在平時建議採垂直採樣分布之形式，並依深度或  $\sigma_\theta$  採集水樣。若監測發現異常極大值，則採溯源追蹤或後續擴散等兩種形式調查(圖 4)。

表1、臺灣鄰近海域水深1至1000公尺海水、沉積物及海生物加馬能譜計測結果(海水Cs-134 MDA值為 $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ，Cs-137 MDA值為 $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 。沉積物Cs-134 MDA值為 $0.10 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，Cs-137 MDA值為 $0.05 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。及海生物Cs-134 MDA值為 $0.03 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，Cs-137 MDA值為 $0.04 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )。

	海水樣 ( $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ )	沉積物 ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	海生物-魚 ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	海生物-蝦 ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	海生物-貝 ( $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Cs-134	-	-	-	-	-
Cs-137	0.72~2.20	< 0.82	< 0.61	< 0.09	-
樣品數	199	82	110(批)	13(批)	4(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

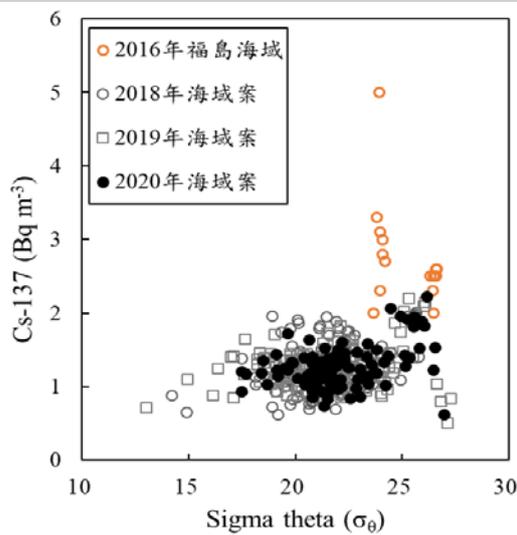


圖 1、臺灣鄰近海域各深度海水之 Cs-137 活度與密度圖

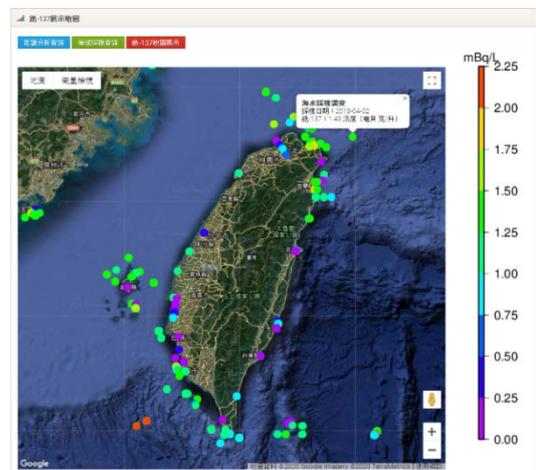


圖 2、能譜分析結果(Cs-137)地圖展示

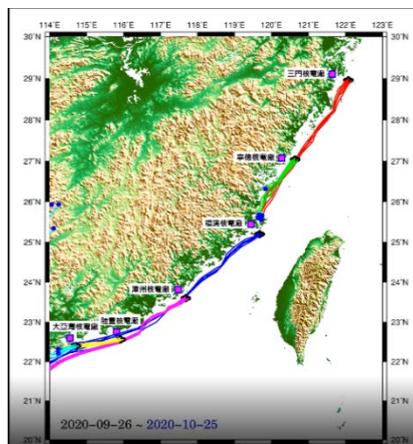


圖 3、HYCOM 模式模擬漂流軌跡

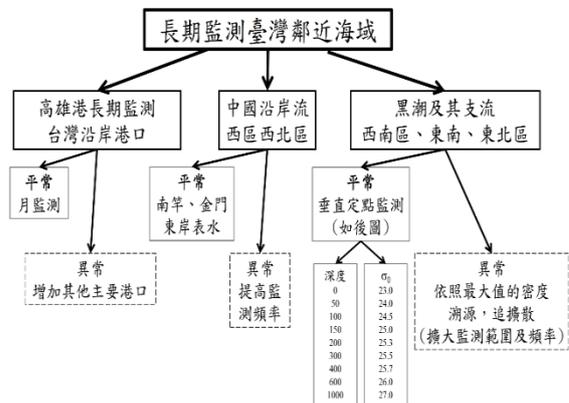


圖 4、台灣鄰近海域長期監測規劃示意圖

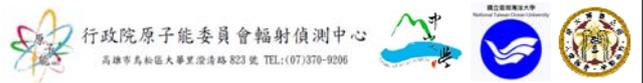
# 計畫名稱：台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案

受委託單位：國立中山大學

報告人：陳鎮東

中華民國 110年5月26日 (會議預定日期)

1



## 行政院原子能委員會輻射偵測中心 台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案

黃蔚人<sup>1</sup> 陳鎮東<sup>1</sup> 李明安<sup>2</sup> 詹森<sup>3</sup> 楊穎堅<sup>3</sup>

<sup>1</sup>國立中山大學海洋科學系

<sup>2</sup>國立海洋大學環境生物與漁業科學系

<sup>3</sup>國立臺灣大學海洋研究所

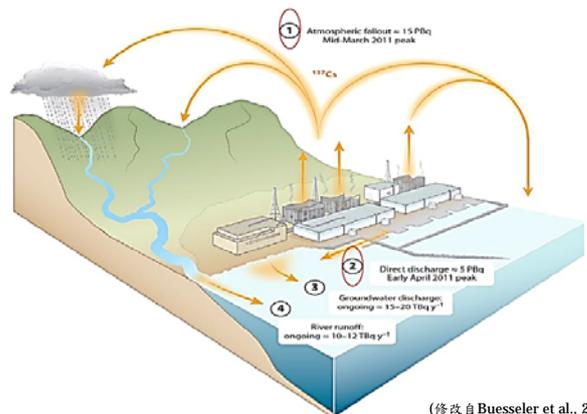
2

### 大綱

- 前言、緣起
- 方法
- 研究成果：
  - 海水樣及沉積物
  - 海洋生物
  - 資料庫及網站
- 結論

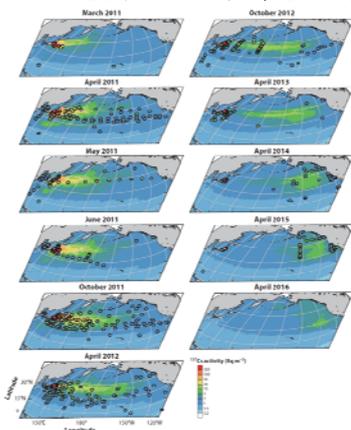
3

### 福島事件放射性核種流至海洋之途徑



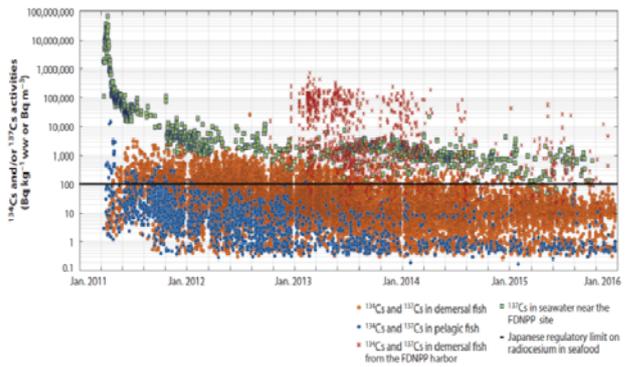
(修改自 Buessler et al., 2017) 4

### Cs-137之活度在北太平洋表水分布圖

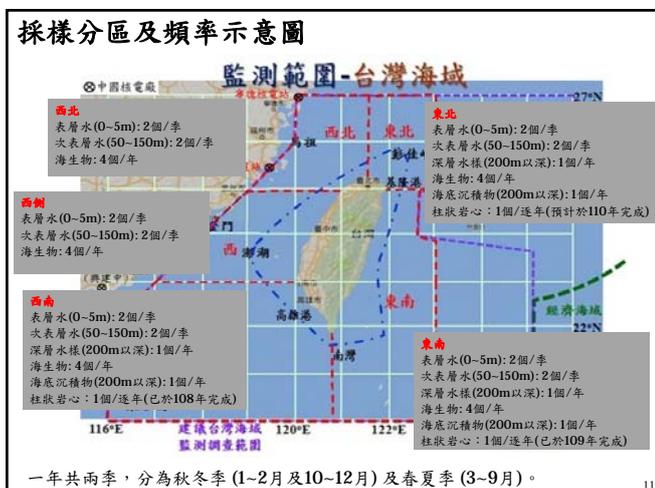
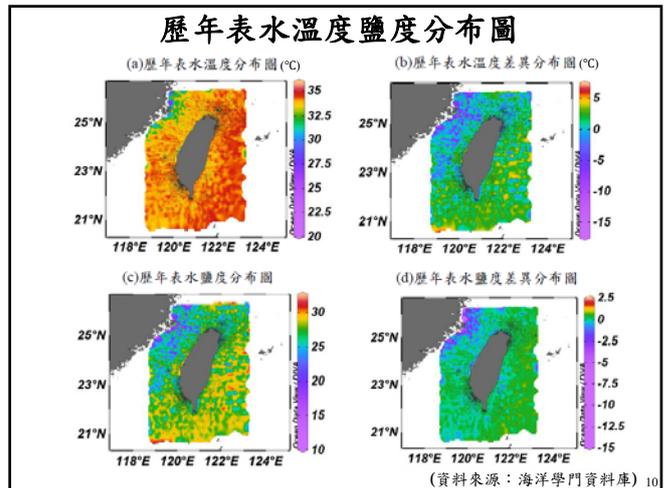
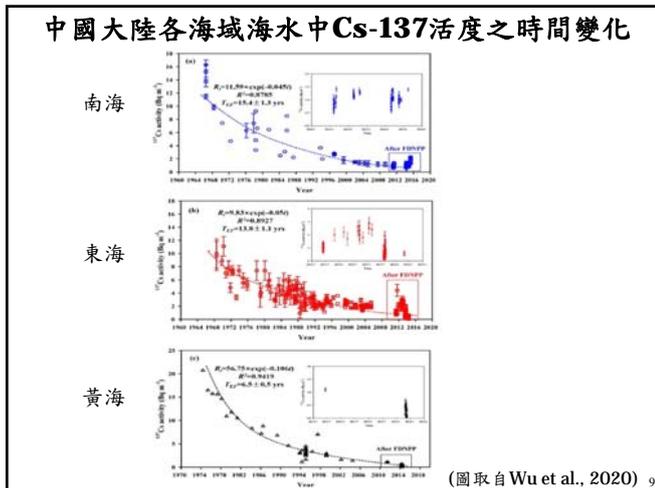
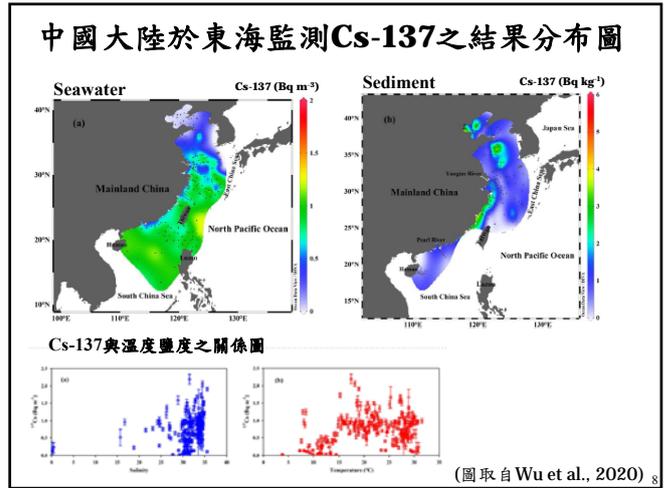
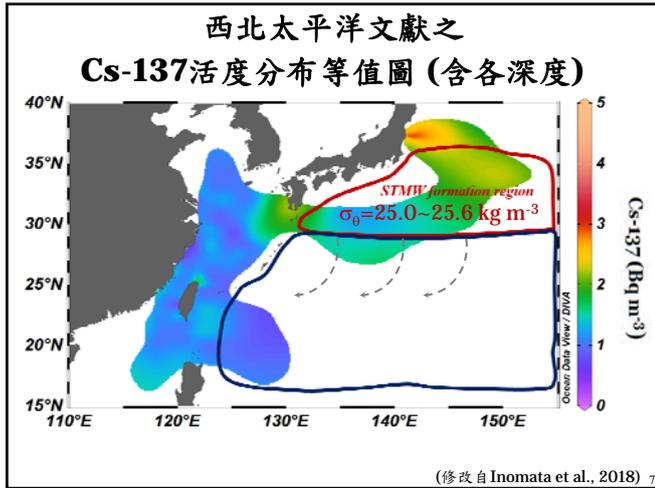


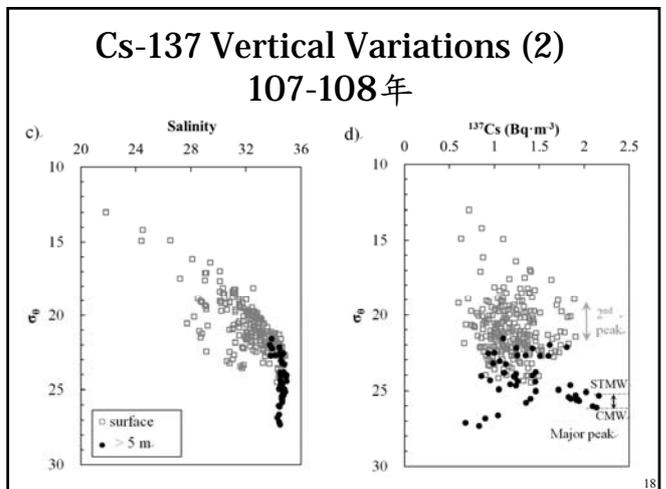
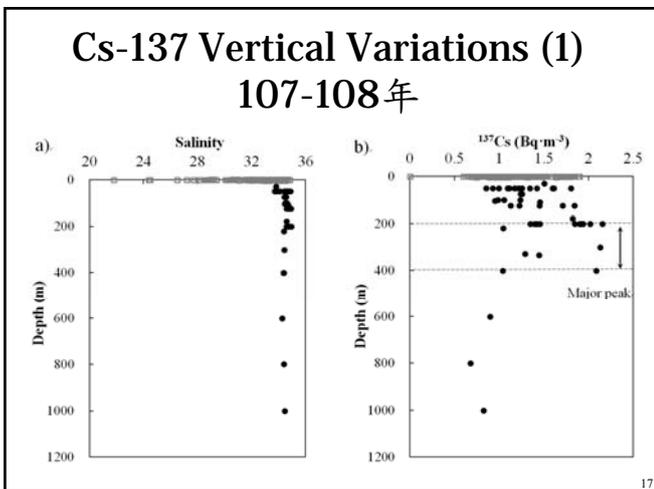
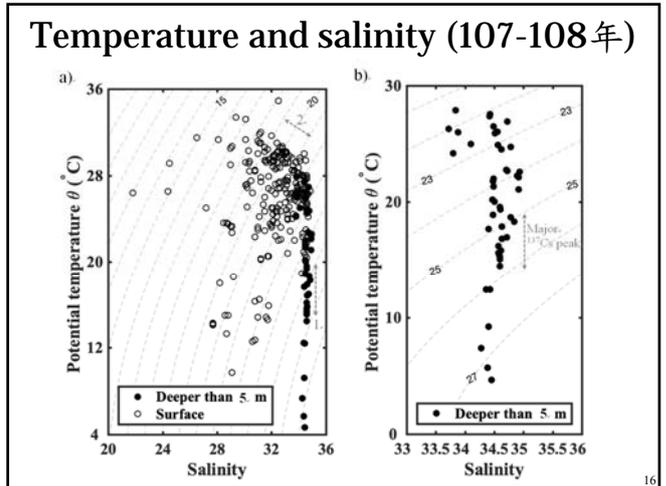
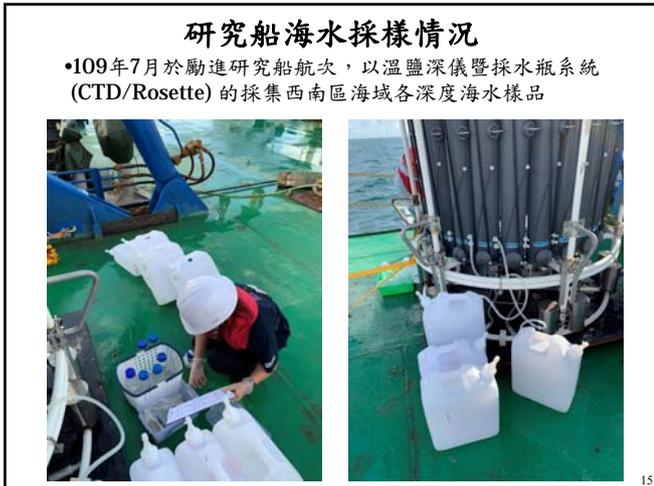
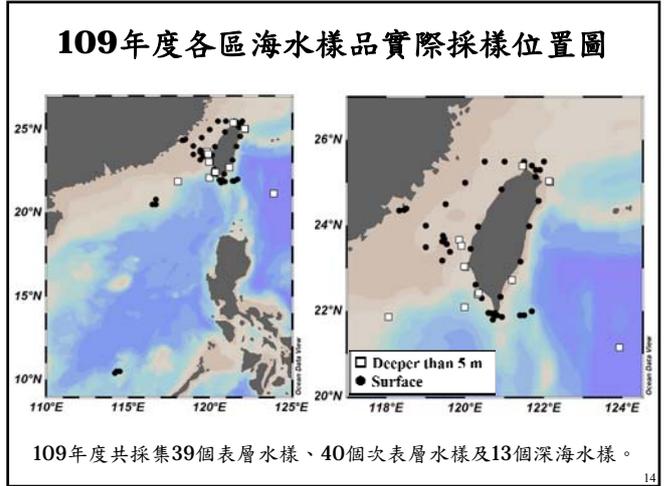
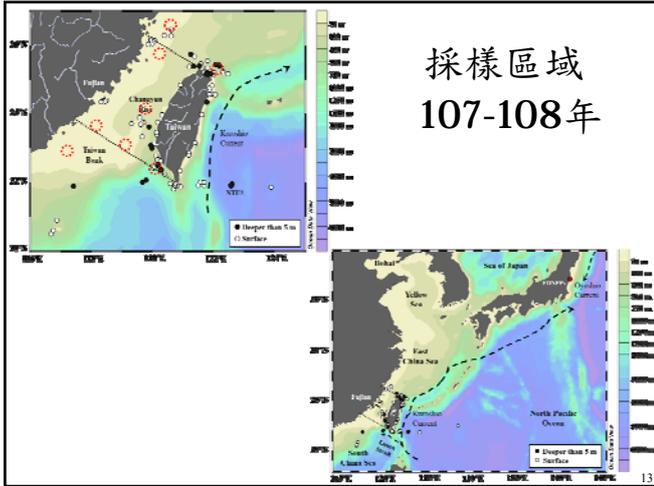
(摘自 Buessler et al., 2017) 5

### 日本福島港口及其鄰近海域多種遠洋及底棲魚類中Cs-134或Cs-137活度之時間變化

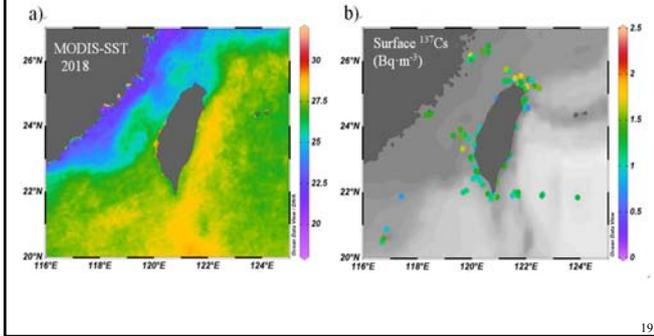


(引用自 Buessler et al., 2017 及其中之多筆資料來源) 6

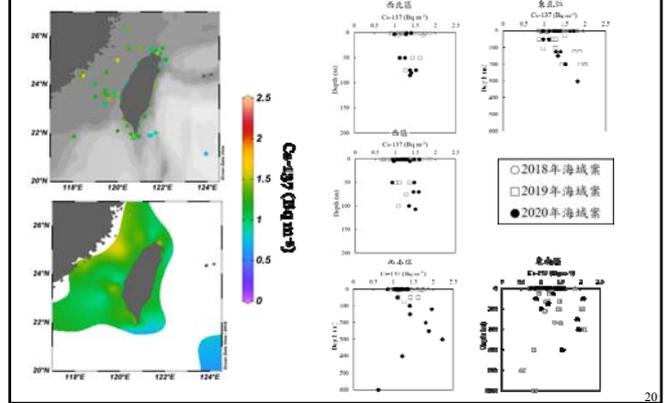




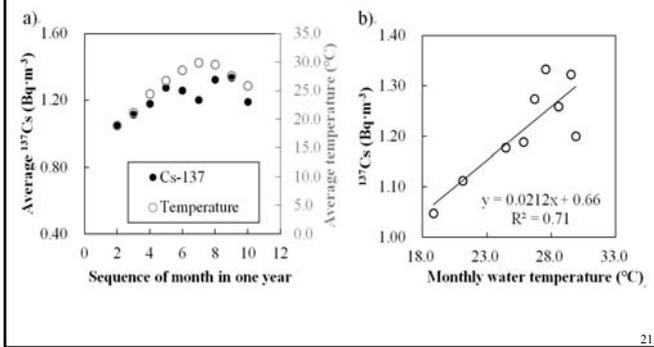
## Cs-137 Surface Variations 107-108年



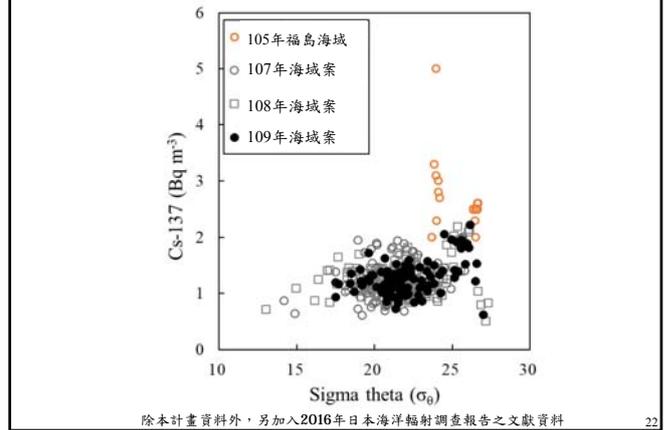
## 臺灣鄰近海域海水中Cs-137活度 分布圖及剖面圖



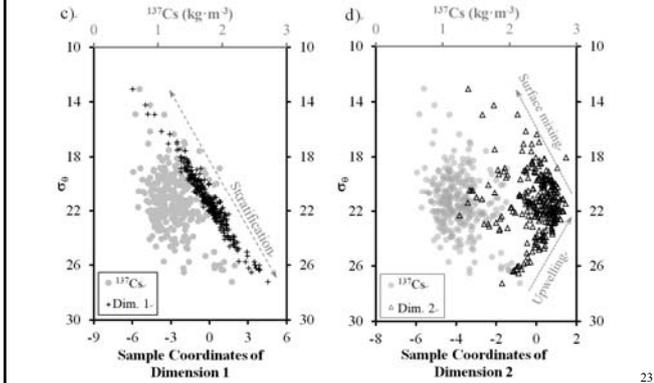
## Seasonal variations 107-108年



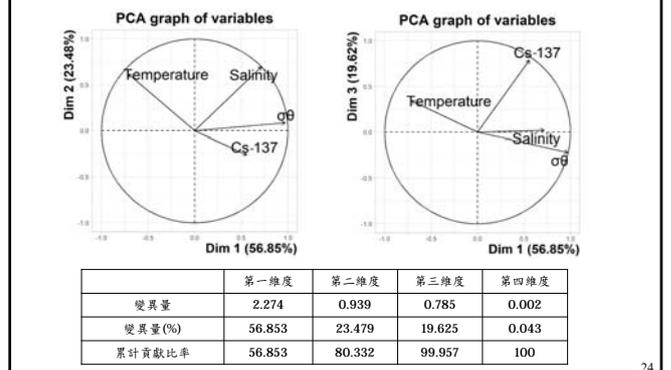
## 西北太平洋各深度海水之Cs-137活度與密度圖



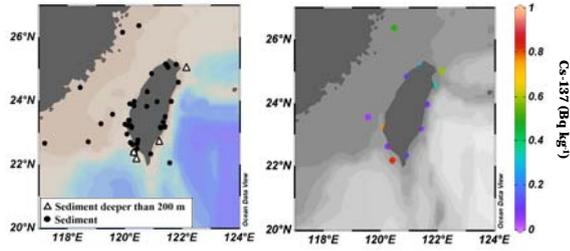
## PCA results (2) 107-108年



## 臺灣鄰近海域海水之銫-137活度、溫度、 鹽度及密度主變量分析結果 (107-109年)



### 沉積物採樣位置及Cs-137活度分布圖

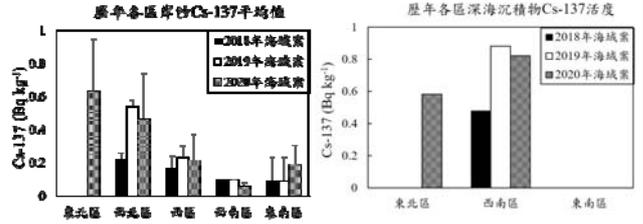


109年度本計畫沉積物採集執行率

	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)	2/1	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)	108年已完成	1/1	

25

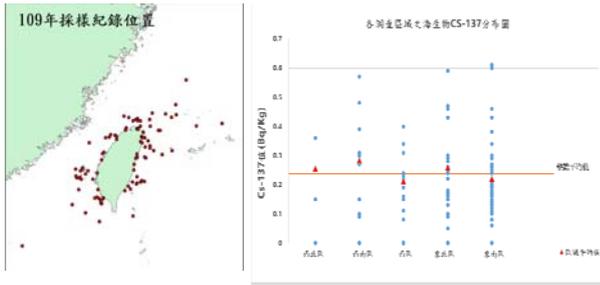
### 歷年沉積物Cs-137活度分布圖



- 2018及2019年(107-108年)東北區岸砂之鈉-137活度皆小於最低可測活度。
- 2019及2020年(108-109年)東南區200公尺以深海底沉積物之鈉-137活度皆小於最低可測活度。

26

### 各調查區域海洋生物Cs-137活度分布圖



整體海洋生物之平均鈉-137值為0.237 (Bq/Kg)，其中東北與西南區採集到較多大型洄游性魚類如杜氏鰻等物種而導致整體區域數值有向上偏高之現象，但數值依然遠低於正常標準值100 (Bq/Kg)

27

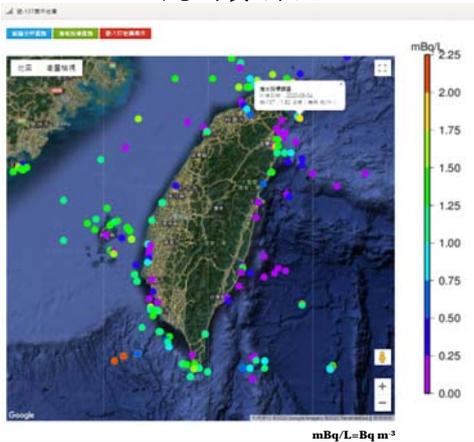
### 本案分析結果落在法規標準範圍內

		Cs-134	Cs-137	參考資料	
日本	飲料	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	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「食品中放射性核素或放射能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				
	水(紀錄基準值)	400	400	「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)	2,000	2,000		
	沉積物(紀錄基準值)	3	3		
	沉積物(調查基準值)	74	740		
109年	海水活度(Bq m <sup>-3</sup> )	—	0.62-2.22		
本案	沉積物 (Bq kg <sup>-1</sup> )	—	< 0.82		
		魚	—	< 0.61	
	海產物 (Bq kg <sup>-1</sup> )	蝦	—	< 0.09	
		貝	—	—	

註：“—”表示小於最低可測活度。

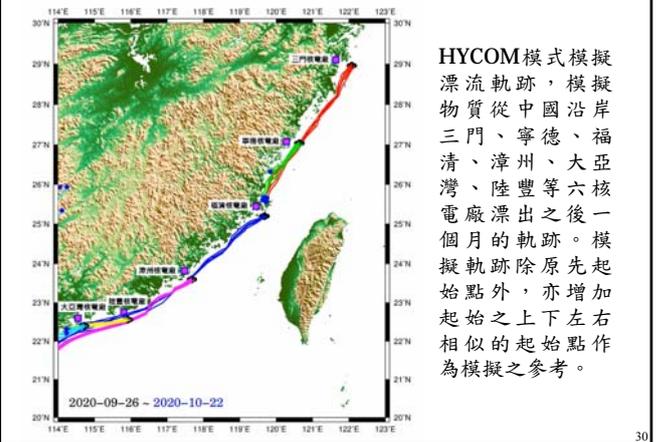
28

### 觀測資料查詢



29

### HYCOM模式模擬漂流軌跡



HYCOM模式模擬漂流軌跡，模擬物質從中國沿岸三門、寧德、福州、漳州、大亞灣、陸豐等六核電廠漂出之後一個月的軌跡。模擬軌跡除原先起始點外，亦增加起始之上下左右相似的起始點作為模擬之參考。

30

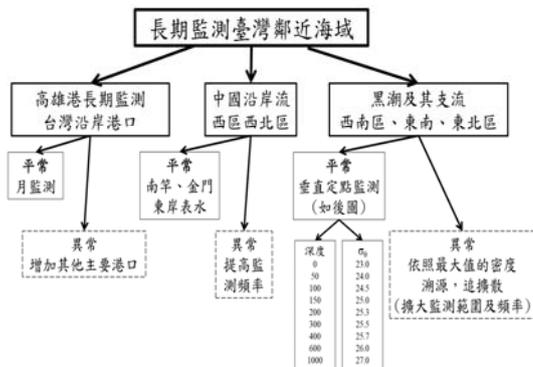
## 結論

- 在109年，Cs-137第一峰值出現在橫跨黑潮及台灣海峽水深200至400公尺深 ( $\sigma_0 = 25.2$ 及  $26.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 的位置，與107-108年結果相似。
- 曾經在107-108年出現的Cs-137第二峰值，在109年則不明顯。
- 臺灣鄰近海域之海水、海底沉積物及海洋生物Cs-134活度皆低於儀器最低可測活度，Cs-137活度皆低於法規標準範圍。

31

## 研究方法

### 臺灣鄰近海域長期監測規劃示意圖



32

報告完畢  
敬請指導



33

發文日期：110年6月22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110年6月22日

發文字號：中系海洋科學字第1102400179號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(規劃書初稿含光碟)

主旨：檢送「台灣海域長期輻射監測計畫規劃書」初稿6份及相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書(契約編號：1081216)內容(第2-22頁)及第一次工作(開工)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



發文日期：110年6月22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110年6月22日

發文字號：中系海洋科學字第1102400180號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(110年期中報告初稿(含光碟))

主旨：檢送「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期中報告初稿6份及相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書(契約編號：1081216)需求規範「五、(四)之5.(1)...」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12：「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期中工作檢討會會議紀錄及  
110年期中報告初稿審查意見回覆對照表  
會議日期：110年7月30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110年8月6日

發文字號：中系海洋科學字第1102400249號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(110-0730\_期中工作檢討會會議紀錄及附件.pdf)

主旨：檢送「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期中工作檢討會會議紀錄1份，請查照。

正本：行政院原子能委員會輻射偵測中心

副本：本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人、海洋科學學院海洋科學系黃蔚人助理教授、國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系李明安教授、國立臺灣大學海洋研究所詹森教授、國立臺灣大學海洋研究所楊穎堅教授、行政院原子能委員會輻射偵測中心(含附件)、行政院原子能委員會輻射偵測中心(含附件)

校長 鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

「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：110年7月30日上午10時30分

二、方式：視訊會議 (<https://meet.google.com/ksc-wttf-dya>)

三、主席：蔡組長文賢 紀錄：李明達、黃修儀

四、出席單位及人員：如附件(視訊畫面)

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學簡報 (略)

七、討論與決議事項：

討論 1) 110年期中報告定稿需依初稿審查意見修訂並依契約條件提交定稿本 6 份及相關資料電腦檔。

決議：乙方遵照辦理。

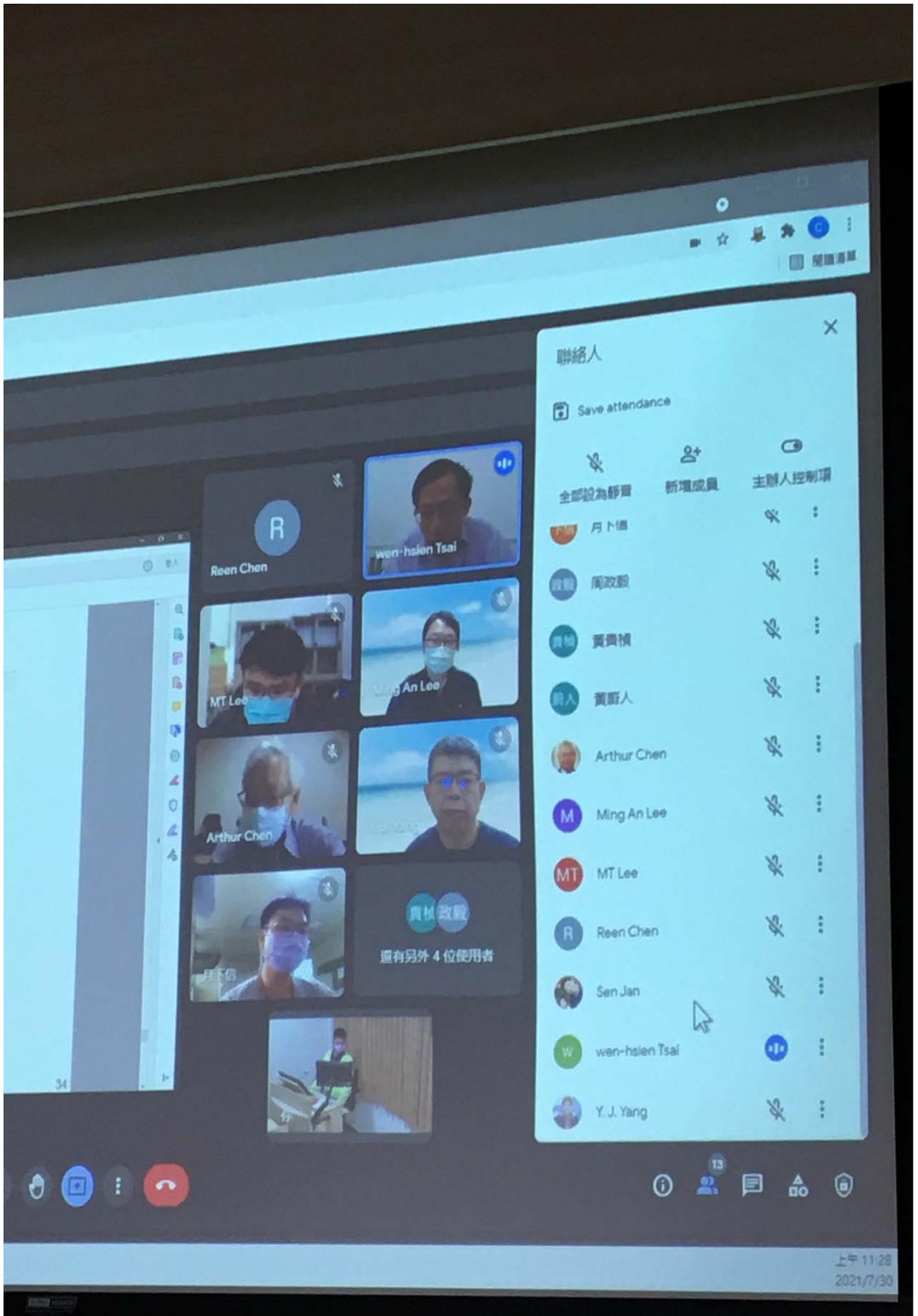
討論 2) 若因疫情警戒條件限制影響採樣進度，需積極追趕進度並依相關規定辦理計畫變更或調整契約內容。

決議：乙方遵照辦理。

討論 3) 本案台灣海域輻射調查資料已彙整上傳公開於政府資訊公開平台及原能會官網，本案資料庫數據應與政府資訊公開平台之資料一致。

決議：乙方遵照辦理。

八、散會：上午 11 時 40 分。



# 行政院原子能委員會輻射偵測中心

## 審查意見回覆對照表

文件名稱：臺灣海域輻射背景調查計畫-勞務採購案 110 年期中報告-初稿  
日期:110.07.05

頁次/行	原文件內容	回 覆 欄
1/34	秦山-方家山及，及江蘇之田灣	已修改為：秦山-方家山、及
20	文字敘述「全年共計 4 個海底沉積物」，但表 2-2-1 僅呈現 3 個海底沉積物取樣區域。	本計畫於期中報告繳交前尚未採集海底沉積物樣品，已將誤植之文字敘述刪除。
21 23	文字敘述「全年共計 4 個海底沉積物」，但表 2-2-1 僅呈現 3 個海底沉積物取樣區域。	本計畫於期中報告繳交前尚未採集海底沉積物樣品，已將誤植之文字敘述刪除。
43/3	並於交由監測學者所在之	已修改為：並交由監測學者所在之
45 圖 2-4-9	部分箭頭及方框重複，請刪除。	已修改。
46/11	海洋輸入，第六、其他次要[跳項]	已修改為：海洋輸入，第五、其他次要
46/19	方式可作為基本框架	已修改為：方式作為基本框架
47/29	核電廠外海的於不同的季節	已修改為：核電廠外海於不同的季節
53/2	負有調節熱帶地區	已修改為：具有
60/28	典型效應例如，	已修改為：典型效應例如：
60/28	艾克曼效不應只僅考慮	已修改為：艾克曼效應只考慮

# 行政院原子能委員會輻射偵測中心

## 審查意見回覆對照表

文件名稱：臺灣海域輻射背景調查計畫-勞務採購案 110 年期中報告-初稿  
日期:110.07.05

頁次/行	原文件內容	回 覆 欄
61/1	渦漩與黑潮鋒面 <u>理</u> 存在	已修改為：渦漩與黑潮鋒面存在
63/8	而 <u>此</u> 這種次中尺度	已修改為：而這種次中尺度
63/9	大洋[確認語意]	代表太平洋、大西洋、印度洋
64/25	北方開始的漂流 <u>流</u> 軌跡	已修改為：北方開始的漂流軌跡
64/28	漂流軌跡均是貼 <u>這</u> 大陸	已修改為：漂流軌跡均是貼著大陸
64/30	8 月 1 號的漂流軌跡...[確認語意]	已修改完成
64/31	開始的漂流 <u>軌</u> ，	已修改為：開始的漂流軌跡，
65/6	大 <u>至</u> 與 2018	已修改為：大致與 2018
65/7	漂流軌跡有所一些不一樣[確認語意]	已修改為：漂流軌跡有一些不一樣
65/17	然後在 <u>轉</u> 為	已修改為：然後再轉為
65/22	福島外海的 <u>每</u> 月開始的	已修改為：福島外海每月開始的
84/6	緯向約 <u>約</u> 為 1/24 度	已修改為：緯向約為 1/24 度

審查人員：方鈞屹、李明達、陳婉玲、周政毅



發文日期：110年8月9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

受文者：如正副本

發文日期：中華民國110年8月9日

發文字號：中系海洋科學字第1102400251號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：110年期中報告定稿本(含光碟)

主旨：檢送「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期中報告定稿本6份及相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書（契約編號：1081216）需求規範第2-22頁「五、(四)之5.(1)...」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



發文日期：110年11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110年11月11日

發文字號：中系海洋科學字第1102400391號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(110年期末報告初稿)

主旨：檢送「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期末報告初稿10份及相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書（契約編號：1081216）需求規範第2-22頁「五、(四)之5.(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



附錄 15：「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」  
110 年期末工作檢討會會議紀錄（會議日期：110 年 11 月 30 日）  
（含附件 1：視訊畫面  
附件 2：110 年期末報告初稿審查意見回覆對照表  
附件 3：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿審查意見回覆對照表）

### 「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：110 年 11 月 30 日上午 10 時 15 分
- 二、方式：視訊會議 (<https://meet.google.com/ksc-wttf-dya>)
- 三、主席：洪副主任明崎 紀錄：
- 四、出席單位及人員：如附件（視訊畫面）
- 五、主席報告：(略)
- 六、國立中山大學簡報 (略)
- 七、討論與決議事項：

討論 1) 110 年期末報告定稿需依初稿審查意見修訂並依契約條件提交定稿本 6 份及相關資料電腦檔。

決議：乙方遵照辦理。

討論 2) 本計畫契約條件「五」之「(三) 資料庫建置及展示模式」之『5. 本計畫因結束或暫停等事實因素，得標廠商需移交系統程式碼及資料庫給本中心或本中心指定之人員，並提供一年之資料庫保固以維護資料庫之運作。』

決議：乙方遵照辦理。

討論 3) 本計畫契約條件「五」之「(三) 資料庫建置及展示模式」之『6. 本計畫資料庫建置案如有延續時且未由原得標廠商得標時，原得標廠商須於新契約簽訂日起一個月內移交系統程式碼及資料庫給新得標廠商，並提供 3 個月之技術諮詢服務。』

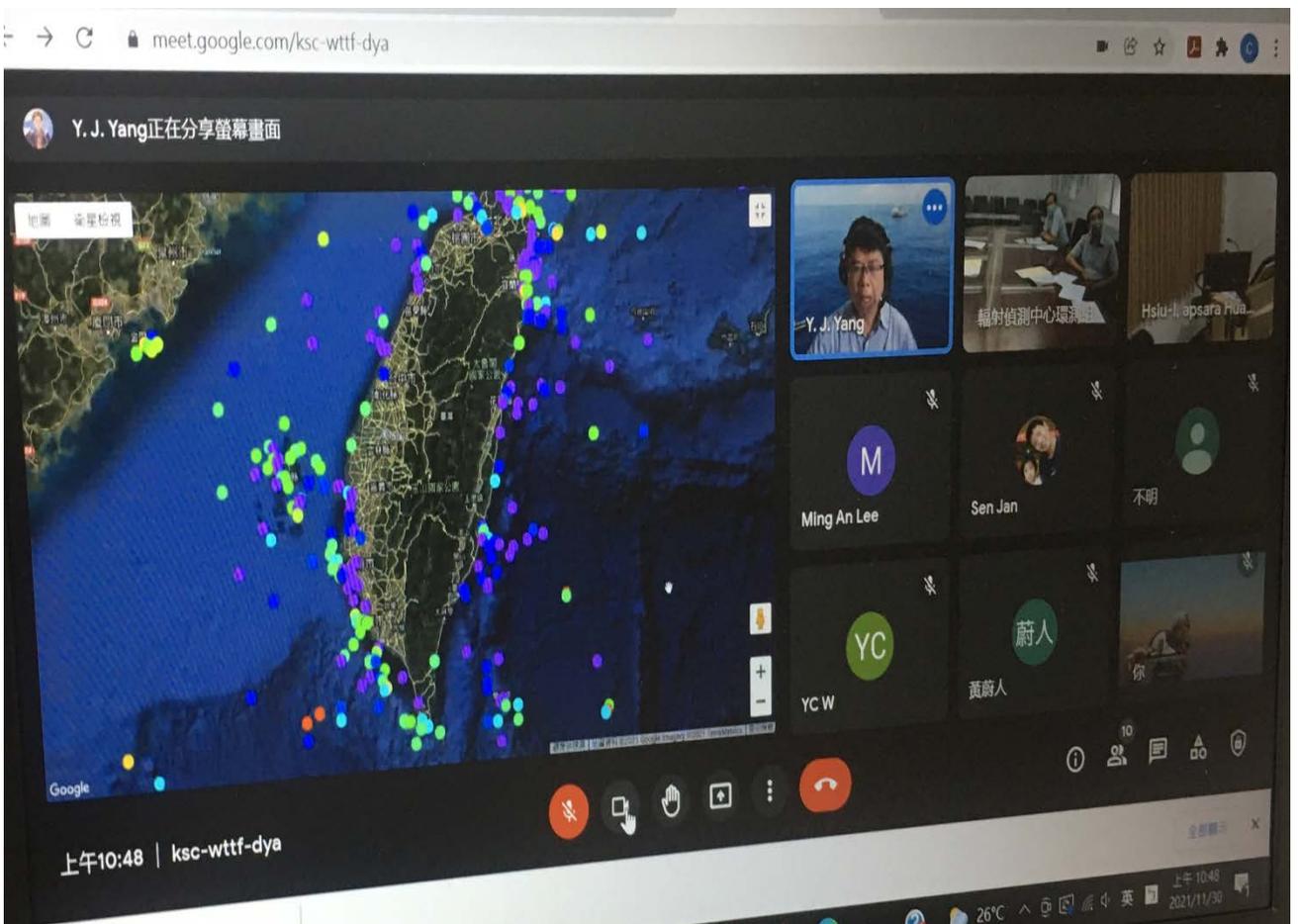
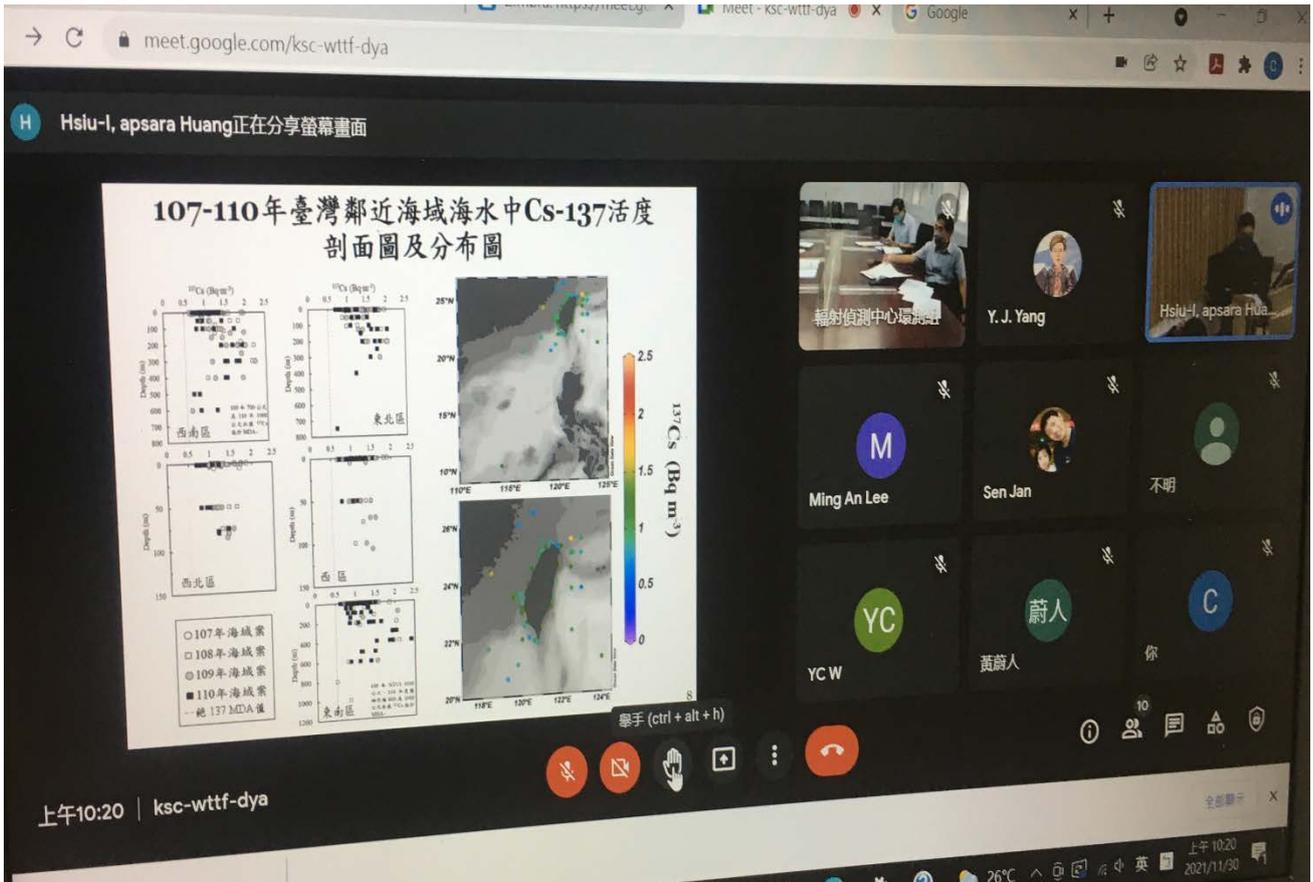
決議：乙方遵照辦理。

討論 4) 日本福島電廠氚輻射處理水的排放對臺灣的影響及作為應納入「台灣海域長期輻射監測計畫規劃書」定稿中。

決議：乙方遵照辦理。

八、散會：上午 11 時 20 分。

# 附件 1：視訊畫面



附件 2：110 年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110 年期末報告初稿

審查意見回覆對照表

審查人員：陳婉玲、方鈞屹、周政毅、陶良榆

日期：110.11.25

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
摘要	ii	<del>二、</del> 自民國 107 年 1 月 22 日起，由黃蔚人與陳鎮東老師負責。	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
壹-二	3	本案 <del>並</del> 以洋流、氣候、季節等資訊	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
壹-四	5	表 <del>2-1-1</del> 工作項目預定進度表 (甘特圖)	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
2.1.2-1	9	在深層海水部分，.....。銫-137 活度小於 <b>2.41</b> .....。 總結 110 年本計畫已完成之海水加馬能譜.....，銫-137 活度測得之最高值為 <b>2.41</b> .....。	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
表 2-1-2	10	110 年 200 公尺以深，銫-137 活度 $\leq 2.41$	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
二	31	110 年本計畫採集之沉積物中，.....，西南區海底沉積物之加馬能譜分析結果皆高於同區之岸沙.....。	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
圖 2-2-2	32	110 年沉積物銫-137 活度分布圖。右圖為 110 年臺灣本島鄰近鄰近河沙、岸沙、深海沉積物及岩心之銫-137 活度分布圖。	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
表 2-2-2	34	本計畫採集之沉積物 <del>與岩心</del> 加馬能譜分析結果	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
圖 2-3-7	49	繪圖格式請比照圖 2-1-2	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。

附件 2：110 年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110 年期末報告初稿

審查意見回覆對照表

審查人員：陳婉玲、方鈞屹、周政毅、陶良榆

日期：110.11.25

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
2.3.2	50	<p>將各調查區域海洋生物之銫-137 值整理彙整如表 2-3-6，結果顯示各區東南區及東北區的銫-137 值較其他地區略高，.....；而西區近海沿岸魚類有兩尾魚都高於西區的平均值 0.18 (Bq/Kg)，分別是近海沿岸的勒氏迪鯛 (<i>Lutjanus russellii</i>) 數值 0.21 (Bq/Kg) 和近海沿岸的康氏馬加鱈 (<i>Scomberomorus commerson</i>) 數值 0.3 (Bq/Kg)；而西南區近海沿岸魚類也有兩尾魚都高於西南區的平均值 0.15 (Bq/Kg)，分別是近海沿岸的吉打副葉鱈 (<i>Alepes djedaba</i>) 數值 0.18 (Bq/Kg) 和眼眶魚 (<i>Mene maculate</i>) 數值 0.22，.....；所以其實普遍魚類、蝦類、藻類、頭足類及貝類及幾乎都低於銫-137 可測值 (MDA&lt;0.04)，.....。</p> <p>(上列黃底文字請再確認，因從表 2-3-6 來看，多數魚類有檢出銫-137)</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>已於期末報告定稿本修正。黃底文字修正為：所以即使部分大洋性魚類銫-137 會高於 0.4 (Bq/Kg) 低於 0.57 (Bq/Kg)，但整體上海洋生物之魚類、蝦類、藻類、頭足類及貝類等銫-137 都遠低於台灣法規標準 100 (Bq/Kg) (其他食品類)。</p>
表 2-3-6	51	表格內文字模糊，表格格式請比照表 2-1-3 呈現	<p>遵照辦理。</p> <p>已於期末報告定稿本修正。</p>
圖 2-4-4	58	日本海域海底沉積物之銫-137 與粒徑中位數之關係圖	<p>遵照辦理。</p> <p>已於期末報告定稿本修正。</p>

附件 2：110 年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110 年期末報告初稿

審查意見回覆對照表

審查人員：陳婉玲、方鈞屹、周政毅、陶良榆

日期：110.11.25

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
2.4.3-1	61	監測範圍及點位應分別設立於西區、西北區離島定點，……。[註：異常標準為符合下列狀況之一：1.超過法規規定值，或 <b>有可能</b> 超過 <b>法規規定值時</b> （近五年監測結果平均值與其三倍標準差）；2.鄰近海域及國家(地區)有重大輻射外釋事件]	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
圖 2-4-9	62	比照「台灣海域長期輻射監測計畫劃書」(二次修訂版)修改	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
2.5.3	93	在選擇能譜分析查詢後會進入圖 2-5-9 的頁面	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。
2.5.3	93	而在選擇銫-137 地圖展示後會進入圖 2-5-12 的頁面，……，資料以 <b>EXCEL</b> 的表格呈現(圖 2-5-13)。 (資料除 XML 格式外，請加上開放資料檔案格式 JSON)	遵照辦理。
附錄 9		已於 110 年 9 月 7 日辦理完成。	遵照辦理。 已於期末報告定稿本修正。

附件 3：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿

審查意見回覆對照表

審查人員：陳婉玲、方鈞屹、周政毅、陶良榆

日期：110.11.25

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
摘要	i	台灣四面環海，.....，為了積極地了解台灣周遭海域中輻射背景 <b>殘留</b> 值之長期變化，.....。另一方面，台灣沿近海之漁場主要分布在東北及西南海域，.....，故 <b>將在台灣鄰近海域海洋生物樣品</b> 。上述海水、海生物樣品將以偵測其中鈾-134、.....。 <b>(上列黃底文字敘述請再確認)</b>	已修正為：「.....，故將在台灣鄰近海域採集海洋生物樣品。」
壹、一	1	福島事件外釋與 25 年前之車諾比核電廠事件 <b>相比較少，前者為後者之 5 分之 1</b> <b>(上列黃底文字敘述請確認是指什麼?)</b>	已修正為：「福島事件之鈾 137 外釋量與 25 年前之車諾比核電廠事件相比較少，前者為後者之 5 分之 1；.....」
壹、一	1	文中放射性核種之活度單位為貝克 (becquerels, bq, 1 貝克= 每秒一個原子衰變)，常用單位為 PBq ( <b>10<sup>15</sup> Bq</b> ), TBq (10 <sup>12</sup> Bq) 和 GBq (10 <sup>9</sup> Bq)	已修正
貳、一	15	表層水 (淺於 5 公尺) 可使用乾淨的水桶直接採樣。次表水及 <b>及</b> 3 個 200 公尺以深之海水樣品將以溫鹽深儀暨採水瓶系統 (Conductivity, Temperature, and Depth, CTD/Rosette) 採集。	已修正

附件 3：台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」台灣海域長期輻射監測計畫規劃書初稿

審查意見回覆對照表

審查人員：陳婉玲、方鈞屹、周政毅、陶良榆

日期：110.11.25

項次	頁次	審 查 意 見	回 覆 欄
貳、一	15	水樣以及海洋生物樣品採集(海水取樣 程 序 : ...)。 此段請完整敘述或調整段落。	已修正及調整段落
參	16	依照本計畫精神以及監測原則，平時之監測規劃如表 3，監測站位規劃如圖 12。建議監測站位如長期監測站位規劃圖(圖 13)所示 (上列黃底文字敘述請再確認)	已修正為：「監測站位規劃如圖 12。建議監測站位如水樣採樣點位示意圖(圖 13)」
參 表 4	16 18	[註：異常標準為符合下列狀況之一：1.超過法規規定值，或有可能超過法規規定值時(近五年監測結果平均值與其三倍標準差)；2.鄰近海域及國家(地區)有重大輻射外釋事件]	已修正
		日本福島電廠氙輻射處理水的排放對臺灣的影響及建議作為，應納入本規劃書中。	氙與銫-134 及銫-137 之元素特性截然不同，可藉由 107-110 年本案銫-137 及銫-134 的監測方式可作為基本框架，再視氙同位素的特性以及往後數年的洋流變化，採滾動式檢討調整監測方式。



發文日期：110年12月1日

正本

檔 號：

保存年限：

國立中山大學 函

833

高雄市烏松區澄清路823號

地址：804高雄市鼓山區蓮海路70號

承辦人：陳鎮東

電話：07-5252000#5136

傳真：07-5255130

電子信箱：ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者：行政院原子能委員會輻射偵測中心

發文日期：中華民國110年12月1日

發文字號：中系海洋科學字第1102400432號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(台灣海域長期輻射監測計畫規劃書定稿本及光碟)

主旨：檢送「台灣海域長期輻射監測計畫規劃書」定稿本6份及  
相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書(契約編號：1081216)需求規範第2-22頁  
「五、(四)之5.(2)...」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



發文日期：110年12月2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110年12月2日

發文字號：中系海洋科學字第1102400431號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨(110年期末報告定稿本及光碟)

主旨：檢送「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」110年期末報告定稿本6份及相關資料電腦檔，請查照。

說明：依貴我契約書(契約編號：1081216)需求規範第2-22頁「五、(四)之5.(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