資料

医療由来放射性廃棄物の保管・処理および
リスクコミュニケーションの現状渡邊 浩¹ 山口一郎² 木田哲生³ 平木仁史⁴ 藤淵俊王⁵
前原善昭⁶ 塚本篤子⁷ 小泉美都枝⁸ 木村有美⁸ 堀次元気⁹¹ 独立行政法人労働者健康福祉機構横浜労災病院
中央放射線部² 国立保健医療科学院生活環境研究部³ 国立大学法人滋賀医科大学医学部附属病院放射
線部⁴ 帝京大学医学部附属溝口病院中央放射線部⁵ 茨城県立医療大学保健医療学部放射線技術科学科⁶ 聖マリアンナ医科大学病院画像センター⁷ NTT 東日本関東病院放射線部⁸ 川崎市立多摩病院画像診断部⁹ 大阪大学大学院医学系研究科放射線統合医学講
座核医学

論文受付

2012 年 8 月 29 日

論文受理

2012 年 12 月 29 日

Code No. 633

緒言

核医学検査や核医学治療に用いられた非密封放射性同位元素(radioisotope: RI)に由来する放射性廃棄物は、臨床検査技師法や薬事法などに基づくものも含め、医療機関などが廃棄を公益社団法人日本アイソ

トープ協会(RI協会)に委託し、RI協会が集荷している。医療由来の放射性廃棄物は、RIが封入されていたガラス製のバイアル、RIを患者に投与する際に使用する針、プラスチック製あるいはガラス製のシリンジ、プラスチック製の延長チューブなどである。集荷された医

Current Status on Storage, Processing and Risk Communication of
Medical Radioactive Waste in JapanHiroshi Watanabe,^{1*} Ichiro Yamaguchi,² Tetsuo Kida,³ Hitoshi Hiraki,⁴ Toshioh Fujibuchi,⁵
Yoshiaki Maehara,⁶ Atsuko Tsukamoto,⁷ Mitsue Koizumi,⁸ Yumi Kimura,⁸ and Genki Horitsugi⁹¹Department of Radiological Technology, Japan Labour Health and Welfare Organization Yokohama Rosai Hospital²Department of Environmental Health, National Institute of Public Health³Department of Radiological Service, Shiga University of Medical Science Hospital⁴Department of Radiological Technology, Teikyo University School of Medicine, University Hospital, Mizonokuchi⁵Department of Radiological Science, School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences⁶St.Marianna University Hospital, Medical Imaging Center⁷Department of Radiology, NTT Medical Center Tokyo⁸Department of Diagnostic Imaging, Kawasaki Municipal Tama Hospital⁹Department of Nuclear Medicine and Tracer Kinetics, Osaka University Graduate School of Medicine

Received August 29, 2012; Revision accepted December 29, 2012

Code No. 633

Summary

Decay-in-storage for radioactive waste including that of nuclear medicine has not been implemented in Japan. Therefore, all medical radioactive waste is collected and stored at the Japan Radioisotope Association Takizawa laboratory, even if the radioactivity has already decayed out. To clarify the current situation between Takizawa village and Takizawa laboratory, we investigated the radiation management status and risk communication activities at the laboratory via a questionnaire and site visiting survey in June 2010. Takizawa laboratory continues to maintain an interactive relationship with local residents. As a result, Takizawa village permitted the acceptance of new medical radioactive waste containing Sr-89 and Y-90. However, the village did not accept any non-medical radioactive waste such as waste from research laboratories. To implement decay-in-storage in Japan, it is important to obtain agreement with all stakeholders. We must continue to exert sincere efforts to acquire the trust of all stakeholders.

Key words: radioactive waste, risk communication, decay-in-storage, clearance, Japan Radioisotope Association Takizawa laboratory

*Proceeding author

療由来の放射性廃棄物は、岩手県滝沢村と RI 協会の公害防止協定(協定)に基づくルールを遵守し RI 協会茅記念滝沢研究所(滝沢研究所)に保管されてきた。

これらの医療由来の放射性廃棄物は用いられる RI の半減期が短いことから、欧米¹⁾や韓国²⁾では、減衰待ち保管(decay in storage: DIS)によるクリアランスを実施している。しかしながら、本邦では医療由来の放射性廃棄物の処分法は未だ確立していない。

放射性廃棄物をクリアランスするか否か、あるいはどのようにクリアランスするかは経済的な観点でも評価する必要がある³⁾。また、国民は、放射能あるいは放射性廃棄物に対し、その量にかかわらず、負の印象をもつことから、国民の理解を得ることも必要である。したがって、医療由来の放射性廃棄物を今後どのように管理あるいは処分するかはこれらの因子を総合的に検討し、なおかつ国民と共考する必要がある。

医療由来の放射性廃棄物の管理あるいは処分について国民と共考するためには、まず医療由来の放射性廃棄物の保管、処理の現状を整理して示す必要がある。また、滝沢村におけるリスクコミュニケーションの状況は、国民全体を対象としたリスクコミュニケーションにとって貴重な知見となる。

そこで、本邦で唯一、医療由来の放射性廃棄物を保管、処理している滝沢研究所の担当者を対象に施設運営の現状とリスクコミュニケーションの取り組み状況を調査したのでその結果を報告する。

なお、ある物質に含まれる微量の放射性物質に起因する線量が、自然界の放射線レベルに比較しても十分小さく、人の健康への影響が無視できるものであるならば、その物質を放射性物質として扱う必要がないものとして、放射線防護に係る規制の枠組みから外すという考え方を「クリアランス」と定義されている⁴⁾。

1. 方法

滝沢研究所での医療由来の放射性廃棄物の保管、処理状況や周辺住民とのリスクコミュニケーションの実態を調べるために 2010 年 6 月 21 日に滝沢研究所の本調査の担当となった職員(担当者)に電子メールにて調査票を送信し、その回答の返信を依頼した。また、2010 年 6 月 25 日に放射性廃棄物の保管、処理状況などを訪問調査した。調査の進捗・解析過程で、適宜滝沢研究所の担当者に追加の情報提供を依頼した。

なお、調査票による調査は担当者一人と行ったが、訪問調査では複数の職員が調査に対応した。また、調査票の内容を下記に列挙した。

1)滝沢研究所に保管している放射性廃棄物の数量、発

Fig. 1 Composition ratio of radioactive wastes regarding regulations. These wastes were collected at Japan radioisotope association Takizawa laboratory.

Fig. 2 Source ratio of radioactive wastes relating medical collected at Japan radioisotope association Takizawa laboratory.

生元、材質別割合、減容・圧縮容量、保管スペースの残量および保管費用

2)滝沢村との放射性廃棄物に関する協定内容、集荷基準および集荷した放射性廃棄物が滝沢研究所に運ばれるまでの期間

3)滝沢村および住民との交流あるいはリスクコミュニケーションの状況および人体影響に関する説明

4)滝沢研究所に集荷している放射性廃棄物のクリアランスの可能性

2. 結果

2-1 滝沢研究所で保管・処理している放射性廃棄物の概要

2009 年度末現在、滝沢研究所に保管されている放射性廃棄物は 200 リットル、ドラム缶に換算すると約 16,000 本で、協定に基づく所管法令別の発生元は医療法が約 95%、薬事法が約 5%であった(Fig. 1)。医療法のうち、医療機関が実施した核医学検査および治療に由来し発生したものが 70%で、臨床検査会社由来のものは 30%であった(Fig. 2)。したがって、医療由来の放射性廃棄物のみを保管、処理していることとなる。

滝沢研究所に保管している材質別の放射性廃棄物は、処理前の時点で可燃物が 2%、難燃物が 33%、不燃物が 28%、その他フィルタ類が 37%であった。この

割合は滝沢研究所のみのデータであるため、原則年度ごとに公開されている放射線利用統計とは若干異なっている。なお、放射線利用統計は RI 協会のホームページに掲載されるだけで印刷物としては発刊されていない。

滝沢研究所に集荷された放射性廃棄物のうち、可燃性および難燃性のものは焼却炉による焼却処理を行い、不燃性のものは 200 t のプレス機で圧縮処理を行っている。焼却ならびに圧縮による減容率の平均はそれぞれ 0.5%、25% である。放射性廃棄物は、減容などの処理をした後、滝沢研究所に放射性廃棄物として保管し続けている。

RI 協会が集荷した放射性廃棄物は、関東地区の貯蔵所で一時保管した後、滝沢研究所に輸送される。医療機関から集荷した後、滝沢研究所において焼却処理するまでに約 1 年以上が経過している。

焼却処理前に行っている放射性廃棄物からの放射線量の測定では、焼却した際に排気中濃度管理基準値(法定排気中濃度限度の 1/10)を超えると予想される放射線を検出することはない。また、焼却炉のメンテナンス作業担当者の被ばく線量も滝沢研究所開所以来、放射線測定器の検出限界である 0.1 mSv/月を超えたことはない。つまり、放射性廃棄物を焼却した炉内に立ち入ってメンテナンスを行う作業員であっても焼却炉内がバックグラウンドレベルであることを確認してから作業していることもありこれまでに個人線量計で検出可能な程度の放射線被ばくを受けたことがない。

2-2 滝沢研究所施設内および周辺地域の放射線量

RI 協会では、滝沢村との協定などにに基づき、施設内および周辺地域の放射線量について、モニタリングポストによる空間線量の測定、熱ルミネッセンス線量計素子を用いた積算線量の測定、水、牧草、玄米および牛乳を採取し周辺環境試料としての測定、滝沢研究所から排出する排気・排水中の放射能濃度の測定を行っている。これらの値も滝沢研究所開所以来、バックグラウンドの通常変動範囲を超える異常な放射線や医療由来の放射性核種を検出したことはない。なお、これらのデータは調査当時は RI 協会のホームページに掲載されていたが本稿の執筆時点では掲載されていない。また、本調査結果は、2011 年 3 月に本邦で発生した東日本大震災に伴う福島第一原発事故前のものである。

2-3 滝沢研究所での周辺自治体とのリスクコミュニケーション

RI 協会は年 1 回、滝沢研究所を公開し広く住民との交流を図っていた。また、自治会主催の運動会や祭

事、小中学校主催の行事、滝沢村や地元商工会による催事・会合などに参加し周辺自治体、住民との交流に努めていた。

施設見学は随時受け入れており、また、滝沢研究所のパンフレットを作成・配布し、滝沢研究所の意義や RI の医療利用の重要性の啓発活動を行っていた。また、滝沢村の広報媒体の活用やリーフレットを滝沢村住民や近隣市町村住民に配布し情報公開を行っていた。滝沢村などの周辺住民との窓口は担当部署ならびに担当者を定めて対応しているが、リスクコミュニケーションと位置付けた専門的な知識・技術を習得するための研修は行っていなかった。

滝沢研究所としては、直接調査してはいないものの情報公開や交流を通じて、当初反対していた住民の方々が滝沢研究所の必要性を認め、理解を示していることから、滝沢研究所について理解度が深まっていると考えていた。

2-4 新たな放射性廃棄物の受け入れ状況

滝沢村担当部署に新薬に関する情報提供に努め、協議を重ねた結果、医療用として用いられるようになった 2 核種(Sr-89, Y-90)の追加は認められた。しかし、放射性同位元素などによる放射線障害の防止に関する法律(障防法)所管の放射性廃棄物の保管を滝沢研究所で行えるようにすることを滝沢村に 2 度提案していたものの、いずれも受け入れられなかった。

2-5 その他

RI 協会が放射性廃棄物として集荷できないものについては RI 協作成の RI 廃棄物収納基準に示されていることを再確認した。また、放射性廃棄物の保管スペースは 10 年以上の余力があると考えていた。

また、放射性廃棄物の保管費用、放射性廃棄物に関するリスクコミュニケーション上のアドバイスならびに今後、RI 協会でクリアランスしていくことの可能性などについては諸事情から具体的に回答をいただけなかった。

3. 考 察

3-1 滝沢研究所における放射性廃棄物と周辺環境の状況

2-2 に示したように滝沢研究所による施設内および周辺地域の放射線量などの測定結果は、測定の検出限界の問題はあるものの医療由来の放射性廃棄物をクリアランスすることが可能であることを示唆している。

Table Recent trend of commission fee for radioactive wastes

Classification	Fiscal year	Fee (yen/drum) *	Relative fee (compared with 2007, %)
Combustibles	2007	25,830	
	2008	29,820	15.4
	2010	33,705	30.5
Difficult to compress	2007	22,600	
	2008	38,010	13.1
	2010	42,420	26.3
Incombustibles	2007	58,590	
	2008	61,950	5.7
	2010	65,205	11.3

* : Maximum volume is 50 liters.

3-2 現在の医療由来放射性廃棄物の管理・処分コストの経済的合理性

RI 協会は、放射性廃棄物の集荷、処理、保管などの環境整備事業は支出超過になっていることから、2007 年に放射性廃棄物の集荷費用を値上げした⁵⁾。この値上げは、文部科学省が設置した RI・研究所など廃棄物作業部会の報告書(RI・研究所など廃棄物作業部会報告書)⁶⁾で、処分費用の試算値が最終的に埋設される廃棄体(200 リットル換算)1 本あたりピット処分で 70 万円と示され、協会が 2003 年度の RI 廃棄物料金改定時に採用した試算値である 41.2 万円に比して大幅な増額となっていることがその理由の一部になっている。値上げ率を Table に示す。2007 年度と比べると 2010 年度では 11.3~30.5%の値上げになっている。また、この RI・研究所など廃棄物作業部会報告書では、放射性廃棄物の管理・処分費用の発生元責任を明確化しており、今後医療由来の放射性廃棄物の管理・処分コストが上昇すれば、医療機関が少なくともその一部を負担することになるため、今後も料金が値上げされる可能性がある。放射性廃棄物の集荷委託費用はすべて医療機関のコストであり、何らかのかたちで医療費に反映されることになる。木田ら³⁾によると他の先進国と同様のクリアランス制度(DIS を含む)を実施することによって年間約 7 億円の費用削減が見込まれており、クリアランスによって経済的な合理性に貢献する。

3-3 本邦におけるクリアランスのための準備と手法

本邦における医療由来の放射性廃棄物の合理的な管理、処分とその品質保証制度の確立については検討が十分に行われており、その適切な実現は十分可能な段階に来ている^{7~12)}。したがって、本邦においてもクリアランス制度を導入し放射性廃棄物を経済的に合理的な

管理と処分を行うことが可能である。

ただし、本邦の現状を踏まえるとクリアランス制度の導入方法は二つに大別される。一つは、欧米や韓国などと同様に医療機関において一定期間減衰待ち保管を行いクリアランスする方法である。二つ目は、従来同様に滝沢研究所に集荷した後でクリアランスする方法である。二つ目の方法は、集荷時は規制された放射性廃棄物のままであるため、搬送コストを現状から大幅に削減するのが難しいことは容易に推察しうる。木田ら³⁾の費用削減の推定も欧米や韓国と同様に医療機関でクリアランスする方法を前提としている。

3-4 リスクコミュニケーションの現状と課題

RI 協会では、地元・地域の住民と積極的に交流を図り、また、滝沢研究所の意義と安全性の広報に努めており、当初反対していた住民の方々が滝沢研究所の必要性を認め、理解を示していることや医療用として最近使用されるようになった 2 核種の追加が認められたことから滝沢研究所において放射性廃棄物を保管、処理していることの安全性について一定の理解が得られていると考えていた。しかし、今回の調査は滝沢研究所職員への調査に基づくものであり、周辺住民の理解度の評価についてはバイアスが否定できない。

医療用 2 核種の追加は認められたが、障防法所管の放射性廃棄物を滝沢研究所において扱えるようにする 2 度の提案は受け入れられなかった。医療用核種と障防法核種の違いは、医療用核種は半減期が短いものに限られていることと国民生活に密接に関係する医療目的であるということの 2 点である。また、十分な理解が得られていないことの理由として滝沢研究所開設時に賛成派と反対派で滝沢村住民が二分された過去の経緯や、周辺に関連工場を誘致する約束が反故にされたこ

とが根底にある可能性が伺われる¹³⁾。リスクコミュニケーションとは、米国国立研究審議会によれば、利害関係者間のリスクに関する情報と意見の交換による相互作用とされ¹⁴⁾、また、木下によれば、対象のもつリスクに関する情報を当該リスクの関係する人々(ステークホルダ)に対して可能な限り開示し、たがいに共考することによって解決に導く道筋を探す社会的技術のこととされている¹⁵⁾。リスクコミュニケーションは周辺住民(ステークホルダ)の理解を得ることを直接の目的とせず、説明者側の意図を実現することを目指すものでもないが、社会問題の健全な解決のためにその手法が活用されている。

経済的に合理性のあるクリアランス制度を進捗させるためには「医療」、「短半減期」の核種からクリアランス制度が適用されていく可能性が考えられる。

しかし、クリアランス制度などを取り入れるための改正障防法では、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)のクリアランス制度において既に認可されていた金属くず、コンクリート片およびガラスくず以外の放射性廃棄物については、可燃物の焼却灰以外はクリアランスが認められなかった。事業所ごとに焼却炉を設置することは経済的に困難であり事実上事業所ごとの可燃物のクリアランスは実現不可能になった。また、原子炉等規制法では上記3種類の廃棄物のクリアランスが認められベンチなどに再利用されているが関連事業所が引き取っており一般社会ならびに国民に受け入れられている状況にはない¹⁶⁾。したがって、焼却しない可燃物のクリアランスを実現するためには関係者の国民からの信頼を獲得するための努力がさらに求められる。

本論文は、医療由来放射性廃棄物の合理的な管理、処分を実現する観点から調査検討を行ったが、RIの利用は科学技術の発展や国民生活の安全性の担保などにも役立っており、発生する比較的長半減期の放射性廃棄物の管理と処分のあり方についても国民と共考することが必要である。

4. まとめ

医療由来の放射性廃棄物の管理あるいは処分について国民と共考するために本邦で唯一、医療由来の放射性廃棄物を管理している滝沢研究所における放射性廃

棄物の保管・処理およびリスクコミュニケーションの現状を調査した。

滝沢研究所が実施している測定では、開所以来、異常な放射線あるいは医療由来の核種を検出していなかった。これらの結果から医療由来の放射性廃棄物をクリアランスすることが可能であることが示唆された。本邦における医療由来の放射性廃棄物の合理的な管理、処分とその品質保証制度の確立については検討が十分に行われており、その適切な実現は十分可能な段階に来ている。RI協会の放射性廃棄物の集荷、処理、保管などの環境整備事業は支出超過になっており、経済的な合理性に貢献するためにはクリアランス制度(DISを含む)を実施することが求められる。滝沢研究所は周辺住民との交流、情報公開を積極的に行っており一定の成果が得られていた。すべてのステークホルダの理解を得るためには、「医療」、「短半減期」の核種からクリアランス制度を適用していくとともに関係者の更なる努力が求められる。

謝 辞

医療由来の放射性廃棄物は現行法令にしたがえば、半永久的に放射性廃棄物であり、処分先が決まっていない現状ではどこかに保管せざるを得ない。その放射性廃棄物を滝沢研究所において開設当初から今日まで保管させていただいていることに、滝沢村の皆様から感謝申し上げます。

また、本稿の執筆にあたり訪問を快諾賜わり、また、調査にもご協力いただいたRI協会ならびに滝沢研究所の皆様、そして滝沢研究所訪問にご協力いただいた神奈川核医学研究会の皆様から心から感謝申し上げます。さらに、ご指導いただいた鈴鹿医療科学大学大学院 鎮西康雄教授、土屋 仁教授に感謝申し上げます。

なお、本研究は、公益社団法人日本放射線技術学会平成22年度および平成23年度学術調査「放射性廃棄物のリスクコミュニケーション等に関する研究」班の研究活動の一環として行った。また、同学会学術交流委員会関係法令等検討小委員会の支援を受けた。

本研究は、同学会第39回秋季学術大会(平成23年、神戸)において発表した。

参考文献

- 1) 戸川貴史, 橋本 順, 百瀬 満. 欧米諸国の法令研究及び実態調査. 平成 15 年度厚生科学研究費補助金報告書(医薬安全総合研究事業)「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」総括・分担研究報告書. 2004: 145-154.
- 2) 渡辺 浩, 長岡宏明, 山口一郎, 他. 韓国における医療利用に伴う放射性廃棄物の管理と処分の実施状況調査. 日放技学誌 2009; 65(7): 952-957.
- 3) 木田哲生, 平木仁史, 山口一郎, 他. 核医学診療施設が排出する RI 汚染物の減衰保管の実現による廃棄処分の費用削減効果の推定. 日放技学誌 2012; 68(4): 468-474.
- 4) 文部科学省科学技術・学術政策局 放射線安全規制検討会. 文部科学省ホームページ. 放射線障害防止法へのクリアランス制度の導入に向けた技術的検討結果について(第 2 次中間報告書)http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/03/27/1290221_1.pdf
- 5) 日本アイソトープ協会: RI 廃棄物料金改定のお知らせ. ISOTOPE NEWS 2007; 640: 44-46.
- 6) 原子力分野の研究開発に関する委員会・RI 研究所等廃棄物作業部会: 「RI・研究所等廃棄物作業部会報告書」. 文部科学省ホームページ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/shiryo/012/06110922/001.htm
- 7) 日下部きよ子. 「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 年度厚生労働科学研究費補助金(医薬安全総合研究事業)総括・分担研究報告書. 2003.
- 8) 日下部きよ子. 「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 15 年度厚生労働科学研究費補助金(医薬安全総合研究事業)総括・分担研究報告書. 2004.
- 9) 日下部きよ子. 医療放射性廃棄物のクリアランスに関する研究. 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金(医療技術評価総合研究事業)「医療放射線分野における法令整備等含めた管理体制の確立に関する研究」総括・分担研究報告書. 2005.
- 10) 日下部きよ子. 医療放射性廃棄物のクリアランスに関する研究. 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金(医療技術評価総合研究事業)「医療放射線分野における法令整備等含めた管理体制の確立に関する研究」総括・分担研究報告書. 2006.
- 11) 文部科学省放射線安全規制検討会: 放射線障害防止法におけるクリアランス制度の整備に係る技術的検討について(中間報告書). 2006. 文部科学省ホームページ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/004/004/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2009/05/21/20060629_01b.pdf
- 12) 木田哲生, 山口一郎, 渡辺 浩, 他. 医療用短半減期核種の放射性廃棄物の適正な管理に向けての文献的考察. 日放技学誌 2009; 65(5): 631-637.
- 13) 大越 実, 鳥井弘之, 藤井靖彦. 放射性廃棄物管理施設の立地におけるリスクコミュニケーション. 日本原子力学会和文論文誌 2007; 6(4): 421-433.
- 14) National research Council: Improving Risk Communication. National Academy Press(1989)(林 祐造, 関沢 純監訳. リスクコミュニケーションー前進への提言). 東京: 化学工業日報社, 1997.
- 15) 日本保健物理学会・リスクコミュニケーション検討研究会: 保健物理学会員のためのリスクコミュニケーション講座(その 1). 日本保健物理学会ホームページ, http://www.soc.nii.ac.jp/jhps/j/groups/spec_riskcom/risk_kouza1.pdf.
- 16) 参議院 文教科学委員会 10 号 平成 22 年 04 月 27 日議事録. 参議院議事録ホームページ. <http://www.sangiin.go.jp/japanese/joho1/kaigirok/kaigirok.htm>

問合先

〒 222-036 横浜市港北区小机町 3211
 横浜労災病院中央放射線部 渡邊 浩