

【解説】 内部被ばくの線量管理方法

本解説では、計画被ばく状況における放射線業務従事者の内部被ばくに係る線量管理方法について解説する。(個別の具体的な事例については【例題】を参照)

1. ガイドラインの背景

現行法令において、内部被ばくを理由とした健康診断の受診の要否に関する判断基準は、「①放射性物質を誤って吸入摂取し、又は経口摂取したとき、②放射性同位元素により表面密度限度を超えて皮膚が汚染され、その汚染を容易に除去することができないとき、③放射性同位元素により皮膚の創傷面が汚染され、又は汚染されたおそれのあるとき」と規定されている。このため、現状では、微量な内部被ばくが生じた場合には、健康診断を受けることとなっている。しかしながら、このような内部被ばくには、放射線学的に問題のない微量な内部被ばくの例も含まれている。このような例が含まれてしまう第一の理由は、上記の判断基準としていずれも線量基準が示されていないためである。

放射線審議会基本部会では「国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007 年勧告 (Publication 103) の国内制度等への取入れについて—第二次中間報告—⁽¹⁾ (平成 23 年 1 月)」(以下、基本部会中間報告)において、放射線業務従事者の内部被ばくに係る対応方法について様々な議論が行われ、健康診断の要否に関する線量基準については以下の提言がなされた。

(基本部会中間報告)

「特殊健康診断の受診の要否は外部被ばく線量と内部被ばく線量の合算値である実効線量限度との比較によって決定されるべきである。」(ページ 40 より)

また、内部被ばくに係る「記録レベル」や「調査レベル」については、現場毎に設定することが可能とし、記録レベルについては関係機関による参考値の導出を、「調査レベル」については、医療又は放射線防護に精通する関連学会等の関係機関により運用方法の検討や参考値算出の要望がだされている。

2. 内部被ばくの線量評価と管理について

内部被ばくは放射性物質が体内に取り込まれることによって起こる。内部被ばく線量評価の目的は、以下の3点に集約できる。

- (1) 放射線業務従事者の内部被ばく線量を評価することにより、放射線作業が安全に行われているかどうかを確認し、必要に応じて作業を制限する。
- (2) 作業が十分良好な環境条件下で行われているかどうか、作業方法が良好であるかどうかを確認し、不備が見出された場合にはその改善に役立つ。
- (3) 事故による過剰被ばくの場合、適切な健康管理と治療の開始、及び医療支援のための有用な情報を提供する。

内部被ばく線量評価の方法には、個人モニタリングと呼ばれる、従事者が吸入または経口摂取した放射エネルギーを、体の外から測って評価する体外計測法、あるいは尿等の排泄物中の放射エネルギーを測って評価するバイオアッセイ法がある。また、空気中の放射性物質濃度から摂取量を推定し、線量を求める方法がある。

内部被ばくは外部被ばくとは異なり、参考値の設定方法や対応方法について様々な議論が行われてきた。基本部会中間報告でも、内部被ばくの管理について以下の通り述べられている。

(基本部会中間報告)

「内部被ばくの管理には、ICRPが開発した概念である「調査レベル」が有効であると考えられる。1990年勧告では、測定される量について、それを超えた場合に、ある決められた対策又は意思決定が行われるような値を定めることは作業管理に対して有効とし、対策を要するレベルの一つに調査レベルの使用を推奨している。」(ページ40より)

「内部被ばくによる線量の測定についても同様に、「有意に」評価可能な線量について行うこととし、「記録レベル」を超え、又は超えるおそれのある場合に実施すべきである。」(ページ41より)

3. 記録レベル、調査レベル及び介入レベルの概念

(1) 記録レベル

基本部会中間報告及びICRP Publication 75⁽²⁾では、記録レベルについて以下の通り述べられている。

(基本部会中間報告)

「記録レベルは、調査レベルと同様にICRPによって定義され、「それを超えたらその結果が記録されるべきであり、それより低い値は無視される」というレベルとして用いられるものである。

この記録レベルを国内制度へ適用することが、内部被ばく線量の測定及び測定結果を記録として保管することに合理的な意味を与える。(ページ41より)

記録レベルについては、測定対象核種やその測定に適用する放射線測定器の検出下限値の違いにより、一律に規定することが困難であると考えられるため、調査レベルと同様に、関係機関による参考値の提示が必要であると考えられる。(ページ41より)

(ICRP Publication 75)

「委員会は現在、個人モニタリングの記録レベルは、モニタリング期間と、1mSvを下回らない年実効線量、又は、関連する線量限度の約10%の年等価線量から導かれるべきであると考えている。しかし、いくつかの被ばく成分(例えば特定の臓器の外部被ばくと内部被ばく)が総線量に有意に寄与するようなまれな状況においては、各成分についてもっと低い記録レベルを導くのが適切かもしれない。その場合、各成分に対する記録のやり方を正式に定めて記録すべきである。」(パラグラフ 232)

より)

(2) 調査レベル

基本部会中間報告では放射線業務従事者に有意な内部被ばくを生じた可能性がある場合に、初動対応をとるための概念として ICRP が開発した概念である調査レベルの適用が有効であるとし、調査レベルを超えた場合の対応と、講じるべき措置に関して具体的に以下のように述べられている。

なお、作業環境の改善には、労働安全衛生法に基づき医学的専門知識を有する産業医や医師等の意見を取入れることが望ましい。

(基本部会中間報告)

「事業者は、放射線業務従事者の内部被ばくの程度について評価を行い、その評価結果が調査レベルを超え、又はそのおそれがあるとみなしたときに、作業環境の調査や従事者の作業手順の確認等によるその被ばくの原因調査や内部被ばく線量の精密な評価をすることによってその線量測定の結果の妥当性を検証するべきである。そして、事業者は、その検証によって得られた当該作業者の内部被ばく線量に基づき、外部被ばく線量と含めた実効線量を評価したうえで実効線量限度との比較を行い、特殊健康診断の受診の要否を決定するべきである。また、事業者は、調査レベルを超える有意な内部被ばく線量を受けた放射線業務従事者に対して講じるべき措置として、放射性物質を体外へ排出するための措置、又は皮膚・創傷面の除染等の要否を、特殊健康診断とは別に医師に委ねるべきである。」(ページ 41 より)

また、調査レベルの値については、基本部会中間報告及び ICRP Publication 75、78⁽³⁾で以下の通り述べられている。

(基本部会中間報告)

「事業者は、調査レベルを有意に評価可能な線量として、あるいは全身カウンタによる体外計測の計測値、バイオアッセイ試料の測定値、又は作業環境測定における空気中の放射性物質濃度のような誘導値として設定することができる。」(ページ 40 より)

(ICRP Publication 75)

「調査レベルは、操業管理者により設定され、これを超えた場合、その事業所での調査(多くの場合、非常に簡単な)が必要、主として職業被ばくに適用される。」(パラグラフ 230 より)

「調査レベルは、「それを超えたらその結果の原因または意味合いが調査されるべき」レベルと定義される(Publication 60, 257 項)。調査レベルは、防護の手はずの再検討を開始し、また調査レベルを超えたある特定の値がどのようにして得られたかに注意を向けるべきレベルである。したがって、調査レベルは過去にさかのぼって用いられるべきものである。再検討の目的は、得られた経験から学び、

類似した種類の将来の操業にその経験を適用することにあるべきである。その意図するところは、そのような改善が必要なところではその再検討は防護の改善の助けとなるべきであり、状況が既にうまく管理されているところでは防護の悪化を制限するためのものとして働くことである。調査レベルは、個人あるいは作業環境に関連した実際上あらゆる測定可能な量で設定することができる。」（パラグラフ 234 より）

(ICRP Publication 78)

「職業被ばくについて、委員会は、いかなる1年間についても50mSvという限度つきで、年平均値20mSvを与える5年間100mSvの実効線量限度を勧告している（ICRP、1991）。ある場合には、実用量の利用が役に立つ。内部被ばくの場合、年摂取限度（ALI）は、20mSvの実効線量に基づくべきであることをこの勧告は示している。したがって、任意の放射性核種に対して、年平均実効線量限度[0.02Sv]を線量係数 $e(50)$ [Sv Bq⁻¹]で割ることにより、ALI[Bq]を求めることができる。」（パラグラフ 111 より）

「放射性核種に潜在的に被ばくするような多くの状況においては、モニタリングプログラムにおいて測定される量、すなわち、全身内容量、臓器内容量、毎日の尿中または糞中の排泄量、空气中放射能濃度に対して調査レベルを設定すると便利である。調査レベルとして選択された値は、線量あるいは摂取量と直接関連づけられることがあり、また付属書に与えられたデータは、適切なモニタリングプログラムのために選択された摂取量または線量のレベルに相当する測定量の値の算出に使用できる。たとえば、0.1ALIという参照値を調査実施の基準とすることができよう。」（パラグラフ 112 より）

(3) 介入レベル

ICRP Publication 75 には、内部被ばく線量が調査レベルを超え、放射性物質を体外へ排出する等の救済措置を講ずるべきレベルとして介入レベルの記述があり、以下の通り述べられている。

(ICRP Publication 75)

「介入レベルは、緊急時被ばく又は慢性被ばくの状況で、そのレベルになったら特定の防護対策あるいは救済対策が講じられるべきであるような、線量率又は放射能レベルとして単純に表現されることがある。対策レベルは、緊急時被ばくと慢性被ばくの両方の状況に用いられる。」（パラグラフ 67 より）

「作業者が確定的影響のしきい値程度またはそれを超える緊急時被ばくを受けた場合には、その作業者は医者に見せるべきである。」（パラグラフ 148 より）

「手順を行うことによる利益（回避される線量）がリスク（治療の副作用）を上回る場合には、線量を低減するための介入が正当化されることがある。例としてジエチレントリアミン5酢酸（DPTA）のようなキレート剤によるアクチニドの排泄の促進、トリチウム摂取後の強制的な利尿、および安定ヨウ素の投与による甲状腺への放射性ヨウ素の沈着の防止が挙げられる。」（パラグラフ 266 より）

4. 記録レベル、調査レベル及び介入レベル設定の考え方

本標準では、内部被ばくは事業所によって想定する核種、線量評価方法等運用が異なるため、記録レベルを一律に規定することが困難であること、また内部取り込み時期等の評価条件を一部仮定して線量を評価するため、求められた被ばく線量にはある程度の不確実性があり、低いレベルまで記録する合理性がないことから、基本部会中間報告及び ICRP Publication 75 の考え方に準じて、1mSv から 2mSv 程度の範囲で事業所毎に線量管理に責任を有する者が設定することとした。

調査レベルは、事業所毎に各所で取り扱う核種、測定方法、線量評価の不確実性、線量管理への影響、内部取り込みの状況等を考慮し、基本部会中間報告及び ICRP Publication 75, 78 の考え方に準じて事業所毎に作業環境に応じて線量管理に責任を有する者が合理的な値を設定することとした。

さらに介入レベルについても、調査レベルと同様に事業所毎の運用のバラツキを考慮し、事業所毎に線量管理に責任を有する者が医師と相談の上、ICRP Publication 75 の考え方に準じて、内部被ばく線量が介入レベルを超えた場合に、医学的監視、必要な保健指導を行うと共に体内に取り込んだ放射性物質を体外へ排泄させる措置、又は皮膚・創傷面の除染等の救済措置を講ずるべき値として設定することとした。

参考文献

- (1) 放射線審議会基本部会、「国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007 年勧告 (Publication 103) の国内制度等への取入れについて—第二次中間報告—」、2011
- (2) 国際放射線防護委員会、「ICRP Publication 75 General Principles for the Radiation Protection of Workers」、1997
- (3) 国際放射線防護委員会、「ICRP Publication 78 Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers」、1997