保健物理, 10, 17~21 (1975)

資 料

低レベル放射性固体廃棄物の物質構成

町田忠司*¹, 鈴木正樹*¹

(1974年12月17日受理)

Material Composition of the Low Level Radioactive Solid Waste

Chuji MACHIDA*¹ and Masaki SUZUKI*¹

The survey of material composition of the low level radioactive solid waste was performed in connection with the design work of the new incinerator in Tokai Establishment, JAERI.

Five large facilities were selected as the representation of more than 20 facilities, and 500 packages were chosen out of 2,189 packages discharged during 2 months, June and July 1973. They consisted of the combustible and compressible waste but not included filters and contaminated equipments.

The survey showed following result; plastics 33 %, waste cloth 24 %, paper 18 %, rubber 9 %, clothes 5 %, timber 1 % (total of above mentioned materials 89 %), metal 7 %, glass 2 %, concrete and sand 2 %.

Eighty-nine % of the total quantity is combustible material in principle, then it will be expected that the incineration treatment get a wider application to reduce the volume of final disposal.

I は し が き

低レベル放射性固体廃棄物は通常放射性物質と、それによって汚染された物質とから成る。それゆえこれを処理する場合、放射性物質に関する情報とともに、汚染された物質が何であるかを知ることが必要である。それは一般に廃棄物中に含まれる放射性物質自身の量よりも、これで汚染された物質の方がはるかに多いため、その処理を余儀なくされるからである。

ことに、焼却処理法によって低レベル放射性固体廃棄物（以下「廃棄物」と略す）を処理する場合には、あらかじめ廃棄物を分類し、焼却処理に適しないものを制限する必要がある。

日本原子力研究所では廃棄物を

可燃性廃棄物（焼却処理に適する廃棄物）

不燃性廃棄物（焼却処理に不適で、圧縮処理に適する廃棄物）

フィルタ

その他の廃棄物（焼却、圧縮処理に適しない廃棄物）の4種類に分類している。しかし廃棄物処理場へ搬入される実際の廃棄物は、定められた分類基準と異なり、可燃物容器中に不燃物が、また不燃物中に可燃物が混入していることが多い。

東海研究所では、近く焼却処理装置の更新を行う予定であるが、その設計にあたって焼却範囲を拡大し、廃棄物の大幅な減容を考えている。そこで、焼却処理および圧縮処理の対象となっている可燃性廃棄物および不燃性廃棄物について、合計500個の廃棄物容器を開梱し、物質別に再分類し、これらの物質の構成比率を把握する調査を行った。

II 調 査 の 目 的

東海研究所で発生する可燃性廃棄物、不燃性廃棄物中に含まれる汚染された物質の種類とその量を明らかにし、廃棄物処理に必要なデータをを得ることを目的とする。

廃棄物を構成する物質は、60~80%が可燃性物質であるといわれるが、原研東海研究所の昭和48年度における可燃物、不燃物の比率は逆に28%、72%であった。可燃物の比率が小さい理由は、東海研の可燃物の定義範囲

*¹ 日本原子力研究所放射性汚染処理課； 茨城県那珂郡東海村（〒319-11）
Japan Atomic Energy Research Institute; Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken.

が, 紙, 木材, 布などの燃焼の容易なものに限られていることにあろう。

しかしこれらの数値は, 廃棄物を発生した施設側の判断に基づくもので, これを受取ってから内容を調べると, 分類の理解に個人差があり, また明らかな誤操作などもあって, そのまま利用できない場合がある。そこで統一された分類基準によって, 正確な物質別の構成比率を把握するためには, 廃棄物処理施設へ搬入された廃棄物について分類選別を行う必要がある。

III 調査の方法

廃棄物は, 原子力施設の活動内容を反映しているので, 施設ごとに廃棄物を構成する物質 (以下「構成物質」と略称する) に差異がある。東海研究所には20以上の原子力施設があるので, これらをその業務内容によって分類し, これらの中から代表を選ぶこととした。

同一の施設であっても, 調査の時期によって業務内容が変化するので, 構成物質に差異が生ずる。たとえば原子炉施設の定常運転時と定期点検または改造工事実施時とでは, 一方が従業者の身辺から発生するものが多いのに対し, 他方は除染材料や撤去物などが多くなる。しかし, 多岐にわたる業務内容全部をカバーして調査することはむずかしいので, 逆に調査期間中に行われていた施設の業務内容を示すこととした (第1表参照)。

構成物質の分類方法は, この調査の目的と密接な関係がある。この調査では, 焼却処理および圧縮処理に対する適否という立場で分類の基準を定めることとした。

1. 対象施設

東海研究所に設置されているおもな原子炉施設, 核燃

料使用施設, 放射性同位元素等使用施設は第2表のとおりである。原子炉施設の代表として, 定期自主点検中のJRR-3が選ばれ, JPDRは発電炉と改造工事中という観点から, またホットラボラトリ (以下「ホットラボ」と呼ぶ) およびラジオアイソトープ製造工場 (以下「RI工場」と呼ぶ) は, その業務内容の特色から選定された。核燃料の開発研究や基礎的な研究開発部門の代表として, 研究1棟 (41スパン, 1,560 m²) および研究3棟 (46スパン, 1,654 m²) が選ばれた。なお, 当該調査期間に発生した可燃性および不燃性廃棄物の合計 (容積) に対し, この5施設のみだけで, それぞれ54%および58%を占めている (第3表参照)。

2. 調査の期間

昭和48年6月より7月までの期間に発生した廃棄物について調査することとした。この時期の選定は, もっぱら廃棄物の分類作業を行うための作業室の状況を考慮して行った。

3. 廃棄物の選定

この調査では対象施設ごとに可燃物, 不燃物各50個, 5施設合計で500個の紙バケツ (開口部 285 mm φ, 底部 225 mm φ, 高さ 355 mm, 容積約 18 l, 以下「容器」と呼ぶ) が選定された。選定の方法は, 作業上の制約から当該期間中に搬入された容器を先着順に選ぶこととした。

調査期間に発生した廃棄物に対する抽出比率は第3表のカッコ内に示すとおりである。

4. 汚染物質の分類と計量

容器はグローブボックス内で開梱された後, 次の9つの物質に分類した。

第1表 調査施設の業務内容

施設名	業務内容 (昭和48年6月～7月)
JRR-3	6月8日午後3時まで原子炉定常運転。6月10日より樹脂交換 VR-1, 2 交換等定期自主点検。燃料, 水ガス系, 計測制御系等全系統の点検整備。6月17～29日, 7月8～20日には 10 MW で, 点検のための原子炉運転。
JPDR	原子炉は停止中。原子炉冷却機配管クラック検査のため, 保温材, 塗料の剝離, 表面研磨実施, その他薬液系ポンプ配管交換, 暖房配管取替。計装設備の点検と改修工事実施。
ホットラボ	JRR-3 用 UO ₂ 燃料, 低密度 UO ₂ 燃料 (動燃共同研究) の照射後試験。原発燃料および黒鉛モニタリング。多目的炉用燃料および材料照射後試験, その他。7月中には I-131 の洩れあり。またパワーマニプレータ, 硬度計などの修理実施。
研究棟	研究1棟は主として化学部の実験室で 41 スパン (24 m ² /スパン), 研究3棟は燃料工学部, 保健物理部および外部機関への開放研究室等46スパンより成る。
RI工場	Au-198, P-32 など需要の大きい RI, Na-24 など短寿命 RI 中心に定常生産実施。このほか P-32 用装置の解体, 除染, Cr-51 装置の組込, I-131 用装置解体除染実施。

- ① 紙
- ② 木
- ③ 織 維
- ④ ゴ ム
- ⑤ プラスチックス
- ⑥ めれウエス
- ⑦ 金 属
- ⑧ ガ ラ ス
- ⑨ 土石, コンクリート

この分類のうち東海研では、①～③だけが可燃物とされている。④、⑤は現在不燃物として取扱われているが、原理的には焼却処理に適するものと考えられる。⑦～⑧は焼却処理には不適当であるが、圧縮処理により減

容可能な廃棄物である。⑥は焼却処理の適、不適の中間的存在であり、⑨は焼却、圧縮両処理に適しないものである。

2種類以上の物質から成立つものは、できるだけ解体分離した。なお容器は開梱後取除かれ、調査の対象から除外された。

分類された廃棄物は、容器ごとに 0.1 kg 単位で重量が測定され、集計された。

IV 調査の結果

この調査によって得られた9種の構成物質量を第5表にあらわした。

紙バケツ 50個分、900 l の中に含まれていた施設別の廃棄物重量は、可燃物では 72.9 kg より 133.6 kg までに、不燃物では 131.7 kg より 158.7 kg までに分布し、特に可燃物では JPDR の 133.6 kg を除くと、他はすべて 70 kg 台であった。

1. 重 量

容器1個当りの平均廃棄物重量は、可燃物 1.75 kg、不燃物が 2.92 kg で、不燃物の方が 1.7 倍重い。可燃物の方が軽い理由は、その構成材料の比重が小さいばかりでなく、紙、繊維などのかさ密度が小さいことに起因する。

なお紙バケツの容積を 18 l として、廃棄物のかさ密度を計算すると、可燃物の平均が 0.097 kg/l、不燃物の平均が 0.162 kg/l である。

2. 分類精度

前述のように東海研究所では可燃物は紙、木、繊維に限定し、それ以外は不燃物としているが、施設側の分類の実施状況を知るために可、不燃別に集計し、廃棄物の排出者による分類精度を調べた。これによると可燃物にはめれウエス、プラスチックなどの混入があつて、22～36%の誤分類が認められた。不燃物は可燃物に比べ分類成績がよくて、誤分類は8～17%の範囲で、83～92%が基準どおりに実施されていることがわかった。

3. 物質構成

構成物質別にみると、紙、プラスチック、めれウエ

第2表 東海研究所放射性廃棄物発生施設

施設名	業務内容	調査対象施設
JRR-2	10 MWT・CP-5 型研究炉	JRR-3
JRR-3	10 MWT・NRX 型研究炉	
JRR-4	2.5 MWT・S.P. 型研究炉	
SHCA	黒鉛減速平均型臨界実験装置	
TCA	軽水減速臨界実験装置	
FCA	高速臨界実験装置	JPDR
JPDR	12.5 MWE BWR	
ホットラボ	燃料照射後試験施設	ホットラボ
冶金特研	燃料開発試験施設	研究棟
セラミック特研	同 上	
再処理開発試験施設	同 上	
研究棟 (13棟)	一般研究施設	
バンデグラフ施設	核物理研究施設	
その他	Co-60 照射室、線型加速器など	RI 製造工場
RI 製造工場	RI 製造施設	

このほかに、プルトニウム研究棟、廃棄物処理施設がある。

第3表 調査期間中廃棄物発生量

(単位：容器個数)

	JRR-3	JPDR	ホットラボ	研究棟	RI 工場	5施設合計	東海研合計
可燃物	163 (30.6)	75 (66.7)	81 (61.7)	153 (32.7)	106 (47.2)	578 (43.3)	1,066
不燃物	369 (13.6)	275 (18.2)	556 (9.0)	220 (22.7)	191 (26.2)	1,611 (15.5)	2,790

容器：紙バケツ (18 l 入り), () : 抽出率 %。

スが、全施設の廃棄物中に認められ、その量も他に比べて多い。繊維、ゴムは分布の面では全施設にわたっているが、量の面では紙などのグループに比べて少ない。木、ガラス、土石、コンクリートは排出施設数が少なく、その量も少ない。

構成物質について施設全体の傾向を知るために、それぞれの施設の廃棄物量（第4表参照）を利用して第5表を得た。

この表をみると、廃棄物中で最も多いのはプラスチック

クスで、全体の32.6％に達している。つづいてぬれウエス、24.1％；紙、17.8％で、この3種類だけで約75％に達する。さらにゴム、8.5％；金属、6.8％；繊維、5.3％で、この3種類の合計が約20％である。最後がガラス、2.4％；土石、コンクリート、2％；木、0.5％で、これら全部を合計しても5％に満たない。

4. 焼却処理の適用範囲

第5表によると、東海研究所の定める可燃物の範囲（紙、木、繊維の合計）は23.6％であり、残り76.4％が

第4表 低レベル固体廃棄物分類結果表

		可 燃 物					不 燃 物				
	単位	JRR-3	JPDR	ホット ラポ	研究棟	RI 工場	JRR-3	JPDR	ホット ラポ	研究棟	RI 工場
紙	kg	33.6	45.7	35.3	52.1	49.4	9.9	5.1	23.9	18.0	19.9
木	〃	3.2	—	—	1.2	2.1	—	—	—	—	2.1
繊維	〃	10.5	50.3	24.0	3.8	9.7	2.2	7.1	3.2	3.5	3.6
ゴム	〃	1.4	1.0	1.1	2.0	1.5	9.9	14.5	23.0	9.6	3.9
プラスチック	〃	8.2	5.9	6.7	7.3	10.0	62.0	58.1	56.3	53.4	35.5
ぬれウエス	〃	15.9	30.7	9.4	4.2	4.1	15.9	63.9	49.5	20.8	34.4
金属	〃	1.5	—	—	0.8	2.6	14.4	5.0	2.8	13.9	39.4
ガラス	〃	0.2	—	—	1.5	—	1.8	—	—	15.5	13.6
土石、コンクリート	〃	—	—	—	—	—	15.6	—	—	—	—
合 計		74.5	133.6	76.5	72.9	79.4	131.7	153.7	158.7	134.7	152.4
容器1個の平均重量	kg	1.49	2.67	1.53	1.46	1.59	2.63	3.07	3.17	2.77	3.05
かさ密度	kg/l	0.083	0.148	0.085	0.081	0.088	0.146	0.170	0.176	0.154	0.169
誤り率	%	36.5	28.1	22.5	21.7	22.9	9.2	7.9	17.0	16.0	16.9

第5表 調査期間中の廃棄物物質構成*

構 成 物 質		可 燃 物		不 燃 物		合 計	
	紙	499.5 kg	52.1%	522.7 kg	11.0%	1,022.2 kg	17.8%
	木	18.4	1.9	8.2	0.2	26.6	0.5
繊維	繊維	180.8	18.9	120.1	2.5	300.9	5.3
ぬれウエス		134.7	14.0	1,247.7	26.2	1,382.4	24.1
ゴム	ム	16.9	1.8	467.2	9.8	484.1	8.5
プラスチック		89.9	9.4	1,778.6	37.3	1,868.5	32.6
金属	属	13.0	1.4	376.8	7.9	389.8	6.8
ガラス	ス	5.4	0.5	133.6	2.8	139.0	2.4
土砂、コンクリート		—	—	114.7	2.4	114.7	2.0
合 計		958.6		4,769.6		5,728.2	
全 容 積		10,404 l		28,998 l		39,302 l	

* 主要5施設2カ月分の推計値（フィルタと撤去物等は含まない）。

不燃物ということとなる。しかし焼却装置の能力によっては、ゴム、プラスチック、ぬれウエスも焼却できようから、本来の不燃物は金属、ガラス、土石、コンクリートだけである。この考えで集計すると、不燃物はわずか11.2%となり、残りの88.8%は原理的には可燃物であるといえることができる。

可燃物の分類基準を変更し、焼却処理の適用範囲を拡大すれば、その特色である減容能力により、最終処分量を大幅に減少させることができるが、他方焼却対象物の多様化により、廃棄物の前処理、供給方式の改善等を必要とし、設備費、運転費の増加を避けることができないであろう。

5. 業務内容との関係

施設別の廃棄物種類の傾向には、JPDR とホットラボおよび研究棟と RI 工場に類似性が認められる。すなわち JPDR、ホットラボでは、プラスチックとぬれウエスがいずれも 30% 以上に達しているのに対し、紙が 9.2、17.0% とやや少ない。また木片、ガラスが認められなかった。これは JPDR の業務内容が配管クラックの検査作業であるのに対し、ホットラボは定常的な使用済燃料の試験で、ともに比較的高汚染区域での作業なので、汚染防護に必要な資材が中心となっているものと思われる。

これに対し研究棟と RI 工場の類似性は、プラスチックと同程度に紙の廃棄量が多いこと、ガラス器具の廃

棄があることである。これは、研究棟内の多くが化学実験室であるのに対し、RI 工場の業務内容も化学処理が中心であることに起因する。

JRR-3 は定期自主点検の期間に当たっているが、ぬれウエスの少ないこと、通常では認められないコンクリート屑が含まれるなどの特色が認められる。これは、この期間に低汚染地域での大型装置などの交換が行われたため、プラスチックのシートなど汚染防止用資材が多い割合に、汚染の発生が少なく、ウエス量が少ないという結果になったものと考えられる。

V ま と め

低レベル放射性固体廃棄物の中には紙バケツ入りのもののほかに、エアフィルタやその他の固体廃棄物（装置類、施設撤去物など）がある。これらの昭和48年度年間発生量は、容積単位で次のとおりである。

可 燃 物	102.8 m ³
不 燃 物	259.4 m ³
フ ィ ル タ	44.6 m ³
そ の 他	102.7 m ³

このうちフィルタの木製枠組は、可燃物と考えることができる。そのほか動物屍体や有機廃液なども、焼却処理の対象と考えることができる。

これらの処理が比較的容易にできる、適応性の広い焼却処理装置の開発が望まれる。