

核能研究所場所外環境輻射監測報告書

(期間 103 年 4 月至 103 年 6 月)

核能研究所

中華民國 103 年 8 月

Secondary Quarterly Report of Environmental Radiation Monitoring outside the Institute of Nuclear Energy Research in 2014

Abstract

This report summarizes the radiation surveillance in the nearby area of Institute of Nuclear Energy Research (INER) from April to June in 2014. The items of monitoring include dose rate measurements from external radiations, total activities in aerosols, ground water, grass, vegetable, leaf of Taiwan acacia, sediment 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103年4月至103年6月)

摘 要

本報告係核能研究所(以下簡稱本場所)於103年4月1日至103年6月30日(第二季)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、草樣、蔬菜、相思樹葉、底泥樣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。

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 | 19 |
| 2.4 植物試樣(草樣、蔬菜、相思樹葉) | 20 |
| 2.5 劑量評估 | 30 |
| 2.6 其他（特殊產物及土地利用等） | 34 |
| 第三章、檢討與建議 | 35 |
| 3.1 監測結果檢討與因應對策 | 35 |
| 3.1.1 監測結果綜合檢討分析 | 35 |
| 3.1.2 監測結果異常現象因應對策 | 37 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 3.2 建議事項..... | 37 |
| 參 考 文 獻 | 38 |
| 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..... | 40 |
| 附錄二、103 年度第二季品質管制追蹤項目調查表..... | 41 |
| 附錄三、採樣與分析方法 | 42 |
| 附錄四、核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施..... | 43 |

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、表土及相思樹 葉等取樣點位置圖 | 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 103 年第二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 103 年第二季核研所場所外 TLD 監測值..... | 21 |
| 表 2-2：環境加馬直接輻射連續監測報告表 | 22 |
| 表 2-3：民國 103 年第二季環境空浮總貝他活度監測值 | 23 |
| 表 2-4：空浮微粒核種分析報告表..... | 24 |
| 表 2-5：落塵試樣核種分析報告表..... | 25 |
| 表 2-6：環境水樣放射性強度定期報告表 | 26 |
| 表 2-7：植物試樣核種分析報告表..... | 29 |
| 表 2-8：核能研究所場所外民眾個人季劑量 | 34 |
| 表 3-1：監測結果綜合檢討表..... | 36 |
| 表 3-2：上季監測之異常狀況及處理情形 | 37 |
| 表 3-3：本季監測之異常狀況及處理情形 | 37 |

前 言

一、依據

核能研究所 103 年第二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」，中華民國九十一年一月三十日華總一義字第〇九一〇〇〇一九〇〇〇號總統令制定公布。
2. 「游離輻射防護法施行細則」，中華民國九十七年二月二十二日行政院原子能委員會會輻字第〇九七〇〇〇二八七一號令修正發布。
3. 「游離輻射防護安全標準」，中華民國九十四年十二月三十日行政院原子能委員會會輻字第〇九四〇〇四一〇八〇號令修正發布。
4. 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」，中華民國九十三年十月二十日行政院原子能委員會會輻字第〇九三〇〇三六七五〇號令修正發布。
5. 環境輻射監測規範（98 會輻字第 0980018736 號令），行政院原子能委員會，中華民國九十八年十一月十一日。
6. 「核能研究所 103 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 102 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 103 年 4 月 1 日至 103 年 6 月 30 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 103 年 4 月 1 日至 103 年 6 月 30 日(第二季)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 103 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 193 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，而長期性累積效應之監測，則以監測表面土壤及溪底淤泥為手段。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 103 年 4 月 1 日至 103 年 6 月 30 日(第二季)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、草樣、蔬菜樣、相思樹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 103 年第二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 | 21 |
| 環境加馬輻射 | 環境輻射劑量率 | 微西弗/天 | 6 |
| 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 |
| 環境水 | 總阿伐 | 貝克/升 | 33 |
| | 總貝他 | 貝克/升 | 33 |
| | 氡 | 貝克/升 | 33 |
| | 加馬核種 | 貝克/升 | 1 |
| 草樣 | 加馬核種 | 貝克/仟克·鮮重 | 2 |
| 蔬菜 | 加馬核種 | 貝克/仟克·鮮重 | 2 |
| 相思樹葉 | 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103年第二季季報

期間：103年4月1日至103年6月30日

| 試樣別 | 分析項目及 活度單位 | 最低可測活度 (MDA) | 各站平均值及 監測值範圍 | 最高監測站 | | 89~102年之 變動範圍 |
|--------------------|----------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | | | | 時間、地點 | 平均值及範圍 | |
| TLD | 毫西弗/季 | | 0.124 (21/21)* (0.084~0.196) | 石園 | 0.196 | 0.07~0.336 |
| 加馬劑量率 | 微西弗/天 | | 2.51 (6/6) (2.33~2.89) | 龍門 | 2.54 (2.45~2.89) | 0.65~6.14 |
| 空浮微粒 | 總貝他 | 9.36E-5 | 0.518E-3 (52/52) (0.177~1.11)E-3 | 龍門255館旁 | 0.574E-3 (0.327~1.11)E-3 | (0.141~3.17)E-3 <MDA |
| | 銫-137 (貝克/立方公尺) | 1.35E-5 | <MDA (0/4) | | | |
| 環境水 | 總阿伐 | 0.046 | <MDA (0/33) | 103.5.2 內柵 | 0.227 | <MDA <MDA~0.6 <MDA~327 <MDA |
| | 總貝他 | 0.070 | 0.151 (5/33) (<MDA~0.227) | | | |
| | 氫 | 6.46 | <MDA (0/33) | | | |
| | 銫-137 (貝克/升) | 0.22 | <MDA (0/1) | | | |
| 草樣 | 銫-137 (貝克/仟克·鮮重) | 0.29 | 0.69 (1/2) (<MDA~0.69) | 番子寮1 | 0.69 | <MDA~10.9 |
| 蔬菜 | 銫-137 (貝克/仟克·鮮重) | 0.29 | <MDA (0/2) | | | <MDA~3.1 |
| 相思樹葉 | 銫-137 (貝克/仟克·鮮重) | 0.29 | <MDA (0/1) | | | <MDA~2.14 |
| 石門國中 落塵 (水盤) | 總貝他 (貝克/平方公尺/月) | 0.07 | 0.91 (3/3) (0.36~1.74) | 4月 | 1.74 | 0.27~45.38 |
| | 銫-137 (貝克/平方公尺/季) | 0.28 | <MDA (0/1) | | | <MDA |

* (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。

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：103年4月1日至103年6月30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0.084~0.196毫西弗/季(表2-1)，在歷年變動範圍內，無異常情況。 (b)連續監測空間加馬劑量率，其監測值為2.33~2.89微西弗/天，平均值為2.51微西弗/天(表2-2)，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(0.177~1.11)E-03貝克/立方公尺，均在背景變動範圍(表2-3)。加馬核種分析結果皆未發現任何人造核種(表2-4)。 (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~0.227貝克/升；氡活度監測值均小於MDA值(表2-6)。 (c) 植物試樣加馬核種分析結果，草樣銫-137活度小於MDA~0.69貝克/仟克·鮮重，在歷年變動範圍內，蔬菜樣與相思樹葉皆未發現任何人造核種(表2-7)。 | 正常 正常 正常 |
| 3 | 落塵分析 | 累積水盤樣總貝他活度範圍為0.36~1.74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)。 | 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 | | |
| 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 (6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,中壠(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 | |
| | 空浮微粒 | 4 | 龍門,二號門,消防隊,石園(圖1-1) | 每週一次 | 累積一季核種分析 |
| 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,則測加馬核種及銨-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 | 崁津部落(圖1-6) | 每季一次 (4月) | 取1升水量測加馬核種 | |
| 植物 | 草樣 | 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 (4月) | 取相思樹葉、草樣及蔬菜各1仟克灰化後取一定量(體積)計測加馬核種,當銨-137核種活度超過調查基準時加做銨-90分析。 |
| | 蔬菜 | 2 | 內柵(圖1-5),本所番子寮1(圖1-6) | 每季一次 (5月) | |
| | 相思樹葉 | 1 | 龍門(圖1-1) | 每季一次 (5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、表土及相思樹葉等取樣點位置圖

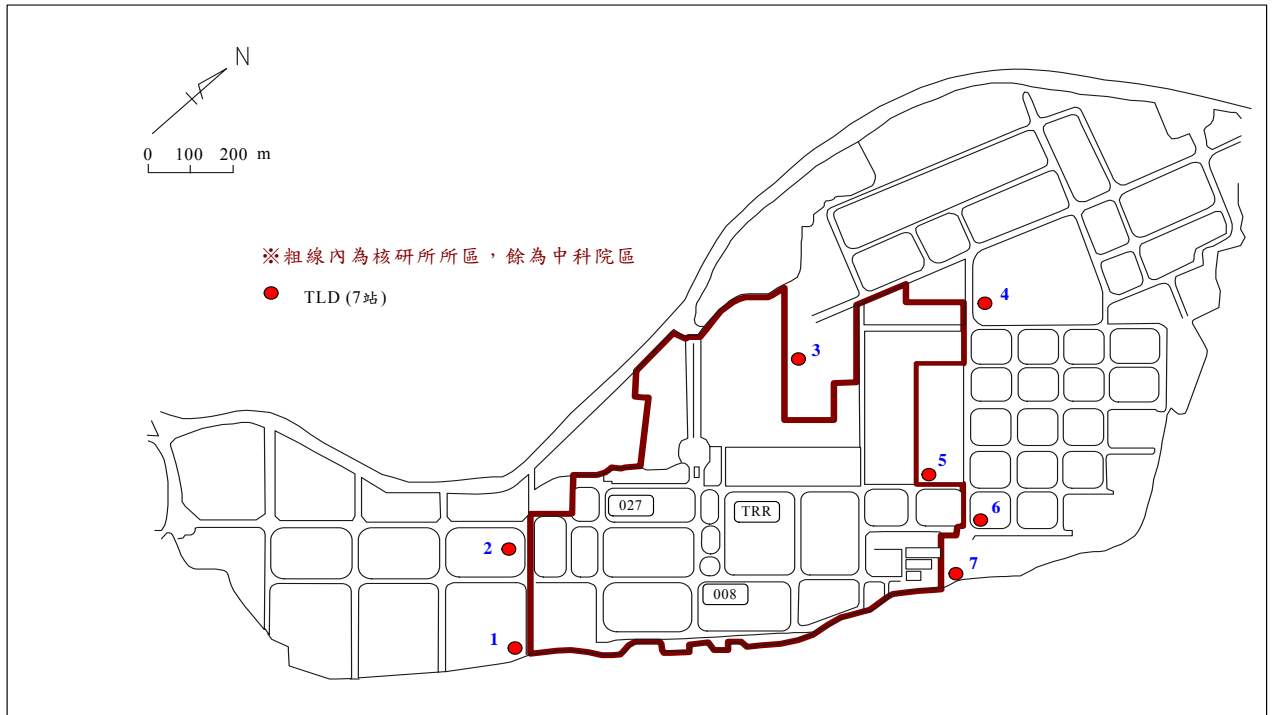


圖 1-2：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(一)

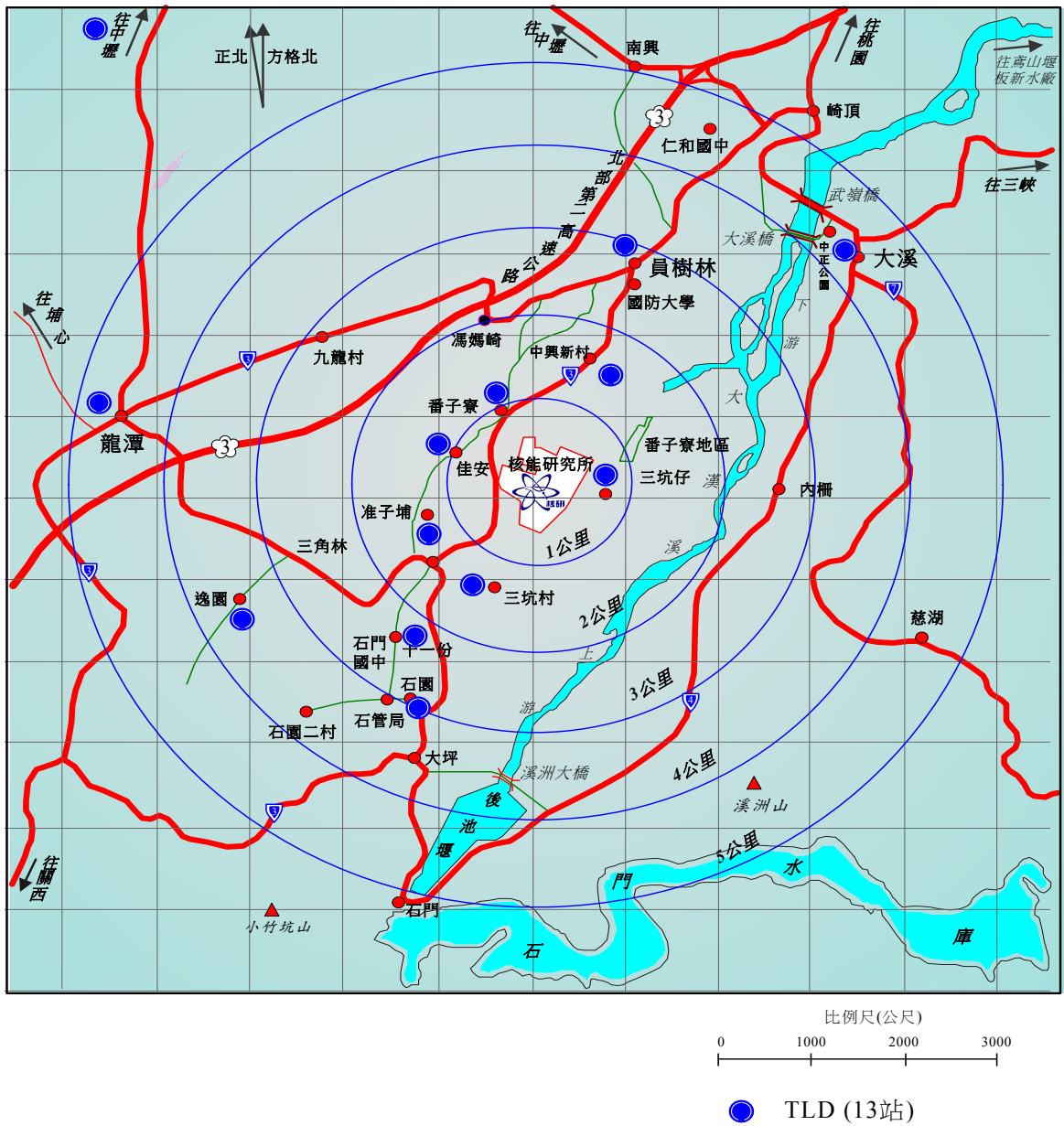


圖 1-3：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(二)

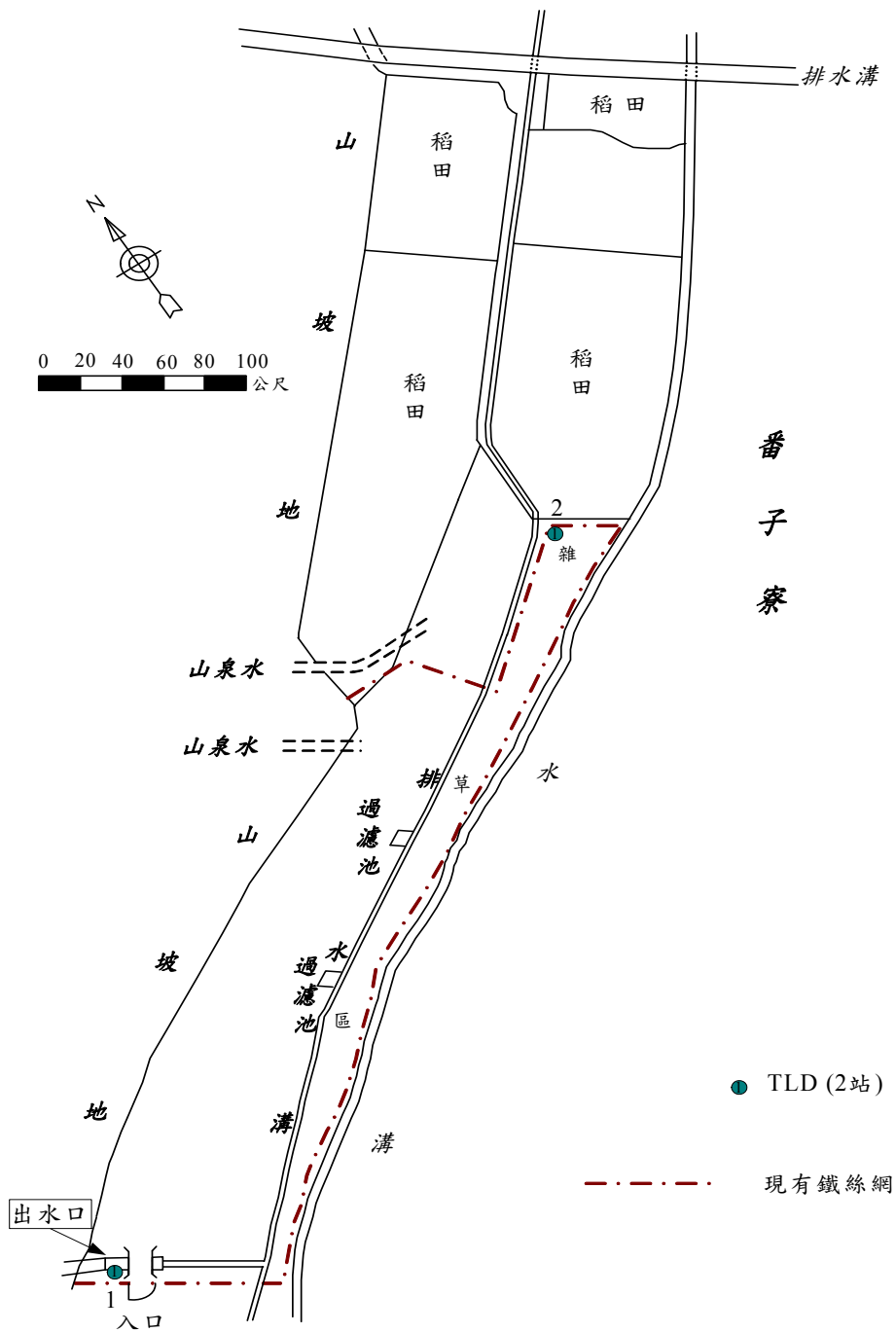


圖 1-4：核能研究所場所外熱發光劑量計(TLD)位置圖(三)



比例尺(公尺)
0 1000 2000 3000

- 環境水(9站) ▼ 食米(1站) 🍅 蔬菜(1站)
- 表土(1站) 🌿 溪底泥(2站) 🗑️ 落塵水盤(1站)

圖 1-5：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(一)

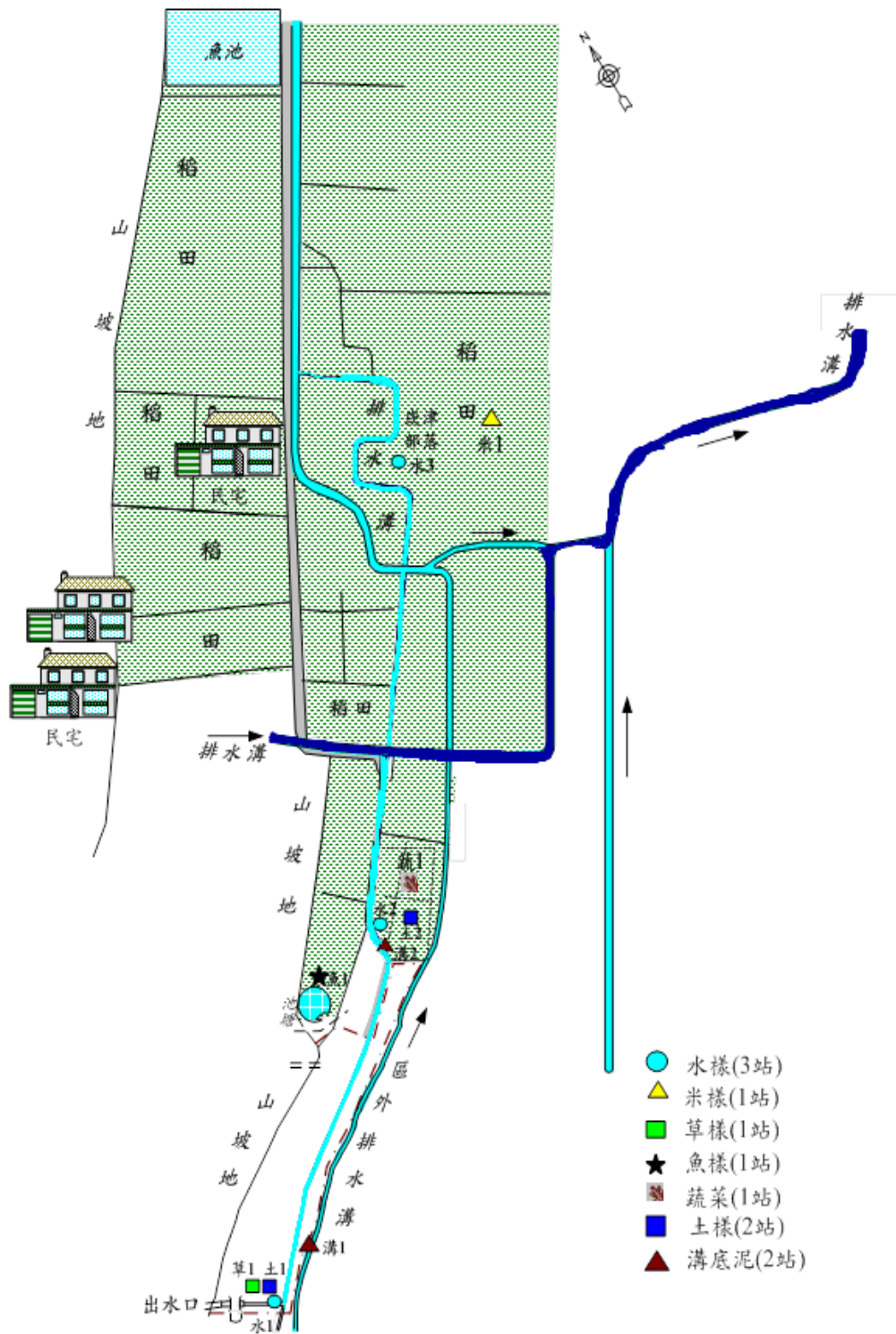


圖 1-6：核能研究所場所外環境試樣取樣位置圖(二)

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 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，並已獲財團法人全國認證基金會之認證通過⁽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。採取之樣品均貼上標籤並以油性筆記錄樣品之試樣名稱、取樣地點、試樣編號、取樣日期、型態、取樣量、取樣人姓名等，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 1-5，103 年第二季執行情形詳列於附錄二。

表 1-5：儀器校正情形

| 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 | 校正 | 每季 |
| 8 | 鋇載體 | 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 | 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、觀測井水、環境水、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 及附錄三中，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四。

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 | 最低可測活度 |
|-----------------|--|---|--------------------------------|
| 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/天) | 高壓游離腔 | — |
| 空浮微粒 | 總貝他 加馬核種 (貝克/立方公尺) | 抽氣 7 天，放置 72 小時 後計測總貝他 累積一季測加馬核種 | 9.36E-5 Cs-137：1.35E-5 |
| 環境水 | 總阿伐 總貝他 氚 銻-137 (貝克/升) | 0.5 升水量烘乾 0.5 升水量烘乾 液體閃爍計測 取 1 升水量直接加馬 核種分析 | 0.046 0.070 6.46 0.22 |
| 土樣 | 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 | 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 | — |
| 草樣 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1 仟克灰化後全量 加馬核種分析 | 0.29 |
| 蔬菜 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1 仟克灰化後全量 加馬核種分析 | 0.29 |
| 相思樹葉 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1 仟克灰化後全量 加馬核種分析 | 0.29 |
| 水盤 | 總貝他 (貝克/平方公尺/月) 銻-137 (貝克/平方公尺/季) | 烘乾後測總貝他 累積一季測加馬核種 | 0.07 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。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無異常狀況。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，換下之濾紙放置3天後計測總貝他活度，位置如圖 1-1 所示。總貝他活度則列於表 2-3，均在背景變動範圍內。而累積一季試樣的加馬核種分析結果列於表 2-4，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。

2.3 環境水

環境水之採樣位置示於圖 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，總阿伐活度均 $<MDA$ 值；總貝他活度監測值為 $<MDA \sim 0.227$ 貝克/升，氡活度監測值為 $<MDA$ 值。

2.4 植物試樣(草樣、蔬菜、相思樹葉)

本季監測之植物試樣以草樣、蔬菜及相思樹葉為對象，採樣位置示於圖 1-5 與圖 1-6，加馬核種分析值列於表 2-7。分析結果：草樣銻-137 活度小於 MDA~0.69 貝克/仟克·鮮重，蔬菜樣與相思樹葉皆未發現任何人造核種。

表 2-1：民國 103 年第二季核研所場所外 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 | 0.168 | 0.133~0.196 | 0.163 | 0.015 | 0.209 |
| 2 | 石園 | 0.196 | 0.126~0.189 | 0.160 | 0.015 | 0.204 |
| 3 | 三坑 | 0.140 | 0.098~0.159 | 0.134 | 0.015 | 0.178 |
| 4 | 大溪 | 0.098 | 0.091~0.147 | 0.122 | 0.014 | 0.165 |
| 5 | 員樹林 | 0.154 | 0.112~0.182 | 0.150 | 0.016 | 0.199 |
| 6 | 龍潭 | 0.126 | 0.119~0.189 | 0.158 | 0.018 | 0.212 |
| 7 | 淮子埔 | 0.084 | 0.091~0.168 | 0.126 | 0.025 | 0.201 |
| 8 | 佳安 | 0.112 | 0.098~0.168 | 0.140 | 0.015 | 0.186 |
| 9 | 三坑仔 | 0.119 | 0.140~0.189 | 0.160 | 0.016 | 0.209 |
| 10 | 中興新村 | 0.112 | 0.077~0.147 | 0.112 | 0.016 | 0.161 |
| 11 | 逸園 | 0.168 | 0.133~0.238 | 0.172 | 0.021 | 0.234 |
| 12 | 中壢 | 0.140 | 0.119~0.203 | 0.159 | 0.025 | 0.233 |
| 13 | 番子寮 | 0.098 | 0.098~0.168 | 0.121 | 0.017 | 0.173 |
| 14 | 番子寮 1 | 0.154 | 0.084~0.161 | 0.126 | 0.017 | 0.178 |
| 15 | 番子寮 2 | — | 0.091~0.189 | 0.117 | 0.023 | 0.186 |
| 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 | 0.168 | 0.077~0.133 | 0.110 | 0.015 | 0.154 |
| 2 | 中科院區 | 0.084 | 0.084~0.154 | 0.123 | 0.019 | 0.181 |
| 3 | 中科院區 | 0.098 | 0.084~0.161 | 0.117 | 0.033 | 0.215 |
| 4 | 中科院區 | 0.091 | 0.084~0.196 | 0.129 | 0.024 | 0.201 |
| 5※ | 中科院區 | 0.112 | 0.091~0.168 | 0.134 | 0.023 | 0.203 |
| 6※ | 中科院區 | 0.098 | 0.098~0.189 | 0.141 | 0.022 | 0.209 |
| 7※ | 中科院區 | 0.091 | 0.070~0.336 | 0.151 | 0.059 | 0.327 |

註：1. “—”表遺失無數據。

2. 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 2-2：環境加馬直接輻射連續監測報告表

監測日期：103 年 04 月 01 日至 103 年 06 月 31 日

單位：微西弗/天

| 監測地點 | 消防隊 | | | 龍門 | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 日期 | 四月 | 五月 | 六月 | 四月 | 五月 | 六月 |
| 1 | 2.65 | 2.54 | 2.40 | 2.57 | 2.57 | 2.52 |
| 2 | 2.44 | 2.65 | 2.38 | 2.58 | 2.58 | 2.53 |
| 3 | 2.42 | 2.54 | 2.36 | 2.61 | 2.61 | 2.56 |
| 4 | 2.46 | 2.54 | 2.40 | 2.64 | 2.64 | 2.59 |
| 5 | 2.46 | 2.54 | 2.40 | 2.57 | 2.67 | 2.47 |
| 6 | 2.64 | 2.47 | 2.33 | 2.54 | 2.89 | 2.49 |
| 7 | 2.48 | 2.56 | 2.41 | 2.56 | 2.57 | 2.51 |
| 8 | 2.48 | 2.56 | 2.42 | 2.59 | 2.60 | 2.54 |
| 9 | 2.43 | 2.51 | 2.37 | 2.61 | 2.61 | 2.56 |
| 10 | 2.45 | 2.65 | 2.39 | 2.63 | 2.64 | 2.58 |
| 11 | 2.49 | 2.57 | 2.43 | 2.55 | 2.47 | 2.42 |
| 12 | 2.61 | 2.52 | 2.38 | 2.53 | 2.50 | 2.45 |
| 13 | 2.39 | 2.65 | 2.33 | 2.56 | 2.52 | 2.47 |
| 14 | 2.46 | 2.65 | 2.40 | 2.54 | 2.55 | 2.50 |
| 15 | 2.54 | 2.63 | 2.48 | 2.56 | 2.57 | 2.52 |
| 16 | 2.42 | 2.50 | 2.36 | 2.59 | 2.59 | 2.54 |
| 17 | 2.47 | 停電 | 2.41 | 2.62 | 停電 | 2.57 |
| 18 | 2.49 | 停電 | 2.43 | 2.63 | 停電 | 2.59 |
| 19 | 2.41 | 2.65 | 2.35 | 2.44 | 2.45 | 2.40 |
| 20 | 2.40 | 2.55 | 2.34 | 2.47 | 2.48 | 2.42 |
| 21 | 2.43 | 2.51 | 2.37 | 2.53 | 2.54 | 2.49 |
| 22 | 2.50 | 2.58 | 2.44 | 2.52 | 2.53 | 2.47 |
| 23 | 2.58 | 2.55 | 2.41 | 2.55 | 2.49 | 2.44 |
| 24 | 2.47 | 2.65 | 2.41 | 2.53 | 2.47 | 2.42 |
| 25 | 2.48 | 2.63 | 2.41 | 2.55 | 2.45 | 2.40 |
| 26 | 2.53 | 2.64 | 2.40 | 2.53 | 2.50 | 2.44 |
| 27 | 2.48 | 2.56 | 2.42 | 2.56 | 2.52 | 2.47 |
| 28 | 2.40 | 2.53 | 2.34 | 2.54 | 2.54 | 2.49 |
| 29 | 2.50 | 2.53 | 2.35 | 2.55 | 2.47 | 2.42 |
| 30 | 2.45 | 2.62 | 2.39 | 2.58 | 2.59 | 2.53 |
| 31 | | 2.57 | | | 2.53 | |
| 累積值 | 74.43 | 74.65 | 71.71 | 76.81 | 74.14 | 74.79 |
| 日平均值 | 2.48 | 2.57 | 2.39 | 2.56 | 2.56 | 2.49 |
| 標準偏差 | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.09 | 0.06 |
| 月最大值 | 2.65 | 2.65 | 2.48 | 2.64 | 2.89 | 2.59 |
| 發生日期 | 1 | 2 | 15 | 4 | 6 | 4 |
| 月最小值 | 2.39 | 2.47 | 2.33 | 2.44 | 2.45 | 2.40 |
| 發生日期 | 13 | 6 | 6 | 19 | 19 | 19 |
| 有效日數 | 30 | 29 | 30 | 30 | 29 | 30 |

表 2-3：民國 103 年第二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 | 103.4.1 | 7.57E-4 | 6.63E-4 | 4.33E-4 | 6.43E-4 | 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：9.36E-5 貝克/ 立方公尺 |
| 2 | 103.4.8 | 8.35E-4 | 7.28E-4 | 5.55E-4 | 8.87E-4 | |
| 3 | 103.4.15 | 1.11E-3 | 9.13E-4 | 6.50E-4 | 9.61E-4 | |
| 4 | 103.4.22 | 9.28E-4 | 6.87E-4 | 5.40E-4 | 9.08E-4 | |
| 5 | 103.4.29 | 4.77E-4 | 6.10E-4 | 3.75E-4 | 4.80E-4 | |
| 6 | 103.5.6 | 5.00E-4 | 5.25E-4 | 3.38E-4 | 6.43E-4 | |
| 7 | 103.5.13 | 4.16E-4 | 3.80E-4 | 2.51E-4 | 4.46E-4 | |
| 8 | 103.5.20 | 4.19E-4 | 4.74E-4 | 3.03E-4 | 4.42E-4 | |
| 9 | 103.5.27 | 3.75E-4 | 3.71E-4 | 2.48E-4 | 3.71E-4 | |
| 10 | 103.6.3 | 5.87E-4 | 5.07E-4 | 2.63E-4 | 6.19E-4 | |
| 11 | 103.6.10 | 3.81E-4 | 3.54E-4 | 3.77E-4 | 4.54E-4 | |
| 12 | 103.6.17 | 3.27E-4 | 3.54E-4 | 4.54E-4 | 4.33E-4 | |
| 13 | 103.6.24 | 3.47E-4 | 3.24E-4 | 3.33E-4 | 1.77E-4 | |

表 2-4：空浮微粒核種分析報告表

取樣日期：103 年 4-6 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 | 6682 | 1.35E-5 | <MDA |
| 2 | 空浮微粒 | 二號門 | Cs-137 | 6552 | 1.22E-5 | <MDA |
| 3 | 空浮微粒 | 消防隊 | Cs-137 | 6652 | 1.35E-5 | <MDA |
| 4 | 空浮微粒 | 石園 | Cs-137 | 6552 | 1.22E-5 | <MDA |

表 2-5：落塵試樣核種分析報告表

取樣日期：103 年 4-6 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 | 4-6 月 |
| | | 總貝他 | 1 | 0.07 | 1.74 | 4 月 |
| | | 總貝他 | 1 | 0.06 | 0.36 | 5 月 |
| | | 總貝他 | 1 | 0.03 | 0.63 | 6 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 2-6：環境水樣放射性強度定期報告表

取樣日期：103 年 4 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 | < MDA | < 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 | < MDA | < 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 | — | — | — | < MDA | |
| 最低可測活度(MDA) | | 4.6E-2 | 7.0E-2 | 6.15 | 0.22 | |
| 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。

(續)表 2-6：環境水樣放射性強度定期報告表

取樣日期：103 年 5 月 2 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 | 2.27E-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 | 1.18E-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) | | 4.6E-2 | 5.6E-2 | 6.46 | |
| 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。

(續)表 2-6：環境水樣放射性強度定期報告表

取樣日期：103 年 6 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 | 1.4E-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 | 1.8E-1 | < MDA | |
| 9 | 佳安 | < MDA | < MDA | < MDA | |
| 10 | 武嶺橋 | < MDA | 9.0E-2 | < MDA | |
| 11 | 石門水庫 | < MDA | < MDA | < MDA | |
| 最低可測活度(MDA) | | 3.6E-2 | 5.7E-2 | 6.29 | |
| 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 2-7：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 | 廢棄物處理場 牆外 | 103.4.11 | 1 | <MDA |
| | 番子寮 1 | 103.4.11 | 1 | 0.69 |
| 蔬 菜 | 內 柵 | 103.5.14 | 1 | < MDA |
| | 番子寮 1 | 103.5.14 | 1 | < MDA |
| 相思樹葉 | 龍門 | 103.5.14 | 1 | < MDA |
| 最低可測活度(MDA) | | | | 0.29 |
| 紀錄基準 | | | | 0.5 |
| 調查基準 | | | | 74 |

2.5 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)

淨季劑量 = (TLD 最大值 - 鄰近地區之天然背景值) × 佔用因數

式中：鄰近地區之天然背景值定義如下(99年7月14日原能會會輻字第0990010255號函)：

以各站本身過去5年的季劑量平均值加三倍標準差作為背景值。佔用因數在中科院院區取0.3(係假設每週上班44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±(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 值 (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)，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

$$\text{淨季劑量(mSv)} = \text{環境試樣核種活度} \times \text{每季攝入量} \times \text{劑量轉換因數} \\ \times \text{市場稀釋修正} \times \text{由調理等減少的修正}$$

式中：

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

(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，但考量一

歲以下之嬰兒以乳類製品為主食，而本場所鄰近地區並無生產乳類製品之曝露途徑，因此一歲以下嬰兒的食品攝食劑量不列入關鍵群體評估。)

每季或年攝入量係參考行政院農業委員會公佈之 2012 年「糧食供需年報」，其中食米為 45.64 kg/y，葉菜為 38.09kg/y，魚類為 19.39kg/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) | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 183 |
| 每年飲水量：(升/年) | 510 | 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。

本季水樣與蔬菜樣未測得人造核種（表 2-6、2-7），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 2-8 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<0.001 毫西弗/季。

表 2-8：核能研究所場所外民眾個人季劑量

監測期間：103年4月1日至103年6月30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103年環境輻射監測計畫」。

2.6 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 103 年第二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。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。植物試樣之草樣、相思樹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 <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) | 0.084~0.154 | 0.084~0.196 | 正常 |
| 直接輻射 | 劑量率 (微西弗/天) | 2.39~2.71 | 2.33~2.89 | 正常 |
| 空浮微粒 | 總貝他 加馬核種 (貝克/立方公尺) | (0.433~2.33) E-3 <MDA | (0.177~1.11) E-3 <MDA | 正常 |
| 環境水 | 總阿伐 總貝他 氡 加馬核種 (貝克/升) | <MDA <MDA~0.195 <MDA~20 <MDA | <MDA <MDA~0.227 <MDA <MDA | 正常 |
| 草樣 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | <MDA~0.74 | <MDA~0.69 | 正常 |
| 蔬菜 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | <MDA | <MDA | 正常 |
| 相思樹葉 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | <MDA | <MDA | 正常 |
| 水盤 | 總貝他 (貝克/平方公尺/月) 加馬核種 (貝克/平方公尺/季) | 7.63~10.03 <MDA | 0.36~1.74 <MDA | 正常 |

3.1.2 監測結果異常現象因應對策

核能研究所103年第二季環境輻射監測結果與上季監測結果之比較如表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 | 因應對策與效果 |
|------|---------|
| 無異常 | 無 |

3.2 建議事項

無

參 考 文 獻

1. 「游離輻射防護法」，中華民國九十一年一月三十日華總一義字第0九一〇〇〇一九〇〇〇號總統令制定公布。
2. 「游離輻射防護法施行細則」，中華民國九十七年二月二十二日行政院原子能委員會會輻字第0九七〇〇〇二八七一號令修正發布。
3. 「游離輻射防護安全標準」，中華民國九十四年十二月三十日行政院原子能委員會會輻字第0九四〇〇四一〇八〇號令修正發布。
4. 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」，中華民國九十三年十月二十日行政院原子能委員會會輻字第0九三〇〇三六七五〇號令修正發布。
5. 環境輻射監測規範（98會輻字第0980018736號令），行政院原子能委員會，中華民國九十八年十一月十一日。
6. 核能研究所103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102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. 環境輻射監測作業手冊（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. 環境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.氫處理作業程序書 (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)，
L0604-120528，財團法人全國認證基金會，中華民國 101 年 5 月 28 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 (詳細如附件) | 淡水總貝他分析 (Fresh Water Gross β radioactivity determination) 淡水氚分析 (Fresh Water H-3 analysis) 淡水銷90分析 (Fresh Water Sr-90 radionuclide analysis) 淡水加馬核種分析 (Fresh Water γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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 (詳細如附件) | 植物試樣銷90分析 (Plant Samples Sr-90 radionuclide analysis) 植物試樣加馬核種分析 (Plant Samples γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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 (詳細如附件) | 土壤試樣銷90分析 (Soil Samples Sr-90 radionuclide analysis) 土壤試樣加馬能譜分析 (Soil Samples γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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 (詳細如附件) | 空浮微粒總貝他分析 (Air-fall particles Gross β radioactivity determination) 空浮微粒銷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) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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) | 肉類試樣銷90分析 (Meat Samples Sr-90 radionuclide analysis) 肉類試樣加馬能譜分析 (Meat Samples γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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 (詳細如附件) | 尿樣氚分析 (Urine Samples H-3 analysis) 尿樣銷90分析 (Urine Samples Sr-90 radionuclide analysis) 尿樣加馬能譜分析 (Urine Samples γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |
| 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 (詳細如附件) | 糞樣銷90分析 (Feces Samples Sr-90 radionuclide analysis) 糞樣加馬能譜分析 (Feces Samples γ radionuclide analysis) | 101.6.22~104.6.21 |

附錄二、103 年度第二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 | 9 | 4 月 30 日 | 4 月 16 日 | 每季一次 | |
| 2 | G α/β 計數系統最佳工 作電壓測試 | 2 | 5 月 31 日 | 5 月 12 日 | 每年一次 | |
| 3 | G α/β 計數系統效率鉀 40 校正 | 2 | 6 月 30 日 | 6 月 17 日 | 每年一次 | |
| 4 | G α/β 計數器背景管制 測試 | 2 | 6 月 30 日 | 6 月 12 日 | 每年一次 | |
| 5 | 液態閃爍計數器氙效率 校正 | 1 | 6 月 30 日 | 4 月 11 日 | 每年一次 | |
| 6 | 液態閃爍計數器鋇 90 效 率校正 | 1 | 6 月 30 日 | 4 月 11 日 | 每年一次 | |
| 7 | 微量電子分析天平校正 | 4 | 4 月 30 日 | 4 月 18 日 | 每季一次 | |
| 8 | 連續抽氣機效正 | 4 | 5 月 30 日 | 5 月 21 日 | 每年一次 | |
| 9 | 連續抽氣機效正 | 5 | 6 月 30 日 | 6 月 10 日 | 每年一次 | |

附錄三、採樣與分析方法

| 樣品種類 | 分析項目(單位) | 分析方法 |
|-------------|---|---|
| 熱發光劑量計(TLD) | 累積劑量 (毫西弗/季) | 熱發光計讀儀 |
| 直接輻射連續監測 | 劑量率 (微西弗/天) | 高壓游離腔 |
| 空浮微粒 | 總貝他 加馬核種 (貝克/立方公尺) | 抽氣7天，放置72小時後計測 累積一季加馬分析 |
| 環境水 | 總阿伐 總貝他 氫 加馬核種 (貝克/升) | 0.5升水量烘乾 0.5升水量烘乾 液體閃爍計測 取1升水量直接加馬分析 |
| 土樣 | 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 | 加馬核種 鋇-90 (貝克/仟克·乾重) | 烘乾後以40 mesh 篩過，取 約0.5仟克直接分析 化學分析 |
| 米樣 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1仟克灰化後全量加馬分析 |
| 草樣 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1仟克灰化後全量加馬分析 |
| 蔬菜 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1仟克灰化後全量加馬分析 |
| 相思樹葉 | 加馬核種 (貝克/仟克·鮮重) | 1仟克灰化後全量加馬分析 |
| 落塵水盤 | 總貝他 (貝克/平方公尺/月) 加馬核種 (貝克/平方公尺/季) | 烘乾後測總貝他 累積一季加馬分析 |

附錄四、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 |
| 錮-89 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 |
| 錮-90 | 0.1 | | 0.09 | 1 | | 1 | 1 | | 0.09 |
| 鋳-95 | 0.7 | 15 | 0.7 | 1 | | 1 | 0.5 | | 0.5 |
| 鈮-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 |
| 釷-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。

(續) 附錄四、核能研究所場所外環境試樣放射性分析之預警措施

| 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 |
| 鋅-95 | 0.9 | | 0.9 | 0.7 | | 0.7 | 6 | | 6 |
| 鈮-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 |
| 鉬-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。