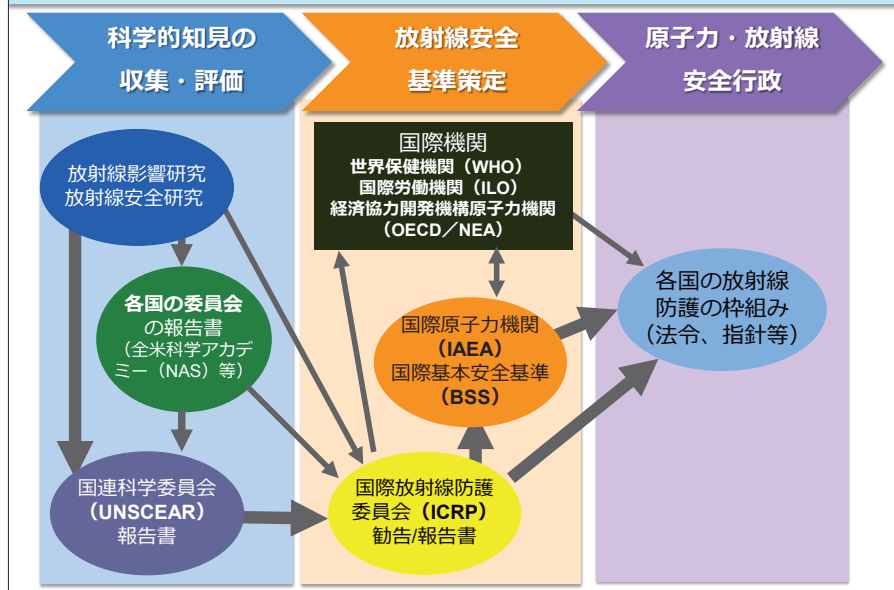


# 第 4 章

## 防護の考え方

# 防護の原則 放射線防護体系



毎年、世界の研究者から、放射線の線源や影響に関する研究が多数発表されます。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）は、幅広い研究結果を包括的に評価し、国際的な科学コンセンサスを政治的に中立の立場からまとめ、定期的に報告書の形で見解を発表しています。

国際放射線防護委員会（ICRP）では、UNSCEAR の報告等を参考にしながら、放射線防護の枠組みに関する勧告を行っています。ICRP の勧告や、国際原子力機関（IAEA）が策定した国際的な合意形成による基本安全基準を参考に、日本でも放射線防護に関する法令や指針等が定められています。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

## 防護の原則


## 国際放射線防護委員会（ICRP）

## 国際放射線防護委員会（ICRP）

放射線防護の基本的な枠組みと防護基準を勧告することを目的とする。主委員会と5つの専門委員会（放射線影響、線量概念、医療被ばくに対する防護、勧告の適用、環境の放射線防護）で構成されている。

（参考）ICRPの勧告より、線量限度について抜粋

	1977年 勧告	1990年 勧告	2007年 勧告
線量限度 （職業人）	50mSv/年	100mSv/5年 かつ 50mSv/年	100mSv/5年 かつ 50mSv/年
線量限度 （一般公衆）	5 mSv/年	1 mSv/年	1 mSv/年



mSv：ミリシーベルト

1928年、医療従事者を放射線の障害から防ぐために国際X線ラジウム防護委員会が設立されました。1950年に、国際X線ラジウム防護委員会は、国際放射線防護委員会（ICRP）に改組され、放射線防護の基本的な枠組みと防護基準を勧告する機関という重要な役割を担うことになりました。近年では1977年、1990年、2007年に勧告を行っています（上巻P137、「勧告の目的」）。ICRPが勧告を発表すると、多くの国では放射線防護関係の法令の見直しが行われます（上巻P147、「国際放射線防護委員会（ICRP）勧告と我が国の対応」）。

ICRPの勧告の骨格は、原爆被爆者の疫学調査を始めとする広範な科学的知見を基にしており、1990年以降、確定的影響と確率的リスクの総合的な推定値は基本的に変わらないとして、これまでの防護体系がほぼ踏襲されています。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 防護の原則 勧告の目的

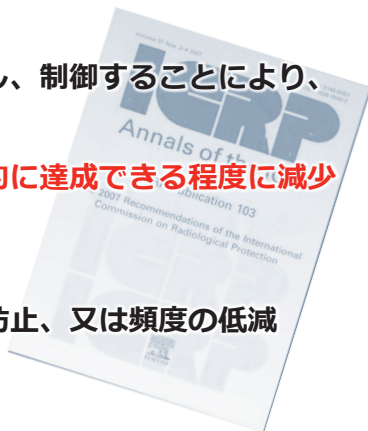
### 勧告の目的（国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告）

#### 1) 人の健康を防護する

- ・ 放射線による被ばくを管理し、制御することにより、  
**確定的影響を防止し、**  
**確率的影響のリスクを合理的に達成できる程度に減少**  
**させる**

#### 2) 環境を防護する

- ・ 有害な放射線影響の発生の防止、又は頻度の低減



国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告の目的は、「放射線被ばくに関連して望ましい人間の努力及び行動を不当に制限せずに、放射線被ばくによる有害な影響から人間と環境を守るための適正な水準の防護に寄与すること」とされています。

この目的達成には、「放射線被ばくとその健康影響に関する科学的知見は必要な前提条件ではあるが、防護の社会的・経済的側面にも考慮しなければならず、この点は、危険の管理に関する他の分野と異なるものではない」と、2007年勧告には記載されています。

勧告の主目的は、人の健康の防護にあります。2007年勧告では、新たに環境を防護するという目的が追加されました。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

**防護の原則 被ばく状況と防護対策****放射線による人の被ばく状況****計画被ばく状況**

被ばくが生じる前に防護対策を計画でき、被ばくのおおきさと範囲を合理的に予測できる状況

**線量限度**

(一般公衆) 1mSv/年  
(職業人) 100mSv/5年  
かつ50mSv/年

**対策**

放射性廃棄物処分、長寿命放射性廃棄物処分の管理等

**現存被ばく状況**

管理についての決定がなされる時点で既に被ばくが発生している状況

**参考レベル**

1～20mSv/年のうち低線量域、  
長期目標は1mSv/年

**対策**

自助努力による放射線防護や放射線防護の文化の形成等

**緊急時被ばく状況**

急を要するかつ、長期的な防護対策も要求されるかもしれない不測の状況

**参考レベル**

20～100mSv/年の範囲

**対策**

避難、屋外退避、放射線状況の分析・把握、モニタリングの整備、健康調査、食品管理等

mSv：ミリシーベルト

国際放射線防護委員会 (ICRP) は人の被ばく状況を、計画的に管理できる平常時 (計画被ばく状況)、事故や核テロ等の非常事態 (緊急時被ばく状況)、事故後の回復や復旧の時期等 (現存被ばく状況) の3つの状況に分けて、防護の基準を定めています。

平常時には、身体的障害を起こす可能性のある被ばくがないようにした上で、将来起こるかもしれないがんのリスクの増加もできるだけ低く抑えるように防護の対策を行うこととされています。そのため、放射線や放射性物質を扱う場所を管理することで、一般公衆の線量限度が年間1ミリシーベルト以下になるように定めています。

また、放射線扱う職業人には、5年間に100ミリシーベルトという線量限度が定められています。

一方、放射線事故のような非常事態が起こった場合 (緊急被ばく状況)、平常時には起こり得ない身体的障害の可能性があることから、平常時の対策 (将来起こるかもしれないがんのリスクの増加を抑えること) よりも、重大な身体的障害を防ぐための対策を優先することとされています。このため、線量限度は適用せず、一般公衆の場合、年間20～100ミリシーベルトの間の参考レベルを定め、被ばく低減を進めることが定められています。緊急措置や人命救助に従事する人の場合、状況に応じて500～1,000ミリシーベルトを制限の目安とすることもあるとされています。

その後、回復・復旧の時期 (現存の被ばく状況) に入ると、緊急時の参考レベルよりは低く平常時の線量限度よりは高い、年間1～20ミリシーベルトの間に設定されることもあるとされています。

(関連ページ：上巻 P147、「国際放射線防護委員会 (ICRP) 勧告と我が国の対応」)

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 放射線の健康影響には、確定的影響と確率的影響がある

- ・ 約100ミリグレイまでの吸収線量域では、どの組織も臨床的に意味のある機能障害を示すとは判断されない
- ・ 約100ミリシーベルトを下回る線量域では、確率的影響の発生率は臓器や組織の等価線量の増加に比例して増加すると仮定する  
(直線しきい値なしモデル=LNTモデルの採用)
- ・ 固形がんに対する線量・線量率効果係数は「2」
- ・ 低線量において、直線的反応を仮定すると、がんと遺伝性影響による致死リスクは1シーベルト当たり約5%

出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告の目的の一つは、放射線に対する防護体系を構築するための考察や仮定を与えることによって、確定的影響の発生を防止することにあります。そこで、しきい値の最小値である100ミリグレイ（≒100ミリシーベルト）近くまで年間線量が増加した場合には、防護対策を導入すべきと考えられています。

年間およそ100ミリシーベルトを下回る場合は、確率的影響の発生は低い確率であり、バックグラウンド線量を超えた放射線量の増加に比例すると仮定する「直線しきい値なし（LNT）モデル」が、低線量・低線量率での放射線防護の管理に実用的で、予防原則の観点からもふさわしいとされています。

ICRPが根拠としている原爆被爆者のデータは、1回の被ばくである一方で、管理すべき被ばくのほとんどは、長期間の少しずつの被ばくです。そのため、低線量・低線量率による影響軽減分の補正が行われています。動物実験やヒトの細胞における染色体異常や突然変異誘発の結果等から、様々な数値が報告されていますが、防護のためには係数として2を使うと定められています。つまり1回被ばくに比べ、少しずつの被ばくでは、同じ総線量を受けた場合の影響の出方が半分になるということです。

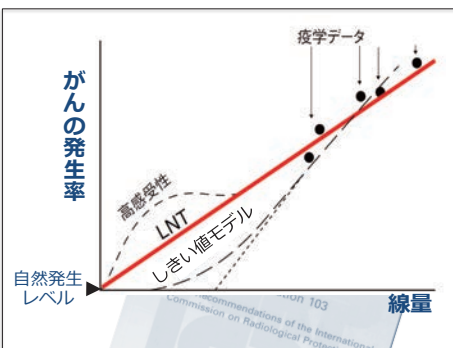
こうした補正を行った結果、致死的ながんリスクの増加は、低線量や低線量率の場合1シーベルト当たり約5%になると考えられています。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 防護の原則 LNTモデルをめぐる論争

- ◎ 支持：
  - 全米科学アカデミー（2006）
  - 放射線被ばくには「これ以下なら安全」と言える量はない
- ◎ 批判的：
  - フランス医学・科学アカデミー（2005）
  - 一定の線量より低い放射線被ばくでは、がん、白血病等は実際には生じず、LNTモデルは現実合わない過大評価



⇒ 国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射線防護の目的上、単純かつ合理的な仮定として、直線しきい値なし（LNT）モデルを採用

科学的な議論としては、100 ミリシーベルト以下の確率的影響のリスク評価に直線しきい値なし（LNT）モデルが妥当であるかどうかということについての決着はついてはいません。例えば、全米科学アカデミー（NAS）では、2006 年に LNT モデルは科学的にも妥当との見解を発表しました。100 ミリシーベルト以下でもがんリスク上昇が見られる疫学的証拠があるととしています。

一方、フランスの医学アカデミーと科学アカデミーは共同で、一定の線量より低い被ばくでは、がん、白血病等は実際には生じず、LNT モデルは現実合わない過大評価である、という見解を 2005 年に発表しています。ここでは、インドや中国の高自然放射線地域の住民のデータに発がんリスクの増加が見えないこと、低線量放射線に特異的な防御的生物反応が次々と見つかったことが根拠となっています。

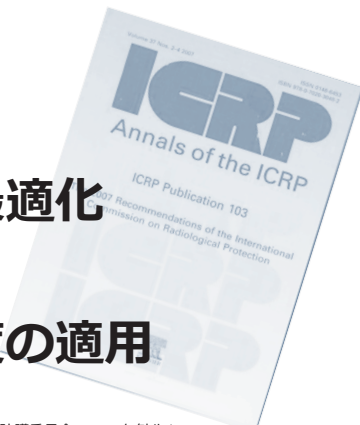
国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告では、LNT モデルと線量・線量率効果係数の 2 を用いることで、放射線防護の実用的目的、すなわち、低線量被ばくのリスクの管理においてより単純かつ合理的な仮定を提供するとしています。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

## 国際放射線防護委員会（ICRP）の防護の三原則

- ・ 正当化
- ・ 防護の最適化
- ・ 線量限度の適用



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

がんや遺伝性影響では、影響の現れ方が確率的です。また現在の放射線防護では、低線量域でも直線しきい値なし（LNT）モデルを適用していますので（上巻 P140、「LNT モデルをめぐる論争」、安全と危険を明確に区分することはできません。そこで、どんなに小さくとも有限のリスクがあるものとして、「リスクを容認できる」ことを基準に、防護のレベルが考えられています。これが放射線防護の原則として「正当化」「防護の最適化」「線量限度の適用」が重要であると考えられる基盤になっています（上巻 P142、「防護の正当化」、上巻 P143、「防護の最適化」、上巻 P145、「線量限度の適用」）。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日



## 防護の正当化

正当化とは



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

防護の原則の1つ目は正当化です。放射線を使う行為は、もたらされる便益（ベネフィット、メリット）が放射線のリスクを上回る場合のみ認められるという大原則です。

正当化は「放射線を扱う行為」に対してのみ適用されるものではなく、被ばくの変化をもたらす活動全てが対象となります。別の言い方をすれば、計画被ばく状況だけでなく、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況にも適用されます。例えば、汚染地域の除染を検討する場合にも、正当化が求められます。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

## 防護の原則

## 防護の最適化

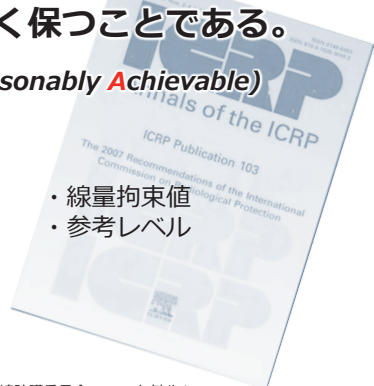
## 防護の最適化

個人の被ばく線量や人数を、  
経済的及び社会的要因を考慮に入れた上、  
合理的に達成できる限り低く保つことである。

この原則を**ALARA (As Low As Reasonably Achievable)**  
アララの原則という



- ・線量拘束値
- ・参考レベル



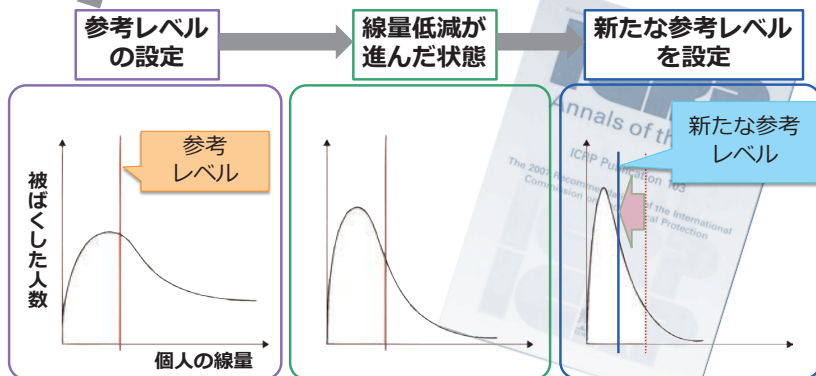
出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

放射線防護の原則の2つ目は防護の最適化です。放射線を伴う行為のメリットが放射線のリスクを上回る場合は、合理的に達成可能な限り被ばく量を減らして、放射線を利用します。この原則は、英語の頭文字から「ALARA（アララ）の原則」と呼ばれています。防護の最適化とは、社会・経済的なバランスも考慮しつつ、できるだけ被ばくを少なくするよう努力するということで、必ずしも被ばくを最小化することではありません。

防護の最適化を進めるために利用されるのが、線量拘束値や参考レベルです。例えば、除染等によって特定の線源からの個人に対する線量を制限する際の目安として、参考レベルが用いられています。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

**防護の原則 参考レベルを用いた被ばくの低減****参考レベルを用いた防護の最適化****最初の状態**

出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

東京電力福島第一原子力発電所事故による被ばくを合理的に低減する方策を進めるときには、国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告における参考レベルという概念が用いられています。事故や核テロのような非常事態が起こった場合には、緊急時被ばく状況として、重大な身体的障害を防ぐことに主眼をおいて対応します。このため、線量限度（計画被ばく状況における全ての規制された線源からの被ばくに対するもの）は適用せず、一般人の場合で年間20～100ミリシーベルトの間に参考レベルを定め、それ以下に被ばくを抑えるように防護活動を実施します。平常時には起こり得ない身体的障害が、非常時には起こり得ます。そこで、その防護対策が、平常時の対策（将来起こるかもしれないがんのリスクの増加を抑えること）より優先して行われます。

一人一人が受ける線量がばらついている状況において、不当に高い被ばくを受ける人がいないようにすることが参考レベルの目的です。全体の防護のための方策を考える際に、参考レベルを超えて被ばくするおそれのある人がいる場合には、それらの人々に重点的に対策を講じます。その結果、集団内の線量分布が改善し、参考レベルよりも高い線量を受ける人がほとんどいない状況が達成されたときには、必要に応じて、更に低い参考レベルを設定して線量低減を進めます。このように、状況に合わせて適切なレベルを設定することで、被ばく低減を効率的に進めることができます。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

**防護の原則 線量限度の適用****線量限度は計画被ばく状況に適用される**

## ○職業人（実効線量）

1 年間 50 ミリシーベルト かつ

5 年間 100 ミリシーベルト

## ○一般公衆（実効線量）

1 年間 1 ミリシーベルト

**（例外）医療被ばくには適用しない**

- ・ 個々のケースで正当化
- ・ 防護の最適化が重要



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007

放射線防護の原則の3つ目は、線量限度の適用です。国際放射線防護委員会(ICRP)の2007年勧告では、放射線作業（緊急時の作業を除く）を行う職業人の実効線量の限度は5年間で100ミリシーベルト、特定の1年間に50ミリシーベルトと定められています。

一般公衆の場合、実効線量限度が年間1ミリシーベルトと定められています。

線量限度は、管理の対象となるあらゆる放射線源からの被ばくの合計が、その値を超えないように管理するための基準値です。線量限度を超えなければそれでよいのではなく、防護の最適化によって更に被ばくを下げる努力が求められます。このことから、線量限度はそこまで被ばくしてよいという値ではなく、安全と危険の境界を示す線量でもありません。

また、健康診断の際や、医療において患者が受ける医療被ばくには線量限度を適用しません。これは、医療被ばくに線量限度を適用すると、必要な検査や治療を受けられないケースが生じ、患者の便益を損なうおそれがあるからです。そのため、3つのレベル（医療における放射線の利用は患者に害よりも便益を多く与えること、特定の症状の患者に対する特定の手法の適用、個々の患者に対する個々の手法の適用）についての正当化と、診断参考レベルの適用等による線量の最適化を行うこととされています。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成28年3月31日

## 線量限度 国際放射線防護委員会（ICRP）勧告と国内法令の比較

		職業被ばく		公衆被ばく	
		国際放射線防護委員会（ICRP） 2007年勧告	放射線障害の防止に関する法令（日本） 平成24年3月時点	国際放射線防護委員会（ICRP） 2007年勧告	放射線障害の防止に関する法令（日本） 平成24年3月時点
実効線量の線量限度		定められた5年間の平均が20mSv いかなる1年も50mSvを超えるべきでない	勧告に同じ	1 mSv/年（例外的に5年間の平均が年当たり1 mSvを超えなければ、単一年に限度を超えることが許される場合がある）	線量限度の規定はない（事業所境界の線量限度、排気排水の基準は1 mSv/年を基に設定している）
等価線量限度の	眼水晶体	150mSv/年	150mSv/年	15mSv/年	—
	皮膚	500mSv/年	500mSv/年	50mSv/年	—
	手先、足先	500mSv/年	—	—	—
職業人（女子の場合）の線量限度		妊娠の申告以降の妊娠期間に胎児の等価線量（子宮内被ばく）が1 mSvを超えないようにする	5 mSv/3か月 妊娠の事実を知った後、出産まで腹部表面の等価線量限度 2 mSv 内部被ばく 1 mSv	—	—

mSv：ミリシーベルト

出典：国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告

放射線障害の防止に関する法令（平成24年3月時点） より作成

日本の現行法令には、まだ、国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告の取り入れは行われていませんが、線量限度については、2007年勧告と1990年勧告に大きな違いはないため、ほぼ2007年勧告と合致しています。なお、職業人女性の線量限度（5ミリシーベルト／3か月）のように、日本特有の線量限度も存在します。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

# 線量限度 国際放射線防護委員会（ICRP）勧告と我が国の対応

	国際放射線防護委員会（ICRP） 2007年勧告		東京電力福島第一原子力 発電所事故での対応
職業被ばく	救命活動 （情報を知らされ た志願者）	他の者への利益が 救命者のリスクを 上回る場合は線量 制限なし	厚生労働省電離放射線障害防 止規則の特例 緊急時被ばく限度を従来の <b>100 mSv</b> から <b>250 mSv</b> に一時的に 引き上げ （平成23年3月14日から同年 12月16日まで） 電離放射線障害防止規則の一 部を改正し、特例緊急被ばく の上限を <b>250mSv</b> とした（平 成28年4月1日から施行）
	他の緊急救助活動	～500 mSv	
公衆被ばく	緊急被ばく状況	20～100 mSv/年の 範囲で決める	例 計画避難地域での避難の基準： 20 mSv/年
	復旧時 （現存被ばく状況）	1～20mSv/年の範 囲で決める	例 長期的に目標とする線量： 1 mSv/年

出典：国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告  
厚生労働省電離放射線障害防止規則の特例 より作成

mSv：ミリシーベルト

国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告の国内法令取り入れの審議中に、東京電力福島第一原子力発電所事故が起きました。

事故によって被ばく状況が変わり、公衆被ばくについては、日本の法令にはない参考レベルの考え方が採用されました。参考レベルを用いた被ばく線量の線量管理においては、第一に、ICRP2007年勧告の被ばく状況に応じた線量目安を参考に、不当に高い被ばくを受ける人がいないように参考レベルを設定し、第二に、その参考レベルよりも高い線量を受ける人がほとんどいない状況が達成されたら、必要に応じて、更に低い参考レベルを設定することで、線量低減を効率的に進めていくこととされています。

一方、職業被ばくについては、東京電力福島第一原子力発電所での災害拡大防止のために、特にやむを得ない場合として、緊急時の職業被ばくの線量限度については、一時的に特例として100ミリシーベルトから250ミリシーベルトに変更して対応されました。その後、原子炉が安定的な冷温停止状態を達成するための工程が完了したことを踏まえて、この特例も廃止されました。

また、今後、仮に原子力施設において原子力緊急事態等が発生した場合に備え、緊急作業期間中における放射線障害の防止に関する規定を整備する必要があり、あらかじめ、特例的な緊急被ばく限度等に関する基準として250ミリシーベルトを上限とするよう電離放射線障害防止規則の一部が改正され、平成28年4月1日から施行されることになりました。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成28年3月31日

食品中の放射性セシウム濃度の規制値

	日本 基準値 (平成24年4月～)	コーデックス 委員会※	EU(域内の 流通品)	アメリカ	韓国
飲料水	10	1,000	1,000	1,200	370
牛乳	50	1,000	1,000	1,200	370
一般食品	100	1,000	1,250	1,200	370
乳児用食品	50	1,000	400	1,200	370

単位はベクレル/kg

※消費者の健康の保護、食品の公正な貿易の確保等を目的として、1963年に国際連合食糧農業機関（FAO）及び世界保健機関（WHO）により設置された国際的な政府間機関であり、国際食品規格の策定等を行っています。

わが国では平成24年4月1日より、新たに食品中の放射性物質について「基準値」が設定されました。新しい基準値では食品を4項目に分類し、最も摂取頻度の高い「飲料水」については10ベクレル/kgと設定されました。

また、乳幼児の摂取量が多い「牛乳」は50ベクレル/kgに、さらに乳児の安全生確保の面から「乳児用食品」という新たな項目が設定され、牛乳と同じレベルの50ベクレル/kgとされました。それ以外の「一般食品」全てについては100ベクレル/kgという値が設定されました。

一般食品として全部を一括りにした背景には、個々人の食習慣の違いから来る追加被ばく線量の差を最小限にするという考えがありました。どんな食品を食べても、それらが基準値内であれば安全は確保できるという十分余裕を持った値として設定されました。

なお、各国の規制値が異なる理由は、規制値を設定する際に仮定した1年間の被ばく限度や、食品中の汚染率等が、それぞれの国等によって異なるためです（日本：被ばく限度は年間1ミリシーベルトまで。安全側に立ち一般食品は50%、牛乳・乳製品と乳児用食品は100%が汚染されていると仮定。コーデックス委員会：被ばく限度は年間1ミリシーベルトまで。食品中の10%が汚染されていると仮定）。

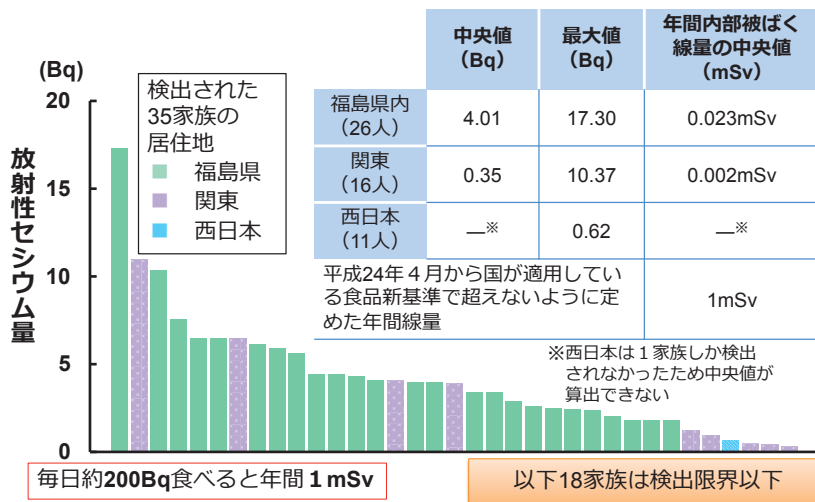
（関連ページ：下巻 P67、「平成24年4月からの基準値」）

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成28年3月31日

## 流通食品の摂取による被ばく線量

家族 1 人当たりの 1 日の食事に含まれていた放射性セシウムの量



Bq：ベクレル mSv：ミリシーベルト

出典：Koizumi et al., Environ Health Prev Med, 2011より

平成 23 年 12 月、福島県、関東圏、西日本圏の 53 家族を対象に、当時流通していた食品を日常的に摂取した場合に、内部被ばく線量はどれくらいになるかを調査した結果が示されました。福島県、関東圏、西日本圏の 3 地域の一般の家庭で用意される食事について、それぞれに含まれる放射性セシウムの量が調べられました。その結果、福島県内の家庭で出される 1 日分の食事には約 4 ベクレルのセシウム（中央値）が含まれていることが分かりました。そうした食事を 1 年間食べ続けた場合でも、セシウムの被ばく線量は年間で 0.023 ミリシーベルト程度で、年間の許容線量（1 ミリシーベルト）の 43 分の 1 に収まるとの結果でした。含有量が多い場合（最大値の 17.3 ベクレル）でも 0.099 ミリシーベルトで許容線量の 10 分の 1 程度の値でした。

関東圏の家族の食生活では年間で 0.002 ミリシーベルト程度で、年間許容線量の 500 分の 1 程度でした。

なお、食品中の放射性物質の最新情報は、厚生労働省ウェブサイトにおいて随時公開されています。（厚生労働省ウェブサイト「食品中の放射性物質への対応」（URL）[http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/shokuhin.html](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html)）

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日



- 確定的影響
- 有意ながんリスク

(ミリシーベルト/年)

100



がんリスクが  
どの程度かは不明  
(もしあっても小さい)

20

緊急時の参考レベルの範囲

1

回復・復旧時の参考レベルの範囲

- 自然放射線  
レベルより低い

- 累積しても  
生涯100ミリシーベルト未満

出典：国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告より作成

100 ～ 200 ミリシーベルト以上の線量に対しては、がんになるリスクが上昇するという科学的証拠が存在します。そこで、放射線事故による緊急時には、まずは重大な身体的障害を防ぐため、年間 100 ミリシーベルト以上の被ばくをしないように参考レベルを設定します。事故の収束によって、はじめに設定した参考レベルよりも高い線量を受けの人がほとんどいない状況が達成されたときには、将来起こるかもしれないがんのリスクの増加をできるだけ低く抑えるため、更に低い参考レベル（年間 1 ～ 20 ミリシーベルト等）を設定して、被ばくする線量の低減を進めます（上巻 P138、「被ばく状況と防護対策」）。

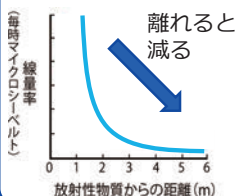
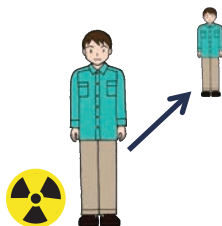
平常時の基準値としては年間 1 ミリシーベルトが用いられます。そのため、被ばく量が年間 1 ミリシーベルトを超えると危険だとか、ここまで被ばくをしてもいいと誤解されることがありますが、線量限度は、安全と危険の境界線ではありません。他方、1 ミリシーベルトまで浴びてもよいわけではなく、諸事情を考慮して現実的に可能な範囲で、できるだけ低く被ばくを抑えることが原則です。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

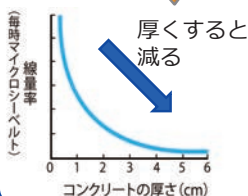
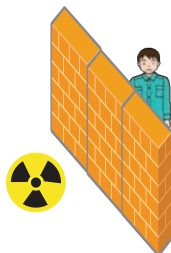
改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

## 外部被ばくの低減三原則

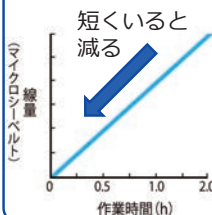
## ① 離れる (距離)



## ② 間に重い物を置く (遮へい)



## ③ 近くにいる時間を短く (時間)



外部被ばくの線量を少なくするためには、3つの方法があります。

1つ目は離れるという方法です。放射性物質で汚染した土を取り除いて、生活の場から離す、という方法がこれに当たります。

2つ目は遮へいです。屋内にいるということや、放射性物質で汚染した土とその下の汚染していない土を入れ替え、汚染していない土を遮へい材として用いることもこの方法に当てはまります。

3つ目は、空間線量率が高い所にいる時間を短くするという方法です。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

- 原則は口、鼻、傷口から入らないように
- 基準値以下の微量の放射性物質を過剰に心配して、食物の栄養バランスを崩さないように
- 放射性物質の放出の情報に気を付ける
- 土が身体、靴、服に付けばすぐに洗う



内部被ばくについては、呼吸を介した吸入と食品の摂取からの両方を考える必要があります。例えば、子供たちが空間放射線量が高い所で屋外活動をする場合を想定して線量計算すると、内部被ばくによる線量は2～3%程度であり、被ばくのほとんどは外部からの放射線によるものでした。そこで吸入による被ばくに関してはあまり神経質になることはないのですが、日頃の衛生管理（入浴、散髪、手洗い、掃除、洗濯等）をしっかりと行うと一定の効果はあります。

一方、経口による被ばくに関しては、野生の食材のように、安全性が確認できない食品には注意することが必要です。特に、シダ類とキノコ類はセシウムを濃縮する性質があることから注意が必要です。

内部被ばくに関しては、空間線量率とは異なり、自分で調べるのが難しいので、省庁が発表している数値等を参考にしましょう。食品中の放射性物質濃度は、厚生労働省や農林水産省から公表されています。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

## 調理の過程で放射性物質の低減が可能



**野菜／果実／きのこ**：洗浄、ゆでる（煮汁は捨てる）

例）野菜／果実を洗浄：**0～40%** 除去

野菜／果実をゆでる：**10～60%** 除去



**肉／魚**：塩焼き等で肉汁を落とす

例）肉をゆでる（ゆで汁に移行）：**30～80%** 除去

肉を焼く（肉汁に移行）：**20～50%** 除去

● **野生**のものは大量に食べない

● いろいろな品目、いろいろな産地のものを食べる

**栄養の偏りに注意**

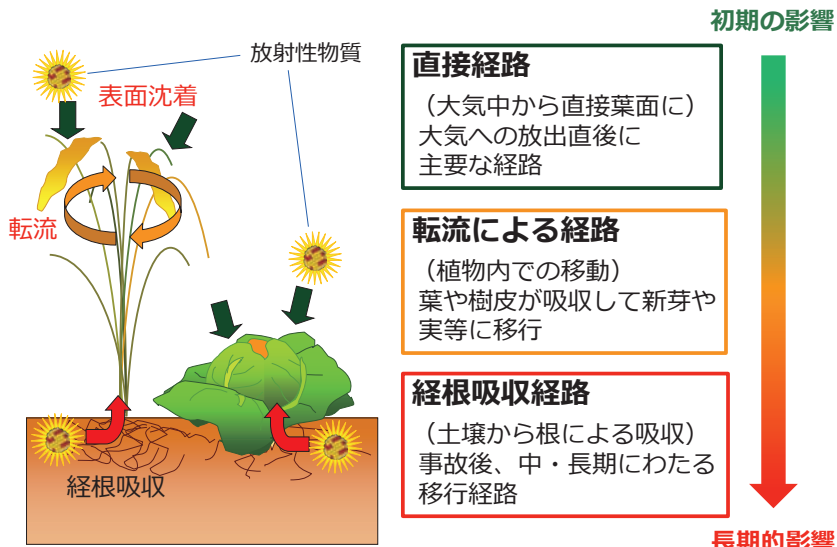
出典：国際原子力機関（IAEA）TRS472

工夫次第では食品中の放射性物質は減らすことができますが、100%取り除くことはできません。

東京電力福島第一原子力発電所事故の直後は、野菜から検出された放射性物質は表面に付いているだけでしたが、しばらくすると、土壌に落ちた放射性物質が根から吸収され野菜に入るようになりました。根から吸収されて野菜の中に入ったセシウムは、洗っても最大で40%、あく抜きをしても60%までしか除去できませんが、土をきれいに洗い落とすという意味では放射性物質の低減の効果があります。肉や魚も、煮汁を捨てることにより、放射性物質の量を半分ぐらいまでには減らすことができるとされています。また、いろいろな品目、産地のものを食べる等、リスクを分散させることも重要です。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日



セシウム 137 は、半減期が 30 年と長いため、原子力発電所の事故等によって環境へ放出された場合、影響が長期化すると考えられます。環境中の放射性物質が作物の可食部（食べている所）に移行する経路は、大きく 3 つに分けられます。

1 つ目は大気中から直接葉等の可食部の表面等に付くものです。東京電力福島第一原子力発電所事故の直後に、野菜から計測された放射性物質は、大気中に放出された放射性物質が直接葉の表面に付いたものでした。

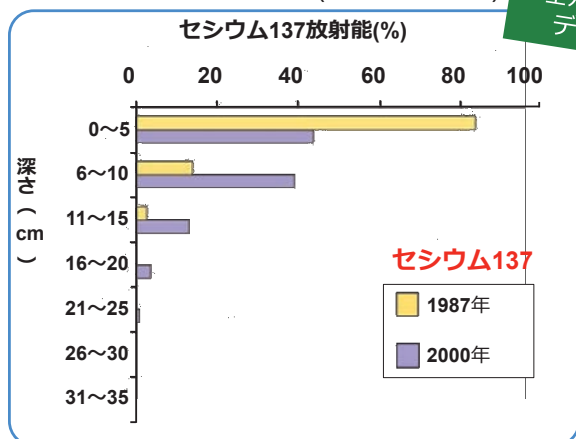
2 つ目は、転流を介した経路です。転流とは、植物体内で、吸収した栄養素や光合成でできた栄養やその代謝産物がある組織からほかの組織へと運搬されることをいいます。放射性物質が葉や樹皮に付着すると、葉や樹皮が放射性物質を吸収し、植物内で新芽や実の部分に移行することがあります。茶葉やタケノコ、ビワや梅等で比較的高濃度の放射性物質が見つかったのは、こうした移行経路によるものであると考えられています。

3 つ目は、土壌に含まれている放射性物質が根から吸収される経路です。大気中への放射性物質の放出が終わった後は、農地に降下した放射性物質が根から吸収される経路が主となります。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日

土壌中深度分布の経年変化 (全量を100%)



セシウム137は土壌に固定されて表層に長期間とどまるため、農作物に吸収されにくい特性があります

出典：国際原子力機関（IAEA）国際チェルノブイリフォーラム報告書（2006年）より作成

土壌中の粘土質はセシウムを強く吸着する性質を持っています。セシウムは、一旦粘土質に吸着されると水に溶けにくくなることから、土壌に固定されて表層に長期間とどまるため農作物に吸収されにくいという特性があります。

1986年に起こったチェルノブイリ原発事故の影響調査では、事故後14年経過しても、事故により降ったセシウム137の約80%が、表面から10cm内の所にとどまっていることが分かりました。

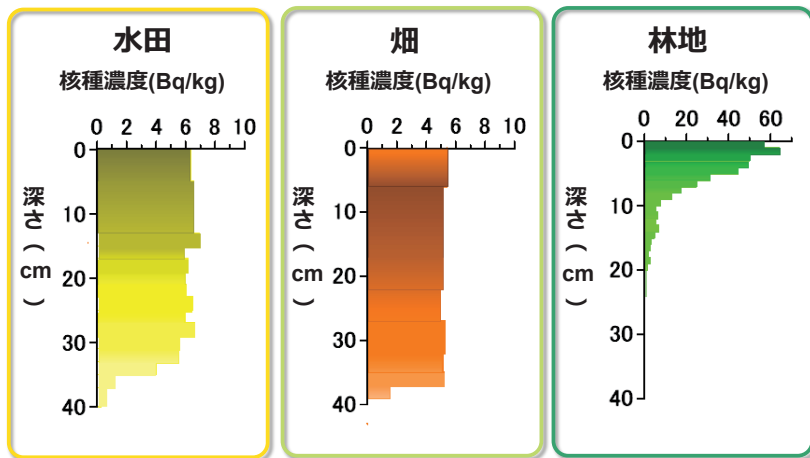
セシウム137が表層にあることで、地表面よりも深くに根を生やしている植物では、物理的に根とセシウム137が隔てられていることになります。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 長期的影響 核実験フォールアウトの影響（日本）

平成21年10月に北海道で採取した土壌のセシウム137濃度の深度分布



Bq/kg：ベクレル/キログラム

出典：木方ら、第52回環境放射能調査成果抄録集（平成22年）他より作成

1950年代後半から1960年代前半をピークに多くの大気中核実験が実施されたことから、これに起因する放射性降下物が地球全域に降り注ぎました。平成23年3月11日以前の日本で検出されている放射性セシウムやストロンチウム90はこのフォールアウト由来であると考えられます（上巻P71、「大気圏核実験による放射性降下物の影響」）。

平成21年に北海道で行われた土壌調査の結果、水田や畑のように耕された土壌では、表面から40cm深くまでセシウム137が検出されましたが、耕されていない林地では、表面から20cm内にセシウム137がとどまっていました（上巻P155、「土壌中の分布」）。

セシウムがどれだけ土壌に強く吸着するかは、土壌の性質にもよりますが、日本の土壌でも、セシウム137が表層にとどまりやすいことが分かっています。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 森林中の分布

分布は時間（年）と共に変化します。

森林中で大きく動く

大気からの沈着直後：

- ・ 樹冠の葉・枝（一部表面吸収&転流）
- ・ 土壌有機物層（腐葉土層等）の表面付近



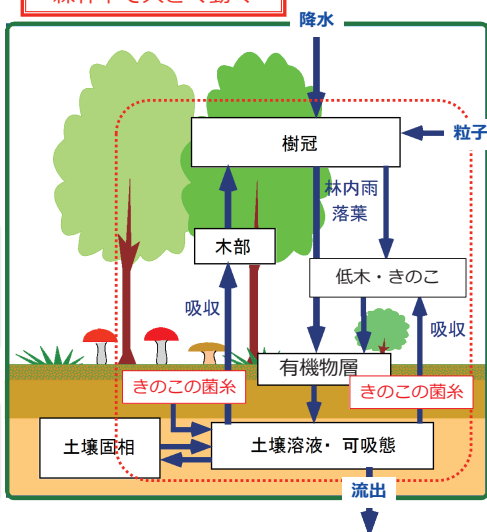
その後：

- ・ 樹冠から土壌有機物層へ
- ・ 有機物層からその下の土壌へ
- ・ 植物の経根吸収



最終的には：

- ・ 大部分が土壌有機物層を含めた土壌表層部に蓄積



4.4

長期的影響

森林中の放射性物質の分布は年単位の時間経過によって大きく変化すると考えられています。

大気に含まれる放射性セシウムは葉や枝に付着します。葉や枝はやがて枯れて腐葉土のような有機物を含んだ土壌になります。放射性物質の一部は葉や樹皮から吸収され、植物内で新芽や実の部分に移行することもあります。これもいずれは土になります。

有機物の多い土壌では、セシウムを吸着する粘土質に乏しいため、セシウムが植物に吸収されやすい状態にあります。例えば、きのこに比較的高濃度のセシウムが取り込まれる理由としては、きのこ自体の性質にもよりますが、きのこの菌糸が生育する環境は有機物が多く、粘土成分が少ないこととも関係していると考えられています。

有機物層にあるセシウムはその下の土壌に徐々に移行し、表層よりも少し深い所に根を張る植物もセシウムを吸収するようになります。

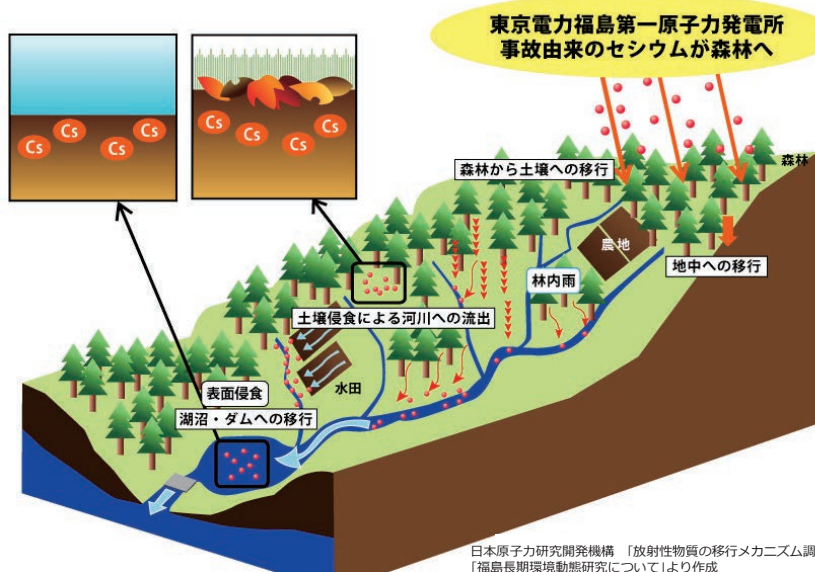
このように、放射性セシウムも安定なセシウムと同様に、植物と土壌との間で循環する過程で土壌の粘土質に固着され、最終的には土壌表層部に蓄積します。

なお、国立研究開発法人森林総合研究所が逕流水を採取してセシウムを計測したところ大部分の逕流水では、セシウムは検出されませんでした。降雨のあった日の一部の濁り水にセシウムが含まれていましたが、その量はごく僅かでした。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日





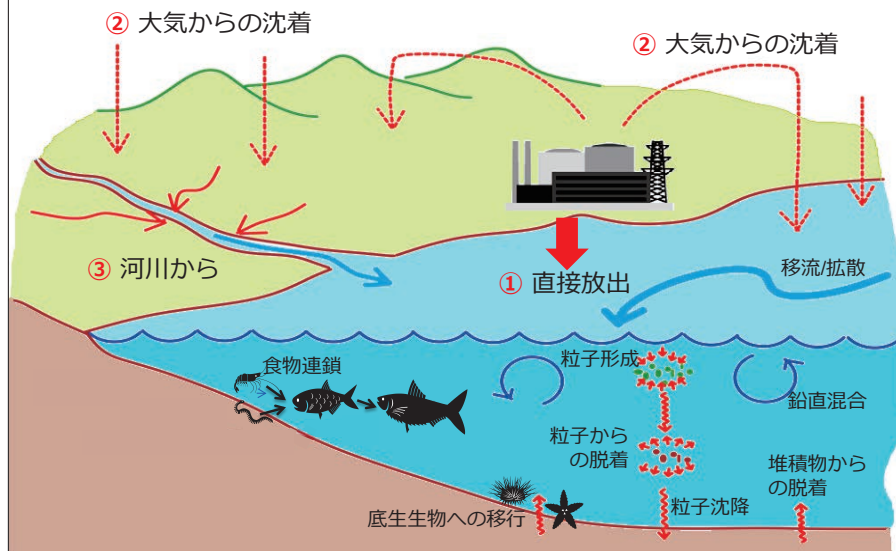
東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境中へ放出されたセシウムの分布は時間経過と共に大きく変化しました。事故直後に樹皮や枝葉に付着したセシウムは落葉や降雨等によって林床へと移行し、現在では90%以上が地表から5cmの深さまでにとどまっていることが分かっています。一方で、地表面付近のセシウム減少量が物理減衰による減少よりも大きいことから、僅かに地中方向に移動していることが推測されています。

セシウムは特定の粘土鉱物に強く吸着する性質があり、水中にはほとんど溶け出しません。また、風等による大気中への再飛散も現在ではほとんどないことが分かっています。これらのことから、森林から生活圏へのセシウムの流入は少ないことが予想されています。

上の図は、森林に降下・沈着したセシウムが上流から河口にあるダム湖に流れ込むまでの過程をイラストで示したものです。2つの拡大図は林床とダム湖底質をそれぞれ表しており、どちらもセシウムが土壌表層に堆積していることが分かります。

セシウムは、急流においては土粒子に吸着した状態で下流へと運搬され、緩流においては堆積する傾向にあります。また、上流にダム湖がある場合、セシウムがダム湖によってせき止められるため、下流へのセシウムの流出が少ない傾向にあります。さらに、台風や大雨等によってダム湖水位が高くなった場合においても、ダムの放流口付近の底質の流速が遅いため、堆積土壌の巻き上げはほとんど起こらないことが分かっています。

本資料への収録日：平成28年3月31日



東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質の海洋中の分布は、時間経過によって大きく変化すると考えられています。放射性物質が海洋に運ばれる経路には、①発電所からの海洋への直接の流入、②風に乗って運ばれた放射性物質の海洋への降下、③陸に降下した放射性物質の河川や地下水を介した海への運搬の3つのルートが考えられます。ただし、セシウムの場合は、土壤中に強く吸着されることから、地下水と共に移行して海に達することはほとんど考えられません。

海水中の放射性セシウムの濃度は、事故直後急激に上昇しましたが、1～2か月のうちに海流に乗って流されたり、拡散したりすることで下がりました。海産生物の放射性セシウムの濃度は海水中の濃度と関係があり、海水中の濃度の低下と共に海産生物の濃度も低下しました。また、放射性セシウムの一部は海底に沈降したため、海底付近にいる魚類（底魚）への移行が懸念されましたが、調査研究の結果、ヒラメ・マダラ等の底魚の放射性セシウムの濃度は福島沖を含めて低下しており、海底土から海産生物への放射性セシウムの移行はごく僅かであることが判明しています（出典：水産庁、水産物の放射性物質の検査に係る報告書、平成27年）。

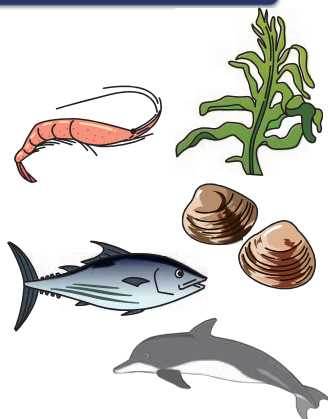
本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成27年3月31日

## 海産生物の濃縮係数

$$\text{濃縮係数} = (\text{海産生物中の濃度}) / (\text{海水中の濃度})$$

生物の種類	濃縮係数※ (セシウム)
イカ・タコ	9
植物プランクトン	20
動物プランクトン	40
藻類	50
エビ・カニ	50
貝類	60
魚	100
イルカ	300
トド	400



現在の海水セシウム濃度は、事故前と同レベル  
(0.001~0.01ベクレル/リットル)である。

※：濃縮係数は、下記IAEA文献による推奨値

出典：国際原子力機関（IAEA）Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, 2004

濃縮係数とは、海産生物が一定の濃度の海水に長期間置かれた場合の、海産生物中の濃度と海水中の濃度の比率を表したもので、放射性物質の海産生物への蓄積の度合いを示しています。

セシウムの濃縮係数を比べると、プランクトンより魚、魚よりは魚を捕食する大型哺乳類のほうが高いことが分かります。

セシウムについても生物濃縮はありますが、水銀やカドミウムのように生物体への蓄積が続くことはほぼなく、海水中のセシウム濃度が下がれば低下していくと考えられています。

なお、表中の濃縮係数は国際原子力機関（IAEA）による推奨値です。現在、海水中のセシウム濃度は、東京電力福島第一原子力発電所港湾内を除き、事故前とほぼ変わらない濃度（0.001～0.01 ベクレル / L）まで下がっています。

本資料への収録日：平成 25 年 3 月 31 日

改訂日：平成 27 年 3 月 31 日