

核能研究所場所外環境輻射監測報告書

(期間 107 年 10 月至 107 年 12 月)

核能研究所

中華民國 108 年 2 月

Fourth Quarterly Report of Environmental Radiation Monitoring outside the Institute of Nuclear Energy Research in 2018

Abstract

This report summarizes the radiation surveillance in the nearby area of Institute of Nuclear Energy Research (INER) from October to December in 2018. The items of monitoring include dose rate measurements from external radiations, total activities in aerosols, ground water, rice, grass, vegetable, leaf of Dragon Juniper and fallout samples. The results showed that the maximum effective dose from external radiations and internal exposure within 5 km radius of INER were <0.025 and <0.001 mSv in this season. The maximum total dose was lower than the dose limit set by Atomic Energy Council for the general public.

Keywords: Environmental radiation monitoring , Dose

核能研究所場所外環境輻射監測報告書

(期間107年10月至107年12月)

摘 要

本報告係核能研究所(以下簡稱本場所)於107年10月1日至107年12月31日(第四季)期間執行本場所外之環境輻射監測作業之成果彙總,項目包括環境加馬輻射劑量、空浮微粒、環境水樣、米樣、草樣、蔬菜、龍柏葉與落塵累積水盤等試樣之放射活度分析。根據本季各項監測結果評估,本場所周圍五公里半徑範圍內民眾可能接受最大個人體外有效劑量為<0.025毫西弗/季,體內約定有效劑量為<0.001毫西弗/季,均遠低於法規限值。

關鍵字：環境輻射監測、劑量

目 錄

前 言	1
第一章、監測內容概述	2
1.1 監測目的	2
1.2 監測情形概述	3
1.3 監測計畫概述	3
1.4 監測站位址	8
1.5 品保/品管作業措施概要	15
1.5.1 現場取樣之品保/品管	15
1.5.2 分析工作之品保/品管	15
1.5.3 儀器維修校正項目及頻率	15
1.5.4 環境輻射監測作業分析方法	17
1.5.5 數據處理原則	17
第二章、監測結果數據分析	19
2.1 環境直接輻射	19
2.2 空浮微粒與落塵	19
2.3 環境水樣	19
2.4 滲流水	20
2.5 農特產品（米樣）	20
2.6 植物試樣（草樣、蔬菜、龍柏葉）	20
2.7 劑量評估	48
2.8 其他（特殊產物及土地利用等）	52
第三章、檢討與建議	53
3.1 監測結果檢討與因應對策	53
3.1.1 監測結果綜合檢討分析	53

3.1.2 監測結果異常現象因應對策.....	55
3.2 建議事項.....	55
參考文獻.....	56

圖 目 錄

圖 1-1：核能研究所場所外直接輻射、空浮微粒、落塵、草、表土及龍柏葉等取樣點位置圖(註：本季未取土樣).....	9
圖 1-2：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(一).....	10
圖 1-3：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(二).....	11
圖 1-4：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(三).....	12
圖 1-5：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(一).....	13
圖 1-6：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(二).....	14

表 目 錄

表 1-1：民國 107 年第四季環境輻射監測作業統計表	4
表 1-2：核能研究所環境輻射監測報表	5
表 1-3：核能研究所場所外環境輻射監測結果摘要報告	6
表 1-4：核能研究所場所外環境輻射監測項目一覽表	7
表 1-5：儀器檢測校正情形	16
表 1-6：環境樣品放射性核種分析方法	18
表 2-1：民國 107 年第四季核研所場所外 TLD 監測值	21
表 2-2-1：環境加馬直接輻射連續監測報告表	22
表 2-2-2：環境加馬直接輻射連續監測報告	23
表 2-2-3：環境加馬直接輻射連續監測五年趨勢分析	24
表 2-3-1：民國 107 年第四季環境空浮總貝他活度監測值	25
表 2-3-2：環境空浮總貝他活度監測趨勢分析表	26
表 2-4-1：空浮微粒核種分析報告表(累積一季)	27
表 2-4-2：空浮微粒核種(銫-137)活度趨勢分析表	28
表 2-4-3：空浮微粒核種分析報告表(每週)	29
表 2-5-1：落塵試樣核種分析報告表	31
表 2-5-2：落塵試樣核種(銫-137)活度趨勢分析表	32
表 2-5-3：落塵試樣核種(總貝他)活度趨勢分析表	33
表 2-6-1：環境水樣放射性活度定期報告表	34
表 2-6-2：環境水樣總阿伐活度趨勢分析表	37
表 2-6-3：環境水樣總貝他活度趨勢分析表	38
表 2-6-4：環境水樣氡活度趨勢分析表	39
表 2-6-5：環境水樣銫-137 活度趨勢分析表	40
表 2-6-6：滲流水樣放射性活度定期報告表	41

表 2-7-1：農特產試樣核種分析報告表	42
表 2-7-2：農特產試樣(米樣)核種(銫-137)趨勢分析表	43
表 2-8-1：植物試樣核種分析報告表	44
表 2-8-2：植物試樣(草樣)銫-137 核種活度趨勢分析	45
表 2-8-3：植物試樣(蔬菜) 銫-137 核種活度趨勢分析	46
表 2-8-4：植物試樣(樹葉) 銫-137 核種活度趨勢分析	47
表 2-9：核能研究所場所外民眾個人季劑量	52
表 3-1：監測結果綜合檢討表	54
表 3-2：上季監測之異常狀況及處理情形	55
表 3-3：本季監測之異常狀況及處理情形	55
附錄一、環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之認證資料	59
附錄二、107 年度第四季品質管制追蹤項目調查表	60
附錄三、核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施	61

前 言

一、依據

核能研究所 107 年第四季期間輻射工作場所外各項環境輻射監測作業依據法規執行，並將監測結果彙整於監測報告中。本季監測作業執行之法規依據如下：^(1~6)

- 1.「游離輻射防護法」，中華民國 91 年 1 月 30 日華總一義字第 09100019000 號總統令制定公布。
- 2.「游離輻射防護法施行細則」，中華民國 97 年 2 月 22 日行政院原子能委員會會輻字第 0970002871 號令修正發布。
- 3.「游離輻射防護安全標準」，中華民國 94 年 12 月 30 日行政院原子能委員會會輻字第 0940041080 號令修正發布。
- 4.「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」，中華民國 105 年 6 月 27 日行政院原子能委員會會輻字第 10500087791 號令修正發布。
- 5.「環境輻射監測規範」，中華民國 98 年 11 月 11 日行政院原子能委員會會輻字第 0980018736 號令修正發布。
- 6.「核能研究所 107 年環境輻射監測計畫」，行政院原子能委員會核能研究所，中華民國 106 年 12 月修訂。

二、監測執行時間

報告書中各項監測作業執行時間自107年10月1日至107年12月31日。

三、執行監測單位

環境輻射監測執行單位為行政院原子能委員會核能研究所。

第一章、監測內容概述

1.1 監測目的

游離輻射防護法第十條規定，設施經營者應依主管機關規定，擬訂輻射工作場所外環境輻射監測計畫，報請主管機關核准後實施環境輻射監測。本報告書係 107 年 10 月 1 日至 107 年 12 月 31 日(第四季)期間對核能研究所(以下簡稱本場所)外周圍半徑五公里內地區之環境輻射監測、放射性落塵分析結果之統計彙整與討論，其監測目的為讓本場所外民眾瞭解當地之環境輻射水平，評估是否對場所外環境造成輻射影響，用以確保場所外民眾的輻射安全；報告結果並可做為長期性環境輻射安全分析之參考。

本季各項監測作業主要依循「核能研究所 107 年環境輻射監測計畫」執行，於適當之地點設置自動監測系統及採取各項環境試樣進行分析，本季執行各項環境輻射監測作業共計 252 項次(表 1-1)。直接輻射劑量方面，在五公里半徑以內的區域安置熱發光劑量計與加馬監測器，並將加馬監測器的監測數據自動傳輸至監測中心，以度量環境的加馬輻射劑量率。空浮放射性活度短期之監測係利用固定站連續抽氣法。水盤落塵收集及附近主要農作物和農特產品的核種活度分析，亦為監測環境輻射水平所採用的方法。定期取樣居民飲用水及大漢溪水，以確保水質之輻射安全。

1.2 監測情形概述

本報告係本場所 107 年 10 月 1 日至 107 年 12 月 31 日(第四季)期間對場所外環境之例行輻射監測結果彙總報告。環境監測項目包括環境直接輻射劑量率、空浮微粒、環境水樣、米樣、草樣、蔬菜樣、龍柏葉與落塵等試樣之放射活度定量、定性分析。根據各項監測結果評估，本場所周圍五公里半徑範圍內之一般民眾可能接受最大個人體外有效劑量為 <0.025 毫西弗/季，體內約定有效劑量為 <0.001 毫西弗/季。以上區域內之最大個人季劑量均遠低於法規限值。其環境輻射監測報表及結果摘要報告列於表 1-2 與表 1-3。

1.3 監測計畫概述

本季場所外環境輻射監測計畫之監測類別、項目、監測地點、監測頻率及分析方法等重要附記歸納於表 1-4。

表 1-1：民國 107 年第四季環境輻射監測作業統計表

樣品種類	分析項目	單位	分析數目
熱發光劑量計	累積劑量	毫西弗/季	22
環境加馬輻射	環境輻射劑量率	微西弗/小時	6
		微西弗/日	
空浮微粒	總貝他	貝克/立方公尺	52
	加馬核種	貝克/立方公尺	4
	碘-131	貝克/立方公尺	52
環境水樣	總阿伐	貝克/升	33
	總貝他	貝克/升	34
	氡	貝克/升	33
	加馬核種	貝克/升	1
滲流水	總貝他	貝克/升	3
米樣 (陸域生物)	加馬核種	貝克/仟克·鮮重	2
草樣 (陸域生物)	加馬核種	貝克/仟克·鮮重	2
蔬菜 (陸域生物)	加馬核種	貝克/仟克·鮮重	2
龍柏葉 (陸域指標)	加馬核種	貝克/仟克·鮮重	1
落塵水盤 (石門國中)	總貝他	貝克/平方公尺/月	3
	加馬核種	貝克/平方公尺/季	1
環測季報告		份	1

表 1-2：核能研究所環境輻射監測報表

名稱：核研所場所外環境輻射監測107年第四季季報

期間：107年10月1日至107年12月31日

試樣別	分析項目及 活度單位	最大最低 可測活度 (MDA _{max}) ^(註1)	各站平均值及 監測值範圍	最高監測站 ^(註2)		102~106年之 變動範圍
				時間、地點	平均值及範圍	
TLD	毫西弗/季		0.146 (22/22) ^(註3) (0.112~0.217)	逸園	0.217	0.07~0.287
加馬劑量率	微西弗/小時		0.090 (6/6) (0.060~0.140)	龍門	0.090 (0.060~0.140)	(0.27~1.45)E-1 (105/1~106/12) ^(註4)
	微西弗/日		2.15 (6/6) (2.10~2.27)	龍門	2.16 (2.10~2.27)	2.11~3.01
空浮微粒	總貝他	1.05E-4	1.72E-3 (52/52) (0.591~2.73)E-3	龍門 255 館旁	1.68E-3 (0.591~2.73)E-3	(0.110~2.74)E-3
	銻-137	2.44E-5	<MDA (0/4)			<MDA
	碘-131 (貝克/立方公尺)	4.37E-4	<MDA (0/4)			<MDA (105/12~106/12) ^(註5)
環境水樣	總阿伐	0.025	<MDA (0/33)	107.10.1 大溪	0.286 (0.274~0.294)	<MDA
	總貝他	0.059	0.208 (8/34) ($<MDA \sim 0.294$)			<MDA~0.330
	氡	3.01	<MDA (0/33)			<MDA~31.67
	銻-137 (貝克/升)	0.21	<MDA (0/1)			<MDA
滲流水	總貝他	0.05	0.77 (3/3) (0.60~0.92)	107.12.10 螢火蟲之家	0.77 (0.60~0.92)	107年開始監測
米樣 (陸域生物)	銻-137 (貝克/仟克·鮮重)	0.22	<MDA (0/2)			<MDA
草樣 (陸域生物)	銻-137 (貝克/仟克·鮮重)	0.27	2.05 (1/2) ($<MDA \sim 2.05$)	107.10.8 番子寮1	2.05	<MDA~2.47
蔬菜 (陸域生物)	銻-137 (貝克/仟克·鮮重)	0.27	<MDA (0/2)			<MDA
龍柏葉 (陸域指標)	銻-137 (貝克/仟克·鮮重)	0.27	<MDA (0/1)			<MDA
石門國中 落塵 (水盤)	總貝他 (貝克/平方公尺/月)	0.13	2.80 (3/3) (1.58~5.19)	10月	5.19	0.09~18.59
	銻-137 (貝克/平方公尺/季)	0.28	<MDA (0/1)			<MDA

- 註：1.最低可測活度(MDA)會因每次計測背景值(或分析量與計測時間)不同而略有差異，故同一試樣取當季各次分析之MDA最大值為最大最低可測活度(MDA_{max})。
- 2.最高監測站為當季出現最高監測值之監測站；當季監測結果均<MDA時，則最高監測站之時間、地點，平均值及範圍等二欄位不需做紀錄。
- 3.(B/A)中之數字，A表取樣次數，B表大於MDA值有列入統計分析之次數。
- 4.連續監測空間加馬劑量率自105年第一季起監測值單位改以「微西弗/小時」表示(變動範圍欄為105/1~106/12之監測值分佈範圍)，併列原表示單位「微西弗/日」之監測值。
- 5.監測期間未達5年，變動範圍欄統計自105/12至106/12止。

表 1-3：核能研究所場所外環境輻射監測結果摘要報告

報告期間：107年10月1日至107年12月31日

項次	監測類別	監 測 結 果 摘 要	因應對策
1	環境加馬輻射	(a)核研所場所外各點TLD監測值範圍為0.112~0.217毫西弗/季(表2-1)。 (b)連續監測空間加馬劑量率，其監測值為0.060~0.140微西弗/小時，平均值為0.090微西弗/小時(表2-2-1)。在歷年變動範圍內。	正常 正常
2	環境試樣	(a) 環境抽氣空浮微粒總貝他活度(0.591~2.73)E-03貝克/立方公尺，均在背景變動範圍(表2-3)。加馬核種分析結果均未測得任何人造核種 (表2-4-1)，活性碳濾罐碘-131分析結果均<MDA。 (b) 環境水樣監測結果顯示，總阿伐活度均小於MDA值；總貝他活度監測值為<MDA~0.294貝克/升；氚活度監測均小於MDA值 (表2-6-1)。 (c) 滲流水總貝他活度監測值為 0.60~0.92 貝克/升(表2-6-6)。 (d) 農特產品之米樣加馬核種分析結果未發現任何人造核種(表2-7-1)。 (e) 植物試樣加馬核種分析結果，草樣銫-137活度監測值為<MDA~2.05貝克/仟克·鮮重，蔬菜樣與龍柏葉皆未發現任何人造核種(表2-8-1)。	正常 正常 正常 正常 正常
3	落塵分析	累積水盤樣總貝他活度範圍為1.58~5.19貝克/平方公尺/月，均在歷年變動範圍內。加馬核種分析結果均未發現任何人造核種(表2-5-1)。	正常

表 1-4：核能研究所場所外環境輻射監測項目一覽表

	種類	監測對象	取 樣 地 點		取樣頻率	附 記
			取數	位 置		
第 四 季	熱發光劑量計	直接輻射	7	中科院區，編號1至7(圖1-2)	每季一次 (12月底)	利用熱發光計讀儀(TLD)
			15	核研所區外 十一份,石園,三坑,大溪,員樹林,龍潭,淮子埔,佳安,三坑仔,中興新村,逸園,中壢(背景),番子寮,本所番子寮1,2(圖1-3, 1-4)		
	環境監測器	直接輻射	2	消防隊,龍門(圖1-1)	連續監測	單位: 微西弗/小時
		空浮微粒	4	龍門,二號門,消防隊,石園(圖1-1)	每週一次	1.濾紙每週總貝他分析; 累積一季加馬核種分析。 2.活性碳濾罐每週碘-131分析。
	水樣	井水與民家用水	4	內柵,大溪,佳安(井水)(圖1-5)	每月一次	1.取0.5升水量直接烘乾。 2.總貝他大於調查基準的十分之三時,則測加馬核種及銈-90分析。
				三坑仔(民家用水)(圖1-5)		
		河水與自來水	2	武嶺橋,石門水庫(背景)(圖1-5)		
			5	板新水廠(自來水),鳶山堰,石門大圳(圖1-5),本所番子寮1,2(圖1-6)		
		地下水	1	炭津部落(圖1-6)	每季一次 (10月)	取1升水量測加馬核種
		滲流水	1	螢火蟲之家(圖1-5)	每月一次	1.取0.5升水量總貝他分析。 2.總貝他活度超過調查基準1貝克/公升則加作銈-90及加馬核種分析。
	農特產品	食米 (陸域生物)	2	三坑仔(圖1-5),本所番子寮1(圖1-6)	每年二次 (12月)	取農特產品、龍柏葉、草樣及蔬菜各1仟克灰化後取一定量(體積)
	植物	草樣 (陸域生物)	2	廢棄物處理場牆外(圖1-1,1-5),本所番子寮1(圖1-6)	每年二次 (10月)	計測加馬核種,當銈-137核種活度超過調查基準時加做銈-90分析。
		蔬菜 (陸域生物)	2	內柵(圖1-5),本所番子寮1(圖1-6)	每季一次 (11月)	
		龍柏葉 (陸域指標)	1	龍門(圖1-1)	每季一次 (11月)	
	落塵	水盤法	1	石門國中(圖1-5)	每月一次	累積一季測加馬核種

1.4 監測站位址

監測站位址的選擇係依據「環境輻射監測規範」之規定並參考本場所之輻射作業特性及當地之地理環境、人口分佈、氣象變化等資訊，舉凡與環測有關的試樣收集、收換方法、頻率、試樣前處理、計測量、總阿伐及總貝他計測計算、核種化學分析、加馬射線能譜分析等方法，均依照本場所保健物理組環境試樣放射性核種分析實驗室編訂之「品質手冊」⁽⁷⁾及各項相關作業程序書^(8~18)之規定實施。相關之監測站位置及取樣點如圖 1-1 至圖 1-6 所示。



圖 1-1：核能研究所場所外直接輻射、空浮微粒、落塵、草、表土及龍柏葉等取樣點位置圖(註：本季未取土樣)



圖 1-2：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(一)

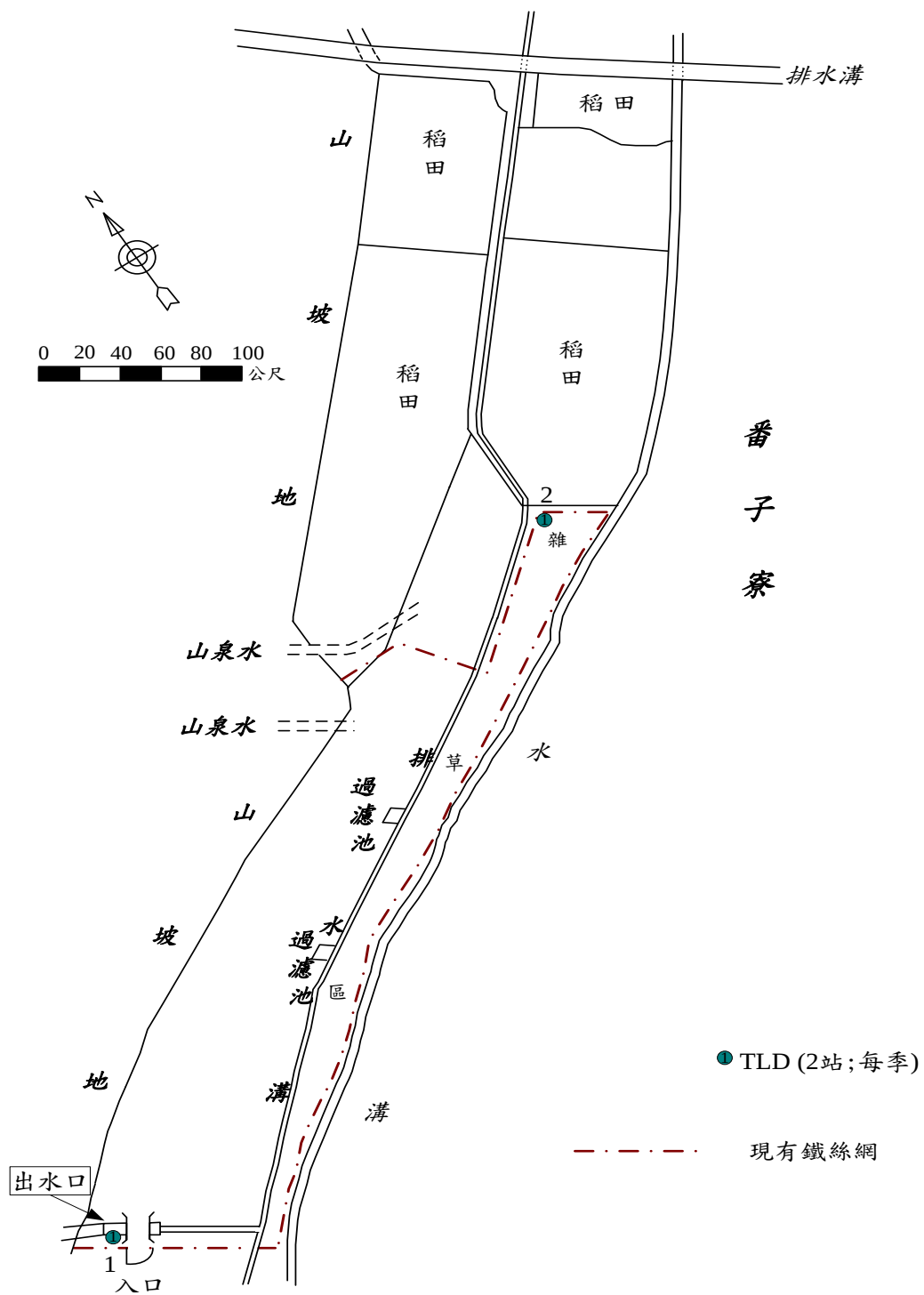


圖 1-4：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(三)



○環境水(10站；每月) ▼ 食米(1站；7,12月) ■ 蔬菜(1站；每季)
 ■ 表土(2站；1,7月) ● 溪底泥(2站；1,7月) ■ 落塵水盤(1站；每月)

圖 1-5：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(一)

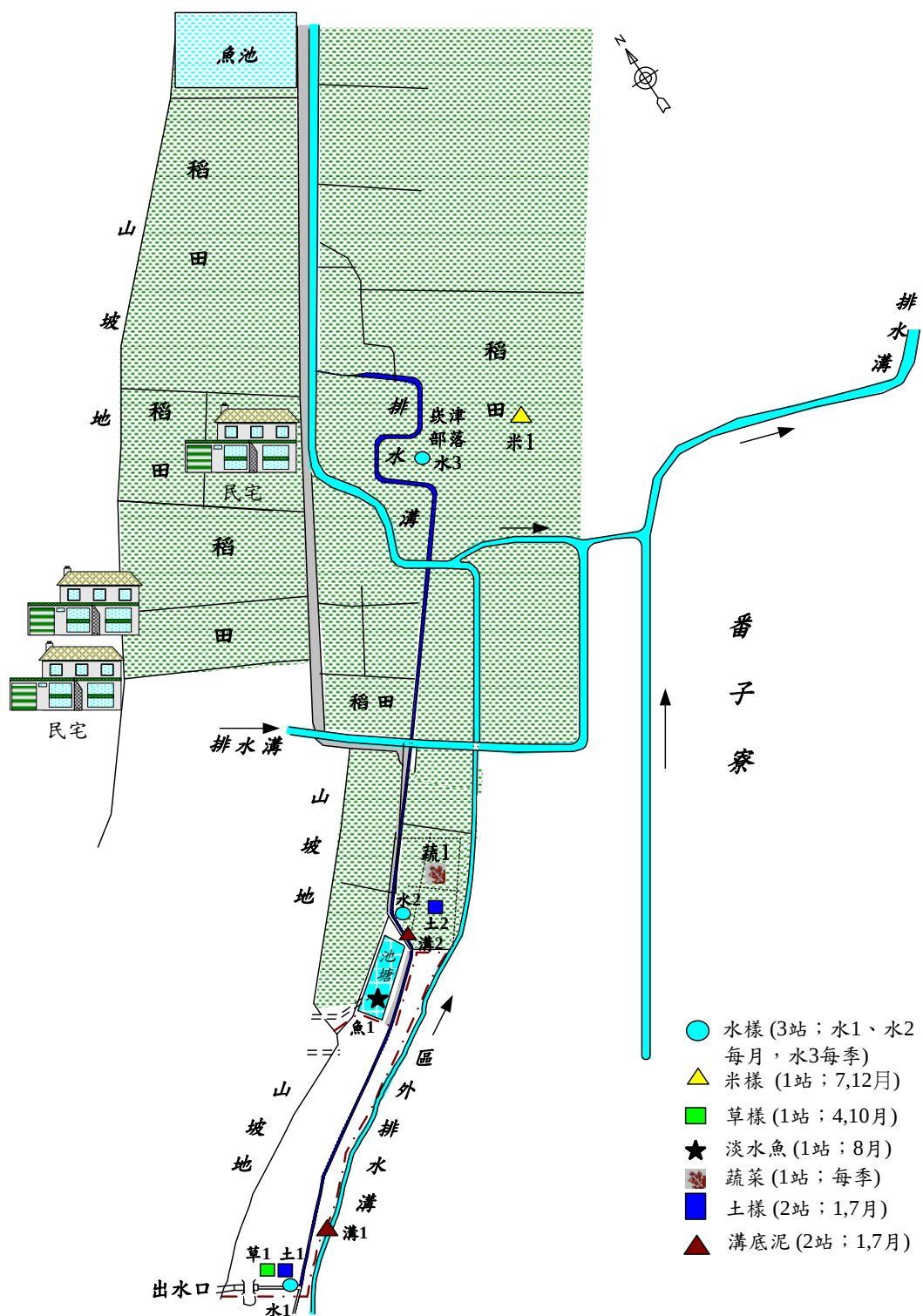


圖 1-6：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(二)

1.5 品保/品管作業措施概要

核能研究所環境試樣放射性核種分析實驗室負責執行場所外之例行環境輻射監測計畫，實驗室遵循 ISO/IEC 17025 國際標準施行應有之品保/品管作業，相關環境輻射監測作業皆訂有標準作業程序書，確實執行相關品保與品管作業，並通過財團法人全國認證基金會之實驗室認證⁽¹⁹⁾ (附錄一)。

1.5.1 現場取樣之品保/品管

現場環境試樣取樣作業係遵循「環境試樣取樣作業程序書(EMRAL-EO-002)⁽¹¹⁾」的步驟執行，確保取樣之完整性與代表性。並將取樣相關資料記錄於「環境試樣取樣紀錄表」，以確保樣品可追溯性與品質要求，便於日後分析結果的追蹤與研判。

1.5.2 分析工作之品保/品管

現場採取之環境試樣於攜回實驗室後，依照「環境試樣流程作業程序書(EMRAL-EO-001)⁽¹⁰⁾」的流程，依序進行樣品接收、分樣、分析、計測及數據覆核。每一階段均劃分專屬人員負責，並於工作完成後於「環境偵測試樣管理作業流程聯絡單」上簽章以示負責。環境試樣分析時依照「品質管制作業程序書(EMRAL-QP-019)⁽²⁰⁾」中規定，執行複樣分析，並由品質負責人判定該批次分析結果是否合格，若不合格，則應追查原因，必要時同批試樣應全部重新分析。

1.5.3 儀器維修校正項目及頻率

為確保試樣分析與計測的品質，相關儀器的維修、校正均依「儀器設備與參考物質作業程序書(EMRAL-QP-018)⁽²¹⁾」執行，儀器校正項目及頻率列於表 1-5，107 年第四季執行情形詳列於附錄二。

表 1-5：儀器檢測校正情形

項次	儀器與標準物質名稱	校正項目	頻 次
1	HP-Ge 高純鍺加馬能譜分析器	能峰測試	每季
2	HP-Ge 高純鍺加馬能譜分析器	效率校正	每年
3	G α/β 計數系統	穩定度測試	半年
4	G α/β 計數系統	效率校正	每年
5	液態閃爍計數器	穩定度測試	半年
6	液態閃爍計數器	效率校正	每年
7	微量電子分析天平	準確度校正	每季
8	鋁載體	質量校正	半年
9	酸鹼度計校正	定量曲線校正	每年
10	高壓游離腔 HPIC	效率校正	每年
11	輻射偵檢儀	準確度校正	每年
12	連續式抽氣機	流量校正	每年
13	煙櫥	流速校正	每年
14	濾層	效率檢測	每年

1.5.4 環境輻射監測作業分析方法

環境加馬直接輻射、飲用井水、落塵、空浮微粒、環境水樣、植物(含農特產品)、生物、土樣與底泥等之取樣、收集、分析處理、監測、劑量評估、記錄與陳報等各項環境監測作業方法概述於表 1-6 中，詳細的作業分析方法請參考「環境輻射監測作業程序書(EMRAL-QP-021)⁽⁹⁾」。

1.5.5 數據處理原則

本場所環境監測數據處理一律用算術平均值，以監測結果總和/監測成功之總時間(或總次數)。低於最低可測活度(偵測極限)則視為 0 計算，未監測成功則不列入算術平均計算。

各項環境輻射監測原始數據平日均貯存於核能研究所保健物理組 008 館 304 室，各項環境輻射監測數據的預警措施詳列於附錄三。

表 1-6：環境樣品放射性核種分析方法

環境樣品	分析項目，單位	放射性核種分析方法	最大最低可測活度 (MDA _{max})
熱發光劑量計 (TLD)	劑量率 (毫西弗/季)	熱發光計讀儀	—
直接輻射 連續監測器	累積劑量 (微西弗/小時)	高壓游離腔	—
空浮微粒	總貝他	抽氣 7 天，放置 72 小時 後計測總貝他	1.05E-4
	加馬核種	累積一季測加馬核種	Cs-137：2.44E-5
	碘-131 (貝克/立方公尺)	抽氣 7 天，計測碘-131	I-131：4.37E-4
環境水樣	總阿伐	0.5 升水量烘乾	0.025
	總貝他	0.5 升水量烘乾	0.059
	氚	液體閃爍計測	3.01
	銫-137 (貝克/升)	取 1 升水量直接加馬 核種分析	0.21
滲流水	總貝他 (貝克/升)	0.5 升水量烘乾	0.05
土樣 (沉積物)	加馬核種 (貝克/仟克·乾重)	烘乾後以 40 mesh 篩 過，取約 0.5 仟克直接 分析	—
底泥 (沉積物)	加馬核種 (貝克/仟克·乾重)	烘乾後以 40 mesh 篩 過，取約 0.5 仟克直接 分析	—
農特產品（米樣） (陸域生物)	銫-137 (貝克/仟克·鮮重)	秤取 1 公斤直接加馬 分析	0.22
草樣 (陸域生物)	加馬核種 (貝克/仟克·鮮重)	1 仟克灰化後全量 加馬核種分析	0.27
蔬菜 (陸域生物)	加馬核種 (貝克/仟克·鮮重)	1 仟克灰化後全量 加馬核種分析	0.27
龍柏葉 (陸域指標)	加馬核種 (貝克/仟克·鮮重)	1 仟克灰化後全量 加馬核種分析	0.27
水盤	總貝他 (貝克/平方公尺/月)	烘乾後測總貝他	0.13
	銫-137 (貝克/平方公尺/季)	累積一季測加馬核種	0.28

第二章、監測結果數據分析

2.1 環境直接輻射

利用熱發光劑量計(TLD)度量環境直接輻射累積劑量，核研所場所外中科院地區設 7 站(圖 1-2)，其餘地區(包括番子寮地區)再設 15 站(圖 1-3 與圖 1-4)，各點之監測值(未扣除當地背景輻射值)列於表 2-1。於核研所外兩側中科院區架設二部加馬劑量率自動連續監測器(圖 1-1)，計讀結果列於表 2-2-1、2-2-2。根據度量結果顯示本季環境直接輻射累積劑量與劑量率均在歷年背景變動範圍內。本季評估人員最大體外有效劑量為<0.025 毫西弗/季，遠低於一般人季劑量限值。

2.2 空浮微粒與落塵

空浮微粒總貝他及碘-131 活度之監測係以 50 升/分抽氣率連續抽取，每週更換乙次濾紙及活性碳濾罐，換下之濾紙放置 3 天後計測總貝他活度，活性碳濾罐則以純鍍偵檢器量測碘-131 活度，位置如圖 1-1 所示。總貝他活度列於表 2-3-1，碘-131 分析結果列於表 2-4-3，各站總貝他活度監測結果均在背景變動趨勢範圍內，碘-131 活度均為<MDA。而累積一季試樣的加馬核種分析結果列於表 2-4-1，均未發現人造核種。

放射性落塵之監測，係每月以水盤法收集大氣落塵做總貝他活度監測，取樣位置示於圖 1-1，結果均在背景變動範圍內；累積三個月之樣品再做加馬核種分析，未測得任何人造放射性核種，分析結果列於表 2-5-1；本季落塵水盤各項分析結果均在歷年變動趨勢範圍內。

2.3 環境水樣

環境水樣之採樣位置示於圖 1-5 與圖 1-6，逐月取樣度量之總阿伐與總貝他及氡活度計測值列於表 2-6-1，總阿伐活度均<MDA 值；總貝他活度

監測值為<MDA~0.294 貝克/升，氡活度監測值為<MDA 值；環境水樣佳安取樣點總貝他活度分析結果大於五年統計上限，但仍於行政管制值[調查基準的十分之三(0.3 貝克/升)]範圍內，依行政管制程序，將持續監測觀察該站總貝他活度變化；本季環境水樣各項分析結果均在歷年變動趨勢範圍內。

2.4 滲流水

滲流水之採樣位置示於圖 1-5，逐月取樣度量之總貝他活度計測值列於表 2-6-6，本季總貝他活度監測值為 0.60~0.92 貝克/升。

2.5 農特產品（米樣）

本季農特產品之米樣加馬核種分析，採樣位置示於圖 1-5 與圖 1-6，結果列於表 2-7-1，皆未測得任何人造放射性核種；本季農特產品之米樣加馬核種分析結果均在歷年變動趨勢範圍內。

2.6 植物試樣（草樣、蔬菜、龍柏葉）

本季監測之植物試樣以草樣、蔬菜及龍柏葉為對象，採樣位置示於圖 1-5 與圖 1-6，加馬核種分析值列於表 2-8-1。分析結果草樣銫-137 活度監測值為<MDA~2.05 貝克/仟克·鮮重，蔬菜樣與龍柏葉皆未發現任何人造核種；本季植物試樣之草樣、蔬菜及龍柏葉加馬核種分析結果均在歷年變動趨勢範圍內。

表 2-1：民國 107 年第四季核研所場所外 TLD 監測值

單位：毫西弗/季

點序	取樣地點	監測值	各站近5年			
			變動範圍	平均值(A)	標準差(σ)	背景值(A+3 σ)
1	十一份	0.175	0.126~0.245	0.158	0.027	0.237
2	石園	0.168	0.112~0.196	0.154	0.020	0.214
3	三坑	0.161	0.112~0.159	0.129	0.014	0.172
4	大溪	0.126	0.091~0.147	0.114	0.015	0.159
5	員樹林	0.161	0.112~0.238	0.155	0.029	0.241
6	龍潭	0.161	0.119~0.238	0.149	0.028	0.233
7	淮子埔	0.140	0.091~0.161	0.117	0.026	0.196
8	佳安	0.147	0.098~0.175	0.134	0.018	0.190
9	三坑仔	0.161	0.119~0.189	0.156	0.021	0.219
10	中興新村	0.161	0.077~0.168	0.119	0.025	0.194
11	逸園	0.217	0.133~0.287	0.176	0.034	0.278
12	中壢	0.161	0.126~0.196	0.152	0.019	0.209
13	番子寮	0.126	0.091~0.147	0.111	0.015	0.157
14	番子寮 1	0.147	0.084~0.175	0.126	0.022	0.193
15	番子寮 2	0.112	0.084~0.189	0.109	0.025	0.184
中科院區：						
點序	取樣地點	監測值	各站近5年			
			變動範圍	平均值(A)	標準差(σ)	背景值(A+3 σ)
1	中科院區	0.119	0.077~0.168	0.108	0.023	0.178
2	中科院區	0.126	0.084~0.147	0.113	0.019	0.171
3	中科院區	0.147	0.084~0.161	0.118	0.020	0.178
4	中科院區	0.140	0.084~0.196	0.115	0.028	0.199
5※	中科院區	0.126	0.091~0.168	0.116	0.022	0.182
6※	中科院區	0.112	0.077~0.168	0.117	0.022	0.183
7※	中科院區	0.126	0.070~0.210	0.103	0.030	0.192

註：依據環境輻射監測規範附件四體外及體內劑量評估方法，以各站五年平均值加3倍標準差為背景值，表列之監測值未扣除背景值。

表 2-2-1：環境加馬直接輻射連續監測報告表

監測日期：107 年 10 月 01 日至 107 年 12 月 31 日

單位：微西弗/日

監測地點	消防隊			龍門		
日期	十月	十一月	十二月	十月	十一月	十二月
1	2.14	2.15	2.15	2.16	2.14	2.16
2	2.14	2.15	2.16	2.16	2.13	2.17
3	2.15	2.15	2.15	2.17	2.13	2.16
4	2.19	2.15	2.15	2.27	2.13	2.16
5	2.13	2.14	2.16	2.16	2.13	2.16
6	2.14	2.15	2.16	2.16	2.14	2.17
7	2.13	2.16	2.15	2.16	2.15	2.16
8	2.13	2.16	2.15	2.16	2.15	2.16
9	2.14	2.16	2.15	2.17	2.15	2.16
10	2.15	2.16	2.14	2.17	2.15	2.16
11	2.18	2.17	2.16	2.25	2.16	2.17
12	2.17	2.16	2.13	2.23	2.15	2.16
13	2.13	2.16	2.14	2.16	2.15	2.15
14	2.13	2.16	2.13	2.16	2.15	2.16
15	2.13	2.16	2.15	2.16	2.15	2.16
16	2.14	2.17	2.16	2.17	2.16	2.16
17	2.18	2.16	2.20	2.23	2.16	2.23
18	2.12	2.16	2.15	2.16	2.15	2.16
19	2.13	2.16	2.17	2.17	2.18	2.17
20	2.13	2.13	2.16	2.16	2.13	2.17
21	2.14	2.14	2.16	2.16	2.14	2.17
22	2.15	2.20	2.16	2.17	2.25	2.17
23	2.16	2.12	2.18	2.20	2.14	2.20
24	2.12	2.11	2.12	2.10	2.12	2.17
25	2.13	2.14	2.12	2.11	2.14	2.15
26	2.14	2.13	2.12	2.13	2.13	2.15
27	2.14	2.12	2.13	2.13	2.11	2.18
28	2.15	2.12	2.12	2.13	2.12	2.15
29	2.15	2.12	2.11	2.14	2.13	2.15
30	2.15	2.14	2.11	2.14	2.15	2.14
31	2.15		2.10	2.14		2.15
累積值	66.45	64.44	66.51	67.11	64.37	67.08
日平均值	2.14	2.15	2.15	2.16	2.15	2.16
標準偏差	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02
月最大值	2.19	2.20	2.20	2.27	2.25	2.23
發生日期	4	22	17	4	22	17
月最小值	2.12	2.11	2.10	2.10	2.11	2.14
發生日期	24	24	31	24	27	30
有效日數	31	30	31	31	30	31

表 2-2-2：環境加馬直接輻射連續監測報告

監測日期：107 年 10 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

試樣別	分析類別	站名(方位、距離)	監測值	單位
高壓游離腔	直接輻射	消防隊(南、0-1 公里)	8.00E-2~1.20E-1	微西弗/小時
			2.10~2.20	微西弗/日
		龍門(東、0-1 公里)	6.00E-2~1.40E-1	微西弗/小時
			2.10~2.27	微西弗/日

註：

1. 監測值之表示係採用每站分析結果之最高值與最低值。
2. 連續監測空間加馬劑量率自 105 年第一季起監測值單位改以「微西弗/小時」表示，併列原表示單位「微西弗/日」之監測值做為參考。

表 2-2-3：環境加馬直接輻射連續監測五年趨勢分析

單位：微西弗/日

監測地點 監測期間		消防隊	龍門
102 年	第 1 季	3.01	2.63
	第 2 季	2.70	2.61
	第 3 季	2.78	2.57
	第 4 季	2.78	2.57
103 年	第 1 季	2.71	2.64
	第 2 季	2.65	2.89
	第 3 季	2.68	2.92
	第 4 季	2.73	2.66
104 年	第 1 季	2.37	2.59
	第 2 季	2.39	2.56
	第 3 季	2.40	2.51
	第 4 季	2.48	2.33
105 年	第 1 季	2.90	2.66
	第 2 季	2.59	2.57
	第 3 季	2.44	2.64
	第 4 季	2.55	2.49
106 年	第 1 季	2.38	2.68
	第 2 季	2.42	2.68
	第 3 季	2.34	2.53
	第 4 季	2.32	2.47
五年統計上限		3.18	3.00

註：五年統計上限係以每季最大值之平均值
加三倍標準差計算。

表 2-3-1：民國 107 年第四季環境空浮總貝他活度監測值

週 數	取樣日期	總貝他活度 (貝克/立方公尺)				備 註
		第一站	第二站	第三站	第四站	
1	107.10.2	1.80E-3	2.26E-3	2.21E-3	2.25E-3	第一站：龍門 255 館旁 第二站：第二號門內 第三站：三所消防隊前 第四站：石園餐廳旁 MDA _{max} ：1.05E-4 貝克 /立方公尺
2	107.10.9	2.08E-3	1.90E-3	2.23E-3	2.17E-3	
3	107.10.16	1.29E-3	1.39E-3	1.37E-3	1.41E-3	
4	107.10.23	2.25E-3	2.03E-3	2.36E-3	2.38E-3	
5	107.10.30	2.14E-3	2.26E-3	2.04E-3	2.22E-3	
6	107.11.6	1.02E-3	8.49E-4	1.10E-3	9.92E-4	
7	107.11.13	1.23E-3	1.31E-3	1.52E-3	1.63E-3	
8	107.11.20	1.57E-3	1.34E-3	1.52E-3	1.64E-3	
9	107.11.27	1.57E-3	1.33E-3	1.46E-3	1.23E-3	
10	107.12.4	2.73E-3	2.48E-3	2.62E-3	2.65E-3	
11	107.12.11	5.91E-4	6.94E-4	6.61E-4	7.05E-4	
12	107.12.18	1.48E-3	1.30E-3	1.57E-3	1.79E-3	
13	107.12.25	2.15E-3	2.14E-3	2.30E-3	2.40E-3	

表 2-3-2：環境空浮總貝他活度監測趨勢分析表

貝克/立方公尺

監測期間		第一站 (龍門 225 館旁)	第二站 (第二號門內)	第三站 (三所消防隊前)	第四站 (石園餐廳旁)
102 年	第 1 季	1.50E-03	1.96E-03	1.79E-03	2.08E-03
	第 2 季	9.33E-04	8.12E-04	6.80E-04	8.91E-04
	第 3 季	9.83E-04	9.22E-04	7.94E-04	9.68E-04
	第 4 季	1.38E-03	1.26E-03	1.16E-03	1.48E-03
103 年	第 1 季	2.11E-03	1.97E-03	1.75E-03	2.33E-03
	第 2 季	1.11E-03	9.13E-04	6.50E-04	9.61E-04
	第 3 季	7.11E-04	7.61E-04	7.72E-04	9.02E-04
	第 4 季	1.56E-03	1.27E-03	1.36E-03	1.25E-03
104 年	第 1 季	2.24E-03	1.57E-03	2.02E-03	1.55E-03
	第 2 季	1.21E-03	1.08E-03	1.10E-03	7.74E-04
	第 3 季	1.86E-03	8.22E-04	8.62E-04	1.17E-03
	第 4 季	2.15E-03	2.23E-03	2.12E-03	1.25E-03
105 年	第 1 季	2.64E-03	2.09E-03	1.26E-03	1.11E-03
	第 2 季	2.20E-03	1.80E-03	1.51E-03	1.13E-03
	第 3 季	2.46E-03	2.19E-03	1.57E-03	1.00E-03
	第 4 季	2.24E-03	1.87E-03	1.03E-03	7.09E-04
106 年	第 1 季	2.74E-03	2.49E-03	1.12E-03	2.71E-03
	第 2 季	2.42E-03	2.33E-03	1.39E-03	2.60E-03
	第 3 季	1.60E-03	1.71E-03	1.83E-03	1.87E-03
	第 4 季	2.50E-03	2.33E-03	2.55E-03	2.39E-03
五年統計上限		3.71E-03	3.39E-03	2.94E-03	3.38E-03

註：1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.102~106 年所有執行之空浮微粒總貝他分析，其 MDA 值範圍為 0.087~0.115 毫貝克/立方公尺，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.8 毫貝克/立方公尺)。

表 2-4-1：空浮微粒核種分析報告表(累積一季)

取樣日期：107 年 10-12 月

單位:貝克/立方公尺

序數	試樣別	取樣地點	分析核種	分析量 (立方公尺)	最低可測活度 (MDA)	分析值
1	空浮微粒	龍門	Cs-137	6552	1.53E-5	<MDA
2	空浮微粒	二號門	Cs-137	6552	2.14E-5	<MDA
3	空浮微粒	消防隊	Cs-137	6552	2.44E-5	<MDA
4	空浮微粒	石園	Cs-137	6552	1.83E-5	<MDA

表 2-4-2：空浮微粒核種(銫-137)活度趨勢分析表

監測期間		第一站 (龍門 225 館旁)	第二站 (第二號門內)	第三站 (三所消防隊前)	第四站 (石園餐廳旁)
102 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
五年統計上限		<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

註：1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示；如 5 年內僅有一個>MDA 之監測值則以該值為五年統計上限。

3.102~106 年所有執行之空浮微粒銫-137 分析，其 MDA 值範圍為 0.011~0.232 毫貝克/立方公尺，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.55 毫貝克/立方公尺)。

表 2-4-3：空浮微粒核種分析報告表(每週)

取樣日期：107 年 10-12 月

單位:貝克/立方公尺

週數	取樣日期	取樣地點	分析核種	分析量 (立方公尺)	最低可測活度 (MDA)	分析值
1	107.10.2	龍門	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	3.57E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	4.37E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.78E-4	<MDA
2	107.10.9	龍門	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.78E-4	<MDA
3	107.10.16	龍門	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	3.17E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.38E-4	<MDA
4	107.10.23	龍門	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		石園	I-131	504	4.17E-4	<MDA
5	107.10.30	龍門	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	3.17E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.78E-4	<MDA
6	107.11.6	龍門	I-131	504	3.17E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		石園	I-131	504	3.17E-4	<MDA
7	107.11.13	龍門	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.98E-4	<MDA
8	107.11.20	龍門	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.58E-4	<MDA

表 2-4-3：空浮微粒核種分析報告表(每週)(續)

取樣日期：107 年 10-12 月

單位:貝克/立方公尺

週數	取樣日期	取樣地點	分析核種	分析量 (立方公尺)	最低可測活度 (MDA)	分析值
9	107.11.27	龍門	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.78E-4	<MDA
10	107.12.4	龍門	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	3.17E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.78E-4	<MDA
11	107.12.11	龍門	I-131	504	2.38E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	4.17E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.78E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.38E-4	<MDA
12	107.12.18	龍門	I-131	504	2.38E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	4.17E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		石園	I-131	504	3.17E-4	<MDA
13	107.12.25	龍門	I-131	504	3.97E-4	<MDA
		二號門	I-131	504	2.58E-4	<MDA
		消防隊	I-131	504	2.98E-4	<MDA
		石園	I-131	504	2.38E-4	<MDA

表 2-5-1：落塵試樣核種分析報告表

取樣日期：107 年 10-12 月

試樣別	取樣地名	分析核種	分析量 (平方公尺)	最低可測活度 (MDA)	分 析 值	備 註
水 盤	石門國中	Cs-137	1	0.28	<MDA	10-12 月
		總貝他	1	0.13	5.19	10 月
		總貝他	1	0.02	1.58	11 月
		總貝他	1	0.05	1.63	12 月

水盤之 Cs-137 活度單位：貝克/平方公尺/季。

水盤之總貝他活度單位：貝克/平方公尺/月。

表 2-5-2：落塵試樣核種(銫-137)活度趨勢分析表

單位：貝克/平方公尺/季

監測地點 監測期間		石門國中
102 年	第 1 季	<MDA
	第 2 季	<MDA
	第 3 季	<MDA
	第 4 季	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA
	第 2 季	<MDA
	第 3 季	<MDA
	第 4 季	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA
	第 2 季	<MDA
	第 3 季	<MDA
	第 4 季	<MDA
105 年	第 1 季	<MDA
	第 2 季	<MDA
	第 3 季	<MDA
	第 4 季	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA
	第 2 季	<MDA
	第 3 季	<MDA
	第 4 季	<MDA
五年統計上限		<MDA

註:1.五年統計上限係以每季最大値之平均值
加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計
上限以<MDA 表示。

3.102~106 年所有執行之落塵試樣銫-137 活度
分析，其 MDA 值範圍為 0.11~0.42 貝克/
立方公尺/季。

表 2-5-3：落塵試樣核種(總貝他)活度趨勢分析表

監測期間	總貝他 (貝克/立方公尺/月)
102 年第 1 季	11.78
102 年第 2 季	10.40
102 年第 3 季	8.04
102 年第 4 季	9.33
103 年第 1 季	10.03
103 年第 2 季	1.74
103 年第 3 季	7.74
103 年第 4 季	18.59
104 年第 1 季	11.62
104 年第 2 季	1.99
104 年第 3 季	3.25
104 年第 4 季	5.24
105 年第 1 季	1.55
105 年第 2 季	1.10
105 年第 3 季	7.39
105 年第 4 季	2.69
106 年第 1 季	1.19
106 年第 2 季	2.76
106 年第 3 季	6.06
106 年第 4 季	1.30
五年統計上限	20.49

註:1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.102~106 年所有執行之落塵試樣總貝他分析，其 MDA 值範圍為 0.02~0.52 貝克/立方公尺/月。

表 2-6-1：環境水樣放射性活度定期報告表

取樣日期：107 年 10 月 1 日

單位：貝克/升

序號	取樣地點	總阿伐	總貝他	氡	銫-137	備 註
1	內柵	< MDA	2.71E-1	< MDA	—	
2	番子寮 1	< MDA	< MDA	< MDA	—	
3	番子寮 2	< MDA	< MDA	< MDA	—	
4	三坑仔民家	< MDA	< MDA	< MDA	—	
5	鳶山堰	< MDA	< MDA	< MDA	—	
6	板新水廠	< MDA	< MDA	< MDA	—	
7	石門大圳	< MDA	< MDA	< MDA	—	
8	大溪	< MDA	2.94E-1	< MDA	—	
9	佳安	< MDA	< MDA	< MDA	—	
10	武嶺橋	< MDA	< MDA	< MDA	—	
11	石門水庫	< MDA	< MDA	< MDA	—	
12	崁津部落	—	0.083	—	< MDA	
最低可測活度(MDA)		2.5E-2	5.6E-2	3.01	0.21	
紀錄基準			0.1	10	0.4	
調查基準			1	1100	2	

註：1.番子寮 1 位於本所產權番子寮地區圍籬內，一般民眾不易進入取水，故此點分析數據不做體內劑量評估。番子寮 2 則在圍籬外，有可能被民眾取水使用，此點分析數據須做體內劑量評估之參考數據。

2.“—”表未分析無數據。

表 2-6-1：環境水樣放射性活度定期報告表(續)

取樣日期：107 年 11 月 1 日

單位：貝克/升

序 號	取樣地點	總阿伐	總貝他	氡	備 註
1	內柵	< MDA	1.79E-1	< MDA	
2	番子寮 1	< MDA	< MDA	< MDA	
3	番子寮 2	< MDA	< MDA	< MDA	
4	三坑仔民家	< MDA	< MDA	< MDA	
5	鳶山堰	< MDA	< MDA	< MDA	
6	板新水廠	< MDA	< MDA	< MDA	
7	石門大圳	< MDA	< MDA	< MDA	
8	大溪	< MDA	2.74E-1	< MDA	
9	佳安	< MDA	< MDA	< MDA	
10	武嶺橋	< MDA	< MDA	< MDA	
11	石門水庫	< MDA	< MDA	< MDA	
最低可測活度(MDA)		2.3E-2	5.9E-2	2.93	
紀錄基準			0.1	10	
調查基準			1	1100	

註：番子寮 1 位於本所產權番子寮地區圍籬內，一般民眾不易進入取水，故 此點分析數據不做體內劑量評估。番子寮 2 則在圍籬外，有可能被民眾取水使用，此點分析數據須做體內劑量評估之參考數據。

表 2-6-1：環境水樣放射性活度定期報告表(續)

取樣日期：107 年 12 月 3 日

單位：貝克/升

序號	取樣地點	總阿伐	總貝他	氡	備 註
1	內柵	< MDA	2.09E-1	< MDA	
2	番子寮 1	< MDA	< MDA	< MDA	
3	番子寮 2	< MDA	< MDA	< MDA	
4	三坑仔民家	< MDA	< MDA	< MDA	
5	鳶山堰	< MDA	< MDA	< MDA	
6	板新水廠	< MDA	< MDA	< MDA	
7	石門大圳	< MDA	0.68E-1	< MDA	
8	大溪	< MDA	2.89E-1	< MDA	
9	佳安	< MDA	0.76E-1	< MDA	
10	武嶺橋	< MDA	< MDA	< MDA	
11	石門水庫	< MDA	< MDA	< MDA	
最低可測活度(MDA)		2.2E-2	5.0E-2	2.99	
紀錄基準			0.1	10	
調查基準			1	1100	

註：番子寮 1 位於本所產權番子寮地區圍籬內，一般民眾不易進入取水，故此點分析數據不做體內劑量評估。番子寮 2 則在圍籬外，有可能被民眾取水使用，此點分析數據須做體內劑量評估之參考數據。

表 2-6-2：環境水樣總阿伐活度趨勢分析表

單位：貝克/升

監測地點 監測期間		內柵	番子寮 1	番子寮 2	三坑仔民家	鳶山堰	板新水廠	石門大圳	大溪	佳安	武嶺橋	石門水庫
102 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
五年統計上限		<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

註:1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示；如 5 年內僅有一個>MDA 之監測值則以該值為五年統計上限。

3.102~106 年所有執行之水樣總阿伐分析，其 MDA 值範圍為 0.024~0.047 貝克/升。

表 2-6-3：環境水樣總貝他活度趨勢分析表

單位：貝克/升

監測地點 監測期間		內柵	番子寮 1	番子寮 2	三坑仔民家	鳶山堰	板新水廠	石門大圳	大溪	佳安	武嶺橋	石門水庫
102 年	第 1 季	0.099	0.265	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.083	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	0.230	0.091	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.050	0.170	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	0.095	0.210	0.073	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.120	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	0.230	<MDA	<MDA	0.057	<MDA	<MDA	0.063	0.080	<MDA	0.055	<MDA
103 年	第 1 季	0.091	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.195	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	0.227	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.180	<MDA	0.090	<MDA
	第 3 季	0.206	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.175	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	0.161	0.080	0.088	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.166	<MDA	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	0.254	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.205	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	0.180	0.119	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.145	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	0.207	0.047	0.051	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.195	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	0.179	0.095	0.061	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.095	<MDA	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	0.118	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.292	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	0.220	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.231	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	0.085	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.145	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	0.167	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.270	<MDA	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	0.114	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.261	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	0.173	0.097	0.234	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.286	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	0.208	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.330	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	0.200	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.312	<MDA	<MDA	<MDA
五年統計上限		0.334	0.346	0.328	0.057	<MDA	<MDA	0.343	0.431	<MDA	0.147	<MDA

註：1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示；如 5 年內僅有一個>MDA 之監測值則以該值為五年統計上限。

3.102~106 年所有執行之水樣總貝他分析，其 MDA 值範圍為 0.047~0.079 貝克/升，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.08 貝克/升)。

表 2-6-4：環境水樣氡活度趨勢分析表

單位：貝克/升

監測地點 監測期間		內柵	番子寮 1	番子寮 2	三坑仔民家	鳶山堰	板新水廠	石門大圳	大溪	佳安	武嶺橋	石門水庫
102 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	31.67	15.00	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	10.00	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	20.00	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA	18.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	28.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	20.00	<MDA	<MDA	8.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	13.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	8.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	8.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	8.33	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
五年統計上限		29.09	51.63	15.00	8.33	<MDA	<MDA	38.92	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

註:1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示；如 5 年內僅有一個>MDA 之監測值則以該值為五年統計上限。

3.102~106 年所有執行之水樣氡分析，其 MDA 值範圍為 3.53~6.95 貝克/升，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(7.00 貝克/升)。

表 2-6-5：環境水樣銫-137 活度趨勢分析表

單位：貝克/升

監測地點 監測期間			炭津部落	大溪 ^(註3)
102 年	第 1 季	1 月	<MDA	-
	第 2 季	4 月	<MDA	-
	第 3 季	7 月	<MDA	-
	第 4 季	10 月	<MDA	-
103 年	第 1 季	1 月	<MDA	-
	第 2 季	4 月	<MDA	-
	第 3 季	7 月	<MDA	-
	第 4 季	10 月	<MDA	-
104 年	第 1 季	1 月	<MDA	-
	第 2 季	4 月	<MDA	-
	第 3 季	7 月	<MDA	-
	第 4 季	10 月	<MDA	-
105 年	第 1 季	1 月	<MDA	-
	第 2 季	4 月	<MDA	-
	第 3 季	7 月	<MDA	-
	第 4 季	10 月	<MDA	-
106 年	第 1 季	1 月	<MDA	-
	第 2 季	4 月	<MDA	-
	第 3 季	7 月	<MDA	-
		8 月	-	-
		9 月	<MDA	<MDA
	第 4 季	10 月	<MDA	<MDA
		11 月	-	-
		12 月	-	-
五年統計上限			<MDA	<MDA

- 註:1.五年統計上限係以每季最大値之平均值加三倍標準差計算。
 2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示；
 如 5 年內僅有一個>MDA 之監測值則以該值為五年統計上限。
 3.為總貝他活度超過調查基準十分之三時之行政管制行動，
 非該監測站例行性分析項目。
 4.102~106 年所有執行之水樣銫-137 分析，其 MDA 值範圍為
 0.21~0.035 貝克/升，每次分析均符合核能研究所場所外環境
 試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.35 貝克/升)。

表 2-6-6：滲流水樣放射性活度定期報告表

單位：貝克/升

序 號	取樣日期	取樣地點	總貝他	備 註
1	107.10.1	螢火蟲之家	0.79	
2	107.11.1		0.60	
3	107.12.10		0.92	
最大最低可測活度(MDA _{max})			0.05	
紀 錄 基 準			0.1	
調 查 基 準			1	

表 2-7-1：農特產試樣核種分析報告表

試樣別	取樣地點	取樣時間	分析量 (仟克)	銫-137 活度 (貝克/仟克·鮮重)
米樣 (陸域生物)	三坑仔	107.12. 18	1	<MDA
	番子寮 1	107.12. 18	1	<MDA
最大最低可測活度 (MDA_{max})				0.22
紀錄基準				0.3
調查基準				74

表 2-7-2：農特產試樣(米樣)核種(銫-137)趨勢分析表

貝克/仟克·鮮重

監測地點 監測期間		三坑仔	番子寮 1
102 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
五年統計上限		<MDA	<MDA

1. 五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。
2. 各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示。
3. 102~106 年所有執行之米樣 Cs-137 分析，其 MDA 值範圍為 0.22~0.27 貝克/仟克·鮮重，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.28 貝克/仟克·鮮重)。

表 2-8-1：植物試樣核種分析報告表

試樣別	取樣地點	取樣時間	分析量 (仟克)	銫-137 核種活度 (貝克/仟克·鮮重)
草 樣 (陸域生物)	廢棄物處理場 牆外	107.10.8	1	<MDA
	番子寮 1	107.10.8	1	2.05
蔬菜 (陸域生物)	內柵	107.10.8	1	<MDA
	番子寮 1	107.10.8	1	<MDA
龍柏葉 (陸域指標)	龍門	107.10.8	1	<MDA
最大最低可測活度(MDA _{max})				0.27
紀錄基準				0.5
調查基準				74

表 2-8-2：植物試樣(草樣)銫-137 核種活度趨勢分析

監測地點 監測期間		貝克/仟克·鮮重	
		廢棄物 處理場牆外	番子寮 1
102 年	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	0.74
103 年	第 2 季	<MDA	0.69
	第 4 季	<MDA	2.47
104 年	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	0.84
105 年	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
106 年	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	3.41
五年統計上限		<MDA	3.24

註: 1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示。

3.102~106 年所有執行之草樣銫-137 分析，MDA 值範圍為 0.27~0.39 貝克/仟克·鮮重，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值 (0.4 貝克/仟克·鮮重)。

表 2-8-3：植物試樣(蔬菜) 銫-137 核種活度趨勢分析

貝克/仟克·鮮重

監測地點 監測期間		內柵	番子寮 1
102 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
103 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
104 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
105 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
106 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	<MDA	<MDA
	第 4 季	<MDA	<MDA
五年統計上限		<MDA	<MDA

註: 1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示。

3.102~106 年所有執行之蔬菜樣 Cs-137 分析，其 MDA 值範圍為 0.20~0.39 貝克/仟克·鮮重，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施所規範之 MDA 值(0.4 貝克/仟克·鮮重)。

表 2-8-4：植物試樣(樹葉) 銫-137 核種活度趨勢分析

貝克/仟克·鮮重

監測地點 監測期間		龍門	
		相思樹葉	龍柏葉
102 年	第 1 季	<MDA	-
	第 2 季	<MDA	-
	第 3 季	<MDA	-
	第 4 季	<MDA	-
103 年	第 1 季	<MDA	-
	第 2 季	<MDA	-
	第 3 季	<MDA	-
	第 4 季	<MDA	-
104 年	第 1 季	<MDA	<MDA
	第 2 季	<MDA	<MDA
	第 3 季	-	<MDA
	第 4 季	-	<MDA
105 年	第 1 季	-	<MDA
	第 2 季	-	<MDA
	第 3 季	-	<MDA
	第 4 季	-	<MDA
106 年	第 1 季	-	<MDA
	第 2 季	-	<MDA
	第 3 季	-	<MDA
	第 4 季	-	<MDA
五年統計上限		-	-

註:1.五年統計上限係以每季最大值之平均值加三倍標準差計算。

2.各站如 5 年內監測值均<MDA 則五年統計上限以<MDA 表示。

3.102~103 年指標植物為相思樹葉；104 年第 1~2 季以相思樹葉與龍柏葉進行平行比對監測，確認監測結果無差異後，自 104 年第 3 季開始採龍柏葉為指標植物，因監測期間未達 5 年，僅表列監測數據，暫不作統計；原指標植物相思樹葉已由龍柏葉取代，亦不做趨勢分析。

4.102~106 年所有執行之樹葉樣 Cs-137 分析，其 MDA 值範圍為 0.20~0.39 貝克/仟克·鮮重，每次分析均符合核能研究所場所外環境試樣放射性分析預警措施所規範之 MDA 值(0.4 貝克/仟克·鮮重)。

2.7 劑量評估

本場所運作對場所外關鍵群體造成輻射劑量之評估方法，係依據原能會「游離輻射防護安全標準」⁽³⁾及「環境輻射監測規範」⁽⁵⁾之附件四「體外及體內劑量評估方法」執行，分別計算關鍵群體每季接受體內約定有效劑量與體外有效劑量。體外有效劑量評估方法採用熱發光劑量計(TLD)及地表沉積放射性核種計算；體內約定有效劑量評估方法以環境試樣實測值，考慮吸入與攝入兩種途徑來計算。本季劑量評估方法概述如下：

(1)體外有效劑量評估方法：

a.熱發光劑量計(TLD)

$$\text{淨季劑量} = [(\text{本季劑量}) - (\text{過去5年20季劑量平均值} + 3 \text{ 倍標準差})] \times \text{佔用因數}$$

式中：佔用因數在中科院院區取 0.3 (係假設每週上班 40 小時推導之)；非中科院地區取 1。

環境 TLD 的監測，對於瞭解體外輻射劑量的貢獻是非常重要的。通常環境中的輻射，包括來自地表及大氣的加馬射線、宇宙射線、核爆試驗廣泛擴散與沈積於地表的放射性核種輻射及來自核設施釋放物的加馬射線等。這些輻射量在空間分佈的不均勻性，隨時間變化的變動非常明顯，而輻射所呈現的能量範圍及方向分佈也有所差異，此外 TLD 擺設高度、附近地形及建築物等的影響也非常顯著。因此，一般環境 TLD 監測結果深受①量測儀器的性能及量測條件的變化；②下雨及大氣層等氣象因素改變；③地理、地形、地上物等自然條件的變化；④宇宙射線強度的改變⑤核爆試驗落塵的沉降；以及⑥核設施運轉狀況的變化等變動

因素的影響，其各 TLD 監測站的自然背景變動範圍(5 年平均值加三倍標準差)變化非常顯著（如表 2-1 所示）。

核研所環境 TLD 採用 $\text{CaF}_2(\text{Dy})$ 、 $\text{LiF}(\text{Mg,Ti})$ 晶片型劑量計，於各監測站擺放 1 季後，送交「核能研究所人員體外劑量評估實驗室」以 Harshaw 8800 計讀儀進行計讀，計測不確定度(1σ)約 7%，最低可測值(MDA)為 0.025 微西弗/季。「核能研究所人員體外劑量評估實驗室」歷年參加由行政院原子能委員會輻射偵測中心(簡稱 RMC)所主辦之環境 TLD 比較實驗，比較結果均符合可接受限值。【註：可接受限值=RMC 計讀值 $\pm$ (10% RMC 計讀值+3 倍計測標準差)】。

本季採用熱發光劑量計(TLD)評估之關鍵群體體外輻射有效劑量為<MDA (0.025 毫西弗/季)。

b.地表沉積

$$\text{淨季劑量} = 2190 \times S \times K \times H$$

式中：

佔用時間：每季取 2190 小時。

S：指土壤所造成之居住屏蔽因數。居住屏蔽因數（土壤）採用 0.36（居住屏蔽因數係室內占用因數 0.8 乘以屏蔽因數 0.2 再加上室外占用因數 0.2）。

K：單位面積放射性活度(Bq/m^2)，對土壤表面密度採 $80 \text{ kg}/\text{m}^2$ （取 0.05 m 深，密度為 $1600 \text{ kg}/\text{m}^3$ ）。

H： ^{137}Cs 核種的劑量轉換係數為 $2.08 \times 10^{-9} \text{ mSv}\cdot\text{m}^2/\text{Bq}\cdot\text{h}$ 。（參考美國 EPA F.G.R. 13，2002）

本季並無分析土壤樣，地表沉積途徑導致之關鍵群體體外輻射劑量不做評估。

(2)體內淨劑量評估方法：

a.吸入途徑評估公式如下：

$$\text{淨季劑量(mSv)} = \text{空浮核種活度(Bq/m}^3\text{)} \times \text{呼吸率(m}^3\text{/h)} \\ \times \text{佔用時間(h)} \times \text{吸入核種劑量轉換因數(mSv/Bq)}$$

式中：

佔用時間(h)：每季取 2190 小時。

呼吸率(m³/h)：依據「游離輻射防護安全標準」中附表四放射性核種管制限度第六項及 ICRP 第 71 號報告推導如下：

年 齡	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
呼吸率 (m ³ /h)	0.119	0.215	0.363	0.638	0.838	0.925

劑量轉換因數(DCF, mSv/Bq)：參考「游離輻射防護安全標準」附表三之五。

本季空浮微粒抽氣均未測得人造核種(表 2-4-1、2-4-3)，評估吸入途徑導致之體內約定有效劑量為<0.001 毫西弗/季。

b.攝入途徑

$$\text{淨季劑量(mSv)} = \text{環境試樣中核種活度[Bq/L(kg)]} \\ \times \text{每季攝入量[L(kg)/季]} \\ \times \text{劑量轉換因數(mSv/Bq)} \\ \times \text{市場稀釋修正} \times \text{由調理等減少的修正}$$

式中：

$$\text{劑量轉換因數：} {}^3\text{H} = 6.4 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} ; {}^{137}\text{Cs} = 2.1 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \\ {}^{90}\text{Sr} = 2.3 \times 10^{-4} \text{ mSv/Bq} \circ$$

(參考「游離輻射防護安全標準」附表三之四，原則上劑量轉換

因數採各年齡層之最保守值（最大值）計算關鍵群體之劑量。）

每季或年攝入量係參考行政院農業委員會公佈之 2016 年「糧食供需年報」，其中食米為 44.48kg/y，葉菜為 41.80kg/y，魚類為 13.86kg/y。另外依據游離輻射防護安全標準及參考美國核管會“Regulatory Guide 1.109”報告，各年齡層飲水量如下：

年齡層	< 1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
每季飲水量：(升/季)	82.5	128	128	128	128	183
每年飲水量：(升/年)	330	510	510	510	510	730

市場稀釋修正值及調理減少修正值為求保守均取 1。

本季水樣、米樣與蔬菜樣未測得人造核種（表 2-6-1、2-7-1、2-8-1），經評估攝入途徑導致之最大體內約定有效劑量為<0.001 毫西弗/季。

經由以上對於體外及體內輻射劑量的評估，本季核能研究所場所外民眾可能接受之最大輻射劑量如表 2-9 所示，依據「環境輻射監測規範」中附件四「體外及體內劑量評估方法」推算評估本季核能研究所場所外民眾可能接受之最大有效劑量為<0.025 毫西弗/季。

表 2-9：核能研究所場所外民眾個人季劑量

監測期間：107年10月1日至107年12月31日

單位：毫西弗/季

曝露途徑	體 外 曝 露			體 內 曝 露				合計
	TLD	地表	岸沙	空浮微粒	飲水	農畜產物	海產物	
核能研究所	*	—	/	—	—	—	/	—
核爆影響	/	/	/	—	—	—	/	—

註：1.”*” 表示小於TLD偵測低限（0.025毫西弗/季）。

2.“—” 表示小於0.001毫西弗。

3.“/” 表示未分析（評估）。

4.體內約定有效劑量評估係考慮50年的劑量積存。

5.有效劑量的推算與評估請參考「環境輻射監測規範」中附件四「體外及體內劑量評估方法」與「核能研究所107年環境輻射監測計畫」。

2.8 其他（特殊產物及土地利用等）

無。

第三章、檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

3.1.1 監測結果綜合檢討分析

民國 107 年第四季期間核研所場所外環境的輻射監測結果與上一季比較如表 3-1 所示。直接輻射累積劑量與上一季相似，均低於調查基準，在背景變動範圍內。場所外落塵總貝他及加馬核種均在背景變動範圍。環境水樣總阿伐、總貝他及氡活度均在背景變動範圍內；惟環境水樣佳安取樣站總貝他活度分析結果大於五年統計上限，但仍於行政管制值[調查基準的十分之三(0.3 貝克/升)]範圍內，依行政管制程序，將持續監測觀察該站總貝他活度變化。植物試樣之米樣、草樣、龍柏葉與蔬菜樣均在背景變動範圍以內。根據分析結果，本季所有環境試樣放射性核種活度均遠低於預警措施所訂調查基準。根據評估結果，場所外民眾可能接受之最大個人體內約定有效劑量為<0.001 毫西弗/季，可能接受之最大個人體外有效劑量為<MDA 值 (<0.025 毫西弗/季)，其體內及體外季劑量總和遠低於法規限值。

表 3-1：監測結果綜合檢討表

監測項目	分析項目 (單位)	監 測 結 果		檢討分析
		上季監測結果	本季監測結果	
熱發光劑量計 (TLD)	劑量率 (毫西弗/季)	0.088~0.182	0.112~0.217	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-1)
直接輻射	劑量率 (微西弗/小時)	(0.70~1.50)E-1	(0.60~1.40)E-1	-(註)
	劑量率 (微西弗/日)	1.86~2.32	2.10~2.27	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-2-3)
空浮微粒	總貝他 加馬核種 碘-131 (貝克/立方公尺)	(0.468~1.86)E-3 <MDA <MDA	(0.591~2.73) E-3 <MDA <MDA	正常 (在近五年變動範圍內； 如表2-3-2,2-4-2)
環境水樣	總阿伐 總貝他 氚 加馬核種 鋇-90 (貝克/升)	<MDA <MDA~0.366 <MDA <MDA <MDA	<MDA <MDA~0.294 <MDA <MDA -	正常 (在近五年變動範圍內； 如表2-6-2~2-6-5)
滲流水	總貝他 (貝克/升)	0.78~0.95	0.60~0.92	正常 (107年度開始監測)
米樣 (陸域生物)	加馬核種 (貝克/千克·鮮重)	<MDA	<MDA	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-7-2)
草樣 (陸域生物)	加馬核種 (貝克/千克·鮮重)	<MDA	<MDA~2.05	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-8-2)
蔬菜 (陸域生物)	加馬核種 (貝克/千克·鮮重)	<MDA	<MDA	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-8-3)
龍柏葉 (陸域指標)	加馬核種 (貝克/千克·鮮重)	<MDA	<MDA	正常 (在近五年變動範圍內；如表2-8-4)
水盤	總貝他 (貝克/平方公尺/月)	0.50~0.61	1.58~5.19	正常 (在近五年變動範圍內； 如表2-5-2,2-5-3)
	加馬核種 (貝克/平方公尺/季)	<MDA	<MDA	

註：連續監測空間加馬劑量率自105年第一季起監測值單位改以「微西弗/小時」表示，併列原表示單位「微西弗/日」之監測值做為參考；以「微西弗/小時」為監測單位之監測數據僅自105/1起至106/12止，因期間過短，無法代表長期性變化，暫不作監測結果之檢討分析。

3.1.2 監測結果異常現象因應對策

核能研究所107年第四季環境輻射監測結果與上季監測結果均無異常，如表3-2、3-3所示。

表 3-2：上季監測之異常狀況及處理情形

異 常 狀 況	因 應 對 策	執 行 成 效
無異常	無	無

表 3-3：本季監測之異常狀況及處理情形

異 常 狀 況	因 應 對 策	執 行 成 效
無異常	無	無

3.2 建議事項

無

參 考 文 獻

1. 「游離輻射防護法」，中華民國 91 年 1 月 30 日華總一義字第 09100019000 號總統令制定公布。
2. 「游離輻射防護法施行細則」，中華民國 97 年 2 月 22 日行政院原子能委員會會輻字第 0970002871 號令修正發布。
3. 「游離輻射防護安全標準」，中華民國 94 年 12 月 30 日行政院原子能委員會會輻字第 0940041080 號令修正發布。
4. 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」，中華民國 105 年 6 月 27 日行政院原子能委員會會輻字第 10500087791 號令修正發布。
5. 「環境輻射監測規範」，中華民國 98 年 11 月 11 日行政院原子能委員會會輻字第 0980018736 號令修正發布。
6. 核能研究所 107 年環境輻射監測計畫，行政院原子能委員會核能研究所，中華民國 106 年 12 月修訂。
7. 品質手冊（EMRAL-QM-001），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
8. 試樣處理作業程序書（EMRAL-QP-020），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
9. 環境輻射監測作業程序書（EMRAL-QP-021），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
10. 試樣流程作業程序書（EMRAL-EO-001），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。

- 11.環境試樣取樣作業程序書（EMRAL-EO-002），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 12.試樣總阿伐/貝他處理作業程序書（EMRAL-EO-003），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 13.氚處理作業程序書（EMRAL-EO-004），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 14.鋇-90 處理作業程序書（EMRAL-EO-005），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 15.HPIC 自動監測系統作業程序書（EMRAL-EO-009），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 16.加馬能譜計測系統作業程序書（EMRAL-EO-011），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 17.總阿伐/貝他計測系統作業程序書（EMRAL-EO-012），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 18.液體閃爍計數系統作業程序書（EMRAL-EO-013），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。

- 19.財團法人全國認證基金會（認證編號：0604），L0604-180611，財團法人全國認證基金會，民國 107 年 6 月 11 日。
- 20.品質管制作業程序書（EMRAL-QP-019），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。
- 21.儀器設備與參考物質作業程序書（EMRAL-QP-018），環境試樣放射性核種分析實驗室，行政院原子能委員會核能研究所保健物理組。

附錄一、環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之認證資料

監測類別	執行單位	認證資料	全國認證基金會認可項目	認證期限
水樣 Water Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	淡水總貝他分析 (Fresh Water Gross β radioactivity determination) 淡水氚分析 (Fresh Water H-3 analysis) 淡水銨90分析 (Fresh Water Sr-90 radionuclide analysis) 淡水加馬核種分析 (Fresh Water γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
植物試樣 Plant Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	植物試樣銨90分析 (Plant Samples Sr-90 radionuclide analysis) 植物試樣加馬核種分析 (Plant Samples γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
土壤試樣 Soil Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	土壤試樣銨90分析 (Soil Samples Sr-90 radionuclide analysis) 土壤試樣加馬能譜分析 (Soil Samples γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
空浮微粒 Air-fall particles	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	空浮微粒總貝他分析 (Air-fall particles Gross β radioactivity determination) 空浮微粒銨90分析 (Air-fall particles Sr-90 radionuclide analysis) 空浮微粒 γ 核種分析 (Air-fall particles γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
肉類試樣 Meat Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604 (詳細如附件)	肉類試樣銨90分析 (Meat Samples Sr-90 radionuclide analysis) 肉類試樣加馬能譜分析 (Meat Samples γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
尿樣 Urine Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	尿樣氚分析 (Urine Samples H-3 analysis) 尿樣銨90分析 (Urine Samples Sr-90 radionuclide analysis) 尿樣加馬能譜分析 (Urine Samples γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21
糞樣 Feces Samples	核能研究所 保健物理組	環境試樣放射性核種 分析實驗室 認可編號：0604	糞樣銨90分析 (Feces Samples Sr-90 radionuclide analysis) 糞樣加馬能譜分析 (Feces Samples γ radionuclide analysis)	107.6.22~110.6.21

附錄二、107 年度第四季品質管制追蹤項目調查表

編號	項 目	儀器數目	預計完成日期	實際完成日期	校正頻率	備註
1	HP-Ge 高純鍺加馬能譜 分析器能峰測試	5	10 月 30 日	10 月 17 日	每季一次	
2	Ga/β 計數器背景管制測試	2	10 月 31 日	10 月 23 日	每季一次	
3	微量電子分析天平校正	6	10 月 31 日	10 月 19 日	每季一次	
4	所區排水自動監測校正	1	12 月 31 日	9 月 10 日	每年一次	
5	大氣觀測系統性能測試	1	12 月 31 日	11 月 9 日	每年一次	
6	液態閃爍計數器鋮 90 效 率校正	1	10 月 31 日	10 月 23 日	每年一次	

附錄三、核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施

試樣 核種	水 (貝克/升)			空氣 (毫貝克/立方公尺)			農 魚 產 品 (貝克/仟克·鮮重)		
	紀錄基準	調查基準	MDA	紀錄基準	調查基準	MDA	紀錄基準	調查基準	MDA
總貝他	0.1	1	0.08	1	90	0.8	5		4.8
氡-3	10	1100	7						
錳-54	0.4	40	0.3	0.6		0.6	0.3	110	0.28
鐵-59	0.7	15	0.7	1.2		1.2	0.5	40	0.5
鈷-58	0.4	40	0.4	0.6		0.6	0.3	110	0.3
鈷-60	0.4	10	0.3	0.6		0.55	0.3	40	0.28
鋅-65	0.9	10	0.9	1.5		1.5	0.5	74	0.5
鋇-89	0.1		0.1	1		1	1		1
鋇-90	0.1		0.09	1		1	1		0.9
銩-95	0.7	15	0.7	1		1	0.5		0.5
銩-95	0.7	15	0.7	1		1	0.5		0.5
碘-131	0.1	1	0.1	0.5	30	0.5			
銻-134	0.4	2	0.35	0.6	370	0.55	0.3	8	0.28
銻-137	0.4	2	0.35	0.6	740	0.55	0.3	74	0.28
鋇-140	0.4	10	0.4	2		2	1		1
鐳-140	0.4	10	0.4	2		2	1		1
直接輻射 (微西弗/時)				0.01	1				

說明：水樣不含雨水，雨水分析結果比照落塵規定。

附錄三、核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施（續）

試樣 核種	蔬菜、草樣 (貝克/仟克·鮮重)			牛奶 (貝克/升)			土壤/溪底泥 (貝克/仟克·乾重)		
	紀錄基準	調查基準	MDA	紀錄基準	調查基準	MDA	紀錄基準	調查基準	MDA
總貝他	5		4.8	5		4.8	100		95
氡-3									
錳-54	0.5		0.5	0.4		0.4	3	110	2.8
鐵-59	0.9		0.9	0.7		0.7	6		6
鈷-58	0.5		0.4	0.4		0.38	3	110	2.8
鈷-60	0.5		0.4	0.4		0.38	3	110	2.8
鋅-65	1		1	0.9		0.9	7		7
鋇-89	1		1						
鋇-90	1		0.9	10		9	10		9
銩-95	0.9		0.9	0.7		0.7	6		6
銩-95	0.9		0.9	0.7		0.7	6		6
碘-131	0.4	4	0.4	0.1	0.4	0.1	3		3
銻-134	0.5	37	0.4	0.4	3	0.35	3	74	2.8
銻-137	0.5	74	0.4	0.4	3	0.35	3	740	2.8
鉍-140	1		1	1	10	1	10		10
釷-140	1		1	1	10	1	10		10

說明：1.水樣不含雨水，雨水分析結果比照落塵規定。

2.溪底泥歷年取樣，樣品均為土壤沉積，故比照土壤之預警措施。