

大規模放射線事故の際の  
公衆の防護  
：計画のための原則

**ICRP** *Publication* **40**

---

大規模放射線事故の際の

---

公衆の防護

---

：計画のための原則

---

国際放射線防護委員会専門委員会4の報告書

1984年5月に主委員会によって採択されたもの

社団法人 **日本アイソトープ協会**





Japanese Translation Series of ICRP Publications  
*Publication 40*

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Yasuo YOSHIZAWA<sup>\*</sup>, Tomoko KUSAMA

<sup>\*</sup> ICRP C4 member at the time.

Editorial Board

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

.....  
Eizo TAJIMA<sup>\*</sup> (Chair)      Tatsuji HAMADA (Vice-chair)  
Masami IZAWA<sup>\*\*</sup>      Sukehiko KOGA<sup>\*\*</sup>      Sadayoshi KOBAYASHI  
Shinji TAKAHASHI<sup>\*\*†</sup>      Ichiro MIYANAGA  
.....

<sup>\*</sup> ICRP member at the time.      <sup>\*\*</sup> Former ICRP member.

<sup>†</sup> Passed away in April, 1985.

## 邦訳版への序

本書は、ICRP Publication 40 として刊行された、ICRP 専門委員会 4 の報告書

Protection of the Public in the Event of Major Radiation

Accidents: Principles and Planning

(*Annals of the ICRP*, 14, No.2 (1984) に発表)

を、ICRP の了解のもとに翻訳したものである。

翻訳は、この報告書を作成した ICRP 専門委員会 4 のメンバーである東京大学医学部放射線健康管理学教室の吉澤康雄教授および同教室の草間朋子助教授により行われた。

この原訳について、当協会の ICRP 勧告翻訳検討委員会が従来の訳文との調整を主とした検討を行い、成文とした。ご多忙中にもかかわらず、翻訳にあられた上記両氏のご協力で厚く感謝の意を表したい。

昭和 61 年 8 月

ICRP 勧告翻訳検討委員会

(ii)

日本アイソトープ協会  
ICRP 勧告翻訳検討委員会

- 委員長 田島 英三 (立教大学名誉教授)
- 副委員長 浜田 達二 (日本アイソトープ協会)
- 委員 伊沢 正実 (日本原子力発電 ㈱)
- 古賀 佑彦 (藤田学園保健衛生大学)
- 小林 定喜 (放射線医学総合研究所)
- 高橋 信次 (愛知県がんセンター) (昭和60年4月逝去)
- 宮永 一郎 (日本原子力研究所)

## 目 次

	頁(項)
序 .....	vii
A. 緒 論 .....	1 ( 1)
B. 介入を計画するための基本原則 .....	4 ( 9)
C. 事故後の経時的な時期による区分 .....	6 (13)
初 期 .....	6 (15)
中 期 .....	8 (17)
復 旧 期 .....	9 (19)
D. 事故の際に問題となる生物学的影響 .....	10 (20)
非確率的影響 .....	10 (21)
個人の照射の早期影響 .....	10 (21)
線量反応関係および線量算定上の量 .....	11 (22)
確率的影響 .....	11 (24)
照射の晩発影響 .....	11 (24)
線量反応関係および線量算定上の量 .....	12 (25)
子宮内照射 .....	13 (28)
E. 対 策 .....	14 (29)
F. 意志決定のための原則 .....	16 (32)
個人線量の範囲の設定 .....	16 (33)
復 旧 期 .....	18 (38)

(iv)

職業上の被曝と公衆の被曝	20 (44)
初    期	20 (44)
中    期	21 (47)
復    旧    期	21 (48)
付録A：事故被曝に伴う健康上のリスク	22
非確率的影響	22
個人の急性照射	22
確率的影響	24
照射の晩発影響	24
子宮内照射	26
付録B：対策に伴うリスク，便益および困難	27
初    期	27
屋内退避およびその場で用意できる呼吸防護	27
安定ヨウ素の投与	28
避    難	30
中    期	31
屋内退避	32
避    難	32
移    転	33
食料品と水の管理および備蓄動物飼料の使用	33
立入制限	34
人の除染	34
医療処置	35
復    旧    期	35
付録C：対策導入のための線量値についての一般的な指針	37
初    期	37



中 期 .....	38
参 考 文 献 .....	40



## 序

委員会は1981年12月に、専門委員会4の勧告に基づいて、大規模放射線事故の際の公衆の防護に関する原則についての報告書を作成するために課題グループを指名した。この報告書は、次の構成員から成る課題グループによって、専門委員会4のために作られたものである。

B. C. Winkler (委員長)

R. H. Clarke

D. W. Moeller

J. C. Nenot

1981～1985年の専門委員会4の構成員は次のとおりであった。

H. P. Jammet (委員長)	D. W. Moeller
R. H. Alexakhin	R. V. Osborne
R. Coulon	S. D. Soman
R. E. Cunningham	J. O. Snihs
A. J. Gonzalez	G. A. M. Webb
O. Ilari	L. X. Wei
E. Kunz	B. C. Winkler
J. Mehl	Y. Yoshizawa



## A. 緒 論

(1) ICRP Publication 26 は放射線防護に関する委員会の勧告を示している<sup>1)</sup>。これらの勧告は、2つの別個の被曝条件に対しまったく異なる取扱いをしている。第一の条件は、被曝の発生が予想されて、その線源を制御することにより、また委員会の線量制限体系を適用することにより、その発生を制限することができるものである。第二の条件は、たとえば事故の状態のように、被曝をもたらす線源は制御されておらず、そのため、その後の被曝は、制限が可能であるとしてもある種の介入によってのみ量的に制限できるものである。この報告書の目的には、介入という言葉は、事故の際に公衆の構成員の被曝を制限し、避けることのできない被曝をもたらす影響を最小限にするためにとられる手段に適用するものとする。救済措置を考えることになるかもしれないような状況は多岐にわたるので、すべての場合に適切であろうような“介入レベル”を勧告することは不可能であると委員会は考えている (ICRP Publication 26<sup>1)</sup> の 133 項)。

(2) この報告書の目的は、事故の際に公衆の防護のための介入を計画する場合の放射線防護の原則の適用についてさらにそれ以上の指針を提供することである。この報告書は、敷地外の緊急時計画を必要とするような大きさの放出の可能性が存在する大規模原子力施設でとられるべき措置を立案する責任のある人々が利用することを、主として意図している。基本的な原則は原子力発電プラントで発生する事故に関連して展開されているが、それらは他の原子力施設にも同じように適用できるものである。ここで展開された原則は一般的に適用可能ではあるが、かぎられた量の放射性核種を使用する施設などのようなある種の施設においては、想定される事故の敷地外の影響は、公衆の構成員を

(2)

合った緊急時計画を正当としないほど小さいであろう。

(3) 委員会は、救済措置の開始の決定には、卓越するその場の個々の状況を考慮に加えなければならないと述べてきた。一般的には、対策をとることが適切なのは、対策の社会的費用とリスクが、それ以上の被曝に由来する社会的費用とリスクよりも小さい場合だけであろう。したがって、作業員および施設外の個人の健康と安全に関して責任をもつ者は、そのレベルになると種々の対策を考えなければならない対策レベルに関する指針を含む緊急時計画をもっている必要があろう。特定の諸状況に対するこの種のレベルの設定は、適切な国の当局の責任であると考えられる (ICRP Publication 26<sup>1)</sup> の 134 項)。混乱を避け、公衆の防護のための対策の効果を高めるために、緊急時計画には、特定の対策を導入すべき線量のレベルに関して、実行可能な範囲で前もって定めた指針を含めるべきである。しかしながら、ある種の決定は、その事象が発生するまではできないことは認識されている。

(4) 委員会が公衆の構成員について勧告した線量当量限度は、放射線被曝が予見されるような操業に適用されるものである。これら年限度は、年齢あるいは性に関係なく、低いリスクに対応すると考えられるレベルに設定されている。それゆえ、限度をかなり超えることにならないかぎり、リスクは、有意なリスクあるいは不当な費用をそれ自身が含むような対策を正当としないほどに十分低いであろう。したがって、事故の状況下においては、公衆の構成員に対する年線量当量限度を超えたかあるいは超えたかもしれないとしても、救済措置を必ずしも開始しなくてもよいことは明らかである (ICRP Publication 26<sup>1)</sup> の 135 項)。

(5) 原子力施設に関連した任意のリスクからの公衆の防護に主として寄与するものは、工学的安全措置、良好な設計、建設の質、操業および保守のスタッフの実力の確保、敷地の適切な選択および有効な品質保証であることが強調される。これらの方策が、事故の確率も結果の潜在的な大きさも低める。こ

れらの方策をとっても、事故の発生を完全になくすことはできないので、緊急時計画は、事故が発生した場合の結果を軽減するために必要な、二次レベルの防護と見なされるべきものである。

(6) 緊急時計画を作成する際に、通常考慮される事故の種類は、主として、大気中への放出によって敷地外の公衆に危険をもたらすものである。事故による水圏あるいは海洋環境への放出が、公衆の構成員を含めた緊急時計画の詳細な作成を必要とすることになる可能性は少ないと一般に認められている。しかしながら、水圏への事故放出の際には、人に達するまでの経路にかなりの時間的遅れがありうるので、事故に続くもっと後の段階についてこの報告書で展開されている諸原則があてはまるであろう。

(7) 緊急時計画の諸原則に関する勧告の基礎として、単一の事故シーケンスのみを用いることはできない。プラントの種類およびそれが異なる放射性核種を放出する潜在性が、そのプラントと敷地のために作られる緊急時計画に影響を及ぼす。プラントの安全解析によって推測された一連の事故シーケンスの敷地外に与える結果を、緊急時計画を作る際の基礎とすべきである。

(8) 緊急時計画の作成は、発生確率の低い事故も含めて、可能性のあるいろいろな種類の事故についての考察に基づくべきであり、原子力施設の種類および敷地特性を考慮に加えなければならない。大規模施設に関しては、幅広い範囲の事故の可能性があるが、より重大な結果をもたらすような事故の方が、一般的には発生確率は低い。したがって、計画の詳しさの程度は、事故の発生確率が低くなるにつれて減らすべきである。そのうえ、計画は、その時点の卓越した状況を考慮に入れて適用できるよう、ある程度の余裕をもっている必要があるであろう。たとえば、悪い気候条件は、ある与えられた対策の導入の決定に影響することがありうる。

(4)

## B. 介入を計画するための基本原則

(9) 事故の状況では、その定義によって被曝源は制御のもとにはないので、委員会によって勧告された線量制限体系は適用されない。しかしながら、委員会勧告の基礎となっている諸原則は、放射線事故の際の介入措置を計画する基礎となりうる。さらに、線量制限体系の中で勧告された手法の一部、すなわち最適化は、事故の後に行われる意志決定の一助として用いることができる。

(10) 事故の場合の介入措置を計画する際の原則は次のとおりである。

(a) 重篤な非確率的影響は、非確率的影響のしきい値を下回るレベルに個人線量を制限するための対策を導入することによって、避けるべきである。

(b) 確率的影響のリスクは、関係する個人に対し正味のプラスの便益を与えることができる対策を導入することによって制限すべきである。

これは、その対策を導入したことによる個人線量の減少、したがって個人のリスクの減少と、その対策の導入による個人のリスクの増加とを比較することによって行うことができる。

(c) 確率的影響の全発生率は、集団線量当量を低くすることによって、合理的に実行可能なかぎり制限すべきである。

線源関連のこの算定は、費用便益分析手法によって行われてよく、それは、影響を受けた集団の健康損害の減少の費用を、それ以上の対策の費用に対してバランスさせるという最適化の過程と同様なものであろう<sup>16)</sup>。

(11) 対策の導入を決定する重要なパラメータは個人線量のレベルであることは、上述の10(a)および10(b)から明らかである。10(c)に関して



(5)

は、集団線量当量預託が適切な基本的なパラメータであるとはいえ、事故に由来する集団線量当量預託の大部分は、通常は遠距離の地域で受け、避けることが実際的でないような低いレベルの個人線量を、積算したものであろう。

(12) それまで対策がとられてきた汚染地域内で通常の生活状態の再開を許すかどうかを決定する際には、その後に受けるであろう個人線量のレベルが容認できるかどうかを決めることが必要であろう。この決定は、たとえば上の10(c)で示唆した費用便益分析を用いた、最適化の検討の結果にある程度依存するであろう。この最適化への入力は、個人線量を減らすための移転と除染の費用、および、もし除染を行わないで、あるいは汚染レベルを減少させることのできる自然現象を待って、通常の生活が再開されたと仮定したとき、採用した対策によって影響を受けた集団における健康損害の費用がおもなものであろう。

(6)

### C. 事故後の経時的な時期による区分

(13) 被曝から生ずるリスクを避けるかまたは減らすために、身体の中の臓器あるいは組織が照射されそうか、想定線量のレベルはどのくらいか、また被曝がどの経路によって生ずるかなどといった要因に依存して、それぞれ違った対策が発動される必要があるであろう。詳細は、原子力施設により、またその設計特性に依存して、事故ごとに異なるであろう。しかしながら、緊急時計画に関する全般的な放射線防護の原則を展開するためには、問題をすべての事故に共通する3つの経時的な時期に分けて考察することが都合よいとの多数意見があるようである。これらの3つの時期を、初期、中期および復旧期と呼ぶことができる。

(14) 各時期で被曝の経路が異なり、この違いのため、異なった対策の導入が必要とされることがあるので、時期によるこの分類は有用である。さらに、この各時期ごとに、注目しなければならない根拠は異なるであろう。これらの理由により、個々の経時的な時期を順次考慮することが必要であり、それによって、公衆の被曝に関連がある経路を明らかにしなければならない。

#### 初 期

(15) 事故の初期は、次の2つの段階から成り立つと考えることができる：

- (i) 重大な放出のおそれが存在する間、すなわち、公衆の敷地外被曝の潜在性が認識されたときから、かなりの量の放射性物質が放出されるか、あるいはプラントが制御のもとにもどされるまでの間；および
- (ii) 放出開始後の最初の数時間。

原子力発電プラントに関しては、事故シーケンスの始まりと、大気への放射性核種の放出開始との間の時間は、約30分から1日あるいはそれ以上の範囲にわたると示唆されている<sup>2)</sup>。しかし、他の施設では、より短い時間的スケールがあてはまることもある。放出が続く期間は、その個々の状況に依存して、短いものは30分から数日あるいはそれ以上に及ぶであろう。

(16) これらの2つの段階は、どちらもあらかじめ明確に決めておくべき事象のシーケンスとプラントの状況に主として基づいて、公衆に対する線量を最小にするために決定が行われることになりそうであるから、初期と呼ぶ一つの時期にまとめることができる。対策に関して初期決定を行うことの最大の困難は、事故のその後の経過および気象変化の予測が必要であることに起因している。したがって、問題は、やがて起こるに違いない状況からの潜在的線量、および、対策をとることによる線量の低減の可能性を推定することである。このために、緊急時計画には、卓越した予想気象条件を考慮して、放射性物質放出の測定情報とプラント状況についての情報とに基づいて行われる対策の開始手順を含んでいることが必要である。この時期には環境モニタリングの最初の結果が得られるようになり、対策の導入を決定するのに役立つであろう。しかし、この段階では、将来どうなるかの予測は依然として不確かであるかもしれない。初期において考えるべき被曝の経路は次のとおりである：

- (i) プラント自体からの直接の放射線、大気搬送プルーム中の物質から放出された放射線、プルームから地表面に沈着した物質が放出した放射線、および大気搬送プルームから沈着した放射性物質による皮膚または着衣の汚染から受けるであろう直接の体外被曝；および
- (ii) 大気搬送プルームからの放射性物質の吸入によって起こるであろう体内被曝。

(8)

## 中 期

(17) 中期は、事故発生後数時間がたってから数日間までの期間である。施設から大気への潜在的放出の大部分はすでに起こってしまっており、放出は希ガスが主でないとするれば、放射性物質のかなりの量は地表面に沈着しているであろう。もし、事故がとくに重大で、高いレベルの地表面への沈着が、プラントからかなりの距離まで広がったとするれば、この詳細な緊急時計画の中で取り扱われているよりもさらにより遠い距離およびより大きな集団にまで対策を広げるために、この時期は時間的に延長されるかもしれない。同様に、いろいろな種類の原子力施設におけるある種の小事故に関しても、放射性物質の制御されない放出の期間がかなりの日数にわたることがあり、このような場合にも中期の期間は広がるかもしれない。この時期のもっとも重要な被曝経路は次のとおりである：

- (i) 体外被曝は、主として地表面に沈着した放射性物質から起こるが、放出が長びくようなある種の事故では、ブルームからの直接 $\gamma$ 線もあるであろう；および
- (ii) 体内被曝は、主として直接に汚染された水あるいは食料品、または汚染地域から供給された牛乳のような農産物の経口摂取から起こる。吸入はそれより可能性の少ない経路であるが、もし、地表面に沈着した放射性物質のかなりの再浮遊が起こるとすれば、考慮すべきである。もし、放出が長びく場合にはブルームからの吸入も起こるであろう。

(18) 中期においては、適用できる対策の導入についての意志決定に環境モニタリングの結果を利用できるはずである。この時期に含まれる期間においては、公衆の構成員の被曝を今後制御するための助言をするために、緊急時計画は、地方および国の当局の代表者を含む専門家グループとの協議を含むべきである。このグループの構成を、緊急時計画の中に含ませるべきであり、この

時期における環境データの入手と対策の履行の両方についての大きな指針を前もって作っておくべきである。この専門家グループは、環境モニタリングデータの解釈を確認し、敷地外における結果に関する公衆のための情報の作成を援助し、また予見されない何事かが起こった際の公衆の防護について助言するようにしておくべきである。このグループは、プラント状況の展開に関する情報提供を受けられるようになっているべきである。

### 復旧期

(19) この時期は、通常的生活状態にもどすことに関する決定が行われる時期であり、長期間にわたるかもしれない。プラントの修復が行われる時期はこの期間の中には含めない。この時期の目標は、初期あるいは中期に導入された諸対策を撤回することであろう。家の建て込んでいる地域および農地の汚染を減らすための方策が必要であるかもしれない。被曝のおもな経路は中期と同様で、

(i) 地表面、道路上、建物などに残っている放射性物質からの体外被曝、

(ii) 汚染食料品あるいは汚染区域から供給される農産物の経口摂取、あるいは再浮遊物質の吸入による体内被曝、

であろう。対策を撤回するための根拠は、放射性汚染が、放射性崩壊あるいはウエザリング\*、および、計画的な除染活動の適切な組合せによって、十分に減少していることである。これらは互いに排他的な手段ではなく、必要ならば組み合わせて行うべきである。復旧期の意志決定には、多くの社会的、経済的、および技術的入力が必要とされるであろう。

---

\* 訳注 風雨による除染。

## D. 事故の際に問題となる生物学的影響

(20) 原子力施設での事故において重要な生物学的問題は、放出される放射性核種の組成と量によって異なる。放射線の有害な影響には、身体的影響と遺伝的影響がある。身体的影響は照射を受けた本人に現れ、遺伝的影響はその人の子孫に現れる。身体的影響は確率的影響あるいは非確率的影響のいずれかである。非確率的影響は、高レベルの放射線を受けたのち短時間のうちに発生しうるもので、その影響の重篤度は線量とともに変わり、しきい値があるであろう。確率的影響は、一般には照射後長期間を経て現れ、その影響の重篤度ではなく発生の確率がしきい値のない線量の関数と考えてよい。

### 非確率的影響

#### 個人の照射の早期影響

(21) 非確率的影響は、十分高い線量が与えられればいかなる臓器または組織にも発生しうる。ここでは、原子力施設からの事故的放出によってもっともリスクがありそうなことがわかっている臓器および組織への影響に限定して考察する。十分高い線量での全身照射は、嘔吐をひき起こし、もっと高い線量ではさらに、骨髄細胞の欠乏により早期死亡が起こるのであろう。かなりの量の放射性物質の吸入は、肺に短期間に高線量を与え、肺機能の永久損傷、および早期死亡さえもひき起こす。胃腸管の著しい照射は早期死亡に至ることがあるが、原子力事故では骨髄の照射の方が制限因子となる場合が多いであろう。最後に、ある臓器または組織に対する高線量照射の結果非致死性の影響が起こるのであろう。このような影響には、甲状腺機能低下（甲状腺の線量は、ある種の事故では、他の臓器よりも高くなるであろう）、生殖能力の低下、皮膚損傷お

よび白内障がある。

### 線量反応関係および線量算定上の量

(22) 一般に、非確率的影響の線量反応関係はシグモイド型で、しきい値がある。この関係は、被曝集団の50%にその影響が現れると予想される中央線量およびこの中央値での勾配によって特徴づけられ、この2つとも影響として何を考えるかによって変わる。この線量反応関係は、通常は急性被曝に対して使われ、被曝期間が延びるとこの影響についての中央線量は高くなると予想されるはずである。10(a)項に述べた原則は、非確率的影響についての該当するしきい値よりも低いレベルに線量を制限することによって達成できるので、しきい値のデータを付録Aに示すことにする。このデータは、それよりも低ければこれらの影響が起こりそうもない線量のレベルを確認するために選ばれたものである。

(23) 低LET放射線については、吸収線量という線量算定上の量が、非確率的影響の発生率を推定するのに適している。 $\alpha$ 放射性物質の放出を伴う事故の場合には、吸収線量だけではリスクを算定するのに十分でない。起こると思われる線量範囲と影響の種類とに関する急性 $\alpha$ 線照射の生物効果比を考慮に入れた係数を、吸収線量に乗ずるべきである。いくつかの指針を表C1に示す。

### 確率的影響

#### 照射の晩発影響

(24) 発生するかもしれない確率的影響は、晩発性の身体的影響と遺伝的影響である。おもな晩発性の身体的影響は、被照射集団に現れる致死がんと非致死がんの発生率の増加であり、これらの発現は照射後数十年間に分布することがある。さらに、非致死がんは生活の質を相当に悪化させる肉体的あるいは精神的影響を伴うであろう。また、確率的な遺伝的影響も、生殖能力のある集

(12)

団構成員の生殖腺の照射にひき続いて発生するかもしれない。

### 線量反応関係および線量算定上の量

(25) 直線的線量反応関係が事故の際の確率的影響の全発生率を推測するために実際に用いられ、適切な線量算定上の量は線量当量である。通常の放射線防護で遭遇する線量レベルにおける個人のリスクを表すために実効線量当量という量を用いることが委員会によって勧告されている。もっと高い線量レベルにおいては、非確率的影響の発生可能性があるため、放射線によるリスクを表現するための適切な量として実効線量当量を使用することは適切でなくなる。たとえば、もし全身照射ならば非確率的影響は発生しないであろうような実効線量当量に相当している場合でも、個々の臓器線量が高いと非確率的影響が発生しうる。また事故の際には、非致死がんの発生率の高い臓器がとくに被曝する可能性もあり、この場合にも実効線量当量は放射線リスクを表す適切な量ではない。

(26) これらの理由から、緊急時計画の立案の際、確率的リスクを表現するための適切な線量算定上の量は、特定の臓器および組織の線量当量である。ある事故で個人のいくつかの臓器が照射され、いずれの臓器も参考レベルを超えていないならば、そのときには実効線量当量を計算することになる。実効線量当量 ( $H_{eff}$ ) のレベルが  $0.5\text{ Sv}$  より低い場合に  $H_{ref}$  を全身の参考レベルと比較すべきである。

(27) 被照射集団における確率的影響の予想発生率は、臓器および組織に対する線量当量の推定値が与えられれば、リスク係数を用いて推定することができる。ICRP Publication 26 では次のように述べられている (29項)<sup>1)</sup>：

“しかし、多くの例では、リスクの推定値は、高線量率で与えられたもっと大線量の照射から導き出されたデータによっている。これらの例においては、小線量あるいは低線量率で与えられた線量での被曝における単位線量当



たりの効果の頻度の方がより低くなりそうである。それゆえ、リスクの相違がおそらくあるということを経済するための係数をこれらの推定値にかけて、その値を減らすのが適切であろう。後に議論するリスク係数は、したがって、できるかぎり実際に放射線防護の目的に適用できるように選定されている。”

したがって、原則的には事故照射に伴う確率的リスクを推定するために用いる係数は、同じ倍数を乗じて増加すべきである。しかしながら、事故の際には、線量推定の不確かさはリスク係数のそれよりも通常は大きく、さらに集団線量の大部分は個人が受けた低いレベルの線量の寄与であろう。したがって、緊急時計画においては、ICRP Publication 26 で勧告されたリスク係数を使って致死がんのリスクを解釈することで十分である。データおよびもっと詳細な考察を付録Aに示す。

### 子宮内照射

(28) 体外照射による子宮内被曝の場合には、催奇形影響は、放射線感受性が違うため、成人における非確率的影響とは異なる。十分高い線量による発育中の胎児への古くから知られた影響は、肉眼的先天異常、発育遅延および死亡である。また、体内照射の場合には、細胞の代謝の違いによりリスクは異なるであろう。例としては、甲状腺が生化学的機能をもつに至る前の胎児による放射性ヨウ素の取込みおよび石灰化前の胎児の骨の照射がある。さらに、胎児の照射後には発がん、および最近の知見によると、重篤な知恵遅れが発生することがある (A 11 項参照)。

## E. 対 策

(29) 公衆の構成員の被曝を減らすために適用することのできるいかなる対策の実施も、関係する人々に対して、健康への直接のリスクのみならず、いくぶんかの社会的および経済的な混乱も含む、いくらかの損害をもたらす。そのうえ、異なる対策は異なるレベルのリスクを伴い、また、何らかの与えられた対策の実施に伴うリスクは、それが適用される時と場所によって異なる。

(30) すべての対策は通常的生活状態に多少とも支障をきたす。考えられる対策の範囲が、それらが該当する経時的な時期ごとに表1に示されている。

表 1 事故の各時期にとられる対策 (付録 B も参照)

初 期	中 期	復旧期
屋内退避およびその場で用意 できる呼吸防護	屋内退避	—
安定ヨウ素投与	安定ヨウ素投与	—
避 難 (B 10 項参照)	避 難	—
立入制限	立入制限	立入制限
	移 転	移 転
	人の除染	—
	食料品と水の管理 と備蓄飼料の使用	食料品と水の管理 と備蓄飼料の使用
	医療処置	—
		地域の除染

照射の経路は、個々の経路についての有効な対策とともに表2に示されている。人間にただちに便益をもたらすものではないが、長期的な価値をもつ一つの対策としては、食物の源である家畜を汚染した牧場から移動させ、汚染していない家畜飼料で飼育する方法がある。しかし、この対策の発動が早ければ早いほど線量の減少は大きいであろう。

表 2 各々の被曝経路に対して利用できる対策 (付録 B も参照)

被 曝 経 路	利用できる対策
ブルーム中の放射性核種からの体外放射線被曝	屋内退避, 避難, 立入制限
ブルーム中の放射性核種の吸入による体内放射線被曝 (体内汚染)	屋内退避とその場で用意できる呼吸防護安定ヨウ素投与, 避難, 立入制限
ブルームからあるいは放射性核種の地表面沈着から沈着した放射性核種による個人の体表面汚染	屋内退避, 避難, 立入制限, 除染
放射性核種の地表面沈着からの体外放射線被曝	屋内退避, 避難, 移転, 立入制限, 除染
再浮遊した放射性核種の吸入による体内放射線被曝 (体内汚染)	避難, 移転, 立入制限, 除染
汚染した食物と水の経口摂取による体内放射線被曝 (体内汚染)	食物と水の管理と備蓄飼料の使用

(31) これらの対策の便益およびそれに伴うリスクと困難さに関する考察を付録 B に示す。

## F. 意志決定のための原則

(32) いかなる対策も、それを導入するという決定は、影響を受ける個人に対するリスクと損失とのバランスに基づいて行われるべきである。もし想定線量が、重篤な非確率的影響が起これると予想される大きさであれば、対策の導入はほとんど確実であろう（図1参照）。対策を導入することによる害の程度は、対策の種類およびそれが適用される状況によって異なる。したがって、一般的には、ある一つの対策を導入するかどうかの決定をする場合の原則は、その導入によってもたらされる社会的費用およびリスクが、導入によって避けることができる放射線量のリスクよりも小さいようにすべきである、ということである。しかしながら、事故のときの時間スケールから考えて、初期に適用しうるある対策の導入を想定線量に基づいて行うことがつねにできるとはかぎらず、むしろ、プラント状況の検討あるいは大規模な放出が起これているという認識に基づいて、決定される。

### 個人線量の範囲の設定

(33) 種々の対策を実施することに伴うリスク、困難さ、混乱および動揺は大きく異なっており、したがって、ある対策を導入すべき線量レベルは、これらの考慮によって影響を受ける。介入レベルは、影響を受ける特定の集団、その地理的分布、社会的その他の諸条件、そのときの卓越する気象条件および事故拡大の可能性に適応できるように、適用に十分な柔軟性がなければならない。

(34) これらの理由から、そのレベルになれば特定の措置をつねに必要とするような普遍性のある単一の介入レベルを設定することは、可能でない。一

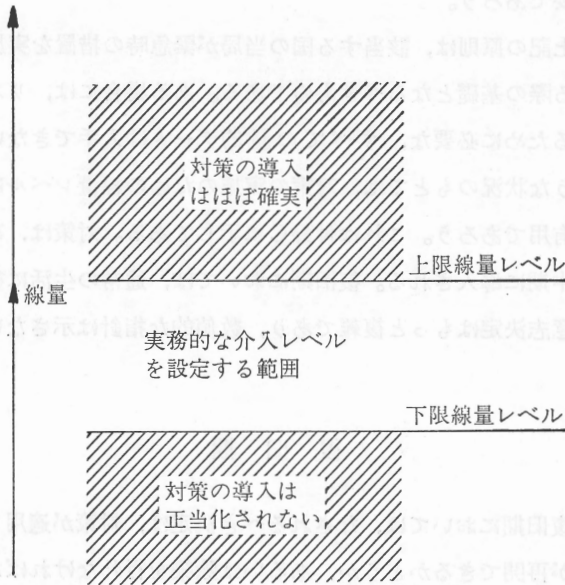


図1 各々の対策が適用できる線量分類の模式図

方、放射線防護の立場から、個々の対策ごとに、それより少ない線量では対策の導入が正当とされない下限レベル、および、対策の実施がほとんど確実に試みられてきた上限レベルを決めることは可能なはずである。これらの2つレベルの間の線量範囲が、緊急時計画の作成の際に、実務的な介入レベルを設定すべき範囲である。これを図1に図形的に示す。

(35) 実際には、措置がとられる線量レベルは、特定の対策が導入されない場合想定線量とすべきである。対策の効果は完全ではないであろうし、対策の実施中にある程度の線量を受けると思われるから、実際に避けられる線量は想定線量よりも低いであろうことは明らかである。

(36) さらに、緊急時特殊モニタリングプログラムの一部である測定の結果の解釈を容易にするために、あらかじめ誘導介入レベル（たとえば、「介入レベル」に対応した空気、水および食料品中の放射性核種の濃度）を決めてお

(18)

くことが必要であろう。

(37) 上記の原則は、該当する国の当局が緊急時の措置を実施すべきレベルを指定する際の基礎となるべきものである。ある場合には、リスクのバランスを決定するために必要な、すべての量的データは入手できないかもしれない。このような状況のもとでは、対策の実施のための線量レベルに関する一般的な指針が有用であろう。これは付録Cに示してある。対策は、事故放出後の初期および中期に導入される。復旧期においては、通常の生活に復帰することについての意志決定はもっと複雑であり、数値的な指針は示さないが、以下に考察する。

### 復 旧 期

(38) 復旧期においては、なされるべき決定は、対策が適用された地域で通常の生活が再開できるかどうか、あるいは除染を行わなければならないかどうか、または、代替生活の準備をしなければならないかどうかである。この決定にあたっては、ある対策を継続して適用することに伴う危険性あるいは社会的費用が、対策の継続によるリスクの低減によって正当化されなければならない。通常の生活にもどることを許すことの決定に影響を及ぼす要因は、敷地によって大いに異なる。たとえば、影響を受けた地域の諸活動の種類、避難あるいは移転した集団の大きさ、1年のうちの時期、除染の容易さおよび自分の家庭にもどることに関する集団の態度は、意志決定の過程で比較検討しなければならない諸要因のいくつかである。

(39) ある対策を継続するかどうか、あるいは、措置を追加して潜在的な被曝レベルを減少させるかどうかを決定する過程は、防護の最適化の過程とかなり似た過程を含むべきである。汚染した地域にもどることによって被曝するであろう集団に対する放射線損害の費用、および、対策を継続することの損害の費用あるいは放射線損害を減少させるためのその他の対策の費用を加え合わ

せ、その合計について最小値を求めるべきである。

(40) 以前に汚染していた地域に住民集団がもどることを考える場合、もどった後に受けるであろう放射線損害の費用は、その線量になるともどることが許される個人線量当量のレベルとともに増加する。一方、その線量になるともどることが許される個人線量当量のレベルを低くすれば、対策の適用期間を延ばしたことの全費用も被曝を減らすための追加の対策の費用も増加する。この状況における費用便益分析の適用を図2に示す。放射線損害の費用と対策の費用の合計の最小をとることによって、防護が最適化される個人線量当量のレベル ( $H_{opt}$ ) が確定される。

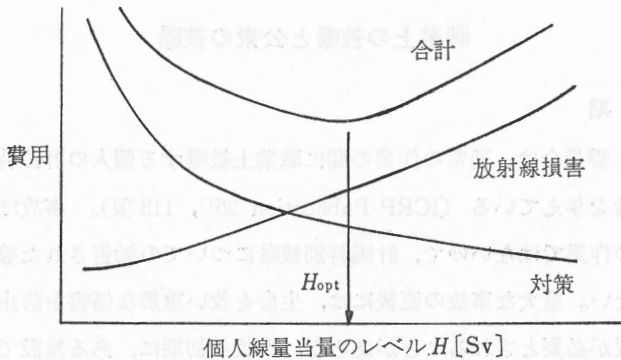


図2 対策を撤回するための最適線量レベル  $H_{opt}$  の決定

(41) この費用便益分析の結果として、もし、個人線量当量の最適レベル  $H_{opt}$  が、社会に容認されると思われるものよりも大きいレベルの個人線量当量（したがって、リスク）になったとすれば、たとえそのリスクレベルが任意の個人にとっては容認できるものであったとしても、費用にかかわらず、さらに救済措置が必要とされる。

(42) ある住民集団の個人線量当量の最適レベルが、初期あるいは中期にその集団に対策が導入されたときの個人線量当量レベルよりも低いならば、汚染を減らし、この線量当量の最適レベルを達成するための方策がとられるべき

(20)

である。個人線量当量が  $H_{opt}$  を超えたが、対策が導入されたときの個人線量当量レベルよりも低かった住民集団に対しても、そのような方策の導入が考慮されるべきである。このグループに対する  $H_{opt}$  の適切な値、 $H_{opt}^1$  を決定するために、上述した最適化のやり方が、この新しい住民集団に適用されるべきである。

(43) 健康損害が異なれば対策の費用も異なるから、このもう一つの値、 $H_{opt}^1$  は通常  $H_{opt}$  とは異なる。もし、 $H_{opt}^1$  の値が、それまで対策の対象にならなかった住民集団が実際に受けている線量当量よりも小さい場合には、線量当量を減らすために適切な措置、たとえば除染が考慮されることになるであろう。

## 職業上の被曝と公衆の被曝

### 初 期

(44) 委員会は、通常の作業の間に職業上被曝する個人の計画特別被曝に関する指針を与えている (ICRP Publication 26<sup>1)</sup>, 113 項)。事故は定義によって通常の作業ではないので、計画特別被曝についての勧告された線量当量は適用されない。重大な事故の直後には、生命を救い重篤な傷害を防止するために緊急措置が必要とされることがあろう。事故の初期に、ある施設で職業上被曝する作業員には、設備を制御のもとにもどそうとして措置を実施することが求められることがある。この場合には、年線量限度を超えて被曝することがありうる。

(45) そのような状況に対して線量の制限値を特定することは可能でないし適切でもない。そのような緊急状況下においてかなりの過剰被曝を伴うような措置を行う作業員は志願者であるべきである。そのような志願者がでてくることになりそうな作業員のグループは、通常の訓練の一部として、線量限度を超えた被曝からのリスクについての知識を与えられるべきである。とくに、その目的を重篤な非確率的影響の防止におくべきであり、したがって、受ける線



量（低 LET 放射線）は全身で 0.5 Gy,あるいは、実際に選択的に照射されるかもしれない任意の臓器または組織に対し 5 Gy を超えるべきでない（付録 A, A2～A7 項）。

(46) 作業者は公衆の構成員の被曝を減らすという特定の目的で、施設において措置を講ずることを要求されるかもしれない。もし職業上の年線量当量限度を超える作業者を出さないで、敷地外の被曝を大幅に減らすことが不可能ならば、公衆の構成員に対し対応する対策が確実にとられるような線量当量よりも大きい線量当量を作業者が受けることを防ぐための措置が講ぜられるべきである。数値的指針は、付録 C から導き出すことができる。

### 中 期

(47) 中期の間には、事故が起こったプラントは一般には制御のもとにおかれている。この場合には、敷地外の被曝を防ぐために、敷地内の者が過度の職業上の被曝をする必要はほとんどないはずである。液体または大気搬送物の形で捕集されてプラントの閉じ込めシステムの中に残っていた放射性物質を排出する必要があるか、あるいは放出がかなり長びき中期まで継続したかのいずれかの場合には、この職業上の被曝と公衆の被曝とのかね合いを考慮する必要があるかもしれない。作業者の被曝は、計画特別被曝の限度、すなわち任意の一事象について年限度の 2 倍、生涯にはこの限度の 5 倍に制限するように管理すべきである。

### 復 旧 期

(48) 職業上の被曝は、住居、工場および農地の除染その他の措置から起こるであろう。これらの被曝も長期間にわたることがあろう。この場合には、関与する作業員たちの放射線被曝の管理は、職業上の被曝に関する ICRP の線量制限体系に基づくべきである。

## 付録 A：事故被曝に伴う健康上のリスク

### 非確立的影響

#### 個人の急性照射

(A 1) 非確率的影響は、十分高い線量を照射されたいずれの臓器または組織にも現れ、生物学的反応およびしきい値は、臓器または組織により異なる。この問題の包括的な検討は、UNSCEAR<sup>20)</sup> および委員会 (ICRP Publication 41<sup>18)</sup>) により与えられている。この付録のデータは、緊急時計画に関連したものであり、ICRP 報告書に基づいている。おもな目標は、それ以下では照射された集団の中に非確率的影響が起ころうにない線量レベルを確定することである。放射性核種の事故放出のあとで非確率的影響が発生するかもしれない臓器および組織は、主として骨髄、肺、甲状腺および皮膚である。放出されやすい核種の組成から考えて、骨髄に対する放射線損傷が原子力発電プラントからの事故放出についてもっとも重要であろう。

(A 2) 事故の初期段階で、十分高い線量率の透過性放射線に全身あるいは身体のかなりの部分が急性被曝することにより、骨髄の均一照射が起こると、数週間以内に死亡する。60日以内の中央致死線量 ( $LD_{50/60}$ ) は、2.5Gy から5 Gy の範囲と考えられる。約1.5Gy よりも低い場合には、早期死亡の可能性はほとんどない<sup>21)</sup>。遷延被曝の場合にも、骨髄細胞欠乏による早期死亡の可能性は減少するであろうが、そのような被曝を終結させるための措置が早い段階で十分とられるであろうから、実際には重要ではないであろう。したがって、事故初期において全身線量が約1Gy を超えないならば早期死亡が発生するはずはない。

(A 3) 肺の被曝は、体外被曝あるいは放射性雲からの吸入に伴う体内汚染によるものがありうる。体外被曝は急性であろうが、吸入の場合は、肺に対する線量蓄積の率は事故放出物の同位体組成によって異なるであろう。死亡の発生は、線量蓄積のパターンによって大きく異なるようで、蓄積の率が早ければ早いほど死亡をひき起こす線量は低い。一般的には、死亡のしきい値は、低 LET 放射線 で全肺に対して約 15 Gy であり<sup>4)</sup>、中央致死線量は 20 Gy から 30 Gy の間にある<sup>18)</sup>。したがって、放射線肺炎による早期死亡は、放射性物質の急性の吸入により肺線量が 10 Gy を超えなければ発生しないはずである。

(A 4) 肺の高線量被曝の結果、非致死障害、とくにのちに線維症となる、より軽症の肺炎が発生することがあり、これは健康上の永久の損傷として残る。この場合も、低 LET 放射線に関しては、ある与えられた線量が遷延すると、肺炎の程度は軽くなる。反対に、高 LET 放射線は、線量率が減少しても単位線量当たりの発生率の減少を示さないようである<sup>5)</sup>。この疾病の発生は、低 LET 放射線に対する急性体外被曝で 5 Gy を超えたところにしきい値があり、中央値は約 10 Gy であると思われる。遷延照射に関しては、中央値は数週のうち線量が与えられた場合約 30 Gy (低 LET) であろう。高 LET 放射線を放出する核種による線量は数年にわたって与えられることがある。したがって、肺の吸収線量が 5 Gy より低い場合には、肺の疾病の発生は予想されないはずである。

(A 5) 全身に 0.5 Gy をいくぶん超える線量を 1~2 日以内に受けた場合には、嘔吐が起こりうる (21 項参照)。この線量では、脱水および電解質の不均衡をひき起こすかもしれないが、再発したり、永久障害をひき起こすことにはなりそうにない。しかし、このような人々の数は、早期死亡および肺炎を含むその他の早期影響を経験する人々の数よりも多くなりうる。線量反応関係は、人間のデータから確立されている<sup>6)</sup>。全身線量が 0.5 Gy よりも低い場合には、嘔吐が起こることは予想されないであろう。

(24)

(A 6) 甲状腺の機能全喪失は、2週間にわたる約300Gyの線量で発生するであろう<sup>19)</sup>。甲状腺機能低下のような甲状腺の非致死性の機能障害は、10Gyを超える甲状腺の急性照射によって発生するようであり、粘液水腫はそれよりもかなり高い線量で出現する<sup>7,18)</sup>。したがって、非確率的影響は甲状腺の線量が10Gyより低い場合には発生しないはずである。

(A 7) 皮膚は、プルームから直接に、あるいは皮膚と着衣に付着した放射性物質から、照射を受けることがある。もっとも早期に観察可能な皮膚影響である一過性紅斑についてのしきい値は、短時間の照射で6Gyから8Gyの間(低LET)にあるようである。もっとも重篤な影響を生ずるためには、もっとずっと高い線量が必要とされる。毛のう損傷についてのしきい値は、紅斑のしきい値よりも低く、3Gyから5Gyの範囲の線量(低LET)で一過性の脱毛が起こるであろう<sup>18)</sup>。被曝が遷延するとしきい値は高くなり、紅斑については30Gyまで、脱毛については50~60Gyまでの値となるであろう。したがって、皮膚に対する影響は3Gyよりも低い線量では生じないであろう。

表A1 非確率的影響が避けられる臓器および組織の線量レベル

臓器/組織	非確率的影響	線量 (Gy)
全身	嘔吐	0.5
骨髄	死亡	1.0
皮膚	短期間の紅斑, 一時的脱毛	3
肺	肺炎	5
肺	死亡	10
甲状腺	非致死性異常, 粘液水腫および機能全喪失	10

### 確率的影響

#### 照射の晩発影響

(A 8) ICRP Publication 26<sup>1)</sup>において、リスク係数はできるだけ放射線防護の目的に実地に適用できるように選定されたと述べられている。これらリス

ク係数は男女両性および全年齢の平均の値で、表A2に示す。これらリスク係数は、いくつかの身体臓器または組織の照射後に生ずる致死がんの発生率と、防護に関連する範囲の線量レベルでの被曝による最初の2世代における遺伝的な欠陥のリスクとを表している。

表A2 致死がんおよび遺伝的欠陥に関するICRPのリスク係数

組 織	リスク係数 (Sv <sup>-1</sup> )
生殖腺	40×10 <sup>-4</sup> *
乳 房	25×10 <sup>-4</sup>
赤色骨髄	20×10 <sup>-4</sup>
肺	20×10 <sup>-4</sup>
甲状腺	5×10 <sup>-4</sup>
骨	5×10 <sup>-4</sup>
すべての残りの不特定の組織	50×10 <sup>-4</sup>

\* 初めの2世代における遺伝的欠陥

(A9) 全身照射後の非致死がんの発生率は、致死がんの発生率の2~3倍であろうと考えられており、非致死がんは、乳房、甲状腺、および皮膚に主として発生する<sup>17,22)</sup>。事故の状況下では、甲状腺の照射が選択的に起こるのであるから、非致死がんの発生率に配慮すべきである。放射線により誘発される種類の甲状腺がんで行きとどいた治療を受けたものの致死率は、10%より小さいようである<sup>8,10)</sup>。したがって、表A2に示された甲状腺の致死がんに関する平均リスク係数は、発生率としては10<sup>-2</sup>Sv<sup>-1</sup>のオーダーに対応する。

(A10) 吸入あるいは経口摂取されたいくつかの放射性核種は、長い物理的半減期と生物学的半減期をもっており、おそらく数十年の期間にわたって体内臓器を照射し続けるであろう。この場合には、照射の期間にわたる積分線量すなわち預託線量を用いると、放射線の単一線量を受けた時点と、明らかな腫瘍発生時点との間に潜伏期間が存在するために、リスクを過大に評価する傾向がある。一般には、この過大評価の程度はファクター2以内であろう。緊急時計画のためには、この2というファクターは、表A2に与えられた確率的リスク

(26)

を補正する必要があるほど大きいと考えなくてよい。放射性物質の地表面への沈着による長期間にわたる体外照射にも同じ結論が適用できる。

### 子宮内照射

(A11) 子宮内照射については、胎児に対する中央致死線量は、その発育段階が進むにつれて増加し、約1~3Gyの間で変わる<sup>9,21)</sup>。妊娠の初めの数週間間に、0.1Gyよりも低い短期間の被曝をした場合、催奇形影響が起こるといふ証拠はない<sup>21)</sup>。したがって、この早い時期に胎児がこのレベルの線量を受けたのちに害が生じる可能性はほとんどないはずである。しかしながら、最近の知見<sup>11)</sup>では、受胎後約8~15週の期間に照射されると、重症の知恵遅れが $0.4\text{Sv}^{-1}$ のリスク率で起こり、現在のところはっきりとしたしきい値を示さないことが示唆されている。このリスクは、15週以降の照射では小さくなり、しきい値があるかもしれない。また、8週より前ではそのようなリスクは見出されていない。

(A12) 胎児の照射に関する致死悪性疾患のリスクは、若い成人についての値と比較して、平均して同じ程度かあるいはおそらくわずかに高いようであり<sup>10)</sup>、 $(2\sim 3)\times 10^{-2}\text{Sv}^{-1}$ である。

## 付録 B : 対策に伴うリスク, 便益および困難

### 初 期

(B 1) 事故の初期に適用され、かつそのための介入レベルを設定することが必要な対策は、

- (a) 屋内退避とその場で用意できる呼吸防護,
- (b) ヨウ素の同位体が放出された場合には安定ヨウ素剤の投与,
- (c) 避難,

である。この時期には、対策を導入するための決定は、プラントの状態に基づいて、あるいは大量放出が起こっているという認識に基づいて、行われるであろう。影響があったか、またはその可能性のある地域への人々の出入りを管理するための決定は、他の初期の対策の一つを課すための決定に自動的に従うべきであるので、立入制限はある特定の介入レベルを必要としないはずである。

(B 2) 緊急措置を計画する際の一つの不可欠なことは、被曝が起りそうであるかまたはすでに被曝している住民集団に迅速に情報を伝達することができるようにすることである。この情報伝達は、屋内に入ってラジオの決められたチャンネルを聞くよう人々に指示するサイレンその他の信号によって行うことができるが、状況によっては、移動広報システムまたは警察官とか消防士など、担当官の戸別訪問によって実施することもできる。

### 屋内退避およびその場で用意できる呼吸防護

(B 3) 放射性物質の大気搬送プルームからの個人の潜在的な被曝を減らすための一つの簡単な対策は、その人々に屋内に留まるようにすすめることであ

(28)

る。この方法は、建造物の種類、たとえば、木造か、レンガ造りか、あるいはコンクリートブロック造りかによるが、体外放射線被曝を、1/2から1/10に減らすであろう。しかも、建物が大きいほどこの低下率は大きいようである。もし窓とドアを閉じ、換気系がある場合にはそれを停止すれば、放射性物質の吸入による線量と身体汚染による線量を減らす可能性がある。低下率は変わりやすく、放射性核種の建物への侵入を許す経路により大気搬送放射能を効果的にろ過できるかどうかによって依存する。ブルーム通過後、窓をあけたりあるいは換気系を起動するようただちに助言することは、屋内にすでに侵入していた核種からの線量を低くおさえるのに必須である。そのうえ、ぬれたハンカチやタオルなどその場で用意できる呼吸防護を行うならば、放射性物質の吸入による線量を1/10まで低下させることができる<sup>2)</sup>。

(B 4) 屋内退避に伴うリスクと害は、退避が比較的短い期間すなわち数時間以内に行われるならば、小さい。12~24時間を超える期間に及ぶ計画されない長期の屋内退避は、社会的、医学的およびその他の問題をひき起こしうるであろう。屋内退避が導入されたときに家族の中で家にいなかった者の所在についての大きな不安も生ずるのである。産業活動が中断されるような場合を除けば、おそらく財政上の損失は少ない。

(B 5) したがって、屋内退避は、短時間の強制ならば損失をほとんど伴わない効果的な対策で、事故の初期に容易に実行できる対策と見なされる。屋内退避を実施したことの利点は、その集団が管理下にあり、たとえば避難とか実施中の対策の中止のような次の対策の導入が容易であることである。

### 安定ヨウ素の投与

(B 6) 安定化合物の投与により、放射性核種その他ある種の毒物が特定の臓器に取り込まれることを阻止したり、抑制したりすることができる。安定ヨウ素化合物はその一例で、ヨウ化カリウムまたはヨウ素酸カリウムは、甲状腺



に達する放射性のヨウ素同位体の量を減らすのに有効である。これらの化合物は、吸入あるいは経口摂取された他の放射性核種からの線量を減らすことはないであろう。ヨウ素-131の摂取後、甲状腺中の放射能は1~2日で最大に達し、約6時間以内に最大値の50%に達する<sup>12)</sup>。大量の食事をその間に摂らないならば、100mgの安定ヨウ素の投与後5分以内で甲状腺によるヨウ素の取込みは通常阻止される。大量の食事を摂った場合には、阻止は30分まで始まらない<sup>13)</sup>。

(B 7) 放射性ヨウ素にさらされる前、あるいはさらされた後できるだけ早く、錠剤を服用することによって、安定ヨウ素の最大の効果ははっきりと得られる。ヨウ素-131の単一摂取の後6時間目の投与でさえ、潜在的な甲状腺線量を約1/2に減らすことができるが、投与が遅れて摂取の1日後になると、減少はほとんど期待できない。利用できる時間スケールが短いため大きな住民集団が関係するならばとくに、安定ヨウ素の配布は実際的な問題を生ずるのである。したがって、国の当局は、影響を受けた集団が安定ヨウ素を確実に入手できるようにするもっとも効果的な方法を慎重に検討すべきである。

(B 8) 大部分の住民集団にとっては、安定ヨウ素の投与に伴うリスクは非常に小さいようである<sup>12,14)</sup>。現在の知見によると、住民中の特定のグループを、たとえば、妊婦、新生児あるいは乳児のグループを、成人と違った処置を行うために選び出すことを考慮する必要はない<sup>14)</sup>。ある地域では、食物中にヨウ素が欠乏していて、甲状腺疾病の自然発生率が高い集団は、安定ヨウ素の投与に過敏であるかもしれない。このような住民集団が一原子力施設の近傍にいて確認できる場合には、この対策の実施を勧告するかどうかを決定するときに、安定ヨウ素の投与によるこの人々の高いリスクについて考慮を払わなければならない。

## 避 難

(B 9) 初期にとる対策のうちで、避難はもっとも混乱をまねくものである。適切に実施されなければ重大な結果をまねくであろうから、大きな住民集団にこのような方策を導入することの決定は、非常に難しい。しかし、十分な警告時間があれば、適切に管理された予防的避難は、影響の及ぶ可能性のある住民にとってすべての経路からの被曝を避けるか制限することが可能であるはずである。避難の決定を行う際の難しさは、施設の今後の状況、予測線量、および影響の及ぶ地域を予想することが不確かな中で、起こりうる照射からの危険性が、避難に伴うリスク、不安および混乱を正当化するのに十分大きいかどうかを判断することにある。緊急時計画の事前の作成で考慮する必要のあるいくつかの要因には次のものが含まれる：

- (a) 事象の大きさと特徴、
- (b) 避難すべき人々の人数とその状態、たとえば病院、刑務所および老人施設あるいは身障者施設にいる人々、
- (c) 利用できる避難経路、輸送手段および対策をとるのに要する時間、
- (d) 利用できる適切な収容センター、その場所、施設など、
- (e) 卓越する気象状態。

(B10) 避難には時間を要するので、事故放出の初期においては、比較的近距离で特定の地区のみに有効であろう。避難を行う理想的な時刻は、放射性物質のプルームが到達する前である。そうでなくて、プルームの通過中に避難が行われるならば、屋内退避をするよりいわれた場合よりも個人は高い線量を受けることになるであろう。例外はもちろんあり、それは事故が進行しそうであって、現在放出中であるが今後もかなり大量の放出が予想され、初期の避難がなお正当とされるような場合である。

(B11) 避難に伴うリスクは比較的小さいとしばしば述べられてきた<sup>15,23)</sup>。

しかしながら、たとえば老人、および病院、精神病院および刑務所にいる人々のように、リスクを考えるべき特別な集団がありうる。現実には、避難のために実際に利用できる定量的なリスクの数値はほとんどない。さらに、ある国での経験は他の国には適用できないであろうから、避難のリスクの定性的推定以上のものを得ることは難しい。この場合にも、家族単位がくずれ、家族の構成員が互いに連絡がとれなくなる場合には、社会的問題が生ずるかもしれない。

(B12) 地域社会の種類、たとえば住宅地区か商業地区か、および行われている活動の種類、たとえば工業か農業かは、社会的費用に影響し、その結果避難の考察に影響する。さらに、放出の起こる時刻は、時刻によって視界、交通渋滞等の状況が違い、被曝する可能性のある住民集団が違うために、避難のリスクに影響する。経済的および社会的な考察は、たとえば、人々の田舎からの避難の結果と都会からの避難の結果とは異なる。作業地域およびプラントの汚染のための産業施設の損失もありうるが、避難すべき住民の大きさを費用の指標とすることができる。土地、施設あるいは家屋がたとえ一時的であっても使用できないことから生ずる財政的および社会的費用はともに通常は高価であろう。国の当局は、緊急時計画を作成するにあたって、これらの点を考慮すべきである。

## 中 期

(B13) この時期に直面する主要な問題は、主として何らかの残存する地表面の汚染の問題である(17項参照)。体外被曝線量率がかなり大きければ、中期において屋内退避および避難さえも通常は考慮されるであろう。放出が中期まで長びくならば、ブルームからの直接の被曝と吸入を避けるために、この場合も避難が行われるであろう。

(B14) 中期において介入レベルを決めることが必要な、関連のある対策は次のとおりである：

(32)

- (a) 屋内退避,
- (b) 避難,
- (c) 移転,
- (d) 食料品および水の管理, および備蓄動物飼料の使用,

これらに加えて, この時期には次の考察が必要であろう:

- (e) 立入制限,
- (f) 人の除染,
- (g) 医療処置.

### 屋内退避

(B15) この時期には, 一時的な屋内退避により地表面に沈着した放射性物質からの体外放射線量を減少させることができる。構造物の種類によって1/5から1/50になると予想される<sup>2)</sup>。初期と中期の屋内退避のおもな相違は, 後者の場合長期にわたることがあるということである。中期の屋内退避では, その場で用意できる呼吸防護具の使用, あるいは, ドア, 窓および換気系をひき続き閉鎖することを指示することは適切でない。通常の生活に影響があるので, 長期間に及ぶ屋内退避は実施が困難であろう。たとえば, 家畜の世話をしたり, 作業したり, 必要なサービスを行ったりする必要が生ずるのである。前に述べたように (B5項), 屋内退避はリスクの小さい対策と見なすことができる。

### 避難

(B16) 環境中に沈着した放射性物質からの線量率が高ければ, 中期において避難の必要があろう。実施されるいかなる避難も, 初期について述べた困難とリスクをこうむるのである。初期あるいは中期の早い時期にすでに避難していた住民集団は, 沈着した放射性物質からの慢性的放射線被曝を避けるために

再移転する必要があるかもしれない。

## 移 転

(B17) 移転は、おもにこの措置がとられる期間によって、避難とは区別される。線量率が避難を必要とするほど高くはないが、長期間にわたってかなりの値でありそうならば、影響のある区域から、住民を管理しながら移動させることが必要であろう。移転と呼ばれるこの移動は、数週間にわたって実施されよう。そして、この対策の継続期間は線量率の減り方に依存するであろう。この減り方は、放射性崩壊、ウエザリング過程、あるいは区域の除染活動によるであろう。

(B18) 移転に伴うリスクと困難は、住民集団の移転を前もって注意深く計画することができ、避難より比較的小さいリスクで管理できる点で、避難の場合と同じではない。しかし、家を離れる人々に精神的ショックを与えるであろうから、社会的な費用とリスクは高くなりうる。また、周囲と家が汚染しているかもしれないと感じている、まだ移転しない人々の間に不安と心配が生ずる可能性がある。したがって、責任当局にとって、汚染の範囲と程度を知ること、および、移転が実施されるかどうかを公衆に知らせることができるよう準備しておくことが重要であろう。汚染地域に大きい集団がいる場合には、より容易に管理される小さな地域の場合よりもリスクと社会的混乱は大きいであろう。

## 食料品と水の管理および備蓄動物飼料の使用

(B19) 放射性物質の事故放出に続いて環境汚染が生じ、それが食料品と水へ移行するかもしれない。食料品の汚染の場合、その管理に関する決定が必要となる前に、環境測定からのデータを入手するための時間があるであろう。牛乳中のヨウ素-131の放射能のピークは、単一放出の約48時間後に現れるの

で、牛乳に関する決定は、他の食料品に関する決定よりも急を要する。放牧された乳牛を牧場から移動させて、備蓄飼料を与えるのが早ければ早いほど、牛乳の汚染のレベルは低いであろう。一般には、飲料水系を通しての放射性核種の移行は、緊急に重要なことではなさそうであり、給水の管理についての決定は、モニタリングの結果を待つべきである。汚染した食料品の流通の禁止は、代替供給物が入手できると仮定して、集団が受けるリスクを最小とする対策と見なすべきである。

### 立入制限

(B20) 立入制限は、影響を受けた住民集団の屋内退避、避難あるいは移転を勧める決定にひき続き自動的に行われるべきであり、これは、その地域から外に汚染が広がることを少なくする利点と汚染地域に入ってこようとする人々の被曝を回避する利点をもっている。立入を制限することに伴う困難はおもに、この対策の実施期間が長びくことによるものである。この場合、人々は、自宅への行き来、家畜の世話、あるいは閉鎖された地域から物品または生産物の持ち出しを切望するかもしれない。

### 人の除染

(B21) 汚染したことがわかったか、その疑いがある個人に対し除染が必要とされるであろう。これはリスクの小さい対策であり、大量の水でシャワーを浴びること、および、あとで汚染のチェックが行われるまで着ていた衣服と靴を保管しておくよう人々に告げることで、簡単に目的を達することができよう。住民集団の避難あるいは移転を導入するためのいかなる決定も、人の除染のために遅らせるべきではない。

### 医療処置

(B22) 事故初期の対策が効果的でないような非常に重大な事象の場合のみ、公衆の構成員の医療処置が何らか必要となるであろう。線量が相当に高かった場合、急性放射線の早期影響について救護処置をとることが望ましいことがあり、それは別に述べられている<sup>3)</sup>。それより低い線量を受けた人々には、医療従事者による安心させるための処置と問題となる確率的リスクについての説明が必要であろう。また、対策が実施された指定地域の外の人々に対しても安心させるための処置が行われる必要がある。これらの人々は、介入措置を受けなかったのであるから、リスクのレベルは低いはずであるが、かれら自身、およびかれらの家族、保有する動物および財産について不安をもっているかもしれない。

### 復旧期

(B23) 復旧期のおもな特徴は、対策によって影響を受けた地域あるいは環境汚染が長期間継続している地域において、通常的生活状態をとりもどそうとする試みがとられることである。段階的に解除する必要がある対策は次のとおりである：

- (a) 移転、
- (b) 立入制限、
- (c) 食料品と水の管理および備蓄動物飼料の使用。

この時期には、汚染を減らして線量レベルを制限するための方策がとられる。おもな方策は次のとおりである：

- (d) 除染、
- (e) 汚染の固定、
- (f) 放射性核種の移行に対するバリヤの導入。

住宅地区，産業地区，および農業地区の除染の問題を扱うための詳細な手順は複雑で，この報告書の範囲をこえている。しかし，このような対策の実施により生ずる公衆に対する健康リスクは非常に小さいであろうと判断される。

期 日 算

(B2) 飯田市の地域住民は、対策によって除染を受けなければならない。従って、飯田市の地域住民は、除染を受ける必要がある。従って、飯田市の地域住民は、除染を受ける必要がある。従って、飯田市の地域住民は、除染を受ける必要がある。

(A) 除染

(f) 除染

(e) 除染

この範囲には、対策を実施するための期間が示されている。従って、飯田市の地域住民は、除染を受ける必要がある。従って、飯田市の地域住民は、除染を受ける必要がある。

(B) 除染

(o) 除染

(1) 除染



## 付録C：対策導入のための線量値についての 一般的な指針

(C 1) 事故の初期および中期における対策導入のための数値的指針をここに示す。復旧期においては、対策の導入が必要とされた地域における通常の生活への復帰が問題となる。

### 初 期

(C 2) かぎられた期間の屋内退避の導入、適切ならばその場で用意できる呼吸防護の導入、および安定ヨウ素投与の導入は、個人に対し小さいリスクしか伴わないため、多くの国の当局によって受け入れられている対策である。放射線防護の観点からは、短期間に受けることになりそうな、公衆の構成員に関する年線量限度より低い想定線量では、そのような対策の導入が正当化されるとは思われない。これらの対策がほとんど確実に正当とされるであろう線量レベルはこれよりも1桁高く設定されるべきであるということは合理的、と思われる。

(C 3) 避難は、この時期に適用できると見なされている対策の中でもっとも混乱の大きいものである。この導入の検討は、上述した対策のための線量レベルよりもかなり高い線量レベルで開始すべきである。特定の値を選定することを正当化することは困難であるけれども、短期間に受けるかもしれない想定線量がそれより低い場合には避難は正当とされない線量レベルは、公衆の構成員に関する年線量限度よりも約1桁大きい値となるであろう。事故初期において対策を導入するもう一つの目的は、非確率的影響を回避することである。したがって、避難は、想定線量が、それ以下ならば非確率的影響が避けられる線

(38)

量を超えそうになったならば、確実に実施されるべきである（付録 A, A2～A7 項および A11 項）。

(C 4) その結果得られた、事故初期において適用できる対策に関するもっともきびしい上限線量レベルと下限線量レベルを表 C1 に示す。子宮内の照射によって生ずる重篤な知恵遅れに関する最近の情報（付録 A, A11 項）から考えて、国の当局は妊婦の照射の意味合いについて特別の配慮をすべきである。

表 C1 事故初期の対策のための線量当量レベル

対 策	線量当量 (mSv)	
	全 身	肺*, 甲状腺および選択的に照射される任意の単一臓器
屋内退避および安定ヨウ素の投与		
上限線量レベル	50	500
下限線量レベル	5	50
避 難		
上限線量レベル	500	5 000
下限線量レベル	50	500

\* 肺の $\alpha$ 線照射の場合には、数値は RBE と mGy で表される吸収線量の積に適用する。この RBE は、10 よりもかなり小さいと予想される。

## 中 期

(C 5) 事故中期に適用される追加の対策には、その地方で作られた水と食料品の流通と消費を制限すること、および、土地および建物の除染完了までの間、人々のグループを移転させることが含まれる。食物と水を管理する対策に伴う混乱は、より高いレベルの想定線量を避けるために導入されることになると思われる移転に伴う混乱に比べるとずっと小さいであろう。

(C 6) 一般には、牛乳を含む生鮮食品を流通させないことによる不利益は小さいはずである。この対策をとらないと最初の 1 年間の想定線量が公衆の構成員に関する年線量限度を超えることになるならば、生鮮食品の流通を管理す

ることは適切であろう。しかしながら、より高い線量レベルを許すことが適切と思われる、たとえば代替品の供給が得られない場合のような状況がありうるであろう。

(C 7) 移転が考慮されるべき線量レベルは、影響を受ける地域の広さと特性に依存する。放射線規準を決める際には、作業者に関する年線量当量限度が下限レベルを設定する基礎を与える。しかしながら、国益のためにある産業活動を継続することが要求されるならば、その産業にたずさわる作業者が職業上の年線量限度を超えることを容認してもよいかもしれない。汚染の持続期間が意志決定に影響するであろう。なぜなら、ある線量が毎年毎年繰り返されることにならないならば、事故後の最初の1年間には、人々が後年よりも高い線量を受けることを容認してよいであろうからである。

(C 8) 食料品の管理についても移転についても、これらの対策が実施されるべき線量レベルは、C6項およびC7項に示唆されたレベルよりも1桁高くすべきであると示唆することは適切と思われる。

(C 9) 中期において適用できる対策に関してこうして得られた上限および下限の線量レベルを表C2に示す。

表C2 事故中期の対策のための線量当量レベル

対 策	最初の1年における想定線量当量(mSv)	
	全 身	選択的に照射される 個々の臓器
食料品の管理		
上限レベル	50	500
下限レベル	5	50
移 転		
上限レベル	500	予期されない
下限レベル	50	

## 参考文献

1. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 26, Annals of the ICRP*, 1, No.3, Pergamon Press, Oxford (1977).
2. International Atomic Energy Agency. Planning for off-site response to radiation accidents in nuclear facilities. *IAEA Safety Series No. 55*, Vienna (1981).
3. International Commission on Radiological Protection. The principles and general procedures for handling emergency and accidental exposures of workers. *ICRP Publication 28, Annals of the ICRP*, 2, No.1, Pergamon Press, Oxford (1978).
4. T.L. Philips, L. Margolis. Radiation pathology and the clinical response of lung and oesophagus. *Frontiers of Radiation Therapy and Oncology*. J.M. Vaeth, Ed., S. Karger, Basel, Vol. 6, 254—273 (1972).
5. C. J.H. Fryer, P. J. Fitzpatrick, W. D. Rider, P. Poon. Radiation pneumonitis: experience following a large single dose of radiation. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 4, No. (11/12), 931—936 (1978).
6. International Commission on Radiological Protection. The principles and general procedures for handling emergency and accidental exposures of workers. Appendix 2 of *ICRP Publication 28, Annals of the ICRP*, 2, No.1 (1978).
7. H. R. Maxon, S. R. Thomas, E. L. Saenger *et al.* Ionizing irradiation and the induction of clinically significant disease in the human thyroid gland. *Am. J. Med.*, 63, 967—978 (1977).
8. E. Rall. Endocrine Society meeting, Washington, D. C., USA, June 18 (1980).
9. R. L. Brent, R. O. Gorson. Radiation exposure in pregnancy. In: *Current Problems in Radiology*, Vol. II, No. 5, Sept—Oct. 1972, Medical Pub., Inc., Chicago, USA (1972).
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, UN (1977).
11. M. Otake and W. J. Schull. *In utero* exposure to A-bomb radiation and mental retardation: a reassessment. *Brit. J. Rad.*, 57, 409 (1984).
12. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Protection of the*

- thyroid gland in the event of release of radioiodine, Report 55.* (1977).
13. A. Cronquist, E. E. Pochin and B. D. Thompson. The speed of suppression by iodate of thyroid iodine uptake. *Health Phys.*, 21, 393 (1971).
  14. J. A. Halperin, B. Shleien, S. E. Kahana and J. M. Bilstad. Background material for the Development of the Food and Drug Administration's Recommendations on Thyroid Blocking with Potassium iodide. *HHS Publication FDA 81-8158* (1981).
  15. Environmental Protection Agency. Evacuation risks—an evaluation. *EPA-520/6-74-002* (1974).
  16. International Commission on Radiological Protection. Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. *ICRP Publication 37, Annals of the ICRP*, 10, No. 2/3 Pergamon Press, Oxford (1983).
  17. International Commission on Radiological Protection. Problems involved in Developing an Index of Harm. *ICRP Publication 27, Annals of the ICRP*, 1, No. 4 (1977).
  18. International Commission on Radiological Protection. Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation. *ICRP Publication 41, Annals of the ICRP*, 14, No. 3 (1984).
  19. A. W. Goolden and J. B. Davey. The ablation of normal thyroid tissue with Iodine-131. *Brit. J. Rad.*, 36, 340—345 (1963).
  20. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects*. U. N. (1982).
  21. World Health Organization. *Nuclear Power: Principles of Public Health Actions for Accidental Releases*, WHO, Geneva (1984).
  22. International Commission on Radiological Protection. Statement and Recommendations of 1980 Brighton Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 4, No. 3/4 (1980).
  23. G. D. Hilbert, F. M. Quin and J. H. Berkley. Mississauga evacuates: a report on the closing of Canada's ninth largest city. *NUS corporation 3614*, Washington DC (1980).



国際放射線防護委員会 (ICRP) 刊行部  
東京 丸善株式会社

国際放射線防護委員会 (ICRP) 刊行部 (1971年11月15日現在)

Part 29 放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

Part 30 作業場における放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

Part 31 作業場の放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

Part 32 作業場の放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

Part 33 作業場の放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

Part 34 放射線防護の基礎 (1971年11月15日現在) 900円

大規模放射線事故の際の公衆の防護  
： 計画のための原則 定価 900 円

昭和 61 年 9 月 16 日 初版第 1 刷発行

編 集 社 団 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会  
お よ び 法 人  
発 行

113 東京都文京区本駒込二丁目 28 番 45 号  
電 話 (03) 946-7111  
振 替 東京 8-143345

発売所 丸 善 株 式 会 社

印刷・製本 中央印刷株式会社

# ICRP 刊行物

日本アイソトープ協会翻訳・編集  
丸善(株)発売

- 
- Publ. 26** 国際放射線防護委員会勧告 (1977年1月17日採択)  
——ストックホルム (1978), プライトン (1980),  
ワシントン (1983), スtockホルム (1984) 会議声明付——  
ICRPの基本的考え方と線量当量限度値を勧告。他の刊行物の基礎をなすもの。
- A 5・129頁 800円
- 
- Publ. 30** 作業者による放射性核種の摂取の限度 Part 1—3  
作業者の体内被曝の制御に関する報告書。線量算法、放射線防護上重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。放射性物質を取扱う人に必携の書。
- Part 1 A 5・234頁 2,000円  
Part 2 A 5・138頁 1,500円  
Part 3 A 5・231頁 2,300円
- 
- Publ. 35** 作業者の放射線防護のためのモニタリングの一般原則  
作業者の放射線管理実務の中心的役割を果たすモニタリングの基本原則を詳述。
- A 5・80頁 900円
- 
- Publ. 36** 科学の授業における電離放射線に対する防護  
理科の実験で、18歳以下の生徒がうける放射線に対する防護の基準と手法を詳述。
- A 5・29頁 650円
- 
- Publ. 37** 放射線防護の最適化における費用-便益分析  
“すべての被曝は、経済的、社会的要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り低く保たなければならない”。本書はこの放射線防護の最適化への道を費用-便益分析を用いて具体的に示した。
- A 5・146頁 1,800円
- 
- Publ. 39** 自然放射線源に対する公衆の被曝を制限するための諸原則  
室内空気中のラドンなど、自然放射線源に対する被曝を制限するための新しい原則を勧告。
- A 5・19頁 580円
- 
- Publ. 42** ICRPが使用しているおもな概念と量の用語解説  
ICRPが現在使用している概念と量を互いに関連づけながら、わかりやすく解説している。
- A 5・46頁 700円
- 
- Publ. 43** 公衆の放射線防護のためのモニタリングの諸原則  
Publ. 7の改訂版である。基本勧告の線量制限体系との整合を図り、かつその適用範囲を作業場外のすべての型のモニタリングに拡張している。
- A 5・47頁 800円
-