

歡迎參閱

## 蘭嶼貯存場

九十二年環境輻射監測年度報告

(民國九十二年一月一日至九十二年十二月卅一日)

## 摘 要

本報告詳述台灣電力公司核能後端營運處蘭嶼貯存場九十二年環境輻射監測結果。全期按行政院原子能委員會核定之計畫，對鄰場之直接輻射、空氣、水樣、農漁產品、土壤與岸砂等 54 站執行取樣 346 樣次，分析 386 樣次。依據實際監測結果估算該場外釋核種全年造成場外民眾最大個人全身輻射劑量為 0.1624 微西弗（年劑量設計限值為 250 微西弗／場（全身））。

另依原能會八十七年新修訂之「核設施環測結果民眾劑量評估導則」，評估對場外民眾個人全身劑量，結果未達評估標準（低於 0.0010 毫西弗，年劑量設計限值為 0.25 毫西弗／年·場址）。

# 目 錄

1、前言.....	1
2、監測目的與內容.....	2
(1) 監測目的.....	2
(2) 監測方法.....	2
• 設站.....	2
• 取樣.....	2
• 監測項目.....	2
• 試樣前處理與核種純化.....	2
• 放射性含量計測與直接輻射監測.....	3
(3) 作業統計.....	3
3、監測結果與討論.....	3
(1) 直接加馬輻射.....	3
(2) 空氣試樣.....	3
(3) 水樣.....	3
(4) 生物樣.....	4
(5) 累積效應試樣.....	4
(6) 預警制度之執行情形.....	4
4、民眾劑量評估.....	4
(1) 環境利用狀況概述.....	4
(2) 劑量計算方法與模式.....	4
(3) 重要參數.....	6
(4) 劑量計算結果.....	6
• 個人最大年劑量.....	6
• 集體劑量.....	6
• 與自然背景劑量比較.....	6
5、品質保證及管制.....	7
6、結論.....	12
7、參考文獻.....	12

## 表 目

表一、九十二年 EML-0209(QAP57)各試樣分析比較結果.....	7
表二、九十二年 EML-0303(QAP58)各試樣分析比較結果.....	8
表三、九十二年度環境輻射監測作業儀器系統品質管制執行一覽表.....	9
表四、九十二年度環境輻射監測作業化學分析品質管制執行一覽表.....	10
表五、九十二年度環境輻射監測作業儀器系統校正作業執行一覽表.....	11
表六、九十二年蘭嶼貯存場環境監測項目一覽表.....	13
表七、蘭嶼貯存場環境監測試樣化學分析方法簡表.....	14
表八、環境監測試樣放射性分析之行動基準.....	15
表九、九十二年蘭嶼貯存場環境監測作業工作量統計表.....	16
表十、民眾個人最大食用量因子.....	17
表十一、嚥入吸入時對成人的約定有效等效劑量轉換係數.....	18
表十二、民眾體外曝露有效等效劑量及皮膚等效劑量換算係數.....	19
表十三、最大個人全身劑量及曝露途徑.....	20

## 圖 目

圖一、蘭嶼貯存場各類試樣取樣站分佈圖.....	21
圖二、歷年蘭嶼貯存場土壤銫-137 加馬能譜分析結果.....	22
圖三、歷年蘭嶼貯存場排水口岸砂最近五年加馬能譜分析結果.....	23
圖四、蘭嶼貯存場外釋核種造成場外民眾最大個人全身劑量.....	24

## 附 錄 目

附錄 A、環境輻射監測報表.....	25
附錄 B、蘭嶼貯存場環境輻射監測取樣站方位距離表.....	39
附錄 C、中華民國實驗室認證體系認可證書.....	41

## 1、前言

台灣電力公司自七十九年七月由行政院原子能委員會接下蘭嶼貯存場之營運後，即著手規劃並執行蘭嶼貯存場之環境輻射監測計畫，實測評估蘭嶼貯存場營運後，對民眾所造成之輻射劑量。

依據並符合「游離輻射防護法」<sup>(1)</sup>、「核子反應器設施管制法施行細則」<sup>(2)</sup>、「放射性物料管理法施行細則」<sup>(3)</sup>、「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測準則」<sup>(4)</sup>及「環境輻射偵測規範」<sup>(5)</sup>規定，本公司依規定在蘭嶼貯存場裝置完善之環境輻射監測系統，供以判定由蘭嶼貯存場營運時所造成之民眾輻射劑量及環境監測並藉以了解當地放射性含量變化狀況，確保當地民眾的安全與健康。

本期報告內包括九十二年度全年度蘭嶼貯存場營運期間各類環境試樣之放射性分析結果與直接輻射之監測結果，以及評估該場營運對鄰場民眾所導致之輻射劑量分析。

## 2、監測目的與內容

### (1) 監測目的

執行本項計畫為確保貯存場周圍民眾的健康與安全，並瞭解環境中各核種的消長變化趨勢，並評估及確認貯存場外釋放放射性物質，對當地民眾個人所造成之輻射劑量在法規限值之下。

### (2) 監測方法

#### ● 設站

以貯存場場址為中心，在蘭嶼全島分別設置直接輻射監測站（20）、空氣取樣站（1站）、海水（6站）、飲用水（4站）、草樣（5站）、農作物（3站）（包括葉菜、根菜及芋頭）、海生物（海魚）（2站）、底棲生物（1站）、海藻（1站）、土壤（3站）及岸砂（8站）等試樣站，共計54站。

各試樣取樣站設置詳如圖1所示。各站方位、距離詳如附錄B所示。

#### ● 取樣

各類試樣均於固定位置依核定計畫之取樣方式和頻度收集。

各類試樣之取樣方式係依照本公司放射試驗室「環境輻射偵測試樣取樣操作手冊」<sup>(6)</sup>執行之。

#### ● 監測項目

本計畫係參考美國核管會發行之核能法規指引，配合蘭嶼貯存場當地氣象、人口資料和民眾飲食習慣，訂定各類試樣年度監測項目、取樣站數量、分析頻度及分析類別，詳如表六。

#### ● 試樣前處理與核種純化

- 1、加馬核種含量度量前處理方式如次：水及奶樣裝於4公升之計測皿直接度量；生物樣經高溫灰化，土壤、岸砂與海底沉積物烘乾處理後，再盛裝一定量後執行度量。
- 2、空氣微粒總貝他則將濾紙烘乾後直接計測。
- 3、各類試樣銻分析係以碳酸銻沉澱法分離，再以液體閃爍計數儀計測（謝侖可夫輻射計測法），推算出銻-89，銻-90之活度。
- 4、水樣氫分析係經蒸餾處理，再以液體閃爍計數儀計測。



5、個別試樣之化學分析方法簡述於表七中，詳細處理步驟係依照本公司放射試驗室「環境監測作業方法管理作業程序」<sup>(7)</sup>處理之。

#### ●放射性含量計測與直接輻射劑量度量

本計畫使用手提蓋革監測儀及熱發光劑量計兩種方法，以監測直接輻射劑量；而環境試樣之放射性含量計測可分為總貝他計測，加馬能譜分析及單一核種分析三類。各計測系統分析之最低可測活度均低於原能會(82)會輻字第16363號函規定之可接受最小可測量要求值，詳如表八。

#### (3)作業統計

放射試驗室並於87年度參加中華民國實驗室認證體系認證(CNLA)，於91年十二月獲得「環境監測之游離輻射測試領域」中七項認可，如附錄C。本年度共取樣346樣次，分析386樣次。各類試樣之分類統計於表九所示。

### 3、監測結果與討論

#### (1)直接加馬輻射

14站熱發光劑量計監測結果，其年劑量率變動範圍在0.259~0.493毫西弗/年之間，及6站直接輻射偵檢器監測結果，其輻射劑量率變動範圍在0.049~0.053微西弗/小時之間，低於提報值(1.0微西弗/小時)。

#### (2)空氣樣

空氣微粒總貝他活度計測結果其變動範圍為0.083~1.89毫貝克/立方公尺，遠低於提報值(90毫貝克/立方公尺)。

#### (3)水樣

- 各類水樣氡分析結果，海水於漁人村(1月份)測得氡，活度為6.85貝克/公升；飲水於對照站椰油村(1月份)測得氡，活度為6.54貝克/公升，均低於可接受最小可測量要求值(10貝克/公升)。
- 加馬能譜分析結果均僅測得自然核種。

#### (4)生物樣

各類生物樣加馬能譜分析結果，海生物(海魚)於紅頭村及椰油村(對照站)

測得銫-137，活度範圍為 2.24~2.86 貝克／公斤·鮮樣(低於提報值 74 貝克公斤)，其餘試樣均僅測得自然核種。

#### (5) 累積效應試樣

- 累積試樣分析結果，供以判定貯存場外釋核種之累積效應。
- 土壤試樣在紅頭村及椰油村(對照站)測得銫-137，活度範圍在 8.23~17.8 貝克／公斤·乾樣，低於提報值(740 貝克／公斤·乾樣)，且均在運轉前銫-137 活度變動範圍(4.81~67.2 貝克／公斤·乾樣)內，判係早期核爆落塵及轍諾堡事故殘存核種所影響，本年度土壤試樣加馬能譜分析結果與歷年分析結果比較，並無異常情形，如圖 2 所示。
- 岸砂試樣加馬能譜分析結果，在排水口等三站測得銫-137，活度範圍分別為 2.24~2.58 貝克／公斤·乾樣，均低於提報值(20 貝克／公斤·乾樣)外，其餘均僅測得自然核種，出水口岸砂加馬能譜分析結果詳如圖 3 所示。
- 各類試樣監測結果如附錄 A 所示。

#### (6) 預警制度之執行情形

- 本年度各試樣分析結果，均遠低於提報值。

### 4、民眾劑量評估

#### (1) 環境利用狀況概述

本報告所涵括期間，環繞貯存場四周居民生活狀況無顯著變更；各類農作物種植情況大致與去年相同。

#### (2) 劑量計算方法與模式

(A) 經由各監測站及各類環境試樣分析結果，分別估算貯存場外釋核種所導致之民眾劑量如下：

- 外釋放射性核種所造成之民眾劑量，根據各類環境試樣分析結果之每一核種之活度計算所導致之民眾劑量：

$$\text{體內約定有效等效劑量} = \sum D_{ij} = \sum A_i \times F_j \times D C F_i$$

$$\text{體外有效等效劑量} = \sum D_{ij} = \sum A_i \times E_j \times D C F_i \times S \times C$$

$D_{ij}$  : j 試樣中所含 i 核種對民眾造成之劑量

- $A_i$  : j 試樣中所含 i 核種全年的活度／取樣頻度，為保守估計，取各站試樣中年平均值最高者
- $F_j$  : j 試樣之年個人最大食用量因子（詳如表十）
- $E_j$  : j 試樣之年個人最大曝露量因子
- $D C F_i$  : i 核種之攝入／吸入約定有效等效劑量轉換係數或體外曝露有效劑量轉換係數（詳如表十一）
- $S$  : 居住屏蔽因數（岸砂：1.0，土壤：0.7）
- $C$  : 岸砂或土壤表面密度

(B) 依據「核設施環測結果民眾劑量估算導則」<sup>(8)</sup> 估場外民眾最大個人全身劑量。

● 體外劑量

i、熱發光劑量劑（TLD）

各站年劑量 = 個站 TLD 計讀結果平均值 - [（各站過去五年平均值） +（三倍標準差）或（各站運轉前背景值、鄰近地區之天然背景值） +（三倍標準差）]

ii、土壤及岸砂

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

D：劑量

S：屏蔽因子 0.36，沙灘曝露因子 0.036

K：單位面積放射性活度

H：核種的計量轉換因子（詳如表十一）

● 體內劑量

包括呼吸、飲水及農漁產品等試樣的劑量評估。

$$D = U \times C \times H$$

D：劑量

U：食用量因子（詳如表十）

C：試樣之放射性活度

H：核種的劑量轉換因子（詳如表十一）

上述之體外劑量及體內劑量若評估之曝露地點相同則劑量之間得以相加。

### (3)重要參數

食用量因子及約定有效等效劑量轉換因子均詳列於表十至表十二中。

### (4)劑量計算結果

#### ●個人最大年劑量

貯存場外釋核種全年造成場外民眾最大個人全身輻射劑量為 0.1624 微西弗。

依據「核設施環測結果民眾劑量評估導則」評估場外民眾最大個人劑量，評估結果低於 0.0010 毫西弗，低於獨立貯存場環境輻射劑量設計規範之限值（0.25 毫西弗／年·場址），詳細曝露途徑如表十三所示。

#### ●集體劑量

集體劑量之評估，係採用貯存場排放資料輸入電腦模式模擬評估計算，本年度因無排放故無集體劑量評估值。

#### ●與自然背景劑量比較

總計全年造成民眾全身之輻射劑量值，結果為低於評估標準(0.0010 毫西弗)，遠低於台灣地區天然游離輻射造成之年劑量 1620 微西弗<sup>(9)</sup>。

## 5、品質保證及管制

表一 九十二年 EML-0209 (QAP57) 各試樣分析比較結果

分析序	試樣	核種	本室測值	EML 測值	偏差%	等級
1	土壤	Ac-228	45.22	42.30	+6.90	A
2		Bi-212	44.88	45.93	-2.30	A
3		Bi-214	40.11	33.63	+19.30	A
4		Cs-137	846.00	829.33	+2.00	A
5		K-40	671.59	637.67	+5.30	A
6		Pb-212	43.40	43.43	-0.00	A
7		Pb-214	39.65	35.20	+12.60	A
8		Sr-90	42.20	41.16	+2.50	A
9	蔬菜	Co-60	9.98	9.66	+3.30	A
10		Cs-137	330.22	300.67	+9.80	A
11		K-40	1527.48	1480.00	+3.20	A
12		Sr-90	389.00	476.26	-18.30	A
13	濾紙	Co-60	23.18	23.00	+0.80	A
14		Cs-137	33.38	32.50	+2.70	A
15		總阿伐	0.260	0.287	-9.40	A
16		總貝他	0.690	0.871	-20.80	W
17		Mn-54	52.92	52.20	+1.40	A
18		Sr-90	6.30	5.56	+13.30	A
19	水樣	Co-60	275.55	268.67	+2.60	A
20		Cs-134	60.34	60.20	+0.20	A
21		Cs-137	87.50	81.43	+7.50	A
22		總阿伐	215.00	210.00	+2.40	A
23		總貝他	821.00	900.00	-8.80	A
24		H-3	247.60	227.30	+8.90	A
25		Sr-90	10.01	8.69	+15.20	W

備註：1. 等級 A(Acceptable)、W(Warning)、N(Non-acceptable)

分別代表「可接受」、「注意」、「不可接受」。

2. EML 主辦單位認定之合格等級為 A 和 W。

3. 本室九十二年年度 EML 試驗室間比較分析合格率為 100%。

表二 九十二年 EML-0303 (QAP58) 各試樣分析比較結果

分析序	試樣	核種	本室測值	EML 測值	偏差%	等級
1	土壤	Ac-228	59.00	57.60	+2.40	A
2		Bi-212	60.69	60.60	+0.10	A
3		Bi-214	59.56	67.00	-11.10	A
4		Cs-137	1434.51	1450.00	-1.10	A
5		K-40	640.71	636.00	+0.70	A
6		Pb-212	57.90	59.43	+2.60	A
7		Pb-214	71.10	61.20	-13.90	W
8	蔬菜	Co-60	13.64	12.10	+12.70	A
9		Cs-137	478.63	444.00	+7.80	A
10		K-40	1162.76	1120.00	+0.38	A
11	濾紙	Co-60	32.13	33.50	-4.10	A
12		Cs-137	97.99	99.70	-1.70	A
13		Mn-54	42.93	43.80	-2.00	A
14	水樣	Co-60	227.04	234.00	-3.00	A
15		Cs-134	29.09	30.50	-4.60	A
16		Cs-37	62.90	63.80	-1.40	A

備註：1. 等級 A(Acceptable)、W(Warning)、N(Non-acceptable)

分別代表「可接受」、「注意」、「不可接受」。

2. EML 主辦單位認定之合格等級為 A 和 W。

3. 本室九十二年年度 EML 試驗室間比較分析合格率為 100%。

表三 九十二年度環境輻射監測作業儀器系統品質管制執行一覽表

儀器系統	品管項目	執行頻度	完成期限	品管結果	樣次小計
1. 化驗天平 (共計兩部)	砝碼讀值品管	每月	每月月底	合格	12*2=24
2. 加馬能譜 分析系統 (共計 8 部)	(1). 射源核種活度 穩定度測試	每月	每月月底	合格	12*8=96
	(2). 射源核種解析 度穩定度測試	每月	每月月底	合格	12*8=96
3. 低背景貝 他計測系統 (共計 1 部)	(1). 射源計數率穩 定度測試	每月	每月月底	合格	12*1=12
	(2). 背景計數率穩 定度測試	每月	每月月底	合格	12*1=12
4. 液體閃爍 計測系統 (共計 1 部)	(1). 射源計數率穩 定度測試	每月	每月月底	合格	12*1=12
	(2). 背景計數率穩 定度測試	每月	每月月底	合格	12*1=12
5. 高壓游離 腔系統 (共計 10 部)	(1). 射源曝露率穩 定度測試	每月	每月月底	合格	12*10=120
6. 熱發光劑 量計計讀 系統 (共計 1 部)	(1). 光源讀數穩定 度測試	每季	每季結束前	合格	4*1=4
	(2). 背景讀數穩定 度測試	每季	每季結束前	合格	4*1=4
	(3). 劑量轉換因數 穩定度測試	每季	每季結束前	合格	4*1=4
7. 酸鹼度計 (共 2 部)	(1). 標準緩衝溶液 酸鹼度值	每半年	半年度結束 前	合格	2*2=4
總 計	400 樣次				

表四 九十二年度環境輻射監測作業儀器系統校正作業執行一覽表

儀器系統	品管項目	執行頻度	完成日期	品管結果	樣次小計
1.化驗天平 (共計 2 部)	天平讀值品管	每年	92.07.25	合格	2*1=2
2.加馬能譜分析系統 (共計 8 部)	(1).系統能量校正	每年	92.12.30	合格	1*8=8
	(2).系統效率校正 (除第 1 部有 4 種幾何形狀外,其餘 7 部均有 5 種幾何形狀)		92.12.30	合格	6+8*7=62
3.低背景貝他計測系統 (共計 1 部)	(1).總貝他蒸乾樣計測效率校正	每年	92.03.24	合格	1*1=1
	(2).總貝他過濾樣計測效率校正	每年		合格	1*1=1
4.液體閃爍計測系統	(1).氡核種計測效率校正	每月	隨例行計測校正	合格	12*1=12
5.熱發光劑量計讀系統	(1).劑量轉換因數校正	每年	92.01.07	合格	1*1=1
6.空氣取樣器	(1).氣體流量校正	每半年	92.02.10 92.03.05 92.04.07 92.05.09 92.06.10 92.06.27 92.07.10 92.08.12 92.09.03 92.10.09 92.11.12 92.12.04 92.12.26	合格	7+8+13+8+3+4+2+9+9+11+6+5+6=91
8.酸鹼度計 (共 2 部)	(1).pH 值校正	每半年	92.06.06 92.12.11	合格	2*2=4
總 計			182 樣次		



表五 九十二年度環境輻射監測作業化學分析品質管制執行一覽表

化學分析品質管制項目		執行頻度	完成期限	品管結果	樣次小計
1. 複製試樣 分析	(1). 氚分析	每月	每月月底	合格	28*1=28
	(2). 鋇分析	每批次	視試樣而定	合格	6*1=6
	(3). 牛、羊奶碘 分析	每季	每季季底	合格	6*1=6
	(4). 總貝他分析	每月	每月月底	合格	12*1=12
2. 放射試驗室 內部比較分析	(1). 濾紙鋇-90 分 析	每年	91 年 9 月	合格	3*1=3
	(2). 濾紙試樣加馬 核種			合格	3*1=3
3. 國內原能 會輻射監 測中心主 辦環境試 樣核種比 較分析	(1). 土壤、茶葉、 海水、地下水 試樣加馬核 種、 $G\beta$ 、 H-3、 鋇-90 分析	每年	92 年 7 月	合格	12*1=12
	(2). 熱發光劑量 計田野組、照 射組劑量分析	每年		合格	4*1=4
4. 美國能源 部 EML 實 驗室主辦 環境試樣 核種比較 分析	(1). 土壤、蔬菜、 濾紙、水試樣 加馬核種、 $G\alpha$ 、 $G\beta$ 、 H-3、 鋇-90 分析	每 半 年	92 年 5 、 11 月 底	合格	25*1=25
	(2). 土壤、蔬菜、 濾紙、水試樣 加馬核種分析			合格	16*1=16
總 計	115 樣次				

## 6、結論

- (1)全年共取樣 346 樣次，實際分析樣次 386 樣次。
- (2)貯存場本年度沒有外釋液體排放，底棲生物、海生物（海魚）及岸砂測得微量銫-137 核種，判係早期排放及轍諾堡事件殘留影響之累積效應，全年導致民眾個人最大全身劑量為 0.1624 微西弗，遠低於獨立貯存場每年 250 微西弗之獨立貯存場之環境輻射劑量設計規範之限值，應無安全之虞。
- (3)執行與檢討：本年度環測取樣及分析結果，均無異常情形。

## 7、參考文獻

1. 「游離輻射防護法」。(91 年)
2. 「核子反應器設施管制法施行細則」。(92 年)
3. 「放射性物料管理法施行細則」。(92 年)
4. 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測準則」。(92 年)
5. 「環境輻射偵測規範」行政院原子能委員會(88)會輻字第 15686 號函，修訂版。(88 年)
6. 「環境輻射偵測試樣取樣操作手冊」，台灣電力公司放射試驗室。(91 年)
7. 「環境監測作業方法管理作業程序」，台灣電力公司放射試驗室。(92 年)
8. 「核設施環測結果民眾劑量估算導則」，行政院原子能委員會(87)會輻字第 1829 號函。
9. 「台灣地區天然背景輻射劑量評估」，核研季刊 86 年元月，原子能委員會輻射偵測中心。

表六 蘭嶼貯存場環境監測項目

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	14	季	加馬劑量 / 季
直接輻射	6	月	加馬劑量 / 月
空氣			
空氣微粒	1	連續	總貝他、加馬能譜 <sup>1</sup> / 週、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
水樣			
海水	6	季	加馬能譜、氫 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
飲水	4	季	加馬能譜、氫 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
生物			
草樣	5	月	加馬能譜 / 月、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
葉菜	1	季	加馬能譜 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
根菜	1	季	加馬能譜 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
芋頭	1	季	加馬能譜 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
海生物(海魚)	2	季	加馬能譜 / 季、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
底棲生物	1	年	加馬能譜 / 年、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
海藻	1	年	加馬能譜 / 年、鋇-89 ; 90 <sup>2</sup>
土壤、岸砂試樣			
岸砂	8	季 <sup>3</sup>	加馬能譜 / 季
土壤	3	季	加馬能譜 / 季

註：1. 每週空氣微粒總貝他分析結果超過 4 毫貝克 / 立方公尺時，方執行加馬能譜分析。

2. 加馬能譜分析中發現銫-137 大於原會規定之可接受最小可測量要求值時，方執行鋇-89 ; 90 分析。

3. 出水口(SS502)站按月執行。

表七 環境試樣分析方法簡表

試 樣 類 別	分析類別	分析 方法 簡 介 及 程 序 書 編 號
空氣微粒	總貝他	取樣後直接以低背景比例偵檢儀計測 (RL-E0-8, RL-E0-15) (RL-TE0-8, RL-TE0-7)
空氣微粒	加馬核種	累積一季之量後直接以純鍮偵檢儀計測 (RL-E0-14)(RL-TE0-6)
葉菜、根菜、草樣、芋頭、 海生物(海魚)、底棲生 物、海藻	加馬核種	灰化後裝罐以純鍮偵檢儀計測 (RL-E0-14) (RL-TE0-6)
岸砂、土壤	加馬核種	烘乾後裝罐以純鍮偵檢儀計測 (RL-E0-14) (RL-TE0-6)
空氣微粒、葉菜、海生物 (海魚)、根菜、底棲生物 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) (RL-E0-9, RL-E0-15)
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) (RL-E0-9, RL-E0-15)
飲用水、海水	氡	經蒸餾後，以液體閃爍計測儀計測 (RL-E0-10, RL-E0-16) (RL-TE0-9, RL-TE0-16)
飲用水、海水	加馬核種	直接裝罐以純鍮偵檢儀計測(RL-E0-14) (RL-TE0-6)
直接輻射(蓋格監測儀)	加馬劑量	直接度量(RL-E0-17)
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(RL-E0-18)

註：灰樣於計測時皆以依鮮樣與灰樣之灰化比，換算回對應之鮮樣重量。

表八 環境試樣放射性分析之行動基準

行 動 基 準 核 種	水 (Bq/L)		空氣 (mBq/M <sup>3</sup> )		農魚產品 (B/kg-wet)		蔬菜、草樣 (B/kg-wet)		牛奶 (Bq/L)		土壤、岸砂 (Bq/kg-dry)	
	低	提	低	提	低	提	低	提	低	提	低	提
總貝他	0.1	1	1	90	5		5		5		100	
氡	10	1100										
錳 54	0.4	40	0.6		0.3	110	0.5		0.4		3	110
鐵 59	0.7	15	1.2		0.5	40	0.9		0.7		6	
鈷 58	0.4	40	0.6		0.3	110	0.5		0.4		3	110
鈷 60	0.4	10	0.6		0.3	40	0.5		0.4		3	110
鋅 65	0.9	10	1.5		0.5	74	1.0		0.9		7	
鋇 89	0.1		1.0		10		1.0					
鋇 90	0.1		1.0		10		1.0		10		10	
銦 95	0.7	15	1.0		0.5		0.9		0.7		6	
銻 95	0.7	15	1.0		0.5		0.9		0.7		6	
碘 131	0.1	1	0.5	30			0.4	4	0.1	0.4	3	
銻 134	0.4	2	0.6	370	0.3	8	0.5	37	0.4	3	3	74(20)
銻 137	0.4	2	0.6	740	0.3	74	0.5	74	0.4	3	3	740(20)
鋇 140	0.4	10	2.0		1.0		1.0		1.0	10	10	
釷 140	0.4	10	2.0		1.0		1.0		1.0	10	10	
直接輻射 ( $\mu$ Sv/h)			0.01	1.0								

- 說明：1. “低”表示可接受最小可測量要求值，“提”表示提報值。  
 2. 提報值的30%為查驗值。  
 3. 水樣不含雨水，雨水分析結果比照落塵規定。  
 4. ( )係指岸砂。

表九 九十二年蘭嶼貯存場環境監測作業工作量統計表

試 樣 別	計畫作業量	完成分析量	說 明
直接輻射	128	1252	熱發光劑量計遺失及故障缺6樣次
空氣樣	53	50	空氣取樣站故障總貝他缺3樣次
水 樣	80	80	
生 物 樣	82	82	
累積效應試樣	52	52	
總 計	395	386	

表十 蘭嶼民眾個人最大食用量因子<sup>1</sup>

試 樣	單 位	總 計 量			
		成 人	少 年	小 孩	嬰 兒
空 氣 <sup>2</sup>	立方公尺／年	8000	8000	3700	1400
飲 水 <sup>2</sup>	公升／年	730	510	510	330
芋 頭 <sup>3</sup>	公斤／年	638	328	221	58
地 瓜 <sup>3</sup>	公斤／年	488	260	184	7
根 菜	公斤／年	43	21	20	12
蔬 菜	公斤／年	54	27	31	18
肉類、家禽	公斤／年	22	15	24	11
魚 類	公斤／年	215	158	123	52
海 菜	公斤／年	177	79	167	16
沙灘曝露	小時／年	500	50	30	0

註 1、引用的原始數據為「蘭嶼人口及居民生活習慣調查」(民國 87 年益鼎工程公司暨屏東科技大學江復明教授等)。

註 2、本項資料源自 U. S. R. G. 1. 109 P. 40, TABLE E-5。

註 3、由於芋頭及地瓜之最大食用量因子，均遠大於蘭嶼地區之實際產量(以平均食用量換算總消耗量，分別高於實際產量 4.9 及 8.7 倍)，惟保守計算仍以平均食用量作為評估劑量之最大食用量因子。

表十一 吸入時對成人的約定有效等效劑量換算係數\*1

單位：(毫西弗/貝克)

核種	吸入	吸入
H-3	$1.73 \times 10^{-8}$	$1.73 \times 10^{-8}$
C-14	$5.60 \times 10^{-7}$	$5.60 \times 10^{-7}$
Cr-51	$3.98 \times 10^{-8}$	$Y9.03 \times 10^{-8}$
Mn-54	$7.48 \times 10^{-7}$	$W1.81 \times 10^{-6}$
Fe-59	$1.80 \times 10^{-6}$	$D4.00 \times 10^{-6}$
Co-58	$9.68 \times 10^{-7}$	$Y2.94 \times 10^{-6}$
Co-60	$7.28 \times 10^{-6}$	$Y5.91 \times 10^{-5}$
Zn-65	$3.90 \times 10^{-6}$	$Y5.51 \times 10^{-6}$
Sr-89	$2.50 \times 10^{-6}$	$Y1.12 \times 10^{-5}$
Sr-90	$3.85 \times 10^{-5}$	$Y3.51 \times 10^{-4}$
Zr-95	$1.02 \times 10^{-6}$	$D6.39 \times 10^{-6}$
Nb-95	$6.95 \times 10^{-7}$	$Y1.57 \times 10^{-6}$
Ru-106	$7.40 \times 10^{-6}$	$Y1.29 \times 10^{-4}$
Ag-110m	$2.92 \times 10^{-6}$	$Y2.17 \times 10^{-5}$
I-129*2	$4.00 \times 10^{-3}$	$2.50 \times 10^{-5}$
I-131*2	$8.70 \times 10^{-6}$	$5.30 \times 10^{-6}$
I-133*2	$1.70 \times 10^{-6}$	$9.80 \times 10^{-7}$
Cs-134	$1.98 \times 10^{-5}$	$D1.25 \times 10^{-5}$
Cs-137	$1.35 \times 10^{-5}$	$D8.63 \times 10^{-6}$
Ba-140	$2.56 \times 10^{-6}$	$D1.01 \times 10^{-6}$
La-140	$2.28 \times 10^{-6}$	$W1.31 \times 10^{-6}$
Ce-144	$5.68 \times 10^{-6}$	$Y1.01 \times 10^{-5}$
Ra-226	$3.58 \times 10^{-4}$	$W2.32 \times 10^{-3}$
Th-232	$7.38 \times 10^{-4}$	$Y4.43 \times 10^{-1}$
U-235	$7.19 \times 10^{-5}$	$Y3.32 \times 10^{-2}$
U-238	$6.88 \times 10^{-5}$	$Y3.20 \times 10^{-2}$
Pu-238	$8.65 \times 10^{-4}$	$W1.06 \times 10^{-1}$
Pu-239	$9.56 \times 10^{-4}$	$W1.16 \times 10^{-1}$

\*1. 本表資料取自美國聯邦輻射防護指引報告 No. 11, 1988。

有關核種依化學形式等，取其中最大值。

\*2. 甲狀腺遷移比 fw 取 0.2 計算。



表十二 民眾體外曝露有效等效劑量及皮膚等效劑量換算係數

((毫西弗/小時)/(貝克/平方公尺))

核種	全身	皮膚
鉻-51	$1.05 \times 10^{-10}$	$1.40 \times 10^{-10}$
錳-54	$2.59 \times 10^{-9}$	$3.51 \times 10^{-9}$
鈷-58	$3.04 \times 10^{-9}$	$4.23 \times 10^{-9}$
鐵-59	$3.39 \times 10^{-9}$	$4.78 \times 10^{-9}$
鈷-60	$7.01 \times 10^{-9}$	$9.42 \times 10^{-9}$
鋅-65	$1.69 \times 10^{-9}$	$2.30 \times 10^{-9}$
銨-95	$2.30 \times 10^{-9}$	$3.20 \times 10^{-9}$
銻-95	$2.39 \times 10^{-9}$	$3.27 \times 10^{-9}$
碘-131	$1.24 \times 10^{-9}$	$3.27 \times 10^{-9}$
銻-134	$4.86 \times 10^{-9}$	$8.46 \times 10^{-9}$
銻-137	$1.88 \times 10^{-9}$	$4.69 \times 10^{-9}$
銀-140	$6.11 \times 10^{-10}$	$6.45 \times 10^{-9}$
鐳-140	$6.58 \times 10^{-9}$	$2.44 \times 10^{-8}$
銻-141	$2.71 \times 10^{-10}$	$1.18 \times 10^{-9}$
銻-144	$6.64 \times 10^{-11}$	$8.83 \times 10^{-10}$

註：本表僅摘列常用核種之換算係數，詳細內容請參美國能源部(DOE)，July 1988 DOE/EH-0070。

表十三 最大個人全身劑量及曝露途徑

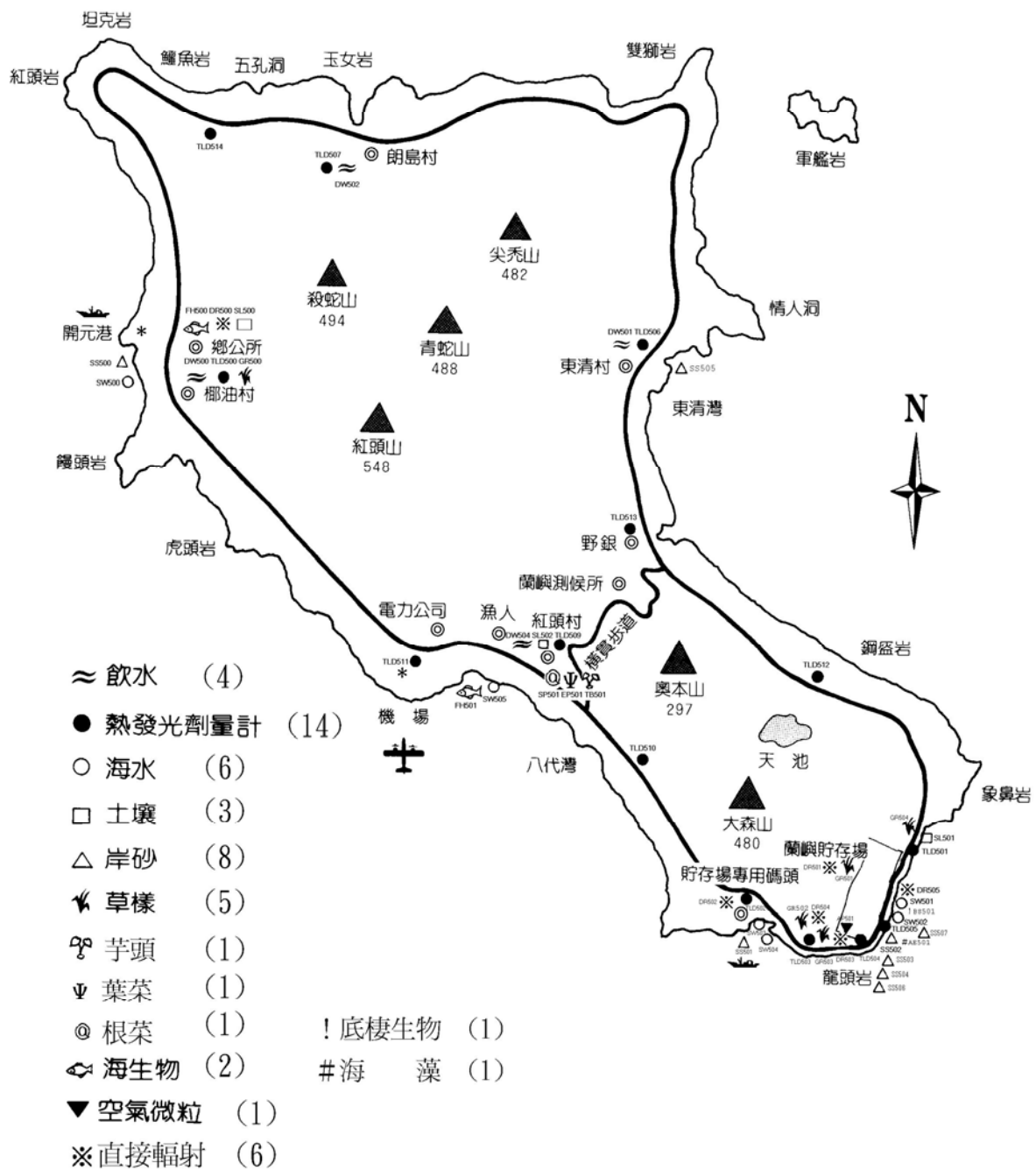
廠別	曝露途徑	體 外 曝 露			體 內 曝 露			合 計
		熱發光劑量計	地表土壤	岸 砂	空浮微粒	飲 水	農畜產品	
蘭嶼貯存場		—	—	—	—	—	—	—

單位：毫西弗

註：熱發光劑量計評估結果，其淨值低於 0.05 毫西弗／年時，以“MDA”表示。

“—”表示劑量評估結果未達評估標準(或低於 0.001 毫西弗)。

“\*”表示最大個人劑量地點，無此曝露途徑。



圖一 蘭嶼貯存場各類試樣取樣站分佈圖























