

台灣海域輻射監測調查方法研究 先期工作計畫 107 年度執行報告



計畫全程：自 107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

執行單位：行政院原子能委員會輻射偵測中心

107 年 12 月

摘 要

本計畫經由跨部會單位協助海水樣品取樣、委託海洋學術研究機構採集離岸海水、岸沙及海產物等樣品、本中心執行台灣沿岸 9 個漁港海水、岸沙及海產物取樣，上述樣品經本中心進行人工放射性核種分析，目前相關檢測結果皆無輻射異常現象，初步建立背景資料顯示，海水銫-137 活度 0.62 至 2.02 毫貝克/升，以東北區 200 米之活性較高，海產物則以大洋洄游漁類較高，其次為沿近海漁類，最低者為藻貝蝦等其他類。委託海洋學術研究機構利用分析數據，輔以洋流、氣候、季節等資訊，建立調查方法，決定最適之輻射監測取樣範圍及取樣等項目，進而規劃中長程輻射監測調查計畫。

本計畫之放射性分析結果、衛星雲圖、MODIS 衛星等海洋觀測資訊，皆建立於資料庫與網頁中，以有效將研究成果與研究人員分享及整合，未來更可供民眾查詢相關資料，達成政府資訊公開。

目錄

壹、前言.....	2
一、計畫背景.....	2
二、計畫目標.....	2
貳、執行策略及方法.....	4
一、加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查.....	4
二、執行跨部會單位協助海水等環境樣品取樣.....	6
三、委託海洋學術研究機構建立調查方法.....	6
參、期程與資源需求.....	7
一、計畫期程.....	7
二、經費需求.....	8
肆、執行成果說明.....	9
一、計畫重要控管日期一覽表.....	9
二、重要成果清單.....	10
三、計畫執行情形.....	10
(一) 海水加馬能譜分析結果.....	10
(二) 沉積物加馬能譜分析結果.....	19
(三) 海生物加馬能譜分析結果.....	24
(四) 海水放射性銫分析研究方法精進.....	31
(五) 論文發表.....	33
(六) 資料庫建置與網頁展示.....	35
(七) 「Fukushima- a view from the ocean」技術交流.....	36
(八) 跨部會資源整合.....	36
伍、重要工作行事曆.....	38
陸、結果與討論.....	39
柒、參考文獻.....	40
捌、附錄-委託計畫成果摘要.....	42

壹、前言

一、計畫背景

台灣是一海島型國家，東向太平洋，西鄰台灣海峽，南為南海，北臨東海，民眾的生活飲食與海洋息息相關，在四面環海及擁有豐富海洋資源的條件下，如何保護鄰近海域的環境生態，維護國人健康，是政府的重要課題。原能會歷年來雖已對台灣沿岸，尤其是核能電廠附近的環境進行輻射監測，但缺乏台灣離岸海域的輻射資訊，有鑑於此，原能會決定積極規劃推動「台灣海域輻射監測調查計畫」，除可瞭解我國鄰近海域環境輻射狀況，亦利用此調查研究，評估日本福島核災事故及大陸沿岸核能電廠等放射性廢水排放對台灣海域影響之變化趨勢，以保障生態品質及國人健康安全。

二、計畫目標

原子能委員會輻射偵測中心(以下簡稱本中心)為國家賦予環境輻射監測的專責機關，為瞭解環境中放射性核種分布與累積效應的情形，每年均定期執行台灣地區環境輻射監測。為加強我國離岸海域環境輻射監測作業效能及安全防護，讓民眾瞭解我國離岸海域環境輻射狀況，有必要建立更為完整之海域環境輻射背景資料。以下就目標說明及預期效益兩方面說明如下：

(一) 目標說明

人造放射性物質對海洋的影響，可源自 1945 至 1980 年代間的美歐等國進行大量核武試爆所造成之輻射塵，會隨大氣飄散於全球各地及海洋。另 1986 年的蘇聯車諾比爾核電廠事故與 2011 年的日本福島核電廠事故所產生的輻射雲團，則隨著大氣擴散，並沉降在海面上，而福島核

電廠事故後地下水問題並未完善解決，也持續有放射性物質排放或洩漏至海洋中，引起日本當地與鄰近國的疑慮。近年來大陸沿海區域越來越多的核能電廠加入運轉，而北韓核武試爆亦時有所聞，若事故發生，排放的放射性物質均可能順著洋流或風向對台灣海陸域造成影響。為因應未來如福島核電廠事故洩漏放射性物質、大陸沿海核電廠排放或非法核廢料傾倒海域等事件，放射性物質隨著洋流擴散污染台灣沿岸環境，未雨綢繆儘早建立台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查，藉由趨勢變動分析將有助於發現污染來源，提早因應以保障國人輻射安全及民眾之健康。

有鑑於上述原因，本計畫除藉由國內海洋學術研究機構之專業能力外，本中心亦洽商科技部、環保署、農委會及海岸巡防署等部會協助執行台灣離岸海域環境試樣取樣，並由本中心進行放射性活度分析。而 108 年起之中長程計畫，原能會將正式編列預算執行中長期台灣海域輻射監測調查，以確實掌握輻射狀況，建立台灣海域輻射背景資料，保障海域生態品質及國人健康安全。規劃時程如圖 1。

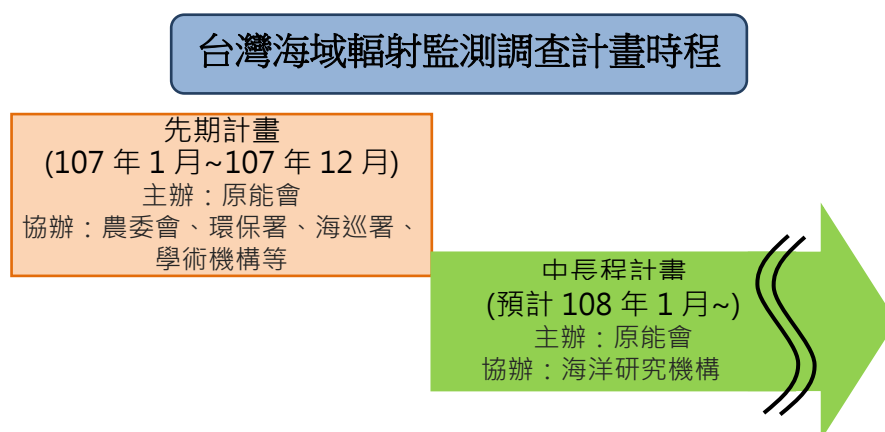


圖 1. 台灣海域輻射監測調查計畫時程

(二) 預期效益

1. 可依據調查結果，就放射性活度、核種比例及方位情形等資訊進行分析研判，並掌握台灣海域輻射狀況，確保國人健康安全，讓民眾安心。
2. 完成台灣離岸海域環境輻射調查方法與背景資料之初步調查，建立離岸海域輻射監測資料庫雛型，做為規劃未來海域長程輻射監測調查計畫之先期作業。
3. 提供台灣海域輻射監測數據與國際進行資訊交流，作為未來參與國際合作的第一步。
4. 精進海水放射性活度分析技術，與國際分析技術接軌。

貳、 執行策略及方法

本計畫主要工作項目分別為：(一)加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查，(二)執行跨部會單位協助海水等環境樣品取樣，(三)委託海洋學術研究機構建立調查方法，分述如下：

一、 加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查

(一) 取樣地點規劃

取樣地點規劃採矩形網格採樣，將台灣劃分 8 個沿岸地區，如圖 2 所示，每個地區至少一個環境試樣取樣點，勘察適合長期監測之地點進行取樣作業，並進行定位作為後續執行取樣作業之依據，本年度規劃劃分 8 個區塊 9 個取樣點，分別針對海水、海產物及岸沙採樣。



圖 2. 台灣沿岸地區取樣規劃作業區

(二) 取樣規劃

107 年取樣的頻率採每季執行一次，每個取樣點取 1 個海水（60 公升）、1 個岸沙，另每個取樣點取 3 個海產物為每半年執行一次，若分析結果出現超出環境輻射監測規範[1]中環境試樣放射性分析之調查基準 30%時，則增加取樣頻次。

(三) 放射性核種含量背景調查

本計畫取樣之海水等試樣，放射性分析方法係以環境輻射監測規範及本中心所訂定之相關「放射性分析操作程序書」、「輻射偵測儀器操作程序書」為依據進行加馬核種能譜分析。

60 公升海水 Cs-37 分析方法為以磷鉬酸銨法共沉澱海水中之 Cs-137，再以純鍮偵檢器進行計測定量分析；1 公升海水則採直接以純鍮偵檢器進行計測定量分析。

沉積物分析方法為樣品乾燥後以 20 mm 之篩網過篩，裝入計測皿再以純鍮偵檢器進行加馬能譜定量分析。

海生物分析方法為將樣品取可食部分乾燥後再以高溫灰化，灰份裝入計測皿再以純鍍偵檢器進行加馬能譜定量分析。

二、 執行跨部會單位協助海水等環境樣品取樣

透過各部會已建立之台灣現有的離岸海域環境試樣取樣或研究點，在原有的水質、漁業等監測網絡或研究計畫中，增加海域輻射監測取樣方式，以取得較完整的台灣離岸海域環境輻射資訊。本中心洽商環保署、農委會及海委會海岸巡防署等部會，以不影響各單位海上例行作業為規劃原則，協助原能會進行台灣海域取樣，並由本中心提供各單位船艦有關取樣容器、協助樣品之運送及樣品放射性核種分析等作業。

三、 委託海洋學術研究機構建立調查方法

本計畫委託海洋學術研究機構協助建立調查方法，107 年度由國立中山大學海洋科學系承接本計畫，工作項目內容如下：

(一) 調查、分析工作

將臨近海域劃分為西北、西側、西南、東南、及東北等 5 區，如圖 3，每季採取海水、海底沉積物及海生物樣品，送本中心執行放射性分析；並輔以洋流、氣候、季節等資訊，決定最適之輻射監測取樣範圍及取樣等項目，以規劃長程輻射監測調查計畫。

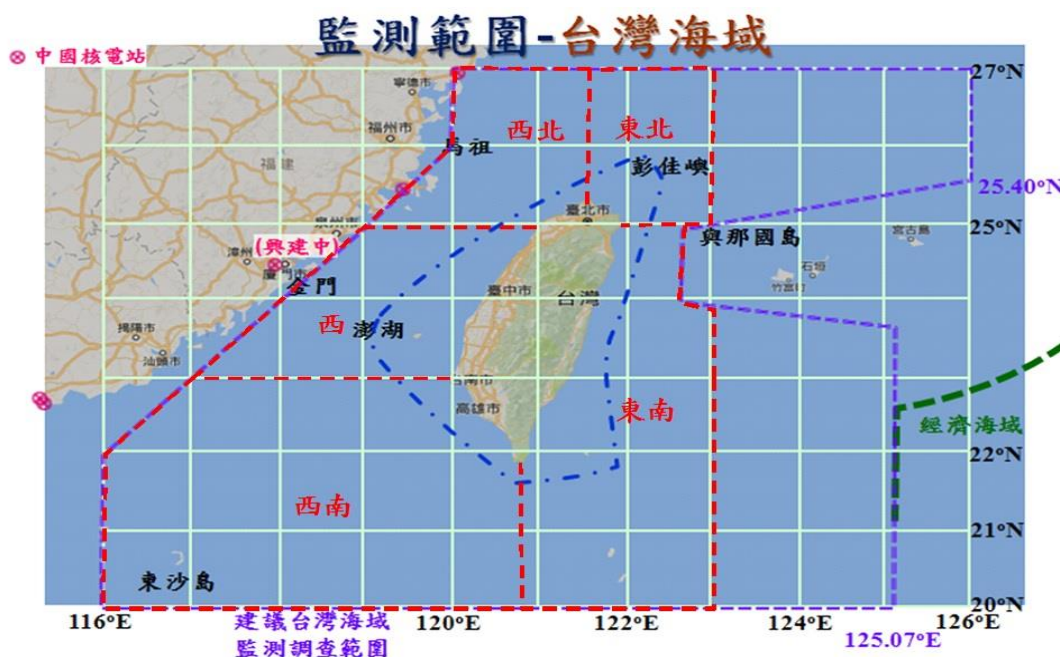


圖 3. 台灣海域輻射背景調查範圍

(二) 台灣海域輻射監測調查方法研究與調查監測資料之彙整、統計、綜合評析

彙整 106~107 年度之分析數據，以科學觀點角度來研判數據趨勢，建立台灣海域輻射背景監測資料庫。

參、期程與資源需求

一、計畫期程

本計畫期程為 107 年 1 月 1 日起至 107 年 12 月 31 日止，如下表 1。

表 1. 計畫進度表

年月	107 年 1-2 月	107 年 3-4 月	107 年 5-6 月	107 年 7-8 月	107 年 9-10 月	107 年 11-12 月
工作項目						
海域環境取樣						
分析與結果彙整						
工作檢討						
規劃長程計畫						
總結報告						

二、 經費需求

本計畫 107 年度總經費為 6,400 仟元，結餘 11,642 元，執行率為 99.82%，執行情形如表 2 所示。

表 2. 經費運用情形

單位：新臺幣 元

經費科目	全年度預算數		已執行數		備註
	金額 (B)	占總額(%) C=(B/A)	金額 (H)	占總額(%) I=(H/A)	
偵測中心					
業務費	650,000	10.16	792,358	12.38	
設備費	1,350,000	21.09	1,196,000	18.69	
國立中山大學					
業務費	4,250,000	66.41	4,250,000	66.41	
設備費	150,000	2.34	150,000	2.34	
總計(A)	6,400,000	100	6,388,358	99.82	

肆、執行成果說明

一、計畫重要控管日期一覽表

日期	工作項目	備註
1 月 22 日	「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」計畫標案甄選會	中山大學承作
2 月 7 日	「開工前職業安全衛生協調會議」	地點：中山大學
2 月 12~15 日	計畫人力徵選	黃信雄派駐
3 月 20 日	第一季樣品清點	已依約全數清點完畢
3 月 26~28 日	外國學者來台技術交流	Ken Buesseler 教授
3 月 30 日	107 年度「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣跨部會協調會議	地點：偵測中心
4 月 20 日	海上作業安全訓練	李明達、黃信雄參訓
5 月 17~18 日	視察金門地區取樣作業	
5 月 30 日	提交期中報告初稿(中山大學)	
6 月 13 日	期中工作討論會議及現場查核	地點：中山大學
6 月 20 日	第二季樣品清點	
7 月 1 日	提交期中報告定稿本	
7 月 23 日	拜會台灣永續發展協會及海委會艦隊分署	
8 月 6 日	第三次小型工作進度討論會	地點：偵測中心
8 月 8~9 日	核子事故南部輻射監測中心海上輻射偵測及海水取樣訓練計畫	
9 月 20 日	第三季樣品清點	
10 月 23~24 日	發表「台灣沿岸海產物銻-137 核種分析」海報論文。	「107 年度食品衛生檢驗科技研討會」
10 月 25 日	第四次小型工作進度討論會	地點：偵測中心
11 月 9 日	現場查核	地點：中山大學
11 月 14 日	拜會海洋委員會	
11 月 14 日	提交 108~111 年海域輻射調查計畫規劃書定稿	
11 月 15 日	提交 108~111 年海域輻射調查計畫規劃書初稿	
11 月 23 日	第四季樣品清點	
11 月 30 日	提交期末報告初稿	
12 月 11 日	期末工作討論會議	地點：偵測中心
12 月 13 日	提交期末報告定稿	

二、重要成果清單

- (一)沿岸及離岸海水加馬能譜分析共 210 件(含海上輻射偵測取樣海水 8 件)。
- (二)海底沉積物、岸沙及河沙加馬能譜分析共 76 件。
- (三)海生物加馬能譜分析共 79 件。
- (四)完成「海水放射性銫分析技術報告」技術報告一份。
- (五)發表「台灣沿岸海產物銫-137 核種分析」、「以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探」論文兩篇。
- (六)完成資料庫建置與網頁展示：<http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>
- (七)辦理一場「Fukushima- a view from the ocean」技術交流。
- (八)完成 107 年度「台灣海域輻射監測調查方法研究先期工作計畫」執行報告一份。

三、計畫執行情形

(一) 海水加馬能譜分析結果

由本計畫採集之台灣各區域離岸海水加馬能譜分析結果如表 3 (分別經中山大學、海巡署及漁業署採集)，海水分析量每件 60 公升，每件計測時間 12 萬秒。本年度各區域海水銫-134 活度皆小於最低可測活度；銫-137 活度為 0.71 至 2.02 毫貝克/升，皆無輻射異常現象[2]。

表 4 為環保署於台灣沿岸接近海水浴場等民眾較常接觸海水之地點取樣，分析樣品為每件 1 公升，每件計測時間 6 萬秒，共分析 72 件，目

的為即時監測是否有輻射異常現象，此類海水加馬能譜分析結果銫-134 活度和銫-137 活度皆小於最低可測活度。

表 5 為本中心每季至台灣沿岸地區海水取樣之分析結果，每件試樣 60 公升，計測 12 萬秒。銫-134 分析結果同樣小於最低可測活度，銫-137 活度為小於 1.96 毫貝克/升。本計畫依照圖 2 規劃方式取樣，因台東大武漁港泥沙淤積嚴重，捕魚船隻大幅降低，致採樣不便，第四季起改由富岡漁港購買海生物及採集海水、岸沙試樣。

本年度完成之海水加馬能譜分析結果顯示台灣鄰近海域與沿岸海水之銫-134 活度皆低於儀器最低可測活度，銫-137 活度低於 2.02 毫貝克/升。海水樣品取樣地點以地圖表示如圖 4，其人工核種銫-137 放射性分析結果整理如圖 5 所示。

表 3. 離岸海水加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銫-134	銫-137		
1	107/01/03	25°24'47.3"	122°11'55.6"	0~5	—	1.38	42.1	東北區
2	107/01/03	25°24'51.8"	122°12'01.7"	200	—	1.41	42.3	東北區
3	107/02/09	26°09'55.1"	119°57'10.6"	0~5	—	1.75	2.6	西北區
4	107/02/25	21°53'51.9"	120°44'57.5"	0~5	—	0.99	2.2	東南區
5	107/02/25	21°54'20.3"	120°48'50.7"	0~5	—	0.99	2.5	東南區
6	107/02/25	21°57'18.9"	120°45'44.8"	0~5	—	1.26	0.4	東南區
7	107/03/10	26°9'36.09"	120°0'27.01"	0~5	—	1.01	3.4	西北區
8	107/03/10	26°9'33.26"	119°59'58.06"	0~5	—	1.33	2.7	西北區
9	107/03/10	26°9'55.98"	119°59'2.78"	0~5	—	1.04	1.1	西北區
10	107/03/10	23°45'06.7"	120°10'42.2"	0~5	—	1.06	0.03	西南區
11	107/03/11	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0~5	—	1.13	3	西區
12	107/03/11	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0~5	—	1.21	1.5	西區
13	107/03/11	24°22'44.67"	118°26'54.8"	0~5	—	1.24	3.5	西區
14	107/03/14	24°20'29.40"	121°47'8.92"	220	—	1.09	1.4	東南區
15	107/03/14	25°11'8.52"	121°47'45.96"	0~5	—	1.46	3.5	東北區
16	107/03/15	22°38'7.89"	120°10'1.13"	0~5	—	0.91	8.8	西南區
17	107/03/18	25°08'1.62"	121°59'35.7"	0~5	—	1.41	6.9	東北區

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銻-134	銻-137		
18	107/03/20	22°38'2.52"	120°14'16.5"	0~5	—	0.88	1.7	西南區
19	107/03/20	22°33'53.58"	120°12'10.38"	0~5	—	1.29	7.8	西南區
20	107/03/22	25°09'26.34"	121°50'46.98"	0~5	—	1.04	3.5	東北區
21	107/03/31	22°13'55.56"	120°23'59.70"	0~5	—	1.12	43.3	西南區
22	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	0~5	—	1.55	38.9	東北區
23	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	0~5	—	1.43	41	東北區
24	107/04/02	25°14'52.37"	121°79'01.32"	0~5	—	1.43	43.3	東北區
25	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	200	—	2.02	38.9	東北區
26	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	200	—	1.99	11	東北區
27	107/04/03	22°21'58.26"	120°17'55.02"	0~5	—	1.02	7	西南區
28	107/04/27	22°40'37.08"	120°09'55.43"	0~5	—	1.58	9.2	西南區
29	107/05/04	24°34'59.98"	121°57'59.97"	0~5	—	1.07	9	東南區
30	107/05/04	24°34'59.98"	122°02'59.99"	0~5	—	0.91	17.6	東南區
31	107/05/05	26°10'49.60"	119°57'56.84"	0~5	—	1.15	1.3	西北區
32	107/05/05	26°09'34.38"	119°59'34.34"	0~5	—	1.58	2	西北區
33	107/05/05	26°09'06.52"	120°01'17.99"	0~5	—	1.23	5	西北區
34	107/05/14	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0~5	—	1.06	2.6	東南區
35	107/05/14	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0~5	—	1.03	2.5	東南區
36	107/05/14	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0~5	—	1.11	0.4	東南區
37	107/05/18	24°24'13.23"	118°23'29.31"	0~5	—	1.89	3.6	西區
38	107/05/18	24°23'19.4"	118°25'08.58"	0~5	—	1.32	2.2	西區
39	107/05/18	24°22'26.87"	118°26'33.95"	0~5	—	1.22	3.8	西區
40	107/05/18	24°20'23.68"	121°47'31.31"	328	—	1.34	1.9	東南區
41	107/05/27	25°09'16.08"	121°50'25.25"	0~5	—	1.80	2.5	東北區
42	107/05/29	22°37'51.9"	120°13'39.29"	0~5	—	1.48	2.9	西南區
43	107/06/08	25°09'58.8"	121°50'3.6"	0~5	—	1.80	3.5	東北區
44	107/06/12	22°38'56.1"	120°11'6.84"	0~5	—	1.91	6.7	西南區
45	107/06/26	24°40'00.00"	121°51'00.00"	0~5	—	1.86	1.1	東南區
46	107/06/26	24°45'00.00"	121°51'00.00"	0~5	—	1.31	2.9	東南區
47	107/06/29	22°38'38.7"	120°10'40.32"	0~5	—	0.85	7.5	西南區
48	107/07/04	25°15'9.10"	121°44'8.68"	0~5	—	1.40	5.3	東北區
49	107/07/08	25°41'12.22"	121°22'46.14"	0~5	—	1.09	46	西北區
50	107/07/08	25°32'59.28"	121°48'26.64"	0~5	—	1.70	35.8	西北區
51	107/07/14	21°50'53.99"	123°54'00.00"	0~5	—	1.25	238	東南區
52	107/07/15	22°30'00.00"	128°14'05.99"	0~5	—	0.79	688	東南區

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銻-134	銻-137		
53	107/07/25	22°37'41.16"	120°11'53.28"	0~5	—	1.30	5.9	西南區
54	107/07/28	25°10'24.00"	122°29'00.00"	0~5	—	1.53	51.4	東北區
55	107/07/29	25°23'06.00"	121°12'24.00"	0~5	—	1.19	29.1	西北區
56	107/08/12	26°09'06.77"	120°01'15.46"	0~5	—	1.16	5	西北區
57	107/08/12	26°09'34.46"	119°59'32.31"	0~5	—	1.87	2	西北區
58	107/08/12	26°10'49.88"	119°57'57.59"	0~5	—	1.20	1.3	西北區
59	107/08/12	25°09'40.68"	121°50'38.52"	0~5	—	1.51	3.4	東北區
60	107/08/13	24°20'23.21"	121°47'31.13"	334	—	1.49	1.9	東南區
61	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	0~5	—	1.11	14.9	西南區
62	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	200	—	1.99	14.9	西南區
63	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	0~5	—	0.77	301	西南區
64	107/08/18	21°52'37.98"	117°24'27.47"	200	—	1.96	301	西南區
65	107/08/26	24°24'20"	118°23'48.8"	0~5	—	1.80	2.8	西區
66	107/08/26	24°23'20.52"	118°25'19.16"	0~5	—	1.55	2	西區
67	107/08/26	24°22'20.52"	118°26'34.44"	0~5	—	1.46	4	西區
68	107/09/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0~5	—	1.00	2.7	東南區
69	107/09/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0~5	—	0.83	2.6	東南區
70	107/09/07	21°57'19.90"	120°45'44.80"	0~5	—	1.08	0.4	東南區
71	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.19"	0~5	—	0.92	11.7	西南區
72	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.20"	178	—	1.88	11.7	西南區
73	107/09/17	24°40'00.00"	121°53'00.00"	0~5	—	1.27	4.4	東南區
74	107/09/17	24°45'00.00"	121°53'00.00"	0~5	—	1.28	6.1	東南區
75	107/09/18	22°51'38.00"	121°12'09.20"	0~5	—	1.20	0.01	東南區
76	107/09/22	25°10'05.63"	121°50'22.78"	0~5	—	1.83	3.9	東北區
77	107/10/15	26°09'01.60"	120°01'12.97"	0~5	—	1.07	4.9	西北區
78	107/10/15	26°09'25.89"	119°59'22.08"	0~5	—	1.10	1.8	西北區
79	107/10/15	26°10'27.79"	119°58'05.71"	0~5	—	1.74	0.6	西北區
80	107/10/18	22°37'49.79"	120°11'42.89"	0~5	—	0.92	6.1	西南區
81	107/10/19	24°24'17.75"	118°23'40.74"	0~5	—	0.98	3.1	西區
82	107/10/19	24°23'33.87"	118°25'19.39"	0~5	—	1.36	1.6	西區
83	107/10/19	24°22'44.67"	118°26'54.80"	0~5	—	1.02	3.5	西區
84	107/10/23	25°12'44.81"	122°01'14.39"	0~5	—	1.76	13.4	東北區
85	107/10/24	24°35'00.00"	121°58'00.00"	0~5	—	1.01	9	東南區
86	107/10/24	24°34'00.00"	122°04'00.00"	0~5	—	0.71	19.1	東南區
87	107/11/06	22°45'17.16"	120°07'24.96"	0~5	—	0.98	10.1	西南區

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銫-134	銫-137		
88	107/11/07	21°53'51.90"	120°44'57.50"	0~5	—	1.27	2.6	東南區
89	107/11/07	21°54'20.30"	120°48'50.70"	0~5	—	1.06	2.6	東南區
90	107/11/07	21°57'18.90"	120°45'44.80"	0~5	—	1.22	0.4	東南區
91	107/11/07	25°13'33.71"	121°42'35.28"	0~5	—	1.70	1.4	東北區
92	107/11/10	23°08'01.00"	120°03'24.00"	0~5	—	1.02	1.8	西南區
93	107/11/13	22°39'13.43"	120°09'44.34"	0~5	—	1.36	9.1	西南區
94	107/11/26	25°08'56.75"	121°48'42.96"	0~5	—	1.45	0.5	東北區

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

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

3. 海水試樣核種分析量 60 公升，計測時間 120,000 秒。

表 4. 跨部會(環保署)海水加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銫-134	銫-137		
1	107/03/01	24°12'17.1"	120°25'29.3"	0~5	—	—	3.9	西區
2	107/03/01	24°09'27.5"	120°22'46.2"	0~5	—	—	4.4	西區
3	107/03/01	24°06'28.1"	120°21'35.2"	0~5	—	—	2.5	西區
4	107/03/01	23°52'18.2"	120°10'42.7"	0~5	—	—	5	西區
5	107/03/01	23°57'32.1"	120°10'34.5"	0~5	—	—	13.2	西區
6	107/03/01	23°51'60.3"	120°10'38.7"	0~5	—	—	4.7	西區
7	107/03/01	23°49'39.60"	120°09'38.13"	0~5	—	—	3.1	西區
8	107/03/01	23°47'40.8"	120°09'15.0"	0~5	—	—	2	西區
9	107/03/01	23°42'45.9"	120°06'03.5"	0~5	—	—	7.1	西區
10	107/03/01	23°39'24.5"	120°04'13.7"	0~5	—	—	7.6	西區
11	107/03/01	23°34'59.1"	120°06'50.3"	0~5	—	—	2.7	西區
12	107/03/02	24°51'30.6"	120°54'32.2"	0~5	—	—	1.5	西區
13	107/03/02	24°48'41.5"	120°52'18.8"	0~5	—	—	2.9	西區
14	107/03/02	24°45'62.4"	120°52'54.1"	0~5	—	—	0.8	西區
15	107/03/02	24°41'12.9"	120°47'60.3"	0~5	—	—	2.4	西區
16	107/03/02	24°29'17.3"	120°38'59.9"	0~5	—	—	1.5	西區
17	107/03/02	24°25'22.9"	120°35'07.4"	0~5	—	—	2	西區
18	107/03/02	24°20'10.3"	120°29'36.0"	0~5	—	—	4.2	西區

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銻-134	銻-137		
19	107/03/02	24°18'11.7"	120°27'25.1"	0~5	—	—	5.3	西區
20	107/03/02	24°14'15.7"	120°27'50.1"	0~5	—	—	0.7	西區
21	107/03/02	24°11'47.2"	120°25'30.7"	0~5	—	—	4.2	西區
22	107/04/02	22°38'16.9"	120°14'41.2"	11.8	—	—	0.9	西南區
23	107/04/02	22°36'41.6"	120°14'38.8"	18.5	—	—	2	西南區
24	107/04/02	22°33'33.7"	120°17'13.3"	13.2	—	—	1.7	西南區
25	107/04/02	22°35'15.3"	120°15'44.9"	16.9	—	—	1.8	西南區
26	107/04/10	22°53'20.1"	120°09'30.6"	16.5	—	—	2.3	西區
27	107/04/10	22°55'12.8"	120°09'40"	10.6	—	—	1.4	西區
28	107/04/10	22°54'36.6"	120°09'06.0"	16.8	—	—	2.4	西區
29	107/04/10	22°54'37.9"	120°10'20.0"	0~5	—	—	0.4	西區
30	107/04/10	22°57'37.0"	120°06'52.9"	25.1	—	—	4.3	西區
31	107/04/11	22°28'33.4"	120°23'37.3"	9.8	—	—	0.6	東南區
32	107/04/11	22°28'16.4"	120°25'44.4"	42	—	—	0.5	東南區
33	107/04/11	22°24'49.4"	120°23'34.2"	166	—	—	6.6	東南區
34	107/04/11	22°28'17.9"	120°25'19.7"	44	—	—	0.8	東南區
35	107/04/11	22°27'51.6"	120°26'1.2"	21	—	—	0.3	東南區
36	107/04/11	22°26'20.1"	120°29'8.4"	0~5	—	—	0.2	東南區
37	107/04/11	22°26'8.3"	120°28'59.1"	0~5	—	—	0.3	東南區
38	107/04/13	21°55'30.7"	120°45'24.3"	41.5	—	—	1.3	東南區
39	107/04/13	21°55'50.6"	120°45'8.1"	42.2	—	—	0.5	東南區
40	107/04/13	21°57'3.4"	120°45'36.3"	26.4	—	—	0.8	東南區
41	107/04/13	21°56'34.8"	120°44'45.7"	8.2	—	—	0.04	東南區
42	107/04/13	21°56'42.1"	120°46'3.2"	43.6	—	—	0.9	東南區
43	107/04/13	21°56'31.4"	120°46'58.5"	15.2	—	—	0.3	東南區
44	107/04/16	22°45'3.7"	121°13'52.1"	920	—	—	6	東南區
45	107/04/16	22°42'14.3"	121°06'5.0"	52	—	—	0.2	東南區
46	107/04/16	22°45'42.1"	121°10'44.5"	14	—	—	0.5	東南區
47	107/04/16	22°47'5.4"	121°11'25.5"	92	—	—	0.6	東南區
48	107/04/16	23°33'8.5"	119°40'19.1"	10	—	—	0.3	西區
49	107/04/16	23°32'26.8"	119°37'30.9"	4.5	—	—	0.4	西區
50	107/04/16	23°30'14.4"	119°35'51.7"	19.1	—	—	0.7	西區
51	107/04/16	23°30'55.1"	119°29'11.2"	38.2	—	—	3	西區
52	107/04/16	23°44'1.8"	119°36'56.4"	8.6	—	—	0.3	西區
53	107/04/17	23°23'24.5"	120°7'47.6"	6.8	—	—	0.3	西區

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銻-134	銻-137		
54	107/04/17	23°21'56.6"	120°7'7.1"	6.2	—	—	1.2	西區
55	107/04/17	23°23'54.9"	120°6'29.7"	8.2	—	—	2	西區
56	107/04/17	23°26'1.8"	120°3'55.8"	0~5	—	—	7.3	西區
57	107/04/17	23°26'13.1"	120°6'10.5"	5.8	—	—	3.4	西區
58	107/04/17	23°25'54.3"	120°6'28.9"	0~5	—	—	3.3	西區
59	107/04/17	22°39'27"	121°28'16.8"	19	—	—	0.3	東南區
60	107/04/17	23°11'24.8"	119°25'2.9"	7	—	—	0.4	西區
61	107/04/17	23°20'53.4"	119°31'26.9"	8.6	—	—	1.1	西區
62	107/04/18	22°3'50.4"	121°30'17.4"	83	—	—	0.5	東南區
63	107/04/19	22°5'1.4"	121°22'43.8"	21	—	—	12.5	東南區
64	107/08/15	24°27'59.40"	118°21'07.20"	0~5	—	—	0.17	西區
65	107/08/15	24°24'18.90"	118°16'54.80"	0~5	—	—	0.38	西區
66	107/08/15	24°26'21.50"	118°28'30.70"	0~5	—	—	0.35	西區
67	107/08/20	26°23'17.90"	120°28'33.40"	0~5	—	—	0.5	西北區
68	107/08/22	26°10'26.10"	119°55'28.90"	0~5	—	—	0.23	西北區
69	107/08/22	26°11'40.50"	119°56'59.10"	0~5	—	—	1.6	西北區
70	107/08/22	26°14'11.30"	120°01'06.30"	0~5	—	—	0.9	西北區
71	107/10/25	24°53'29.90"	120°56'20.60"	0~5	—	—	1.6	西區
72	107/10/25	24°52'08.20"	120°55'01.90"	0~5	—	—	2.0	西區

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，銻-134 MDA 值為 0.1 貝克/升，銻-137 MDA 值為 0.1 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 1 公升，計測時間 60,000 秒。

表 5. 臺灣沿岸地區海水加馬能譜分析結果 (輻射偵測中心)

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區域
					銻-134	銻-137		
1	107/03/13	23°58'34.4"	121°37'11.12"	0~5	—	1.42	0	花蓮港
2	107/03/13	23°06'25.04"	121°23'21.34"	0~5	—	1.59	0	成功漁港
3	107/03/14	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0~5	—	1.42	0	八斗子港
4	107/03/14	22°20'18.03"	120°53'55.88"	0~5	—	1.39	0	大武漁港
5	107/03/14	24°34'55.12"	121°52'6.06"	0~5	—	0.91	0	南方澳港
6	107/03/19	24°50'46.6"	120°55'25.45"	0~5	—	1.44	0	南寮漁港
7	107/03/19	23°58'19.57"	120°19'25.65"	0~5	—	1.11	0	王功漁港

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區 域
					銫-134	銫-137		
8	107/03/20	23°27'2.55"	120°08'15.46"	0~5	—	0.94	0	東石漁港
9	107/03/21	22°37'3.12"	120°16'5.45"	0~5	—	1.22	0	西子灣港
10	107/04/10	24°50'46.6"	120°55'25.45"	0~5	—	1.14	0	南寮漁港
11	107/04/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	0~5	—	1.34	0	王功漁港
12	107/04/11	23°23'5.28"	120°09'3.83"	0~5	—	0.69	0	布袋漁港
13	107/04/15	23°58'34.4"	121°37'11.12"	0~5	—	0.98	0	花蓮港
14	107/04/15	22°20'18.03"	120°53'55.88"	0~5	—	1.40	0	大武漁港
15	107/04/15	23°06'25.04"	121°23'21.34"	0~5	—	1.31	0	成功漁港
16	107/04/18	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0~5	—	1.04	0	八斗子港
17	107/04/20	24°34'55.12"	121°52'6.06"	0~5	—	1.51	0	南方澳港
18	107/05/15	22°37'3.12"	120°16'5.45"	0~5	—	1.96	0	西子灣港
19	107/07/06	22°37'3.12"	120°16'5.45"	0~5	—	0.62	0	西子灣港
20	107/07/10	24°50'46.6"	120°55'25.45"	0~5	—	0.94	0	南寮漁港
21	107/07/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	0~5	—	1.03	0	王功漁港
22	107/07/11	23°27'2.55"	120°08'15.46"	0~5	—	0.65	0	東石漁港
23	107/07/18	22°47'27.6"	121°11'31.19"	0~5	—	1.17	0	富岡漁港
24	107/07/19	23°58'34.4"	121°37'11.12"	0~5	—	1.14	0	花蓮港
25	107/07/19	23°06'25.04"	121°23'21.34"	0~5	—	1.26	0	成功漁港
26	107/07/31	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0~5	—	1.37	0	八斗子港
27	107/08/01	24°34'55.12"	121°52'6.06"	0~5	—	0.73	0	南方澳港
28	107/10/04	23°58'34.4"	121°37'11.12"	0~5	—	0.80	0	花蓮港
29	107/10/04	22°47'27.6"	121°11'31.19"	0~5	—	0.70	0	富岡漁港
30	107/10/04	23°06'25.04"	121°23'21.34"	0~5	—	0.79	0	成功漁港
31	107/10/16	24°50'46.60"	120°55'25.45"	0~5	—	0.88	0	新竹南寮
32	107/10/17	23°58'19.57"	120°19'25.65"	0~5	—	1.30	0	彰化王功
33	107/10/17	23°27'02.55"	120°08'15.46"	0~5	—	0.76	0	嘉義東石
34	107/10/31	24°34'55.12"	121°52'6.06"	0~5	—	0.99	0	南方澳港
35	107/11/02	22°37'03.12"	120°16'05.45"	0~5	—	1.00	0	西子灣港
36	107/11/07	25°08'40.48"	121°47'29.32"	0~5	—	1.95	0	八斗子港

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.海水試樣核種分析量 60 公升，計測時間 120,000 秒。



圖 4. 海水取樣位置點

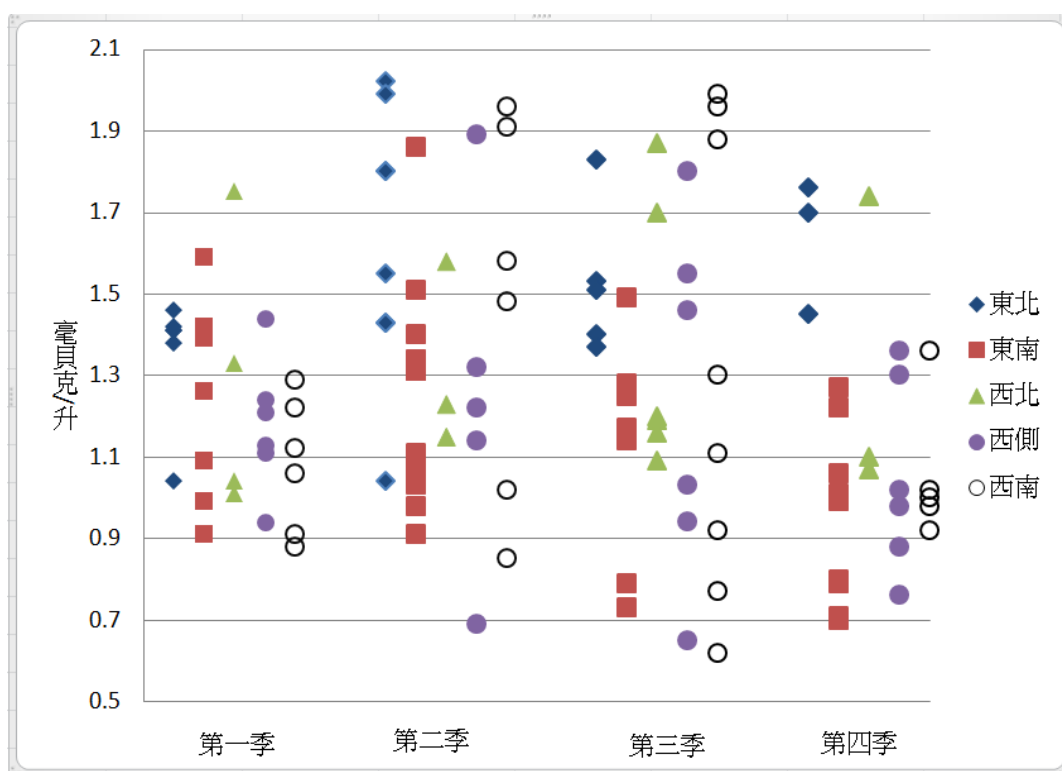


圖 5. 海水銫-137 分析結果

圖 5 所示為本年度海水銫-137 分析結果，尚無法判斷台灣周圍五個區域海水銫-137 活度是否隨季節變化，但相關資料委由中山大學分析(詳如捌、附錄-委託計畫成果摘要)初步顯示在台灣東北湧升區量測到的 Cs-137 活度相對較高，其存在的密度層與亞熱帶典型水團相似，因此推測其 Cs-137 活度相對高值可能來自福島事件，未來仍須持續追蹤及利用更多海水分析數據進一步探討驗證水團來源、走向。

(二) 沉積物加馬能譜分析結果

本計畫預定採集之沉積物樣品為西南、東南、東北區內擇兩區 200 公尺以上深之海底沉積物各 1 個，共計 2 個，執行進度如表 6 所示；實際完成西南區及東北區各 2 個之海底沉積物採集，總計畫執行率超過 100%，分析結果如表 7。

由本計畫採集之沉積物中，鉀-40 活度為 11 至 1089 (貝克/千克·乾重)、銫-137 活度為低於 0.61 (貝克/千克·乾重)、鈾系列低於 228 (貝克/千克·乾重) 及鈾系列低於 94 (貝克/千克·乾重)，鈷-60、銫-134、則低於最低可測活度。

臺灣沿岸地區岸沙加馬能譜分析結果，鉀-40 活度為 75 至 837 (貝克/千克·乾重)、銫-137 活度低於 0.44 (貝克/千克·乾重)、鈾系列低於 48 (貝克/千克·乾重)及鈾系列低於 28 (貝克/千克·乾重)，鈷-60、銫-134 則低於最低可測活度，分析結果如表 8。

沉積物初步分析結果無輻射異常現象，且目前未發現有區域或深度之明顯差異性。

表 6. 海底沉積物樣品數量及執行率

	西南區	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	2/1

表 7. 沉積物加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	離岸 距離 (公里)	活 度 (貝克/千克·乾重)						深度 (m)	分區
					銻134	銻137	鉀 40*	鈷 60	鈾系 列*	鈾系 列*		
1	107/02/21	22°02'13.20"	121°31'33.60"	0	—	0.15	120	—	—	—	表土	蘭嶼
2	107/02/22	22°01'30.00"	121°33'07.20"	0	—	0.10	155	—	—	—	表土	蘭嶼
3	107/02/22	22°02'59.60"	121°33'50.40"	0	—	0.12	144	—	—	—	表土	蘭嶼
4	107/04/02	25°25'05.46"	122°12'20.52"	43.3	—	—	577	—	36	23	251	東北
5	107/04/02	25°26'46.55"	122°04'46.50"	38.9	—	—	439	—	19	13	222	東北
6	107/05/05	26°09'28.43"	119°55'42.43"	0	—	—	625	—	8	6	表土	馬祖
7	107/05/05	26°08'44.07"	119°54'45.91"	0	—	—	1027	—	13	13	表土	馬祖
8	107/05/05	26°09'52.72"	119°57'11.29"	0	—	—	625	—	10	7	表土	馬祖
9	107/05/17	24°26'07.88"	118°23'12.54"	0	—	—	139	—	228	94	表土	金門
10	107/05/17	24°24'54.24"	118°26'01.89"	0	—	—	539	—	6	6	表土	金門
11	107/05/17	24°26'30.27"	118°27'26.27"	0	—	0.26	212	—	23	14	表土	金門
12	107/05/17	24°26'30.27"	118°27'26.27"	0	—	—	182	—	20	14	表土	金門
13	107/05/17	24°29'20.70"	118°18'48.86"	0	—	—	18	—	6	5	表土	金門
14	107/05/17	24°25'48.36"	118°19'20.13"	0	—	—	50	—	8	7	表土	金門
15	107/05/17	24°23'13.42"	118°19'25.94"	0	—	—	455	—	4	5	表土	金門
16	107/05/17	24°31'37.60"	118°24'37.18"	0	—	—	744	—	16	8	表土	金門
17	107/08/13	26°09'29.21"	119°55'53.32"	0	—	—	565	—	8	6	表土	馬祖
18	107/08/13	26°08'43.64"	119°54'45.98"	0	—	0.24	1079	—	14	13	表土	馬祖
19	107/08/13	26°09'51.90"	119°57'10.36"	0	—	—	547	—	11	7	表土	馬祖
20	107/08/17	22°30'07.79"	120°10'22.80"	15.4	—	0.34	750	—	48	27	296	西南
21	107/08/19	22°08'00.30"	115°51'00.70"	456	—	—	529	—	33	19	71	西南
22	107/08/20	24°29'09.20"	118°18'14.30"	0	—	—	15	—	5	5	表土	金門
23	107/09/08	22°30'44.81"	120°12'07.19"	11.7	—	0.61	798	—	51	29	220	西南

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	離岸 距離 (公里)	活 度 (貝克/千克·乾重)						深度 (m)	分區
					銻134	銻137	鉀 40*	鈷 60	鈾系列*	鈾系列*		
24	107/10/16	26°09'53.60"	119°57'10.97"	0	—	—	603	—	11	7	表土	馬祖
25	107/10/16	26°09'29.21"	119°55'53.32"	0	—	0.19	1089	—	15	12	表土	馬祖
26	107/10/16	26°8'43.96"	119°54'45.17"	0	—	—	911	—	7	6	表土	馬祖
27	107/10/20	24°29'20.70"	118°18'48.86"	0	—	—	11	—	4	4	表土	金門
28	107/10/21	24°23'13.42"	118°19'25.94"	0	—	—	217	—	5	5	表土	金門
29	107/10/22	24°24'54.24"	118°26'01.89"	0	—	—	452	—	6	5	表土	金門

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40 MDA 值為 1.28 貝克/千克，鈷-60 MDA 值為 0.11 貝克/千克、銻-134 MDA 值為 0.09 貝克/千克、銻-137 MDA 值為 0.06 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.31 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.22 貝克/千克。

2. "*"表示天然放射性核種。

3. 沉積物樣品計測時間 120,000 秒。

4. 表土乃取樣深度為 0 至 5 公分。

表 8. 臺灣沿岸地區岸(河)沙加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	活 度 (貝克/千克·乾重)						備註
				銻-134	銻-137	鉀 40*	鈷 60	鈾系列*	鈾系列*	
1	107/03/12	22°21'36.54"	120°54'23.97"	—	—	739	—	48	28	大武溪
2	107/03/12	22°31'34.48"	120°57'53.34"	—	—	837	—	36	22	金崙溪
3	107/03/12	22°41'56.13"	121°02'53.88"	—	—	557	—	29	17	知本溪
4	107/03/13	23°27'43.32"	121°29'56.60"	—	—	316	—	20	14	秀姑巒溪
5	107/03/13	23°11'26.14"	121°23'46.06"	—	0.37	186	—	5	4	都威溪
6	107/03/13	23°08'04.22"	121°23'50.81"	—	—	273	—	13	8	富家溪
7	107/03/13	22°58'30.21"	121°18'29.27"	—	—	193	—	9	7	馬武溪
8	107/03/13	23°56'09.65"	121°36'29.60"	—	—	268	—	20	16	花蓮溪
9	107/03/13	23°06'25.04"	121°23'21.34"	—	0.16	207	—	5	5	成功漁港
10	107/03/13	23°58'34.40"	121°37'11.12"	—	—	173	—	11	9	花蓮港
11	107/03/14	22°47'29.20"	121°08'44.67"	—	—	706	—	44	27	卑南溪
12	107/03/14	22°20'18.03"	120°53'55.88"	—	—	438	—	25	16	大武漁港
13	107/03/15	24°34'55.12"	121°52'06.06"	—	0.32	570	—	37	23	南方澳港
14	107/03/15	25°08'40.48"	121°47'29.32"	—	—	116	—	6	5	八斗子港
15	107/03/18	24°50'46.60"	120°55'25.45"	—	0.16	426	—	29	18	南寮漁港
16	107/03/18	23°58'19.57"	120°19'25.65"	—	—	314	—	21	13	王功漁港
17	107/03/19	24°11'02.01"	120°30'17.61"	—	0.44	711	—	46	28	烏溪
18	107/03/21	23°23'05.28"	120°09'03.83"	—	—	448	—	20	13	布袋漁港

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	活 度 (貝克/千克·乾重)						備註
				銻-134	銻-137	鉀 40*	鈷 60	鈷系列*	鈾系列*	
19	107/03/21	22°37'28.76"	120°15'48.20"	—	0.10	582	—	33	21	西子灣港
20	107/04/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	—	0.20	490	—	—	18	南寮漁港
21	107/04/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	—	—	392	—	27	17	王功漁港
22	107/04/11	23°23'05.28"	120°09'03.83"	—	0.06	443	—	21	13	布袋漁港
23	107/04/15	23°06'25.04"	121°23'21.34"	—	0.08	210	—	5	5	成功漁港
24	107/04/15	22°20'18.03"	120°53'55.88"	—	—	462	—	26	16	大武漁港
25	107/04/15	23°58'34.40"	121°37'11.12"	—	—	145	—	9	9	花蓮港
26	107/04/19	25°08'40.48"	121°47'29.32"	—	—	98	—	5	4	八斗子港
27	107/04/23	24°34'55.12"	121°52'06.06"	—	0.41	558	—	37	23	南方澳港
28	107/05/15	22°37'28.76"	120°15'48.20"	—	—	643	—	38	23	西子灣港
29	107/07/06	22°37'28.76"	120°15'48.20"	—	—	557	—	40	22	西子灣港
30	107/07/10	24°50'46.60"	120°55'25.45"	—	0.20	450	—	23	15	南寮漁港
31	107/07/10	23°58'19.57"	120°19'25.65"	—	—	405	—	26	16	王功漁港
32	107/07/11	23°23'05.28"	120°09'03.83"	—	—	467	—	17	11	布袋漁港
33	107/07/18	22°47'27.60"	121°11'31.19"	—	—	129	—	9	6	富岡漁港
34	107/07/19	23°58'34.40"	121°37'11.12"	—	—	199	—	15	11	花蓮港
35	107/07/19	23°06'25.04"	121°23'21.34"	—	—	206	—	6	5	成功漁港
36	107/07/19	23°27'43.32"	121°29'56.60"	—	—	290	—	16	12	秀姑巒溪
37	107/07/31	25°08'40.48"	121°47'29.32"	—	—	75	—	5	4	八斗子港
38	107/08/01	24°34'55.12"	121°52'06.06"	—	—	450	—	31	20	南方澳港
39	107/10/04	22°47'27.60"	121°11'31.19"	—	0.07	119	—	5	4	富岡漁港
40	107/10/04	23°58'34.40"	121°37'11.12"	—	—	236	—	15	10	花蓮港
41	107/10/04	23°06'25.04"	121°23'21.34"	—	—	185	—	11	9	成功漁港
42	107/10/16	24°50'46.60"	120°55'25.45"	—	0.15	429	—	24	15	南寮漁港
43	107/10/17	23°58'19.57"	120°19'25.65"	—	—	399	—	18	11	王功漁港
44	107/10/17	23°23'05.28"	120°09'03.83"	—	—	354	—	28	17	布袋漁港
45	107/10/31	24°34'55.12"	121°52'06.06"	—	0.21	471	—	41	24	南方澳港
46	107/11/02	22°37'28.76"	120°15'48.20"	—	—	499	—	31	19	西子灣港
47	107/11/07	25°08'40.48"	121°47'29.32"	—	—	100	—	5	4	八斗子港

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鉀-40 MDA 值為 1.28 貝克/千克，鈷-60 MDA 值為 0.11 貝克/千克、銻-134 MDA 值為 0.09 貝克/千克、銻-137 MDA 值為 0.06 貝克/千克、鈷系列 MDA 值為 0.31 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 0.22 貝克/千克。

2. "*"表示天然放射性核種，沉積物樣品計測時間 120,000 秒。

沉積物(含岸沙、河砂及海底沉積物)取樣地點以地圖表示如圖 6，其人工核種銻-137 放射性分析結果整理如圖 7 所示。



圖 6. 岸沙、河沙、海底沉積物取樣位置圖

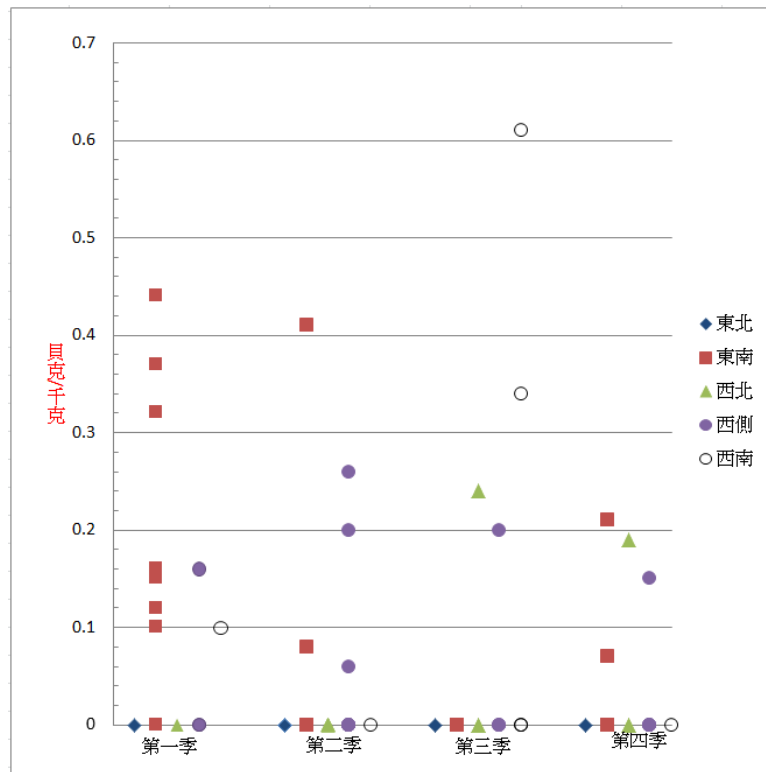


圖 7. 岸沙、河沙、海底沉積物銫-137 分析結果

(三) 海生物加馬能譜分析結果

本計畫執行海生物樣品包含魚類、蝦類及貝類等之放射性分析，採樣範圍分為沿岸九個漁港及離岸五大區域，各調查區之生物採樣數量、時間、地點如表 9 所列。臺灣海域海生物加馬能譜分析結果，鉀-40 活度為 6 至 179 (貝克/千克·鮮重)、銫-137 活度低於 0.43 (貝克/千克·鮮重)、銫-134 則低於最低可測活度。

表 9. 各類海生物採樣統計表

採樣單位	年度或分區	魚	蝦	貝	軟體	其他	已執行件數	預計件數	執行總件數
輻射偵測中心	年	49	0	4	0	1	54	54	54(100%)
中山大學	東北	2	1	1	—	—	4	4	25(125%)
	東南	2	2	1	—	—	5	4	
	西北	2	1	1	—	—	4	4	
	西側	2	2	1	—	—	5	4	
	西南	2	2	2	1	—	7	4	

表 10. 臺灣鄰近海域海產物加馬能譜分析結果

樣品編號	樣品種類	試樣名稱	取樣日期	購買地點	活度 (貝克/千克·鮮重)					
					鉀40*	鈷60	銻134	銻137	鈾系列*	鈾系列*
1	大洋洄游 魚類	黃鰭鮪魚	107/03/14	大武漁港	100	—	—	0.18	—	—
2		黃鰭鮪魚	107/07/25	富岡漁港	151	—	—	—	—	—
3		黃鰭鮪魚	107/07/26	成功漁港	161	—	—	0.25	—	—
4		黃鰭鮪魚	107/08/01	南方澳港	151	—	—	0.09	—	—
5		劍旗魚	107/02/07	蚵仔寮港	125	—	—	0.16	—	—
6		圓鰹魚	107/03/13	花蓮港	130	—	—	0.19	—	—
7		花鰹魚	107/03/13	花蓮港	153	—	—	0.29	—	—
8		油煙鰹	107/03/14	大武漁港	147	—	—	0.15	—	—
9		鰹魚	107/03/14	大武漁港	140	—	—	0.19	—	—
10		圓鰹魚	107/03/14	南方澳港	144	—	—	0.33	—	—
11		鰹魚	107/07/18	花蓮港	107	—	—	0.22	—	—
12		鰹魚	107/08/12	興達港	127	—	—	0.25	—	—
13		鬼頭刀	107/02/07	蚵仔寮港	167	—	—	0.28	—	—
14		鬼頭刀	107/03/14	南方澳港	163	—	—	0.24	—	—
15		白帶魚	107/03/15	八斗子港	133	—	—	0.31	—	—
16		花煙魚	107/03/20	王公漁港	125	—	—	0.34	—	—
17		鬼頭刀	107/07/26	成功漁港	148	—	—	—	—	—
18		鬼頭刀	107/08/01	南方澳港	139	—	—	0.18	—	—

樣品 編號	樣品種類	試樣名稱	取樣日期	購買地點	活 度 (貝克/千克·鮮重)					
					鉀40*	鈷60	銻134	銻137	鈾系列*	鈾系列*
19		白帶魚	107/08/10	八斗子港	128	—	—	0.11	—	—
20		土魷魚	107/07/25	富岡漁港	165	—	—	0.33	—	—
21		土魷魚	107/08/10	八斗子港	169	—	—	0.24	—	—
22		鯖魚	107/03/13	花蓮港	153	—	—	0.09	—	—
23		鯖魚	107/03/14	南方澳港	151	—	—	0.09	—	0.45
24		鯖魚	107/07/18	花蓮港	154	—	—	0.10	—	—
25		白腹鯖	107/05/26	東北區	141	—	—	—	—	1.21
26		白帶	107/03/14	東南區	95	—	—	0.13	—	0.24
27		白帶	107/07/05	東南區	107	—	—	0.13	—	—
28		白姑魚(白口)	107/05/16	西北區	106	—	—	—	—	—
29		盤仔	107/03/18	西區	147	—	—	—	—	—
30	沿近海魚 類	加魷魚	107/07/25	富岡漁港	143	—	—	0.43	—	—
31		針梭	107/07/10	東石漁港	141	—	—	0.14	—	—
32		鮫鰈魚	107/03/15	八斗子港	114	—	—	—	—	—
33		尼羅吳郭魚	107/07/09	南寮漁港	119	—	—	—	—	—
34		燕魚	107/07/26	成功漁港	135	—	—	0.18	—	—
35		虱目魚	107/08/01	南方澳港	119	—	—	—	—	—
36		虱目魚	107/08/12	興達港	103	—	—	—	—	—
37		紅目鰱	107/03/15	八斗子港	148	—	—	0.09	—	—
38		白北魚	107/03/20	東石漁港	144	—	—	0.24	—	—
39		臭肚魚	107/03/13	成功漁港	141	—	—	—	—	—
40		臭肚魚	107/03/19	南寮漁港	140	—	—	—	—	—
41		灰貂鯊	107/07/01	王公漁港	76	—	—	0.20	—	—
42		龍針魚	107/03/19	南寮漁港	129	—	—	—	—	—
43		鮫魚	107/03/19	南寮漁港	136	—	—	0.11	—	—
44		成仔魚	107/03/20	王公漁港	165	—	—	—	—	—
45		午魚	107/03/20	東石漁港	121	—	—	0.11	—	—
46		紅魚	107/03/20	東石漁港	158	—	—	0.17	—	—
47		松鯛	107/07/01	王公漁港	83	—	—	—	—	—
48		七星鱸	107/07/09	南寮漁港	119	—	—	—	—	—
49		黑鯧	107/07/10	東石漁港	175	—	—	—	—	—
50		黑鯧	107/08/10	八斗子港	148	—	—	—	—	—
51		牛尾魚	107/08/12	興達港	153	—	—	—	—	—
52		倒吊魚	107/03/13	成功漁港	116	—	—	—	—	—

樣品 編號	樣品種類	試樣名稱	取樣日期	購買地點	活 度 (貝克/千克·鮮重)					
					鉀40*	鈷60	銻134	銻137	鈾系列*	鈾系列*
53		青雞魚	107/03/13	成功漁港	155	—	—	—	—	—
54		竹筴魚	107/03/20	王公漁港	126	—	—	0.09	—	—
55		黑角魚	107/05/17	東北區	130	—	—	—	—	—
56		鱷形叉尾 鶴鱗	107/05/16	西北區	87	—	—	0.14	—	—
57		康氏馬加 鰆	107/07/30	西區	179	—	—	0.23	—	—
58		長領寶刀 魚(西刀魚)	107/05/31	西南區	122	—	—	0.14	—	—
59		花尾胡椒 鯛(加志)	107/06/17	西南區	149	—	—	0.10	—	—
60		赤嘴蛤	107/02/07	蚵仔寮港	26	—	—	—	—	—
61	藻貝蝦等 其他類	蛤蜊	107/07/01	王公漁港	78	—	—	0.06	—	—
62		牡蠣	107/07/09	南寮漁港	66	—	—	—	—	—
63		蚵仔	107/07/10	東石漁港	42	—	—	—	—	—
64		海菜	107/07/18	花蓮港	6	—	—	—	—	—
65		長腳鬥士 赤蝦	107/05/17	東北區	—	—	—	—	—	—
66		海瓜子簾 蛤	107/09/20	東北區	—	—	0.07	—	—	—
67		櫻花蝦	107/03/14	東南區	—	—	0.07	—	—	—
68		日本玻璃 蝦	107/07/05	東南區	—	—	—	—	—	—
69		血斑鐘螺	107/09/21	東南區	—	—	—	—	—	—
70		哈氏仿對 蝦	107/05/18	西北區	—	—	—	—	—	—
71		文蛤	107/05/17	西北區	—	—	—	—	—	—
72		厚殼蝦	107/03/18	西區	—	—	—	—	—	—
73		環文蛤(赤 嘴)	107/07/06	西區	20	—	—	—	—	—
74		鬚赤蝦	107/09/23	西區	40	—	—	—	—	—
75		晶瑩櫻蝦 (櫻花蝦)	107/05/28	西南區	127	—	—	—	—	—
76		臺灣鳳螺	107/05/22	西南區	84	—	—	—	—	—
77		九蝦/斑節 蝦	107/05/31	西南區	111	—	—	—	—	—

樣品 編號	樣品種類	試樣名稱	取樣日期	購買地點	活 度 (貝克/千克·鮮重)					
					鉀-40*	鈷-60	銻-134	銻-137	鈾系列*	鈾系列*
78		葡萄牙牡蠣	107/05/31	西南區	45	—	—	—	—	—
79		杜氏槍魷 (脆管)	107/05/31	西南區	27	—	—	—	—	—

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

2. 試樣計測時間 30,000 秒。

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

海生物取樣地點以地圖表示如圖 8，其人工核種銻-137 放射性分析結果整理如圖 9 所示。



圖 8. 海生物取樣位置圖

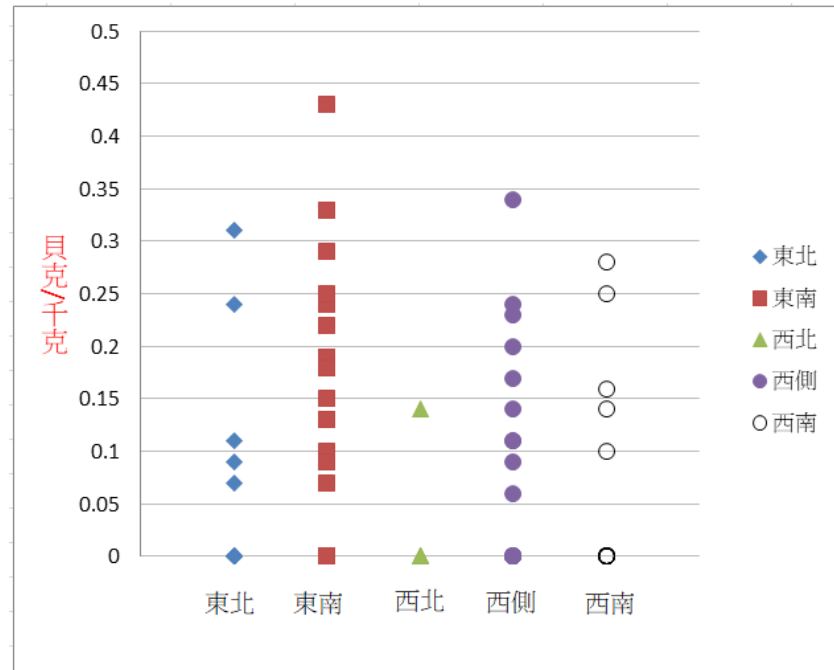


圖 9. 海生物銫-137 分析結果

本中心自 106 年執行「台灣海域輻射監測調查」計畫，除於台灣沿岸 9 個漁港採集各 3 件海產物外，另委託中山大學於離岸海域採樣，本計畫將魚類分為三大類，大洋洄游魚類(如鮪魚、旗魚、鬼頭刀、鰹魚、白帶魚、鯖魚等，如圖 10)、沿近海魚類(如四破魚、竹莢魚、海鱸魚、烏格魚、黑豬哥、蝶魚、黑昌魚、刺蔥魚、青花魚、紅魷魚、剥皮魚等)、及藻貝蝦等其他類(如海菜、透抽、牡蠣、蛤蜊、透抽、蝦等)，截至 107 年度海產物檢測共 134 件(如表 11)，僅檢測出人工放射性核種 Cs-137，結果圖 11 所示。

表 11. 海產物分析樣品數目

樣品種類	106年上半年	106年下半年	107年上半年	107年下半年	合計
大洋洄游魚類	6	8	16	13	43
沿近海魚類	12	16	20	11	59
藻貝蝦等其他類	9	4	10	9	32
合 計	27	28	46	33	134

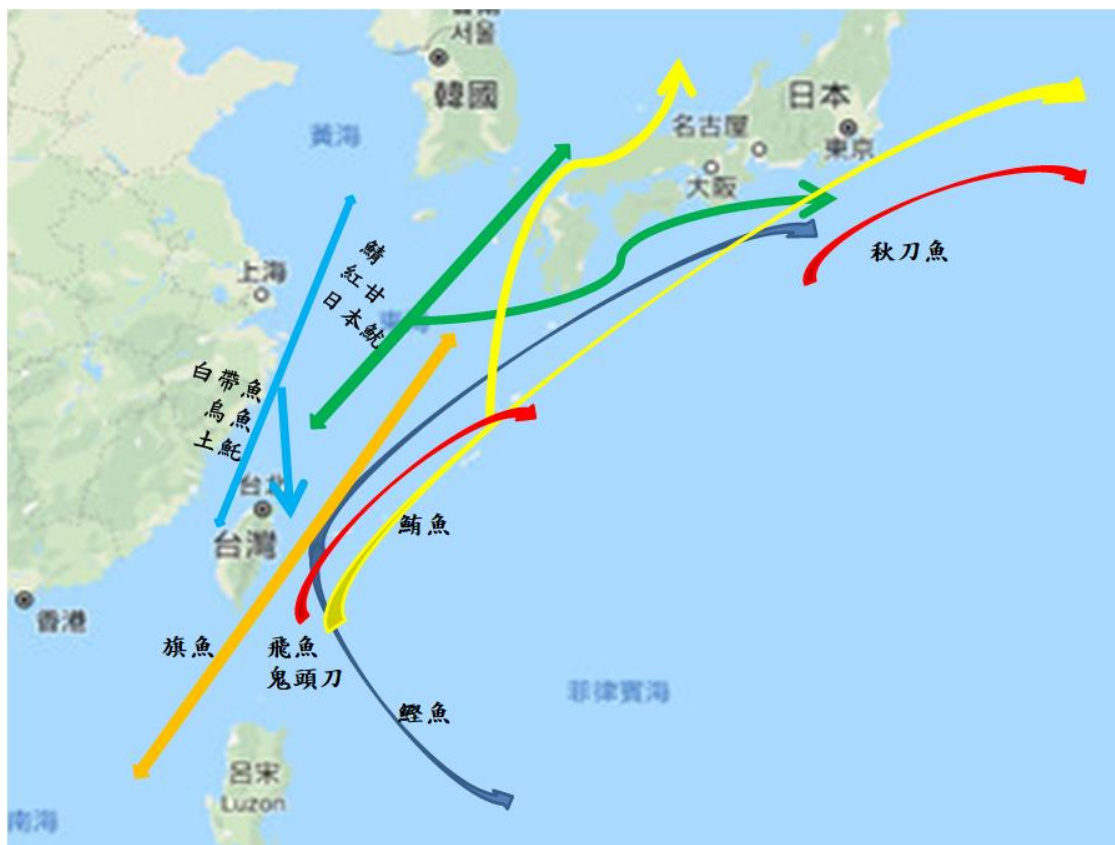


圖 10. 西北太平洋海域表層魚類南北洄游概圖

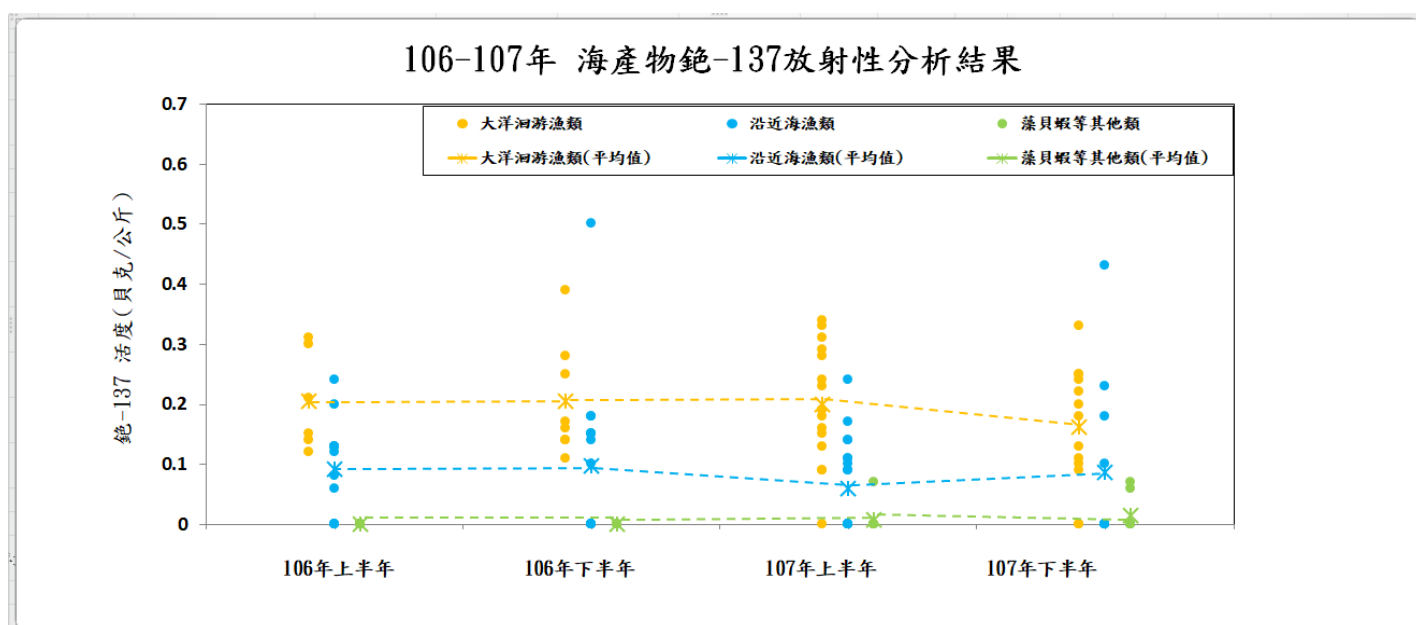


圖 11. 106-107 年海產物加馬能譜分析結果

由圖 11 可觀察到以大洋洄游漁類(平均活度約為 0.2 貝克/千克·鮮重)較高，其次為沿近海漁類(平均活度約為 0.1 貝克/千克·鮮重)，最低者為藻貝蝦等其他類(平均活度 <0.01 貝克/千克·鮮重)。目前檢測結果皆遠低於「食品中原子塵或放射能污染容許量標準」之限量(100 貝克/千克)，並無輻射異常現象。

(四) 海水放射性銫分析研究方法精進

目前實驗室有關海水中放射性銫分析方法，以純鍺加馬偵測器直接計測，但樣品前處理過程花費的時間仍需 3~5 天。主要原因是一般實驗室在以磷鉬酸銨吸附銫後的濃縮步驟，通常會因試樣量較大而難以直接採離心法或過濾法，故多採數次自然沈降、蒸乾等較費時的方法。

本研究以添加鋁鹽混凝劑方式，加速磷鉬酸銨沈降速度，於 0.5 至 24 小時間搜集沈降之磷鉬酸銨，將加馬計測後，磷鉬酸銨吸附銫-137 之回收率皆維持約 100%，如圖 12，顯示 24 小時內方法穩定性極佳。新開發的方法流程可於 1 天內完成，達到實驗室內海水放射性銫分析快速濃縮的目的，其分析結果與與本中心現行方法並無顯著差異，如圖 13。

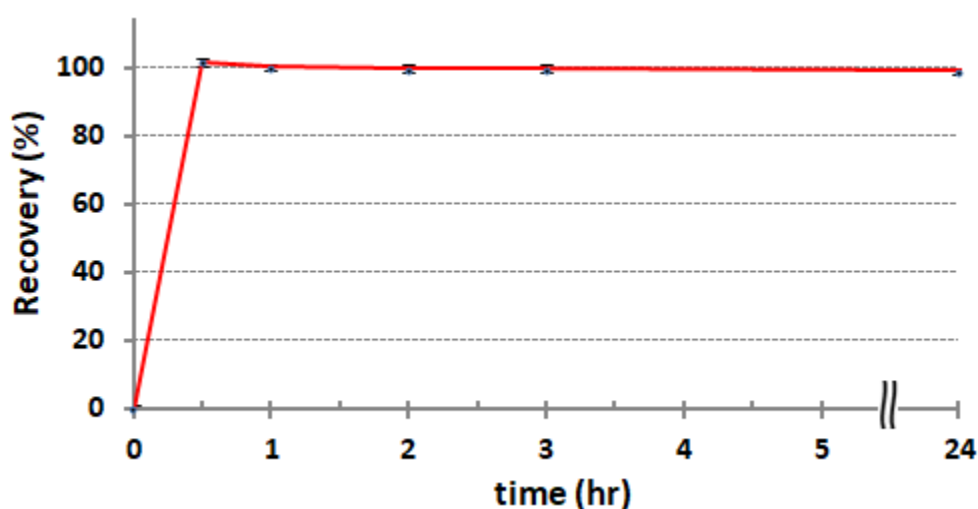


圖 12. 混凝劑加速沈降時間對銫-137 回收率影響

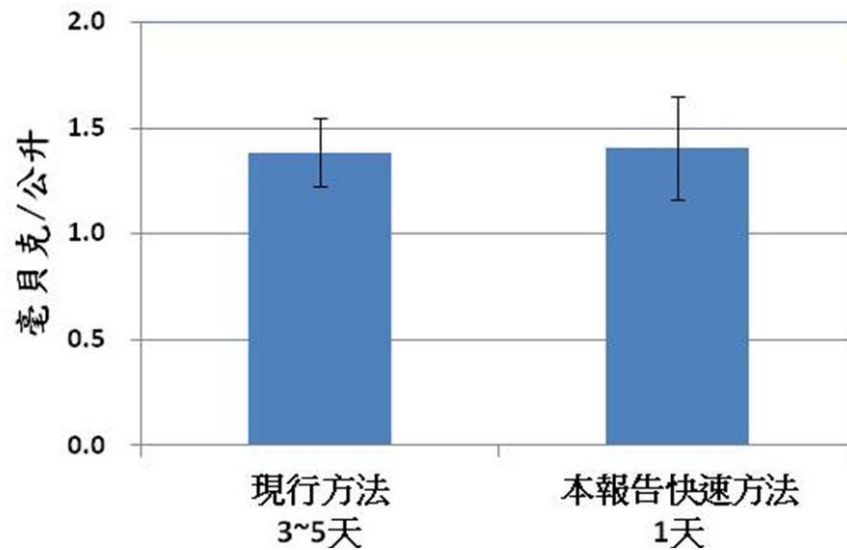


圖 13. 快速方法與現行方法之海水銫-137 活度比較

由於本中心現行海水放射性銫分析操作程序，所需海水試樣量相當大達 60 公升，為減少實驗所需的海水試樣量，以利於取樣、運輸及樣品儲存等作業，本實驗另開發快速方法分別對 60 及 40 公升試樣量的海水進行前處理後，利用 40%效率之純鍺偵檢器計測結果如圖 14 所示。

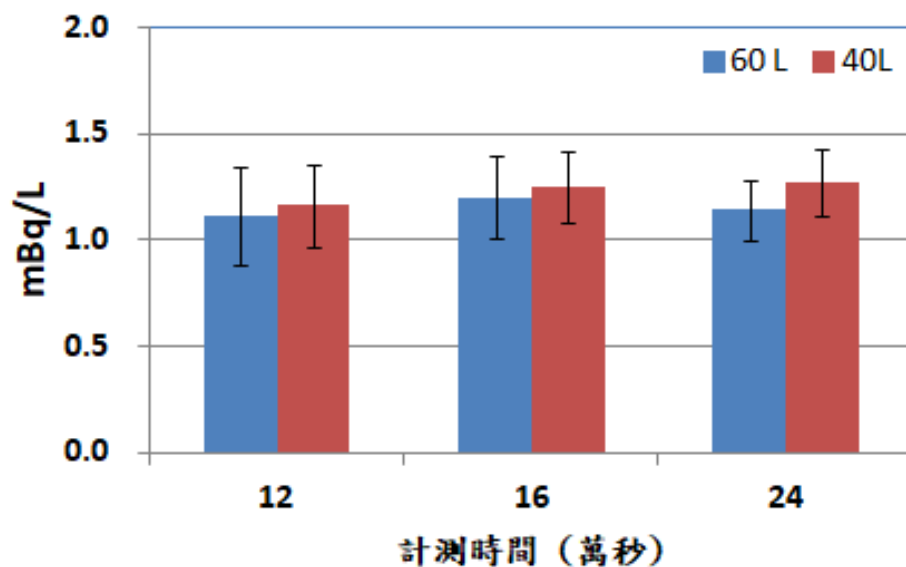


圖 14. 60 及 40 公升海水檢測之銫-137 活度比較

12、16、24 萬秒計測結果，60 及 40 公升試樣量銫-137 檢測值並無顯著差異。由於目前海水中銫-137 活度相當低，若試樣量減為 20 公升，計測時間長達 20 萬秒時，計測誤差大，故建議試樣量可由 60 公升減為 40 公升，計測時間從現行的 12 萬秒改為 16 萬秒。

本中心現行海水放射性銫分析前處理方法，使用 60 公升海水進行濃縮，於樣品前處理過程中，實際操作執行大約需要 3~5 天相當耗時，為縮短樣品前處理時間，建議使用加入混擬劑之快速方法。本節詳細內容記載於技術報告「海水放射性銫分析技術報告」中[4]。

(五) 論文發表

本計畫以 106 及 107 年海生物分析結果，於「107 年度食品衛生檢驗科技研討會」發表「台灣沿岸海產物銫-137 核種分析」海報論文，如圖 15，相關研究成果已於本章第(三)節論述。另委託研究計劃中山大學探討海水來源，利用溫度、鹽度、鹼度及 pH 值來判別水團來源，其研究成果發表於「第 40 屆海洋工程研討會」之「以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探」中，如圖 16。

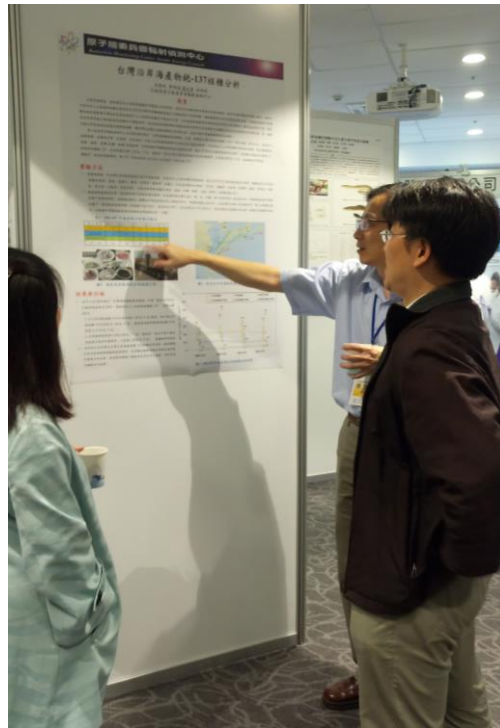


圖 15. 發表「台灣沿岸海產物鉍-137 核種分析」

第 40 屆海洋工程研討會論文集 國立高雄科技大學 2018 年 11 月
 Proceedings of the 40th Ocean Engineering Conference in Taiwan
 National Kaohsiung University of Science and Technology, November 2018

以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探

黃蔚人¹ 黃婷瑩¹ 楊穎堅² 陳鎮東¹ 詹森² 李明安³

¹ 國立中山大學海洋科學系

² 國立台灣大學海洋研究所

³ 國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘要

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

關鍵詞：水團、水團交換

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

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

Sen Jan Ming-An Lee

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

ABSTRACT

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

Keywords: water sources; water exchange

圖 16. 發表「以總鹼度為台灣海峽表層水團來源訊號之初探」

(六) 資料庫建置與網頁展示

本計畫委託國立中山大學建立網站作業平台，如圖 17 所示，以有效將調查結果及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享，此網站架構包含衛星雲圖、MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) 衛星、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、HYCOM (Hybrid coordinate Ocean Model) 模式模擬海流等選項，而 HYCOM 模式可模擬漂流軌跡，以動畫形式呈現，模擬當物質從核電廠漂出之後一個月的軌跡，對於核子事故發生時可評估放射性物質的漂流動線；同時此網站定時上傳海水、沉積物及海生物等加馬能譜分析結果，並以地圖呈現取樣位置及分析結果趨勢，未來可提供開放民眾上網搜尋台灣海域輻射監測調查之結果。



圖 17. 網頁首頁 (<http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw>)

(七) 「Fukushima- a view from the ocean」技術交流

邀請美國伍茲海爾海洋研究所海洋和放射性研究中心主任，Dr.Ken Buesseler，來台與本案研究人員進行學術交流，分享福島第一核電廠監測之經驗交流、研發少量海水放射性物種檢測方法及工具等，如下圖 18。



圖 18. Dr.Ken Buesseler 來台進行學術交流

(八) 跨部會資源整合

執行海域調查絕大部分費用皆執行於船艦使用費用，故本中心延續 106 年跨部會協調方式尋求各單位未來能繼續支持本計畫之協助，運用有執行海域任務的單位於不影響例行動務的情形下，協助本計畫執行監測樣品取樣任務，目前既有之協助單位有環保署、農委會漁業署、農委會水產試驗所及海委會海巡署等單位，本中心分別於 107 年 5 月 25 日拜

會農委會水產試驗所、7月23日拜會海委會海巡署艦隊分署及台灣漁業永續發展協會、11月14日拜會海洋委員會，除徵詢海域之專業知能與經驗外，也請各單位能持續協助本計畫之執行，於權限範圍內互相協助，使行政機關發揮共同一體之行政機能，達政府資源有效利用，以最經濟方式尋求最有效的樣品數量與質量，健全台灣海域輻射調查背景資料。

另本中心8月8~9日辦理海上偵測及取樣訓練，由海巡署艦隊分署協助海上航行，訓練成員包含台電放射實驗室、原子能委員會、交通部中央氣象局、國防部陸軍司令部、放射性物料管理局及本中心，訓練內容包含確認航線路線、時間、取樣點規劃等，以建立作業流程，使人員熟悉海上偵測及海水取樣程序，俾於發生核子事故時能確實執行核電廠鄰近海域輻射偵測及表層水取樣任務，本次採集海水地點及加馬能譜分析結果如圖19及表12，可作為核三廠周圍海域之背景調查值。



圖 19. 海上輻射偵測路線及海水取樣位置圖

表 12. 核子事故南部輻射監測中心海水取樣加馬能譜分析結果

樣品 編號	取樣日期	緯度(N)	經度(E)	深度 (m)	活 度 (毫貝克/升)		離岸距離 (公里)	區 域
					銫-134	銫-137		
1	107/08/08	21°52'16.62"	120°48'35.07"	0~5	—	1.30	5.1	鵝鑾鼻外海
2	107/08/09	21°50'21.69"	120°42'05.03"	0~5	—	1.42	9.2	白沙灣外海
3	107/08/09	21°58'50.82"	120°35'04.08"	0~5	—	1.16	11.5	大坪頂外海
4	107/08/09	22°09'23.09"	120°34'35.14"	0~5	—	0.64	12	楓港溪外海
5	107/08/09	22°18'59.69"	120°28'24.35"	0~5	—	1.28	11.4	林邊溪外海
6	107/08/08	21°48'39.93"	120°52'00.33"	0~5	—	1.63	9.5	鵝鑾鼻外海
7	107/08/08	21°57'12.61"	120°58'58.19"	0~5	—	1.26	12.4	港口溪外海
8	107/08/08	22°08'19.19"	120°59'32.71"	0~5	—	0.76	9.8	大流溪外海

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 60 公升，計測時間 120,000 秒。

伍、 重要工作行事曆

1. (委託案)1 月 22 日「107 年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作」委由中山大學辦理計畫。
2. (委託案)2 月 7 日於中山大學召開「開工前職業安全衛生協調會議」。
3. 3 月 27 日邀請 Dr. Ken Buesseler 至本中心學術演講，講題：Fukushima-a view from the ocean。
4. (跨部會)3 月 30 日於本中心召開 107 年度「台灣海域輻射監測調查計畫」監測取樣協調會議，與會單位：輻射偵測中心、環保署、農委會水產試驗所、中山大學。
5. (委託案)6 月 13 日於中山大學舉辦「期中工作檢討會」。
6. (委託案)8 月 6 日於本中心舉辦「第三次工作會議」。
7. (跨部會)8 月 8、9 日由海巡署協助執行核子事故南部輻射監測中心海上輻射偵測及海水取樣訓練計畫，其海水分析結果可供為核三廠

周圍海水背景值。

8. 10 月 23、24 日於「107 年度食品衛生檢驗科技研討會」發表「台灣沿岸海產物銫-137 核種分析」海報論文。
9. (委託案)10 月 25 日於本中心舉辦「第四次工作會議」。
10. (委託案)11 月 9 日至中山大學執行現場財產查核及工作清點。
11. (跨部會)11 月份協調委託台灣漁業永續發展協會、漁業署協助 108 年度海產物取樣；委託海巡署協助 108 年海水、岸沙採樣；離岸深層海水及海底泥因需要專業海洋研究船故委由海洋專業機構協助取樣。
12. (委託案)12 月 11 日於本中心舉辦「期末工作討論會」，並於 12 月 25 日完成驗收。
13. 12 月完成「海水放射性銫分析技術報告」技術報告一份。

陸、 結果與討論

海洋為一動態環境系統，因此各區域的分布狀況不相同，為掌握台灣海域輻射現況，建立完整海域放射性核種含量水平調查資料，提供趨勢變動分析將有助於發現污染來源，俾提早預警保障國人輻射安全及民眾之健康。

本計畫已初步達成以下成效：

- (一)建立 106~107 年度台灣海域環境放射性核種含量背景資料，提供未來環境輻射監測分析數據比對佐證之參考，並確認台灣臨近海域並無輻射異常之現象。
- (二)已擴大台灣海域環境樣品之取樣範圍及數量，經過以上數據之整理，加上台灣海域海流、潮汐、漁場等因素，並規劃未來適合的取樣範圍及監測樣品等項目，以利執行台灣海域輻射之背景調查。

(三)持續精進海水放射性分析技術，可增進實驗室分析檢測及取樣之效率。

本計畫之研究成果發現如下：

- (一)台灣海域周圍海水總括來看，委由中山大學進行海水 Cs-137 活度數據分析發現，台灣周圍五區中，以東北區較高，就水深而言，200 m 之深水活度較高。其存在的密度層與亞熱帶典型水團相似，因此初步推測其 Cs-137 活度相對高值可能來自福島事件，未來仍須持續追蹤及利用更多海水分析數據進一步探討驗證水團來源、走向。
- (二)海產物以大洋洄游漁類(平均活度約為 0.2 貝克/千克)較高，其次為沿近海漁類(平均活度約為 0.1 貝克/千克)，最低者為藻貝蝦等其他類(平均活度<0.01 貝克/千克)。

綜以 106-107 年度之台灣海域範圍執行取樣分析調查成果，先行確認台灣海域無輻射異常。初步建立台灣沿岸海產物銫-137 核種背景資料，將持續建立更完整海域環境輻射監測資料，未來藉由趨勢變動分析將有助於提早發現污染來源。另為利於執行中長程台灣海域輻射監測調查計畫，今年更研擬長期監測計畫，進一步建立台灣完整海域輻射背景資料。尤以本年度研究成果發現海水及海產物之 Cs-137 放射性分析結果趨勢，未來將擴大 50 m 至 100 m 深水海水採樣，並經跨部會合作委由於漁業署、台灣漁業永續發展協會協助本計畫海產物取樣，擴展海水 50 m 至 100 m 深度海水及海產物更進一步探討。

柒、 參考文獻

- [1] 行政院原子能委員會，「環境輻射監測規範」， 98 年 11 月 11 日。

- [2] 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).
- [3] 行政院衛生福利部，「食品中原子塵或放射能污染容許量標準」，105年1月18日。
- [4] 輻射偵測中心，「海水放射性分析技術報告」(RMC-107102)，107年12月。
- [5] 國立中山大學，107年台灣海域輻射監測調查方法研究與先期工作計畫，期末報告，107年12月。

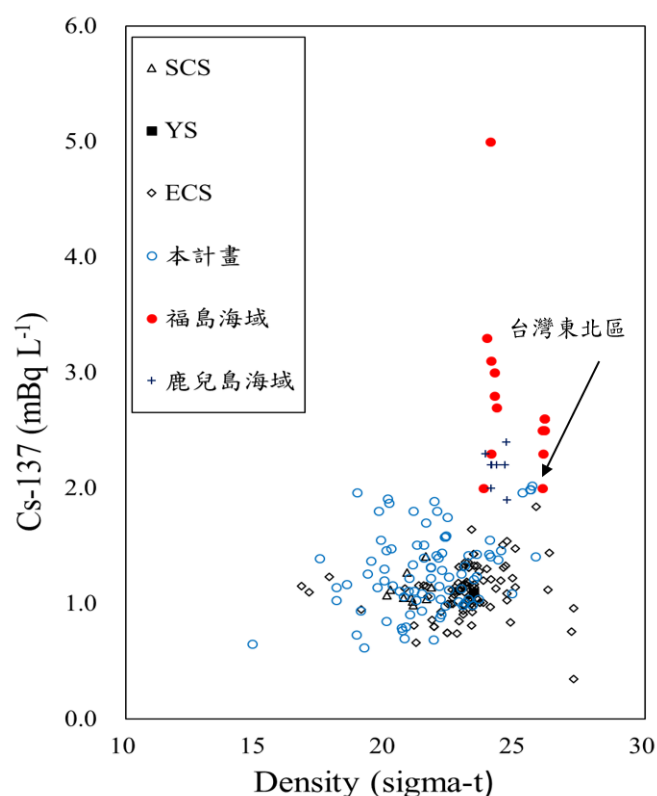
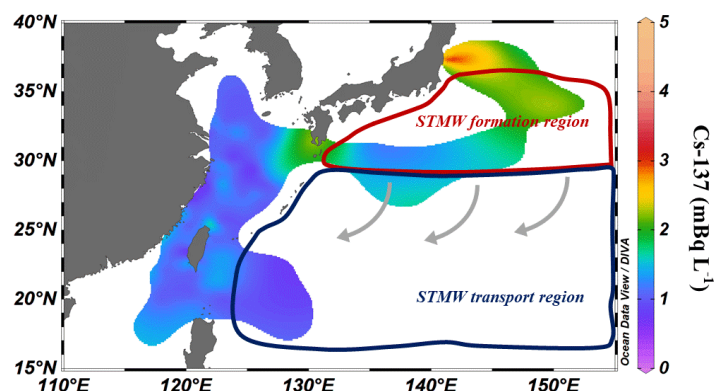
捌、 附錄-委託計畫成果摘要[5]

一、海水以及沉積物樣品採集

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

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

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



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

二、海生物樣品採集

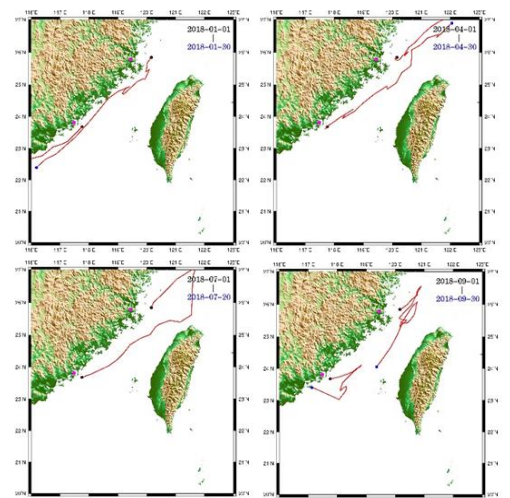
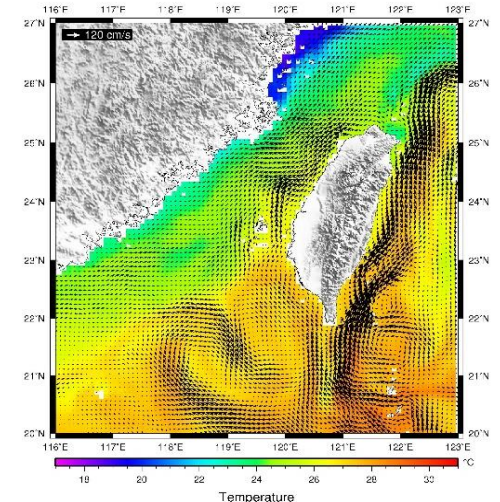
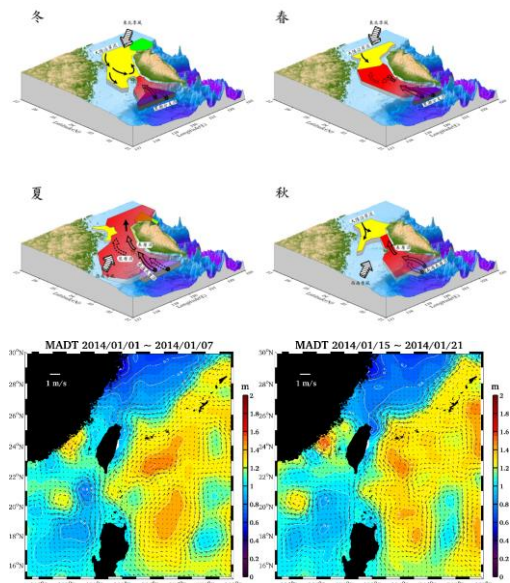
- 本研究團隊分別於臺灣東北區、東南區、西北區、西區、西南區等五個調查區以拖網、籠具或潛水等方式進行現場海生物採樣，其海生物樣本包含魚類、蝦類及貝類等，分別利用櫻花蝦拖網、拖網、流袋網、延繩釣、一支釣、手耙具及螃蟹籠具等漁具採集之。上述海生物樣本於採樣完畢後，攜回研究室以人工方式進行物種鑑定、體長與體重之基本生物學量測與紀錄。並盡速送至原子能委員會輻射偵測中心進行分析。
- 本案五個調查區之採樣，符合契約進度。五個調查區採集之海生物的鈷-60 與銫-134 活度皆小於最低可測活度(<MDA)，其中魚類樣本的銫-137 活度皆高於蝦類及貝類樣本，但未隨魚體越大(魚體重量)而有越高的現象，顯示並無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

臺灣五個調查區之海生物樣本環境特性及採集進度一覽表

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

三、HYCOM 模式的運用

- 在使用 HYCOM 模式之前，先透過分析了解台灣背景流況，台灣鄰近海域主要受到沿岸流以及洋流影響，另外還會受到河川輸入以及強降雨之影響，不同來源的物質順著洋流被帶台灣周遭海域。台灣海峽周遭海域間的交互作用複雜，洋流又受到季風影響，使得區域海水性質呈現季節變化，也反映出其不同的水團來源。
- 透過 AVISO 衛星測量海面高資料及地轉流場資料分布與高頻測流雷達觀測資料顯示有甚多的中尺度冷、暖渦旋出現在台灣周邊。而台灣東部外海的中尺度渦旋，它會影響黑潮的路徑與流量
- HYCOM 是一個三維立體數值模式，並使用觀測資料進行資料同化技術，提升預報品質，是目前眾多的海洋數值模式中，口碑甚佳的數值模式。該模式主要是由美國海軍海洋局執行並提供服務，其水平方向的空間解析度為 $1/12^\circ$ (約為 9 公里)，垂直分層共分為 40 層，每日一次於網路上公告最新的模式計算結果。
- HYCOM 模擬結果顯示大陸沿岸的漂流物，受到海洋環境與氣象條件影響，漂流軌跡變化複雜，甚至其漂流軌跡有可能受到此複雜的環境影響，進而靠近台灣沿海。模式的模擬結果存在著一些不確定性，有誤差存在，故需要更多的實際觀測資料與衛星遙測資料，輔助判斷，才能有更精確的結果。



四、資料庫建置與網頁展示

- 為求有效將調查及研究成果與參與研究人員、委辦單位分享，該部分由楊穎堅教授實際執行作業平台之運作，設置一個網站，彙整該計畫相關資訊，網頁網址為 <http://aecmr-ocean.nsysu.edu.tw/AES>。
- 研究人員首頁架構中有衛星雲圖、MODIS 衛星、海水表面溫度時間查詢、海水表面溫度自訂參數查詢、HYCOM 模式模擬海流、觀測資料查詢、HYCOM 模式漂流軌跡、海面高度與地轉流等選項。
- 海水表面溫度部分，提供 GHRSSST 當中 JPL 所提供之一天一筆的全球產品，除此之外，也可以使用海水表面溫度自訂參數查詢，畫出特定時間及範圍之海表溫度分布圖。
- 而觀測資料查詢部分，分成能譜分析查詢與海域採樣查詢兩大類。能譜分析查詢項目有離岸海水、沿岸地區海水、沿岸地區海產物及沿岸地區河沙等四種。海域採樣查詢有不同區域的海水採樣、沉積物採樣、生物採樣。
- 而 HYCOM 模式模擬資料部分，提供每天的鹽度場、速度場、溫度場共三種圖片。而 HYCOM 模式模擬漂流軌跡，則是模擬當物質從核電廠漂出之後一個月的軌跡，會以動畫的形式呈現。

