

公衆の
放射線防護のための
モニタリングの諸原則

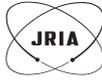
ICRP *Publication* **43**

公衆の放射線防護のための
モニタリングの諸原則

国際放射線防護委員会専門委員会4の報告書

1984年5月に主委員会によって採択されたもの

社団法人 日本アイソトープ協会



Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 43

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Minoru OHKOSHI, Tsutomu OHATA, Hiroshi KATAGIRI,
Shohei KATO, Morinobu KOKUBU, Mikio MURATA,
Hajimu YABUTA, Yoshikazu YOSHIDA

Editorial Board

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,
Japan Radioisotope Association

.....
Eizo TAJIMA* (Chair) Tatsuji HAMADA (Vice-chair)
Masami IZAWA** Sukehiko KOGA** Sadayoshi KOBAYASHI
Shinji TAKAHASHI**,[†] Ichiro MIYANAGA
.....

* ICRP member at the time. ** Former ICRP member.

[†] Passed away in April, 1985.

邦訳版への序

本書は、ICRP Publication 43 として刊行された、ICRP 専門委員会 4 の報告書

Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population

(*Annals of the ICRP*, 15, No. 1 (1985) に発表)

を、ICRP の了解のもとに翻訳したものである。

これは、同じ専門委員会 4 の報告書、“Principles of Environmental Monitoring Related to the Handling of Radioactive Materials” (1965 年採択, Publ. 7) を、ICRP の 1977 年勧告に従うように改訂したものである。しかし、この報告書で扱っている範囲はかなり広範となり、職業上の被曝と医療による患者の被曝を除くすべての被曝について、作業場所の外でのすべてのモニタリングを取り扱っているが、主として平常時のモニタリングプログラムに関する記述に重点を置いている。

翻訳は、日本原子力研究所の次の方々により行われた：

大越 実，大畑 勉，片桐 浩，加藤正平，国分守信，
村田幹生，藪田 肇，吉田芳和

他の報告書の邦訳作成の場合と同じく、この原訳は協会の ICRP 勧告翻訳検討委員会によって検討と調整が行われた。

翻訳にあられた上記諸氏のご協力に感謝の意を表したい。

昭和 61 年 6 月

ICRP 勧告翻訳検討委員会

(ii)

日本アイソトープ協会

ICRP 勧告翻訳検討委員会

- 委員長 田島 英三 (立教大学名誉教授)
- 副委員長 浜田 達二 (日本アイソトープ協会)
- 委員 伊沢 正実 (日本原子力発電㈱)
- 古賀 佑彦 (藤田学園保健衛生大学)
- 小林 定喜 (放射線医学総合研究所)
- 高橋 信次 (愛知県がんセンター)(昭和60年4月逝去)
- 宮永 一郎 (日本原子力研究所)

目 次

	頁 (項)
序	v
1. 緒 論	1 (1)
2. 用語の説明	3 (5)
3. 関連する委員会勧告	6 (12)
被曝の算定	6 (14)
公衆の個々の構成員に関する線量当量限度	7 (16)
集団の被曝	9 (17)
限度とレベル	9 (18)
4. モデル化とモニタリング	13 (22)
限度およびレベルの決定におけるモデルの使用	14 (24)
体外被曝モデル	14 (26)
環境移行モデル	15 (28)
代謝モデルとそれに関する線量算定モデル	18 (32)
モニタリングとモデル化との関係	19 (35)
5. モニタリングの一般的な目標	21 (40)
6. モニタリングプログラムの必要条件	23 (44)
7. 線源モニタリング	26 (49)

(iv)

モニタリングプログラムの立案	27	(54)
8. 環境モニタリング	29	(57)
線源関連の環境モニタリング	29	(57)
決定グループ，決定核種および決定経路の確定	31	(65)
人関連の環境モニタリングプログラム	34	(70)
環境モニタリングプログラムの立案	35	(73)
9. 公衆の個人モニタリング	37	(75)
10. 品質保証	38	(79)
11. 参考文献	40	

序

1981年12月の会議において、委員会勧告の適用に関する専門委員会4は、ICRP Publication 26：“国際放射線防護委員会勧告”の中で公にされた委員会の諸勧告との整合をとることを目的として、1966年に刊行されたICRP Publication 7：“放射性物質の取り扱いに関連する環境モニタリングの諸原則”の改訂を提案した。

委員会はこの提案を受け入れて、報告書の改訂版を作成するため専門委員会4の課題グループを設けた。課題グループのメンバー構成は次のとおりであった。

G. A. M. Webb (委員長)

O. Ilari

J. O. Snihs

F. A. Fry

R. M. Fry (通信メンバー)

改訂作業の期間(1981~1985)の専門委員会4のメンバー構成は次のとおりであった。

H. Jammet (委員長)

J. Mehl

R. M. Alexakhin

D. W. Moeller

R. Coulon

R. B. Osborne

R. E. Cunningham

J. O. Snihs

A. J. Gonzalez

S. D. Soman

O. Ilari

G. A. M. Webb

E. Kunz

L. X. Wei

1. 緒 論

(1) 環境モニタリングに関する前報告書¹⁾の刊行後、委員会はその基本勧告²⁾および線量制限に関する考え方のいくつかを変更した。以前の勧告の大部分は現在も適切であるが、委員会は、モニタリングプログラムが拠りどころとすべき一般原則を再評価することや、勧告を現行の放射線防護の考え方と整合させること、および作業区域外で行われるすべての種類のモニタリングにまでその範囲を広げることが必要と考えた。この報告書では平常時と緊急時の両方を考慮してはいるが、平常時のモニタリングプログラムに重点を置いている。委員会は、緊急事態が発生したときの対策の立案に関する勧告も公表している³⁾。

(2) この報告書では、職業被曝と放射線の医学利用による患者の被曝を除いた、すべての被曝を考察している。被曝源のあるものははっきりと決まった場所に発生するので、この場合には、被曝源に着目したモニタリングが実施できる；他の被曝源は広く分布しており、この場合直接的なモニタリングは比較的困難である。いずれの場合にも、線源モニタリングだけでなく環境モニタリングの必要性も評価すべきであり、また適切なモニタリングプログラムを立案すべきである。線量当量は、ある場合には測定だけで算定できるかもしれないが、通常は、モニタリングとモデル化の組合せが必要とされることが多い。

(3) 線源のモニタリングは、与えられた線源からの空気吸収線量率および環境中に放出される放射性核種の量の測定と算定に関係するものである。通常、このモニタリングはそれより先では放射性物質の放出を管理しあるいは放射線場への接近を阻止することが不可能であるような点の近くで行われ

(2)

る。環境モニタリングは、この点以遠の地域における空気吸収線量率の測定と、選定された環境媒体中の放射性核種濃度の測定に関係するものである。環境モニタリングは必ずしも単一の線源に注目して行われるとはかぎらず、複数の線源による局地的、広域的あるいは地球規模の影響を算定するためにも利用できる。

(4) 線源モニタリングも環境モニタリングも、その種類と規模は、施設の操業あるいは行為の段階と状況、すなわち、操業前、施設の操業開始時、操業中、デコミッションング、平常操業の間の操業終了時および事故時によって異なる。各段階でのモニタリングプログラムは、この報告書の第5章で述べるような特定の目的を満たすように立案すべきであり、また、ときどき見直すべきである。操業前の調査によって、モニタリングが不要であることが明らかになったり、きわめて簡単なモニタリングプログラムで十分であることがわかる場合が多い。

2. 用語の説明

(5) この報告書で用いている用語の多くは放射線防護において広く使用されているが、重要な用語のこの報告書の文脈中での意味を明確にしておくことは有用である。決定グループのような重要な用語は第3章で定義してある。

(6) モニタリングとは、放射線あるいは放射性物質に対する被曝の推定または管理と関連づけて行われる放射線または放射能の測定である。この用語は測定結果の解釈を含む。モニタリングプログラムは、測定の種類と頻度、測定手法または試料採取法とそれに続く実験室での分析の手順、統計的検定の方法、データの取扱法、解釈および記録の方法について定める必要がある。試料採取点のネットワークは、線源と被曝経路とに関連させて注意深く選ばなければならない。モニタリングプログラムの最終部分には個人または集団に対する線量当量の計算が含まれることもあり、あるいは単に、該当する誘導限度あるいは認定限度と測定値との比較が求められるだけのこともある。

(7) 線源モニタリングとは、ある決まった放射線源あるいは行為のモニタリングである。多くの線源、たとえば原子燃料サイクル、原子力以外の工業、教育的、研究および医学的利用について、線源モニタリングは通常、線源を発生させる行為の事業者*の責任で行われるであろう。また、測定は通常、排気スタックあるいは敷地境界フェンスのように、それより先では事業者が放出放射性核種の挙動に影響を与えたり放射線場へ接近することを妨げたりできなくなる点において行われるであろう。

(8) 環境モニタリングは被曝をもたらす敷地の外側で行われる。線源関

* “operator”は個人ではなく事業の実施者を意味する。ここでは事業者と訳す。

(4)

連の環境モニタリングと人関連の環境モニタリングに区別すると便利である。線源関連の環境モニタリングは、ある決まった線源または行為により生じる空気吸収線量率または放射能濃度の測定に関するものである；調査している特定の線源または行為の寄与を識別するために、比較測定が必要となることもあろう。線源関連の環境モニタリングは、認定限度以下であることを示すため、予測されたレベルとの違いを測定するため、および公衆への情報提供のために行われる。また、最適化の研究にも役立つであろう。このモニタリングは、線源あるいは行為の事業者の責任で行われる場合が多いが、補足的または追加的なモニタリングが、規制機関あるいは他の政府機関によって行われることもありうる。人関連の環境モニタリングは、複数の線源から同一グループの人々が被曝する場合に行われる環境モニタリングである。主目的は、すべての線源からの線量当量の算定である。人関連の環境モニタリングは最適化とは関係がなく、また通常、適切な国の監督官庁によって実施されるであろう。

(9) 個人モニタリングとは、直接人について実施される測定に関するものである。日常モニタリングプログラムでは個人モニタリングが行われることはまれと思われるが、少数の個人が単一線源あるいは複数線源から線量限度のかなりの割合の被曝をするような場合には使われることがあるかもしれない。個人モニタリングは、事故後、個人の実際の線量当量を算定するため、あるいは公衆に情報を提供するために有用である。

(10) この報告書においては、平常時と緊急時のモニタリングプログラムを区別する。平常時モニタリングプログラムには、あらかじめ決めた頻度で行うモニタリングと、ある種の作業または予見できる状況と関連して行うモニタリングの両方の日常モニタリングが含まれる。たとえば、原子力発電所の平常時モニタリングプログラムには空気吸収線量率と排出の日常的サーベイが含まれるであろう。また、このモニタリングプログラムには、より多量

の被曝を生じるかもしれない計画作業時に必要とされる追加のモニタリングの用意、および、異常ではあるが予見できる事態が発生したときに必要とされるモニタリングの用意もあるであろう。平常時モニタリングプログラムは、異常事態の調査に用いられる基準値も提供するであろう。緊急時モニタリングプログラムは、平常操業について勧告されている限度を超える被曝が生じる可能性のある緊急時に使用するために立案されたプログラムである。このようなプログラムは、対策の実施時期と範囲の決定に役立つ十分な情報を迅速に提供できるものでなければならない。平常時モニタリングと緊急時モニタリングの区分は、線源モニタリングプログラムにも環境モニタリングプログラムにもあてはまる。

(11) 行為を操業の種々の段階、すなわち操業前、操業開始時、操業中、デコミッショニングおよび操業終了後に区別することも有用である。測定の規模と頻度は操業の段階によって異なるであろう。操業前段階では、スタッフの訓練、分析施設の建設等を含めて、後の段階のために経験をつむことが目的であり、また、空気吸収線量率あるいは種々の物質中の放射能濃度の基準値を決めることが目的である。これらの値は初期操業段階において利用できるが、時間とともに変化するかもしれない。後の段階のための適切に立案されたモニタリングプログラムには、必要とされる比較測定が含まれるべきである。操業開始段階と初期の操業段階においては、モニタリングは集中的に行い、操業経験の蓄積にしたがって縮小していったよい。操業段階では、モニタリングは認定限度を満たしていることを示すために十分なものでなければならない、一方、デコミッショニング段階ではより集中的な、あるいは異なったプログラムが必要となるかもしれない。操業終了後の段階においては、ありそうもないことではあるが、非常に長期間にわたるモニタリングの必要性が生ずるかもしれない。

3. 関連する委員会勧告

(12) 委員会の基本勧告は ICRP Publication 26²⁾に定められ、次のように述べられている：

“(9) 放射線防護の目的は、非確率的な有害な影響を防止し、また確率的影響の確率を容認できると思われるレベルにまで制限することにおくべきである。……”

このために委員会は、12 項において一つの線量制限体系を勧告しており、その要点は次のようである。

“(12)……(a) いかなる行為も、その導入が正味でプラスの利益を生むのでなければ、採用してはならない；

(b) すべての被曝は、経済的および社会的な要因を考慮に入れながら、合理的に達成できるかぎり低く保たなければならない；

(c) 個人に対する線量当量は、委員会がそれぞれの状況に応じて勧告する限度を超えてはならない。”

(13) これらの三つの原則は、正当化、防護の最適化、および限度の遵守とに要約できる。モニタリングは、認定限度を満たしていることを明示し、最適化を行うための有用なデータを供給するために利用することができる。通常、モニタリングは行為の正当化に関する役割をもっていない。

被曝の算定

(ICRP Publication 26 の 212～219 項)

(14) 任意の行為の影響を算定するために、線量当量および関連する量、たとえば個人および集団に関する実効線量当量と預託実効線量当量を計算す

る必要がある。個人の線量当量が該当する線量限度を超えないことを保証するためには、個人線量当量の計算にはすべての行為からの寄与が含まれなければならない。線源関連の算定では、ある与えられた線源に伴う損害が評価される；この評価には、ある行為の現在および将来における操業に対する個人線量当量および集団の線量当量の計算が含まれる。人関連の算定は、すべての線源に由来する個人に対する線量当量に関係する。これら各種の評価のそれぞれを実施するには、モニタリングプログラムから得られる直接の測定結果と、モデルによる計算との適当なかね合いが必要とされる。

(15) 委員会が ICRP Publication 26 の 85 項中で一般公衆の被曝の観点から定義した重要な概念は、決定グループという概念である。このグループは、集団中で最も高い線量当量を受けると予想される個人を代表すべきものである；グループは年齢、食習慣および受ける線量に影響を与えるような生活行動面に関してかなり均一であるよう、十分小さいものであるべきである。公衆の個々の構成員にあてはまる線量当量限度は決定グループ内の平均線量当量に適用することが合理的であろうと委員会は信じている。見かけ上均一なグループ内にも生まれつきの個人差があるので、決定グループのいくつかの構成員は実際には平均値よりも高い線量当量を受けよう。しかし通常は線量当量が最大になるような仮定を用いているため、実際に受ける線量当量は推定した線量当量よりは低いであろう。決定グループは第 8 章でさらに議論する。

公衆の個々の構成員に関する線量当量限度

(ICRP Publication 26 の 117～128 項)

(16) 公衆の構成員は数多くの危険にさらされていて、放射線リスクの大きさは他のリスクとの関連において考えなければならない。委員会は次のように述べている；“この根拠から、年あたり 10^{-6} ～ 10^{-5} の範囲のリスクは公衆

(8)

の構成員のだれにとっても多分容認できるであろう。”

“(119) 10^{-2}Sv^{-1} のオーダーの全リスクという仮定は……、公衆の個々の構成員の生涯線量当量を、一生涯を通して年あたり 1mSv の全身被曝に相当する値に制限することを意味する。以後の諸項に記す理由で、委員会が勧告した1年につき 5mSv (0.5rem) という全身線量当量限度は、これを決定グループに適用したとき、これと同程度の安全を確保するものであることがわかっているので、委員会は、120～128項で規定する条件のもとに、これを引き続き用いることを勧告する。”

“(120) 公衆の個々の構成員に対して 5mSv という年線量当量限度を適用するとき、公衆の被曝をもたらすような行為は少ししかなく、決定グループ外の人々の被曝はほとんどないならば、平均線量当量は1年につき 0.5mSv より低くなると思われる……。この線量当量限度を公衆の構成員に適用するさいには、ある数の個人が2つ以上の決定グループに属するかもしれないという可能性を考慮しなければならない。実際は、決定グループを選ぶ場合に線量当量が最大になるような仮定を普通はしているので、最も大きい被曝をする個人が実際に受ける線量は、ほとんどの場合、この決定グループについて想定された線量よりもかなり低くなると思われる。”

最近の声明⁴⁾の中で委員会は次のように述べている*。

“委員会は、公衆の構成員の確率的影響について、放射性物質に対する被曝からの預託実効線量当量は、いかなる1年間においても 5mSv に制限されるべきこと、また、長時間にわたって繰り返される被曝に関してはさらに、終生にわたる被曝の各1年につきこれを 1mSv に限定するのが賢明であろうと勧告している。”

* 訳注：1985年の委員会の声明で次のように変更された：

公衆に関する線量当量限度の主たる限度は1年につき 1mSv とする。ただし、生涯にわたる平均の年実効線量当量が1年につき 1mSv を超えることのないかぎり、1年につき 5mSv という補助的線量限度を数年にわたって用いることが許される。

この声明は、放射性核種の摂取による被曝に適用されたものであるが、この原則は体外被曝に対しても同様に適用できる。

“(127) 放射性核種の摂取により公衆の構成員に与えられる線量当量の計算においては、子供の器官の大きさの違いまたは代謝特性の違いを考慮に加えなければならない……”

集団の被曝

(ICRP Publication 26 の 129～132 項)

(17) 委員会は、委員会が集団に関する線量当量限度を提案していないことを注意している。そのかわりに委員会は、集団の被曝に対するそれぞれの人工線源の寄与はその便益によって正当化されなければならないことを強調したい、としている。したがって、全集団の照射に関する限度は、あきらかに、必要最小限の寄与分の合算により得られる総線量であり、割り当てのためみかけ上利用できる、許容される総線量ではないことがわかる。

限度とレベル

(18) 委員会は、ICRP Publication 26 の 145～152 項において、限度とレベルの体系を次のように述べている：

“(145) 線量当量限度は、……個人の身体器官または組織の線量当量あるいは、該当する場合には、預託線量当量に適用し、また集団の被曝の場合にはこれらの量の一つを個人のグループについて平均した値に適用する。”

“(146) 補助限度は体外照射と体内照射について与えられる。全身の体外照射の場合には、補助限度は身体の 1 cm 以上の深さにおける最大の線量当量に適用する……。体内被曝についての補助限度は、吸入または経口摂取による摂取量の年限度である。……これらの摂取量の限度は成人の「標準人」に関するものである。しかし、一般公衆の決定グループが生物学的な特性において「標準人」と大

(10)

幅に異なっている場合には、その相違を考慮に入れるのが適切であろう……。”

(19) 委員会は、公衆の構成員に関する年摂取限度の数値を勧告していない。年線量当量限度の違いのほか、年齢による身体の大きさと代謝の相違、および環境中の放射性核種の化学形を含む多くの因子を考慮する必要がある。国の監督官庁はこれらの値を勧告したいと望むかもしれないが、委員会は、委員会が一般的に適用できる値を勧告することは適切ではないと考えている⁴⁾。いくらかの指針が第4章に示してある。

(20) 委員会は、限度とレベルに関して多くの勧告を行ってきた：

“(147) 実際の放射線防護においては、線量当量、預託線量当量、または摂取量以外の量と結びつく、たとえば環境条件などに関係した限度の設定がしばしば必要になる。これらの限度が、その状況に対するきまったモデルによって基本限度と関連づけられ、基本限度を反映するように意図されているときには、それらは誘導限度と呼ばれる。誘導限度は作業場所の線量当量率、空気汚染、表面汚染および環境物質の汚染といった量について設定されよう。誘導限度と基本限度との間のつながりの正確さは、誘導に用いられたモデルがどのくらい現実と合っているかに依存する。”

“(148) 監督官庁または施設管理者によって定められる限度は認定限度と呼ばれる。これらは、例外的には誘導限度に等しいこともあるが、一般には誘導限度よりも低くすべきである。認定限度の決定には最適化の方法が用いられよう。そして、その認定限度は限られた状況にのみ適用される。このような制限はいずれもはっきりと規定することが大切である。認定限度が存在するときには、それはつねに誘導限度に優先する。”

“(149) 参考レベルは、放射線防護プログラムの中できめられるどんな量についても、それらの量に限度があるかないかにかかわらず、定めることができよう。参考レベルは限度ではなく、ある量の値が参考レベルを超えるかまたは超えると予想されるときにとるべき一連の処置の方針をきめるのに用いられる。その処置は、単なる情報の記録から原因とその結果の調査、さらに介入措置までにわたる

であろう。参考レベルをきめるさい、この処置の一般的な適用範囲を定めることが重要である。参考レベルの最もふつうの型は、記録レベル、調査レベルおよび介入レベルである。”

“(150) モニタリングプログラムの中で行われる多くの測定は、あまりに低すぎて関心を引かないような結果を示し、そのような測定結果は記録されずに捨てられることが多い。それで、線量当量または摂取量について記録レベルを正式に定め、それを超えたならば測定結果は記録と保管に値する重要性をもつとすることが、多くの場合役に立つ。そうすれば、その他の測定結果はすべて、規定された記録レベル以下であると述べるだけで足りるのである。記録されなかったこれらの結果は、放射線防護の目的には、年間の線量当量または摂取量を算定する上でゼロとして取り扱うべきである。このやり方によって、モニタリング結果の記録はかなり簡易化されることになる。”

“(151) 調査レベルは、これを超えた場合、これ以上の調査を正当化するほど重要と考えられる結果をまねくような線量当量または摂取量の値としてきめることができる。任意のきまった種類の測定量について、誘導調査レベルをきめて、それを下回る測定結果が、合理的な確実さで線量当量または摂取量の該当する調査レベル以下の値に対応するようにすることが可能である……。”

“(152) 介入措置の詳細はそのときの状況によって左右されるであろうが、経験上、ある量の値が介入レベルを超えないかまたは超えると予想されないならば介入措置が必要になることはほとんどないように、介入レベルをあらかじめ設定しておくとしばしば役に立つことがわかっている。介入措置は平常作業を妨げやすく、また、場合によっては、平常時の責任系統を乱すことがあるから、軽々しく行われるべきではない。”

(21) ICRP Publication 26 には定義されていないが、委員会は ICRP Publication 37 の 67 項で上限値の概念をとり入れた。線源に関する上限値は複数の線源から被曝する場合であっても、いかなる個人もその受ける線量が該当する線量当量限度以下に保つことを保証するための、その線源の最適

(12)

化過程における束縛条件となることを目的としている。したがって、単一の人工線源に関する上限値は年線量当量限度のある割合に定められる。

4. モデル化とモニタリング

(22) 個人に対する線量当量あるいは、集団に対する集団線量当量の算定には、モデルと測定の間方が使われるが、両者の適用の兼ね合いは算定の目的と被曝経路のどの点で測定が行われるか等の因子に依存する。極端な例として、測定がまったく必要とされないこともあろう；たとえば、体外照射による線量当量は、線源の放射能と核種組成がわかれば、計算が可能であろう。反対の極端な例としては、個人が受ける線量および放射性核種の体内量を直接測定することが必要となる場合で、この場合必要なモデルは代謝モデルと線量算定モデルおよび摂取状況だけである。多くの場合、とくに環境中に放出された放射性核種を考える場合、モデル化と測定の組合せが行われよう。算定の信頼性は、目的に合ったモデルの使用と組み合わせ合った適切な測定の正確さと頻度に依存するであろう。

(23) 線量算定法は、測定値を人に対する線量に関連づけるために必要とされるステップ数により順位づけすることができる。最も直接的な方法には、空気吸収線量率の測定と放射性核種の個人体内量の測定がある。これらの算定は、環境移行モデルを必要としないが、実際上の理由から、まれにしか行われぬ。前の例よりもいくらか間接的であるが、放射性核種の摂取による線量は、空気中および食物中の放射性核種量の測定によって算定することができ、その場合、吸入率、消費率の知識が必要である。被曝する人からみて最も遠く離れた関係にあるのは線源位置、放出地点あるいは環境移行連鎖の初めの段階での放射性核種あるいは空気吸収線量率の測定である。このような場合、放射性核種の希釈と拡散、環境中の経路を通しての移行、およびその結果もたらされる人への線量を予測するためのモデルが必要である。

(14)

限度およびレベルの決定におけるモデルの使用

(24) モデルの使用により、線源位置あるいは環境中で測定された放射能レベルと個人および集団に対する線量当量との関係を確立することができる。第3章で定義したように、誘導限度は基本線量当量限度と関連づけられる。誘導限度は線量率、放射性核種の排出率あるいは環境媒体中の放射性核種濃度として表現できる。誘導限度値は、ある測定値がこの値を下まわれば線量当量限度が満たされていることが実質的に確かであることを示すように定められる。この目的を達成するためには、誘導限度を基本限度に関連づけるモデルのパラメータに安全側の値を使う必要がある。誘導限度を超える値が測定されたとしても、必ずしも線量当量限度を超えたことを示すわけではなく、それは状況の注意深い見直しとともに線量当量のより詳細な算定の必要性を示すものである。

(25) 参考レベルは、第3章に定義したように、何らかの対策が必要とされる線量当量レベルに対応している。モニタリングプログラムで決められたいかなる量についての参考レベルも、誘導限度で使われたものと同様な方法で、適切なモデルを使って計算できよう。

体外被曝モデル

(26) 体外被曝は、宇宙線、人が造った施設からの直接照射および環境中に存在する放射性核種からの直接照射によりもたらされるであろう。

(27) 静止点線源と考えてよい一つの線源からの直接照射による被曝の算定は、比較的単純なことである。線量率の測定は線源に近い所で実施可能であり、より遠方における個人に対する線量当量の計算は、その人がその地点で過ごす時間についての仮定および、線源からの距離とその中間に存在する建物その他の障害物による減衰係数に散乱に対する適当な考慮を加えた仮定

に依存する。一般環境中に存在する放射性核種の場合、体外被曝の二次元あるいは三次元モデルが必要となるであろう。地中の放射性核種による屋内での被曝は壁および床の遮蔽効果により減少する。しかし、建築材中の放射性核種および建物の屋上と壁に沈着した放射性核種は、建物内における体外被曝をかなり上昇させるであろう。このような場合については、いろいろな複雑さをもつ計算モデルが利用できる。

環境移行モデル

(28) 放射性核種は、大気系および水系への直接排出あるいは放射性廃棄物の陸地埋没からの漏出により環境中にもたらされる。大気中への放出と人との間の単純化した経路を図1に示す。被曝は、空気中の放射性核種または地表面に沈着した放射性核種からの直接照射、大気浮遊性の放射性核種の吸入あるいは汚染した食物と水の消費により生じるであろう。放射性プルームからの直接照射およびプルーム中の放射性核種の吸入はかなり直接的な被曝経路である。他の経路は、環境のさまざまな部分の間における多くの移行過程が関係する。図に示したそれぞれのコンパートメントは相当単純化したものであり、多くの場合、それ自体多くのいろいろなコンパートメントから構成されているであろう。

(29) 同様に、水中あるいは地中への放出と人との間の単純化した経路を図2に示す。直接の照射は放出のサイト、または表土と堆積物への放射性核種の蓄積から起こりうる。環境を通じての種々の移行過程の結果として水および食物が汚染されるが、この場合も、ここに示されているコンパートメントは、現実の過程に含まれる環境のさまざまな部分を単純化して表現したものである。再浮遊した土壌と堆積物の吸入および人による種々の環境系の部分の利用についても考慮しなければならない。

(30) 環境移行モデルの種類とそれらの特性についての詳細はICRP

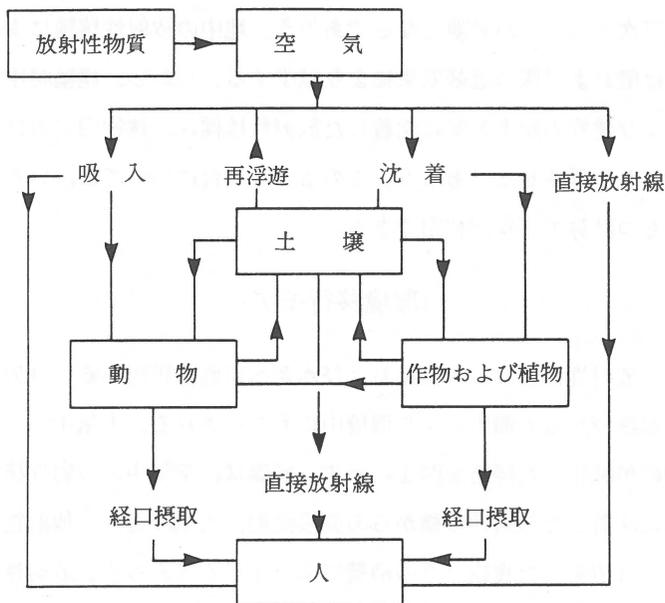


図1 大氣中に放出された放射性物質から人までの簡単化された経路

Publication 29⁵⁾に述べられている。これらのモデルはほとんどすべての状況で必要とされるが、施設の寿命期間中の各段階に対応して特定の使い方がされる。操業前の段階では、重要な放射性核種と被曝経路の確定、潜在的な決定グループの選択、個人および集団に対する線量当量の予測、誘導限度の決定と参考レベルの設定、および適切なモニタリングプログラムの確立のためにこれらモデルが必要である。操業段階では、操業前の段階で開発されたモデルを用いて環境モニタリングプログラムの結果から線量当量の計算を行い、あるいはこれらの環境モニタリング結果が検出限界以下の場合、放出データから線量当量を計算するためにこれらのモデルが用いられる。特定の経路からの線量当量が小さい場合にも、モデルだけに基づく算定が行われ、モニタリングは、たとえ実行可能だとしても、経済的には正当化されないで

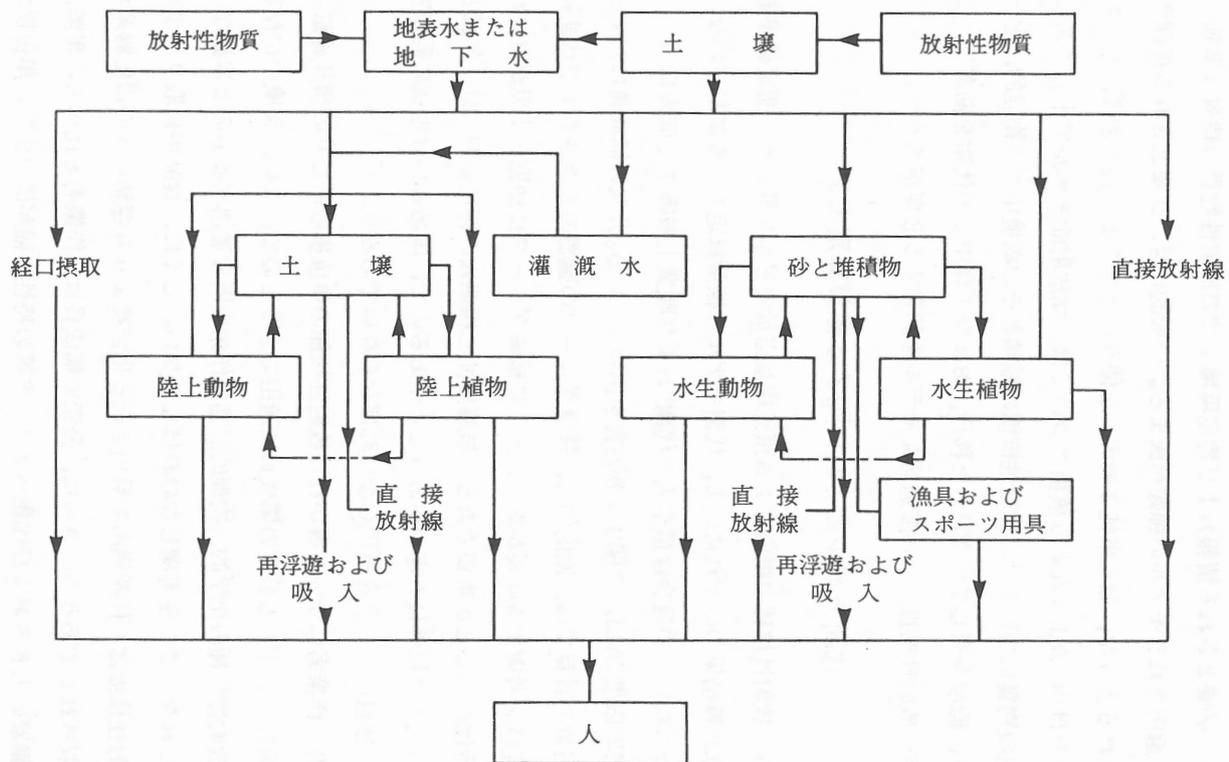


図2 地下水または地表水(海洋を含む)に放出された放射性物質から人までの単純化された経路

(18)

あろう。

(31) 必要とされる情報および特定環境下での放射性物質の特有な挙動により、適用されるモデルの種類が決まる。一般的には、必要とされる正確さが得られるような、最も単純なモデルを使うべきである。たとえば、トリチウムまたは ^{14}C のようなある核種については、比放射能モデルで十分であろう。他の物質については、放射性核種の種類とその環境中での物理的、化学的形態、環境を通じての取込みと移行、および人体中での代謝を勘案し、この特定の放射性物質について適切なモデルを開発する必要があるであろう。

代謝モデルとそれに関する線量算定モデル

(32) 放射性核種の摂取による預託線量当量のどんな算定も、測定結果あるいは計算結果のいずれにせよ、代謝モデルと線量算定モデルに基づかなければならない。委員会は標準人の代謝⁶⁾および職業上被曝する成人についての年摂取限度(ALI)⁷⁾に関する報告書を出版している。公衆の構成員に対する線量当量の計算では、原則的に、被曝グループの臓器の大きさおよび代謝特性の違いを考慮する必要がある、とくに被曝グループに幼児と小児が含まれる場合はこのことが重要である。被曝集団と標準人の特性の間には、年齢と臓器の大きさ以外にも違いがあることがあるので、国あるいは地域の監督官庁は、独自のデータを選択しなければならないであろう。

(33) 作業員について導かれた放射性核種の単位摂取あたりの預託線量当量の値は、必ずしも公衆の構成員に適用できるものではない。環境中に存在する放射性核種の化学的、物理的形態は作業場所で遭遇するものとは異なるかもしれないことを考慮しなければならない。とくに、食品中に取り込まれた放射性核種は、作業場所で見出される化合物よりも容易に人の消化器系から吸収されるであろう。さらに、公衆の構成員は、作業員と比べて、年齢、身体臓器の大きさおよび代謝パラメータ等の特性の幅が広いので、単位摂取

あたりの預託線量当量の値もより広い幅をもつであろう。委員会が1984年声明⁴⁾で勧告したように、年齢、習慣等のある範囲にわたった単位摂取あたりの預託線量当量の計算が、行われるべきである。

(34) 消費率および吸入率の値は、線量算定の目的という観点から選択しなければならない。決定グループに対する預託線量当量を算定する場合、限度を下まわることを実際にするためには結果が最大となるような仮定が適切であるが、最適化の研究あるいは種々の被曝源の比較に用いるための集団線量当量の算定では、現実的な仮定を使用すべきである。

モニタリングとモデル化との関係

(35) モニタリングプログラムの結果を解釈するためには、いろいろな複雑さをもつ計算モデルを使用する必要がある。これらのモデルは他の研究開発の努力に由来することもあり、その場合には観測結果に基づいて改良されることはあるが、モニタリングプログラムには依存しない。

(36) すべてのモデルは最初は観測に基づいている。着目している放射性物質に関する適切な実験データが存在しない場合には、まず第一に、類似物に基づいてモデルを構築することが必要であろう。施設の操業前の段階および操業期間中、モデルを検証するために観測あるいは実験を行うことができよう；そして、たとえ移行の各段階にかかわるすべてのパラメータに関しモデルのすべての部分を検証することは不可能であるとしても、モデル全体としての妥当性をチェックするために適切な観測を行うことは可能であろう。

(37) 移行連鎖に沿った多くの点で放射性核種が容易に測定できるような排出の場合、測定結果はモデルを改良するために使うことができる。ひとたびモデルが試され、必要とされる正確さで結果が得られることがわかれば、実験の努力を減らすことができよう。モデルとモニタリングプログラムのどちらも経験に基づいて見直しされなければならないが、あらかじめ予測でき

(20)

なかった人への経路または認識されていなかった濃縮過程が確認されること
があるかもしれないので、継続的な環境モニタリングの有効性を看過すべき
でない。もっと一般的には、放射性物質の日常的な排出は、環境媒体中に非
常に低レベルの濃度上昇しかもたらさないで、日常モニタリングの結果を、
モデル改良のために使用することはできない。

(38) モデルを用いて予測される線量に最大の不確かさをもたらす諸因子
を明らかにするために、感度解析等の技法を使うべきである。もしこれらの
不確かさが容認可能な範囲より大きいならば、それらの技法を使うことによ
って、モニタリングプログラムを支持するためにはどの分野の実験を追加す
るのが最も効果的かを知ることができる。

(39) 環境への事故的放出がある場合には、放射能レベルが高いため、平
常状態では入手できないデータを収集するよい機会となる。このような状況
下では、線量算定のための測定が優先されるが、モデル化と研究のために、
測定に続いてデータが解析され活用される機会を無視すべきではない。

5. モニタリングの一般的な目標

(40) モニタリングプログラムの立案を正当化する主要な目標は次のとおりである：

- (1) 平常操業または事故により環境中にもたらされる放射性物質あるいは放射線場から、決定グループおよび集団が受ける実際のあるいは潜在的な線量を算定すること。これは決定グループに対する線量当量の算定に限定してもよいし、集団に対する集団線量当量の算定まで拡張してもよい；
- (2) 認定限度および法律上の要求にしたがっていることを示すこと；
- (3) 線源の状態、施設の操業あるいは閉じ込めの妥当性および排出物管理の有効性をチェックすること、異常状態あるいは予見できなかった状態の警告を出すこと、および、適切な場合、特殊環境モニタリングプログラムを発動すること。

(41) モニタリングは、これらの特定の目標の一つあるいは二つ以上の達成が期待されるときにのみ実施されるべきである。ひとたびプログラムが開始されたならば、その目標がひき続き満たされることを確実にするため、定期的に見直しされなければならない。

(42) 一つまたは二つ以上の基本的目標を満たすためにひとたびモニタリングの必要性が決定されると、副次的な目標を満たすために、種々のプログラムが実施される。副次的目標とは以下のとおりである。

- 公衆に対して情報を与えること；
- 環境放射能レベルへの施設または行為の影響の継続的記録を維持すること；

(22)

- その事業者の施設または行為からの寄与を他の線源からの寄与と区別すること；
- 事故の影響の算定で必要となることがある局地的環境における物質の挙動についてのデータを得ること；
- 新しい経路の出現を含めいろいろな移行経路と移行機構の相対的重要性の変化を確認すること，そしてさらに，経験にてらし，また変化する条件に対応して，環境モニタリングプログラムの改訂を可能にすること；
- モデルの構造を改良し，かつパラメータの不確かさを減らすため，環境モデルによる予測を検証しあるいは改善すること；
- 環境中における放射性核種の移行の知識を増すことを目的とした，より一般的，科学的な研究を行うこと。

(43) 一般に，線源モニタリングは施設あるいは行為の事業者により実施される。ある特定の線源に関連した日常環境モニタリングプログラムは，事業者，適切な国の監督官庁，あるいはその両者により実施されるであろう。適切な国の監督官庁により実施されるより一般的な環境モニタリングプログラムには上述の目標の他に，特定の線源に関連しない目標が含まれるであろう。これらのプログラムは次の目標に役立つ：

- すべての放射線源の全体的な環境影響を評価すること；
- 現在の行為についての被曝を制限するための管理の有効性を算定すること；および
- 被曝の傾向を調査すること。

6. モニタリングプログラムの必要条件

(44) いかなる被曝源についても、モニタリングの規模と程度は平常時および事故時において個人に対する予測線量当量と集団に対する予測集団線量当量の意義を反映させるべきである。被曝源の多くはいかなる種類のモニタリングも必要としないであろうし、あるものは日常的な線源モニタリングは必要かもしれないが、環境レベルについてはときどきのチェックでよく（緊急時モニタリングのための準備のある場合とない場合がある）、またあるものは、緊急時モニタリングの機能を備え、線源と環境の両方についての連続的かつ包括的なモニタリングを必要とするであろう。この章では、種々の異なる線源に関する適切なモニタリングについて、いくらかの一般的指針を与える。

(45) 公衆が近づきうる場所の体外被曝の線量当量率が非常に低く、排物中に日常的に放出される放射性核種量が非常に少なく、また事故的放出の可能性が非常に低い、あるいはないような多くの被曝源があることは明らかである。そのような線源の例として、工業的にいろいろ利用される密封線源、研究または教育に使用される少量の非密封線源、および消費財がある。この種の個々の線源で適切に遮蔽され管理されれば重要な被曝源とは考えなくてよいものについては、前章で述べた放射線防護の目標を満たすためにモニタリングプログラムが必要となることはなさそうである。もし必要ならば、保有量と取扱量から体外線量率が計算でき、排気、排液の排出の影響も算定することができる。ある場所の特定の線源が、モニタリングの必要性の観点から重要でないと考えてよいかどうかは、施設の詳細、その使い方、最も近くにいる公衆の構成員の位置、および局地的環境に関係するその他の要因に

(24)

依存するので、正確に定量的な明細を示すことはできない。しかし、決定グループの構成員に対する $1 \mu\text{Sv}$ 程度の年線量当量は、線量当量限度と比べても、実際の測定の観点からは、自然バックグラウンド放射線の変動に比べても、非常に低いことは明らかである。したがって、最高の被曝をする個人に対しそのような線量を与える線源は、もし有意により高い線量をまねく可能性が非常に低いかなければ、モニタリングの観点から重要でないと見なすことができよう。

(46) 日常的な排出物の放出の点からも、より高線量率をもたらす可能性があるという理由からも、モニタリングプログラムの必要性が明らかな何種類かの線源あるいは施設がある。そのような施設の例には、原子力発電所、再処理工場および燃料製造工場といった原子燃料サイクルに関連した施設の多くがあげられる。この種の施設は、モニタリングの必要性の観点から重要と見なされ、つねに線源モニタリングを必要とするであろう。このモニタリングは通常、日常的な放出に対するチェックとして機能するため、および正常な状態からの逸脱の警告を出すため、連続的に行われるであろう。通常、このような線源には、環境モニタリングプログラムが必要でそれは被曝の主要経路の体系的算定ができ、かつ新たな経路の出現を検知するのに十分包括的であるべきであろう。そのような線源からの日常的放出物による最大年線量当量は $1 \mu\text{Sv}$ よりかなり大きいかもしれない。モニタリングプログラムの論理的根拠の多くは、しかし、放出の可能性に関連しているであろう。しかしながら、平常操業に関するモニタリングと事故的な状況を検出し算定するためのモニタリングとでは、異なった要求がありうることに注意すべきである。

(47) 多くの線源と施設は、上述のかなりはっきりした両極端の中間にあるであろう。適切なモニタリングプログラムは、着目する施設が重要であるかないかのどちらの категорияにどの程度近いかに関係づけるべきである。

(48) 個々の施設に関係づけたモニタリングプログラムの必要性に加え、適切な国の監督官庁は、多くの異なった線源、あるいは大気中の核兵器実験または大気中に不注意に放出された地下核実験からの降下物のような、広い範囲に分布する線源の累積効果を調査するためのプログラムを策定することがあろう。

7. 線源モニタリング

(49) 第6章で概説した考察を参考にした操業前段階での検討により、必要な線源モニタリングの頻度と種類が明らかになるであろう。平常操業の観点およびそれよりかなりの高線量を生じる可能性の観点から重要でないもの以外のすべての線源について、線源モニタリングの必要なことを示すことができそうである。しかし実際上は、非常に多数の小規模施設と線源が重要でないものの範ちゅうにはいるであろう。

(50) 中程度の線源については、排出物の試料を採取し、あるいはときどきの線量率測定で十分なことが多いであろう。これらの線源についてのモニタリングの頻度は、増加することができ、最後には連続とすることができる。排出物の組成に関する知識とその予測可能性によるが、簡単な場合には全放射能を測定するだけで十分かもしれないが、通常は放射性核種の分析を行う必要がある。もし体外線量率または放射性核種の排出率に急激な変動が起こる可能性が少ない性質の線源であれば、定期的なモニタリングで十分であろう。そうでない場合には、そのような変動を検知し、その後の行動の引き金とするような種類の何らかのモニタリングシステムがなければならない。そのようなモニタリングシステムの感度は、日常の測定に対するものほど高い必要はない。

(51) 大規模な施設については、線源モニタリングプログラムは包括的である必要がある。これは、重要な放射性核種それぞれの排出量に関する情報を得るのに十分な頻度で、放射性核種の全排出経路について、試料採取を行うことを意味している。ある状況下では、重要な放射性核種がただ一つあるだけかもしれない。これらの重要な排出の影響を算定するために他のデー

タも必要とされるであろう；これらのデータには、排出物の化学形、放出された物質の溶解度、大気浮遊性の粒子状物質の粒径分布、および必要な気象学および水理学的データが含まれるであろう。平常放出に関するモニタリングのための装置とデータ取扱いの要件を設定する場合には、事故の可能性についても考慮し重要な装置の測定範囲が十分であること、警報設備が適切であること、および環境モニタリングと対策実施の指標として役立つように、事故に関するデータ解析が十分迅速に実施できること、を確実にすることが必要である。事故状態の結果放出される放射性核種の組成および物理化学的特徴は、平常状態とは異なることがありうることへの配慮が重要であり、事故時放出についてのモニタリングシステムの立案を行うさい、事故に対して十分に柔軟な対応がとれるようにこのことを意識しておかなければならない。

(52) 操業の寿命期間の間に経験が蓄積されるに伴って、線源モニタリングプログラムの必要性和程度は見直しされるべきである。とくに、線量率および排出量の予測性は増加するであろうから、ある線源については連続モニタリングから定期的な試料採取に変更することも可能であろう。いろいろな放射性核種および経路の相対的重要性の変化の可能性も考慮しなければならない。

(53) 自然放射線源からの一般公衆の照射は、主要な被曝源として扱われるべきであり、そのモニタリングは人工の線源に対するものと類似に考えることができる。

モニタリングプログラムの立案

(54) 線源モニタリングプログラムの立案にあたって考慮すべき基本的な事項は、すべての線源について同じであるが、そのモニタリングの規模と頻度は異なるであろう。線源モニタリングプログラムは、個々の線源、あるいは類似の線源について立案されなければならないので、ここでは一般的な指

針についてのみ示す。

(55) 線源モニタリングプログラムは、通常、線量率あるいは放射性核種の排出率を測定するために立案されるであろう。線量率は、線源の性質と状態に依存して変化する。連続的に動作する線量率計を備えることが必要となるかもしれないし、あるいは、もし線源が予測可能であるならば、線量率をある期間で積分することでも十分であろう。排出の形態はいろいろである：大気浮遊性排出物は操業中に連続的に排出される場合が多いが、操業自体は不連続かもしれない。一方、液体排出物は連続的に排出されるか、あるいは一時貯蔵されてバッチ式にタンクから排出されるであろう。それぞれの種類の線源および潜在的な被曝経路の各々について、測定点の位置、連続モニタリングの必要性の有無、試料採取と測定の頻度、および何らかの追加の情報があればその準備について考慮することが必要である。たとえば放射性核種の排出については、気象学のおよび、水理学的データおよび影響を受ける環境に関連した他の情報とともに、排出物の化学形、密度および流量の情報を得ることが必要であろう。

(56) 公衆の被曝は、種々の形態で広範囲に分布した放射性核種により生じうる。これらの形態のあるものは、線源でのモニタリングが実施可能である。たとえば、代表的な建築材料中の放射性核種含有量は使用前にサーベイすることができ、天然ガスの放射性核種含有量は、家庭に配給される前に、そしてミネラルウォーターや一般消費材の代表的サンプルは、公衆に行きわたる前にモニタすることができる。鉱さいや廃棄物処分のサイトのような他の線源については、間接的に線源を測定することのみが可能であるので、線源モニタリングプログラムの中で行われる測定が十分に代表性を有していることを確実にするために、起こりうるレベルと変動についての包括的なサーベイが、線源のモニタリングプログラムの立案に先立って必要とされるであろう。

8. 環境モニタリング

線源関連の環境モニタリング

(57) 第2章で定義したように、線源関連の環境モニタリングは、ある特定の線源の影響を算定するために行われるモニタリングである。線源モニタリングの場合と同様に、第6章で概説した考察とあわせて、操業前の段階での検討により、必要とされる環境モニタリングの頻度と種類が明らかになるであろう。

(58) 線源モニタリングを必要としないような重要でない線源については、線量の算定のためあるいは限度を下まわること示すための、日常の環境モニタリングプログラムは必要とされないであろう。しかし、公衆に情報を提供するために、いくらかの環境モニタリングが実施されるような状況もありうる。この公衆への情報提供はモニタリングプログラムから合理的に得られる副次的な目的であるが、そのような再保証から得られる利益と、労力および出費との両面から見たプログラムの費用とを慎重に比較考量することが必要である。

(59) 研究炉のような線源は、平常操業に関しては重要ではないが、より高線量をひき起こす可能性がかなりある。これらの線源については、環境モニタリングの準備を織り込んだ緊急時計画をもつことが必要であろう。固定された線源については、連続的な線源モニタリングプログラムをもつこと、操業前の段階で予備的な環境モニタリングを実施すること、および、環境物質中の放射能濃度と体外線量率の基準レベル値を決定することも必要であろう。放射性物質の輸送のように、線源モニタリングと操業前の調査が不適切

(30)

であるいくつかの線源がある。これらの線源については、主として要求されることは、時間と場所を問わず必要に応じて発動しうる十分に訓練された緊急時計画である。

(60) 予測線量の大きさが増加するにしたがい、環境モニタリングに払うべき努力は増加するであろうが、試料の分析の規模、頻度および程度は、局地的環境を考慮し線源の個々の特性に応じて決定されるであろう。被曝経路は操業前の段階に決定されており、適切な環境媒体が、必ずしもそれに限定する必要はないが、決定経路中の媒体を含むように選ばれるであろう。定期的な環境モニタリングは、操業の初期段階ではきわめて頻度高く実施されるべきであるが、測定の頻度と種類は、経験が得られ操業前の予測が確認されるにしたがって減らすことができよう。

(61) 大規模な環境モニタリングプログラムは、日常かなりの排出があるような大規模な施設についてのみ勧められる。しかし、これらの施設については、体外線量率の連続モニタリングと、大気中および水中の放射性核種の連続試料採取を実施することぐらいが可能である。他の環境物質の試料採取も定期的にも実施しなければならないが、頻度はずっと少なくてもよい。

(62) 高線量の可能性が少ない線源を除くすべての線源に対して、事故時に発動されるべき緊急時モニタリングプログラムがあらかじめ準備されている必要がある。そのプログラムは多くの場合、線源のモニタリングプログラムあるいは線源が損傷したという直接の情報により発動されるが、例外的に環境連続モニタによることもありうる。そのプログラムは、地域的には包括的で、対応は迅速であるべきであり、そして平常の状況ではあり得ないような線量率および放射能レベルの測定または試料採取を可能とすべきである。

(63) 一般に、線源関連の日常環境モニタリングプログラムは、どちらかという決定グループに対する平均線量当量の算定を指向している。集団線

量当量の推定値は、通常放射性核種の放出あるいは線源位置での線量率に関する情報に基づいて行われる。しかし、非常に大きな集団に対する集団線量当量が、環境モニタリングプログラムの結果から計算されうるような場合があるかもしれない。例としては、汚染した飲料水の消費あるいは汚染食物の広範囲な分布があげられる。しかし、このような状況下では、環境モニタリングプログラムはモニタしている経路のみからの特定集団に対する集団線量当量の算定を可能にしているのだということを認識しなければならない。

(64) 環境そのもの、あるいは人による環境の利用に変化があるかもしれないから、定期的な見直しの必要性は線源モニタリングプログラムについてよりも環境モニタリングプログラムについての方が、より重要である。このような変化があれば、モニタしている経路がなお適切であったかということを確認するために、環境モニタリングプログラムの見直しが必要となる。

決定グループ、決定核種および決定経路の確定

(65) 重要な線源に関する環境モニタリングプログラムの決定で肝要な点は、潜在的な決定核種、決定経路および決定グループを確定することである。これらの算定を基礎として、線量当量に主として寄与する放射性核種と経路を選ぶことができ、その結果これら核種、経路に着目してモニタリングプログラムを決定することができる。図3のような図式が有用であろう。各解析に求められる詳しさは、決定グループが受ける線量当量の重要さに依存する。線量限度に近い線量当量を与える重要な線源に対しては、潜在的な決定グループ内の個人の習慣に関するきわめて詳細な調査が必要とされるであろう。

(66) 決定グループの概念は、第3章で定義した。しかし実際には、個々の状況下での決定グループの選定は簡単ではなく、委員会の意図に沿って決定グループを選定する助けとなる、いくらかの補足的な指針が必要である。

(67) 決定グループの選定において重要な点の一つは、その大きさである。

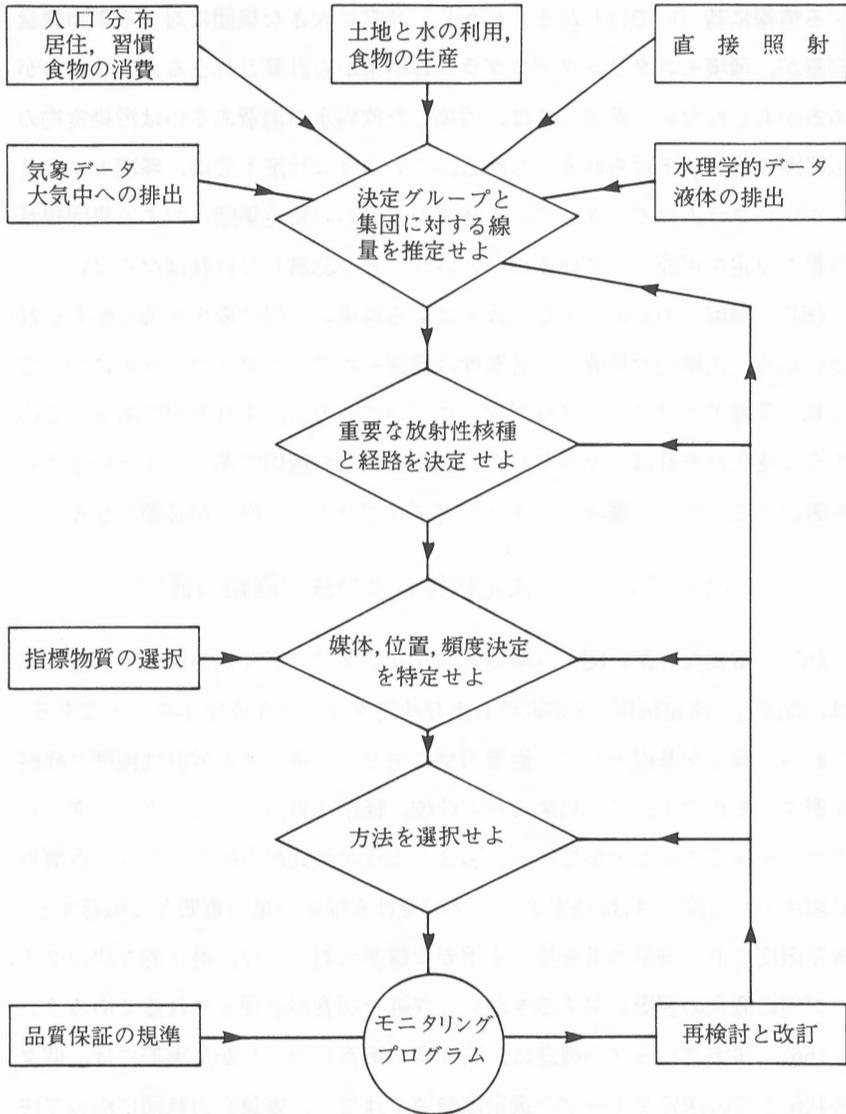


図3 重要な線源に関する環境モニタリングプログラムの立案例

線量当量限度はかなり合理的に均質なグループ中の平均線量当量に適用することを意図していると、委員会は明確に述べている(第3章参照)。極端な場合、たとえば詳細に特徴づけることができないような将来の状況を取り扱うさいは、一人の仮想的な個人として決定グループを定義することが便利なこともあろう。しかし通常は、決定グループは一人の個人のみで構成されることも、また均質性が失われるほど大きいこともないであろう。決定グループの大きさは通常数十人までであろう。まれではあるが、大きな集団が均一に被曝する場合には、決定グループはもっと大きくなるかもしれない。決定グループの大きさに関するこの指針は、ある含みをもつ；たとえば習慣の調査では、決定集団中の最も被曝する一個人に基づいて管理しようとして、そのような個人を探す必要はない。ある時点における習慣の調査結果は、基礎となった分布の一指標と見なすべきであり、平均として採用した値は、極端な習慣をもつ個人が一人か二人見つかったとしても、それによって不当に影響されるべきではない。

(68) 決定グループに対する線量当量を計算する場合、食物消費率あるいは居在パラメータなどの因子について適切な平均値を選ぶことが重要である。しかし、代謝パラメータは、極端な値でなく通常の集団における年齢別グループ(胎児、幼児、小児あるいは成人)についての代表的な値を選ぶべきである。

(69) 何人かの個人が計算された平均線量当量を超えた線量当量を受けることのあることは、定義から明らかである。決定グループの被曝が容認できかどうかの判断は、計算された平均線量当量が線量当量限度に近いかどうかだけでなく、実際の線量当量の分布の予想される広がりにも依存するであろう。また、他の線源がいずれかの決定グループの被曝に寄与する可能性も考慮する必要がある。一般には、均質性の条件を満足するためには、最大値と最小値の比が一桁を超えるべきでないと示唆する。したがって、多くの分

(34)

布について、平均値は予想される最大値の1/2ないし1/3であろう。決定グループの均質性に必要とされる程度は、関連した線源上限値に対する割合として表されたグループの平均線量当量の大きさに依存する。その割合が約1/10より小さい場合には、個人線量当量の分布が実質的にファクター10の全範囲内にあるならば、つまり平均の両側でファクター約3以内であれば、決定グループは均質と考えるべきである。割合が1/10より大きい場合には、分布の全範囲はより小さくあるべきで、ファクター3を超えないことが望ましい。

人関連の環境モニタリングプログラム

(70) 放射性核種の放出または体外線量率をもたらす多くの線源は、局在しているので、環境モニタリングプログラムはそれらに焦点を合わせることができ、一方、このように取り扱えないような広範囲におよぶ、あるいは分散した線源も存在する。さらに、数が増加しつつある個別の線源からの全寄与を検討できるようにしておく必要がある。これらの、人関連のプログラムは、地理的に広い対象範囲および環境中に存在するかもしれないほとんどすべての放射性核種を検出する能力という点で特徴づけられる。試料採取がかなり容易でかつ多くの資源を費やさずに実施できるのであれば、試料採取は連続であってよく、着目する放射性核種が、環境物質に蓄積する特性を利用するならば、試料採取は定期的でよいであろう。

(71) 二つの世界的規模の公衆の被曝源は特記に値する。これらは自然放射線と大気中核兵器実験からの放射性降下物である。自然放射線に対する被曝を伴う行為に基本的線量制限体系を適用する問題は、他のICRP出版物⁹⁾の主題である。自然放射線による線量当量とその空間的、時間的変動を決定するために、測定がまず第一に必要である。その後、もし線量当量を制限する必要があるならば、実施された何らかの対策の結果を確かめるためにモニ

タリングが必要であろう。

(72) 現在は、大気中の核兵器実験から生じた世界的規模の環境汚染による線量当量は低く、これまで実施してきたモニタリングプログラムの結果に基づいて通常は適切に予測することができる。しかし、大規模な大気中核実験が再開されれば、この結論は役に立たなくなるであろうから、国の監督官庁はこの被曝源をつねに見守っていくことを考えるであろう。

環境モニタリングプログラムの立案

(73) 操業前の調査によって、集団中の潜在的な決定グループの線量当量の点で重要な放射性核種/経路の組合せが明らかになるであろう。環境モニタリングプログラムは、異常な状況において早急に必要とされるであろう環境レベルと放射能濃度に関する情報も考慮に入れ、これら経路中のこれらの放射性核種に着目すべきである。異なった環境下で操業される類似の線源では、異なった環境モニタリングプログラムが必要とされることがあろう。それぞれの状況は、地形、気象、人口分布等に関し特有であるので、ここではごく一般的な指針のみを示すことができる。局地的環境に関する詳しい知識に基づく十分な専門的な判断に代わるものはない。直接の体外被曝をもたらす環境に放射性核種を放出する固定の施設の環境モニタリングプログラムは、人に至る重要な被曝経路に沿った放射性核種濃度の決定と適切な場所における線量率の算定が可能であるよう意図すべきである。測定地点あるいは試料採取地点の位置は、測定目的がその位置における最大被曝の決定なのか、地域社会の平均被曝の決定なのか、あるいは対照として線源がない場合のレベルを決定するのに依存するであろう。そのような測定を行う頻度は、線源の出力と予測される定常性、予測される時間的な変動および線量率の大きさに依存する。

(74) 人に至る直接の経路における測定に加えて、食物連鎖の一部ではな

い海草のような自然のあるいは人為的に加えられた“指標”物質中の放射能濃度の測定にも考慮すべきである。もし指標物質中の放射能濃度を人の線量当量と関係づける係数があるならば、これらの測定は、汚染の意味を考えるために用いることができる。指標物質は、人の食物の一成分を代表するからではなく、放射性核種を濃縮し、放射能レベルの傾向を示す尺度となるゆえに選ばれる。指標物質中の放射性核種は、濃縮機構により、食物中よりは通常容易に検出できるので、指標物質は環境汚染の敏感な指標となる。しばしば使われる他の特別な技法は、環境汚染の起源を決定するために特定の核種の存在比たとえば $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ を測定することである。

9. 公衆の個人モニタリング

(75) 個人をモニタすることの目標は、第5章に述べたように、他のモニタリングプログラムの目標と同じである。平常状態では、体外照射あるいは放射性核種の摂取に関して個人を日常的にモニタすることはほとんどの場合適切ではないであろう。このような測定プログラムは、作業環境で行われる操業時モニタリングおよび特殊モニタリング⁹⁾と類似のあるいは緊急時モニタリング手順の一部のような臨時キャンペーンの一部となるようである。

(76) 単一の経路、あるいは、たとえば人々が二つ以上の決定グループの構成員である場合に起こるかもしれないような複合経路から特定の個人が線量限度に近いレベルで被曝するようなまれな状況下では、日常の個人モニタリングが適切かもしれない。このような状況下では、モデル化による線量当量算定の不確かさを考えると、実際の放射性物質体内量あるいは臓器内量あるいは体外からの線量当量を測定することが有用となろう。

(77) 情報を得るためおよび公衆に安心感を与えるため、ある状況下ではしばしば測定プログラムが導入される。このような測定により、人における放射性核種の移行、摂取および代謝モデルについて部分的であれ確認ができるので、これらプログラムの結果を科学的目的に活用する機会を無視すべきではない。

(78) 重大な事故の後、人を選んでモニタすることは体内汚染からの線量当量を算定する上で最も信頼のおける方法でありうる。事故が発生したが、それによる線量当量が低いと予想される場合にはある種の限定された個人モニタリングが、公衆を安心させるのに有効となりうる。

10. 品質保証

(79) 品質保証は、モニタリングプログラムの結果に十分な信頼性を与えるのに必要な、計画的で組織的な行為である、ということができよう。品質保証は、確立された諸要件にてらして、装置、機器および手順の妥当性を評価するためのすべての行為を伴う品質管理を含む。どんなモニタリングプログラムも、不可欠な事項として、以下の事項を保証するために役立つ品質保証プログラムが含まれていることが重要である。それらは、装置および機器が正常に機能していること、いろいろな手法が正しく確立され実施されていること、分析が正確に実施されていること、誤差がかぎられた範囲内にあること、記録が正確かつ迅速に維持されていること、必要な測定精度が維持されていること、および系統的誤差が発生しないこと、である。

(80) 一般的に、品質保証プログラムを立案する場合、次の事項を考慮すべきである：

- (a) 装置および機器の品質；
- (b) 職員の訓練と経験；
- (c) コントロール試料を日常的に分析し、標準分析法を適用することによる手順の検証；
- (d) 機器および装置の校正と保守の頻度。測定系における変動は、この問題に影響を与える重要な要因となる；
- (e) 国家標準に対する、モニタリングプログラムの結果のトレーサビリティ；
- (f) 必要とされる品質が達成され、維持されていることを示すのに必要な文書の範囲。

(81) 品質管理は、試料採取の方法、試料運搬時に考慮すべき注意事項、物理的あるいは化学的前処理、放射化学的分離、放射能測定、データの解釈、報告、および記録の保存などを含む、測定プログラムのすべての段階に適用される。

(82) 測定に要求される正確さおよび精密さは、モニタリングプログラム全体との関連で行う個々の測定の重要性に依存するので、それらについても一般的に適用できる指針を示すことはできない。すべての段階で適用される諸手順は、測定の最終目的に依存する。プログラムの各部分の目標は、意図した目的にとり適切な結果が得られるように、明確に定めるべきである。モニタリングプログラムの妥当性を示すため、認定限度を超えていなかったことを示すため、および線源または行為の影響を評価するために、記録をとっておくべきである。一般的に、測定の位置、頻度および結果の、より実際的な詳細とともに、このモニタリングプログラムを選んだ理由、結果を評価するさいに使用した誘導限度の計算および線量当量の計算の詳細を記録すべきである。情報はモニタリングプログラムが変更されれば見直され、更新されなければならない、プログラムの立案が変更された理由も記録されるべきである。こうすることによって、線源または行為の事業者は、その線源の寿命期間あるいは行為がなされていた期間を通じて実施したモニタリングプログラムの完全な記録を維持することになる。

(83) 重要な記録の保存期間は長くすべきである。すなわち、実際の期間は国の規制で決められるであろうが、線源あるいは行為の操業停止から数十年の期間が適切であろうと示唆される。

11. 参考文献

1. *ICRP Publication 7*. Principles of Environmental Monitoring Related to the Handling of Radioactive Materials. Pergamon Press (1966).
2. *ICRP Publication 26*. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*, 1, No. 3. Pergamon Press (1977).
3. *ICRP Publication 40*. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning. *Annals of the ICRP*, 14, No. 2. Pergamon Press (1984).
4. Statement from the 1983 Washington Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 14, No. 1. Pergamon Press (1984).
5. *ICRP Publication 29*. Radionuclide Release into the Environment. Assessment of Doses to Man. *Annals of the ICRP*, 2, No. 1. Pergamon Press (1979).
6. *ICRP Publication 23*. Reference Man: Anatomical, Physiological and Metabolic Characteristics. Pergamon Press (1976).
7. *ICRP Publication 30*. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 1. *Annals of the ICRP*, 2, No. 3/4. Pergamon Press (1979).
8. *ICRP Publication 39*. Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. *Annals of the ICRP*, 14, No. 1. Pergamon Press (1984).
9. *ICRP Publication 35*. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. *Annals of the ICRP*, 9, No. 4. Pergamon Press (1982).

公衆の放射線防護のための
モニタリングの諸原則

定価 800 円

昭和 61 年 7 月 18 日 初版第 1 刷発行

編 集
および
発 行

社 団 法 人 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会

113 東京都文京区本駒込二丁目28番45号
電 話 (03) 946-7111
振 替 東京 8-143345

発売所 丸 善 株 式 会 社

印刷・製本 三美印刷株式会社

ICRP 刊行物

日本アイソトープ協会翻訳・編集

丸善(株)発売

Publ. 26 国際放射線防護委員会勧告 (1977年1月17日採択)
——ストックホルム(1978), プライトン (1980),
ワシントン (1983), スtockホルム (1984) 会議声明付——
ICRPの基本的考え方と線量当量限度値を勧告。他
の刊行物の基礎をなすもの。

A 5・129頁 800円

Publ. 29 放射性核種の環境への放出：人に対する線量の算定
環境に放出される放射性核種による個人の線量当量、
線量当量預託を事前に予測するための方法論。

A 5・122頁 1,500円

Publ. 30 作業による放射性核種の摂取の限度 Part 1—3
作業者の体内被曝の制御に関する報告書。線量算定
法、放射線防護上重要な放射性核種に関する代謝デ
ータ、年摂取限度 (ALI) と誘導空気中濃度 (DAC)
の計算値を収載。放射性物質を取扱う人に必携の書。

Part 1 A 5・234頁 2,000円
Part 2 A 5・138頁 1,500円
Part 3 A 5・231頁 2,300円

Publ. 35 作業者の放射線防護のためのモニタリングの
一般原則
作業者の放射線管理実務の中心的役割を果たすモニ
タリングの基本原則を詳述。

A 5・80頁 900円

Publ. 36 科学の授業における電離放射線に対する防護
理科の実験で、18歳以下の生徒がうける放射線に対
する防護の基準と手法を詳述。

A 5・29頁 650円

Publ. 37 放射線防護の最適化における費用-便益分析
“すべての被曝は、経済的、社会的要因を考慮に入
れながら合理的に達成できる限り低く保たなければ
ならない。”本書はこの放射線防護の最適化への道
を費用・便益分析を用いて具体的に示した。

A 5・146頁 1,800円

Publ. 39 自然放射線源に対する公衆の被曝を制限するための
諸原則
室内空気中のラドンなど、自然放射線源に対する被
曝を制限するための新しい原則を勧告。

A 5・19頁 580円

Publ. 42 ICRP が使用しているおもな概念と量の用語解説
ICRP が現在使用している概念と量を互いに関連づ
けながら、わかりやすく解説している。

A 5・46頁 700円
