使う方がよいと考えられるものも少なくない。この方面の研究として実際に役立っているものを例示すると、標準日本人の確立をめざした人体に関する諸数値の研究（器官・組織の形、大きさ、相対位置、元素組成など、放射性核種の代謝データ（取込み率、生物学的半減期など））、環境に放出された放射性物質の環境中での挙動に関係するパラメータの研究などがある。とくに、ヨウ素の代謝については、 ^{131}I が医療目的に多用され、ヒトのデータがあったこと、日本人は海産物とくに海藻を食べるので外国人に比べ安定ヨウ

素の摂取量が多いと考えられたこと、また、核分裂収率が大きいことなどの理由で注目され、1972年ごろから研究が進められた。これらの成果を踏まえて1975年に原子力委員会が決定した「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」と「評価指針」では、甲状腺の ^{131}I による被曝の算定にあたって、日本人について得られたパラメータを用いることとした。ヨウ素以外の元素についての研究もいくぶんは見られるけれども、規制に用いるに足りるほどの十分な成果は得られていないようである。

9・3 廃棄物処理†

菊 地 晟

(社)日本アイソトープ協会

113 東京都文京区本駒込2-28-45

RI 廃棄物の集荷、処理の変遷を振り返ってみるとき、大別してつぎの三つの時期に分けられる。

- (1)黎明期（政府補助金の時期）
- (2)安定期（集荷の全国カバーと円滑な廃棄物処理の時期）
- (3)忍従期（廃棄物発生量の増大による集荷の渋滞と一部廃棄物の集荷停止の時期）

以上、各期の詳細は後述するとして、まず将来の予測に触れれば、すべての RI 廃棄物を処理する新処理施設の設置と運営による「発展期」が、第四の時期として近い将来書かれるものと期待される。

9・3・1 黎明期（1958～63年）

「放射線障害防止法」が施行されて間もない1958年6月、日本学術会議は、今後必ず問題になるであろう廃棄物の処理、処分問題をテーマとした「放射性同位元素の廃棄処理に関するシンポジウム」を開催した。このシンポジウムでは、原子力開発の先進国であるアメリカにおける核燃料を含む放射性廃棄物処理の状況の報告について、わが国における放射性廃棄物、とくに RI 廃棄物をいかに処理、処分すべきかに議論が集

中した。その結果、将来増大するであろう RI 廃棄物の処理については、個々の RI 使用事業所（事業所）が別々に行うよりは、それを集散的に処理する中央処理機関を早急に設置すべきであるとの意見が大勢を占めた。

一方、日本放射性同位元素協会（現アイソトープ協会）は、それよりさきの1957年5月、RIの供給側として、その廃棄物処理、処分の重要性に着目し、独自に全国の事業所に対しアンケート状を送付して、実態と将来に対する要望などの調査を実施していた。この結果も、前述のシンポジウムの結論と同様、将来については、廃棄物を一括処理する体制の要望がほとんどであった。

アイソトープ協会では、1958年9月、このような情勢を踏まえ、山崎文男常務理事を主査とし、田島英三氏（現原子力安全委員）、左合正雄氏など当時の英知をすぐった「放射性廃棄物処理技術委員会」を新設して、RI 廃棄物を一括処理する場合に対象とする廃棄物量の推定から、諸外国の現状を調査した結果、わが国に最適な処理装置の検討を開始した。

1958年12月、科技庁原子力局は RI 廃棄物の一括処理の必要性を認め、この事業を行う者に対して、施設などを整備するための補助金を交付することを決定した。

† Disposal of Radioactive Wastes. Akira KIKUCHI: Japan Radioisotope Association, 2-28-45, Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

この補助金は、1959年度よりアイソトープ協会に交付されることになった。補助金「放射性廃棄物処理施設等の整備事業」の内容は、つぎのとおりであった。

①施設 (5,000,000円)

廃棄物用貯蔵庫*(鉄筋コンクリート平屋建)

②器具備品 (12,702,350円)

廃棄物輸送用トラック2台、液体輸送用コンテナ4基、放射線測定器14台、事務用備品5名分および廃棄物用容器(ドラムかんおよび陶びん)約1,000本

この補助金の性格は、内容からも理解できるように、処理を前提としたその第一ステップともいえる一括集荷と、貯蔵業務を行うものであった。当時は、まだ原研の廃棄物処理施設が、ようやく建設に着手したばかりであり、このパイロットプラント的な施設の稼働状況をみとうえて、一括処理施設を新設すべきであるとの意見が大勢を占めた結果であった。このため、アイソトープ協会の放射性廃棄物処理技術委員会は、一時的に処理技術の検討を止めて、RI廃棄物の集荷業務に関する技術的、かつ運営面での検討を行うことになった。

他方、廃棄物集荷業務の要となる2棟の貯蔵施設**が1963年度(昭和38年)に原研構内に建設され、アイソトープ協会はそれを借用することになった。

RI廃棄物集荷業務は、1959年10月より関東地区(当時1都4県)、関西地区(2府3県)の72事業所に対する廃棄物用容器(1,445本)の貸与から開始された。

ここで、集荷業務概要を列举すれば、つぎのようになる。

(1) 廃棄物の引渡しを希望する事業所に、廃棄物用容器を無償で貸与する。

(2) 廃棄物用容器に収納した廃棄物をトラックにより集荷する。そのさい、つぎの事項について廃棄物の内容確認を行う。

①記録により含有する核種、その数量(Ci数)、廃棄物質名(種類)を調べる。

②廃棄物用容器表面の放射線量率($\text{mR}\cdot\text{h}^{-1}$)と容器表面のRI汚染を測定する。

③廃棄物の容器内への収納状況を調査する。

④廃棄物の重量を測定する。

(3) 集荷した廃棄物の料金を受け取る。

つぎに参考として、集荷業務開始当時の集荷料金を表1に掲げる。

表1 RI 廃棄物集荷料金表
(1959年度)

	廃棄物の種類	容器と容量	数量	金額 (円)
固 体	可燃物	鋼製ドラム缶(200 l)	1	8,000
	不燃物	" (50 l)	1	10,000
	動物(ホルマリン漬)	陶びん(20 l)	1	3,200
液 体	酸	陶びん(20 l)	1	3,200
	塩基	"	1	3,200
	有機機	"	1	3,200

政府よりの補助金は、以後4年間継続され、その間に、施設としては1962年に九州貯蔵所(九州大構内)、さらに翌年には東北貯蔵所(東北大構内)が設けられた。このようにして、わが国のRI廃棄物集荷体制は整ったのである。

9・3・2 安定期(1964～71年)

業務開始当初の1960年度(昭和35年)、集荷本数がわずかに434本であったRI廃棄物集荷業務は、全国4か所の貯蔵所の設置とともに軌道に乗った。

1963年度には、集荷本数は初めて千本台の1,102本になった。1966年度には2,143本と2千本台に乗った。

一方、この間集荷対象となる廃棄物の分別の細分化が進行していた。まず1960年度には、液体と固体の中間体としてのスラッジ(泥土、ピットの沈殿物)が「スラリー」として新設され、ついで1961年度からは、使用済フィルタが不燃物から分離された。また、1962年度からは、ヤギ、イヌなどの大型実験動物用容器として二重蓋を備えたステンレス製*の大型動物用容器(50 l)が登場した。

つぎに集荷対象となる地域の拡大の状況を見れば、1962年度に、東北地区の一部、東北大の集荷が初めて実施された。ついで翌年の1963年、九州貯蔵所の整備に伴って、わずかに24本の廃棄物容器ではあったが、集荷地区はようやく九州まで広がっていった。この間集荷の「飛び地」となっていた東海地区も、静岡、名古屋を中心に集荷が実施され、集荷の対象地区に入った。

かくして、1967年度には集荷の対象地区は、北海道地区の20本の廃棄物容器を集荷することにより、全国を網羅することになった。この年の集荷本数総数は2,551本であった。当時の地区別、事業所別の集荷本

* 大分研内にある現在の関西貯蔵所

** 現在の関東貯蔵所

* 1967年以降使用停止

表2 1967年度地区別集荷本数表(単位:本)

北海道	東北	関東	中部	関西	四国・ 中国	九州	合計
20	61	1,706	87	563	49	65	2,551

表3 1967年度事業所別集荷本数表(単位:本)

医療機関	教育機関	研究機関	民間機関	その他	合 計
157	391	1,832	157	14	2,551

数を示せば、表2、3のとおりである。

集荷業務の順調な進展に伴って、アイソトープ協会の廃棄物貯蔵庫は、しだいに集荷された廃棄物容器によって占領され、このまま推移するかぎり、5年を経ずして保管不可能の状態になることは明らかであった。

科技庁はこの点を考慮し、ようやく稼働に入ったばかりの原研東海研が、処理能力の余裕の範囲内で委託処理を引き受けることを期待した。科技庁は、この問題を解決するため、1965年初めから原研ならびにアイソトープ協会の三者による協議を進めた。その結果、1966年1月、晴れて集荷されたRI廃棄物が処理されることになった。この年、処理された廃棄物の数量は、1,350本であった。

年度別集荷本数と処理本数を比較した表4をつぎに示す。

表4より、1965年の処理作業の順調さがよく理解できる。しかし、ホルマリン漬動物の処理は、1968、

69年にそれぞれ150本の廃棄物が処理されたのみで、1972年までの累積量(約4,500本)は、ほとんど在庫となり、将来に対する不安な影を投げ始めることになった。

9・3・3 忍従期(1972年～)

1970年代前半の集荷された廃棄物には、それまでの廃棄物と性質を異にするものが急速に増加した。その第一が核燃料加工業者よりの廃棄物であった。核燃料加工業者からの廃棄物集荷の経緯は、1960年ごろより、実験段階で少量である理由から集荷したのが始まりであった。しかしながら、1970年より、数社に統合された核燃料加工業者からの廃棄物は、各年度年間集荷数の約25%に相当し、1975年、科技庁から「自己保管」の通達が各加工業者へ出されるまで、総数6,401本の廃棄物が集荷された。

もう一つの異なったRI廃棄物は、液体シンチレーションカウンタの廃液であった。液体シンチレーションカウンタは、生物科学領域の研究に欠くことのできない ^3H 、 ^{14}C および ^{35}S など軟 β 核種の測定に最適のため、しだいに増加し、それに伴う廃液(シンチレータとトルエンなど有機溶媒のカクテル)も増加した。表5にその増加の状況を示す。

1971年7月13日の早朝、それまで順調な廃棄物処理に急ブレーキをかけるような事件が起きた。集荷した廃棄物の処理を担当していた原研東海研廃棄物処理場のボヤであった。原因は、同研究所から持ち込まれたポリエチレンびん入りのウランカーバイドによるものと推定*されたが、アイソトープ協会から処理を委託

表4 廃棄物集荷量と処理量対照表

(単位:本)

年 度	1960～64	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
集 荷 量	4,549	1,654	2,143	2,551	3,253	3,449	5,358	5,623	7,743
処 理 量	—	1,350	2,700	—	3,091	4,210	4,200	5,902	5,861

表5 有機液体の集荷実績

(単位:本)

年 度	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
有 機 液 体 (容器容量20l)	64	82	137	108	155	334	436	707	914	745	660	147	24

(有機液体の集荷は1980年度より完全に停止された)

* 科学技術振興特別委員会の政府答弁による。

表6 廃棄物集荷、処理対照表 (単位: 本)

年 度	1965~74	1975	1976	1977	1978	1979	1980
集 荷 量	51,968	8,471	10,831	11,345	14,151	13,491	15,076
処 理 量	36,756	7,267	6,809	7,413	8,377	8,290	8,419
アイソトープ協会の貯蔵量	15,212	16,416	20,438	24,370	30,144	35,345	42,002

表7 廃棄物の種類と集荷料金 (1981~)

廃棄物の種類	集荷容器および単位	数量	集荷料金(円)
固 体	可燃物	200 l ドラムかん	1 本 35,000
	不燃物	50 l ドラムかん	1 本 27,000
	動 物*	50 l ドラムかん	1 本 23,000
液 体	ス ラ リ ー	20 l 陶製かめ	1 本 15,000
	無 機	25 l ポリエチレンびん	1 本 15,000
固 体	フ ィ ル タ	0.15m ³ に付き	1 個 40,000
	活性炭フィルタ	0.15m ³ に付き	1 個 60,000
	特殊不燃物	50 l ドラムかん	1 本 40,000

* 乾燥動物

された一部廃棄物も焼けたのである。

原研では原因究明後、ただちに現場教育の徹底、管理体制の整備を進める一方、外部より委託される廃棄物の内容確認の徹底化と処理方法の見直しを行った。この結果、処理の原則である減容比を高め、最終保管地（グレープヤード）使用の長期化をはかる基本方針が打ち出された。

集荷業務に対するこの事件の影響は大きかった。その第一が有機廃液の取扱いであった。火災の発生を重視した自治体は、ただちに液シン廃液の内容を分析し、消防法の危険物にあたるとして、関東貯蔵所は「危険物屋内貯蔵所」の認可を受けることを命じたのである。これはただちに貯蔵量の制限に繋がることになった。第二は原研が、効果的に処理できない廃棄物の委託処理を打ち切ることを決めたことであった。それに該当する廃棄物が、スラリー、有機液体であった。そのうえ処理可能な廃棄物でも、アイソトープ協会の集荷数量に関係なく、処理数量に上限を設けたのである。

こうして集荷が開始されて15年、処理が開始されてから10年余で、RI 廃棄物集荷、処理体制の円滑な運営は重大な危機に直面した。そして、集荷側のアイソトープ協会にとっても、集荷を希望する事業所側にとっても、廃棄物発生量の増大と処理数の制限とによる集荷の渋滞と制限集荷など、廃棄物関係者にとって、

図1 目標とする廃棄物集荷、処理体制

忍従の時期に突入していくのである。

1981年度までの集荷、処理の対照表を表6に、また、1981年度の集荷料金については表7に示す。

ここで、最近の RI 廃棄物の傾向を一瞥すれば、放射性医薬品消費量の急激な増大に伴う廃棄物の増加を挙げなければならない。とくに ¹²⁵I を用いた *in vitro* テストによる試験の量は、1981年度において、約3,400万検体にも達し、それから発生する試験管は莫大な数となる。これを放置すれば、将来における集荷、処理間のアンバランスは、さらに拍車がかかることになる。

アイソトープ協会は、現在、RI廃棄物の危機的状態を開き、つぎのような対策に従って活動を続けている。

(1)短期的対策

年間約6,000~8,000本にものぼる未処理廃棄物を保管するための貯蔵庫を増設または新設する。

(2)長期的対策

将来増加するであろう廃棄物を推定し、その廃棄物を処理するための新処理施設を建設する。この構想によるアイソトープ廃棄物集荷、処理体制を図1に示す。

9・4 環境放射線・放射能[†]

阿 部 史 朗

放射線医学総合研究所

260 千葉市穴川4-9-1

1954年3月、ビキニ環礁での水素核爆発実験は、日本のみならず諸外国に大きな社会的、政治的な反響を起こし、また本格的な環境放射線・放射能研究への引き金となった。環境放射線・放射能研究は、このように核、原子力、放射線に関する動きと密接な関係があり、超然として一人わが道を行くというわけにはゆかない。環境という言葉、その内容からして人間集団と無縁であり得ないことは当然である。

そこでビキニ事件以後の環境放射線・放射能研究の跡付けをするにあたって、上のような観点からまず追ってみる。ビキニ事件を初めとして、1960年代のほぼ半ばまでは主として米、ソ両国による大型の核爆発実験が集中的に行われ、それ以後の核爆発実験とは規模、影響ともに大きな開きがある。そのためにこの時期を核爆発対応時期と呼ぶ。この時期には原子炉で作られたRIの利用の拡大期にもあたり、核爆発実験に目を奪われがちだったとはいえ、RIの環境面への利用も考えられ始めたといわれる。すでに1950年ごろからRIが日本に入手されつつあり、またそれを使用する技術、装置の普及がなされつつあった。これがビキニ事件以後の環境への対処のベースとなった。測定器の主役としてはGM管に頼らざるを得ず、この時期の大部分は放射線のカウンタ数で表現せねばならなかった。ただ、この時期の後半にはNaI(Tl)シンチレータ付きのγ線スペクトロメータも使われ始め、核種の定量がγ線で測定できるようになった。しかし、大勢はグロスベータ計測によるキュリー数表示であった。ビキニ事件直後から、文部省科学研究費による総合的

な研究が始まり、1968年まで14年間にわたって多額の研究費が投ぜられた。また科技厅による放射能調査研究費の投入の始まりもこの時期である。この両者の研究費が軸になり、環境中の放射性物質、放射線の研究、調査が著しく進んだ。前者が大学主体、後者が各省庁、地方自治体を主体とした調査研究を行った。一方、この時期には、日本分析化学研究所、原子力安全研究協会なども設立され、別の意味で環境放射線研究の支えとなった。

環境放射線の調査研究面からみれば、つぎの時期にあたる原子力利用、とくに核分裂炉の利用のはしりがやはりこの時期に始まった。1955年には原研が発足し、放医研は1957年、動燃事業団の前身は1958年に設立された。その後、原子力発電所が作られるようになり、その立地上の問題が表面化するにつれ、環境放射線モニタリングという形で、遅まきながら環境放射線の調査研究が原子力施設を対象として行われるようになった。日本での原子力発電所の稼働は1965年であるが、さきの核爆発実験対応期に続いて、現在とそれ以降を含めて原子力発電対応期といえる。この時期にはようやくカウンタ数、グロスベータ線計測によるキュリー数を脱却し、放射性核種別のキュリー数、さらには核種の化学形までも論議されるようになった。さらに最近では、安定同位体との関連性を見てゆくことも注目されている。この時期にはまた、文部省科学研究費による総合研究も終わっており、それに代わる共同研究機関としての環境放射能研究所の設立が、放射線障害基礎研究所の設立と並んで日本学会会議から勧告され、1975年、金沢大理学部にて「低レベル放射能実験施設」が設置されて活動を始めた。この時期でとくに重視すべきは、原子力発電所設置県ならびに一部の隣接

[†] Environmental Radiation and Radioactivity. Siro ABE: National Institute of Radiological Sciences, 4-9-1, Anagawa, Chiba-shi 260.