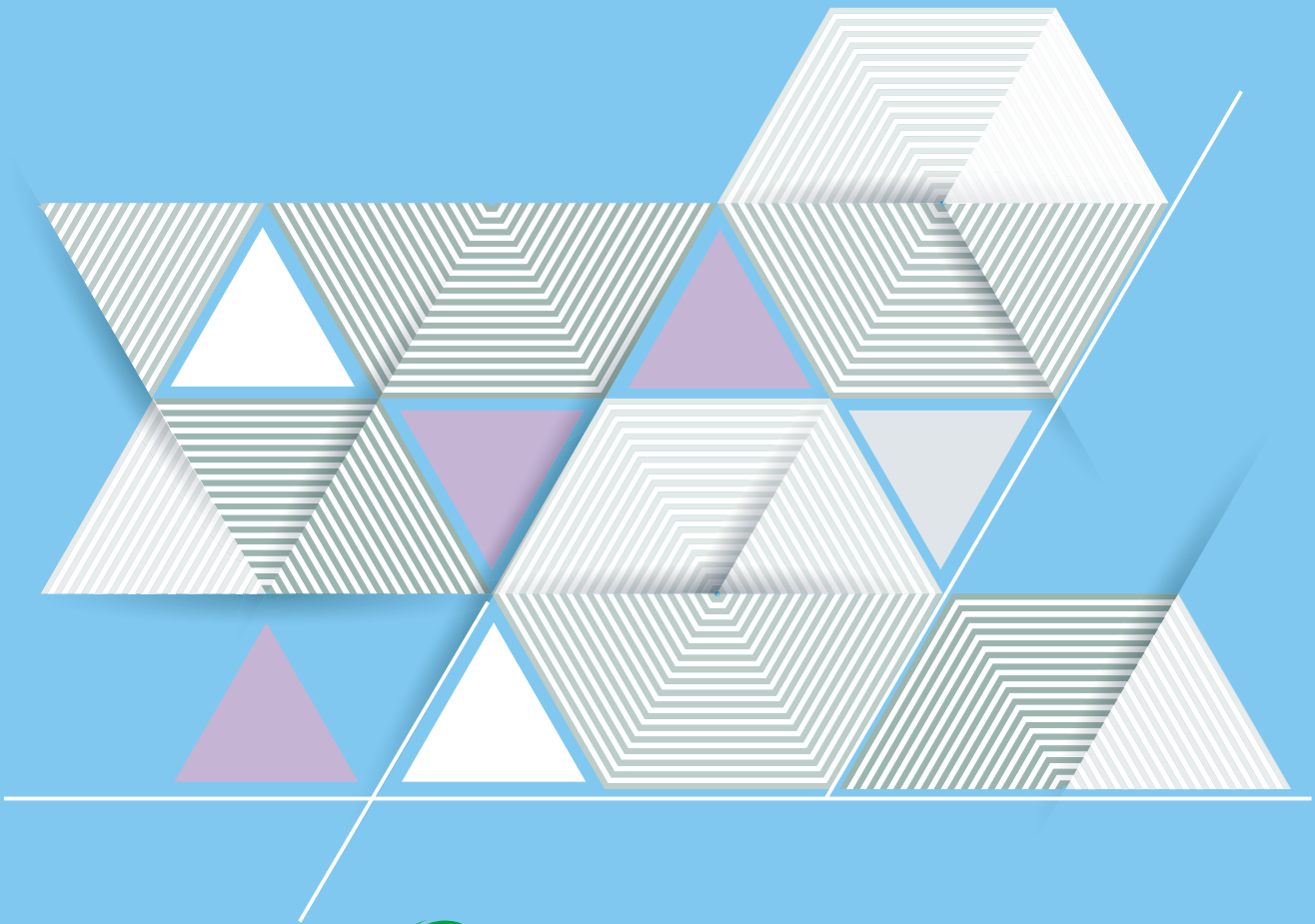


ICRP

Publication 124

さまざまな被ばく状況 における環境の防護



原子力規制委員会
Nuclear Regulation Authority

さまざまな被ばく状況 における環境の防護

2013 年 4 月 主委員会により承認

ICRP

Publication 124

Protection of the Environment under Different Exposure Situations

Editor-in-Chief

C. H. CLEMENT

Associate Editor

M. SASAKI

Authors on behalf of ICRP

R.J. PENTREATH, J. LOCHARD, C-M. LARSSON, D.A. COOL,
P. STRAND, J. SIMMONDS, D. COPPLESTONE, D. OUGHTON, E. LAZO

Copyright © 2022 Nuclear Regulation Authority, Japan. All rights reserved.
Authorized translation from the English language edition published for
The International Commission on Radiological Protection by SAGE Publications Ltd.
Copyright © 2014 The International Commission on Radiological Protection
Published by SAGE Publications Ltd. All rights reserved.

*No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in
any form or by any means electronic, electrostatic, magnetic tape, mechanical photocopying,
recording or otherwise or republished in any form, without permission in writing from the
copyright owner.*



Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 124
Protection of the Environment under Different Exposure Situations

This translation was undertaken by the following colleagues.

Supervised by

Kazuo SAKAI

Translated by

Isao KAWAGUCHI

Editorial Board

The Japanese Translation Committee of ICRP Publications
Translation Project of ICRP Publications,
Nuclear Regulation Authority, Japan
working in close collaboration with Japanese ICRP & ICRU members.

◆ Committee members ◆

Gen SUZUKI (Chair)

Michiya SASAKI (Vice-chair)

Keiji ODA

Nobuyuki KINOUCHI

Yasuhito SASAKI

Michiaki KAI (Vice-chair) ¹⁾

Kazuko OHNO

Isao KAWAGUCHI

Sachiko SAKODA ¹⁾

Hiroshi YASUDA

◆ Supervisors ◆

Michiaki KAI (ICRP, MC)

Kotaro OZASA (ICRP, C1)

Kazuo SAKAI* (ICRP, C1)

Makoto HOSONO (ICRP, C3)

Hiroko YOSHIDA (ICRP, C4) ²⁾

Norio SAITO (ICRU)

Ohtsura NIWA* (ICRP, MC)

Yoshiya SHIMADA (ICRP, C1) ²⁾

Tatsuhiko SATO (ICRP, C2)

Yoshiharu YONEKURA* (ICRP, C3)

Toshimitsu HOMMA* (ICRP, C4)

* Former ICRP member.

¹⁾ From June 2021, ²⁾ From September 2021.

邦訳版への序

本書は、ICRPの主委員会で2013年4月に承認され2014年1月に刊行された、さまざまな被ばく状況における環境の防護についての報告書

Protection of the Environment under Different Exposure Situations
(Publication 124. *Annals of the ICRP*, Vol.43, No.1 (2014))

をICRPの承諾のもとに翻訳したものである。

本書の翻訳は、量子科学技術研究開発機構の川口勇生氏によって行われた。この翻訳稿をもとに、ICRP刊行物翻訳委員会において推敲を重ねるとともに、前ICRP第1専門委員会の酒井一夫氏の監修をいただいて、最終稿を決定した。原文の記述への疑問は原著関係者に直接確認して訂正し、また原文の意味を正しく伝えるために必要と思われる場合は、多少の加筆や修正、訳注を付した。

この序を書いている2021年11月、英国のグラスゴーではCOP26が開催されている。そこでは気候変動が主な議題であるが、その背景には「持続可能な開発目標（SDGs）」というより大きなテーマがある。科学技術の応用や産業活動は、以前にまして環境に対する配慮が重要視されている。放射線防護の世界でも環境に対する配慮が前世紀末から意識されてきたように思う。

私たちはかつて、人間が適切に防護される放射線防護体系なら、ヒト以外の動植物も適切に防護され、放射線の利用が動植物の多様性を妨げることはないというアприオリな考えに立っていた。しかし、チェルノブイリ事故後、放射線防護のために住民が長期間避難させられた広大な地域が出現するにおよび、避難することができないヒト以外のペットや家畜や自然界の動植物の防護はどうあるべきかが問われ始めた。また、高レベル放射性廃棄物の地層処分も、ヒト以外の動植物に対する放射線防護を考える契機となった。ICRPは2001年に「電離放射線から環境を守る専門家会合」(ウィーン)を主催し、IAEAも2003年に「電離放射線の影響からの環境の防護に関する国際会議」(ストックホルム)を開催した。そして、ICRPは放射線防護の体系を徐々に拡張し、2007年勧告

のなかで、明示的に標準動物および標準植物（RAP）の概念を導入してきた。2008 年に刊行された *Publication 108* では、代表的な動植物からなる RAP を定義し、一連の誘導考慮参考レベルを定義している。また *Publication 114* では、RAP のセットに関して放射性核種の移行パラメータを提案している。すなわち、人間の放射線防護と同じように、環境中の放射性核種が RAP に与える被ばく量を客観的に評価するツールを確立してきたのである。

本報告書は、決してヒト以外の動植物の放射線防護を専門的に扱っているわけではない。むしろ、多様な価値観をもったステークホルダーの間で、人間の放射線防護と自然界の放射線防護をどのように調和させるべきなのかを議論するための枠組みを提供しているものと考えられる。誘導考慮参考レベルと *Publication 114* で示された線量評価の手法を用いれば、環境中の放射線がどの地域でどの種にどのレベルの影響を及ぼすのかについて、客観的に評価し議論することができるようになる。是非、放射線防護の専門家だけでなく、広く自然環境保護に興味を持っている方々に、本出版物を読んでいただきたい。

本書の編集は事務局の原子力安全研究協会（～令和元年度）および日本エヌ・ユー・エス株式会社が担当した。

当翻訳事業の成果は、すべて ICRP のウェブサイトにて PDF 版にて公開される。また、原子力規制委員会も、令和 2 年度から当翻訳事業で翻訳した ICRP の出版物を以下の URL で公開している (https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku_04.html)。この翻訳が、我が国の放射線防護に資することを、完成までの過程に携わったすべての方々とともに心より願うものである。

2022（令和 4）年 3 月

ICRP 刊行物翻訳委員会

委員長 鈴木 元

原子力規制庁
国内規制に係る国際放射線防護委員会刊行物の調査事業
ICRP 刊行物翻訳委員会

委員長 鈴木 元 (国際医療福祉大学クリニック)
副委員長 甲斐 倫明¹⁾ (日本文理大学)
佐々木道也 ((一財)電力中央研究所)
委員 大野 和子 (京都医療科学大学)
小田 啓二 ((一財)電子科学研究所)
川口 勇生 ((国研)量子科学技術研究開発機構)
木内 伸幸 ((国研)日本原子力研究開発機構)
迫田 幸子¹⁾ ((公社)日本アイソトープ協会)
佐々木康人 (湘南鎌倉総合病院附属臨床研究センター)
保田 浩志 (広島大学原爆放射線医科学研究所)

監修者

甲斐 倫明 (ICRP 主委員会, 日本文理大学)
丹羽 太貫 (前 ICRP 主委員会, (公財)放射線影響研究所)
小笹晃太郎 (ICRP 第 1 専門委員会, (公財)放射線影響研究所)
島田 義也²⁾ (ICRP 第 1 専門委員会, (公財)環境科学技術研究所)
酒井 一夫 (前 ICRP 第 1 専門委員会, 東京医療保健大学)
佐藤 達彦 (ICRP 第 2 専門委員会, (国研)日本原子力研究開発機構)
細野 眞 (ICRP 第 3 専門委員会, 近畿大学)
米倉 義晴 (前 ICRP 第 3 専門委員会, 大阪大学)
吉田 浩子²⁾ (ICRP 第 4 専門委員会, 東北大学)
本間 俊充 (前 ICRP 第 4 専門委員会, 原子力規制庁)
齋藤 則生 (ICRU 委員, (国研)産業技術総合研究所)

¹⁾ 2021 年 4 月から, ²⁾ 2021 年 9 月から

抄 録

本報告書において、委員会は環境防護の枠組みおよびこれを委員会の防護体系の中でいかに適用すべきかを説明する。本報告書は、自然環境中の動植物（生物相）の防護に的を絞った委員会の環境防護の目的について議論を展開し、またその目的を達成するにあたり、標準動物および標準植物（RAP）の使用、RAPの生息環境における通常のバックグラウンド自然放射線レベルを超える線量と放射線の影響を関係づける誘導考慮参考レベル（DCRL）の使用、および、さまざまな潜在的被ばく経路を通じて、これらの目的をいかに達成できるかに関する議論を展開する。報告書はその勧告が適用されるさまざまなタイプの被ばく状況、環境防護に関わる重要な原則、および、DCRLに基づく参考値を使用することにより、さまざまな被ばく状況に応じた適切な努力のレベルに関する情報が提供されることについて説明する。さらに、さまざまな形の環境防護の目的を達成するために委員会の勧告を実践するには、地域固有の代表的生物の使用要件や、またこれらをどのように参考値と比較するかについて、勧告が行われる。また、特に他の関係当事者やステークホルダーとのコミュニケーションについて、追加的な情報を提供している。法遵守に関して生じうる問題も検討し、最終章では、今日までに委員会が全体としてこの分野に関わる作業をどれだけ行ってきたかを取り上げる。付属書Aと付属書BはRAPに関する数値情報を提供している。付属書Cは大型産業区域とその活動に関して現在適用されている各種の既存の環境防護法制の形式、そしてそのような区域から発生するさまざまな脅威から野生生物を守るためのさまざまな方法を取り上げる。

キーワード：放射線、被ばく状況、環境防護、生物相

目 次

	頁	(項)
抄 録	v	
論 説	ix	
序 文	xv	
総 括	xvii	
用語解説	xxi	
 1. 緒 言	1	(1)
1.1 背 景	1	(1)
1.2 目的と範囲	2	(4)
 2. 委員会の環境防護の枠組み	3	(7)
2.1 防護の目的	3	(7)
2.2 標準動物および標準植物	4	(13)
2.3 誘導考慮参考レベル	5	(18)
2.4 被ばく経路	6	(19)
 3. 適 用	7	(21)
3.1 被ばく状況のタイプ	7	(21)
3.2 防護の原則	7	(24)
3.3 誘導考慮参考レベルに基づく環境防護の参考値	9	(31)
 4. 履 行	13	(40)
4.1 緒 言	13	(40)
4.2 代表的生物の選定と標準動物および標準植物との関係	13	(42)
4.2.1 基本的仮定	13	(42)
4.2.2 生物学的特徴の違い	15	(47)
4.2.3 線量評価の違い	15	(48)
4.2.4 放射線影響の違い	16	(52)
4.3 追加的な考察	17	(54)

4.4 ステークホルダーの関与	18	(59)
5. 遵 守	21	(62)
6. 考察と結論	23	(66)
参 考 文 献	25	
付 属 書 A. 標準動物および標準植物に対する線量率と影響	27	
付 属 書 B. 標準動物および標準植物について想定された 基本的な個体群の特性	29	
付 属 書 C. 環境防護法制	31	(c1)
C.1 緒 言	31	(c1)
C.2 汚 染 管 理	32	(c10)
C.3 特定の環境資源の保護	33	(c12)
C.4 自 然 保 全	33	(c13)
C.5 既存の法制における各種の環境防護要件の概要	35	(c20)
付属書 C. 参考文献	36	

論 説

環境の放射線防護の 10 年

国際放射線防護委員会（ICRP）が環境の防護を取り扱った最初の刊行物である *Publication 91*（ICRP, 2003）の発行からもうすぐ 10 周年という折に本報告書を発行するべきという声に何とか合わせられた。本年はまた、2003 年にストックホルムで開催された「電離放射線の影響からの環境の防護に関する国際会議」からも 10 年の節目にあたる。ストックホルム会議の主目的は、電離放射線に帰因する影響からの環境の防護について国際的に一貫性のある政策がとられるよう促すことであった。過去 10 年に我々がどれだけ長い道のりを越えてきたかを十分に理解するために、ストックホルム会議の結論を簡単に振り返ることは価値がある。

同会議の主な結論は、環境への放射性物質の排出を管理する現在のアプローチを強化するために、明確にヒト以外の生物種の防護を考慮の対象とするいくつかの国際的なイニシアティブを開始すべき時機が到来した（IAEA, 2003）ということであった。この結論を明確化する形で、ストックホルムに会した国際的な専門家集団は、ICRP を含むいくつかの国際機関に以下のような期待を表明した。

1. 原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）は、環境の放射線防護の分野における今後の国際的努力にあたり信頼できる科学的基盤として利用できるような電離放射線の線源および影響に関する研究の成果を提供し続けるべきである。
 2. ICRP は、ヒト以外の生物種の防護のための個別の勧告を含め、放射線防護に関する勧告を引き続き行うべきである。
 3. 国際原子力機関（IAEA）は、人間だけでなく、環境を構成するヒト以外の要素も適切に防護されるように、国際基準およびそれが世界中で適用される仕組みを含め、放射性物質の継続的な環境への排出を制限するための適切な国際的取り組みを確立するべきである。IAEA はこのテーマで国際会合を開催することにより、引き続き情報交換を促すべきである。
- ストックホルム会議後、現在にいたるまでに、UNSCEAR は電離放射線のヒト以外の生物相への影響に関する科学的付属書を発行した（United Nations, 2008）。ICRP も一連の報告書を発行したが、これについては後でもっと詳しく記述する。また IAEA は他の国際機関と共に、人間と環境を電離放射線の有害な影響から防護するという基本的安全目標の適合要件を定める国際基本安全基準を改訂した（IAEA, 2011）。

その他にも、特に国際放射生態学連合が推進する作業（IUR, 2012）など、国内および国際レベルの努力が環境防護体系の発展のプロセスを促した。欧州委員会が主導する FASSET（Larsson, 2004）と ERICA（Larsson, 2008）、米国エネルギー省の生物相線量評価委員会（Biota Dose Assessment Committee）（US Department of Energy, 2002）も大いに貢献した。

2003 年における放射線防護体系は、環境に関しては、現時点で望ましいとされるレベルの人間の防護に必要な環境管理の基準は他の生物種もリスクに曝されていないことを保証すると
の信念をそのまま踏襲していた（ICRP, 1991）。ICRP は *Publication 91*（ICRP, 2003）の中で、この体系はヒトの生活圏を間接的に防護しているが、電離放射線によりあらゆる生命体が受ける影響とその防護について研究するために、より包括的なアプローチを開発すべきであることを認めた。同刊行物はさらに環境防護の原則を特定し、標準植物相および標準動物相のアプローチに基づいてヒト以外の生物種への電離放射線の影響を評価する枠組みを提案した。

2007 年の ICRP 勧告（ICRP, 2007）は、植物相と動物相を含めた環境防護をより明示的に取り上げるために、防護体系を実質的に拡張した。これらの勧告は環境防護の目的を入念に検討し、提案された標準動物および標準植物（RAP）の基盤を説明している。これはさまざまな環境（陸域、淡水域、海水域）における代表的動植物の仮想的な実体の小さなセットで、電離放射線の被ばくと影響を評価するための体系的なアプローチの基盤をなす。

RAP の概念と使用については *Publication 108*（ICRP, 2008）の中でより詳しく取り上げており、同書にはこれらの実体について想定される生態、線量評価、利用できる影響のデータベースが含まれる。また、それぞれの RAP について一連の誘導考慮参考レベル（DCRL）が、潜在的または実際の放射線影響のレベルを評価するための数値的指標として、また意思決定における参考情報の 1 つとして提案された。これらの値は、考慮の対象となる動植物の個体群の構成になんらかの影響を与えるものについて、一定の影響が認められる線量率範囲（バンド）と定義された。2009 年に発行された *Publication 114*（ICRP, 2009）では、RAP のセットについて移行パラメータが提供された。

ICRP の第 4 専門委員会と第 5 専門委員会の協働の成果である本報告書は、環境防護に関する一連の ICRP 勧告を補強し、その適用のための追加的なガイダンスを提供している。そして動植物への潜在的影響評価を既存の放射線防護体系の中に組み込んでいる。特に、最適化プロセスの一環として、最善の管理の選択肢を特定する上で環境を考慮に入れる仕組みを提供している。計画策定の段階では、このアプローチにより、現実的な環境への配慮を潜在被ばくの可能性を最小化するために行う判断の材料とすることができる。通常の運用中は、このアプローチにより、日常的な評価と監視のプロセスの一部として植物相と動物相の放射線防護レベルの明示的な実証が可能となる。またこのアプローチでは、過去の行為や事故の結果である現存被ばくの解決策を模索するために、動植物への影響を情報に基づく方法で評価し管理できる。さ

らに甚大な緊急事態が動植物に与える影響の重大さを適宜評価できる。このように、このアプローチはあらゆる被ばく状況において、より明示的な形で環境防護を考慮に入れることを可能とし、環境資源をよりよく管理するための客観的な基盤を提供する。

本報告書は環境の放射線防護のアプローチの開発における重要な道標であるが、その発行が終着点ではないと指摘しておくべきであろう。ICRP の枠組みとその適用は、科学界からの今後の新情報に対して開かれている。実際、ICRP は、環境防護が複雑な問題であり、本書の枠組みが関連するすべての問題を速やかに解決するとは期待できないことを承知している。何といても、人間のための放射線防護体系が現在の発展状態に達するまで 40 年近くを要したのである。本書のアプローチは将来の科学研究活動に糸口を与え、課題の優先付けを助ける仕組みの提供に役立つことが期待される。その強みは、ヒト以外の生物種への放射線影響を評価し管理するための出発点となりうること、将来、RAP 概念の拡大または代替案の必要性を分析する上で具体的な参考となることである。

この枠組みを開発する上で、ICRP は一連の内外の期待と推進力の間の難しい舵取りをうまく行ってきた。外部の状況については、特に早い段階では、放射線防護関連学会のメンバーの間でも顕著に異なるさまざまな意見があったために、慎重な立場がとられた。人間と環境は現行の安全水準によって既に適切に防護されており、既存の仮説は通常の被ばくの状況で行われた多くの研究により裏付けられてきたのだから、既存の放射線防護体系を変える必要は全くないとの意見が多かった。変化に向かう主な推進力となったのは、1990 年代以降、経済発展と環境保護に公平に配慮する必要性について社会の認識が高まり、これを反映して、たとえば、環境保全、持続可能性、生物多様性に関する正式な国際および国内の法規等が確立されたことである。この流れの中で、ICRP は、環境への放射性物質の放出による潜在的影響を明確に評価できる方法は、特定の条件下で意思決定を行うために必要な情報だとする国際的コンセンサスの形成に応えたのである。

この作業に取り組むに当たって、ICRP はまたいくつかの内部の条件を明確にしたが、これは特筆に値する。中でも、植物相と動物相への影響の評価も含め、環境防護の枠組みの複雑さはリスクのレベルに見合ったものとし、その適用によって評価対象とする資源の最適な利用が容易になり、不必要な努力の浪費を避けられるべきとしている。ICRP はまた、そのアプローチが既存の放射線防護体系と現在使われている他の環境ストレス因子の影響評価方法との両方に適合できるようにすべきであると考えた。最終的に、ICRP は現在のレベルの科学的知見を最大限利用することを基本としつつ、今後も新しい情報を収集してアプローチに組み込めるような方法を開発することになった。

波乱万丈の 10 年間を経て発行される本報告書によって、国際・国内基準の整備を進める任務を負う諸機関は、より明確な形で環境を考慮に入れるための実践的ガイダンスと基準の整備

の基盤を与えられ、これが最終的には放射線防護体系を強化するであろう。

話は全く変わるが、本 ICRP 刊行物は SAGE UK 社から出版される最初の勧告である。1928 年から 1959 年まで、ICRP の報告書は、ICRP の前身である「国際 X 線ラジウム防護委員会」の名の下で発行されたものを含め、論文として、あるいは他の機関により ICRP に代わって出版されていた。後に *Publication 1* (ICRP, 1959) として知られるようになったものは、ICRP によって Pergamon Press 社から書籍として出版された最初の巻である。やがて、1977 年に定期刊行物形式に移行し、*Publication 24* を ICRP 刊行物の第 1 巻 1 号とした (ICRP, 1977)。2004 年に Pergamon Press 社は Elsevier 社に買収されたが、同社が数年にわたり、*Publication 123* (ICRP, 2013) までの ICRP 刊行物の発行を継続した。

Elsevier 社から SAGE 社への移行は競争プロセスの帰結であり、両社の高い職業意識のおかげでほとんど何も支障なく行われた。これは Elsevier 社を離れる動きというより、SAGE 社に向かう流れで、現在でも Elsevier 社とは非常に良い関係を保っている。読者も本号を見れば、出版社が変わったからといって目立った形式の変更はないと気付かれるであろうし、今後変更の計画もない。僅かなスタイルの変化が見受けられるとしても、これらは近年にあった他の小さな変化と何ら違いはない。ICRP は SAGE 社との新しい協力関係により、放射線防護に関心を持つ人々が ICRP のガイダンスと勧告をより利用しやすくなる斬新な方法を共に見つけていくことを期待している。

DIEGO M. TELLERIA

CAROL A. ROBINSON

ICRP 科学秘書官

編集長

CHRISTOPHER H. CLEMENT

参 考 文 献

- US Department of Energy, 2002. A graded approach for evaluating radiation doses to aquatic and terrestrial biota, DOE Standard, DOE-STD-1153-2002, US Department of Energy, Washington DC.
- IAEA, 2003. International Conference on the Protection of the Environment from the Effects of Ionizing Radiation, 6 – 11 October 2003, Presidents's Findings, Available at: <http://www-ns.iaea.org/downloads/rw/meetings/stockholm_conf.pdf> (last accessed 13 November 2013).
- IAEA, 2011, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards Interim Edition, General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3 (Interim), International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- ICRP, 1959. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Now known as ICRP Publication 1, Pergamon Press, London, UK.
- ICRP, 1977. Radiation protection in uranium and other mines. ICRP Publication 24, *Ann. ICRP* **1** (1).
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* **21** (1–3).
- ICRP, 2003. A framework for assessing the impact of ionising radiation on non-human species. ICRP Publication 91. *Ann. ICRP* **33** (3).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37** (2–4).
- ICRP, 2008. Environmental protection: the concept and use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. *Ann. ICRP* **38** (4–6).
- ICRP, 2009. Environmental protection: transfer parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114. *Ann. ICRP* **39** (6).
- ICRP, 2013. Assessment of Radiation Exposure of Astronauts in Space. ICRP Publication 123. *Ann. ICRP* **42** (4).
- IUR, 2012. Towards an ecosystem approach for protection with emphasis on radiological hazards. IUR Report 7, 2nd Edition, Cadarache, France.
- Larsson, C-M., 2004. The FASSET framework for assessment of environmental impact of ionizing radiation in European ecosystems – an overview. *J. Radiol. Prot.* **24**, A1–A12.
- Larsson, C-M., 2008. An overview of the ERICA integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionizing contaminants. *J. Environ. Radioact.* **99**, 1364–1370.
- United Nations, 2008. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2008 Report, Sources and effects of ionising radiation, Vol II. Annex E. Effects of ionizing radiation on non-human biota. United Nations, New York.

序 文

2010年の蘇州（中国）で開かれた会合において、主委員会は、ICRPの環境防護のアプローチについて第4専門委員会および第5専門委員会に報告する新しいタスクグループの設置を承認した。この取り組みがなされたのは、*Publication 103*（ICRP, 2007）の中では〔*Publication 91*（ICRP, 2003）を受けて〕新しい環境防護要件がその勧告に盛り込まれたが、*Publication 108*（ICRP, 2008）を受けて、拡張されたICRPの枠組みが全体として整合性を保って機能することを明確に示す必要性が生じたからである。これは将来、既存のまたは予定される規制の枠組みの中で、もっと実用的な助言を提供しうることを明確に伝える上で不可欠であった。

また、*Publication 91*と*108*（ICRP, 2003, 2008）がいずれも委員会の環境関連の目的の根幹にある倫理観、価値観、そして現在の科学的基盤について説明しているとはいえ、さらに、これらの新たな領域が委員会の正当化、最適化、そして制限値の適用の原則に関わる長年の考察の一環をなすことを説明する必要があると思われた。

タスクグループのメンバーは以下のとおりであった。

R.J. Pentreath（議長）	D. Copplestone	P. Strand
J. Lochard（副議長）	C-M. Larsson	M. Watanabe
D.A. Cool	J. Simmonds	

通信メンバーは以下のとおりであった。

A. Janssens	D. Oughton	G. Pröhl
E. Lazo	I. Outola	

D. Telleria はオブザーバーとして招請された。

タスクグループは2回、2010年6月12日と13日にヘルシンキ（フィンランド）のSTUKにおいて、また2011年6月28日と29日にフォントネ・オ・ローズ（フランス）のCEPNにおいて会合を開いたが、主に書面のやり取りにより作業を進めた。委員会の環境防護へのアプローチがどのように人間の放射線防護のアプローチと関係するか、また正当化、防護の最適化、そして制限値の適用という原則を、いかにしてさまざまな被ばく状況に当てはめるかの説明は、2011年10月にワシントン（米国）で第4専門委員会および第5専門委員会の全面的な承認を受けた。公開意見募集に続いて、少人数の編集グループが2013年1月23日と24日にチルト

ン（英国）で会合を開いた。

本報告書作成中の第5専門委員会のメンバーは以下のとおりであった。

R.J. Pentreath（委員長）	D. Copplestone	P. Strand
C-M. Larsson（副委員長）	K.A. Higley	A. Real
F. Brechignac	K. Sakai	A. Ulanovski

本報告書作成中の第4専門委員会のメンバーは以下のとおりであった。

J. Lochard（委員長）	J.F. Lecomte	G. Massera
W. Weiss（副委員長）	H. Liu	K. Mrabit
P.A. Burns	S. Liu	S. Shinkarev
D.A. Cool	A. McGarry	J. Simmonds
T. Homma	S.M. Magnusson	A.S. Tsela
M. Kai	P. Carboneras Martínez	W. Zeller

総 括

(a) 委員会は、電離放射線防護の全体的な枠組みの中に環境防護という新しい要件を導入することにより、その対象範囲を広げた。本報告書では委員会の環境防護の枠組みと、これをいかに委員会の防護体系に適用するべきかを説明する。

(b) 環境防護における委員会の目的は、生物多様性の維持、種の保全、もしくは自然生息環境、群集、生態系の健全性や状態への影響が無視できるレベルになるように、自然環境中の生物相における有害な放射線影響の防止もしくは頻度を低減することである。したがって、最も関連性のある生物学的エンドポイントは、個体群のサイズや構成に変化をもたらしまうものである。生物相の膨大な多様性とその予想される放射線への反応のため、信頼できる防護体系を築くには、枠組みの基本的要素を互いに結び付けるなんらかの検証可能な手掛かりを提供する、あるいは、少なくとも近い将来に得られる見込みの新たなデータによりそれが可能となる、要となる基準点が必要である。委員会はこのため、主な環境の典型的な 2、3 のタイプの生物からなる 12 の標準動物および標準植物 (RAP) の小さいセットとその関連データベースを構築した。RAP は分類学上の「科」のレベルに一般化して記述されたが、これは科が、動物や植物の放射線影響に関連する生物学的特性が比較的安定している最も上位の分類階級だからである。これらは原則として参考モデルである。

(c) RAP のそれぞれ異なるタイプに固有の誘導考慮参考レベル (DCRL) も定義された。DCRL は該当するタイプの RAP の個体に電離放射線によるなんらかの有害な影響が生じる可能性がある線量率範囲 (バンド) と考えることができる。こうして、他の関連情報を合わせて考慮すれば、DCRL は、全体的な管理目標、被ばく状況、実際に生息している動物相と植物相、および被ばくする個体数に応じて、環境防護に費やすべき適切な努力のレベルの情報を提供する上での基準点として使用できる。

(d) このため委員会は、関連する生物相がその個別の環境で受ける自然バックグラウンド被ばくと比べて環境被ばくが有意に増加しているか、そのおそれがあるすべての状況で DCRL の使用を推奨する。計画被ばく状況では、線源管理計画の策定に当たって、当該 DCRL 線量率バンドの下限を特定の地域内の異なるタイプの生物相の防護の適切な基準点として使うことができる。同一の生物相に複数の線源が影響を及ぼす可能性や、過去の線源に起因する残留放射線被ばくなど、蓄積する影響の可能性を考慮する必要がある。

(e) 現存被ばく状況と、線源が制御できていない緊急時被ばく状況では、線量率が関連の

DCRL 線量率バンドを上回るならば、関係する個体群について被ばくを DCRL 線量率バンド内に抑えることを目指し、同時にその活動による放射線と放射線以外の影響を十分に考慮するよう委員会は勧告する。線量率が線量率バンド内であれば、費用と便益の関係が追加的努力を保証する前提で、被ばくの低減を検討すべきと委員会は考える。つまり、現存被ばく状況の場合、DCRL は環境被ばくの緩和を行うかの基準として使うべきである。

(f) RAP はその定義上の基準点に過ぎないため、それぞれの状況に関係する代表的生物を特定する必要があるかもしれない。これらは RAP と極めて似ていることも、違うこともある。場合によっては、代表的生物の特定は他の既存の法規により以前から行われていて、選択の余地があまりないかもしれない。しかし、こうした生物相と RAP の間の違いは、その基本的な生態、線量評価、放射線影響などに関して定量化できるはずで、そのような違いを見つけて考慮する必要がある。これらの要素をどの程度考慮する必要があるか、またそれが最終決定にどれだけ影響するかは、環境防護に関わる計画策定プロセスの実施と適用の性質によるであろう。野生生物の管理機関など、他の規制機関が関与すると思われるため、放射性物質の放出と潜在的生物学的影響のリスクの間の論理的な関連性を明示することが不可欠であり、（これに際して RAP の枠組みを出発点とするべきである、）関連するステークホルダーが意思決定プロセスに参加することができるように、明確に打ち出された戦略を持つことが不可欠である。

(g) 実際の緊急事態への対応や放射性核種の環境への事故的放出に際しては、人間の被ばくまたは人間の食物連鎖にどの程度影響を与えるかによって、環境防護の考慮は喫緊の優先事項ではないかもしれない。しかし、主な関心の的が人間の被ばくであっても、人間の適切なレベルの防護を達成するための可能な選択肢が環境に与える影響も考慮すべきである。

(h) 事故発生後、DCRL の枠組み、そして指標となる個体群が受けた線量に対応する影響のセットは、特に人々が当該地域から避難させられ、人間の被ばくにつながる食物連鎖が断ち切られたような環境条件において、ステークホルダーに状況から予想される事態を伝えるのに役立つかもしれない。こうした重篤な影響の参考レベルの概念は、化学産業界でしばしば使われている。委員会はこうしたレベルは、DCRL 線量率バンドを 2 桁上回る線量率バンドにほぼ等しいと指摘する。事故的放出直後の時間の経過につれて、予め定義された基準点に対する環境状況の評価の観点から公衆に情報を提供でき、それにより緩和行動の結果あるいは単に自然事象の影響を速やかに評価し、見積もることができるかもしれない。

(i) 線源からの環境防護は公衆を防護するための管理を可能な限り補完すべきものとし、必要以上にその複雑さを増すべきではない。そこで、さまざまなタイプの生物（RAP のセット）について、被ばくを線量に、線量を影響に関連付ける枠組みにより、環境防護に関わる決定を下す基盤を基本的に明確にしておけば、通常の計画被ばく状況における人間とヒト以外の生物種の両方の防護の証明のプロセスを、環境中の放射性核種濃度の推定値（設計段階）や測定値

(操業中) のみに基づく比較的簡便な方法で統合できるはずであると委員会は考える。

(j) 委員会はこれらの勧告の現場での実践状況を定期的に調査し、将来改訂が必要ならば、その経験に照らして行う。

用語解説

見出し語は五十音順で配列。
原著の配列順による見出し語訳は本項末尾を参照。

一回繁殖性 [Semelparous]

生涯に一度のみ繁殖する生物。

環境の放射線防護 [Environmental radiation protection]

生物多様性の維持、種の保全、もしくは自然生息環境、群集、生態系の健全性や状態への影響が無視できるレベルになるように、自然環境中の動植物における有害な放射線影響を防止もしくは頻度を低減するための措置。

環境被ばく [Environmental exposures]

自然バックグラウンド被ばくに加えて、人間の活動に起因する、自然環境中の生物相のあらゆる放射線被ばく（この語は、これまでの ICRP 文書で、環境経由の人間の被ばくに言及するためにも使用されている）。

緊急時被ばく状況 [Emergency exposure situation]

緊急時被ばく状況とは、運用が計画された線源の制御喪失または一切の予期せぬ状況（たとえば悪意ある行為）に起因し、望ましくない帰結を回避または低減するために緊急の対策を必要とする被ばく状況。

グレイ (Gy)

吸収線量を表す SI 系単位の特別な名称。1 Gy = 1 J·kg⁻¹

計画被ばく状況 [Planned exposure situation]

計画被ばく状況とは、意図的に導入された線源の運用に起因する被ばく状況。計画被ばく状況には、発生が予想される被ばく（通常の被ばく）と発生が予想されない被ばくの両方を生じさせることがある。

現存被ばく状況 [Existing exposure situation]

現存被ばく状況とは、それを管理するための決定が下される時点で既に存在する線源に起因する被ばく状況（自然放射線、過去の活動、または緊急事態収束後を含む）。

自然環境 [Natural environment]

野生の動植物が普通に生息するあらゆる物理的、化学的、生物学的条件を指す総称。

正当化 [Justification]

(1) 放射線に関わる計画された活動が、総合的に見て有益であるかどうか、便益をもたらすか [すなわち、その活動の導入または継続により個人と社会が受ける便益が害（放射線の不利益による損害（デトリメント）を含む）を上回るかどうか]、または (2) 緊急時被ばく状況または現存被ばく状況で提案された修復戦略が、全体として便益をもたらすか [すなわち、その修復戦略の導入または継続により個人と社会が受ける便益（放射線の損害（デトリメント）の低減を含む）がそれに起因する費用や害や損傷を上回るか] を判断、決定するプロセス。

線源 [Source]

（通常、人間または人間の集団に関して）潜在的に定量化できる放射線の線量をもたらす実体または手順。

線量換算係数 [Dose conversion factor]

簡略化された線量評価を想定し、生物体内または外部に放射性核種が均一に分布するとした仮定の下で、その生物への線量を計算できるように定められた値で ($\mu\text{Gy}/\text{日}$)/(Bq/kg) の単位で表される。

代表的生物 [Representative organism]

特定の区域の評価に際して、想定される線源との位置関係を考慮して選定された特定の生物の種または集団。多くの場合、この目的で実際に選定される代表的生物は標準動物および標準植物と同じ、または非常に似ているかもしれない。しかし、非常に異なる場合もある。

多数回繁殖性 [Iteroparous]

生涯に多数回の生殖期がある生物。

底生性 [Benthic]

動物あるいは植物が海洋または湖沼の底に生息することを指す。

濃度比 [Concentration ratio]

生息環境内（大気、堆積物、土壌、水など特定の媒体によって代表されるもの）の放射能濃度と生物内の放射能濃度の比。

被ばく状況 [Exposure situation]

被ばく状況とは自然または人工の放射線源、さまざまな経路による放射性核種の移行、そして個人の被ばくを含むプロセス。

漂泳性 [Pelagic]

動物あるいは植物が海洋または湖沼の水面近くに生息することを指す。

標準動物および標準植物 [Reference Animal and Plant*]

定義された解剖学的、生理学的、および生活史の特性を有し、科という分類レベルの一般

性をもって記述される特定タイプの動物もしくは植物の想定上の基本的生物学的特性をもつ仮想の実体で、そのタイプの現存する生物について、被ばくを線量に、線量を影響に関連付けるために使用可能なもの。

防護（および安全）の最適化 [Optimisation of protection (and safety)]

いかなるレベルの防護と安全が、被ばくおよび潜在被ばくの確率と大きさを、経済的・社会的要因を考慮の上、合理的に達成できる限り低くできるかを決定するプロセス。

放射性物質 [Radioactive material]

しばしば放射能と放射能濃度の両方の観点から考慮され、その物質の放射能ゆえに規制管理の対象となる、国内法または規制当局により指定された物質。

誘導考慮参考レベル [Derived Consideration Reference Level]

標準動物もしくは標準植物の個体に電離放射線による有害な影響が生じる危険が存在しそうな（そのタイプの生物に対して予想される一定の生物学的影響についての知識から求められる）線量率範囲（バンド）であり、この参考レベルは他の関連する情報と合わせて考えることにより、環境防護に費やされる労力レベルを最適化する基準点として、全般的な管理目標および関連する被ばく状況に応じて使用することができる。

用語解説の見出し語

〈原著配列順〉

Benthic 底生性	Iteroparous 多数回繁殖性
Concentration ratio 濃度比	Justification 正当化
Derived Consideration Reference Level 誘導 考慮参考レベル	Natural environment 自然環境
Dose conversion factor 線量換算係数	Optimisation of protection (and safety) 防護 (および安全)の最適化
Emergency exposure situation 緊急時被ばく 状況	Pelagic 漂泳性
Environmental exposures 環境被ばく	Planned exposure situation 計画被ばく状況
Environmental radiation protection 環境の 放射線防護	Radioactive material 放射性物質
Existing exposure situation 現存被ばく状況	Reference Animal and Plant* 標準動物およ び標準植物
Exposure situation 被ばく状況	Representative organism 代表的生物
Gy グレイ	Semelparous 一回繁殖性
	Source 線源

*訳注 原文では Reference Animal or Plant となっているが、Reference Animal and Plant が正しい。ICRP による正誤表は未発行。

1. 緒 言

1.1 背 景

(1) 電離放射線からの防護に関する委員会の勧告は、いずれも目的、基本原則そして対象範囲からなる枠組みに基づいている。直近の基本勧告の改訂 (ICRP, 2007) において、委員会は環境防護という新たな要件を導入することにより、その対象範囲を拡大した。この決定は、それに先立つ ICRP 文書 (ICRP, 2003) がヒト以外の生物種における電離放射線の影響評価の基盤、環境防護全般の基本原則とアプローチ、そして特に環境放射線防護においてこうした情報をいかに適用すべきかを取り扱ったことを受けて論理的に導かれた。

(2) 委員会はこのため、自然環境中にある動植物の防護の目的を「生物多様性の維持、種の保全、もしくは自然生息環境、群集、生態系の健全性や状態への影響が無視できるレベルになるように、有害な放射線影響の防止もしくは頻度を低減すること」と定めた (ICRP, 2007)。委員会はこの目的を果たす上で、放射線被ばくは考慮すべき要因の 1 つに過ぎず、副次的な要因であることが多いという事実を認めた。ここではまた、委員会が環境防護を、人間の防護のためにすでに確立されている放射線防護の全体的な枠組みの中にいかに組み込むかという問題も生じた。

(3) 委員会は *Publication 103* (ICRP, 2007) の中で、*Publication 91* (ICRP, 2003) で与えた助言に基づき、環境防護の概念の基盤を、人間の防護のために構築されたものと同様に、一連の参考モデルとデータベースを用いた科学的・概念的枠組みの中に置く意向を示した。さらに *Publication 108* (ICRP, 2008) では、こうして提案された枠組みを展開し、さまざまなタイプの動物や植物について被ばくを線量に、線量を影響に関連付ける問題に取り組むために、標準動物および標準植物 (RAP) の小さいセットの概念とその使い方を説明した。*Publication 108* (ICRP, 2008) には RAP の生物学的記述、関連する放射線影響データ、RAP ごとに異なるさまざまな放射性核種における線量換算係数など、数々の新しい用語と数値、そして防護レベルの最適化の出発点となる誘導考慮参考レベル (DCRL) が含まれている。これら RAP の全体的なデータセットは、近年、多くの放射性核種の環境中濃度と動植物体内濃度の関係を記述する移行係数 (濃度比) を加える形で拡張された (ICRP, 2009)。

1.2 目的と範囲

(4) 本報告書は、委員会の環境防護の枠組みと、それをいかに委員会の放射線防護体系に適用するかを述べる。これはヒト以外の生物種（本報告書では単に「生物相」と呼ばれる）を含め、あらゆる被ばく状況におけるすべての被ばく線源からの防護を行うことに関して、包括的で一貫した決定が下されることを保証するためである。

(5) 「環境防護」という用語には、環境媒体の汚染防止が含まれることがある。環境媒体は人間にとって価値のある環境資源（土壌、水、堆積物、大気など）とみなされるため、将来のためにそうした自然資源を守ることが目的である。人間が利用できる地下水を廃棄処分された放射性核種による汚染リスクから守るのはその典型的な例である。こうした場合、防護の対象（たとえば地下水）自体は電離放射線被ばくによる害を受けないので、問題となるのは主に将来の人間による資源利用である。つまりこれは人間の防護の枠組みの一部である。しかし同様に、これらの資源はヒト以外の生物相においても媒体からの被ばく経路の一部を構成する。この意味で、こうした資源の防護はヒトと生物相の両方の被ばくを抑える仕組みである。それゆえに環境媒体は委員会によって被ばくの「経路」とみなされているが、これに対して生物相の防護に関する勧告は、特定の環境で生きる生物における影響、およびその感受性についての知見から導き出される。このため、資源の防護は環境防護の一面（そしてしばしば持続可能な発展の原則に関する法的な要件）であり、見過ごすべきではないとはいえ、本報告書の対象ではない。

(6) 本報告書の構成はしたがって以下のとおりである。環境防護に関連するエンドポイントの定義に続いて、委員会による RAP の構築を概説し、DCRL の目的を説明する。RAP がいかにしてその自然バックグラウンドを超えるレベルの放射線を被ばくするかを考察する。本報告書は、委員会の防護の枠組みをいかにして異なるタイプの被ばく状況に適用するか、その適用が防護の基本原則といかに関わり、DCRL による参考値をいかに利用して、さまざまな被ばく状況に対する適切な労力レベルについて情報を提供するかを説明する。さらにさまざまな環境防護の目的を満たすための委員会の助言の実施の方法（おそらく地域固有の代表的生物の使用が必要と思われる）、および代表的生物の参考値との比較方法について、勧告を行う。追加的情報として、関係当事者やステークホルダーとのコミュニケーションに関しても記載した。遵守に関して提起されうる問題も検討し、最終章では委員会がこれまでこの領域において行った作業の総括を行う。付属書 A と付属書 B では RAP に関する若干の数値情報を提供し、付属書 C では、大型産業区域について現在制定されている環境保護法制とその実践、そしてこうした区域のさまざまな脅威から野生生物を防護するさまざまな方法について考察する。

2. 委員会の環境防護の枠組み

2.1 防護の目的

(7) 環境防護における委員会の目的は、生物多様性の維持、種の保全、もしくは自然生息環境、群集、生態系の健全性や状態への影響が無視できるレベルになるように、自然環境中の生物相における有害な放射線影響の防止もしくは頻度を低減することである。したがって、最も関連性のある生物学的エンドポイントは、個体群のサイズや構造に変化をもたらしまうものである。しかし、放射線は個体に作用するため、放射線の影響に関して入手できる大半のデータは、個体群ではなく個体に関するものである。

(8) 個体に関する生物学的エンドポイントの中で、個体群レベルで影響しうるのは次の通りである。

- 早期個体死（齢構成、死亡率、個体群密度の変化につながる）
- 罹病（個体の「適応度」が低下し、自然環境における生存が困難になりうる）
- 受精率または生殖力のいずれかの低下による繁殖能力の低下（出生率、齢構成、個体数、密度に影響する）
- 染色体損傷の誘発

(9) 個体死や繁殖能力低下など、エンドポイントのいくつかは個体群の増殖率や構成に直接影響しうが、罹病やある種の染色体損傷など、他のエンドポイントが個体群レベルで与える影響は、十分に解明されていないか、まったく知られていない。したがって、影響を（人間の放射線防護の場合のように）確率的であることがわかっているものと非確率的とされるものにグループ分けするのは、これらのエンドポイントを特徴付ける上でほとんど意味がない。特に個体群レベルでは、より広範な生物学的な帰結に関心が持たれる。個体群内のいずれの個体にも一切影響がなければ、その個体群レベルでは何の影響もありえないが、その逆は必ずしも成り立たず、個体群の一部に影響が認められたからといって、その個体群全体に影響があるとは限らない。

(10) 委員会の勧告を実践し、その全体的な目的を達成するための枠組みには、理想的には以下のすべての要素が含まれる。

- 特定の環境被ばく状況に関して明確に示された、個別の環境に応じた環境防護の目的
- こうした目的に関係した対象となる生物相における、異なる組織、器官、生活環段階における各線量率に応じた放射線影響の知見

- これらの環境被ばくの状況で、関連する生物学的エンドポイントの観点から、最もリスクが大きいと思われる組織、器官、生活環段階について、関係する生物相が受けるおそれがある線量推定値
- こうした線量率を受けるおそれがある個体数、あるいはその個体群中の割合、またその被ばくがいつ起こるか
- 放射線被ばくに対する関係する生物相の防護レベルを、その同じ個体群が曝されうる他の脅威も念頭に置いた上で最適化するために行うことのできる行動または行動の選択肢

(11) 最初の点を除けば、これは確かに全体として気の遠くなるような作業で、達成不可能に思われる。生物相の範囲は膨大で、それらが生活環のさまざまな段階で受ける放射線の影響は知られていないばかりか、知るすべもない。それでもなお、委員会は、これを人間の防護のために構築された枠組みと体系に論理的かつ科学的に結び付けてうまく体系化することにより、この問題について基本的なガイダンスと助言を提供するのに十分な情報があると考えます。

(12) 生物相とその予想される放射線への反応の膨大な多様性を考えると、信頼できる防護体系を築くには、枠組みの基本的要素を互いに結び付けるなんらかの検証可能な手掛かりを提供する、あるいは、少なくとも近い将来に得られる見込みの新たなデータによりそれが可能となる、要となる基準点が必要である。こうした体系的アプローチの長所は、体系のなんらかの構成要素を変える必要性が生じた場合（新しい科学的データの入手や、社会の意識の変化、あるいは単にその実践で得られた経験ゆえに）、こうした変化が、体系内の別の部分や、体系全体にもたらす影響を検討できることである。

2.2 標準動物および標準植物

(13) 委員会は、主な環境の典型的な生物の2、3のタイプについて、RAPの小さなセットとその関連データベースを構築した。RAPは分類学上の科のレベルに一般化して記述されたが、これは「科」が、動物や植物の放射線影響に関連する生物学的特性が比較的安定している最も上位の分類階級だからである。これらは原則として参考モデルであるから、これら自身は必ずしも直接の防護の対象ではない（直接それに関係することもあるが）。それでも、基準点となることで、管理上のなんらかの決定を下すための基盤を提供する。

(14) RAPはしたがって、「定義された解剖学的、生理学的、および生活史の特性を有し、科という分類レベルの一般性をもって記述される特定タイプの動物もしくは植物の想定上の基本的生物学的特性をもつ仮想の実体で、そのタイプの現存する生物について、被ばくを線量に、線量を影響に関連付けるために使用可能なもの。」と定義される。

(15) RAPのセットとその選定基準は *Publication 108* (ICRP, 2008) に示されている。基本的には、次のような点が考慮された。まず、それらの生物について合理的な量の放射線生物学

的情報が既に入手可能であること、現在は欠落している、あるいは不正確である必須データが今後の研究により得ることが容易であることである。またこれらの生物が、一方で生物濃縮や周辺環境の性質ゆえに、他方でまたその全体的な寿命、生活環および一般の生態ゆえに、一定の状況の下でさまざまな放射性核種からの放射線に曝される可能性があることも考慮された。さらに、その生活環が総線量や線量率を評価したり、さまざまな種類の線量効果反応モデルを作成したりする上で関連性を持ちうること、また生物個体レベルでの放射線被ばくに関連するなんらかの影響を特定できると合理的に期待されることが考慮された。バクテリアと単細胞生物は放射線に対する耐性が高いために除外された。また、分類学上の科の名前がなんらかの形の公的または政策的な意味合いを持つべきということが考慮され、意思決定者と多くの一般公衆の両方が、実際にこれらの生物の一般名が何かわかるように考慮された。

(16) こうして 12 の RAP のセットが特定されたが、このセットは絶対的なものではまったくない。これらはすべて地理的に広く分布し、さまざまな環境において、その生物がそこにいるものと考えられているという意味で、典型的とみなされる生物である。つまり、土壌中のミミズ、河口域のカモ、沿岸水域の扁平魚やカニおよび褐藻類、河川や湖のマス、湿地帯のカエル、地球の大半の温暖な地域に生息するシカ、マツ、野草、ハチ、そしてほぼどこにでも生息するラットのような小型哺乳類などである。このセットの動植物はまた、多くが一部の国々で家畜化または栽培されているが、基本的には家畜や栽培種ではなく、野生の動植物である。典型的な家畜（基本的に人間のいる環境に生息する、主として大型の哺乳類）を代表する参考モデルが必要であるかに関しては、こうした管理された環境・生態学的状況については、ヒトという動物そのものを使用すればおそらく十分であると判断された。

(17) *Publication 108* (ICRP, 2008) はまた、RAP の内部と外部の放射性核種濃度をおよその全身レベルの線量率に換算するために使われる標準データセット（線量換算係数）を含んでおり、*Publication 114* (ICRP, 2009) は、平衡状態で、周辺媒体の濃度を該当する RAP の全身レベルの濃度と関連付けられる標準データセット（濃度比）を提供した。

2.3 誘導考慮参考レベル

(18) RAP に関する放射線影響について、既知のすべてのデータのレビューも行われ、線量の各桁ごとの情報が昇順にまとめられている (ICRP, 2008 付属書 A)。これらをまとめたものから、さまざまな被ばく状況の下で、RAP の防護に関して取るべき行動があるならばそれは何かを考える際の出発点を提供するために、各 RAP について 1 桁ごとに区切られた線量率範囲（バンド）が選定された。これらのバンドを示す用語は「DCRL」である。DCRL とは「標準動物もしくは標準植物の個体に電離放射線による有害な影響が生じる危険が存在しそうな（そのタイプの生物に対して予想される一定の生物学的影響についての知識から求められる）

線量率範囲（バンド）であり、この参考レベルは他の関連する情報と合わせて考えることにより、環境防護に費やされる労力レベルを最適化する基準点として、全般的な管理目標および関連する被ばく状況に応じて使用することができる。」と定義される（ICRP, 2008）。数値自体は、他のさまざまな方法で整理された、より広範な生物相の放射線影響データのレビューや分析から得られたものと非常に近い（Larsson, 2012）。

2.4 被ばく経路

（19） 代表的生物への線量と影響を評価するには、関係するあらゆる被ばく経路を検討する必要がある。

- 大気中に浮遊（もしくは再浮遊）した汚染された粒子や気体状の放射性核種の吸入。この経路は陸生動物と水鳥、哺乳類、爬虫類、両生類に関係する。呼吸由来の、または他の揮発性放射性核種もガス交換により、植物の被ばくに寄与しうる。
- 毛皮、羽毛、皮膚、植物の表面の汚染。これは外部被ばくの要素（表皮上またはその近くにある放射性核種はその下の生きた細胞への照射を引き起こす）に加え、汚染物質は経口摂取されて、動物の体内に取り込まれるため、内部被ばくの要素を併せもつ。事故の状況では、この経路が明らかに陸生動物と関連性が高い。
- 低次栄養段階の植物および動物の経口摂取。これは消化器官の直接の被ばくにつながり、放射性核種が動物の体内で吸収され、分布すれば内部被ばくとなる。
- 水環境からの直接の取り込み。この経路は真の水生生物（魚類、軟体動物、甲殻類、大型藻類、大型水生植物）に関係し、たとえばエラや呼吸系統などの直接照射、また放射性核種が動物の体内に吸収され分布すれば、内部被ばくにもつながる。
- 汚染水の経口摂取。動物の水分摂取（飲水）の他、植物においてこれに相当する経路は経根吸収である。
- 外部被ばく。これには生物の周囲に存在する放射性核種を線源とする、主に γ 線被ばく、そしてより少ない割合で β 線被ばくが寄与する。小さい生物には、 α 粒子からの照射も関係する。線源と対象の位置関係は明らかに生物の生態学的特性と生息地に依存する。たとえば、底生性の成魚は水環境中に存在する放射性核種の、または堆積物中に沈着した放射性核種の放射線に被ばくするが、漂泳性魚類は前者にのみ被ばくする。ただし、魚卵は堆積物上に産み付けられる場合と水面付近に浮遊する場合がある。

（20） 特定のタイプの動植物について、特定の被ばく経路が主要経路となるのは、動物の生態や関係する生活環段階だけでなく、被ばく状況のタイプにもよる。これについては3章で検討する。

3. 適 用

3.1 被ばく状況のタイプ

(21) すべての生物相が自然線源からの電離放射線に被ばくしており、多くが人工線源にも被ばくしているか、その可能性がある。こうした被ばくの原因となるプロセスは、事象と状況のネットワークとみなすことができる。ネットワークの各部分は線源から始まる。放射線や放射性物質は環境や他の経路を経由して生物相の被ばくにつながるが、これは線量という形で表せる。これらの生物相の防護は、線源または被ばく経路上のいくつかの地点で行動を取ることや、また場合によっては被ばくする生物相の生息場所や特性を変えることで達成されうる。したがって行動を取りうる地点は、防護体系に実質的な効果をもたらす。

(22) *Publication 103* (ICRP, 2007) で述べたように、委員会はその勧告を以下の3つのタイプの被ばく状況において、すべての放射線源に適用するべきと考える。

- 計画被ばく状況とは、意図的に導入された線源の運用に起因する被ばく状況。計画被ばく状況は、発生が予想される被ばく（通常の被ばく）と発生が予想されない被ばくの両方を生じさせることがある。
- 緊急時被ばく状況とは、運用が計画された線源の制御喪失または一切の予期せぬ状況（たとえば悪意のある行為）に起因し、好ましくない被ばくを回避または低減するために緊急の対策を必要とする被ばく状況。
- 現存被ばく状況とは、それを管理するための決定が下される時点で既に存在している線源に起因する被ばく状況。

(23) 本報告書の文脈では、計画被ばく状況は、放射性廃棄物の排出および処分、施設の廃止措置、そして汚染された跡地の最終的な環境修復および除染作業に関する活動を含む状況である。緊急時被ばく状況は、事故、悪意のある行為、あるいは線源の制御が失われ、望ましくない影響を回避または低減するために迅速な行動が必要となる、他の予期せぬ状況の結果として起こる。現存被ばく状況とは、線源が既に存在し、その管理についての決定を下さなければならない状況である。これには緊急事態収束後の長期の被ばく状況が含まれる。

3.2 防護の原則

(24) 委員会の放射線防護体系の基盤となる3つの基本原則は、正当化、防護の最適化、

そして線量限度の適用である。

(25) これらのうち、人間の防護のための線量限度の適用という原則は、患者の医療被ばく以外の計画被ばく状況の職業被ばくおよび公衆被ばくに関して適用される。線量限度の使用は、緊急時被ばく状況や現存被ばく状況の職業被ばくと公衆被ばくに関する防護には推奨されない。他方、生物相については、委員会は一般的な形の線量制限は一切推奨しない。というのも、人間の被ばくの公平さを確保するための線量限度の必要性は、環境防護においては明確には存在しないからである。その上、こうした防護の目的と、被ばく状況の極めて多様な性質ゆえに、科学的に擁護できる限度を確立するのは困難である。

(26) 正当化の原則とは、(1) 放射線に関わる計画された活動が、総合的に見て有益であるかどうか、(すなわち、その活動の導入または継続により個人と社会が受ける便益が放射線による損害（デトリメント）を含む害を上回るかどうか）、または(2) 緊急時被ばく状況または現存被ばく状況で提案された防護戦略が、全体として便益をもたらす（すなわち、その戦略の導入または継続により放射線による損害（デトリメント）の低減を含む個人と社会が受ける便益がそれに起因する費用や害や損傷を上回る）かを決定するプロセスである。正当化の原則の適用には、線源を直接管理できるかどうかによって、2つの異なるアプローチがある。1つめは、新規の活動の導入に際して、放射線防護が予め計画され、線源に対して必要な防護行動が取れる場合に使われる。2つめのアプローチは、現存被ばく状況や緊急時被ばく状況のように、線源に直接作用するのではなく、主に被ばく経路を変える行動を通じて被ばくの制御が可能である場合に使われる。便益（の概念）は人間と社会全体に適用されと考えられ、同様に生物相にも適用される。「害」という用語は放射線被ばくからのリスクの増大を含み、これもヒトと生物相の両方に使われる。

(27) 正当化の原則には、将来の害と便益を考慮する必要性も含まれるため、委員会は放射線が環境に与える害の潜在的なリスクも、ある活動または行動が便益より多くの害をもたらすかの全体的評価の中で考慮すべきであると考ええる。こうした評価は最終的には政府または規制機関が行うが、線源の管理を伴う活動の導入がもたらすあらゆる影響のより包括的かつ総合的な評価の一環として行われる可能性が高い。

(28) 緊急時または現存被ばく状況における修復戦略については、生物相の放射線被ばくの面で予想される結果（たとえば、汚染物質を別の場所に移すことによる）にも配慮し、全体として害よりも多くの便益をもたらすようにすべきである。こうした決定に際しては、より包括的かつ総合的な視野の中で便益と影響を捉えなければならないが、委員会はここでもまた、多くの場合、放射線被ばくは提案される行動が生物相に与える主要な影響ではないことを指摘しておく。

(29) 防護の最適化の原則が適用されるのは、大前提として正当化が達成されているとみなされる状況に対してである。この原則は防護体系の中核を成し、あらゆる被ばく状況に適用

される。最適化では、あらゆる被ばくが考慮されるため、環境被ばくも含まれる。これは線源関連のプロセスであり、継続的な反復プロセスを通じ、遍在する状況の下で最善の防護レベルの達成を目的としている。委員会は異なるカテゴリーの被ばくの間の関係性を常に考慮する必要があることに注意を喚起した（ICRP, 2006）。たとえば、職業被ばくの防護レベルを最適化する上で、公衆被ばくへの潜在的な影響も考慮する必要がある（例えば、職業被ばくを抑えるために、より多くの放射性物質を環境中に放出する場合など）。放出の規模が大きければ、生物相への影響も考慮する必要がある。

(30) 人間の被ばくに関する最適化プロセスに役立つよう、委員会は、計画被ばく状況の線源に関連して、職業被ばくと公衆の個人被ばくについて容認できる影響の範囲を計画策定段階で制限するために、線量拘束値を定義した。委員会はまた、緊急時および現存被ばく状況において、職業被ばくと公衆被ばくを制限するには、参考レベルを防護の最適化と組み合わせて使用すべきと勧告した。委員会は環境防護のために取られる措置は最適化の概念に適合するべきと考える。

3.3 誘導考慮参考レベルに基づく環境防護の参考値

(31) 委員会は、環境防護のためには参考値も利用するよう、個別の RAP に関連する DCRL を基準点として使い、全体的な管理目標、被ばく状況、実際に生息する動植物相やそこで被ばくする個体数に応じて、環境防護に費やすべき適切な労力のレベルについて情報を提供するように勧告する。DCRL はそれぞれの RAP に関係する 1 桁の線量率バンドの形で定義されている（図 3.1）。

(32) 委員会は、関連する生物相がその個別の環境で受ける自然バックグラウンド放射線

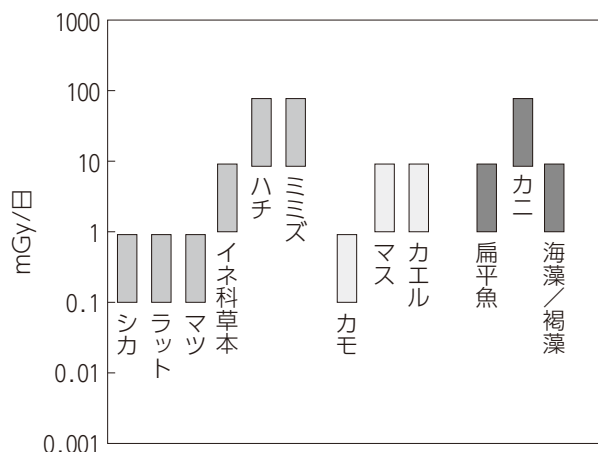


図 3.1 生息環境（陸生陸域，淡水域，海水域）ごとにグループ分けされたそれぞれの標準動物または標準植物（RAP）に対応する，環境防護のための誘導考慮参考レベル（DCRL）

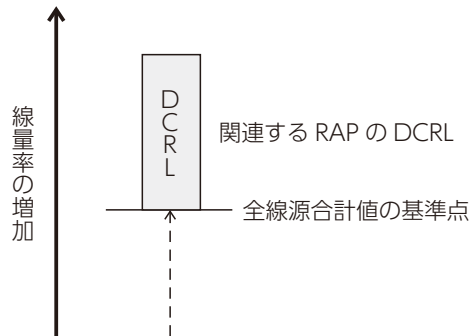


図 3.2 計画被ばく状況における誘導考慮参考レベル（DCRL）と線源の関係

RAP：標準動物および標準植物

を上回る大きさの環境被ばくがある、またはその可能性があるすべての状況において、DCRLを使用することを勧告する。各被ばく状況における DCRL の使用については以下に詳しく説明する。

(33) 計画被ばく状況では、ある線源に適用すべき管理の計画策定に際して、ある地域内の異なるタイプの生物相の防護に適した基準点として、対応する DCRL 線量率バンドの下限値を使用すべきである(図 3.2)。DCRL 線量率バンドは一定の場所の動植物に適用されるため、対象地域の範囲を全体的な種の保全の目的も考え合わせて事前に決めておく必要がある。被ばくの線源が複数ある場合（過去の排出または現在ある他のサイト群など）、これらの他の線源も DCRL と比較して、防護の選択肢を評価する際に考慮に入れるべきである。評価された線量率が適切な基準点を下回るならば、管理レベルは最も合理的な防護行動の選択によって決まる。

(34) 常に、遍在する状況の下で、*Publication 101* に示された最適化の原則に関する一般的ガイダンス（ICRP, 2006）に従ってすべての合理的措置が取られているかを考慮すべきである。もし評価値が基準点を上回るならば、さらなる措置を検討すべきである。防護措置にもかかわらず、線量が関連する DCRL 線量率バンドの上限を超えるならば、一層の防護の努力を検討する必然性が高いということである。

(35) 長半減期放射性廃棄物管理に関わる計画被ばく状況での環境防護は、生物圏が変化する可能性があり、しかも廃棄物処分で検討されるような長期の時間枠では多大な変化がありうるため、ことさらに難しい。こうした変化は、自然に起こるものもあれば、人間活動によって強められたり、攪乱により生じたりするものもある。したがって、RAP のセットを構成する生物が、陸域、海域そして淡水域の主要な環境領域の典型的な生物タイプとみなされるという理由で意図的に選ばれたことを考えると、防護と防護措置の初期設定に RAP を用いるべきである。

(36) 廃棄物管理において RAP を利用するのは、人間の線量・リスク基準の遵守を証明す

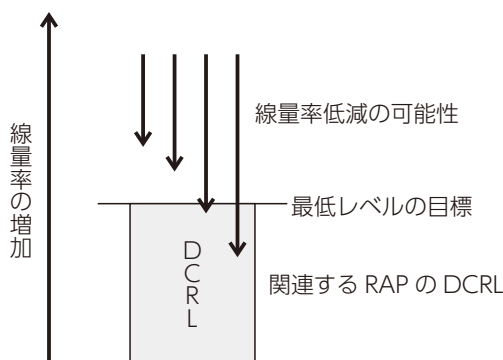


図 3.3 誘導考慮参考レベル（DCRL）と現存被ばく状況における低減目標

RAP：標準動物および標準植物

のと同様に難しいが、人間の健康における防護とは異なり、それを補完するエンドポイントとして使うことは、安全事例を構成する追加的な根拠と論理の筋道を提供することにもなる。このように、環境防護を考慮することは、それが適切な場合、リスクに基づく意思決定を行うための基盤を広げ、さまざまなステークホルダーにとってそれぞれ重要度の異なる問題に対処することになる。ただし、DCRLは廃棄物施設で適用することを意図したものではない点に留意すべきである。

(37) 計画被ばく状況にも潜在的事象または事故（潜在被ばく）の影響の可能性と規模についての考察が含まれうる。したがって計画策定段階において、特定の線源の位置のさまざまな選択肢（排水口を河川、河口域、あるいは海域に設置するなど）について、これらの異なる媒体への放射性核種の事故的放出の潜在的環境影響を検討する必要があるかもしれない。また、これには異なる周辺媒体（陸地、淡水、または海洋環境）に置かれた一定の線源からの事故的放出（水中または大気中への事故的放出など）の潜在的影響と可能な緩和策を検討する必要も含まれうる。DCRLのバンドはこうした評価の基準点の役割を果たし、全体的な立地や緊急時の計画策定作業において、影響を比較する仕組みとして使用できるであろう。

(38) 現存被ばく状況や、線源がまだ制御されていない緊急時被ばく状況については、線量率が関連する DCRL 線量率バンドを上回るならば、委員会は、関連する放射線影響と非放射線影響も十分考慮しながら、関係する個体群の被ばくについて DCRL 線量率バンドの範囲内への低減を目指すことを勧告する（図 3.3）。

(39) しかしながら、委員会は、被災した環境に存在する放射性物質の濃度と量を大幅に削減するのは困難または実現不可能かもしれないことを認識している。線量率がバンドの範囲内のとき、一層の努力を行うには、それへの費用と便益が正当化されることを前提に、被ばくの低減の検討を行うべきであると委員会は考える。このように、現存被ばく状況の場合、DCRLは、こうした状況における人間の防護で、個人被ばくの低減に参考レベルを使うのと同様に、環境被ばくを低減する判断基準として使うべきである。緊急時被ばく状況の被ばくレベ

ルは DCRL より桁の大きいものとなりうる。この状況での実用的な示唆について 4 章で検討する。

4. 履 行

4.1 緒 言

(40) 環境中の放射線増加の影響評価を行う目的は、さまざまな被ばく状況における人間の被ばくに関しては確立されている。しかし、生物相の被ばくに関しては、評価の必要性は広範な環境管理要件に基づく理由から生じうる。それは非常に一般的な性質のものもあれば、場合によって、特定のタイプの生息地または特定のタイプの動植物相に関する特別な必要性を含め、国内または国際的な法的要件を遵守するために特別に定義されたものもある。いずれにせよ、結果的に、この必要性には下記の目的のどれかが含まれうる。

- 一般的な越境汚染に関する義務または野生生物の防護義務の精神や提言書の遵守
- 特定の産業上の慣行または特定のサイトや地域に関する国内汚染管理許認可要件の遵守
- 特定の国内の野生生物および生息地保護法要件の遵守
- 漁業、林業、畜産業など、特定の環境を基盤とする産業上の必要性の遵守
- 実施中または提案された特定の行為から予想される環境影響について、国内または国際レベルにおける公衆やその代表に対する一般的な保証、および、事故時の影響に対処する能力の実証。

(41) 自然環境防護の最適化の原則を適用するには、統合的アプローチが重要である。最適化は常に、以下の作業を含む継続的かつ反復的なプロセスを通じて、遍在する状況の下で最善の防護レベルの達成を目指す手順を踏んで実施される。

- 被ばく状況の特徴付け
- 代表的生物の選定
- 可能な防護の選択肢の特定
- 基準点である DCRL を手掛かりに、遍在する状況における最善の防護の選択肢の選定
- 選定された防護の選択肢の履行

4.2 代表的生物の選定と標準動物および標準植物との関係

4.2.1 基本的仮定

(42) ある状況が特定されたとき、代表的生物を特定する必要がある。特定された生物が RAP に含まれていれば、さらに考察を加えることなく DCRL のデータが使える。他の状況で、

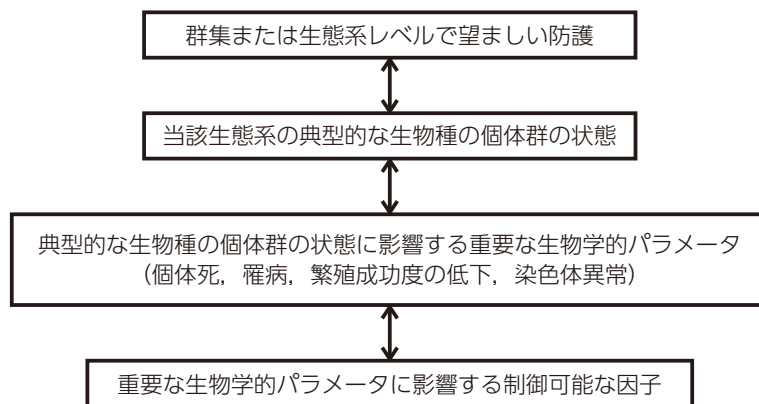


図 4.1 重要な生物種と、その重要な生物学的パラメータに影響する因子に着目した群集または生態系を防護する目的の関係性

代表的生物が RAP のどれにもよく当てはまらないならば、違いを評価する必要がある。

(43) 代表的生物の選定が難しいかもしれないのは、生息地全体または生態系全体の防護に関する環境防護基準を満たす必要がある領域で、これは自然の保全にしばしば当てはまる。こうした生息地の管理のすべての面で同様の難しさがあるが、この問題は図 4.1 に図示されるように分けるのが一般的である。

(44) 放射線影響のレベルを評価して、参考基準と比較するには、代表的生物の生息場所を検討し、注意深く定義する必要がある。放射性核種の環境中分布の特徴ゆえに、個体や同じ種の個体集団の被ばくレベルは、その生息場所によって著しく変わりうる。こうした評価を行うに当たっては、より多く被ばくするものを代表する個体グループの概念を念頭に置くべきである。

(45) 実際には、生態系を構成するすべての数値的要素を把握するのは不可能で、特定の生物のサブセットが全体の指標として使われる。図 4.2 はこうした状況での代表的生物の使用と RAP のセットとのつながりを示している。事実、自然保全の要件 (Larsson, 2004, 2008) を満たす上で、多くの代表的生物の候補が特定され、さまざまな生態系の区域について適用された (EA, 2009)。

(46) しかし、代表的生物の候補は実に多種多様であるため、選択または必然性に基づく代表的生物と 12 の RAP のセットの間にはかなりの違いがあるかもしれない。こうした違いは 4 種類のいずれかである。RAP のセットの中に、防護が必要な動植物のタイプのいずれかが含まれない、またはいずれも含まれない場合、定義上、標準セットである RAP と比べて、以下の点で違いがあるだろう。

- 寿命や生活環など、その生物学的特徴
- 大きさ、形状、生息場所に由来する線量評価
- 同程度の線量率（または総線量）での被ばくへの反応

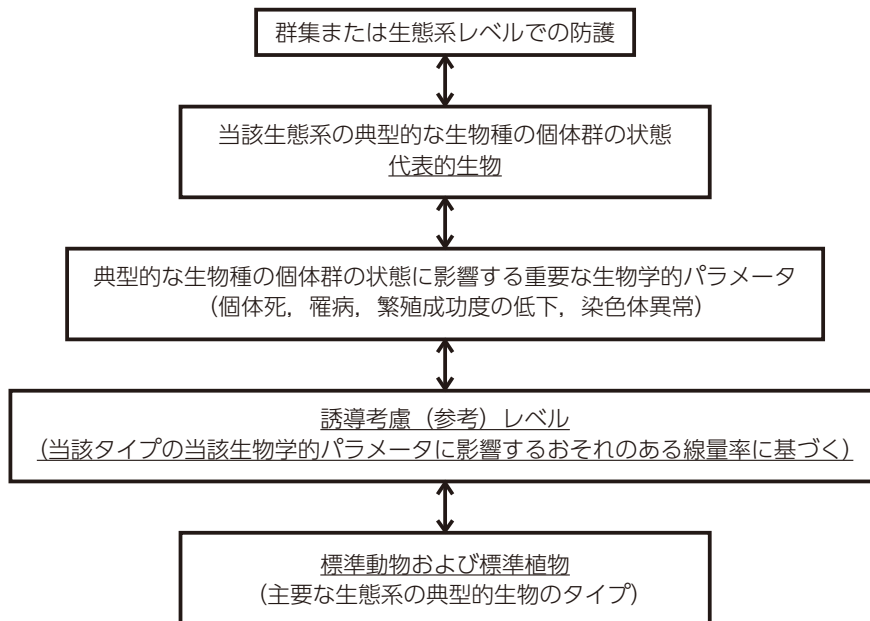


図 4.2 群集または生態系を防護する目的と代表的生物および標準動物と標準植物の使用の関係

こうした違いは当初の RAP 文書 (ICRP, 2008) で検討されているが、ここでも手短に取り上げる。

4.2.2 生物学的特徴の違い

(47) RAP は単なる基準点とみなすべきである。環境防護上で関心が持たれるすべての生物のタイプには到底対応できないため、当然、関心の的となる生物が RAP の生物とは異なる場合があるだろう。こうした違いは、特定の生活環段階の長さや全寿命の違いのように比較的小さいこともある。他方で、生物学的特徴の違いゆえに、特定の放射性核種へのさまざまな経路による被ばくの推定に大きな違いが生じる場合もある。したがって、当該地域の自然バックグラウンド線量率が知られている場合、これを参考とするのは、このアプローチを他のタイプの動植物に適用すると、基本的な生物学的特徴の違いだけでどの程度違いが生じるか考える上で、一定の価値がある。いずれにせよ、12 の RAP のセットとの違いが明らかな違いを生む特徴として、形状と大きさの違いがあり、これはつまり受けた線量の推定に関係するからである。

4.2.3 線量評価の違い

(48) 線量評価の違いに関する問題は比較的に簡単に対処できる。RAP に使われる基本的線量評価モデルの他の生物相への外挿と内挿に関わる特徴は、形状、大きさ、生息場所を含めて複数ある。形状に関しては、球体と楕円体の使用によって、問題はだいに簡略化された。ただし、こうした形状は一部のタイプの生物には容易に外挿できないことがわかっている。とはい

え、一定の柔軟性はある。

(49) RAPは広範な生態系、生息地、質量、形状を代表しており、環境中の放射性核種に起因する生物相への広範囲の線量率の推定が可能である。しかし、自然界の植物相と動物相の多様性は測り知れない。

(50) 外部被ばくについては、自己遮蔽効果が増大するために、動物の大きさが大きいほど線量換算係数は減少する。外部被ばくの線量換算係数の違いは、自己遮蔽効果ゆえに低エネルギー放出体について一層顕著である。

(51) γ 線放出体による内部被ばくについては、生物の質量に比例して吸収割合が高まるため線量換算係数は増加し、高エネルギー光子放出体 (^{137}Cs , $^{137\text{m}}\text{Ba}$ など) について依存関係が一層顕著である。 α 線および β 線放出体については、内部被ばくの線量換算係数は、一定の条件では大きさに依存しないが、これは放出体が生物体内に均一に分布していると仮定した場合であり、現実的ではない。RAPの形状が、外部被ばくと内部被ばくの両方に与える影響は比較的小さい。

4.2.4 放射線影響の違い

(52) 線量評価とは対照的に、放射線の影響に関しては、まだ一般的に適用できる外挿の実施手順について勧告できないため、個々の事例をそれぞれの外挿の利点に応じて注意深く検討しなければならない。情報が相対的に不足しているため、外挿を行う主な事例と手法を開発する上での課題は以下のものである。低LET（線エネルギー付与）の γ 線およびX線による急性の高線量および高線量率の影響から比較的低線量率で蓄積されたより低線量の影響への外挿を行うのは、明らかに問題がある。放射線生物学と放射生態学の文献では、「低レベル」、「慢性」、「比較的高い」、「急性」などの形容詞はしばしば一切定義なしに使われている。ところが、数日間続く放射線被ばくは、短寿命の生物にとって実質上「慢性」だが、長寿命の生物にとっては実質上「急性」であるかもしれない。残念ながら、野生の動植物にとって意味のある慢性の低レベル照射条件（すなわち、生物の生涯にわたる0.1～1 mGy/日の線量率での被ばく）に直接関係するデータはほとんどなく、急性の高線量照射後に最も一般的に評価される反応のエンドポイントはこうした状況に関わるものではない。

(53) 情報はすべての生物学的分類を同じ深さでカバーしていないが、それでも、分類カテゴリー内とカテゴリー間のいずれにも、生物の放射線感受性に実質的な変動があることを示す明白な証拠がある。この感受性の違いは、さらに、同一生物の異なる生活環段階の間にも見られる。外挿を行うのは対象の生物が緊密に関連している場合ほど容易で、関係する生活環段階について考慮される影響のエンドポイントが似通っている。しかしながら、群集レベルと生態系レベルでの相互作用は、国際放射生態学連合の最近の刊行物（IUR, 2012）で議論されたように、極めて複雑な場合もある。広範な動植物についてデータセットが構築され（RAPに

関係するもの以外に)、これらは欧州理事会の第5期フレームワークプログラムに関する最終報告書にまとめられている (Larsson, 2004)。

4.3 追加的な考察

(54) 何よりも提起される可能性の高い問題の1つは、どのような理由でどの程度の慎重さが求められるかというものである。理由としては、当面は多くのタイプのRAPについてより低線量率でのデータが欠損していること、あるいはデータそのものやその導出における不確かさなどがある。現在、DCRLは委員会で現在検討中のテーマである生物効果比を一切考慮に入れていない (Higley et al., 2012)。同様に、当該区域や生息地の重要性、実際に生息するまたは生息する可能性の高い種の重要さゆえに、一定の慎重さが必要とされるかもしれない。この場合、そのような追加的な予防措置は、評価の透明性のために、個別に特定されるべきである。

(55) 動植物の個体群に関して、個体の小集団と対比して決定を下す際には、注意を払うべきである。個体群モデルアプローチでは、個体と個体群の放射線影響の関連付けが非常に複雑で、放射線線量や線量反応関係以外の要因に依存しうること示している。*Publication 108* (ICRP, 2008)はこの問題を取り扱っており、付属書Bは標準の個体群の大きさの特性を示している。

(56) 実際の緊急事態への対応や放射性核種の環境への事後的放出に際しては、人間の被ばくまたは人間の食物連鎖にどの程度影響を与えるかによって、環境防護の考慮は喫緊の優先事項ではないかもしれない。しかし、主な関心の的が人間の被ばくであっても、人間の適切なレベルの防護を達成するための可能な選択肢が環境に与える影響も考慮すべきである。

(57) 人間の被ばくは僅少であったり、迅速に制御できたりするかもしれない。生物相の防護に関して影響緩和のために可能な選択肢は、通常、非常に限られているとはいえ、汚染された媒体を物理的手段でさらに拡散させたり、逆にその拡散を制限したりすること（水環境の放射性核種を沈殿させるために化学品を使用したり、単に物理的バリアを使うなど）による、環境へのさまざまな放射線影響を考慮すべきである。

(58) 事故発生後、DCRLの枠組み、そして指標となる個体群が受けた線量に対応する影響のセットは、特に人々が当該地域から避難させられ、人間の被ばくにつながる食物連鎖が断ち切られたような環境条件において、ステークホルダーに状況から予想される事態を伝えるのに役立つかもしれない。化学産業界では、こうした重篤な影響を与える参考レベルの概念がしばしば使われる。委員会はこうしたレベルは、それに相当する影響のタイプから、DCRL線量率バンドを2桁上回る線量率バンドにほぼ等しいと指摘する。図4.3は重篤な影響レベルの利用可能性を図示したものである。事後的放出直後の時間の経過につれて、予め定義された基準点に対する環境状況の評価の観点から公衆に情報を提供でき、それにより緩和行動の結果あ

るいは単に自然事象の影響を速やかに評価し、見積もることができるかもしれない。

4.4 ステークホルダーの関与

(59) ステークホルダーの役割は、常により広い意思決定プロセスによって認識されるべきである。実際、「使用済燃料管理および放射性廃棄物管理の安全に関する条約」には、施設の近隣にある締約国と協議し（これらの国がこの施設により影響を受けるおそれがある限りにおいて）、要請があれば、その領土に及ぶおそれのある安全上の影響の評価ができるように、施設に関する一般データをこれら締約国に提供するという要件がある（IAEA, 1997）。ステークホルダーには、自身またはその環境の健全性に直接影響する政策または勧告について個人的、金銭的、法的、または正当な利害を持つ個人や団体が含まれる。多くの場合、ステークホルダーの役割は意思決定プロセスを助け、情報を提供することだが、ステークホルダーが決定を下したり、勧告したりする権限と責任を有する状況もありうる（国が選任する審議会や委員会のように）。しかし、一般に、政府機関または規制者が意思決定者であり、ステークホルダーは下される決定に関わる情報やガイダンスを提供することにより、そのプロセスに貢献する。

(60) ステークホルダーは合理性、持続性、意思決定プロセスに使われるデータの整合性を判断する上で有用となりうる。ステークホルダーとの協力により、評価の質、理解、そして受容を大きく高めたり、またプロセスと結果の支援を強化したりすることもできる。しかし、ステークホルダーの関与を全体的な意思決定プロセスの一部とする場合も、このプロセスが確実に全当事者にとって効果的かつ意義あるものとなるよう、当初から指針を確立すべきである。これら指針の一部には以下のものが含まれるが、これがすべてではない。

- プロセス初期における、ステークホルダーの役割の明確な定義
- 関与の計画についての合意
- ステークホルダーの関与を記録し、これに対応するための仕組みの整備
- ステークホルダーの関与は複雑な場合もあり、履行には追加的な資源が必要となりうることを事業者と規制者が認識すること

(61) 委員会は、文化的、社会的または政治的理由から、ステークホルダーの関与の概念が国によってかなり異なりうることを理解している。このため、ステークホルダーの関与の価値と範囲は、各国の当局が個別に検討すべきである。とはいえ、委員会はステークホルダーの関与がICRPの環境防護体系の履行、理解、受容において重要な役割を果たしうると考える。

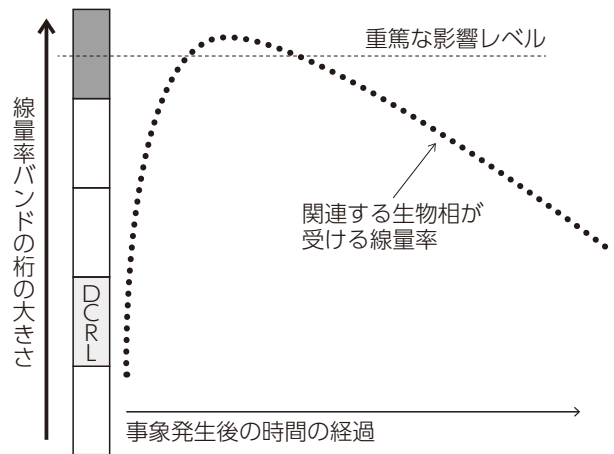


図 4.3 放射性核種の環境への事故的または緊急の放出後における、誘導考慮参考レベルとの比較のための、関連する生物相の被ばくによる重篤な影響の範囲（バンド）の利用可能性

5. 遵 守

(62) 環境被ばくに関して、生物相の被ばくの考慮が必要となるのは、主に廃棄物を発生させる活動、有意な濃度の放射性核種を含む排出、あるいはサイト内に相当量の放射性核種の在庫などの有意な線源があるときに適用されるであろうと委員会は予想する。どこで合理性の線引きを行うべきかの詳細については、国ごとに、特に放射性物質が放出または保管されうる地域に適用される一般的環境関連法によって、大きく異なるだろう。このため、委員会は関係国の当局に、こうした考察をいつ意思決定プロセスに組み込まなければならないかを明確に示すよう勧告する。

(63) 委員会は、本報告書に説明するプロセスと手順を実施すれば、現在の知見に基づいて、電離放射線からの環境防護に関わるさまざまな法的枠組みの遵守を証明できるはずであると考える。本報告書に説明する意思決定を行えば、線源の許認可条件が詳細に明確化できるはずである。これは通常さまざまな環境媒体中の放射性核種濃度を参照して、適当な空間的エリアの代表的生物への推定線量率に関連付けることによって可能であると委員会は考える。ひとたび条件が確立すれば、今日、計画被ばく状況において、人間の防護のためになされているように、定期的に遵守を証明できる。

(64) 線源からの環境防護は、できれば公衆を防護するための管理を補足するものとし、必要以上にその複雑さを増すべきではない。このため、さまざまなタイプの生物（RAPのセット）について、被ばくを線量に、線量を影響に関係付ける枠組みにより、環境防護に関わる決定を下す基盤を基本的に明確にしておけば、通常の計画被ばく状況における人間とヒト以外の生物種の両方の防護に関する証明のプロセスを、比較的簡便な方法で統合できるはずであると委員会は考える。これは、初期に提起されのちに詳細に検討されたRAPの概念の提案どおり、（設計段階の）環境中の放射性核種濃度の評価と（操作中の）測定のみに基づいて行われる。（Pentreath, 1999, 2012）。計画被ばく状況では、継続的な活動の影響を評価するための環境影響評価が要件とされているほか、さまざまな規模の事故の発生確率と、それが環境に与えるかもしれない影響の想定される大きさについての評価も要求される見込みである。

(65) 現存および緊急時被ばく状況は、個別に検討する必要がある。いずれの状況でも、DCRLは影響管理の選択肢の決定に関する情報提供手段として使うことができる。委員会の勧告は、既存の規制上の管理の枠組みの中で機能することを意図している。

6. 考察と結論

(66) 委員会はこれまで、正当化、防護の最適化そして個人線量の制限の原則に基づいて、放射線防護の包括的で体系的な枠組みを構築してきた。またこれには、放射線や放射性物質への被ばくを線量に、そこからリスクに関連付ける一連のモデリング手法が含まれた。こうした枠組みによるアプローチの利点は、防護体系を適応させ、変化させる必要が生じたときに、こうした変化が体系内の別の部分に及ぼす影響、さらに体系全体への影響を考慮できることである。自然環境への放射線の影響がもたらす現実的または潜在的な結果を明示的に考慮することも、こうした変化の1つである。委員会はそこで、人間の放射線防護のために構築したものと類似する手順ののっとり、*Publication 91* (ICRP, 2003) でより広範な社会的背景状況を、*Publication 108* および *114* (ICRP, 2008, 2009) で科学的基盤を、それをいかにしてさまざまな被ばく状況に適用できるか(本報告書)を検討してきた。

(67) 人間の防護の科学的枠組みを構築する上で重要な段階は、当時「標準人」として知られていたモデルの開発であり、これがその後発展して、委員会の数値解析とそこから結論を引き出す概念的かつ解析的手段となった。人間については、被ばくとリスクに関する確固たる疫学情報の基盤が存在するため、これをしきい値なし直線モデルと、さらに実験動物のデータと合わせると、一般的に合意されたリスクレベルを線量に換算できる。また放射線加重係数と組織加重係数を使って、環境中の放射性核種濃度を内部被ばくおよび外部被ばくの線量率に関連付けることができる。こうして環境中の所定の放射性核種のセットをその発生源や量にかかわらず、線量に、またそこからリスクに、さらには正当化、最適化、線量制限という基本原則に関連付けることができる。

(68) 他の生物種については状況が異なる。多くの国際法と国内法の要件を満たすために環境自体をどの程度防護するかという問題に直接取り組む必要があるというのに、他方ではまた、科学的知見の現状を見極め、これをいかに解釈し、実用的かつ簡便な方法で環境防護の目的に利用できるかについても考えなければならない。より多くの科学的情報が必要であるのは確かだが、委員会は、異なるタイプの生物(RAP)の限定的なセットに関する既存データを整合性ある方法でまとめて環境防護の枠組みの基盤とするのは、理に適っており、時宜を得ていたと考える。この生物のセットへの放射線の影響に関して、結論として唯一言えるのは、特定タイプの生物の個体に有害な影響を与えると知られている、あるいはその疑いがある線量率のバンドを割り出すのは可能だということである。こうして、これらのバンド、つまり DCRL は、それを経験または予測した時点で一旦立ち止まり、正当化と最適化の判断の一環として、

最良の方策は何かよく考えるべき線量率のバンドとして認識されている。DCRL の値は限度値ではなく、そのような使い方を意図したものではない。

(69) 委員会はしたがって、知見そして知見不足の現状を考えると、さまざまな被ばく状況で DCRL を本報告書で示したように使用することが慎重な判断であると考え。これに伴って、委員会は全体的な放射線防護体系を拡張したが、それを、人間の防護のために構築した全体的な防護の枠組みと整合し、これに組み込めるような方法で試みた結果、この防護体系は今や自然環境に広がりつつある。

(70) 人間の被ばくにつながる経路がある状況では、公衆の防護の最適化プロセス自体が、計画被ばく状況における実際の放出量の削減に大きく影響する。これは結果として生物相の受ける線量の低減にもつながる。しかし、人間の被ばくまたはその被ばくにつながる経路がない、あるいはその重要性が低い場合であっても、本文書で概説した防護体系を用いて、その特定の被ばく状況についても環境は防護可能であり、防護されることを明示的に示すべきである。

(71) 防護の最適化の履行に当たって、計画被ばく状況では線源の管理に、緊急時および現存被ばく状況では被ばく経路の管理に、常に焦点が当てられる。DCRL 線量率バンドの下限は計画被ばく状況における意思決定の基準点として使うことができる。同様に、DCRL 線量率バンド自体も緊急時および現存被ばく状況で最適化の意思決定に役立つ参考情報として使うことができる。

(72) 委員会はこれらの勧告の現場での履行状況を定期的に調査し、将来の改訂は、その経験に基づき行われるだろう。

参考文献

- EA, 2009. Environment Agency, Habitat assessment for radioactive substances. Science Report SC060083/SR1, UK.
- Higley, K.A., Kocher, D.C., Real, A.G., et al., 2012. Relative biological effectiveness and radiation weighting factors in the context of animals and plants. Proceedings of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection. *Ann. ICRP* **41**(3–4).
- IAEA, 1997. Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. INFCIRC/546, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ICRP, 2003. A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human species. ICRP Publication 91. *Ann. ICRP* **33**(3).
- ICRP, 2006. The optimization of radiological protection: broadening the process. ICRP Publication 101b. *Ann. ICRP* **36**(3).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2–4).
- ICRP, 2008. Environmental protection: the concept and use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. *Ann. ICRP* **38**(4–6).
- ICRP, 2009. Environmental protection: transfer parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114. *Ann. ICRP* **39**(6).
- IUR, 2012. Towards an ecosystem approach for protection with emphasis on radiological hazards. IUR Report 7, 2nd Edition.
- Larsson, C-M., 2004. The FASSET framework for assessment of environmental impact of ionizing radiation in European ecosystems – an overview. *J. Radiol. Prot.* **24**, A1–A12.
- Larsson, C-M., 2008. An overview of the ERICA integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionizing contaminants. *J. Environ. Radioact.* **99**, 1364–1370.
- Larsson, C-M., 2012. Biological basis for protection of the environment. Proceedings of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection. *Ann. ICRP* **41**(3–4).
- Pentreath, R.J., 1999. A system for radiological protection of the environment: some initial thoughts and ideas. *J. Radiol. Prot.* **19**, 117–128.
- Pentreath, R.J., 2012. Clarifying and simplifying the management of environmental exposures under different exposure situations. Proceedings of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection. *Ann. ICRP* **41**(3–4).

付 属 書 A. 標準動物および標準植物に対する線量率と影響

表 A.1 標準シカ, 標準ラット, 標準カモに対する線量率と影響 [誘導考慮参考レベル (網掛けの部分)*]

線量率 (mGy/日)	標準シカ	標準ラット	標準カモ
>1000	造血性症候群による個体死 (LD _{50/30} 1~8 Gy)	造血性症候群による成体死 (LD _{50/30} 6~10 Gy)	成体死 (LD _{50/30} 7~11 Gy)
100~1000	さまざまな原因による寿命 の短縮	さまざまな原因による寿命 の短縮	発生中の胚への長期影響
10~100	罹病増加。寿命短縮の可能 性。繁殖成功度の低下。	罹病増加。寿命短縮の可能 性。繁殖成功度の低下。	罹病増加
1~10	成体の雄の不妊による繁殖 成功度低下の可能性	雌雄の生殖力低下による繁 殖成功度低下の可能性	孵化時の生存能力低下に よる繁殖成功度低下の可 能性
0.1~1	影響の生じる可能性は非常 に低い	影響の生じる可能性は非常 に低い	情報なし
0.01~0.1	影響は観察されない	影響は観察されない	情報なし
<0.01	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド

表 A.2 標準カエル, 標準マス, 標準扁平魚に対する線量率と影響 [誘導考慮参考レベル (網掛けの部分)*]

線量率 (mGy/日)	標準カエル	標準マス	標準扁平魚
>1000	成体死 (LD _{50/160} 19 Gy), オタマジャクシの個体死 (LD _{50/30} 17 Gy)	胚の死 (LD ₅₀ 0.3 ~ 19 Gy), 胚の発生段階により異なる	成体死 (LD _{50/50} 30 Gy), 卵の致死 (LD ₅₀ 1 Gy)
100~1000	卵の致死 (LD _{50/40} 0.6 Gy)	罹病増加の可能性	稚魚・孵化したての稚魚 おける一部の個体死
10~100	有害な影響情報なし	若い魚に何らかの有害な影 響が予想される (例えば, 感染抵抗力の低下)。繁殖 成功度の低下。	繁殖成功度の低下
1~10	有害な影響情報なし	繁殖成功度低下の可能性	雄の生殖力低下による繁 殖成功度低下の可能性
0.1~1	情報なし	情報なし	情報なし
0.01~0.1	情報なし	情報なし	情報なし
<0.01	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド

LD₅₀ は、致死率 50%となる線量。LD_{50/30} は、30 日以内に致死率 50%となる線量。

*訳注 表中の網かけの部分については、Publication 125 にて正誤表が示されている。

表 A.3 標準ハチ, 標準カニ, 標準ミミズに対する線量率と影響 [誘導考慮参考レベル (網掛けの部分)*]

線量率 (mGy/日)	標準ハチ	標準カニ	標準ミミズ
>1000	成虫死 (LD ₅₀ 20~3000 Gy), 幼虫死 (LD ₅₀ 1~2 Gy)	成体死 (LD _{50/40} 420 Gy)	成体死 (LD _{50/30} 650 Gy)
100~1000	生殖腺への影響と蛹の死による繁殖成功度低下の可能性	成長率および繁殖成功度低下の影響がありそう	何らかの疾患および繁殖成功度低下
10~100	情報なし	情報なし	影響は考えがたい
1~10	情報なし	情報なし	情報なし
0.1~1	情報なし	情報なし	情報なし
0.01~0.1	情報なし	情報なし	情報なし
<0.01	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド

表 A.4 標準マツ, 標準イネ科草本, 標準褐藻に対する線量率と影響 [誘導考慮参考レベル (網掛けの部分)*]

線量率 (mGy/日)	標準マツ	標準イネ科草本	標準褐藻
>1000	枯死 (LD ₅₀ 5~16 Gy)	枯死 (LD ₅₀ 16~22 Gy)	非常に高い線量率で有害な影響が予想される。 LD ₅₀ データなし。
100~1000	長期被ばく後, 一部の樹木が枯死	繁殖能力の低下	生長率への影響
10~100	非常に長期の被ばく後, 若干の樹木が枯死。生長不全。繁殖成功度の低下。	繁殖能力の低下	生長率および繁殖成功度への影響の可能性
1~10	構造・形態的損傷として現れる疾患。長期被ばくは繁殖成功度の低下につながる。	情報なし	生長率への影響の可能性
0.1~1	情報なし	情報なし	情報なし
0.01~0.1	情報なし	情報なし	情報なし
<0.01	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド	自然バックグラウンド

注記 褐藻の網掛け部分は *Publication 108* (ICRP, 2008) で暫定的に指定されたものと異なる。

*注記 表中の網かけの部分については, *Publication 125* にて正誤表が示されている。

付 属 書 B. 標準動物および標準植物について想定された基本的な個体群の特性

標準動物もしくは標準植物	個体群特性
シカ（シカ科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，高い雌雄比，低繁殖力，個体群の個体数 < 500
ラット（ネズミ科）	多数回繁殖性，等しい雌雄比，高繁殖力，個体群の個体数 < 1000
カモ（カモ科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，等しい雌雄比，低繁殖力，個体群の個体数 < 500
カエル（アカガエル科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，等しい雌雄比，高繁殖力，個体群の個体数 < 500
マス（サケ科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，等しい雌雄比，高繁殖力，個体群の個体数 < 500
扁平魚（カレイ科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，等しい雌雄比，高繁殖力，個体群の個体数 > 10,000
ハチ（ミツバチ科）	一回繁殖性（雄），高い雄：雌比，高繁殖力，個体群の個体数 < 10,000
カニ（イチョウガニ科）	多数回繁殖性，世代識別可能な群れ，等しい雌雄比，高繁殖力，個体群の個体数 > 500
ミミズ（ツリミミズ科）	多数回繁殖性，雌雄同体，高繁殖力，個体群の個体数 > 10,000
マツ（マツ科）	多数回繁殖性，林冠形成，高繁殖力，個体群サイズ > 1,000
イネ科草本（イネ科）	多数回繁殖性，高繁殖力，毎年再生長する多年生植物，個体群の規模 > 1,000
褐藻（ <i>Cyclosporea</i> 科）	多数回繁殖性，成体個体群の低補充率，個体群の規模 > 1,000

付 属 書 C. 環境防護法制

C.1 緒 言

(c1) 環境防護に関する要件は、国際的および地域レベルで急速に発展し、これを基に各国に情報が提供され、その法律や規制に影響を及ぼすために、勧告や法的拘束力を持つ要件が出されている。こうした要件、法律や規制は、その主眼となる目標や目的に応じて、また各ケースに当てはまる特別な背景状況によって、異なる位置づけや内容を持つ。

(c2) 「使用済燃料管理および放射性廃棄物管理の安全に関する条約」(IAEA, 1997) は、一般的安全規定、そして使用済燃料と放射性廃棄物の管理の安全との関係において環境に言及している。「使用済燃料管理のすべての段階において、放射線による危険から個人、社会および環境を適切に保護することを確保すること」、そして「国際的に認められた基準に妥当な考慮を払った自国の国内法の枠組みにおいて、規制機関によって承認された適当な防護方法を自国において適用することにより、個人、社会および環境を効果的に保護すること」という一般的要求がある。

(c3) 使用済燃料管理に関しては、「当該施設が個人、社会および環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価する」という要件がある。そして放射性廃棄物管理施設の立地については、「当該施設が個人、社会および環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価すること。この場合において、処分施設については、閉鎖後に起こり得る立地状態の変化についても考慮するものとする」という要件がある。設計と建設に関しては、「個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある放射線による影響（排出又は制御されない放出によるものを含む。）を制限するための適当な措置」を準備するという要件がある。環境アセスメントの必要性に関する言及もある。廃棄物管理施設については、確実に「放射性廃棄物管理施設の建設前に、安全に関する体系的な評価及び環境評価であって、当該施設がもたらす危険について適切であり、かつ、その使用期間を対象とするものが実施されること」の必要性を明確にしている。

(c4) 要件は公衆とのコミュニケーションなど、操業に関わるものもあり、「当該施設の安全に関する情報を公衆が利用可能なものとする」と、また「当該施設が影響を及ぼすおそれがある限りにおいて、当該施設の近隣にある締約国と協議を行い、及び当該施設が当該締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について当該締約国が評価することを可能とするため当該施設に関する一般的なデータを当該締約国の要請に応じて提供する」としている。

(c5) IAEA の基本安全原則 (IAEA, 2006) は、中でも、現在と将来において、公衆および環境を電離放射線の有害な影響から確実に防護するための原則を確立している。これらの原則は、電離放射線への被ばくまたは被ばくの可能性を含むあらゆる状況に適用される。IAEA の基本安全原則では、環境防護のために取られる措置の全般的な目的は、ある生物種の個体群に有害な影響を及ぼしうる放射線被ばくから生態系を防護することだとしている。

(c6) より最近では、放射線影響の評価のための環境防護の判断基準と方法に関する考察があり、国内の当局が必要とみなす場合における植物相と動物相の防護を明示的に考慮しており、これは改訂された基本安全基準、すなわち GSR Part 3 (IAEA, 2011) に含まれた。またその他多くの重要な関連法があり、Copplestone (2012) はこれらの概要をまとめた。原子力機関 (OECD/NEA) も関連法のより詳細な総括を提供している (OECD/NEA, 2007)。

(c7) 欧州理事会指令にも環境防護を多少詳しく取り上げたものがある。例を挙げるならば、「環境に対する特定のプロジェクトの影響に関する指令」(EC, 1985), 「自然生息地と野生動植物相の保全に関する指令」(EC, 1992), 「統合的汚染防止管理指令」(EC, 1996), 「水枠組み指令」(EC, 2000), 「海洋戦略指令」(EC, 2008) などがある。この最後の文書は、放射性核種を特に危険物質に含めることに言及している。

(c8) 複数の国も、個別にこの分野でさまざまな法律や規制を構築している。

(c9) 環境防護の規制要件には、しばしば「環境への有意な悪影響がない」という言い回しが使われ、あるいは物質が環境自体やその生物多様性に直ちにまたは長期的に「有害な」影響を与えるか、与える量、濃度や条件で環境に放出されるべきではないとしていることに留意すべきである。とはいえ、別の方法での環境防護への取り組みもなされており (Pentreath, 2003), これらは以下の項目で検討する。

C.2 汚 染 管 理

(c10) 汚染管理は、普通、特定の汚染物質または特定カテゴリーの汚染物質から環境全般を保護することを目指す。その要件は、いくつかの欧州の例を挙げると、しばしば環境汚染〔つまり、環境の質に害を与えるもの (EC, 1996)〕を防止するために対策または措置を講ずるべきという言い回しを使うか、あるいはより明確に、汚染は「人または他の生物に害」をもたらすと言及している。ここで害とは「生物の健康への害またはそれらが属する生態系へのその他の干渉」(UK Parliament, 1990) を意味する。汚染管理には、特定の行為、特定の場所あるいは汚染された土地など特定の区域の化学物質の発生源の管理も含まれることもある。管理は通常、具体的かつ監査可能な活動の実施を要求する方法で実施されるが、放出量や環境を構成する 1 つ以上の要素に、超えてはならない数値を設定する形で行われる (環境品質基準)。

(c11) 汚染管理に関する規制には、必要以上に廃棄物が発生するのを避け、そのような廃

棄物を可能な限り害の少ないものとし、廃棄物を環境中に処分または放出する必要性を最小限にする義務が含まれる。これらはまた環境がすでに許容範囲を超えて汚染されており、修復が必要な状況にも関連している。このため管理制御は、放出地点について、または汚染地域を修復する方法について行われる。

C.3 特定の環境資源の保護

(c12) 漁業、林業、農業のような行為における環境の利用は、環境が影響を受けることを前提としている。しかし、通常は当該行為を持続可能な形で行えるようにするのを目的としている点で環境防護に関連しており、その関心の的は基本的には個体群レベルでの環境影響だといえ、当該遺伝子の健全性や個体群の安定性をも懸念しているかもしれない。しかし、河口水域の魚の養殖場や産卵場、貝類の養殖場など、特定のエリアに害が及ばないようにする必要など、非常に特殊な要件もありうる。

C.4 自然保全

(c13) これに対して、自然保全は通常特定の生物種、生息地または区域を一般的な意味での（汚染を含む）脅威から保護することで、このため別の法的枠組みに組み込まれている。この「自然保全」法は必然的に正確さに欠けることが多いが、基本的に以下の3つの広範な要件から制定されたものである。

- 特定の生物種（1つ以上の生息地で個体群を作ることもある）または区域の保全の必要性。この場合「保全（Conservation）」という語は、普通、特定の目的を達成するための状況の能動的管理を意味するが、これには、現状を厳格に維持する必要性という意味合いを帯びるために通常は環境中の無生物要素に使われる「保存（Preservation）」という語も含まれる。
- 生物学的多様性（生物多様性）の維持。これは通常、生物種内の生物多様性（つまり、特定生物種内に見られる形態的、生理学的多様性）、生物種間の生物多様性（つまり、生物種の全体数と種類）、そして生息地の生物多様性（つまり、ある特定の生息地の中とさまざまな生息地に存在する生物種の数と種類）を含む。
- 1つまたは複数の動植物の個体集団にとって特に重要な、湿地、ヒースの荒野、沼沢、森林、沿岸域など、特定の生息地の保護。これは、野生の渡り鳥やその他の鳥類にとって渡来地となる河口域のように、当該生物種の生活史または年間サイクルに結び付いた季節性の重要度に関係する。

(c14) 生物多様性の保全と維持のいずれも環境における非生物と生物の両構成要素を保護する必要性に着目しているが、生息地保護の背後にある考え方では、その特有の動物相および

植物相の組み合わせは変化し続け、主に生息地外の影響を被っているとしても、生息地（非生物と生物の両構成要素）を直接・間接の圧力から保護する必要があると認めている。同様に、生物学的多様性も一定の実態ではないが、それが回避可能かつ過度な人間の干渉を受けずに発展できるようにすることを目指す。

(c15) 上記のすべてが関わる例として、ここでもまたいくつかの欧州理事会指令を挙げる。そのうち特定の生物種と生息地に関わる2つの指令は、いずれも指定地域が「好ましい保全状態」に確実に維持または復元されるよう方策を講じることを要求している（EC, 1979, 1992）。この状態はそれぞれの場所について、いくつかの生物種の個体数の割合の変化、さまざまな生物種間の比率、生物種の個体群の年齢構成などの数値情報によって、さまざまに、明示的に定義することができる。同様に、3つ目の指令は水界生態系の「良好な環境保全状態」を確保するための行動を取るよう要求している（EC, 2000）。

(c16) より最近の傾向では、「生態系アプローチ」などと呼ばれるものを環境防護に適用する。これには環境（または特別に同定された環境の一部）を全体として観察し、これに有害な影響を与えるすべての要因（たとえば物質の抽出、物質の排出、動物相と植物相の意図的または事故的な変更、そしてこれらすべてのさまざまなタイプの圧力の総体的な相乗効果または拮抗作用）を検討するよう求められる。

(c17) こうした総体的管理の責任を負うのは通常政府省庁で、（担当省庁は）個々の活動（取水または一定の化学品の排出許可など）を管理する個々の対策が総合して全体の目的を達成できることを確認しなければならない。したがって放射性核種の場合、それが環境中に十分な濃度で存在すれば、生態系アプローチの全体の目的達成を阻む可能性があるため、制御が必要な数ある要因（または圧力）の1つとみなされる。

(c18) したがって、環境アセスメントの方法（たとえば、生態リスク評価）は、関係するすべての産業活動について提案される管理によって、こうした環境目標が達成されるかどうかを証明し、影響の発生が予測される場合、環境に与える害のレベルを定義することができなければならない。

(c19) 生態系アプローチでは、目標が達成されると証明するのは明らかに困難（生態系に固有の機能や相互作用の複雑さに対応しうる適切な手段や評価方法が現在欠落しているため）である。このため、そうした特徴付けの価値は認めつつも、生態管理では、ある特定の区域または生態系のタイプの状態を評価するために、個体群の構成と典型的な構成員とみなされる生物種の個体数の調査を行うのが一般的な慣行である（EC, 2005）。これらが予測されたまたは望ましい範囲を超えて変化するならば、さらにその背景にある原因を究明するための研究が行われる。これらの研究は通常、生息地の物理的（または化学的）変化や、食物供給や捕食－被食関係の変化のように、個体群に影響を及ぼす早期個体死や繁殖成功率の低下の結果として起こるなどの生物的要因について行われる。

C.5 既存の法制における各種の環境防護要件の概要

(c20) この環境管理に対するさまざまなアプローチの概要を見れば、明確な、そしてしばしば矛盾する側面があることは一目瞭然である。しかし、それぞれのアプローチに関する個別の要件も大きく異なることにも注目すべきである。これらの対象エリアはいずれも国際的レベルで発展し続けている。このため、今後、上記の環境管理要件のいずれか、またはすべてに基づく理由、特に汚染制御と自然の保全に関わる理由から放射線の環境影響評価を行う必要性が現在もしくは将来において生じる可能性がある。

(c21) 汚染制御のためには、上記の防護の目的ゆえに、公衆の防護に加えて以下を明確に証明することを要求されるであろう。

- 環境への害を全般的に回避または最小化していること
- 既に害が及んだ環境に対処する能力

(c22) 一方、自然の保全のためには、上記の防護目的ゆえに、以下の評価を行うことが要求されるであろう。

- 特定の生物種の個体に害が及ぶ可能性
- 1つまたは複数の生物種における個体群の完全性または存続可能性への潜在的または現実的影響（これは環境利用にも適用されうる）
- 特定の生息地または特定の場所の主要な（または大半の）構成要素への潜在的または現実的影響
- どの動植物についても特別な参照や選択を必要としない、局所的またはより広域の生態系レベルでの潜在的または現実的影響。

付 属 書 C. 参 考 文 献

- Copplestone, D., 2012. Application of radiological protection measures to meet different environmental protection criteria. Proceedings of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection. *Ann. ICRP* **41** (3–4).
- EC, 1979. Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds. Official Journal L 103, 25/04/1979 P. 0001-0018, Brussels.
- EC, 1985. Council Directive of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (85/337/EC). Official Journal NO. L 175, 05/07/1985, P. 0040-0048, Brussels.
- EC, 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal L 206, 22/07/1992, P. 0007–0050, Brussels.
- EC, 1996. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. Official Journal L 257, 10/10/1996, P. 0026–0040, Brussels.
- EC, 2000. Directive Establishing a Framework for Community action in the field of Water Policy (2000/60/EC). Official Journal L 327, 22/12/2000, P. 0001–0073, Brussels.
- EC, 2005. Assessment, monitoring and reporting of conservation status – preparing the 2001–2007 report under Article 17 of the Habitats Directive. EC Dg Env. B2/AR D (2004), Brussels.
- EC, 2008. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). OJ L 164, 25.6.2008, p. 19–40, Brussels.
- IAEA, 1997. Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management. INFCIRC/546, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA, 2006. Fundamental Safety Principles Series No. SF-1. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA, 2011. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Series – Interim Edition General Safety Requirements Part 3. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- OECD/NEA, 2007. Environmental Radiological Protection in the Law. A Baseline Survey. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development Report No. 6172. 61pp. ISBN 978-92-64-99000-5, Paris.
- Pentreath, R.J., 2003. Evaluating the effects of ionising radiation upon the environment. Proceedings of the Third International Symposium on the Protection of the Environment from Ionising Radiation: The Development and Application of a System of Radiation Protection for the Environment. Darwin, Australia, 22–26 July 2002. 215–223.
- UK Parliament, 1990. The Environmental Protection Act, HMSO, London.

ICRP Publication 124

さまざまな被ばく状況における環境の防護

2022年3月9日 初版第1刷発行

監修 酒 井 一 夫

翻訳 川 口 勇 生

編集 ICRP 刊行物翻訳委員会

発行 原子力規制委員会

連絡先 〒106-8450 東京都港区六本木1-9-9
六本木ファーストビル7F
原子力規制庁 長官官房放射線防護グループ
放射線防護企画課

電 話 03-5114-2265 (課代表)

F a x 03-5114-2266

翻訳公開URL https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku_04.html

© Nuclear Regulation Authority, Japan, 2022

Printed in Japan

DTP 株式会社フォレスト

【非売品】

ICRP

Publication 124



原子力規制委員会
Nuclear Regulation Authority