

環境放射線モニタリングに関する指針

平成元年 3 月
(平成12年 8 月一部改訂)
(平成13年 3 月一部改訂)

原子力安全委員会

目 次

まえがき	1
第1章 本指針の基本的考え方	2
1 - 1 目 標	2
1 - 2 適用範囲	2
1 - 3 地域全体としてのモニタリング	2
第2章 モニタリング計画	4
2 - 1 空間放射線の測定	4
2 - 1 - 1 空間放射線の連続測定	4
2 - 1 - 2 積算線量の測定	6
2 - 2 環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定	6
2 - 2 - 1 環境試料の採取	6
2 - 2 - 2 環境試料中の放射能の測定	9
2 - 3 作業前調査	10
2 - 3 - 1 目 的	10
2 - 3 - 2 留意事項	10
2 - 4 異常事態発生時における平常時のモニタリングの強化	11
2 - 4 - 1 目 的	11
2 - 4 - 2 強化内容	11
2 - 4 - 3 留意事項	12
第3章 モニタリング結果の評価等	13
3 - 1 測定値の取扱い	13
3 - 1 - 1 測定値の変動と平常の変動幅	13
3 - 1 - 2 平常の変動幅の決定	13
3 - 2 測定結果の評価	14
3 - 2 - 1 空間放射線の測定結果の評価	14
3 - 2 - 2 環境試料中の放射能の測定結果の評価	14
3 - 2 - 3 核爆発実験等の影響の評価	14
3 - 2 - 4 蓄積状況の把握	15
3 - 2 - 5 線量の推定・評価	15
3 - 2 - 6 総合評価	15
3 - 3 モニタリングデータの記録等	16
3 - 4 モニタリングの質の保証	16

解 説

A	モニタリングの目標について	17
B	空間放射線の測定	19
C	気象要素の計測	21
D	テレメータシステム	22
E	指標生物	24
F	環境試料の保存	25
G	全ベータ放射能測定	26
H	測定目標値	27
I	作業前調査	33
J	測定結果の解析	34
K	核爆発実験による放射性降下物	38
L	線量の推定と評価法	41

参 考

	モニタリングデータの記録様式(例示)	47
--	--------------------	----

まえがき

原子力発電所等周辺においては従来から、周辺住民等の健康と安全を守る観点に立ち、地方公共団体が中心となって環境放射線モニタリング（以下「モニタリング」という。）が実施されている。

このモニタリングに関し、その技術の水準向上及び斉一化を図るため、昭和53年1月原子力委員会・環境放射線モニタリング中央評価専門部会は、「環境放射線モニタリングに関する指針」（以下「モニタリング指針」という。）を取りまとめ、モニタリングの計画立案、実施及び線量の評価について基本的方法を示した。

その後、昭和53年10月原子力安全委員会が設置されたことに伴い、同委員会に環境放射線モニタリング中央評価専門部会が設置され、モニタリングの計画、結果の総合評価等について審議することとなった。本部会は、昭和58年7月にモニタリング指針について改訂を行い、モニタリング技術の向上、多様化等に対応した。さらに平成元年には、国際放射線防護委員会（以下「ICRP」という。）の勧告 Pub.26 の国内法令への取入れ等を受け、新しい指針としてモニタリング指針を示した。

平成12年8月には、原子力災害対策特別措置法の制定及びこれに伴う「原子力施設等の防災対策について」（以下「防災指針」という。）と「緊急時環境放射線モニタリング指針」（以下「緊急時モニタリング指針」という。）の改訂に合わせ、原子力緊急事態の発生への対応、研究炉、核燃料関連施設における事故への対応等に留意して本指針を改訂した。

平成12年9月には、原子力安全委員会における専門部会の再編に伴い、環境放射線モニタリング中央評価専門部会は、放射線障害防止基本専門部会に再編された。

今回は、ICRP1990年勧告の取入れに伴い核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の関係法令の改正がなされることに合わせ、用語とともに、内部被ばくに係る線量係数（ Sv/Bq ）の変更に伴う改訂等を行った。

なお、本指針に述べられた事項は、今後の調査研究の進展等を考慮し、新たな知見等を積極的に取り入れることにより、必要に応じて本指針を見直すものとする。

第1章 本指針の基本的考え方

1 - 1 目 標

モニタリングの基本目標は、原子力施設の周辺住民等の健康と安全を守るため、環境における原子力施設に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民等の線量が、年線量限度を十分に下回っていることを確認することにある^{*1)}。さらに、原子力災害対策特別措置法に基づき異常事態発生の通報があった場合に、速やかに対応できるモニタリング体制を整備しておくことにある。

これらの目標は具体的には、次の4項目に要約される（解説A参照）。

周辺住民等の線量を推定、評価すること；

環境における放射性物質の蓄積状況を把握すること；

原子力施設からの予期しない放射性物質又は放射線の放出による周辺環境への影響の評価に資すること；

異常事態発生の通報があった場合に、平常時のモニタリングを強化するとともに、緊急時モニタリングの準備を開始できるように体制を整えること；

1 - 2 適用範囲

本指針は、原子力施設周辺のモニタリングに関するものである。

1 - 3 地域全体としてのモニタリング

地方公共団体がモニタリングを計画し、実施するに当たっては、本指針に沿って、原子力施設及び地域の特性を考慮して行われることが望まれる。

モニタリングには、地方公共団体の他に原子力事業者が行うものもあるが、両者の行うモニタリングは本質的に異なるものではなく、その重

* 1) 周辺住民等の健康・安全を確保することの担保として、周辺監視区域外線量限度 1 mSv/年（実効線量）を十分下回っていることが確認できればよいと考えられるが、本指針に示されている空間放射線及び環境試料中の放射能の測定法によればその評価が可能である。その際、とくに発電用軽水炉について定められている線量目標値（平成13年3月原子力安全委員会が示した指針）については、当該指針の定められた趣旨からして、周辺住民等の健康・安全を直接おびやかすレベルではないので、地方公共団体としてはこの意味でこのレベルにとらわれる必要はない。

点項目や実施範囲、密度等が異なるだけであり、本指針は原子力事業者がモニタリングを計画し、実施するに当たっても参考となる。

モニタリングは地域全体として整合性がとられている必要があり、このためモニタリングの計画策定に当たり地方公共団体及び原子力事業者との間で、地域の実情に応じた役割分担を考慮した調整がとられることが必要である。

第2章 モニタリング計画

具体的なモニタリング計画を作成するための指針として、以下に、空間放射線^{* 2)}の測定、環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定並びに作業前調査と異常事態発生時におけるモニタリングの強化について示す。

また、代表的なモニタリング調査対象及び測定方法を〔第1表〕に示す。

2 - 1 空間放射線の測定

空間放射線量を把握し、原子力施設に起因する外部被ばくによる線量の推定、評価に資するため、空間放射線の測定を行う（解説B参照）。

なお、平常時における空間放射線の測定は、ガンマ線を対象とすれば十分である。ただし、異常事態発生の際に中性子線が放出される可能性がある施設については、中性子線サーベイメータを準備しておく必要がある。

原子力施設に起因する空間放射線は、通常施設からの距離が遠くなるに従って減少するので、敷地境界の近傍及び人口の集中した地点に連続モニタを具備したモニタリングポストを配置し、線量率の1時間平均値及び積算値を求めるとともに、さらに多くの地点に積算線量計を、特殊な環境条件を避けて、一様に配置し、積算線量を求める。なおその際、原子力施設から気体廃棄物による放射線レベルの上昇が予想されない地点にも、上記地点のデータと比較対照するために同種の計測器を配置する。地点の選定、システムの構成に当たっては、その場の線量をできるだけ正確に把握することを目標とし、人為的要因等によるデータの偏りが生じないように配置しなければならない。

気象的にみて、その地域を代表する地点及び局地性の強い地点には、モニタリング結果の解釈のために連続気象観測装置を配置することが望ましい（解説C参照）。

同種類の計測器は、地表から同じ高さに配置することが望ましい。また、異なった種類の計測器から得られるデータの相互比較には注意を要する（解説B参照）。

2 - 1 - 1 空間放射線の連続測定

モニタリングポスト等による線量率の測定は、積算線量計による積算線量の測定と異なり、比較的短時間の変動の監視が可能である。この

* 2) 本指針における空間放射線とは、空間に存在する、外部被ばくに着目したガンマ線等をいう。

〔第1表〕代表的なモニタリングの調査内容

区分	調査対象	測定頻度	測定方法 ^{注)}	備考
空間放射線	線量率	連続	NaI(Tl)シンプレ-ション式検出器 電離箱式検出器 GM計数管式検出器	
	積算線量	四半期毎	熱ルミネセンス線量計(TLD) 蛍光ガラス線量計 直読式の電子式積算線量計	線量率測定結果から算出することも可能
陸上試料	大気浮遊じん	1～3ヶ月毎	核種分析	
	陸水(飲料水)	四半期毎	核種分析	
	牛乳	必要に応じて	ヨウ素-131分析	
	土壌	半年毎	核種分析	表層土
	農産食品(葉菜、根菜、米等)	収穫期	核種分析	
	指標生物	四半期毎	核種分析	ヨモギ、松葉等
	降下物、降水	毎月	核種分析	水盤法等
海洋試料	海水	半年毎	核種分析	表層水
	海底土	半年毎		表層土
	海産食品	漁期		
	指標生物	四半期毎	核種分析	ホンダワラ等
気象要素	風向 風速 日射量 放射収支量 気温 降水量等	原則として連続		

注) 核種分析は原則としてガンマ線スペクトロメトリーによるものとする。

ことはまた、気象観測データ等との比較対照によって異常の早期発見と原因調査に役立つ。

計測器としてNa (Tl)シンチレーション式、電離箱式、GM計数管式等があるが、感度等からみて、Na (Tl)シンチレーション式又は電離箱式のいずれか、又は両者を組み合わせて測定する。

また、テレメータシステムは空間放射線の連続測定データ、観測された気象データ等を自動伝送し、集中監視を行うのに役立つ(解説D参照)。

2 - 1 - 2 積算線量の測定

積算線量を測定するには、感度及び取扱いの容易さからみて、ガンマ線用としては熱ルミネセンス線量計(以下「TLD」という。) 蛍光ガラス線量計、直読式の電子式積算線量計等を用いる。また、異常事態発生の際に中性子線が放出する可能性がある施設周辺については、金箔・硫黄のタブレット等の中性子放射化検出器を設置する。

2 - 2 環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定

原子力施設から放出される放射性核種は環境中に拡散し、その一部はいろいろな経路により人に被ばくをもたらすことが想定される。このため、この経路に沿って人の被ばくに直接関係のある環境試料を採取するとともに、人の被ばくに直接関係がなくても、放射性核種の分布、蓄積状況等の把握に役立つ環境試料を採取し、これら試料中の放射能の測定を行うことが必要である。

測定の対象とする放射性核種は、原子力施設からの放出量、周辺住民等の線量の評価及び環境における蓄積状況の把握の観点から重要と考えられるものとするが、天然の放射性核種等参考となるものについても把握しておくことが望ましい。

2 - 2 - 1 環境試料の採取^{* 3)}

環境における放射能レベルを把握する上で、“確かな試料”を集めることは“正確な分析”と同じくらい重要であり、したがって試料採取はモニタリングの目的をよく理解した上での確に行わなければならない。

試料採取を行うに当たっては次の事項に留意することが必要である。

* 3) 環境試料の採取の詳細は、文部科学省・放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」に示されている。

(1) 環境試料の種類の設定及び採取場所

試料は代表性のあるものとし、定点において同一種類を採取することが望ましい。定点の設定に当たっては、陸上試料については原子力施設からの距離、風向、人口分布等を、海洋試料については放出口からの距離、海底の状況、生態等を考慮する。

なお、原子力施設からの影響が想定されない地点においても、上記データと比較対照するために試料を採取する。

また、異常事態発生の際にウラン又はプルトニウムが放出される可能性がある施設については、環境試料中のバックグラウンドレベルを把握しておく。

試料の設定等に当たっては、線量の評価や蓄積状況の把握等その目的毎に以下のとおり十分に配慮する必要がある。

線量の評価上重要と考えられる試料の設定に当たり、陸上については原子力施設周辺の土地利用状況に留意するものとし、また米、野菜、牛乳等についてはその生産高、流通状況を考慮する。一方、海洋においては定着性の海産生物を選定することが望ましく、その際、漁獲高、消費状況等も考慮する。

蓄積状況の把握のための試料としては、土壌及び海底土が重要と考えられ、地形、土質等を考慮し、また経年的な追跡が行えるよう、継続的に採取できる場所を選定する。

なお、特に土壌については土地利用状況にも配慮して選定する必要がある。

環境における放射能レベルの変動を的確かつ迅速に把握するため、指標生物を用いることが有効な場合がある。このような指標生物としては放射性核種の付着や濃縮の度合いが大きく、かつ採取が容易なものを選定する。

なお、指標生物は線量の把握を直接の目的としていないので、食用に供されないものでも差し支えない（解説E参照）。

試料の数を減らす目的で長い期間、又は広い範囲を代表するようなコンポジット（合せ）試料を用いることができる。コンポジット試料を用いることにより、独立した時間又は場所で採取した単一の試料から得られるものより平均化された情報が得られる。

(2) 環境試料の採取量及び保存

試料は、分析、評価に十分な量を採取することとし、重要と考えられる試料については適当な期間保存することが望ましい（解説F参照）。

(3) 環境試料の採取頻度

土壌、海底土等長期間にわたる蓄積状況を把握するための試料については、半年毎あるいは1年毎の採取が適当である。

周辺住民等の線量を推定・評価するために利用する試料、例えば農畜水産食品、陸水等は原則的には四半期毎の採取とし、指標生物についても同様とする。季節的な食品及び生物については、収穫期毎又は漁期毎とすることが適当である。

大型水盤による放射性降下物の調査は、核爆発実験等による寄与を把握するため毎月行う。

この他、核爆発実験等の直後のモニタリングに対応する試料は、わが国への影響のおそれのあることが判明した時点から、ほぼその影響が認められなくなるまで試料の採集頻度を増す。

(4) 環境試料の種類別注意事項

農畜水産食品

食品中の放射能の測定結果は、他の情報と併せることにより内部被ばくによる預託線量の推定に役立つものである。周辺住民等が多く摂取するものとして農産食品では米、野菜、畜産食品では牛乳、海産食品では魚介藻類等から適切なものを選定する。

陸 水

上水又は飲料水として用いられる河川水、地下水（井戸水）等を採取する。

大気中の放射性物質

大気中の放射性物質は、通常大気浮遊じんを対象に連続採取する。なお、原子力施設からの予期しない放射性物質の放出、核爆発実験等があった場合には、放射性ヨウ素をも対象とした採取とする。

海 水

海産食品、海底土等の放射能レベルの把握との関連において採取する。

土壌、海底土

環境に蓄積される長半減期放射性核種の動向を把握するため、土壌及び海底土を採取する。

そ の 他

核爆発実験等の直後には、以上のほか、放射性降下物の影響が早期に現われる降水、大気浮遊じん等を採取する。

2 - 2 - 2 環境試料中の放射能の測定^{* 4)}

(1) 測定方法

環境試料中の放射能の測定方法には、機器分析又は放射化学分析による放射性核種分析法、全ベータ放射能測定法等があるが、試料の調製が比較的容易であり、かつ同時に多数の核種を精度よく分析できるゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータによる機器分析法を主として用いる。試料の種類によってはNa²²(Tl)シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータによる機器分析法を用いることができる。

なお、表面捕集効率の高い紙上に捕集されたウラン、プルトニウム等のアルファ線放出核種には、シリコン半導体アルファ線スペクトロメータによる機器分析法が適用できる。

放射化学分析は、原則としてガンマ線計測の適用が困難な核種(純ベータ線放出核種、ウラン、プルトニウム等)について実施する。

全ベータ放射能測定は、線量の推定・評価を直接目的としない環境試料中の放射能の測定であって、過去のデータとの関連において必要と考えられる場合等に用いることができるが、天然放射性核種(例えばカリウム-40)を多く含む試料には不適切である(解説G参照)。

(2) 測定目標値

環境試料中の放射能の測定に当たり、測定条件を決めるための前提として測定目標値を定めておく必要がある(解説H参照)。

測定目標値はモニタリングの目的によって異なるが、以下のように考えることができる。

試料の種類が飲料水、食品等であって、これらの摂取による周辺住民等の線量の評価が目的である場合には、測定目標値は、それに対応する食物等の年間摂取による預託線量と年線量限度との関連で決められるべきものである。しかしながら、現在採用されている分析法によれば、年線量限度はもちろん、線量目標値をも十分に下回るようなレベルに対応する放射能濃度を測定目標値として設定することが可能である。

環境への蓄積状況の把握を目的とする場合には、試料及び核種の特徴、測定技術の現状、並びにその地域環境の特性等を考慮して測定目標値を設定する。

* 4) 環境試料中の放射能の測定の詳細は、文部科学省・放射能測定法シリーズ(解説H参照)に示されている。

2 - 3 操業前調査

2 - 3 - 1 目的

本調査は以下のことを目的とする。

決定核種、決定経路及び決定グループ^{*5)}に関する情報を得て、操業開始後のモニタリング計画の立案及び線量の評価に資すること。

空間放射線及び環境試料中の放射能のバックグラウンドとその特性を把握し、かつ採取された環境試料を収集保存することにより操業開始後における比較に資すること。

操業開始後のモニタリングの方法と手順を試行的に実施し、必要な技術に習熟すること。

2 - 3 - 2 留意事項

操業前調査において留意すべき事項は、次のとおりである。

空間放射線のバックグラウンドレベル及び変動状況の把握のために、操業開始後に空間放射線の測定を予定している地点で、その測定を行う。

モニタリングポスト等の設置を予定している地点では、空間放射線の連続測定を行うとともに、気象的にみてその地域を代表する地点及び局地性の強い地点については、気象要素（風向、風速、降水量、気温等）も調査することが望ましい。

大気浮遊じんに含まれる放射性核種のバックグラウンドレベル及びその変動を知っておくため、操業開始後に採取を予定している地点において大気浮遊じんを連続して採取し、少なくとも月1回測定することが望ましい。

環境試料中の放射性核種のバックグラウンドレベルを知っておくために、土壌、海底土、さらに現地で生産される主要な食品、水、生物等の試料を採取し、核種分析を行う。

試料によっては季節による差があるので、これを確認するために、四半期毎に採取、分析する。操業後の予期しない事態に備え、採取試料は適当な期間保存しておく。

なお、原子力施設の種類によっては、長半減期アルファ核種が検出されることもあるので、その場合には測定項目としてアルファ核種を

* 5) 「決定 - 」という用語は、ここでは個人の主要な被ばくに関して最も重要な核種、食品の種類及び被ばく経路、並びにこれらを考慮した結果被ばくの観点から最も線量が高くなる可能性があるグループをあらわす場合に使用されている。

つけ加える必要がある。

以上の調査は操業開始前の1年以上にわたって実施する。

操業前調査における試料採取等は、想定される操業開始後のモニタリング計画より広い範囲から、多くの種類についてバックグラウンドの変動を把握できる程度の時間間隔及び地点数で行う。

環境試料については、操業開始後のモニタリング計画と関連させて、機器分析等により放射性核種の定量を行う。

採取すべき試料の種類、採取地点等の選定を行うために、原子力施設周辺地域の人口分布、排気予定地点付近の気象要素、排水予定地点付近の海象の状況、現地で生産される食品の流通経路、摂取状況等について概略のデータを集める（解説Ⅰ参照）。

2 - 4 異常事態発生時における平常時のモニタリングの強化

原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力事業者から異常事態発生 of 通報があった場合には、平常時のモニタリングを強化するとともに、事態の推移に応じて、緊急時モニタリングの準備を開始する必要がある。

2 - 4 - 1 目的

平常時のモニタリングの強化は、以下の事項を目的とする。

異常事態発生 of 通報があった場合に、周辺住民等及び周辺環境への影響の有無又はその大きさを迅速に把握する。

異常事態の原因及びその様態を明らかにする。

2 - 4 - 2 強化内容

(1) モニタリングポスト等による空間放射線量率の監視強化

原子力施設周辺に設置されているモニタリングポスト等のデータの打出し時間間隔を短くし、得られた連続記録の監視を頻繁に行い、放射線量率の分布及び経時的变化を把握する。

(2) 大気中の放射性物質の監視強化

モニタリングステーションに具備されたダストサンプラの測定結果の監視を頻繁に行うとともに、ろ紙等の交換期間を短縮する。通報された施設内の状況から必要があると判断される場合には、放射性ヨウ素を対象とした採取を開始する。

(3) 気象観測の監視強化

モニタリングステーションに具備した気象観測記録の監視を頻繁にするとともに、周辺の気象台との連絡を密にし、気象情報を収集する。

(4) 積算線量の監視強化

必要に応じて、モニタリングポイント等のTLD又は蛍光ガラス線量計の追加、交換を実施する。追加したTLD等は、数時間～1日程度設置した後回収し、異常事態発生後の積算線量を求める。直読式の電子式積算線量計を設置してある場合には、その指示値を確認する頻度を増す。

(5) 移動サーベイの実施

必要に応じて、可搬型測定器を用いた空間放射線量率の測定等を実施する。その際、モニタリング車等を利用することも有効である。

2 - 4 - 3 留意事項

平常時のモニタリングの強化を行う際には、以下に示す点に留意する必要がある。

異常事態発生 of 通報があった場合には、原子力事業者から異常な事象に関する情報を収集するとともに、気象情報等を有効に活用し、平常時のモニタリングの強化を効果的に実施することが重要である。

モニタリング結果が平常の変動幅を著しく上回った場合には、測定機器の健全性、気象現象の影響等について調査し、原子力施設以外に要因が無いか確認する必要がある(3 - 2 - 1 及び解説 J 参照)。

平常時のモニタリングの強化を実施しつつ、関係機関との連絡を頻繁に行うことが必要である。

移動サーベイを実施する際には、通報された異常な事象の状況及び程度に応じて、防護服等を装備する。

第3章 モニタリング結果の評価等

モニタリング結果は、(1)測定値の信頼性、(2)測定結果から線量を推定する際に用いた仮定の妥当性、及び(3)年線量限度との関係において推定された線量の持つ意味を考慮し総合的に評価する必要がある。

このための具体的指針として、以下に、測定値の取扱い、測定結果の評価、モニタリングデータの記録、モニタリングの質の保証等について示す。

3 - 1 測定値の取扱い

3 - 1 - 1 測定値の変動と平常の変動幅

空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果は、

試料採取方法・処理方法、測定器の性能、測定方法等の測定条件の変化、

降雨・降雪、逆転層の出現等の気象要因、及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化、

核爆発実験等の影響、

原子力施設の運転状況の変化、

などにより、変動を示すのが普通である。これらの要因のうち は別として、測定条件等が良く管理されており、かつ原子力施設が平常運転を続けている限り、測定値の変動はある幅の中に納まるはずであり、これを「平常の変動幅」と呼ぶことにする。

ある測定値が平常の変動幅を外れているときには、その原因を調査し、もしその原因が にあることが分かった時には、その原因を除く措置をとり、かつ必要に応じて再測定を行う。

3 - 1 - 2 平常の変動幅の決定

1 基のモニタリングポストから経時的に得られる測定値のように、良く管理された条件のもとで有意な測定値が多数得られる場合には、これを統計処理して、その結果が正規分布^{*6)}とみなせるようであれば、平均値 \pm (3 \times 標準偏差)を平常の変動幅とすることができる。

しかし、多くの場合、データ数はそれほど多くなく、また検出限界以下のデータが入ってきて、このような処理はできない。その場合には、過去のデータの最小値と最大値の範囲を平常の変動幅とするのが一般的であ

* 6) 統計処理して得られた結果には、正規分布の他対数正規分布等がある。対数正規分布の場合には、平常の変動幅は平均値 \bar{x} (標準偏差)³ で表され、この場合、平均値は幾何学的平均値であり、標準偏差は幾何学的標準偏差である。

る。しかしこの方法では、極端な場合、たった1個の特別な存在によって幅が大きく変わるので、過去のデータが得られた環境条件、測定条件などについて、現在と変化していないかどうか等を慎重に検討しておくことが重要である。

平常の変動幅は、原子力施設の操業前及び平常運転時の調査結果から求めることができるが、フォールアウト核種の場合には、過去にレベルが非常に高かった時期があるので遡及する年数を増してデータ数を増やすことは必ずしも適切ではない。

この平常の変動幅自体は、線量の推定・評価に直接結びつくものではないが、多数の測定データのふるい分け、平常の変動幅を外れたデータについての原因調査の必要性の判断等に有効である。

3 - 2 測定結果の評価

3 - 2 - 1 空間放射線の測定結果の評価

測定値が平常の変動幅を外れた場合には、以下の項目について調査を行い、原因を明らかにするとともに、原子力施設からの寄与の有無の判断及びその環境への影響の評価に資する（解説J参照）。

- 測定系及びデータ伝送処理系の健全性
- 降雨等による自然放射線の増加による影響
- 地形、地質等の周辺環境条件の変化
- 核爆発実験等の影響

また測定値が平常の変動幅を下回る場合には、積雪の影響のほか、機器の故障が考えられるので点検する必要がある。

3 - 2 - 2 環境試料中の放射能の測定結果の評価

測定値が平常の変動幅を外れた場合には、まず試料採取、処理、分析、測定について変更がなかったか、あるいはそれらが正しく行われたかどうか、また、核爆発実験等による影響でないかどうか等についてチェックを行い、その原因を調査するとともに、原子力施設からの寄与の有無の判断及びその環境への影響の評価に資する。

3 - 2 - 3 核爆発実験等の影響の評価

空間放射線又は環境試料中の放射能の測定結果が平常の変動幅を上回った場合、放射性降下物による影響が考えられるので、それが原因であるかどうかを調査する（解説K参照）。

このような場合には、核爆発実験等による放射性降下物の性質、含まれている核種の時間変化、放射線の連続した測定データ等を十分に把握して

おけば、それらのデータとの比較対照から、レベルの上昇が原子力施設起因のものかどうかを推定することができる。したがって、核爆発実験及びそれに伴う放射性降下物に関するデータの入手に努める。

3 - 2 - 4 蓄積状況の把握

長期にわたる蓄積状況の把握は、主として土壌及び海底土の核種分析結果に基づいて行う。しかし、これらは通常、線量の評価には直接結び付かないことに留意すべきである。

これらの対象試料における放射性核種の濃度は、変動要因のなかでも、試料採取に起因する変動が大きく、しかも、この変動は分析、測定に基づく変動より一般に著しく大きいものである。したがって、経年変化について有意差の検定を可能にするためには、試料の代表性について十分な検討を行っておく必要がある。

蓄積状況の判定においては、試料採取による誤差も含めた変動を考慮した上で有意か否かを定める。

3 - 2 - 5 線量の推定・評価

線量の推定・評価は、通常、1年間の外部被ばくによる実効線量と1年間の飲食物等の摂取からの内部被ばくによる預託線量に分けて別々に算定し、その結果を総合することによってなされる。この場合、前者についてはTLD等のデータから算定し、後者については飲食物等の中の主要放射性核種の濃度と摂取量等に基づいて算定する（解説L参照）。

通常想定される周辺住民等の線量はきわめて低いレベルであることから、算定の対象は原則として実効線量とし、外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる預託実効線量とする。

なお、必要に応じて放射性ヨウ素による甲状腺に対する等価線量、ウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を算定するものとする。

3 - 2 - 6 総合評価

モニタリングの結果及びその総合評価並びにこれらの公表に関しては、関係地方公共団体（都道府県を単位とすることが望ましい）において、地域の実情に応じ、地方公共団体、周辺住民等関係者を交えた監視・評価機構を組織して行うことが適切である。

また、その公表の内容としては、モニタリングの目的を踏まえ、

線量の推定・評価及び

放射性物質の蓄積状況を示すとともに

モニタリング結果の評価に必要な原子力施設の稼動状況等に関する情報及びその適切な解説を付すことが望ましい。

3 - 3 モニタリングデータの記録等

この指針に沿って実施された調査から得られたデータは、処理の自動化にも応じられる的確で統一的な様式に従って記録されることが望ましい。

また、これらのデータが特定地域のものとしてだけでなく広域的、長期的観点からのデータとして十分に活用することができるよう、的確な記録様式を定めて管理を行う（〔参考〕参照）。

個々のデータに対応する記録内容の他に、線量の評価に係る人口分布、食品の流通経路、生産量、その他各種のパラメータ等についての情報の収集、保存等に留意する。

3 - 4 モニタリングの質の保証

環境放射線モニタリングにおける質の保証の目的は、得られたデータの質が客観的にみて、適切なレベルに維持されていることを保証することであり、これによってはじめて各機関の間のデータあるいは1機関の異なった時期におけるデータの統一的な解釈が可能になる。

質の保証は、試料の採取からデータの評価に至る一連の行為のすべての段階において確立されている必要があり、それには次の事項が含まれる。

モニタリングに用いられる各種機器・装置の品質

計測器の保守・点検及び校正

標準となる分析方法の確立

国家標準がある場合には、それとのトレーサビリティ（国家標準とのつながり）

職員の訓練と経験

データの質が必要とされるレベルに維持されていることを示す文書、記録等

以上の項目を総合的に評価するための一つの方法として、環境放射能に関する分析専門機関とのクロスチェック（比較分析）を実施することが望ましい。

解 説

A モニタリングの目標について

生活環境における放射線被ばくには、天然放射性核種及び宇宙線からのものの他に、人工放射性核種からのものとして、核爆発実験等により広い地域に拡散・沈着した放射性物質からのもの、原子力産業に基づく放射性物質からのもの、及び医療行為に基づくもの等があるが、本指針で示されているモニタリングの内容は、原子力施設周辺の環境監視という社会的要請に即応するのに必要な範囲に限られる。

原子力施設では平常運転時においてもわずかな放射性物質を放出しており、この放出物による周辺住民等の線量が周辺監視区域外の年線量限度よりも十分に低くなっていることを確認することは大切であり、これが本指針で示されているモニタリングの基本目標である。

本文の4項目に要約されている具体的目標について説明を加えると以下のとおりである。

モニタリングは、原子力施設周辺の空間放射線量及び環境試料中の放射能を把握し、原子力施設に起因する周辺住民等の線量を推定・評価して、その結果が年線量限度を下回っていることを確認するとともに、モニタリング結果を周辺住民等に提供することにある。

年線量限度を下回っている場合においても、原子力施設周辺に放射性物質が蓄積しているかどうかを調査し、原子力施設からの影響を評価する際の補足資料とする。

また、平常時のモニタリング計画及びそのモニタリング結果を把握しておくことによって、原子力施設から予期しない放射性物質の放出があった場合に、その影響を的確かつ迅速に評価することが可能となる。

原子力災害対策特別措置法に基づき原子力事業者から通報が

あった場合に、平常時のモニタリングの強化及び緊急時モニタリングへの移行に迅速な対応ができるように、平常時から緊急時を見据えたモニタリング実施体制を確立し、資機材を整備しておく必要がある。

この他に、モニタリング技術の維持・向上を図りつつ、現行のモニタリング計画の検証あるいは改善に努力し、モニタリング計画の見直しの際に役立たせるといった、補足的なあるいは研究的な調査も必要に応じて実施することは望ましい。

また、国際放射線防護委員会（ICRP）は Pub . 43において、モニタリングにおける種々の目標を示しており、これらも参考となる。

B 空間放射線の測定

空間放射線量（普通はガンマ線による空気カーマ又は空気吸収線量^{*1)}）の計測は、線量の主な寄与分を知り得るということで重要であり、さらに連続計測による場合には、空間放射線レベルの変動を比較的速やかに知ることができるという点で意義が大きい。

一般に環境における放射線には、大地、大気からのガンマ線、宇宙線、核爆発実験等により広い地域に拡散・沈着した人工放射性核種からの放射線、原子力施設の放出物からのガンマ線等が含まれる。これらの放射線量は空間的な不均一性、時間的変動が比較的大きいこととともに、放射線のエネルギー範囲及び方向分布が異なる等複雑な様相を示す。

モニタリングはこれらの特性を十分に考慮してなされるべきであるが、すべてを満たすことは技術的に容易ではないので、ある程度選択的な計画にならざるを得ない。

ガンマ線の計測エネルギー範囲は、計測器の性能に応じて変わる。平常時における対象エネルギーの上限は3 MeV までである。もちろん検出器によっては、より広いエネルギー範囲の計測が可能である。

検出器のエネルギー依存性、方向依存性、自己汚染、宇宙線に対する感度の違い等のため、計測器によって測定値は異なる場合がある。したがって、種類の違った検出器を備えた計測器間の測定値を比較することには注意が必要である。

また、検出器の設置高さ、付近の地形及び構造物等の影響によって、同種の計測器でも測定値が違ってくるので、各設置点の周辺を含めた設置状況をなるべく同じにすることが望まれる。

なお、空間放射線の測定には通常次のような名称の設備が使われる。

*1) 本指針における空気吸収線量とは、自由空間中で荷電粒子平衡が成り立つとした場合の、空気の吸収線量をいう。

モニタリングステーション：

連続モニタに加えてダストサンプラ及び気象要素の測定機器を具備した野外測定設備、

モニタリングポスト：

連続モニタを具備した野外測定設備、

モニタリングポイント：

積算線量計を具備した野外測定設備、

また上記設備の他にモニタリング車等も使われている。

空間放射線量率の連続測定及び積算線量の測定の詳細は、それぞれ、文部科学省・放射能測定法シリーズ17「連続モニタによる環境線測定法」及び同シリーズ18「熱ルミネセンス線量計を用いた環境線量測定法」に示されている。その他の積算線量計については、それぞれの取扱説明書あるいはJIS等にしたがって実施する。

空間放射線の計測量は原則として空気吸収線量(単位Gy)とする。

なお、一般環境で問題になるような線のエネルギー範囲では、空気吸収線量は空気カーマにほとんど等しい。

C 気象要素の計測

モニタリング計画及びモニタリング結果の解釈と評価に当たって、気象に関する情報は重要な要素の一つである。

これらの気象情報に関して、モニタリングを実施する地域の気象特性を代表する地点、及び局地性の強い気象特性を示すモニタリング地点において気象観測を行うことは大切である。

地域の気象特性を代表する連続した気象観測値は、地域内あるいは地域に近接する気象庁の公式観測施設、モニタリングステーションに併置した連続気象観測装置あるいは他の観測施設から、何時でも得られる体制を作ることが望ましい。

また、社会環境等から気象特性上局地性の強い地点をモニタリング地点として選定した場合には、その地点の気象特性を把握するために、必要な項目について気象観測を連続して実施することが望ましい。

モニタリングと密接に関連する主な気象観測項目は次のとおりである。

風向、風速

日射量、放射収支量（風速値と合わせ、大気安定度の分類に用いる。）

気 温

降 水 量

積 雪 量

感雨、感雷

これらのうち、特に降水及び積雪は空間放射線量の測定値に直接影響を与え、また局地性も強いので注意を要する。

気象観測に用いる測器は、気象庁の検定対象となっているものについては検定に合格したものを使用することとし、観測の具体的方法は、できるだけ気象業務法に従うとともに「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（平成6年4月原子力安全委員会）をも参考とすることが望ましい。

D テレメータシステム

1 . 概 要

各測定点における空間放射線量率、気象要素等の計測データを集中的に監視すると共に、集計、記録、整理、解析するために、データを中央に送る伝送系と、これを処理する中央制御装置とを総合したものがテレメータシステムである。

2 . 性 能

テレメータシステムは次の性能をもつ必要がある。

標準のデータ収集間隔を10分程度とし、データの記録は1時間間隔で行うこと。

平常の変動幅を外れた場合にはデータ収集間隔を2分程度に短くするとともに、過去1時間の短時間間隔のデータを記録できること。

3 . 伝送方式

伝送の方式は、災害時等を予想すれば専用回線が望ましく、また、経済性、伝送の難易度等を考慮して有線、無線のいずれかを選択する。

4 . 伝送の内容

線量率、気象等の測定値の他に、検出器系、伝送系の異常等に関する情報も含まれる。

(1) 空間放射線量率の連続測定データ、大気浮遊じん中の放射能

(2) 気象要素

風向、風速

日射量、放射収支量

気温

降水量、積雪量、感雨計、感雷計の信号

(3) 検出装置、建家、伝送系の状態監視

5 . 中央制御装置

コンピュータを中心として、テレメータシステムの制御、デー

夕処理、警報、記録、整理等の機能を持ち、中央演算処理装置、補助メモリー、入出力装置、通信装置、停電対策用電源等から構成される。

E 指標生物

モニタリングは、原子力施設からの放射性物質の環境放出に起因する周辺住民等の実効線量が年線量限度を十分に下回っていることを確認することにその主な目的があるので、食用に供される重要な農畜水産物を対象に放射能調査が実施されるが、さらに環境そのものの放射能を測定し、その変動を把握することも重要な課題である。この観点では、放射性物質の生体濃縮の速度や度合が大きく、かつ、その地域で容易に採取できる生物が存在すれば、その放射能監視を行うことがレベルの変動若しくは上昇を的確かつ迅速に把握する上で簡便かつ有効な場合がある。このような生物を指標生物と呼び、通常食用に供さないか、あるいは食物連鎖へのつながりが少ないと考えられる生物であってもよく、陸上では松葉、ヨモギ等、海洋ではホンダワラ、カジメ等がこれにあたる。

指標生物をモニタリング計画に取り入れるには、その生物の特徴、特性等を明らかにし、調査目的に対応する採取計画を立てることが必要である。環境における放射能レベルの変動を比較するための採取頻度は一定季節に毎年1～4回で十分であるが、原子力施設からの予期しない放射性物質の放出があった場合、あるいは核爆発実験の場合等の短期的な影響調査では頻繁に採取する必要がある。

F 環境試料の保存

環境試料の保存の目的は、試料処理中に失敗があった場合、測定結果に異常があるか若しくは異常が疑われる場合、当初対象にした核種以外の分析が必要となった場合又は新しい測定器、測定技術等が導入された場合に必要に応じて行われる再測定等を可能にするためである。測定の目的が十分に達せられ、再測定の必要はもはやないと判断されたときには、その試料は廃棄できる。しかし、再測定の可能性が排除できないときには、適当な見直し時期まで保存するものとする。次表に一応のめやすを参考として示す。

〔表 F - 1〕 試料の保存期間

保存試料の種類		保存試料数	保存形態	最低保存期間
操前 業試 開料 始	蓄積状況を把握する試料	全 試 料	乾燥物又は灰化物	操業期間中
	上記以外の試料	代 表 試 料	同 上	操業後 5 年程度
操後 業試 開料 始	蓄積状況を把握する試料	代 表 試 料	同 上	5 年程度
	上記以外の試料	全 試 料	同 上	測定結果の評価完了まで

- 注
- 1 . 保存試料は原則として測定済試料とする。
 - 2 . 操業開始前試料は、特別な措置をせずに保存が容易なものに限る。
 - 3 . 代表試料は、例えば試料採取地点、採取頻度等を勘案して抜き取ったものとする。

G 全ベータ放射能測定

全ベータ放射能測定法は、現在では機器分析に比べて格別の利点はないが、その適用範囲を主として下記の2項目とすればモニタリングの目的に対して有効である。

- (1) 過去のデータとの関連において、相対的な放射能レベルの比較又は変化を把握する。
- (2) 多数の試料の中からあるレベル以上の放射能を含む試料をふるい分ける。

いずれの場合にも、環境試料中に含まれる自然放射能に比べてかなり高いレベルの放射能汚染がある時に利用し得る方法である。

H 測定目標値

環境試料中の放射能の測定は、ガンマ線スペクトロメトリーによる機器分析が主体であるが、場合により放射化学分析が必要になることがある。

いずれの分析法を用いる場合であっても、測定条件を決めるため測定目標値を定める必要があるが、一般にある試料を測定した場合、測定目標値、試料量、計数効率等に基づいて算出された計数率 n は、同一測定条件におけるバックグラウンド計数率の標準偏差を σ とするとき

$$n > 3 \sigma$$

の条件を満たさなければならない。

ガンマ線スペクトロメトリーの場合、着目ガンマ線のフォトピーク位置におけるバックグラウンドは、それより高いエネルギーのガンマ線の存在量によって変化するので、その見積りには試料の種類に十分な余裕を見込んでおく必要がある。

測定目標値を定める際の参考として、〔表H - 1〕ゲルマニウム半導体検出器における供試量と定量可能レベル、〔表H - 2〕放射化学分析における供試量と定量可能レベル（ベータ線計測）、〔表H - 3〕ウランの供試量と分析レベル、〔表H - 4〕プルトニウムの供試量と分析目標レベルを示す。

環境試料中の放射能の測定において、周辺住民等の線量の推定・評価を目的とする場合、文部科学省・放射能測定法シリーズに示す分析法を採用すれば、測定目標値は年線量限度はもちろん、線量目標値をも十分下回るようなレベルに対応する放射能濃度に設定されているとよい。例えばセシウム - 137の場合、〔表H - 1〕の定量可能レベル（0.008 Bq/ℓ）に等しい濃度の水を1年間摂取し続けたとすると、〔表L - 1〕の実効線量係数を用い、1日の摂取量を2.65 ℓとして、預託実効線量は

$$\begin{aligned} 1.3 \times 10^{-5} \text{ (mSv/Bq)} \times 0.008 \text{ (Bq/ℓ)} \times 2.65 \text{ (ℓ/d)} \times 365 \text{ (d)} \\ = 1.0 \times 10^{-4} \text{ (mSv)} \end{aligned}$$

に過ぎない。したがって、複数の核種の混在や、他の経路による摂取を考慮したとしても、現在の分析法では年線量限度を十分に下回るレベルに対応する放射能濃度を検出することが可能となっている。

一方、蓄積状況を把握する場合において、十分に低いところに測定目標値が設定されている現在の分析法をもってしても、測定結果が「検出限界以下」となる事例もあり得るが、この場合においても、環境放射能の有意な上昇がなく十分に低いレベルにあることの確認ができるという点で、所期の目的は達成され得るので、単に数字を得るために分析の測定目標値をさらに引き下げるとは、一般に正当化されないと考えられる。

〔表H - 1〕ゲルマニウム半導体検出器における供試料と
定量可能レベルの一例

試料	供試量	⁵⁴ Mn	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	単位
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.3	mBq/m ³
降下物	月間全量 (0.5m ²)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	3	Bq/m ²
陸水・海水	20 ℓ	8	8	8	200 (2 ℓ 直接)	8	8	40	mBq/ℓ
土壌・海底土	100g 乾土	3	3	3	-	3	3	8	Bq/kg 乾土
農水産生物	1kg生	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.5	Bq/kg 生
牛乳 (直接法)	2 ℓ	-	-	-	0.2	0.2	0.2	-	Bq/ℓ

放射能測定法シリーズ13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる
機器分析のための試料の前処理法」を参考に作成。
試料は共通するものをまとめ、単位は PCi を Bq に換算した。

〔表H - 2〕放射化学分析における供試料と定量可能レベル
(ベータ線計測)の一例

試料	供試量	定量可能レベル*	単位
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	0.004	mBq/m ³
降下物	月間全量(0.5m ²)	0.08	Bq/m ²
陸水	100 ℓ	0.4	mBq/ℓ
海水	10 ℓ	4	mBq/ℓ
土壌・海底土	100g 乾土	0.4	Bq/kg 乾土
農水産生物	1 kg 生	0.04	Bq/kg 生
茶	0.5kg 乾物	0.08	Bq/kg 乾物
牛乳	2 ℓ	0.02	Bq/ℓ
日常食	1 人日分	0.04	Bq/人/日

* : 0.04Bq が測れる計測器で左記の供試量を用いた場合のストロンチウム - 90等の定量可能レベル

〔放射能測定法シリーズ16「環境試料採取法」を参考に作成。
試料は共通するものをまとめ、単位は pCiを Bqに換算した。〕

〔表 H - 3〕ウラン分析の供試量と分析レベルの一例

試料	1回の分析に必要な試料の量	分析レベル	平均的ウラン含量	単位
海水	2 ℓ	1	3	μg/ℓ
陸水	2 ℓ	0.1	10 ⁻² ~ 10 ¹	μg/ℓ
海底土	乾土5 ~ 10 g	0.2	1	mg/kg 乾土
土壌	乾土5 ~ 10 g	0.2	1	mg/kg 乾土
海産生物	生 500 g 灰5 ~ 10 g	4	10 ~ 20	μg/kg 生
農作物	生 500 g 灰2 ~ 10 g	4	10	μg/kg 生
大気浮遊じん	1000m ³ (空気)	10 ⁻¹	⁵ 10 ⁻⁴ ~ 10 ⁰	μ ³ g/m ³ (空気)

(放射能測定法シリーズ14「ウラン分析法」を参考に作成。)

〔表 H - 4〕プルトニウム分析の供試量と分析目標レベル

試料名	供試量	分析目標レベル*	単位
水試料	100 ℓ	2 × 10 ⁻²	mBq/ℓ
灰試料	(0.5 ~ 1kg 生) 相当	4 ~ 2	mBq/kg 生
土試料	50 g 乾土	4 × 10	mBq/kg 乾土
降下物	0.5m ² 、1ヶ月	4	m ² Bq/m
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	2 × 10 ⁻¹	m ³ Bq/m

* 計数効率：20%、測定時間：24時間、核種からのアルファ線の合計数値が計数誤差の3倍とした場合

(放射能測定法シリーズ12「プルトニウム分析法」を参考に作成。)

(参考)

文部科学省・放射能測定法シリーズ

1 全ベータ放射能測定法	昭和51年9月(2訂)
2 放射性ストロンチウム分析法	昭和58年12月(3訂)
3 放射性セシウム分析法	昭和51年9月(1訂)
4 放射性ヨウ素分析法	平成8年3月(2訂)
5 放射性コバルト分析法	平成2年2月(1訂)
6 NaI(T l) シンプレ-ションスペクトロメータ機器分析法	昭和49年1月
7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメ-	平成4年8月(3訂)
8 放射性ジルコニウム分析法	昭和51年9月
9 トリチウム分析法	平成8年3月(1訂)
10 放射性ルテニウム分析法	平成8年3月(1訂)
11 放射性セリウム分析法	昭和52年10月
12 プルトニウム分析法	平成2年11月(1訂)
13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析 のための試料の前処理法	昭和57年7月
14 ウラン分析法	平成8年3月(1訂)
15 緊急時における放射性ヨウ素測定法	昭和52年10月
16 環境試料採取法	昭和58年12月
17 連続モニタによる環境 線測定法	平成8年3月(1訂)
18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 線量測定法	平成2年2月(1訂)
19 ラジウム分析法	平成2年2月
20 空間 線スペクトル測定法	平成2年2月
21 アメリシウム分析法	平成2年11月
22 プルトニウム・アメリシウム逐次分析法	平成2年11月
23 液体シンプレ-ションカウンタによる放射性核種分析法	平成8年3月(1訂)
24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメ-のための 試料前処理法	平成4年8月
25 放射性炭素分析法	平成5年9月
26 ヨウ素 - 129分析法	平成8年3月

(平成13年3月現在)

I 操業前調査

操業前調査は操業開始後の環境データを運転開始前のいわゆるバックグラウンドの環境データと比較するために行われる。

「操業開始前の1年以上」という意味は、操業1年前から正式のモニタリングが始められることを考慮している。気象条件は、気象の長い変動に応じ、ある年は降水が多くある年は少ないというように年ごとに変化があること、また核爆発実験等の影響も年により変動があり得ることなどから、操業前調査は自発的又は積極的に操業1年前以前から始めることが望ましい。しかし、できるだけ長い期間とすることは環境の状況把握にとって役立つことに間違いはないが、試料の保存の困難さ、操業後に対する重要性の程度等を考慮すると2年程度で十分である。

試料採取等の地点は、予想される操業後の試料採取地点、空間放射線測定地点が含まれるよう、集落分布、空気、水の流れ、よどみ、地形の影響、試料とすべき生物の存在、採取の容易さ等を考慮して選定する。しかし、これははじめから正確に予想することが難しいため、できるだけ試料を広範囲から採取するとともに、空間放射線についても広範囲の測定を行うことが望ましい。これにより、後で異常値が発見された場合、それが操業前でも見出されたものであるか、その原因は何かなどを調べるのに役立つ。

Ｊ 測定結果の解析

測定結果が平常の変動幅を外れる主な要因は、()降水、()積雪、()その他の自然現象、例えば逆転層等による放射線レベルの変動、()大気圏内の核爆発実験等、(v)原子力施設等起因の人工的な放射線源、()計測器の異常の他、母集団の大きさ及び分布の形に依存する統計的な確率に起因するもの等である。これの要因について解析を行うには、

それぞれの要因について情報を得る、

測定時間間隔を選択する、

比較する母集団を選択する、

ことが必要である。

〔図Ｊ - 1〕に平常の変動幅を外れた場合の原因究明のフローチャート例、〔表Ｊ - 1〕に原因別の変動パターンを示す。

統計処理を行う場合の母集団選定に際しては次の事項について考慮する必要がある。

(1) 時間間隔

1 データの積算計数時間又はデータの打ち出し時間間隔は、着目する事象による線量率の変動速度に見合うものとする必要がある。降水等の自然現象を対象とした場合に用いられる時間間隔は数分～数10分である。原子力施設に基づく変動を対象とするときはその数分の1またはそれ以下の短い間隔、フォールアウトの場合は数倍またはそれ以上の長い間隔が適用される。(なお、自然現象には1日及び1年の周期変動等がある。)したがって、連続測定に際してのデータの抽出間隔は5分、10分、15分のいずれかを標準とし、短い間隔が必要なときは1分、2分、3分、5分のいずれかとする。

これらのデータから、あとの解析のため1時間値を求める。

(2) 母集団に含めるデータの数

母集団に含めるデータの数は多ければ多いほど真の分布に近づくので、数10以上とすることが望ましい。降水時のデータのみ

母集団を作るような場合以外には、この程度のデータ数を得ることは容易である。

(3) 母集団の分類

母集団は平常時、降水時、積雪時、核爆発実験等の直後及びこれら以外に大別される。

平常時はさらに、日変動及び年変動を考慮して特定の時刻及び月毎とに分けることが有用な場合がある。

降水時は雷雨、小雨、台風、降雪さらには前線の性質等でさらに分類できるが、通常は降雨、降雪、その他に分類しておくといよい。また積雪時は空間放射線レベルが低下するので母集団を別にする必要がある。

核爆発実験等の直後に増加がみられた場合は別の母集団とする必要がある。

〔表 J - 1〕原因別の変動パターン

変動の原因		変動のパターン	変動の頻度	増加量
自然現象による変動	降雨	降雨中ゆるやかな変動を持つ	年間100回程度 地域によって差がある	~ 20nGy/h ~ 10 μ Gy/y
	降雪	増加と減少が複雑に入り混じる	地域によって差がある	± 10nGy/h
	雷雨	急激に増加して約30分の半減期で減少	春先に多い	最高数10nGy/hになることがある
	積雪	積雪によるしゃへい効果	地域によって差がある	~ 10 ~ 30nGy/h 程度減少
	その他の気象	逆転層による日周期 地表の水分による放射線の吸収		~ 10nGy/h 程度 ~ 2nGy/h 程度減少
大気圏内核爆発実験	実験の数日後に変動が現れ経過時間にほぼ比例して増加量を示す		経過日数が短いほど大で、2 ~ 3日後には通常レベルの数倍になる場合がある	
原子力施設	一定しない、特に負方向の変動が短い周期を持つ			
測定器の特性	主として温度変化による	温度変化による日変化、年変化	温度によって数% ~ 10%に及ぶ場合がある	
測定器の故障	過大又は過小な値を示す			

〔放射線測定法シリーズ17「連続モニタによる環境線測定法」を参考に作成。単位は R を Gy に換算した。〕

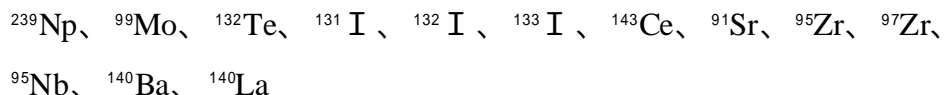
K 核爆発実験による放射性降下物

核爆発実験が行われた場所によって、爆発後日本にその影響が現われる時期が異なる。中国大陸で行われた大気圏内核爆発実験を例にとると、日本に現われるその影響は、通常、爆発後2～3日に第1の山があり、その後1週間～10日後に第2の山がある。第1の山は、対流圏に注入された核分裂片が直接到着したものであり、第2の山は日本上空を通過後地球を一周した後に到着したものである。また、地域差はあるが一般的に、到着時間は西日本が早く順次東に移動してゆくパターンをとる。これは、日本上空を流れる偏西風による。しかし、核爆発実験が行われると必ずこうなるとは限らず、爆発が行われた高さ、位置、規模、爆発の型、気象条件等によって、日本への影響の時期及び程度が異なるので、予断をしないほうがよい。

(1) 核爆発実験直後の放射性降下物中の核種

核爆発実験直後の放射性降下物中の核種は、短半減期の核種の占める割合が大きく、しかも爆発後の経過時間によって、その割合が大きく変わる。この経過時間による割合は、〔図K-1〕の Hunter-Ballou の図 (Nucleonics, 9, Nov, C-2(1951)) を参考にし、推定する。

厳密には、爆発に用いられた核物質、つまり ^{235}U か ^{239}Pu によって、また爆発の型、核分裂か核融合を伴うかによって、放射性核種の生成割合は異なるが、実際にはその差はあまり問題にならない。核爆発後数日から1週間位までの間に、例えば大気浮遊じん及び降水に検出される主な核種は次のようなものである。



(2) 新たな核爆発実験がないときの放射性降下物

新しい核爆発実験によって大気圏に新たな核分裂片の注入がないときの放射性降下物は、比較的半減期の長い核種である。主な核種は ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 ^{103}Ru 、 ^{106}Ru 、 ^{141}Ce 、 ^{144}Ce 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及びこれら

の娘核種である。またときとして、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn などの核種が検出される場合もある。これらの核種の地上への降下のパターンは地域及び気象条件によって異なるが、一般的には春期にピークを持つような季節変動がある。

このような放射性降下物に関するデータは日常のモニタリングデータの中で常に把握しておくことが必要である。そのデータから、例えば放射性降下物中の核種間の比に着目することによって、その比が極端に変われば、それは放射性降下物以外の原因による核種の混入が推定できることがある。

しかし、放射性降下物中の核種は時間的、空間的に差が著しいので、そのデータの取扱いには十分に注意する必要がある。

L 線量の推定と評価法

空間放射線量又は環境試料中の放射能濃度からの線量の評価においては、その推定結果が可能な限り現実的な線量に近づくように算定する。

1．外部被ばくによる実効線量

空間放射線からの外部被ばくによる実効線量は、TLD等による積算線量又は連続モニタのデータの解析結果から算定される。TLD等による積算線量は、その場の空間放射線量を一定期間積算したものであり、平常値と比較することにより原子力施設からの寄与を評価することが可能である。また、連続モニタのデータは、時々刻々の放射線レベルの変動パターンや、また場合によってはエネルギー情報も与えるので、それらを解析することによって施設からの寄与をかなり良く弁別することが可能である。

なお、以上の解析結果から実効線量（単位 mSv）の推定値を求めるには、原則として、空気カーマ（単位 mGy）に $0.8^{*2)}$ を乗ずることとし、また照射線量（単位 mR）の場合には 7×10^{-3} を乗ずることとする。

2．内部被ばくによる預託線量

ある放射性核種の一年間の経口摂取又は呼吸による預託実効線量は、〔表L-1〕の実効線量係数を用いて次式により計算することができる。

$$\begin{aligned} \text{預託実効線量 (mSv)} = & \left[\begin{array}{l} \text{実効線量係数・表} \\ \text{L-1の値 (mSv/Bq)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{年間の核種摂} \\ \text{取量 (Bq)} \end{array} \right] \\ & \times \left[\begin{array}{l} \text{市場希釈} \\ \text{補正} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{調理等による} \\ \text{減少補正} \end{array} \right] \end{aligned}$$

市場希釈補正、調理等による減少補正は必要があれば行う。

平常時においては、環境中の放射能レベルは急激に変化すること

* 2) 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する評価指針」(原子力安全委員会、平成13年3月)の線量係数による。

はないので、米のように一時期に収穫したとしても年間を通じて保存、摂取するものについては年間の核種摂取量は次式を用いて計算して良い。

$$\text{年間の核種摂取量} = \left(\frac{\text{環境試料中の年間}}{\text{平均核種濃度}} \right) \times \left(\frac{\text{その飲食物等}}{\text{の年間摂取量}} \right) \dots\dots (1)$$

また、対象とする時期（収穫時期等）が限られ、保存のきかない食品等については次式を用いる。

$$\begin{aligned} \text{年間の核種摂取量} = & \left(\frac{\text{環境試料中の対象期}}{\text{間内平均核種濃度}} \right) \times \left(\frac{\text{その飲食物等}}{\text{の毎日摂取量}} \right) \\ & \times \left[\text{対象期間内摂取日数} \right] \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

放射能レベルが毎日変動するようなもので、毎日の核種濃度が求められるか、それに近いデータが得られる場合には、次式を用いる。

$$\text{年間の核種摂取量} = \left(\frac{\text{環境試料中の毎}}{\text{日の核種濃度}} \right) \times \left(\frac{\text{その飲食物等}}{\text{の毎日摂取量}} \right) \dots\dots (3)$$

飲食物等の摂取量については標準的な値^{*3)}が示されているが、地域によってこれと異なる値が得られている場合、又はここに示された以外の飲食物等については、各々適当な値をとり得るものとする。ただし、その場合には、その旨を明記しておく必要がある。

また、放射性ヨウ素については、〔表 L - 2〕より、年齢に応じた適切な実効線量係数を用いる。

なお、原則として甲状腺等の預託等価線量は平常時のモニタリングにおいては算定の必要性はないが、原子力施設からの予期しない

* 3) 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成13年3月）では、通常の商品摂取モデルとして成人が1日当りに摂取する食品の量を葉菜100g、牛乳0.2ℓ、魚200g、無脊推動物 20g、海藻類40gとし、呼吸率は $2.22 \times 10^7 \text{cm}^3/\text{d}$ としている。また、ICRP Publication 23では成人の飲料水の摂取量を $2.65 \text{ℓ}/\text{d}$ としている。

放射性物質の放出があった場合等において放射性ヨウ素による甲状腺の預託等価線量が相当に上昇する可能性があって算定の必要が生じた場合には、〔表 L - 3〕の線量係数を用いて、上記と同様な方法で計算できる。

参考のために、軽水炉原子力発電所から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる主な放射性物質の核種組成を〔表 L - 4〕に、使用済核燃料再処理施設から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる放射性物質の核種組成の平均的割合の例を〔表 L - 5〕に示した。

〔表 L - 1〕 1 B q を経口又は吸入摂取した場合の成人の実効線量係数

本表の値は ICRP から出版されている CD-ROM (The ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public (Version One, 1999)) に含まれている Publication 72 から抜粋したものであり、化学形等によって複数の値が示されている核種については、そのうちの一番大きな値とし、粒子状のものについては粒子径を $1\mu\text{m}$ とした。

なお、本表には H-3、C-14 など化学形等により実効線量係数の値が数桁に及ぶ範囲で大きく異なる核種も含まれている。したがって、その分析方法等から化学形等が明らかな場合には、Publication 72 などから当該化学形等に相当する実効線量係数を使用すべきである。

(mSv/Bq)

核種	経口摂取	吸入摂取
H - 3	4.2×10^{-8}	2.6×10^{-7}
C - 14	5.8×10^{-7}	5.8×10^{-6}
Cr - 51	3.8×10^{-8}	3.7×10^{-8}
Mn - 54	7.1×10^{-7}	1.5×10^{-6}
Fe - 59	1.8×10^{-6}	4.0×10^{-6}
Co - 58	7.4×10^{-7}	2.1×10^{-6}
Co - 60	3.4×10^{-6}	3.1×10^{-5}
Zn - 65	3.9×10^{-6}	2.2×10^{-6}
Sr - 89	2.6×10^{-6}	7.9×10^{-6}
Sr - 90	2.8×10^{-5}	1.6×10^{-4}
Zr - 95	9.5×10^{-7}	5.9×10^{-6}
Nb - 95	5.8×10^{-7}	1.8×10^{-6}
Ru - 106	7.0×10^{-6}	6.6×10^{-5}
I - 129	7.2×10^{-5} *1	6.6×10^{-5} *1
I - 131	1.6×10^{-5} *1	1.5×10^{-5} *1
I - 133	3.1×10^{-6} *1	2.9×10^{-6} *1
Cs - 134	1.9×10^{-5}	2.0×10^{-5}
Cs - 137	1.3×10^{-5}	3.9×10^{-5}
Ba - 140	2.6×10^{-6}	5.8×10^{-6}
La - 140	2.0×10^{-6}	1.1×10^{-6}
Ce - 144	5.2×10^{-6}	5.3×10^{-5}
Ra - 226	2.8×10^{-4}	9.5×10^{-3}
Th - 232	2.3×10^{-4}	1.1×10^{-1}
U - 235	4.7×10^{-5}	8.5×10^{-3}
U - 238	4.5×10^{-5}	8.0×10^{-3}
Pu - 238	2.3×10^{-4}	1.1×10^{-1}
Pu - 239	2.5×10^{-4}	1.2×10^{-1}

* 1 ICRP Publication 66 などのモデルを基に摂取されたヨウ素が体液中から甲状腺へ達する割合を 0.2 として計算した値である。

〔表 L - 2〕 1 B q の放射性ヨウ素を経口又は吸入摂取した場合の幼児及び乳児の実効線量係数*

(mSv/Bq)

核種	経口摂取		吸入摂取	
	幼児	乳児	幼児	乳児
I - 131	7.5×10^{-5}	1.4×10^{-4}	6.9×10^{-5}	1.3×10^{-4}
I - 133	1.7×10^{-5}	3.8×10^{-5}	1.6×10^{-5}	3.5×10^{-5}

* 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」(原子力安全委員会、平成13年3月)による。

〔表 L - 3〕 1 B q を経口又は吸入摂取した場合の成人、幼児及び乳児の甲状腺の等価線量に係る線量係数*

(mSv/Bq)

核種	経口摂取			吸入摂取		
	成人	幼児	乳児	成人	幼児	乳児
I - 131	3.2×10^{-4}	1.5×10^{-3}	2.8×10^{-3}	2.9×10^{-4}	1.4×10^{-3}	2.5×10^{-3}
I - 133	5.9×10^{-5}	3.3×10^{-4}	7.3×10^{-4}	5.5×10^{-5}	3.0×10^{-4}	6.8×10^{-4}

* 本表の値は、ICRP Publication 66などのモデルを基に摂取されたヨウ素が体液中から甲状腺へ達する割合を0.2、化学形を元素状として計算した値である。

〔表 L - 4〕軽水炉原子力発電所から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる放射性物質の核種組成*

核種	組成 (%)	
	BWR	PWR
Cr - 51	2	2
Mn - 54	40	3
Fe - 59	7	2
Co - 58	3	10
Co - 60	30	15
Sr - 89	2	2
Sr - 90	1	1
I - 131	2	15
Cs - 134	5	20
Cs - 137	8	30

* 「発電所軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」(原子力安全委員会、平成13年3月)

〔表 L - 5〕使用済核燃料再処理工場から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる放射性物質の核種組成の平均的割合の例*

核種	平均的割合 (%)
Ru - 103	6.3
Ru - 106 , Rh - 106	50.8
Ce - 141	0.5
Ce - 144 , Pr - 144	9.5
Sr - 89	1.0
Sr - 90	1.0
Zr - 95 , Nb - 95	4.3
Cs - 137	4.1
Cs - 134	4.5
その他	18.0

* 「動力炉・核燃料開発事業団の再処理施設設置変更承認申請に係る安全性について(昭和55年7月31日)」
原子力安全委員会報告