

で指定された者（現在は（社）日本アイソトープ協会のみ）に廃棄を委託する」という指定（医療法施行規則第 30 条の 14 の 2）を解除することが可能であることが示唆された。

(2) 我国の医療現場における放射性同位元素の排水管理状況を明らかにすることを目的に、全国の核医学診療施設 1,215 病院を対象にアンケートを実施した。

その結果、597(49.1%)施設より回答を得た。今回のアンケート調査により、殆どの施設で現行法令に基づいた排水中放射性同位元素の濃度限度比は 1 未満を示し、法令の規定内であった、また、I-131 を用いた専用治療病室を有さない核医学診療施設を対象とした場合、放射性同位元素の実際の使用量と事業所からの総排水量から算出された排水中濃度限度比の和は、解析対象となった 177 施設全てで 1 未満であり、管理区域からの排水が事業所の排水と合流後に排出される場合は問題とされない程度まで十分に希釈されているものと考えられた。この結果をより正確なものとするためにアンケートに協力いただいた施設に排水中放射性同位元素濃度の実測を依頼し、更に詳細な検討を試みる。

(3) 欧州の放射線管理及び放射線防護の先進国である英国、ベルギー、ドイツの医療で核医学検査から排出される放射性廃棄物の実地調査を試みた。

その結果、法令で放射線防護責任者の責任と権限が規定されており、放射線防護責任者の下、医療放射性廃棄物のうち短半減期のものでは「減衰待ち保管」:DIS (Decay In Storage) の概念が定着し、一定期間の DIS のあと一般廃棄物として処分されていた。廃棄物中に有意な放射活性がない以上、非常に合理的な管理方法であると考えられる。今回の欧州実態調査及び欧州より入手した関連資料は、今後、日本における医療の放射性廃棄物の適正かつ合理的管理を行う上での貴重な参考資料になると期待する。

(4) 医療行為に伴う放射性廃棄物のクリアランスレベル算出は、上述したように欧米諸国においては法令等により原則的に免除されているために算出されていない。

本邦では、放射線防護のバイブルである IAEA SS No115 (国際基本安全基準) において診療用放射性同位元素利用の必要性、実行性等の「行為の正当化」と「放射線防護の最適化」の基本的考え方に基づいて使用することが記述されている。医療行為に伴い排出される放射性廃棄物の我国に適合したパラメータを収集し、クリアランスレベル算出法を検討した。

基本的に、IAEA SS No115 の免除レベル算出時に使用された包括シナリオと一部特定シナリオを基に（被ばく経路は RP-122 と IAEA の安全ガイドの草案を参照）我国に適合したクリアランスレベルの導出のために計算ソフトを開発した、検証は

ほぼ確認済みである。

合わせて、外部被ばくの我国に適合したパラメータによるジオメトリの評価を現在進行中である。

今後、医療行為に伴い排出される固体状放射性廃棄物の我国に適合したパラメータ等を検討し、クリアランスレベルの算出を行い、合わせて我国に導入された場合に合理的な処理方法及び管理体制について検討を行なう予定である。

F. 健康危惧情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

雑誌「核医学」への投稿予定

2. 学会発表

①第23回日本核医学技術学会総会（金沢市）予定

②第62回日本医学放射線学会学術発表会展示発表（横浜）

日本医学放射線学会学術発表会抄録集 vol.63 No.2 Feb. 2003 S285頁

③第36回日本核医学会近畿地方会（大阪）予定

④第43回日本核医学総会（東京）で展示発表予定

H. 知的財産権の出願、登録状況（予定を含む）

1. 特許取得 なし

2. 実用新案登録 なし

3. その他

平成 14 年度厚生労働省科学研究費補助金（医薬安全総合研究事業）
分担研究報告書

「医療行為に伴い排出される放射性廃棄物の適性管理に関する研究」
固体状放射性廃棄物の合理的管理方法の検討

分担研究者 小泉 潔 東京医科大学八王子医療センター放射線科 教授
増田 一孝 滋賀医科大学附属病院放射線部 技師長

研究要旨 医療行為に伴い排出される固体状放射性廃棄物のある一定の半減期の期間保管し、医療機関で保有しているシンチレーションサーベイメータにより何処までが実測可能か、しいてはバックグラウンドレベルに達したことを確認することにより、将来的に一般廃棄物として処分できる可能性を追求するため、実際の核医学診療施設においてシミュレーションを行った。1 週間分の放射性廃棄物を回収梱包し、梱包直後、3、5、10、15、20 半減期後にシンチレーションサーベイメータにより線量率を測定した。短半減期核種においては、早いもので 4 半減期にてバックグラウンドに達した。バックグラウンドに達する期間は梱包直後の放射能に依存するが、遅くとも 20 半減期の保管で、ほぼすべての廃棄物がバックグラウンドレベルに達した。別に、既知の放射能を有する核種を同じくサーベイメータにて経時的に線量率を測定したところ、線量率($\mu\text{Sv/h}$)から放射能(Bq)の推定がほぼ正確に行えた。以上の検討より、梱包後の回収箱の重量に依存するが、バックグラウンドレベルに達した Tc-99m の廃棄物は 100 Bq/g の放射能レベルを十分下回り得ることが判明した。また、昨年度実施された放射性医薬品を投与された患者のオムツ等のアンケートを再度実施し、管理状況を把握したところ、72.4%の施設で実施及び数ヶ月以内に実施予定であり、昨年調査結果より実施率が高くなっており、意識の向上が認められた。

研究協力者 木下 富士美 千葉県がんセンター核医学診療部
小林 一三 国立埼玉病院放射線科
山本 哲夫 柏戸記念財団
金谷 信一 東京女子医科大学放射線科
木田 哲夫 滋賀医科大学附属病院放射線部
柳沢 正道 千葉県循環器病センター放射線科
岩永 哲雄 社団法人日本アイソトープ協会
並木 宣雄 日本メジフィジックス株式会社
大熊 浩 日本メジフィジックス株式会社
田中 守 アロカ株式会社

A. 研究目的

医療行為に伴い排出される放射性廃棄物に含まれる放射性核種のほとんどは半減期が8日以内であり、短いものでは使用後数日、長いものでも使用後数ヶ月を経過すればその放射能はほぼバックグラウンドレベルに達し、事実上放射能は検出されない。しかし、本邦では核医学診療に用いられた注射筒、注射針、薬剤バイアルなどの固体状放射性廃棄物は使用後の経過日時にかかわらず、永久的に放射性物質として取り扱われ、その廃棄に関しては医療法施行規則第30条の14の2の規定により厚生労働省令で指定された者（現在は(社)日本アイソトープ協会のみ）に廃棄を委託することとされている。このように、本邦においては固体状の放射性廃棄物の処分に関しては規制からの解放が考慮されていない。それに対し、欧米においてはある一定のレベルまで放射能が減衰すれば放射性廃棄物としての規制から免除され、一般廃棄物として取り扱うことが可能である。具体的には、米国連邦規則では医療で使用される半減期65日以下の放射性核種では、その固体状放射性廃棄物は原則的に10半減期保管し、バックグラウンドレベルと区別できなくなったことを確認し、品質保証プログラムに従って処理することにより一般廃棄物として処分できるとしている。

本分担研究は欧米でのこのような考え方が適正かどうかを検討するために、実際の診療現場におけるシミュレーションとして固体状放射性廃棄物の実測調査を行い、本邦における固体状放射性廃棄物の合理的な管理方法を検討する資料を提供することを目的としている。

さらに固体状放射性廃棄物と関連し、放射性医薬品を投与された患者にかかわる固体状排泄性医療放射性廃棄物（オムツ等）が適正に管理されているかを確認するため、全国的なアンケート調査を再度行い、その問題点を検討することも目的に含む。

B. 研究方法

1. 固体状放射性廃棄物の実測調査の実施

固体状放射性廃棄物の線量実測を資料1のプロトコールに従い、関東を中心とした21施設にて行った。施設は分担研究者および研究協力者の関連する病院で、規模の異なる施設を選んだ。具体的なプロトコールの概要を以下に述べる。

- 1) 放射性廃棄物の回収箱を用意する。
- 2) 回収核種を短半減期、中半減期、長半減期に分け、それぞれグループ1、2、3として区別して回収する。
- 3) 回収物は薬剤バイアルと注射筒に限定する。
- 4) それぞれ回収期間を1週間とする。
- 5) 回収期間終了後、放射性廃棄物が回収箱のなるべく中心に位置するよう梱包する。
- 6) 梱包後の重量を測定する。
- 7) 校正したシンチレーションサーベイメータにて梱包直後、3、5、10、15、20半減期後に線量率を測定する。
- 8) 各グループとも4サイクル繰り返す。

2. 線量率から放射能を推定することの確認実験

既知の放射能 (Bq) を有する核種、Tc-99m、I-123、Ga-67、In-111、Tl-201 を線源として線量率 (μ Sv/h) を経時的に実測し、線量率の減少が放射能の減衰に相関することの確認、およびバックグラウンドレベルにおける放射能の推定を行った。

3. 固体状排泄性医療放射性廃棄物 (オムツ等) 管理方法に関するアンケート調査の実施

平成 13 年度厚生労働省厚生科学特別研究事業の「放射性医薬品を投与された患者のオムツ等の実態調査および放射性廃棄物の研究」にて行われたアンケート調査を再度行い、1 年経過した時点での固体状排泄性医療放射性廃棄物 (オムツ等) の管理状況の変化を検討した。

C. 研究結果

1. 固体状放射性廃棄物の実測調査結果

平成 15 年 2 月末現在での固体状放射性廃棄物の線量実測調査の状況はグループ 1 にて測定終了 43 件、測定中 19 件、グループ 2 にてそれぞれ 10 件、49 件、グループ 3 にてそれぞれ 0 件、20 件であった。バックグラウンドの線量率は施設により異なり、0.03 から 0.22 μ Sv/h に分布し、中央値は約 0.1 μ Sv/h であった。測定面は各回収箱とも 6 面全部を測定しており、測定面の違いによる測定値差異はほとんどのもので 2 倍以内であった。ただし、10 倍以上の差異を示す回収箱も例外的にはあった。1 週間分の放射性廃棄物が梱包された回収箱の重量は約 400 g から 1000 g に分布していた。

測定データの入手できたグループ 1 の結果を図 1 に示す。横軸には半減期を、縦軸はバックグラウンドを引いた線量を対数表示にしている。対数表示であるので、線量が 0 になった場合には便宜的に 0.01 μ Sv/h の位置にプロットした。早いものでは 4 半減期にて 0.01 μ Sv/h に達し、20 半減期が経過するとほとんどの廃棄物は 0.1 μ Sv/h 以下の値になることが予測された。バックグラウンドレベルは施設により異なるが、一律に 0.1 μ Sv/h と仮定すると、20 半減期が経過するとバックグラウンドの 2 倍を超えるものはほとんどなくなると考えられる。

測定データの入手できたグループ 2 の結果を図 2 に示す。測定データ件数はグループ 1 ほど多くはないが、ほぼグループ 1 と同様の傾向が見られ、この限られた測定点からは 13 半減期が経過するとほとんどの廃棄物は 0.1 μ Sv/h 以下の値になっていた。

2. 線量率から放射能を推定する実験結果

既知の放射能 (カッコ内の単位は MBq) を有する核種、Tc-99m (740)、I-123 (111)、Ga-67 (74)、Tl-201 (74)、In-111 (37) を線源として 10cm の距離において測定した線量率を経時的にプロットして図 3 に示す。全体の傾向は上記のグループ 1 および 2 のプロットと類似した推移を示した。

各核種の 15 半減期経過後の実測線量率と 1cm 線量率定数より算出した推定線量率とを比較した。それぞれの実測値および計算値は、Tc-99m では 0 および 0.05 μ Sv/h、I-123 では 0.04 および 0.01 μ Sv/h、Ga-67 では 0 および 0.006 μ Sv/h、In-111 では 0 および 0.008 μ Sv/h、Tl-201 では 0.08 および 0.004 μ Sv/h であった。いずれの核種においても実測値と計算値はほぼ同レベルのバックグラウンドないしそれに近い値であった。ただし、Tl-201 の計算値より実測値がやや過大評価されていたのは、不純物として含まれる半減期 12.23 日の Tl-202 からの影響ではないかと思われる。

3. 固体状排泄性医療放射性廃棄物（オムツ等）管理方法に関するアンケート結果

今回のアンケート調査の回収率は67.8%と前回の平成13年度に行われた時の62.1%を上回った。放射線管理について、放射線管理の独立した部門が設置されている施設は、23.9%（13年度：18.5%、以下同じ）、放射線安全管理組織があると回答した施設は66.6%（62.9%）、放射線管理の実務担当者について放射線技師と回答したのは、90.7%（90.5%）であった。感染性廃棄物については、一般病棟における患者のオムツを全て感染性廃棄物としているのは、59.7%（55.5%）、感染性廃棄物は、業者処理としているのは、94.6%（90.8%）であった。オムツ等の管理方法について、固体状排泄性医療放射性廃棄物（オムツ等）の管理をすでに実施済みの施設と実施予定の施設を含めた割合は72.4%（61.1%）、管理方法について、個別に管理する方法347施設66.5%（333施設71.9%）、集中して管理する方法76施設14.6%（76施設16.4%）、個別と集中管理の併用70施設13.4%（49施設10.3%）の管理を行っている施設が増加していることが確認できた（資料2）。

D. 考察

短半減期であるグループ1の放射性廃棄物は早いものでは4半減期にてバックグラウンドレベルに達するが、梱包直後の放射能に依存しており、今回の検討では遅くとも20半減期でほぼすべての廃棄物がバックグラウンドレベルに達した。Tc-99mの廃棄物がバックグラウンドと同一のレベルである $0.1\mu\text{Sv/h}$ に達したときの放射能を1cm線量率定数 $0.0214\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ として試算すると、梱包全重量が400gの場合は117Bq/g、1000gの場合は47Bq/gと算定される。IAEA SS No115によれば、Tc-99mの免除レベルは100Bq/gとされている。ドイツで実施されているクリアランスレベルを免除レベルとすれば、今回シミュレーションを行った状況においてはサーベイメータにより線量を測定し、バックグラウンドレベルに達した場合には十分クリアランスレベルに達するものと推定される。

1週間分の放射性廃棄物を回収梱包し、経時的に線量率を測定した結果、遅くとも20半減期の保管でほぼすべての廃棄物がバックグラウンドレベルに達した。梱包後の回収箱の重量に依存するが、バックグラウンドレベルに達したTc-99mの廃棄物は100Bq/gの放射能レベルを十分下回り得ることが判明した。

グループ2および3に関しては、今回の中間報告には十分な数のデータを集めることができなかったため、次年度の検討が待たれる。

固体状排泄性医療放射性廃棄物（オムツ等）管理方法に関するアンケートの今回の回収率は上昇し、実際の管理状況についても、2年連続でのアンケートの実施、その中で管理の重要性を訴えたことにより喚起されたものと思われる。

今年度は、管理状況調査と、実際の実測（一部）に終始したが、来年度には、実測結果のグループ2、3に関してのデータを解析し、医療施設より排出される固体状放射性廃棄物に関する合理的な管理方法を検討する予定である。

医療用固体状放射性廃棄物測定プロトコール

概要：医療用固体状放射性廃棄物を核種別に分別回収し、回収箱を経時的に測定する。

(別紙1：概要図参照)

1. 回収箱：20cm×20cm×20cm（メーカーから届けられる8リットル用製剤箱を準用）
回収用ビニール袋：10リットル用程度の適当な大きさのもの

2. 回収グループ核種

グループ1：Tc-99m, I-123

グループ2：Ga-67, In-111, Tl-201

グループ3：I-131

3. 回収物

今回は不燃物と難燃物とを区別せず、バイアル、シリンジ、およびディスポシリンジのみに限定し、同一の箱に入れる。

残液の多いものは除外する（液体の入っていない状態）。

4. 回収期間

最長で1週間とし、回収終了後に梱包する。

* 1週間に満たなくても、箱が一杯になった時点で回収終了とする。

* 1週間たっても一杯にならない場合でも1週間で回収終了とする。

* Tc-99m や I-123 の場合、週末を回収期間終了日にすると、3および5半減期の測定は土日にかかるので、適宜、回収期間をずらす。例えば Tc-99m は月曜午後2～3時、I-123 は火曜午後5～6時に回収期間終了にすると都合がよい。

5. 回収方法

回収箱にビニール袋を入れ、その中にグループごとに上記期間に集められた廃棄物を箱の中で動かないように、新聞紙あるいはプチプチ（エアークッション）で間を詰めてテープ止めする。

6. 重量測定

梱包後の箱全体の重量を1度は必ず測定する。重量計は任意のものを用いる。

7. 線量率測定

- 1) 校正の受けたシンチレーションサーベイメータを用い、 $\mu\text{Sv/h}$ 単位で表す。
時定数 10、測定時間 20 秒以上にて測定する。ただし、初回の最高点を探す測定時にはこの限りではない。
- 2) 最初の測定
箱をひっくり返さないようにして、回収箱表面 6 面全部を測定する。
梱包後初回測定時に限り、6 面のいずれの面においても丹念に測定し、各面で最高値を示す部位に印を付けておく。以後の測定はそのポイントで行う。
- 3) 経時的な測定
3、5、10、15、20 半減期後に回収箱の 6 面全部を測定する（別紙 2：半減期表参照）。
回収箱の中で最長の半減期を持つ核種の半減期を選択する（例：グループ 1 の場合 Tc-99m と I-123 が混在していれば、 I-123 の半減期を使用）。
既定の測定日時が祝日や夜間にかかる場合、適宜、前後にずらして測定可能。
20 半減期前でも、バックグラウンドレベルに達した時点で測定終了とする。
- 4) BG の測定は毎回行う。

8. 廃棄物の回収および測定の回数：各グループとも 4 サイクル行う（4 週間の回収）。

9. 測定の記録（別紙 3：測定記録表参照）

- 1) 測定日時、実測値、BG 値、測定記録者名などを記録する。
- 2) 換算値 (MBq) の算出方法

$$\text{換算値 (MBq)} = \text{測定値 } (\mu\text{Sv/h}) \times d^2 \times 1 / \Gamma$$

d : 0.1m (箱の中心から箱の表面までの距離)

Γ : 1cm 線量当量率定数

最終的には換算値を箱の重量 (g) で除した放射能濃度 (MBq/g) で表現する。

図 1

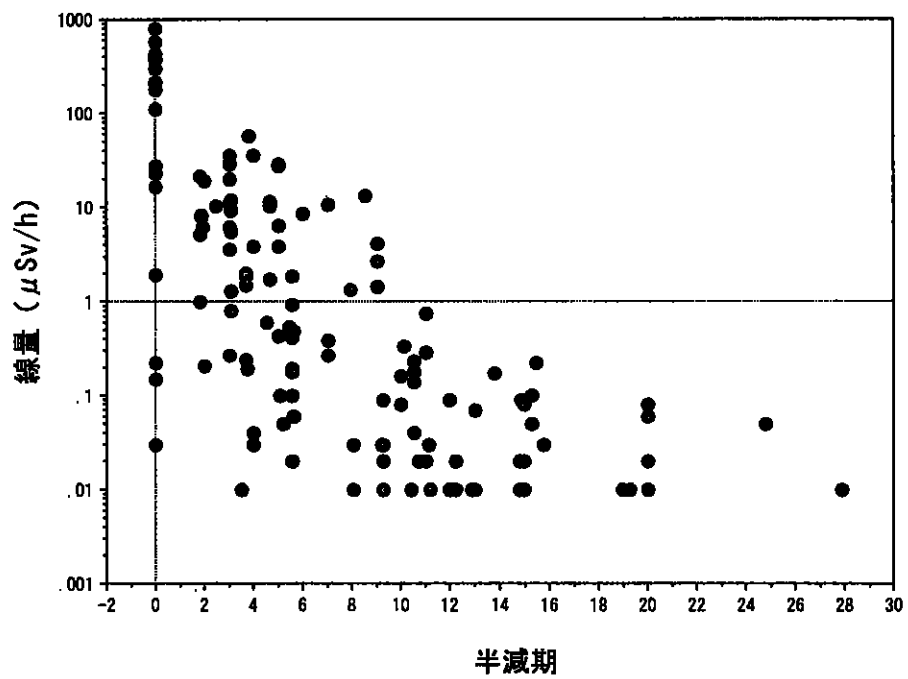


図 2

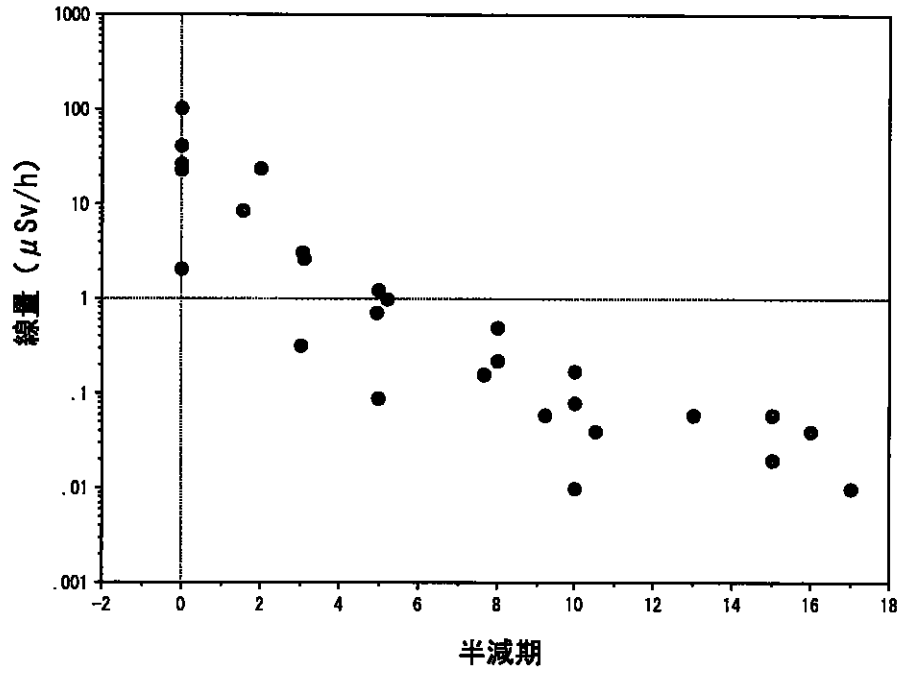
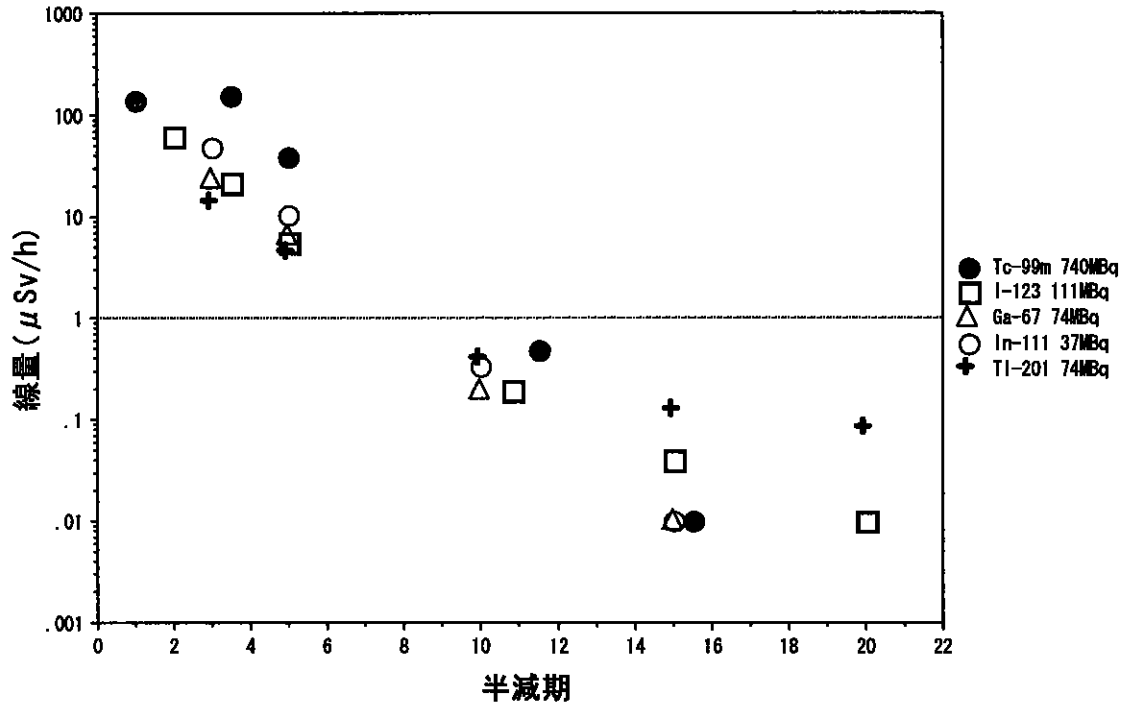


図 3

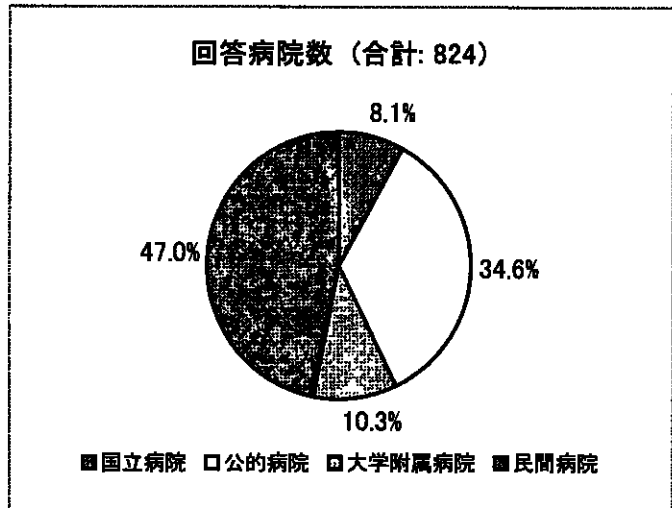


アンケート回答率

発送件数	1215
回答件数	824
回答率	67.8%

設立主体	回答数
国立病院	67
公的病院	285
大学附属病院	85
民間病院	387
合計	824

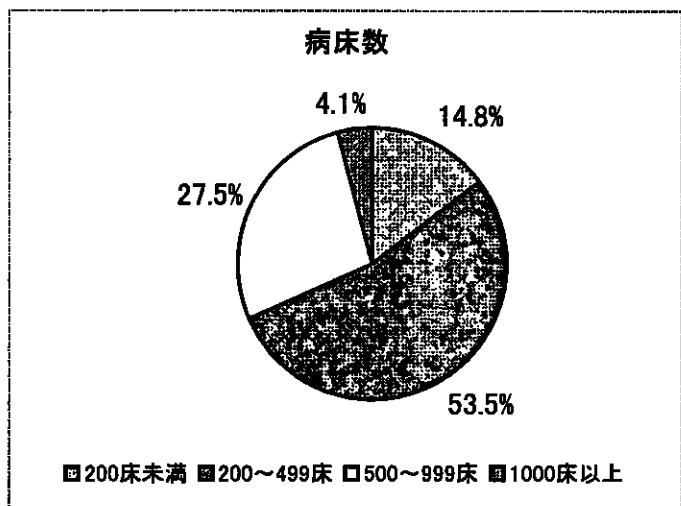
図1



1. 病床数

	病床数(回答数)
200床未満	122
200~499床	441
500~999床	227
1000床以上	34
合計	824

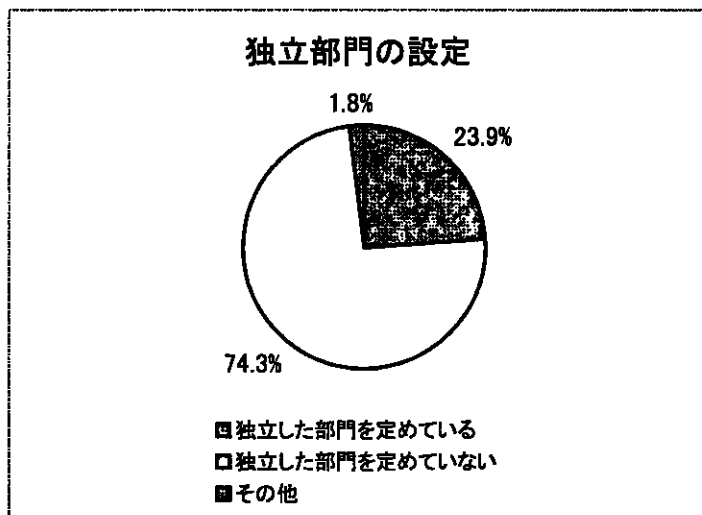
図2



2. 独立部門の設定

	独立部門の設定
独立した部門を	195
独立した部門を	606
その他	15
合計(回答数)	816

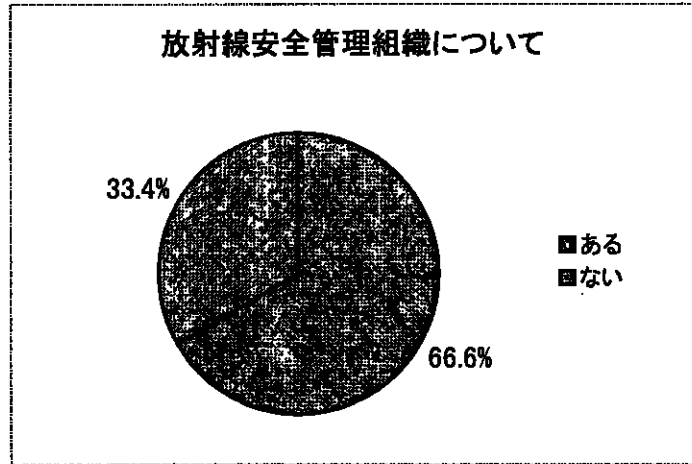
図3



3. 放射線安全管理組織について

放射線安全管理組織について	
ある	539
ない	270
合計(回答数)	809

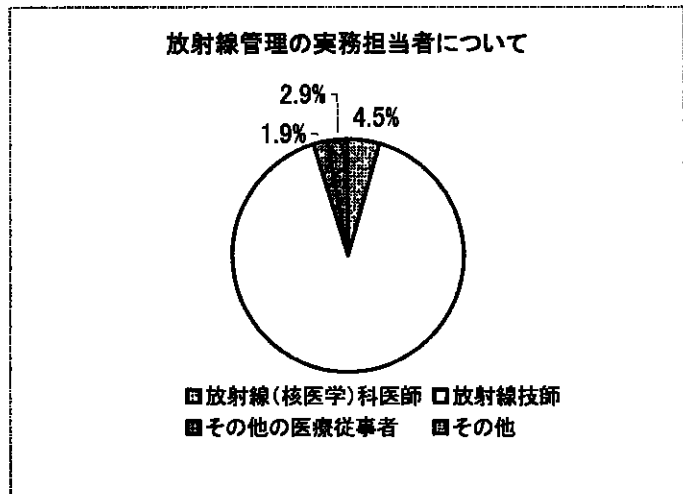
図4



4. 放射線管理の実務担当者について

て	
放射線(核医学)	39
放射線技師	791
その他の医療従事者	17
その他	25
合計	872

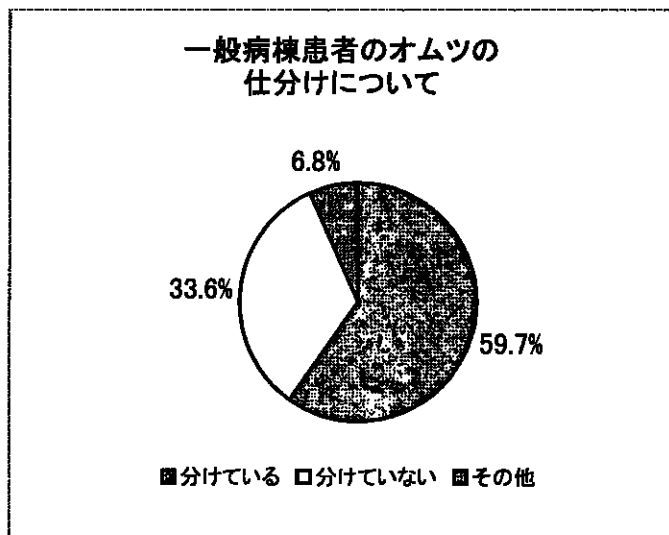
図5



5. 一般病棟患者のオムツの仕分けについて

一般病棟患者のオムツの仕分けについて	
分けている	485
分けていない	273
その他	55
合計	813

図6



6. 感染性廃棄物の処理状況について

感染性廃棄物の処理状況について	
自家処理	39
業者処理	782
その他	6
合計（複数回答）	827

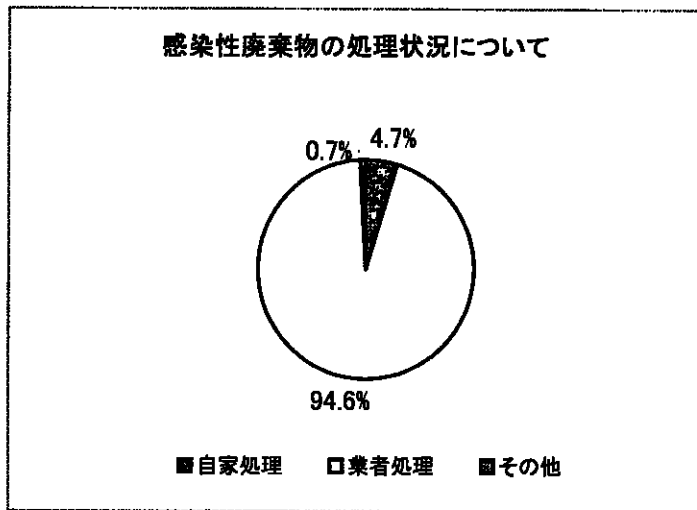


図7

7. 感染性固体状廃棄物の管理の実施について

感染性固体状廃棄物の管理の実施について	
既に実施している	522
数ヶ月以内に管理を実施する予定である	81
実施していない	202
その他	27
合計	832

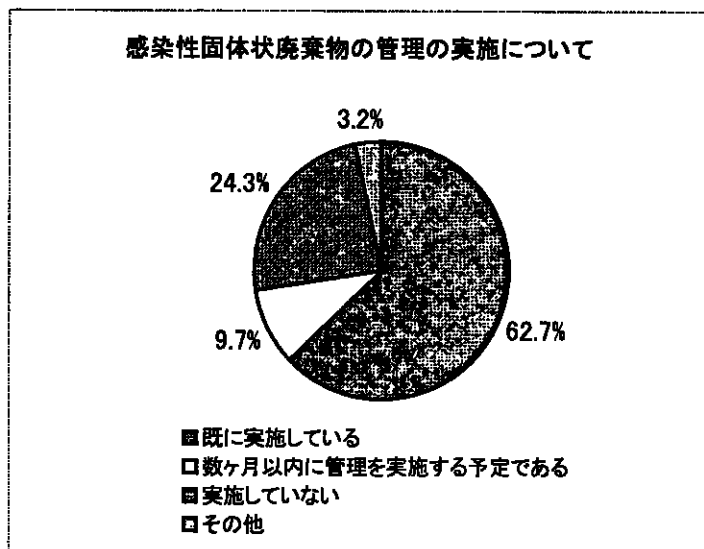


図8

「既に実施している」: 内訳

感染性固体状廃棄物の管理の実施について	
個別に管理する方法	347
集中して管理する方法	76
個別管理と集中管理の併用	70
その他	29
合計	522

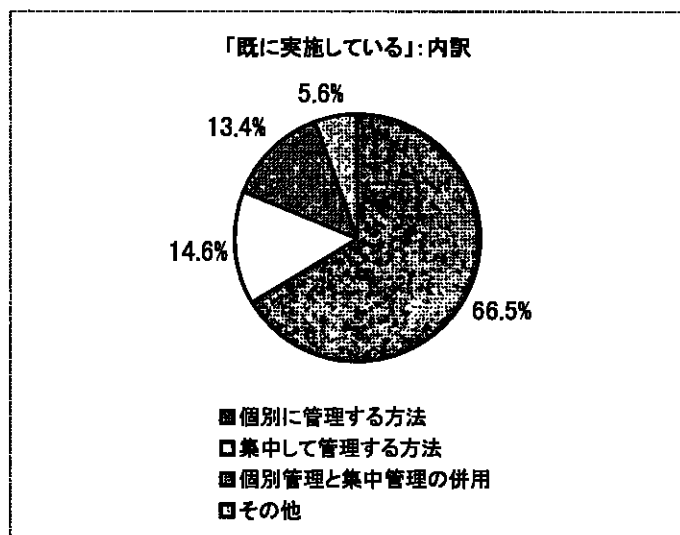


図9

平成 14 年厚生労働省科学研究費補助金（医薬安全総合研究事業）

分担研究報告書

「医療行為に伴い排出される放射性廃棄物の適正管理に関する研究」

医療行為に伴い排出される液体状放射性廃棄物の合理的管理

分担研究者：井上登美夫 横浜市立大学医学部放射線医学教室 教授

研究要旨 我が国における実際の医療現場における放射線同位元素の排水管理状況を明らかにし、より合理的な放射線管理への提言の基礎資料とすることを目的として全国の核医学診療施設を対象としてアンケート調査を実施した。調査は調査票を核医学診療施設に送付して回答を求めるアンケート方式にて実施した。対象は放射性医薬品を使用した実績のある 1,215 施設に送付し、回答数（率）597（49.1%）を得た。調査項目は 1)施設の規模 2)診療用放射性同位元素による放射線治療の実施の有無 3)貯留槽の形態 4)導入槽、浄化槽、貯留槽、希釈槽の容量と数量 5)排水設備の形態 6)診療用放射性同位元素使用施設の排水量 7)排水濃度測定法 8)診療用放射性同位元素の届出数量と実際の使用数量 9)施設の平均排水量である。今回のアンケート調査により、ほとんどの施設で現行法令に基づいた排水中放射性同位元素の濃度限度比は 1 未満を示し、法令の規定内であった。また、¹³¹I を用いた専用治療病室を有さない核医学診療施設を対象とした場合、放射性同位元素の実際の使用量と事業所からの総排水量から算出された排水中濃度限度比の和は、解析対象となった 177 施設すべてで 1 未満であり、管理区域からの排水が事業所の排水と合流後排出される場合は問題とならない程度まで十分希釈されているものと考えられた。この結果をより正確なものとするためにアンケートに協力いただいた施設に排水中放射性同位元素濃度の実測を依頼し、さらに詳細な解析を検討する予定である。

研究協力者：成田 浩人	東京慈恵会医科大学附属病院放射線部
零石 一也	横浜市立大学医学部放射線医学教室
小林 一三	国立埼玉病院放射線科
山本 哲夫	柏戸記念財団
金谷 信一	東京女子医科大学放射線科
塚田 勝	国立がんセンター放射線診断部
渡辺 浩	横浜労災病院中央放射線部
田中 守	アロカ株式会社
並木 宣雄	日本メジフィジックス株式会社
藤村 洋子	日本メジフィジックス株式会社

A. 研究目的

現代の先進医療において核医学は、CT や MRI などその他の形態画像診断機器では推し量ることのできない情報を提供する有用な検査である。近年では我が国でも Positron Emission Tomography (PET) が保険適応となったことで、よりその実用性と有用性が認知された。また、核医学は診断確定や病期の決定だけでなく放射線治療にも利用されている。

その治療効果は周知のとおりであるが、非密封放射性同位元素を使用するという性質上、その使用と管理には法的な厳しい規制が加えられている。その中でも核医学診療施設からの排水における放射性同位元素濃度限度については、医療法施行規則別表第 3, 第 4 欄に濃度限度が示されている。核医学診療施設で用いる放射性同位元素が排水中にどの程度流入するかを調査した報告は 1999 年に日本核医学会 RI 内用療法ガイドライン作成ワーキンググループによるものがあるが、このときの結果でインビボ検査施設に関しては、排水への混入率は現行の 1% から 0.1% へと引き下げたとしても法令で定められた排水濃度限度内であると報告された¹⁾。今回「核医学診療施設における排水管理の合理的処理方法の検討」班でも、さらなる排水に関する合理的な放射線管理の提言への基礎資料となることを目的として全国の核医学診療施設に再度アンケート調査を実施し、現状の把握を試みた。また、放射性同位元素がすべて排水中に流入したと仮定し、事業所全体の排水で希釈された場合の排水濃度を算出し、濃度限度比の和を求めた。放射性同位元素については届出量、実際の使用量の二種類を用い各々算出した。

B. 研究方法

調査は調査票を核医学診療施設に送付して回答を求めるアンケート方式にて実施した（資料 1）。対象は放射性医薬品を使用した実績のある 1,215 施設に送付し、平成 14 年 2 月末日をもって調査票の回収を締め切りとした。調査項目は 1) 施設の規模 2) 診療用放射性同位元素による放射線治療の実施の有無 3) 貯留槽の形態 4) 導入槽、浄化槽、貯留槽、希釈槽の容量と数量 5) 排水設備の形態 6) 診療用放射性同位元素使用施設の排水量 7) 排水濃度測定法 8) 診療用放射性同位元素の届出数量と実際の使用数量 9) 施設の平均排水量である。なお、アンケート回答についてはワーキンググループにて記入事項の不備等を審査し、採用施設を決定した。

C. 研究結果

1. 回答率と施設の規模区分

今回調査対象とした 1,215 施設に調査票を送付し、597 施設 (49.1%) から回答を得た。回答施設の内訳は病床数別では 200 床未満 81 施設 (13.6%)、200～499 床 307 施設 (51.4%)、500～999 床 180 施設 (30.1%)、1000 床以上 29 施設 (4.9%) であった (Table1.)。設立母体別では国立病院 50 施設 (8.4%)、公的病院 208 施設 (34.8%)、大学附属病院 69 施設 (11.6%)、民間病院 270 施設 (45.2%) であり、比較的多くの中規模以上の病院からの協力が得られた (Table2.)。

2. 診療用放射性同位元素による放射線治療の実施の有無

排水濃度は各施設が取り扱っている放射性同位元素の種類により異なってくるのが予想さ

れたため、核医学の診断検査のみを行っている施設、核医学の診断検査と¹³¹Iによる外来治療（500MBq以内）を行っている施設、核医学の診断検査と¹³¹Iによる放射線治療病室での治療を行っている施設に分類し集計した。この結果、核医学の診断検査のみを行っている施設は465施設、¹³¹Iによる外来治療（500MBq以内）を行っている施設は71施設（内放射線治療病室を持つ施設23）、放射線治療病室にて治療を行っている施設は46施設、回答なし28施設、その他10施設であった。

なお、放射線治療病室を有する施設には、使用している貯留槽が診断用のものと独立しているか、共通であるかを質問した。治療専用の貯留槽を有する施設は46施設中13施設であった。診断と治療兼用型は30施設、回答なし3施設であった。

3. 排水設備について

放射線治療病室を有さない施設より得た回答における導入槽の槽数は、設置なし168施設、1槽253施設、2槽10施設、3槽2施設であり、容量は5 m³未満194施設、5m³以上10m³未満36施設、10m³以上30m³未満31施設、30m³以上4施設であった。浄化槽の槽数は設置なし148施設、1槽146施設、2槽50施設であり、容量は5 m³未満148施設、5m³以上10m³未満30施設、10m³以上30m³未満16施設、30m³以上2施設であった。貯留槽の槽数は、1槽39施設、2槽325施設、3槽111施設、4槽13施設、5槽以上6施設であり、総容量は10 m³未満が101施設、10m³以上20m³未満158施設、20m³以上50m³未満197施設、50m³以上100m³未満41施設、100m³以上28施設であった。希釈槽の槽数は設置なし8施設、1槽473施設、2槽5施設、3槽4施設、5槽以上1施設であり、容量は10 m³未満239施設、10m³以上20m³未満139施設、20m³以上40m³未満73施設、40m³以上が30施設であった。

また、治療専用の独立した排水設備を有する13施設における治療専用導入槽の槽数は、設置なし5施設、1槽6施設、2槽2施設であり、容量は5 m³未満6施設、5m³以上10m³未満1施設、10m³以上30m³未満1施設であった。治療専用浄化槽の槽数は、設置なし6施設、1槽3施設、2槽4施設であり、容量は5 m³未満が5施設、5m³以上10m³未満が1施設、10m³以上30m³未満が1施設であった。治療専用貯留槽の槽数は、2槽3施設、3槽5施設、4槽4施設、5槽1施設であり、総容量は10 m³未満が1施設、10m³以上20m³未満2施設、20m³以上50m³未満5施設、50m³以上100m³未満3施設、100m³以上2施設であった。治療専用希釈槽の槽数は、設置なし3施設、1槽10施設。容量は10 m³未満が3施設、10m³以上20m³未満が2施設、20m³以上40m³未満が1施設、40m³以上が4施設であった。

以上の結果より、導入槽を有する施設においては1槽の場合が94.9%とほとんどであり、特に小容量（5m³未満）のものが73.3%であった。貯留槽は2槽または3槽を設置している施設が多く、その総容量は施設間で様々であったが、およそ50m³までのものが多く87.8%を占めた。治療専用の排水設備形態を有するすべての施設で貯留槽は2槽以上であり、総容量においては10m³未満の施設は1施設と少なかった。

排水設備の形態では本アンケートであらかじめ選択枝として用意した4つのパターン分類(A:一般水・汚水ともに-導入槽-貯留槽-希釈槽-排水口、B:一般水-導入槽、汚水-浄化槽 各々から

貯留槽-希釈槽-排水口、C:一般水・汚水ともに貯留槽-希釈槽-排水口、D:一般水のみ導入槽-貯留槽-希釈槽-排水口)にその他を加え質問した。この設問の有効回答数は583であり、A:73施設(12.5%)、B:182施設(31.2%)、C:78施設(13.4%)、D:28施設(4.8%)であった。また222施設(38.1%)がその他のパターンの形態を図示し、このうち111施設が導入槽を設置していた。すなわち導入槽を設置している施設数は394(67.6%)あることがわかった。

4. 診療用放射性同位元素使用施設の排水量

医療法届出計算上の一日の排水量と実際の一年間の排水回数について質問した。一日の排水量は、平均約 1m^3 であり、1年間の排水回数は、1回以内133施設(24.6%)、2~5回241施設(44.6%)、6回以上166施設(30.7%)であった。

5. 排水中濃度実測方法

排水モニターによる測定が可能な施設は375施設(66.5%)、排水時サンプリングによる測定が可能な施設は220施設(38.9%)であった。

6. 診療用放射性同位元素届出数量、使用量

公的病院と国立病院につき現行法令すなわち厚生労働省医薬局長通知(平成13年3月12日、医薬発第188号)(資料2.)による放射性同位元素濃度比の和を算出し、現在の状況の把握を試みた。その結果、問題となる施設が、数施設認められ、その施設には届出量等の見直しの助言を行った。次に各施設の放射性同位元素別の届出量と実際の使用量、事業所全体の排水量(設問7)から排水中放射性同位元素濃度を算出し、濃度限度値との比の和を算出した。具体的には一ヶ月間で使用する放射性同位元素が仮に100%放射線管理区域内の排水に流入したとして、この放射能を事業所全体の一ヶ月間の排水量で希釈した場合の濃度がどれほどとなるかを算出した。この結果、国立病院、公的病院において、放射線治療病室を有さない177施設よりデータを得ることができた。各事業所全体の1ヶ月の排水量区分によれば、事業所全体の排水量が $20,000\text{m}^3$ 以上の24施設(13.6%)では届出量でも、実際の使用量でも濃度限度比の和は1未満であり問題とならないことがわかった。1ヶ月排水量が $20,000\text{m}^3$ 未満に区分される施設では届出量により算出された濃度限度比の和が1以上を示す場合が、153施設中85施設で認められた(55.6%)。しかし、これらの施設でも実際の使用量で算出した濃度限度比の和はすべての施設で1未満となることがわかった(Table 3.)。

7. 事業所全体の排水量

事業所全体の1ヶ月平均の排水量につき質問し、上水道使用量を参考値とし552施設より回答を得たが、排水量 100m^3 未満の施設を除き528の施設では、上水道使用量のみから算出した施設は383施設(72.5%)で平均排水量は $20,863\text{m}^3$ 。地下水、雨水などのみからの算出した施設は16施設(3.0%)で平均排水量は $24,314\text{m}^3$ 。上水道と地下水、雨水の併用施設は129施設(24.4%)で平均排水量は $20,185\text{m}^3$ であった。

D. 考察

放射性同位元素を用いる核医学診療は、現在の医療においては欠くことのできない検査法、治

療法である一方で、非密封放射性同位元素を使用するため、法的に様々な規制が加えられ安全管理の徹底が義務づけられている。現状では我が国における排水規制は濃度規制が適用されている。これは各核種に対し医療法施行規則別表第3、第4欄で規定された排水濃度限度が定められ、排水中の放射性同位元素は各核種の値を各核種の濃度限度で除した値の和が1以下になるように定められている(資料2.)。今回「医療行為に伴い排出される放射性廃棄物の適性管理に関する研究」班では、より合理的な放射線管理の実現を可能とするため、全国の核医学診療施設を対象にアンケート調査を行い、放射性同位元素の使用実態とその排水中濃度を解析した。対象は放射性医薬品を使用した実績のある1,215施設に送付し、597施設(49.1%)からの回答を得た。回答率は1999年に行われた日本核医学会RI内用療法ガイドライン作成ワーキンググループのアンケート調査時とほぼ同等であり、核医学診療施設のアンケート調査に対する協力姿勢が伺えた。国立病院、公的病院、大学附属病院、民間病院に分類した設立母体別に集計したアンケート発送数と回答数の割合は各々ほぼ同等であり、偏りのない回答が得られた。また設立母体別の規模としては大学附属病院が500床以上を主体とするのに対し、その他の病院では概ね200~999床を主体とし幅広く分布していた。放射線治療病室を有する病院は597施設中46施設(7.9%)と少数派であり、そのうちの28施設(60.9%)が大学附属病院であった。このことから放射線治療病室を有する施設は、大規模病院であることが多く、施設全体の排水量も多いことが予想された。各施設の排水設備は様々な形態や容量のものが認められたが、大学病院などでは大規模な排水設備が多く、民間病院では小規模なものから大規模なものまで見受けられた。排水設備の形態の調査では一般水が導入槽へ、汚水が浄化槽へ流入した後、ともに一つの貯留槽を介し、希釈槽を経て排水されるBタイプが最も多いことがわかった。その他の排水設備形態の把握にも今回の調査は有効であったものと考えられた。また、回答のあった582施設のうち394施設(67.5%)が導入槽を設置していることがわかった。多種多様な上水道と下水道の排水形態はある程度地域的な規制によるところが関与していると思われた。

各施設に設置された貯留槽や診療用放射性同位元素施設の一日の排水量より算出された放射性同位元素濃度比の和は数施設を除いて1未満であり法規制上、問題のある施設はほとんどなく、1を超えている施設に対し数値等の見直しを早急に行うよう助言を行った。今回は加えて、診療用放射性同位元素使用施設の排水量は一日平均約 1m^3 、1ヶ月分に換算しても 30m^3 と少量であるが、事業所全体の1ヶ月排水量は上水道使用のみの施設で平均 $20,863\text{m}^3$ 、地下水・雨水のみ使用の施設でも平均 $24,314\text{m}^3$ と多量であることに着目し、国立病院と公的病院の放射線治療病室を有さない施設に限定し1ヶ月分の放射性同位元素届出量、使用量、事業所1ヶ月排水量から解析を行い、排水中濃度限度比の和を算出した。その結果、1ヶ月事業所排水量が $20,000\text{m}^3$ 以上の施設では届出量でも実際の使用量でも濃度限度比の和は1未満となり問題とならないことがわかった。 $20,000\text{m}^3$ 未満の場合、届出量で算出された濃度限度比は1以上となる施設が85施設認められた。しかし、これらの施設においても実際の使用量で算出された濃度限度比の和はすべて1未満となり実際には問題とならないものと思われた。このように届出量と使用量で濃度限度比の和に乖離が認められた原因として、ほとんどの施設が届出している核種のうちいくつかの核

種（特に¹³¹I）で未使用のままか、使用してもごく僅かであったことがあげられた。放射線治療病室を有さない施設に関しては、放射線治療病室を有する施設と差別化した規定が適用できるものと思われる。また、今回は使用した放射性同位元素が 100%排水系へ流入した場合を想定したシミュレーションを行ったわけであるが、事業所全体の排水量から算出された濃度限度比の和に問題は認められなかった。現実的には 100%の放射性同位元素が排水系に流入することは考えがたく、より安全域が広く確保されるものと思われる。しかし、実際には施設により排水設備の形態は多種多様であり、必ずしもこのシミュレーションが適用されない可能性がある。診療用放射性同位元素使用施設の排水が、最終的に事業所全体の排水系と合流する施設であれば、十分な希釈がなされるということが判明した。今回はあくまでもアンケート調査から算出された排水中放射性同位元素濃度を評価したものであり、実際の貯留槽に流入する排水濃度を測定したのではない。今後、これを証明するためにも実際の排水に如何ほどの放射性同位元素が検出されるかを実測調査にて明らかにすることが必要であると考えられ、実測可能な施設に排水中濃度測定（測定方法：資料 3、4 施設での結果：資料 4）を依頼し確認する。

謝辞：アンケート調査にご回答をいただきました全国の核医学診療施設および検査センターの諸氏に深謝致します。