

# ICRP

*Publication 111*

原子力事故または放射線緊急事態後の  
長期汚染地域に居住する人々の防護  
に対する委員会勧告の適用

原子力事故または放射線緊急事態後の  
長期汚染地域に居住する人々の防護  
に対する委員会勧告の適用

2008年10月 主委員会により承認

**ICRP**

*Publication 111*

Application of the Commission's  
Recommendations to the Protection of People  
Living in Long-term Contaminated Areas after  
a Nuclear Accident or a Radiation Emergency

Editor

C.H. CLEMENT

Authors on behalf of ICRP

J. Lochard, I. Bogdevitch, E. Gallego, P. Hedemann-Jensen,  
A. McEwan, A. Nisbet, A. Oudiz, T. Schneider, P. Strand,  
Z. Carr, A. Janssens, T. Lazo

---

Copyright © 2012 The Japan Radioisotope Association. All Rights reserved.  
Authorised translation by kind permission from the International Commission  
on Radiological Protection. Translated from the English language edition  
published by Elsevier Ltd.

Copyright © 2010 The International Commission on Radiological Protection.  
Published by Elsevier 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 copyright owner.*



Japanese Translation Series of ICRP Publications  
*Publication 111*

This translation was undertaken by the following colleagues.

Supervised by

Michiaki KAI

Translated by

Toshimitsu HOMMA, Masanori KIMURA, & Shogo TAKAHARA

Editorial Board

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

working in close collaboration with Japanese ICRP & ICRU members.

.....  
◆ Committee members ◆

Yasuhito SASAKI (Chair)

Ohtsura NIWA (Vice-chair ; ICRP, MC)

Keiko IMAMURA (Vice-chair)

Reiko KANDA

Nobuyuki KINOUCHI

Kayoko NAKAMURA

Kenzo FUJIMOTO

◆ Supervisors ◆

Nori NAKAMURA (ICRP, C1)

Nobuhito ISHIGURE (ICRP, C2)

Akira ENDO (ICRP, C2)

Yoshiharu YONEKURA (ICRP, C3)

Michiaki KAI (ICRP, C4)

Toshimitsu HOMMA (ICRP, C4)

Kazuo SAKAI (ICRP, C5)

Kunio DOI (ICRU)

Hideo TATSUZAKI (ICRU)

.....

## 邦訳版への序

本書は、ICRPの主委員会で2008年10月に承認され2010年6月に刊行された、原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に住む人々の防護についての報告書

Application of the Commission's Recommendations to  
the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas  
after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency

(Publication 111. *Annals of the ICRP*, Vol.39, No.3 (2009))

をICRPの承諾のもとに翻訳したものである。

ICRP刊行物(Publication; Publ.)に番号が付いたのはPubl.2からであり、番号は付されていないが、1958年勧告がPubl.1とみなされている。それから半世紀余りを経て、今回Publ.111の日本語版を発行する。

ICRP勧告の翻訳出版は、日本アイソトープ協会の学術活動の1つである。最初は、協会会員有志の奉仕的な活動として始まったと聞く。数値主体のデータ集と専門性がきわめて高く利用が限定されるものは除いて、Publ.1以来ほぼすべてのICRP刊行物を日本語に翻訳してきた。世界の諸言語への翻訳状況を見ても他に類のない充実度である。ただ、Publ.84「妊娠と医療放射線」のように例外的に医療関係者多数に読まれたもの以外は、全体として読者数は限定され、採算性の低い事業である。しかし、これらは放射線防護・管理の専門家や規制当局に参照され社会への貢献となっているため、翻訳活動は続いてきたと言える。

長年にわたりICRP勧告翻訳検討委員会がこの任に当たってきたが、近年では、実質的には松平寛通前委員長と浜田達二前副委員長並びに事務局の献身的努力に支えられていた感が強い。2010年7月に筆者が委員長を引きつぎ、委員会と翻訳体制を一新した。特定の個人の献身に依存せず、より組織的な翻訳体制を確立し、円滑に事業を継続することを意図した。研究所や大学など、翻訳担当者を取りまく環境は、草創の頃とは大きく変化している。そのため、新体制では下訳を外注して、訳者の負担を軽減するとともに、翻訳の質は確保するため、ICRPおよびICRUの委員による監修、委員会委員による最終点検と編集作業を強化した。新方式により完成した最初の刊行物が、Publ.111である。

(ii) 邦訳版への序

翻訳が始まったばかりであった2011年3月11日、東日本大震災、巨大津波、福島原発事故が起こった。我が国で初めての大規模原発事故であり、事故現場での対応はもとより、原発事業所の外へ漏洩した大量の放射性物質で汚染した環境と被ばくする住民の防護が重大な課題となった。このような状況で、事故時の対応と事故後の汚染地域に住む人々の防護を扱っている Publ.109 と 111 が、規制当局、防護管理の専門家その他の人々の強い関心の的となった。仮訳の段階であったが、急遽、最低限必要な正確性の確認を行い、協会のホームページ上で無償公開した。また、折よく完成した Publ.96 の日本語版「放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護」は無償配布した。2009年秋に出版した Publ.103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」と合わせてこれまでになく多くの方々目に触れ、原発事故への対応に貢献したと自負している。

この間、ICRP 事務局は、Publ.111の原著PDF版をホームページ上で無償公開して、福島支援の一環とした（特定の一国を対象とする支援は、異例のことであった）。当協会も、ICRP 事務局と密接な連携のもと、ICRP とその防護体系を国内に周知する努力を続けている。報道関係者を主たる対象とする2回の勉強会「ICRP を読み解く」の開催もその一環である。これまでになくICRPを知る人々が増えた一方、その防護体系への批判の声もある中、国際的な基準となっている防護体系をその歴史と哲学を含めて的確に理解されるように努力を継続したい。そのために本書の翻訳にはこれまで以上に細心の注意を傾注した。

ICRP 勧告の翻訳にあたっては、原文の意図するところを忠実に伝えることを旨としている。だが、時として、それだけでは十分ではない。学術的に正確な表現を目指すかゆえに、日本語としてわかりにくく、読者の内容理解を迷わせることもある。特に本書では、放射線防護が専門とは限らない、さまざまな立場の方が読者として予想される。学術的な正確さを保ちながら、どこまでわかりやすく伝えられるか——日本語の推敲に委員会の総力を結集したつもりである。推敲の過程で、主な用語は従来の訳語も含めて徹底した吟味を行った。その結果、変更となった訳語もある。例えば、“stakeholders”にはこれまで“利害関係者”の訳語を当ててきたが、実際は“関心や興味のある人々”すべてを含むと広くとらえるのが適切と考え、無理に翻訳せずに“ステークホルダー”とすることに変更し、初出時に注釈を付した。

本書の翻訳は、(独)日本原子力研究開発機構 安全研究センターの本間俊充、木村仁宣、高原省五の諸氏によって行われた。この訳稿をもとに、ICRP 勧告翻訳検討委員会におい

て推敲を重ねるとともに、ICRP 第4専門委員会の甲斐倫明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た場合は、多少の加筆や修正、訳注を付した。関係各位には、事故対応と同時進行という状況下でご尽力いただいたことに深く感謝したい。

この困難に向き合う一人ひとりの方に、本書がお役に立つことを願うものである。

平成24年2月

ICRP 勧告翻訳検討委員会  
委員長 佐々木 康人

(社)日本アイソトープ協会  
ICRP 勧告翻訳検討委員会

委員長 佐々木康人 ((社)日本アイソトープ協会)  
副委員長 丹羽 太貫 (ICRP 主委員会, 京都大学)  
今村 恵子 (聖マリアンナ医科大学)  
委員 神田 玲子 ((独)放射線医学総合研究所)  
木内 伸幸 ((独)日本原子力研究開発機構)  
中村佳代子 ((社)日本アイソトープ協会)  
藤元 憲三\* (内閣府原子力安全委員会事務局)

\* 本書の校閲担当

監 修 者

---

中村 典 (ICRP 第1 専門委員会, (財)放射線影響研究所)  
石樽 信人 (ICRP 第2 専門委員会, 名古屋大学)  
遠藤 章 (ICRP 第2 専門委員会, (独)日本原子力研究開発機構)  
米倉 義晴 (ICRP 第3 専門委員会, (独)放射線医学総合研究所)  
甲斐 倫明 (ICRP 第4 専門委員会, 大分県立看護科学大学)  
本間 俊充 (ICRP 第4 専門委員会, (独)日本原子力研究開発機構)  
酒井 一夫 (ICRP 第5 専門委員会, (独)放射線医学総合研究所)  
土井 邦雄 (ICRU 委員, 群馬県立県民健康科学大学)  
立崎 英夫 (ICRU 委員, (独)放射線医学総合研究所)



## 抄 録

国際放射線防護委員会（ICRP）は、本報告書において原子力事故または放射線緊急事態によって生じた長期汚染地域に居住する人々の防護のためのガイダンスを提供する。本書は、このような事象が被災した住民に及ぼす影響を検討している。これには、人の被ばく経路、被ばくした住民集団の種類、および被ばくの特性が含まれている。本書は放射線防護に焦点を当てているが、環境、健康、経済、社会、心理学、文化、倫理、政治など、影響を受ける日常生活のあらゆる側面を取り上げることなしに管理することはできないという事故後の状況の複雑さについても認識している。本書は、こうしたタイプの現存被ばく状況にいかにより2007年勧告を適用するかについて説明しており、防護戦略の正当化と最適化の検討、並びに最適化プロセスを動かすための参考レベルの導入と適用の検討を含んでいる。本書はまた、当局と被災した住民の双方による防護戦略の履行の実務的な側面も検討している。ここでは、被災した住民と地域の専門家が状況の管理に直接関与することの有効性、並びに住民の関与と住民への権限付与を促進する条件を作り出し、その手段を提供するための国と地方双方のレベルでの当局の責任を強調している。放射線モニタリング、健康サーベイランス、並びに汚染された食品や他の物品の管理の役割については、この観点から説明している。付属書には、放射線緊急事態および原子力事故によって生じた長期汚染地域における過去の経験がまとめられており、これには修復手段の実施時に従った放射線に関する判断基準を含んでいる。

キーワード：事故後、復旧、最適化、参考レベル、ステークホルダーの関与、放射線モニタリング、健康サーベイランス、汚染された食品

# 目 次

	頁 (項)
抄 録 .....	(v)
論 説 .....	(ix)
序 文 .....	(xi)
総 括 .....	(xiii)
1. 緒 論 .....	1 (1)
1.1 背 景 .....	1 (1)
1.2 範 囲 .....	2 (6)
1.3 報告書の構成 .....	3 (10)
1.4 参考文献 .....	3
2. 汚染地域における生活 .....	5 (12)
2.1 被ばく経路 .....	5 (13)
2.2 被ばくの特徴 .....	6 (15)
2.3 過去の事象から得られた経験 .....	8 (20)
2.4 参考文献 .....	9
3. 汚染地域内で生活する人々の防護に対する ICRP の体系の適用 .....	11 (24)
3.1 防護戦略の正当化 .....	11 (26)
3.2 防護戦略の最適化 .....	12 (32)
3.3 個人被ばくを制限するための参考レベル .....	15 (43)
3.4 参考文献 .....	18
4. 防護戦略の履行 .....	19 (54)
4.1 当局によって履行される防護対策 .....	19 (56)
4.2 被災した住民によって履行される防護対策 .....	21 (63)
4.3 参考文献 .....	22
5. 放射線モニタリングと健康サーベイランス .....	23 (73)
5.1 放射線モニタリング .....	23 (74)
5.2 健康サーベイランス .....	24 (77)
5.3 参考文献 .....	25

6. 汚染された食品や他の物品の管理 .....	27	(82)
6.1 汚染地域内の管理 .....	28	(85)
6.2 汚染地域外への出荷品の管理 .....	29	(88)
6.3 その他の物品の管理 .....	30	(92)
6.4 参考文献 .....	30	
付属書 A. 長期汚染地域に関する歴史的経験 .....	31	(A 1)
A.1 はじめに .....	31	(A 1)
A.2 ビキニ (Bikini) .....	32	(A 6)
A.3 マラリングア (Maralinga) .....	33	(A12)
A.4 キシュテム (Kyshtym) .....	34	(A17)
A.5 パロマレス (Palomares) .....	35	(A22)
A.6 チェルノブイリ／独立国家共同体諸国 (Chernobyl/Commonwealth of Independent States countries) .....	37	(A30)
A.7 チェルノブイリ／ノルウェー (Chernobyl/Norway) .....	40	(A40)
A.8 チェルノブイリ／英国 (Chernobyl/UK) .....	42	(A48)
A.9 ゴイアニア (Goiânia) .....	44	(A51)
A.10 参考文献 .....	45	
更に知りたい人のために .....	46	



# 論 説

## 緊急事態の後で

本書は、現存被ばく状況に関する国際放射線防護委員会の2007年勧告（ICRP, 2007）の適用に関する助言を提供している。本助言の多くの側面は、現存被ばく状況の他の事例（例えば、住居もしくは作業場におけるラドン、自然起源放射性物質、または過去の活動によって汚染された場所）にも当てはまるものであるが、特にここでは、原子力事故または放射線緊急事態後に長期汚染地域に居住する人々を取り扱う。

本書で扱う状況は、それ以前の緊急時被ばく状況が進展したものであるから、本書は、いくつかの点で *Publication 109* “Application of the Commission’s Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations（緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用）”（ICRP, 2009）が扱わなかった事項を取り上げている。

これら2つの文書に関する検討を行った課題グループは、緊急時および影響管理の分野における放射線防護の専門家にも有用で相補的な助言を与えるために、それぞれの取り組みの調整をはかってきた。より大きな問題の重要な側面が、緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行であることを考慮すると、この連携はきわめて重要なものであった。潜在的に高いレベルの被ばくおよび主に中央の決定を伴う、主として緊急性によって動かされる戦略から、居住状態を改善し、その事情を考慮して合理的に達成可能な限り被ばくを低減することを目指した、より分散された戦略へと変更されなければならない。

本書から読者が読み取るべき全般的な要点の1つは、防護の最適化の原則（個人線量に関するある種の制約を伴う）が防護体系にとって絶対的に中核をなすこと、およびこの原則をすべての被ばく状況に同様に適用することを強化するという、委員会の新たなアプローチを本書が強調していることである。参考レベルを使用することで補われる最適化は、本書に述べられたアプローチにとって本質的である。

もう1つの重要な点は、現存の被ばく状況において公衆の構成員の線量を制御するために講じられる手段が成功するかどうかは、被ばくする構成員の行動に大きく依存することである。これは弱点と見るべきではなく、むしろ、鍵となるステークホルダーの関与、時宜を得た分かりやすく実用的な情報の提供、および自衛手段の奨励を通して、活用できる強みと見なすべきである。

(x) 論 説

(原子力および原子力以外のいずれも) 事故後の世界各地での経験は、多くの場合、個人が被災した地域を離れることを特に望んではいないことを示している。さらに、土地利用や生活様式に制限を課さなくてはならないとしても、長期的には人々はある限り通常の生活を営むことを望む。したがって、可能であれば常に、長期目標は人々が通常の習慣に戻るよう地域を復旧することにあるべきである。

結局、ほとんどの人々が真に求めていることは自分達の生活の営みを続けることであり、その実現を目指す意欲と能力を(時には多少の指導を伴うが)人々は持っているのではないだろうか。

ICRP 事務局長  
CHRISTOPHER H. CLEMENT

参考文献

- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2-4).
- ICRP, 2009. Application of the Commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. ICRP Publication 109. *Ann. ICRP* **39**(1).

## 序 文

2005年3月のパリでの会合において、国際放射線防護委員会（ICRP）の主委員会は、原子力事故または放射線緊急事態後に長期汚染地域に居住する人々の防護のためのICRP新勧告（ICRP, 2007）の履行に関するガイダンスを策定するために、第4専門委員会へ報告を行う新たな課題グループの結成を承認した。

課題グループの付託事項は、以下に関するガイダンスを提供することであった。

- 長期防護戦略を計画するための参考レベルの設定
- 最適化された防護対策の履行
- 放射線防護におけるステークホルダーの関与
- 放射線モニタリングおよび健康サーベイランスの策定
- 汚染された物品の管理

本ガイダンスを策定するに当たって、本課題グループは、“緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用に関する勧告”（ICRP, 2009）の策定を担当する、同時に承認された課題グループと調整を行うよう促された。

本報告書は、特にチェルノブイリ事故によって被災した独立国家共同体諸国を中心とし、また広大な領域の汚染をもたらした過去の他の事故や事象もある程度対象として、汚染地域に居住する集団の防護に関する過去の経験を考慮している。また、経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）の放射線防護公衆衛生委員会のINEXプログラム、欧州委員会のEURANOSプロジェクト、フランスのCODIRPA演習、ETHOSプロジェクトおよびベラルーシにおけるチェルノブイリ事故後の復旧に関するCOREプログラムといった国際レベルおよび国レベルにおける最近の方法論や実用面での進展も考慮に入れている。

本課題グループが提示したガイダンスは包括的なものであり、個別の事情に応じて調整可能な基本的枠組みを提供している。本委員会勧告の詳細な履行については、関連する各国当局に委ねられている。

本報告書作成期間中の課題グループのメンバーは以下の通りであった。

J. Lochard（議長）	I. Bogdevitch	E. Gallego
P. Hedemann-Jensen	A. McEwan	A. Nisbet
A. Oudiz（2006～2007）	T. Schneider	P. Strand





## 総 括

(a) 本報告書は、原子力事故または放射線緊急事態によって生じた長期汚染地域に居住する人々の防護のための委員会勧告の適用に関するガイダンスを提供するものである。委員会は、この事故後の復旧状況を“現存被ばく状況”と見なしている。

(b) 以下の勧告は、2007年勧告（ICRP, 2007）の発行以降、現存被ばく状況の管理について取り扱った初めてのものである。これらの勧告は、*Publication 82*（ICRP, 2000）の勧告を補完し、委員会が同書で初めて導入した“ステークホルダー”（p.1 脚注参照）の役割を更に展開させている。これらの勧告はまた、行為と介入というプロセスに基づく以前のアプローチから、放射線被ばく状況の特性に基づくアプローチへ、という2007年勧告によって導入された発展も考慮している。これらは、個人線量に関する制限によって、すべての被ばく状況に対し同様の方法で適用できる防護の最適化原則を強化するという、委員会の新たなアプローチを特に強調している。

(c) 本報告書で策定された多くの勧告は、現存被ばく状況のなかの特定の Kategorie を管理するために策定されたものであるが、必要な調整により、例えば、住居内または作業場内のラドン、自然起源の放射性物質、または過去の原子力活動や産業活動によって汚染された場所などの他の現存被ばく状況にも幅広く適用可能である。この勧告は、防護戦略を計画するための参考レベルの使用、当局によって履行される防護対策を補う自助努力による防護対策の役割、および被災した人々に情報を知らせるための付随手段に、特に関係している。

(d) 緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行は、潜在的に高いレベルの被ばくおよび主に中央の決定を伴う主として緊急性によって動かされる戦略から、居住状態を改善し、その事情を考慮して合理的に達成可能な限り被ばくを低減することを目的とした、より分散された戦略への管理の変更によって特徴付けられる。汚染地域に居住することを希望した場合、人々にそれを認める決定は当局によって下され、これが事故後の復旧段階の始まりを意味することになる。この決定には、潜在的な放射線の健康影響に対する防護と、しっかりした生活様式や生計手段を含む持続可能な生活条件を人々に提供できることが暗に含まれている。

(e) 原子力事故または放射線緊急事態によって生じた現存被ばく状況に関する過去の経験から、汚染地域内では社会的および経済的な活動とともに住民の日常生活のあらゆる側面が影響を受けることが明らかになっている。これは放射線防護を考慮するだけでは管理ができない複雑な状況であり、健康、環境、経済、社会、心理学、文化、倫理、政治などの関連するあらゆる側面を扱わなければならない。

(xiv) 総括

(e) 住民の生活場所に影響を及ぼすほとんどの現存被ばく状況においては、被ばくレベルは主として個人の行動によって左右され、線源で被ばくを制御することは難しい。これは、一般にきわめて均一でない被ばく分布を生じ、状況を制御するには個別のアプローチが必要になる。結果として、“平均的個人”の使用は、汚染地域における被ばく管理には適切ではない。

(g) 汚染地域内で生活し働くことは、現存被ばく状況を代表すると考えられる。このような状況に対して、基本的な防護原則には、履行する防護戦略の正当化とそれらの戦略によって達成される防護の最適化が含まれる。参考レベルは、推定される残存線量が参考レベルより低くなるような防護戦略を計画するために最適化プロセスの中で用いられる。現存被ばく状況は前もって管理することができないので線量限度は適用されない。

(h) 防護戦略は、関連する被ばく経路を対象とした一連の防護対策で構成されている。防護戦略の正当化と最適化は、個々の防護手段の正当化と最適化に焦点を当てていた以前のICRP勧告からの進展である。

(i) 緊急時被ばく状況に続く現存被ばく状況の場合、正当化は、緊急時被ばく状況の末期に当局によって下される、人々が長期汚染地域に恒久的に生活することを認める基本的な決定に対して、まず初めに適用される。このような決定は、その基準を超えると住民を強制的に移住させ、それ未満であれば住民は一定の条件に従って留まることを認める放射線防護の判断基準の設定を伴うであろう。段階的アプローチに従い、関連した諸条件を用いていくつかの地域を定義することができるであろう。第2に、正当化原則は、緊急時段階で生じた放射線状況を維持し、できる限り改善するために履行される防護戦略を定める決定の段階で用いられる。

(j) 住民が汚染地域に留まることが認められる場合に、個人に対する便益だけでなく社会に対する便益全体を保証する責任は、政府または国家当局にある。原子力および原子力以外の事故後の世界各地での経験によれば、国家であれ、個人であれ、被災した地域を離れることを特に望んではいないことが示されている。一般に、当局は、過度な残存被ばくレベルの場合には健康上の理由により個人に対して被災地域からの退去を要求することがあるが、可能な限りその後も人間活動が可能であるようにこれらの地域の復旧を目標とするであろう。

(k) 個人線量に関する制限を伴う防護の最適化原則は、現存被ばく状況に対してICRPが勧告する防護体系の中核を成すものである。最適化のプロセスには、判断を含む性質のため、透明性が強く求められる。この透明性は、すべての関連情報が関係者に提供され、意思決定プロセスのトレーサビリティ（追跡可能性）は、十分な説明を受けた上での決定を目指して、適切に文書化されることを前提としている。

(l) 防護戦略は、国家計画整備の一環として当局によって準備されなければならない。これらの計画では、防護対策を考慮すべきであり、それには住民によって行われる自助努力による対策を認める条件や見込まれる線量低減の効果が含まれる。これらの対策を前もって計画しておくよう住民に要請することは難しいが、ICRPは当局が主要なステークホルダーの代表を

これらの計画の準備に参加させるよう勧告する。

(m) 長期汚染地域における多くの場合に当てはまるように、被ばくレベルは個人の行動によって左右される。当局は、住民が必要に応じて自分のための防護対策を決定し、最適化し、適用できるようにプロセスを容易にすべきである。肯定的な側面の1つは、個人が自らの状況の管理を取り戻すことである。しかしながら、自助努力による防護対策は混乱を起こす可能性があり、その履行は被災した人々が状況を熟知し、十分に情報を得ていることが前提となる。優れたガイダンスとそれを履行する手段を提供することは、政府の責任である。したがって、政府または責任当局は、状況をさらに改善する方法に関して適切な支援を提供するために、地域または個人レベルで履行される防護対策を含め、履行されている防護戦略の有効性を常に評価する必要がある。

(n) 委員会は、個人年間実効残存線量 (mSv/年) で設定された参考レベルは、現存被ばく状況における被ばくに対する最適化プロセスの計画および履行と共に使用すべきであると勧告する。その目的は、個人線量を参考レベルより下に低減することをめざして最適化された防護戦略、すなわち段階的に進む一連の防護戦略を履行することである。計画段階では、最適化プロセスにより、推定された残存線量が参考レベルを下まわる結果となるべきである。最適化プロセスの履行時には、参考レベルを上まわったままであるかもしれない個人被ばくを低減させることに特に留意すべきである。ただし、参考レベルを下まわる被ばくを無視すべきではなく、防護が最適化されているかどうか、または更なる防護対策が必要かどうか確かめるために評価も行うべきである。

(o) 汚染地域内に居住する人々の防護の最適化のための参考レベルは、このカテゴリーの被ばく状況の管理のために *Publication 103* (ICRP, 2007) で勧告された1~20 mSvのバンド (\*訳注 線量域) の下方部分から選択すべきである。過去の経験は、長期の事故後の状況における最適化プロセスを拘束するために用いられる代表的な値は1 mSv/年であることを示している。国の当局は、その時点で広く見られる状況を考慮に入れ、また復旧プログラム全体のタイミングを利用して状況を徐々に改善するために中間的な参考レベルを採用してもよい。

(p) 参考レベルは、防護戦略を計画する場合には (また、例えば食品の取引のようなある特別な防護対策の履行に対して、必要に応じて誘導参考レベルを決める場合には) 予測的に用いられ、また履行された防護戦略の有効性を判断するためのベンチマークとして遡及的にも用いられる。

(q) 被ばくが参考レベルより下に低減されたという事実は、最適化プロセスに従って被ばくをさらに低減できる余地がある限り、防護対策を打ち切るための十分な条件とはならない。このような対策の継続は、委員会によって勧告された通常状況における被ばくレベル近く、あるいは同程度に被ばくを維持するためのおそらく最良の仕組みであろう。

(r) 原子力事故または放射線緊急事態後の現存被ばく状況の管理は、汚染レベル並びにそ

(xvi) 総括

の空間分布および時間分布に従って、(社会、経済、健康、環境など)多数の側面を取り扱う多少複雑な復旧プログラムの履行に依存している。防護戦略の履行は、放射線状況の進展とともに変化する動的なプロセスである。

(s) 防護戦略およびより広くは復旧プログラムにおいて、被災した住民が効果的に関与できるように条件を確立し、その手段を与えることは、とりわけ規制レベルでは当局の責任である。汚染地域の管理に関する過去の経験は、防護戦略の履行において、地域の専門家と住民の関与が復旧プログラムの持続可能性にとって重要であることを示している。ステークホルダーと共に取り組むための仕組みは、国や文化の特徴によって決まり、その事情に適応させるべきである。

(t) 当局によって履行される防護戦略の優先事項は、被ばくが最も高い人々を防護することと並行して、その事象に関連するすべての個人被ばくを合理的に達成可能な限り低減することである。これには、線量分布の評価、すべての線量の参考レベルとの比較、およびその後の防護の最適化が含まれる。事故後の状況において当局によって履行される典型的な戦略には、建物の浄化、土壌と植生の修復、畜産業の変更、環境と農産物のモニタリング、汚染されていない食品の提供、(浄化作業または市場に上らない汚染物から生じる)廃棄物の処理、情報、ガイダンス、(例えば、測定のための)説明書と機器、健康サーベイランス、小児の教育、特定の被ばくグループと一般公衆への情報の提供などがある。経験によれば、住民のあらゆる層内、とりわけ公衆の健康と教育を担当する専門家の間における“実用的な放射線防護文化”の普及が、長期的な防護戦略の成功の鍵であることが示されている。

(u) 委員会が“自助努力による防護対策”と呼んでいる、長期汚染地域内の住民によって履行される典型的な対策は、住民自身の放射線状況、特に外部被ばくと内部被ばくの特性把握を目的としたものである。これらは主として、住民が直接係わる環境からの放射線被ばくの特性(居住場所の周辺線量率および食品の汚染)のモニタリング、自分の外部被ばくと内部被ばくのモニタリング、および自分が責任を負う人々(例えば、小児や高齢者)の被ばくのモニタリング、並びに被ばくを低減するために自分の生活様式を状況に応じて適応させることから構成されている。当局は、被災した住民の代表者と関係する専門家(例えば、保健、放射線防護、農業当局など)が参加する地域フォーラムの設置を推進すべきである。このようなフォーラムは、情報の収集と共有を可能とし、住民と当局によって推進されている戦略の有効性を共に建設的に評価することが可能になろう。

(v) 近年、ステークホルダーの関与は着実に政策決定の第一線に位置するようになってきた。このような関与は、大部分の現存被ばく状況に対する放射線防護戦略の策定と履行に重要であると委員会は考えている。住居内のラドンの制御は、もう1つの典型例である。ステークホルダーの関与に関する経験が増えるにつれ、放射線防護コミュニティの中では最良慣行の構築の基礎として、多くの教訓を利用できるようになってきている。放射線防護の質を改善する

ために、ステークホルダーの見方や意見が役立つような状況に対して、広く応用できる方法や手段ができあがりつつある。

(w) 現存被ばく状況の場合、関係者各人に被ばく状況および線量の低減手段に関する全般的な情報を知らせるべきであると ICRP は勧告する。個人の生活様式が被ばくの重要な要因となるような状況では、情報プログラムとともに個人モニタリングが重要な要求事項である。さらに、緊急時段階から住民が受けた被ばくの将来の潜在的な健康影響に関する不確実さを考慮すると、放射線モニタリングと健康サーベイランスプログラムを実施することは当局の責任である。

(x) 被ばく状況の進展および防護戦略の有効性を評価する観点から、委員会は、モニタリング記録システムが責任ある関連当局によって確立されるべきであると勧告する。このような記録は、健康サーベイランスと併せてリスクにさらされている潜在的グループを決定する上で特に重要である。さらに、被災した住民の長期健康サーベイランスを効果的に実施するために、委員会は汚染地域内に居住する住民に対して、健康登録制度を確立すべきであると勧告する。

(y) 原子力事故または放射線緊急事態により被災した地域で生産され汚染された食品や他の物品の管理は、市場の受け入れという課題のため特に難しい問題を提起する。さらに、食品の生産と消費に関する長期的制限の維持は、汚染地域の持続的発展に影響を及ぼす可能性があることから、最適化原則の適切な履行が求められる。地域の農業従事者、生産者および地域住民の利益と、消費者および汚染地域外の食品流通部門の利益の調和を、注意深く検討しなければならない。

(z) 汚染された食品の管理に伴う社会・経済的な複雑さにもかかわらず、さまざまなステークホルダーの利益を考慮して、防護戦略は定められた参考レベルを満たすように策定されるべきであり、生産・流通・加工の介入可能なすべての段階、並びに消費者に情報を伝え、適切な選択を行えるようにするために講じられる手段の各段階において、防護戦略は最適化されるべきであると委員会は考えている。Bq/kg または Bq/L で表記される誘導参考レベルは、上記のプロセス、特に食品の市場への出荷において重要な役割を果たす。

(aa) 原子力事故または他の放射線緊急事態の後には、食品以外の物品も汚染されている可能性がある。これらには、木材、紙、油などの農産物、または金属くずなど汚染された物質から再利用される他の製品が含まれる。防護の目的は、この場合もまた、社会的および経済的因子を考慮に入れて、被ばくを合理的に達成可能な限り低減することである。

(bb) 核実験（ビキニ、マラリング）、原子力事故（キシユテム、パロマレス、チェルノブイリ）、または放射線源事故（ゴイアニア）によって生じた長期汚染地域における過去の経験は、広大な農村地帯が被災した場合には、問題を起こした事象から数十年間にわたって、汚染された食品の経口摂取が潜在的に重要であることを示している。地域住民を慢性的な内部被ば

(xviii) 総括

くから防護し、地域の生産能力を維持するために、これらの食品を管理することがきわめて重要である。都会および都会に近い環境が被災した場合、外部被ばくと吸入が長期間重要な被ばく経路であり続ける可能性がある。原子力事故および放射線緊急事態によって生じる現存被ばく状況に対する参考レベルの設定に関する限り、過去の経験では、この種の状況を管理するために当局によって選択された代表的な線量値は1 mSv/年に近いか等しいことを示しており、これは、長期被ばくを“通常”と見なせる状況に近いか同等であるレベル、すなわち、計画被ばく状況における公衆被ばくに対して定められた拘束値のバンド内まで徐々に低減させたい願望に合致したものである。

### 参考文献

- ICRP, 2000. Protection of the public in situations of prolonged exposure. ICRP Publication 82. *Ann. ICRP* **29**(1-2).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2-4).

# 1. 緒 論

## 1.1 背 景

(1) 国際放射線防護委員会 (ICRP) は *Publication 103* において、3つのタイプの被ばく状況——計画、緊急時、現存——における防護体系の履行のための一般原則を記述しており、これは行為と介入という以前の区別に代わるものである (ICRP, 2007, 176 項)。

- 計画被ばく状況とは、線源の意図的な導入と運用を伴う状況である；
- 緊急時被ばく状況とは、計画された状況を運用する間に、もしくは悪意ある行動から、あるいは他の予想しない状況から発生する可能性がある好ましくない結果を避けたり減らしたりするために緊急の対策を必要とする状況である；
- 現存被ばく状況とは、管理についての決定が必要な時に既に存在する、緊急事態の後の長期被ばく状況を含む被ばく状況である。

(2) 本書は、原子力事故または放射線緊急事態によって生じた長期汚染地域に居住する人々の防護のための委員会勧告の適用に関するガイダンスを提供する。委員会は、この事故後の復旧状況を“現存被ばく状況”とみなしている (ICRP, 2007, 240 項)。

(3) 委員会はこれまで、事故後の防護対策を計画するための一般原則を定めてきた。最初のガイダンスは *Publication 40* (ICRP, 1984) として発行されたが、これは短期および中期の対策に限られていた。このガイダンスはその後、1990年勧告 (ICRP, 1991) を踏まえて *Publication 63* (ICRP, 1993) で改訂され補完された。長期放射線被ばく状況における公衆の防護に関する *Publication 82* (ICRP, 2000) は、環境中の長寿命放射性残渣による制御可能な放射線被ばくに対して、初めて ICRP の放射線防護体系の適用を明確に取り扱ったものである。

(4) 本書における勧告は、*Publication 82* (ICRP, 2000) の勧告を補完する。このタイプの状況に関係するステークホルダー\*は、自らの被ばくを制御するための防護対策の履行に関与すべきであり、直接参加する機会が与えられるべきであることを認識して、本書の勧告ではステークホルダーの役割を更に展開させている。本書の勧告はまた、行為と介入というプロセスに基づく以前のアプローチから、放射線被ばく状況の特性に基づくアプローチへ、という2007年勧告によって導入された発展も考慮している。これらは、個人線量に関する制限によって、

---

\*訳注 “stakeholders” には2007年勧告日本語版で“利害関係者”の訳語を当てたが、このたび“ステークホルダー”と訳語を改めた。この言葉は、“さまざまな観点から関心を有する者”を意味すると考えられる。

すべての被ばく状況に対し同様の方法で適用できる防護の最適化原則を強化するという、委員会の新たなアプローチを特に強調している。

(5) 以下の勧告は、2007年勧告の発行以降、現存被ばく状況の管理について取り扱った初めてのものである。本書で策定された多くの勧告は、現存被ばく状況のなかの特定のカテゴリーを管理するために策定されたものであるが、必要な調整により、例えば、住居内または作業場内のラドン、自然起源の放射性物質、または過去の原子力活動や産業活動によって汚染された場所などの他の現存被ばく状況にも幅広く適用可能である。この勧告は、防護対策を計画し履行するための参考レベルの使用（3.3節）、当局によって履行される防護対策を補う自助努力による防護対策の役割、および被災した人々に情報を知らせるための付随手段に、特に関係している（4.2節）。

## 1.2 範 囲

(6) 原子力事故および放射線緊急事態は、短期、中期および長期の対策を対象とするガイダンスに従って管理される。短期および中期の対策に関する最新のガイダンスは、緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用に関する *Publication 109* (ICRP, 2009) で提供されている。本書が対象としている事故後の復旧状況は、広大な居住地域の長期汚染をもたらすような原子力事故または放射線事象が起きた場合に講じる必要があるであろう長期的な対策に相当する。

(7) 緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行は、潜在的に高いレベルの被ばくおよび主に中央の決定を伴う主として緊急性によって動かされる戦略から、居住状態を改善し、その事情を考慮して合理的に達成可能な限り被ばくを低減することを目的とした、より分散された戦略への管理の変更によって特徴づけられる。これらの戦略は状況の長期的側面を考慮に入れる必要があり、被ばくした個人は自分自身の防護に直接関与すべきである。この移行は、協調的かつ十分に透明性の高い方法で実施され、被災したすべての関係者によって合意され理解されるべきであると委員会は勧告する。

(8) 汚染地域に居住することを希望した場合、人々にそれを認める決定は当局によって下され、これが事故後の復旧段階の始まりを意味することになる。この決定には、潜在的な放射線の健康影響に対する防護と、しっかりした生活様式や生計手段を含む持続可能な生活条件を人々に提供できることが暗に含まれている。

(9) 非常に広大な地域に影響を及ぼす過酷事故の場合、その対応の管理では、地理的に異なる領域で、異なる段階に関連する対策を同時に扱う必要があるかもしれない。したがって、緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行は、汚染地域内で異なる時期に生じる可能性がある。



### 1.3 報告書の構成

(10) 2章では、被災した住民に対する原子力事故または放射線緊急事態の影響を検討する。これには、人への被ばくの経路、被ばく住民集団のタイプ、被ばくの特性および過去の事象から得られた経験を含む。3章では、このタイプの現存被ばく状況における委員会勧告の適用を論じ、防護戦略の正当化と最適化の検討、並びに個人の線量分布における不公平を縮小するための参考レベルの導入と適用について述べる。4章では、当局と被災した住民による防護戦略の履行に関する実務的な側面を検討する。5章は放射線モニタリングと健康サーベイランスを対象とし、6章では汚染された食品や他の物品の管理を取り扱う。

(11) 最後に、付属書Aには、修復手段の実施時に従った放射線に関する判断基準とともに、放射線緊急事態および原子力事故によって生じた長期汚染地域における過去の経験を要約する。

### 1.4 参考文献

- ICRP, 1984. Statement from the 1984 Stockholm meeting of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 40. *Ann. ICRP* **14**(2).
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* **21**(1-3).
- ICRP, 1993. Principles for intervention for protection of the public in a radiological emergency. ICRP Publication 63. *Ann. ICRP* **22**(4).
- ICRP, 2000. Protection of the public in situations of prolonged exposure. ICRP Publication 82. *Ann. ICRP* **29**(1-2).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2-4).
- ICRP, 2009. Application of the Commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. ICRP Publication 109. *Ann. ICRP* **39**(1).



## 2. 汚染地域における生活

(12) 原子力事故または放射線緊急事態によって生じた現存被ばく状況に関する過去の経験から、汚染地域内では社会的および経済的な活動とともに住民の日常生活のあらゆる側面が影響を受けることが明らかになっている。これは放射線防護を考慮するだけでは管理ができない複雑な状況であり、健康、環境、経済、社会、心理学、文化、倫理、政治などの関連するあらゆる側面を扱わなければならない（UNDP, 2002）。本報告書の勧告は、このタイプの被ばく状況に適用される基本的な放射線防護の原則に焦点を当てているが、これらの勧告は上記の複雑さと管理を通じてこれまでに得られた経験を考慮して成熟してきた。

### 2.1 被ばく経路

(13) 本書で検討するタイプの現存被ばく状況は、比較的広範囲の地域にわたる放射性汚染をもたらす放散性の事象の結果である。沈着のパターンは、放射能およびエネルギーの放出に関する放散性の事象の規模に依存し、また放出時の支配的な気象条件、特にプルーム通過時の風向および降雨に依存している。長期間にわたる放出の場合、風向は時間とともに変化する可能性がある。長期的には降雨とウェザリング\*によって沈着した放射性核種は土壤中に浸透し、一部は水系または再浮遊を通じて移行する。土壤から植物への取り込みは季節によって変わる可能性がある。沈着レベルもまた、地域によって大きく異なる可能性がある。チェルノブイリ事故の後、表面汚染（単位表面積当たりの放射能）は同じ村の中で最大10～100倍の範囲で変動した。長期の場合には一般に、1つまたは少数の放射性核種が人への被ばくの主要な寄与因子として支配的になる。

(14) 環境の汚染に続いて、いくつかの被ばく経路を区分することができる：沈着した放射性核種による外部被ばくと汚染物質の飲食または吸入による摂取である。人による放射性核種の摂取は、野菜、牛乳、肉や魚の飲食によって生ずる可能性がある。動物への移行は、動物によるさまざまな放射性核種の摂取と代謝によって異なる。植物の表面や土壤に直接沈着する放射性核種は、不溶性の粒子に結合する可能性があるため、食品に取り込まれる放射性核種に比べて腸内で吸収される可能性は低い。住民による摂取は時間の経過とともに著しく変わる可能性があり、季節や農作業でもたらされた結果、そして土壤や植生の種類によって異なる。高

---

\*訳注 風雨等の自然要因によって農作物や土壤に沈着した放射性物質が除去される効果。

山牧草地、森林や高地など特定の地域では、農業地域に比べて土壌中での残留期間が長く、例えば森林内のベリー類やキノコのような特定の食品へ高いレベルで移行するため、体内摂取量を増加させる可能性がある。

## 2.2 被ばくの特徴

(15) 住民の生活場所に影響を及ぼすほとんどの現存被ばく状況においては、被ばくレベルは主として個人の行動によって左右され、線源で被ばくを制御することは難しい。この結果、一般にきわめて均一でない被ばくの分布が生じる。このような地域での日常生活または作業は、必然的にある程度の放射線被ばくを引き起こす。

(16) 原子力事故または放射線緊急事態後、短期および中期の対策が履行された後に広く見られる被ばく状況では、既に受けた線量と予想される残存線量のいずれも、非常に広い範囲にわたる個人被ばくを示すことになる。個人被ばくの範囲は、個人に関連する多くの要因によって影響を受ける可能性がある。これらの要因には以下のものがある。

- (除染後の) 汚染地域における (住居および職場の) 位置；
- 職業または仕事、並びにその結果として汚染の影響を受けた特定の地域内での滞在時間および実施作業；
- 個々の習慣、特に各個人の食習慣。このような習慣は各個人の社会・経済状況に依存する。

“平均的個人”の使用は、汚染地域における被ばく管理には適切でないことが経験により示されている。食習慣、生活習慣と職業によって、隣接する村の間、同じ村に住む家族の間、あるいは同じ家族の中でさえ、大きな差異が存在する可能性がある。このような差異は一般に、被災した住民集団の中にきわめて歪んだ線量分布をもたらす。図 2.1 は、チェルノブイリ事故の 20 年後にチェルノブイリ周辺の汚染地区に居住する小児の個人線量分布を示している。

(17) 汚染された食品の経口摂取による被ばくは、地域で生産される食品の食習慣における相対的な重要性に応じて、慢性摂取または一回摂取のいずれからも生じる可能性がある。一例として、図 2.2 に、1000 Bq の<sup>137</sup>Cs を一度に摂取した場合 (一回摂取) と、毎日 1 Bq または 10 Bq の<sup>137</sup>Cs をそれぞれ 1000 日間摂取した場合 (慢性摂取) の全身放射能の変化を示す。同じ総摂取量に対して期間末期における全身放射能は著しく異なる。これは、汚染された食品を日常的に毎日経口摂取する場合と、断続的に一回摂取する場合との負荷が本質的に異なることを示している。実際には、汚染地域に居住する人々の場合、全身放射能は食品の出所と食習慣に依存する日常的摂取と一回摂取の組合せによってもたらされる。

(18) チェルノブイリ事故から 20 年後、チェルノブイリ周辺の汚染地域における成人の<sup>137</sup>Cs の典型的な平均日常摂取量は 10~20 Bq の範囲である。また、付加的なより高い一回摂取は、例えば野生のキノコやベリー類の経口摂取による数百 Bq の範囲が一般的である。これ

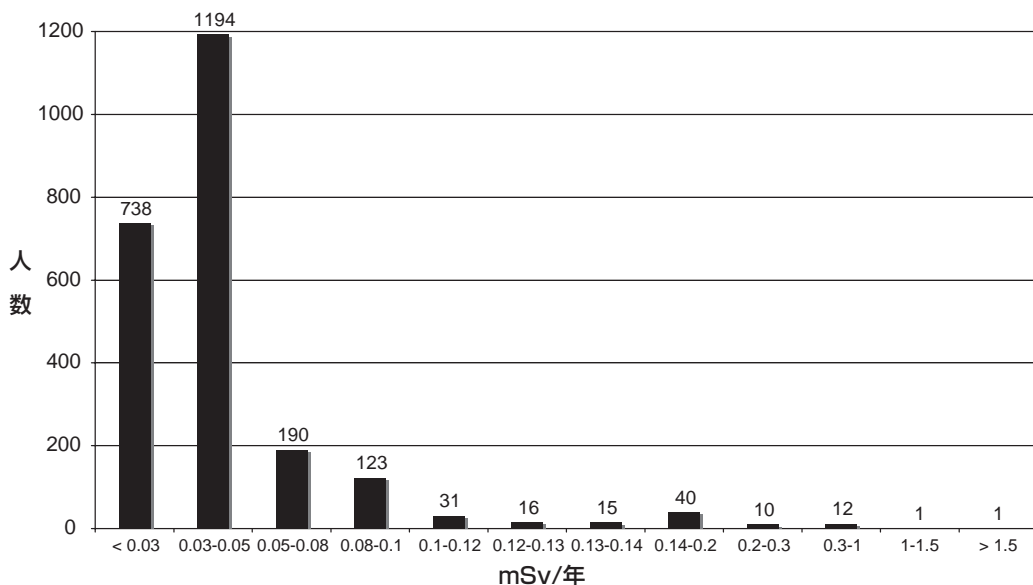


図 2.1 チェルノブイリ事故から 20 年後におけるチェルノブイリ周辺の汚染地域に居住する小児のセシウム摂取による典型的な線量分布

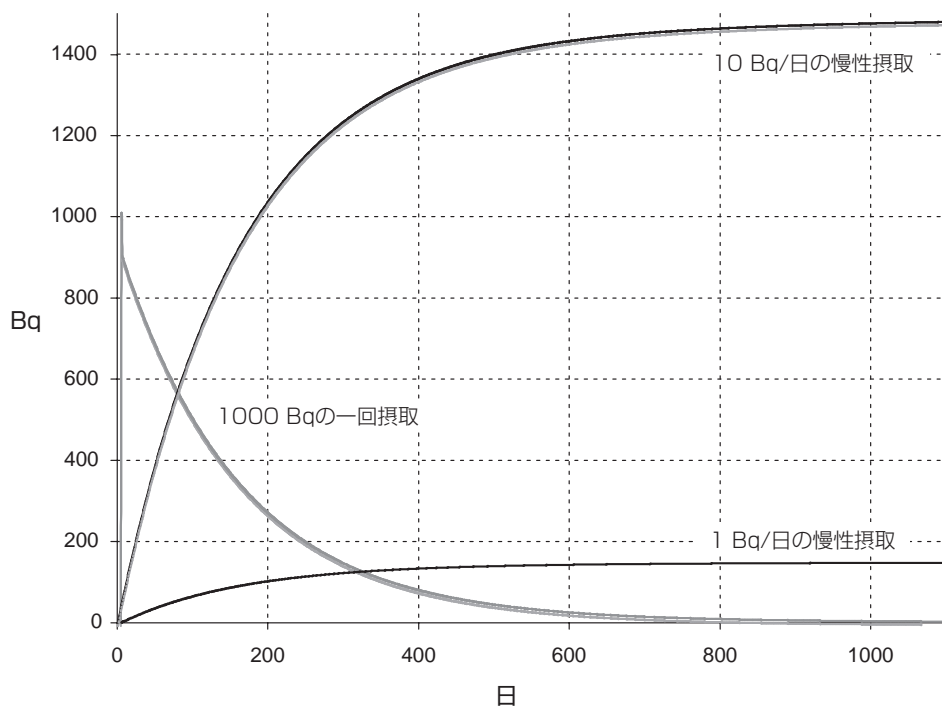


図 2.2 1000 Bq の $^{137}\text{Cs}$  を一度に摂取した場合と、毎日 1 Bq または 10 Bq の $^{137}\text{Cs}$  を摂取した場合の、全身放射能 (Bq) の複数年 (1000 日) にわたる変化

による年間実効線量は 0.1 mSv 程度である。しかしながら、情報をほとんど得ていない一部の者や非常に特殊な食習慣を持つ者は 100 Bq から数百 Bq の範囲の日常摂取量を示す場合がある。これは 1 mSv から数 mSv の範囲の年間実効線量に相当する。

(19) 長期汚染地域において被ばくを管理するためには、人に対する総合的な線量の影響を評価するために住民集団におけるさまざまな被ばくグループを考慮することが必要となる場合がある。一般に考慮される典型的な住民集団グループには以下のものがある。

- “農村部”の住民：被災した地域に居住して働き、食物の一部を地域で育てられた生産物から得ていると想定される小規模の自作農地を持つ農業従事者または家族；
- “都市部”の住民：被災した人口密集地に建てられた家屋に居住し、被災した地域の外から食品を得る可能性がある人々

また、例えば森林地域が被災した場合の森林労働者や製材所の従業員などのように、経済活動が受けた影響に応じてさまざまな被ばく作業者のグループを考慮する必要があるかもしれない。これらのグループの構成員は、汚染地域内に居住している場合もあれば、被災した領域の外側に居住していて作業時間のみ汚染地域内に滞在する場合もある。後者の状況の場合、構成員の食物の大部分が非汚染地域からもたらされる。その汚染地域が旅行者にとって魅力がある場合には、一時的に滞在する集団もその特性とともに考慮することが必要になる。

### 2.3 過去の事象から得られた経験

(20) いくつかの核実験（太平洋のビキニ島、南オーストラリアのマラリング、カザフスタンのセミパラチンスク）や原子力事故（英国のウィンズケール、ロシアのキシュテム、スペインのパロマレス）によって、過去に広大な地域の汚染が生じた。さらに、近年ではブラジルのゴイアニアで起きた放射線源事故により、限定的な地域で汚染が生じた。これらの事象は、長期的な事故後の放射線に関する課題、また社会的、経済的および政治的な課題に対処するための適切な管理アプローチの策定において、実用的な価値のある有意義な経験を提供した。しかしながら、ウクライナにおけるチェルノブイリ事故や社会に長期的な混乱をもたらした他の放射線以外の緊急事態（洪水、地震、その他）は、委員会がこれらの勧告を策定するためのインプットとして役立つ最も重要な教訓を提供することとなった。原子力事象に関する詳細については、付属書 A に記載されている。

(21) 広範囲かつ長期の汚染によって生じた複雑な状況は、被災した住民の中に懸念と不安を生み出すことは避けられず、これらの人々は無力感を抱きかねない。このような状況の管理に責任を持つ熟練者や専門家が、専門家でない人々にとっては理解し難い学術用語、測定単位や技術手順を用いれば、その状況を制御できないという住民の感情を強めることにつながるかもしれない。

(22) 個人は、その結果このような複雑な状況の日常的な管理に関わることを徐々に放棄したり、多くの疑問に直面するが通常答えの得られない状況がよく見受けられる。健康に対する放射能の長期的な影響はどのようなものか？ 汚染から自分を守ることは可能なのか？ 結果的に、汚染地域の住民は自らの将来に関して個人的に困難な選択に直面することが多く、特にその場所から退去するのか留まるのかという二者択一を迫られることになる。経験によれば、単に放射線防護に関する検討のみを基に、このような二者択一を解決するのは困難であることが示されている。多くの個人的側面を秤りにかけることになる；汚染地域に居住する人々は一般的に自分の住居から退去することにきわめて不本意で、自分達の生活環境を改善したいと考える。この結果、当局には、防護対策を策定することだけではなく、汚染地域住民の生活の質を向上させるため率先して支援することが求められる。

(23) また、過去の長期汚染の経験では、放射線状況に関する正しい知識が欠如している場合、被災した住民は否定的または運命論者の態度を選ぶ傾向があることも示している。これにより、その状況がさらに持続することとなり、一般的には基本的な放射線防護のための助言や対策が無視され、被ばくの増加を引き起こすことになる。ベラルーシの汚染地域で実施されたさまざまなプロジェクト（付属書Aを参照のこと）は、住民と地域の専門家が状況の管理に直接関わることで復旧プロセスを改善する上で有効な方法であることを実証している（Lochard, 2007）。これには、放射線状況と、防護戦略の履行に伴う成功と困難さに関する定期的な情報の提供が必要である。被災した集団の関与と集団への権限付与を促進する状態を創出し、その手段を提供することは（国および地域双方の）当局の責任である。これを実施するにあたっては、各人に情報を提供するため地域の社会的および経済的な生活状態を勘案しなければならない。その結果、日常生活を改善し、将来にわたって自分自身と子孫を防護するために、住民は自らの個人的状況を理解し、評価し、警戒心を維持できるようになる。当局の目的は、各個人が自らの生活の管理を取り戻すための支援であるべきであり、この場合、現存する汚染に対する放射線防護は、生活状態の復旧に影響を及ぼす他のいくつかの要因に付加されるべき1つの要因である。

## 2.4 参考文献

- Lochard, J., 2007. Rehabilitation of living conditions in territories contaminated by the Chernobyl accident: the ETHOS Project. *Health Phys.* **93**, 522-526.
- UNDP, 2002. The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident: a Strategy for Recovery. Report of the United Nations Development Programme.





### 3. 汚染地域内で生活する人々の防護に対する ICRP の体系の適用

(24) 汚染地域内で生活し働くことは、現存被ばく状況として考えられる。このような状況に対して、基本的な防護原則には、履行する防護戦略の正当化とそれらの戦略によって達成される防護の最適化が含まれる。参考レベルは、推定される残存線量がそれらのレベルより低くなるような防護戦略を計画するために最適化プロセスの中で用いられる。現存被ばく状況は前もって管理することができないので線量限度は適用されない。

(25) 防護戦略は、関連する被ばく経路を対象とした一連の防護対策で構成されている。防護戦略の正当化と最適化は、個々の防護手段の正当化と最適化に焦点を当てていた以前の ICRP 勧告からの進展である。

#### 3.1 防護戦略の正当化

(26) 正当化の原則は、線源関連の原則であり、放射線被ばく状況を変更する決定は、いかなるものであれ、害よりも便益の方を大きくすべきであることを確認するものである。緊急時被ばく状況に続く現存被ばく状況の場合、正当化は、緊急時被ばく状況の末期に当局によって下される、人々が長期汚染地域に恒久的に生活することを認める基本的な決定に対して、まず初めに適用される。このような決定は、その基準を超えると住民を強制的に移住させ、それ未満であれば住民は一定の条件に従って留まることを認める放射線防護の判断基準の設定を伴うであろう。段階的アプローチに従い、関連した諸条件を用いていくつかの地域を定義することができるであろう。これは、例えば、チェルノブイリ事故により被災した独立国家共同体 (CIS) 諸国において当局が採択したアプローチである (付属書 A を参照)。第 2 に、正当化原則は、緊急時段階で生じた放射線状況を維持し、できる限り改善するために履行される防護戦略を定める決定の段階で用いられる。

(27) 現存被ばく状況に関しては、個人被ばくを低減するために実施される防護戦略は、それがもたらす損害を相殺するのに十分な個人的または社会的便益を達成すべきである (ICRP, 2007, 203 項)。しかしながら、防護戦略の正当化は、それらが経済、政治、環境、社会のおよび心理学的なさまざまな影響を及ぼすため、放射線防護の範囲をはるかに超えたものである。汚染地域における防護戦略の正当化では、汚染地域に居住する者の被ばくを低減し、被ばくの不公平を限定することの社会的・政治的な価値判断を含める必要がある。これらの多くの放射線以外の要因について正しく検討するには、放射線防護以外の専門知識が必要とな

り、防護戦略に関する決定を左右することもあり得る (NEA, 2006)。

(28) 正当化は、防護戦略を構成する個々の防護対策がもたらす累積的な便益と影響について考慮している。個々に正当化された一連の対策が利用できる場合もあるが、全体的な戦略とした場合に、対象となる被ばく住民全体にとって過大な社会的混乱をもたらす、あるいは複雑すぎて管理できないことがあるため、正味の便益をもたらすとは限らない。逆に、単一の防護対策それ自体は正当化されない可能性があるものの、防護戦略の一部とされた場合には全体として正味の便益をもたらす場合がある。

(29) 住民が汚染地域に留まることが認められる場合に、個人に対する便益だけでなく、社会に対する便益全体を保証する責任は、政府または国家当局にある。原子力および原子力以外の事故後の世界各地での経験によれば、国家であれ、個人であれ、被災した地域を離れることを特に望んではいないことが示されている。一般に、当局は、過度な残存被ばくレベルの場合には健康上の理由により個人に対して被災地域からの退去を要求することがあるが、可能な限りその後も人間活動が可能であるようにこれらの地域の復旧を目標とするであろう。

(30) 現存被ばく状況においては、防護戦略に含まれる可能性があるすべての防護対策に対して正当化を検討すべきである：その防護対策として、当局、熟練経験者、専門家によって中央や地域の決定で履行される防護対策；および当局の支援の下で自助努力による防護対策として被ばくした個人によって直接履行される対策がある。当局によって決められる防護戦略は、上記のいずれの区分の防護対策も考慮に入れるべきであり、被災した個人が自助努力に対して主体性を持てるようにすべきである。ただし、自助努力による防護対策は住民自身によって履行され、したがって、住民自身が大部分を決定することから、自己の防護に関して正味の便益が伴うよう詳細な情報に基づいて決定するために、住民には正しく情報が提供され、関連する場合には、(当局によって提供される手段や機器を使用するための) 訓練が行われなければならない。個人が考慮すべき調整事項には、一方では状況を改善しようとする自分の願望が、他方では防護対策の履行によって引き起こされる“負荷”が含まれる。

(31) 事故後の長期汚染地域の管理のために、当局は、緊急時被ばく状況の間に履行された防護対策の一部を継続することを検討してもよく、また全く新しい一連の防護対策の導入を検討してもよい。このような新たな対策を導入すべきかどうかに関する決定は、居住する人々の残存個人被ばくレベル、新たな対策の履行可能性、およびこれらの対策が当該地域内の生活条件の質と持続可能性に及ぼす影響を含むいくつかの判断基準に依存するであろう。

## 3.2 防護戦略の最適化

(32) 防護の最適化原則の履行は線源関連のプロセスであり、その時点で広く見られる状況下における最善の防護戦略を確実に選ぶべきである (すなわち、便益と害の差を最大化する

こと)。この最適化手順による結果が極端に不公平になることを避けるために、線量またはリスクの参考レベルを適用することにより、特定の線源からの人々に対する線量またはリスクに制限を設けるべきである。したがって、最適化には、経済的および社会的要因、並びに防護戦略の履行によって生じる線量および便益の分布を考慮して、被ばくを合理的に達成可能な限り低く保つことが必要となる。

(33) 防護の最適化プロセスは、防護戦略の履行が正当化された状況へ適用するためのものである。個人線量に関する制限を伴う防護の最適化原則は、現存被ばく状況に適用される場合にも防護体系の中核を成すものである。判断を含むというその性質のため、最適化プロセスには透明性が強く求められる。このプロセスで用いられるすべてのデータ、パラメータ、仮定および数値は公開され、そしてきわめて明確に定義されなくてはならない。この透明性は、すべての関連情報が関係者に提供され、意思決定プロセスのトレーサビリティ（追跡可能性）は、十分な説明を受けた上での決定を目指して、適切に文書化されることを前提としている（ICRP, 2006b, 34 項）。

(34) 防護戦略は、国家計画整備の一環として当局によって準備されなければならない。これらの計画では、防護対策を考慮すべきであり、それには住民によって行われる自助努力による対策を認める条件や見込まれる線量低減の効果が含まれる。これらの対策を前もって計画しておくよう住民に要請することは難しいが、委員会は当局が主要なステークホルダーの代表をこれらの計画の準備に参加させるよう勧告する。

(35) 緊急時被ばく状況に続く現存被ばく状況の場合、いくつかの特殊性がある。人々が汚染地域に住むつもりであるということは、それ自体、住民とその家族や友人にとって妥協案である。このような状況における最適化プロセスは、多くの特別な課題に直面する。

すなわち：

- 消費者 対 生産者の利害——汚染地域内に住むことは、食品を含む物品の地域生産と取引を伴う経済活動が現地において維持されることを前提としている。最適な戦略は、人々を放射能から防護する必要性と、地域経済が存続し世界市場に組み入れられる必要性との間でバランスを取るべきである；
- 地域住民 対 国内および国外の住民——汚染地域において“通常の”生活を取り戻すための条件は、状況の不利なところを地域住民とその地域外の住民の間で共有する連帯を前提としている（主として物品と人の移動に関するもの）。最適な戦略は国の法令および計画だけでなく、国際的な勧告（例えば、食品の貿易に関する）も考慮に入れて公平性を重視すべきである；
- 日常生活で住民が下す多様な決定——ほとんどの場合、被ばくレベルは個人の行動によって左右される。当局は、住民が必要に応じて自分のための防護戦略を決定し、最適化し、適用できるようにプロセスを容易にすべきである。肯定的な側面の1つは、個人が自らの状況の

管理を取り戻すことである。しかしながら、自助努力による防護対策は混乱を起こす可能性がある（例えば、内部被ばくや外部被ばくをできる限り避けるために、食物、行き先、使用する物などに常に注意を払う）。これには、被災した人々が状況を熟知し、十分に情報を得ていることが前提となる。これを支援するために、地域のさまざまな集団は、適正な機器を備え、場合によっては（当局によって提供される機器を使用するために）おそらく訓練を受ける必要もあろう。当局は特別なニーズを持つ一部の人々（高齢者、精神障害者、その他）を支援するための準備もしておくべきである。

前述の通り、汚染地域において支配的な被ばく経路は一般的に経口摂取であることを考慮すれば、防護戦略は住民の中の関連グループに対するこの被ばく経路の制御を基本にすべきである。

(36) 緊急の対策を講じる必要がある緊急時被ばく状況とは異なり、事故後の復旧状況においては、最適化プロセスは、その時点で広く見られる状況を考慮に入れながら段階的に実施することが可能である。経験によれば、長期汚染地域においては一般に被ばくを通常状況と同じ程度のレベルまで徐々に低減できることが実証されている。

(37) ICRP は、個人線量の分布の不公平を低減するために、拘束値を組み込んだ最適化の概念を導入した。*Publication 103* (ICRP, 2007) によると、現存被ばく状況の場合には、緊急時被ばく状況の場合と同様に、線量を制限する役割を果たす線量の判断基準を“参考レベル”と名付けている (3.3 節を参照)。

(38) 防護戦略の最適化は、戦略の形態、規模および期間を策定するプロセスである。その目的は、正味の便益を得ることだけでなく、正味の便益を最大にすることであり、防護戦略およびそのさまざまな要素を選択するために意思決定支援技術を利用することができる。このような技術の適用方法に関する委員会の勧告は、*Publication 37* (ICRP, 1983)、*Publication 55* (ICRP, 1989) および *Publication 101* (ICRP, 2006) に提示されている。これらの勧告は今でも有効であり、本書では詳しく繰り返さない。汚染地域に居住する人々を防護するための戦略を選定するプロセスにおいては、関連するステークホルダーの関与が必要不可欠である。

(39) 防護の最適化は、将来の被ばくを防止または低減することを目的とした前向きな回復プロセスである。それは技術的および社会・経済的因子を考慮に入れるとともに、定性的判断と定量的判断の両方を必要とする。このプロセスは、関連するすべての側面を確実に考慮するために、体系的なものとし、慎重に構成すべきである。最適化とは、その時点で広く見られる状況において最善策が実施されたかどうか、そして線量を低減するために合理的なすべてのことがなされたかどうかを常に問いかける、1つの心構えである (ICRP, 2007, 217 項)。当初は被ばくがかなり高い可能性があり、最も高い被ばくを低減することを優先すべきであるが、時間の経過とともにすべての被ばくを低減するために継続的な努力が必要になる。

(40) 複数の正当化された防護戦略の相互比較は最適化プロセスの重要な特徴であり、そ

れには被ばくする住民の中の個人被ばくの分布特性を注意深く検討することが必要となる。被ばくする住民集団内の各グループは属性の差異だけでなく、さまざまな被ばくパラメータによって記述することができる。委員会は、関係者のグループ間での被ばくの分布における公平性に対して、特に注意が払われるべきであると勧告する。

(41) 最善の選択肢または戦略は常に被ばく状況に特有なものであり、その時点で広く見られる状況において達成しうる最善の防護レベルを表す。したがって、それ未満であれば最適化のプロセスを止めるべきであるとする線量レベルをあらかじめ定めるのは適切ではない (ICRP, 2007, 218 項)。環境中に比較的長寿命の放射性核種が存在し、居住場所に影響を与えている場合には、状況の特徴に応じて、防護対策は長期間 (数十年間にも及ぶ) 実施されることが予想される。しかしながら、防護の最適化は、線量の最小化ではない。最適化された防護は、被ばくによる損害と関連する経済的および社会的要因とで注意深くバランスをとった評価の結果である。したがって、最善の選択肢は、必ずしも個人に対して最低の残存線量レベルをもたらすものとは限らない (ICRP, 2007, 219 項)。

(42) 優れたガイダンスとそれを履行する手段を提供することは、政府の責任である。したがって、政府または責任当局は、状況をさらに改善するための方法に関して適切な支援を提供するために、地域または個人レベルで実施される防護対策を含め、実施されている防護戦略の有効性を常に評価する必要がある。

### 3.3 個人被ばくを制限するための参考レベル

(43) 緊急時被ばく状況および現存被ばく状況の双方の管理に対する参考レベルの使用は、*Publication 103* (ICRP, 2007) と *Publication 60* (ICRP, 1991) を比較した際の変更点である。この間に発行された他の刊行物のうち一部は、長期被ばく状況を管理するために必要に応じて参考レベルの概念を導入したが、*Publication 103* はこの概念を明確化している。

(44) *Publication 103* (ICRP, 2007, 230 項) において委員会によって線源関連の概念として定義された参考レベルは、その被ばく線量レベルを上まわる被ばくが発生することを認めるよう計画することは不適切であると判断され、それを下まわる場合には防護の最適化が実施されるべき線量またはリスクのレベルを表している。参考レベルは、防護戦略が計画され、そして最適化されるべきことを意味している。参考レベルとして選ばれる値は、検討の対象となる被ばくのその時点で広く見られる状況に依存することになる。委員会は、緊急時被ばく状況および現存被ばく状況に対して“参考レベル”という用語を提案した (一方で、“線量拘束値”という用語は計画被ばく状況に対して残されている)。この参考レベルは、広い範囲の被ばく量がその状況の特徴づけること、および参考レベルを上まわるような初期の個人線量レベルに対して最適化プロセスが適用される場合があるという事実を表現するために採用されたもので

ある。

(45) 委員会は、個人年間実効残存線量 (mSv/年) で設定された参考レベルは、現存被ばく状況における被ばくに対する最適化プロセスの計画および履行と共に使用すべきであると報告する。その目的は、個人線量を参考レベルより下に低減することを目指し、最適化された防護戦略、すなわち段階的に進む一連の防護戦略を履行することである。計画段階では、最適化プロセスにより、推定された残存線量が参考レベルを下まわる結果となるべきである。最適化プロセスの履行時には、参考レベルを上まわったままであるかもしれない個人被ばくを低減させることに特に留意すべきである。小児や妊婦などの特別なグループにも特に留意すべきである。ただし、参考レベルを下まわる被ばくを無視すべきではなく、防護が最適化されているかどうか、または更なる防護対策が必要かどうか確かめるために評価も行うべきである。(ICRP, 2007, 286 項)。

(46) 緊急時被ばく状況に続く現存被ばく状況の場合、参考レベルは緊急時被ばく状況の末期、すなわち、汚染地域に人々が居住することを認めるための決定を行うときに設定される。選択された参考レベルは、社会的および経済的因子を考慮に入れて、それを上まわらないように、また全員の個人被ばくを合理的に達成可能な限り低くこのレベル未満に引き下げるよう努めるべき線量のレベルを表す。

(47) 委員会は、線源関連の線量拘束値および参考レベルの選択に影響を及ぼす要素を示す枠組みを提案した (ICRP, 2007, 表 5)。この枠組みにおいて、委員会は、被ばくの制御の可能性、個人または社会に対するその状況からの便益、および履行される必要がある放射線防護の手段を考慮しながら、被ばく状況の性質に応じて、拘束値または参考レベルに対して 3 つのバンド (\* 訳注 線量域) を導入した。これらの手段には、防護戦略を確立する必要性の有無だけでなく、被ばくした個人に対する情報、訓練、およびモニタリングを提供する必要性の有無が含まれる。与えられた状況を制御するために参考レベルを定めることの法的な位置付けを決定するのは、規制当局の責任である。

(48) 緊急時被ばく状況に続く現存被ばく状況の場合、放射線源は制御可能になるが、状況の制御可能性は困難なままであり、日常生活において住民は常に警戒することが求められる。これは、汚染地域に居住する住民にとって、また、総じて社会にとって重荷となる。しかしながら、住民および社会のいずれも被災した地域に居住し続けることに便益を見出すであろう。国は一般にその領土の一部を失うことを受け入れることはできず、また住民のほとんどは非汚染地域に (自発的であってもなくても) 移住させられるよりも一般に自分の住居に留まる方を好んでいる。その結果、汚染レベルが持続可能な人間活動を妨げるほど高くない場合、当局は人々に汚染地域を放棄させるのではなく、むしろ汚染地域での生活を継続するために必要なすべての防護措置を履行しようとするであろう。これらを考慮すれば、適切な参考レベルは、できれば委員会によって提案された 1~20 mSv のバンドで選ばれるべきであると示唆さ

れる。

(49) 参考レベルの値は、社会生活、経済生活および環境生活の持続可能性、並びに被災した住民全体の健康（WHO, 1948）など多くの相互に関連する要因のバランスを慎重に検討した結果に基づくべきである。参考レベルの値を選定するプロセスもまた、関係するすべてのステークホルダーの見解を適切に取り入れるために注意深くバランスをとるべきである。

(50) 現存被ばく状況にとっての長期目標は、“被ばくを通常と考えられるレベルに近いあるいは同等のレベルまで引き下げること”（ICRP, 2007, 288 項）であることから、汚染地域内に居住する人々の防護の最適化のための参考レベルは、このカテゴリーの被ばく状況の管理のために *Publication 103*（ICRP, 2007）で勧告された 1~20 mSv のバンドの下方部分から選択すべきであることを、委員会は勧告する。過去の経験は、長期の事故後の状況における最適化プロセスを拘束するために用いられる代表的な値が 1 mSv/年であることを示している（付属書 A を参照）。国の当局は、その時点で広く見られる状況を考慮に入れ、また、復旧プログラム全体のタイミングを利用して、状況を徐々に改善するために中間的な参考レベルを採用してもよい。

(51) 参考レベルは、防護戦略を計画する場合には（また、例えば食品の取引のようなある特別な防護対策の履行に対して、必要に応じて誘導参考レベルを決める場合には）予測的に用いられ、また履行された防護戦略の有効性を判断するためのベンチマークとして遡及的にも用いられる。防護対策の主要な焦点は、参考レベルを上まわる被ばくに向けられるべきであり、そのような被ばくがあることは被ばくの分布が均一ではないことを示唆している可能性がある。このような場合には住民全体の防護よりもむしろ最も高く被ばくするグループの防護を重視すべきであることを示唆している。

(52) 図 3.1 は、現存被ばく状況における

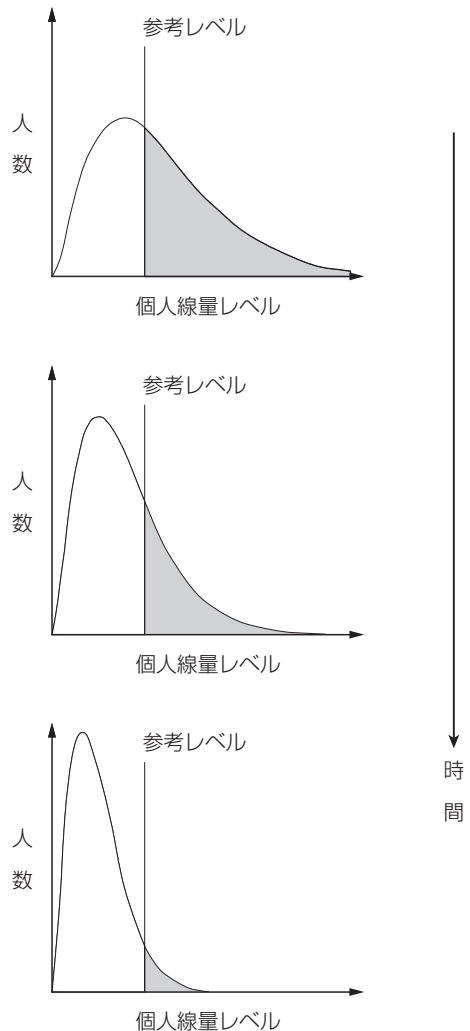


図 3.1 現存被ばく状況における参考レベルの適用および最適化プロセスの段階的履行による個人線量分布の経時変化

参考レベルの利用を示しており、防護戦略の履行の結果として個人線量分布の経時変化を示している。分布の変化は、段階的な最適化プロセスの結果として、汚染地域内の参考レベルを上まわる人数が時間の経過とともに減少していることを示している。

(53) 被ばくが参考レベルよりも下に低減されたという事実は、最適化プロセスに従って被ばくをさらに低減できる余地がある限り防護対策を打ち切るための十分条件とはならない。このような対策の継続は、委員会によって勧告された通常状況における被ばくレベル近く、あるいは同程度に被ばくを維持するためのおそらく最良の仕組みであろう。

### 3.4 参考文献

- ICRP, 1983. Cost-benefit analysis in the optimisation of radiation protection. ICRP Publication 37. *Ann. ICRP* **10** (2-3).
- ICRP, 1989. Optimisation and decision-making in radiological protection. ICRP Publication 55. *Ann. ICRP* **20** (1).
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* **21** (1-3).
- ICRP, 2006. The optimisation of radiological protection: broadening the process. ICRP Publication 101 Part 2. *Ann. ICRP* **36** (2).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37** (2-4).
- NEA, 2006. Stakeholders and Radiological Protection: Lessons from Chernobyl 20 years after. NEA No. 6170.
- WHO, 1948. Preamble to the Constitution of the World Health Organisation as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June 1946; signed in 22 July 1946 by the representatives of 61 States and entered into force on 7 April 1948.



## 4. 防護戦略の履行

(54) 原子力事故または放射線緊急事態後の現存被ばく状況の管理は、汚染レベル並びにその空間分布および時間分布に従って、(社会、経済、健康、環境など)多数の側面を取り扱う多少複雑な復旧プログラムの履行に依存している。このプログラムの放射線防護に関する部分は、国および地域レベルで当局によって決められる対策、並びに当局の提供する枠組みの中で被災した人々によって履行される自助努力による防護対策を含む放射線防護戦略で特徴づけられる。これらの戦略を成功させるために、当局は、必要な基盤だけでなく、それらの履行に対する実用的なガイダンスを提供すべきである。防護戦略の履行は、放射線状況の進展とともに変化する動的なプロセスである。

(55) 防護戦略およびより広くは復旧プログラムにおいて、被災した住民が効果的に関与できるように条件を確立し、その手段を与えることは、とりわけ規制レベルでは当局の責任である。汚染地域の管理に関する過去の経験は、防護戦略の履行において地域の専門家と住民の関与が復旧プログラムの持続可能性にとって重要であることを示している (Lochard, 2004)。ステークホルダーと共に取り組むための仕組みは、国や文化の特徴によって決まり、その事情に適応させるべきである。

### 4.1 当局によって履行される防護対策

(56) 当局によって履行される防護戦略の優先事項は、被ばくが最も高い人々を防護することと並行して、その事象に関連するすべての個人被ばくを合理的に達成可能な限り低減することである。これには、線量分布の評価、すべての線量の参考レベルとの比較、およびその後の防護の最適化が含まれる。

(57) この評価は、多くの場合、放射線モニタリングによって最も効果的に支援することができる。測定が実行できないかまたは十分に包括的でない場合には、地域の情報をもとに個人が受けた可能性のある線量を推定することができる。このような状況においては、*Publication 101* (ICRP, 2006)に記載された“代表的個人”の概念が、継続した被ばくの予測的評価に対してきわめて有用であることを認識して用いられるかもしれない。ただし、委員会は、これを用いる場合、95~100パーセント値に相当する線量を切り捨てるべきではないことを勧告する。

(58) 個人線量分布が特徴づけられた時点で、被災した住民集団に関する主な被ばく経路

をさらに調査する必要がある（周辺線量率，土壤汚染，食品汚染など）。この調査は，被災した住民との協力を通じて，防護戦略（除染作業，食品制限など）を続行する必要があるか，放射線状況の進展に応じて防護戦略を修正する必要があるか，あるいは新たな戦略を策定する必要があるか決めるために当局の役に立つであろう。

(59) 事故後の状況において当局によって履行される典型的な戦略には，建物の浄化，土壤と植生の修復，畜産業の変更，環境と農産物のモニタリング，汚染されていない食品の提供，（浄化作業または市場に上らない汚染物から生じる）廃棄物の処理，情報，ガイダンス，（例えば測定のための）説明書と機器，健康サーベイランス，小児の教育，特定の被ばくグループと一般公衆への情報の提供などがある。

(60) 環境の放射性汚染は，存在する放射性核種の壊変，環境中の放射性核種の分布に及ぼす物理的・化学的プロセスの効果，および環境中に存在する汚染をさらに濃縮あるいは希釈する可能性のある人間活動の影響によって，時間の経過とともに変化する。したがって，現存被ばく状況の長期的な側面は，防護戦略の段階的な履行を必要としている。

(61) 線量分布の最大線量が特定された場合，特定のグループの人々を防護するために異なる共通の防護戦略を履行できるのか，それとも，高い線量が個別の習慣に関係しているため，そのような個人に情報を与え，権限を付与して，自らの戦略を履行できるようにするかどうかを迅速に調べるべきである。

(62) この観点から，当局は，被災した住民によって履行される自助努力による戦略を含め，すべての防護戦略の履行を支援するための基盤を整備すべきである。住民のあらゆる層内，とりわけ公衆の健康と教育を担当する専門家の間における“実用的な放射線防護文化”の普及もまた，この戦略の重要な要素である。経験によれば，このような基盤の策定は，次の3つの項目に基づくことがわかっている：

- 放射線モニタリングシステム。環境の放射線に関わる特性を放射線モニタリングシステムによって評価することができ，人々の内部被ばくと外部被ばくのレベルを評価し，また被災した人々がこの情報を直接利用できるようにすること（5.1節を参照）；
- 被災した人々の健康状況を追跡調査するための健康サーベイランスの戦略。これは，通常の臨床診断だけでなく，個人被ばくのレベルに関係する公衆の健康上の重要な指標を監視するための登録制度の策定に基づくシステムも必要である。このようなシステムは，集団に発生する可能性のある健康状況の変化を特定でき，このような変化が放射線または他の要因（早期段階または長期被ばくに関係する）に関係するかどうかを調査できるものとすべきである（5.2節を参照）；
- モニタリング結果を，例えば教育システムを利用して，周知することを通じて，放射線状況の制御についての実践的知識を，現在と将来の世代の住民の間で伝えていくこと。

## 4.2 被災した住民によって履行される防護対策

(63) 放射線事故の場合、被災した住民は新たな問題と懸念に直面することになる。一人ひとりが放射能とその影響について疑問を抱くであろう：環境はどの程度汚染されているのか？ 自分はどの程度被ばくしているのか、特に、どの時点で汚染されたのか？ またそれぞれが、このような新たな状況との向き合い方、および、自らの現在および将来の被ばくを合理的に達成可能な限り低減するために何をすべきか知りたいと思うであろう。

(64) 当局によって定められる対策の策定と履行への、被災した住民の関与は、対策の有効性にとって非常に重要であろう。しかしながら、さらに、被ばくを管理するための多くの対策が個人の行動によって促進されるであろう。また、これらの対策を有効かつ持続可能にするためには、当局からの支援の枠組みも必要であろう。

(65) 委員会が“自助努力による防護対策”と呼んでいる、この枠組みの中で住民によって実施される典型的な対策は、住民自身の放射線状況、特に外部被ばくと内部被ばくの特性把握を目的としたものである。これらは主として、住民が直接係わる環境からの放射線被ばくの特性（居住場所の周辺線量率および食品の汚染）のモニタリング、自分の外部被ばくと内部被ばくのモニタリング、および自分が責任を負う人々（例えば、小児や高齢者）の被ばくのモニタリング、並びに被ばくを低減するために自分自身の生活様式を状況に応じて適応させることから構成されている。

(66) 外部被ばくの評価に関する限り、居住地の地域の地図（例えば、家屋、庭、仕事場、遊び場）を作成することによって、住民の方が状況をうまく管理することができるかもしれない。こうすることで、高い周辺線量率が記録された場所、かつ／または、滞在時間に応じて外部被ばく線量に著しく寄与する場所を特定できる。いずれの場合でも、これらの場所で過ごす時間をできるだけ短くするよう努めることが可能である。

(67) 内部被ばくの評価に関する限り、住民は日々消費する食品の放射線に関わる特性に応じて行動することができる。これは、地域生産物の測定結果を住民が入手できることを前提としている。これらの測定結果に基づき、住民は放射能に対する感受性に従って食品を分類でき、通常、他の食品よりも汚染されている生産物を特定することができる（例えば、キノコ類は野菜や果物に比べて放射性汚染をはるかに受けやすい）。このようにして、住民は汚染された食品の摂取割合を減らすために食習慣を適応させることができる。

(68) 農村部では、被災した住民はかなりの割合で個人の菜園を持っている可能性がある。前述の通り、第1段階では、栽培されて育った食品の放射線に関わる特性の測定がなされるだろう。その測定結果に従って、住民は、放射能の影響をより受けにくい食品の選別、菜園内の汚染が低い地点の特定、および土壌から植物への放射性核種の移行を制限するための農業技術

の利用などによって、生産物の汚染を減らす方法を特定しなければならない。

(69) 自助努力による防護対策は、個人の被ばくへの寄与だけでなく、環境の放射性汚染の管理にも関係することとなる。その観点から、被災した住民は、それぞれの地域で放射能の再濃縮を回避するような防護対策を採用するように注意すべきである；例えば、農村部における暖炉から出る灰のような、家庭における放射性廃棄物の管理に特に注意を払う必要があるかもしれない。

(70) 前述の通り、当局は、住民による防護戦略の履行を促進すべきである。当局は、人々が自らの置かれた放射線状況を理解し、管理することを手助けするために、既存の測定結果、情報および訓練、モニタリング機器を提供すべきである（例えば、地域当局の事務所や、測定を実施できるよう訓練された医者や薬局を通じて、機器類を利用できるようにすること）。さらに、当局は、人々が食習慣を変更したことによる効果を評価できるように、被災した住民の定期的な全身放射能測定を確実に実施すべきである。

(71) 当局は、被災した住民の代表者と関係する専門家（例えば、保健、放射線防護、農業当局など）が参加する地域フォーラムの設置を推進すべきである。このようなフォーラムは、情報の収集と共有を可能とし、住民と当局によって推進されている戦略の有効性を共に建設的に評価することが可能になろう。

(72) 近年、ステークホルダーの関与は着実に政策決定の第一線に位置するようになってきた。このような関与は、大部分の現存被ばく状況に対する放射線防護戦略の策定と履行に重要であると委員会は考えている。住居内のラドンの制御は、もう1つの典型例である。ステークホルダーの関与に関する経験が増えるにつれ、放射線防護コミュニティの中では最良慣行の構築の基礎として、多くの教訓を利用できるようになってきている。放射線防護の質を改善するために、ステークホルダーの見方や意見が役立つような状況に対して、広く応用できる方法や手段ができあがりつつある。

### 4.3 参考文献

- ICRP, 2006. Assessing dose of the representative person for the purpose of radiation protection of the public. ICRP Publication 101 Part 1. *Ann. ICRP* 36(2).
- Lochard, J., 2004. Living in contaminated territories: a lesson in stakeholder involvement. In: *Current Trends in Radiation Protection*. EDP Sciences, pp. 211-220.

## 5. 放射線モニタリングと健康サーベイランス

(73) 委員会が勧告しているように、現存被ばく状況の場合、関係者各人に被ばく状況および線量の低減手段に関する全般的な情報を知らせるべきである（ICRP, 2007, 表5）。個人の生活様式が被ばくの重要な要因となるような状況では、情報プログラムとともに個人モニタリングが重要な要求事項である。さらに、緊急時段階から住民が受けた被ばくの将来の潜在的な健康影響に関する不確実さを考慮すると、放射線モニタリングと健康サーベイランスプログラムを実施することは当局の責任である。

### 5.1 放射線モニタリング

(74) 長期汚染の状況では、放射線状況の追跡調査と適切な防護戦略の履行を可能にする放射線モニタリングシステムを確立することが必要不可欠である。モニタリングシステムの主要な目的は、人への被ばく（外部被ばくと内部被ばく）の現在のレベルおよび環境の汚染のレベルを評価すること、そして、将来におけるそれらの変化の予測を可能にすることである。実際には、これは周辺線量率、食品と環境中の放射性核種の濃度、並びに個人の全身汚染の測定結果を提供する放射線モニタリングシステムを想定している。

(75) モニタリングシステムの有効性は、被災した地域の特異性に対処する能力に依存する。モニタリングシステムは、局所的に高い線量を受けた住民グループの同定と、放射線防護戦略のより良い方向づけを可能にする。この目的に対し、重要な課題は、国のシステムと地域レベルの放射線に関する能力を組み合わせることで活用することである。さらに、さまざまな情報源——当局、専門機関、地域および国の研究所（非政府組織、民間機関、大学、地域のステークホルダー、原子力施設など）——からの値の確かな測定結果の存在は、現地の放射線状況に関するより良い理解を可能にし、そして被災した住民内での測定結果に対する信頼につながる。この観点から、測定結果を提供するすべての関係者は、適切な品質保証要件に従うべきである。

(76) モニタリングシステムは、当局およびその他の関係者に対して、定期的に更新された情報を提供し、長期にわたって被災地域を広範に把握できるよう、設計されるべきである。被ばく状況の進展および防護戦略の有効性を評価する観点から、委員会は、モニタリング記録システムが責任ある関連当局によって確立されるべきであると勧告する。このような記録は、健康サーベイランスと併せてリスクにさらされている潜在的グループを決定する上で特に重要

である。このようなシステムの持続には、国および地域当局による継続的な保守・訓練プログラムの確立が要求される。

## 5.2 健康サーベイランス

(77) 原子力事故または放射線緊急事態の後には、被ばくした住民は初期の医学的評価を受けるべきである。この評価の最初のステップは、被災した人々の一斉調査であり、おそらく早期線量評価を伴うものである。さらに、線量のレベルにかかわらず、被災した住民には、被ばくレベルと可能性のあるタイプのリスクに関する正確かつ適切な情報も提供すべきである。

(78) この背景を考慮した上で、長期的な健康サーベイランスプログラムは以下の目的を網羅しなければならない (WHO, 2006)。

- 臨床的に有意な確定的影響（例えば、皮膚火傷、白内障など）をもたらす被ばくを受けた人々、または予防的な監視を正当化するような十分に高いレベルの被ばくを受けた人々の追跡調査；
- 潜在的に有害な影響（主として放射線誘発がんの発症）に対する調査で構成される住民全体の“医療モニタリング”。医療モニタリングのサブカテゴリーは、潜在的に“感受性が高いサブグループ”（例えば、子供や妊婦）の追跡調査である。；
- “疫学的”研究。

(79) 医療モニタリングとは、自覚症状のない段階で特定の疾患を検出し、被災した人々において病気の発症を遅らせたり、または防ぐために、被災した住民全体のスクリーニングを行うことをいう。最初のステップは、いくつかの因子の検討に基づいてプログラムの範囲を正当化し、大枠を決めることである。例えば、以下の特性が最も重要である——懸念される被ばく（例えば、その確実性、線量、および被ばくと観察との時間的關係）；対象とする疾病（例えば、その疾病の自然発生履歴および当該集団内における有病率）；利用できるスクリーニング試験の特性（例えば、試験の有効性、感度および特異度）；適用される試験自体が害を引き起こす可能性；試験結果が陽性である場合の対策の可能性（例えば、追跡評価の実施可能性やそのリスク）；介入によって臨床結果を改善できるという証拠の有無、そして、放射線被ばくから臨床的に検出可能な影響の発現までの潜伏期間である。被災した住民を予防的に監視するという公衆衛生当局の責任以上に、医学的サーベイランスのもう1つの重要な役割は、その状況における潜在的な健康影響に関する懸念に依って、住民に安心を与えることである。

(80) WHO の定義 (WHO, 2006) によると、長期的な観点からの疫学的研究の目的は、以下の通りである。

- リスクにさらされているグループにおける有害な健康影響を特定し、その影響のリスクが比較となる被ばくしていない個人のグループのリスクより大きいかが決定すること；

- 特定されるかもしれない増加したリスクが、統計的に被ばくと関連があるか決定すること；
- 増加が観測されたリスクが、被ばくと関連ある他の因子と関係するのか、または影響を受けるのか、あるいは被ばくとは独立な因子（例えば、喫煙やラドン）と関係するのか決定すること；

そして、

- 科学的知識基盤に知見を追加すること。これによって、リスク推定値を導出したり、精緻化するために用いることができ、また、実施している防護対策の有効性を評価したり、新たな対策を策定したりすることができる。

(81) 実際には、疫学的研究は以下の事項を考慮して調整され、実施されている——研究される住民の規模と構成、放射線被ばくの大きさと分布、被ばく測定の正確さ、疾病の特定および関連する自然発症率、そして結果に影響を及ぼす可能性がある他のリスク因子に関する情報の利用可能性。被災した住民の長期健康サーベイランスを効果的に実施するために、委員会は汚染地域内に居住する住民に対して、健康登録制度を確立すべきであると勧告する。

### 5.3 参考文献

- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2-4).
- WHO, 2006. Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes. In: Bennett, B., Repacholi, M., Carr, Z. (Eds.), Report of the UN Chernobyl Forum, Expert Group 'Health'. WHO Press, Geneva, p. 160.





## 6. 汚染された食品や他の物品の管理

(82) 原子力事故または放射線緊急事態により被災した地域で生産され汚染された食品や他の物品の管理は、委員会により以前に検討されている。*Publication 104* (ICRP, 2007) で、委員会は“市場の受け入れという課題”のために“このタイプの状況は特に困難な問題を提起する”ことを認識していた。さらに、食品の生産と消費に関する長期的制限の維持は、汚染地域の持続的発展に影響を及ぼす可能性があることから、最適化原則の適切な履行が求められる。地域の農業従事者、生産者および地域住民の利益と、消費者および汚染地域外の食品流通部門の利益の調和を、注意深く検討しなければならない。汚染された食品に対する最適な防護戦略の決定は、汚染された領域の内側に居住する住民と、外側に居住する住民とでは、異なって受け止められる可能性がある。

(83) 長期汚染地域で生産された食品の経口摂取による被ばくを、経済的および社会的条件を考慮して合理的に達成可能な限り低いレベルまで低減することは、複雑な防護戦略の履行を必要とするかもしれない。食品の放射線に関わる質<sup>\*</sup>は、農場から食卓までの食物連鎖における放射性核種の移行を低減することを目的とした多くの防護対策により、管理することができる (Nisbet ら, 2006)。これらの防護対策には、例えば、土壌の物理的・化学的な処理、畜産業の慣習の変更、家畜への飼料添加物の供給、代替土地利用の選択、および汚染を除去するための産業規模の食品加工が含まれる。選択される対策は、放出された放射性核種の物理的・化学的特性、季節、および被災した土地の利用の種類に依存するであろう。可能であればいつでも、地域生産に関する制限を回避できるように防護対策は履行されるべきである。汚染された食品を市場に出さなければ農業経済を維持できない状況があるかもしれない。このような食品は市場の反応に影響を受けるので、汚染地域外の消費者からの否定的な反応に打ち勝つために有効なコミュニケーション戦略が必要となる。

(84) 汚染地域を持つ国における食品の放射線に関わる質の管理のため、農業生産、農村地域の復旧および被災した地域社会でそれなりの生活水準を維持する必要性よりも、消費者の個人的選択の方が重要かどうかを決める際には、関連するステークホルダー（当局、農業組合、食品産業、食品流通、非政府消費者団体、その他）および一般市民の代表者を関与させるべきである。国内においてある程度の連帯を作り上げるため、国レベルでの徹底した討論が必要である。

---

\* 訳注 放射性汚染に関わる核種、濃度など。

## 6.1 汚染地域内の管理

(85) 地域住民の飲食物の一部には、地域の農産物、個人の菜園で採れる食物および自然から採集される食物（例えば、ベリー類、キノコ類、猟の獲物）が含まれるかもしれない。地域生産の相対的重要度は、その地域の特性のほかに伝統や習慣によっても異なる。このような習慣は、汚染がより低い食物を選択することにより、あるいは非汚染地域からの食物を入手できるかどうかにより、ある程度影響される可能性がある。地域住民はまた、汚染レベルの高い生産物の消費を避けたり減らしたりすることにより、放射性核種の摂取を管理できるかもしれない。さらに、より感受性が高い、あるいは特別な防護がふさわしいと判断される住民のグループ（例えば、小児、妊婦もしくは授乳中の母親、病弱な人々）には、汚染レベルのより高い特定の種類の食物の消費を避けたり減らしたりするよう助言してもよい。

(86) 地域住民が食品を管理することを助けるため、当局は関連情報を提供するとともに、地域で生産される食物が食生活に占める割合を考慮し、直接測定できる汚染レベル（Bq/kg または Bq/L 単位で表現される）に基づく汚染の判断基準を定めるべきである。ガイドラインレベルは、国際貿易で用いるためコーデックス委員会によって策定されている（FAO/WHO, 2006）。これらのレベルは、汚染された食物が飲食物のうち最大 10% を占めると想定した上で、線量レベルが 1 mSv/年となることに基づいている。飲食物の 10% が汚染されているという想定は地域社会によっては適切でないかもしれないので、食品に対する汚染の判断基準はコーデックス委員会のガイドラインレベルよりも低く定められるだろう。逆に、もし汚染がごく少数の食品カテゴリーに影響するのみであれば、汚染の判断基準をより高く定めても差しつかえない。また、伝統の中に深く組み込まれているものや、地域社会全体の経済にとって必要不可欠である地域生産物を保護するため、汚染の判断基準を高め定められるかもしれない。

(87) 汚染された食品の販売についての制限の設定、消費者の選択による市場占有率の喪失、あるいは汚染されていない食物の提供による地域経済の混乱は、線量低減に有益という観点だけでは認められないかもしれない。このような決定は、チェルノブイリ事故後のサーメ人が生産したトナカイの肉に関するノルウェーの場合のように、地域のステーキホルダーと密接に協力して下されなければならない（Skuterud ら, 2005）。最終的に選定される食品に対する汚染の判断基準は、それを超えることを認めない個人線量レベルを暗に表しているもので、その長期目標は、社会的および経済的因子を考慮して、このレベルを合理的に達成可能な限り低くすることとすべきである。この観点から、その状況の段階的な改善を考慮に入れて、汚染の判断基準は段階的に引き下げられるかもしれない。

## 6.2 汚染地域外への出荷品の管理

(88) 汚染地域外に居住する人々の防護は、主として取引の管理によって行われる。被災していない地域の消費者は一般に、汚染されていない食品が市場に出まわることが期待する。しかしながら、そのような状況がいつも実現できるとは限らない。第1に、何らかのかたちの農業生産を汚染地域で維持することが重要かもしれないので、汚染地域に居住する被災した住民の利益を考慮する必要がある。さらに、時間内にあらゆる場所とすべての地点ですべての食品を放射線管理の対象にして保証することは、本質的に困難でもある。これらの理由により、汚染地域外からの食品にも、汚染の判断規準を十分下まわるとはいえ、若干の汚染が含まれるかもしれない。

(89) 汚染された食品の販売は、国際貿易で用いられるコーデックス委員会のガイドラインレベルによって管理できるかもしれない。そのガイドラインは原子力または放射線に関する緊急事態（事故と悪意ある行為の両方を含む）後の汚染された食品に無期限に適用される。コーデックス委員会によると、食品は、その放射性核種の濃度が対応するガイドラインレベルを上まわらない限り、人が飲食する上で安全と見なされるべきとしている。ガイドラインレベルを上まわった時、各国の政府は、食品を自国領内もしくは管轄内で流通させるべきかどうか、そして、どのような状況下で流通させるべきかを決定する。ICRPは、食品の流通過程におけるあらゆる活動は汚染をある住民集団から別の集団に移すだけかもしれないので、一旦食品が市場に出まわれば、線量を管理し、最適化することがきわめて困難であることを認識している。これは非道徳的と見なされる状況を直ちに招くかもしれない。飢饉の被災地域に対する人道援助としてこのような食品を無償で供給する行為でさえ、受益者により非道徳的と見なされるであろう。市場の反応を念頭に置いて上記の件を考慮すると、市場に出荷する前に食品の放射線に関わる質を改善するために可能なすべての対策を探る必要がある。

(90) 消費者の信頼の回復と維持は、汚染された食品の管理においてきわめて重要である。食品のトレーサビリティは、消費者の選択にとって重要な因子である。食品ラベル上に原産地域を記載することは、市場取引のためには十分な指標であると本委員会は考えている。しかしながら、市場メカニズムの管理は、ICRPの勧告の範囲を越えている。

(91) 汚染された食品の管理に伴う社会・経済的な複雑さにもかかわらず、さまざまなステークホルダーの利益を考慮して、防護戦略は定められた参考レベルを満たすように策定されるべきであり、その戦略は、例えば、生産・流通・加工の介入可能なすべての段階、並びに消費者に情報を伝え、適切な選択を行えるようにするために講じられる手段の各段階において、さらに最適化されるべきであると委員会は考えている。Bq/kg または Bq/L 単位で表記される誘導参考レベルは、上記のプロセス、特に食品の市場への出荷において重要な役割を果たす。

### 6.3 その他の物品の管理

(92) 原子力事故または他の放射線緊急事態の後には、食品以外の物品も汚染されている可能性がある。これらには、木材、紙、油などの農産物、または金属くずなど汚染された物質から再利用される他の製品が含まれる。防護の目的は、この場合もまた、社会的および経済的因子を考慮に入れて、被ばくを合理的に達成可能な限り低減することである。

(93) 委員会は、汚染の防止（例えば、汚染地域における農業は、食品以外の生産に慎重に変更することを考慮するなど、可能かつ適切であればいつでも代替によって）、および汚染された物品の管理を含む最適な戦略を策定するよう勧告する。このような汚染された物品は、条件付き、あるいは無条件で取引し、使用できる。物品の使用目的および、取引または使用条件に応じて、関連する食品向けの汚染の判断基準が決められるべきである。

(94) 汚染地域内での汚染された物品の使用に対する汚染レベルは、現実的な被ばくシナリオに基づき年間線量の参考レベルから誘導されるべきである。当局は、使用に対して拘束力のある、または推奨される条件を定めてもよい。

(95) 汚染された物品や汚染された物質を用いて汚染領域外で製造された消費財の取引は、国際貿易のための規則や勧告に従うべきである。それにもかかわらず、受取人と協議し、重要なステークホルダー、特に、輸出国および輸入国の規制当局の同意を得て汚染された物品を取引するための明確な規定が設けられる状況があり得る。国際機関は、汚染された物品（例えば、原子力施設の解体後）の使用または取引のための数値を勧告している；これらは、各国の当局が関連する汚染の判断基準を定める際のベンチマークとして使用できる（IAEA, 2005）。

### 6.4 参考文献

- FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2006. Codex Guideline Levels for Radionuclides in Foods Contaminated Following a Nuclear or a Radiological Emergency for Use in International Trade. CAC/GL 5-2006.
- IAEA, 2005. Safety Guide No. RS-G-1.7. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ICRP, 2007. Scope of radiological protection control measures. ICRP Publication 104. *Ann. ICRP* 37 (5).
- Nisbet, A.F., Rice, H., Jones, A., et al., 2006. Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Food Production Systems in Europe Following a Radiological Emergency. EURANOS (CAT1)-TN(06)-06. Available at: <http://www.euranos.fzk.de>.
- Skuterud, L., Gaare, E., Eikelman, M., Hove, K., Steinnes, E., 2005. Chernobyl radioactivity persists in reindeer. *J. Environ. Radioact.* 83, 231-252.

## 付属書 A. 長期汚染地域に関する歴史的経験

### A.1 はじめに

(A 1) 本付属書は、核実験（ビキニ、マラリング）、原子力事故（キシユテム、パロマレス、チェルノブイリ）、または放射線源事故（ゴイアニア）によって生じた長期汚染地域に関する過去の一連の経験について簡潔に説明する。これらの経験は年代順に提示されている。本報告書ではそれぞれの事象について、長期汚染という共通の特徴以外のさまざまな様相を明らかにしている。

(A 2) ビキニとマラリングの経験は、居住地域に長期的な汚染をもたらしたこれらの事象の発生前に住民は退去させられ、そして、少数の者が数年間戻ったものの、現在、元の場所で恒久的に住んでいる者はいないので、厳密に言えば、長期にわたる被ばく状況ではない。汚染された地域の回復のために考えられた、または効果的に履行された選択肢は、重要な被ばく経路と被ばくを合理的に達成可能な限り低く保つために必要となるかもしれないさまざまな防護対策を例示している。特にビキニの場合、事象の発生後数十年にわたって汚染された食品の経口摂取が重要であった点は興味深いことである。

(A 3) キシユテムとチェルノブイリの事故によって生じた長期にわたる現存被ばく状況は、疑いなく本勧告が対象とする最も代表的なタイプの状況である。キシユテム事故の管理に関する情報は比較的乏しいが、空間のおよび時間的な汚染の広がりには潜在的な大規模原子力事故のかなり代表的なものである。チェルノブイリ事故の長期影響は、独立国家共同体（CIS）諸国および西欧においても、汚染地域の何百万人もの住民の生活条件に深刻な影響を及ぼしている。すべての国において、主要な関心事は慢性的な内部被ばくから地域住民を防護し、地域の生産能力を維持するための食品の管理である。

(A 4) パロマレスとゴイアニアの事故はいずれも、被災した地域が比較的狭く、直接関係した人数が比較的少ないため、本報告書で扱う現存被ばく状況を十分に代表しているとは見なすことはできない。しかしながら、これらの事故は、都市部および都市部に近い環境で外部照射と吸入摂取が重要な被ばく経路である場合に、被ばくを制御するために履行される防護対策の種類を示している。

(A 5) 原子力事故または放射線緊急事態によって生じた現存被ばく状況に対する参考レベルの設定に関する限り、過去の経験では、この種の状況を管理するために当局が選定した代表的な線量値は 1 mSv/年に近いか等しいことを示しており、これは、長期被ばくを“通常”と

見なせる状況に近いか同等であるレベル、すなわち、計画的状況における公衆被ばくに対して定められた拘束値のバンド内まで徐々に低減させたいという願望に合致したものである。

## A.2 ビキニ (Bikini)

(A 6) 1946年から1958年の間、ビキニ環礁は核兵器の大気圏実験に使用された。ビキニ環礁は、マーシャル諸島で米国によって実施された水中、地表および地上実験66回のうち23回の実験場であった。地上実験の結果、地表および礁湖は放射性核種により広範囲にわたって汚染された。その後、これらの核種のうち、 $^{137}\text{Cs}$ が放射線学上、最も重要であることが判明した。

(A 7) 1946年の最初の核実験に先立ち、167名のビキニ島民は近くの島々に退去させられた。しかしながら、ビキニ環礁の予備的な放射線サーベイの後、一部の者が1960年代後半から1970年代前半にかけて島に戻った。しかし、1975年から1978年にかけて実施された測定により、再定住した人々の $^{137}\text{Cs}$ の体内含有量が、戻って以来約10倍に増加していたことが判明した。この増加は、土壌からココヤシの木に多くのセシウムが取り込まれ、ビキニ島民が消費するココナッツミルクやココヤシの果肉に高いセシウム濃度が生じたためである。そのため、1978年に住民は再び移住させられた。ビキニ環礁での放射線状況に関する科学的調査は続けられているが、現在まで住民は帰還できていない。

(A 8) ビキニ環礁への帰還者は、修復活動または島民の行動に関する制限がなければ、残存する汚染によって年間平均4 mSvの線量を受けると考えられている。地域食品と輸入食品の双方を合わせたより典型的な摂取ではなく、地域で栽培された食品のみを摂取する人々が被ばくすると考えられる尤もらしい最大の線量は約15 mSv/年と推定される。予測線量は、ほとんど食品と土壌中の $^{137}\text{Cs}$ によるものである。なお、有意なレベルで存在する他の放射性核種に関しては、食品中の $^{90}\text{Sr}$ の取り込みは(Srと化学的に類似の特性を持つ)高濃度のカルシウムが競合するため少なく、一方、プルトニウムとアメリシウムの同位体は大部分が礁湖の堆積物に“捕獲”されているため、魚や他の海産物への取り込みはきわめて少ない。

(A 9) 放射線防護の観点では、ビキニ環礁の汚染は住民が島に帰還して恒久的に住むことを認められているという意味で、現存被ばく状況となりうる場所である。この帰還を認めるために可能な防護対策は、居住区域での土壌の除去および、作物生育区域における既存の土壌のカリウム処理である。土壌の除去は、島民がほとんどの時間を過ごす区域において、外部被ばくおよび吸入や土壌の不注意な経口摂取による線量を減らすであろう。

(A 10) 土壌のカリウム処理は、全予測線量に対して最も寄与する食品中のセシウムの経口摂取による線量を減らすであろう。広範な試験に基づき、カリウム処理プログラムを4~5年ごとに繰り返せば、ビキニの典型的な食品中の $^{137}\text{Cs}$ 濃度をFAOとWHO合同のコーデッ

クス委員会による食品の国際貿易のためのガイドラインを大きく下まわる濃度に減らせると推定されている。予測線量は、地域食品と輸入食品の通常の組合せからは約 0.4 mSv/年に、地域生産物のみの食習慣からは 1.2 mSv/年に低減されるであろう。

(A 11) もう 1 つの選択肢は、居住区域だけでなく作物生育区域からも表土を除去することである。これは間違いなく被ばくを減らす上で、おそらくカリウム処理よりもさらに有効であろう。しかしながら、安全な処分が求められるきわめて大量の土壌が発生する。さらに、置き換える土壌を輸入する必要がある。おそらく、この選択肢の経済的、環境的および社会的費用は、最初の選択肢をはるかに上まわり、適正な最適化プロセスにて評価されるべきである。

### A.3 マラリンガ (Maralinga)

(A 12) 英国の核実験は、1955 年から 1963 年にかけて、南オーストラリアのマラリンガサイトで行われた。全部で 7 回の大規模な核実験が実施された。選定の前、マラリンガサイトにはアボリジニの人々（オーストラリアの先住民）が住んでいた。多くの住民はユラタの新たな居住地に移転させられ、マラリンガサイトへの出入りを制限する試みがなされた。この試みはしばしば成功しなかった。

(A 13) オーストラリア当局は 1990 年に、同国内にある以前の英国核実験サイトの復旧のための判断規準を定めた。これらのサイトのうちの 2 つ、エミュ実験場およびモンテペロ諸島では修復の必要はほとんどなかった。しかしながら、マラリンガでは、爆発によって局所的にまき散らされたプルトニウムによりいくつかの地点が汚染されていた。

(A 14) 広範な実験研究の後、半伝統的生活様式で暮らすアボリジニの決定グループによるプルトニウムで汚染された埃の吸入が、ほとんどの場合に被ばくの支配的な経路であることが立証された。次に重要な経路は、プルトニウムに汚染された破片や粒子が多数見いだされた地域における創傷部の汚染を介したプルトニウムの取り込みであった。浄化に対する一般的な判断基準は、上記のような汚染地域で常時過ごすことを仮定した決定グループの年間実効線量が行為に対する当時の国際的な個人線量限度である 5 mSv を超えないことを保証するために修復措置を講じることであった。マラリンガの浄化は 1996 年初頭に現地での準備が開始され、約 4 年を要した。

(A 15) 最も広範囲にわたって汚染されたタラナキサイトでは、キャンプは禁止されるが狩猟や通行のための立ち入りは認めるという土地利用制限を付けて、 $^{241}\text{Am}$  が 40 kBq/m<sup>2</sup> を超える区域の土壌が除去された。この値は、認められた活動に関して、その区域内でありそうな滞在時間の割合を観察した結果に基づくものであった。土地利用制限区域の外側に残る 3 か所のより狭い汚染区域では、浄化レベルはタラナキより厳しくするよう求められた。約 2.3 km<sup>2</sup> にわたる土壌が最も汚染された区域から除去された。除去された土壌は、土壌除去区域に

隣接して掘削された大規模なトレンチ内に埋められ、厚さ 5 m の汚染されていない岩や土によって覆われた。

(A 16) 外側の境界には 50 m 間隔で頑丈な亜鉛めっき鋼製の表示ポストが設置され、同区域内におけるキャンプは認められないことを警告している。これらの警告表示は概ね道路網に沿っており、継続的な滞在で 5 mSv/年を超える線量に至る可能性のあるすべての地域を含んでいる。

## A.4 キシュテム (Kyshtym)

(A 17) 1957 年 9 月に、旧ソビエト連邦のウラル山脈南部にあるキシュテム近郊のチェリャビンスク-40 軍用プルトニウム生産施設で大規模な事故が発生した。1953 年に建設されたこの施設には、高レベル廃棄物をテチャ川に投棄しないよう貯蔵するため冷却システムを備えた鋼製貯蔵タンクが地下に多数存在していた。冷却システムが故障した時、これらの高レベル廃棄物は過熱状態となった。熱の蓄積は冷却水の蒸発をもたらし、沈殿物がさらに熱せられ、乾固した。1957 年 9 月 29 日に、タンク内の化学物質が TNT 火薬 70~100 トンに相当する爆発を起こし、厚さ 2.5 m のコンクリート製の蓋を 25~30 m 吹き飛ばした。爆発によって生じた放射性雲は、高度約 1 km まで達した。無風状態のため、放出された物質のおよそ 90% は狭い地域に沈着したが、100 PBq が、長さ約 300 km の楕円形の降下パターンで、チェリャビンスク州、スベルドロフスク州およびチュメニ州の一部を含むプラントから離れた場所に拡散した。ほとんどすべての放射性物質の降下は、最初の 11 時間以内に生じた。

(A 18) 放出された主要な汚染物質は、 $^{144}\text{Ce}$ 、 $^{95}\text{Zr}$ 、 $^{95}\text{Nb}$  および  $^{90}\text{Sr}$  であった。ほとんどの核分裂生成物が地面に沈着し、ストロンチウム同位体が食物連鎖に入り込んだ。2.4 Bq/g を超える濃度の  $^{90}\text{Sr}$  を含む食物の流通の禁止によって、最初の 2 年間で 10,000 トンの農作物が破棄された。放射性物質の摂取に対する予防措置として、牛乳、肉および他の食品を販売していたカーメンスク・ウラリスキー市内のすべての商店は閉鎖され、その 2 日後に新しい供給品が列車とトラックによって運び込まれた。

(A 19) 高汚染地域から約 10,000 人が避難させられたが、一方、これより汚染の少ない地域には約 260,000 人が残留した。 $^{90}\text{Sr}$  の沈着密度が 40 MBq/m<sup>2</sup> を超える区域には 1154 名、4 MBq/m<sup>2</sup> を超える区域には 1500 名、70 kBq/m<sup>2</sup> を超える区域には 100,000 名が居住していた。最大の個人被ばく線量を受けたのは、事故の数日以内に避難した人々であった。この人々は、平均 170 mSv の外部被ばく線量および平均 1500 mSv の内部被ばく(胃腸管)線量を受け、平均実効線量当量は約 520 mSv であった。避難した人々による集団実効線量は、約 1300 人・Sv であった。

(A 20) 避難しなかった人々の場合、 $^{90}\text{Sr}$  の表面汚染レベル 40~70 kBq/m<sup>2</sup> の区域に居住



する約 10,000 人のグループに対する 30 年間の平均預託実効線量は 20 mSv、沈着密度が 4~40 kBq/m<sup>2</sup> の区域に居住する約 2000 人のグループに対し 4 mSv と推定された。避難しなかった住民（約 260,000 人）の集団実効線量は、30 年間で 1200 人・Sv、最終的には 5000 人・Sv に達すると評価されている。

(A 21) 1990 年代、ロシアの汚染地域における住民の放射線防護に対する判断基準が改訂された。1 mSv/年を超える線量レベルの地域では、防護措置が講じられることになった。

## A.5 パロマレス (Palomares)

(A 22) パロマレス事故は、地中海沿岸にあるスペイン南東部のパロマレス上空で、2 機の米国軍用機 (B-52 爆撃機および KC-135 空中給油機) が空中給油中に衝突した事故で、1966 年 1 月 17 日に発生した。どちらの航空機も空中で破壊した。熱核兵器 4 発、乗員 11 名（うち 4 名が生存）および何百トンもの残骸がパロマレスの町とその周辺の土地に落下した。航空機の部品は広い地域に散乱した。2 発の兵器は事故を起こさずに地面に落下し、1 発はアルマンソラ川の河口近くの乾いた河床に、もう 1 発は海上に落下し、両方とも損傷がない状態で回収された。残りの 2 発の兵器はパラシュートが開かず、1 発は町の西側の低い山中に、そしてもう 1 発は町の東部にある農地に落下した。これら 2 発の兵器の強力な爆薬が爆発、燃焼し、内部のプルトニウムの一部も燃焼し、地域全体に広がった。<sup>239</sup>Pu および <sup>240</sup>Pu 粒子の汚染は、村の北端部、農地、そして未耕作地などを含む 2.26 km<sup>2</sup> の地域にわたってさまざまな度合いで分布した。

(A 23) 事故サイトを特定し、特性を評価し、汚染を除去して修復させるのに 3 か月の対応活動が必要となった。1966 年 1 月 31 日の約 680 名をピークとして、浄化作業には約 1600 名が関わり、その大半は、現役勤務の米国空軍要員であった (US Air Force Medical Services, 2001)。アルファ放射体の沈着密度が 1.2 MBq/m<sup>2</sup> を超える箇所はどこでも、汚染された植生および深さ約 10 cm の土壌表層が収集され、分離され、放射性廃棄物として処分された。除去された土壌は、汚染されていない地域からの沃土に入れ替えられた。1.2 MBq/m<sup>2</sup> 未満の耕作地は、水が引かれ、深さ 30 cm まで耕され、ならされ、混合された。鋤で耕することができない岩だらけの丘陵斜面では、プルトニウムのレベルが 0.12 MBq/m<sup>2</sup> より大きい土壌は手工具を用いてある程度除去された。汚染レベルが  $3.7 \times 10^{-2}$  Bq/m<sup>2</sup>\* を超える灌木および樹木は、除去されるか高圧洗浄が行われた。汚染された家屋の屋根や壁は、完全に浄化されるまで高圧洗浄が行われた。完全に除染できない場合、機械的方法による除去が行われた。除去された土

\*訳注 本数値は、この部分を担当した課題グループの E. Gallego 氏に確認したところ、誤記であることが判明した。今後、ICRP によって訂正される予定である。

壤から生じた約 1000 m<sup>3</sup> の最終廃棄物は、5000 本の金属製 200 リットルドラム缶に詰められ、米国のサバンナリバー工場に送られた。汚染レベルが 7 kBq/m<sup>2</sup> を超える約 310 m<sup>3</sup> の植生廃棄物は、処分トレンチに埋められた。それ以外に除去された植生は焼却処分され、残渣の灰は最も汚染された土壌と混ぜてドラム缶に詰められた (Gutiérrez ら, 1994)。

(A 24) 除染作業の終了後直ちに、旧原子力委員会により放射線サーベイランスプログラムが定められ、その後は国立研究センター (CIEMAT) により期限を定めずに続けられている。報告書は国の規制当局であるスペイン原子力安全委員会 (CSN) に定期的に提出されている。放射線サーベイランスプログラムは、年間約 150 名を対象とする健康診断およびプルトニウムとアメリカシウムの生物学的排出を測定するための尿検査を含む。環境では、土壌、水、植生、作物と畜産物、並びに海水と堆積物のサンプリングおよび分析が、事故以来実施されている。

(A 25) 住民 (全部で 1066 名) に対する医学的管理は、放射線関連のいかなる所見も見出してない。1966 年以降に実施された地域住民の尿検査のうち、わずか 3.3% (153/4628) が陽性の結果を示した。預託実効線量を算出した人の割合は 5.5% (59/1066) であるが、CSN に報告された通り、有意な放射線リスクを示唆する値ではなかった。

(A 26) 事故以後のパロマレスにおける空気中のプルトニウムの年間平均濃度 (農村地域で 39 μBq/m<sup>3</sup>, 都市部で 4 μBq/m<sup>3</sup>) は、吸入による住民の年間平均線量が 1 mSv を “十分に下まわる” ことを示唆している。現地で生産される食品の経口摂取による線量も、代表的な農産物の多数の分析および測定に基づくと、1 mSv/年よりはるかに低くなるであろう (サンプルの 1% のみが食物の可食部で 1 Bq/kg を上まわる汚染を示した)。

(A 27) 近年、パロマレス地域の社会経済的状況は、(多くの温室を利用した) 高い技術の農業活動、土地の集中的で大規模な利用、新しい建設物の著しい増加と力強く安定した観光産業の発展など、継続的な成長経済の発展で激しく変化している。土地利用におけるこれらの変化は、大量の土壌の移動を伴い、残留放射能汚染物を利用する可能性が高まる原因となり、それゆえ、最も被災した区域の適正な管理のためのプログラムを履行することとなった。2000 年 7 月、CIEMAT は CSN に、“区域 2” と呼ばれる地区において、土壌の表層 45 cm 内のプルトニウム総量が 2.85 TBq であることを伝えた。2003 年、CSN はパロマレスにおける土地利用に関する特別な判断基準を定め、2007 年に承認された。その判断基準は、土壌の表層 15 cm に関するものである。評価された残存線量が 1 mSv/年より低ければ、土壌の無制限利用が認められ、また、評価された残存線量が 1 mSv/年程度の場合、土地利用の一部制限と追加の特性評価が必要となる。最後に、評価された残存線量が 5 mSv/年を超える可能性がある場合、土壌の利用について完全禁止措置が取られる。これらの判断基準に基づき、政府は、問題の最終的な解決へと導くことができる、状況の綿密な調査と共に進めるための最も適切な方法として、被災した地域の占有を決めた。

(A 28) 残留汚染の詳細な特性評価を行うことを目的に、その地域の放射線サーベイランスに関する研究計画が承認された。660ヘクタール(6.6km<sup>2</sup>)の地域で表層15cmの<sup>241</sup>Amの表面汚染が測定され、その記録の数は63,000件以上となった。この特性評価によって、以前から知られていた兵器2発の落下地点近傍での20ヘクタールにおける残留汚染のほかに、事故後の初期に定めた“汚染ゼロライン”の外側で別の約20ヘクタールに著しく高い残留汚染レベルが明らかになった。これは、行政による40ヘクタールの地域の占有を正当化することになった。最も被災した40ヘクタールは、公衆に対して閉鎖された後、255,000件を超える表層15cmの<sup>241</sup>Am表面汚染の記録を用いて特性が評価された。“*in-situ*”(現場)のガンマ線スペクトロメトリーおよび外部線量レベルの測定が581地点の定点で実施され、これらの地点から1698個の現状のままの土壌試料が採取され、分析された。また、残留汚染のより深部への移行を評価するため、310か所でボーリング調査が実施された(280本は深さ2~5m, 30本は深さ0.5~1m)。この詳細な情報によって、被災した地域の最終的な復旧を目指す勧告の入念な策定が可能となるであろう(Barrigós, 2008)。

(A 29) 地方当局と地域当局並びに個々の市民、環境団体、地域のマスコミなど他のステークホルダーとの頻繁な打合せを含め、被災した地域社会との密接な交流と柔軟な対話が維持されている(Barrigós, 2008)。これは、専門家の評価と当局の勧告に対する信頼を生み出し、維持することに貢献している。

## A.6 チェルノブイリ／独立国家共同体諸国 (Chernobyl/Commonwealth of Independent States countries)

(A 30) 1986年4月に発生したチェルノブイリ事故は、旧ソビエト連邦のベラルーシ、ロシアおよびウクライナの各共和国内での居住地域に広範囲にわたる汚染をもたらした。事故直後、発電所に近いプリピャチ市の住民は避難させられ、その後、同発電所から半径30km以内にある集落に住むすべての住民も避難させられた。汚染の影響を最小限にするために、除染、水文学および農業に関する対策とともに、立ち入りおよび食品の消費に対する制限措置も迅速に導入された。緊急時段階後の数か月間には、さらに住民の移住や追加対策が必要かどうかという懸念が次第に膨らんでいった。緊急時段階の後には、最も汚染している地域から住民を移動させ、可能な時はいつでも環境の汚染を低減・管理することを基本的に目指す防護戦略が採用されたが、1980年代後半には、このような防護戦略は汚染がより少ない広大な地域に居住し続ける住民の恒久的な防護には不十分であることが徐々に明らかになり、長期的な復旧問題が次第に浮上した。

(A 31) 特に内部汚染による遷延被ばくについての不確かさが残るため、少なくとも健康面において、これらの地域における長期汚染は、住民にとって永続的な心配事であった。それ

は、住民の生活の質の長期にわたる維持および社会経済的基盤の持続可能な維持にとって非常に深刻な障害でもあった。そのため、ベラルーシ、ロシアおよびウクライナの各政府は、放射線モニタリングおよび健康サーベイランスを組織化し、汚染地域に居住する住民の社会経済的な生活環境を改善することを試みて、1990年代前半に意欲的な国内法を練り上げ、それを採用することになった。これらの法律の目的は、放射線防護の判断基準に従って主に計画された一連の国家的対策と補償体系によって、主に長期的な課題に対処することであった。

(A 32) ベラルーシでは、例えば、被災した住民の社会的保護および汚染地域の状況の管理を行う原則を定めるため、2つの法律が発布された。1991年2月に採択された1つ目の法律は、“チェルノブイリ原子力発電所での災害によって被災した市民の社会的保護”に関するもので、事故によって被災した人々——汚染地域における事故処理従事者、住民、作業者——に配分される補償だけでなく、法的地位を明らかにした。1991年11月に採択された2つ目の法律は、“チェルノブイリ原子力発電所での災害後の汚染地域の法的地位”に関するもので、当該地域における社会・経済活動を組織するための条件および手段、並びに付随する科学的プログラムを定めている。この法律はまた、ベラルーシ地域の区域設定構成も規定している（表 A.1）。どちらの法律も約200万人のベラルーシの人々に適用され、ベラルーシ領内の20%

表 A.1 1991年にベラルーシで採用された区域設定の判断基準\*

区域設定の判断基準	公式の区域名称
$37 < {}^{137}\text{Cs} < 185 \text{ kBq/m}^2$ $5.55 < {}^{90}\text{Sr} < 18.5 \text{ kBq/m}^2$ $0.37 < {}^{\dagger}\text{Pu} < 0.74 \text{ kBq/m}^2$ 個人線量 < 1 mSv/年	定期的な放射線モニタリング
$185 < {}^{137}\text{Cs} < 555 \text{ kBq/m}^2$ $18.5 < {}^{90}\text{Sr} < 74 \text{ kBq/m}^2$ $0.74 < {}^{\dagger}\text{Pu} < 1.85 \text{ kBq/m}^2$ 1 < 個人線量 < 5 mSv/年	移住の権利を持つ区域
$555 < {}^{137}\text{Cs} < 1480 \text{ kBq/m}^2$ $74 < {}^{90}\text{Sr} < 111 \text{ kBq/m}^2$ $1.85 < {}^{\dagger}\text{Pu} < 3.7 \text{ kBq/m}^2$ 個人線量 > 5 mSv/年	二次的移住区域
${}^{137}\text{Cs} > 1480 \text{ kBq/m}^2$ ${}^{90}\text{Sr} > 111 \text{ kBq/m}^2$ ${}^{\dagger}\text{Pu} > 3.7 \text{ kBq/m}^2$ 個人線量 > 5 mSv/年	優先的移住区域
{ チェルノブイリ原発周辺領域 1986年に住民は避難 }	避難区域（立入禁止区域）

\* ベラルーシ国立土壌農芸化学研究所（BRISSA）提供の資料により修正（訳者）。

† Pu は  ${}^{238}\text{Pu}$ ,  ${}^{239}\text{Pu}$ ,  ${}^{240}\text{Pu}$  の総量。

(約 40,000 km<sup>2</sup>) が著しく汚染されていることが認められた。

(A 33) 概要を説明すると、1990 年代前半に採用された復旧プログラムは、汚染地域での人の居住を引き続き制限すること（強制的または自発的な移転）と、食品の汚染および個人の全身汚染のレベルを厳しく制御することに依存していた。多くの対策は、集団農場における農産物の放射線に関わる質（p.27 脚注参照）の管理と改善に重点を置いていた。個人の生産は、その質を管理することや監視することが難しいため、できる限り制限された。

(A 34) 2001 年、“チェルノブイリ原子力発電所での災害によって被災した市民の社会的保護”に関する法律は、修正され、明確化された。その時、生活と仕事の条件に何の制限も課されないような地域では、住民の（外部および内部の）平均総被ばくが 1 mSv/年（バックグラウンドを除く）を超えるべきではないと定められた。この法律は以下の事項を規定した。

- 住民の平均被ばくが 1 mSv/年を超える場合、防護措置を実施しなければならない；
- 住民の平均被ばくが 0.1~1 mSv/年である場合、被ばくを低減するための対策を取り止めるべきではないが、状況に適応させるべきである；
- 住民の平均被ばくが 0.1 mSv/年未満である場合、防護措置は必要ない。

(A 35) 食品の管理に関する限り、当局は状況の改善に伴い濃度の判断基準を下げる実用的なアプローチを採用した。表 A.2 に、ベラルーシにおける 1986 年から 1999 年までの食品汚染の判断基準の変化を示す。

(A 36) この法的枠組みは、軽微な変更を伴いながらも継続的な復旧プログラムの基本として 2000 年代後半まで、すなわち事故後 20 年以上の間にわたって、履行されたことに注目すべきである。

表 A.2 1986 年から 1999 年のベラルーシにおける食品中の<sup>137</sup>Cs 汚染限度の変化

年	<sup>137</sup> Cs 濃度 (Bq/kg, Bq/L)			
	1986	1993	1996	1999
食 品				
飲用水	370	18.5	18.5	10
牛 乳	370	111	111	100
バター	7400	—	185	100
肉 類：				
牛肉	3700	600	600	500
子羊	3700	—	600	500
豚肉, 鳥肉	3700	370	370	180
芋 類	3700	370	100	80
果 物	—	—	100	40
野生のベリー類	—	185	185	185
生鮮キノコ類	—	—	370	370
乾燥キノコ類	—	3700	3700	2500
ベビーフード	—	—	—	37

(A 37) 1990年代前半に莫大な量の国の資源が復旧プログラムに投じられたにもかかわらず、防護戦略は汚染によって作り出された複雑な状況を適切に考慮することができなかった。特に、防護戦略は、放射線状況に直面して次第に無力感を感じるようになった地域社会や個人を結集することに失敗した。この状況は、住民の間に日常生活の管理喪失感、疎外感および自暴自棄という感情を広く生じさせる一因となった。

(A 38) 1990年代半ば、ソビエト連邦の崩壊と復旧プログラムの財政負担による経済状況の継続的な悪化によって地域の住民は日々の糧を確保するため、食料の自主生産を再開するとともに、野生の産物への依存度をより一層高めるようになった。地域では食品の放射線に関わる質を管理するための個人の知識や適切な手段がなかったので、この変化によって、住民の中の被ばくレベルは、特に小児の被ばくレベルは食習慣における乳製品の重要性のため必然的に著しく増加した。この状況は当局と専門家に重圧を与え、この状況を管理する彼らの能力に対する住民の信頼喪失に拍車をかける一因となった。

(A 39) この困難な状況に直面し、当局は住民を放射線状況の管理に直接関与させることを狙って、ベラルーシにおいて、1990年代後半のETHOSプロジェクトや2000年代初期のCOREプログラムのような新たなアプローチを試験的に行った。これらの新しいアプローチは、放射線状況の日々の管理に地域のステークホルダーが直接関与することが可能であることを実証し、当局によって講じられる共同の対策に加えて日々の生活における多くの防護対策を履行できる可能性を立証した。これらのアプローチはまた、持続可能であるためには、ステークホルダーによる放射線状況の管理が、国内外のさまざまな機関や組織と協力する地域関係者個人の自発性に主として依存する、経済発展の原動力を当てにしなければならないことも実証した。

## A.7 チェルノブイリ／ノルウェー (Chernobyl/Norway)

(A 40) ノルウェーでは、チェルノブイリ事故による大量の放射性降下物が降り注ぎ農業に深刻な影響を及ぼした (Brynildsen ら, 1996, Tveten ら, 1998)。放射性降下物の地理的広がりや潜在的な長期的影響が1986年の夏には明らかになってきたため、政府は、すべての農民およびその他の生産者に対して、緩和対策による経済的損失の補償に関する決議案を可決した。ノルウェーで最も被災した地域は、田園地帯であった。これらの地域では、牛、羊、ヤギおよびトナカイの飼育が一般的であり、原生林や山間部の牧草地での夏期の放牧は伝統的な農作業の一部となっている。これらのやせ地で育つ植物の放射性セシウムの高い取り込みは、家畜の生産で継続的な汚染問題の一因になった。事故の22年後においても、食品の介入レベルを遵守するには、羊やトナカイの生産には広大な地域で、乳牛やヤギの生産にはもう少し小さな地域で対策が必要とされている。この対策は、少なくとも今後十年間は必要になると考えら

れる（例えば、Skuterud ら, 2005a）。

(A 41) チェルノブイリ事故の管理のためのノルウェーの放射線防護の判断基準は、公衆の被ばくに関するICRPの勧告に基づくもので、事故後の1年間の最大線量として5 mSv、その後は1 mSv/年である。これらの判断基準を遵守するには、トナカイの肉や淡水魚の消費者に対する食生活指導を含め、一定の対策が必要となった（Strand ら, 1992）。対策により、トナカイ飼育者の平均経口摂取線量は約10分の1に低減した。しかしながら、対策なしでは、ノルウェー中部のトナカイ飼育者が1 mSv/年の線量を超える可能性は引き続き残っている（Skuterud ら, 2005b）。

(A 42) ノルウェーにおけるチェルノブイリ事故による放射性降下物の管理は、国内の食物生産を維持するとともにこれらの生産物に対する消費者の信頼を保つことに重点が置かれた。取引される食物中の汚染レベルに関する管理が適用され、放射性セシウムの介入限度が定められた（基本的な食品に関して600 Bq/kg）。しかしながら、国内のトナカイ生産の85%が不適合と認定されることを避けるため、また、トナカイ飼育者（並びにサーメ人の文化と生活様式）にとって意味のある経営基盤を維持するため、トナカイ肉の放射性セシウムに対する介入限度は1986年の秋に6000 Bq/kgに上げられた（1987年から、この値は野生の淡水魚と狩猟の獲物にも適用された）。これは、一般のノルウェー人によるこれらの生産物の平均消費量が低いことによって正当化された。状況が改善されるにつれて、1994年にトナカイ肉に対する介入限度は3000 Bq/kgまで下げられた。

(A 43) 1986年には、約2850トンの肉、およそ1800万米ドル相当が不適合と認定された。汚染問題の長期的な見通しに鑑み、当局はモニタリングおよび不適合と認定された肉や牛乳に対する補償に伴う高いコストを低減する手段が必要であることを認識した。加えて、不適合認定は、廃棄物が生じることにもなった。生きている動物（羊、牛およびトナカイ。Brynildsen と Strand, 1994）をモニタリングするために策定された手順は、動物を殺処分できるか、あるいは（追加の労働、飼料および柵の構築などに対する補償を伴って）殺処分前に清浄な餌を付与すべきかどうかについて迅速に判定することができたため、動物の飼い主および当局のどちらにも特に高く評価された。セシウム結合剤を濃厚飼料に混入したり、岩塩を舐めるところに付加したり、または第一胃用の大粒丸薬として利用することもまた、生産者の余分な経済費用を伴わないよく知られた措置であった。動物の体重低下に対する補償と合わせて、トナカイの遊牧（herding）に関する措置として早期殺処分が適用された。地域の人々の関与によって多くの措置が策定され、現場で試験されており、そして、このアプローチは、採用した戦略の成功にとって重要であったと見なされている。

(A 44) 野生の生産物の高い汚染レベルと、農村の住民、とりわけトナカイ飼育者がそれらを大量に消費することと相まって、さまざまな生産物の消費レベルに対する助言および放射性セシウムの摂取を低減するための調理方法に関する助言が必要になった。さらに、当局は、

最も被ばくした住民グループの線量のサーベイランスのため、トナカイ飼育者の放射性セシウムのレベルを監視した。おそらくより重要であるのは、このモニタリングによって、人々は汚染状況をより具体的に理解し、制御できるようになったことである (Mehli ら, 2000)。事故後 20 年以上経過し、トナカイ飼育者からこのモニタリングに対する継続的な要請があるが、これは、放射線状況の制御を進んで続ける彼らの意欲だけでなく、長期間の低線量放射線被ばくに伴うリスクに関するなお結論の見えない議論のためでもある。

(A 45) 農村地域でさまざまな動物や生産物の広範なモニタリングを管理するため、当局は、1986 年から 1987 年にかけて放射性セシウム測定用の検出器を備えた約 60 か所の地域の食品管理試験所と獣医を配備した (Strand ら, 1987)。これらは、自分たちの生産物の汚染レベルを調べたい時にも自由に役立てることができた。このモニタリングのネットワークは、汚染レベルに関する地域の重要な知見を蓄積するのに役立った。

(A 46) 最初の 10 年間、家畜の生産におけるさまざまな対策には全部で約 7000 万米ドルを要したが、それにより肉類が不適合となるのを減らした量は約 3 億米ドル相当であった (Tveten ら, 1998)。さらに、動物と食品のモニタリングおよび管理によりノルウェーの生産物に対する人々の信頼を維持し、それによって市場の低迷に伴うさらなる大幅な経済的影響の回避に役立ったであろう。

(A 47) ノルウェーにおける対策の適用とモニタリングにおいて、被災した人々の能力と直接関与が重視されたのは、汚染地域の人々からの要請があったことと、地域の食品生産者が汚染問題の日常管理について重要で詳細な知識を有することを中央当局が認識したことの双方がもたらした結果である。この地域に重点を置いた対策は、ノルウェーにおけるチェルノブイリ事故の放射性降下物の管理のもう 1 つの成功例である。

## A.8 チェルノブイリ/英国 (Chernobyl/UK)

(A 48) ウクライナのチェルノブイリ原子力発電所の事故によって発生した放射性セシウムは、1986 年 5 月 2 日から 4 日にかけて英国全土に沈着した。放射性セシウムの沈着の最大レベルは 20~40 kBq/m<sup>2</sup> の範囲で、牧羊が重要な農業活動である英国西部の高地で生じた。事故後に実施された全国規模のサンプリング計画は、羊肉が最も懸念される食品であると同定した。消費者を保護するため、事故によって汚染した羊肉に対し放射性セシウムの最大限度 1000 Bq/kg が適用された。この限度は、欧州委員会指令の第 31 条による助言に基づいて、1986 年に英国に導入された。1985 年制定の食料環境保護法 (FEPA) によって付与された権限の下で、カンブリア、北ウェールズ、スコットランドおよび北アイルランドの特定の地域で限度を超える羊の移動および販売に制限をかけるために、1986 年以降緊急命令が行使されている。この命令は、しばしば“制限地域”と呼ばれる地理上の地域を定義しており、その範囲



表 A.3 1986年, 1990年, 2000年および2007年において  
英国で制限下に置かれた農場数と羊の頭数

	農場	羊
1986年6月	8914	4,225,000
1990年8月	757	647,000
2000年5月	387	231,500
2007年2月	369	196,500

内ではこの管理に従わなければならない。この FEPA 命令の下で、限度を超える汚染レベルの羊を食物連鎖に入れることは許されない。英国の高地に存在する泥炭土壌特有の化学的・物理的特性のため、放射性セシウムは今なお土壌から牧草へと容易に移行し、その結果、羊の体内に蓄積する。したがって、事故後 20 年以上経過しているが、今なお制限が実施されている地域が存在する。当初このような制限地域は広大であったが、放射能のレベルが低下するにつれて制限地域は大幅に縮小し、北アイルランドでは、2000 年にすべての制限が解除された。表 A.3 は、1986 年、1990 年、2000 年および 2007 年に制限下に置かれていた農場数と羊の頭数の内訳を示す。制限は緊急時被ばく状況への対応として履行されたが、現在では現存被ばく状況と見なされている状況に対する防護戦略の一部となっている。

(A 49) この地域の地形という物理的制約および環境での移行が起りやすい特性により、制限地域内の植生の放射性セシウムのレベルを低減するための防護措置を履行することはできなかった。それにもかかわらず、チェルノブイリ事故後に非常にうまく設計されたモニタリング計画の策定によって、羊肉の生産を維持し、牧羊業者の生活を保護することができた。さらに、羊肉に対する消費者の信頼も維持された。この“標識付けと解放”(マーク・アンド・リリース)方式として知られるモニタリング計画は、1986 年以降制限地域で運用されている。この方式の下では、羊を制限地域の外へ移動させたいと望む牧羊業者は、放射性セシウムのレベルを判定するために家畜を検査してもらうことができた。生体モニタリング技術が用いられ、生体モニタリング結果に固有の変動を許容するため、(1000 Bq/kg ではなく) 645 Bq/kg の作業対策レベルが適用されている。そこでは、作業対策レベルを上まわる羊には染料で印がつけられ、制限地域から解放されることはない。合格した羊は、食物連鎖に入れることが許容される。

(A 50) 1986 年以来、制限地域内の牧羊業者は、殺処分前に羊を肥育させる期間、改善されていない高地の牧草地から改善された低地の牧草地に羊を運べば“マーク・アンド・リリース”試験に合格できることに気が始めた。その後、このような牧羊業者は、殺処分前に羊を肥育させるために自分が所有する改良地または借地を利用するように畜産慣行を適応させた。生体モニタリングは、この手順の一環となり、新たな慣行として畜産社会により全般的に受け入れられている。この制限は今後数年間続けられる予定である。

## A.9 ゴイアニア (Goiania)

(A 51) 1987年9月13日、ブラジルのゴイアニアで廃院となった診療所において、2名の清掃作業者が廃棄された遠隔治療装置を見つけた。この装置には、溶解性粉末のかたちで50.9 TBqの $^{137}\text{CsCl}$ 放射線源が格納されていた。線源を格納する装置の回転部分を遮へい体から取り除いた後、彼らはそれを家に持ち帰り、なんとか破壊した後、家の敷地に破片をばらまいた。2人とも数時間のうちに具合が悪くなった。5日後、彼らは回転装置の破片を近所の廃棄物回収業者に売却した。この業者は、装置から蛍光が発していることに気がつき、内部の物質を取り出すために工具を使ってこの装置を切断した。この破断により $^{137}\text{CsCl}$ 粉末は容易にまき散らされ、さらに広く分布した。数か所の地区と129名が著しく汚染され、4名が死亡し、1名が前腕を切断する事態を招く結果となった。

(A 52)  $^{137}\text{Cs}$ の汚染は、人による接触、汚染物質の売却、線源の破片の移動、および風雨による分散によって広がった。汚染は7か所の広大な敷地で発見された。その中には42棟の住居があり、そのうち22世帯の家族と知人が避難させられ、他の20世帯は放射線レベルが1~10 mSv/hの範囲であった。そして1千万枚を超える紙幣の試験が行われ、68枚に汚染が発見された。住民は吸入および果物や野菜の経口摂取による内部被ばくを受け、さらに透過性の強い $^{137}\text{Cs}$ のガンマ線による外部被ばくも受けていたが、供給されていた飲用水は清浄であることが分かった。合計80名から集められた4000件を超える尿と糞便試料は、1987年10月から1988年1月にかけて分析された。推定された集団線量は、死亡した4名に対する14.9人・Sv(外部被ばく)および2.3人・Sv(内部被ばく)を含め、外部被ばくで56.3人・Sv、内部被ばくで3.7人・Svであった。

(A 53) 550名を超える除染作業者が動員された。さまざまな場所から環境中の汚染物質が除去され、液体とともにコンクリート固化されて、収納容器に充填された。固体に対する除染の限度は国の基準によって設定された。74 kBq/kg未満の汚染物は、清浄であり、事故による影響を受けなかったと見なされた。汚染レベルは、密着状態での放射線レベルで特徴づけられ、2 mSv/hと20 mSv/hをそれぞれ低レベルの汚染限度、中レベルの汚染限度とした。この除染の取り組み中に(線源放射能50.9 TBqのうち)推定で44 TBqの $^{137}\text{Cs}$ が回収され、現場には有意な危険が残らない状態になった。発生した廃棄物の総量は3500 m<sup>3</sup>であった。

(A 54) 事故についての最初のマスコミ報道は、旧ソビエト連邦のチェルノブイリ原子炉事故に関する直近の記憶と相まって地域社会に重大な懸念を引き起こした。その後、報道機関が実施された対策と公衆の教育に関する報道に重点的に力を注ぐと、状況は改善された。しかしながら、人命および被害者の診療や治療、人々と汚染された地域のモニタリング、並びに上記の対策に対する直接的な経費以上に、事故の経済的・社会的影響はきわめて大きかった。農

業汚染はなかったにもかかわらず、事故発表から2週間以内に州全体の農業生産の卸売価格は50%下落した。ゴイアニア州の製品は、およそ30~45日間、販売価格で40%の低下を経験した。家屋の販売数、家屋の販売価格、賃貸料および土地価格には非常に明確な影響が現れ、これは汚染地域に近いほどより顕著であった。ホテルの予約や観光産業への悪影響は約40%であり、車で1時間以上離れている地域にまで及んだ。ゴイアニアの住民の中には、ホテルへの宿泊、航空機への搭乗、バスによる移動を認められなかった者もいた。場所を問わず、人と物に対して汚染していないことを示す公式証明書の提示が求められた。

(A 55) 長期的には、豪雨によって、放射性物質は土壌内の移行に加えて街路を通じて容易に移動した。それゆえ、長期的な復旧のために、特に汚染された家屋、庭および街路の処置を行う追加の除染が必要であった。当時、ブラジルの規制は修復を対象にしておらず、人々が理解し、受け入れた唯一の数値は、行為に対する線量限度であった。それゆえ、最初の1年は5 mSvとするが、70年間にわたり、ウェザリング (p.5 脚注参照) とセシウムの壊変を考慮して平均で1 mSv/年とするアプローチを用いることが決定された。このアプローチは、概念的なモデルとして、再浮遊物質の吸入および個人の庭で採れる食物 (例えば、野菜、鶏肉、卵、果物) の経口摂取に加えて、屋内と屋外の外部被ばくを考慮した。外部被ばくに関して採用された判断基準は、屋内では1 mSv、屋外では3 mSvとし、内部線量に関する判断基準は1 mSv/年とした。当局は、行為に対する国の規則として定められたものと類似のアプローチを用いなければならなかった。

(A 56) 回復されたすべての地域の追跡調査が何年にもわたって実施されている。しかしながら、1996年、監視の対象であった家屋に設置された熱ルミネセンス線量計 (TLD) の紛失、監視場所への作業員の立入り拒否などの行為を引き起こした公衆の圧力が原因で、環境モニタリング計画は中断された。地方検事によって2004年に新しい調査が要請され、運用上のレベルより高いレベルの汚染である“ホットスポット”がいくつか街路上に発見され、その場所を考慮すれば主たる懸念の対象ではなかったものの、汚染は除去された。最悪の場合の線量シナリオは、実効線量で3.2 mSv/年であることを示した。

(A 57) ゴイアニア事故から得られた教訓は、事故後の段階においてもさまざまなステークホルダー、特に地域住民との計画と調整が必要ということである。状況管理のより優れた計画で、またこのタイプの状況を扱う方法に関する関係者のより良い認識で、回避できたはずの対策を履行するために多くの資源が使用された。

## A.10 参考文献

Barrigós, C., 2008. A Radiological Map for Palomares (in Spanish). Alfa Revista de seguridad nuclear y protección radiológica. CSN.

- Brynildsen, L.I., Strand, P., 1994. A rapid method for the determination of radioactive caesium in live animals and carcasses, and its practical application in Norway after the Chernobyl nuclear reactor accident. *Acta Vet. Scand.* **35**, 401-408.
- Brynildsen, L.I., Selnas, T.D., Strand, P., Hove, K., 1996. Countermeasures for radiocesium in animal products in Norway after the Chernobyl accident—techniques, effectiveness, and costs. *Health Phys.* **70**, 665-672.
- Gutiérrez, J., Iranzo, C.E., Espinosa, A., Iranzo, E., 1994. Spanish experience in intervention at an accidentally contaminated site. In: Proceedings of an International Symposium on Remediation and Restoration of Radioactive-contaminated Sites in Europe. Antwerp, 11-15 October 1993. European Commission. Radiation Protection-74.
- Mehli, H., Skuterud, L., Mosdol, A., Tonnessen, A., 2000. The impact of Chernobyl fallout on the Southern Saami reindeer herders of Norway in 1996. *Health Phys.* **79**, 682-690.
- Skuterud, L., Gaare, E., Eikermann, I.M., Hove, K., Steinnes, E., 2005a. Chernobyl radioactivity persists in reindeer. *J. Environ. Radioactiv.* **83**, 231-252.
- Skuterud, L., Thoring, H., Eikermann, I.M., Moller, B., Hosseini, A., Bergan, T., 2005b. Persistent radiocaesium contamination in Norwegian reindeer and reindeer herders. In: Strand, P., Borretzen, P., Jolle, T. (Eds.), Proceedings from the 2nd International Conference on Radioactivity in the Environment, Nice, 2-6 October 2005. Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås, pp. 11-14.
- Strand, T., Strand, P., Baarli, J., 1987. Radioactivity in foodstuffs and doses to the Norwegian population from the Chernobyl fall-out. *Rad. Prot. Dosimet.* **20**, 211-220.
- Strand, P., Selnas, T.D., Boe, E., Harbitz, O., Andersson-Sorlie, A., 1992. Chernobyl fallout: internal doses to the Norwegian population and the effect of dietary advice. *Health Phys.* **63**, 385-392.
- Tveten, U., Brynildsen, L.I., Amundsen, I., Bergan, T.D.S., 1998. Economic consequences of the Chernobyl accident in Norway in the decade 1986-1995. *J. Environ. Radioactiv.* **41**, 233-255.
- US Air Force Medical Services, 2001. Palomares Nuclear Weapons Accident. Revised Dose Evaluation Report.

### 更に知りたい人のために

- Amaral, E.C., Vianna, M.E., Godoy, J.M., et al., 1991. Distribution of Cs-137 in soils due to the Goiânia accident and decisions for remedial action during the recovery phase. *Health Phys.* **60**, 91-98.
- Amaral, E.C., 2007. The dose evaluation during the Goiânia accident. International Seminar on Post Nuclear Accident Management. French Programme 'CODIRPA' and International Programmes. Nuclear Safety Authority (ASN). Paris, 6-7 December 2007.
- Balonov, M.I., 1990. Radiological consequences of the Chernobyl NPP accident in comparison with those of the Kyshtym and Windscale radiation accidents. In: Proceedings of a Seminar on Comparative Assessment of the Environmental Impact of Radionuclides Released During Three Major Nuclear Accidents: Kyshtym, Windscale, Chernobyl. Luxembourg, 1-5 October 1990. EUR-13574. pp. 749-767.
- Bataille, C., Crouail, P., 2005. Analysis of the Regulations Concerning the Control and the Monitoring of Soils, Foodstuffs and Commercialised Products in Belarus (Analyse des dispositifs réglementaires concernant le contrôle et le suivi de la contamination des sols, des denrées alimentaires et des produits commerciaux en Biélorussie). CEPN Report No. 291.
- Bogdevitch, I., 2003. Remediation Strategy and Practice on Agricultural Land Contaminated with <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in Belarus. Eurosafe, Paris, 25-26 November 2003. Environment and Radiation Protection. Seminar 4, pp. 83-92.

- Buldakov, L.A., Demin, S.N., Kostyuchenko V.A., et al., 1990. Medical consequences of the radiation accident in the Southern Urals in 1957. In: Proceedings of a Symposium on Recovery Operations in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. STI/PUB/826. IAEA, Vienna, pp. 419–431.
- Cooper, M.B., Martin, L.J., Williams, G.A., Harries, J.R., 2000. Characterization of Plutonium Contamination at Maralinga—Dosimetry and Cleanup Criteria. IAEA-TECDOC-1148. IAEA, Vienna, pp. 15–30.
- IAEA, 1988. The Radiological Accident in Goiânia. STI/PUB/815. IAEA, Vienna. <http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC40/Documents/gc40inf5ac-6.html>.
- Johnston, P.N., Lokan, K.H., Williams, G.A., 1992. Inhalation doses for Aboriginal people reoccupying former nuclear weapons testing ranges in South Australia. *Health Phys.* **63**, 631–640.
- Lochard, J., 2007. Rehabilitation of living conditions in territories contaminated by the Chernobyl accident: the ETHOS Project. *Health Phys.* **93**, 522–526.
- Maralinga Rehabilitation Technical Advisory Committee, 2002. Rehabilitation of Former Nuclear Test Sites at Emu and Maralinga (Australia). Department of Education, Science and Training, Commonwealth of Australia.
- NEA/CRPPH, 2006. Stakeholders and Radiological Protection: Lessons from Chernobyl 20 Years After. NEA Report No. 6170. OECD.
- Nisbet, A.F., Woodman, R.F.M., 2000. Options for the management of Chernobyl-restricted areas in England and Wales. *J. Environ. Radioact.* **51**, 239–254.
- Petterson, J.S., 1988. Perception vs. reality of radiological impact: the Goiania model. Nuclear News.
- Romanov, G.N., Nikipelov, B.V., Drozhko, E.G., 1990. The Kyshtym accident: causes, scale and radiation characteristics. In: Proceedings of a Seminar on Comparative Assessment of the Environmental Impact of Radionuclides Released during Three Major Nuclear Accidents: Kyshtym, Wind-scale, Chernobyl. Luxembourg, 1–5 October 1990. EUR-13574. pp. 25–40.
- Rozental, J.J., Almeida, C.E., Mendonça, A.H., 1990. Aspects of the initial and recovery phases of the radiological accident in Goiânia, Brazil. In: Proceedings of a Symposium on Recovery Operations in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. STI/PUB/826. IAEA, Vienna, pp. 3–32.
- Rozental, J.J., Almeida, C.E., Mendonça, A.H., 1991. The radiological accident in Goiânia: the initial remedial action. *Health Phys.* **60**, 7–15.
- Shevchouk, V.E., Gourachevskiy, V.L. (Eds.), 2001. Committee on the Problems of the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP. 15 Years After Chernobyl Catastrophe: Consequences in the Republic of Belarus and Their Overcoming. National Report. Minsk, p. 118.
- Tsaturov, Y.S., Anisimova, L.I., 1994. Radionuclide contaminated territories of Russia: identification, restoring and rehabilitation aspects. In: Proceedings of an International Symposium on Remediation and Restoration of Radioactive-contaminated Sites in Europe. Antwerp, 11–15 October 1993. European Commission. Radiation Protection-74. pp. 309–323.
- UNDP/UNICEF, 2002. The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident: a Strategy for Recovery. UNDP.



ICRP Publication 111

原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する  
人々の防護に対する委員会勧告の適用

---

2012年3月27日 初版第1刷発行

監修 甲斐倫明

翻訳 本間俊充・木村仁宣・高原省五

編集 ICRP 勧告 翻訳 検討 委員会

発行 社団法人日本アイソトープ協会

〒113-8941 東京都文京区本駒込二丁目28番45号

電話 出版 (03) 5395-8082

URL <http://www.jrias.or.jp>

発売所 丸善出版株式会社

© The Japan Radioisotope Association, 2012 Printed in Japan

---

印刷・製本 株式会社 恵友社

ISBN 978-4-89073-223-4 C3340

# 日本アイソトープ協会の ICRP 勧告日本語版

左端の数字は、ICRP Publications のシリーズナンバー。(仮)は、翻訳中または翻訳予定。  
【 】は発行年。右端の\*は ISBN (頭に 978-4-89073-をつけてください)。価格は本体価格。

## ◇ 防護全般 ◇

### 103 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告

世界の放射線防護の指針である ICRP の基本勧告。1990 年勧告の改訂版。本勧告から、計画／現存／緊急時という 3 つの被ばく状況に基づく体系へと移行した。また、線量制限値を 3 段階の枠で示している。1990 年以降の物理学・生物学の進歩を取り入れ、放射線加重係数 \* 202-9 と組織加重係数、放射線損害を一部更新。その背景を付属書 A・B で紹介。 【2009 年】 3500 円

### 60 国際放射線防護委員会の 1990 年勧告

現在の放射線防護に関する法令等に、世界各国で自国の事情に合わせて反映されている勧告。「行為」と「介入」というプロセスに基づく防護体系を構築。この勧告から、作業者の線量限度が従来の年間 50 mSv から 5 年間の平均で年当たり 20 mSv (5 年につき 100 mSv) \* 055-1 に変更された。生物影響から新しい線量限度の設定に至る過程を付属書に詳述。 【1991 年】 2718 円

### 104 放射線防護のための管理措置の範囲(仮)

2007 年勧告にもとづいて、拘束値を組み込んだ個人線量の内での管理措置の正当化と最適化について詳細に検討し、その概念を明らかにする。放射線防護規制の「除外」と「免除」、免除の特殊な例である「クリアランス」について扱っている。 翻訳中

### 101 公衆の防護を目的とした代表的個人の線量評価／ 放射線防護の最適化：プロセスの拡大

公衆の放射線防護について、2007 年勧告の基盤となった考え方を示す 2 部編成の報告書。Part 1 では、公衆の防護を達成する具体的な目安として“代表的個人”を定義し、Part 2 で \* 203-6 は、防護の最適化について従来の諸勧告を統合し、成功の要件を具体的に記述。 【2009 年】 4100 円

## ◇ 放射線の生物影響 ◇

### 99 放射線関連がんリスクの低線量への外挿

低線量での「しきい値」は存在するのか？ 被爆者集団の疫学調査、放射線適応応答、ゲノム不安定性、バイスタンダー効果等に関する近年の研究から、低線量・低線量率被ばくでの \* 205-0 がんリスクの証拠を検討し、「直線しきい値なし(LNT)」モデルの根源を考察。 【2011 年】 6100 円

### 92 生物効果比(RBE)、線質係数(Q)及び放射線荷重係数( $w_R$ )

放射線防護上の補正係数である線質係数(Q)と放射線荷重係数( $w_R$ )の根底には、生物効果比(RBE)の値がある。これらについて、1990 年以降の生物学上及び線量計測上の進展を \* 162-6 踏まえて再評価を行なった。2007 年勧告の策定に反映された内容である。 【2005 年】 3800 円

## ◇ 緊急時および事故後の防護 ◇

### 111 原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に 居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用

【本書】 \* 223-4 【2012 年】 3600 円



## 109 緊急時被ばく状況における人々の防護に対する 委員会勧告の適用(仮)

計画被ばく状況の作業中、あるいは悪意ある行為やその他の予期せぬ事情によって緊急時被ばく状況が生じたとき、どのように重度の放射線影響から人々を防護するか——その備えと対応について述べている。緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行についても検討。 **翻訳中**

## 96 放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護

放射線緊急事態における被ばく防護措置に関する専門的な助言。災害初期対応の作業者と救助者、妊婦と乳児、子供、公衆を被ばくから守る基本的な考え方、被ばく回避の段階的対策と判断規準、被ばく後の健康影響、飲料水・食品・日用品の汚染管理、被害者の治療などを含む。各種規制のガイダンスレベルも多数掲載。 **【2011年】 216-6 4500円**

## 63 放射線緊急時における公衆の防護のための 介入に関する諸原則

大規模事故における公衆の防護に関して述べた Publ.40 の改訂版。Publ.40 は、主として事故発生後短期間の、かつ事故地点の近傍における介入について述べたが、本書は検討の範囲を広げ、介入レベルを数値で示すなど具体的に詳述している。 **【1994年】 067-4 2200円**

◇ 被ばく——公衆（母親と胎児を含む） ◇

※防護全般、データ集も参照

## 84 妊娠と医療放射線

妊娠している女性に対する放射線診療は、母親と胎児の双方に配慮して正当化の判断をしなければならない。胎児の放射線影響に関する知見、放射線診断、核医学診断、放射線治療の際の胎児線量などが分かりやすく記載され、妊娠の可能性のある女性の放射線診療に直ちに役立つ内容が盛り込まれている。医師、看護職、診療放射線技師など、放射線診療に携わる多くの職種の人々を対象とした実務書。 **【2002年】 141-1 1300円**

## 82 長期放射線被ばく状況における公衆の防護

### —自然線源および長寿命放射性残渣による制御しうる放射線 被ばくへの委員会の放射線防護体系の適用—

公衆の構成員に影響を及ぼす長期被ばく状況に、ICRP の放射線防護体系を適用するガイダンス。行為から生じる長期被ばくの制御と長期被ばく状況における介入の実行への防護体系の一般的適用について述べ、そのような介入のための一般参考レベルを勧告する。 **【2002年】 138-1 3300円**

## 43 公衆の放射線防護のためのモニタリングの諸原則

基本勧告の線量制限体系との整合を図り、モニタリングプログラムのよりどころとなる一般的原则を再検討している。職業被ばくと医学利用による患者の被ばくを除く、作業区域外におけるすべての被ばくを考察した。Publ.7 の改訂版。 **【1986年】 047-6 800円**

### ● 母親と胎児に関する関連文献（研究者向き）

※データ集の CD も参照

**95** Doses to Infants from Ingestion of Radionuclides in Mothers' Milk

**90** Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus)

**88** Doses to the Embryo and Fetus from Intakes of Radionuclides by the Mother

## 78 作業者の内部被ばくの個人モニタリング(Publ.54に置き換わるもの)

作業者による放射性核種の摂取の測定結果の解釈を含む，個人モニタリング計画の立案と評価結果の解釈についての一般的な指針。付属書には，一回摂取後のさまざまな時間における測定量の予測値，あるいは，日常モニタリングにおける測定量の予測値（全身内容量，臓器内容量，1日当たりの尿中排泄量，1日当たりの糞中排泄量）を記載している。【2001年】2700円

## 75 作業者の放射線防護に対する一般原則

1990年勧告にある諸原則の履行の手引き書。病院・教育機関・一般工業・核燃料サイクル施設等あらゆる場合における平常時および潜在的な職業被ばくの管理，管理区域と監視区域，女性の職業被ばく管理，航空機乗務員・坑夫等の自然放射線源による職業被ばくの管理，作業者および作業場所でのモニタリングに適用される防護の原則，職業被ばくを受けた作業者の健康管理における管理医への勧告等々について検討している。【1998年】1800円

## 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告

長寿命の固体廃棄物の処分に続く公衆構成員の放射線防護を扱い，Publ.46で述べた諸原則を補完している。放射線防護の対象領域が広がると共に防護概念も拡充した。遠い未来における潜在被ばくの状況に対して，不確実さ，集団線量や決定グループの概念の用い方を検討し，現在世代と将来世代の防護を行う方策を述べている。【2000年】1440円

## 77 放射性廃棄物の処分に對する放射線防護の方策

公衆構成員の被ばく要因の一つである放射性廃棄物の処分について，その方策の実際的適用を明らかにすることを目的に，現在の廃棄物処分に関する諸方策とその問題点について触れ，最後に解決法を「廃棄物処分に關する委員会の方策」として提案している。【1998年】1700円

## 46 放射性固体廃棄物処分に關する放射線防護の諸原則

放射性固体廃棄物の処分に關する放射線防護の問題は，基本的には現行のICRP勧告体系に含まれるが，本書では，被ばくにいたる事象の発生確率と影響が長期的に及ぶ場合のことも考慮して，従来の基本勧告を拡張した。また，放射線防護を顧慮しないで処分できる個人線量と集団線量の目安を示している。【1987年】900円

## 108 環境の防護：標準動物・標準植物の概念とその適用(仮)

2007年勧告で，放射線防護の対象はヒト以外の生物種を含む環境の防護にも拡張された。本書では，環境中の放射線の状況を代表する指標として，12の「標準動物」と「標準植物」を設定する。その考え方を説明し，数値基準の開発について検討している。

翻訳中

## 91 ヒト以外の生物種に対する電離放射線のインパクト評価の枠組み

ヒトの防護について開発してきたアプローチを，本来の専門分野である放射線防護を踏まえながら，ヒト以外の生物種を含む環境の防護においてどのように生かせるか？環境防護の分野を視野に入れ，ICRPが果たせる役割について検討が始まった報告書。【2005年】3600円

◇ 線量関係データ集 ◇

## 74 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数

ICRP の 1977 年勧告に続いて、ICRU は、ICRP によって人体中に特定された防護量を補足するため、一組の測定可能な実用量を開発した。さらに ICRP 1990 年勧告は防護量にいくらかの変更を加えた。本書は、放射線防護に役立つように、場の量、実用量及び防護量に関するデータを提供している。 \* 103-9  
【1998 年】 4000 円

## 68 作業者による放射性核種の摂取についての線量係数

ICRP は Publ.61 を刊行した後、呼吸気道の改訂された動態モデルと線量算定モデルを発表した。本書は、この新しいモデルを用いて作業者に対する線量係数の値を示している。本書 \* 089-6  
で用いた組織荷重係数と放射線荷重係数は、Publ.60 で勧告されたものである。【1996 年】 2800 円

## 30 作業者による放射性核種の摂取の限度 Part 4 (Part 1~3 は絶版)

作業者の体内被ばくの制御に関する報告書。線量算定法、放射線防護上必要な放射性核種に関する代謝データ、年摂取限度 (ALI) と誘導空気中濃度 (DAC) の計算値を収載。Part 4 では、プルトニウムと他の 8 関連元素 (Np, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md) の同位体についての ALI と DAC を Publ.48 の代謝データをもとに計算し直している。 Part 4  
\* 037-7  
【Part 1-1980 年, Part 2-1982 年, Part 3-1983 年, Part 4-1991 年】 1300 円

● このリストの日本語版と関連の深いデータ集 (英語版のみ)

**107** Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations

**CD 1** Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public

**CD 2** Database of Dose Coefficients: Embryo and Fetus

**CD 3** Database for Dose Coefficients: Doses to Infants from Mothers' Milk

Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclide

**56** Part 1

**67** Part 2 Ingestion Dose Coefficients

**69** Part 3 Ingestion Dose Coefficients

**71** Part 4 Inhalation Dose Coefficients

**72** Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients



### ICRP 勧告日本語版のご注文は

書店の店頭で ⇒ 「アイストープ協会発行・発売丸善」とお伝えください。

インターネットで ⇒ JriaBookShop (コンテンツワークス Book Park 内)

<http://www.bookpark.ne.jp/jria/> へどうぞ。

ICRP 勧告英語版は ご注文ごとに海外から取り寄せています。  
ebook@jrias.or.jp までお問合せください。



## Corrigenda

### Corrigenda to ICRP *Publication 111*: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency [Ann. ICRP 39(3) 2009]

The authors regret that some errors were introduced into ICRP *Publication 111*:

Page: paragraph	Line	Should read:	Currently reads:
51: A23	24	High pressure water and detergents was used to wash Pu from bushes, trees and houses. Plants with contamination levels above $3.7 \times 10^2$ Bq/m <sup>2</sup> were treated as radioactive waste.	Bushes and trees with contamination levels above $3.7 \times 10^{-2}$ Bq/m <sup>2</sup> were removed or pressure washed.
51: A25	44	total of 1066 people	total of 1043 people
52: A25	1	only 3.3% (153/4628)	only 3.3% (153/628)

Please accept our apologies for any inconvenience caused.