

《技術報告》

核医学診療施設における液体状放射性廃棄物管理状況のアンケート調査

栗石 一也*1	渡辺 浩*2	成田 浩人*3	金谷 信一*4
小林 一三*5	山本 哲夫*6	塚田 勝*7	岩永 哲雄*8
池淵 秀治*8	草間 経二*8	田中 守*9	並木 宣雄*10
藤村 洋子*10	堀越亜希子*10	井上登美夫*1	日下部きよ子*4

要旨 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平成 14 年度厚生労働省科学特別研究事業「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班」ワーキンググループ 1-2 として全国の核医学診療施設を対象にアンケート調査を実施した。対象は 1,215 施設、回答数(率) 642 施設(52.8%)を得た。その結果、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、米国の液体状放射性同位元素の下水への放出規定をモデルとし、放射性同位元素の使用量と事業所の 1 ヶ月排水量から排水中放射性同位元素濃度比を算出したところ、専用治療病室を有さない 499 施設のうち 473 施設において、放射性同位元素の使用量と事業所の 1 ヶ月排水量から算出した排水中濃度限度比の和は 1 未満であった。特に 1 か月事業所排水量が 25,000 m³ 以上の施設では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 未満であった。

(核医学 41: 109-121, 2004)

I. はじめに

現代の先進医療において核医学診断は CT や

MRI など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。近年ではわが国でも 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、核医学は癌診療における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おり、現代医療では欠くことのできないものとなっている。治療の有用性が確立している反面、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に厳しい規則が加えられている。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 3 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

*1 横浜市立大学医学部放射線医学教室

*2 横浜労災病院中央放射線部

*3 東京慈恵会医科大学附属病院放射線部

*4 東京女子医科大学放射線科

*5 国立埼玉病院放射線科

*6 柏戸記念財団

*7 国立がんセンター放射線診断部

*8 社団法人日本アイソトープ協会

*9 アロカ株式会社

*10 日本メジフィジックス株式会社

受付：15 年 11 月 18 日

最終稿受付：16 年 2 月 3 日

別刷請求先：横浜市金沢区福浦 3-9 (☎ 236-0004)

横浜市立大学医学部放射線医学教室

栗石 一也

Table 1 設立主体別の病床数内訳

設立主体	200床未満	200～499床	500～999床	1000床以上	回答数
国立病院	0	25	26	0	51
公的病院	16	140	65	2	223
大学附属病院	3	9	39	25	76
民間病院	65	157	64	6	292

Table 2 設立主体別のアンケート発送件数と回答数

設立主体	アンケート発送件数	(%)	回答数	(%)
国立病院	105	8.9	51	8.0
公的病院	403	32.4	223	34.7
大学附属病院	118	10.3	76	11.8
民間病院	589	48.5	292	45.5

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。これによれば、インビボ検査施設に関しては排水への混入率は現行適用されている1%よりも0.1%とした方が実態をより正確に反映したものであると報告された¹⁾。

今回平成14年度厚生労働省厚生科学特別研究事業「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班」ワーキンググループ1-2は、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の作成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、米国の液体状放射性同位元素の下水への放出規定²⁾をモデルとしたシミュレーションを行った。これは通常使用する放射性同位元素がすべて排水中に流入したとする最大限危険度の高い場合を仮定したものであり、事業所(病院)全体の排水量にて1ヶ月間の平均排水中放射性同位元素濃度を算出し、使用核種ごとの濃度限度比の和を求めた。放射性同位元素については現行法令通りの1日の最大使用量(届出量)と実際の使用量の2パターンについて各々算出して解析を行った。

II. 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施設として調査票を送付し、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)事業所1ヶ月排水量の9項目である。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。また、設問7,8の回答結果を用い、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1ヶ月排水量から各々の排水中放射性同位元素濃度を求め、濃度限度比の和を算出した。特に1ヶ月間で使用する放射性同位元素が仮にすべて排水系に流入した場合のシミュレーションに注目した。

III. 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、642 施設 (52.8%) 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 84 施設 (13.1%)、200～499 床 331 施設 (51.6%)、500～999 床 194 施設 (30.2%)、1,000 床以上 33 施設 (5.1%) であった (Table 1)。設立母体別では国立病院 51 施設 (8.0%)、公的病院 223 施設 (34.7%)、附属病院 76 施設 (11.8%)、民間病院 292 施設 (45.5%) であった (Table 2)。病床数 500 床以上の病院からの回答は 35.3% 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。

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

排水中放射性同位元素濃度の計算にあたっては、各施設での放射性同位元素の取り扱い状況が異なることを予想し、3 種類の施設群に分類した。1) 核医学の診断検査のみを行っている施設、2) 核医学の診断検査と ^{131}I による外来治療 (500 MBq 以内) を行っている施設、3) 核医学の診断検査と放射線治療病室での ^{131}I 治療を行っている施設の 3 群である。この設問に対し 638 施設より有効回答 (有効回答率 99.4%) が得られ、核医学の診断検査のみを行っている施設は 536 施設 (83.5%)、 ^{131}I による外来治療 (500 MBq 以内) を行っている施設は 53 施設 (8.3%)、放射線治療病室で治療を行っている施設は 49 施設 (7.6%)、その他 4 施設 (0.6%) であった。

なお、放射線治療病室を有する 49 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 49 施設中 14 施設 (28.6%) であり、診断と治療兼用型は 35 施設 (71.4%) であった。

3. 排水設備について

アンケート回答のあった 642 施設における導入槽、浄化槽、貯留槽、希釈槽の槽数と総容量に関する設問についての有効回答数 (率) は、導入総

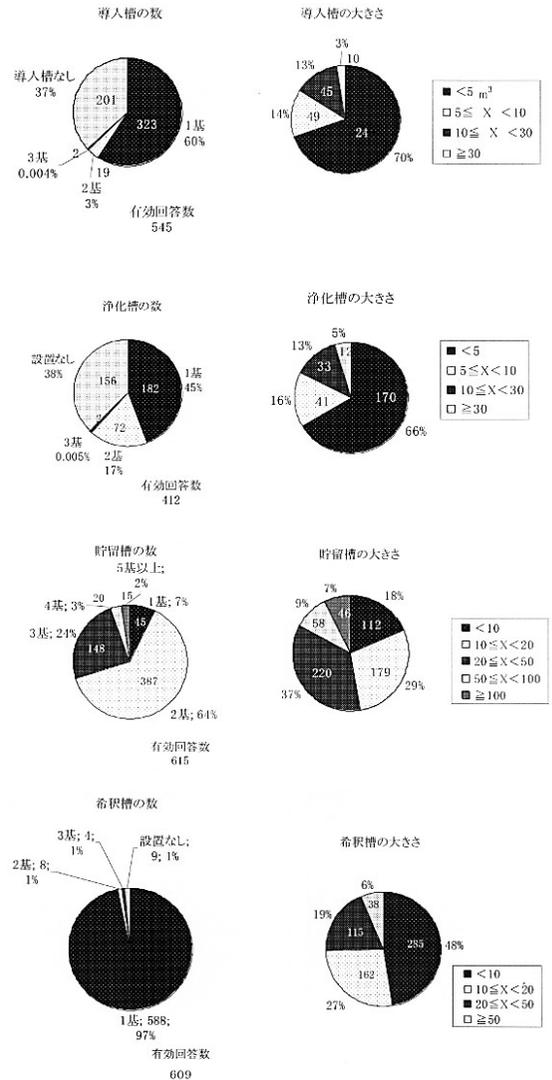


Fig. 1 642 施設における導入槽、浄化槽、貯留槽、希釈槽の数と総容量。

545 施設 (84.9%)、浄化槽 412 施設 (64.2%)、貯留槽 615 施設 (95.7%)、希釈槽 609 施設 (94.9%) であった (なお、未記入および「あり」にチェックがあったものの容積に記載がないものについては除外した。単位の明らかな間違いについては訂正後採用した)。導入槽の槽数は、導入槽なし 201 施設、1 槽 323 施設、2 槽 19 施設、3 槽 2 施設で

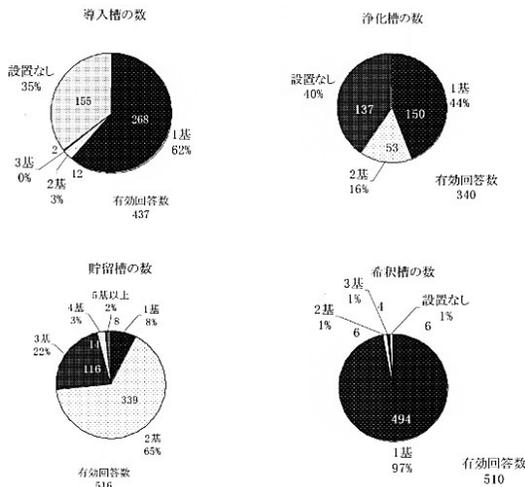


Fig. 2 核医学診断検査のみを行っている施設の導入槽, 浄化槽, 貯留槽, 希釈槽の数.

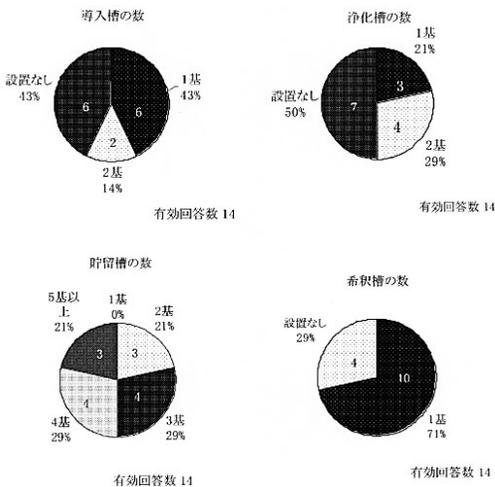


Fig. 3 治療専用の独立した排水設備を有する施設における導入槽, 浄化槽, 貯留槽, 希釈槽の数.

あり, 容量は 5 m³ 未満 240 施設, 5 m³ 以上 10 m³ 未満 49 施設, 10 m³ 以上 30 m³ 未満 45 施設, 30 m³ 以上 10 施設であった. 浄化槽の槽数は, 設置なし 156 施設, 1 槽 182 施設, 2 槽 72 施設, 3 槽 2 施設であり, 容量は 5 m³ 未満 170 施設, 5 m³ 以上 10 m³ 未満 41 施設, 10 m³ 以上 30 m³ 未満 33 施設, 30 m³ 以上 12 施設であった. 貯留槽の槽数は, 1 槽 45 施設, 2 槽 387 施設, 3 槽 148

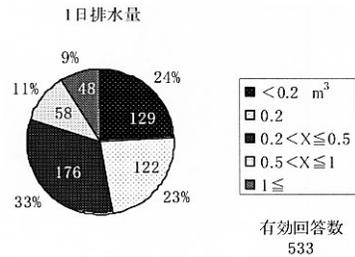


Fig. 4 医療施設届出計算上の一日の排水量.

施設, 4 槽 20 施設, 5 槽以上 15 施設であり, 総容量は 10 m³ 未満が 112 施設, 10 m³ 以上 20 m³ 未満 179 施設, 20 m³ 以上 50 m³ 未満 220 施設, 50 m³ 以上 100 m³ 未満 58 施設, 100 m³ 以上 46 施設であった. 希釈槽の槽数は, 設置なし 9 施設, 1 槽 588 施設, 2 槽 8 施設, 3 槽 4 施設であり, 容量は 10 m³ 未満 285 施設, 10 m³ 以上 20 m³ 未満 162 施設, 20 m³ 以上 40 m³ 未満 115 施設, 40 m³ 以上が 38 施設であった (Fig. 1).

核医学診断検査のみを行っている 536 施設より得た導入槽, 浄化槽, 貯留槽, 希釈槽に関する有効回答数 (率) は各々導入槽 437 施設 (81.5%), 浄化槽 340 施設 (63.4%), 貯留槽 516 施設 (96.3%), 希釈槽 510 施設 (95.1%) であった. 導入槽の槽数は, 設置なし 155 施設, 1 槽 268 施設, 2 槽 12 施設, 3 槽 2 施設であった. 浄化槽の槽数は, 設置なし 137 施設, 1 槽 150 施設, 2 槽 53 施設であった. 貯留槽の槽数は, 1 槽 39 施設, 2 槽 339 施設, 3 槽 116 施設, 4 槽 14 施設, 5 槽以上 8 施設であった. 希釈槽の槽数は, 設置なし 6 施設, 1 槽 494 施設, 2 槽 6 施設, 3 槽 4 施設であった (Fig. 2).

また, 治療専用の独立した排水設備を有する 14 施設における導入槽の槽数は, 設置なし 6 施設, 1 槽 6 施設, 2 槽 2 施設であった. 浄化槽の槽数は, 設置なし 7 施設, 1 槽 3 施設, 2 槽 4 施設であった. 貯留槽の槽数は, 2 槽 3 施設, 3 槽 4 施設, 4 槽 4 施設, 5 槽 3 施設であった. 希釈槽の槽数は, 設置なし 4 施設, 1 槽 10 施設であった (Fig. 3).

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93.9%とほとんどであり、特に小容量(5 m³未満)のものが69.8%と多いことがわかった。また、導入槽を持たない施設も201施設(36.9%)あることがわかった。貯留槽は2槽または3槽を設置している施設が多く、各々62.9%、24.1%であった。貯留槽の総容量は施設間で様々であったが、10 m³以上50 m³未満までのものが多く64.9%を占めた。希釈槽は1槽のみの設置である施設が98.0%を占め、容量も10 m³未満が47.5%と最も多かった。

排水設備の形態では本アンケートであらかじめ選択肢として用意した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(率)は626施設

(97.5%)であり, A: 76施設(12.1%), B: 195施設(31.2%), C: 80施設(12.8%), D: 29施設(4.6%), その他246施設(39.3%)であった。

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1日の排水量と実際の1年間の排水回数について質問した。有効回答数(率)は1日排水量についてが533施設(83.0%), 1年間の排水回数についてが586施設(91.3%)であった。1日の排水量は0.2 m³未満129施設(24.2%), 0.2 m³ 122施設(22.9%), 0.2 m³より多く0.5 m³以下176施設(33.0%), 0.5 m³より多く1 m³以下58施設(10.9%), 1 m³以上48施設(9.0%)であった。1年間の排水回数は1回以下143施設(24.4%), 2~6回309施設(52.7%), 7~12回81施設(13.8%), 13回以上53施設(9.1%)であった(なお、未記入および貯留槽と同値が記入されていた回答については除外した。単位の明らかな間違いについては訂正後採用した)(Fig. 4)。

Table 3 病院規模(病床数)別の排水量との関係

病床数(床)	施設数	施設平均排水量(m ³)	1病床平均排水量(m ³)
~199	64	4693.0	35.5
200~499	289	10710.3	31.5
500~999	173	23762.6	37.2
1000~	28	44922.4	38.3
合計 554 施設		平均 15820.3	平均 35.0

Table 4 排水量区分別の排水中放射性同位元素濃度比の和の関係

排水量区分(m ³)	区分別施設数	届出量で算出した濃度限度比の和>1の施設数(率)	使用量で算出した濃度限度比の和>1の施設数(率)
1000-4999	119	86 (72.3%)	17 (14.2%)
5000-9999	193	115 (59.6%)	5 (2.6%)
10000-14999	93	48 (51.6%)	1 (1.1%)
15000-19999	29	14 (48.3%)	2 (6.9%)
20000-24999	21	5 (23.8%)	1 (4.8%)
25000-29999	10	3 (30.0%)	0
30000-99999	20	5 (25.0%)	0
100000以上	14	1 (7.1%)	0

5. 排水中濃度実測方法

有効回答数(率)は617施設(96.1%)であった。貯留槽における排水モニターによる測定が可能な施設は409施設(66.3%)、排水時サンプリングによる測定が可能な施設は192施設(31.1%)、その他16施設(2.6%)であった。

6. 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て有効回答施設数(率)569施設(88.6%)を得た(なお、未記入および100 m³未満の施設は除外した)。このうち上水道使用量のみから算出した施設は411施設(72.2%)で平均排水量は20,870 m³。地下水、雨水等のみからの算出した施設は16施設(2.8%)で平均排水量は24,314 m³。上水道と地下水、雨水の併用施設は142施設(25.0%)で平均排水量は20,168 m³であった。また、病院規模(病床数)と排水量の関係について算出した(Table 3)。解析するにあたり1病床平均排水量が現実的でない数値を示した施設については除外した。具体的には1病床平均排水量が1 m³未満もしくは1,000 m³以上の施設を除外した。この結果554施設が対象となり、施設規模が大きくなればなるほど排水量は多く、1病床平均排水量は31.5~38.3 m³(平均35.0 m³)となり、概ね同じ値であることが示唆された。

7. 排水中放射性同位元素濃度限度比の和に関する解析

排水濃度を計算により求めるためアンケートの設問7,8にて診療用放射性同位元素届出数量、使用量、事業所全体の1ヶ月排水量の調査を行い、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。放射線治療病室を有さない568施設を対象とし、このうち1ヶ月事業所排水量が1,000 m³未満の施設は除外し、499施設の解析を行った。各事業所全体の1ヶ月の排水量区分別にみると、届出量にて算出された濃度限度比の和はすべての排水量区分にて1を超える施設を

認めた。事業所全体の排水量が25,000 m³以上の44施設では実際の使用量にて算出された濃度限度比の和は1未満となった。また、排水量が25,000 m³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268施設で認められたが、実際の使用量で算出した場合は26施設を除く473施設で濃度限度比の和は1未満を示した(Table 4)。

IV. 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欠くことのできない検査法、治療法として日常診療に用いられている一方で、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。現状におけるわが国の排水規制は濃度規制が適用されており、これは各核種に対し医療法施行規則別表第3、第3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正管理に関する研究」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施設とし、642施設(52.8%)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同等であり、十分な解析対象となりえるデータと考えられた。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床を主体として幅広く分布していた。放射線治療病室を有する病院は642施設中49施設(7.6%)と少数であり、そのうちの30

施設 (61.2%) 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、事業所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容量の排水設備を所持することが多く、民間病院では小規模なものから大規模なものまで様々であった。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 タイプが最も多く 31.2% を占めた。この形態は事故や人為的に放射性同位元素が排水系に流入した場合、安全な減衰、希釈が期待できる管理形態の一つと考えられた。回答には「その他」の排水形態が 246 施設で認められ、多種多様な排水設備形態の把握が今回の調査で可能となった。中には、B タイプに類似するが、汚水が浄化槽 導入槽 貯水槽と連結されている施設も認め、患者に投与した放射性同位元素が院内にて排泄される場合、より減衰が期待できる形態と考えられた。

今回の回答施設では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) による貯留槽容量と 1 日の最大使用量から算出された放射性同位元素濃度比の和が 1 以上となる施設が数件認められた。それらの施設には届出量等の見直しの助言を行った。その他のすべての施設では法令規制内であった。また、設問 8 における事業所排水量の回答については信憑性の乏しい数値は除外した。除外基準についてであるが、一人あたりの一日に使用する生活用水を 332 リットル/人・日 (国土交通省土地・水資源局「平成 14 年度版日本の水資源について」より)、一病院最低 20 床有すると仮定し、1 ヶ月 30 日として 1 ヶ月平均の生活用水を $332 \times 20 \times 30 = 199200$ リットルと算出した。さらに日常では風呂、トイレ、炊事、洗濯にそれぞれ 20~26% 使用しているものとし、また、医師・看護師等の医療スタッフ、外来患者などの使用も含め、上記の 50% と仮定したところ 1 ヶ月 99.6 m^3 と算出

された。これに基づき 100 m^3 未満と回答した施設は除外の対象とした。

今回は加えて、現行法令とは別の視点から濃度規制が可能となるか否かについて検討してみた。米国における液体状放射性同位元素の下水への放出規定は「認可を受けた放射性物質の量は、被認可者が 1 ヶ月間に下水に放出する量を下水に放出する水の平均月間量で割った濃度が付属書に表示された値を超えないものであること。および 1 種類以上の放射性核種を放出する場合は、(i) 被認可者が下水処理系に放出する各放射性核種実際の月間平均濃度を付属書に示される核種の濃度で割ることにより、被認可者は下水処理系への放出毎に付属書に示される限度の割合を決定しなければならない。(ii) 個々の核種に対する分数の合計が 1 を超えない」とされている。すなわち、1 ヶ月間の事業所全体の排水量によりその施設が使用できる放射性同位元素の使用量が規定されている。今回のアンケート調査結果より、わが国でも事業所全体の 1 ヶ月排水量が上水道使用のみの施設で平均 $20,870 \text{ m}^3$ 、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、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 ヶ月排水量から米国の配水管理規定をモデルとした場合につき検討した。

その結果、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、放射性同位元素の使用量と事業所からの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 499 施設のうち 473 施設で 1 未満であった。特に 1 ヶ月事業所排水量が $25,000 \text{ m}^3$ 以上の施設では、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 未満となり、現行法令による規制と同じ結果が得られた。以上の結果より事業所排水量と実際の放射性同位元素使用量にて規制する濃度管理形態が現行の濃度規制と同等の役割を担うものと考えられた。ただし米国では管理区域系排水が必ず管理区域外系の排水と合流してから敷地外へ排出される形態をとることが前提となっている。わが国にお

いても、このような排水形態であるならば、今回提案する濃度管理法が現実的なものとなりうると思われる。

また、1ヶ月間の事業所排水量が25,000 m³未満の場合でも届出量で算出された濃度限度比が1以上となる施設は各排水量区分にみると23.8~72.3%と高率であるが、使用量で算出された濃度限度比の和が1を超える施設は1.1~14.2%と低率であることがわかる。このように届出量と使用量で算出される濃度限度比の和に著明な乖離が確認された。この理由として、届出された核種のうちいくつかの核種が未使用のままか、使用してもごく僅かであったことがあげられ、特に¹³¹Iがその原因であった。つまり、わが国では届出量よりも使用量を用いて算出された濃度限度比の方がより現実に即した数値を示した。

今回、新たな濃度規制のモデルとして米国方式にてシミュレーションを行った。その結果、放射線治療病室を有さない施設に限定した場合、一定以上の事業所排水量が得られる施設では放射性同位元素使用量で算出される濃度限度比の和は1未満となることが計算上明らかとなった。このシミュレーションでは使用したすべての放射性同位元素が排水系へ流入するという最悪の事態を想定した算出法であり、それでも十分な希釈が得られる結果となったことの意義は大きい。現行法令にて仮定されている排水系への放射性同位元素の混入率は1%であるから、通常の診療では十分な安全域が確保されたものであるといえる。また、実際に放射性同位元素を投与された患者はトイレなど管理区域外にて体外へ放射性同位元素を排出する可能性が以前より懸念されており、これを考慮した場合、今回のような管理区域外の排水を含めた濃度規制がより適切と考えられる。そして、事業所排水量から使用する放射性同位元素量を規制する新しい濃度管理が適用されるならば、現在多くの施設で設置されている貯留槽、希釈槽の設置の義務はなくなることとなる。これは今後の核医学診療施設が新設される場合や既存の施設が排水設備のメンテナンスを行う場合にコスト的な恩恵

を受けることが予想される。また、現行法令下では排水監視設備を設置し、排水中の放射能濃度を監視することが求められている。当然、濃度の監視が可能である設計であることは必要なことと思われるが、今回提案した濃度規制を適用する場合にはこれまで義務づけられてきた厳重な濃度監視設備の設置については検討の余地があるものと思われる。

V. まとめ

1. 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班ワーキンググループ1-2では、わが国における実際の医療現場の放射性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にアンケート調査を実施した。

2. 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施設として調査票を送付し、回答数(率)642(52.8%)を得た。この結果、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。

3. 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、放射性同位元素の使用量と事業所排水量から算出した排水中放射性同位元素濃度限度比の和は、499施設中473施設で1未満となった。特に1ヶ月事業所排水量が25,000 m³以上の施設では、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未満であった。以上の結果より、事業所排水量と実際の放射性同位元素使用量にて規制する濃度管理形態が現行の濃度規制と同等の役割を担うものと考えられた。

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いたします。

文 献

- 1) 核医学診療施設における放射線管理状況のアンケート調査 特に排水設備への放射性同位元素混入率について . 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遠藤啓吾 ,
- 2) 米国原子力規制委員会規則 : §20.2003 Disposal by release into sanitary sewerage, Part 20 Standards for protection against radiation, NRC Regulations (10 CFR), Last revised August, 05, 2003.

資料 1.

「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」

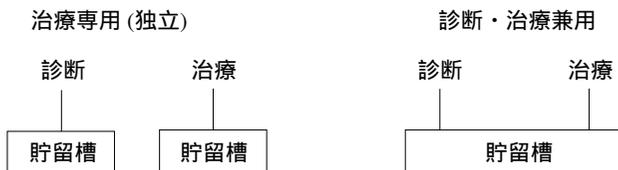
平成 14 年度 厚生労働省厚生科学研究事業 (日下部班)

排水に関するアンケート

設問 1 貴施設で診療用放射性同位元素による放射線治療を行っていますか？

- I-131 による外来治療を行っている (500 MBq 以内) .
 I-131 による放射線治療病室での治療を行っている .
 診断のみで、治療は行っていない .
 Sr-89 が製品化されたら治療を行う予定である .
 その他 ()

設問 2 設問 1 で I-131 による放射線治療病室での治療を行っているとお答えいただいた施設のみ回答ください . 貯留槽はどのような形態ですか？



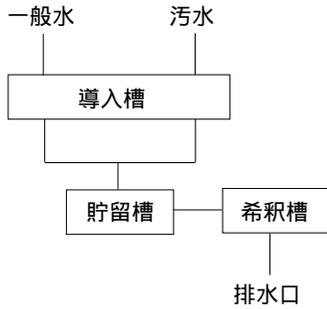
設問 3 導入槽，浄化槽，貯留槽，希釈槽の大きさを教えてください .

- | | | |
|-------------------------|---------|--------------------------|
| 診断のみ | 診断・治療兼用 | |
| > 導入槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 浄化槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 貯留槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 希釈槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| 治療専用 (治療専用独立の排水設備がある場合) | | |
| > 導入槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 浄化槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 貯留槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |
| > 希釈槽 | なし・あり | ___m ³ × ___基 |

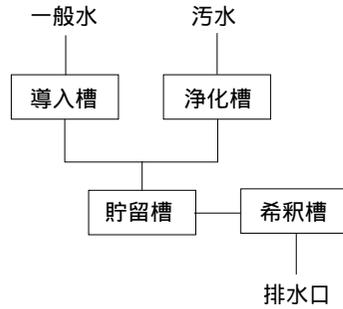
設問 4 排水設備の形態を次に例示する A~D の図から選んでください . いずれにも当てはまらない場合はその他の図に線で描いてください .

例

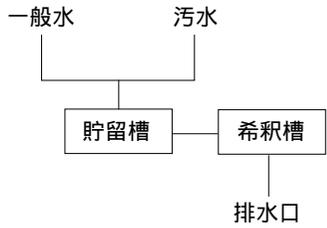
A.



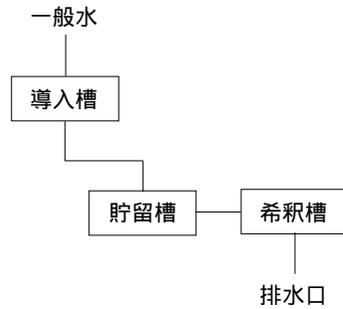
B.



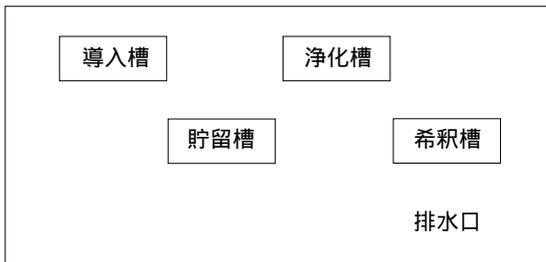
C.



D.



その他



設問 5 診療用放射性同位元素使用施設の排水量を教えてください。

- ・ 1日の排水量(医療法届出計算上) _____ m³
- ・ 実際の排水回数 年____回

設問 6 排水濃度以下である確認の方法

- 排水モニターによる測定
- 排水時サンプリングによる測定
- その他 (_____)

設問7 貴施設における届出数量等を教えてください(平成13年4月1日～平成14年3月31日)。
 実際の使用量に関しては、可能な範囲でご記入をお願いいたします。

核種	1日最大使用 予定数量 (MBq)	3月間使用 予定数量 (MBq)	年間使用予定 数量 (MBq)	実際の6月一 ヶ月の使用数 量(MBq) 検定日時の量	実際の1年間 の使用数量 (MBq) 検定日時の量	実際の1年間 の使用数量 (MBq) 実際の投与量
I-125						
Ga-67						
Tc-99m*						
In-111						
I-123						
I-131						
I-131 (放射線治療 病室入院)						
Cr-51						
Tl-201						
Fe-59						
Sr-89**						

* Mo-99分は、Tc-99mに換算して記入ください。

** Sr-89については、設問1で使う予定とお答えいただいた施設は、予想数をお書きください。

設問8 貴施設(事業所)全体の1ヶ月平均排水量を教えてください(上水道使用量から算出ください)。

_____ m³

また、地下水、雨水等併用している場合はおおよその量を教えてください。

併用している。_____ m³

ご協力ありがとうございました。

資料 2.

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)「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(関係部分を下記に示す)

4. 排水・排気に係る放射性同位元素の濃度の算定

- (2) 排水に係る放射性同位元素の濃度の算定に当たっては, 次式により核種ごとの3月間の平均濃度を求め, つぎに当該濃度を規則別表第3の第3欄に示す濃度限度(注1)で除して核種ごとの割合を求め, これらの割合の和を算出すること. なお, この割合の和が1を超える場合にあっては, 従来どおり希釈槽の希釈能力を考慮しつつ, 最高10倍の希釈を行うこととして最終的な割合の算出をして差し支えない.

(3月間の平均濃度)

$$= (\text{貯留時の放射能量}) / (\text{貯留槽1基の貯留量})$$

$$= (\text{一日の最大使用量}) \times (\text{混入率}) (\text{注5}) \times [(1 - \exp(-\lambda t_1)) / \lambda] \times \exp(-\lambda t_2) / (\text{貯留槽1基の貯留量})$$

λ : 核種の崩壊定数 (/日) = $0.693/T$

T: 核種の物理的半減期 (日)

t1: 貯留槽1基の満水期間あたりの日の最大使用予定数量の使用日数 (日)

$$t_1 = (\text{3月間の最大使用予定数量} / \text{1日最大使用予定数量}) \\ \div (91 / \text{貯留槽1基の満水日数})$$

小数点以下を切り上げた値とする.

t2: 放置期間 (日)

(注1): 同一核種につき化学系が不明な場合にあっては, 規則別表第3の第1欄により使用核種中最も厳しい値となる化学形等の濃度限度を用いること. ただし, 薬事法に基づいて承認されている放射性医薬品についての空気, 排水及び排気濃度算定に当たっては, 当該医薬品の化学形の濃度限度を用いても差し支えないこと

(注5): 混入率については原則として 10^{-2} とする. ただし, 合理的な理由又は明確な証拠資料を有している場合は, 資料等の根拠に基づきこれ以外の数値を用いても差し支えないものとする.

Summary

A Questionnaire about Radiation Safety Management of the Draining-Water System at Nuclear Medicine Facilities

Kazuya SHIZUKUISHI, Hiroshi WATANABE, Hiroto NARITA, Shinichi KANAYA, Kazumi KOBAYASHI, Tetsuo YAMAMOTO, Masaru TSUKADA, Tetsuo IWANAGA, Shuji IKEBUCHI, Keiji KUSAMA, Mamoru TANAKA, Norio NAMIKI, Youko FUJIMURA, Akiko HORIKOSHI, Tomio INOUE and Kiyoko KUSAKABE

A Working Group of Ministry of Health, Labour and Welfare for Study about Fitness Management of Medical Radioactive Waste

We conducted a questionnaire survey about radiation-safety management condition in Japanese nuclear medicine facilities to make materials of proposition for more reasonable management of medical radioactive waste. We distributed a questionnaire to institutions equipped with Nuclear Medicine facilities. Of 1,125 institutions, 642 institutes (52.8%) returned effective answers. The questionnaire covered the following areas: 1) scale of an institution, 2) presence of enforcement of radiotherapy, 3) system of a tank, 4) size and number of each tank, 5) a form of draining-water system, 6) a displacement in a radioactive rays management area, 7) a measurement method of the concentration of medical radioactive waste in draining water system, 8) planned and used quantity of radioisotopes for medical examination and treatment, 9) an average displacement of hospital for one month.

In most institutions, a ratio of dose limitation of radioisotope in draining-water system was less than 1.0, defined as an upper limitation in ordinance. In

499 hospitals without facilities of hospitalization for unsealed radioisotope therapy, 473 hospitals reported that sum of ratios of dose limits in a draining-water system was less than 1.0. It was calculated by used dose of radioisotope and monthly displacement from hospital, on the premise that all used radioisotope entered in the general draining-water system.

When a drainage including radioactivity from a controlled area join with that from other area before it flows out of a institution, it may be diluted and its radioactive concentration should be less than its upper limitation defined in the rule.

Especially, in all institutions with a monthly displacement of more than 25,000 m³, the sum of ratio of the concentration of each radionuclide to the concentration limit dose calculated by used dose of radioisotope, indicated less than 1.0.

Key words: Questionnaire survey, Radiation safety management, Medical radioactive waste, Draining-water system.