

**台灣海域輻射監測調查計畫
海水等環境樣品放射性核種分析
期末報告**

計畫全程：自 106 年 7 月 1 日至 106 年 11 月 30 日

執行單位：行政院原子能委員會輻射偵測中心

106 年 12 月

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.....	3
一、加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查.....	3
二、協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析.....	4
三、海水分析實驗室作業環境精進.....	5
參、期程與資源需求.....	5
一、計畫期程.....	5
二、經費需求.....	5
肆、執行成果說明.....	6
一、加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查.....	6
二、協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析.....	11
三、海水分析實驗室作業環境精進.....	14
伍、結果與討論.....	15
陸、參考文獻.....	17

壹、 前言

一、 計畫背景

台灣四面環海，海岸線長且沿岸地區蘊藏非常豐富之生物資源，居民許多活動及飲食與海洋有密切關係，海洋和海岸環境倍受國人關注。本計畫可掌握台灣鄰近海域輻射狀況，並評估日本福島核災事件及大陸沿海核電廠排放對台灣海域之輻射影響，例如，2011 年日本福島核電廠事故後又屢傳放射性物質洩漏流入海洋造成大規模的海洋污染，引起民眾恐慌，此外，儘管福島核電廠事故至今已逾 6 年，各界仍持續關注福島電廠的放射物質於海域污染及擴散現象，雖目前輻射監測結果對台灣皆未有明顯影響，仍有研究者認為事故洩漏的放射性污染物，未來有機會順著洋流擴散回流至亞洲東部包含台灣的海域。

二、 計畫目標

強化台灣海域環境輻射監測，建立更為完整放射性核種含量背景調查資料，本計畫期望透過協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種、取樣分析等方式，建立台灣海域地區放射性核種含量背景調查基本資料，以掌握台灣海域環境輻射現況。

(一) 加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查

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，及提早因應以保障國

人輻射安全及民眾之健康。本計畫將台灣劃分 8 個沿岸地區，每個地區至少一個環境試樣取樣點進行放射性核種分析，以釐清目前台灣沿岸環境輻射現況，供民眾更完整台灣沿岸環境輻射資訊。

(二) 協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析

協助執行離岸各海域跨部會取樣之海水等環境樣品放射性核種分析，作為海域環境輻射監測之參據。

(三) 海水分析實驗室作業環境精進

本計畫將進行海水放射性核種含量背景調查，其分析過程的樣品前處理及計測，皆較以往環境輻射監測作業繁瑣、樣品量大及耗時，本計畫將同步進行現有實驗室作業環境改善，以有效提升海水放射性核種分析之效率及品質。

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)協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析，(三)海水分析實驗室作業環境精進，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 1 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，目前規劃如圖 1 所示共 9 個取樣點，分別針對海水、海產物及岸沙採樣。



取樣地點

規劃採矩形網格採樣，將台灣劃分8個沿岸地區，如圖所示共9個取樣點。

取樣頻次

上半年(3~5月)及下半年(7~9月)各一次。

取樣種類

海水、海產物及岸沙。

圖 1. 台灣沿岸地區取樣規劃作業區、取樣頻次及種類

(二) 取樣規劃

取樣的頻率採上、下半年各執行一次，每個取樣點取 1 個海水 (60 公升)、1 個岸沙、3 個海產物等樣品，若分析結果出現超出環境輻射監測規範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。

二、 協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析

配合跨部會會議指示協助各海研號取樣船有關取樣容器之運送、樣品之運送及樣品放射性核種分析等作業。

三、 海水分析實驗室作業環境精進

依海水放射性核種背景調查實驗流程需求，進行現有實驗室作業環境改善。

參、 期程與資源需求

一、 計畫期程

本計畫期程為 106 年 7 月 1 日起至 106 年 11 月 30 日止。

表 1.計畫進度表

年 份(月) 年度工作內容項目	106					
	7	8	9	10	11	12
加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查	■					
協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析	■					
海水分析實驗室作業環境精進	■					
結案報告撰寫					■	

二、 經費需求

本計畫經費執行率為 91.4%，結餘 51,591 元，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		決算數		備註
	金額 (B)	占總額(%) C=(B/A)	金額 (H)	占總額(%) I=(H/A)	
一、經常支出					
業務費	400,000	67	355,202	59.2	
二、資本支出					
設備費	200,000	33	193,207	32.2	
總計(A)	600,000	100	548,409	91.4	

肆、執行成果說明

一、加強台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查

106 年度沿岸地區海水加馬能譜分析如表 3 所示均未測得鈾-134，測得鈾-137 最大活度值為 2.14 毫貝克/升。岸沙加馬能譜分析如表 4 所示均未測得任何人造核種。海產物加馬能譜分析如表 5 所示均未測得鈾-134，測得鈾-137 最大活度值為 0.50 貝克/千克·鮮重，皆符合法規規定[1,2]。

本年度台灣沿岸地區海水、岸沙及海產物等輻射監測結果初步顯示並無異常，另本計畫重點為建立台灣沿岸地區放射性核種含量背景調查資料，希望未來能藉由趨勢變動分析將有助於發現境內外輻射污染來源，俾提早預警保障國人輻射安全及民眾之健康。由於海洋為一動態環境系統，受氣象或海域洋流影響，因此各區域的分布狀況不相同，106 年度上下半年度測得台灣沿岸地區海水鈾-137 變動趨勢如圖

2 所示，因海水中銫-137 活度極微量且變化極微，目前資料每個取樣點僅有兩筆數據，尚無法評估活度變化的趨勢，未來需累積更多數據以進行評估。

表 3. 106 年臺灣沿岸地區海水加馬能譜分析結果

地 點	取樣日期	活 度 (毫貝克/升)	
		銫-134	銫-137
基隆八斗子漁港	106.04.07	—	2.14
	106.09.20	—	2.01
新竹南寮漁港	106.03.21	—	1.52
	106.08.30	—	1.39
彰化王功漁港	106.03.22	—	2.10
	106.08.29	—	1.52
嘉義東石漁港	106.03.23	—	1.62
	106.08.29	—	1.35
高雄西子灣	106.03.31	—	1.88
	106.09.14	—	1.75
宜蘭南方澳漁港	106.04.06		1.39
	106.09.19	—	1.96
花蓮港	106.03.15	—	1.95
	106.08.30	—	1.89
台東成功漁港(新港漁港)	106.03.14	—	1.60
	106.08.31	—	1.98
台東大武漁港	106.03.14	—	1.56
	106.08.31	—	1.41

註：1. "—"表示小於最低可測活度 (<MDA)。

2. 海水試樣核種分析量 60 公升，計測時間 60,000 秒。

表 4. 106 年臺灣沿岸地區岸沙加馬能譜分析結果

地 點	取樣日期	活 度 (貝克/千克·乾重)					
		鉀40*	鈷60	銫-134	銫-137	鈾系列*	鈾系列*
基隆八斗子漁港	106.04.07	96	—	—	—	7	5
	106.09.20	140	—	—	—	—	—

新竹南寮漁港	106.03.21	465	—	—	—	26	18
	106.08.30	444	—	—	—	24	—
彰化王功漁港	106.03.22	423	—	—	—	28	17
	106.08.29	412	—	—	—	25	18
嘉義東石漁港	106.03.23	333	—	—	—	27	15
	106.08.29	409	—	—	—	29	—
高雄西子灣	106.03.31	641	—	—	—	39	25
	106.09.22	550	—	—	—	35	22
宜蘭南方澳漁港	106.04.06	88	—	—	—	5	5
	106.09.19	550	—	—	—	39	20
花蓮港	106.03.15	142	—	—	—	9	8
	106.08.30	258	—	—	—	15	12
台東成功漁港(新港漁港)	106.03.14	230	—	—	—	3	5
	106.08.31	256	—	—	—	7	—
台東大武漁港	106.03.14	528	—	—	—	28	19
	106.09.01	578	—	—	—	29	18

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。

表 5. 106 年臺灣沿岸地區海產物加馬能譜分析結果

地 點	試樣種類	取樣日期	活 度 (貝克/千克·鮮重)					
			鉀40*	鈷60	銻134	銻137	鈾系列*	鈾系列*
基隆八斗子漁港	紅魷魚	106.04.07	192	—	—	0.24	—	—
	剝皮魚	106.04.07	153	—	—	—	—	—
	透抽	106.04.07	135	—	—	—	—	—
	透抽	106.08.29	111	—	—	—	—	—
	鯖魚	106.08.29	179	—	—	0.14	—	—
	紅目鱧	106.08.29	234	—	—	0.18	—	—
新竹南寮漁港	牡蠣	106.03.21	54	—	—	—	—	—
	小鯖魚	106.03.21	150	—	—	0.30	—	—
	海菜	106.03.21	2	—	—	—	—	—
	竹莢魚	106.08.24	130	—	—	0.14	—	—
	百利魚	106.08.24	147	—	—	0.10	—	—
	黃尾鱈	106.08.24	124	—	—	0.16	—	—
彰化王公漁港	海菜	106.03.22	475	—	—	—	—	—

	蛤蠣	106.03.22	24	—	—	—	—	—
	牡蠣	106.03.22	46	—	—	—	—	—
	蛤蜊	106.07.06	22	—	—	—	—	—
	牡蠣	106.08.29	86	—	—	—	—	—
	蛤蜊	106.08.29	40	—	—	—	—	—
嘉義東石漁港	牡蠣	106.03.23	41	—	—	—	—	—
	烏格魚	106.03.23	214	—	—	—	—	—
	青花魚	106.03.23	111	—	—	0.12	—	—
	金龍魚	106.08.25	241	—	—	—	—	—
	支子魚	106.08.25	64	—	—	—	—	—
	𩚑頭魚	106.08.25	47	—	—	—	—	—
高雄前鎮漁港	海鱸魚	106.03.31	133	—	—	0.06	—	—
	黃鰭鮪魚	106.03.31	136	—	—	0.21	—	—
	蝶魚	106.03.31	145	—	—	—	—	—
	北白魚	106.09.07	158	—	—	0.15	—	—
	黑鰻魚	106.09.07	149	—	—	—	—	—
	龍針魚	106.09.07	142	—	—	—	—	—
宜蘭南方澳漁港	四破魚	106.04.06	178	—	—	0.13	—	—
	竹莢魚	106.04.06	151	—	—	0.13	—	—
	黑豬哥	106.04.06	190	—	—	0.13	—	—
	琵琶魚	106.09.19	166	—	—	0.15	—	—
	小鯊魚	106.09.19	134	—	—	0.39	—	—
	紅甘魚	106.09.19	165	—	—	0.15	—	—
花蓮港	青花魚	106.03.15	137	—	—	0.08	—	—
	類黑昌魚	106.03.15	135	—	—	—	—	—
	海菜	106.03.15	4	—	—	—	—	—
	熱帶魚(加志)	106.08.30	72	—	—	—	—	—
	皇后魚	106.08.30	101	—	—	—	—	—
	石頭公	106.08.30	73	—	—	—	—	—
	曼波魚	106.09.18	146	—	—	0.11	—	—
台東成功漁港 (新港漁港)	煙仔魚	106.03.14	133	—	—	0.14	—	—
	鬼頭刀	106.03.14	173	—	—	0.12	—	—
	白帶魚	106.03.14	226	—	—	0.31	—	—
	小鱈魚	106.09.12	164	—	—	0.28	—	—
	鯉魚	106.09.12	141	—	—	0.25	—	—
	鬼頭刀	106.09.12	124	—	—	0.14	—	—

台東大武漁港	白帶魚	106.03.14	156	—	—	0.15	—	—
	刺蔥魚	106.03.14	176	—	—	0.20	—	—
	海菜	106.03.14	2	—	—	—	—	—
台東富岡漁港	竹梭魚	106.10.25	81	—	—	0.18	—	—
	烏魴魚	106.10.25	165	—	—	0.17	—	—
	紅竹莢	106.10.25	242	—	—	0.50	—	—

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

2. 試樣計測時間 30,000 秒。

3. 衛福部食藥署所訂「食品中原子塵或放射能污染容許量標準」銫-134+銫-137 之限值 100 貝克/公斤。[2]

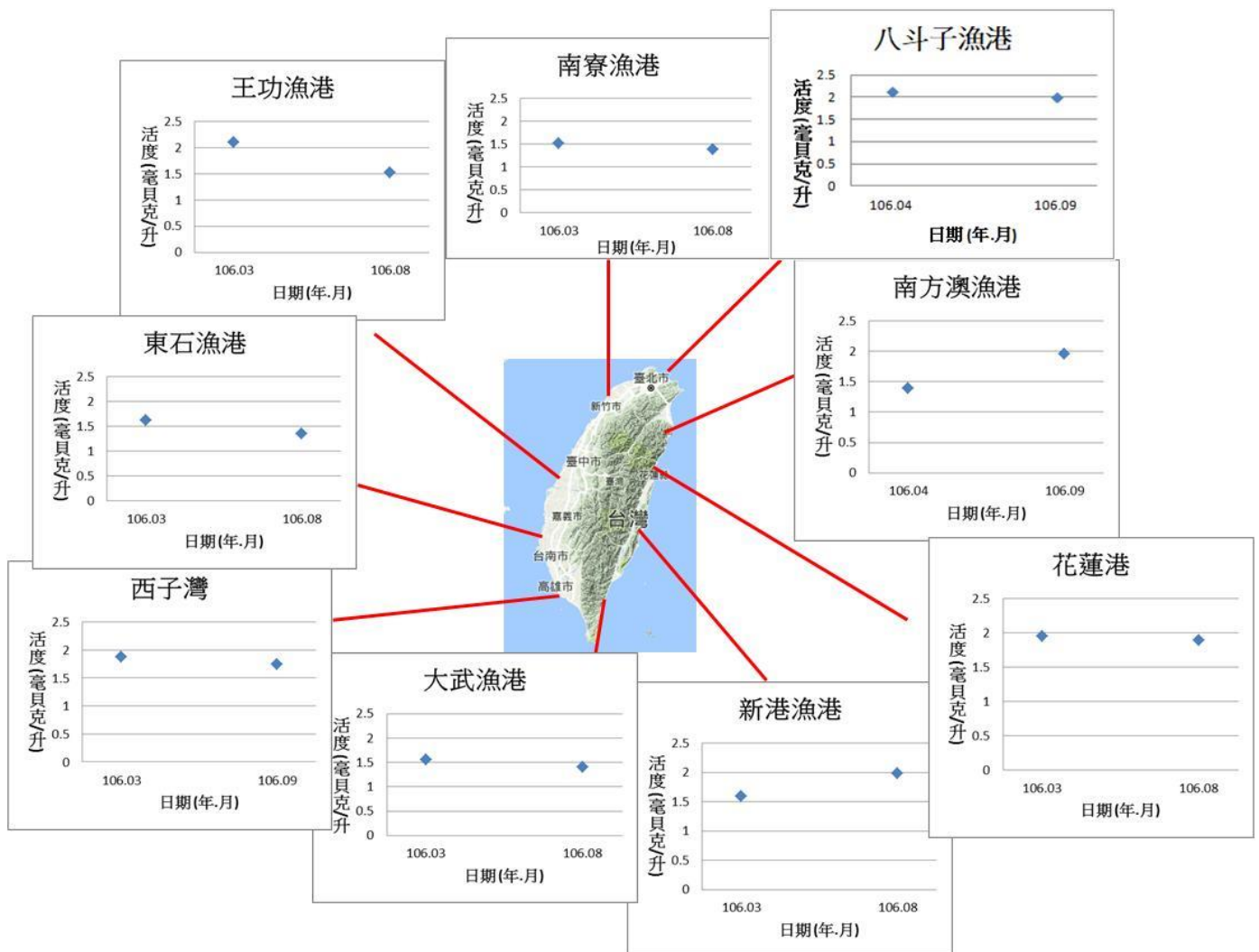


圖 2. 106 年度臺灣沿岸地區海水銫-137 活度變動圖

二、 協助執行跨部會海水等環境樣品放射性核種分析

今(106)年 2 月外電曾經報導核廢料傾倒台灣海域案，對此原能會迅速成立跨部會調查專案小組，邀集海巡署、農委會、科技部、環保署等相關單位協助進行離岸海域海水取樣等作業，自 4 月起本中心共協助執行海水等環境樣品放射性核種分析共 20 件，分析結果如表 6 所示，均未測得銫-134，測得銫-137 最大活度值為 2.00 毫貝克/升，輻射監測結果初步顯示並無異常。離岸海水取樣分布及銫-137 分析結果圖如圖 3 所示，依目前數據並未顯示銫-137 活度與海水取樣深度或海域分布位置有明顯差異。

除海水取樣外，跨部會海研船亦協助於台灣西南處海域深約 1300 公尺處及蘭嶼共取回 5 件沉積物樣品，加馬能譜分析結果及取樣分布圖分所如表 7 及圖 4 所示，分析結果均未測得任何人造核種。

表 6. 106 年跨部會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)	樣品取樣水下深度(公尺)	活度(毫貝克/升)		離岸距離(公里)
					銫-134	銫-137	
1	106.04.21	23.116517	119.886517	160	-	1.38	15.3
2	106.05.02	22.057	120.2512	560	-	1.46	46.0
3	106.05.03	22.056933	119.79845	1350	-	1.35	93.0
4	106.06.14	20.53565	120.44095	5	-	1.50	158
5	106.06.22	20.711417	116.929233	2	-	1.45	420
6	106.06.23	21.442083	118.00615	2	-	1.44	266
7	106.08.18	21.905833	120.813583	1	-	1.35	2.8
8	106.09.08	23.18635	119.755633	104	-	1.50	33.0
9	106.09.09	23.1173	119.8823	166	-	1.47	15.8
10	106.09.09	23.039233	120.008367	50	-	1.29	5.1
11	106.09.25	23.7608	119.809433	3	-	2.00	36.6
12	106.10.07	22.404583	120.394417	1	-	1.27	8.2
13	106.10.13	21.989625	120.594273	5	-	1.20	11.5
14	106.10.11	23.620450	122.99332	5	-	1.19	151

15	106.10.12	21.933712	122.608835	5	-	1.15	178
16	106.10.19	22.038167	120.007417	1136	-	1.00	70.2
17	106.10.30	22.231875	120.427988	5	-	1.50	23.5
18	106.10.30	22.189918	120.248147	5	-	1.41	42.5
19	106.10.30	22.320575	120.224292	5	-	1.31	27.5
20	106.11.18	20.853033	116.654817	3	-	1.40	423

註：1. "-"表示小於最低可測活度(MDA)，銫-134 MDA 值為 0.6 毫貝克/升。

2. 海水深度 1 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 60,000 秒。

4. 本案取樣作業依跨部會協調會議決議，由科技部海研船依已排定的船期與研究計畫之取樣位置及項目，再協助本會於適當位置加取海水及海底沉積物。

5. 離岸距離系指取樣地點距離台灣本島之最近直線距離。

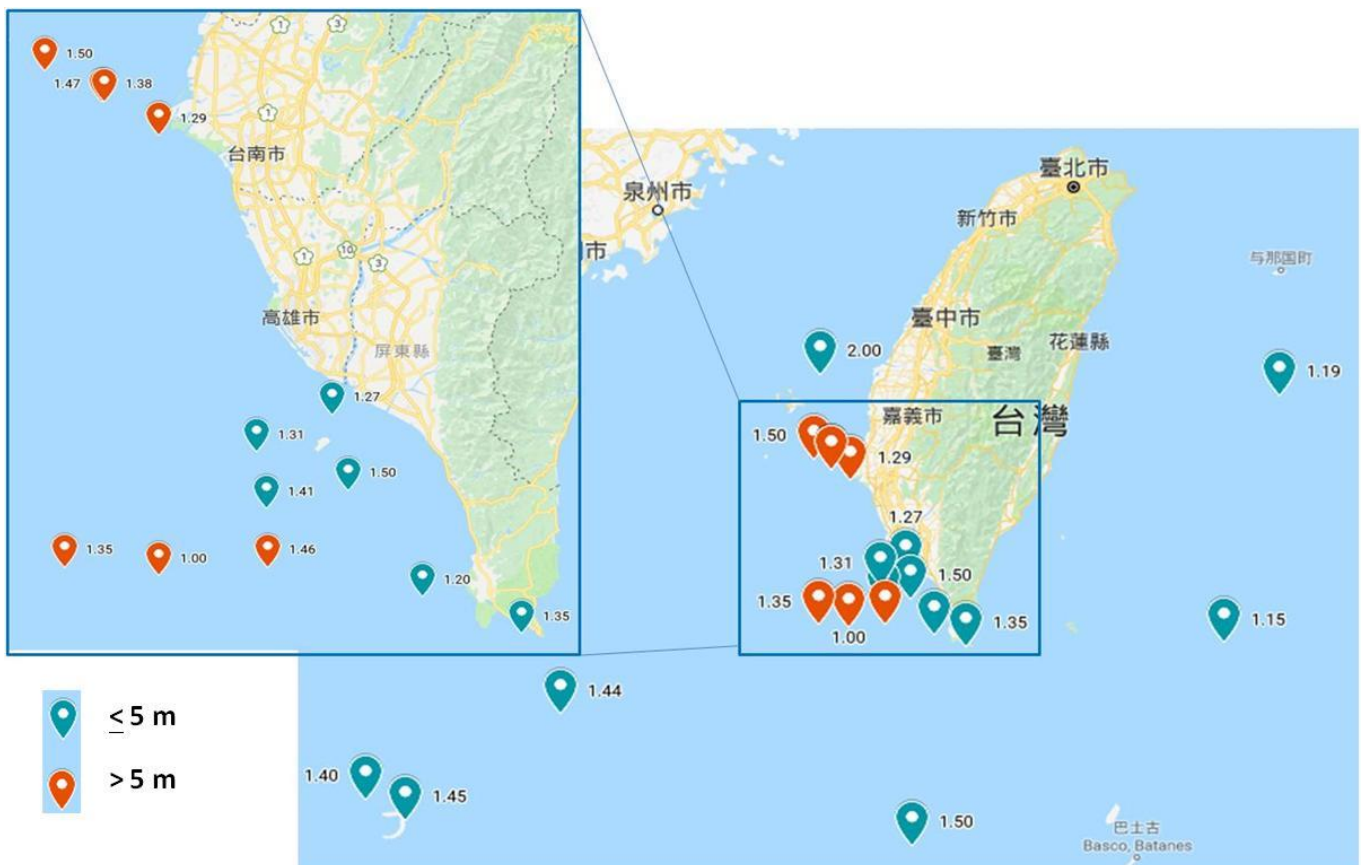


圖 3. 跨部會離岸海水之取樣分布及銫-137 分析結果圖

表 7. 跨部會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)	樣品取樣水下深度(公尺)	離岸距離(公里)	活 度 (貝克/千克·乾重)					
						鉀40*	鈷60	銫-134	銫-137	鈾系列*	鈾系列*
1	106.09.27	22.057567	119.80035	1350-1400	89.2	639	—	—	—	31	—
2	106.09.28	22.059882	119.800226	1357	89.2	961	—	—	—	44	44
3	106.11.07	22.024722	121.552778	表土	蘭嶼島內	148	—	—	—	—	—
4	106.11.07	22.037222	121.525833	表土	蘭嶼島內	137	—	—	—	—	—
5	106.11.07	22.049722	121.564444	表土	蘭嶼島內	130	—	—	—	10	—

註：1. "—"表示小於最低可測活度(MDA)，鈷60MDA 值為 0.91 貝克/千克、銫-134 MDA 值為 0.64 貝克/千克、銫-137 MDA 值為 0.78 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 2.41 貝克/千克、鈾系列 MDA 值為 1.58 貝克/千克。

2."*"表示天然放射性核種。

3.沉積物樣品計測時間 30,000 秒。

4.海底沉積物由科技部海研船協助取樣，蘭嶼島內之表土由輻射偵測中心取樣。

5.離岸距離系指取樣地點距離台灣本島之最近直線距離。



圖 4. 沉積物試樣取樣分布圖

三、 海水分析實驗室作業環境精進

由於海域案海水分析樣品數增加，且海水中銫-137 活度極為微量，依統計至西元 2000 年左右之數據顯示，Cs-137 於水中之活度濃度範圍多數落於 1-5 毫貝克/公升，而國際研究單位目前採用分析方法之最低可測值(MDA)大致需滿足 1 毫貝克/公升的要求，故通常需較大量(60 公升)海水樣品進行濃縮。本中心實地參訪日本分析中心(JCAC)海水實驗室儀器設備與實驗方式，進行海水分析實驗室作業環境改善(如圖 5)，並購製 4 個與日本分析中心海水實驗相同之前處理桶槽(如圖 6)，可單人操作、縮短前處理時間加快分析作業，目前一天可同時操作 4 個海水樣品之前處理，與本中心原操作 60L 海水分裝 10L 容器 6 桶方式比較，可減少 1~2 天處理時間。



圖 5. 海水分析實驗室作業環境精進



圖 6. 海水銫-137 前處理用容器

伍、 結果與討論

台灣四面環海居民許多活動及飲食與海洋有密切關係，海洋和海岸環境倍受國人關注。自 1945 至 1980 年間美蘇等國家進行大規模的核子武器試爆，輻射塵隨著大氣沉降散落全球各地及隨著洋流擴散污染海洋，另國際核能電廠意外事故亦是導致環境中人工放射性核種水平增加的主因。2011 年日本福島核電廠事故導致放射性物質洩漏流入海洋造成大規模的海洋污染，另外大陸沿海核能電廠的排放是否會影響台灣也是國人關切的議題。強化台灣海域環境輻射監測，建立更為完整放射性核種含量背景調查資料，以建立我國完整台灣海域環境輻射監測資訊，俾供輻射意外事故時之輻射源追蹤，以保障國人之健康安全。

因放射性物質其本身之物理半衰期，隨時間演進，海水中活度濃

度會逐年降低，查詢國際原子能總署海洋資訊系統(Marine Information System, MARiS)現有資料相當有限，全球大部分地區海水銫-137 活度大多小於 5 毫貝克/升以下[3]。另根據海域相關研究，於日本福島事故後 2012 年取樣的台灣臨近海水，銫-137 活度約介於 0.91~3 毫貝克/升[4]，本計畫測得海水銫-137 活度則多介於 1~2 毫貝克/升，顯示目前台灣臨近海水銫-137 活度尚未發現有明顯異常情形。

海洋為一動態環境系統，因此各區域的分布狀況不相同，若要有系統地評估海洋中放射性核種的分布狀況，需持續建立完整海域環境輻射監測資料，俾供未來分析輻射監測數據時之用，未來藉由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 年度台灣沿岸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。
- (二)協助執行跨部會離岸海水等環境樣品放射性核種分析，充實台灣海域放射性核種含量背景資料。
- (三)建置海水分析前處理實驗室，未來可增進實驗室後續檢測之效率。

106 年計畫以台灣海域為範圍執行取樣分析調查，先行確認台灣海域有無輻射異常。為利於執行中長程台灣海域輻射監測調查計畫，107 年將研擬相關先期調查計畫，期能更進一步建立完整海域輻射背景資料。

陸、 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] 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11日。
- [3] 行政院原子能委員會，「外傳核廢料傾倒台灣海域案查證現況報告」，106年4月25日。
- [4] Wu, M. et al. Radioactive status of seawater in the northwest Pacific more than one year after the Fukushima nuclear accident, *Sci. Rep.* 5, 7757 (2015).