分百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

契約編號:1081216

109 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:109年1月至109年12月
中華民國109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)
 楊穎堅副教授(國立臺灣大學海洋研究所)
 - 黄蔚人助理教授 (國立中山大學海洋科學系)
- 七、本次報告書名稱:109年期末報告定稿本
- 八、本次報告書完成日期:中華民國109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 109 年 12 月

頁

目錄	I
表目錄	IV
圖目錄	V
摘要	i
精簡調查與研究結果	ii
壹、前言	1
一、計畫背景	1
二、計畫目標	3
三、工作項目	3
四、工作進度	5
貳、執行成果説明	7
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	
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-18
2.1.2-3 主變量分析結果	19
2.1.2-4 海水總鹼度分析結果	21
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 海生物樣本加馬能譜分析結果	47
2.3.3 總結與建議	47
四、監測調查方法研究	51
2.4.1 文獻回顧	51
2.4.1-1 起因	51
2.4.1-2 福島事件放射性核種流至海洋之途徑	51
2.4.1-3 放射性核種對北太平洋表層水之時空影響	52

日錄 頁 2.4.2本年度監測調查方法研究 54 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 57 57 2.4.3-1公民以及海洋相關團體參與式監測 57 2.4.3-2 監測方法規劃 57 2.4.3-3影響海洋中氚空間分布之可能因素 58 2.4.4 HYCOM 模式的運用 59 五、資料庫建置與網頁展示 80 2.5.1 系統架構 80 2.5.2 網頁介紹 80 2.5.3 資料介紹 83

六、工作討論會------ 95

參	•	參考	文獻	<u></u>	96
---	---	----	----	---------	----

附錄

附錄1:	「台灣海域輻射背景調查計畫開工前職業安全衛生協調及 危害告知會議暨第一次工作(開工)會議」會議紀錄	光碟
附錄 2:	(曾藏日期·109年2月13日)	光碟
附錄3:	109年期中報告初稿公文(發文日期:109年6月17日)	光碟
附錄 4:	「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 109年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:109年7月10日)及 109年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
附錄 5:	109 年期中報告定稿本公文(發文日期:109 年 7 月 24 日)-	光碟
附錄 6:	「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 108年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:108年7月3日)及 108年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
	「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 108年期末工作檢討會會議紀錄(會議日期:108年12月5日)及 108年期末報告初稿審查意見回覆對照表	光碟

附錄

附錄 7:	「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」 107年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:107年6月13日)及	
	107年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
	「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」	
	107年期末工作檢討會會議紀錄(會議日期:107年12月11日)及	
	107 年期末報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
附錄 8:	110~111 年規劃書初稿公文(發文日期:100年0月28日)	光碟
附錄 0:	已招待之公文(现在日期:100年11日0日)	光碟
113 25 9	論文篇名: Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019	
	作 者: Wei-Jen Huang; Chen-Tung Arthur Chen; Keui-Chen Huang; Ming-An	
	Lee; Yiing-Jang Yang; Sen Jan; Kai-Jung Kao; Ming-Ta Lee	
	(黄蔚人、陳鎮東、黃貴楨、李明安、楊穎堅、詹森、高愷嶸、李明達)	
	投稿期刊: Journal of Oceanography	
附錄 10:	109 年期末報告初稿公文	附錄 10
R11 公午 ·	贺又日期·109 平 11 月 12 日 山 安 「100 年 11 4 5 5 6 5 7 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	
府塚 11・	山市 109 平地初地貝平曾登台湾东四纪研討曾」 發表口頭於文描要及簡報內容	附錄 11
	☆衣□與冊又禍安及间報门谷 會議日期:100年11月17~18日	11,1 24,1 11
附錄 12:	國立中山大學中系海洋科學字第 1092400409 號函及附件	
	變更契約內容:延長論文發表之履約日期	
	發文日期:109年11月18日	附錄 12
附錄 12A:	行政院原子能委員會輻射偵測中心輻偵字第 1090002392 號函	附錄 12A
	復:國立中山大學中系海洋科學字第 1092400409 號函	
	發文日期:109年11月24日	
附錄 12B:	國立中山大学中系海洋科学子第 1091401288 號函及附件	附錄 12B
	後·輻射俱测中心 輻俱子 年 1090002392 號函 發文日期·100 年 11 日 20 日	
附錄 12:	资文口频·109年11月 30日 「台灣海域輻射背景調查計畫終發採購案」	附錄 12
111 20 10	109年期末工作檢討會會議紀錄及	111 201 10
	109年期末報告初稿審查意見回覆對照表	
	會議日期:109年12月2日	
附錄 14:	國立中山大學中系海洋科學字第 1092400463 號函及附件	附錄 14
	變更契約內容:擬於110年3月31日前完成海水取樣	
	發文日期:109年12月7日	
附錄 14A:	行政院原于能委員會輻射偵測中心輻偵字第 1090002538 號函	附錄 14A
	復·國工中山大学中系海洋科学子弟 1092400403 號函 孫立日期·100年12月8日	
附络 15:	资义口期·109 平12 月 0 口 「厶灣海域輻射背景調查計畫終發採購安」100 年期支報生	
11 M 19 .	定稿本及「台灣海域未來中長程 (110~111 年) 輻射監測調查計	
	畫規劃書」定稿本公文	附錄 15
	發文日期:109年12月8日	-

表目錄

	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 2-1	工作項目預定進度表(甘特圖)	5
表 2-1-1	民國 109 年海水樣品數量及執行率	8
表 2-1-2	臺灣鄰近海域各深度海水加馬能分析結果平均值及標準差	10
表 2-1-3	民國 107 至 109 年臺灣鄰近海域各深度海水 銫-134、銫-137 活度範圍	10
表 2-1-4	本計畫海水加馬能譜分析結果	12
表 2-1-5	民國 107 至 109 年本計畫各季節之海水銫-137、溫度及密度 平均值	20
表 2-1-6	主變量分析變異量特徵值	20
表 2-1-7	臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度	24
表 2-1-8	臺灣及海外之食品輻射物質活度標準範圍	30
表 2-2-1	民國 109 年海底沉積物樣品數量及執行率	31
表 2-2-2	臺灣鄰近海域岸(河)沙加馬能譜分析結果平均值及標準差	34
表 2-2-3	臺灣鄰近海域沉積物 (200 m 以深) 加馬能譜分析結果	34
表 2-2-4	本計畫採集之沉積物與岩心加馬能譜分析結果	35
表 2-3-1	西北區採樣紀錄表	39
表 2-3-2	西區採樣紀錄表	39
表 2-3-3	西南區採樣紀錄表	39
表 2-3-4	東北區採樣紀錄表	40
表 2-3-5	東南區採樣紀錄表	40
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	48

	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 109 年各區海水實際採樣站位點	· 8
圖 2-1-3	民國 109 年臺灣鄰近海域海水銫-137 活度分布圖	10
圖 2-1-4	民國 109 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)	18
圖 2-1-6	臺灣鄰近海域各深度海水之銫-137 活度與密度圖	19
圖 2-1-7	民國 107 至 109 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示意圖	· 20
圖 2-1-8	民國 109 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值分布圖	- 22
圖 2-1-9	民國 109 年臺灣鄰近海域海水總鹼度及 pH 值隨深度分布圖	22
圖 2-1-10	民國 107 至 109 年海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖	- 23
圖 2-1-11	民國 107 至 109 年海水總鹼度及銫-137 對密度關係圖	23
圖 2-2-1	民國 109 年沉積物採樣點位置圖	32
圖 2-2-2	民國 109 年沉積物銫-137 活度分布圖	- 32
圖 2-2-3	民國 107 至 109 年各區岸沙銫-137 活度平均值	33
圖 2-2-4	民國 107 至 109 年各區 200 公尺以深海底沉積物銫-137 活度	33
圖 2-3-1	臺灣西北區海域生物樣本圖及學名	· 41
圖 2-3-2	臺灣西區海域生物樣本圖及學名	- 41
圖 2-3-3	臺灣西南區海域生物樣本圖及學名	· 42
圖 2-3-4	臺灣東北區海域生物樣本圖及學名	⁻ 43
圖 2-3-5	臺灣東南區海域生物樣本圖及學名	· 43
圖 2-3-6	五個調查區之海生物組成圖	· 44
圖 2-3-7	採樣紀錄位置圖	46
圖 2-3-8	各調查區域之海生物 Cs-137 分布圖	- 50
圖 2-3-9	各棲地環境之海生物 Cs-137 分布圖	- 50

		圖目錄	頁
圖	2-4-1	福島事件放射性核種流至海洋之途徑	51
圖	2-4-2	銫-137 之活度在北太平洋表水分布圖	53
圖	2-4-3	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖	54
圖	2-4-4	Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站 (圖 2-4-3) 中之銫-137 活度歷史數據分布圖	54
圖	2-4-5	日本政府規劃之核電廠鄰近海域採樣範圍	55
圖	2-4-6	日本政府規劃之核電廠鄰近深水站位調查結果示意	56
圖	2-4-7	"How Radioactive is our ocean?"網頁	57
圖	2-4-8	臺灣鄰近海域長期監測規劃示意圖	58
圖	2-4-9	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	60
圖	2-4-10	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	60
圖	2-4-11	一年四季臺灣海峽受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之 變化示意圖	61
圖	2-4-12	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	63
圖	2-4-13	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	64
圖	2-4-14	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佈圖,以及該段期間 的漂流浮標軌跡圖	66
圖	2-4-15	利用佈放於黑潮主流之 ADCP 錨碇串所測得的黑潮向北流量	66
圖	2-4-16	渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋 衝擊或者為雙渦旋系統有關	67
圖	2-4-17	氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用(左),及旋 撞前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象,及撞擊後在 臺灣東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程(右)	67

VI

	圖目錄	頁
圖 2-4-18	反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方反向流	68
圖 2-4-19	漂流浮標軌跡顯示渦漩通過臺灣西南海域	68
圖 2-4-20	臺灣西南海域水溫與洋流快速變化	68
圖 2-4-21	挪威北部 Barents Sea,次中尺度運動引起的藻華現象	70
圖 2-4-22	模式預報西太平洋海域民國 94 (2005)年 2月 13 日混和層深度	71
圖 2-4-23	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	71
圖 2-4-24	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	72
圖 2-4-25	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	75
圖 2-4-26	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	76
圖 2-4-27	HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1 月到 9 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	77
圖 2-4-28	(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	78
圖 2-4-29	HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1-10 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 10 月 26 日的軌跡------ 79

	圖目錄	頁
圖 2-5-1	網頁架構	- 80
圖 2-5-2	網頁首頁	- 81
圖 2-5-3	關於計畫頁面	81
圖 2-5-4	計畫項目頁面	82
圖 2-5-5	研究團隊頁面	82
圖 2-5-6	區域採樣頁面	82
圖 2-5-7	觀測資料查詢搜尋頁面觀測資料查詢搜尋頁面	- 83
圖 2-5-8	觀測資料之能譜分析查詢頁面	- 84
圖 2-5-9	觀測資料之海域採集查詢頁面	- 84
圖 2-5-10	海域採集之採樣數據頁面	85
圖 2-5-11	銫-137 地圖展示頁面	85
圖 2-5-12	採樣資料下載樣式	86
圖 2-5-13	衛星雲圖搜尋頁面	87
圖 2-5-14	衛星雲圖放大與下載頁面	87
圖 2-5-15	MODIS 水色衛星搜尋頁面	88
圖 2-5-16	海水表面溫度搜尋頁面	- 89
圖 2-5-17	海水表面溫度自訂參數查詢頁面	· 90
圖 2-5-18	海水表面溫度自訂參數輸出圖片	90
圖 2-5-19	海面高度與地轉流頁面	- 91
圖 2-5-20	HYCOM 模式資料搜尋頁面	92
圖 2-5-21	HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面	93
圖 2-5-22	HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫下載頁面	94

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 (絕 -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。採樣進度略受海洋研究船新舊交替以及 COVID-19 疫情影響,導致出 海時間減少,但除了西北區之秋冬季樣品以外,已經全數完成,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。

i

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,由黄蔚人與陳鎮東老師負責。

- 民國 109 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(銫-137), 配合海洋化學參數(溫度、鹽度、總 鹼度、酸鹼度 pH),調查其在臺灣鄰 ™ 近海域之分布。
- 本計畫執行團隊於期中工作會議
 前,共採集春夏季及秋冬季海水樣品
 84個。200米以深之沉積物4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銫-137
 (半衰期約三十年)之活度低於 1.63
 (Bq m⁻³),皆低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之水樣銫-137 紀錄基準值 0.4 Bq L⁻¹ 及調查基準值 2
 Bq L⁻¹,另一種人工放射性核種
 Cs-134,則都低於偵測極限 0.5 Bq m⁻³。
- 右圖中為民國 107 至 109 年計畫與
 2016 (民國 105) 年福島海域之歷史
 文獻資料做銫-137 活度對密度關係
 圖。該圖顯示民國 107 至 109 年計畫在臺灣鄰近海域 200 公尺水深處量測到的銫-137 活度相對高值所存在之密度層與福島海域之文獻資料
 相近。民國 109 年在 200 公尺以淺水樣之銫-134 及銫-137 分析結果
 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。
 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σθ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。





民國 109 年台灣鄰近海域海水絕-137 活度 分布圖、107 至 109 年計畫與 2016 (民國 105) 年福島海域各深度海水之銫-137 活 度與密度圖,以及台灣鄰近海域長期監測 規劃示意圖

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。

- 一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生物樣本採集,共規劃出東北區、東南區、西南區、 西區及西北區等五個調查區域進行採樣。109 年度共採集 133 批海生物, 其中包含魚類 110 批、蝦蟹類 13 批、貝類 4 批、頭足類 4 批及藻類 2 批, 以採樣區域分別為東北區 32 批、東南區 46 批、西北區 4 批、西區 28 批及西南區 23 批,並符合契約每年度每區 4 批之要求。
- -臺灣五個調查區之海生物樣本加馬能譜分析結果其平均數值如下,西北區 0.25 (Bq/Kg)、西區 0.21 (Bq/Kg)、西南區 0.28 (Bq/Kg),東北區 0.25 (Bq/Kg)、東南區 0.22 (Bq/Kg),整體海生物之銫-137 平均值為 0.237 (Bq/Kg),單個個體最高測得 0.61(Bq/Kg),該物種為大洋洄游性之杜氏鰤(Seriola dumerili)(俗稱紅甘)。根據衛福部食藥署規定,銫-134 及銫-137 之總和需低於 100 (Bq/Kg),而上述偵測所得之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/學名	環境棲地/特性
工业厅	魚類	3批	Arius maculatus 斑海鯰	偏好行底棲生活,喜歡棲息在泥砂底質的海域環境
四北區	蝦蟹類	1批	Parapenaeopsis hardwickii 哈氏彷對蝦	棲息於5-90公尺的沙泥底質海域
	魚類	18批	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	棲息於較深礁石區海域,水深18~360公尺之間
	貝類	4批	Gomphina aequilatera 花蛤	生長於河口或淺海砂泥底質環境
西區	頭足類	3批	鎖管	近海大洋性物種
	蝦蟹類	2批	Metapenaeopsis barbata 鬚赤對蝦	棲息於20-70公尺沙泥底質海域
	藻類	1批	Hydropuntia edulis 可食水龍鬚菜/海菜	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礁石表面
五七日	魚類	15批	Mene maculata 眼眶魚	主要棲息於較深的水域,有趨光性,喜追逐發亮的東西
四南回	蝦蟹類	8批	Sergia lucens 晶瑩櫻蝦/櫻花蝦	近岸浮游性物種
	魚類	28批	Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	棲息深度為87-200公尺,具趨光性且好群游
由北区	蝦蟹類	2批	Ovalipes punctatus 細點圓趾蟹/黃金蟹	主要棲息於水深10-65公尺的泥質或沙質海底
本儿回	頭足類	1批	鎖管	近海大洋性物種
	藻類	1批	Gelidium amansii 石花菜	生長於低潮線附近至潮下帶3-10公尺深礁石上
東南區 魚類		46批	Coryphaena hippurus 鬼頭刀	棲息於海洋表層,喜生活於陰影下
總	數	133批		

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,此數值模式 的水平方向的空間解析度為 1/12°×1/24°,約為 9×4.5 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黑潮、中國沿岸流、與來自於南海的海流、中尺度渦漩、次中尺度運動、以及當地的複雜地形影響,變化複雜。據此,本計畫乃蒐集 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。
- 一檢視 2019 (民國 108) 年8月8日開始的漂流軌跡 圖顯示大亞灣與陸豐核電廠外海的漂流軌跡會漂 流至澎湖水道後,一路北上至臺灣北部外海。檢視 臺灣附近海域的海面高度異常值與地轉流場分布與 海表面溫度溫度,發現廣東、福建外海有一順時鐘 旋轉、中心溫度較低的低壓環流,於是源自此海域 的漂流軌跡就有可能受此中尺度運動的影響,漂流 至臺灣北部海域。
- -根據外電報導:日本政府擬將福島核電廠受核汙染的廢水排放入海,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 2020 (民國109) 年1月1日至10月26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。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。



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。
- -為求有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享,該部分由楊穎堅教授實際執行作業平台之運作,設置一個網站,彙整該計畫相關資訊,網頁網址為 http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES。
- 研究人員首頁架構中有觀測資料查詢、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、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、海域採樣查詢與絕-137 地圖展示。能譜分析查詢項目有離岸海水、 沿岸地區海水、沿岸地區海產物及沿岸地區 河沙等四種。海域採樣查詢有不同區域的海 水採樣、沉積物採樣、生物採樣。除此之外 也可以使用資料下載選項下載原始資料。
- -MODIS 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,提供 一個了解全球性的生物活動視野觀點。在網 站中提供的圖型種類有 aqua 水色衛星、terra 水色衛星與 SNPP 水色衛星三種。
- 一而 HYCOM 模式模擬資料部分,提供每天的 鹽度場、速度場、溫度場共三種圖片。而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡,則是模擬當物質 從中國沿岸三門、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。除此之外,模擬軌跡除原先 起始點外,亦增加起始之上下左右似的點作為 系集模擬之參考。









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 (Buesseler, 2012; 公益財團法人海洋生物環境研究所, 2017),經過大 氣及海洋傳輸已出現在臺灣附近 (Huh et al., 2012, 2013);同時根據 義大利國會於民國 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 萬桶核廢料傾到在臺灣附近海域,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。

即使海洋生物之絕及鍶生物濃縮係數 (Bioconcentration Fctor) 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,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。

Xudabao/Xudapu Heilongjiang Xianning (Dafan) Inner Mongolia Xiniiano Bohai Shipyard Gansu Hongyanhe Hebe Haixing Shanxi Shidaowan Shandong Qingha Haiyang Tianwan(田灣核電站) Shaanxi Henar Pengze nghai (秦山-方家山核電站) Tibet Hube Qinshan-Fangjiashan Sichuan Chongq Sanmen(三門核電站) Hunan Ningde (寧德核電站) Taohuajiang Fuqing (福清核電站) Yunnan Guangdong Guanoxi Bailong Operating Zhangzhou(漳州核電站) Under construction Fangchenggang Yangjiang Huizhou Planned Changjiang Lufeng (Shanwei) (陸豐核電站) ✓ (惠州 Taishan 核電站) Daya Bay-Ling'ao(大亞灣-橫澳核電站) Source: World Nuclear Association

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/countryprofiles/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。

Nuclear Power Plants in China

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。

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「台灣海域未來中長程 (100-110 年) 輻射監測調查計 畫規劃書」。
- 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
	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 呈 個	20
海水	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	3
柱狀	(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

民國 109年1月1日起至 110年12月 31日止。

本案工作項目預定執行進度表如表 2-1 所示,以期計畫依進度執行。

表 2-1 工作項目預定進度表 (甘特圖)

	109 年月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	劫行收汨(※-本拉明)
	L作項目			*			*			*			*	刹们 爪儿 (☆= 宣核 結)
1.	召開「開工前職業安全衛生													已於2月13日完成會議。
	協調及危害告知會議暨第一													
	次上作()用上) 會議」													
2.	林朱海小、 儿禎初、 林壯												_	春夏季已完成16個
	在版名 3 条 阳													秋冬李已完成 16 個 中去區海北經槎:
														大な官僚小林像・ 春夏李已完成 22 個
														秋冬季已完成13個
														不層海外休禄・ 已完成 17 個
														沉積物採樣:已完成4個 岩心採樣:已完成1個
3.	海水、沉積物、海洋生物													海 水:依進度完成
	及放射性物質來源分析													<u>沈 積 物・</u> 數據分析中 海洋生物:依准度完成
														放射性物質來源分析
	山小山、四体生态、北山山													<u></u>
4.	杜欣石心沉積逐平、 放射性 物質沉積量及長期趨勢分析													
_	海滨描书日本酒八任												-	依進度執行中
5. 6	本加供式及个师刀利													依谁座劫行中
0.	监则的旦刀 () · · · · · · · · · · · · · · · · · ·													資料庫內數據已更新至12月
	<u>~」</u>													並以網頁形式展示
7.	109年0月30日 _前 , 提出期中報告初稿6份,													a. 初稿已於0月1/日提交。 b. 7月10日舉辦期中工作
	舉辦期中工作檢討會,													檢討會。
	檢討會後次日起20日內提出 定為6份及相關資料電腦模													C.定稿已於7月24日提交。
8.	109年10月1日前,													a. 初稿已於9月28日提交。
	提出 台灣海域未來中長程													b. 12月2日舉辦期末工作
	計畫規劃書」初稿6份,													低的冒。 C.定稿:擬於12月9日提交。
	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													
9.	109年11月15日前,													a. 初稿已於11月12日提交。
-	提出期末報告初稿10份,													b. 12月2日舉辦期末工作 於計會。
	檢討會後次日起10日內提出													C.定稿:擬於12月9日提交。
	定稿6份及相關資料電腦檔													-
10.	109年10月30日前,													a.因新冠肺炎疫情致10月30日 前無相關合業可至上(八廿五
	参加國內或國外研討會並發 =													相無相關會戰了多加(公共上 程委員會函之說明詳下頁)。
	衣誦又王ツー扁													b.已参加「109 年地物地質
														午會暨台灣第四紀研討會」 (100年11月17~18日)
														c.已於研討會中口頭發表
														論文 1 篇,題目 2018-
														2019 平部 -134 及鲍 -137 於 台灣鄰近海域中之分布」
11.	109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	15	30	40	45	60	65	70	75	80	85	90		
상 미미	(累積數) ·1	<u> </u>	1%	%	×	% 盛…	% 客体	% * -	1 %	× 5	%	%		
況明	·1. 上作坝日 前祝計 畫 性質 及 需要 2. 「工作 進度 百 分 比」 欄 係 為 配	日行 合管	司疋 考作	。損 業所	疋進 霊,	度以 累積	祖線百分	衣不 比請	丹起 視エ	·延日 _作性	- 明。 ⊆質剤	记以下	因素	擇一估計訂定:
	(1) 工作天數, (2) 經費之	こ分酉	已,	(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。

➡ 政府採購

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

ATOP

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 (0~5公尺深)及2個次表層水(50~150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 109 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,目前春夏季已完成 38 個表層及次表層水樣 採集,秋冬季已完成 29 個表層及次表層水樣採集,全年已完成 17 個深層水樣採集,共計完成 84 個水樣採集。

春夏季水樣包含東北區 2 個表層水樣及 4 個次表層水樣;西北區 2 個表層水樣及 6 個次表層水樣;西區 2 個表層水樣及 6 個次表層水樣;西區 2 個表層水樣及 6 個次表層水樣;西南區 3 個表層水樣及 4 個次表層水樣;東南區 7 個表層水樣、2 個次表層水樣;總計 38 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;西區 4 個表層水樣及 4 個次表層水樣;西南區 3 個表層水樣及 5 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 29 個樣 品。各採樣點位置參照圖 2-1-2。民國 109 年海域案之秋冬季西北 區表層及次表層水樣,因新冠肺炎疫情影響新研究船測試及維修, 使得原訂採樣航次延後而暫無進度,目前已積極安排採樣工作,預 計於 110 年 3 月前完成。

全年各區已完成 17 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 109 年各區海水實際採樣站位點。右圖為民國 109 年臺灣本島 鄰近海域採樣位圖

	春夏季* (實際樣 規劃樣,	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)		
	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	2/2	4/2	2/2	2/2	3/1	
西北區	2/2	6/2	0/2	0/2	-	
西區	2/2	6/2	4/2	4/2	-	
西南區	3/2	4/2	3/2	5/2	9/1	
東南區	7/2	2/2	7/2	2/2	5/1	

表 2-1-1 民國 109 年海水樣品數量及執行率

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絕-134 (Cs-134)、 絕-137 (Cs-137)、總鹼度 (Total Alkalinity, TA)及 pH 值,其中絕-134 和絕-137 的分析工作由輻射偵測中心執行,總鹼度及 pH 值則 由中山大學黃蔚人老師實驗室負責分析。

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 2-1-4 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 0.73 至 1.72 (Bq m⁻³),最高 值位於東北區八斗子外海表層水樣,最低值為編號 3-54-01-01 之東南區外海表層水樣 (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) 絕-134 活度皆小於最低可測活度;各區域次表層海水絕-137 活 度隨深度分布如圖 2-1-4 所示。銫-137 活度為 0.86 至 2.06 (Bq m⁻³),最高值位於東南區 100 公尺次表層水樣(編號 3-54-02-03),最低值同樣為東南區 100 公尺水樣(編號 3-54-01-03)。

在深層海水部分,東南區深層海水樣品結果尚未分析完成, 截至期末報告初稿截止前,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 活度為 0.62 至 2.22 (Bq m⁻³), 最高值與最低值皆出現於西南區同一站位,最高值與最低值分別 為該採樣點之 300 公尺水樣 (編號 3-42-02-07)及 600 公尺水樣 (編號 3-42-02-09)。

圖 2-1-4 及表 2-1-2 各區域各深度海水加馬能譜分析結果顯 示,台灣鄰近海域各區域之 200 公尺以深海水銫-137 活度皆高 於表層海水(0 至 5 公尺)及次表層海水(50 至 200 公尺),與歷年 結果相近。

總結 107 至 109 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 2-1-3),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 2.22 (Bq m⁻³),低於原子能委員會「環境輻射監測規範」之環境 試樣放射性分析之預警措施基準表中,水樣銫-137 紀錄基準值 0.4 Bq L⁻¹(約等於 400 Bq m⁻³)及調查基準值 2 Bq L⁻¹(約等於 2000 Bq m⁻³)(表 2-1-8)。



圖 2-1-3 民國 109 年臺灣鄰近海域海水銫-137 活度分布圖。右圖為民國 109 年 臺灣本島鄰近海域採樣位圖

表 2-1-2 臺灣鄰近海域各深度海水加馬能分析結果平均值及標準差

		各深度海水加馬能譜分析結果(Bqm-3)							
採樣	0-5 公尺		50-15	50 公尺	200 公尺以深				
區域	銫-134	銫-137	銫-134	銫-137	銫-134	銫-137			
	(CS-134)	(CS-137)	(CS-134)	(CS-137)	(CS-134)	(CS-137)			
東北區	—	1.24±0.23	—	1.22 ± 0.17	—	1.67±0.17			
西北區	—	1.24 ± 0.17	—	1.34 ± 0.14					
西區	—	1.16±0.18	—	1.38±0.24					
西南區	—	1.13±0.20	—	1.47±0.36	—	1.55 ± 0.63			
東南區	_	1.09±0.22	_	1.35 ± 0.51	_	1.60±0.44			

(Cs-134 MDA 值為 0.5 Bq m⁻³, Cs-137 MDA 值為 0.5 Bq m⁻³)

註1:"-"表示小於最低可測活度 (MDA)。

表 2-1-3 民國 107 至 109 年臺灣鄰近海域各深度海水 銫-134、銫-137 活度範圍

		銫-134	銫-137
計畫年度	採樣深度(公尺)	(Cs-134)	(Cs-137)
		活度	(Bq m ⁻³)
107 年	0-5	_	0.62 ~ 1.96
10/ 平	200 公尺以深	_	1.09 ~ 2.02
	0-5	_	$0.72 \sim 1.73$
108 年	50-150	_	0.87 ~ 1.87
	200 公尺以深	_	0.83 ~ 2.20
	0-5	_	$0.73 \sim 1.72$
109年	50-150	_	0.86~ 2.06
	200 公尺以深	_	0.62 ~ 2.22



	取樣日期	緯度 (N)		深度	活度 ()	Bq m ⁻³)	
樣品編號			經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
3-51-01	109/02/12	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	(CS-134)	1.04	東南區
3-52-01	109/02/12	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	_	0.84	東南區
3-53-01	109/02/12	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5		1.23	東南區
3-41-02	109/03/19	22°18'10.14"	120°25'23.29"	0-5		1.31	西南區
3-34-02-01	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	5		0.96	西區
3-34-02-02	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	50		0.92	西區
3-34-02-03	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	70		1.45	西區
3-34-02-04	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	100		1.34	西區
3-35-02-01	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	5		1.36	西區
3-35-02-02	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	50	_	1.47	西區
3-35-02-03	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	70	_	1.58	西區
3-35-02-04	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	107		1.50	西區
3-42-02-01	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	0-5	_	1.23	西南區
3-42-02-02	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	50	_	1.10	西南區
3-42-02-03	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	100	_	1.41	西南區
3-42-02-04	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	150	_	1.42	西南區
3-42-02-05	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	200	_	1.81	西南區
3-42-02-06	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	250	_	1.89	西南區
3-42-02-07	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	300	_	2.22	西南區
3-42-02-08	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	400	_	1.22	西南區
3-42-02-09	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	600	_	0.62	西南區
3-51-02	109/05/20	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	_	1.10	東南區
3-52-02	109/05/20	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	0.99	東南區
3-53-02	109/05/20	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	1.50	東南區
3-11-02-01	109/06/04	25°00'31.08"	122°10'09.99"	0-5	_	0.95	東北區
3-11-02-02	109/06/04	25°00'31.08"	122°10'09.99"	50	—	1.11	東北區
3-11-02-03	109/06/04	25°00'36.76"	122°09'59.68"	125	—	1.39	東北區
3-11-02-04	109/06/04	25°00'36.76"	122°09'59.68"	300	—	1.82	東北區
3-12-02-01	109/06/04	25°01'52.69"	122°08'19.99"	0-5	—	1.12	東北區

表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

		14 ÷ 0.0		深度	活度 (Bq m ⁻³)		. –
樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
2 12 02 02	100/05/04	25001152 60"	10000010.00"	50	(Cs-134)	(Cs-137)	+ 11 F
3-12-02-02	109/06/04	25°01'52.69"	122°08°19.99"	50	_	0.97	東北區
3-12-02-03	109/06/04	25°02'08.54"	122°08'28.73"	125	—	1.28	東北區
3-12-02-04	109/06/04	25°02'08.54"	122°08'28.73"	200	—	1.52	東北區
3-54-2-01	109/07/05	22°42'00.11"	121°12'02.19"	0-5	—	1.20	東南區
3-54-2-02	109/07/05	22°43'00.47"	121°12'02.91"	50	—	1.30	東南區
3-54-2-03	109/07/05	22°43'01.04"	121°12'03.69"	100	_	2.06	東南區
3-46-02-01	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	0-5	—	1.14	西南區
3-46-02-02	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	120	—	1.96	西南區
3-46-02-03	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	700	—	_	西南區
3-24-02-01	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	0-5	—	1.27	西北區
3-24-02-02	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	50	—	1.25	西北區
3-24-02-03	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	75	—	1.37	西北區
3-24-02-04	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	80	—	1.40	西北區
3-25-02-01	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	0-5	—	0.99	西北區
3-25-02-02	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	50	—	1.12	西北區
3-25-02-03	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	75	—	1.52	西北區
3-25-02-04	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	85	—	1.37	西北區
3-51-02-02	109/08/13	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	—	1.58	東南區
3-52-02-02	109/08/13	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	—	1.10	東南區
3-53-02-02	109/08/13	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	—	1.40	東南區
3-54-01-01	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	0-5	—	0.73	東南區
3-54-01-03	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	100	—	0.86	東南區
3-54-01-04	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	150	—	1.18	東南區
3-54-01-05	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	200	—	1.01	東南區
3-54-01-06	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	300	—	1.92	東南區
3-54-01-07	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	400	—	1.95	東南區
3-54-01-08	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	600	_	1.53	東南區
3-54-01-09	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	1000	—	_	東南區
3-41-01-01	109/10/31	22°22'58.20"	120°19'24.61"	0-5	待測	待測	西南區

續表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

	- 114 - 114			深度	活度 (Bq m ⁻³)		
樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
2 41 01 02	100/10/21	22022158 2011	120°10'24 61"	50	(Cs-134) (大国)	(Cs-137) (Cs-137)	西去回
2 41 01 02	109/10/31	22 22 30.20	120 19 24.01	100	行风	行风	西南區
2 41 01 01	109/10/31	22 22 30.20	120 19 24.01	100	付別	付別	西南區
3-41-01-01	109/10/31	22°25'09.46"	120°20 54.58	0-5	行测	行测	四南區
3-41-01-02	109/10/31	22°25'09.46"	120°20'54.58"	50	行測	待測	西南區
3-41-01-03	109/10/31	22°25'09.46"	120°20'54.58"	125	待測	待測	西南區
3-34-01-01	109/11/02	23°39'43.50"	119°51'18.42"	0-5	待測	待測	西區
3-34-01-02	109/11/02	23°39'43.50"	119°51'18.42"	50	待測	待測	西區
3-35-01-01	109/11/02	23°31'08.28"	119°54'41.16"	0-5	待測	待測	西區
3-35-01-02	109/11/02	23°31'08.28"	119°54'41.16"	50	待測	待測	西區
3-36-01-01	109/11/02	23°01'44.58"	120°00'50.40"	0-5	待測	待測	西區
3-36-01-02	109/11/02	23°01'44.58"	120°00'50.40"	50	待測	待測	西區
3-37-01-01	109/11/02	23°01'46.56"	119°59'08.76"	0-5	待測	待測	西區
3-37-01-02	109/11/02	23°01'46.56"	119°59'08.76"	50	待測	待測	西區
3-42-01-01	109/11/21	22°22'12.06"	120°19'34.67"	0-5	待測	待測	西南區
3-42-01-02	109/11/22	22°23'56.74"	120°20'22.13"	100	待測	待測	西南區
3-42-01-03	109/11/21	22°22'12.06"	120°19'34.67"	200	待測	待測	西南區
3-42-01-04	109/11/21	22°22'12.06"	120°19'34.67"	300	待測	待測	西南區
3-42-01-05	109/11/21	22°22'12.06"	120°19'34.67"	400	待測	待測	西南區
3-51-01-02	109/11/19	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	待測	待測	東南區
3-52-01-02	109/11/19	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	待測	待測	東南區
3-53-01-02	109/11/19	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	待測	待測	東南區
3-11-01-01	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	0-5	待測	待測	東北區
3-11-01-02	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	50	待測	待測	東北區
3-11-01-03	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	200	待測	待測	東北區
3-12-01-01	109/11/19	25°05'06.47"	122°01'00.65"	0-5	待測	待測	東北區
3-12-01-02	109/11/19	25°05'06.47"	122°01'00.65"	50	待測	待測	東北區
蘭嶼東邊外海	109/01/04	22°00'00.00"	121°42'00.00"	0-5	—	1.03	東南區
蘭嶼南邊外海	109/01/04	21°54'00.00"	121°30'00.00"	0-5	—	1.27	東南區
蘭嶼西南外海	109/01/04	21°54'00.00"	121°24'00.00"	0-5	_	1.03	東南區
西子灣	109/01/14	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	_	1.33	西南區
花蓮港	109/01/16	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5		0.89	東南區

續表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

	T 14 D 11			深度	活度()	活度 (Bq m ⁻³)	
樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
	100/01/16	23000134 10"	121024110 00"	0.5	(Cs-134)	(Cs-137)	由古厄
成功忽地	109/01/10	23 09 34.10	121 24 10.90	0-5		0.93	木 用 匹 由 去 叵
人 此 庶 他	109/01/17	22 20 00.50	120 35 49.70	0-5		1.22	木 円四 五回
南奈漁港	109/01/20	24°50'50.83	120°55 28.19	0-5		1.22	四匝
土功漁港	109/01/21	23°58'19.09"	120°19°25.97"	0-5	_	1.11	西區
東石漁港	109/01/22	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5		1.04	西區
南方澳	109/02/03	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	—	0.87	東南區
八斗子	109/02/03	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	_	1.38	東北區
西子灣	109/02/13	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	_	1.34	西南區
西子灣	109/03/06	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.35	西南區
馬公東南	109/03/13	23°23'00.00"	119°37'00.00"	0-5	—	1.46	西區
馬公西嶼	109/03/18	23°38'00.00"	119°25'00.00"	0-5	_	1.26	西區
目斗嶼	109/03/18	23°46'00.00"	119°26'00.00"	0-5	_	1.15	西區
東沙	109/03/13	20°30'00.00"	116°30'00.00"	0-5	_	1.37	西南區
東沙	109/03/13	20°30'00.00"	116°42'00.00"	0-5	_	1.21	西南區
東沙	109/03/13	20°48'00.00"	116°42'00.00"	0-5	_	1.32	西南區
南沙	109/03/16	10°24'00.00"	114°12'00.00"	0-5	_	1.05	西南區
南沙	109/03/19	10°30'00.00"	114°30'00.00"	0-5	_	1.02	西南區
南沙	109/03/19	10°30'00.00"	120°42'00.01"	0-5	_	1.12	西南區
白沙灣	109/03/30	21°48'00.02"	120°08'17.36"	0-5	_	0.85	西南區
關山	109/03/30	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	_	1.18	西南區
鵝鑾鼻	109/03/30	21°51'35.99"	120°55'48.00"	0-5	_	0.94	東南區
西子灣	109/04/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.11	西南區
南寮漁港	109/04/08	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	_	1.29	西區
王功漁港	109/04/09	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	_	1.20	西區
東石漁港	109/04/10	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	_	1.19	西區
南方澳	109/04/14	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	_	1.16	東南區
八斗子	109/04/14	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	_	1.63	東北區
金門外海	109/04/19	24°24'00.00"	118°30'00.00"	0-5	_	1.61	西區
金門外海	109/04/19	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	_	1.41	西區
金門外海	109/04/19	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	_	1.23	西區
花蓮港	109/04/23	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	_	1.10	東南區

續表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

				深度	活度 (Bq m ⁻³)		
樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
成功海法	109/04/23	23°09'34 10"	121°24'10 90"	0-5	(Cs-134) —	(Cs-137)	重南區
大武海法	109/04/23	22°07'54.10	121 24 10.90 120°53'49 70"	0-5		1.19	東南區
崩嶼車邊外海	109/04/24	22°00'00.00"	121°/2'00 00"	0-5		0.86	東南區
蘭嶼南邊外海	109/04/26	21°54'00.00"	121°30'00.00"	0-5		0.88	東南區
蘭嶼西南外海	109/04/26	21°54'00.00"	121°24'00.00"	0-5		0.00	木 中區 車 南區
雨子灣	109/05/04	21 34 00.00 22°37'03 12"	121 24 00.00 120°16'05 45"	0-5		1.06	不由區
西子灣	109/06/03	22 37 03.12	120°16'05.45"	0-5		1.00	西南區
	109/00/03	22 37 03.12 24°34'55 12"	120 10 05.45	0-5		1.00	由市区
南方 供	109/07/02	24 34 33.12	120°55'28 10"	0-5		1.22	不用些
日 尔 杰 心	109/07/00	24 50 50.85	120 33 28.19	0-5		1.03	西巴
エリ庶心	109/07/07	23 36 19.09	120 19 23.97	0-5		0.02	西巴
木石 庶沦 王 7 兴	109/07/10	25 27 10.94	120 08 17.30	0-5		0.95	西西
四丁湾	109/07/10	22°37'03.12	120°16'05.45	0-5		1.35	四南區
八十丁	109/07/14	25°08'40.48	121°47′29.32″	0-5		1.22	東北區
· 願山外海	109/07/15	21°57'00.00"	120°39'00.00"	0-5		1.39	西南區
ST42	109/01/14	23°30'00.00"	119°00'00.00"	0-5		1.14	西區
ST43	109/07/14	24°00'00.00"	119°00'00.00"	0-5	—	1.06	西區
ST48	109/07/14	24°30'00.00"	119°30'00.00"	0-5	_	1.25	西區
ST49	109/07/15	25°00'00.00"	120°00'00.00"	0-5	—	1.60	西區
ST52	109/07/15	25°30'00.00"	120°30'00.00"	0-5	—	1.29	西北區
ST54	109/07/16	25°30'00.00"	121°00'00.00"	0-5	—	1.40	西北區
ST55	109/07/16	25°30'00.00"	121°30'00.00"	0-5	—	0.98	東北區
ST62	109/07/16	25°30'00.00"	122°00'00.00"	0-5	—	1.25	東北區
ST62	109/07/16	25°30'00.00"	122°00'00.00"	150	—	1.33	東北區
大武漁港	109/07/20	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	—	1.17	東南區
花蓮港	109/07/21	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	—	1.43	東南區
成功漁港	109/07/21	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	—	1.33	東南區
西子灣	109/08/10	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	—	1.18	西南區
八斗子外海	109/08/18	25°18'00.02"	121°48'00.00"	0-5	—	1.72	東北區
深澳外海	109/08/18	25°18'00.02"	121°54'00.02"	0-5	—	1.26	東北區
石門外海	109/08/18	25°24'00.00"	121°42'00.01"	0-5	—	1.32	東北區
白沙灣外海	109/08/19	21°48'00.00"	120°42'00.01"	0-5	—	1.03	西南區

續表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

				深度	活度 (Bq m ⁻³)		
樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	(m)	銫-134	銫-137	分區
圆山外海	109/08/19	21°57'36.00"	120°35'24.00"	0-5	(Cs-134) 	(Cs-137)	西南區
北戀畠外海	109/08/19	21°51'35 99"	120°55'48.00"	0-5		1.10	重南區
湖金开774	100/08/25	21 31 33.77	110°32'00.00"	0-5		1.12	不用些
<i>巡刚八海</i>	109/08/25	23 34 00.00	119 32 00.00	0-5		1.14	西區
澎湖外海	109/08/26	23°11'00.00"	119°25'00.00"	0-5		1.00	四區
澎湖外海	109/08/26	23°41'00.00"	119°28'00.00"	0-5	_	1.30	西區
金門外海	109/09/01	24°24'00.00"	118°30'00.00"	0-5	—	1.32	西區
金門外海	109/09/01	24°22'12.00"	118°27'00.00"	0-5	—	1.66	西區
金門外海	109/09/01	24°21'00.00"	118°19'12.00"	0-5	—	1.35	西區
西子灣	109/09/15	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	待測	待測	西南區
東引外海	109/09/07	26°18'00.00"	120°24'00.00"	0-5	待測	待測	西北區
東引外海	109/09/12	26°16'00.00"	120°36'00.00"	0-5	待測	待測	西北區
南竿外海	109/09/27	26°02'24.00"	119°52'12.00"	0-5	待測	待測	西北區
南竿外海	109/09/27	26°03'36.00"	120°00'00.00"	0-5	待測	待測	西北區
南竿外海	109/09/27	26°08'24.00"	120°04'48.00"	0-5	待測	待測	西北區
八斗子外海	109/09/29	25°18'00.02"	121°48'00.00"	0-5	—	1.05	東北區
深澳外海	109/09/29	25°18'00.02"	121°54'00.02"	0-5	—	1.09	東北區
石門外海	109/09/29	25°24'00.00"	121°42'00.01"	0-5	—	1.12	東北區
南寮漁港	109/10/05	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	—	0.83	西區
王功漁港	109/10/06	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	—	1.09	西區
東石漁港	109/10/07	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	—	1.06	西區
南方澳	109/10/13	24°34'55.12"	121°52'06.06"	0-5	待測	待測	東南區
八斗子	109/10/13	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0-5	待測	待測	東北區
花蓮港	109/10/14	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	待測	待測	東南區
成功漁港	109/10/15	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	待測	待測	東南區
大武漁港	109/10/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	待測	待測	東南區
西子灣	109/10/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	待測	待測	西南區
西子灣	109/11/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	待測	待測	西南區

續表 2-1-4 本計畫海水加馬能譜分析結果

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

受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) 漂流向太平洋東岸(Buesseler et al., 2017; Men et al., 2018),根據 Inomata 等人 (2018)的文章指出,少部 分受影響的海水會經由亞熱帶典型水團 (Subtropical mode water, STMW) 的傳輸再次回到日本近岸外海 (圖 2-1-5)。 STMW 為北太平洋渦旋中靠近西北太平洋一帶,渦旋名為 Subtropical gyre 的典型水團,特徵為水團密度 (σ_θ)介於 25.0 至 25.6 kg m⁻³ (Men et al., 2015; Inomata et al., 2018 及其引用文 獻),該水團形成於太平洋表層,進一步流入次表層中,進而影 響西太平洋。





⁽修改自 Inomata et al., 2018)

根據上述 STMW 的密度特徵,我們將民國 107、108 及 109 年計畫與福島海域之歷史文獻資料做銫-137 活度對密度關係圖 (圖 2-1-6)。該圖顯示民國 107、108 及 109 年計畫在臺灣鄰近海 域 200 公尺水深處量測到的銫-137 活度相對高值所存在之密度 層與福島海域之文獻資料相近。民國 109 年在 200 公尺以淺水 樣之銫-134 及銫-137 分析結果與歷年 (民國 107 年及 108 年) 分 析結果相近。



圖 2-1-6 臺灣鄰近海域各深度海水之銫-137 活度與密度圖

2.1.2-3 主變量分析結果

由表 2-1-5 可看到民國 107 至 109 年不同季節之分析數據平 均絕-137 活度、溫度及密度結果顯示,台灣鄰近海域之絕-137 活度在不同季節裡的活度大致相符,冬季的溫度則明顯相較於 春、夏及秋季低,而密度相較於春、夏及秋季高,顯示台灣鄰近 海域在冬季受來自北方冷水團影響。 經過主變量分析(Principle Component Analysis)後,四種 參數可以由前三個維度解釋整體資料超過 95%的變異(表 2-1-6),其中第一維度解釋整體資料中 56%的變異,第二維度可以解 釋其中 23%,第三維度則可以解釋 19%。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 2-1-5 民國 107 至 109 年本計畫各季節之海水銫-137、溫度及密度平均值

季節	銫-137 (Cs-137) (Bq m ⁻³)	溫度(℃)	密度 (σθ)
冬季 (1~2月及12月)	1.14	22.1	21.8
春季(3~5月)	1.21	25.2	21.6
夏季(6~8月)	1.24	27.0	21.1
秋季(9~11月)	1.19	28.6	20.5

表 2-1-6 主變量分析變異量特徵值

	第一維度	第二維度	第三維度	第四維度
變異量	2.274	0.939	0.785	0.002
變異量(%)	56.853	23.479	19.625	0.043
累計貢獻比率	56.853	80.332	99.957	100



圖 2-1-7 民國 107 至 109 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示意圖

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 2-1-7 及圖 2-1-8 所示,各 區域表層海水總鹼度分布範圍為 2193 ~ 2413 (µmol kg-1),最高 值為西區東石漁港表層水樣,最低值為東南區的花蓮港表層水 樣;樣品 pH 值分布範圍為 7.968 ~ 8.349,最高值為東南區大武 漁港之表層水樣,最低值為西區東石漁港表層水樣 (圖 2-1-8)。

各區域次表層海水總鹼度分布範圍為 2225 ~ 2336 µmol kg⁻¹,最高值為東北區 (編號 3-11-02-02)的 50 公尺水樣,最低 值為西北區 (編號 3-25-02-02)的 50 公尺水樣(圖 2-1-9); pH 值 分布範圍為 7.791 ~ 8.296,最高值為東南區 (編號 3-54-01-02) 的 50 公尺水樣,最低值為西南區 (編號 3-46-02-02)的 120 公尺 水樣 (圖 2-1-9)。

各區域深層海水總鹼度分布範圍為 2169 ~ 2353 µmol kg⁻¹, 最高值為東南區 (編號 3-54-01-09)的 1000 公尺深層水樣,最低 值為東北區 (編號 3-12-02-04)的 200 公尺深層水樣 (圖 2-1-9); pH 值分布範圍為 7.533 ~ 8.175,最高值為東北區 (編號 3-54-01-05)的 200 公尺深層水樣,最低值為西南區 (編號 3-46-02-03)的 700 公尺深層水樣 (圖 2-1-9)。上述總鹼度在各區域及各 深度海水之間的差異有助於釐清該海水之來源。

總驗度及酸鹼度兩種海洋化學資料可以進一步提供該水團之 特色並大致推斷其中所含之放射性核種之來源及走向。透過鹽度 與鹼度關係圖(圖 2-1-10),可反映出各區水團都有季節性之變 化。

由民國 107 至 109 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 10 公里以上之海水之銫-137 樣品。

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




圖 2-1-9 民國 109 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 109 年海水總鹼度及 pH 值對鹽度關係圖



圖 2-1-11 民國 107 至 109 年海水總鹼度及銫-137 對密度關係圖

表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	pН	分區
3-51-01	109/02/12	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	23.19	34.39	2265	n.d.	東南區
3-52-01	109/02/12	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	26.27	34.49	2267	8.072	東南區
3-53-01	109/02/12	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	24.63	34.44	2260	8.041	東南區
3-41-02	109/03/19	22°18'10.14"	120°25'23.29"	0-5	25.7	33.9	2260	8.286	西南區
3-34-02-01	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	5	27.75	34.38	2253	8.020	西區
3-34-02-02	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	50	24.48	34.5	2269	7.970	西區
3-34-02-03	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	70	22.31	34.62	2272	7.945	西區
3-34-02-04	109/05/09	23°39'43.50"	119°51'18.42"	100	22.12	34.65	2276	7.931	西區
3-35-02-01	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	5	27.6	34.39	2257	8.023	西區
3-35-02-02	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	50	25.24	34.49	2261	7.987	西區
3-35-02-03	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	70	23.76	34.59	2267	7.965	西區
3-35-02-04	109/05/09	23°31'08.28"	119°54'41.16"	107	22.44	34.64	2277	7.939	西區
3-42-02-01	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	0-5	28.72	34.41	2269	8.022	西南區
3-42-02-02	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	50	25.36	34.57	2270	8.004	西南區
3-42-02-03	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	100	21.18	34.88	2287	7.902	西南區
3-42-02-04	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	150	17.41	34.62	2279	7.798	西南區
3-42-02-05	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	200	15.5	34.59	2278	7.775	西南區
3-42-02-06	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	250	13.33	34.49	2279	7.726	西南區
3-42-02-07	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	300	12.01	34.43	2280	7.694	西南區
3-42-02-08	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	400	10.05	34.41	2280	7.694	西南區

續表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	рН	分區
3-42-02-09	109/05/10	22°05'14.76"	119°59'36.05"	600	6.87	34.42	2330	7.541	西南區
3-51-02	109/05/20	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	27.4	34.39	2257	n.d.	東南區
3-52-02	109/05/20	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	27.3	34.37	2257	8.071	東南區
3-53-02	109/05/20	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	27.9	34.41	2253	8.068	東南區
3-11-02-01	109/06/04	25°00'31.08"	122°10'09.99"	0-5	28.05.	33.34	2219	8.247	東北區
3-11-02-02	109/06/04	25°00'31.08"	122°10'09.99"	50	24.27	34.43	2336	8.138	東北區
3-11-02-03	109/06/04	25°00'36.76"	122°09'59.68"	125	16.59	34.67	2264	8.035	東北區
3-11-02-04	109/06/04	25°00'36.76"	122°09'59.68"	300	13.06	34.55	2271	7.948	東北區
3-12-02-01	109/06/04	25°01'52.69"	122°08'19.99"	0-5	27.64	33.45	2223	8.247	東北區
3-12-02-02	109/06/04	25°01'52.69"	122°08'19.99"	50	25.14	34.38	2240	8.235	東北區
3-12-02-03	109/06/04	25°02'08.54"	122°08'28.73"	125	17.52	34.68	2271	8.040	東北區
3-12-02-04	109/06/04	25°02'08.54"	122°08'28.73"	200	14.29	34.59	2169	7.977	東北區
3-54-2-01	109/07/05	22°42'00.11"	121°12'02.19"	0-5	28.6	34.20	2242	8.236	東南區
3-54-2-02	109/07/05	22°43'00.47"	121°12'02.91"	50	22.9	34.50	2261	8.171	東南區
3-54-2-03	109/07/05	22°43'01.04"	121°12'03.69"	100	19.9	34.60	2266	8.110	東南區
3-46-02-01	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	0-5	31.32	32.22	2215	8.136	西南區
3-46-02-02	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	120	18.21	34.61	2282	7.791	西南區
3-46-02-03	109/07/22	21°51'30.19"	118°03'14.51"	700	6.12	34.45	2341	7.533	西南區
3-24-02-01	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	0-5	30.35	34.06	2222	8.256	西北區

續表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	рН	分區
3-24-02-02	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	50	29.97	34.10	2227	8.23	西北區
3-24-02-03	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	75	26.47	34.23	2238	8.156	西北區
3-24-02-04	109/08/01	25°23'42.12"	121°29'34.44"	80	23.3	34.4	2237	8.17	西北區
3-25-02-01	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	0-5	30.4	34.1	2225	8.268	西北區
3-25-02-02	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	50	30.0	34.1	2225	8.239	西北區
3-25-02-03	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	75	29.12	34.13	2232	8.23	西北區
3-25-02-04	109/08/01	25°23'24.12"	121°27'48.96"	85	28.57	34.12	2230	8.226	西北區
3-51-02-02	109/08/13	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0-5	n.d.	33.99	2242	n.d.	東南區
3-52-02-02	109/08/13	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0-5	30.1	33.99	2240	8.096	東南區
3-53-02-02	109/08/13	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0-5	30.4	33.96	2240	8.086	東南區
3-54-01-01	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	0-5	30.09	34.55	2265	8.289	東南區
3-54-01-02	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	50	29.53	30.64	2273	8.296	東南區
3-54-01-03	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	100	25.53	34.81	2273	8.278	東南區
3-54-01-04	109/09/25	21°08'29.54"	123°55'59.83"	150	23.3	34.9	2286	8.252	東南區
3-54-01-05	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	200	21.8	34.9	2290	8.175	東南區
3-54-01-06	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	300	17.5	34.8	2280	8.117	東南區
3-54-01-07	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	400	15.5	34.6	2275	8.056	東南區
3-54-01-08	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	600	8.6	34.2	2281	7.768	東南區

續表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	рН	分區
3-54-01-09	109/09/24	21°08'42.15"	123°55'59.31"	1000	4.0	34.4	2353	7.606	東南區
3-41-01-01	109/10/31	22°22'58.20"	120°19'24.61"	0-5	27.7	34.2	2230	8.409	西南區
3-41-01-02	109/10/31	22°22'58.20"	120°19'24.61"	50	26.8	34.4	2243	8.391	西南區
3-41-01-03	109/10/31	22°22'58.20"	120°19'24.61"	100	23.2	34.6	2256	8.327	西南區
3-41-01-01	109/10/31	22°25'09.46"	120°20'54.58"	0-5	27.5	34.2	2230	8.409	西南區
3-41-01-02	109/10/31	22°25'09.46"	120°20'54.58"	50	27.5	34.4	2243	8.379	西南區
3-41-01-03	109/10/31	22°25'09.46"	120°20'54.58"	125	21.3	34.7	2265	8.282	西南區
3-34-01-01	109/11/02	23°39'43.50"	119°51'18.42"	0-5	27.3	34.3	2249	8.243	西區
3-34-01-02	109/11/02	23°39'43.50"	119°51'18.42"	50	27.1	34.4	2246	8.255	西區
3-35-01-01	109/11/02	23°31'08.28"	119°54'41.16"	0-5	27.2	34.3	2249	8.246	西區
3-35-01-02	109/11/02	23°31'08.28"	119°54'41.16"	50	26.5	34.4	2249	8.260	西區
3-36-01-01	109/11/02	23°01'44.58"	120°00'50.40"	0-5	27.6	34.3	2246	8.270	西區
3-36-01-02	109/11/02	23°01'44.58"	120°00'50.40"	50	26.7	34.4	2256	8.258	西區
3-37-01-01	109/11/02	23°01'46.56"	119°59'08.76"	0-5	27.6	34.2	2249	8.276	西區
3-37-01-02	109/11/02	23°01'46.56"	119°59'08.76"	50	27.2	34.3	2251	8.256	西區
3-11-01-01	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	0-5	24.9	34.5	待測	待測	東北區
3-11-01-02	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	50	19.7	34.6	待測	待測	東北區
3-11-01-03	109/11/18	25°01'33.54"	122°10'54.29"	200	14.2	34.7	待測	待測	東北區
3-12-01-01	109/11/19	25°05'06.47"	122°01'00.65"	0-5	20.1	34.5	待測	待測	東北區
3-12-01-02	109/11/19	25°05'06.47"	122°01'00.65"	50	19.0	34.6	待測	待測	東北區

續表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	рН	分區
西子灣	109/01/14	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	24.2	31.7	2350	8.249	西南區
花蓮港	109/01/16	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	24.1	32.2	2338	8.247	東南區
成功漁港	109/01/16	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	24.7	32.1	2344	8.252	東南區
大武漁港	109/01/17	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	25.1	32.7	2316	8.265	東南區
南寮漁港	109/01/20	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	18.7	30.5	2349	8.088	西區
王功漁港	109/01/21	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	21.9	31.8	2364	8.254	西區
東石漁港	109/01/22	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	19.9	30.9	2413	8.018	西區
西子灣	109/02/13	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	24.7	32.1	2306	8.245	西南區
西子灣	109/03/06	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	25.8	31.9	2288	8.212	西南區
西子灣	109/04/01	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	27.4	31.7	2292	8.208	西南區
南寮漁港	109/04/08	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	20.9	31.3	2272	8.079	西區
王功漁港	109/04/09	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	23.5	32.0	2309	8.163	西區
東石漁港	109/04/10	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	23.4	31.0	2392	7.968	西區
花蓮港	109/04/23	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	24.5	32.3	2270	8.241	東南區
成功漁港	109/04/23	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	25.1	31.9	2328	8.156	東南區
大武漁港	109/04/24	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	26.3	32.5	2270	8.236	東南區
西子灣	109/05/04	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	29.4	32.0	2275	8.290	西南區
西子灣	109/06/03	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	29.5	30.3	2185	8.296	西南區
南寮漁港	109/07/06	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	30.8	31.3	2207	8.256	西區
王功漁港	109/07/07	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	33.1	30.8	2228	8.268	西區

續表 2-1-7 臺灣鄰近海域海水樣品總鹼度

樣品編號	取樣日期	緯度 (N)	經度 (E)	深度 (m)	溫度 (°C)	鹽度	總鹼度 (µmol/kg)	рН	分區
東石漁港	109/07/08	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	31.7	30.1	2257	8.132	西區
西子灣	109/07/10	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	33.7	32.4	2228	8.293	西南區
大武漁港	109/07/20	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	30.0	29.6	2244	8.006	東南區
花蓮港	109/07/21	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	30.7	31.8	2252	8.317	東南區
成功漁港	109/07/21	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	31.6	33.2	2301	8.228	東南區
西子灣	109/08/10	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	32.4	31.7	2202	8.256	西南區
西子灣	109/09/15	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	30.9	32.5	2261	8.256	西南區
南寮漁港	109/10/05	24°50'50.83"	120°55'28.19"	0-5	26.9	33.3	2204	8.129	西區
王功漁港	109/10/06	23°58'19.09"	120°19'25.97"	0-5	26.6	33.5	2262	8.174	西區
東石漁港	109/10/07	23°27'10.94"	120°08'17.36"	0-5	28	32.9	2355	8.106	西區
花蓮港	109/10/14	23°58'52.20"	121°37'27.70"	0-5	27.8	31.8	2193	8.262	東南區
成功漁港	109/10/15	23°09'34.10"	121°24'10.90"	0-5	28.2	33.3	2255	8.179	東南區
大武漁港	109/10/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	0-5	31.1	34.5	2225	8.349	東南區
西子灣	109/10/19	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	30.5	33.2	2273	8.204	東南區
西子灣	109/11/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0-5	28.7	33.4	2289	8.190	西南區

註1:"n.d."表示無資料。

表 2-1-8 臺灣及海外之食品輻射物質活度標準範圍

				銫-134 (Cs-134)	銫-137 (Cs-137)	參考資料																				
日本		飲料	ŀ	10 Bo	q kg-1	日本合已汪庄堙淮																				
	切	3類及乳	製品	50 Bo	₁ kg -1	印本良配石及保+ 範圍(日本厚生勞 動公卿計)																				
		一般食		100 B	q kg -1	307日 (119 20)																				
臺灣	切	3類及乳	製品	10 Bo	q kg-1	行政院衛生署依																				
	嬰兒食品			50 Be	q kg-1	第十一條第二項																				
	飲料及包裝水 其他食品			10 Bo	q kg⁻¹	投催可足之 展 品中原子塵或放 出生:: 加定入定																				
				100 B	书 肥 乃 杂 女 全 谷 許 量 標 準 」 。																					
		水 (紀錄基準值)		0.4 Bq L-1	0.4 Bq L ⁻¹																					
	環境	; (調查;	水 基準值)	2 Bq L ⁻¹	2 Bq L-1	「環境輻射監測 規範」附件六環																				
	試樣	沉; (紀錄;	積物 基準值)	3 Bq kg-1	3 Bq kg-1	境試禄放射性分 析之預警措施基 準。																				
		沉 (調查)	積物 基準值)	74 Bq kg-1	740 Bq kg-1																					
109年 本案		海水活度 (Bq m ⁻³)		海水活度 (Bqm-3)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		海水活度 (Bqm ⁻³)		_	0.62~2.22	
	沉積物 (Bq kg ⁻¹)		物 g ⁻¹)	_	< 0.82																					
			魚	_	< 0.61																					
	海 (Bo	海產物 (Bq kg ⁻¹) <u></u> 貝		_	< 0.09																					
(_	_																					

註:1."-"表示小於最低可測活度。

二、沉積物及岩心樣品採集

民國 109 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;各區執行進度如表 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,並可與海水中之輻射物質活度比較,採集樣點如圖 2-2-1, 分析結果如表 2-2-4。

本計畫採集之沉積物中, 絕-137 活度低於 0.82 (Bq kg⁻¹)、鉀-40 活度為 3 至 981 (Bq kg⁻¹)、針系列*低於 54 (Bq kg⁻¹) 及鈾系列*低於 33 (Bq kg⁻¹), 鈷-60、絕-134 則低於最低可測活度,分析結果如表 2-2-4。其中絕-137 最大活度皆為西南區 406 公尺深之底泥樣品 (試樣編 號 3-45-02); 鉀-40、針系列*及鈾系列最大活度皆為東南區 280 公尺 深之底泥樣品 (試樣編號 3-55-02)。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 底沉積物之加碼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)。

	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		

表 2-2-1 民國 109 年海底沉積物樣品數量及執行率



圖 2-2-1 民國 109 年沉積物採樣點位置圖。右圖為民國 109 年臺灣本島 鄰近岸沙、河沙及深海沉積物採樣位置圖



圖 2-2-2 民國 109 年沉積物銫-137 活度分布圖。右圖為 109 年臺灣本島鄰近 岸沙、河沙及深海沉積物銫-137 活度分布圖





歷年各區深海沉積物Cs-137活度

圖 2-2-4 民國 107 至 109 年各區 200 公尺以深海底沉積物銫-137 活度 註:1.2018年(107年)未採集東南區 200 公尺以深海底沉積物。

註: 2. 2019 及 2020 年東南區 200 公尺以深海底沉積物之銫-137 活度皆小於最低可測活度。

表 2-2-2 臺灣鄰近海域岸 (河) 沙加馬能譜分析結果平均值及標準差

(Cs-134 MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.05 Bq kg⁻¹、

K-40* MDA 值為 1.38 Bq kg⁻¹、Co-60* MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、 Th 系列* MDA 值為 0.40 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.23 Bq kg⁻¹)

	銫-134	銫-137	鉀 - 40*	鈷-60*	釷系列*	鈾系列*
區域	(Cs-134)	(Cs-137)	(K-40*)	(Co-60*)	(Th 系列)*	(U系列*)
			平均活度	£ (Bq kg-1)		
東北區	-	0.63±0.32	229±320	-	14±23	9±12
西北區	-	0.46±0.27	613±89	-	24±11	13±8
西區	-	0.21±0.16	462±167	-	29±13	19±7
西南區	-	0.06±0.02	391±285	-	33±18	16±12
東南區	-	0.19±0.12	332±187	-	20±12	14±8

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

表 2-2-3 臺灣鄰近海域沉積物 (200 m 以深) 加馬能譜分析結果

(Cs-134 MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、Cs-137 MDA 值為 0.05 Bq kg⁻¹、
K-40* MDA 值為 1.38 Bq kg⁻¹、Co-60* MDA 值為 0.10 Bq kg⁻¹、
Th 系列* MDA 值為 0.40 Bq kg⁻¹、U 系列* MDA 值為 0.23 Bq kg⁻¹)

	銫-134	銫-137	鉀-40*	鈷-60*	釷系列*	鈾系列*						
區域	(Cs-134)	(Cs-137)	(K-40*)	(Co-60*)	(Th 系列)*	(U系列*)						
	平均活度(Bq kg-1)											
東北區	-	0.58	646	-	42	25						
西南區	-	0.82	746	-	41	24						
東南區	-	-	981	-	54	33						

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

拦口伯毕				取樣	離岸距離	淮 活 度 (Bq kg ⁻¹ · dry weight)						
禄品编號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	(km)	鉀 - 40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	銫 -13 4 (Cs-134)	銫 -13 7 (Cs-137)	_ <u> </u>	鈾系列 (U系列*)	分區
3-43-02	109/05/07	22°41'34.68"	120°11'04.98"	27	7.7	512	_	_	_	29	18	西南區
3-44-02	109/05/07	22°57'46.20"	120°04'06.30"	22	7.5	520	—	_	—	31	19	西南區
3-36-02	109/05/07	23°16'06.59"	119°09'32.69"	23	26.4	522	—	—	—	33	22	西區
3-37-02	109/05/07	23°15'17.22"	120°00'04.98"	16	8.7	556	—	—	—	42	26	西區
3-38-02	109/05/07	23°53'33.17"	120°10'26.64"	26	7.1	434	—	—	—	22	15	西區
3-13-02	109/06/04	25°01'41.40"	122°09'06.12"	252	14.8	646	_	_	0.58	42	25	東北區
3-45-02	109/07/04	22°10'18.24"	120°24'50.39"	406	17.6	746	—	_	0.82	41	24	西南區
3-55-02	109/07/05	22°43'04.56"	121°12'07.80"	280	5.2	981	—	—	—	54	33	東南區
3-47-02	109/07/27	22°22'52.61"	116°29'44.25"	45	372	496	—	—	0.18	16	9	西南區
3-48-02	109/07/28	22°40'18.43"	117°11'39.30"	41	295	120	—	—	—	6	3	西南區
3-49-02	109/07/28	22°42'56.00"	118°42'53.00"	34	141	88	—	_	—	6	5	西南區
3-43-01	109/11/21	22°22'01.80"	120°20'10.50"	150	4.9	待測	待測	待測	待測	待測	待測	西南區
3-44-01	109/11/21	22°22'37.02"	120°19'00.83"	568	6.1	待測	待測	待測	待測	待測	待測	西南區
3-56-02(岩心)	109/07/05	22°43'37.31"	121°12'08.04"	271	5.2	待測	待測	待測	待測	待測	待測	東南區
蘭嶼東清村	109/01/07	22°03'18.90"	121°33'51.90"	表土	岸沙	67	_	_	—	5	5	東南區
西子灣	109/01/14	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	562	—	_	0.06	33	20	西南區
花蓮港	109/01/16	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	220	_	_	0.07	18	13	東南區
成功漁港	109/01/16	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	98	—	_	_	4	3	東南區
大武漁港	109/01/17	22°20'06.30"	120°53'49.70"	表土	岸沙	474	_	_	0.10	27	18	東南區
南寮漁港	109/01/20	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	487	_	_	0.19	29	19	西區
王功漁港	109/01/21	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	381	_	_	_	30	18	西區
布袋漁港	109/01/22	23°23'05.30"	120°09'03.80"	表土	岸沙	400	_	_	_	30	17	西區
南方澳	109/02/03	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	577	_	_	0.30	35	21	東南區
八斗子	109/02/03	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	104	_	_	_	5	4	東北區
淡水河上游	109/02/06	25°03'04.70"	121°30'19.20"	表土	河沙	739	_	_	0.63	51	29	東北區
淡水河中游	109/02/06	25°07'31.20"	121°27'15.70"	表土	河沙	563	—	_	0.60	34	21	西北區
淡水河下游	109/02/06	25°09'49.00"	121°25'18.30"	表土	河沙	484	_	_	0.29	34	1	西北區
澎湖觀音亭	109/03/18	23°34'12.00"	119°33'46.80"	表土	岸沙	74	_		0.09	3	2	西區

表 2-2-4 本計畫採集之沉積物與岩心加馬能譜分析結果

样口伯贴				取樣 離岸距離		活 度(Bq kg ⁻¹ ・dry weight)) =
禄品编號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	(km)	鉀-40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	銫-134 (Cs-134)	銫 -13 7 (Cs-137)	↓	鈾系列 (U系列*)	分區
東沙	109/03/16	20°41'59.99"	116°43'00.00"	表土	岸沙	9	—	_	_	—	1	西南區
南沙	109/03/17	10°13'12.00"	114°12'35.99"	表土	岸沙	3	—	_	_	—	1	西南區
西子灣	109/04/01	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	590	_	_	_	35	22	西南區
南寮漁港	109/04/08	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	443	—	_	0.15	26	17	西區
大甲溪	109/04/08	24°16'55.70"	120°46'44.10"	表土	河沙	564	_	_	_	31	23	西區
王功漁港	109/04/09	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	361	—	_	—	29	19	西區
濁水溪上游	109/04/09	23°58'10.00"	121°07'07.80"	表土	河沙	732	—	_	—	50	29	西區
濁水溪中游	109/04/09	23°48'59.30"	120°45'43.50"	表土	河沙	589	—	_	—	43	25	西區
濁水溪下游	109/04/09	23°49'50.30"	120°19'07.00"	表土	河沙	589	—	_	—	47	26	西區
布袋漁港	109/04/10	23°22'55.42"	120°07'54.79"	表土	岸沙	502	—	_	—	19	12	西區
南方澳	109/04/14	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	562	_	_	0.33	35	23	東南區
八斗子	109/04/14	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	95	_	_	_	5	4	東北區
秀姑巒溪上游	109/04/22	23°09'24.00"	121°14'14.00"	表土	河沙	426	_	_	_	24	17	西區
秀姑巒溪中游	109/04/22	23°19'19.40"	121°19'55.30"	表土	河沙	487	—	_	—	28	19	東南區
秀姑巒溪下游	109/04/22	23°29'14.50"	121°24'09.10"	表土	河沙	426	—	_	_	26	17	東南區
花蓮港	109/04/23	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	200	_	_	_	12	10	東南區
成功漁港	109/04/23	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	152	_	_	_	6	5	東南區
大武漁港	109/04/24	22°20'06.30"	120°53'49.70"	表土	岸沙	429	_	_	_	24	16	東南區
將軍溪上游	109/05/05	23°09'50.10"	120°14'04.30"	表土	河沙	689	_	_	_	43	28	東南區
將軍溪中游	109/05/05	23°13'07.07"	120°10'36.10"	表土	河沙	488	_	_	_	28	18	西區
將軍溪下游	109/05/05	23°13'38.30"	120°07'22.00"	表土	河沙	564	_	_	0.76	41	23	西區
馬沙溝	109/05/05	23°13'15.20"	120°05'00.60"	表土	岸沙	384	_	_	_	21	14	西區
高屏溪上游	109/05/15	22°46'13.40"	120°27'02.20"	表土	河沙	575	_	_	_	39	26	西南區
高屏溪中游	109/05/15	22°39'44.80"	120°25'50.50"	表土	河沙	536	_	_	_	40	28	西南區
高屏溪下游	109/05/15	22°29'59.20"	120°24'56.10"	表土	河沙	655	_	_	_	43	32	西南區
南竿	109/06/20	26°09'28.80"	119°55'02.64"	表土	岸沙	692		_	_	10	8	西北區
東引	109/07/03	26°22'14.87"	120°29'02.75"	表土	岸沙	643	_	—	0.50	31	20	西北區
南方澳	109/07/02	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	625	_	_	0.22	37	24	東南區

續表 2-2-4 本計畫採集之沉積物與岩心加馬能譜分析結果

14 - 14 - 14	T 14 T 11			取樣	離岸距離	活度(Bq kg ⁻¹ ・dry weight)						
	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	(km)	鉀 -40* (K-40*)	鈷-60 (Co-60)	銫-134 (Cs-134)	銫 -13 7 (Cs-137)	釷系列 (Th系列*)	鈾系列 (U系列*)	分區
大甲溪	109/07/06	24°16'55.70"	120°46'44.10"	表土	河沙	468	_	_	_	27	21	西區
南寮漁港	109/07/06	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	457	_	_	0.14	26	17	西區
王功漁港	109/07/07	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	330	_	_	_	29	18	西區
高屏溪	109/07/07	22°39'44.80"	120°25'50.50"	表土	河沙	586	_	_	_	39	22	西南區
布袋漁港	109/07/08	23°22'55.42"	120°07'54.79"	表土	岸沙	388	_	—	—	31	18	西區
西子灣	109/07/10	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	581	_	_	_	34	18	西南區
八斗子	109/07/14	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	91	_	_	_	5	4	東北區
大武漁港	109/07/20	22°20'06.30"	120°53'49.70"	表土	岸沙	192	—	—	—	12	10	東南區
花蓮港	109/07/21	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	411	_	—	_	22	_	東南區
成功漁港	109/07/21	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	157	_	_	0.11	6	5	東南區
蘭嶼東清村	109/07/05	22°03'18.90"	121°33'51.90"	表土	岸沙	148	_	_	_	10	—	東南區
東沙	109/08/14	20°41'59.99"	116°43'00.00"	表土	岸沙	3	_	_	_	_	0.39	西南區
南沙	109/08/18	10°13'12.00"	114°12'35.99"	表土	岸沙	10	—	_	—	1	1	西南區
澎湖觀音亭	109/08/26	23°34'12.00"	119°33'46.80"	表土	岸沙	82	—	_	0.05	3	3	西區
金門料羅灣	109/09/01	24°24'39.00"	118°26'00.20"	表土	岸沙	723	_	—	—	3	14	西區
東引	109/09/21	26°22'14.87"	120°29'02.75"	表土	岸沙	722	—	_	—	23	19	西北區
南竿	109/09/29	26°09'28.80"	119°55'02.64"	表土	岸沙	576	_	_	_	9	8	西北區
南寮漁港	109/10/05	24°51'02.76"	120°55'47.60"	表土	岸沙	378	—	_	0.11	27	18	西區
王功漁港	109/10/06	23°58'19.09"	120°19'25.97"	表土	岸沙	380	_	_	_	27	18	西區
布袋漁港	109/10/07	23°22'55.42"	120°07'54.79"	表土	岸沙	389	_	—	—	47	30	西區
南方澳	109/10/13	24°34'55.12"	121°52'06.06"	表土	岸沙	577	—	_	0.33	38	24	東南區
八斗子	109/10/13	25°08'40.48"	121°47'29.32"	表土	岸沙	114	—	_	—	6	5	東北區
花蓮港	109/10/14	23°58'33.80"	121°37'10.00"	表土	岸沙	158	—	—	—	10	9	東南區
成功漁港	109/10/15	23°10'59.10"	121°23'53.10"	表土	岸沙	125	_	—	0.06	6	4	東南區
大武漁港	109/10/16	22°20'06.30"	120°53'49.70"	表土	岸沙	457	-	_	—	27	17	東南區
西子灣	109/10/19	22°37'29.60"	120°15'46.50"	表土	岸沙	584	—	_	_	35	21	西南區

續表 2-2-4 本計畫採集之沉積物與岩心加馬能譜分析結果

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,將採樣區域分為東北區、東南區、西南區、西區及西 北區等五個調查區域,採集之樣本經拍照及測量體長體重後直接送 往原子能委員會輻射偵測中心進行分析,各區域之採樣資料如物種 名稱、採樣日期、物種特性及採樣經緯度列於表 2-3-1~2-3-5。各區 所紀錄之樣本照片於圖 2-3-1~2-3-5,整合今年 (109 年度)海洋生 物採集之資料,共採集 133 批海洋生物,以採樣區域分別為東北區 32 批、東南區 46 批、西北區 4 批、西區 28 批及西南區 23 批,採 樣物種多樣化,其中包含魚、蝦蟹、頭足、貝類及藻類等大類,分別 為魚類 110 批、蝦蟹類 13 批、貝類 4 批、頭足類 4 批及藻類 2 批, 魚類採集數量較豐富且多達 19 科 31 種,以鯖鰺科數量最多,如鰺 科 的 杜 氏 鰤 (Seriola dumerili)、鯖 科 的 花 腹 鯖 (Scomber australasicus)。

前述生物樣本分析之組成 (如圖 2-3-6) 及體長特性說明如後, 東北區 32 批,包括魚類 28 批,蝦蟹類 2 批、頭足類及藻類各1批, 當中以魚類杜氏鰤樣本數(11批)最多,平均體長為64公分,其次 為烏魚 (Mugil cephalus) (5 批) 平均體長 47 公分; 東南區 46 批皆 魚類,以杜氏鰤 (Seriola dumerili) (6 批)、鬼頭刀(Coryphaena hippurus)(6批)、白帶魚 (Trichiurus spp.)(6批) 樣本數最多,其 平均體長依序分別為 76 公分、88 公分、82 公分,其次為花腹鯖 (Scomber australasicus) (5 批) 平均體長 35 公分; 西北區 4 批, 當中魚類有3批分別杜氏鰤 (Seriola dumerili) 平均體長90公分、 斑海鯰 (Arius maculatus) 平均體長 36.5 公分、黃鰭鮪 (Thunnus albacares) 平均體長 64 公分及蝦蟹類 1 批哈氏彷對蝦 (Parapenaeopsis hardwickii) 平均體長 2.5 公分; 西區 28 批內含 魚類18批、貝類4批、頭足類3批、蝦蟹類2批及藻類1批,其中 貝類為花蛤 (Gomphina aequilatera)、椰子渦螺 (Melo melo) 及 牡蠣(Ostreidae),以椰子渦螺 (Melo melo) 體長 20 公分最大;西 南區 23 批其中魚類有 15 批、蝦蟹類 8 批,其中蝦蟹類分別是櫻蝦 科的間型毛蝦 (Acetes intermedius) 平均體長 0.7 公分、晶瑩櫻蝦 (Sergia lucens)平均體長 0.8 公分、塔氏櫻蝦 (Sergia talismani) 平均體長 1.1 公分, 琉璃蝦科的東方玻璃蝦 (Pasiphaea orientalis) 平均體長1.4公分,長額蝦科的臺灣紅蝦 (Plesionika taiwanica) 平 均體長 1.3 公分,管鞭蝦科的大管鞭蝦 (Solenocera melantho) 平 均體長 3.2 公分及梭子蟹科的三點蟹 (Portunus sanguinolentus) 平均體長27公分。

今年(109年度)所蒐集海洋生物樣本以生態食物鏈來看,從基礎生產者的藻類海菜、初級消費者的蝦蟹類至高級消費者的魚類杜氏鰤、白帶魚等物種,反映出生態系裡生物之間攝食特性及環境與生物之間相互影響的關係。接著將採集紀錄之經緯度資料繪製成圖 2-3-7,可觀察出圖 2-3-7之採樣位置密集圍繞於臺灣周遭海域,能夠更清楚地分析各區域海洋生物生態環境之組成,再透過紀錄資料可以瞭解海洋生物採集地點以利後續追蹤海洋生物來源。

表 2-3-1 西北區採樣紀錄表

物種	採樣日期	平均體長(公分)	體重(公斤)	特性	棲所環境	緯度	經度
Arius maculatus 斑海鯰	109.05.30	36.5	5.1	底棲	沿岸至近海	25.133	121.233
Parapenaeopsis hardwickii 哈氏彷對蝦	109.05.08	2.5	3.4	底棲	沙泥	25.217	121.267
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.07.07	90.0	7.0	洄游性	大洋	25.683	121.183
Thunnus albacares 黃鰭鮪	109.03.21	64.0	3.7	洄游性	大洋	25.630	121.370

表 2-3-2 西區採樣紀錄表

物種	採樣日期	平均體長(公分)	體重(公斤)	特性	棲所環境	緯度	經度
Arius maculatus 斑海鯰	109.05.03	76.0	3.0	底棲	沿岸至近海	24.840	120.470
Arius maculatus 斑海鯰	109.05.21	49.8	5.0	底棲	沿岸至近海	24.267	120.400
Gomphina aequilatera 花蛤	109.07.16	2.5	7.0	底棲	沙泥	23.967	120.317
Hydropuntia edulis 可食水龍鬚菜/海菜	109.09.10		1		礁岩	23.650	119.567
Lateolabrax japonicus 日本花鱸/七星鱸	109.05.07	51	4.3	洄游性	沿岸至近海	23.600	119.300
Melo melo 椰子渦螺	109.06.09	20.3	5	底棲	沙泥	24.210	120.342
Metapenaeopsis barbata 鬚赤對蝦	109.05.07	9.25	0.01	底棲	沙泥	23.260	119.350
Ostreidae 牡蠣(未帶殼)	109.07.01	5.4	2.0		礁岩	23.450	120.133
Ostreidae 牡蠣 (帶殼)	109.07.08	9	7.5		礁岩	24.767	120.900
Rachycentron canadum 海鱲	109.05.07	61.5	7.2	洄游性	沿岸至近海	23.530	119.490
Scomberoides commersonnianus 大口逆鈎鰺	109.05.18	62	9.6	洄游性	沿岸至近海	23.200	119.967
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.07	80	4.7	洄游性	大洋	23.530	119.780
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.07.23	60.0	6.0	洄游性	大洋	24.933	120.833
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.05	70.0	7.8	洄游性	大洋	24.900	120.883
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.08.17	89	7.95	洄游性	大洋	24.900	120.883
Thunnus albacares 黃鰭鮪	109.08.20	62	7.17	洄游性	大洋	23.417	119.683
Trachurus japonicus 日本竹筴魚	109.05.03	24.25	0.6	洄游性	沿岸至近海	24.960	120.660
Trachurus japonicus 日本竹筴魚	109.03.20	25.0	0.7	洄游性	沿岸至近海	24.640	119.830
花枝	109.05.03	30	2.1	洄游性	沿岸至近海	24.860	120.610
章魚	109.05.07	80	3.7	底棲	沿岸至近海	23.270	119.460
螃蟹	109.05.07	18	0.8			23.210	119.520
鎖管	109.05.07	46	1.2	洄游性	沿岸至近海	23.330	119.310

表 2-3-3 西南區採樣紀錄表

物種	採樣日期	平均體長(公分)	體重(公斤)	特性	棲所環境	緯度	經度
Acetes intermedius 間型毛蝦	109.04.27	0.7	3.2	浮游性	沿岸	22.467	120.050
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.08.18	90.6	5.38	洄游性	大洋	22.200	119.170
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.07.06	61.2	5.87	洄游性	大洋	21.540	120.220
Katsuwonus pelamis 正鰹	109.07.31	35	5.4	洄游性	大洋	22.200	119.170
Mene maculata 眼眶魚	109.04.16	17.5	5.2	洄游性	沿岸至近海	22.450	120.367
Pasiphaea orientalis 東方玻璃蝦	109.04.08	1.4	3.2	浮游性	深海	22.800	119.417
Plesionika taiwanica 臺灣紅蝦	109.04.08	1.3	3.0	底棲	深海	22.383	120.283
Pomadasys kaakan 星雞魚/金龍	109.06.01	31	5.3	底棲	沿岸至近海	20.583	117.217
Portunus sanguinolentus 紅星梭子蟹/三點蟹	109.08.25	27	0.257	底棲	沙泥	22.383	120.283
Sergia lucens 晶瑩櫻蝦	109.04.08	0.8	3.0	浮游性	大洋	22.467	120.383
Sergia talismani 塔氏樱蝦	109.04.08	1.1	3.3	浮游性	近海至大洋	22.800	120.167
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.08.25	77	4.562	洄游性	大洋	22.267	120.283
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.07.04	70.5	5.2	洄游性	大洋	22.250	120.317
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.05	99.8	11.4	洄游性	大洋	21.880	119.680
Solenocera melantho 大管鞭蝦	109.04.08	3.2	3.0	底棲	沙泥	22.383	120.283
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.09.01	75	5.54	洄游性	大洋	22.200	119.170
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.08.31	27.00	5.70	洄游性	大洋	22.200	119.170
蝦	109.08.25	9	0.005			22.450	120.217
鮪魚	109.09.01	90	2.35	洄游性	大洋	22.383	120.283
鰆魚	109.08.25	86	4.595	洄游性	大洋	22.500	120.133

表 2-3-4 東北區採樣紀錄表

物種	採樣日期	平均體長(公分)	體重(公斤)	特性	棲所環境	緯度	經度
Auxis rochei rochei 圓花鰹	109.06.06	25	5	洄游性	大洋	25.283	121.817
Auxis rochei rochei 圓花鰹	109.06.10	27.47	5.1	洄游性	大洋	25.050	121.933
Auxis rochei rochei 圓花鰹	109.06.02	28.2	6.4	洄游性	大洋	27.100	123.600
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.07.01	64.5	5.18	洄游性	大洋	25.300	124.000
Gelidium amansii 石花菜	109.05.06		1.2		礁岩	25.183	121.683
Katsuwonus pelamis 正鰹	109.08.10	40	10	洄游性	大洋	25.400	125.000
Makaira nigricans 黑皮旗魚	109.08.06	166.5	5.46	洄游性	大洋	25.300	124.000
Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	109.01.06	45.8	3.2	洄游性	沿岸至近海	25.550	121.650
Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	109.03.02	47.7	3.2	洄游性	沿岸至近海	25.580	121.710
Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	109.03.02	49.0	3.3	洄游性	沿岸至近海	25.490	121.530
Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	109.01.06	46.3	3.4	洄游性	沿岸至近海	25.520	121.720
Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	109.03.02	48.0	3.7	洄游性	沿岸至近海	25.510	121.710
Ovalipes punctatus 細點圓趾蟹/黃金蟹	109.04.27	16.5	0.9	底棲	沙泥	25.120	122.530
Parapristipoma trilineatum 三線磯鱸	109.08.20	24	5.71	洄游性	沿岸至近海	25.167	121.717
Sarda orientalis 東方齒鰆	109.03.21	63.0	4.1	洄游性	大洋	25.290	122.210
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.07.13	32.6	5.16	洄游性	沿岸至近海	25.800	122.283
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.08.19	22.8	5.6	洄游性	沿岸至近海	25.633	123.033
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.03.21	82.0	3.8	洄游性	近海至大洋	25.550	122.180
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.04.13	63.0	4.1	洄游性	近海至大洋	25.767	122.800
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.06.11	44	5	洄游性	近海至大洋	25.183	121.700
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.07.28	59.0	5.0	洄游性	近海至大洋	25.733	123.217
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.10	69.0	5.3	洄游性	近海至大洋	25.183	121.700
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.25	63	5.4	洄游性	近海至大洋	25.500	121.817
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.08.27	27	5.4	洄游性	近海至大洋	25.167	121.717
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.08.20	57	5.77	洄游性	近海至大洋	25.200	121.733
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.06.19	83	5.95	洄游性	近海至大洋	25.200	121.733
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.09.18	94	9	洄游性	近海至大洋	26.133	123.200
Thunnus albacares 黃鰭鮪	109.07.01	130	5.1	洄游性	大洋	25.300	124.000
Thunnus albacares 黃鰭鮪	109.08.06	144	5.16	洄游性	大洋	25.300	124.000
鎖管	109.04.27	34	0.5	洄游性	沿岸至近海	25.120	122.590

表 2-3-5 東南區採樣紀錄表

物種	採樣日期	平均體長(公分)	體重(公斤)	特性	棲所環境	緯度	經度
Acanthocybium solandri 棘鰆 / 石喬	109.04.27	98.0	7.0	洄游性	大洋	22.933	121.350
Aluterus monoceros 單角革單棘純/剝皮魚	109.08.25	37.31	5.02	底棲	沿岸至近海	24.067	121.700
Aluterus monoceros 單角革單棘純/剝皮魚	109.08.28	32	5.065	底棲	沿岸至近海	24.633	121.883
Auxis rochei rochei 圓花鰹	109.05.21	36.3	5.0	洄游性	大洋	24.883	121.867
Auxis rochei rochei 圓花鰹	109.05.13	33.1	5.2	洄游性	大洋	24.683	121.833
Auxis thazard thazard 扁花鰹	109.05.05	43.0	6.2	洄游性	大洋	24.833	121.900
Auxis thazard thazard 扁花鰹	109.06.01	42	6.5	洄游性	大洋	22.817	121.433
Caranx ignobilis 浪人鰺	109.05.21	56.5	9.0	洄游性	近海至大洋	23.783	121.583
Chanos chanos 虱目魚	109.04.20	77.0	4.0	洄游性	沿岸至近海	24.070	121.990
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.03.31	89	3.1	洄游性	大洋	23.020	121.670
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.03.31	105	4.6	洄游性	大洋	23.050	121.690
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.04.20	100	6.6	洄游性	大洋	24.040	122.030
Coryphaena hippurus 鬼頭刀	109.05.14	57.0	7.0	洄游性	大洋	21.767	121.533
Katsuwonus pelamis 正鰹	109.04.27	47	2.4	洄游性	大洋	24.430	122.200
Katsuwonus pelamis 正鰹	109.03.31	58	3.7	洄游性	大洋	23.090	121.830
Sarda orientalis 東方齒鰆	109.03.31	54	5.2	洄游性	大洋	24.070	121.990
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.03.18	31.8	1.8	洄游性	沿岸至近海	24.170	122.670
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.03.18	31.8	2.0	洄游性	沿岸至近海	24.330	122.340
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.03.18	32.8	2.1	洄游性	沿岸至近海	24.330	123.050
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.03.31	44.8	4.7	洄游性	沿岸至近海	23.150	121.880
Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	109.05.10	36.0	5.2	洄游性	沿岸至近海	24.717	122.117
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.06.12	67.5	5.06	洄游性	大洋	24.033	121.650
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.07.10	83.2	5.3	洄游性	大洋	23.567	121.567
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.10	81.5	6.0	洄游性	大洋	24.517	122.200
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.05.21	70.0	6.6	洄游性	大洋	24.200	121.683
Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	109.03.31	80	6.6	洄游性	大洋	23.090	121.510
Thunnus albacares 黃鰭鮪	109.03.31	48.75	7.4	洄游性	大洋	23.120	121.980
Trachurus japonicus 日本竹筴魚	109.05.05	28.0	6.0	洄游性	沿岸至近海	24.833	121.900
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.03.31	83	1.1	洄游性	大洋	23.300	121.690
Trichiurus spp. 带魚屬 / 白帶魚	109.04.27	88	1.7	洄游性	大洋	24.470	122.010
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.04.15	84.0	5.4	洄游性	大洋	22.750	121.210
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.08.20	84.1	5.5	洄游性	大洋	24.833	121.950
Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	109.04.16	72.0	6.0	洄游性	大洋	24.833	121.983







圖 2-3-4 臺灣東北區海域生物樣本圖及學名







圖 2-3-6 五個調查區之海洋生物組成圖





續圖 2-3-6 五個調查區之海洋生物組成圖



續圖 2-3-6 五個調查區之海洋生物組成圖



圖 2-3-7 採樣紀錄位置圖

2.3.2 海洋生物樣本加馬能譜分析結果

本計畫採集臺灣五個調查區之海洋生物樣本加馬能譜分析結果 如表 2-3-6,分析參數包含碘-131、銫-134 及銫-137,另還有天然放 射性核種的鉀-40、釷系列及鈾系列。依分析結果顯示,在空間分布 上,五個調查區之海洋生物 (含魚類、蝦蟹類、貝類、頭足類及藻類) 的碘-131 與銫-134 活度皆小於最低可測活度 (MDA266/MDA0.03), 並且根據衛福部食藥署規定「食品中原子塵或放射能污染容許量標 準」 绝-134 及 绝-137 總和 需 低於 100 (Bq/Kg) 標準值,透過表 2-3-6 可得知各調查區域海洋生物偵測值皆低於該標準值。將前述(圖 2-3-6)各調查區域海洋生物之銫-137 值分析彙整如圖 2-3-8,結果顯 示西北區海洋生物銫-137 值測得 0.25 (Bq/Kg)、西區 0.21 (Bq/Kg)、 西南區 0.28 (Bq/Kg), 東北區 0.25 (Bq/Kg)、東南區 0.22 (Bq/Kg), 整體海洋生物銫-137 平均值為 0.237 (Bq/Kg),以棲地環境來看則 能顯示出大洋性物種易測得較高數值 (圖 2-3-9),大洋洄游性魚類 在洄游過程中可能受餌料生物影響而導致數值有偏高之現象,棲息 於近海沿岸的大口逆鈎鰺 (Scomberoides commersonnianus) 測 得 0.31 (Bq/Kg) 略高於平均值,其餘物種則介於 0.08~0.21 (Bq/Kg) 之間,而浮游性的蝦類僅東方玻璃蝦 (Pasiphaea orientalis) 測得 0.09 (Bq/Kg), 至於沙泥底質的蟹、貝類則低於可測值。綜觀來說, 普遍魚類、蝦蟹類、貝類及藻類皆低於銫-137 可測值 (MDA<0.04), 少數如杜氏鰤等大型大洋性魚類物種較高於平均值,但數據皆遠低 於規定內容之標準值,屬於正常安全範圍內,可正常安心食用,至 於偵測值偏高其原因可能為攝食習性及生態位階中扮演高級消費者 因素導致銫-137 數值偏高。

2.3.3 總結與建議

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 133 批海洋生物,分 別為東北區 32 批、東南區 46 批、西北區 4 批、西區 28 批及西南 區 23 批,其中包含魚、蝦蟹、頭足、貝類及藻類等大類,分別為魚 類 110 批、蝦蟹類 13 批、貝類 4 批、頭足類 4 批及藻類 2 批,魚類 採集數量較豐富且多達 19 科 31 種,以鯖鰺科數量最多,如鰺科的 杜氏鰤(Seriola dumerili)、鯖科的花腹鯖 (Scomber australasicus), 為了採樣地點完整,故後續工作仍會持續透過此一採樣方式,以強 化了解或比對這些海洋生物種空間分布特性。 至於整體海洋生物之平均銫-137 值為 0.237 (Bq/Kg),依調查 區域分別為西北區 0.25 (Bq/Kg)、西區 0.21 (Bq/Kg)、西南區 0.28 (Bq/Kg)、東北區 0.25 (Bq/Kg)、東南區 0.22 (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鰤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),相對地,普遍魚類、蝦蟹類、貝類及藻類所含銫-137 皆低 於可測值 (MDA<0.04)。

	<u>∧</u> ∠ J	U	至仍	-		10世纪一体月 王初 像 年)		108	パヤ	1	ト			
海生物様	試樣	種類	取樣日期	重量	體長	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	銫-134	銫-137	釷系列*	鈾系列*	偵測中心編號
半刀皿	細玩 12	ム	109/03/21	37	(公力) 64.0	Thumpus albacaros 苔鳍鲔	十洋	13/	_	_	0.15	_	_	E1109-286601
	SPRMC-20200505-04-1	一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	109/05/08	3.4	2.5	Parananagonsis hardwickii 哈氏冶對醌	小泥底質	116	_	_		_	_	E1109-200001
西北區	SPRMC-20200509-04-1	取名	109/05/30	5.1	36.5	Arius maculatus 斑海輪	万加成員	165	_	_	_	_	_	E1109-292101
	SPRMC 20200329-01-1	品	109/03/30	7.0	00.0	Artus mucuulus 」」」母認。	<u></u> 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	160	_	_	0.36		_	E1109-299401
	3FKWC-20200700-01-1	思	109/07/07	0.257	90.0	Seriola aumeria 在大期/ 社日	八八	07			0.50			E1109-300401
	40	質	109/08/25	0.257	27	Portunus sanguinoientus 紅星核丁蟹/二點蟹	沙泥底貝	9/	_	_	_		_	E1109-319901
	41	取	109/08/25	0.005	9		沙泥底貝	114	_	_	-	_	_	E1109-320001
	42	思	109/08/25	4.50	11	Seriola dumerili 杜氏鯽/紅日	人汗	104	_	_	0.31	_	_	E1109-320101
	43	思	109/08/25	4.59	80		虹海沿岸	188	_	_	0.27	_	-	E1109-320201
	44	魚	109/09/01	2.35	90		大洋	142	_	-	0.3	_	-	E1109-320301
	45	魚	109/09/01	5.54	75	Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	大汗	141	-	-	0.31	—	-	E1109-320401
	SPRMC-20200408-01-1	蝦	109/04/08	3.0	3.2	Solenocera melantho 大管鞭蝦	沙泥低質	126	-	-	-	—	-	E1109-287/01
	SPRMC-20200408-02-1	蝦	109/04/08	3.0	0.8	Sergia lucens 晶瑩櫻蝦	深海浮游	76	-	-	-	-	-	E1109-287901
	SPRMC-20200408-02-2	蝦	109/04/08	3.2	1.4	Pasiphaea orientalis 東方玻璃蝦	深海浮游	81	-	-	0.09	-	-	E1109-288001
	SPRMC-20200408-02-3	蝦	109/04/08	3.0	1.3	Plesionika taiwanica 臺灣紅蝦	深海浮游	67	-	-	-	—	-	E1109-288101
	SPRMC-20200408-02-4	蝦	109/04/08	3.3	1.1	Sergia talismani 塔氏櫻蝦	深海浮游	76	-	-	-	—	-	E1109-288201
西南區	SPRMC-20200416-02-1	魚	109/04/16	5.2	17.5	Mene maculata 眼眶魚	近海沿岸	154	-	-	-	-	-	E1109-291901
	SPRMC-20200427-01-1	蝦	109/04/27	3.2	0.7	Acetes intermedius 間型毛蝦	浮游性蝦類	89	-	-	-	—	2	E1109-292001
	SPRMC-20200505-03-1	魚	109/05/05	11.4	99.8	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	162	-	-	0.57	—	-	E1109-291101
	SPRMC-20200601-01-1	魚	109/06/01	5.3	31	Pomadasys kaakan 星雞魚/金龍	近海沿岸	163	-	-	-	-	-	E1109-299501
	SPRMC-20200703-01-1	魚	109/07/06	5.87	61.2	Coryphaena hippurus 鬼頭刀	大洋	115		_		_	-	E1109-306201
	SPRMC-20200704-01-1	魚	109/07/04	5.2	70.5	Seriola dumerili 杜氏鰤/紅甘	大洋	225	-	-	0.48	—	-	E1109-306301
	SPRMC-20200731-01-1	魚	109/07/31	5.4	35	Katsuwonus pelamis 正鰹	大洋	348	_	-	0.39	_	-	E1109-313601
	SPRMC-20200816-02-1	魚	109/08/18	5.38	90.6	Coryphaena hippurus 鬼頭刀	大洋	153	-	-	0.1	_	-	E1109-315701
	SPRMC-20200831-01-1	鱼	109/08/31	5.70	27.00	Trichiurus spp. 帶角屬/ 白帶角	大洋	132	-	_	0.15	_	-	E1109-319101
	SPRMC-20201024-01-1	鱼	109/10/24	5	8.8	Gazza minuta 小牙鲾/花今仔	折海沿岸	90	-	_	_	_	-	E1109-327301
	SPRMC-20201028-01-1	鱼	109/10/27	5.2	44.7	Pomadasys argenteus 銀雞角	近海沿岸	164	_	_	_	_	-	E1109-328901
	SPRMC-20201028-02-1	鱼	109/10/28	5.1	22.3	Mene maculata 眼眶角	折海沿岸	177	_	_	0.15	_	-	E1109-329001
	9	鱼	109/03/20	0.7	25.0	Trachurus japonicus 日本竹窑角	近海沿岸	127	-	_	0.11	_	-	E1109-286001
	27	品	109/05/03	0.6	24.25	Trachurus japonicus 日本自英杰 Trachurus japonicus 日本航空角	近海沿岸	158	-	_	0.11	_	_	E1109-297001
	28	品	109/05/03	3.0	76.0	Arius maculatus 邗海齡	近海沿岸	130	-	_	_	_	_	E1109-297101
	20	用日	100/05/03	2.1	30	THE	近海沿岸	110	_			_	_	E1109 297201
	30	頭足	109/05/05	1.2	30	10仅	近海沿岸	128			_			E1109-297201
	21	頭足	109/05/07	2.7	40 80	與日 辛 <u>免</u>	近海沿岸	96						E1109-300701
	22	與让	109/05/07	5.7	0.25		辺内に圧	140					_	E1109-300801
	32	取	109/05/07	0.01	9.25	Metapenaeopsis barbata 續亦對戰	沙泥底頁	148	_	_	_	_	_	E1109-300901
	33	蟹	109/05/07	0.8	18	防衛	沙泥成頁	115	_	_	0.10	_	-	E1109-301001
	34	魚	109/05/07	1.2	61.5	Rachycentron canadum 海鱺	大洋	144	_	-	0.19	_	-	E1109-301101
	35	魚	109/05/07	4.5	51	Lateolabrax japonicus 日本花鱷/海鱷魚,七星鱷	近海沿岸	146	_	-	0.24	_	-	E1109-301201
	36	魚	109/05/07	4./	80	Seriola dumerili 杜氏鰤/紅丁	大洋	181	_	_	0.34	_	_	E1109-303401
	54	魚	109/09/14	4.7		Rachycentron canadum 海鱺	大洋	160	-	-	-	-	-	EI109-325101
	55	魚	109/09/14	3.5		Rachycentron canadum 海鱺	大洋	180	-	-	0.08	-	-	EI109-325201
西區	SPRMC-20200505-01-1	魚	109/05/05	7.8	70.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	150	-	-	0.21	_	-	E1109-291001
	SPRMC-20200518-01-1	魚	109/05/18	9.6	62	Scomberoides commersonnianus 大口逆鈎鰺	近海沿岸	182	-	-	0.31	—	-	E1109-295101
	SPRMC-20200520-01-1	魚	109/05/21	5.0	49.8	Arius maculatus 斑海鯰	近海沿岸	153	-	-	-	-	-	E1109-295201
	SPRMC-20200609-01-1	貝	109/06/09	5	20.3	Melo melo 椰子渦螺	沙泥底質	88	-	-	_	_	-	E1109-301401
	SPRMC-20200701-01-1	貝	109/07/01	2.0	5.4	Ostreidae 牡蠣 (未帶殼)	礁岩	52	-	-	-	—	-	F1109-009701
	SPRMC-20200708-01-1	貝	109/07/08	7.5	9	Ostreidae 牡蠣(帶殼)	礁岩	70	_	-	-		_	F1109-009601
	SPRMC-20200716-01-1	貝	109/07/16	7.0	2.5	Gomphina aequilatera 花蛤	沙泥底質	54	_	-	-	_	-	F1109-009801
	SPRMC-20200723-01-1	魚	109/07/23	6.0	60.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	66	_	-	-	_	-	E1109-312001
	SPRMC-20200816-01-1	魚	109/08/17	7.95	89	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	153	-	-	0.4	-	-	E1109-313901
	SPRMC-20200819-03-1	魚	109/08/20	7.17	62	Thunnus albacares 黃鰭鮪	大洋	150	-	-	0.23	_	-	E1109-316001
	SPRMC-20200910-01-1	藻	109/09/10	1		Hydropuntia edulis 可食水龍鬚菜/海菜	岩礁環境	19	-	-	-	—	-	E1109-320501
	SPRMC-20200930-01-1	魚	109/09/30	5.3	29.2	Seriola dumerili 杜氏鰤/紅甘	大洋	175	-	-	0.22	—	-	E1109-323601
	SPRMC-20201012-01-1	魚	109/10/12	5.4	33.8	Ilisha elongata 長鰳/白力角	折海沿岸	134	-	-	0.16	-	-	E1109-326801
	SPRMC-20201016-01-1	鱼	109/10/16	5.1	31.3	Seriola dumerili 杜氏鰤/红甘	大洋	187	_	_	0.15	_	-	E1109-327101
	SPRMC-20201023-01-1	鱼	109/10/23	5.4	31.7	Ichthysconys leheck 拱后媵	祈海沿岸	119	-	_	-	_	_	E1109-327201

ま	t 2-3-6	臺灣五	個調查	區之海>	羊生物樣	本加馬	,能譜	分析	[結]	顆
v								2 2 1 1		

註:"一"表示小於最低可測活度(MDA),

鉀-40* MDA 值為 0.60 貝克/千克、碘-131 MDA 值為 266 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.03 貝克/千克、 銫-137 MDA 值為 0.04 貝克/千克、釷系列* MDA 值為 0.10 貝克/千克、鈾系列* MDA 值為 0.09 貝克/千克。 "*"表示天然放射性核種。

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

海生物样	計样	_		重量	贈E									
本公回	山川水 行助史	種類	取樣日期	里里 (公丘)	(公公)	學名/俗稱	環境/棲地	鉀-40*	碘-131	銫-134	銫-137	釷系列*	鈾系列*	偵測中心編號
半月回	5冊500	17.	100/01/06	(27)	(公月)		近海江出	127						E1100 284201
	1	思	109/01/06	3.2	45.8	Mugil cephalus 鯔/ 烏魚	20日本に ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・	127	-	_	_	_	-	EI109-284301
	2	魚	109/01/06	3.4	46.3	Mugil cephalus 鯔 / 烏魚		138	-	-	_	_	-	E1109-284501
	3	魚	109/03/02	3.2	47.7	Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	近海沿岸	135	-	-	_	_	-	E1109-284701
	4	魚	109/03/02	3.3	49.0	Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	近海沿岸	157	-	-	_	_	-	E1109-284901
	5	魚	109/03/02	3.7	48.0	Mugil cephalus 鯔 / 烏魚	近海沿岸	149	-	_	_	_	-	E1109-285101
	10	魚	109/03/21	3.8	82.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	252	-	-	0.43	-	-	E1109-286201
	11	鱼	109/03/21	4.1	63.0	Sarda orientalis 東方齒鳝	大洋	152	-	_	0.22	-	-	E1109-286401
	25	解	109/04/27	0.9	16.5	Ovalines nunctatus 細點圓趾盤/黃全鰹	沙泥底質	150	_	_	_	_	_	E1109-296801
	26	前兄	109/04/27	0.5	34	省答	· 近海辺岸	102	_	_	_	_	_	E1109-296901
	20	現化	100/09/10	10	40		山海山井	162			0.2			E1100-200001
	59	川	109/08/10	10	40	Katsuwonus petamis 止腔	人注	150	_	_	0.5	_	_	E1109-319801
	56	昄	109/10/06	0.003		Metapenaeopsis provocatoria longirostris 長用鬥士亦戰	沙泥底質							EI109-333201
	SPRMC-20200409-01-1	魚	109/04/13	4.1	63.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	167	-	-	0.43	-	-	E1109-288901
	SPRMC-20200504-01-1	藻	109/05/06	1.2		Gelidium amansii 石花菜	岩礁環境	218	-	-	-	-	-	E1109-291801
	SPRMC-20200510-03-1	魚	109/05/10	5.3	69.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	127	-	-	0.29	-	-	E1109-292401
	SPRMC-20200525-01-1	魚	109/05/25	5.4	63	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	167		-	0.28		-	E1109-299301
	SPRMC-20200601-01-3	魚	109/06/02	6.4	28.2	Auxis rochei rochei 圓花鰹	大洋	160		_	0.18	_	-	E1109-299701
東北區	SPRMC-20200606-01-1	鱼	109/06/06	5	25	Auxis rochei rochei 圓花鰹	大洋	114	_	_	0.13	-	-	E1109-301301
	SPRMC-20200610-01-1	缶	109/06/10	51	27.47	Auxis rochei rochei 圖花鯽	大洋	97	-	_	0.1	_	_	E1109-301501
	SPRMC-20200611-01-1	点	100/06/11	5	44	Saviala dumavili 杜氏錘 / 红世	大洋	160	_	_	0.24	_	_	E1109-301601
	SDBMC 20200610 01 1	二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二	100/06/10	5.05	02		大汗	107			0.24			E1109-301001
	SPRMC-20200019-01-1	思ク	109/00/19	5.95	120	Seriola aumerai 仁氏則/紅日	人件	1/3			0.39			E1109-304301
	SPRMC-20200630-01-1	思	109/07/01	5.1	130	Ihunnus albacares 寅 點期	入注	145	_	_	0.22	_	_	EI109-306001
	SPRMC-20200630-01-2	魚	109/07/01	5.18	64.5	Coryphaena hippurus 鬼頭/J	大洋	156	-	_	0.16	_	-	E1109-306101
1	SPRMC-20200713-01-1	魚	109/07/13	5.16	32.6	Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	近海沿岸	76	-		0.05	_		E1109-311901
1	SPRMC-20200727-01-1	魚	109/07/28	5.0	59.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	171	-	-	0.46	_	-	E1109-312101
1	SPRMC-20200805-01-1	魚	109/08/06	5.46	166.5	Makaira nigricans 黑皮旗魚	大洋	145			0.26			E1109-313701
	SPRMC-20200805-01-2	魚	109/08/06	5.16	144	Thunnus albacares 黃鰭鮪	大洋	154	-	-	0.17	-	-	E1109-313801
1	SPRMC-20200819-01-1	鱼	109/08/19	5.6	22.8	Scomber australasicus 花腹鲭 / 鲭鱼	近海沿岸	157	-	_	0.09	_	-	E1109-315801
	SPRMC-20200820-01-1	缶	109/08/20	5 77	57	Seriola dumerili 朴氏鰤/红甘	大洋	159	_	_	0.22	_	_	E1109-316101
	SPRMC-20200820-02-1	一倍	100/08/20	5.71	24	Parapristinoma trilinatum 三伯孫鹼	近海汎島	154	_	_		_	_	E1109-316201
	SDBMC 20200820-02-1	二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二	100/08/20	5.71	27		山西山中	102			0.15			E1109-310201
	SPRMC-20200827-01-1	思	109/08/27	5.4	27	Seriola dumerili 杜氏腳/紅日	人注	193	_	_	0.15	_		E1109-320/01
	SPRMC-20200917-01-1	魚	109/09/18	9	94	Seriola dumerili 杜氏鰤/紅甘	大汗	143	-	-	0.47	-	-	E1109-320901
	SPRMC-20201027-01-1	魚	109/10/27	5.14	34.9	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	164	-	-	0.25	-	-	E1109-328801
	6	魚	109/03/18	1.8	31.8	Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	近海沿岸	161	-	-	0.1	_	-	E1109-285301
	7	魚	109/03/18	2.0	31.8	Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	近海沿岸	146	-	-	0.12	_	-	E1109-285501
	8	魚	109/03/18	2.1	32.8	Scomber australasicus 花腹鯖 / 鯖魚	近海沿岸	159	-	-	0.11	-	-	E1109-285801
	13	鱼	109/03/31	5.2	54	Sarda orientalis 東方齒鳝	大洋	135	-	_	0.34	_	-	E1109-295601
	14	鱼	109/03/31	4.6	105	Corvinhaena hinnurus 鬼頭刀	大洋	192	_	_	0.19	_	-	E1109-295701
	15	缶	109/03/31	3.1	89	Coryphaena hippurus 电頭刀	大洋	176	_	_	_	_	_	E1109-295801
	15	点	100/03/31	6.6	80	Corigination appartus 湿頭/5	大汗	161	_	_	0.43	_	_	E1109-295001
	10	二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二	100/02/21	4.7	44.9		一八十	101			0.43			E1109-293901
	17	思	109/03/31	4./	44.8	Scomber australasicus 化腹照/ 照照	2017年	189	_	_	0.12	_	_	E1109-296001
	18	魚	109/03/31	1.1	83	Trichiurus spp. 帶魚屬/ 日帶魚	大洋	148	_	_	0.16	_	-	EI109-296101
	19	魚	109/03/31	3.7	58	Katsuwonus pelamis 正鰹	大洋	138	-	-	0.18	_	-	E1109-296201
	20	魚	109/03/31	7.4	48.75	Thunnus albacares 黃鰭鮪	大洋	62	-	-	0.08	_	-	E1109-296301
	21	魚	109/04/20	4.0	77.0	Chanos chanos 虱目魚	近海沿岸	161	_	-	0.08	-	-	E1109-296401
	22	魚	109/04/20	6.6	100	Coryphaena hippurus 鬼頭刀	大洋	166	-	-	0.29	_	—	E1109-296501
	23	魚	109/04/27	1.7	88	Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	132		-	0.3	-	-	E1109-296601
	24	鱼	109/04/27	2.4	47	Katsuwonus pelamis 下鰹	大洋	155	-	_	0.27	_	-	E1109-296701
	37	鱼	109/08/04	10	70	Xinhias aladius 創節角	大洋	150	_	_	0.26	_	-	E1109-319601
	38	缶	109/08/04	10.5	115	Acanthocybium solandri	大洋	177	_	_	0.24	_	_	E1109-319701
	46	岳	100/00/18	3.03		Comphana himurus 由雨刀	大汗	162	_	_	0.15	_	_	E1109-32/301
	40	一点	100/00/18	2.00		Coryphilena http://www.aug/j	万汗	142			0.15			E1109-324301
	41	点	109/09/18	3.00			21/477月 上半	142			0.17	_		E1107-324401
	48	思	109/09/18	4.54		Corypnaena hippurus 鬼頭刀	八洋	151	_	_	0.17	_	_	E1109-324501
1	49	魚	109/09/18	3.85		Katsuwonus pelamis 止鰓	大洋	157	-		0.24	_		E1109-324601
	50	魚	109/09/19	3.56		Sphyraena barracuda 巴拉金梭魚/竹梭魚	大洋	164	-	-	0.2	-	-	E1109-324701
東南區	51	魚	109/09/24	6.38		Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	168	-	_	0.6	_	-	E1109-324801
212173 000	52	魚	109/09/24	7.38		鮪魚	大洋	152	-	-	0.14	_	-	E1109-324901
1	53	魚	109/09/24	0.43		Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	149			0.13			E1109-325001
1	SPRMC-20200415-01-1	魚	109/04/15	5.4	84.0	Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	151		_	0.26			E1109-289001
1	SPRMC-20200416-01-1	魚	109/04/16	6.0	72.0	Trichiurus spp. 帶魚屬 / 白帶魚	大洋	162	-	_	0.19	_	-	E1109-289401
1	SPRMC-20200426-01-1	鱼	109/04/27	7.0	98.0	Acanthocybium solandri 棘鰆 / 石喬	大洋	179	-		0.14	_	-	E1109-290201
	SPRMC-20200505-02-1	鱼	109/05/05	62	43.0	Auxis thazard thazard 后花鲫	大洋	130	_	_	0.16	_	- 1	E1109-291201
	SPRMC-20200505-02-2	一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	109/05/05	6.0	28.0	Trachurus janonicus 日本航空色	祈海沿岸	150	_	_	0.21	_	<u> </u>	E1109-291301
	SPRMC_20200510_01_1	一点	100/05/10	5.0	26.0	Combar autralations 订附链 / 純色	近1970斤 近海汎巴	120			0.12	-	-	E1109-201301
	SPRIC-20200310-01-1	思	109/03/10	5.2	01 F	sconver dustraudsteus 化胺酮 / 顯思	辺内泊岸	130			0.12		<u> </u>	E1109-292201
1	SPKMC-20200510-02-1	魚	109/05/10	6.0	81.5	Seriola dumeruli 杜氏鰤/紅田		1/9	_		0.46			E1109-292301
1	SPRMC-20200513-01-1	魚	109/05/13	5.2	33.1	Auxis rochei rochei 圓花鰹	大洋	163	-		0.2	_	-	E1109-292501
1	SPRMC-20200514-01-1	魚	109/05/14	7.0	57.0	Coryphaena hippurus 鬼頭刀	大洋	172	-		0.19	_		E1109-295001
1	SPRMC-20200521-02-1	魚	109/05/21	9.0	56.5	Caranx ignobilis 浪人鰺	近海沿岸	127	_		0.19	_		E1109-295301
	SPRMC-20200521-03-1	魚	109/05/21	6.6	70.0	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 紅甘	大洋	175	—	_	0.61		—	E1109-295401
	SPRMC-20200521-04-1	魚	109/05/21	5.0	36.3	Auxis rochei rochei 圓花鰹	大洋	156	-	-	0.19	-	-	E1109-295501
	SPRMC-20200601-01-2	鱼	109/06/01	6.5	42	Auxis thazard thazard 扁花鰹	大洋	148	-	_	0.17	-	-	E1109-299601
	SPRMC-20200612-01-1	鱼	109/06/12	5.06	67.5	Seriola dumerili 杜氏鰤 / 红甘	大洋	139	_	_	0.26	_	_	E1109-301701
1	SPRMC-20200710_01_1	一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	109/07/10	53	83.2	Seriala dumerili 杜氏鰤 / 红甘	大学	150	_	_	0.38	_	_	E1109-316301
1	SPRMC 20200/10-01-1	一只用	100/09/20	5.5	94.1	June and and 山い卿/江口	八/千 - 十学	139	_		0.10	_		E1100 215001
1	SPRINC-20200819-02-1	思ク	109/08/20	5.5	04.1	11cnuurus spp. 市出廣/ 日宿出	人洋	128			0.19		-	E1109-313901
1	SPKMC-20200825-01-1	魚	109/08/25	5.02	37.31	Autterus monoceros 单用单单棘魨/剥皮魚	<u> </u> 迎海冶岸	151			U.U6	_		E1109-320601
1	SPRMC-20200828-01-1	魚	109/08/28	5.065	32	Aluterus monoceros 單角革單棘魨/剝皮魚	<u></u> 近海沿岸	130	-	-	-	-	-	EI109-320801
	SPRMC-20201013-01-1	魚	109/10/14	5	48	Sarda orientalis 東方齒鰆	大洋	163	-	-	0.25	_	-	E1109-326901
	SPRMC-20201014-01-1	魚	109/10/14	5	14	Paralichthyidae 牙鮃科	近海沿岸	130			0.13			E1109-327001
1	SPRMC-20201029-01-1	魚	109/10/29	5.02	46.5	Aluterus monoceros 單角革單棘魨/剝皮魚	近海沿岸	137	—	_	_	_	-	E1109-329101

註:"一"表示小於最低可測活度(MDA),

鉀-40* MDA 值為 0.60 貝克/千克、碘-131 MDA 值為 266 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.03 貝克/千克、 銫-137 MDA 值為 0.04 貝克/千克、釷系列* MDA 值為 0.10 貝克/千克、鈾系列* MDA 值為 0.09 貝克/千克。 "*"表示天然放射性核種。



圖 2-3-8 各調查區域之海洋生物 Cs-137 分布圖



各棲地環境之海生物Cs-137分布圖

四、監測調查方法研究

2.4.1.文獻回顧:

本計畫考慮過去數件核電廠災害事件中時間及地理位置,選擇 距今最近的日本福島第一核電廠災害事件為主做文獻回顧。

2.4.1-1.起因

民國 100 (2011) 年 3 月 11 日日本福島第一核電廠 (FDNPPs, Fukushima Daiichi nuclear power plants) 因太平洋近海地震及 其引發之海嘯,使得人為放射核種外釋至海洋中 (以下簡稱福島 事件)。福島事件外釋相與 25 年前之車諾比核電廠事件相比較 少,其外釋之總 銫-137 (Cs-137) 等級大約是 1960 年代核爆產生 輻射塵之 50 分之 1,也為車諾比事件之 5 分之 1 (Buesseler et al., 2017)。本計畫將以銫-137 放射性核種為主要文獻回顧對象。本 回顧主要資料來源為 Buesseler et al. (2017),民國 107 (2018)及 108 (2019) 年之前回顧請參考民國 107 及 108 年之成果報告,本 部分仍簡單回顧民國 106 (2017)年 Buesseler 之評論性文章。

2.4.1-2. 福島事件放射性核種流至海洋之途徑

透過民國 100 (2011) 年至 106 (2017) 年間之資料, Buesseler et al. (2017) 指出,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。



圖 2-4-1 福島事件放射性核種流至海洋之途徑 (修改自 Buesseler 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,北太平洋表水之銫-137 活 度發生極大的變化。在福島事件發生之前,北太平洋表水之銫-137 活度受早先大氣核爆測試之輻射塵影響,僅有 1-2 Bq m⁻³, 但在民國 100 (2011) 年 3 月至 4 月之間快速上升至 68 milliom Bq m⁻³,接著在一個月內大幅降低至 10,000 Bq m⁻³ 直到民國 101 (2012) 年初,在民國 102 (2013) 至民國 104 (2015) 年間則持 續降低至 1,000 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 渦旋之影響下進行混合及稀釋作用,其汙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,因此暫時隔絕汙染在表水傳輸向南之軌跡,而 向東之傳輸則受到北太平洋洋流之影響持續向北美洲前進,直到 分岔為向北之阿拉斯加洋流以及向南之加利福尼亞洋流。值得關 注的是,在受汙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)。

儘管絕-137 在北太平洋之時空分布圖中實測(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絕-137 之活度在民國 109 (2020)年時可降至福島事件發生前 (Buesseler et al., 2017)。圖 2-4-2 大致顯示出人工放射性核種之 汙染範圍及去向,但同時也顯示出目前海洋物理模式在細節上仍 有許多限制,因此船測仍有其必要性。

綜上,人工放射性核種在福島事件後外釋至海洋,而受放射核種 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。放射性核種因親顆粒特性濃縮於顆粒上後沉 降至海底,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 層成為長期之汙染源,進一步影響底棲性生物。以下段落將基於以上 基本回顧進行民國 109 年監測調查方法研究。

52



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

2.4.2. 監測調查方法研究

針對民國100 (2011) 福島事件後續之影響調查及相關規畫,民 國107及108年計畫中已經統整自109年之前的監測調查方法,故民國 109年計畫期中報告將持續追蹤及參考107及108年所調查機構網站中 之更新結果。

圖2-4-3為Ken Buessler 等人所架設之北太平洋輻射物質活度監 測網站,已更新並累積了自民國100 (2011)年至108 (2019)年的資 料,該網站也系統性的整理了民國100 (2011)年至108 (2019)年之數 據 (圖2-4-4)。然而整理而言,數據量呈逐年遞減趨勢,民國108 (2019)年僅有兩筆資料顯示於監測網站頁面。

在日本方面,相關單位的監測研究仍以福島為主,並持續於定 點定期監測 (圖2-4-5及圖2-4-6)。整體來說,研究方法以及調查手 段並沒有大幅度的變動。



March 2019

圖 2-4-3 Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站累積樣點圖 (http://www.ourradioactiveocean.org/results.html)



圖 2-4-4 Buesseler 等人架設之北太平洋輻射物質監測網站 (圖 2-4-3)中之 銫-137 活度歷史數據分布圖 (<u>http://www.ourradioactiveocean.org/results.html</u>)



圖 2-4-5 日本政府規畫之核電廠鄰近海域採樣範圍 圖取自平成 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:平成 31 年=民國 108 年=2019 年



圖 2-4-6 日本政府規畫之核電廠鄰近深水站位調查結果示意 圖取自平成 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 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.公民以及海洋相關團體參與式監測

學者 Dr. Ken Buesseler 在美國加州外海執行由公民付費取 得監測使用之容器 (內含溫度計以及紀錄器),讓公民直接採集水 樣,並於交由監測學者所在之研究單位分析。透過讓公民親身參 與,可增加公民對研究結果之信任感。歷年分析結果皆呈現於 "How Radioactive is our ocean?" 網站中 (http://www.ourradioactiveocean.org) (圖 2-4-7),網站顯示數據更新至民國 108 (2019)年 12 月,數據 統整結果則僅更新至民國 108 (2019)年 3 月止,透明及圖像化 的數據結果亦可降低公民對放射性核種之相關疑慮。



圖 2-4-7 "How Radioactive is our ocean?"網頁(http://www.ourradioactiveocean.org)

2.4.3-2. 監測方法規劃

民國 109 年計畫根據 107 年及 108 年之執行方法與成果, 並參考各國之文獻,幾乎所有採樣團隊都面臨同樣的問題,在有 限的採樣時間內,只能採集到有限的樣品數目,在空間分配上而 言,究竟要追求較密集的垂直分布,還是要追求較寬廣的空間分 布?以下初步規劃未來長期監測之執行策略。

此策略之精神,先確認「極大層」之深度範圍,再依照該深 度尋找水平分布。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,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。因此建議未來之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 2-4-8。
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;西南區則以黑潮支流入侵範圍為原則監測;東 南區在黑潮來源設立監測點;以及東北區之湧升區。各監測站位 在平時(一般狀況)應採垂直採樣分布之形式,並依深度(0、50、 150、200、300、400、600及1000公尺)或G0(23.0、24.0、 24.5、25.0、25.3、25.5、25.7、26.0及27.0)採集水樣。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]

除了在各分區採集離岸及沿岸之樣品外,也建議持續以每月 一次的頻率採集於西子灣(高雄港內)之水樣,以較低的成本達成 高頻率的監測,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,以監測銫-137 活 度是否受其他環境因子影響。



圖 2-4-8 臺灣鄰近海域長期監測規劃示意圖

2.4.3-3.影響海洋中氚空間分布之可能因素

對於台灣鄰近海域之元素氚之探討與監測建議如下所述。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, 輸出的總量、活度與頻率,第二、海中洋流,例如北大西洋、親 潮與黑潮之影響,第三、大氣輸入、第四、衰變時間(氚的半衰 期為12.32 年),第五、自然界本身變化。

可藉由本案銫-137以及銫-134的監測方式可作為基本框架, 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°,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 2-4-9 即為從 HYCOM 官網所下載的模式資料於 2018 (民國 107) 年5月1日臺灣附近海域海表面流場分佈圖,該圖 顯示在臺灣東部外海的黑潮非常貼近臺灣東部海岸,而在臺灣西南 外海則有一明顯的順鐘向旋轉之海洋中尺度渦漩。然而,因為數值 模式的預報,存在著不準確性,故必須佐以其他觀測資料輔助判 斷。參考 2018 (民國 107) 年 5 月 1 日臺灣附近海域衛星觀測之海 表面高度異常值及其所估算的地轉流 (如圖 2-4-10 所示), 也顯示 了臺灣西南外海有一順鐘向的中尺度渦旋,這結果輔助我們得知 HYCOM 模式運算結果的準確性。

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

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

目前資料庫已經建置的歷史 HYCOM 模式輸出結果,利用自 行開發的友善查詢介面,讓使用者能快速進行查詢模式結果、並可 與觀測資料進行比對。並且,也將建立漂流軌跡查詢功能,使用者 只要輸入漂流物起始位置、起始時間、與漂流時間,資料庫即可進 行運算並輸出可能的漂流軌跡,以供即時運用。



圖 2-4-9 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



圖 2-4-10 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

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 2-4-11 所示)。可知臺灣海峽周遭海域間的交互作用複雜,洋流又 受到季風影響,使得區域海水性質呈現季節變化,也反映出其不同 的水團來源。



圖 2-4-11 一年四季臺灣海受到季風、中國沿岸流、黑潮等影響之變化示意圖

而臺灣東部的黑潮,是臺灣附近最重要的海流,它是全世界最 重要的海流之一,它負有調節熱帶地區與高緯度地區之熱量平衡的 機制 (Qu et al., 1997),並控制了全世界的氣候變化 (Lukas et al., 1996)。黑潮源自菲律賓東邊的北赤道洋流,其沿著呂宋島東岸北 上,流經呂宋海峽、臺灣東岸。黑潮對於臺灣影響亦非常重要,例 如它帶來大量的鰻魚苗供應臺灣的鰻魚養殖業,有利臺灣經濟。黑 潮流經宜蘭海脊時,因受海底地形影響,海流主軸方向因之改變; 黑潮繼續流至臺灣東北海域,又受東海陸棚的阻擋,大部分海流轉 而向東,部分較深的海水因受地形影響而湧昇至表面,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 2-4-12 所示,此結果顯示,黑潮並非是個穩定的西方邊界流 (Jan et al., 2015)。

在臺灣周遭海域,也是中尺度渦漩盛行的海域,例如:圖 2-4-13 顯示 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布顯示有甚 多的中尺度冷、暖渦漩出現在臺灣周邊。而臺灣東部外海的中尺度 渦漩,它會影響黑潮的路徑與流量 (Jan et al., 2015)。根據在宜蘭 海脊上利用一陣列的流速儀直接觀測黑潮流量隨時間的變化,該組 資料顯示黑潮流量受太平洋的渦漩所影響 (Johns, et al., 2001; Zhang, 2001)。



圖 2-4-12 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 2-4-13 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

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 2-4-14)。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漂橫斷黑潮而漂流至臺灣東部岸邊後再往南 漂,之後再逐步漂流接近黑潮後才往北漂流。檢視該時段於臺灣東 部外海的錨碇觀測資料,得知該時段橫斷花蓮外海黑潮向北流量 (圖 2-4-15 褐色區段)明顯減少,甚至有些時段近乎為零,而黑潮受 中尺度渦漩影響期間可達3個月以上如圖 2-4-15 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 渦旋衝擊或者為雙渦旋系統有關 (圖 2-4-16)。在單渦旋衝擊情況 下,正壓/斜壓反應是控制流量增減的主因,但在雙渦旋系統下, 上游的輻合/輻散導引變得較重要。無論是為單一渦旋或者為雙渦 旋系統,作用過程中,上游的輻合/輻散導引會導致花蓮東部外海 測線上黑潮主軸偏向靠岸/離岸 (Chang et al., 2018)。而渦旋撞擊 黑潮前引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象,及撞擊後在臺灣 東北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程,研究結果得知黑潮 與渦旋交互作用下的結果不一而同,與碰撞緯度、渦旋的強度和順 時或反順時旋轉均有關係 (如圖 2-4-17,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2-4-18, 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2-4-19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2-4-20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 2-4-14 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佈圖,以及該段期間的漂流 浮標軌跡圖 (本圖取自 Yang et al., 2015)



(棕色區域代表中尺度渦漩影響期間,本圖取自 Yang et al., 2015)



圖 2-4-16 渦旋造成的黑潮流量的變化與主軸擺動均與是否為單一渦旋 衝擊或者為雙渦旋系統有關(本圖取自 Chang et al., 2018)



圖 2-4-17 氣旋與反氣旋渦旋撞擊黑潮引起的直接交互作用(左),及旋撞前 引起黑潮在呂宋海峽發生渦旋脫離的現象,及撞擊後在臺灣東 北部海域引起的黑潮入侵東海大陸棚的過程(右)(本圖取自 Jan et al., 2017)



圖 2-4-18 反氣旋渦流接近黑潮時深層被宜蘭海脊阻擋造成黑潮下方 反向流 (本圖取自Andres et al., 2017)



圖 2-4-20 臺灣西南海域水溫與洋流快速變化

除了中尺度的渦旋變化會影響當地水文結構變化外,次中尺度 (submesoscale) 運動亦會影響水文變化。次中尺度現象的特性包 括:(1)產生顯著的垂直運動,造成溫、鹽、化學物質、營養鹽等海 水性質的垂直通量(Thomas et al., 2008; Johnston et al., 2009), (2)具有強大的散度場及渦漩度場,通常是數倍的行星渦漩度f (Mahadevan and Tandon, 2006; Thomas et al., 2008), (3)在大部 分的數值模式中難以模擬 (Jacobs et al., 2014)。其中,第一個特性 代表,在次中尺度現象出現的地方,通常有顯著的等密度面抬升、 下沉或者外露 (outcrop),對生物環境而言,有機會將營養鹽輸送 到光照充足的表層,影響浮游動植物生長,這樣的例子在全球不勝 枚舉,圖4-4-21為挪威北部巴倫支海 (Barents Sea), 次中尺度造成 之藻華現象,該區位於多個洋流系統交匯,其結構相當複雜,包含 流絲 (filament) 及次中尺度渦漩等,在一般大洋中,中尺度渦漩, 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,光是中尺度渦漩的營養鹽抽升 (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 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,流場的相對渦漩度常大於行星渦漩度,此代 表動力方程式中,非線性項 (傳導效應) 扮演重要角色,典型效應 例如,艾克曼效不應只僅考慮行星渦度造成的側向傳輸量,應考慮 相對渦度加上行星渦度造成之側向傳輸量,此即為非線性艾克曼效 應 (Nonlinear Ekman Effect)。在較為極端的情況下,也就是相對 渦度遠大於行星渦度時,行星渦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,其對模式中渦漩摩擦的貢獻,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2-4-21 挪威北部Barents Sea, 次中尺度運動引起的藻華現象 (bloom of phytoplankton, 取自NASA的EARTH OBSERVATORY網站 <u>https://earthobservatory.nasa.gov/</u>)

由於臺灣東岸外海的渦漩與黑潮鋒面理存在顯著的次中尺度現 象,圖2-4-22為Jacobs et al. (2014)的模式中單天混和層深度,由 於鋒生(Frontogenesis)造成垂直運動,使得混和層深度會有顯著變 化,圖中可見多個位置存在流絲,寬度大約10-20公里,長可達數 百公里,例如沿著緯度21度30分,橫跨區間125-128°E的流絲,此 為該文特別分析的現象,而鄰近臺灣東岸,位於23-25°N的區域, 也可發現疑似氣旋式渦漩所造成的流絲,甚至在黑潮流域邊緣,皆 有流絲結構,此外,臺灣西南海域、呂宋海峽及呂宋海峽以東的菲 律賓海,都有明顯的流絲結構。故此模式初步證實臺灣東周邊海域 確為次中尺度運動盛行的海域,且與渦漩及黑潮有關,值得未來進 一步關注。

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旋並往北傳遞,而這次中尺度的渦旋會改 變當地水文環境,如圖2-4-23所示。



圖2-4-22 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 2-4-23 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2-4-24)。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 空分佈相當重要。而此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2-4-24 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2-4-25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漩的影響,而漂流軌跡不一定都是南 下,如2月1日的開始漂流軌跡,來自於北方的漂流物,到了臺灣海 峽中部之後便有北返的趨勢。而這現象,到了3月便更加明顯,從 南方開始的漂流軌跡是往北漂,而從北方開始的漂流流軌跡則是近 似原地打轉。到了4月,則都是往北漂。5月1日從南方開始的漂流 軌跡,是往東北漂,且更貼近臺灣北部海域。6月1日開始的漂流軌 跡,則是受到當時的鋒面影響,漂流軌跡均是貼這大陸沿岸迅速往 西南漂流。7月1日開始的漂流軌跡,則是又返回往東北漂,且其軌 跡更為接近臺灣北部海域。8月1日開始的漂流軌跡類似7月1日開始 的漂流軌跡。8月1日開始的漂流軌,則開始受到東北季風的影響, 一開始是往南漂,之後東北季風減弱,軌跡轉為向北漂。9月1日開 始的漂流軌,大亞灣與陸豐核電廠外海的漂流軌跡一開始時是往東 北漂,之後受東北季風的影響,轉為向西南漂,呈現迴轉的軌跡。 10月之後的漂流軌跡,均是受到東北季風影響,均呈現一路向西南 的漂流軌跡。

圖2-4-26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2-4-27 為HYCOM模式分別是民國109 (2020) 年1月到9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,大至與2018年的結果類似。但是,也受一些中尺度運動影 響,漂流軌跡有所一些不一樣。例如,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2-4-28a) 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佈圖 (圖2-4-28b)與海表面溫度圖 (圖2-4-28c),發現廣東、福建外海有一順時 鐘旋轉、中心溫度較低的低壓環流,於是源自此海域的漂流軌跡就 有可能受此中尺度運動的影響,先是一路往東漂流至澎湖水道,然 後在轉為向北漂流至臺灣北部海域。

此外,根據外電報導:日本政府擬將福島核電廠受核汙染的廢 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10月26日的資料,計 算福島核電廠外海的5個點漂流軌跡,如圖2-4-29。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。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 2-4-25 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 2-4-26 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 2-4-27 HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1 月到 9 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 2-4-28 (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



圖 2-4-29 HYCOM 模式於民國 109 (2020) 年 1-10 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10月 26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、計畫項目、研究團隊與區域採樣等四個項目,後台部 分則是透過在研究人員專區輸入申請的帳號密碼後,即可進入,後 台中有觀測資料查詢、衛星雲圖、Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 衛星、海水表面溫度時間查詢、海水 表面溫度自訂參數查詢、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;計畫項目中列舉本計畫中幾項主要的工作項目, 頁面樣式如圖 2-5-4;研究團隊中列出本計畫主要的執行教授群, 頁面樣式如圖 2-5-5;最後的區域採樣中,則是列出在此計畫中預 計採樣與監測之海域範圍,頁面樣式如圖 2-5-6。



圖 2-5-2 網頁首頁



圖 2-5-3 關於計畫頁面



計畫目標

依本會政策,沒動式規劃台灣海域未來中長程(108~111年)輻射監測調查計畫,以期未來能建立台灣海域完整的輻射背景資料 亦作為評估中國沿岸核電廠運轉與福島核災率故所排放之輻射物質對台灣海域影響的參考依據,

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,藉以洋流、氣候、季節等資訊。 以模式分析中國沿岸核電贏與攝晶核災排放之放射性核種漂流至台灣海域之可能情形。

綜合採樣結果,歷史溫鹽資料,歷史漁獲分布資料及歷史模式海流資料,並考慮實際採樣之人力物力能力,檢討長期監測之採樣 點。 圖 2-5-4 計畫項目頁面

TEAM WORK

研究團隊

15

0

研究方向



◎ 李明安 0 詹森 國立臺灣海洋大學 國立臺灣大學 環境生物與漁業科學系 教授 海洋生物保養現盡暨報告撰寫,協助權品採集 海洋研究所教授 海流與水文資料分析 · 協助樣品採 集 圖 2-5-5 研究團隊頁面

回首頁 關於計畫 計畫項目 研究團隊 區域採樣 研究人員專區



取樣範圍

and and a

00

Home / 研究業務

0

陳鎮東

國立中山大學

海洋科學系 中山講座教授 規劃、管理及整合本計畫;並執行 整體規劃、品質管控及報告書撰寫

台灣海域輻射監測調查

褶

監測範圍將羅近海域朝分為百兆(大欄上定為 25°N 以北・ 121°30' E 以西,27°N 以肉)、西例(大體上定為臺灣西部 23°N 以北,25°N 以南之海城)、西南(大欄上定為 120°45' E 以西,23°N 以尚,116°E 以准,20°N 以 2)、東南(大欄上定為 120°45' E 以東,25°N 以南, 20°N 以北,123°E 以西)、及東北(大醋上定為 121°30' E 以東,25°N 以北,27°N 以南,123°E 以西) 監測範圍-台灣海域 R.IL - 10-01-14

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 109 年的第四季,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 2-5-7 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 2-5-8 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 2-5-9 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、海水氚)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 2-5-10)。

而在選擇絕-137 地圖展示後會進入圖 2-5-11 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 色代表絕-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,則會提供最近一年的所有採樣資料,資料以 EXCEL 的表格呈現 (圖 2-5-12)。

訓 觀測資料									
能譜分析查詢	海域採機查詢 第-137	7地圖展示 資料	1 م						
請選擇採檅穯	i類: 🖲 海水採機 O 沉積物	□採欉 Ο 生物採檬	○ 岩心採櫢 ○ 海れ	K氚					
請選擇地區:	西北區 🗸								
送出 🔳	ŧ.								
			:	海域採樣分	析				
值测中心振驶	試標編號	取樣日期	時間	分匾	緯度(N)	經度(E)	離岸距離 (KM)	採集單位	採集數據
TEST	TEST	2020-09-15		西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0	輻射偵測中心	31 31
E1109-319301	E1109-319301	2020-09-01		西區	24°24'00.00"	118°30'00.00"	4.7	第九海巡隊	31 31
E1109-319401	E1109-319401	2020-09-01		EE	24°22'12.00"	118°27'00.00"	4.5	第九海巡隊	瀏 號

圖 2-5-7 觀測資料查詢搜尋頁面

』 観測資料						
能譜分析查詢 海域	采樣查詢	展示 資料下載				
諸選取能譜分析種類:	離岸海水 離岸海水 沿岸地區海水 沿岸地區海産物 沿岸地區河沙	送出 重設 ○ 送出 重設 ○ 前日の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の目前の	每水加馬能譜分析	斤結果		
日期	經度	緯度	水下深度	銫 134	銫 137	離岸距離(公里)
2018-05-18	121.79203033	24.33991051	328	0.00	0.00	1.9
2018-05-18	118.39147186	24.40366936	0	0.00	0.00	3.6
2018-05-18	118.41905212	24.38871956	0	0.00	0.00	2.2
2018-05-18	118.44275665	24.37413025	0	0.00	0.00	3.8
2018-05-14	120.74929810	21.89775085	0	0.00	0.00	2.6
2018-05-14	120.76244354	21.95524979	0	0.00	0.00	0.4
2018-05-14	120.81407928	21.90563011	0	0.00	0.00	2.5
2018-05-05	119.99286652	26.15954971	0	0.00	0.00	2.0

圖 2-5-8 觀測資料之能譜分析查詢頁面



海域採樣分析

值测中心辐號	試標編號	取樣日期	時間	分匾	緯度 (N)	經度(E)	離岸距離 (KM)	採購單位	採集數據
TEST	TEST	2020-09-15		西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0	輻射偵測中心	31 X
E1109-319301	E1109-319301	2020-09-01		西區	24°24'00.00"	118°30'00.00"	4.7	第九海巡隊	31 X
E1109-319401	E1109-319401	2020-09-01		西區	24°22'12.00"	118°27'00.00"	4.5	第九海巡隊	31 X
E1109-319501	E1109-319501	2020-09-01		HH	24°21'00.00"	118°19'12.00"	4.0	第九海巡隊	31 X
E1109-318501	E1109-318501	2020-08-26		HH	23°11'00.00"	119°25'00.00"	1.0	第八海巡隊	31 X
E1109-318601	E1109-318601	2020-08-26		HH	23°41'00.00"	119°28'00.00"	5.7	第八海巡隊	31 X
E1109-318401	E1109-318401	2020-08-25		EE	23°34'00.00"	119°32'00.00"	1.5	第八海巡隊	31 X

圖 2-5-9 觀測資料之海域採集查詢頁面

all 採樣數證		
試驗編號:E1109-319301 採樣單位: 第九海巡隊 回上一頁	傾測中心繩號:E1109-319301 擬權人:鼓响室	
銫-134 MDA 0.5		
絶-137 MDA 0.5		
取樣體積(輻射物質)		
採水深度		1
海水溫度		
海水鹽度		31.6
天氣		1
TA (µmol/L)		9
TA(µmol/Kg)		9.
рН		

2-5-10 海域採集之採樣數據頁面

能譜分析查詢 海域採權查詢 艳-137地圖展示



圖 2-5-11 銫-137 地圖展示頁面

受保護的檢視小心,來自於網際網路的檔案可能有病毒,除非您需要編輯,否則停留在(受保護的檢視)中較為安全, 飲用編輯(E)

宿宴 常用 攝入 版画配置 公式 資料 校開 榆根 ♀告訴我您想要執行的動作...

A2 *		Х	\checkmark	f _x	試樣編脫
------	--	---	--------------	----------------	------

A	В	С	D	E	F	G	Н	- I	J	K	ι	М	N	0	Р	Q	R	S	Ţ	U	٧	W	X	γ	Z A
1 海水根本分 -	v	٣		v	v	v	v	v	٧	v	٧	٧	٣	٣	٧	٧	٧	٧	v		v	٧	•	v	
2 计并依称	ស្អ័ព្យ	٨Ē	de de AN	お外国	69	起意	離岸距離	总-134 MDA 0.5	总-137 MDA 0.5	取樣體積 (輻射物質)	採水 深度	海水 温度	海水 盟度	15	中央氣泉局 海水湖府	總驗度	TA	TA	рН	经费益历	经终止	基性		填表人	
3	*****	72	4.664	22 (3, (4)	44 (3)	AL Q	(km)	活度(毫	貝克/升)	L	m	°C		~ 4	iC .	编筑	µmol/L	µmol/kg		****	****	17 LA	採樣紀錄	检度分析	辐射物質
4 E1109-281101	109/01/04	東南區	22°00'00.00"	121°42'00.00"	22.0000	121.7000	10.4	-	1.03	39	1	-	32.6	隆	26.8	-	-	-	-	第十五海巡隊	羅俊瑋	蘭嶼東邊外海	黃信雄		黃信雄
5 E1109-281201	109/01/04	東龍	21°54'00.00"	121°30'00.00"	21.9000	121.5000	13.6	-	1.27	39	1	-	32.7	隆	26.8	-	-	-	-	第十五海巡隊	羅俊瑋	蘭嶼南邊外海	黃信雄		黃信雄
6 E1109-281301	109/01/04	東南區	21°54'00.00"	121°24'00.00"	21.9000	121.4000	19.7	-	1.03	39	1	-	32.7	陰	26.8	-	-	-	-	第十五海巡隊	羅俊瑋	蘭嶼西南外海	黃信雄		黃信雄
7 E1109-138801	109/01/14	西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	22.6175	120.2682	0	-	133	60	1	24.2	31.7	晴	24.2	A-001				輻射偵測中心	周政毅、黃信雄	西子灣	黃信雄		黃信雄
8 E1109-127301	109/01/16	東龍	23°58'52.20"	121°37'27.70"	23.9812	121.6244	0	-	0.89	58	1	24.1	32.2	晴	24.3	A-002				輻射偵測中心	尤建偉、黃信雄	花蓮港	黃信雄		黃信雄
9 E1109-129301	109/01/16	東南區	23°09'34.10"	121°24'10.90"	23.1595	121.4030	0	-	0.93	60	1	24.7	32.1	晴	24.6	A-003				輻射偵測中心	尤建偉、黃信雄	成功漁港	黃信雄		黃信雄
10 E1109-279901	109/01/17	東醧	22°20'06.30"	120°53'49.70"	22.3351	120.8971	0	-	0.94	60	1	25.1	32.7	晴	-	A-004				輻射偵測中心	尤建偉、黃信雄	大武漁港	黃信雄		黃信雄
11 E1109-128501	109/01/20	西區	24°50′50.83″	120°55'28.19"	24.8475	120.9245	0	-	1.22	60	1	18.7	30.5	晴	21.3	A-005				輻射偵測中心	周政毅、葉宜蓁	南寮漁港	黃信雄		黃信雄
12 E1109-128901	109/01/21	西區	23°58'19.09"	120°19'25.97"	23.9720	120.3239	0	-	1.11	60	1	21.9	31.8	晴	-	A-006				輻射偵測中心	周政毅、葉宜蓁	王功漁港	黃信雄		黃信雄
13 E1109-126901	109/01/22	西區	23°27'10.94"	120°08'17.36"	23,4530	120.1382	0	-	1.04	59	1	19.9	30.9	晴	18.8	A-007				輻射偵測中心	周政毅、葉宜蓁	東石漁港	黃信雄		黃信雄
14 E1109-128101	109/02/03	東電区	24°34'55.12"	121°52'06.06"	24.5820	121.8684	0	-	0.87	58	1	-	31.0	陰雨	21.4	-	-	-	-	輻射偵測中心	陳慰祖、盧世展	南方澳鹽度計故障	黃信雄		黃信雄
15 E1109-129901	109/02/03	剌嶇	25°08'40.48"	121°47'29.32"	25.1446	121.7915	0	-	1.38	55	1	-	31.8	陰雨	18.0	-	-	-	-	輻射偵測中心	陳慰祖、盧世展	八斗子鹽度計故障	黃信雄		黃信雄
16 TEST	109/02/13	西南區	22°37\03.12"	120°16'05.45"	22.6175	120.2682	0	-	134	60	1	24.7	32.1	晴	25.2	A-008				輻射偵測中心	陳炳宏、黃信雄	西子灣	黃信雄		黃信雄
17 TEST	109/03/06	西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	22.6175	120.2682	0	-	135	60	1	25.8	31.9	隆	26.3	A-009				輻射偵測中心	陳炳宏、黃信雄	西子湾	黃信雄		黃信雄
18 E1109-282701	109/03/13	西區	23°23'00.00"	119°37'00.00"	23.3833	119.6167	13.9	-	1.46	35	1	22.6	32.7	陰	22.5	-	-	-	-	第八海巡隊	李金沐	馬公東南	黃信雄		黃信雄
19 E1109-282901	109/03/18	西區	23°38'00.00"	119°25'00.00"	23.6333	119.4167	5.9	-	1.26	36	1	22.2	32.8	隆	23.1	-	-	-	-	第八海巡隊	李金沐	馬公西嶼	黃信雄		黃信雄
20 E1109-283101	109/03/18	西區	23°46'00.00"	119°26'00.00"	23.7667	119.4333	17.0	-	1.15	39	1	18.8	32.9	隆	23.1	-	-	-	-	第八海巡隊	李金沐	目才幟	黃信雄		黃信雄
21 E1109-283501	109/03/13	西南區	20°30'00.00"	116°30'00.00''	20.5000	116.5000	28.8	-	137	43	1	26.8	32.4	雨	25.2	-	-	-	-	第五海巡隊	主文言	東沙	黃信雄		黃信雄
22 E1109-283601	109/03/13	西南區	20°30'00.00"	116°42'00.00"	20.5000	116.7000	12.6	-	1.21	39	1	27.0	32.6	雨	25.2	-	-	-	-	第五海巡隊	王文言	東沙	黃信雄		黃信雄
23 E1109-283701	109/03/13	西南區	20°48'00.00"	116°42'00.00"	20.8000	116.7000	8.2	-	1.32	42	1	27.1	32.5	雨	25.2	-	-	-	-	第五海巡隊	主文言	東沙	黃信雄		黃信雄
24 E1109-283801	109/03/16	西南區	10°24'00.00"	114°12'00.00"	10.4000	114.2000	17.6	-	1.05	41	1	26.9	32.1	隆	-	-	-	-	-	第五海巡隊	王文言	南沙	黃信雄		黃信雄
25 E1109-283901	109/03/19	西南區	10°30'00.00"	114°30'00.00"	10.5000	114.5000	18.8	-	1.02	41	1	27.2	32.1	晴	-	-	-	-	-	第五海巡隊	王文言	南沙	黃信雄		黃信雄
26 E1109-284001	109/03/19	西南區	10°30'00.00"	114°18'00.00"	10.5000	114.3000	153	-	1.12	41	1	27.1	32.1	晴	-	-	-	-	-	第五海巡隊	王文言	南沙	黃信雄		黃信雄
27 E1109-287101	109/03/30	西南區	21°48'00.02"	120°42'00.01''	21.8000	120.7000	13.5	-	0.85	34	1	27.4	32.6	隆	27.2	-	-	-	-	第十四海巡隊	張家銘	白沙澤	黃信雄		黃信雄
28 E1109-287201	109/03/30	西幅	21°57'36.00"	120°35'24.00''	21.9600	120.5900	11.9	-	1.18	35	1	27.5	32.6	陰	27.2	-	-	-	-	第十四海巡隊	張家銘	關山	黃信雄		黃信雄
29 E1109-287301	109/03/30	輛區	21°51'35.99"	120°55'48.00"	21.8600	120.9300	8.1	-	0.94	34	1	27.3	32.6	隆	27.2	-	-	-	-	第十四海巡隊	張家銘	魏墨鼻	黃信雄		黃信雄
30 E1109-138901	109/04/01	西南區	22°37'03.12"	120°16'05.45"	22.6175	120.2682	0	-	1.11	60	1	27.4	31.7	隆	28.0	A-010				輻射偵測中心	周政毅、陳炳宏	西子灣	黃信雄		黃信雄
31 E1109-128601	109/04/08	西區	24°50'50.83"	120°55'28.19"	24.8475	120.9245	0	-	1.29	60	1	20.9	313	隆	21.9	A-011				輻射偵測中心	陳炳宏、黃信雄	南寮漁港	黃信雄		黃信雄
32 E1109-129001	109/04/09	西區	23°58'19.09"	120°19'25.97"	23.9720	120.3239	0	-	1.20	60	1	23.5	32.0	Rê	-	A-012				輻射偵測中心	陳炳宏、黃信雄	王功渔港	責信雄		黃信雄
33 E1109-127001	109/04/10	西區	23°27'10.94"	120°08'17.36"	23.4530	120.1382	0	-	1.19	60	1	23.4	31.0	晴	22.2	A-013				輻射偵測中心	陳炳宏、黃信雄	東石漁港	責信雄		黃信雄
			1							- n	· ·	_		· ″	1.14	-5-	1.1.1		+1: 1:	¥ 1	I - more thanks				

圖 2-5-12 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 2-5-13 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 2-5-14,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。



2020-10-28 11:20:00



圖 2-5-13 衛星雲圖搜尋頁面



圖 2-5-14 衛星雲圖放大與下載頁面

MODIS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,進入圖 2-5-15 的頁面之後, 一樣可以使用上方選擇欄位選擇想要的時間範圍,以及想找的圖片 種類進行搜尋。在搜尋過後點選圖下方的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。

.all MODIS衛星海洋水色查詢			
MODI5衛星海洋華非泰要國直向			
讀選取時間範圍: 2020/10/27 - 2020/10/28	請選擇重型禮類: (e) Aqua)衛星海洋	#水色 O Terra衛星海洋水色 O SNPP 衛星海洋	水色 送出 国政
上一頁 1 下一頁			海戸業款 :
			4
2020-10-27	2020-10-27	2020-10-27	
測覚弁下単	測開始下画	激觉與下組	

圖 2-5-15 MODIS 水色衛星搜尋頁面

海水表面溫度部分,可在進入圖 2-5-16 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 (GHRSST) 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 2-5-17),畫 出特定時間及範圍之海表溫度分布圖,如圖 2-5-18。



圖 2-5-16 海水表面溫度搜尋頁面

請選取時間範圍 : 2020-10-25		
體溫環經實範團: 西邊界: 119	真邊界: 123	
讀選擇總實範圖: 南邊界: 21	北邊界: 26	

圖 2-5-17 海水表面溫度自訂參數查詢頁面



圖 2-5-18 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 2-5-19 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 2-5-19 海面高度與地轉流頁面

而 HYCOM 模式模擬資料部分,在進入圖 2-5-20 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;緯向約約為 1/24 度,時間解析為一 天一筆的分析資料。



圖 2-5-20 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 2-5-21 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。而今年動畫有略微修改,除了原先起始之網格 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 2-5-22 之頁面,可點選存檔,儲存影片檔案。



圖 2-5-21 HYCOM 模式模擬漂流軌跡頁面
⑤ 另存新檔						×
$\leftarrow \rightarrow \cdot \uparrow$	> 本機	€> 桌面	~ č) 搜尋 桌面		P
組合管理 ▼ 新知	増資料夾	E				?
💻 本機	^	名稱		修改日期	類型 ^	
 3D 物件 ▼ 下載 ☆件 ♪ 音樂 風片 副片 副片 野片 本機磁碟(C) 	ł	, 2019 , EK60 , 新増資料夾		2020/2/22 下午 0 2020/3/15 下午 0 2020/2/11 下午 0	檔案資料夾 檔案資料夾 檔案資料夾	
Data (D:)	v •	c				>
檔案名稱(N): 存檔類型(T):	202009 KMP - I	9 <mark>11.mp4</mark> MP4 Audio/Video File (*.mp4)				~
▲ 隱藏資料夾				存檔(S)	取消	

圖 2-5-22 HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫下載頁面。

六、工作討論會

討論

- 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)。
- 臺灣海域未來中長程 (110~111 年) 輻射監測調查計畫,以期未來能 建立臺灣海域完整的輻射背景資料,亦作為評估中國沿岸核電廠運 轉與福島核災事故所排放之輻射物質對臺灣海域影響的參考依據。
- 3. 收集國外海洋輻射監測相關文獻,參考國際主流調查做法,考量放射性物質於海水中的分布特性,輔以洋流、氣候、季節等資訊,以模式分析中國沿岸核電廠與福島核災排放之放射性核種漂流至臺灣海域之可能情形。
- 4. 藉前述科學理論依據與實際執行之可行性,探討目前調查範圍與監測站點之適切性,並提出有代表性之最適確的海域監測範圍、輻射監測取樣站點、試樣類別與取樣頻率等項目。
- 5. 緣於海水採樣所需之研究船船期及經費,海水採樣中之沿、近岸海水採樣及海生物採樣均需委託跨部會單位或漁協單位助採樣;除無法即時取得海水之水溫、鹽度、溶氧、營養鹽、流速…等數據,不利於判斷海水之來源外,亦無法對海生物與海流之關聯提出問詳解釋。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. 日本福島電廠氚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)。
- 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 timevarying 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. Dee-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, Co8011 (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 Fukushimaderived 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. Upperocean 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, dio: 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).
- Yang, Y. J., S. Jan, M.-H. Chang, J. Wang, V. Mensah, T.-H. Kuo, C.-J. Tsai, C.-Y. Lee, M. Andres, L. R. Centurioni, Y.-H. Tseng, W.-D. Liang, and J.-W. Lai. Mean structure and fluctuations of the Kuroshio east of Taiwan from in situ and remote observations. Oceanography, 28, No. 4, 74-83 (2015).
- Zhang D., T. N. Lee, W. E. Johns, C.-T. Liu and R. Zantopp. The Kuroshio east of Taiwan: Modes of variability and relationship to interior ocean mesoscale eddies. J. Phys. Oceanogr., 31, 1054-1074 (2001).
- Zhang, F., J. Wang, J. Wang, D. Liu, Q. Bi, and J. Du. Distribution of ¹³⁷Cs in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea: Sources, budgets and environmental implications. Sci. Total Environ., 672, 1004-1016 (2019).

附錄

附给	錄1:	「台灣海域輻射背景調查計畫開工前職業安全衛生協調及 危害告知會議暨第一次工作(開工)會議」會議紀錄	
		(會議日期:109年2月13日)	光碟
附銀	涤 2∶	原能會/核研所 108 年度委託研究計畫成果發表會之精簡版 成果論文 (繳交日期:109 年 5 月 19 日)	光碟
附金	录 3:	109年期中報告初稿公文(發文日期:109年6月17日)	光碟
附金	象4:	「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 109年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:109年7月10日)及 109年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
附金	淥 5 [:]	109年期中報告定稿本公文(發文日期:109年7月24日)-	光碟
附金	录 6:	「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 108年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:108年7月3日)及 108年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
		「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 108年期末工作檢討會會議紀錄(會議日期:108年12月5日)及 108年期末報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
附金	淥 7 [:]	「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」 107年期中工作檢討會會議紀錄(會議日期:107年6月13日)及 107年期中報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
		「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」 107年期末工作檢討會會議紀錄(會議日期:107年12月11日)及	
		107年期末報告初稿審查意見回覆對照表	光碟
附金	录 8:	110~111年規劃書初稿公文(發文日期:109年9月28日)	光碟
附金	录 9:	已投稿之論文全文(投稿日期:109年11月9日) 論文篇名: Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019 作者: Wei-Jen Huang; Chen-Tung Arthur Chen; Keui-Chen Huang; Ming-An Lee; Yiing-Jang Yang; Sen Jan; Kai-Jung Kao; Ming-Ta Lee (黃蔚人、陳鎮東、黃貴楨、李明安、楊穎堅、詹森、高愷嶸、李明達) 投稿期刊: Journal of Oceanography	光碟
附錄	10:	109年期末報告初稿公文 發文日期:109年11月12日	光碟

附錄

- - ^{附錄 12A:} 行政院原子能委員會輻射偵測中心輻偵字第 1090002392 號函-- ^{附錄 12A} 復:國立中山大學中系海洋科學字第 1092400409 號函 發文日期:109年11月 24 日
 - ^{附錄 12B:} 國立中山大學中系海洋科學字第 1091401288 號函及附件--- ^{附錄 12B} 復:輻射偵測中心輻偵字第 1090002392 號函 發文日期:109年11月 30 日
- 附錄 13:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」------- 附錄 13 109年期末工作檢討會會議紀錄及 109年期末報告初稿審查意見回覆對照表 會議日期:109年12月2日
- 附錄 14:國立中山大學中系海洋科學字第 1092400463 號函及附件--- 附錄 14 變更契約內容:擬於 110 年 3 月 31 日前完成海水取樣 發文日期:109 年 12 月 7 日
 - N錄 14A:行政院原子能委員會輻射偵測中心輻偵字第 1090002538 號函-- N錄 14A 復:國立中山大學中系海洋科學字第 1092400463 號函 發文日期:109年12月8日

附錄1:「台灣海域輻射背景調查計畫開工前職業安全衛生協調及危害告知會議暨 第一次工作(開工)會議」會議紀錄(會議日期:109年2月13日)

正本

檔 號:

保存年限:

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址:83347高雄市鳥松區大華里澄清路823

號 承辦人:李明達 聯絡電話:07-3709206分機204 傳真:07-3704295 電子信箱:mtlee@aec.gov.tw

受文者:國立中山大學

發文日期:中華民國109年2月18日 發文字號:輻偵字第1090000377號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:會議紀錄、簽到表附件1

主旨:檢送「台灣海域輻射背景調查計畫開工前職業安全衛生協 調及危害告知會議暨第一次工作(開工)會議」會議紀錄, 如附件,請依決議事項辦理。

正本:國立中山大學(陳鎮東老師)

副本:本中心環境偵測組電子公文 交換章

線



台灣海域輻射背景調查計畫

開工前職業安全衛生協調及危害告知會議

暨第一次工作 (開工) 會議

會議紀錄

- 一、時間:109年2月13日(四)上午10時00分
- 二、地點:輻射偵測中心2樓會議室
- 三、主席:徐主任明德

紀錄:李明達

- 四、出席單位及人員:詳簽到表
- 五、主席報告:(略)
- 六、簡報:

1. 開工前勞工安全衛生協調及危害告知。

2.保險內容說明。

3.108年的工作成果。

4.109年工作內容說明與討論。

七、討論與決議事項:

- 1.本計畫委託案之勞工安全衛生及工作危害告知事宜,本中心盡告知義務,請校方代表轉達本計畫相關人員於執行計畫時務必注意工作環境之危險因素及相關防範對策。
- 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」建議書初稿,以利規劃未來監測 工作項目。
- 3. 為配合政府資料開放平台資訊公開政策,本案資料庫之台灣海 域輻射背景調查資料,需以開放檔案格式如 XML 及 JSON 等 格式為主,提供使用者下載應用,如資料庫內有引用外部單位 之數值資料則不在此公開範圍內。

八、散會(上午11時50分)。

台灣海域輻射背景調查計畫 開工前職業安全衛生協調及危害告知會議及 第一次工作(開工)會議簽到表

日期:中華民國 109年2月13日上午10時00分 地點:輻射偵測中心2樓會議室 偵測中心:

練用德

逆和事 琴文贺 神纪

国政殿

圣明语

國立中山大學:

了東國東 萧蔚人 黃貴複 當城家儀

附錄 2:原能會/核研所 108 年度委託研究計畫成果發表會之精簡版成果論文 (繳交日期:109 年5 月19 日)

108 年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 in 2019 and the procurement of services

(計畫編號:AEC108006)

陳鎮東1 黃蔚人1 李明安2 詹森3 楊穎堅3 李明達4

1國立中山大學海洋科學系 2國立海洋大學環境生物與漁業科學系

3國立臺灣大學海洋研究所 4行政院原子能委員會輻射偵測中心

中文摘要

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

本案於民國 108 年之分工合作方式大致為:由國立中山大學團隊 透過研究船採集海水樣品 (含 200 米以深之海水)、海底沉積物、以及 柱狀岩心,由原能會輻射偵測中心協調相關單位採集海生物、表層海 水,並計量上述所有樣品中天然 (主要為 K-40) 以及人工放射性核種 (Cs-137、Cs-134)。爾後中山大學團隊接續海生物鑑定、並配合海洋 物理模式、海洋化學參數進一步分析上述採集之海水可能來源。於期 末報告截止前,進度及資料庫已依契約進度更新並可供上網查詢。水 樣分析結果顯示,Cs-137 測值於基隆外海平均較高雄外海為高;於 調查範圍之五區中,以東北區最高;就水深而言,200 米之深海水活 度最高。目前臺灣鄰近海域中人工放射性核種 (Cs-137) 之放射性活度皆在美國西岸背景值之活度範圍內、半衰期較短之 Cs-134 則都低於偵測極限 (0.5 毫貝克/升)。透過前人文獻、海洋物理資料以及海洋 化學之水團分析結果初步顯示, Cs-137 之高值源自亞熱帶典型水團 (Subtropical Mode Water)。

此外,臺灣鄰近海域中海生物中 Co-60 與 Cs-134 活度皆小於最低可測活度 (<MDA),其中魚類樣本的 Cs-137 活度皆高於蝦類及貝類樣本,但未隨魚體越大 (魚體重量) 而有越高的現象,顯示並無生物放大作用(Biomagnification) 的現象。

英文摘要

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

壹、計畫緣起與目的

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

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

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

貳、研究方法與過程

一、海水及沉積物樣品採集

本計畫共劃分臺灣臨近海 域為西北、西側、西南、東南、 及東北等5區 (圖1)。表層水以 採水器或連續抽水系統採集。次 表水透過研究船搭配其它研究 人員之航次順道採樣,以溫鹽深



儀暨採水瓶系統 (CTD/Rosette) 採集。沉積物則利用自製採樣器配合 piston core、box core 或 gravity core 收集。上述海水、沉積物以及岸沙樣品於採樣完畢後,集中送至原子能委員會輻射偵測中心進行計測其人工放射性核種 (Cs-137),並配合海洋化學參數 (溫度、鹽度、總鹼度、酸鹼度),分析其在臺灣鄰近海域之分布。

二、海生物樣品採集

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 周邊海域進行海生物樣本採集,分別於臺灣東北區、東南區、西北 區、西區、西南區等五個調查區之主要漁港向漁船採樣並記錄捕捉 地點共採集 128 批,包含魚類 92 批 (1239 尾)、蝦蟹類 18 批、頭 足類 5 批、藻類 4 批及螺貝類 9 批等。上述海生物樣本採集完畢後, 經拍照及測量體長體重後直接送往原子能委員會輻射偵測中心進行 分析。

三、HYCOM 模式的運用

利用本研究案資料庫所蒐集的 HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)高解析海洋數值模式模擬臺灣週遭海域之結果,用以分析研究海流與水文之空間分布與時間變化。HYCOM 是一個三維立體數值模式,並使用觀測資料進行資料同化技術,提升預報品質,是目前眾多的海洋數值模式中,口碑甚佳的數值模式。該模式主要是由美國海軍海洋局執行並提供服務,其水平方向的空間解析度為 1/12°(約為9公里),垂直分層共分為 40 層,每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。

參、主要發現與結論

一、樣品分析結果:無輻射異常。

本計畫中臺灣鄰近海域中監測結果如下:

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 Bq·m⁻³, Cs-137 MDA值為0.5 Bq·m⁻³。沉積物Cs-134 MDA值 為0.10 Bq·kg⁻¹, Cs-137 MDA值為0.05 Bq·kg⁻¹.。及海生物Cs-134 MDA值為0.03 Bq·kg⁻¹, Cs-137 MDA值為0.04 Bq·kg⁻¹)。

	海水樣	沉積物	海生物-魚	海生物-蝦	海生物-貝
	(Bq·m⁻³)	(Bq·kg⁻¹)	(Bq·kg⁻¹)	(Bq∙kg⁻¹)	(Bq·kg⁻¹)
Cs-134	-	-	-	-	-
Cs-137	0.72~2.20	< 0.88	< 0.52	< 0.08	< 0.07
樣品數	164	86	92(批)	14(批)	9(批)

1. 註:"-"表示小於最低可測活度(MDA)。

2. 註:樣品數為本計畫及跨部會採樣數量之總和

108 年度本計畫執行團隊共採集春夏 季及秋冬季海水樣品 79 個,海水採集作 業執行率皆超過 100% (執行率以季為單 位計算)。200 米以深之沉積物 3 個,岩心 沉積物樣品 1 個,總採樣進度已達 100 %。初步水樣分析結果顯示,臺灣鄰近海 域中人工放射性核種 Cs-137 (半衰期約 三十年)(圖 2)之活度低於 2.20 (Bq m⁻³),皆低於原子能委員會「環境輻射監 測規範」之水樣 Cs-137 紀錄基準值 0.4 Bq L⁻¹ (約等於 400 Bq m⁻³)及調查基準 值 2 Bq L⁻¹ (約等於 2000 Bq m⁻³),另一種 人工放射性核種 Cs-134 (半衰期較短,約 三年),則都低於偵測極限 0.5 Bq m⁻³。

圖 3 為 107 年度與 108 年度資料之 Cs-137 活度對密度關係圖。圖中紫色實 心點為本年度計畫在臺灣 200~400 米水 深處量測到的 Cs-137 活度相對高值 (2.20 Bq m⁻³)所存在之密度層與 STMW 接近。該 Cs-137 活度相對高值之來源可 能源自福島事件,受到 STMW 傳輸過程 中,時空變化 (含物理混合以及化學衰變) 共同影響之結果。圖 4 顯示本計畫所測得 數據與北太平洋文獻中所得相符。



圖 2 台灣鄰近海域海水銫-137 活度等值圖



圖 3 台灣鄰近海域海水 Cs-137 活度分布圖、 以及本計畫 (107 及 108 年度) 海水之 Cs-137 活度與密度圖



活度分布等值圖



edu.tw/AES),可有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位 分享。該平台也整合衛星雲圖、MODIS 衛星、海水表面溫度等觀測 資料及HYCOM 模式,可將觀測及分析結果以圖像方式展現,亦可 模擬輻射物質漂流軌跡。

而HYCOM模式模擬資料部分,提供每天的鹽度場、速度場、溫 度場共三種圖片,如圖6。在日後使用者將能在網頁中輸入漂流起始 點位、起始時間、預計模擬時間長度,而系統產出模擬路徑圖,如圖 7。



圖 7 HYCOM 模式模擬漂流軌跡動畫放大頁面

附錄3:109年期中報告初稿公文(發文日期:109年6月17日)

檔 號: 保存年限:

國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號

承辦人:陳鎮東

電話:07-5252000#5136

傳真:07-5255130

電子信箱:ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國109年6月17日

發文字號:中系海洋科學字第1092400188號

速别:普通件

密等及解密條件或保密期限:

附件:

裝

訂

線

主旨:檢送本校「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號:1081216)109年期中報告初稿6份,敬請查收。
說明:依貴我契約文件需求規範「五」之『(四)』之「
4.109年報告繳交期限及工作會議如下:(1)於109年6月
30日前提出第1次期中報告初稿6份.....」規定辦理。

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心 副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人

依分層負責規定授權單位主管決行

附錄4:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」109年期中工作檢討會會議紀錄 (會議日期:109年7月10日)及109年期中報告初稿審查意見回覆對照表

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109年7月20日

發文字號:中系海洋科學字第1092400241號

速别:普通件

密等及解密條件或保密期限:

附件:如主旨(109-0710--期中工作檢討會會議記錄及簽到表和附件.pdf)

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

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(含附件)

線

裝

訂

「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:109年7月10日上午10時30分
- 二、地點:中山大學海洋科學院海 MA3040 教室
- 三、主席:蔡組長文賢 紀錄:李明達、黃修儀
- 四、出席單位及人員:詳簽名單
- 五、主席報告:(略)
- 六、國立中山大學簡報(略)
- 七、討論與決議事項:
- 討論 1) 109 年 8 月中旬,將有海域調查相關工作之跨部會聯合工 作會議,屆時如有必要,將請計畫相關人員出席。
- 決議:乙方遵照辦理。
- 討論 2) 台電公司第二核能發電廠將於 9 月份舉行核安演習,擬派本案派駐本中心之研究助理,黃信雄前往支援並蒐集相關資料。
- 決議:乙方遵照辦理。
- 討論 3) 日本福島電廠氚輻射處理水的排放對臺灣的影響及建議作為。
- 決議: 雖福島電廠距離臺灣遙遠且氚之半衰期甚短 (大約 12.3 年),推估排放水隨洋流流至臺灣周遭海域時,氚應已擴 散、蛻變殆盡,其影響甚微,但仍請將氚背景數據分析結 果納入期末報告。
- 討論 4) 依契約條件,本案需於 109 年 10 月 30 日前,參加國內外 研討會並發表論文至少1篇,因新冠肺炎疫情致原已報名 並繳交註冊費之數場國內外研討會皆取消;乙方提議依行 政院公共工程委員會 109 年 3 月 6 日,工程企字第 1090100202號函(附件)之說明二所示『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,得展延約期限;不能履約者,得免除契 約責任。
- 決議:乙方應提示所報名參加之研討會被取消之佐證文件,提送本 中心依相關規定辦理免除、變更或展延本項工作。

討論 5) 期中報告定稿內容需依初稿審查意見修定並於檢討會後次 日起 20 日內,提交定稿本 6 份及相關資料電腦檔。

決議:乙方遵照辦理。

討論 6) 依契約乙方應於 109 年 10 月 1 日前提出「台灣海域未來中 長程 (110~111 年) 輻射監測調查計畫規劃書」初稿 6 份及 相關資料電腦檔。

決議:遵照辦理。

討論 7) 於「107 年台灣海域輻射監測調查...工作勞務採購案」經費 項下所購之儀器『HR 4000 高解析度分光光度計 HR4000 High Resolution spectrometer』已可辦理財產 移轉;請乙方依規定配合本中心辦理移轉手續。

決議:乙方遵照辦理。

八、散會。

附件:

行政院公共工程委員會 109 年 3 月 6 日,工程企字第 1090100202 號函





行政院原子能委員會輻射偵測中心 高雄市烏松區大華里澄清路 823 號 TEL:(07)370-9206



台灣海域輻射背景調查計畫

勞務採購案

契約編號:1081216

109年期中工作檢討會議簽到表

時間:109年7月10日 (星期五)10:30 地點:高雄市鼓山區蓮海路70號

中山大學海科院,海 MA3040 會議室



附

件

→ 政府採購

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

A TOP

109年期中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」 109年期中報告初稿

審查意見

項次	百次	審查意見	回君櫩
- <u>A</u> <u>A</u>	A A	109.6.20	
1	1	<u>懷疑</u> 曾有不明外籍, 引起國人關注 <u>,經查無相關</u> 證據證明屬實。	感謝委員建議;已於期中報告 定稿本第1頁修正。
2	9	2.1.2-1 各區域離岸 銫- 137 活度為 0.74 至 1.68 1.58 (Bq m ⁻³)。	 海水之結果敘述分成沿岸(離 岸距離為 O 公里)及離岸(離 岸距離大於 O 公里)及離岸(離 岸距離大於 O 公里)两部分, 由於我們並未於附表 2-1-2 加 上該項資訊欄位,可能造成 委員閱讀上的困擾,我們致 上十分歉意。我們將於期末 報告中修改敘述方式。 感謝委員指正,該數值 1.68 為誤植,經確認資料後,應 修正為 1.46。該段落修正後 為:「各區域離岸表層海水 (深度 O 至 5 公尺)銫-134 活 度皆小於最低可測活度;銫- 137 活度為 0.74 至 1.46 (Bq m⁻³)」。
3	12 到 13	續表是否統一改成 11 頁標 題,或者改為離岸或沿岸資 料要重新整理分類。	感謝委員指正;已於期中報告定 稿本第12~13頁修正。
4	15	圖 2-1-6 福島海域 <u>(年分)。</u>	感謝委員指正;已於期中報告定 稿本(見第15頁)註明福島海域資 料點年份。
5	17 到 20	表 2-1-3 總檢度,無樣品資 料是否刪除。	感謝委員建議;已遵照辦理。
6	22	圖 2-2-1 跟圖 2-2-2 文字中的 岸砂跟河砂,請修正為"沙"。	感謝委員指正;已於期中報告定 稿本修正。
7	79	工作討論請增加議題 日本福島電廠氚輻射處理水 的排放對台灣的影響及建議 作為。	感謝 委員建議;已遵照辦理。

附錄 5:109年期中報告定稿本公文 (發文日期:109年7月24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109年7月24日 發文字號:中系海洋科學字第1092400247號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:

- 主旨:檢送本校「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:依貴我契約文件需求規範「五」之『(四)』之「4.109年 報告繳交期限及工作會議如下:(1)...於檢討會後次日起20 日內提交定稿本6份及相關資料電腦檔。」規定辦理。

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心 副本:

英雅 長

依分層負責規定授權單位主管決行

缐

附錄6:「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」108年期中工作檢討會會議紀錄 (會議日期:108年7月3日)及108年期中報告初稿審查意見回覆對照表

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

裝

訂

線

發文日期:中華民國108年7月15日 發文字號:中系海洋科學字第1082400311號 速別:最速件 密等及解密條件或保密期限: 附件:如主旨(108年期中工作檢討會會議紀錄)

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

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心 副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人 「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

期中工作檢討會會議紀錄

- 一、時間:108年7月3日下午2時
- 二、地點:中山大學海科院海 MA3040 會議室
- 三、主席:李明達技士
- 四、出席單位及人員:詳簽名單
- 五、主席報告:(略)
- 六、國立中山大學簡報(略)
- 七、討論與決議事項:
- 海洋大學海生物樣品之採樣時間,是否能請協助採樣之跨部會單位儘量在 所列之「夏、冬」季所屬月份進行?

決議:將請協助採樣之跨部會單位儘量配合。

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

決議:依甲方指示辦理。

八、散會(下午4時0分)。

附件:

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

紀錄:黃修儀



行政院原子能委員會輻射偵測中心 高雄市島松區大華里澄清路 823號 TEL:(07)370-9206



108年台灣海域輻射背景調查計畫

勞務採購案

契約編號:1080103

期中工作檢討會議簽到表

時間:108年7月3日(星期三)14:00

地點:高雄市鼓山區蓮海路 70 號

中山大學海科院,海 MA3040 會議室



108年期中報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫

勞務採購案」期中報告初稿

審查意見

108.	6.	27
------	----	----

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

108年期中報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫

勞務採購案」期中報告初稿

審查意見

108.6.27

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

附錄6:「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」108年期末工作檢討會會議紀錄 (會議日期:108年12月5日)及108年期末報告初稿審查意見回覆對照表

檔 號: 保存年限:

國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號 承辦人:陳鎮東 電話:07-5252000#5136 傳真:07-5255130 電子信箱:ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國108年12月9日

發文字號:中系海洋科學字第1082400540號

速别:速件

裝

訂

線

密等及解密條件或保密期限:

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

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

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心

副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人

「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」

期末工作檢討會會議紀錄

- 一、時間:108年12月5日下午2時
- 二、地點:輻射偵測中心2樓會議室
- 三、主席:洪副主任明崎 紀錄:黃修儀
- 四、出席單位及人員:詳簽名單
- 五、主席報告:(略)
- 六、國立中山大學簡報(略)
- 七、討論與決議事項:
- 1) 依契約條件,本案需於 108 年 12 月 15 日結案,因 12 月 15 日 為星期日,故提前至 12 月 12 日。

決議:遵照辦理。

- 期末報告定稿內容需依期末報告初稿審查意見修定。
 決議:遵照辦理。
- 提交期末報告定稿時需同時提交「台灣海域未來中長程 (109~111年)輻射監測調查計畫規劃書」定稿。

決議:遵照辦理。

- 八、散會。
- 附件:

期末報告初稿審查意見回覆表



行政院原子能委員會輻射偵測中心 高雄市烏松區大華里澄清路 823號 TEL:(07)370-9206



108年台灣海域輻射背景調查計畫 勞務採購案

契約編號:1080103

期末工作檢討會議簽到表

時間:108年12月5日 (星期四)14:00 地點:輻射偵測中心2樓會議室



108年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務

採購案」期末報告初稿

審查意見

108.11.26

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

108年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務

採購案」期末報告初稿

審查意見

108.11.26

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

108年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務

採購案」期末報告初稿

審查意見

108.11.26

項次	頁次	審查意見	回 覆 欄 (回覆日期:108年12月4日)
19	67	 1.67頁第5行開始提到杜氏鰤,68 頁第五行開始提到紅甘,但一直到 本段第六行才解說杜氏鰤=紅甘, 建議提前說明。 2.4.3.3總結與建議第2行海生物採 集101批請改為128批。 	 感謝委員的提醒,後續期末 報告將依建議修正為杜氏鰤 (紅甘鰺),以利閱讀與理 解。 遵照辦理。
20	68	會議中請討論或說明以下事項: 說明紅甘取樣為何特別只提高東南、 東北及西區的海域?西北、西南呢? 每區建議 30 尾,應該會超過實驗室 負荷。可否下修? 紅甘胃內容物及耳石分析之研究,目 前可有建議可行之實驗室可以協助? 本中心該如何配合?可能需要之費用 大約多少?	 1.感謝委員的提醒,根據海漁 基金會 108 年度的優勢漁獲 魚種的資料顯示,杜氏鰤(紅 甘鰺)在台灣東(如台東)西 (如雲嘉沿海)部均有漁獲記 錄,據此,杜氏鰤取樣可區 分為東西區,每區至少取樣 15尾。 2. 胃內容物及耳石分析之研 究可委請海大環漁系王佳惠 老師協助分析。並請中心於 樣品檢測前,由團隊成員先 行取下耳石及胃(總數 15~20個樣本)。整體至少需 要之費用約36萬元。
21	81	第三段、第四段,表層水(水深 0 至 10 5米以淺)。	遵照辦理。
22	81	第四段末,如何得知密度 25.8~26.2 在哪個深度呢?	在本案中,該密度層來自於兩 百米水深的採樣層,可由表 4- 1-3 對照銫-137 及其對應深度 得知。
108年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「108年台灣海域輻射背景調查計畫勞務

採購案」期末報告初稿

審查意見

108.11.26

項次	頁次	審查意見	回 覆 欄 (回覆日期:108年12月4日)
23	82	第二段,採集2個 10 5米以淺海 水	遵照辦理。
24	83、98	臺灣 週 遭海域請修正為 [、] 臺灣周遭海 域″。	遵照辦理。
25	91-98	"渦旋"跟"渦漩"是否一樣的名詞,如果是請統一修改。	將統一修改為「渦漩」。
26	95-96	"行星渦度和"行星渦漩度"是否一 樣的名詞,如果是請統一修改。	將統一修改為「行星渦度」。

附錄7:「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」107年期中工作檢討會會議紀錄 (會議日期:107年6月13日)及107年期中報告初稿審查意見回覆對照表

正本 發文方式:郵寄

訂

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107年7月10日 發文字號:中系海洋科學字第1072400212號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:如文

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

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心

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

校長鄭英耀

依分層負責規定授權單位主管決行

「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」

期中工作檢討會會議紀錄

- 一、時間:107年6月13日下午2時30分
- 二、地點:中山大學海科院海 MA3040 會議室
- 三、主席:李建興技正

紀錄:黃修儀

- 四、出席單位及人員:詳簽名單
- 五、主席報告:(略)
- 六、國立中山大學簡報(略)
- 七、討論與決議事項:
- 本中心駐點黃信雄先生協助本計畫進行之出差費用相關細節討論,如出差費、住宿費及交通費等。

決議:本中心將依主計室規定辦理。

- 2. 資料庫網站進度及展示,相關使用權限亦可討論。
 - 決議:網址名稱需依甲方指示辦理 (aecmr)。 現有資料已暫存於 <u>http://140.112.68.70:8008/</u> 使用者名稱: aes

使用者密碼:aes5136

- 經拜會水產試驗所陳所長,建議在海魚的取得及相關資訊可以請台灣漁業 永續發展協會之海港觀察員協助,經查,得知李明安老師為理事,可否 請李老師協助安排。
 - 決議:為符合公務程序,請甲方先行聯繫台灣漁業永續發展協會; 在符合公務程序條件後,將視實際情況協調之。
- 4. 就未來四年之工作內容、監測內容、方式、目標及點位等進行討論。擬於 報告書定稿本中詳述,及未來每2個月的工作協調會中漸進討論; 由於臺灣四週海域之海洋生物棲地環境差異大一西海岸為淺海,東海岸 為深海-以現行契約條件所列採集海生物規範,有實際執行困難,例如 東海岸很難取得5公斤的貝類。
 - 決議:難以取得之物種 (如貝類) 得以其他魚種、海藻等取代或可以分批 (4季)取樣,累積至 3~5 公斤即可。
- 5. 契約條件所列於 107 年 12 月 10 日前參加國內外研討會並發表論文一篇; 若會議主辦單位將所投稿之論文選為「壁報」(poster) 是否符合契約? 決議:符合。
- 八、散會(下午4時0分)。
- 附件:
- 「原子能委員會輻射偵測中心 107 年台灣海域輻射監測調查方法研究 與先期工作」期中報告初稿審查意見對照表
- 2)「原子能委員會輻射偵測中心 107 年台灣海域輻射監測調查方法研究 與先期工作計畫」期中工作討論議題回覆表



行政院原子能委員會輻射修



高雄市鳥松區大華里澄清路 823 號 TEL:(07

107年台灣海域輻射監測調查方法研究與 先期工作

契約編號:1070103

期中工作檢討會

時間:107年6月13日(星期三)14:30

地點:高雄市鼓山區蓮海路70號

中山大學海科院,海 MA3040 會議室

<u><u><u></u></u></u>		衣
甲方	No.	乙方
孝建考	1	双旗吏
马東家居君	2	黄静人
本明遵	3	横东处
	4	李明安
	5	调3任题
	6	黄褥草
	7	高愷嗪
	8	已本理
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	9	"white the yu
-	10	楊之雁
	11	曼姆美国
	12	黄青枝

107年期中報告初稿審查意見回覆對照表

原子能委員會輻射偵測中心

「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」 期中報告初稿

審查意見

107.6.7

項次	頁次	審查意見	回覆欄
1	11	4.1.2-1 海水總鹼度分析結 果,請依第一季及第二季之 總鹼度分析結果,加以說明 台灣海域各區域各季之海水 之來源為何?	已於該節最後加入下段文字: 『西北及西區中,馬祖 以及西區中,馬祖 以及西區之總 之之。研 之之。研 之之。研 之之。 一 一 一 一 一 一 一 一 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二
2	13	請加以說明圖 4-1-4 表層海 水總鹼度及 pH 值分布圖的 意涵。	已含在上述回答中。
3	14~22	有關所有樣品加馬能譜分析 結果(表 4-1-3 至表 4-2-3), 有部分分析結果為"待測", 請於正式期中報告內完整填 列。	遵照辨理
4	21	刪除表 4-2-2 註 4.及註 5.。	遵照辦理

附錄 7A

續:107年期中報告初稿審查意見回覆對照表

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

續:107年期中報告初稿審查意見回覆對照表

項次	頁次	審查意見	回覆欄
9		整合 106 至 107 年由本會協 商各部會及學術單位協助取 樣之分析資料,並提供初步 分析說明摘要,請補充 106 年分析資料。	摘要本計算法。 「「「」」」」。 「「」」」」。 「「」」」」。 「「」」」」。 「」」」」。 「」」」」。 「」」」」。 「」」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」」。 「」」」」」、 「」」」」」、 「」」」」」、 「」」」」」、 「」」」」、 「」」」」」、 「」」」」」、 「」」」」」、 「」」」」、 「」」」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」」」」」、 「」」」、 「」」」」、 「」」」」、 「」」、 「」」、 「」」」、 「」」、 「」」、 「」」」、 「」」、 「」」、 「」」」、 「」、 「

附件 1-3 附錄 7A

續:107年期中報告初稿審查意見回覆對照表

項次	頁次	審查意見	回覆欄
10		本調查研究計畫期中、期末 報告定稿後,應於報告中明 確敘述精簡調查與研究結 果。建議於報告前頁以摘要 呈現。	遵照辦理;詳報告書定稿。
11		簡單敘述目前經費執行狀 況。	遵照辦理;詳報告書定稿。

附錄7:「107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫」107年期末工作檢討會會議紀錄 (會議日期:107年12月11日)及107年期末報告初稿審查意見回覆對照表

正本

裝

訂

線

檔 號:

保存年限:

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

地址:83347高雄市鳥松區大華里澄清路823 號 承辦人:李明達 聯絡電話:07-3709206分機204 傳真:07-3704295 電子信箱:mtlee@aec.gov.tw

受文者:國立中山大學

發文日期:中華民國107年12月18日 發文字號:輻偵字第1070002339號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:會議紀錄、簽到表附件1 附件2

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

正本:國立中山大學(陳鎮東老師) 副本:本中心環境偵測組電子公文 交換章

> 國立中山大學 107/12/18 107/0011424

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

- 一、時間:中華民國 107 年 12 月 11 日(星期二)下午 2 時
- 二、地點:本中心2樓會議室
- 三、主席:洪副主任明崎 記錄:陳裕君 四、出席人員:

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

輻射偵測中心:洪明崎副主任、蔡文賢組長、李明達、陳裕君。 五、報告事項

- (一)107年執行成果報告
- (二)108 年海域計畫規劃

六、決議事項:

- (一)因海水銫-137是以化學分析方法濃縮後再進行加馬能譜分析,其分析結果如鉀-40、鈷-60、釷及鈾系列等不具參考價值,報告僅列銫-137及銫-134活度。
- (二)沉積物原則取樣 500 克進行加馬能譜分析,岩心因取得不易, 只需可裝填 4.5 公分計測皿 1~2 公分即可。
- (三)本次會議期末審查資料檢核確認,請於12月21日前完成期 末報告定稿,始能撥付最後一期款項。
- (四)有關 108 年度計畫海產物取得,本中心委託漁業署及海洋發展協會,請得標廠商協助海生物樣品鑑別及記錄;並依據海生物類別、特性區分,觀察其銫-137 及銫-134 在不同種類間有無任何趨勢分布。

- (五)現行國際期刊及研究使用活度單位為 Bq/m3,與本中心使用單位(mBq/L)表達方式不同,因網頁為公開資訊,為避免民眾混淆,建議統一單位格式。
- (六)校方建議中心,國立大學或政府機關參與標案應該可以不收 取履約保證金,請中心進行評估。

七、散會:下午3時50分。

107年台灣海域輻射監測調查方法研究與

先期工作計畫

期末工作檢討會議簽到表

日期:中華民國 107 年 12 月 11 日下午 2 時 地點:本中心 2 樓會議室







黄泽镇

附錄7B

107年期末報告初稿審查意見回覆對照表

輻射偵測中心「107年台灣海域輻射監測調查方法

研究與先期工作」期末報告初稿 審查意見(及回覆表)

107.12.13

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

續:107年期末報告初稿審查意見回覆對照表

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

續:107年期末報告初稿審查意見回覆對照表

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

附錄 8:110~111年規劃書初稿公文 (發文日期:109年9月28日) 正本 滤:

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109年9月28日 發文字號:中系海洋科學字第1092400341號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:110-111年規劃書初稿6份(含光碟)

主旨:檢送「台灣海域未來中長程 (110~111年) 輻射監測調查計 畫規劃書」初稿6份及相關資料電腦檔,請查收。

說明:依貴我契約書 (契約編號: 1081216)內容 (第2-22頁)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

英雅 校長

依分層負責規定授權單位主管決行

缐

附錄8

附錄 9:已投稿之論文全文

- 論文篇名:Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019
- 作 者: Wei-Jen Huang; Chen-Tung Arthur Chen; Keui-Chen Huang; Ming-An Lee; Yiing-Jang Yang; Sen Jan; Kai-Jung Kao; Ming-Ta Lee

(黄蔚人、陳鎮東、黃貴楨、李明安、楊穎堅、詹森、高愷嶸、李明達)

投稿期刊: Journal of Oceanography

Wei-Jen Huang <wjhuang29@gmail.com>

JOOC-D-20-00090 - Submission Confirmation Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019 for co- author

Journal of Oceanography (JOOC) <em@editorialmanager.com>

Mon, Nov 9, 2020 at 10:39 AM

Reply-To: "Journal of Oceanography (JOOC)" <jayashree.kamaraj@springernature.com> To: Wei-Jen Huang <wjhuang29@mail.nsysu.edu.tw>

(黄蔚人)

"Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019"

Full author list: Wei-Jen Huang; Chen-Tung Arthur Chen; Keui-Chen Huang; Ming-An Lee; Yiing-Jang Yang; Sen Jan; Kai-Jung Kao; Ming-Ta Lee

Dear Dr. Wei-Jen Huang,

We have just received the submission entitled: "Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019" for possible publication in Journal of Oceanography, and you are listed as one of the co-authors.

The manuscript has been submitted to the journal by Dr. Mr Ming-Ta Lee who will be able to track the status of the paper through his/her login.

If you have any objections, please contact the editorial office as soon as possible. If we do not hear back from you, we will assume you agree with your co-authorship. Thank you very much.

With kind regards,

Springer Journals Editorial Office Journal of Oceanography

Our flexible approach during the COVID-19 pandemic

If you need more time at any stage of the peer-review process, please do let us know. While our systems will continue to remind you of the original timelines, we aim to be as flexible as possible during the current pandemic.

This letter contains confidential information, is for your own use, and should not be forwarded to third parties.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at https://www.springernature.com/production-privacy-policy. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: https://www.editorialmanager.com/jooc/login.asp?a=r). Please contact the publication office if you have any questions.

Journal of Oceanography Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:			
Full Title:	Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait 2018 to 2019	and the Kuroshio east of Taiwan from	
Article Type:	Original Article		
Keywords:	Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant ac Upwelling; Subtropical mode water; Centra	cident; Radiocaesium; Surface pathway; al mode wate; Kuroshio	
Corresponding Author:	Ming-Ta Lee Atomic Energy Council TAIWAN		
Corresponding Author Secondary Information:			
Corresponding Author's Institution:	Atomic Energy Council		
Corresponding Author's Secondary Institution:			
First Author:	Wei-Jen Huang		
First Author Secondary Information:			
Order of Authors:	Wei-Jen Huang		
	Chen-Tung Arthur Chen		
	Keui-Chen Huang		
	Ming-An Lee		
	Yiing-Jang Yang		
	Sen Jan		
	Kai-Jung Kao		
	Ming-Ta Lee		
Order of Authors Secondary Information:			
Funding Information:	Atomic Energy Council (TW) (107-0103 and 108-0103)	Prof. Chen-Tung Arthur Chen	
Abstract:	The accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant (FDNPP) released substantial amounts of radiocesium to the North Pacific Ocean (NPO) in the 21 st century. In western NPO, especially in the Kuroshio Current east of Taiwan and the Taiwan Strait (lat 116°–123° E, long 20°–27° N), long half-life 137Cs (30.2 yr) and short half-life 134Cs (2.06 yr) activities have yet to be studied. This study presents the data on 134Cs and 137Cs activities from this region measured between 2018 and 2019. The results showed that all 134 Cs activities were below the detection limit (0.5 Bq·m -3). All 137Cs values were under the heathy criteria (10 Bq·kg -1 , i.e. ~10,000 Bq·m -3), with an average of 1.2 ± 0.3 Bq·m -3 in the near-surface waters. A primary peak in 137Cs activity of 2.1–2.2 Bq·m -3 was noted in the subsurface waters at a depth range of 200–400 m (σ 0: 25.3 to 26.1 kg·m -3) across the Luzon Strait, extending the dispersal of FDNPP-derived 137Cs into the NPO. A secondary 137Cs peak of 1.90 Bq·m -3 was observed in the near-surface waters (σ 0 = 18.8 to 21.4 kg·m -3). The results of the principal component analysis suggest that the primary peak is likely caused by water column stratification. The secondary 137Cs peak is possibly related to upwelling and seasonal coastal currents on the shelf. We suggest that upwelling facilitates the vertical transport of 137Cs in the study area located in western		

Powered by Editorial Manager® and Pr**树録9** Manager® from Aries Systems Corporation

	NPO.
Additional Information:	
Question	Response
Does this manuscript belong to a special issue?	No
Suggested Reviewers:	Chih-Chieh Su Associate Professor, National Taiwan University donccsu@ntu.edu.tw
	Laodong Guo Professor, University of Wisconsin-Milwaukee guol@uwm.edu
Opposed Reviewers:	

<u>±</u>

1 Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the

2 Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019

- 3 Wei-Jen Huang¹, Chen-Tung Arthur Chen¹, Keui-Chen Huang¹, Ming-An Lee^{2,3},
- 4 Yiing-Jang Yang⁴, Sen Jan⁴, Kai-Jung Kao¹, Ming-Ta Lee^{5*}
- ¹Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan
- 6 ²Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan
- 7 Ocean University, Keelung, Taiwan
- 8 ³Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University,
- 9 Keelung 20224, Taiwan
- ⁴Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan
- ⁵The Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council, Kaohsiung, Taiwan
- 12 *Corresponding author: Ming-Ta Lee (Email: mtlee@aec.gov.tw)
- 13
- 14

15 Highlights

16 1. Seawater 137 Cs and 134 Cs samples (288) were collected from the study area

- 17 2. Primary ¹³⁷Cs peaks were detected at a depth of 200–400 m ($\sigma_{\theta} = 25.2$ and 26.1
- 18 kg \cdot m⁻³) across the Kuroshio to the Taiwan Strait
- 19 3. Secondary ¹³⁷Cs peaks were identified in the near-surface waters ($\sigma_{\theta} = 18.8$ to
- 20 21.4 kg \cdot m⁻³)
- 21 4. Monthly 137 Cs activity was high in summer and low in winter in the shallow
- 22 Taiwan Strait
- **23** 5. Upwelling can facilitate vertical transport of 137 Cs to the shelf break

25 Abstract

26 The accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant (FDNPP) released substantial amounts of radiocesium to the North Pacific Ocean (NPO) in the 21st 27 century. In western NPO, especially in the Kuroshio Current east of Taiwan and the 28 Taiwan Strait (lat 116°-123° E, long 20°-27° N), long half-life ¹³⁷Cs (30.2 yr) and 29 short half-life ¹³⁴Cs (2.06 yr) activities have yet to be studied. This study presents the 30 data on ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs activities from this region measured between 2018 and 2019. 31 The results showed that all ¹³⁴Cs activities were below the detection limit (0.5 32 $Bq \cdot m^{-3}$). 33

All ¹³⁷Cs values were under the heathy criteria (10 Bq \cdot kg⁻¹, i.e. ~10,000 Bq \cdot m⁻³), 34 with an average of 1.2 ± 0.3 Bq·m⁻³ in the near-surface waters. A primary peak in 35 137 Cs activity of 2.1–2.2 Bq·m⁻³ was noted in the subsurface waters at a depth range of 36 200–400 m (σ_{θ} 25.3 to 26.1 kg·m⁻³) across the Luzon Strait, extending the dispersal 37 of FDNPP-derived ¹³⁷Cs into the NPO. A secondary ¹³⁷Cs peak of 1.90 Bq·m⁻³ was 38 observed in the near-surface waters ($\sigma_{\theta} = 18.8$ to 21.4 kg·m⁻³). The results of the 39 40 principal component analysis suggest that the primary peak is likely caused by water column stratification. The secondary ¹³⁷Cs peak is possibly related to upwelling and 41 42 seasonal coastal currents on the shelf. We suggest that upwelling facilitates the vertical transport of ¹³⁷Cs in the study area located in western NPO. 43

45 **1. Introduction**

In the 21st century, substantial amounts of anthropogenic radiocesium with long 46 half-lives ¹³⁷Cs of 30.2 yr and short half-lives ¹³⁴Cs of 2.06 yr, were released to the 47 48 North Pacific Ocean (NPO) after the Fukushima Daiichi nuclear power plant (FDNPP) accident on March 11, 2011 (Aoyama et al., 2016a, 2016b; Buesseler et al., 2017; 49 Inomata et al., 2018; Mathieu et al., 2018; Smith et al., 2017, 2015; Vives and Batlle 50 et al., 2018). Previous studies have estimated that the total amount of ¹³⁷Cs released 51 by the FDNPP accident ranged between 15 and 27 PBg, including ¹³⁷Cs in the 52 atmosphere and ocean (Aoyama et al. 2016b, 2020; Inomata et al. 2016). Previous 53 researchers traced FDNPP-derived ¹³⁷Cs from FDNPP (lat 37.42° N, long 141.03° E) 54 55 following the pathway of the North Pacific circulation toward eastern NPO (Buesseler et al. 2017). Other recent studies have found that ¹³⁷Cs can disperse through the 56 57 subtropical mode water (STMW) and central mode water (CMW) in western NPO (Smith et al., 2017; Kumamoto et al., 2017). After several years of spreading, the 58 environmental impact of long-lived radionuclides on western NPO and adjacent 59 60 marginal seas has become a serious concern.

The radiocesium signal induced by atmospheric nuclear weapon tests in the
1960s can still be discerned in the subsurface and deep waters up to 600–1000 m in
western NPO (Aoyama et al. 2008, 2011). As the southward-flowing Oyashio water is

64	colder than the northward- and eastward-flowing Kuroshio water, the radiocesium
65	lens in the Oyashio water sinks to a subsurface layer after colliding with the Kuroshio
66	water and forms the STMW (Hanawa and Talley, 2001; Oka and Suga, 2003).
67	Similarly, CMW forms to the north of Oyashio water at colder temperatures and
68	penetrates deeper water layers (250-500 m) (Oka and Suga, 2005). These two water
69	masses (i.e., STMW and CMS) are distributed within the subsurface of western NPO,
70	circulate clockwise (Suga et al. 1997), and can lead to the spread of radiocesium input
71	by atmospheric ¹³⁷ Cs deposition. Aoyama et al. (2008) reported that " ¹³⁷ Cs activity
72	induced by the 1960s atmospheric nuclear weapon tests along the vertical water
73	column at 20° N, 165° E in 2002 can be reflected by two peaks: one at a potential
74	density (σ_{θ}) of 25.5 kg·m ⁻³ (corresponding to the density range of STMW) and the
75	other at a σ_{θ} of 26.0 kg·m ⁻³ (corresponding to the density range of CMW)." Similarly,
76	when the FDNPP-derived radiocesium plume spread eastward and met the Oyashio
77	Current after the nuclear plant accident in 2011, these radionuclides were involved in
78	the formation of STMW and CMW and their subsequent fates (Aoyama et al. 2016a).
79	Both water masses (i.e., STMW and CMW) extend to the western boundary of
80	NPO, where the Kuroshio Current passes. The Kuroshio branches intrude on the
81	northern South China Sea (SCS), southern Taiwan Strait, and the southern East China
82	Sea (ECS). Inomata et al. (2018) observed the signals of FDNPP-derived ¹³⁷ Cs in the

83 subsurface waters of the marginal seas of western NPO, that crossed the ECS to the Sea of Japan. The ¹³⁷Cs data before the FDNPP event was collected from nearby 84 85 regions: ECS (Zhao et al. 2018) and northern SCS (Zhou et al. 2018). Very few data points exist for the region between these. Previous studies detected radiocesium 86 atmospheric fallout in soils of Taiwan induced by the atmospheric nuclear weapon 87 88 tests in the 1960s (Huh and Su, 2004) and the 2011 FDNPP accident (Huh et al., 2012). To the best of our knowledge, seawater ¹³⁷Cs activity has rarely been 89 investigated in the Kuroshio east of Taiwan and the Taiwan Strait, particularly after 90 91 2011. Available seawater radiocesium data in this region were mostly obtained before 92 the FDNPP event (Aoyama et al. 2006).

93 Subtropical marginal seas of western NPO are characterized by seasonal coastal 94 currents and monsoons. For example, northeasterly monsoons in winter and 95 southwesterly monsoons in summer are located over the Taiwan Strait (Jan et al. 2002; Kuo and Ho 2004). The northern half of the Taiwan Strait is characterized by a 96 97 southward coastal current derived from ECS in winter, and the southern half of the 98 Taiwan Strait is characterized by the northward branch of the Kuroshio in summer (Jan et al. 2010; Chang et al. 2009; Liu et al. 2018; Huang et al. 2020a). Furthermore, 99 upwelling regions have been documented in the study area, such as the waters off 100 northeastern Taiwan (Chang et al., 2010; Liu et al., 1992), several regions in the 101

102 Taiwan Strait (Lee et al. 2015; Liu et al. 2019), and regions in northern SCS (Gan et103 al. 2009; Shu et al. 2018; Huang et al. 2020b).

This paper reports on the spread of FDNPP-derived ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs over the 104 105 shelf break of western NPO and the radionuclide fates on the shallow continental shelf. We sampled the near-surface and subsurface/deep waters to measure ¹³⁴Cs and 106 ¹³⁷Cs activities in the Kuroshio region east of Taiwan and the Taiwan Strait between 107 2018 and 2019. The peak value of ¹³⁷Cs in the subsurface/deep waters and seasonal 108 variations in ¹³⁷Cs activity in the near-surface waters are discussed. The results 109 reported herein complement the temporal dispersal of FDNPP-derived ¹³⁷Cs in 110 western NPO. 111

112

113 2. Observations and methods

From 2018 to 2019, surface (< 5 m), subsurface (5–200 m), and deep seawater (200–1000 m) samples were collected at sites in the Kuroshio east of Taiwan and the Taiwan Strait. Surface seawater samples (40 or 60 L) were collected mostly from fishing boats using clean 20-L tanks. Subsurface samples were taken using Niskin bottles on a Conductivity–Temperature–Depth (CTD)/Rosette instrument, which recorded temperature, salinity (conductivity), and pressure (water depth) onboard R/Vs Ocean Researcher I, II, and III. The sampling locations are shown in Fig. 1.

121	Each 20 L sample was acidified using hydrochloric acid (HCl, 11 N, 100 mL).
122	Samples were kept at room temperature (~15–30 $^{\circ}$ C) before being transported to the
123	Radian Monitor Center, Atomic Energy Council, Kaohsiung, Taiwan. Radiocesium
124	was pre-concentrated by adsorption onto ammonium molybdophosphate (AMP)
125	(Feldman and Rains, 1964; Krishnamoorthy et al., 1971) and counted using a
126	high-purity germanium (HPGe) detector with lead shielding. The detection limits of
127	134 Cs and 137 Cs were both 0.5 Bq·m ⁻³ .
128	We conducted principal component analysis (PCA) with R software to reduce
129	and distinguish the major dimensions of four parameters: depth, salinity, temperature,
130	and σ_{θ} from the surface layer to a depth of 400 m.

131

3. Results

3.1. Subsurface and deep water properties and the distribution of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs
We divided our samples into two sets: 1) the subsurface/deep water samples were
taken from depths of 5–1000 m, with temperatures of 4.7–28.2 °C, and salinity over
34.0 and 2) the near-surface water samples were obtained from depths of less than 5
m, with temperatures of 9.7–34.9 °C, and salinity ranging from 21.8 to 34.2 (Figs. 2
and 3a). The temperature-salinity characteristics of the subsurface and deep waters
covered the signals of STMW (σ₀: ~25.6 kg·m⁻³), Kuroshio Tropical Water (KTW,

140 temperature = 17.0 °C, salinity = 34.6), and CMW (σ_{θ} : ~26.1 kg·m⁻³) in the water

141 column of the Kuroshio-influenced region in western NPO.

At station NTU2 in the Kuroshio region, ¹³⁴Cs activities were below the detection 142 limit (0.5 Bq·m⁻³), and 137 Cs activities were lower than 2.5 Bq·m⁻³ from the water 143 surface to a depth of 1000 m. Moreover, two layers of ¹³⁷Cs activities were observed 144 in the water column: 137 Cs activities were mostly higher than 1 Bq·m⁻³ from 0 to 400 145 m and less than 1 Bq \cdot m⁻³ from 600 to 1000 m, displaying high ¹³⁷Cs activities of more 146 than 2 Bq·m⁻³ at 200–400 m (corresponding to $\sigma_{\theta} = 25.2$ and 26.1 kg·m⁻³) (Fig. 3d). 147 **3.2.** Near-surface water properties and the distribution of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs 148 The distribution of annual sea surface temperature (SST) in 2018 displayed a 149 150 general pattern, where an SST of less than 25 °C was typical for southern ECS and the 151 northern Taiwan Strait, whereas an SST of over 27 °C was common for the Kuroshio east of Taiwan and the Luzon Strait (Fig. 4a). SST in the northern Taiwan Strait and 152 southern ECS demonstrated strong seasonal variations, displaying an SST of over 25 153 °C during summer-like months (i.e., July-September) and less than 25 °C during 154 winter-like months (i.e., January-March) (Fig. S1). SST in the shelf waters of the 155 northern Taiwan Strait displayed stronger seasonal variations than those in the pelagic 156 Kuroshio waters east of Taiwan. 157

During the sampling period, ¹³⁴Cs values were under the detection limit (0.5 Bq·m⁻³), and ¹³⁷Cs activity varied from 0.5 to 2.0 Bq·m⁻³, with an average of 1.2 ± 0.3 Bq·m⁻³ in the near-surface waters (Fig. 5b). We also noticed a secondary peak of ¹³⁷Cs, with the values ranging from 1.95 to 1.96 Bq·m⁻³ ($\sigma_{\theta} = 18.8$ to 21.4 kg·m⁻³), in the near-surface waters (Fig. 3d).

163 We arbitrarily divided the study area into geographic subdivisions and listed the average ¹³⁷Cs values for each subdivision in Table 1. The average values of ¹³⁷Cs 164 activities in each subdivision were similar, with ${}^{137}Cs = 1.21 \pm 0.27 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ in the 165 Taiwan Strait and 1.18 ± 0.25 Bg·m⁻³ in the Kuroshio and its adjacent waters (Table 166 1). ¹³⁷Cs activity in the surface layer also varied with the latitude (Fig. 5); the highest 167 activity to the north of 25° N was higher than the one to the south of 22° N (dashed 168 line in Fig. 5a) in the Kuroshio and its adjacent waters (approximately to the east of 169 121° E in our study area) (Fig. 5a). This northward increase in ¹³⁷Cs activity was also 170 observed in the northern Taiwan Strait (approximately to the west of 121° E in our 171 study area) (Fig. 5b): the lowest 137 Cs in the surface layer (to the north of 25° N) was 172 higher than the one in the southern strait $(22-23^{\circ} N)$. 173

174 Seasonal variations were also noted in monthly ¹³⁷Cs activity in the shelf waters, 175 including the Taiwan Strait and the waters off northern Taiwan (Fig. 6a), where 176 monthly ¹³⁷Cs increased from cool winter to warm summer and started to decrease in

177 fall. A statistically significant relationship was observed between monthly ¹³⁷Cs
178 variations and temperature (Fig. 6b).

179 3.3. Results of principal component analysis

180	The first three dimensions of the PCA results explain 91% of all variations,
181	including sample temperature, salinity, σ_{θ} , and ¹³⁷ Cs activity above a depth of 400 m.
182	Dimension 1 explains 54% of the variations (Figs. 7a–b) and is dominated by $\sigma_{\theta},$
183	temperature, and salinity (Table 2). As σ_{θ} is a function of the latter two parameters,
184	we suggest that density-induced water stratification could represent Dimension 1 and
185	explain the primary peak of ¹³⁷ Cs in the deep waters (Fig. 7c), consistent with the two
186	layers of ¹³⁷ Cs stratification mentioned in Section 3.1. We notice that both
187	temperature and salinity are positively correlated with Dimension 2 (Fig. 7a, Table 2),
188	suggesting that the peak of Dimension 2 might be related to high salinity and
189	temperature. This peak is composed of the high σ_{θ} (> 22.5 kg·m ⁻³) and low σ_{θ} (< 22.5
190	kg·m ⁻³) components of Dimension 2 coordinates and corresponds to the secondary
191	peak of ¹³⁷ Cs in the near-surface waters (Fig. 7d). Finally, Dimension 3 is solely
192	dominated by ¹³⁷ Cs (Table 2), suggesting that it was controlled by variations in the
193	¹³⁷ Cs concentrations.

194

195 **4. Discussion**

196

4.1. Temporal dispersal of FDNPP-derived ¹³⁷Cs in western NPO

The spread of FDNPP-derived ¹³⁷Cs has been suggested to follow North Pacific 197 198 circulation over NPO in a clockwise direction (Tsubono et al. 2016), and a similar clockwise spread of ¹³⁷Cs has been observed in western NPO. Researchers have 199 monitored ¹³⁷Cs activity over western NPO for several years, and the temporal 200 sequence of ¹³⁷Cs peaks from each monitored site reveals the dispersal sequence of 201 FDNPP-released ¹³⁷Cs among these sites. A ¹³⁷Cs peak was observed 5 yr after the 202 accident, in 2016, on the eastern side of NPO (Smith et al. 2017). Similarly, Inomata 203 et al. (2018) estimated that "5.0% in the total amount of FDNPP-derived ¹³⁷Cs of the 204 STMW entered the Sea of Japan before 2016" through clockwise spreading of ¹³⁷Cs 205 in the western NPO, ECS, and the Sea of Japan. The ¹³⁷Cs peak in STMW in the 206 207 southern part of the Kuroshio in NPO off Japan was observed between 2013 and 2014, and peak values in ECS were noted between 2014 and 2016. In addition, ¹³⁷Cs activity 208 in the Bohai Sea was only 1.01 Bq·m⁻³ in 2016 (Hao et al. 2018), suggesting a 209 background reference value. 210

¹³⁷Cs activities in the subsurface waters of the study area displayed characteristics ($\sigma_{\theta} = 25.2$ and 26.1 kg·m⁻³) similar to those of STMW and CMW ($\sigma_{\theta} =$ 25.3 to 26.3 kg·m⁻³) in NPO (Aoyama et al. 2016a) (Fig. 3). The northward increase in ¹³⁷Cs in the near-surface waters to the east of 121° E (Fig. 5) also implies that the

215	recirculation of the Kuroshio or the southward spreading of STMW first affects the
216	northern waters. Subsequently, FDNPP-derived ¹³⁷ Cs spreads farther south and west
217	in the subsurface and deep waters (Figs. 3 and 5), thus explaining the observed
218	decrease in ¹³⁷ Cs in the north-south direction in the near-surface waters. The results of
219	this study show the expansion of the FDNPP-derived ¹³⁷ Cs dispersal to western NPO
220	and its marginal seas, implying the extension of these two water masses to the
221	Kuroshio region and the Luzon Strait.
222	Two physical processes likely support westward water mass transport. Kamidaira
223	et al. (2018) reported that approximately 43% of FDNPP-derived ¹³⁷ Cs could be
224	delivered below the mixed layer through eddy processes. Jan et al. (2018) suggested
225	that internal leaving could be another cross-Kuroshio transport mechanism. A third
226	water mass elevation process in western NPO is discussed in Section 4.2.
227	4.2. ¹³⁷ Cs in the near-surface shelf waters
228	The clockwise ^{137}Cs spreading over western NPO and the intrusion of the high σ_{θ}
229	Kuroshio and subsurface waters (e.g., KTW, STMW, and CMW) onto the continental
230	shelf likely reduced σ_{θ} by increasing water temperature during upwelling or reducing
231	salinity when mixing with freshwater. This subsurface or deep-water layer in western
232	NPO ($\sigma_{\theta} = 26.7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) can further rise toward western NPO and reach the shelf

233 break surrounding Taiwan (Chen et al. 1995; Chen 1996; Jan et al. 2011;

234 Gopalakrishnan et al. 2013; Hsin et al. 2013; Nakamura et al. 2013; Yan et al. 2016). Such a water motion is favorable for the vertical transport of ¹³⁷Cs from a depth of 235 236 200 m to shallower depths. Moreover, upwelling near the coast of Taiwan and in the Taiwan Strait is favorable for transporting waters with a primary ¹³⁷Cs peak from the 237 subsurface to the near-surface layer. For example, upwelling off northeastern Taiwan 238 (Fig. 1) (Wu et al. 2008; Shen et al. 2011; Tsai et al. 2013; Yin and Huang 2019) has 239 been estimated to occur with a vertical velocity of 15 m day⁻¹ on the shelf and over 40 240 m day⁻¹ at the shelf edge (Chang et al., 2010; Liu et al., 1992). 241

The upwelling process can lead to reduced σ_{θ} values by increasing the 242 temperature in the high-salinity subsurface waters. For instance, the σ_{θ} of water with 243 salinity = 34.3, temperature = 18.3 °C, and σ_{θ} = 25.0 kg·m⁻³ at a depth of 200 m, can 244 decrease to less than 22 kg \cdot m⁻³ if the water temperature increases to 28 °C at 1 m 245 246 during the upwelling process (Fig. 2a). As the peak of Dimension 2 coordinates implies high salinity and high temperature and corresponds to the secondary ¹³⁷Cs 247 peak, we suggest that the secondary ¹³⁷Cs peak reflects the maximum of both 248 temperature and salinity. We further propose that the upwelling process is consistent 249 with the high σ_{θ} arm of the Dimension 2 peak (Fig. 7d), while the low σ_{θ} arm of the 250 Dimension 2 peak is likely related to the mixing of freshwater and seasonal coastal 251 252 currents in the waters off northwestern Taiwan (Chang et al., 2009; Jan et al. 2002,

253 2010). For example, it was observed that southward cold waters with low ¹³⁷Cs values
254 intruded on the northern half of the Taiwan Strait in winter and the inverse movement
255 of warm waters with high ¹³⁷Cs in the Taiwan Strait in summer. Therefore, the waters
256 in the shallow shelf (the Taiwan Strait and off northern Taiwan) (Figs. 4 and S1) had
257 seasonal ¹³⁷Cs variations, resulting in low ¹³⁷Cs in winter and high ¹³⁷Cs in summer
258 (Fig. 6).

259

260 **4.3.** Estimation of ¹³⁷Cs spreading time

We estimated the spreading time of FDNPP-derived ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs using the 261 time needed to form STMW and CMW in the study area. The spreading time should 262 be longer than the decay time of ¹³⁴Cs in ambient water in western NPO to be 263 undetectable in our study area (lower estimate) and shorter than the time passed from 264 March 11, 2011, to the date when we observed the peak of ¹³⁷Cs at the sampling sites 265 (upper estimate). For example, when we used a 134 Cs value of 6.12 Bq·m⁻³ as 266 registered on June 2012 at a depth of 151 m (lat 29° N, long 165° E) (Aoyama et al. 267 2016a) and only considered its decay until an undetectable limit of less than 0.25 268 $Bq \cdot m^{-3}$, we noticed that the decay period was longer than 6 yr. In 2018, Zhou et al. 269 (2018) suggested that FDNPP-derived ¹³⁷Cs in 2011 did not arrive in northern SCS 270 until 2014, implying a minimum transportation time of at least 3 yr. In addition, we 271

272	observed FDNPP-derived ¹³⁷ Cs 7 yr later, indicating an even longer spreading time
273	(2011–2017). Based on the above assumption, we suggest that FDNPP-derived ¹³⁷ Cs
274	is likely transported to the Kuroshio east of Taiwan and the adjacent region in 3–7 yr.
275	This time period could be underestimated because the signal from FDNPP-derived
276	¹³⁷ Cs in the study region can be masked by the spatial uncertainties induced by
277	previous ¹³⁷ Cs intrusions. Although our time estimate is based on limited data and
278	only presents rough calculations, it provides a basic time frame for the dispersal of
279	FDNPP-derived ¹³⁷ Cs in the study area. We believe that a 3-dimension model that
280	considers mixing, decay, and biogeochemical processes may explain the spread
281	mechanisms better in the future.

282

283 **5.** Summary

This study analyzed ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs activities in the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan. The study results showed that the ¹³⁴Cs activity was undetectable (< 0.5 Bq·m⁻³). ¹³⁷Cs activity coincided with the ¹³⁷Cs values previously measured in western NPO (Wu et al., 2013; Inomata et al., 2018; Zhao et al., 2018) and were within the water limit values in Taiwan (10 Bq·kg⁻¹, i.e.~10,000 Bq·m⁻³) for 2018–2019. There were two peaks of ¹³⁷Cs activity along the σ_{θ} gradient: the primary peak of ¹³⁷Cs along the vertical water column of KTW was at a σ_{θ} ranging from 25.3

to 26.1 kg \cdot m⁻³, consistent with values reported elsewhere on STMW and CMW. The

secondary peak was detected at a σ_{θ} ranging from 18.8 to 21.4 kg·m⁻³.

293 We suggest that Dimension 1 of the PCA results and water stratification explains the distribution of the primary 137 Cs peak along the water column at depths of 0–400 294 m. The peak of Dimension 2 is consistent with the secondary 137 Cs peak, displaying a 295 high σ_{θ} arm and is likely related to upwelling, while the low σ_{θ} arm plausibly 296 corresponds to the mixing of coastal currents and freshwater. These study results 297 suggest that FDNPP-derived ¹³⁷Cs can spread across the Kuroshio east of Taiwan. 298 Upwelling regions on the shelf break probably contribute to the vertical transportation 299 of ¹³⁷Cs from the deeper water to the surface layers. The fate of ¹³⁷Cs in the Taiwan 300 301 Strait may be further affected by the mixing of seasonal coastal currents and freshwater sources, displaying low ¹³⁷Cs activity in winter and high activity in 302 303 summer in near-surface waters. Finally, upwelling on the shelf break provides a vertical transportation mechanism in addition to the lateral counterclockwise ¹³⁷Cs 304 circulation on the pelagic western NPO, and should be accounted for in similar 305 306 disaster events in the future.

307

308 Acknowledgments
- 309 The authors would like to thank government employees and contractors who helped
- sample seawater in the study area. The authors are also grateful to the chief scientists,
- 311 captains, and technicians on R/Vs Ocean Research I, II, and III for their assistance.
- 312 This study was funded by the Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council
- **313** (Grant No. #107-0103 and 108-0103).

314 **References**

315	Aoyama M, Hamajima Y, Hult M, et al (2016a) ¹³⁴ Cs and ¹³⁷ Cs in the North Pacific
316	Ocean derived from the March 2011 TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power
317	Plant accident, Japan. Part one: surface pathway and vertical distributions. J
318	Oceanogr 72:53-65. https://doi.org/10.1007/s10872-015-0335-z
319	Aoyama M, Hamajima Y, Hult M, et al (2016b) ¹³⁴ Cs and ¹³⁷ Cs in the North Pacific
320	Ocean derived from the March 2011 TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power
321	Plant accident, Japan. Part two: estimation of ¹³⁴ Cs and ¹³⁷ Cs inventories in the
322	North Pacific Ocean. J Oceanogr 72:53-65.
323	https://doi.org/10.1007/s10872-015-0335-z
324	Aoyama M, Hirose K, Igarashi Y (2006) Re-construction and updating our
325	understanding on the global weapons tests ¹³⁷ Cs fallout. J Environ Monit 8:431–
326	438. https://doi.org/10.1039/b512601k
327	Aoyama M, Tsumune D, Inomata Y, Tateda Y (2020) Mass balance and latest fluxes
328	of radiocesium derived from the fukushima accident in the western North Pacific
329	Ocean and coastal regions of Japan. J Environ Radioact 217:106206.
330	https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106206
331	Buesseler K, Dai M, Aoyama M, et al (2017) Fukushima Daiichi–Derived
332	Radionuclides in the Ocean: Transport, Fate, and Impacts. Ann Rev Mar Sci
333	9:173-203. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060733
334	Chang Y, Lee K, Lee M, Lan K (2009) Satellite observation on the exceptional
335	intrusion of cold water in the Taiwan Strait. Terr Atmos Ocean Sci 20:661-669.
336	https://doi.org/10.3319/TAO.2008.08.07.01(Oc)1.
337	Chang YL, Oey LY, Wu CR, Lu HF (2010) Why are there upwellings on the northern
338	shelf of Taiwan under northeasterly winds? J Phys Oceanogr 40:1405–1417.

339 https://doi.org/10.1175/2010JPO4348.1

340 Chen C.T.A. (1996) The Kuroshio intermediate water is the major source of nutrients

on the East China Sea continental shelf. Oceanol Acta 19:523–527

- 342 Chen CTA, Ruo R, Paid SC, et al (1995) Exchange of water masses between the East
- China Sea and the Kuroshio off northeastern Taiwan. Cont Shelf Res 15:19–39.
- 344 https://doi.org/10.1016/0278-4343(93)E0001-O
- 345Feldman C, Rains TC (1964) The Collection and Flame Photometric Determination of
- 346 Cesium. Anal Chem 36:405–409. https://doi.org/10.1021/ac60208a051
- Gan J, Cheung A, Guo X, Li L (2009) Intensified upwelling over a widened shelf in
- the northeastern South China Sea. J Geophys Res Ocean 114:1–15.
- 349 https://doi.org/10.1029/2007JC004660
- 350 Gopalakrishnan G, Cornuelle BD, Gawarkiewicz G, McClean JL (2013) Structure and
- evolution of the cold dome off northeastern Taiwan: A numerical study.

352 Oceanography 26:66–79. https://doi.org/10.5670/oceanog.2013.06

- Hanawa K, D.Talley L (2001) Chapter 5.4 Mode waters. Int Geophys 77:373–386.
- 354 https://doi.org/10.1016/S0074-6142(01)80129-7
- Hao Y, Xu Y, Pan S, et al (2018) Sources of plutonium isotopes and ¹³⁷Cs in coastal
- seawaters of Liaodong Bay and Bohai Strait, China and its environmental
- implications. Mar Pollut Bull 130:240–248.
- 358 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.037
- Hsin YC, Qiu B, Chiang TL, Wu CR (2013) Seasonal to interannual variations in the
- 360 intensity and central position of the surface Kuroshio east of Taiwan. J Geophys
- 361 Res Ocean 118:4305–4316. https://doi.org/10.1002/jgrc.20323
- Huang TH, Chen CTA, Bai Y, He X (2020a) Elevated primary productivity triggered
- by mixing in the quasi-cul-de-sac Taiwan Strait during the NE monsoon. Sci Rep
- 364 10:1–9. https://doi.org/10.1038/s41598-020-64580-6

- Huang W-J, Kao K-J, Lin Y-S, et al (2020b) Daily to weekly impacts of mixing and
 biological activity on carbonate dynamics in a large river-dominated shelf.
- 367 Estuar Coast Shelf Sci 245:106914. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106914
- 368 Huh CA, Hsu SC, Lin CY (2012) Fukushima-derived fission nuclides monitored
- around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. Earth Planet
- 370 Sci Lett 319–320:9–14. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.12.004
- Huh CA, Su CC (2004) Distribution of fallout radionuclides (⁷Be, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb and
- 372 ^{239,240}Pu) in soils of Taiwan. J Environ Radioact 77:87–100.
- 373 https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2004.03.002
- 374 Inomata Y, Aoyama M, Hamajima Y, Yamada M (2018) Transport of FNPP1-derived
- 375 radiocaesium from subtropical mode water in the western North Pacific Ocean to
 376 the Sea of Japan. Ocean Sci 3:813–826
- 377 Inomata Y, Aoyama M, Tsubono T, et al (2016) Spatial and temporal distributions of
- ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs derived from the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power
- 379 Plant accident in the North Pacific Ocean by using optimal interpolation analysis.
- 380 Environ Sci Process Impacts 18:126–136. https://doi.org/10.1039/C5EM00324E
- Jan S, Chen CC, Tsai YL, et al (2011) Mean structure and variability of the cold dome
- northeast of Taiwan. Oceanography 24:100–109.
- 383 https://doi.org/10.5670/oceanog.2011.98
- Jan S, Tseng Y-H, Dietrich DE (2010) Sources of water in the Taiwan Strait. 66:211–
 221
- Jan S, Wang J, Chern CS, Chao SY (2002) Seasonal variation of the circulation in the
 Taiwan Strait. J Mar Syst 35:249–268.
- 388 https://doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00130-6
- Liu KK, Gong GC, Shyu CZ, et al (1992) Response of Kuroshio upwelling to the
- 390 onset of the northeast monsoon in the sea north of Taiwan: observations and a 21

- 391 numerical simulation. J Geophys Res 97:
- 392 Krishnamoorthy TM, Doshi GR, Sastry VN (1971) Exchange capacity of ammonium
- phosphomolybdate for caesium by batch technique. Curr Sci 40:542–544
- Kumamoto Y, Aoyama M, Hamajima Y, et al (2017) Radiocesium in the western
- subarctic area of the North Pacific Ocean, Bering Sea, and Arctic Ocean in 2013
- and 2014. Appl Radiat Isot 126:88–92.
- 397 https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2017.02.036
- 398 Kuo NJ, Ho CR (2004) ENSO effect on the sea surface wind and sea surface
- temperature in the Taiwan Strait. Geophys Res Lett 31:10–13.
- 400 https://doi.org/10.1029/2004GL020303
- Lee MA, Kuo YC, Chan JW, et al (2015) Long-term (1982-2012) summertime sea
- 402 surface temperature variability in the Taiwan Strait. Terr Atmos Ocean Sci
- 403 29:183–192. https://doi.org/10.3319/TAO.2014.12.02.03(EOSI)
- Liu JT, Hsu RT, Yang RJ, et al (2018) A comprehensive sediment dynamics study of
- a major mud belt system on the inner shelf along an energetic coast. Sci Rep 8:1–
- 406 14. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22696-w
- 407 Liu JT, Huang B, Chang Y, et al (2019) Three-dimensional coupling between
- 408 size-fractionated chlorophyll-a, POC and physical processes in the Taiwan Strait
- in summer. Prog Oceanogr 176:102129.
- 410 https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102129
- 411 Mathieu A, Kajino M, Korsakissok I, et al (2018) Fukushima Daiichi–derived
- 412 radionuclides in the atmosphere, transport and deposition in Japan: A review.
- 413 Appl Geochemistry 91:122–139.
- 414 https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.01.002
- 415 Nakamura H, Nishina A, Liu Z, et al (2013) Intermediate and deep water formation in
- the Okinawa trough. J Geophys Res Ocean 118:6881–6893.

- 417 https://doi.org/10.1002/2013JC009326
- 418 Oka E, Suga T (2003) Formation region of North Pacific subtropical mode water in
- the late winter of 2003. Geophys Res Lett 30:10–13.
- 420 https://doi.org/10.1029/2003GL018581
- 421 Shen M-L, Tseng Y-H, Jan S (2011) The formation and dynamics of the cold-dome
- 422 off northeastern Taiwan. J Mar Syst 86:10–27.
- 423 https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.01.002
- 424 Shu Y, Wang D, Feng M, et al (2018) The Contribution of Local Wind and Ocean
- 425 Circulation to the Interannual Variability in Coastal Upwelling Intensity in the
- 426 Northern South China Sea. J Geophys Res Ocean 123:6766–6778.
- 427 https://doi.org/10.1029/2018JC014223
- 428 Smith JN, Brown RM, Williams WJ, et al (2015) Arrival of the Fukushima
- 429 radioactivity plume in North American continental waters. Proc Natl Acad Sci
- 430 112:1310–1315. https://doi.org/10.1073/pnas.1412814112
- 431 Smith JN, Rossi V, Buesseler KO, et al (2017) Recent Transport History of
- 432 Fukushima Radioactivity in the Northeast Pacific Ocean. Environ Sci Technol
- 433 51:10494–10502. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02712
- 434 Suga T, Takei Y, Hanawa K (1997) Thermostad distribution in the North Pacific
- 435 subtropical gyre: The central mode water and the subtropical mode water. J Phys
- **436** Oceanogr 27:140–152.
- 437 https://doi.org/10.1175/1520-0485(1997)027<0140:TDITNP>2.0.CO;2
- 438 Tsai Y, Chern C-S, Jan S, Wang J (2013) Numerical Study of Cold Dome Variability
- 439 induced by Typhoon Morakot (2009) off Northeastern Taiwan. J Mar Res
- 440 71:109–131
- 441 Tsubono T, Misumi K, Tsumune D, et al (2016) Evaluation of radioactive cesium
- 442 impact from atmospheric deposition and direct release fluxes into the North 23

- 443 Pacific from the Fukushima Daiichi nuclear power plant. Deep Sea Res Part I
- 444 Oceanogr Res Pap 115:10–21.
- 445 https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dsr.2016.02.019
- 446 Vives i Batlle J, Aoyama M, Bradshaw C, et al (2018) Marine radioecology after the
- 447 Fukushima Daiichi nuclear accident: Are we better positioned to understand the
- 448 impact of radionuclides in marine ecosystems? Sci Total Environ 618:80–92.
- 449 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.005
- 450 Wu CR, Lu HF, Chao SY (2008) A numerical study on the formation of upwelling off
- 451 northeast Taiwan. J Geophys Res Ocean 113:1–12.
- 452 https://doi.org/10.1029/2007JC004697
- 453 Yan X, Zhu X, Pang C, Zhang L (2016) Effects of mesoscale eddies on the volume
- 454 transport and branch pattern of the Kuroshio east of Taiwan. J Geophys Res
- 455 Ocean 121:7683–7700. https://doi.org/10.1002/2016JC012038
- 456 Yin W, Huang D (2019) Short-Term Variations in the Surface Upwelling off
- 457 Northeastern Taiwan Observed via Satellite Data. J Geophys Res Ocean
- 458 124:939–954. https://doi.org/10.1029/2018JC014537
- 459 Zhao L, Liu D, Wang J, et al (2018) Spatial and vertical distribution of radiocesium in
- seawater of the East China Sea. Mar Pollut Bull 128:361–368.
- 461 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.047
- 462 Zhou P, Li D, Zhao L, et al (2018) Radioactive status of seawater and its assessment
- 463 in the northeast South China Sea and the Luzon Strait and its adjacent areas from
- 464 2011 to 2014. Mar Pollut Bull 131:163–173.
- 465 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.009
- 466
- 467

468 ′	Table 1. Average	⁷ Cs values for the	Taiwan Strait	and the Kurosh	io Current
-------	------------------	--------------------------------	---------------	----------------	------------

	¹³⁷ Cs	s on		
Sub-division	December 31, 2019		¹³⁷ Cs	
	Mean	STD*	Mean	STD*
Taiwan Strait	1.18	0.27	1.21	0.27
KC and adjacent water	1.15	0.24	1.18	0.25

469 (KC) east of Taiwan (2018–2019) in Bq \cdot m⁻³.

470 * STD represents the standard deviation of the corresponding mean values.

	Dim. 1	Dim. 2	Dim. 3
Temperature	-0.659	0.696	0.284
Salinity	0.728	0.682	-0.061
$\sigma_{ heta}$	0.974	0.055	-0.213
¹³⁷ Cs activity	0.530	-0.174	0.830

472 Table 2. Principal components

474 Figure captions

475	Figure 1 Sample region. The Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan are
476	critical regions in the western North Pacific Ocean (NPO). (a) Surface (solid markers)
477	and subsurface and deep-water (open markers) samples were collected in the study
478	area from 2018 to 2019. (b) The two dashed lines indicate the northern and southern
479	boundaries of the Taiwan Strait as used in this study. Red dashed circles are potential
480	upwelling sites positioned using the temperature and chlorophyll-a data by Liu et al.
481	(2019).
482	
483	
484	Figure 2 Temperature and salinity diagram. (a) Surface waters show large variations
485	in temperature and salinity. (b) Deep waters demonstrated salinities higher than 33.5
486	and represent the σ_{θ} range of the Subtropical Mode Water (STMW) and Central Mode
487	Water (CMW) (25.1–26.2 kg·m ⁻³). Labels "1" and "2" in (a) represent the σ_{θ} range of
488	primary and secondary ¹³⁷ Cs peaks, respectively.

489

490 Figure 3 Vertical distributions of salinity, σ_{θ} , and ¹³⁷Cs concentration. In the **491** subsurface and deep waters, where (a) salinities varied from 33.7 to 34.9 along the **492** vertical profile, (b) ¹³⁷Cs activity displayed the primary peak at a depth range of 200– 493 400 m, and where σ_{θ} (c) varied from 25.2 to 26.1 kg·m⁻³ and (d) was consistent with 494 the layer with peak FDNPP-derived ¹³⁷Cs values in STMW and CMW in NPO. (d) 495 The secondary peak of ¹³⁷Cs activity displayed σ_{θ} ranging from 19 to 22 kg·m⁻³ in the 496 near-surface waters. All panels share the same legend.

497

498 Figure 4 Distribution of sea surface temperature (SST) and 137 Cs. (a) High SST 499 (MODIS 2018) was detected in the Kuroshio east of Taiwan and its intrusion into the 500 southeastern Taiwan Strait. Low SST was identified along the coastline from the East 501 China Sea (ECS) to the western side of the Taiwan Strait. (b) The 137 Cs values from 502 the sea surface waters were scattered with a few values close to 2 Bq·m⁻³ in the waters 503 off northern Taiwan.

504

Figure 5 Relationship between latitude and ¹³⁷Cs activity. We arbitrarily subdivided the study area into two regions: (a) to the east of 121° E and (b) west of 121° E based on the activity of ¹³⁷Cs in the near-surface waters and characteristics of oceanic currents and coastlines (refer to Figs. 1b and 4a). To the east of 121° E, (a) the highest ¹³⁷Cs activity to the north of 25° N were higher than the highest one to the south of 22° N in the near-surface waters (open squares). (b) The low value of ¹³⁷Cs to the northern Taiwan Strait (to the north of 25° N) was higher than the one in the southern

513	waters, and σ_{θ} was consistent with the FDNPP-derived ^{137}Cs values obtained from
514	STMW and CMW.
515	
516	
517	Figure 6 Monthly variations in sea-surface ¹³⁷ Cs in the Taiwan Strait and southern
518	ECS. (a) ^{137} Cs activity and corresponding seawater temperature were measured at the
519	study sites on both sides of the Taiwan Strait and the waters off northern Taiwan (refer
520	to Fig. 1b). Both parameters display seasonal variations: low in winter and high in
521	summer. (b) The monthly ¹³⁷ Cs activity was statistically correlated to its
522	corresponding seawater temperature.
523	
524	Figure 7 Results of principal component analysis (PCA) and sample coordinates. (a-
525	b) σ_{θ} dominates variations in Dimension 1; temperature and salinity dominate
526	variations in Dimension 2; and 137 Cs dominates variations in Dimension 3. (c) The
527	coordinates of individual results in Dimension 1 are consistent with the primary peak
528	of ¹³⁷ Cs defined along the stratified water column. (d) The peak coordinate of
529	Dimension 2 is consistent with the secondary ^{137}Cs peak along the σ_{θ} gradient.

strait (22–23° N). A few high 137 Cs values were denoted in the subsurface and deep

530

512





Figure 1. Sampling area. 533

534 The Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan are critical regions in the western North Pacific Ocean (NPO). (a) Surface (solid markers), and subsurface and 535 30

536	deep-water (open markers) samples were collected in the study area from 2018 to
537	2019. (b) The two dashed lines indicate the northern and southern boundaries of the
538	Taiwan Strait as used in this study. Red dash circles are potential upwelling regions
539	modified from temperature and chlorophyll-a evidence reported by Liu et al. (2019).
540	





(a) Surface waters show large variations in temperature and salinity. (b) Deep waters demonstrated salinities higher than 33.5 and represent the σ_{θ} range of the Subtropical Mode Water (STMW) and Central Mode Water (CMW) (25.1–26.2 kg·m⁻³). Labels "1" and "2" in (a) represent the σ_{θ} range of primary and secondary ¹³⁷Cs peaks, respectively.



553 Figure 3. Vertical profiles of salinity, σ_{θ} , and ¹³⁷Cs.

In the subsurface and deep waters, where (a) salinities varied from 33.7 to 34.9 long the vertical profile, (b) ¹³⁷Cs activity displayed the primary peak at a depth range of 200–400 m, and where σ_{θ} (c) varied from 25.2 to 26.1 kg·m⁻³ and (d) was consistent with the layer with peak FDNPP-derived ¹³⁷Cs values in STMW and CMW in NPO.

- 558 (d) The secondary peak of ¹³⁷Cs activity displayed σ_{θ} ranging from 19 to 22 kg·m⁻³ in
- the near-surface waters. All panels share the same legend.



563 Figure 4. Sea surface distribution of seawater temperature and ¹³⁷Cs.

(a) High SST (MODIS 2018) was detected in the Kuroshio east of Taiwan and its intrusion into the southeastern Taiwan Strait. Low SST was identified along the coastline from the East China Sea (ECS) to the western side of the Taiwan Strait. (b) The 137 Cs values from the sea surface waters were scattered with a few values close to 2 Bq·m⁻³ in the waters off northern Taiwan.



571

572 Figure 5. Latitude to ¹³⁷Cs relationships.

We arbitrarily subdivided the study area into two regions: (a) to the east of 121° E and 573 (b) west of 121° E based on the activity of 137 Cs in the near-surface waters and 574 575 characteristics of oceanic currents and coastlines (refer to Figs. 1b and 4a). To the east of 121° E, (a) the highest ¹³⁷Cs activity to the north of 25° N were higher than the 576 highest one to the south of 22° N in the near-surface waters (open squares). (b) The 577 low value of 137 Cs to the northern Taiwan Strait (to the north of 25° N) was higher 578 than the one in the southern strait (22–23 $^{\circ}$ N). A few high ¹³⁷Cs values were denoted 579 in the subsurface and deep waters, and σ_{θ} was consistent with the FDNPP-derived 580 ¹³⁷Cs values obtained from STMW and CMW. 581

582



588 (a–b) σ_{θ} dominates variations in Dimension 1; temperature and salinity dominate 589 variations in Dimension 2; and ¹³⁷Cs dominates variations in Dimension 3. (c) The 590 coordinates of individual results in Dimension 1 are consistent with the primary peak 591 of ¹³⁷Cs defined along the stratified water column. (d) The peak coordinate of 592 Dimension 2 is consistent with the secondary ¹³⁷Cs peak along the σ_{θ} gradient. 593



596 Figure 7. Results of principle component analysis and sample coordinates.

597 (a–b) σ_{θ} dominates variations in Dimension 1; temperature and salinity dominate 598 variations in Dimension 2; and ¹³⁷Cs dominates variations in Dimension 3. (c) The 599 coordinates of individual results in Dimension 1 are consistent with the primary peak 600 of ¹³⁷Cs defined along the stratified water column. (d) The peak coordinate of 601 Dimension 2 is consistent with the secondary ¹³⁷Cs peak along the σ_{θ} gradient.

38



Figure S1. Seasonal sea surface temperature (SST) distribution for 2018. (a-l) 605 606 Large-scale SST distribution for 12 months (January-December 2018) for the cold 607 waters off northwestern Taiwan and warm waters off southeastern Taiwan. The 608 contour line of SST < 24 °C was located in the region off southeastern Taiwan in (a) 609 cool January, moved northward to the regions off northwestern Taiwan in (e) warm May, became spotty in the study area in (h) hot August, and gradually moved 610 southward to the regions off southeast Taiwan until (1) cool December. Validation and 611 data source: the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) onboard the 612 Suomi National Polar-Orbiting Partnership (S-NPP) satellite. The color bar displays 613 614 values of SST.

附錄10:109年期末報告初稿公文 (發文日期:109年11月12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109年11月12日 發文字號:中系海洋科學字第1092400393號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:如主旨 主旨:檢送本校「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約 編號:1081216)109年期末報告初稿10份,請查照。 說明:依貴我契約文件需求規範「五」之『(四)』之「4.109年 報告繳交期限及工作會議如下:(3)於109年11月15日前提 出期末報告初稿10份......」規定辦理。

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心 副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人

郭英耀 校長

依分層負責規定授權單位主管決行

缐

附錄11:出席「109年地物地質年會暨台灣第四紀研討會」 發表口頭論文摘要及簡報內容(會議日期:109年11月17~18日)

V2/V3 Room 605 火山學 Volcanology/環境地球化學 Environmental Geochemistry 主持人: 賴昱銘、畢如蓮 08:30-08:45 V2-O-01 洪瑋澤、劉佳玫、蔡裕偉 以岩象學及地球化學探討基隆山及牡丹山火山熔岩特徵之研究 08:45-09:00 V2-O-02 陳治宇、施國偉、賴憶菁、蕭丁槐、羅正彥、張皓雲、蔡裕偉、劉佳玫 由野外地質調查探討竹子山火山亞群之火山堆積物特徵 09:00-09:15 V2-O-03 畢如蓮 大屯火山區溫泉水—以鍶、硼同位素以及揮發性元素探討水文地質分布以及岩漿庫 排氣活動 09:15-09:30 V2-O-04 李東翰、賴昱銘、李皓揚、飯塚義之 台灣東部海岸山脈熔積岩產狀與年代學之研究 09:30-09:45 V3-O-01 黄升一、梁茂昌 以電腦模擬計算流體動力學(CFD)模擬城市污染物擴散 09:45-10:00 V3-O-02 黄蔚人、陳鎮東、李明達、李明安、楊穎堅、詹森 2018-2019 年銫-134 及銫-137 於台灣鄰近海域中之分布 H1/H2 **Room 606**

水文與水文地質 Hydrology and Hydrogeology/地下水與傳輸 Groundwater Flow and Transport 主持人:許少瑜、劉慶怡 08:30-08:45 H1-O-01 馬嵩哲、劉慶怡、邱永嘉 利用跨井熱示蹤劑試驗特徵化裂隙岩體之優勢水流路徑 08:45-09:00 H1-O-02 張瑀宬、邱永嘉 以鹽水示蹤劑試驗結合數值模擬探討高山一級河川之地表水與地下水交互作用 09:00-09:15 H1-O-03 劉慶怡、黃柏勲、邱永嘉、林立虹、柯建仲、王珮玲 應用分散式光纖溫度感測器於大崙水文地質試驗井場量測地層溫度分布之先期試驗 成果 09:15-09:30 H1-O-04 許少瑜、羅瑞祥、黃群展、蔡義誌 應用水壓與邊界條件資料觀測阻塞層發展 09:30-09:45 H2-O-01 廖中翊、陳瑞昇 二維具複雜反應途徑的多物種污染團遷移解析解模式 09:45-10:00 H2-O-02 Maria Nollita Dizon
Yung-Chia Chiu Combination of Surrogate Model and Data Assimilation for Seawater Intrusions Simulations - Case Study of Cavite, Philippines

中華民國地球物理學會與中華民國地質學會109年年會暨學術研討會

第十四屆臺灣第四紀研討會

口頭論文摘要11/17 (DAY 1)

會議室	Room 605
日期	11月17日(星期二)
時段	09:45-10:00
議程代碼	V3-O-02
議題	- Volcanology and Geochemistry 環境地球化學
作者	黃蔚人(Wei-Jen Huang) [國立中山大學海洋科學系] (通訊作者) 陳鎮東(Chen-Tung Arthur Chen) [國立中山大學海洋科學系] 李明達(Ming-Ta Lee) [行政院原子能委員會輻射偵測中心] 李明安(Ming-An Lee) [國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系] 楊穎堅(Yiing Jang Yang) [國立台灣大學海洋研究所] 詹森(Sen Jan) [國立台灣大學海洋研究所]
中文題目	2018-2019 年銫-134 及銫-137 於台灣鄰近海域中之分布
英文題目	Distributions of Cs-134 and Cs-137 at the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan during 2018 to 2019
投稿類型	口頭報告 Oral
摘要	發生於 2011 年的福島事件釋出大量的人工放射性核種至太平洋中,前人研究指出該 事件能夠影響北太平洋以及日本海,我們仍不清楚長半衰期的銫-137(30.2 年)及短半 衰期的銫-134(2.06 年)在台灣鄰近的西北太平洋以及黑潮海域中如何分布及變化。因 此本研究於 2018 至 2019 年間在上述區域(116-123°E, 20-27°N)蒐集了 288 個水 樣,由原子能委員會輻射偵測中心計測,結果顯示所有的銫-134 活度都在偵測極限 以下(0.5 Bq·m-3)。表層水的銫-137 的極大值介於 2.1 至 2.2 Bq·m-3,其所在之水團 密度與 Subtropical Mode Water(STMW)一致,而 STMW 之極大值源自於福島外釋 事件。以季節性而言,台灣海峽表層水的銫-137 活度則與溫度呈現季節性變化,我 們推測與季節性的水團變化有關。
中文關鍵字	銫-137、銫-134、台灣海峽、人工放射性核種
英文關鍵字	Cs-137, Cs-134, Taiwan Strait, radiocesium

中華民國地球物理學會與中華民國地質學會109 年年會暨學術研討會 第十四屆臺灣第四紀研討會

口頭簡報11/17 (DAY 1)

Spread of Radiocesium to the Taiwan Strait and the Kuroshio east of Taiwan from 2018 to 2019

Wei-Jen Huang¹, Chen-Tung Arthur Chen¹, Keui-Chen Huang¹, Ming-An Lee^{2,3}, Yiing-Jang Yang⁴, Sen Jan⁴, Kai-Jung Kao¹, Ming-Ta Lee^{5*}

¹Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan
²Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, Keelung,
³Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan
⁴Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan
⁶The Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council, Kaohsiung, Taiwan

*Corresponding author: Ming-Ta Lee (Email: mtlee@aec.gov.tw)

Outline

- Introduction:
- Study area and methods:
- Spatial variations: surface water, subsurface/deep water
- PCA results
- Summary









中華民國地球物理學會與中華民國地質學會109 年年會暨學術研討會 第十四屆臺灣第四紀研討會 口頭簡報11/17 (DAY 1)













中華民國地球物理學會與中華民國地質學會109年年會暨學術研討會 第十四屆臺灣第四紀研討會

口頭簡報11/17 (DAY 1)













中華民國地球物理學會與中華民國地質學會109 年年會暨學術研討會 第十四屆臺灣第四紀研討會

口頭簡報11/17 (DAY 1)



附錄12:國立中山大學中系海洋科學字第1092400409號函及附件 變更契約內容:延長論文發表之履約日期 發文日期:109年11月18日

> 檔 號: 保存年限:

國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號

承辦人:陳鎮東

電話:07-5252000#5136

傳真:07-5255130

電子信箱: ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國109年11月18日

發文字號:中系海洋科學字第1092400409號

速別:普通件

裝

訂

線

密等及解密條件或保密期限:

附件:如說明

主旨:本校執行貴會「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」 (契約編號:1081216)契約在案;擬依行政院公共工程委 員會之工程企字第1090100202號函,變更契約相關內容 ,請惠允見復。

說明:

- 一、依本案契約內容,「4.109年報告繳交期限及工作會議」 之『(5)109年10月30日前參加國內外研討會並發表論文 至少1篇」,見附件一。
- 二、因新冠病毒疫情,致原擬參加的國內外研討會皆取消,如 原訂於4月29日至5月1日台北舉辦的「2020年海洋科學年 會暨科技部海洋學門成果發表」;及,6月28日至7月4日 在韓國洪川郡舉辦的「2020第17屆亞洲大洋洲地球科學學 會(AOGS年會)」,見附件二。
- 三、已報名參加「中華民國地球物理學會與中華民國地質學會 109年年會暨學術研討會」並口頭發表論文「2018-2019年 絕-134、絕-137於台灣鄰近海域中之分布」,論文摘要 ,見附件三。會議將於109年11月17-18日在臺北文創大樓 (臺北市信義區煙廠路88號) 6樓舉行 (https://cgs.gst.org.tw/Geosciences2020)。
 四、依行政院公共工程委員會在109年3月6日,工程企字第 1090100202號函,見附件四;「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…」之說明二『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。』

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(含附件)

4.109 年報告繳交期限及工作會議如下:

(1)於 109 年 6 月 30 日前提出 109 年期中報告初稿 6 份,並由得標廠商 舉辦期中工作檢討會,依本中心審查意見修正,於檢討會後次日起 20 日內提交定稿本 6 份及相關資料電腦檔。 附件

- (2)109年10月1日前提出「台灣海域未來中長程(110~111年)輻射監測 調查計畫規劃書」初稿6份及相關資料電腦檔,並於期末工作檢討會 討論,於檢討會後次日起10日內提交提出定稿本6份及相關資料電 腦檔。
- (3)109年11月15日前提出期末報告初稿10份,並由得標廠商舉辦期末 工作檢討會,依本中心審查意見修正,於檢討會後次日起10日內提 交提出定稿本6份及相關資料電腦檔。
- (4)除上述之期中、期末工作討論會,本中心得依計畫需要,召開計畫進 度討論會或請得標廠商出席與本計畫有關之會議,得標廠商皆須派員 出席。

(5)109年10月30日前參加國內外研討會並發表論文至少1篇。

- (6)因計畫結報需要,109年規範工作項目需於109年12月10日前完成 履約。
- 5.110 年報告繳交期限及工作會議如下:

0000

с сосс

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

000

cco

- (1)於110年6月30日前提出110年期中報告初稿6份,並由得標廠商 舉辦期中工作檢討會,依本中心審查意見修正,於檢討會後次日起20 日內提交定稿本6份及相關資料電腦檔。
- (2)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 份及相關資料電腦檔,並於期末工作檢討會討論,於檢討會後次日起 10日內提交提出定稿本6份及相關資料電腦檔。
- (3)110年11月15日前提出期末報告初稿10份,並由得標廠商舉辦期末 工作檢討會,依本中心審查意見修正,於檢討會後次日起10日內提 交提出定稿本6份及相關資料電腦檔。
- (4)除上述之期中、期末工作討論會,本中心得依計畫需要,召開計畫進 度討論會或請得標廠商出席與本計畫有關之會議,得標廠商皆須派員 出席。
- (5)自110年1月1日起至10月30日前參加國內外研討會並發表論文至 少1篇。
- (6)因計畫結報需要,110年規範工作項目需於110年12月10日前完成 履約。



Hsiu-I, apsara Huang <apsara@g-mail.nsysu.edu.tw>

重要郵件【2020年海洋年會_取消澎湖辦理】通知 件 1 封郵件 二

Oceanographic Society海洋學會 <osroc.tw@gmail.com>

2020年2月5日下午6:47

各位會員大家好

學會收到澎湖科技大學來信通知,因武漢疫情緣故,他們學校這學期取消借用場地辦理大型活動,最快能出借日期暫定下學期。同時疫情也影響了各大專院校開學日,原預定舉辦年會日 (4/29~5/1)也極有可能與各校期中考時間強碰。種種原因,在此很遺憾地要先通知各位,海洋年 會無法如期在澎湖辦理。若您已預定交通與住宿,請大家盡快取消機票、船票與旅館的訂位,造 成不便也請大家見諒。後續若有進一步消息(是否延期或取消辦理),學會將視疫情最新發展狀 況,開會討論後再即時通知大家,謝謝。

敬祝各位 身體健康 平安無事

Oceanographic Society 海洋學會

http://osroc.oc.ntu.edu.tw/

TEL:02-2363-6040#155 (02-2363-9052) FAX:02-2363-9052 Email:osroc.tw@gmail.com 10617台北市大安區羅斯福路四段一號(臺灣大學海洋研究所105室)



2018-2019 年銫-134、銫-137 於台灣鄰近海域中之分布

附件

Ξ

黄蔚人¹、陳鎮東¹、李明達²、李明安³、楊穎堅⁴、詹森⁴

¹國立中山大學海洋科學系 ²行政院原子能委員會輻射偵測中心 ³國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系 ⁴國立台灣大學海洋研究所

摘要

發生於 2011 年的福島事件釋出大量的人工放射性核種至太平洋 中,前人研究指出該事件能夠影響北太平洋以及日本海,我們仍不清 楚長半衰期的絶-137(30.2 年)及短半衰期的絶-134(2.06 年)在台灣 鄰近的西北太平洋以及黑潮海域中如何分布及變化。因此本研究於 2018 至 2019 年間在上述區域(116-123°E, 20-27°N)蒐集了 288 個水 樣,由原子能委員會輻射偵測中心計測,結果顯示所有的絶-134 活 度都在偵測極限以下(0.5 Bq·m⁻³)。表層水的絶-137 的極大值介於 2.1 至 2.2 Bq·m⁻³,其所在之水團密度與 Subtropical Mode Water(STMW) 一致,而 STMW 之極大值源自於福島外釋事件。以季節性而言,台灣 海峽表層水的絶-137 活度則與溫度呈現季節性變化,我們推測與季 節性的水團變化有關。

關鍵字: 絕-137、 絕-134、 台灣海峽、 人工放射性核種



附件四

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

ATOP

附錄12A:行政院原子能委員會輻射偵測中心輻偵字第1090002392號函 正本科學系復:國立中山大學中系海洋科學字第1092400409號函 發文日期:109年11月24日 ^{檔號:}

保存年限:

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

機關地址:83347高雄市鳥松區大華里澄清路823號 承辦人:李明達 聯絡電話:07-3709206分機204 傳真:07-3704295 電子信箱:mtlee@aec.gov.tw

804

高雄市西子灣蓮海路70號

受文者:國立中山大學

發文日期:中華民國109年11月24日 發文字號:輻偵字第1090002392號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:契約變更協議書



主旨:貴校承攬「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號:1081216),因特殊傳染性肺炎(COVID-19)疫情影響申請契約變更乙案,本中心同意所請,請查照。 說明:

- 一、復貴校109年11月18日中系海洋科學字第1092400409號
 函。
- 二、查旨揭採購案因特殊傳染性肺炎(COVID-19)疫情影響, 無法依需求規範五、(四)、4、(5),於109年10月30日前 完成參加國內外研討會並發表論文至少1篇,依契約第13 條第5款不可抗力因素,同意辦理契約變更。
- 三、檢送契約變更協議書一式2份,請於用印後1份函送本中心 備查,1份自行留存。

正本:國立中山大學(陳鎮東老師) 副本:本中心環境偵測組



附錄12A 第1頁 共1頁

附錄12B:國立中山大學中系海洋科學字第1091401288號函及附件 復:輻射偵測中心輻偵字第1090002392號函

發文日期:109年11月30日

檔 號:保存年限:

國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號 承辦人:劉軒攸 電話:07-5252000#2628 傳真:07-5251506 電 子 信

箱

∶ayur11110@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國109年11月30日

發文字號:中產營字第1091401288號

速别:普通件

密等及解密條件或保密期限:

- 附件:如主旨
- 主旨:檢送貴中心委託本校辦理「台灣海域輻射背景調查計畫勞 務採購案」(契約編號:1081216)契約變更協議書1份,敬 請查收惠辦。
- 說明:

裝

訂

一、復貴中心109年11月24日輻偵字第1090002392號函。

二、本案計畫主持人為本校海洋科學系陳鎮東教授。

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教授、海洋科學系黃修儀研究助理、全球產學營運及推 廣處

線
契約變更協議書

採購案名稱:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購契約書」(以下 簡稱本契約)契約編號:1081216。

本契約受特殊傳染性肺炎(COVID-19)疫情嚴峻影響,依契約附件 1 需求規範之五、(四)、4、(5)條款,無法於期限前完成履約事宜, 依契約第13條第5款不可抗力因素延長履約期限,辦理變更契約。

- 一、變更內容:109年11月30日前參加國內外研討會並發表論文 至少1篇。
- 二、本契約依本契約第15條第5款規定經雙方合意,作成書面紀錄, 特立此書證明。
- 三、其他未變更事項悉依原契約書之相關規定辦理。
- 四、本協議書一式二份,由雙方共同簽署,分別加蓋印信後生效, 並由雙方各執一份為憑。

立協議書人

地

61-9-39

機 關:行政院原子能委員會輻射偵測中心 法定代理人:徐明德

址:高雄市鳥松區大華里澄清路 823 號



 附錄13:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」109年期末工作檢討會會議紀錄及 109年期末報告初稿審查意見回覆對照表

> **會議日期:109年12月2日** 檔 號: 保存年限:

> > 國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號 承辦人:陳鎮東

電話:07-5252000#5136

傳真:07-5255130

電子信箱:ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國109年12月7日

發文字號:中系海洋科學字第1092400459號

速別:普通件

裝

訂

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」109年期 末工作檢討會會議紀錄1份,請查照。

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心

副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人、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(均含附件)

線

「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:109年12月2日上午10時
- 二、地點:輻射偵測中心2樓會議室
- 三、主席:洪副主任明崎

紀錄:李明達

- 四、出席單位及人員:詳簽名單
- 五、主席報告:(略)
- 六、國立中山大學簡報(略)
- 七、討論與決議事項:
- 討論 1) 109 年期末報告定稿需依初稿審查意見修定並於檢討會後 次日起 10 日內,提交定稿本 6 份及相關資料電腦檔。 決議:乙方導照辦理。
- 討論 2)「台灣海域未來中長程 (110~111 年) 輻射監測調查計畫規 劃書」定稿需於檢討會後次日起 10 日內,提交 6 份及 相關資料電腦檔。
- 決議:乙方遵照辦理。
- 討論 3) 乙方得於 110 年 1 月 20 日前,提出 110 年度工作期初報 告並經機關審查同意後由廠商憑收據或發票向機關申請 撥付 110 年契約價金總額 30%。但如涉及本會對本中心 撥款延遲,得延遲撥付。
- 決議:乙方遵照辦理。
- 討論 4) 連續性之研究計畫成果內容之報告沿用往年的內容比例 不應過高,以免被框記為缺失並被列入追蹤改善。成果 報告中多呈現本年度之成果,往年的資料請減少比例或 略為變更內容。
- 決議:乙方遵照辦理。

又說明,本案名為「台灣海域輻射背景調查計畫」為一連續性之調查案-即調查區域、所採集樣本及樣本檢測方法 皆已固定:基於此,調查報告有一定比例沿用往年內容-與『研究型計畫』不同。

- 討論 5) 日本福島電廠氚輻射處理水的排放對臺灣的影響及建議 作為。
- 決議:福島電廠距離臺灣遙遠且氚之半衰期甚短,大約12.3年, 推估排放水隨洋流流至臺灣周遭海域時,氚應已擴散、蛻 變殆盡,其影響甚微;擬列入「台灣海域未來中長程(111 年)輻射監測調查計畫規劃書」予以討論。

八、散會。





行政院原子能委員會輻射偵測中心

高雄市烏松區大華里澄清路 823 號 TEL:(07)370-9206



台灣海域輻射背景調查計畫

勞務採購案

契約編號:1081216

109年期末工作檢討會簽到表

時間:109年12月2日(星期三)10:00

地點:高雄市鳥松區澄清路 823 號

輻射偵測中心2樓會議室

	行政院原子能委員會 輻射偵測中心	中山大學
ىلە	了美国小哥	黄静人
Щ		福額堅
席	了了一个	到了了很
. i la		王际歌.
人	科中学して言	夏夏夏/黄修儀
	•	博道重
員		

109 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」

109 年期末報告初稿審查意見表

審查人員:方鈞屹、李明達、陳婉玲 日期:109.11.20

項次	頁次	審查意見	回覆欄
1	i	摘要內容與 108 年度內容相近, 請酌加編修。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
2		請增列初步分析說明摘要。(需求 規範五、4),先提供本中心審查 後再置入報告內。	 遵照辦理。 請各子計畫於 11 月 26 日 (四) 16:00 前提交以彙整。
3	i	期中末報告截止前	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
4	i	目前台灣鄰近海域中人工放射性 核種 (Cs-137) 之放射性活度皆在 美國西岸一般環境 背景值之活度 範圍內	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
5	1	建議改寫「經查無相關證據證明 屬實」,正向意指本計畫作為澄 清興情。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
6	2	建議改寫「未測得福島銫 137 (Cs-137) 信號」,確認放射性分 析結果無銫 137 核種。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
7	9	表層海水 (深度0至5公尺) 對應 表 2-1-2 中 (0-50m) 不同。	感謝指正,表2-1-2中(0-50m) 應為(0-5m),已於期末報告定 稿修正。
8	9	漏字:在次表層水部分,各區域 (次)表層海水	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
9	10	表 2-1-3 採樣深度 0-5m 與表 2-1- 2 0-50m 是否相同或是誤植。	感謝指正,表2-1-2中(0-50m) 應為(0-5m),已於期末報告定 稿修正。
10	11	圖 2-1-4 東北區之趨勢顯示深度與 活度成正比,但未見轉折,建議 明年加深採樣深度(如個條件可 行的話)	感謝委員意見,若研究船航次 條件許可,則將盡力配合。

(續)109 年期末報告初稿審查意見回覆對照表

項次	頁次	審查意見	回覆欄
11	20	表 2-1-5 表格內銫-134 (Bq m ⁻³)。 更改為銫-137 (Bq m ⁻³)	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
12	20	PCA 分析第三維度與銫 137 有很高的相關性,認為是受到是否能詳述	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
13	20	強化 PCA 分析後之總結通俗化。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
14	31	本計畫採集之沉積物中, 絕-137 活度、鉀-40 活度為 3 至 981(Bq kg ⁻¹) 低於 0.82 (Bq kg ⁻¹)、, 語 意請釐清。	感謝指正,已於期末報告定 稿修正為「銫-137 活度低於 0.82 (Bq kg ⁻¹)、鉀-40 活度為3 至 981 (Bq kg ⁻¹)」。
15	31	漏字:本計畫採集之沉積物中銫 137 活度、鉀 40 活度 (最高值分 別)為 3-(0.82)及 981 (Bq/kg)	感謝指正,已於期末報告定 稿修正為「銫-137 活度低於 0.82 (Bq kg ⁻¹)、鉀-40 活度為 3至981 (Bq kg ⁻¹)」。
16	31	錯字:加碼 (馬) 能譜分析結果如 表 2-2-2	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
17	33	圖 2-2-3 東北區岸沙 Cs-137,107 及 108 年是否沒有數據	107 及 108 年東北區岸沙 Cs- 137 活度皆小於最低可測活 度。
18	33	圖 2-2-4 東北區深海沉積物 Cs- 137,107及108年是否沒有數據	107 及 108 年東北區 200 公尺 以深海底沉積物之銫-137 活度 皆小於最低可測活度。
19	35	表 2-2-4 離岸距離位請補列。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
20	38	第2段裡面 週邊海域 改為周邊海域。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
21	47	2.3.2節有 鈷-60 改為碘-131,最低 活度 MDA 改為 266。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
22	47	日前尚有樣本未分析完畢,待分 析完成後續更新並補齊資料,依 現有分析結果顯示,	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
23	48	表 2-3-6 裡面 鈷-6 0 改為碘-131。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
24	49	表 2-3-6裡面樣品編號請補列。	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。

(續)109年期末報告初稿審查意見回覆對照表

項次	頁次	審查意見	回覆欄
25	52	有關第一段之描述 民國 100 年 (2011)年3月至4月之間快速上升 至 68 million Bq m ⁻³ ,請問參考來 源。	參考 Buesseler 等人於 2017 年 所發表之文章 (Buesseler et al., 2017. Fukushima Daiichi–Derived Radionuclides in the Ocean: Transport, Fate, and Impacts. <i>Annual Review of Marine Science</i> , 9: 173-203, doi:10.1146/annurev-marine- 010816-060733) ° Prior to 2011, the ¹³⁷ Cs activity in surface water of the North Pacific and its marginal seas was 1-2 Bq m ⁻¹ as a consequence of atmospheric nuclear weapons testing (Aoyama et al. 2008, 2011). In March 2011, ¹³⁷ Cs levels increased rapidly, to as much as 6 million Bq m ⁻¹ by early April, in surface waters directly adjacent to the FDNPP site, and then decreased by more than three orders of magnitude within about a month, to approximately 10,000 Bq m ⁻¹ through early 2012 (Buesseler et al. 2011), and to approximately 1,000 Bq m ⁻¹ from 2013 to 2015 (the discussion of marine biota below also addresses seawater time history). Time-series measurements after March 2011 from research cruises, ships of opportunity, and contributions from citizen scientists sampling the west coast of North America have provided a growing number of FDNPP-related data that are being collated by the International Atomic Energy Agency (IAEA 2015)).
26	58	西南、東南區、東北區的監測點 建議列出海域或離島位置。例如 金門、南竿。	感謝委員意見,因研究船在該 三區之航行範圍相較西北及西 區不受限制,故建議仍以非定 點採樣方式監測。
27	86	圖 4-5-13 及圖 4-5-14 應為圖 2-5- 13 及圖 2-5-14	遵照辦理,已於期末報告定稿 修正。
28		日本氚廢水議題深受國人及國際 的關注,僅於73頁提供重要且有 意義的日本漂流軌跡,希望能在 2.4.3-2章節或另闢章節加入氚監 測的建議,表示對此議題的重 視。	 1. 已著手蒐集資料。 2. 將列入 111 年規劃書中。

附錄14:國立中山大學中系海洋科學字第1092400463號函及附件

變更契約內容:擬於110年3月31日前完成海水取樣

發文日期:109年12月7日

檔 號: 保存年限:

國立中山大學 函

地址:804高雄市鼓山區蓮海路70號

承辦人:陳鎮東

電話:07-5252000#5136

傳真:07-5255130

電子信箱:ctchen@mail.nsysu.edu.tw

受文者:如正副本

發文日期:中華民國109年12月7日

發文字號:中系海洋科學字第1092400463號

速別:最速件

裝

訂

線

密等及解密條件或保密期限:

附件:如說明、109-1207-2--附件2--109-0306工程會函....pdf

主旨:請同意本校執行「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號:1081216)之契約變更相關事宜詳如說明,請惠允見復。

說明:

- 一、依本案契約條件,我方需於12月10日前完成履約;目前已 完成採集之樣品數量如附件1。
 - 二、未完成採集之西北區海水樣品:1.表層水樣品2個(採樣 深度:水深0~5公尺以淺);2.次表層水樣品2個(採樣深 度:水深50~150公尺之間)。
 - 三、因本案之海水採樣方法在服務建議書之「工作內容規劃」 所載為「研究船順道採樣為主」,然因研究船之檢測及維 護行程受新冠肺炎疫情影響致海洋研究船船期連帶受制約 而無法出海,也就無法「順道」協助我方取樣。
 - 四、我方亦洽詢民間海事服務公司進行西北區海水取樣;但所 得到回覆為季風強勁,迄12月下旬所顯示海象均不穩定 ,難以出海取樣。
 - 五、目前仍持續安排採樣工作,為期109年契約完備,擬於 110年3月31日前完成海水取樣。
 - 六、依行政院公共工程委員會在109年3月6日,工程企字第 1090100202號函(附件2);「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 …」之說明二『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。』
- 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 蔚人協同主持人(均含附件)

	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)		109 年執行率 (實際樣品數量/ 規劃樣品數量)
	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	表層 0-5 m	次表層 50-150 m	深層 > 200m
東北區	2/2	4/2	2/2	2/2	3/1
西北區	2/2	6/2	0/2	0/2	-
西區	2/2	6/2	4/2	4/2	-
西南區	3/2	4/2	3/2	5/2	9/1
東南區	7/2	2/2	7/2	2/2	5/1

表 2-1-1 民國 109 年海水樣品數量及執行率 (更新日期 109 年 11 月 30 日)

附

件 1



附件2

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

ATOP

斗學系附錄14A:行政院原子能委員會輻射偵測中心輻偵字第1090002538號函及附件

復:國立中山大學中系海洋科學字第1092400463號

發文日期:109年12月8日 保存年限:

行政院原子能委員會輻射偵測中心 函

機關地址:83347高雄市鳥松區大華里澄清路823號 承辦人:李明達 聯絡電話:07-3709206分機204 傳真:07-3704295 電子信箱:mtlee@aec.gov.tw

804

高雄市西子灣蓮海路70號

受文者:國立中山大學

發文日期:中華民國109年12月8日 發文字號:輻偵字第1090002538號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:契約變更協議書2份



主旨:貴校承攬「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」(契約編號:1081216),因特殊傳染性肺炎(COVID-19)及海象因素(不可抗拒之因素)申請契約變更,本中心同意所請,請查照。

說明:

訂

一、復貴校109年12月7日中系海洋科學字第1092400463號函。

二、查旨揭採購案因特殊傳染性肺炎(COVID-19)及海象因 素(不可抗拒之因素)影響,無法依需求規範五、(一)、 (1),於109年12月10日前採取西北區之海水樣品,依契 約第13條第5款不可抗拒因素,同意辦理契約變更。

三、檢送契約變更協議書一式2份,請於用印後,1份函送本中 心備查,1份自行留存。

正本:國立中山大學(陳鎮東老師) 副本:本中心環境偵測組



附錄14A 第1頁 共1頁

契約變更協議書

採購案名稱:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購契約書」(以下 簡稱本契約)契約編號:1081216。

本契約受特殊傳染性肺炎(COVID-19)疫情嚴峻影響,依契約附件 1需求規範之五、(一)、1、(1)條款,無法於期限前完成履約事宜, 依契約第13條第5款不可抗力因素延長履約期限,辦理第2次變更 契約。

一、變更內容:110年3月31日前完成上述條款海水樣品取樣。

- 二、本協議書依契約第15條第5款規定經雙方合意,作成書面紀錄,特立此書證明。
- 三、其他未變更事項悉依原契約書之相關規定辦理。

四、本協議書一式二份,由雙方共同簽署,分別加蓋印信後生效, 並由雙方各執一份為憑。

立協議書人

機 關:行政院原子能委員會輻射偵測中心 法定代理人:徐明德

地 址:高雄市鳥松區大華里澄清路 823 號



廠 商 名 稱:國立中山大學 負 責 人:校長鄭英耀 住 址:高雄市鼓山區蓮海路70樓

中華民國 109 年 12 月 08 日

附錄15:「台灣海域輻射背景調查計畫勞務採購案」109年期末報告定稿本及

「台灣海域未來中長程 (110~111年) 輻射監測調查計畫規劃書」定稿本公文 發文日期:109年12月8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109年12月8日 發文字號:中系海洋科學字第1092400439號 速別:普通件 密等及解密條件或保密期限: 附件:如主旨(規劃書定稿本和期末報告定稿本各6份(含光碟))

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)109年期末報告定稿本6份,及「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6 份及相關資料電腦檔,請查照。

說明:依貴我契約文件需求規範「五」之『(四)』之「4.109年 報告繳交期限及工作會議如下:(2)、(3).....」規定辦理。

正本:行政院原子能委員會輻射偵測中心 副本:本校海洋科學學院海洋科學系陳鎮東計畫主持人

校長鄭英雅

依分層負責規定授權單位主管決行

第1頁 共1頁