

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT CENTER TOPICS

1987.12.NO.5

目次

南アフリカにおける放射性廃棄物対策	① P
台湾における放射性廃棄物の管理	⑥ P

南アフリカにおける放射性廃棄物対策

1. はじめに

南アフリカ共和国は面積 (122万km²) ・人口 (3,010万人) とともにアフリカ4, 5位の国であり、国民総生産 (820億ドル) ・1人あたり国民総生産 (2,800ドル) はアルゼンチン・イランなみである。

1922年には金鉱からウランが発見され、1952年につくられた原子力庁(AEB)がその生産をはじめ、現在自由世界2位の生産量をあげている。1959年には国立原子力研究センターが首都西部のペリンダバにつくられ、燃料・原子炉・ラジオアイソトープ(RI)等の研究をはじめた。とくにウラン濃縮(独自のノズル法)開発にはみるべきものがあり、その部門は1970年に独立してウラン濃縮公社となった。1982年には原子力機関の総廃合が行われ、南アフリカ原子力公社(Atomic Energy Corporation, AEC)と燃料開発担当の南アフリカ核開発公社(Nuclear Development Corporation, NUCOR)

が発足した。原子力庁とウラン濃縮公社は後者に吸収された。これらの機関は政府の鉱物・エネルギー問題大臣の監督をうけるが、原子力施設の許認可について大臣に助言する独立の組織として原子力安全審議会(CNS)も同年発足している。原子力公社は研究開発のほか原子力施設の規制にもあたっているが、RI利用関係の規制は1986年に保健・地域開発省に移管された。なお原子力発電所の所有・運転は国営企業の南アフリカ電気供給委員会(通称電力庁ESCOM)の業務となっている。

2. 原子力発電と放射性廃棄物対策

原子力発電については1960年代なかばから検討がはじめられ、1976年にはフランスの技術によりケープタウン北方20kmの大西洋岸のクバーク(Koeberg)に出力各96万kWの加圧水型炉(PWR)2基の建設がはじめられた。1984年8月と11月に

相ついで運開となり、現在国内需要の約10%を賄っており、これはアフリカで唯一の商業原子力発電所である。さらに2ヶ所(各2基)の発電炉計画がいられているが、その場所は明らかでない。クバーク発電炉の運転により大量の放射性廃棄物を処分することが問題となってきたが、少量の廃棄物については早くから対策がとられてきた。

ペリンダバの原子力研究センターでは、地下水位が40~45mと比較的深いので、そこに5.4haのペリンダバ処理場を1968年に設けて低中レベルの原子炉廃棄物およびRI廃棄物の処理処分を行っている。低レベル液体は1日(8時間)100m³処理の凝集沈殿装置により、中レベル液体は10m³/日および2.5m³/日の蒸発缶により、また低レベル固体は6トンプレスにより圧縮処理されている。発生するスラッジはドラム缶に入れられ、圧縮固体ドラム缶とともに深さ5mのトレンチ内に埋められている。濃縮工場から出されるウラン汚染のフッ化カルシウムのスラッジはコンクリート壁のピットに投入されている。これら浅地処分された固体廃棄物の総量は1986年8月現在で9,500m³(200ℓドラム缶に換算すると47,500本相当)、含有放射能は16Ciである。またRI廃棄物は約10ℓのステンレス缶に入れてコンクリート床にうめこまれた鋼管中へ処分されている。これまでに280Ciが処分された。北部地区から出される低中レベル廃棄物のためにこのペリンダバ処理場はこんごも維持されることになっている。

しかしクバーク発電所がうごきだすと、これらよりも大量の放射性廃棄物が出され、また使用済燃料または高レベル廃棄物の対策という新しい問題も起ってくる。まず廃棄物容量としては従来の200ℓドラム缶のほかに、エアフィルター用の木製の箱(0.25~4m³、板厚2cm)と2m³コンクリート円筒容器(遮蔽壁15~40cm、内容積40~360ℓ、図1)が考えられ、こんご60年の間に3原子力発電所と濃縮工場からどれだけの低中レベル廃棄物がこれら容器に入れて出されるかが想定され、そのために必要な浅地処分施設の検討が行われた。

なお最近2年間のクバーク発電所から出された廃棄物量の実績とそれらの表面線量率(およびその範囲)を次に示すが、推定値を大分下まわっている。

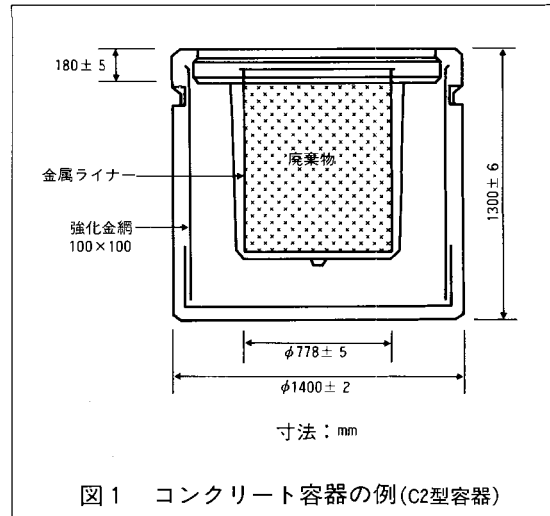


図1 コンクリート容器の例(C2型容器)

表1 低中レベル廃棄物の発生量予測

種類	発生量	コ/年	m ³ /年	m ³ /60年
原子力発電	フィルター箱		360	
	ドラム缶	1,500	900	
	コンクリート容器	500	3,000	
濃縮	ドラム缶	1,700	170	
計			4,430	180,600

表2 原子力発電所からの低中レベル廃棄物の発生

廃棄物 容器	発生量(コ/2年)	内容物	表面線量率 (その範囲)mR/h
フィルター箱	3	廃フィルター	<2 ~155
ドラム缶	650	主に紙屑	15 (<0.5~250)
コンクリート 容器	545	濃縮液 廃樹脂	1.5 (<0.1~10) 80 (<0.5~260)

3. 放射性廃棄物に関する規制と新処分場の準備

1963年法律43号の核施設法により施設の許認可と安全確保の要件が定められ、これは1967年法律90号の原子力法によっておきかえられ、さらに1982年に改正されて法律92号(改正)原子力法となった。原子力施設の規制には原子力公社(許認可局)があたり、放射性廃棄物の施設内処分および本来は国の責任とされている施設外への放射性廃棄物および使用済燃料の処分の管理業務にも公社があたることとされた。ただ1986年の法改正によりRI関係の規則と施設外処分には保健・地域開発省があたることとなった。

新しい大型処分場の立地選定作業は1978年原子

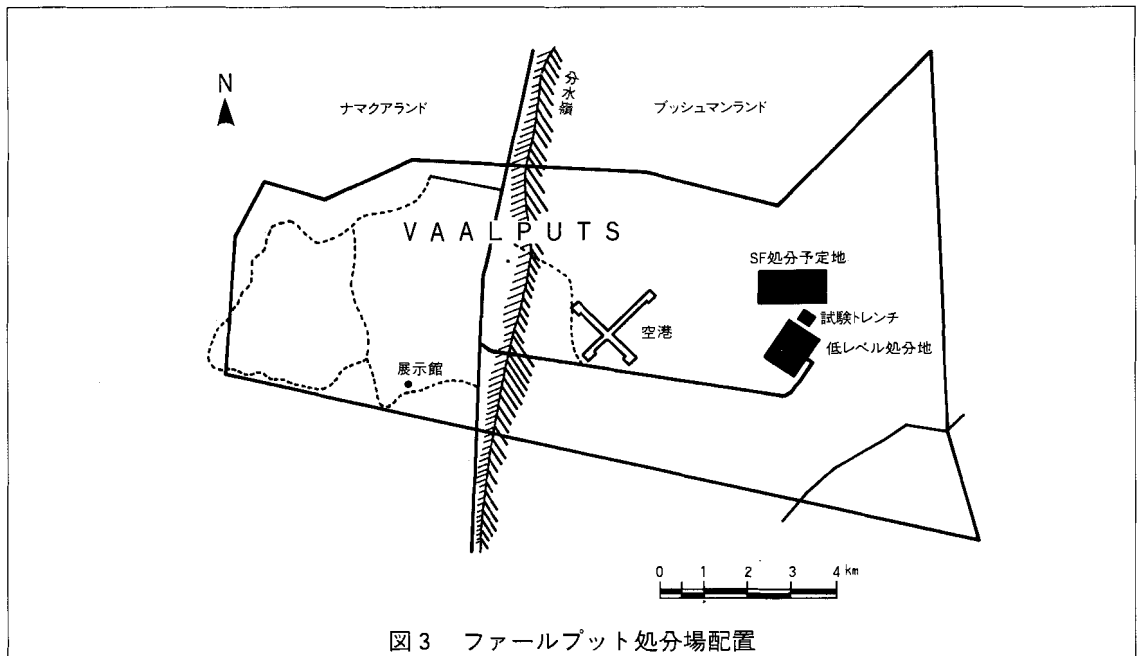
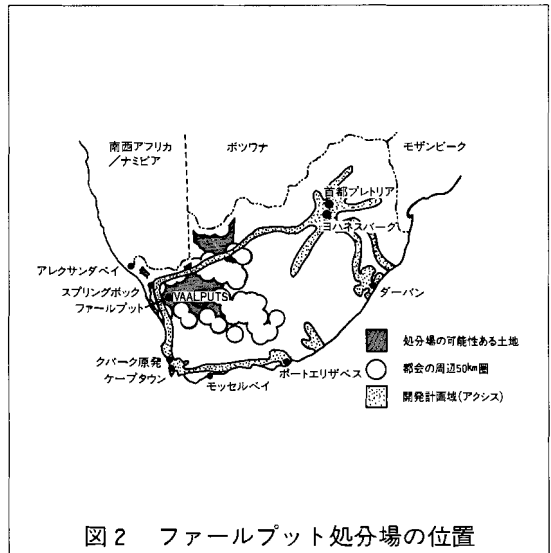
力公社においては始められ、低中レベル廃棄物処分のための用地の必要条件とそれにかなう候補地の検討が行われ、1982年末には用地取得の勧告がだされ、1983年2月には必要な用地10,000haがケープ州北西部において確保された。その後、用地と周辺地域の詳細な調査が行われ、さらに13×10.5×7(深)mの実験用トレンチが4コ掘られて現地の特性データが集められた。これらに基づいて用地内に低中レベル処分トレンチが掘られ、1986年11月からはクパーク発電所から実際の廃棄物が搬入され処分されることになった。この間、必要な都度、原子力安全審議会の意見が求められてきた。

4. 低中レベル廃棄物処分場計画

原子力公社の委員会では先ず一般条件として、地下水の水源地でなく、地震が少なく、地下資源に乏しく、農業活動が活発でなく、人口密度の低いことをあげ、さらに部落から50km以上はなれ、生態学上重要は土地でなく、国立公園地域でなく、国土産業開発計画域(ダーバン、ヨハネスバーグ、ケープタウン等)を結び長さ約3000km、幅約30kmのアクシス地域)をはずれ、国境から100km以上はなれていることが必要とされた。全国土を0.5°間隔の柵目によって検討した結果、いずれも西南部の

ファールプット(Vaalputs)、カラハリおよびリタースベルトの3ヶ所が残り、さらに検討のうえファールプットが選ばれた(図2)。

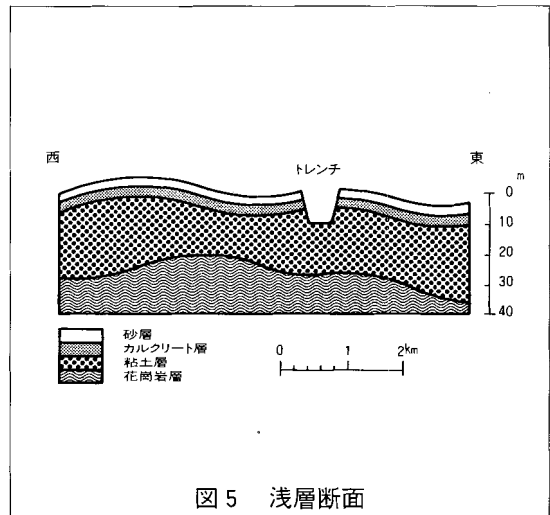
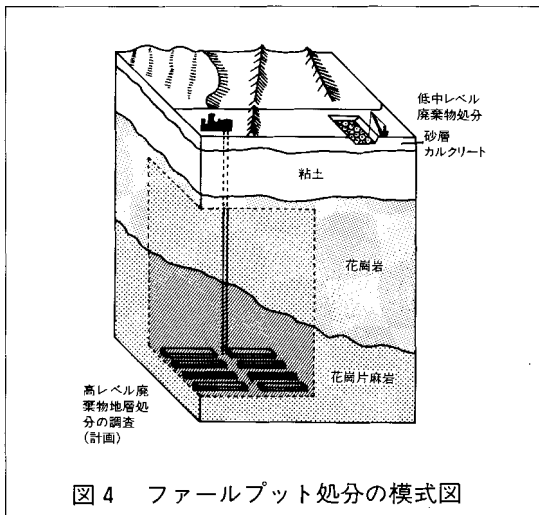
ここはケープ州北西部のナマクアランド地域の東部でブッシュマンランドと境を接している。海拔約900mの高原地帯で西方は約1,000mの台地となっている。土地所有者が3人いたため、その希望をいれて7×17kmの約10,000ha(南緯30°05′~30°10′、東経18°25′~18°37′)を定めることになった(図3)。



まわりより高くなった2,500km²の高原の一部分であり、降水（74mm/年、一方蒸発は2,100mm/年）の地中へしみこんだものは地下水流となるが、地下40mにある大きな地下水源に達する量は無視できるほど少なく、それに放射能がもれ出て食物連鎖に入ることは考えられないという。

深部には約11億年前の先カンブリア紀の花崗片麻岩があり、その上には白亜紀から第3紀にかけ

表土中の地震波の速度測定のほかボーリング調査も行って、用地内の東部に0.9×1.1km、約100haの低中レベル廃棄物処分トレンチ用地がきめられた。残りの9,000haは、展示館、飛行場施設、将来の高レベル廃棄物施設の用地を除いて、自然保存地域として保護されることになっている（図6、7）。

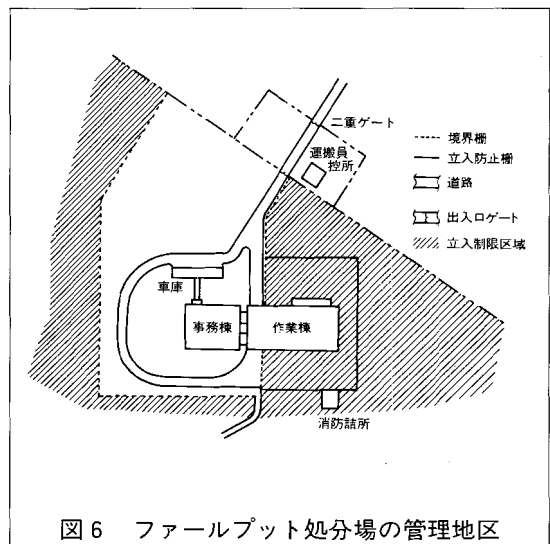


て浸食されてつくられた粘土層が約40mにわたって堆積している。その組成はスメクタイト46%、イライト32%、カオリナイト21%となっている。その上を2,500万年以降につくられたカルクリット (calcrete, 炭酸カルシウムで固まった砂レキ岩) が0~30mの厚さでおおい、地表は第4紀のカラハリ砂層がおおっている(図4、5)。

温度変化ははげしく、日中40℃をこし夜間0℃以下となることもある。水が不足しており草と低木がみられるだけで、農業といっても周辺25km以内では9haあたり1匹ほどの放羊が行われているにすぎない。

全国平均の人口密度は25人/km²であるが、ケープ州北西部は1人以下であり、周辺100km以内に村落は6つあるが、いずれも8500人以下である。処分場の周囲25km以内の住人は50人にすぎない。

基盤岩までの深さ、磁気による断層の所在調査、



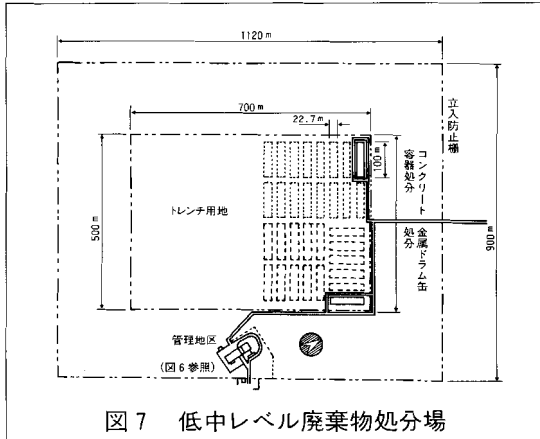


図7 低中レベル廃棄物処分場

その100haは柵でかこまれ、その中に500×700mのトレンチ用地がつけられる。トレンチは100×20(底幅)×7.7(深) mの大きさで、底には20cm大のカルクリート粒の層をつくり水はけをはかっている。埋め戻したのち、厚さ30cm以上の砂層でおおい、植生をして浸食を防ぐ。ただ根の深い植物は除くような注意がはらわれている(図8)。

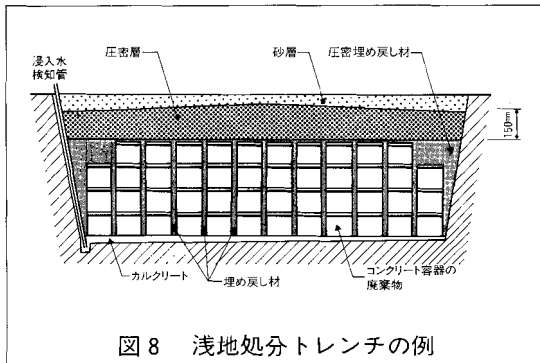


図8 浅地処分トレンチの例

分析その他の作業から発生する廃液は放出レベル以下であればドレン系から放出されるが、レベル以上のものはバミキュライトとセメントで固化してドラム缶に入れて処分される。現地には12名が駐在している。

クバーク発電所からは520kmはなれているが、IAEA輸送規則に準拠して廃棄物が定期的に(週3回)輸送される。コンクリート容器4コ、ドラム缶16コをつんだ専用トレーラが2人交代で8~9

時間かけて運転されてくる。大部分の道はアスファルト舗装されているが、処分場近くの60kmは砂利道である。途中にかすめて通る大きな町(人口0.5~1.5万人)が3、村落(1,000~5,000人)が5、1,000人以下の部落が3あるが、実際にその中を走りぬけるのは65km南の300人のクリブランド部落だけである。

5. 高レベル廃棄物の検討

使用済燃料を再処理するか否かをきめる計画はなく、使用済燃料または高レベル廃棄物の取扱いしない処分については不確実な面が多い。しかし先ず発電所用地内に一時貯蔵することは必要であり、1985年には貯蔵方法の案が募集された。こんごの予定としては、1987/88年に耐震設計のコンパクト・ラックを製造し、施設に1994年まで10年間貯蔵したのち、1994年には燃料体部分を分離処理して、空冷の貯蔵/輸送キャスクに収納する。同時に空冷式の燃料一時貯蔵施設の建設を行い、1996年からそこへ輸送して貯蔵することが考えられている。

高レベル/使用済燃料廃棄物の貯蔵/処分地の検討委員会は実質的に既に調査検討をはじめている。低中レベル廃棄物の処分地の場合の一般条件のほかに、高レベル廃棄物の場合には深部において断層・ひびわれがなく不透水性であることを確かめる必要がある。また使用済燃料の一時貯蔵の用地については、地下5m以内に堅い花崗岩系の基盤岩があり、表土は地震波が伝わりにくく(1500m/s以下)、さらに低中レベル廃棄物処分場から遠くないことが求められている。

これまでの調査ではファールブットは使用済燃料の一時貯蔵のための用地として条件にかなっているようであり、正式決定は1988年以降になされることとなっている。建設は1994年にはじめられ、1996年以降に搬入が行われることになろう。

また高レベル/使用済燃料廃棄物の深地層処分は南アフリカでは来世紀の課題であるが、そのための場所をきめるためには花崗岩層まで立坑をほりさげて原位置で諸データをとって検討する必要がある。現在はまだ地層条件の一般的検討が行われているだけである。(石原健彦)

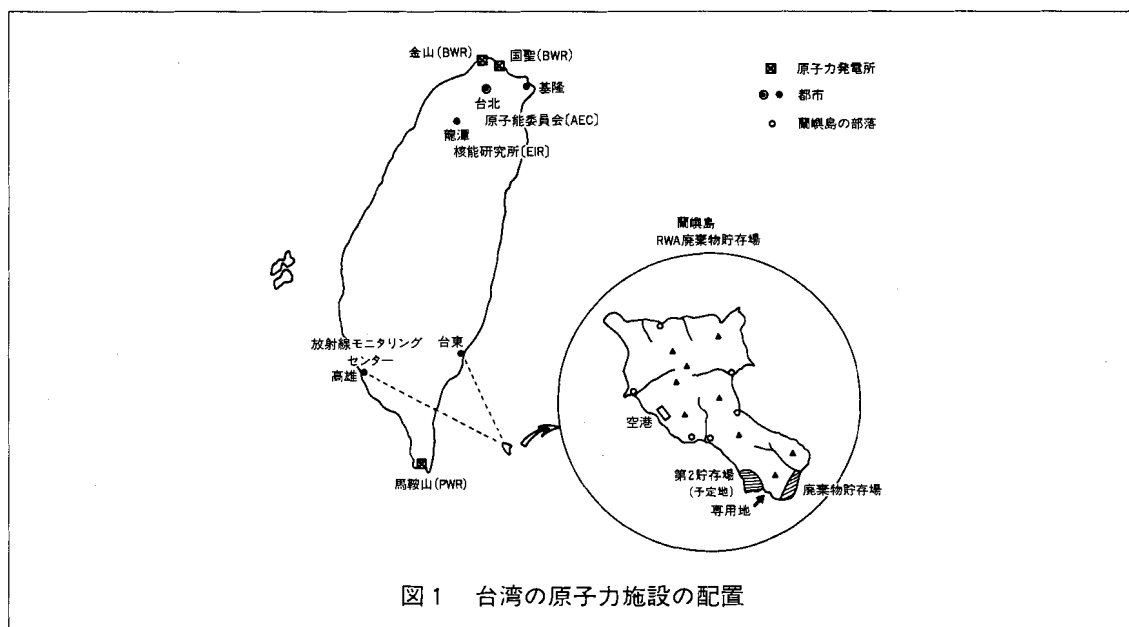
台湾における放射性廃棄物の管理

1. はじめに

台湾は現在中国本土とは別個の体制のもとで原子力の開発利用をすすめている。政府行政院の原子能委員会（Atomic Energy Council, AEC）が全原子力活動を管理し、内局としての6局室のほかに核能研究所（龍潭）、放射線モニタリングセンター（高雄）および放射性待処理物料管理処（台北）をもっている。この管理処（Radwaste Administration, RWA）が放射性廃棄物管理の総括に

あたり、蘭嶼島（Lan-Yu）では直轄の廃棄物貯存場を運営している。

原子力発電の業務は独占企業の台湾電力公司（Taiwan Power Co.）が行っており、現在6基514万kWeの原子力発電所を3ヶ所で動かしている。これら諸施設から出される低レベル廃棄物はすべて待処理物料管理処の指示に従って基隆等の港から蘭嶼島の貯存場へ海上輸送されている（図1）。



2. 核能研究所の廃棄物管理

核能研究所（Institute of Nuclear Energy Research, INER）は所員1200名を擁する国立研究所で、台北の南西43kmの龍潭（Lung-Tan）にあり、3つの研究用原子炉、核燃料研究施設、ホットラボラトリ、ラジオアイソトープ（RI）製造施設等から低レベル廃棄物を発生している。また、大学・病院等のRI利用からたがされる低レベル廃棄物もここに集めて処理されることになっている。

低レベル廃液（ $< 5 \times 10^{-4} \mu \text{Ci}/\text{cm}^3$ ）は凝集沈殿装置（ $200 \text{m}^3/\text{日}$ ）により処理され、 $5 \times 10^{-6} \mu \text{Ci}/\text{cm}^3$ 以下になった廃液は浸透池に導かれ、地中に浸透吸着させられている。地下水位は14m下であり、それが $10^{-7} \mu \text{Ci}/\text{cm}^3$ 以上のレベルになることはなく、安全上問題はないとしている。発生する沈殿スラッジは遠心脱水されセメントと混合して固化されドラム缶につめられる。

また低レベル固体廃棄物は焼却炉（ $22 \text{kg}/\text{時間}$ ）

または200tプレスによって処理され、焼却灰および圧縮物はアスファルト固化されてドラム缶につめられる。

再処理およびプルトニウム燃料の研究施設はなく、高レベル廃棄物およびTRU廃棄物の問題はかかえていない。

3. 原子力発電所の廃棄物管理

台湾本島の北端に核能一廠(金山, BWR2基), 核能二廠(国聖, BWR2基)を, また南端に核能三廠(馬鞍山, PWR2基)をもち, これら6基の合計発電容量は514万kWである。

この金山発電所の2基のBWRは1977年, 1978年に相ついで運開した。低レベルの床ドレンはポリコートフィルタで汙過され, 機器ドレンは汙過後イオン交換処理されてきた。化学廃液は蒸発処理され, 濃縮液はセメント固化してドラム缶につめられ, また洗濯廃液は汙過処理されてきた。一方, 低レベル固体廃棄物は圧縮処理されてきた。放射性廃気はホールドアップパイプ(30分間)をへて排気塔から放出されていた。

これらは最初の施設であり次第に性能も劣化してきたので, 処理能力の向上と作業員の被ばく低減をはかるために1984年から改良工事がはじめられた。まず腐食の著しかった蒸発缶の材質をステンレス鋼からインコネル629にかえ, 化学廃液のほかに機器ドレンも蒸発処理することにした。またイオン交換樹脂は処理容量を増強した。さらに固体廃棄物処理のために1987年以降にスーパーコンパクタと焼却炉の導入が予定されている。また廃気処理にはホールドアップパイプのほかに活性炭吸着塔がつけられた。これらの改善工事により廃液にかかる被ばくは0.63mrem/年から0.04mrem/年に, また廃気にかかる被ばくは1.14mrem/年から0.86mrem/年に減少することになった。

4. 蘭嶼島における低レベル廃棄物の貯蔵

原子力発電所, 大学・病院等から発生する低レベル固体廃棄物の処分については, 放射性待処理物料管理処ははじめ海洋投棄を考え, 台湾大学海洋研究所の協力を得て1970年代には海洋調査と模擬投下試験をくりかえして3海域を選定するにいたった。しかし世界的な海洋処分反対の趨勢に鑑

み, 1971年からは陸地貯蔵ないし処分の検討をはじめ, 1976年には南東海上の蘭嶼島を選び, そこに廃棄物貯蔵施設をつくる計画が策定された。

蘭嶼島は台湾本島の南東75kmの海上にある面積45km²の孤島であって, 本島とは人種的に異なる南方系のヤミ族3,000人が原始的な生活を送っているにすぎなかったが, 近年軍事的必要性から200名ほどの軍隊が空港警備のため駐屯し, また観光客もふえて来ている。

低レベル固体廃棄物の貯蔵施設は島の南東部の100haの土地にあり, 廃棄物検査センター, 貯蔵トレンチ, モニタリング施設, 発電・給水施設および管理棟より成り, 別に約1kmはなれた島南部には200トンの輸送船のつく専用港がある。

建設工事は1982年1月に終り, 同年5月から廃棄物の搬入がはじめられた。現在, トレンチの数は23で, 貯蔵容量は200tドラム缶98,112本分となっているが, 1986年夏の時点で35,500本が貯蔵されている。

トレンチの大きさは幅5.4m, 長さは地形により異なるが50~90m, 深さは地下3m, 地面より上に1.5mでいて, 計4.5mであり, コンクリート壁の厚さは35cmとなっている。廃棄物ドラム缶は移動クレーンにより搬入され, 満杯になればコンクリートの蓋をしてアスファルトで密封される。しかしこれは一時的貯蔵であり, いずれ最終処分のために回収することが考えられており, 埋め戻しは行われていない。この施設は拡張して50年分の廃棄物を貯蔵することが可能であり, また港の西の第2貯存場予定値にさらに50年分を貯蔵することが考えられている。

実際に搬入貯蔵作業をはじめてみると作業員の被ばくが計画予定値より大きく, また海水飛沫による機材の腐食も予想以上であったため, 1984年から改良工事がはじめられた。搬入廃棄物の検査センターでは検査測定をマニュアル操作から半自動操作にきりかえ, 一船分の288本のドラム缶を20時間以内で検査し, 年間80船分(23,040本)を扱えるようにすることになった。またこれまでは地表をトレーラーで運び移動クレーン(40t)によりトレンチ内へ吊りおろしていたが, それを内部にレールを敷いたトンネル(傾斜10度)を通して遠隔操作のレール車でトレンチ内へ運び小クレーンによ

り積上げていく改善案がつくられた。これに伴ってトレンチの深さも7.14mと深くなり、1.5mの盛土をすることになる。なお従来むきだしのままであったコンクリート蓋は自然景観保護のため、現在覆土工事がすすめられている。

これら被ばく低減のための改善工事については、現在環境評価中であり、1988年にそれを終え、1989年から工事がはじめられる予定である。一方、島民に対しては、100年後には放射能が規制下限値以下にまで減衰しており土地の再使用が認められるようになる旨の説明が行われている。

5. 最終処分の検討

台湾に対して核燃料のすべてを供給している米国は、台湾における再処理を認めず、また使用済燃料の引きとりの提案もしていない。台湾として

は使用済核燃料の処分が、また再処理が認められた後には高レベルの廃棄物の処分が必要であり、そのための国土の調査検討もすすめられている。

調査はまだ初期段階ではあるが、他の国々で有力候補地層とされている岩塩層や凝灰岩層はなく、一方段階・地震活動や地熱活動が活発なことがわかってきている。とくに中央山地では隆起運動が活発であり、 $8.9 \pm 1.9 \text{mm/年}$ という世界最大の値が得られている。しかし頁岩層、泥岩層では厚さ4,000m以上のものの存在が明らかにされ、また大陸近縁(金明島、水晶島地域)では有望な花崗岩層のあることもわかってきた。とくに台中付近で厚さ約1,000mの中生代の基盤岩の存在が確認され、処分候補地層の一つと目されている。

(石原健彦)

センターのうごき

昭和62年度調査研究受託状況

昭和62年9月1日以降12月5日までの間に、次の調査研究の受託契約が行われました。

委託元	調査研究課題 ()内:契約日	備考
科学技術庁	●低レベル放射性廃棄物最終貯蔵技術開発 (62. 11. 2)	高健全性容器等の開発
	●低レベル放射性廃棄物の陸地処分(浅地中処分に関する調査研究 (62. 11. 24)	原子炉施設以外の原子力施設廃棄物を対象
通商産業省	●海外再処理返還固化体受入システム開発調査 (62. 11. 9)	返還TRU廃棄物受入システム等
	●放射性廃棄物処理最適化調査 (62. 11. 19)	放射性廃棄物処理システムの最適化調査
	●低レベル放射性廃棄物施設貯蔵安全性実証試験 (62. 12. 2)	検査機器機能確認試験等
	●原子炉廃止措置廃棄物処理処分方法調査 (62. 12. 2)	原子炉廃止措置に伴う特有廃棄物の処分方式の検討等

編集発行

財団法人 原子力環境整備センター
〒105 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 第15森ビル
TEL. 03-504-1081(代表) FAX. 03-504-1297