

病院および医学研究施設における
放射性物質の取り扱いと廃棄
(1964年)

社団法人 日本アイソトープ協会
財団法人 仁科記念財団

国際放射線防護委員会勧告

病院および医学研究施設における
放射性物質の取り扱いと廃棄に
関する専門委員会Ⅴの報告

(1964年)

ICRP Publication 5

社団法人 日本アイソトープ協会
財団法人 仁科記念財団

本冊子は ICRP の諒解のもとに、仁科記念財団と日本アイソトープ協会が翻訳したものである。

この報告は、今までに刊行された他の ICRP 刊行物とは多少傾向が異なり、いわゆる実施規定 (code of practice) の色彩が濃い。そこで、具体的な数値、たとえば放射性核種投与患者を病院から自宅に帰してもよい体内量や、廃液の放出濃度の限度なども記載されている。報告書の内容をわが国の実状にてらして考えてみると、前提となっている条件が異なるために、これらの数値を必ずしもそのまま適用できるとは限らない場合がある。また、わが国の現行の法規と合致しない点もみうけられる。したがって、本報告書を利用するにあたっては、施設の状況や環境条件などを具体的に考慮した上、適切な判断のもとに、必要ならば修正を加えて、解釈し、実行されることを期待する。

Nishina Memorial Foundation | Japan Radioisotope Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 5

本書の翻訳は下記の方々によりなされたものである。
This translation was undertaken by the following colleagues.

翻 訳*	Translated by
濱田 達二	Tatsuji HAMADA

校閲協力*	Peer-Reviewed by
伊澤 正實	Masami IZAWA (ICRP, C2)
田島 英三	Eizo TAJIMA

責任編集	Supervised by
山崎 文男	Fumio YAMAZAKI
玉木 英彦	Hidehiko TAMAKI

* 推定 (presumed)

目 次

序 文	(1)
緒 論	(3)
放射線安全措施に関する責任	(5)
医学的検査	(6)
職員モニタリング	(7)
体外放射線	(7)
体内放射線	(8)
皮膚、毛髪および衣類の汚染	(8)
個人の放射線量の記録	(9)
環境モニタリング	(9)
管理区域の使用前のモニタリング	(9)
日常のモニタリング	(9)
密封線源を用いる作業の場合の防護の要点と手順	(10)
体外放射線	(11)
体内放射線	(12)
密封小線源の滅菌	(13)
非密封放射性物質を用いる作業の場合の防護の要点と手順	(13)
放射性核種の分類	(14)
実験室の分類	(16)
非密封放射性物質を用いる作業のための設備	(17)
非密封放射性物質を用いる作業の手順	(18)
汚染管理	(20)
放射性物質のこぼれ	(20)
少量のこぼれ	(21)
緊急事態（大量のこぼれまたは火災）	(21)
職員の汚染除去	(22)
傷のない皮膚の汚染除去	(22)
傷ついた皮膚の汚染除去	(23)
体内に沈着した放射能	(23)

建物、装備および衣服の汚染除去	(23)
建物	(23)
装備	(24)
衣服	(24)
放射性廃物の廃棄	(25)
液体廃物の廃棄	(25)
固体廃物の廃棄	(26)
気体状廃物の廃棄	(27)
放射性物質の貯蔵	(28)
遮蔽	(29)
汚染管理	(29)
浸水、火災および盗難	(30)
放射性物質の運搬	(30)
施設内の運搬	(30)
施設外の運搬	(30)
放射性物質を用いて治療中の患者の帰宅について	(31)
放射性物質を含む死体の処理	(32)
付録A：密封線源の漏洩と表面汚染の試験法	(34)
付録B：密封小線源の滅菌	(35)
付録C：タイプ2実験室（中レベル設備）について	(35)
付録D：表面の放射能汚染	(40)
付録E：大量のこぼれを処置する手順の例	(44)
付録F：放射性廃物の取り扱い	(45)

序 文

この報告書は故 A.J. Cipriani 博士を委員長として起草され、C. P. Straub 博士が委員長であった1959—1962年度の専門委員会の手で完成された。

最初の草案は1953—1956年度の専門委員であった A. J. Cipriani, A. Key および E. A. Watkinson の諸博士によりつくられたものである。主委員会に提出された報告書の作成に助力した専門委員会メンバーには次の人々が含まれていた：

1953—1956

- A.J. Cipriani, 委員長 (カナダ)
- H.P. Jammet (フランス)
- A. Key (イギリス)
- W.G. Marley (イギリス)
- E.E. Pochin (イギリス)
- E.H. Quimby (アメリカ)
- C.P. Straub (アメリカ)
- E.A. Watkinson (カナダ)
- F. Western (アメリカ)

1956—1959

- C.P. Straub, 委員長 (アメリカ)
- H.P. Jammet (フランス)
- W.G. Marley (イギリス)
- C.A. Mawson (カナダ)
- A. Perussia (イタリア)

(2)

E.E. Pochin (イギリス)
E.H. Quimby (アメリカ)
F.D. Sowby (カナダ)
F. Western (アメリカ)
G.G. Robeck, 科学幹事 (アメリカ)

1959—1962

C.P. Straub, 委員長 (アメリカ)
L.J. Donaldson (アメリカ)
H.J. Dunster (イギリス)
H.P. Jammet (フランス)
A.W. Kenney (イギリス)
C.A. Mawson (カナダ)
A. Perussia (イタリア)
E.H. Quimby (アメリカ) (1961年退職)
F.D. Sowby (カナダ)
E.G. Struxness (アメリカ)
F. Western (アメリカ)

最終的な改訂は W. Binks 氏 (イギリス) によって行なわれた。この刊行物には 1962 年に改訂された主委員会の一般的な勧告の再録もふくまれている。*

* 訳注 これはさきに、「国際放射線防護委員会勧告 (1959年修正, 1962年改訂)」(ICRP Publication 6) として訳出, 出版されているので, この邦訳では省略した。

緒 論

(1) 国際放射線防護委員会は放射線医学との伝統的な接触を十分に保ち、医業に対する自己の責任を果たすことを望んでいるので、病院と医学研究施設における放射性物質の取り扱いおよび廃棄の際に払うべき注意に関して、委員会が一般的な指針を示すことを適当と考える。

(2) この報告書に述べられている方法を実施することによって、種々の放射線被曝の線量を委員会の勧告した最大許容レベル以下に保つことが、一般に可能となるであろう。しかし各国の取締当局は必要な規準と管理手続を作成すべきである。

(3) 委員会勧告* は、被曝する個人の次の3つのカテゴリー**に関するものである：

第1 カテゴリー：職業上放射線に被曝する個人、

第2 カテゴリー：管理区域の近隣で働く成人、または職務上ときどき管理区域に立ち入るが彼ら自身は放射線被曝をもたらすような作業に雇用されているのではない成人。

第3 カテゴリー：集団全般の個々の成員（管理区域の周辺に住む人々を含む。）

このほかに、委員会は集団全体としての被曝についても別の勧告を与えている。

* 委員会勧告(36)項参照。(訳注：邦訳 ICRP Publication 6 国際放射線防護委員会勧告 (1959年修正, 1962年改訂) の51頁。)

** ここに定義されたはじめの2つのカテゴリー内の被曝は、国際労働機関の放射線防護条約中で用いられている2つの被曝のクラスに対応していることを注意しておこう。すなわち(1) 直接に放射線作業に従事している労働者、および(2) 直接に放射線作業に従事しているのではない労働者。

(4)

(4) この報告書は放射性物質の取り扱いおよび廃棄について病院と小規模研究施設に関する次の面をとりあげる：

(a) アイソトープ実験室とアイソトープ診療室、および病室と手術室に
そなえられるべき設備；

(b) 放射性物質の取り扱い、貯蔵、および運搬にあたってとられるべき
手順；

(c) 放射性廃物および汚染物の安全廃棄にあたってとられるべき手順。

(5) 放射性物質が使用される場合、効果的な管理を必要とする2種類の問題がある。第一は健康上の危険の問題であり、作業者が体外の線源および体内に沈着した放射性物質から受けるものと、管理区域* 外の人々が放射性物質の運搬や放出によって受けるものがある。第二は汚染の危険の問題であり、それは進行中の科学的研究の結果ならびに建物の将来の使用に対して、悪い影響をもたらすかも知れないものである。

(6) 過去においては、放射線防護は主として作業者の防護と安全な作業環境の維持を扱ってきた。それで、重点は作業者としての個人におかれてきたし、職業上の保健と安全作業環境に関し責任をもっている機関が放射性物質の工業的応用と使用について必要な程度の管理を行なうことができた。使用規模が拡大するにつれて、集団のより大きな部分が放射性物質に被曝する確率は増大する。この分野の管理の責任の所在は、その物質が運搬中であるかどうか、あるいは、大気中、地下水系中、もしくは水路中に排出されるかどうかによって、変わるであろう。大ていの国ではいくつかの異なる行政機関がこれらの措置に関する責任をもっているので、個人および集団の全放射線量が規定された限度を超えないことを確実にするためには調整が必要である。

(7) 一般に放射性物質の取り扱いで必要とされる諸注意の規準は、多数の

* 委員会勧告第4部の(70d), (71)および(72)項参照。(訳注：邦訳 ICRP Publication 6 の69頁)

要因に依存する。実行しうる限り、これらの要因はこの報告書の個々の勧告の中に示されている。しかし、ある程度の一般化は避けられなかったので、勧告の解釈および適用には判断を加えなければならない。なかんずく、非常に少量あるいは非常に低濃度の放射性物質しか使われていないときには、多少の緩和を行なっても差支えない。

(8) この勧告は本来は医療機関における放射線の危険の管理に向けられたものであるが、委員会は、無理なく実行しうる限り、それらをすべての開業医および医学研究者にも適用すべきであると信ずる。

放射線安全措置に関する責任

(9) 放射線作業は従業員および公衆に影響を及ぼすので、施設の運営の責任者が通常はその作業の放射線安全に関する責任をもつことになる。

(10) 運営の責任者はその責任を効果的に果たしうるように、1人以上の放射線防護担当者を任命し、また放射線関係要員の医学上の監督を行なうための十分な資格のある医学顧問を任命すべきである。放射線防護担当者 (radiation protection officer) の仕事は、施設や装備の新しい設計の検討、作業のプログラムの検討および放射線関係の問題の助言を含むべきである。

(11) 放射性物質が使用される各部門ごとに、1名の放射線安全担当者 (radiation safety officer) を、その機関の常勤従業員の中から任命し、運営責任者の立てた放射線安全規則が実行されることを確実にすべきである。

(12) 運営の責任者は、放射線関係要員の全員に、かれらが遭遇するかもしれない放射線の危険と、緊急処置を含む場所ごとの放射線安全規則に関する十分な知識を確実に与えなければならない。

(13) 運営の責任者は放射性物質を用いて作業をする人々に、かれらの作業から起こる放射線の危険からかれら自身および他の人々を防護する義務がある

(6)

ことを自覚させなければならない。作業者およびかれらの使用者は、放射線防護規定に対する不注意な態度がもたらす結果について、十分知っておくべきである。一般的には、無理なく実施しうるかぎり、最大許容レベルよりもはるかに低いレベルで作業するようにすべきである。適切な注意を払うことは多量の放射性物質を扱う場合ほどいっそう重要となるが、低いレベルの放射能を取り扱う場合でも同じ注意が払われるべきである。なぜなら、よい作業習慣が大切だからである。悪い例や不注意な作業習慣は、不必要な被曝を同僚に与えたり、その放射線区域の外にある設備を汚染するおそれがある。

医 学 的 検 査

(14) 医学顧問の職能は次のとおりである：

- (a) 直接放射線作業者として雇われる従業員の雇用前の医学的検査を実行すること。雇用前の医学的検査の目的は個人の雇用時の“平常の”健康状態を確認しておくことであり、そうすることによって、第一に、自分にも他人にも危険を与えずに職務を遂行するのに適しているかどうかを査定することができ、また第二に、その後のなんらかの変化を評価するさいに準拠すべき基準線を求めることができる。
- (b) 引き続き適しているかどうかを査定すること、および健康状態のどんな低下をも検知すること；
- (c) 放射線事故の患者の救急処置の準備について助言すること；および
- (d) 患者の過剰被曝の後の治療に関して、しかるべき病院と打ち合わせをすること。

(15) 医学的検査は、作業の状況によってきまる頻度で行なわれるべきである。

(16) 医学顧問は、かれの裁量で、完全な血球算定または任意の他の特別検

査を、雇用前の医学的検査または後日の医学的検査の一部として加えるように要求することができる。

(17) ある個人が許容値をこえる線量を受けた場合、または放射性物質で汚染された開放創をもっている場合には、医学顧問は、医学的検査を行なう必要があるかどうか、治療の準備をする必要があるかどうか、または直接放射線作業に従事する従業員としての雇用の一時停止およびその期間を運営の責任者に勧告する必要があるかどうか、を決定すべきである。

職員モニタリング

体外放射線

(18) 職業上の被曝の結果としてうける線量は、最大許容線量をこえないように保証した個人の蓄積線量の記録の保存ができるように、適切な器具で組織的に検査されなければならない。線源の取り扱いは、指と手先に対する線量が全身の線量よりもはるかに重要性があるかもしれない。そのような場合、もし実行可能ならば、フィルムまたは電離箱を、身体にだけでなく指または手首にもつけるべきである。もし、これらを特定の作業の間中つけることができないならば、指と手首との実際の被曝を算定できるような試験的操作を行なうべきである。

(19) 与えられたモニタリング用具を放射線に被曝するかもしれない時間全体を通じて身につけることは、その個人の責任である。

(20) 直接に放射線作業に従事しているのではない作業者（"第2カテゴリー"——(3)項）が受けそうな線量の算定をするべきである。多くの場合に、個人個人のモニタリングは必要でないことになるであろうが、チェックのためのモニタリングを時折おこなうことは望ましいであろう。

体内放射線

(21) 吸入，経口摂取，傷口からの侵入あるいは皮膚を透しての吸収の結果作業者の体内に蓄積される放射性核種の量を，適切な物理的あるいは化学的方法によって定期的に評価することが時に必要である。利用できる知識と方法では身体負荷量と体内放射線からの線量との意味のある推定は少数の放射性核種についてしか得られない。身体負荷量の評価には専門家の助言を求めべきである。*

(22) 少数の場所では， γ 放射性核種の全身負荷量および，測定可能な量の制動放射線または消滅放射線を生ずるのに十分なほど大量の陰電子または陽電子放射体の全身負荷量を推定するためにとくに作られた装置が利用できる。その他の物質については，推定値は主として，放射性核種の身体負荷量と血流中あるいは排泄物中へのその出現との関係に関する知識に依存している。この目的のためには尿中の濃度を測るのがもっとも普通であるが，場合によっては大便検査の方がもっと意味があることもある。

(23) 検査室のきめた試料採取法をまもるべきである。何か特定のできごとの結果として検査が要求されるならば，そのできごとの種類と時刻を，わかっている限り，記録にとどめるべきである。

皮膚，毛髪および衣類の汚染

(24) フィルム・バッジまたはポケット電離箱による体外放射線の職員モニタリングのほかに，適切と考えられるときには皮膚，毛髪および衣類の放射能汚染のレベルを定期的に検査して，過剰の汚染を扱うための手順がただちにとれるようにすべきである。

* 委員会はこの問題についての一般的指針をつくるために，専門委員会4に属する課題グループを作った。

個人の放射線量の記録

(25) 直接に放射線作業に従事している作業員（“第1カテゴリー”——(3)項）がうけた、すべての線量測定値の個人別記録を保存する方策をとらなければならない。これらの記録を保存しておく、ありうる晩発性影響の場合にかなり役に立つであろう。ある国々では最後の記入ののち30年間記録を保存することになっている。

環境モニタリング*

管理区域の使用前のモニタリング

(26) 設備、装置、および安全のための措置が適切かどうかを決定し、かつ、管理区域内の放射線管理が適切かどうかを判断する基準線を設定するために、放射性物質を使っての日常の作業をはじめる前に、作業環境をサーベイすべきである。

(27) 放射線の危険という観点からみて管理区域外の環境がかなり変化するのであろうと想定される場合には、バックグラウンド放射線と、空気、土壌または水の放射能のレベルに関して適切なサーベイを行なうべきである。これは、その地区のバックグラウンド放射線または汚染の有意な増加にどの作業が寄与しているかを定めるために役立つであろう。

日常のモニタリング

(28) 安全手順の適切さを決定するため、その管理区域内での作業によってきまる頻度で定期的な放射線サーベイを行なうべきである。そのようなサーベイには、設備と装備（遮蔽、保管場所、フード、呼吸保護具、換気系など）、お

* 委員会はこの問題についての一般的指針をつくるために、専門委員会4に属する課題グループを作った。

(10)

よび作業方法の検査と、相当程度の放射線の危険の可能性が考えられる場合にはその管理区域の付近の検査も含まれるべきである。うけた線量が最大許容レベルを超えたかまたは超えそうなことが職員モニタリングの結果わかった場合で、問合せではその原因がはっきりしない場合は、やはり放射線サーベイを行なうべきである。

(29) 普通の作業条件下で、許容されている線量あるいはその作業上必要と判定された線量をこえて職員が被曝するかもしれないことがサーベイの結果示されたときにはいつでも、放射線防護担当者はその状況を矯正するためにとるべき処置を指示すべきである。

(30) すべてのサーベイの概括的な結果と、放射線のパターンに重要な変更があったのちのサーベイの詳細な結果の記録を保存すべきである。

密封線源を用いる作業の 場合の防護の要点と手順*

(31) 密封線源には β 線、 γ 線および時には中性子線からの体外被曝の潜在的危険と、線源からもれ出るかもしれない放射性物質の吸入および経口摂取にもとづく体内被曝の潜在的危険とがある。したがって、体内被曝の危険はまれにしか生じないとはいえ、体外、体内両方の放射線の危険に対し防護するための予防策を講ずるべきである。

(32) 実施できるならばいつでも、密封線源にはしるしをつけて、それによ

* 密封線源の防護に関するこれ以外の詳細はICRP Publication 3 (Report of Committee II on Protection Against X-Rays up to Energies of 3 MeV and Beta and Gamma-rays from Sealed Sources (邦訳「エネルギー3MeVまでのX線ならびに密封線源からの β 線および γ 線に対する防護に関する専門委員会IIの報告」)に記されている。

ってなかにはいっている放射性物質の種類と放射能の強さが見分けられるようにすべきである。もし線源に体外または体内の放射線の危険がないと考えられるならば、そのようなしづけは必要でない。たとえば、グループ1の放射性核種（表1参照）の $1\mu\text{Ci}$ 以下、または他のグループの放射性核種では $100\mu\text{Ci}$ までを含む線源であって、容器の β 線または γ 線を出す表面またはその近傍で線量率が（空气中ではかつて） 10mrad/時 をこえないか、または中性子を出す場合に“線量当量”率が 10mrem/時 をこえないものであれば、しづけの必要はないと通常考えることができるであろう。

(33) 線源とアプリケーションを“組み立て”たり清浄にするためには、そのための室を別にもうけ、その室は適切に換気すべきである。作業中以外、この室には立ち入るべきでない。

(34) 治療をうけつつある患者の身体内部または身体表面にある、とりはずし可能な密封線源の数と位置とを定期的にチェックすべきであり、そのような患者からの包帯類は、用いたすべての線源のありかを確認するまでは捨てるべきでない。さらにつけ加える注意として、汚れた包帯類や排泄物をモニターするとよい。

体外放射線

(35) 線源が使用中でも貯蔵*中でも、通常の状況では人々の過剰被曝がおこりえないことを確実にするための方策をとるべきである。この目的のためには、十分に遮蔽し、十分な作業距離をとるべきである。放射線の場の中で過ごす作業時間を制限することによっても被曝を制限できる。作業者のうける放射線の線量は、用いられる作業手順に決定的に依存することがしばしばある。したがって、防護方策の一部として、これらの手順の明細規定が含まれるべきで

* 密封線源の貯蔵と運搬に関する助言は(98)項にはじまる節と、(109)項にはじまる節とに与えられている。

(12)

ある。無断で入ると問題となる程度の放射線の場への立ち入りを防ぐために、警戒標識と柵をたてなければならぬこともある。

(36) 密封線源は決してゆびでつまむべきではない。それらは適切な取扱器具または挿入器具で扱うべきである。取扱装置は使用しやすく、便利であるべきである。めんどろな、重い道具は、それを扱うのに長時間を要するために不必要な被曝をあたえる可能性があるため、避けるべきである。線源自身は手早くそしてたやすく清浄にできるように設計すべきである。ある種の仕事、特に医療用アプリケーションの組み立ての際には、実行可能な限りの遮蔽と遠隔取扱器具を用いても、経験ある作業員が高線量をうけることがある。適切な訓練を受けた経験のある作業員では、一般的にいて、うける線量を最大許容レベル以下におさえることは可能である。職員の過剰被曝を避けるため輪番勤務制をもうけることが必要となる場合には、手順と設計との双方を検討すべきである。

(37) β 線のみを出す放射体が入っている密封線源は、制動放射線、特性X線あるいは消滅放射線を放出することがあることをよく知っておくべきである。そのような放射線からの危険はすべて評価し、必要な注意を払うべきである。ある種の β 放射体は同時に γ 放射体でもあるから、それとしての防護を行なうべきである (ICRP Publication 3 参照)。

(38) β 線治療に用いるための線源はうすい“窓”を必要とする。線源を使用していないときには、すべての β 線をとどめるためにその窓を適切に遮蔽すべきである。窓を清浄にする必要があるときには、窓がこわれないよう、また職員の被曝を最低にたもつよう、注意を払うべきである。

体内放射線

(39) もし密封線源がもれはじめると、放射性物質をのみこみ、あるいはすいこむ可能性が生ずる。したがって重要なことは、密封線源はもれる可能性を最小限にするように作られるべきであり、また容器の破損がほとんど起らないよ

うな方法で使用すべきである、ということである。この後者の理由で、線源を曲げたり、落したり、または過熱したりしないように注意を払うべきである。

(40) 上述の諸注意を払ったにしても、密封線源はすべて、もれまたは表面汚染についての検査を最初とその後定期的に行なうべきであり、そのような検査の結果の記録を保存すべきである。* 0.01~0.1 μCi 程度のとれやすい放射能は簡単な装置で容易に検出できる。

(41) もれのある線源は気密の容器内におくべきである。しかし、熱を用いてガラス管内に封じたり金属容器をハンダ付けして封ずるやり方は、線源を過熱してその損傷をひどくするおそれがあるときには、避けるべきである。次に、その線源の製造元あるいはしかるべき研究所に対して、この線源を修理のために送る手配をすべきである。そのこん包は、運搬中に汚染が生じないように作るべきである。密封線源がこぼれたり、もれたり、または失われたりしたさいの緊急処置については、(70)項から(72)項まで、および(108)項を参照せよ。

密封小線源の滅菌

(42) 密封小線源（たとえばラジウム針）を滅菌するときには、関係要員の放射線被曝を最小にとどめ、また線源をこわしたり失ったりしないように注意を払うべきである。そのような滅菌を行なう方法の例を付録Bに記してある。

非密封放射性物質を用いる作業の 場合の防護の要点と手順

(43) 研究室、アイソトープ診療室、病院および手術室の設計と設備、すべ

* 付録Aに、密封線源のもれまたは表面汚染を検査する方法および、そのレベル以下ならばもれまたは表面汚染はないと考えてもよい、とれやすい放射能のレベルについての指針が与えられている。

ての医療用と実験用の装置の設計、ならびに一般的な作業の手順は次のことを目標にすべきである：

- (a) 要員の被曝を最小にすること、
- (b) 患者への線量を医療上の要求に合致する最低のレベルに制限すること、
- (c) 密封あるいは非密封の放射性核種による治療を受けている患者の近くにいる見舞客やほかの患者を防護すること、
- (d) 作業環境へ放射性物質が拡がるのを制限すること。

(44) 非密封放射性物質を取り扱うに当っては、体内放射線の危険に特に留意すべきである。この節には、このような危険を管理することについての詳細な指針を示す。注意を払うべき範囲は、作業の種類、放射性核種あるいは放射性化合物の放射能の総量、比放射能、放射能毒性、化学毒性、およびその他の化学的、物理的特性といった数多くの因子によるであろう。しかし、たとえ体内放射線の危険が小さい場合であっても、放射性物質を取り扱うに当っては体外放射線の危険はやはり存在するから、そのときは密封線源に対して勧告したと同様の措置を適用する。

放射性核種の分類

(45) ICRP Publication 2*の表1に示した、空気中の種々の放射性核種の最大許容濃度に関する知識は、放射性核種を放射能毒性の相対値に従って分類するための基礎として役立つ。国際原子力機関によって作成された分類にもとづくこのような分類**を次の表1に示す。***

* Report of Committee II on "Permissible Dose for Internal Radiation" (1959)
(邦訳：体内放射線の許容線量に関する専門委員会IIの報告，ICRPシリーズ2，日本アイソトープ協会，仁科記念財団，1960.)

** International Atomic Energy Agency (Vienna), Technical Reports Series No.15-A Basic Toxicity Classification of Radionuclides (1963).

*** これに代わる分類が次の報告に提案されている：K.Z.Morgan, W.S.Snyder and M.R.Ford, Health Physics, 10 (3), 151, 1964.

表1 単位放射能あたりの放射能毒性相対値による核種の分類

グループ1*

Pb-210	Po-210	Ra-223	Ra-226	Ra-228	Ac-227	Th-227	Th-228	Th-230
Pa-231	U-230	U-232	U-233	U-234	Np-237	Pu-238	Pu-239	Pu-240
Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-243	Cm-244	Cm-245	Cm-246
Cf-249	Cf-250	Cf-252						

グループ2*

Na-22	Cl-36	Ca-45	Sc-46	Mn-54	Co-56	Co-60	Sr-89	Sr-90
Y-91	Zr-95	Ru-106	Ag-110m	Cd-115m	In-114m	Sb-124	Sb-125	Te-127m
Te-129m	I-124	I-126	I-131	I-133	Cs-134	Cs-137	Ba-140	Ce-144
Eu-152(13y)		Eu-154	Tb-160	Tm-170	Hf-181	Ta-182	Ir-192	Tl-204
Bi-207	Bi-210	At-211	Pb-212	Ra-224	Ac-228	Pa-230	Th-234	U-236
Bk-249								

グループ3*

Be-7	C-14	F-18	Na-24	Cl-38	Si-31	P-32	S-35	A-41
K-42	K-43	Ca-47	Sc-47	Sc-48	V-48	Cr-51	Mn-52	Mn-56
Fe-52	Fe-55	Fe-59	Co-57	Co-58	Ni-63	Ni-65	Cu-64	Zn-65
Zn-69m	Ga-72	As-73	As-74	As-76	As-77	Se-75	Br-82	Kr-85m
Kr-87	Rb-86	Sr-85	Sr-91	Y-90	Y-92	Y-93	Zr-97	Nb-93m
Nb-95	Mo-99	Tc-96	Tc-97m	Tc-97	Tc-99	Ru-97	Ru-103	Ru-105
Rh-105	Pd-103	Pd-109	Ag-105	Ag-111	Cd-109	Cd-115	In-115m	Sn-113
Sn-125	Sb-122	Te-125m	Te-127	Te-129	Te-131m	Te-132	I-130	I-132
I-134	I-135	Xe-135	Cs-131	Cs-136	Ba-131	La-140	Ce-141	Ce-143
Pr-142	Pr-143	Nd-147	Nd-149	Pm-147	Pm-149	Sm-151	Sm-153	Eu-152
Eu-155	Gd-153	Gd-159	Dy-165	Dy-166	Ho-166	Er-169	Er-171(9.2hr)	
Tm-171	Yb-175	Lu-177	W-181	W-185	W-187	Re-183	Re-186	Re-188
Os-185	Os-191	Os-193	Ir-190	Ir-194	Pt-191	Pt-193	Pt-197	Au-196
Au-198	Au-199	Hg-197	Hg-197m	Hg-203	Tl-200	Tl-201	Tl-202	Pb-203
Bi-206	Bi-212	Rn-220	Rn-222	Th-231	Pa-233	Np-239		

グループ4*

H-3	O-15	A-37	Co-58m	Ni-59	Zn-69	Ge-71	Kr-85	Sr-85m
Rb-87	Y-91m	Zr-93	Nb-97	Tc-96m	Tc-99m	Rh-103m	In-113m	I-129
Xe-131m	Xe-133	Cs-134m	Cs-135	Sm-147	Re-187	Os-191m	Pt-193m	Pt-197m
Th-232	Th-Nat	U-235	U-238	U-Nat				

* 国際原子力機関はグループ1よりグループ4までをそれぞれ“毒性強”, “毒性中の上, サブグループA”, “毒性中の下, サブグループB”, および“毒性弱”と呼んでいる。

(16)

実験室の分類

(46) 討議の便宜上、低レベルの放射能を取り扱うために設計された実験室をタイプ1、中レベルのものをタイプ2、高レベルのものをタイプ3と記すことにする。一時に扱うことのできる、ある放射性核種の量は、利用しうる実験室のタイプにより異なり、ある量の放射性物質に適する実験室のタイプはその毒性によって異なる。表2は、表1に規定した各グループに属する核種の種々の量を取り扱うのに必要な実験室のタイプの分類を示す。現在のところ、病院における診療業務にタイプ3の実験室が必要とされることはありそうにない。

(47) あきらかに、表2は実験室のタイプを決める要件を正確には示していない。この表中にでてこない多くの因子を考えに入れなければならないので、

表2 放射性核種を取り扱うための実験室の分類

放射性核種のグループ	ここに規定する量の放射能レベルに対して必要とされる実験室のタイプ		
	タイプ1	タイプ2	タイプ3
1	<10 μ Ci	10 μ Ci—1 mCi	> 1 mCi
2	< 1 mCi	1 mCi—100 mCi	>100 mCi
3	<100 mCi	100 mCi—10 Ci	>10 Ci
4	<10 Ci	10 Ci—1000 Ci	>1000 Ci

修正因子 (本文参照)	係 数
単なる貯蔵	× 100
非常に簡単な湿式操作 (たとえば原液の分取操作)	× 10
普通の化学操作 (たとえば、分析、簡単な化学的調製)	× 1
複雑な湿式操作 (たとえば、複合した操作または複雑なガラス装置を使う操作)	× 0.1*
簡単な乾式操作 (たとえば、粉末の取り扱い) および揮発性の放射性化合物を使う作業	× 0.1*
乾式で、粉末のでる操作 (たとえば、すりつぶし)	× 0.01*

* これらの操作が密閉箱中で行なわれるならば、これらの係数を1桁以上増すことができる。

正確な定義づけをすればいかにも詳しいようなあやまった印象を与えることになるであろうからである。初心者が使うと危険かもしれない装置を用いて経験者は安全に作業できるし、またⅦ放射体の場合に必要な遮蔽や遠隔操作によっておこる、取り扱い上の困難をここではとりあげなかった。

(48) いくつかの付加的因子については数値を示すことができ、それには表2の下部に示してある“修正係数”を使えばよい。たとえば、もし10 mCiまでのグループ2に属する放射性核種を使って普通の化学操作を行なおうとすれば、タイプ2の実験室が必要となろう。しかし、もし溶液を分取しようとするだけならば、その物質の100 mCi（すなわち10 mCi×補正係数10）を使用でき、もしその作業がグループ2の物質をすりつぶすことであれば、密閉箱を使わないかぎり、100 μ Ci（すなわち10 mCi×補正係数0.01）しかこの実験室で取り扱うことはできない。

(49) 表2の性格からいって、取り扱うべき放射性核種の量の実際の決定は判断の問題である。もし放射性物質の量が、必要な修正係数を適用したあとで、実験室のクラスを分ける境目の値の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{3}{8}$ から2～3倍の範囲に入ったならば、放射線防護担当者は、要員の経験、緊急時サービスの利用の可能性、および数値であらわしえない他のこと、などの因子を心にとめて、指導するべきである。

非密封放射性物質を用いる作業のための設備

(50) 放射性物質を取り扱う際の基本原則の1つは、実行可能なかぎりそのための設備を他の設備から分離すべきであるということであって、そのやり方は、病原菌を扱う細菌実験室や毒物を扱う実験室が他の実験室から分離されているのと同様である。(タイプ2実験室に関する設計と設備についてもっと詳細な記述は付録Cを参照のこと。)

(51) 床は平滑で継目がなく、非吸収性の表面を持つべきであり、使用材料

(18)

は容易に清浄にでき、容易にとり除くことのできる表面をもつべきである。

(52) 壁と天井は、たとえば良質の硬質光沢塗料のような、多孔性でない、洗浄できる表面で仕上げるべきである。

(53) 計画段階において、暖房様式（たとえば汚染除去の困難な小型壁際放射熱器よりむしろ埋め込み壁ヒーターとか床下ヒーター）、換気および排水の設計といった面に特別の注意を払うべきである。手袋または遠隔操作器具のついた密閉箱を使えば、治療量の放射性核種が扱われる実験室の暖房と換気の施設費と経常費の節約になるということをよく知っておくべきである。

非密封放射性物質を用いる作業の手順

(54) 作業手順の良いことが非常に重要であるから、作業に着手する前に技法を十分に考え、会得しておかなければならない。これらの手順は、放射性物質を実際に使うときに被曝と事故の危険とを最小にとどめながら、手早く、自信をもって操作できるよう、事前に試験操作によって試みてみるべきである。事故の原因となる性急な取り扱いと、過剰被曝をもたらすかもしれない長びく作業との間に、かねあいを考えるべきである。作業手順は放射線防護担当者によって検討されるべきである。

(55) 実験室の装備、ダクトまたは廃液管などの保守作業は、あらかじめモニターした後にはじめて着手すべきである。もし作業中にダクトまたは管に口があいたような場合には、その作業の進捗に応じて空気汚染と表面汚染とのモニタリングを行なうべきである。

(56) 実験室内の作業場所の表面はカバーすべきであり、取り扱いは吸収性の物質（たとえば紙）をしいた、非吸収性の物質（たとえばステンレス鋼、ほうろろ引き金属、ポリエチレン）でつくられた受皿を下において行なうべきである。しかし、可燃物の使用は火災の危険があることを心にとめておくべきである。そのような場合には、受皿にしくものは省略した方がよいであろう。

(57) 飛沫、粉塵またはガス発生、あるいは発煙をともなう作業はフードまたは密閉箱の中で行なうべきである。その作業が終わったときには、作業者は自分が汚染させた物を清浄にし、必要があればそれをすてる手はずをととのえるべきである。受皿と作業台表面も作業後に清浄にすべきである。適当な廃物用缶を用意すべきである（付録C参照）。この缶は、それが危険の原因にならないことを確実にするのに十分な頻度でモニターし、交換すべきである。

(58) 放射性物質の入っている容器は、使用しないときにはふたをすべきである。

(59) 管理区域内では、口で吸うピペットおよび口で吹く洗びんの使用を許してはならない。口を使わないでガラス細工を行なう特殊な技法があるから、管理区域内では実行可能なときにはいつでもこれらを使うべきである。

(60) 非密封放射性物質を取り扱ったり、使用したりしている管理区域内または診療室内では、飲食、喫煙、および化粧を許すべきではない。鉛筆や指を口にいったような習癖はやめさせるべきである。

(61) 傷のない皮膚はいろいろの放射性物質が血流中に直接入ることに対する効果的な障壁であるから、切傷や刺傷を生じないように注意を払うべきである。もし身体の露出部に開放創があるならば、その傷を適切に包帯し保護しない限り、危険性の大きい物質または危険性は少なくとも大量を扱う作業を許すべきでない。ひびが入っていたり、かけている容器は管理区域内で使用すべきでない。

(62) 実験室内で必要とされる防護衣の種類は放射能の量によってきまる。トレーサー量の取り扱いでさえも、通常の服装の上に実験衣をつけることが必要である。大量の放射性物質を取り扱う場合には、上下つづきの作業衣(cover-all)あるいはその他の、身体を完全につつむ衣服を着用すべきである。そのような衣服の使用はこれらの作業のみに限るべきである。このような作業では、汚染の危険があるために、特別な靴カバーの使用あるいは管理区域においての

(20)

み使用される靴の用意も必要とされるであろう。手が汚染する可能性のある場合にはゴム手袋を着用すべきである。

(63) 病室での手順については、病室の係りの看護婦に対して一般規則を与えておくべきである。治療量の密封または非密封の放射性物質を身体にもっている患者の近くに病室勤務の要員や見舞客がいてもよい時間の制限を、この規則の中に示すべきである。特定のアイソトープについて要員がとるべき技法を要約した説明書も作成すべきである。すべての場合について、汚染物（たとえばシーツ類、患者の衣服、タオルおよび瀬戸物類）を扱う作業は最小限に減らすべきである。

汚 染 管 理

(64) 汚染管理の必須要件は、管理区域を定期的かつ適切に清掃することである。この清掃は払うべき注意をわかまえている者によって行なわれるべきであり、特別に訓練されていない掃除人はこの目的には不適当である。表面汚染の“許容”レベルに関する指針は付録Dに与えられている。

(65) 掃除用具（モップ、ブラシ、ぞうきん、バケツ、ワックス、石けんなど）は管理区域専用とし、他の場所では使用すべきでない。この種の用具は定期的にモニターし、必要があれば放射性廃物として処分すべきである。床、作業台および調度品は、高性能フィルターのついた真空掃除器によるか、あるいは湿式法で掃除すべきである。乾式の掃き掃除は避けるべきである。

(66) 2回以上使われる手袋に汚染が増していくのを避けるための手法、および手袋から身体の部分に汚染がうつるのを避けるための手法に、特に留意すべきである。

放射性物質のこぼれ

(67) こぼれはおこりうるものと考えるべきであり、こぼした場合には効果

的な除去が間違いなく行なわれるように、しかるべき人にしらせるのは、こぼした人の責任とすべきである。もし、放射性物質の使用量を、与えられた作業を行なうのに必要とされる量と同じ程度にとどめるならば、通常の作業では、こぼれと職員の被曝はさして重大なものとはならないであろう。

(68) どんなこぼれも直ちに処理されるべきであるが、そのための適切な処理は状況によってかわるであろう。それゆえ、こぼれを処理するための、それぞれ場所ごとの手順をつくり、実験室内に掲示すべきである。

少量のこぼれ

(69) 濡れた状態のこぼれの上には直ちに吸収性の紙をかぶせるべきである。乾いたこぼれは、必要があれば分散をふせぐために濡れた吸収性の紙を使って湿式法で除去した方がよく、あるいは、高性能フィルター付きの真空掃除器を使うこともできる。使った紙はすべて適当な廃物容器にうつし、汚染した場所はモニターすべきである。汚染除去は、表面汚染のレベルが該当する規定レベル（付録D参照）以下になるまで行なうべきである。ふきとりはつねに内むきにこぼれの中心にむかって行なうべきである。もし汚染レベルを十分にへらすことができないならば、その表面をはぎとるか被覆するかすべきである。これらの操作のすべてにおいて、放射能がひろがるのを避けることと、衣服、皮膚およびモニター用計器の汚染をふせぐことに、多大の注意を払うべきである。

緊急事態（大量のこぼれまたは火災）

(70) 使用する放射性物質の量が、重大なこぼれや火災によって過度の被曝をひきおこすことがありうるほど多いようなすべての管理区域に対しては、場所ごとの緊急時指導書を作成すべきである。その指導書は関係しそうなすべての人の眼に触れ、かつ読まれなければならない。

(71) 緊急時においてとるべき最良の手順はその緊急事態の種類とその場の状況によるであろう。しかしすべての場合に、最初の関心は患者（手術室、治療室あるいは病室のどこにしよう）を含めて、事故にまきこまれた人々の防護にあるべきである。その次の関心は放射能汚染の拡大の制限にあるべきである。場所ごとの緊急時指導書は付録Eにあげた例に基づいてよいであろう。

(72) あるきまった基本的な装備が緊急時に使えるようになっているべきである。これには、モニター用計器、上下つづきの作業衣(coverall)、帽子、手袋、およびオーバーシューズを含むべきである。適当な呼吸保護具も必要であるかもしれない。厚手の紙製の大きな袋は汚染したものを手ばやく片付けるのに役立つ。廃棄用紙袋を封じたり、また必要が生じたとき放射性物質で汚染された部屋を目張りするために、幾巻かの粘着性テープを使えるようにしておくべきである。

職員の汚染除去

傷のない皮膚の汚染除去

(73) 放射性物質を取り扱った人々は、管理区域をはなれる前に、手を石けんと水で徹底的に洗うべきである。洗ったあとで手の汚染を検査すべきである。数回洗っても汚染がのこる場合には、この事例は医学顧問に照会すべきである。皮膚をひどく損傷する洗い方は避けるべきである。しかし、普通の洗い方でうまくいかないときには、強力な化学薬剤を使う必要があることもある。上述の手順をとったのちに、中程度の放射能が皮膚に定着して残っていても、もっとはげしい汚染除去処理を行なうよりも害は少ないかもしれない。

(74) 顔の汚染除去をする間に、くちびると眼とがそれ以上汚染しないように、多大の注意を払うべきである。もし、洗眼しようとするならば、隣接している皮膚が高度に汚染していないことをたしかめるべきであり、汚染が眼の中

に流れこむのをふせぐための措置が最初にとられるべきである。涙管の汚染を避けるために眼尻にむけて洗眼すべきである。

傷ついた皮膚の汚染除去

(75) 腐食性または他の有毒な物質が放射能汚染に加わって存在するときは、放射能汚染除去を行なおうとする前に通常の救急処置をとるべきである。

(76) もし放射性物質を使って作業をしているときに皮膚がまらちがって傷ついたならば、水の洗浄効果をたすけ、出血を促進させるように、切傷のふちをひろげて、流水で直ちに洗浄すべきである。この種のすべての傷は、傷口から汚染を除去する手段をとることができるように、救急処置をはじめると同時に医学顧問に相談すべきである。

体内に沈着した放射能

(77) 放射性物質をまらちがって摂取し、それが相当な体内放射線量を与えるようになると考えられる場合には、直ちに医学顧問を呼ぶべきである。医学顧問の到着をまつ間に、放射能の除去に役立つ何か簡単な救急処置をとってもよい。これらには、鼻腔の洗浄、唾液の吐出し、および、おそらくある場合には嘔吐をうながすことも含まれる。

建物、装備および衣服の汚染除去

建 物

(78) 正しい操作法と日常の掃除とによって、作業区域の汚染レベルはふつう規定限度（付録D参照）以下に保たれる。しかし、こぼれが生じたのちや、実験室を放射性物質を使う作業に用いなくなったときには、特別な汚染除去処置が必要であろう。

(24)

(79) このような汚染除去は普通の掃除法からはじめるべきであるが、特殊な注意が必要であろう。もしこれらの普通の方法で規定限度以下に汚染をへらすことができなかつたならば、さらに別の措置が必要となる。

(80) 半減期1ヵ月以下の短寿命核種による汚染は、一般的にいて、とれやすい汚染を除去するためにこすり洗いを行なつたあとで被覆してよい。こすり洗いののちに残る相当量の長寿命核種による汚染は、汚染した表面を被覆したり除去したりすることを必要とするであろう。汚染を被覆したときには、あとで漏れ出ないように注意を払わなければならない、その区域はしるしをつけるべきである。

装 備

(81) 装備は多くの場合洗剤で洗つてきれいにしてよい。必要があればそれにつづいて錯化剤または超音波法を使う。規定レベル以下に汚染を除去できない装備、または放射能が規定レベル以下に減衰するまで保管しておけない装備で、たとえばもっと放射能の強い区域での使用といったような今後の使いみちがみつけれられないものは、放射性廃物としてすてるべきである。

衣 服

(82) 汚染しているとわかつた防護衣または個人の衣服はどれも、この目的のために用意された容器の中に入れるべきである。

(83) 汚染した防護衣は、放射能が規定レベル(付録D)以下でなければクリーニング業者に渡すべきでない。短寿命放射性核種によってこれらのレベル以上に汚染した品物については、指示されたレベル以下に放射能がさがるまで保管することを勧める。

(84) ひどく汚染した衣服の場合には、体外放射線と、分散した放射能の吸入の可能性とに対しても注意を払うべきである。

(85) たとえば病院や原子力施設におけるように、専用の洗濯設備が利用できる場所では、このような衣服はそこで洗濯してもよいであろう。しかし、汚染した衣服は、汚染しない衣服や寝具と一緒に洗濯すべきではない。その手順は放射線防護担当者によって検討されるべきであり、汚染除去した物品は再使用するに先だってモニターすべきである。もし汚染を規定レベルまで下げることができないならば、その衣服は放射性廃物として処理すべきである。

放射性廃物の廃棄

(86) 施設の運営の責任者は、生ずる可能性のある放射性廃物の安全廃棄のための諸準備に対して責任を有する。放射性廃物の廃棄の手續に影響を及ぼす要因は国によって変わることを委員会は承知しており、したがって、廃棄は各国における現行の法規または実施規則に従って行なわれるべきであることを強調する。国内法または実施規則の作成責任者のための一般的な指針は、付録Fに与えられている。

(87) 廃物を三つの主要な型、すなわち液体、固体および気体、に区分すると便利である。病院および医学研究施設については、廃物の内容は、非密封放射性核種を用いて診断または治療中の患者からの排泄物、不要な放射性核種溶液、通常の低レベル液体廃物、通常の低レベル固体廃物（たとえば、紙、ガラス、実験動物死体）、密封線源、こぼれおよび汚染除去から生じた廃物、および気体であろう。

液体廃物の廃棄

(88) 短寿命核種を含む少量の可溶性放射性廃物に対して、最も便利でしかも一般に最も実行しやすい処理法は、“衛生下水管系” (sanitary sewerage

(26)

system)*中に廃棄することである。こうすれば、放射性物質は、飲料水または食物に至るまでに時間がかかるので減衰し、またある程度の分散あるいは希釈がおこなわれる。

(89) 衛生下水管系中への直接の排出は、医学上の診断または治療にさいして放射性物質を投与された患者からの排泄物の廃棄にはとくに満足すべきものである。

(90) 下水系中に排出してよい放射性廃物の量の適正な見積りは、地域的な要素によってきまるであろう。しかし、診断量またはトレーサー量程度の放射性核種を使用する大部分の病院または医学研究施設が満たしているような条件の下では、施設からの排水中の濃度範囲を（たとえば1ヵ月平均で） 10^{-4} ないし $10^{-5}\mu\text{Ci/ml}$ として排出を行なえば、生じる廃物の廃棄は通常十分に許されるであろう。

(91) 長半減期あるいは高放射能のため、下水系へ適切にすぐ排出できないような放射性核種を含む廃物については、上に代わる方法は、専門の廃棄物処理サービスを利用するか、あるいは保管することである。

固体廃物の廃棄

(92) ほんのわずかししか汚染されていない固体廃物は非放射性的の廃物とともに廃棄してよい。通常の廃物缶中に数マイクロキュリーの放射能があっても危険ではないであろう。また、グループ1以外の放射性核種の $100\mu\text{Ci}$ 以下をとるとき棄てることも危険を伴わないであろう。

(93) もっと多量の放射能に対しては、焼却または埋没を含む他の廃棄方法

* 訳注 下水の排除方式には汚水と雨水とを別々の管、すなわち污水管、雨水管で排除する分流式と、1本の管、合流管で排除する合流式とがある。sanitary sewerage systemとは前者の方式における污水管系に相当する。また下水管が下水処理場に連絡している場合と連絡していない場合がある。合流管の下水は、下水処理場に連絡している場合でも、雨天時にその流量が晴天時の2~3倍以上になれば、その超過分は溢流して、処理場を通らずに直接放流される。

が用いられるべきである。実際、これらの方法は $100 \mu\text{Ci}$ 以下の放射能に対してもむしろ望ましいであろう。

(94) 焼却法は、廃物を焼いたとき気体生成物を作るような放射性核種の場合に効果的な廃棄方法であることがある。トリチウム、炭素-14およびヨウ素-131はその例である。病院や医学研究施設における炭素-14および、現在のところは、トリチウムの使用によって生ずる廃物の量が、焼却や埋没による廃棄のできないような大きさになることは、まずないであろう。ヨウ素-131の場合には、一日あたりミリキュリー程度の量を焼却によって廃棄することがふつう可能である。

(95) 廃物全体に分散しているような放射性核種、および誰にも再使用されそうにない形の廃物に対しては、適当な条件の下では、地方自治体の塵芥捨場に少なくとも 1 m の深さに廃物を埋没することも一つの廃棄法として採用することができる。

(96) 密封小線源の場合に生ずる問題はいくらか異なる。ここでは、放射能は集中した取り扱いやすい形になっている。その廃物は、もとの線源が経済的使用には低すぎる放射能レベルにまで減衰してしまったものである。 $10 \mu\text{Ci}$ 以上の放射能を有する線源は非放射性の廃物とともに捨てるべきでないことを勧告する。これらの線源は、減衰してその地域での廃棄が通常の方法で可能になるまで保管されるか、またはこの目的のために別に設けられた国の廃棄場に集められるべきである。

気体状廃物の廃棄

(97) 気体状廃物は、主として貯蔵庫（とくに病院のラジウム貯蔵庫）、可燃性固体廃物の焼却および実験室のフードから発生する。大気中への放出点の位置は注意して決めることが重要である。排気系中にフィルターを用いる必要についても考慮を払うべきである（付録C参照）。

放射性物質の貯蔵

(98) 各病院または医学研究施設には、放射性物質を使用していないときにそれを貯蔵できるような、一つ以上の主貯蔵場所を設けるべきである。それぞれの場所はきめられた警告標識で適切に明示し、かつその使用に関する適切な規則を出入口に掲示すべきである。施錠しておかないと許可を持たない人がその場所に入出入するおそれがあるときには、施錠をして、貯蔵場所または貯蔵室への故意または不注意の立ち入りを防ぐべきである。

(99) この場所は、運搬の問題が簡単になるような位置におくべきであるが、隣接した場所における放射線バックグラウンドが容認できるレベルに確実になるように注意を払うべきである。線源の運搬に起因する要員の被曝を最小にするため、貯蔵室は実施しうるかぎり作業場所の近くにおかれるべきである。たとえば、ラジウム貯蔵室と線源組立室はラジウム治療室に近いほうがよいかも知れない。小便および大便の試料を一時的に保管することのできる貯蔵場所を設けるべきである。このような試料が高い放射能をもつときには、遮蔽容器の使用が必要となろう。

(100) 貯蔵された線源から放射性の気体または蒸気が放出されるかもしれない場合には、貯蔵室は機械的手段によって適切に換気されるべきである。

(101) 放射性物質の出し入れの手続きおよび貯蔵容器やレットルについての必要事項は、責任者、たとえば放射線防護担当者によって定められるべきである。貯蔵室は放射性物質の貯蔵だけに使用されるべきである。貯蔵されているすべての放射性物質について適切な記録をとっておくべきであり、頻繁に使用される線源については合札引き換え方式にすべきである。定期的在庫調査を行ない、それを記録事項とすべきである。

(102) 以下に論じるように、a) 遮蔽、b) 汚染管理、およびc) 浸水、火

災ならびに盗難についても考慮が払われるべきである。

遮 蔽

(103) 放射性物質は α 線、 β 線および γ 線のいろいろな組み合わせ、および中性子も放出する。 α 線に対しては、遮蔽は通常必要でない。 γ 放射性核種に対しては、その室に立ち入る人ばかりでなく隣接の場所に居る人も防護するために、遮蔽が設けられるべきである。(γ 放射線源の遮蔽に関する知識はICRP Publication 3 に与えられている。) β 線のみを放出する線源は、その放射線を無視しうるレベルにまで減らすことのできる容器中に貯蔵すべきである。透明な材料を使用するとしばしば便利であり、4~5 mmのガラスまたは7~8 mmのプラスチックでふつう十分である。非常に大量の線源の場合には、その上に制動放射線に対する注意を払う必要があるかもしれない。中性子の遮蔽にはパラフィンやその他の水素を含む材料が便利である。100 mCi以下のラジウムを含むラジウム・ベリリウム中性子源は、 γ 線に対して必要とされる以上の遮蔽を要しない。100 mCiをこえる場合、含水素材料または他の中性子遮蔽材料がふつうはさらに必要となるであろう。(ICRP Publication 4 — 3 MeVをこえる電磁放射線、電子、中性子ならびに陽子に対する防護に関する専門委員会Ⅶの報告を参照)。^{*}

汚 染 管 理

(104) 非密封の放射性核種は、化学的作用、放射線的作用あるいはその他の作用によって容器中に望ましくないガス圧を生ずるかもしれない場合を除き、密閉された容器中に貯蔵されるべきである。かなりの量の気体を発生する溶液のための容器には適当な通気孔を設け、換気された場所に保管すべきである。

^{*} 訳注 邦訳がある。

(30)

多くの場合、適切に設計されたフードがこのような物質の貯蔵に適當であろう。

(105) 体外放射線レベルの測定と、予期されない汚染の発見のために、貯蔵場所のまわりの定期的サーベイが行なわれるべきである。

浸水、火災および盗難

(106) 貯蔵場所の選定および貯蔵室の設計は、浸水によっておこる危険が最小となるようにすべきである。

(107) 貯蔵室内の放射性物質の量が規定のレベルあるいは危険レベル（たとえば、比較的危険性の高い物質の 10 mCi）をこえるときは、その貯蔵室は実行しうるかぎり耐火性とすべきである。このような貯蔵室については、その地区の消防署に通知しておくべきである。

(108) 放射線源は、無許可の移動が行なわれないことを確実にしておくべきである。公衆の健康に潜在的危険となるかもしれないような放射性物質の紛失または盗難はすべて、警察および公衆衛生当局に報告すべきである。

放射性物質の運搬

施設内の運搬

(109) 放射線防護担当者は、施設内の一区域から他の区域への放射性物質の移動のためにとるべき注意事項を、自ら定めまたは認可すべきである。

施設外の運搬

(110) 施設外の運搬に関しては、運送業者がその従業員を放射線作業に直接従事する人として待遇するため（原子力施設間の輸送ではしばしばそうであるように）特別な協定をしていない限り、従業員は放射線作業に直接従事しているのではない人であると見なされるべきである（3頁の(3)項および2番目の

脚注を参照)。放射性物質の運搬とその従業員の放射線被曝の管理とは、運送業者の責任であろう。

(111) 国内当局によって作成される規則は、上述の条項が満足されることを保証し、かつ梱包法の明細および梱包からの許容放射線レベルを含むべきである。*

(112) 運搬中の放射性物質が事故に遭った場合にとりうる処置法を確立するため、国内当局は方策を立てるべきである。

放射性物質を用いて治療中の 患者の帰宅について

(113) 放射性物質を用いて治療中の入院患者および外来患者が病院を出て帰宅することを許されてよいための条件について、国内当局は指針を与えたいと思うことがあるであろう。帰宅する患者に許される種々の放射性核種の最大量は、その患者が公共交通機関、救急車あるいは自家用車のいずれで帰るかに依存し、また他の人々、とくに小児や、あるいは患者の近傍の未現像写真フィルムの放射線被曝に対する考慮によってきまるであろう。

(114) 推定値の示すところによれば、公衆の誰かが2人以上の放射性患者と接触する機会は非常に少なく、かつ患者が公共交通機関に乗っている時間は1時間であるという仮定の下で、最大放射能はリン-32 30mCi、密封されたイットリウム-90または金-198 30mCi、ヨウ素-131 15mCi、コロイド状イットリウム-90または金-198 10mCi、密封されたラドン-222 12mCiになる。

* 詳細な指針は“Regulations for Safe Transport of Radioactive Materials”および“Notes on Certain Aspects of the Regulations” International Atomic Energy Agency Safety Series Nos. 6および7, 1961に与えられている。(訳注 上記No.6には、1964年の新版がある。)

(115) (114)項に述べた放射能強度では、患者が幼児に緊密に接触しない限り、容認できないような危険をその家庭の中に生ずることはないであろう。放射能強度が最大値の $\frac{1}{4}$ に下がったときには、上記の制限を除いてよい。

放射性物質を含む死体の処理*

(116) 放射性物質を含む死体は、病理学者、葬儀屋または防腐、火葬を行なう人々に危険とならぬことを確実にするよう注意を払うべきである。放射性物質による治療が行なわれた病院の放射線安全担当者は、死後の処置または死体の処理に関連した放射線の諸問題につき、相談をうけるべきである。

(117) ラドン—222 5 mCi, コロイド状イットリウム—90または金—198 5 mCi, リン—32 10mCi, ヨウ素—131 15mCi, または密封されたイットリウム—90または金—198 15mCi 以下を含む死体の医学検査, またはアイソトープ治療センター外でのそのような死体の防腐については, なんらの特別な注意を必要としない。

(118) アイソトープ治療センター内における死後の医学検査はもっと頻繁であろうから, (117)項に示した量はこの場合には必ずしも適用されない。

(119) (117)項に規定された以上の量を含む死体の防腐は, 通常は行なうべきではない。防腐をする特別な理由があるいかなる特定の場合にも, その病院の放射線防護担当者が相談をうけるべきである。

(120) イットリウム—90, ヨウ素—131, 金—198またはラドン—222 30mCi 以下あるいはリン—32 10mCi 以下を含む死体の火葬の場合には, なんら特別な注意を必要としない。

* これ以上の詳細については, U. S. Department of Commerce National Bureau of Standards Handbook 65—“Safe Handling of Bodies Containing Radioactive Isotopes”, 1958 を参照されたい。

(121) 一時的なアイソトープ挿入物は、死体が病院から出る前に、必要ならば除去すべきである。

(122) 患者が退院するさいの放射能が(117)項に示された値をこえているならば、病院当局は患者の家庭医に対して期日を示して、それ以前に患者が死亡した場合には、病院当局への照会なしに死体の医学検査、防腐または火葬を行なうべきでないことを指示すべきである。

付 録

付 録 A

密封線源の漏洩と表面汚染の試験法

(A.1) 密封線源、または密封されたカプセルを含む γ 線遠隔照射治療装置の漏洩や表面汚染の試験には多くの方法が用いられる。次に例を示して指針とする。

(A.2) 付着している放射性物質を除くのに有効であり、かつ、その容器あるいは接合材を侵さないような液で湿らせたもの(たとえば沔紙)で、密封線源の外表面全体を拭う。この試験により、容器表面上のとれやすい放射能の量が0.05 μCi 以下であることが示されたならば、その容器は漏洩がないと考えてよい。

(この方法は寸法の非常に小さい線源の場合には適用できない。一方、非常に高い放射能の線源カプセルを内蔵する遠隔照射治療装置の場合には、全表面でなくその一部、たとえばビームコリメーターの内側を拭うほうが実行しやすい。その場合には、漏洩の判定について異なった基準を採用しなければならないかも知れない。)

(A.3) 容器材料または接合材を侵さず、かつ、試験の条件下で付着している放射性物質を除くのに有効であるとわかっている液の中に線源を浸す。この液を $50\pm 5^\circ$ に加熱し、その温度に8時間保つ。そのとき、液の放射能が0.05 μCi 以下ならば、線源は表面汚染がないと考えてよい。

(A.4) 線源を適当な液に浸し、液の表面の圧力を30秒間水銀柱100 mmに下げる。もし小さい泡の流れが線源から出てこなければ、線源は漏洩がないと考えてよい。

付 録 B

密封小線源の滅菌

(B.1) 以下に述べるものは密封小線源を滅菌するための満足すべき方法の例である。実行可能な場合にはいつも、滅菌器は遮蔽材で適切におおうべきである。必要な場合には、たとえば排水管に流して線源を失わないように、滅菌器に工作をしておくべきである。

(B.2) 煮沸滅菌。滅菌器は蒸発乾固させてしまったときでも、温度が 110° をこえないような構造になっているべきである。

(B.3) 薬剤による滅菌。容器の材料を侵さない消毒液に線源を適当な時間つける。

(B.4) 乾熱滅菌。たとえばマガジンに入った金グレインの場合のように、時には乾熱滅菌が効果的な場合がある。

付 録 C

タイプ2 実験室 (中レベル設備) について

(C.1) タイプ2 実験室について以下に記述することは、考慮に入れるべきいろいろの因子についての指針とすることを意図したもので、勧告とすることを意図したものではない。個々の場合にどんな設備を備えなければならないかは、状況によって左右されよう。

部 屋

(C.2) 放射性同位元素を使う仕事のためには、特別の室をとっておくべき

である。もし広さが十分とれるならば、この実験室を前室によってその他の場所と分離することが望ましい。その前室には、特別な衣服、靴、職員用のモニタリング用器具、掃除用具、および洗浄設備をおくことができる。線源はこの前室に保管すべきではない。前室と実験室とは、放射能区域の存在に気付かせるのに役立つ柵で分離すべきである。

(C.3) 考えている施設の大きさにもよるが、放射性核種の貯蔵場所、“ホット”実験室、廃棄すべきものの貯蔵場所、化学実験室のため、および、特に病院の場合においては管理室、臨床測定室、オートラジオグラフィ設備のために、別々の室または区域を設けることもある。

放射性核種を治療と診断とに使用する平均的な病院アイソトープ施設には、次の目的をもつ場所を設けるべきである：

- (a) アイソトープ調剤室と倉庫
- (b) 洗面室
- (c) 測定設備と洗浄室のついた、排泄物と標本のための倉庫
- (d) アイソトープ手術室
- (e) 臨床検査室
- (f) 実験室（臨床、生化学、測定等）
- (g) 汚染除去場所

上記の役目をもつ別々の室のあることが望ましいが、比較的少量の放射能を使っている場合には(a)と(b)、および(d)と(e)とは一緒にしてもよい。

換 気

(C.4) 実験室の換気は、実験室内の空気が建物の他の部分に行きえないようなものとすべきである。もし空気調節が必要ならば、その系は、フードまたは密閉箱からの空気がその建物の換気系内にひきこまれることのないようなものとすべきである。

(C.5) ならかな空氣の流れを生ずるよう、そして渦流をさけるように設計されたフードをおくべきである。そして実験室への空氣の流入量は、フードを通して排氣される空氣とおきかわるのに十分な量であるべきである。

(C.6) 排氣筒は建物の屋根まで、できるだけ近道を通ってみちびくべきである。それは、どんな非放射性的の排氣系とも連結すべきでない。そして排氣口は建物の最高の部分よりも高い位置におくべきである。排風機は、排氣筒の中をできるだけ長い長さにわたって大氣圧以下にするため、排氣口に近接しておくべきである。いつも必要というわけではないが、フードと換氣との連結部の近くにアブソリュート・フィルター* を取り付けることが望ましい。もしフィルターを取り付けるならば、それは容易にモニターでき、そして容易に取り換えるような場所におくべきである。

(C.7) フードの内面は容易に清掃できる表面とすべきである。ガス、空氣および電気は、フードのそこから操作できるようにすべきである。フードのそとに光源をとりつけ、光がガラス窓を通して入るようにすることが望ましい。そうすると、照明器具をフードの中に入らないでとりかえることができる。

(C.8) もし γ 放射性核種をフード内で使おうとするならば、遮蔽物の重さを支えるための方策をとっておくべきである。遮蔽は装置の側面および正面ばかりでなく、上方、下方および背面に対しても必要とされることのあることを記憶すべきである。

壁 面

(C.9) 壁と天井とはかたい、多孔性でない、洗淨できる塗料で塗装すべきである。床はリノリウムあるいはプラスチックタイルのような、非浸透性の材

*) アブソリュート・フィルターは直径 0.02μ の粒子の99.97%を除去するものである。

(38)

料で上張りし、ワックスを塗るべきである。床と壁とのつぎ目は掃除しやすいように丸味をつけておくべきである。

調 度 品

(C.10) 調度品は最小限にしておくべきであり、きれいにしやすい材料で作るべきである。作業台の表面は成層プラスチック、ステンレス鋼またはリノリウムのような、非浸透性材料で上張りすべきである。

配 管

(C.11) 非常に放射能の高いガラス器具の一次洗浄のための流しをフード内にもうけることが望ましい。ガラス器具を洗うために大型の、できれば遠隔操作蛇口（ひざ、ひじまたは足先で操作する）を備えた洗浄用流しを少なくとも1つつけるべきである。排水はできるだけ直接に下水本管へみちびくべきである。そしてトラップは定期的にモニターするために人の近づけるところにおくべきである。この排水系の流量は、放出された放射性廃液を適当にうすめるのに十分であるべきである

(C.12) 普通の磁製流しでも、その底が排水栓に向ってわずかに傾斜していれば十分使うことができる。

廃 物 容 器

(C.13) この節では固体および液体の廃物を集めるのに必要な用具のみを取り扱う。

(C.14) 作業場所内に廃物が蓄積することを避けるために、保管あるいは廃棄するための集荷と運搬のシステムをもつことが望ましい。いくつかの型の容器が使えるようになっているべきである。足先で操作するふたのついた、多孔性でない袋を入れた缶が、固体廃物を現場で捨てるのに適している。ふた付

きのもっと大きい缶は、一時的保管にも、最終廃棄のために廃物を運び出すためにも有用である。実験室から運び出そうとする缶にはどれにも、はっきりと、かつ放射性廃物とわかるように、適切な記号をつけるべきである。

(C.15) 排水管を通して棄てるには放射能が高すぎる 廃液は 容器に集めるべきである。あふれ出す可能性に備えてこれらの2つの容器を直列につないでおくことが望ましいであろう。

特殊な用具

(C.16) 使っている放射能の種類とレベルとに適した特殊な 用具を 作業の種類別に用意すべきである。これには局所遮蔽，受皿およびトング，ピンセット，支持具のような取扱器具をふくむべきである。長柄の取扱器具および局所遮蔽は，ミリキュリー量の β または γ 放射能を取り扱う場所における防護として適当である。もっと多量の放射性物質を用いる作業には，遮蔽された光学系（たとえばペリスコープまたは鏡）をふくむ，特別に設計された遠隔操作用具を使用する必要がある。使っている核種が主に β 放射体の場合には，装置のまわりにぴったり合った透明なプラスチックを用いれば，中をよく見ながら取り扱いができて十分遮蔽することができる。放射性物質のための容器は，必要とされる遮蔽を線源にできるだけ近接して備えているべきである。液体試料用の容器はつねに，外側をこわれない容器で保護すべきである。（“放射性廃物の廃棄”の節も参照）

(C.17) アイソトープ実験室で使ったガラス器具はその目的のためにとっておき，適切なしるしをつけておくべきである。

(C.18) ピペットを遠隔操作する用具を備えるべきである。この操作は決して口で行なうべきではない。低レベルの作業に対しては簡単なゴム球または注射器型ピペットが適しているが，中レベルおよび高レベルの作業にはもっと精巧な遠隔操作用具が必要である。

(C.19) 数個の密封 γ 放射線源を使用する場合には、鉛のつまった受皿につき、鉛張りの金庫をおくのが望ましいであろう。こうすれば、受皿の鉛にあけた穴に個々の線源を別々に保管することができる。種類の異なる線源別に区画を設けるべきである。その内容を外側から直ちにしかも確実に見分けられるよう、各区画にしるしをつけるべきである。チューブ、セル、針などは、その種類と放射能とが相当の距離からでも容易に見分けられることが、極めて望ましい。

付 録 D

表面の放射能汚染

(D.1) 種々の表面の放射能のレベルと、それによって職員がうける放射線の線量との間の関係を、量的にあらわすことは不可能である。実際の放射線量、とくに吸入と経口摂取の結果としての線量は、放射性物質の種類、作業条件、作業者の習癖、および放射性物質の“とれやすい”ものと“とれにくい”ものとの割合、などによってかわる。実際には、種々の研究施設で望ましいと考えられている表面汚染の限度は、一般に言って、勧告された許容レベルのもとで受けてもよい全放射線量に対して相当の寄与をすると考えられるような限度よりも低い。この理由は、1つの区域から他の区域への放射能の移動を最小にとどめたいこと、ある種の測定器を使用するさいに低い放射線バックグラウンドが必要なこと、および表面濃度の検出に使われる計測の感度といったような技術的な配慮、または実験区域内で作業している間に放射能で個人が汚染することを避けるための特別な考慮の必要を最小にしたいという管理上の要望に、これらの限度がもとづいているからである。これらの考察の重要さは作業ごとに異なるであろうが、実験室操作を計画するときの手はじめの指針としては、

この付録の表D.1およびD.2に示してある、種々のグループによって使われ、または示唆されている表面汚染濃度の一覧表が役に立つであろう。

(D.2) 表D.1およびD.2に記されている種々の指定された“限度”に対応する実際の放射能表面汚染は、ここに書かれていない使用測定器の種類と測定方法に大きく依存するであろうということを注意すべきである。そのため、見掛上同一の限度値を使っている2つの研究施設で、許される実際の表面濃度が相当異なることもありうる。これらの限度が設定されたときには、“とれやすい”汚染と“とれにくい”汚染とについて何の指示も与えられなかったが、これらの限度は“とれやすい”部分のことをいっていると考えられる。“とれにくい”部分についての限度は、職員がうける可能性のある体外放射線の線量を考えてきめられる。

(D.3) 表D.1およびD.2に与えられている値は、表に記されているのとは異なる物理量の測定からしばしば推定される。たとえば衣服は、並列に計数するGM計数管の群に対して、きまった幾何学的関係に置いて放射能をモニターしてもよい。これらの計数管のその場合の応答は、衣服上の全放射能だけでなく、線質および計数管に対する放射能の相対的分布にもよる。観測された計数率に対応する平均線量率は、一様に分布し、校正された β 放射線源を衣服のかわりに置いて、それに対応する計数率を観測することによって近似的に決定しうるであろうが、ある一つの測定の場合、衣服表面の種々の位置における実際の線量レベルはこの“校正”によって示される値とは大いに異なるかもしれない。

(D.4) 表に示してある表面濃度のレベルのあるものについては、測定器の選択にあたって多少の注意が必要であろう。 α 放射体用測定器の多くは、被検面積の $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ に関係づけることができるような毎分の崩壊数あるいはカウント数で読めるように目盛りされている。 γ 線用サーベイメーターは一般にキュリー単位に関係づけることのできる $\text{mR}/\text{時}$ で校正されている。 β 線量の場合

表D.1 表面汚染の規定値の例

場 所	米国放射線防護委員会ハンドブック48	英国実施規則 ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)	カナダ原子力公社(c) ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)	フランス原子力委員会 ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)
1. 手およびその他の身体部分	0.1mrep/時 (a) 1.0mrep/時 (b)	α 10^{-5} β 10^{-4}	α 10^{-6} β 10^{-4}	α 5×10^{-6} (a) β 5×10^{-5} (a) β 5×10^{-5} (b)
2. 個人の衣服	同 上	α 10^{-5} (a) α 10^{-4} (b) β 10^{-4}	α 10^{-6} β 5×10^{-4}	α 10^{-5} (a) β 10^{-4} (a) β 10^{-4} (b)
3. 防護衣, ガラス器具, 実験用具, 素手で扱われるもの	同 上	α 10^{-4} (a) α 10^{-3} (b) β 10^{-3}	α 10^{-6} β 10^{-3}	α 10^{-4} (a) β 10^{-3} (a) β 10^{-3} (b)
4. 放射能区域	同 上	同 上	α 10^{-5} β “ふきとり検査で清浄であること” 接触して2mR/時以下	同 上
5. 非放射能区域	同 上	α 10^{-5} (a) α 10^{-4} (b) β 10^{-4}	α 10^{-6} β 10^{-5}	α 10^{-5} (a) β 10^{-4} (a) β 10^{-4} (b)

(a) 危険度の非常に大きい放射性核種
(b) その他の放射性核種

米国放射線防護委員会ハンドブック92には、この報告書の表1のグループ1とグループ2に対応する放射性核種に対するレベルとして0.1mrad/時を、また、表1のグループ3とグループ4に対応する放射性核種に対して1.0mrad/時を与えている。

(c) 基本的な試験は、表面が“ふきとり検査で清浄であること”でなければならないということであって、ふきとり検査は $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ で表わすことはできないものである。ただし、放射能区域のバックグラウンドは、利用できる測定器で β 線を測定して $10^{-4}\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ 未満とする。これらの条件つきで、別の欄に表示されているほかの値と見合っている最も近い値が、この欄に示してある。

表D.2 表面汚染の規定値 (オークリッジ国立研究所)

汚染の場所	方 法	数 値
皮膚—手	直読法	α 150dpm/100cm ² あるいは $6.7 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.3mrad/時
皮膚—手以外の全身	直読法	α 150dpm/100cm ² あるいは $6.7 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.06mrad/時
衣服—汚染区域外で 使用するもの	直読法	α 150dpm/100cm ² あるいは $6.7 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.25mrad/時
衣服—汚染区域で使 用するもの	直読法	α 150dpm/100cm ² あるいは $6.7 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.75mrad/時
汚染してはならない 区域における、場所 の汚染	直読法 ふきとり法	α 300dpm/100cm ² , あるいは $1.3 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.25mrad/時 α 30dpm/100cm ² あるいは $1.3 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 1000dpm/100cm ² あるいは $4.5 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$
再度支給される実験 用具、装置	直読法 ふきとり法	α 300dpm/100cm ² , あるいは $1.3 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 0.05mrad/時 α 30dpm/100cm ² , あるいは $1.3 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ $\beta-\gamma$ 200dpm/100cm ² , あるいは $9 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

には、標準のやり方は、 γ 線 で校正された測定器上のmR/時で β 線量を読む方法である。 $\beta-\gamma$ 線用検出器は検出部に達したほとんどすべての β 放射能をカウントするから、放射能の大ざっぱな推定値を毎分のカウント数としてうることができる。(たとえば、多くのGM計数管では0.2 mR/時の読みは大体600カウント毎分に相当する)。^{*}

(D.5) 身体表面上の小さい体積の空气中(薄い層中)で測定して平均1 mR/時という最大レベルは、ガイガー計数管(2平方インチつまり12 cm²の平らな面積を持つ)を汚染個所にできる限り近づけておいたとき、極めて近似的に

^{*} 訳注 わが国のGM計数管式サーベイメーターの大部分は線量率目盛のほか計数率目盛をもっているから、 β 線の測定に上記の手順を行なう必要はない。

約1,000カウント毎分の読みに相当する。実際の値は放射線のエネルギー、自己遮蔽、および存在する β 線と γ 線の相対量により変わるであろう。最も危険度の高い放射性核種の汚染レベルは0.1 mR/時(すなわち約100カウント毎分)をこえる線量率となつてはならない。*

付 録 E

大量のこぼれを処置する手順の例

E. 1. 緊急事態の初期段階にとるべき行動

大量のこぼれがおこった区域の汚染除去の計画をたてるまでは、次のような最小限の緊急行動だけをとるべきである：

(a) 必要かくべからざる職員以外のすべての人々および、必要とあれば患者を、退避させよ。ただし、モニターされて危険な汚染のないことが確認されるまでは何びとも、事故のおこった区域から非放射能区域の中へ出るさい、遠くまでは決して行かないようにすべきである。(これは負傷者には適用されないが、もし可能ならば、彼らの防護衣はこの施設内に残すべきである。)

(b) こぼれによって皮膚が汚染したならば水で十分に洗え。

(c) 影響を蒙った衣服をぬげ。そして、もしこぼれが衣服の上に存在するならば、それを汚染された室に残せ。

(d) すべての作業を中止せよ。継続すると汚染が増加することがある。

(e) その部の長および放射線防護担当者にしらせよ。

(f) 他の人々がまちがって汚染区域に入ることをないように、危険掲示をかげよ。

*) National Bureau of Standards Handbook 92—"Safe Handling of Radioactive Materials", March 9, 1964 をも参照。

(g) これらの緊急措置がとられている間に、こぼれの事故に遭った人々の汚染除去を行なえ。もし普通の洗浄処置では要求されるレベル（付録D）以下に汚染をさげるのに十分でないならば、この事例は医学顧問に相談すべきである。これらの作業を行なうべき順序は状況により異なり、多くの場合にはいくつか同時に実行されるであろう。

E. 2. 緊急事態の初期段階後にとるべき行動

(a) 事故のおこった区域に汚染除去措置を行なうため再び入る前に、これに関係する職員は事故の重大さに応じて適当な防護衣（手袋、履物、呼吸保護具を含む）を着用すべきである。これらの人々は、通常のモニタリング（体外放射線と体内放射線に対して）と汚染除去の処置を受けるようにすべきである。

(b) その他の人々が事故のおこった区域に再び入ることは、放射線サーベイによって、入っても安全であることが示されるまでは制限すべきである。

(c) 時には、事故に遭った人について、体内に入った放射性物質の量を決定するために、検査を行なうことが必要であろう。

(d) 事故に遭っただれかが体外放射線に大量の過剰被曝をし、あるいは体内または開放創にはなはだしく大量の放射性物質があることが見出されたならば、医学顧問はほどこすべき医療処置の準備をすべきである。

付 録 F

放射性廃物の取り扱い

一般原則

(F.1) 放射性廃物は、放射性物質の使用や、その他の原子力作業の結果として避けることのできないものである。放射能の減少は原子核の変化の結果と

してのみ起こり、その速さは変えることはできない。それゆえ、その放射能が無視してよい量まで崩壊していく間に人が放射線に過度に被曝することのないような方法で、これらの物質をとりあつかうことが必要である。

(F.2) この目的を達成するには2つの主要なやり方がある。第一の方法は、廃物中の放射性物質の大部分を、管理された状況のもとに永久に、または廃棄によって処理することが許される程度のレベルに崩壊するまで、保管する。第二の方法では、放射能は、他の放射能源と合わせても主委員会が勧告した最大許容線量よりも大きな被曝をひきおこすほどの量または濃度では、自然の過程を通して人に返って来ることはないような方法で、環境中に棄てられる。ある場合には、これらの方法は組み合わせて用いられ、たとえば廃物を処理して放射能の一部を濃縮して保管し、一方、残部は、汚染を部分的に除いた廃物として環境中に放出する。

(F.3) 廃棄に最も適切な方法を選ぶにあたっては、廃物を取り扱う作業者および公衆が受けるとされる放射線量を見積ることが必要である。これらの線量推定値は主委員会が勧告した最大許容線量以下でなければならない。多くの場合、いくつかの廃棄方法がこの要求にあてはまるもので、それらの選択にあたっては次のような多くの他の事柄を考慮に入れるべきである：

- (a) すべての線量を実施しうる限り低く保つという主委員会の勧告；
- (b) 廃物の取り扱い、保管あるいは分散に付随するかもしれない何らかの他の放射線の危険性あるいは放射線以外の危険性；および
- (c) 利用し得るいろいろな方法の相対的な価格と、費用を増加することにより最大許容線量に対してどの程度線量を減少し得るであろうかということ。

(F.4) この選択を行なうには必然的に熟練した判断が含まれるであろうけれども、病院や医学研究施設からの廃物の場合にはその決定はしばしば簡単であろう。このような場合、廃物中の放射性物質の量は、いま考えているどんな廃棄方法をとっても、主委員会の勧告とくらべて低い線量にしかならない程度

であり、したがって(b)と(c)の考慮が支配的となる。原子力施設からの廃物の場合にはもっと複雑な事態がおこるであろうが、これらはこの報告書の取扱範囲外である。

(F.5) どのような施設からの放射性廃物の廃棄を計画するにあっても、廃物の各型を分けて考慮することが必要であるが、しかしそれらは合わさって同一人の被曝をもたらすかもしれないことを記憶しておくことも必要である。また廃物の種類または量が変わるかもしれないような将来の発展にそなえて、実行しうる限り計画をしておくことが必要である。

(F.6) ある種の放出は、保持と分散の両因子をある程度組み合わせるものになるであろう。例えば、地中へ埋没すれば、放射性物質はゆっくりと放散されるので広く分散し、その結果、その放射性核種の半減期によるが、人が被曝する放射性物質の量は大いに減少するであろうことは確実である。

(F.7) 廃物は気体、液体または固体でありうる。それらはエアロゾル、水中の懸濁物、あるいは溶液として運ばれることがある。普通は不溶性と見なされる物質も種々の化学成分を含む水中では不溶性ではないかもしれない。空気、飲料水および食物中の放射性物質の濃度は、環境における希釈や移動および動植物によるとりこみのような諸因子に依存するであろう。これらの因子はまた、その地方の土地の物理的、化学的特徴、その地方の気象的および水理的諸条件、動植物の利用状況および人口集団の分布に依存する。したがって、大量の放射性廃物を環境へ放出するためのやり方は、地域的諸事情に関連させて考慮すべきであり、そのためには多くの分野における専門的知識がしばしば必要とされる。

液体廃物の廃棄

(F.8) 短半減期の核種を含む少量の可溶性の放射性廃物を衛生下水管系*

* 訳注 (88)項の脚注参照。

へ廃棄することは、しばしば便利で実行しやすい。こうすれば、放射性物質は、飲料水や食物中に入ってくるまでに時間がかかるので減衰し、またある程度の分散あるいは稀釈が行なわれる。いくつかの、比較的ふつうに使用される放射性核種では、衛生下水管系への放出は同じ元素の非放射性同位体と混合することにもなり、そのため動植物によるとりこみをかなり減じうる。勿論、その効果は、下水系の規模、下水処理の方法、下水処理後の排水の利用法、および含まれていた放射性物質の化学的性質などのような、多くの因子に左右される。

(F.9) 衛生下水管系への直接の排出は、診断と治療にさいして放射性物質を投与された患者からの排泄物の廃棄のためにはとくに満足すべきものである。放射能の放出量、放射性半減期、およびこの系によって処理される下水の量の間の関係は、通例、排出点近くの配管工や下水作業者を防護するために必要な注意以外の特別な注意を必要としなくて済むようになっている。もし配管した下水系がないならば、責任当局は廃棄方法を、人々の被曝の可能性に関して、評価しなければならない。

(F.10) ある施設から排出される液中の放射性核種の許容濃度の範囲を定めることは可能であり(90項を参照)、それは通常、そこで生ずる廃物の廃棄を許すのに十分なものである。もっと放射能の高い廃物でも、たとえばこの下水系が潜在的な飲料水源に通じていなければ、この系に放出することは許されうる。他方、ある種の水の利用(たとえば農業や工業利用)は、飲料水として用いる場合よりも低い放射性核種濃度にする必要があるかもしれない。そのような場合には、受け入れ側の水中の放射能濃度も考え、それを水の使用法と考えるべきである。

(F.11) 放射性物質を環境に放出することを含む諸行為の監督の責任の所在は国によって異なるであろうが、責任当局はすべてのそのような放出の総計が過剰の被曝をひきおこさないことを確実にすべきである。

固体廃物の廃棄

(F.12) 低レベルの固体廃物は非放射性廃物とともに廃棄してよい(92項を参照)。量がもっと多いときには、焼却または埋没を含む、他の廃棄方法が用いられる。

(F.13) 核種が揮発性でないときには灰の中に濃縮され、この灰からの危険は、これを取り出す間および最終廃棄(普通は土盛り)の間に起こるのである。多分、灰分取り出しの間の最も大きい危険は灰の吸入によるものであろう。この危険は、その取出作業に要する時間および空気についての最大許容濃度をしらべることにより、焼却すべきごみ中の最大許容濃度という表現で評価できる。地面にすてるときに起こる吸入による危険も、類似の方法で評価すべきである。

異常な廃物

(F.14) 廃物は、正常な作業やこぼれから生ずるほかに、作業条件が悪いための事故によっても生ずる。事故は十分な注意を払っていても起こることがあるが、悪い作業条件からの廃物は決して生じさせてはならない。

(F.15) “異常な廃物”のカテゴリーでもっとも厄介なのは、多分不注意や無謀によって放射性物質がひろがったために、いくつかの部屋や、時として建物全体が汚染されてしまったときに生ずる廃物である。汚染除去処置をしてもなお、その部屋からものを取り去り、あるいは建物を取りこわす必要さえあるかもしれない。

(F.16) 高いレベルの放射線が存在するために部屋が実験に不適当になっても、解体されたとき、あるいは埋没によって廃棄されたときに、通常のバックグラウンド放射線にほとんど寄与しないこともある。一般的な法則をつくることはできず、各々の廃棄を個々に考えるべきである。

気体状廃物の廃棄

(F.17) 気体の放射性廃物を日常的に環境に放出する場合、許容される廃棄量を決定するためにはその地域の諸条件の何らかの評価が必要となろう。その上で、排気筒の高さ、または換気系にフィルターを備える必要性に関して決定をすることができる。多量の放射性核種が大気中に排出される場合には、多くの放射性核種が物体の表面に吸収されて濃縮されるから、定期的モニタリングまたは環境サーベイを行なって、廃棄系が適切であることを確かめることをすすめる。たとえば、ヨウ素 131 は草に沈着し、草を食べる牛にとりこまれ、そして牛乳中に分泌される。この生物学的濃縮があるため、牧草地の上の空気中の許容レベルは、吸入にもとづいて設定された空気中の最大許容濃度よりもずっと低い値、通常は約1万分の1、にきめられているのである。

廃物の保管

(F.18) 放射性廃物の保管のやり方は多くの因子に依存する。いくつかの比較的明白なものは、量、濃度および放射性半減期；技術上の便利さおよび費用；保管容器の信頼性；および適当な保管場所を得る可能性、である。放射性半減期はとくに重要である。ある場合には、廃物を数日間保留することで十分であるものもあり、他の場合には、環境への放出が許されるレベルにまで放射能が減衰するのに非常に長時間を必要とするものもある。このような長期の保管のために特別な施設が準備されるべきである。

(F.19) 「封じこめ」(containment) の前に濃縮するとよい。この場合、廃物は適当な施設に保管するために、実行しうる限り最小の容積に縮小される。濃縮の方法には、蒸発、化学的沈殿、溶媒抽出、およびイオン交換法が含まれるであろう。可燃性の固体廃物の場合には適切に設計された焼却炉による濃縮が実行しやすいであろう。または、可燃性物質を圧縮梱包すると、地上での保管あるいは埋没のために必要な場所の大きさを減ずることができるであろう。

このような方法を用いた場合にはすべて、二次的な低放射能廃物を環境に放出してよい。

病院および医学研究施設における
放射性物質の取り扱いと廃棄 (1964年) ¥ 360

昭和42年4月1日 発行
昭和50年1月20日 第3刷発行

編 集 山 崎 文 男
責 任 者 玉 木 英 彦

発 行 者 社団法人
財団法人 日本アイソトープ協会
財団法人 仁科記念財団
東京都文京区本駒込二丁目28番45号
電話 東京 (03) 946-7 1 1 1
