

中華民國105年01月

歡迎參閱



執行監測單位：台灣電力股份有限公司放射試驗室



摘 要

本報告詳述台灣電力股份有限公司蘭嶼貯存場104年第4季環境輻射監測結果。按照行政院原子能委員會核備之104年環境輻射監測計畫執行，其監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁牧產物及沉積物試樣等。本季共計分析環境樣品4,556樣次，監測結果均遠低於環境試樣放射性分析預警措施基準之調查基準。依據「環境輻射監測規範」附件四「體外及體內劑量評估方法」，蘭嶼貯存場在本季之運轉期間，評估其對場外民眾所造成之劑量未達評估標準(小於 $1.00\text{E}-03$ 毫西弗)，遠低於「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第五條之年有效劑量限值 $2.50\text{E}-01$ 毫西弗。

SUMMARY

In order to assure the conformity with the regulatory requirements of radiological effluence, Taipower had established and administered an integrated environmental monitoring program for Lan-Yu storage site.

There were 4,556 samples collected during the 4th quarter of 2015 (see table 1). The long term environmental radiological monitoring programs were based on the site characteristics. The monitoring scope for Lan-Yu storage site includes Lan-Yu Island area. The cardinal data pertaining to meteorology, hydrology, demography, produce, lifestyle and the land-use are taken into account to prepare the monitoring program. The monitoring items include direct radiation, airborne, waterborne (sea water, drinking water), food-stuff (farm food products-vegetations, marine food-fish, alga), sediment (soil, sand of shoreline) and the local produces. The environmental monitoring report shall be submitted to AEC ROC. Then, The Radiation Monitoring Center of AEC ROC conducted an independent and collateral monitoring program around all nuclear facilities to ensure the safety of site radiation.

Results

The results of environmental radiological monitoring(see table 2) reveal that the quarterly radiation dose of each member of the public around Lan-Yu storage site is less than 1.00E-03mSv(regulatory limit is 2.50E-01mSv/y/site).

Table 1 Amounts of analysis during the 4th quarter of 2015

Medium & Pathway sampled	Amounts
Thermoluminescence Dosimeter(TLD)	16
Direct Radiation	4,440
Airborne	28
Waterborne	36
Organisms	19
Marine	2
Sediment	15
Total Amount	4,556

Table 2

**Lan-Yu Storage Site Environment Radiological Surveillance
Program Summary during the 4th quarter of 2015**

Monitoring Period : Oct 1, 2015~Dec 31, 2015

Medium & Pathway sampled	Environmental monitoring items	Environmental monitoring results	Strategy
Direct radiation	1. TLD 2. Direct Radiation 3. Direct Radiation (HPIC)	1. With Thermoluminescence Dosimeter(TLD), the gamma dose rates around Lan-yu storage site were between 2.06E-01~3.70E-01 mSv/y. 2. With Portable gamma radiation detector, the gamma dose rates around Lan-yu storage site were between 3.23E-02~4.19E-02 μSv/h. 3. With Direct Radiation (HPIC), the average gamma dose rates around Lan-yu storage site were between 4.16E-02~7.36E-02 μSv/h.	—
Airborne	1. Gβ 2. γ Spec.	1. Gross beta activities were between 8.60E-03~1.04E+00 mBq/m ³ , and all less than 90 mBq/m ³ . 2. With gamma spectrometry system, no artificial radionuclide was found.	—
Sea water	1. H-3 2. γ Spec.	1. Activities for tritium were below the minimum detectable amount (MDA). 2. With gamma spectrometry system, no artificial radionuclide was found.	—
Drinking water	1. H-3 2. γ Spec.	1. Activities for tritium were below the minimum detectable amount (MDA). 2. With gamma spectrometry system, no artificial radionuclide was found.	—
Ground water	1. H-3 2. γ Spec.	1. Activities for tritium were below the minimum detectable amount (MDA). 2. With gamma spectrometry system, no artificial radionuclide was found.	—
Grass	γ Spec.	With gamma spectrometry, no artificial radionuclide was found.	—
Vegetable	γ Spec.	With gamma spectrometry, no artificial radionuclide was found.	—
Taro (Farm products)	γ Spec.	With gamma spectrometry, no artificial radionuclide was found.	—
Sweet potato (Yam)	γ Spec.	With gamma spectrometry, no artificial radionuclide was found.	—

Medium & Pathway sampled	Environmental monitoring items	Environmental monitoring results	Strategy
Marine(Fish)	γ Spec.	Activities of Cs-137 with gamma spectrometry were between $9.36\text{E-}02 \sim 9.93\text{E-}02$ Bq/kg · fresh , and far lower than investigation level(74 Bq/kg · fresh).	—
Soil	γ Spec.	Activities of Cs-137 with gamma spectrometry were between $<\text{MDA} \sim 3.01\text{E+}00$ Bq/kg · dry , and far lower than investigation level(740 Bq/kg · dry).	—
Shore sand	γ Spec.	With gamma spectrometry, no artificial radionuclide was found.	—

目 錄

前言.....	1
1、依據.....	1
2、監測執行期間.....	1
3、執行監測單位.....	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.....	2
1.3 監測計畫概述.....	4
1.4 品保/品管作業措施概要.....	6
1、環境偵測作業標準化.....	6
2、分析工作之品保/品管.....	6
3、儀器維修校正項目及頻度.....	6
4、分析項目之檢測方法.....	6
5、數據處理原則.....	7
1.5 取樣／監測位址.....	15
1、取樣／監測站選擇依據.....	15
2、各取樣／監測站分佈圖.....	15
第二章、監測結果數據分析.....	16
2.1 環境直接輻射.....	16
2.2 空氣微粒與落塵.....	16
2.3 水樣.....	16
2.4 陸域生物.....	16
2.5 海域生物.....	16
2.6 沉積物試樣.....	16
2.7 預警制度執行之情形.....	16
2.8 民眾劑量評估.....	17
2.9 作業量統計表.....	25
第三章、檢討與建議.....	28
3.1 監測結果檢討與因應對策.....	28
1、監測結果綜合檢討及分析.....	28
2、監測結果異常現象因應對策.....	31
3.2 建議事項.....	31
第四章、參考文獻.....	32

目 錄

表1	環境輻射監測結果摘要報告.....	2
表2	104年第4季蘭嶼貯存場環境輻射監測計畫.....	5
表3	環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表.....	8
表4	全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種 比較分析結果.....	9
表5	原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果.....	11
表6	環境輻射監測作業儀器系統及品管執行結果一覽表.....	12
表7	環境試樣分析方法簡表.....	13
表8	數據處理原則.....	14
表9	環境試樣放射性分析之預警措施基準.....	19
表10	蘭嶼關鍵群體使用量因子.....	20
表11	放射性核種嚥入或吸入對一般人之約定有效劑量的轉換因數.....	21
表12	地表面污染放射性核種距地一公尺高度體外有效劑量轉換因數...	23
表13	最大個人全身劑量及曝露途徑.....	24
表14	與天然背景劑量比較.....	24
表15	104年第4季蘭嶼貯存場監測試樣作業量統計表.....	26
表16	104年第4季蘭嶼貯存場監測類別作業量統計表.....	27
表17	蘭嶼貯存場周圍環境監測結果綜合檢討表.....	29
表18	上次監測之異常狀況及處理情形.....	31
表19	本次監測之異常狀況及處理情形.....	31

附 錄 目

附錄1	蘭嶼貯存場環境輻射監測取樣／監測站方位距離表.....	33
附錄2	104年蘭嶼貯存場環境輻射監測項目及頻度.....	36
附錄3	採樣與監測方法.....	37
附錄4	蘭嶼貯存場取樣／監測站分佈圖.....	39
圖1-1	蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(一).....	40
圖1-2	蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(二).....	41
圖2	蘭嶼貯存場周邊各類試樣取樣／監測站分佈圖.....	42
圖3	蘭嶼貯存場土壤銫-137加馬能譜分析結果.....	43
圖4	蘭嶼貯存場排水口岸砂加馬能譜分析結果.....	44
圖5	蘭嶼貯存場104年第4季民眾最大個人全身劑量.....	45
附錄5	檢測執行單位之認證資料.....	46
附錄6	環境輻射監測報表.....	47

前言

1、依據

本公司依據下列相關規定執行環境輻射監測：

- (1) 「游離輻射防護法」。
- (2) 「放射性物料管理法施行細則」。
- (3) 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」。
- (4) 「環境輻射監測規範」。

本公司在蘭嶼貯存場場外附近環境建置環境輻射監測系統，以瞭解蘭嶼貯存場在運轉期間對民眾所造成的輻射劑量及環境放射性含量變化之狀況，以確保蘭嶼貯存場周圍民眾輻射安全。基於上述法規要求，本公司依據歷年監測結果及土地利用狀況提報蘭嶼貯存場104年環境輻射監測計畫送原子能委員會審查通過並獲核備(詳原能會會輻字第1030023893號函)後，再依該計畫執行本年度相關監測作業。

2、監測執行期間：104年10月1日至104年12月31日止

本期報告係依據原能會核備之「台灣電力公司蘭嶼貯存場104年環境輻射監測計畫」⁽¹⁾，針對該場運轉期間採取各類環境試樣並分析其放射性含量以及監測直接輻射，再據以評估該場運轉對附近民眾所造成之輻射劑量，並編寫本報告。

3、執行監測單位

台灣電力公司 放射試驗室

第一章、監測內容概述

1.1 監測目的

為確保蘭嶼貯存場作業期間周圍民眾的輻射安全，並確認環境中各核種的消長變化趨勢，藉以觀察蘭嶼貯存場作業期間對周遭環境與民眾造成的輻射影響，並評估對場外民眾造成之最大個人年劑量，特執行本項監測計畫以達成下列目標：

- (1)推算與評估民眾可能接受之輻射劑量及確認是否符合法規限值。
- (2)確實瞭解蘭嶼貯存場周圍環境中放射性物質的累積狀況。
- (3)評估蘭嶼貯存場貯存作業對周圍環境之影響。
- (4)確保蘭嶼貯存場輻射安全。
- (5)提供蘭嶼貯存場附近正確環境輻射資訊。

1.2 監測情形概述

綜合本季各項監測結果，摘要內容彙整如表1所示，其環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁牧產物及沉積物試樣等，均遠低於環境試樣放射性分析行動基準之調查基準。

表1 環境輻射監測結果摘要報告

監測類別	監測項目	監測結果摘要	因應對策
直接輻射	1.熱發光劑量計 2.直接輻射 (環境級蓋格偵測儀及比例計數器偵測儀等) 3.直接輻射 (高壓游離腔)	1.各站累積劑量由季測值推估為年劑量變動範圍為 $2.06\text{E}-01\sim 3.70\text{E}-01$ 毫西弗／年。 2.各站劑量率變動範圍為 $3.23\text{E}-02\sim 4.19\text{E}-02$ 微西弗／小時，均遠低於調查基準 1.0 微西弗／小時。 3.各站劑量率變動範圍為 $4.16\text{E}-02\sim 7.36\text{E}-02$ 微西弗／小時，均遠低於調查基準 1.0 微西弗／小時。	—
空氣微粒	1.總貝他 2.加馬能譜	1.各站測得總貝他分析結果，其變動範圍為 $8.60\text{E}-03\sim 1.04\text{E}+00$ 毫貝克／立方公尺，均遠低於調查基準 90 毫貝克／立方公尺。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銻-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—

監測類別	監測項目	監測結果摘要	因應對策
海水	1.氡分析 2.加馬能譜	1.氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種（銫-137活度低於計測儀器最小可測量）。	—
飲水	1.氡分析 2.加馬能譜	1.氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種（銫-137活度低於計測儀器最小可測量）。	—
地下水	1.氡分析 2.加馬能譜	1.氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種（銫-137活度低於計測儀器最小可測量）。	—
草樣 (陸域生物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銫-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—
葉菜 (陸域生物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銫-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—
根菜 (陸域生物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銫-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—
芋頭 (陸域生物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銫-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—
海魚 (海域生物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，各站銫-137活度範圍為9.36E-02~9.93E-02貝克／公斤・鮮重，於紅頭村及椰油村(對照站)等2站測得，均遠低於調查基準(74貝克／公斤・鮮重)。	—
土壤 (沉積物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，各站銫-137活度範圍為<MDA~3.01E+00貝克／公斤・乾重，於紅頭村及椰油村(對照站)等2站測得，均遠低於調查基準(740貝克／公斤・乾重)。	—
岸砂 (沉積物)	加馬能譜	加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銫-137活度低於計測儀器最小可測量)。	—

1.3 監測計畫概述

環境監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁牧產物及沉積物試樣等，各類試樣之監測項目、地點、頻度、方法及摘要說明如下(本期間之監測項目、地點、頻度、方法及摘要說明詳列於表2)：

1、環境直接輻射

- 對於其環境直接輻射劑量之測定，係以8站之直接輻射偵檢器、16站硫酸鈣(銦)粉末之熱發光劑量計及2站高壓游離腔(HPIC)分布於上下風向場界附近執行連續監測。
- 自103年起熱發光劑量計朗島派出所站(TLD507)因長期以來易受當地居民破壞，改移至朗島公墓設站(TLD522)。
- 自103年起熱發光劑量計四條溝崗哨站(TLD510)因不易了解所在位置，改移至垃圾掩埋場設站(TLD523)。

2、水樣

- 海水試樣係以貯存場排放口為中心，沿海岸向外散布，共設6處海水取樣監測站，用以分析海水中放射性物質含量之消長變化及判定貯存場在本年度運貯期間若有放射性液體外釋排至環境之影響。(目前並無放射性液體排放)
- 另參考當地水文、人口、產物分布之調查資料，於主要村落設置飲水監測站計4處。
- 另參考蘭嶼貯存場貯存溝位置，設置地下水(8站)監測站。

3、空氣微粒

有關空氣中放射性懸浮粒子之監測，以設置2處低流量抽氣取樣器(設置於場內)連續取樣監測空氣總貝他(週)計測及加馬能譜計測(季)。

4、陸域生物

參考當地氣象、人口、產物分布之調查資料，草樣在貯存場附近及對照站設置5站，並在紅頭村設置葉菜(1站)、根菜(1站)及芋頭(2站)等取樣監測站共9處，以評估鄰場民眾食物鏈中放射性物質含量變化。

5、海域生物

參考當地水文、人口、產物分布之調查資料，在排水口設置底棲生物(1站)及附近村落設置海魚(2站)等取樣監測站共3處，以評估鄰場民眾食物鏈中放射性物質含量變化。

6、指標生物

應原能會之要求在蘭嶼貯存場附近長期設置海域指標生物(海藻)取樣監測站1處以取樣分析，供以鑑別核爆落塵及天然輻射背景變動影響。

7、沉積物土壤

為判定貯存場長期運轉之累積效應，於場外各方位，特別是上下風向區域，共計設置土壤取樣監測站5處，定期取樣分析之。102年增加野銀部落1站加馬能譜分析。

8、沉積物岸砂

沿出水口附近海岸密集設置5站，另於專用碼頭、東清、椰油各設置1站，共計8處取樣監測站，定期取樣分析之。

9、其他

為瞭解鄰近地區之環境輻射變動狀況，同時在不易受貯存場運轉干擾地區，配合各類試樣設置對照站。

表2 104年第4季蘭嶼貯存場環境輻射監測計畫

監測期間：104/10/1～104/12/31

監測類別	監測項目	取樣監測 站數	執行監測時間
直接輻射	1.熱發光劑量計	16	10/1～12/31
	2.直接輻射 (環境級蓋格偵測儀 及比例計數器偵測 儀等)	8	10/10、11/1、12/6
	3.直接輻射 (高壓游離腔)	2	10/1～12/31
空氣微粒	1.總貝他	2	10/1～12/31
	2.加馬能譜	2	10/1～12/31
海水	1.氡分析	6	10/10
	2.加馬能譜	6	10/10
飲水	1.氡分析	4	10/10
	2.加馬能譜	4	10/10
地下水	1.氡分析	8	10/9
	2.加馬能譜	8	10/9
草樣 (陸域生物)	加馬能譜	5	10/10、11/1、12/6
葉菜 (陸域生物)	加馬能譜	1	10/1
根菜 (陸域生物)	加馬能譜	1	10/1
芋頭 (陸域生物)	加馬能譜	2	10/1
海魚 (海域生物)	加馬能譜	2	10/4
土壤 (沉積物)	加馬能譜	5	10/10
岸砂 (沉積物)	加馬能譜	8	10/10、11/1、12/6

1.4 品保/品管作業措施概要

1、環境偵測作業標準化

針對核能設施周圍環境輻射監測之環境監測作業規劃、環境試樣取樣、前處理、化學處理、放射性活度分析、樣品貯存作業，環境直接輻射監測及環境輻射監測報告製作等環境偵測作業方法，訂定「環境偵測作業方法管理程序」，提供相關作業人員依循，冀能使環境輻射偵測作業品質維持一定之水準。採樣與監測方法之說明，詳如附錄3。

2、分析工作之品保/品管

為維持核能設施環境輻射監測結果之精密度與準確性，及確保環境輻射監測計畫之分析品質，本公司放射試驗室制定「環境監測品質系統作業程序」及「環境監測品質管制作業程序」，確保監測例行放射性核種分析作業之品保/品管能符合原能會頒佈之「環境輻射監測規範」及「環境輻射偵測品質保證規範」要求。

(1)本公司放射試驗室執行環境輻射監測計畫，遵循ISO 17025國際標準執行應有之品保與品管作業，實驗室獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過(如附錄5)，並定期參加國內原能會輻射偵測中心主辦的環境試樣放射性核種實驗室間比較分析及全國認證基金會 (TAF)所舉辦之環境試樣放射性核種分析能力試驗計畫，以確保例行環境監測作業品質能達既定之作業水準。

(2)有關環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表、全國認證基金會 (TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析結果、我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果，分別詳見表3～表5。

3、儀器維修校正項目及頻度

本公司放射試驗室為維持核能設施環境輻射例行監測作業能力，乃制定「環境監測儀器及設備維護作業程序」，針對例行監測及計測作業所使用的儀器、設備執行初級維護及保養，執行頻度原則上為每半年1次；至於各儀器系統之品管項目及執行頻度，則規範於「環境偵測品質管制作業程序」中，如表6所示。

4、分析項目之檢測方法

本公司核能設施環境輻射監測作業之監測項目係依據原能會頒佈之「環境輻射監測規範」訂定，主要的分析試樣有直接輻射、空氣試樣、水樣、生物試樣和沉積物試樣5類，測試項目則有加馬劑量、加馬劑量率、加馬能譜分析、總貝他活度、放射性碘、銨-89/90、氡活度分析等7項。各類環境

試樣放射性核種分析方法主要係參考國內、外著名環境試樣放射性核種分析機構，如美國國土安全部環境度量實驗室(Environmental Measurements Laboratory, USDHS)和我國原能會輻射偵測中心等制定之標準作業程序執行；有關各環境試樣放射性核種分析檢測方法之概述如表7所示。

5、數據處理原則

環境試樣放射性核種分析測得數據之代表性，係依環境試樣的取樣方式及頻度而定。環境試樣如採連續取樣方式取得，所得測值代表取樣期間總活度，如為定時定點取樣方式取得，則所得測值代表取樣期間的平均活度。環境試樣放射性核種分析測得數據之處理原則如表8所示。

表3 環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表

放射性核種分析品質管制項目		執行頻度	完成日期	品管結果	小計
1.複製試樣分析	(1)氚分析	每批次	視試樣而定	合格	7
	(2)鋇分析	每批次	視試樣而定	合格	---
	(3)總貝他(水樣)	每批次	視試樣而定	合格	---
	(4)牛、羊奶碘分析	每月	每月月底	合格	---
2.全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析	(1)土壤試樣加馬核種、鋇-90	每年	104年12月	合格	5
	(2)植物試樣加馬核種、鋇-90			合格	5
	(3)濾紙加馬核種、鋇-90、總貝他			合格	6
	(4)水樣加馬核種、鋇-90、總貝他、氚			合格	7
	(5)牛乳試樣加馬核種、鋇-90			合格	5
	(6)肉類試樣加馬核種、鋇-90			合格	5
	(7)米樣加馬核種、鋇-90			合格	5
3.我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析	(1)土壤試樣加馬核種	每年	104年12月	合格	5
	(2)茶葉試樣加馬核種、鋇-90			合格	6
	(3)水樣加馬核種、總貝他、氚			合格	3
	(4)熱發光劑量計照射組、田野組計讀劑量分析			合格	4

註：1.水樣總貝他及牛、羊奶碘複製試樣分析僅第四核能發電廠執行。

2.本季加馬能譜分析結果鉍-137皆低於原能會所規定之AMDA，故無須執行鋇分析。

表4 全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣

放射性核種比較分析結果

完成日期：104年12月

分析序	試樣	核種	本室測值	TAF 添加值	偏差%	結果
1	土壤 (貝克/公斤·乾重)	Co-60	244 ± 8	252 ± 4	-2.96	通過
2		Cs-134	156 ± 5	164 ± 3	-4.71	通過
3		Cs-137	273 ± 9	285 ± 3	-4.05	通過
4		Sr-85	335 ± 14	325 ± 10	+3.13	通過
5		Sr-90	310 ± 16	322 ± 9	-3.59	通過
6	植物 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	47.2 ± 1.7	47.7 ± 2.2	-0.90	通過
7		Cs-134	32.5 ± 1.1	31.2 ± 1.4	+4.42	通過
8		Cs-137	47.0 ± 1.8	46.7 ± 1.7	+0.77	通過
9		Sr-85	83.3 ± 4.9	81.3 ± 3.4	+2.54	通過
10		Sr-90	89.5 ± 6.6	88.7 ± 3.8	+0.94	通過
11	濾紙 (貝克/立方公尺)	Co-60	0.046 ± 0.001	0.047 ± 0.001	-0.63	通過
12		Cs-134	0.030 ± 0.001	0.031 ± 0.001	-2.90	通過
13		Cs-137	0.058 ± 0.001	0.056 ± 0.001	+4.64	通過
14		Sr-85	0.066 ± 0.003	0.064 ± 0.002	+4.21	通過
15		Sr-90	0.062 ± 0.002	0.063 ± 0.002	-1.42	通過
16		Gβ	0.053 ± 0.004	0.058 ± 0.001	-7.58	通過
17	水樣 (貝克/公升)	Co-60	39.2 ± 1.3	40.4 ± 1.0	-2.77	通過
18		Cs-134	26.1 ± 0.9	26.3 ± 0.7	-0.64	通過
19		Cs-137	37.1 ± 1.3	38.5 ± 1.2	-3.61	通過
20		Sr-85	56.0 ± 2.7	52.2 ± 2.6	+7.45	通過
21		Sr-90	12.6 ± 1.5	12.3 ± 0.3	+2.52	通過
22		Gβ	642 ± 31	646 ± 8	-0.58	通過
23		H-3	373 ± 5	374 ± 6	-0.22	通過
24	牛乳 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	38.8 ± 1.3	39.7 ± 1.5	-2.21	通過
25		Cs-134	25.5 ± 0.8	25.9 ± 1.2	-1.23	通過
26		Cs-137	38.7 ± 1.3	39.0 ± 1.7	-0.76	通過
27		Sr-85	101.7 ± 5.1	97.6 ± 3.0	+4.25	通過
28		Sr-90	292 ± 17	321 ± 7	-8.89	通過
29	肉類	Co-60	29.2 ± 1.0	27.8 ± 1.2	+5.03	通過

30	(貝克/公斤・鮮重)	Cs-134	18.8 ± 0.6	18.1 ± 0.9	+4.25	通過
31		Cs-137	29.3 ± 1.1	27.9 ± 1.2	+5.19	通過
32		Sr-85	67.6 ± 3.9	65.0 ± 3.0	+4.00	通過
33		Sr-90	87.9 ± 6.8	92.3 ± 4.3	-4.76	通過
34	米樣 (貝克/公斤・鮮重)	Co-60	42.9 ± 1.5	40.7 ± 2.0	+5.52	通過
35		Cs-134	28.6 ± 1.0	26.6 ± 1.1	+7.78	通過
36		Cs-137	46.4 ± 1.8	43.8 ± 1.5	+6.02	通過
37		Sr-85	66.2 ± 3.3	65.1 ± 2.9	+1.73	通過
38		Sr-90	96.9 ± 7.2	95.3 ± 2.6	+1.47	通過

說明： 1.全國認證基金會 (TAF)主辦單位認定之合格等級為通過和不通過。
2.本室參加104年度全國認證基金會 (TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析合格率为100%。

表5 原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果

完成日期：104年12月

分析序	試樣	核種	本室測值	偵測中心 測值	En值	結果
1	土壤 (貝克／公斤·乾重)	Ac-228	38.2±3.8	41.6±3.2	0.68	通過
2		Bi-214	25.3±2.4	22.8±1.9	0.81	通過
3		Tl-208	12.8±1.4	12.2±1.3	0.34	通過
4		Cs-137	39.3±3.9	41.6±2.5	0.49	通過
5		K-40	489.8±57.2	505.5±35.9	0.23	通過
6	茶葉 (貝克／公斤·鮮重)	Ac-228	52.8±5.3	59.2±7.3	0.71	通過
7		Bi-214	41.8±4.3	35.4±5.6	0.91	通過
8		Tl-208	5.7±2.0	6.6±2.3	0.29	通過
9		Cs-137	36.2±2.8	38.4±3.9	0.47	通過
10		K-40	6024.0±478.0	6684.0±794.0	0.71	通過
11		Sr-90	86.7±26.3	80.3±10.0	0.23	通過
12	海水 (貝克／公升)	K-40	11.2±1.4	11.2±0.8	0.01	通過
13	地下水 (貝克／公升)	H-3	24.0±3.9	25.1±2.3	0.24	通過
14		Gβ	0.71±0.009	0.70±0.058	0.08	通過
15	熱發光劑量計 (毫西弗／年)	照射組 (高劑量)	533±0.087	515±0.061	0.14	通過
16		照射組 (低劑量)	261±0.087	261±0.061	0.08	通過
17		田野組 (高劑量)	155±0.087	160±0.061	0.29	通過
18		田野組 (低劑量)	110±0.087	112±0.061	0.17	通過

說明： 1. 原能會輻射偵測中心主辦單位認定之合格等級為通過和不通過。

2. 本室參加104年度原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果合格率為100%。

$$3. \text{評估基準} = \text{En}(\text{分析機關}) = \frac{|x_{\text{分析機關}} - x_{\text{RMC}}|}{\sqrt{U_{\text{分析機關}}^2 + U_{\text{RMC}}^2}} \leq 1$$

表6 環境輻射監測作業儀器系統及品管執行結果一覽表

執行期間：104年10月至104年12月

儀器系統	品管項目	執行頻度	品管結果	小計
度量天平 (共計2部)	砝碼讀值品管	每月	合格	2*3=6
高壓游離腔 直接輻射偵測站 (共計2站)	系統校正	每年	合格	---
	射源曝露率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
加馬能譜分析系統 (共計12部)	能量校正	每年	合格	8
	效率校正	每年	合格	8
	射源核種活度穩定度測試	每月	合格	12*3=36
	射源核種解析度穩定度測試	每月	合格	12*3=36
低背景貝他 計測系統 (共計2部)	總阿伐蒸乾樣 計測效率校正	每年	合格	---
	總貝他蒸乾樣 計測效率校正	每年	合格	---
	總貝他過濾樣 計測效率校正	每年	合格	---
	射源計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
	背景計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
液體閃爍計測系統 (共計2部)	氚核種計測效率校正	每年	合格	2
	Sr-89/90計測效率校正	每年	合格	2
	射源計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
	背景計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
熱發光劑量計計讀系 統	劑量轉換係數校正	每年	合格	1
	光源讀數穩定度測試	每季	合格	1
	背景讀數穩定度測試	每季	合格	1
	劑量轉換係數穩定度測試	每季	合格	1
空氣取樣器	氣體流量校正	每半年	合格	1

說明：“---”表示尚在品管執行有效期間內，本季未執行。

表7 環境試樣分析方法簡表

試 樣 類 別	分析類別	分 析 方 法 簡 介
空氣微粒	總貝他	取樣後直接以低背景比例偵檢儀計測。
空氣微粒	加馬核種	累積 1 季之量後直接以純鍮偵檢儀計測。
海生物(海魚、底棲生物)	加馬核種	灰化後裝罐以純鍮偵檢儀計測。
葉菜、根菜(含地瓜)、草樣、芋頭	加馬核種	直接切割後裝罐以純鍮偵檢儀計測。
岸砂、土壤	加馬核種	烘乾後裝罐以純鍮偵檢儀計測。
空氣微粒、葉菜、海生物(海魚、底棲生物)、根菜(含地瓜)、芋頭、草樣、海藻	鋇-89/90	灰樣經消化後，利用濃硝酸法純化鋇核種，再以液體閃爍計數儀計測(謝倫可夫輻射計測法)。
飲用水、海水	鋇-89/90	經消化、濃硝酸法純化鋇核種，再以液體閃爍計數儀計測(謝倫可夫輻射計測法)。
飲用水、海水、地下水	氡	經蒸餾後，以液體閃爍計測儀計測。
飲用水、海水、地下水	加馬核種	直接裝罐以純鍮偵檢儀計測。
指標生物(海藻)	加馬核種	直接切割後裝罐以純鍮偵檢儀計測。
直接輻射(環境級蓋革監測儀)	加馬劑量	直接度量。
直接輻射 高壓游離腔(HPIC)	加馬劑量	直接度量直接輻射劑量率，高壓游離腔並以網路傳送測量結果。
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬劑量	直接以熱發光計讀儀計測。

說明：灰樣於計測時皆已依鮮樣與灰樣之灰化比，換算回對應之鮮樣重量。

表8 數據處理原則

環 境 樣 品	放射性核種 分 析 類 別	數 據 處 理 原 則	說 明
空氣微粒	總貝他	連續取樣，將每週取回之空氣濾紙計測；測值代表取樣期間總活度。	
空氣微粒	加馬核種	連續取樣，累計每季取回之空氣濾紙計測；測值代表取樣期間總活度。	
海生物(海魚、底棲生物)、草樣、葉菜、根菜、芋頭	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
指標生物(海藻)	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
指標生物(海藻)	放射性碘	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
岸砂、土壤	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
水樣	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
空氣微粒	銨-89/90	連續取樣；測值代表取樣期間總活度。	
海生物(海魚、底棲生物)、草樣、葉菜、根菜、芋頭、海藻	銨-89/90	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
水樣	銨-89/90	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
飲水	放射性碘	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
水樣	氚	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
直接輻射(環境級蓋格監測儀)	加馬劑量率	定點監測，每個月取樣1次；測值代表取樣期間劑量率。	
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬劑量	連續監測，每3個月取樣1次；測值代表取樣期間累積劑量。	
直接輻射(高壓游離腔)	加馬劑量率	每分鐘量測1次，回報中心電腦，再由中心電腦傳送至伺服器資料庫計算每小時平均值或由作業人員到監測現場將數據拷貝至碟片帶回中心；測值代表取樣期間劑量率。	

1.5 取樣／監測位址

1、取樣／監測站選擇依據

蘭嶼貯存場環境輻射監測計畫之設站，分別針對攸關民眾生活的空氣、水體、生物樣及土壤等環境試樣，於代表性(人口稠密處、農漁牧產物)或關鍵性(下風向)的地區廣泛建立監測站或取樣點，進行環境直接輻射、空氣樣、水樣(海水、飲水及地下水)、生物樣(草樣、葉菜、根菜、芋頭、海魚、底棲生物)、土壤、岸砂及指標生物(海藻)等項目的輻射監測，並於不受蘭嶼貯存場輻射影響背景地區設立對照站，主要參考及依據如下：

(1)蘭嶼貯存場放射性廢氣及廢水排放途徑：蘭嶼貯存場放射性廢氣的來源主要係由處理中心通風系統所產生，惟處理中心通風系統已停止運轉，僅進行例行之保養維護，故未產生放射性廢氣。廢水部分則全部回收使用，目前並無廢水排放。

(2)蘭嶼貯存場場址鄰近地區的地理環境：包括地形高度、道路等。

2、各取樣／監測站分佈圖

(1)蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站位置分佈詳如附錄4(圖1-1及圖1-2)所示。

(2)蘭嶼貯存場週邊各類試樣取樣／監測站分佈詳如附錄4(圖2)所示。

第二章、監測結果數據分析(參考附錄6)

2.1 環境直接輻射

- 1、16站熱發光劑量計監測結果，其累積劑量由季測值推估為年劑量變動範圍為 $2.06\text{E-}01\sim 3.70\text{E-}01$ 毫西弗／年(椰油村對照站平均值為 $3.64\text{E-}01$ 毫西弗／年)。
- 2、8站直接輻射(環境級蓋格偵測儀及比例計數器偵測儀等)監測結果，其輻射劑量率變動範圍為 $3.23\text{E-}02\sim 4.19\text{E-}02$ 微西弗／小時，均遠低於調查基準(1.0微西弗／小時)。
- 3、直接輻射(高壓游離腔) 2站監測結果，其劑量率變動範圍為 $4.16\text{E-}02\sim 7.36\text{E-}02$ 微西弗／小時，均遠低於調查基準(1.0微西弗／小時)。

2.2 空氣微粒與落塵

- 1、空氣微粒總貝他活度計測結果範圍為 $8.60\text{E-}03\sim 1.04\text{E+}00$ 毫貝克／立方公尺，均遠低於調查基準(90毫貝克／立方公尺)。
- 2、空氣微粒加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。

2.3 水樣(包括海水、飲水、地下水)

- 1、各類水樣氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。
- 2、各類水樣加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。

2.4 陸域生物(包括草樣、葉菜、芋頭及根菜)

- 1、陸域生物(包括草樣、葉菜、芋頭及根菜)分析頻度為月、季或半年。依計畫本季須執行草樣、葉菜、根菜及芋頭加馬能譜分析。
- 2、草樣、葉菜、根菜及芋頭試樣加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。

2.5 海域生物(包括海魚、底棲生物)

- 1、海域生物(包括海魚及底棲生物)分析頻度為季或年。依計畫本季須執行海魚加馬能譜分析。
- 2、蘭嶼附近海域之海魚試樣加馬能譜分析結果，各站銻-137活度範圍為 $9.36\text{E-}02\sim 9.93\text{E-}02$ 貝克／公斤·鮮重，於紅頭村及椰油村(對照站)等2站測得，均遠低於調查基準(74貝克／公斤·鮮重)。

2.6 沉積物(包括土壤及岸砂)

- 1、土壤試樣加馬能譜分析結果，各站銻-137活度範圍為 $<\text{MDA}\sim 3.01\text{E+}00$ 貝克／公斤·乾重，於紅頭村及椰油村(對照站)等2站測得，均遠低於調查基準(740貝克／公斤·乾重)。與歷年分析結果比較(詳附錄4之圖3)，於歷年變動範圍內，並無異常情形。
- 2、岸砂試樣加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。與歷年分析結果比較(詳附錄4之圖4)，於歷年變動範圍內，並無異常情形。

2.7 預警制度執行之情形

本季各試樣分析結果，均遠低於調查基準。

2.8 民眾劑量評估

環境利用狀況概述：

本報告所包括期間，環繞貯存場四周居民生活狀況並無顯著變更。
劑量計算方法與模式：

依據「環境輻射監測規範」附件四「體外及體內劑量評估方法」⁽⁴⁾評估。

一、體外劑量評估

1. 民眾體外劑量評估由累積劑量監測，或沉積在土壤、岸砂中加馬核種活度方法推算，由環境劑量推算至民眾劑量應考慮其占用因數。
2. 由累積劑量監測評估淨劑量選擇下列方法計算(每一監測站都應計算)：
 - (1) 累積劑量監測淨劑量 = (本季劑量) - (過去 5 年 20 季劑量平均值 + 3 倍標準差)，每季劑量評估以 92 天為基準。若所得淨值小於每年 0.05 mSv 或每季 0.025 mSv，則註記小於 MDA。
 - (2) 累積劑量監測站設站期間未達五年者，則以扣除該站運轉前背景正常變動範圍或鄰近地區之天然背景正常變動範圍為其淨劑量計算原則。
3. 地表土壤或岸砂沉積之人造放射核種所造成體外劑量之計算如下：

$$D = 8760 \times S \times K \times H$$

D：體外曝露之有效劑量(mSv/a)

S：指土壤或岸砂所造成之居住屏蔽或砂灘曝露因數。居住屏蔽因數(土壤)建議採用 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。砂灘曝露因數(岸砂)則依各設施調查數據或國內相關機關公布資料。

K：單位面積放射性活度(Bq/m²)

對土壤表面密度採 80kg/m²，取 0.05m 深，密度為 1600kg/m³。對岸砂表面密度採 40kg/m²，取 0.025m 深。

H：核種的劑量轉換因數(mSv-m²/Bq-h)。

各核種造成劑量分別計算後再相加。

土壤及岸砂如僅測得銫 (Cs) -137 或銻 (Sr) -90 核種，計算體外劑量時，扣除該站過去五年之正常變動範圍，但如測得錳 (Mn) -54、鈷 (Co) -58、鈷 (Co) -60、銫 (Cs) -134 等人工核種，則應以實測值計算體外劑量。

二、體內劑量評估方法

1. 體內劑量以放射性核種之攝入評估，攝入包括嚥入和吸入兩大途徑。
2. 以放射性核種在一年內攝入評估約定有效劑量。

約定有效劑量(毫西弗) = [約定有效劑量轉換係數 (毫西弗/貝克)] × [一年間的核種攝入量(貝克)] × (年齡修正) × (市場稀釋修正) × (由調理等減少的修正)
一年間的核種攝入量，可採下列方法之一：

- (1) 核種年攝入量 = (環境試樣中的核種年平均活度) × (年飲食攝入量)

(2)核種年攝入量 $=\Sigma(\text{環境試樣中每日平均的放射性核種活度})\times(\text{其飲食物等的平均每日攝食量})$ 。本方法為日攝入的飲食中放射性活度有變化，而需分別求每日的放射性活度的方法。

原則上在正常監測時，不必要計算甲狀腺等組織的約定等價劑量。當輻射工作場所異常排放放射性物質時，放射性碘有顯著增加的可能性時，必須推算甲狀腺的約定等價劑量，使用有效劑量換算係數依上述同樣方法計算之。

3.飲食等攝食量可參考國內相關單位公布資料，或設施經營者之最新調查資料。

三、劑量評估參數

1.使用量因子及沙灘曝露等參數列於表 10 中。

2.銻 (Cs) -137 及銪 (Sr) -90 可能來自核爆落塵，先扣除當站歷年正常變動範圍值後再計算淨劑量，歷年平均值採取最近五年數據為統計對象，不足五年者取所有數據或運轉前背景數據。

3.錳 (Mn) -54、鈷 (Co) -58、鈷 (Co) -60 及銻 (Cs) -134 等人造核種均歸輻射工作場所貢獻，天然核種如鉀 (K) -40、鈾系、釷系均不計算淨劑量。

4.同一試樣同時採用加馬能譜分析及化學方法定量時，取較大值做劑量評估。

5.同一時間，同一種試樣，採用取樣地點中活度平均值最高的地點做劑量評估。

6.個人最大年劑量計算係取年活度平均值最大者作計算，若某季劑量未達評估標準，則以"—"表示。

依上述原則評估所得之各輻射曝露途徑造成之體內、外劑量加總所得即為場外民眾最大個人劑量。由於各監測試樣與監測位置均係依據本設施排放關鍵核種、環境輻射曝露關鍵途徑及最新之居民生活環境與飲食習慣調查報告而訂定，已剔除不可能的輻射影響途徑（如農田灌溉或鮮奶飲用等），並以前述調查結果分佈 97.5th 百分位數為劑量評估所需之使用量因子，故由環境輻射監測結果估算所得之場外民眾最大個人劑量應具有當地居民所受輻射劑量的代表性，且符合游離輻射防護安全標準有關評估關鍵群體劑量之規定。

四、重要參數

(1)環境試樣放射性分析之預警措施基準，詳於表9。

(2)使用量因子及約定有效劑量換算因數，均詳列於表10、表11及表12。

表 9 環境試樣放射性分析之預警措施基準

預警基準 核種	水 (貝克/公升)			空氣 (毫貝克/立方公尺)			農漁產品 (貝克/公斤-鮮重)			蔬菜、草樣 (貝克/公斤-鮮重)			牛奶 (貝克/公升)			沉積物 (貝克/公斤-乾重)		
	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調
總貝他	0.05	0.1	1	0.21	1	90	*	5		*	5		*	5		*	100	
氫	8.2	10	1100	*			*			*			*			*		
錳-54	0.11	0.4	40	0.08	0.6		0.19	0.3	110	0.28	0.5		0.16	0.4		1.95	3	110
鐵-59	0.19	0.7	15	0.19	1.2		0.47	0.5	40	0.70	0.9		0.34	0.7		3.48	6	
鈷-58	0.11	0.4	40	0.09	0.6		0.20	0.3	110	0.29	0.5		0.17	0.4		1.74	3	110
鈷-60	0.10	0.4	10	0.08	0.6		0.21	0.3	40	0.31	0.5		0.16	0.4		1.80	3	110
鋅-65	0.23	0.9	10	0.19	1.5		0.49	0.5	74	0.70	1.0		0.39	0.9		4.85	7	
鋇-89	0.06	0.1		0.39	1.0		0.4	1.0		0.43	1.0		*			*		
鋇-90	0.03	0.1		0.22	1.0		0.19	1.0		0.17	1.0		4.90	10		*	10	
銻-95	0.11	0.7	15	0.11	1.0		0.21	0.5		0.32	0.9		0.17	0.7		2.05	6	
銻-95	0.18	0.7	15	0.17	1.0		0.34	0.5		0.53	0.9		0.30	0.7		3.43	6	
碘-131	0.08	0.1	1	0.36	0.5	30	*			0.38	0.4	4	0.08	0.1	0.4	2.47	3	
銻-134	0.11	0.4	2	0.08	0.6	370	0.22	0.3	8	0.25	0.5	37	0.18	0.4	3	2.14	3	74(20)
銻-137	0.12	0.4	2	0.09	0.6	740	0.21	0.3	74	0.29	0.5	74	0.19	0.4	3	1.97	3	740(20)
銻-140	0.37	0.4	10	0.67	2.0		0.87	1.0		0.95	1.0		0.70	1.0	10	8.26	10	
鐳-140	0.12	0.4	10	0.24	2.0		0.23	1.0		0.31	1.0		0.16	1.0	10	2.38	10	
直接輻射 ($\mu\text{Sv/h}$)				0.01	0.01	1.0												

說明：1. “M”值為 MDA 值之保守估計值。

2. “紀”表示紀錄基準，“調”表示調查基準。

3. 查驗值：調查基準的 30% 為查驗值。當監測結果超過查驗值時，應依環境輻射監測計畫進行內部查證作業。

4. 水樣不含雨水，雨水分析結果比照落塵規定。

5. 沉積物包括土壤、岸砂及海底沉積物，() 數值係指適用於岸砂。

6. 水的碘(I)-131 預警基準適用於飲用水。

7. “*”表未執行該項分析。

表 10 蘭嶼關鍵群體使用量因子

試樣	年齡群 單位	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	<1 歲
呼吸量	立方公尺/年	8000	8000	3700	3700	1400	1400
飲水	公升/年	730	510	510	510	510	510
雜糧	公斤/年	146.4	75.3	53.7	36.0	23.9	12.0
葉菜	公斤/年	84.0	60.0	48.0	36.0	12.0	6.0
根菜	公斤/年	48.0	48.0	48.0	48.0	12.0	6.0
水果	公斤/年	72.0	72.0	60.0	48.0	23.9	12.0
稻米	公斤/年	84.0	72.0	66.0	48.0	21.5	18.0
肉類	公斤/年	54.0	49.2	84.0	48.0	48.0	12.0
魚類	公斤/年	144.0	144.0	144.0	36.0	8.4	1.8
無脊椎類	公斤/年	10.8	7.2	4.8	3.6	2.4	0.0
海菜	公斤/年	12.0	12.0	12.0	2.3	6.0	0.6
沙灘停留時間	小時/年	264.0	270.0	195.0	210.0	36.0	0.0

說明：

- 1、委託財團法人台灣經濟研究院完成之「蘭嶼地區居民生活環境與飲食習慣調查」(104 年版)，適用期間為民國 104 年至民國 108 年。
- 2、本資料空氣呼吸量及飲水量引用自美國 R.G. 1.109。
- 3、依上述調查，雜糧、葉菜、根菜、水果、稻米、肉類、魚類、無脊椎類及海菜之當地產量未達自給自足，故依環境輻射監測規範中附件四「體外及體內劑量評估方法」，評估此等食物攝取之約定有效劑量時，另須考量市場稀釋因子進行修正。由當地農牧產品的產銷情形，雜糧、葉菜、根菜、水果、稻米、肉類、魚類、無脊椎類及海菜之市場稀釋因子分別取為 0.999、0.218、0.356、0.435、0.000、0.368、0.973、0.593 及 0.506。稻米之市場稀釋因子為 0.000，係因蘭嶼當地未種植稻米之故。

表 11 放射性核種吸入或吸入對一般人之約定有效劑量的轉換因數^{註 1}

單位：毫西弗／貝克

核 種	嚥 入						吸 入					
	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
H-3	6.4E-08	4.8E-08	3.1E-08	2.3E-08	1.8E-08	1.8E-08	S1.2E-06	S1.0E-06	S6.3E-07	S3.8E-07	S2.8E-07	S2.6E-07
C-14	1.4E-06	1.6E-06	9.9E-07	8.0E-07	5.7E-07	5.8E-07	S1.9E-05	S1.7E-05	S1.1E-05	S7.4E-06	S6.4E-06	S5.8E-06
Cr-51	3.5E-07	2.3E-07	1.2E-07	7.8E-08	4.8E-08	3.8E-08	S2.6E-07	S2.1E-07	S1.0E-07	S6.6E-08	S4.5E-08	S3.7E-08
Mn-54	5.4E-06	3.1E-06	1.9E-06	1.3E-06	8.7E-07	7.1E-07	M7.5E-06	M6.2E-06	M3.8E-06	M2.4E-06	M1.9E-06	M1.5E-06
Fe-59	3.9E-05	1.3E-05	7.5E-06	4.7E-06	3.1E-06	1.8E-06	S1.7E-05	S1.3E-05	S8.1E-06	S5.8E-06	S5.1E-06	S4.0E-06
Co-58	7.3E-06	4.4E-06	2.6E-06	1.7E-06	1.1E-06	7.4E-07	S9.0E-06	S7.5E-06	S4.5E-06	S3.1E-06	S2.6E-06	S2.1E-06
Co-60	5.4E-05	2.7E-05	1.7E-05	1.1E-05	7.9E-06	3.4E-06	S9.2E-05	S8.6E-05	S5.9E-05	S4.0E-05	S3.4E-05	S3.1E-05
Zn-65	3.6E-05	1.6E-05	9.7E-06	6.4E-06	4.5E-06	3.9E-06	F1.5E-05	F1.0E-05	F5.7E-06	F3.8E-06	F2.5E-06	F2.2E-06
Sr-89	3.6E-05	1.8E-05	8.9E-06	5.8E-06	4.0E-06	2.6E-06	S3.9E-05	S3.0E-05	S1.7E-05	S1.2E-05	S9.3E-06	S7.9E-06
Sr-90	2.3E-04	7.3E-05	4.7E-05	6.0E-05	8.0E-05	2.8E-05	S4.2E-04	S4.0E-04	S2.7E-04	S1.8E-04	S1.6E-04	S1.6E-04
Zr-95	8.5E-06	5.6E-06	3.0E-06	1.9E-06	1.2E-06	9.5E-07	S2.4E-05	S1.9E-05	S1.2E-05	S8.3E-06	S7.3E-06	S5.9E-06
Nb-95	4.6E-06	3.2E-06	1.8E-06	1.1E-06	7.4E-07	5.8E-07	S7.7E-06	S5.9E-06	S3.6E-06	S2.5E-06	S2.2E-06	S1.8E-06
Ru-106	8.4E-05	4.9E-05	2.5E-05	1.5E-05	8.6E-06	7.0E-06	S2.6E-04	S2.3E-04	S1.4E-04	S9.1E-05	S7.1E-05	S6.6E-05
Ag-110m	2.4E-05	1.4E-05	7.8E-06	5.2E-06	3.4E-06	2.8E-06	S4.6E-05	S4.1E-05	S2.6E-05	S1.8E-05	S1.5E-05	S1.2E-05
I-129	1.8E-04	2.2E-04	1.7E-04	1.9E-04	1.4E-04	1.1E-04	F7.2E-05	F8.6E-05	F6.1E-05	F6.7E-05	F4.6E-05	F3.6E-05
I-131	1.8E-04	1.8E-04	1.0E-04	5.2E-05	3.4E-05	2.2E-05	F7.2E-05	F7.2E-05	F3.7E-05	F1.9E-05	F1.1E-05	F7.4E-06

表 11 放射性核種吸入或吸入對一般人之約定有效劑量的轉換因數^{註1}(續)

單位：毫西弗／貝克

核 種	吸 入						吸 入					
	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
I-133	4.9E-05	4.4E-05	2.3E-05	1.0E-05	6.8E-06	4.3E-06	F1.9E-05	F1.8E-05	F8.3E-06	F3.8E-06	F2.2E-06	F1.5E-06
Cs-134	2.6E-05	1.6E-05	1.3E-05	1.4E-05	1.9E-05	1.9E-05	S7.0E-05	S6.3E-05	S4.1E-05	S2.8E-05	S2.3E-05	S2.0E-05
Cs-137	2.1E-05	1.2E-05	9.6E-06	1.0E-05	1.3E-05	1.3E-05	S1.1E-04	S1.0E-04	S7.0E-05	S4.8E-05	S4.2E-05	S3.9E-05
Ba-140	3.2E-05	1.8E-05	9.2E-06	5.8E-06	3.7E-06	2.6E-06	S2.9E-05	S2.2E-05	S1.2E-05	S8.6E-06	S7.1E-06	S5.8E-06
La-140	2.0E-05	1.3E-05	6.8E-06	4.2E-06	2.5E-06	2.0E-06	M8.8E-06	M6.3E-06	M3.1E-06	M2.0E-06	M1.3E-06	M1.1E-06
Ce-144	6.6E-05	3.9E-05	1.9E-05	1.1E-05	6.5E-06	5.2E-06	F3.6E-04	F2.7E-04	F1.4E-04	F7.8E-05	S5.8E-05	S5.3E-05
Ra-226	4.7E-03	9.6E-04	6.2E-04	8.0E-04	1.5E-03	2.8E-04	S3.4E-02	S2.9E-02	S1.9E-02	S1.2E-02	S1.0E-02	S9.5E-03
Th-232	4.6E-03	4.5E-04	3.5E-04	2.9E-04	2.5E-04	2.3E-04	F2.3E-01	F2.2E-01	F1.6E-01	F1.3E-01	F1.2E-01	F1.1E-01
U-235	3.5E-04	1.3E-04	8.5E-05	7.1E-05	7.0E-05	4.7E-05	S3.0E-02	S2.6E-02	S1.7E-02	S1.1E-02	S9.2E-03	S8.5E-03
U-238	3.4E-04	1.2E-04	8.0E-05	6.8E-05	6.7E-05	4.5E-05	S2.9E-02	S2.5E-02	S1.6E-02	S1.0E-02	S8.7E-03	S8.0E-03
Pu-238	4.0E-03	4.0E-04	3.1E-04	2.4E-04	2.2E-04	2.3E-04	F2.0E-01	F1.9E-01	F1.4E-01	F1.1E-01	F1.0E-01	F1.1E-01
Pu-239	4.2E-03	4.2E-04	3.3E-04	2.7E-04	2.4E-04	2.5E-04	F2.1E-01	F2.0E-01	F1.5E-01	F1.2E-01	F1.1E-01	F1.2E-01

註1：本表資料取自94年12月30日行政院原子能委員會會輻字第0940041080號令修正之游離輻射防護安全標準。吸入之劑量轉換係數取該核種之最大值，並標示該數值之核種肺吸收類別。若該某一年齡層吸收類別數值與其他年齡層不同，則另標示於該數值之後。

表 12 地表面污染放射性核種距地一公尺高度體外有效劑量轉換因數^{註 1}

單位：(毫西弗·平方公尺／貝克·小時)

核 種	有效劑量係數 (mSv·m ² /Bq·h)
鉻-51	1.07E-10
錳-54	2.85E-09
鈷-58	3.33 E-09
鐵-59	3.96 E-09
鈷-60	8.28 E-09
鋅-65	1.95 E-09
鋁-95	2.53E-09
鈮-95	2.62E-09
銻-125	1.47E-09
碘-131	1.31E-09
銫-134	5.33E-09
銫-137 ^{註 2}	2.08E-09
鋇-140	6.84E-10
鐳-140	7.78E-09
鐳-141	2.49E-10
鐳-144	6.62E-11

註 1：本表資料取自美國聯邦輻射防護指引報告 (U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., Federal Guidance Report 13: Cancer Risk Coefficient for Environmental Exposure to Radionuclides, 2002)。

註 2：銫(Cs)-137 之體外有效劑量係數以美國聯邦輻射防護指引報告中銫(Cs)-137 與鋇(Ba)-137m 相加而得。

五、劑量計算結果

(1) 最大個人季劑量

表13 最大個人全身劑量及曝露途徑

單位：毫西弗/季

場別 \ 曝露途徑	體外曝露			體內曝露				合計
	熱發光劑量計	地表	岸砂	空浮微粒	飲水	農畜產物	海產物	
蘭嶼貯存場	—	—	—	—	—	—	—	—
核爆影響	/	/	/	/	/	/	/	/

說明：“—”表示未達評估標準或劑量評估結果低於 $1.00\text{E-}03$ 毫西弗。

“/”表示本項不須評估。

(2) 與天然背景劑量比較

本季環境輻射監測劑量評估結果低於 $1.00\text{E-}03$ 毫西弗，未達評估標準。

表14 與天然背景劑量比較 單位：毫西弗/季

項 目	劑 量	台灣地區 天然輻射劑量	備 註
體外曝露	—	$2.25\text{E-}01$	參考原能會輻射偵測中心資料
體內曝露	—	$1.80\text{E-}01$	參考原能會輻射偵測中心資料

說明：1.“—”表示未達評估標準或劑量評估結果低於 $1.00\text{E-}03$ 毫西弗。

(3) 劑量變化趨勢

蘭嶼貯存場104年第4季民眾最大個人全身劑量，詳如附錄4(圖5)。

2.9 作業量統計表(作業期間：104年10月1日至104年12月31日)

- 1、為瞭解蘭嶼貯存場實際對場外民眾所造成之輻射劑量及環境之輻射狀況，依據規定，台電公司必須定期對各蘭嶼貯存場鄰近地區，進行環境輻射監測作業。相關監測計畫經原能會核備後實施，監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁牧產物及沉積物(包括土壤及岸砂)等。本年度監測取樣／監測站蘭嶼貯存場共設72站。
- 2、本季各類試樣實際執行量為4,556樣次，各類樣品活度分析結果均遠低於原能會所訂定之調查基準，依「環境輻射監測規範」附件四「體外及體內劑量評估方法」⁽²⁾估算本季最大個人全身劑量評估結果低於評估標準。
- 3、104年第4季蘭嶼貯存場監測試樣作業量統計表，詳如表15。
- 4、104年第4季蘭嶼貯存場監測類別作業量統計表，詳如表16。

表15 104年第4季蘭嶼貯存場監測試樣作業量統計表

項目	計畫執行量	實際執行量	差異數	說明
熱發光劑量計	16	16	0	
直接輻射	24	24	0	
高壓游離腔	4416	4416	0	高壓游離腔作業執行率為 100%。
空氣微粒總貝他	26	26	0	
空氣微粒加馬能譜	2	2	0	
海水氚	6	6	0	
海水加馬能譜	6	6	0	
飲水氚	4	4	0	
飲水加馬能譜	4	4	0	
地下水氚	8	8	0	
地下水加馬能譜	8	8	0	
草樣加馬能譜	15	15	0	
葉菜加馬能譜	1	1	0	
根菜加馬能譜	1	1	0	
芋頭加馬能譜	2	2	0	
海生物(海魚)加馬能譜	2	2	0	
土壤加馬能譜	5	5	0	
岸砂加馬能譜	10	10	0	
總計	4556	4556	0	本季環境試樣分析執行率為 100%。

表16 104年第4季蘭嶼貯存場監測類別作業量統計表

試樣別	計畫作業量	完成分析量	說明
熱發光劑量計	16	16	
直接輻射	24	24	
直接輻射 (高壓游離腔)	4416	4416	高壓游離腔作業執行率為100%。
空氣試樣	28	28	
水樣	36	36	
陸域生物	19	19	
海域生物	2	2	
沉積物試樣	15	15	
總計	4556	4556	本季環境試樣分析執行率為 100%。

第三章、檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

經過整季的監測，蘭嶼貯存場作業期間，各類環測試樣之放射性核種含量與直接輻射監測結果均遠低於調查基準，經評估對附近民眾所造成之劑量未達評估標準(小於 $1.00\text{E}-03$ 毫西弗)，遠低於法規劑量限值 $2.50\text{E}-01$ 毫西弗。

1、監測結果綜合檢討及分析

本季期間，蘭嶼貯存場周圍環境輻射監測結果與與上一季及前5年比較結果詳如表17所示，各監測項目檢討分析結果均為正常狀況。

表17 蘭嶼貯存場周圍環境監測結果綜合檢討表

監測類別 (單位)	監測項目	監測結果			檢討 分析
		99～103年	104年第3季	104年第4季	
熱發光劑量計 (毫西弗/年)	累積劑量	2.09E-01～5.04E-01	2.18E-01～3.59E-01	2.06E-01～3.70E-01	正常
直接輻射 (環境級蓋格監測儀) (微西弗/小時)	輻射劑量率	2.31E-02～1.33E-01	2.84E-02～4.20E-02	3.23E-02～4.19E-02	正常
直接輻射 (高壓游離腔) (微西弗/小時)	輻射劑量率	3.00E-02～1.65E-01	3.99E-02～5.94E-02	4.16E-02～7.36E-02	正常
空氣微粒 (毫貝克/立方公尺)	總貝他	<MDA～2.30E+00	2.37E-01～8.73E-01	8.60E-03～1.04E+00	正常
	加馬核種 (銫-137)	<MDA	<MDA	<MDA	
環境水樣 (貝克/公升)	氡	<MDA～9.38E+00	<MDA	<MDA	正常
	加馬核種 (銫-137)	<MDA	<MDA	<MDA	
陸域生物 (貝克/公斤・鮮重)	銨-89	<MDA	-----	-----	正常
	銨-90	<MDA～2.53E-01	-----	-----	
	加馬核種 (鈷-60)	<MDA～9.28E-01	<MDA	<MDA	
	(銫-134)	<MDA～5.21E-01	<MDA	<MDA	
	(銫-137)	<MDA～9.64E-01	<MDA	<MDA	

監測類別 (單位)	監測項目	監測結果			檢討 分析
		99～103年	104年第3季	104年第4季	
海域生物 (貝克/公斤・鮮重)	鋇-89	<MDA～3.49E-01	-----	-----	正常
	鋇-90	<MDA～1.02E-01	-----	-----	
	加馬核種 (銫-137)	<MDA～4.84E-01	<MDA～1.67E-01	9.36E-02～9.93E-02	
海藻 (指標生物) (貝克/公斤・鮮重)	加馬核種 (銫-137)	<MDA	-----	-----	正常
土壤 (沉積物試樣) (貝克/公斤・乾重)	加馬核種 (銫-137) (鈷-60)	<MDA～2.06E+01 <MDA	<MDA <MDA	<MDA～3.01E+00 <MDA	正常
岸砂 (沉積物試樣) (貝克/公斤・乾重)	加馬核種 (銫-137)	<MDA～2.82E+00	<MDA～2.49E+00	<MDA	正常

說明：「-----」表示本季未規劃執行取樣及該試樣計測分析。

2、監測結果異常現象因應對策

表18 上次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	-

說明：「-」表示無異常，故無須處理。

表19 本次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

本公司將持續依既訂環境輻射監測計畫進行，於蘭嶼貯存場附近的環境執行環境監測。

第四章、參考文獻

- 1、台灣電力公司，台灣電力公司蘭嶼貯存場104年環境輻射監測計畫，民國103年。
- 2、環境輻射監測規範(附件四「體外及體內劑量評估方法」)，民國98年11月11日行政院原子能委員會修正。

附錄1 蘭嶼貯存場環境輻射監測取樣／監測站方位距離表

站名	地點	方位	距離(公里)
直接輻射(8站)			
*DR500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北西	9—10
DR501	龍頭岩山坡地	西南西	0—1
DR502	專用碼頭	西	0—1
DR503	龍頭岩	西南西	0—1
DR504	大門口	西南	0—1
DR505	排水口	東南	0—1
DR510	鋼構廠房外側道路	東北	0—1
DR511	龍門橋	北北東	1—2
直接輻射高壓游離腔(2站)			
HPIC501	大門口	西南	0—1
HPIC502	後門口	東北	0—1
熱發光劑量計(16站)			
*TLD500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北西	9—10
TLD501	龍門橋	北北東	0—1
TLD502	專用碼頭	西北西	0—1
TLD503	龍頭岩	西南西	0—1
TLD504	貯存場門口	西南	0—1
TLD505	排水口	南	0—1
TLD506	東清派出所	北北西	6—7
TLD509	紅頭派出所	西北西	4—5
TLD511	機場	西北西	6—7
TLD512	鋼盔岩班哨	北北東	2—3
TLD513	野銀班哨	北北西	5—6
TLD514	坦克岩	西北	12—13
TLD520	排水口北側	東	0—1
TLD521	鋼構廠房外側道路	東北	0—1
TLD522	朗島公墓	西北	11—12
TLD523	垃圾掩埋場	西北西	3—4
空氣微粒(2站)			
AP501	場內		0—1
AP502	鋼構廠房旁	東北	0—1

海水（6站）			
*SW500	椰油村(海洋超市前方海邊)	西北西	9—10
SW501	排水口 ST1	東南東	0—1
SW502	排水口 ST2	東北東	0—1
SW503	專用碼頭	西	1—2
SW504	專用碼頭外(碼頭坡堤外)	西	1—2
SW505	漁人村(漁人村碼頭)	西北西	5—6
飲水（4站）			
*DW500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北	9—10
DW501	東清村(東清派出所)	北北西	6—7
DW502	朗島村(朗島派出所)	西北	10—11
DW504	紅頭村(民宅)	西北西	4—5
說明：除DW504取山泉水外，其各站均取自來水。			
地下水（8站）			
GW501	W1	場內	—
GW502	W2	場內	—
GW503	S1	場內	—
GW504	S2	場內	—
GW505	S7	場內	—
GW506	S6	場內	—
GW507	W3	場內	—
GW508	W4	場內	—
草樣（5站）			
*GR500	椰油村(海洋超市旁)	西北	9—10
GR501	貯存溝山坡地	北	0—1
GR502	龍頭岩山坡地	西南西	0—1
GR503	貯存場門口	西南	0—1
GR504	龍門橋	北北東	1—2
葉菜（1站）			
EP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	4—5
根菜（1站）			
SP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	5—6

芋頭（2站）			
BP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	5—6
BP502	東清村	北北西	6—7
海生物（2站）			
*FH500	椰油村(開元港前方海域)	西北西	10—11
FH501	紅頭村(蘭嶼別館前方海域)	西北西	4—5
底棲生物（1站）			
BS501	排水口	東南	0—1
海藻（1站）			
AE501	排水口	東	0—1
土壤（5站）			
*SL500	椰油村(海洋超市旁)	西北	9—10
SL501	龍頭岩山坡地	西南西	0—1
SL502	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	4—5
SL503	朗島村	西北	10—11
SL534	野銀部落	北北西	4—5
岸砂（8站）			
*SS500	椰油村(海洋超市前方海邊)	西北西	10—11
SS501	專用碼頭	西	1—2
SS502	排水口	東	0—1
SS503	排水口 ST1	東北東	0—1
SS504	排水口 ST2	東南	0—1
SS505	東清灣	北北西	6—7
SS506	排水口右側 80 公尺	南南東	0—1
SS507	排水口左側 80 公尺	東北東	0—1
“*”表對照站			

附錄2 104年蘭嶼貯存場環境輻射監測項目及頻度

試 樣 別	試 樣 站 數	取 樣 頻 度	分 析 類 別 / 頻 度
直接輻射			
熱發光劑量計	16	季	加馬劑量／季
直接輻射 (環境級蓋格監測儀)	8	月	加馬劑量／月
直接輻射 (高壓游離腔)	2	小時	加馬劑量／小時
空氣			
空氣微粒	2	週 ^{註1}	總貝他、加馬能譜 ^{註2} ／週、加馬能譜／季、銻-89/90 ^{註3}
環境水樣			
海水	6	季	加馬能譜、氚／季、銻-89/90 ^{註3}
飲水	4	季	加馬能譜、氚／季、銻-89/90 ^{註3}
地下水	8	季	加馬能譜、氚／季
陸域生物			
草樣	5	月	加馬能譜／月、銻-89/90 ^{註3}
葉菜	1	半年	加馬能譜／半年、銻-89/90 ^{註3}
根菜(含地瓜)	1	半年	加馬能譜／半年、銻-89/90 ^{註3}
芋頭	2	半年	加馬能譜／半年、銻-89/90 ^{註3}
海域生物			
海生物(海魚)	2	季	加馬能譜／季、銻-89/90 ^{註3}
底棲生物	1	年	加馬能譜／年、銻-89/90 ^{註3}
指標生物			
海藻	1	年	加馬能譜／年、銻-89/90 ^{註3}
沉積物試樣			
土壤	5	季	加馬能譜／季
岸砂	8	季 ^{註4}	加馬能譜／季

註1、空氣微粒為連續抽氣，每週更換濾紙。

註2、每週空氣微粒總貝他分析結果超過4毫貝克／立方公尺，方執行加馬能譜分析。

註3、加馬能譜分析中發現銻-137大於原能會規定之AMDA(可接受最小可測量要求值)時，方執行銻-89/90分析(土壤及岸砂除外)。

註4、排水口岸砂(SS502)站按月執行。

附錄3 採樣與監測方法

蘭嶼貯存場環境試樣採樣方法簡表

環 境 樣 品	採 樣 方 法 說 明
(一)熱發光劑量計	1.將迴火歸零的環境熱發光劑量計，依順序封入保護袋。 2.將環境熱發光劑量計固定於塑膠柱內的吊環上，並將塑膠柱上蓋密封旋緊。 3.佈放一季後再由取樣人員取回計讀。
(二)空氣微粒試樣	1.將稱重後的空氣濾紙(美國Gelman Sciences公司產品，47mm Glass Fiber A/E濾紙)，與2吋空氣碘活性碳濾罐(美國 Scott公司產品)一併安裝於流量率設定在30 LPM的抽氣取樣器上。 2.利用抽氣取樣器上的計時器刻度求出空氣微粒的取樣時間。
(三)水樣	1.以待取之水樣沖洗盛裝水樣之塑膠桶數次。 2.以水樣取樣器汲取水樣至少5升；水樣倒入塑膠桶後，再加入10毫升1：1鹽酸溶液，搖晃均勻後封存。
(四)海水樣	每季定時由取樣人員取回，度量時取固定量放入計測容器，執行核種分析。
(五)蔬菜類	1.各種蔬菜取樣，以可食用部分為原則。取樣方式為產季時赴固定地點，直接採購當地盛產種類。每次取樣盡量超過5公斤。 2.蔬菜類分類、取用原則，詳述如下： (1)葉菜類去除不食用之根部。 (2)根菜類及根莖類去除不食用之鬚根或外皮等部分。
(六)指標生物	海域指標生物指海藻試樣。取樣時選擇能採得足夠分析量的新鮮海藻為原則；採樣時，以專用的取樣刮板刮取附著於岩壁或消波塊上之海藻，並以取樣地點的海水沖洗附著於根部的泥沙後，再瀝乾封存。
(七)草樣	鐮刀割取距地面5公分以上的嫩莖（含葉），清洗根部泥土後，密封包裝。
(八)海域生物	1.各種生物之取樣，均以可食用部分為原則。 2.取樣方式為產季時直接向當地民眾採購。
(九)土壤、岸砂沉積物試樣	1.將土壤取樣器垂直置於取樣地點，以工具輕擊至取樣器頂面與地面切齊(土壤深度為0至5公分；岸砂深度為0至2.5公分)為止。 2.將取樣器輕輕提起，以小鏟將取樣器界定的土壤逐步剷取，置入事先已標示之塑膠鏈口袋中密封儲存。 3.將取樣器輕輕提起，以小鏟將取樣器界定的岸砂逐步剷取，置入事先已標示之塑膠袋中儲存。

蘭嶼貯存場環境試樣監測方法簡表

環境樣品	放射性核種 分析類別	計測儀器 最小可測量	可接受 最小可測量 (法規要求)	複樣 分析	回收率
空氣微粒	總貝他	0.21 毫貝克／立方公尺	1.0 毫貝克／立方公尺	無	100%
空氣微粒	加馬核種	0.09 毫貝克／立方公尺	0.6 毫貝克／立方公尺	無	100%
海生物(海魚)、根菜、芋頭	加馬核種	0.21 貝克／公斤	0.3 貝克／公斤	無	100%
葉菜	加馬核種	0.29 貝克／公斤	0.5 貝克／公斤	無	100%
葉菜、海藻	放射性碘	0.38 貝克／公斤	0.4 貝克／公斤	無	100%
岸砂、土壤	加馬核種	1.97 貝克／公斤	3.0 貝克／公斤	無	100%
水樣	加馬核種	0.12 貝克／公升	0.4 貝克／公升	無	100%
空氣微粒	銨-89/90	0.39；0.22 毫貝克／立方公尺	1.0；1.0 毫貝克／立方公尺	有	不定
海生物(海魚)、根菜、芋頭	銨-89/90	0.40；0.19 貝克／公斤	1.0；1.0 貝克／公斤	有	不定
葉菜、海藻、草樣	銨-89/90	0.43；0.17 貝克／公斤	1.0；1.0 貝克／公斤	有	不定
水樣	銨-89/90	0.06；0.03 貝克／公升	0.1；0.1 貝克／公升	有	不定
飲水	放射性碘	0.08 貝克／公升	0.1 貝克／公升	無	100%
水樣	氚	8.2 貝克／公升	10.0 貝克／公升	有	100%
指標生物(海藻)	加馬核種	0.29 貝克／公斤	0.5 貝克／公斤	無	100%
直接輻射(高壓游離腔)	加馬劑量率	0.01 微西弗／小時	0.01 微西弗／小時	無	
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬劑量	0.02 毫西弗／季	無	無	

說明：各環境樣品加馬核種分析之計測儀器最小可測量及法規要求係以銨-137核種為代表。

附錄4 蘭嶼貯存場取樣／監測站分佈圖



圖1-1 蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(一)



圖1-2 蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(二)

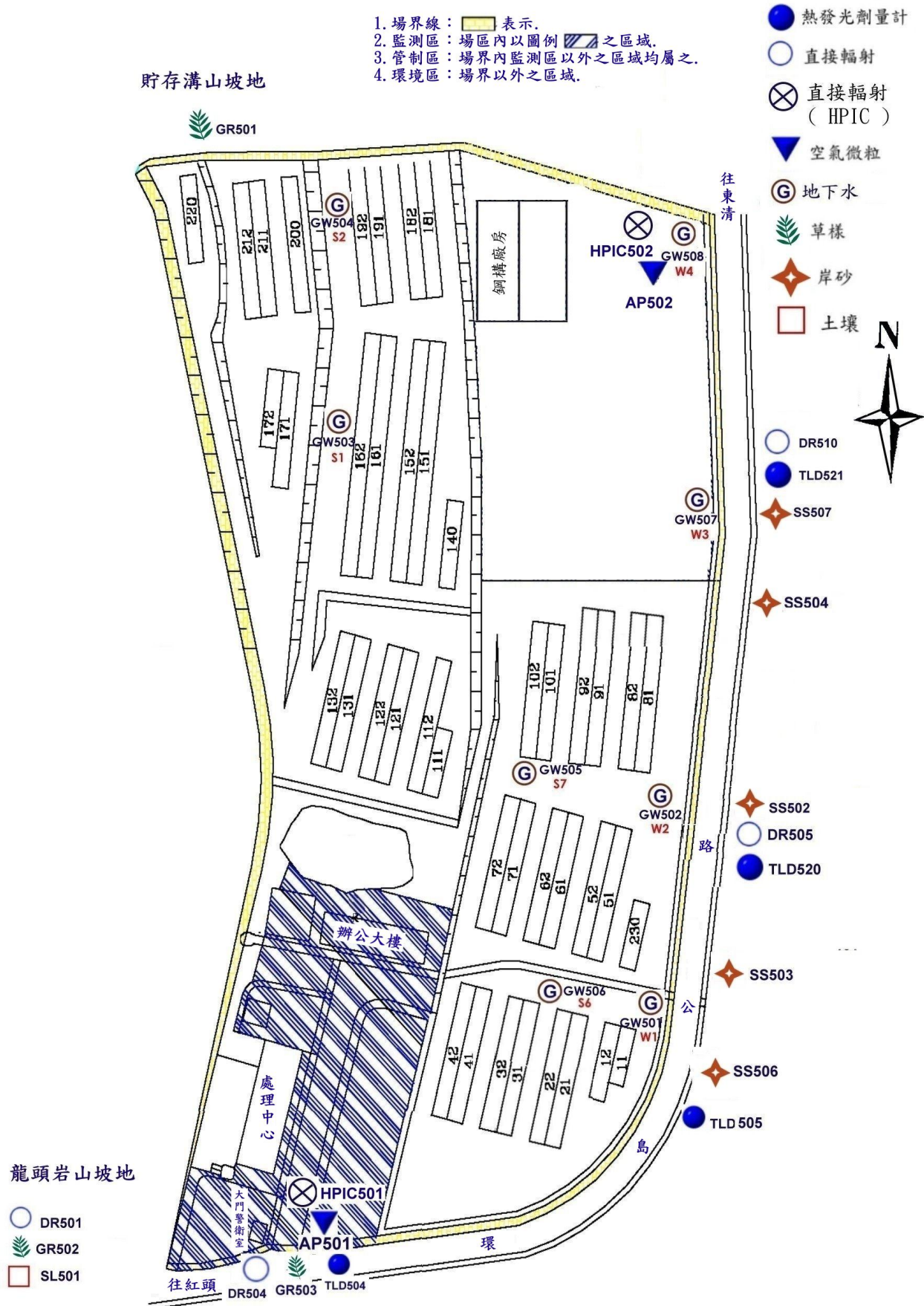


圖2 蘭嶼貯存場周邊各類試樣取樣／監測站分佈圖

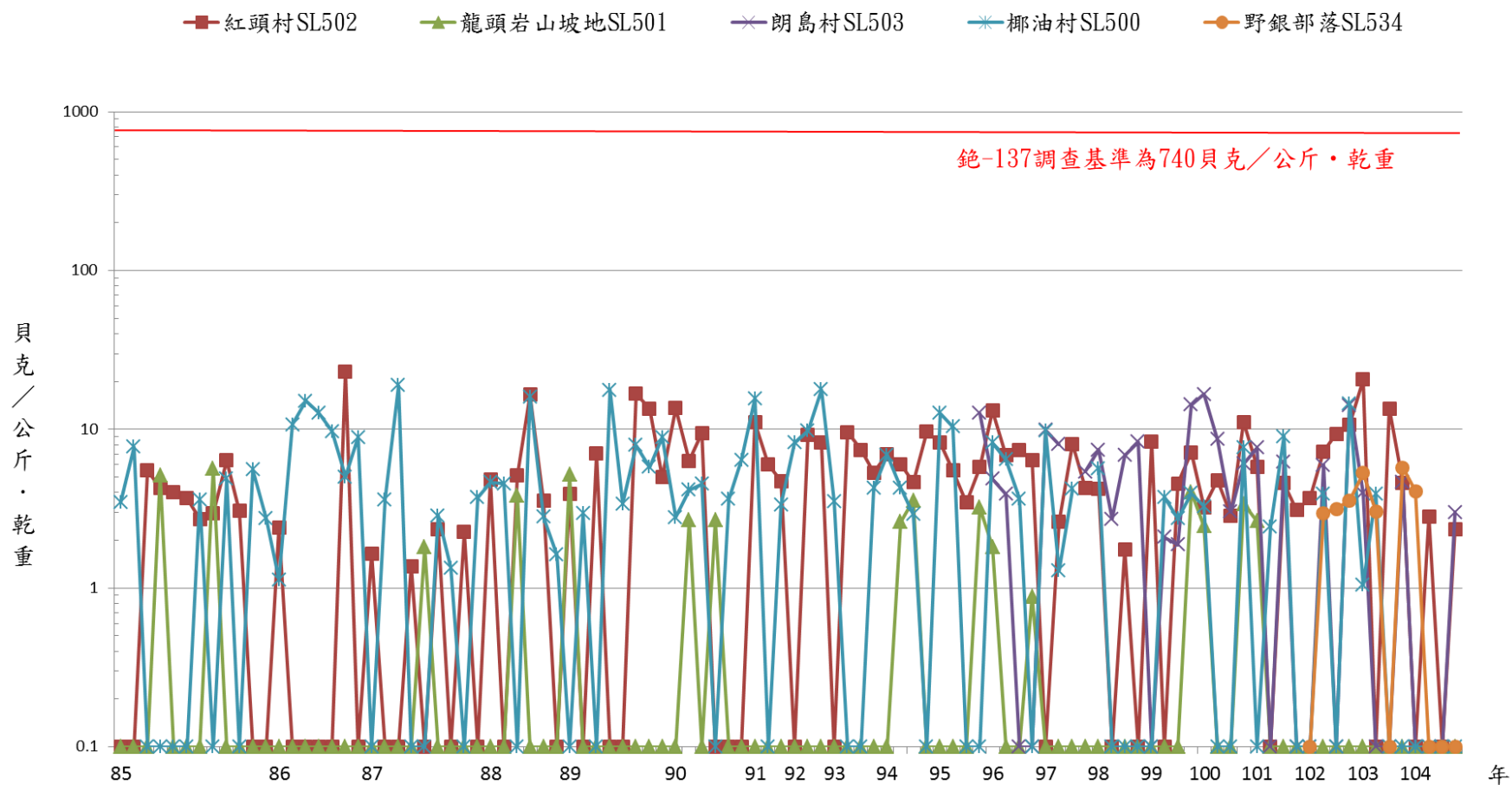


圖3 蘭嶼貯存場土壤鉅-137加馬能譜分析結果

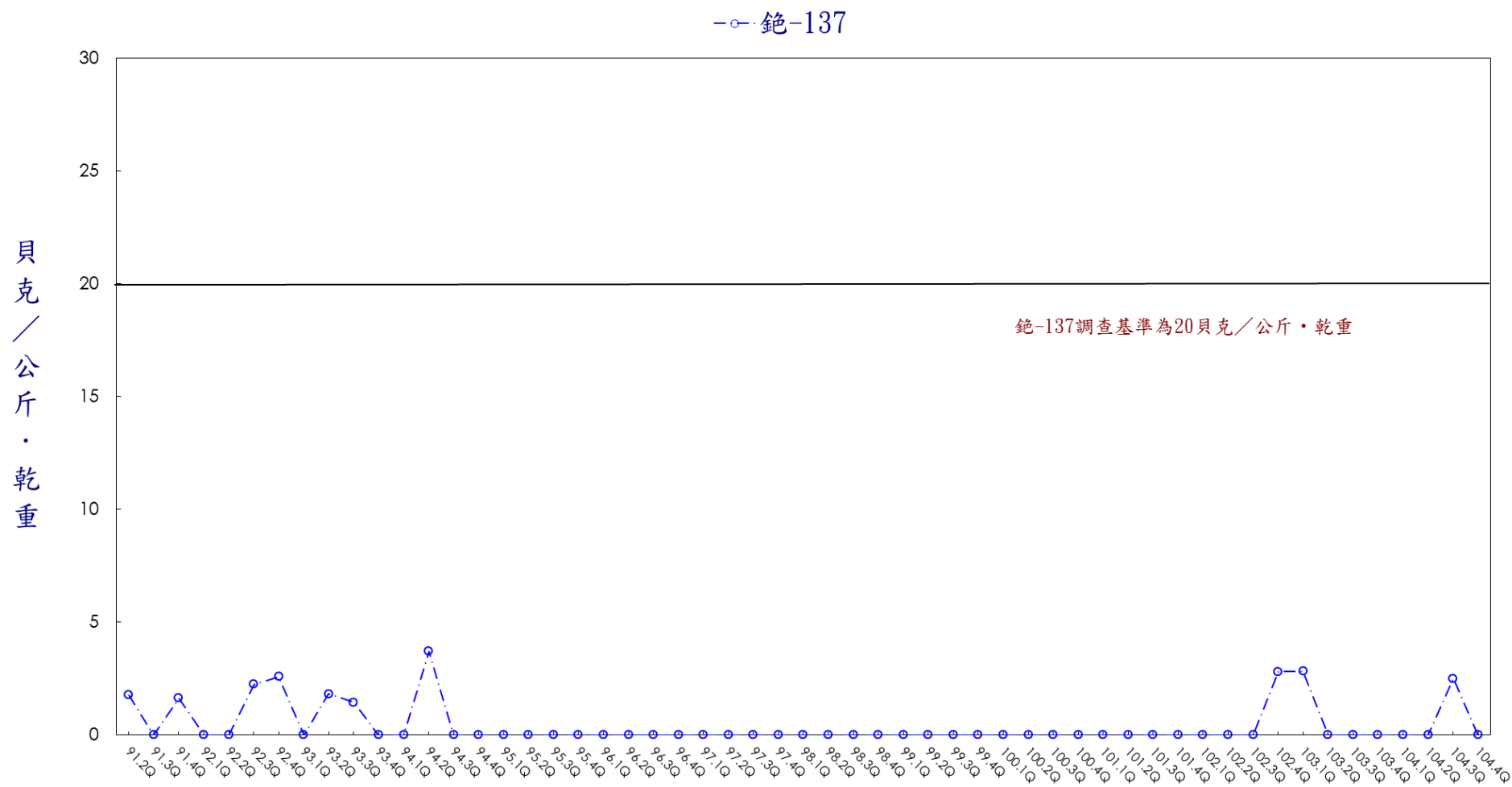


圖4 蘭嶼貯存場排水口岸砂加馬能譜分析結果

註：0.0000毫西弗表示未達評估標準

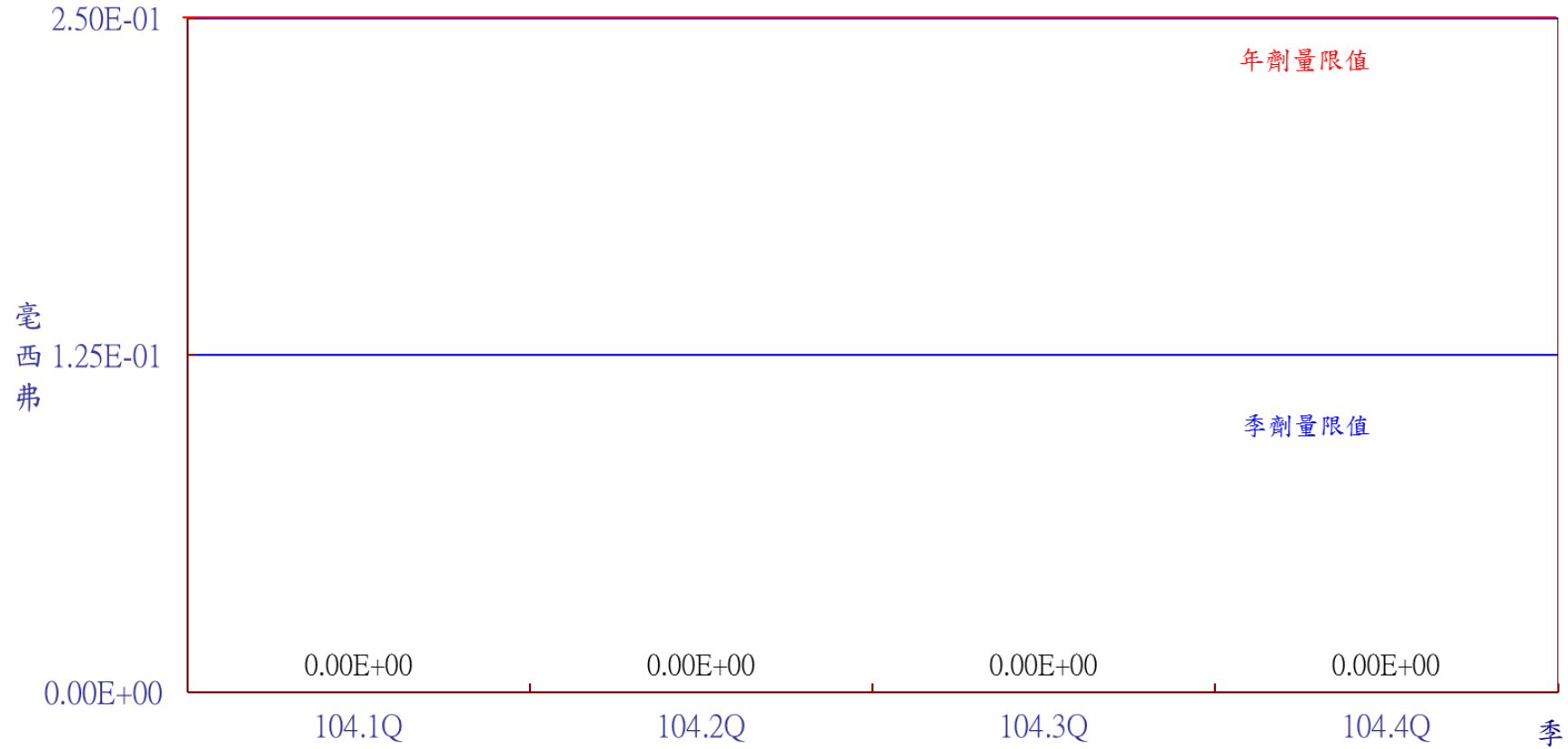


圖5 蘭嶼貯存場104年第4季民眾最大個人全身劑量

附錄5 檢測執行單位之認證資料

環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之TAF認證資料

認證單位：臺灣電力公司放射試驗室

認證編號：0068

認證類別	認可類別			有效期限
	試樣別	分析項目	項目代碼	
環境保護	水樣	加馬核種分析	I001	106.06.14
		氡核種分析	I002	106.06.14
		總貝他分析	I003	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	土壤	加馬核種分析	I001	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	肉類試樣	加馬核種分析	I001	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	乳類	加馬核種分析	I001	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	空浮微粒	加馬核種分析	I001	106.06.14
		總貝他分析	I003	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	植物	銥 90	I004	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14
	農漁產品	加馬核種分析	I001	106.06.14
		銥 90	I004	106.06.14

說明：上表為環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之認證資料。

附錄6 環境輻射監測報表

直接輻射 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
熱發光劑量計	直接輻射	16		2.72E-01 (15 / 15) (2.06E-01 - 3.70E-01)	垃圾掩埋場 西北西 3—4公里	3.70E-01 (1 / 1) (3.70E-01 - 3.70E-01)	3.64E-01 (1 / 1) (3.64E-01 - 3.64E-01)	3.39E-01 (38 / 38) (2.56E-01 - 4.89E-01)	毫西弗／年
直接輻射	直接輻射	24	0.01	3.49E-02 (21 / 21) (3.23E-02 - 4.19E-02)	大門口 西南 0—1公里	4.10E-02 (3 / 3) (4.03E-02 - 4.19E-02)	3.40E-02 (3 / 3) (3.37E-02 - 3.45E-02)	-----	微西弗／小時
高壓游離腔	直接輻射	4416	0.01	4.50E-02 (4416 / 4416) (4.16E-02 - 7.36E-02)	大門口 西南 0—1公里	4.60E-02 (2208 / 2208) (4.21E-02 - 6.59E-02)	-----	-----	微西弗／小時

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

空氣試樣 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
空氣微粒	總貝他	26	1.00	4.67E-01 (26 / 26) (8.60E-03 - 1.04E+00)	鋼構廠房旁 東北 0—1公里	5.05E-01 (13 / 13) (1.47E-01 - 1.04E+00)	-----	-----	毫貝克／立方公尺
	加馬能譜	2		-----	-----	-----	-----	-----	毫貝克／立方公尺
	鈹—7	2		1.70E-03 (2 / 2) (1.60E-03 - 1.80E-03)	鋼構廠房旁 東北 0—1公里	1.80E-03 (1 / 1) (1.80E-03 - 1.80E-03)	-----	-----	毫貝克／立方公尺
	銻—137	2	0.60	<MDA.	-----	-----	-----	-----	毫貝克／立方公尺

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

環境水樣 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
海水	氚	6	10.00	<MDA.	-----	-----	<MDA.	7.33E+00 (11 / 11) (2.22E+00 - 1.09E+01)	貝克／公升
	加馬能譜	6		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公升
	鉀-40	6		1.11E+01 (5 / 5) (1.04E+01 - 1.15E+01)	漁人村(漁人村碼頭) 西北西 5-6公里	1.15E+01 (1 / 1) (1.15E+01 - 1.15E+01)	1.23E+01 (1 / 1) (1.23E+01 - 1.23E+01)	-----	貝克／公升
	銻-137	6	0.40	<MDA.	-----	-----	<MDA.	-----	貝克／公升
飲水	氚	4	10.00	<MDA.	-----	-----	<MDA.	7.70E+00 (5 / 6) (2.78E+00 - 1.14E+01)	貝克／公升

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

環境水樣 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
飲水	加馬能譜	4		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公升
地下水	銫－137	4	0.40	<MDA.	-----	-----	<MDA.	-----	貝克／公升
	氚	8	10.00	<MDA.	-----	-----	-----	-----	貝克／公升
	加馬能譜	8		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公升
	銫－137	8	0.40	<MDA.	-----	-----	-----	-----	貝克／公升

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

陸域生物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
草樣	加馬能譜	15		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	鈹－7	15		3.61E+01 (12 / 12) (1.38E+01 - 6.33E+01)	貯存溝山坡地 北 0—1公里	4.08E+01 (3 / 3) (1.42E+01 - 6.33E+01)	2.61E+01 (3 / 3) (8.99E+00 - 4.33E+01)	4.94E+01 (10 / 13) (1.28E+01 - 2.34E+02)	貝克／公斤・鮮重
	鉀－40	15		1.16E+02 (12 / 12) (4.08E+01 - 1.79E+02)	龍頭岩山坡地 西南西 0—1公里	1.31E+02 (3 / 3) (9.23E+01 - 1.79E+02)	1.42E+02 (3 / 3) (1.08E+02 - 1.83E+02)	2.02E+02 (13 / 13) (5.25E+01 - 3.27E+02)	貝克／公斤・鮮重
	銫－137	15	0.50	<MDA.	-----	-----	<MDA.	5.57E+00 (2 / 13) (6.66E-01 - 1.05E+01)	貝克／公斤・鮮重
	銩－208	15		2.72E-02 (1 / 12) (3.27E-01 - 3.27E-01)	龍門橋 北北東 1—2公里	1.09E-01 (1 / 3) (3.27E-01 - 3.27E-01)	<MDA.	-----	貝克／公斤・鮮重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

陸域生物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
葉菜	加馬能譜	1		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	鈹－7	1		7.33E+00 (1 / 1) (7.33E+00 - 7.33E+00)	紅頭村(新蘭嶼國小旁) 西北 4－5公里	7.33E+00 (1 / 1) (7.33E+00 - 7.33E+00)	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	鉀－40	1		1.39E+02 (1 / 1) (1.39E+02 - 1.39E+02)	紅頭村(新蘭嶼國小旁) 西北 4－5公里	1.39E+02 (1 / 1) (1.39E+02 - 1.39E+02)	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	銫－137	1	0.50	<MDA.	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
根菜	加馬能譜	1		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

陸域生物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
根菜	加馬能譜 鉀-40	1		1.09E+02 (1 / 1) (1.09E+02 - 1.09E+02)	紅頭村(新蘭嶼國小旁) 西北 5-6公里	1.09E+02 (1 / 1) (1.09E+02 - 1.09E+02)	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	銫-137	1	0.30	<MDA.	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
芋頭	加馬能譜	2		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	鉀-40	2		1.13E+02 (2 / 2) (1.11E+02 - 1.15E+02)	東清村 北北西 6-7公里	1.15E+02 (1 / 1) (1.15E+02 - 1.15E+02)	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	銫-137	2	0.30	<MDA.	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

海域生物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
海生物(海魚)	加馬能譜	2		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・鮮重
	鉀－40	2		7.87E+01 (1 / 1) (7.87E+01 - 7.87E+01)	紅頭村(蘭嶼別館前方 海域) 西北西 4－5公里	7.87E+01 (1 / 1) (7.87E+01 - 7.87E+01)	7.26E+01 (1 / 1) (7.26E+01 - 7.26E+01)	-----	貝克／公斤・鮮重
	銫－137	2	0.30	9.36E-02 (1 / 1) (9.36E-02 - 9.36E-02)	紅頭村(蘭嶼別館前方 海域) 西北西 4－5公里	9.36E-02 (1 / 1) (9.36E-02 - 9.36E-02)	9.93E-02 (1 / 1) (9.93E-02 - 9.93E-02)	8.55E-01 (4 / 4) (2.56E-01 - 1.25E+00)	貝克／公斤・鮮重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

沈積物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
土壤	加馬能譜	5		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・乾重
	鉀－40	5		1.53E+02 (4 / 4) (1.03E+02 - 2.33E+02)	龍頭岩山坡地 西南西 0—1公里	2.33E+02 (1 / 1) (2.33E+02 - 2.33E+02)	1.20E+02 (1 / 1) (1.20E+02 - 1.20E+02)	1.18E+02 (16 / 16) (1.74E+01 - 2.51E+02)	貝克／公斤・乾重
	銻－137	5	3.00	1.34E+00 (2 / 4) (2.35E+00 - 3.01E+00)	朗島村 西北 10—11公里	3.01E+00 (1 / 1) (3.01E+00 - 3.01E+00)	<MDA.	2.36E+01 (12 / 26) (4.81E+00 - 6.72E+01)	貝克／公斤・乾重
	銻－208	5		5.22E+00 (3 / 4) (4.11E+00 - 1.24E+01)	龍頭岩山坡地 西南西 0—1公里	1.24E+01 (1 / 1) (1.24E+01 - 1.24E+01)	4.30E+00 (1 / 1) (4.30E+00 - 4.30E+00)	1.97E+01 (16 / 16) (3.74E+00 - 4.40E+01)	貝克／公斤・乾重
	鉛－212	5		1.07E+01 (2 / 4) (8.80E+00 - 3.41E+01)	龍頭岩山坡地 西南西 0—1公里	3.41E+01 (1 / 1) (3.41E+01 - 3.41E+01)	9.98E+00 (1 / 1) (9.98E+00 - 9.98E+00)	-----	貝克／公斤・乾重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

沈積物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	可接受最小可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
土壤	加馬能譜 鉍-214	5		5.72E+00 (1 / 4) (2.29E+01 - 2.29E+01)	龍頭岩山坡地 西南西 0-1公里	2.29E+01 (1 / 1) (2.29E+01 - 2.29E+01)	<MDA.	1.09E+01 (16 / 16) (2.48E+00 - 3.27E+01)	貝克／公斤・乾重
	鉛-214	5		7.66E+00 (2 / 4) (1.23E+01 - 1.84E+01)	龍頭岩山坡地 西南西 0-1公里	1.84E+01 (1 / 1) (1.84E+01 - 1.84E+01)	<MDA.	-----	貝克／公斤・乾重
	鐳-226	5		1.85E+01 (1 / 4) (7.41E+01 - 7.41E+01)	龍頭岩山坡地 西南西 0-1公里	7.41E+01 (1 / 1) (7.41E+01 - 7.41E+01)	<MDA.	-----	貝克／公斤・乾重
岸砂	加馬能譜	10		-----	-----	-----	-----	-----	貝克／公斤・乾重
	鉀-40	10		3.21E+01 (9 / 9) (1.82E+01 - 8.24E+01)	排水口 東 0-1公里	5.28E+01 (1 / 1) (5.28E+01 - 5.28E+01)	4.51E+01 (1 / 1) (4.51E+01 - 4.51E+01)	-----	貝克／公斤・乾重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。

沈積物 分析結果表

蘭嶼貯存場

104 年 10 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析 類別	分析 總數	可接受 最小 可測量	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	運轉前平均值 (比數) (變動範圍)	單位
岸砂	加馬能譜 銫-137	10	3.00	<MDA.	-----	-----	<MDA.	-----	貝克／公斤・乾重
	銩-208	10		8.18E-01 (5 / 9) (5.70E-01 - 3.21E+00)	排水口 東 0-1公里	1.96E+00 (3 / 3) (1.26E+00 - 3.21E+00)	<MDA.	-----	貝克／公斤・乾重

- 說明：
1. 平均值為大於最小可測量(MDA)之活度總和與分析次數之比值。
 2. 比數為大於最小可量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 運轉前資料係採用大於最小可測量(MDA)之分析結果。
 5. 可接受最小可測量係採用原能會所頒訂。
 6. 運轉前平均值欄中「-----」表運轉前未分析或低於最小可測量(MDA)。