

内閣府食品安全委員会事務局  
平成17年度食品安全確保総合調査報告書

# 放射性物質に汚染された食品の 健康影響評価等に関する文献調査

## 報告書

平成18年3月

財団法人 原子力安全技術センター

# 放射性物質に汚染された食品の健康影響評価等に関する文献調査

## 目次

1.	はじめに.....	1-1
1.1	背景.....	1-1
1.2	目的.....	1-4
1.3	調査項目.....	1-4
1.4	調査方法.....	1-5
2.	過去の事故における汚染実態等に関する文献.....	2-1
2.1	チェルノブイリ原子力発電所事故.....	2-1
2.1.1	事故の影響.....	2-1
2.1.2	食品への影響.....	2-3
2.2	東海村JCOウラン加工工場臨界事故.....	2-6
3.	各国における原子力発電所等の事故発生時の飲食物摂取制限に関する文献.....	3-1
3.1	わが国の飲食物摂取制限.....	3-1
3.1.1	輸入食品の暫定限度.....	3-1
3.1.2	放射能暫定限度の設定方法.....	3-1
3.1.3	放射能暫定限度の見直し.....	3-2
3.1.4	放射能暫定限度を超えた輸入食品.....	3-3
3.1.5	暫定限度と防災指針指標.....	3-7
3.2	諸外国の飲食物摂取制限.....	3-8
3.2.1	チェルノブイリ事故に対する諸外国の防災体制.....	3-8
3.2.2	チェルノブイリ事故に対する諸外国の飲食物摂取制限.....	3-10
4.	日本および諸外国の規制、基準値及びその設定根拠に関する文献.....	4-1
4.1	日本の基準.....	4-1
4.1.1	対象核種の選定理由.....	4-3
4.1.2	放射性核種の混合割合.....	4-3
4.1.3	単位経口摂取量あたりの預託線量当量.....	4-4
4.1.4	飲食物の分類と摂取量.....	4-6
4.1.5	誘導介入放射能濃度の計算.....	4-9
4.2	ICRP等の基準.....	4-15
4.2.1	緊急時の被ばく限度.....	4-15
4.2.2	内部被ばくモデル全般.....	4-18
4.3	IAEAの基準.....	4-52
4.3.1	緊急時の介入限度.....	4-52

4.3.2	原子力及び放射線緊急時の介入基準.....	4-52
4.3.3	電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準.....	4-57
4.4	食品安全に関する国際機関の基準.....	4-58
4.4.1	事故による放射能汚染後の食品国際商取引におけるガイドライン.....	4-58
4.4.2	放射線大事故による広域放射能汚染後の誘導介入レベルガイドライン.....	4-61
4.5	諸外国の基準.....	4-65
5.	放射性降下物の環境中の挙動および人体への影響に関する文献.....	5-1
5.1	放射性物質の放出から人体の健康影響にいたる過程.....	5-1
5.2	放射性核種の環境中の移行.....	5-3
5.2.1	環境移行パラメータの整備.....	5-3
5.2.2	環境移行パラメータ.....	5-4
5.2.3	チェルノブイリデータによるモデル検証.....	5-19
5.2.4	日本における研究事例.....	5-23
5.3	食品に含まれる核種に関する文献.....	5-29
5.4	体内へ取り込まれた放射性核種の人体への影響.....	5-33
5.4.1	汚染された食品による人体への影響.....	5-33
5.4.2	放射性核種を含む食品の摂取による内部被ばく.....	5-33
5.4.3	内部被ばくによる健康影響.....	5-36
6.	最近の疫学データに関する文献.....	6-1
6.1	低線量放射線の確率的影響の評価.....	6-1
6.2	緊急時における被ばく線量及びリスクの低減.....	6-2
6.3	アジア人の食事に対する ICRP データの適用性.....	6-3
7.	まとめ.....	7-1
7.1	成果の概要.....	7-1
7.2	原子力発電所等の事故への対応.....	7-1
7.3	成果の活用について.....	7-2
7.4	今後の課題.....	7-2

## 附録

附録 1 調査対象文献リスト

附録 2 調査対象文献シート

附録 3 本報告書に関連する主な放射性核種一覧表

附録 4 放射能・放射線の単位

## 1. はじめに

### 1. 1 背景

原子力発電所等で事故が発生して環境中に放射性物質が放出された場合、人が直接被ばくする可能性としては、大気中に浮遊する放射性物質からの放射線による外部被ばくと吸入による内部被ばくが考えられる。また、間接的な被ばくとしては、放射性物質が地下水や植物、動物を經由して飲料水や食品として人が摂取してしまうことが考えられる。吸入あるいは経口摂取された放射性物質は生体内に沈着して体内組織が長期に放射線を受けることとなり、いずれは様々な健康影響が生じる恐れがある。

放射線災害の特徴の一つにはその原因物質である放射能あるいは放射線の存在を人は五感で感知できないことがあげられる。生活用水としていた川が汚染していることを知らずに住民が被ばくした事例がある一方で、実際は汚染していないのに汚染しているのではないかとの不安が先行して農作物が売れなくなるケースもある。安全な食品を安心して食するためには、行政等による適切な情報提供が不可欠であり、かつその情報は科学的根拠等による信頼性の高いものである必要がある。

原子力発電所等の事故は、その影響について公衆が共通の理解が持てるように、国際原子力事象評価尺度 (INES) によって、レベル 0 から 7 までの 8 段階に分類されている (表 1.1-1)。このうち、レベル 4 以上が原子力発電所等の施設外へのリスクをともなう事象とされており、環境に放出された放射性物質が食品を通して人の被ばく、健康影響にいたる可能性がある事案はレベル 4~7 に該当することになる。過去に発生したレベル 4 以上とされる事故から、代表的な事例について事故の概要と食品等に関する被害の概要を表 1.1-2 に示す。

過去に発生した事故について記述した文献の多くは、健康影響及びその他生活に関する影響を最小限に抑えるためには、適切な情報を時期を失することなく一元的に住民へ提供することが重要であるとしている。

表 1.1-1 国際原子力事象評価尺度 (INES) (1-1)

レベル	概要	基準	例
事故 7	深刻な事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模な施設における放射性物質の大部分の外部への放出：短・長寿命核種を含む核分裂生成物の放出であり、広い範囲での急性あるいは晩発性の健康影響や長期にわたる環境影響をもたらす可能性のある場合</li> </ul>	Chernobyl 発電所 (1986) : 旧ソ連(現ウクライナ)
6	大事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質の外部放出：重大な健康影響を抑制するために、緊急時計画の完全実施を必要とする可能性がある場合</li> </ul>	Kyshtym 再処理施設 (1957) : 旧ソ連(現ロシア)
5	所外へのリスクを伴う事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質の外部放出：健康影響の可能性を最小限に抑えるために、緊急時計画の部分的実施を必要とする可能性がある場合</li> <li>・原子力施設の重大な損傷：発電炉の炉心の大規模損傷、重大な臨界事故、大量の放射性物質の施設内放出を伴う火災や爆発</li> </ul>	Windscale 原子炉 (1957) : 英国 TMI-2 発電所 (1979) : 米国 JCO 臨界事故(1999)
4	所外への大きなリスクを伴わない事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所外での最大個人被ばく線量が数 mSv 程度となるような放射性物質の外部放出：周辺地域での食料摂取制限以外の所外防護活動を必要としない場合</li> <li>・原子力施設のかなりの損傷：発電炉における炉心の部分的損傷やこれに匹敵する原子炉以外の施設における事故で、所内の復旧に大きな問題が生じた場合・急性死亡の可能性が高い作業員の過大被ばく</li> </ul>	Windscale 再処理施設(1973) : 英国 Saint Laurent 発電所(1980) : 仏国 Buenos Aires 臨界装置(1983) : アルゼンチン
事象 3	重大な異常事象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所外での最大個人被ばく線量が 10 分の数 mSv 程度となり許容限界を超えるような放射性物質の外部放出：所外防護活動を必要としない場合</li> <li>・急性健康影響をもたらすような作業員被ばくや重大な汚染の拡大を伴う事例：例えば、数千テラベクレルの放射性物質が二次格納容器に放出されたが十分な貯蔵区域へ回収することが可能な場合</li> <li>・更なる機器故障が重畳して起これば事故に至るような事象、あるいは、ある種の起因事象が発生していれば安全系により事故への拡大を防止できなかったような状況</li> </ul>	Vandelllos 発電所 (1989) : スペイン
2	異常事象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全設備に重大な故障があったものの、更なる機器故障に対処するための深層防護設備の健全性が維持された事象</li> <li>・法定年間線量限度を超える作業員被ばくを伴う事例、あるいは、設計で想定されていない施設内区画においてかなりの量の放射能が検出され対策が必要となった事例</li> </ul>	美浜発電所 2 号機蒸気発生器伝熱管損傷事象 (1991) : 日本
1	逸脱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・認可された運転領域を超えた異常：設備の故障、人的過誤あるいは不適切な手順に起因（こうした異常は、運転制限条件を逸脱せず適切な手順によって管理されている状況、即ち、尺度以下となる事例、とは区別すべきである）</li> </ul>	「もんじゅ」ナトリウム漏れ敦賀発電所 2 号機 1 次冷却材漏れ(1995)
0	尺度以下	安全上の重要性はない	

表 1.1-2 食品等に影響を与えた原子力発電所等の事故の例

事故	事故の概要と食品等の影響
<p>テチャ川事故 (1949年～1952年) (1-2) (1-3) (1-4)</p>	<p>旧ソ連の軍用再処理施設から高レベル廃液がそのままテチャに放出され川から生活用水をとっていた周辺の住民が汚染、被ばくした。1952年になって川の水の飲料水、産業用への使用が禁止され、川への放流が中止された。1994年の国連の調査でこの地域住民は白血病の罹患率が高いことが確認された。</p>
<p>キシテム事故 (1957年) (1-2) (1-4)</p>	<p>旧ソ連南ウラルのキシテムにあった再処理施設で爆発が起こり大量の放射性物質が環境中に放出された。事故後、汚染レベルの高い地域から住民が移転したが、移住しなかった住民は汚染された食物を摂取し続けた可能性があり、白血球減少症が約20%認められた。</p>
<p>ウィンズケール (1957年) (1-2) (1-3) (1-4)</p>	<p>イギリスのウィンズケール(1957年)の軍用原子炉火災事故で、大量の放射性核種が周辺の環境中に放出され、周辺の酪農地帯の牧草を乳牛が食べミルクが汚染された。そのため、この地域での牛乳の飲用と販売、出荷を25日間にわたり禁止し、牛乳や家畜等を廃棄処分した。調査委員会によると住民に健康上の害が生じた可能性は皆無に近い。</p>
<p>TMI事故 (1979年) (1-4)</p>	<p>米国スリーマイル島の原子力発電所で炉心を融解する事故が発生し、希ガスと放射性ヨウ素等が放出された。放出された放射性核種は大気中に拡散し検出が難しいほどで住民の被ばく線量は最大でも1mSv以下とされた。しかし事故の社会的インパクトが大きく報道機関が活発に情報を提供したため、避難による道路渋滞や健康不安による病院への殺到など社会的な混乱が生じた。</p>
<p>チェルノブイリ事故 (1986年) (1-2) (1-4)</p>	<p>旧ソ連ウクライナ共和国キエフ市北方約30kmの町チェルノブイリにある原子力発電所で原子炉が爆発、炎上する前代未聞かつ史上最悪の放射線事故が起こった。放射線防護対策として、近隣に住む住民は一時移転あるいは永久的な移転を強いられた。汚染された周辺の町の除染作業が大掛かりに行われるとともに食物や水の制限も行われ、多くの農作物やミルク等が廃棄処分され、多くの家畜も避難、移転させられた。ヨーロッパの周辺国において農産物等の汚染が見られた。汚染レベルの高い地域を中心に小児の甲状腺がんの発生増加が確認された。</p>
<p>JCO事故 (1999年) (1-4)</p>	<p>東海村のウラン加工施設で通常から逸脱した方法で作業をしたため臨界事故が発生した。事故に伴って微量の希ガスとヨウ素が漏れ出した。東海村は、事故を確認して350m圏内の避難、10km圏内の屋内退避の対策を行ったが、翌日以降事故収束後に安全を確認して解除した。しかし、事故後も、健康や農作物に関する住民の不安を解消するために多大な努力と時間を要することとなった。</p>

## 1. 2 目的

食品安全委員会は、わが国の食品行政の要の機関として、食品の健康影響に関するリスクを科学的知見に基づいて評価し、そのリスク評価の内容等についてリスクコミュニケーションを実施することを役割としている。緊急時においては政府全体として危害の防止や再発防止に迅速かつ適切に対応するため、国の内外からの情報により、事態を早急に把握し、関係各省への迅速な対応の要請や国民に理解しやすい情報の提供を行うこととしている。

食品が放射性物質に汚染された場合においても、食品安全委員会は、科学的根拠に基づいてリスク評価を行い、リスクを管理する行政機関に対して基準を示すとともに、国民にわかりやすい情報を提供することが求められる。

本調査は、原子力発電所等の事故の際の食品安全委員会における適切な対応に資するため、放射性物質により汚染された食品の健康影響評価等に関する文献の収集、翻訳、整理を行うものである。

## 1. 3 調査項目

セシウム(Cs)、ストロンチウム(Sr)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、プルトニウム(Pu)、ヨウ素(I)等、原子力発電所等の事故により大気中に放出され、食品を汚染する可能性のある核種を対象に、以下の文献を収集・整理する。

- 1) 過去の事故（チェルノブイリ原子力発電所事故、東海村JCOウラン加工工場臨界事故等）における汚染実態、汚染事例、放射能測定結果などのモニタリングデータ（事故発生後の追跡データを含む）に関する文献
- 2) 各国における原子力発電所等の事故発生時の飲食物摂取制限に関する対応に関する文献
- 3) 日本および諸外国の規制、基準値及びその設定根拠に関する文献
- 4) 放射性降下物の環境中の挙動（土壌から植物への移行、畜産物等への生物濃縮の機構等）および人体への影響に関する文献
- 5) 放射性汚染物質により汚染された食品の健康影響に関する最近の疫学データに関する文献

これら調査項目は、原子力発電所等の事故により放射性物質が環境中に放出されてから食品摂取により健康影響にいたるまでの過程に対応するものである。



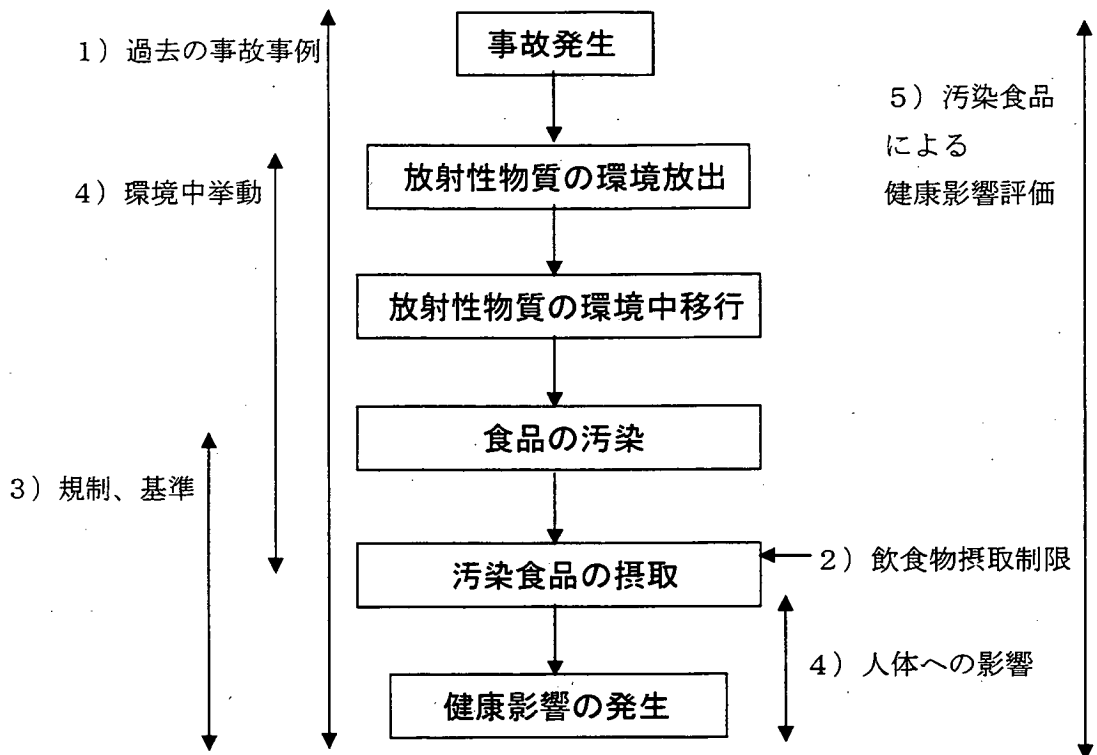


図 1.3-1 調査項目

#### 1. 4 調査方法

##### (1) 調査の方針

収集・整理する文献は、食品安全委員会が行うリスク評価に活用されることを考慮し、科学的知見あるいは客観的評価として妥当性が確認されたデータ・情報を主とした。

##### (2) 検討会の設置

表 1.4-1 に示す放射線防護の専門家で構成される「食品健康影響文献調査検討会」を設置し、調査の実施に関して助言・指導をいただいた。

表 1.4-1 「食品健康影響文献調査検討会」委員

氏名	所属
黒瀧 克己	財団法人 放射線影響協会
白石 久二雄	独立行政法人 放射線医学総合研究所
森内 茂	財団法人 原子力安全技術センター
南 賢太郎	財団法人 原子力安全技術センター

参考文献

- (1-1) IAEA, "The International Nuclear Event Scale (INES) User's Manual", 2001 Edition.
- (1-2) 松岡 理, "放射性物質の人体摂取障害の記録 過ちの歴史に何を学ぶか", 日刊工業新聞社, (1995)
- (1-3) 大西 武、他, "原子力施設の事故〔調査報告〕", JAERI 4052, (1970).
- (1-4) (財) 原子力安全研究協会, "放射線事故の総論", 緊急被ばく医療情報ネットワーク地域フォーラムテキスト ([http://www.remnet.jp/lecture/forum/04\\_01.html](http://www.remnet.jp/lecture/forum/04_01.html)), (1997).

## 2. 過去の事故における汚染実態等に関する文献

### 2. 1 チェルノブイリ原子力発電所事故

チェルノブイリ原子力発電所事故に関しては様々な報告等がなされてきたが、ここでは原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR<sup>1</sup>: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) による 2000 年<sup>(2.1)</sup>の報告書を参考にする。UNSCEAR は、1955 年に国連に設置された。当初は、大気圏内核実験による環境影響及び人体影響を調査することを目的としていたが、最近では放射線に係わる人類と環境への重要事項全てを調査対象とし、国連総会に報告を行うとともに、適宜詳細な報告書を刊行している。UNSCEAR の報告書は国際放射線防護委員会 (ICRP<sup>2</sup>: International Commission on Radiological Protection) による基準値等の検討のための科学的な基礎資料となっている。そのため、UNSCEAR が引用した文献等は、複数の国際的な専門家によるレビューを経た、科学的にも信頼性の高い文献といえる。なお、2000 年の報告書 (以下、UNSCEAR2000) では、チェルノブイリ事故の被ばくと影響について最新の科学的データが報告されている。

#### 2. 1. 1 事故の影響

1986 年 4 月 26 日、チェルノブイリ原子力発電所で起きた事故では、数週間以内に原子力発電所の職員及び消防士 30 名が死亡するとともに、約 22 万人がベラルーシ、ロシア、ウクライナから避難することになった。この事故により、破壊された原子炉から放出された放射性核種により、広い地域の地表が汚染され、多くの一般公衆が被ばくする結果となった。この事故では、<sup>131</sup>I は  $1,760 \times 10^{15}$  (Bq)、<sup>137</sup>Cs は  $85 \times 10^{15}$  (Bq) の放出が推定されている。事故後、約 1 年たった 1987 年からの汚染地域での被ばくは、主に地表に沈着した <sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs による外部被ばくと、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs による食物汚染からの内部被ばくによるものとされている。これに加えて、長期間寄与するものとして、<sup>90</sup>Sr により汚染された食物による内部被ばくの重要性も指摘されている。沈着した放射性核種の食品への影響に関する挙動を表 2.1-1 に示す。

事故により避難した人々のヨウ素による甲状腺被ばく線量についてはいくつかの報告が UNSCEAR2000 で紹介されている<sup>(2.2, 2.3)</sup>。表 2.1-2 にウクライナで 30km 圏内の村から避難した人が受けた <sup>131</sup>I 摂取による甲状腺線量の推定値が示されている。この場合の <sup>131</sup>I の被ばくは、希ガスとしての吸入がほとんどである。

<sup>1</sup>原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR.: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)の略称。核実験による環境影響および人間への健康影響を世界的に調査するために、1955 年国連に設置された。現在、UNSCEAR は、放射線に係わる人類と環境への重要事項を調査し国連総会に報告を行っている。

<sup>2</sup>国際放射線防護委員会(ICRP : International Commission on Radiological Protection)の略称。専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う国際組織。

表 2.1-1 沈着した放射性核種による食品汚染

環境	核種	食品汚染の内容
陸圏	$^{131}\text{I}$ のような 短寿命核種	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 葉菜の汚染</li> <li>・ 牧草上への沈着によるミルクの汚染</li> </ul>
	$^{137}\text{Cs}$ や $^{90}\text{Sr}$ のような 長寿命核種	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 沈降した土壌からの植物の根による吸収</li> <li>・ 無機土壌の場合には、<math>^{137}\text{Cs}</math> と <math>^{90}\text{Sr}</math> の 90%までが 0-5cm の深さに存在</li> <li>・ 泥炭土壌の場合には、<math>^{137}\text{Cs}</math> と <math>^{90}\text{Sr}</math> の 40~70%が 0-5cm の深さに存在</li> <li>・ <math>^{137}\text{Cs}</math> の食物摂取の大部分は、牛乳、肉、芋の汚染（田舎の地域では、キノコ、イチゴが重要）</li> </ul>
水圏	$^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$  Pu, Am	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海水や海洋の沈着は大容量の水での希釈</li> <li>・ <math>^{137}\text{Cs}</math> や <math>^{90}\text{Sr}</math> の地上への沈着が高い 30km 圏では、<math>^{137}\text{Cs}</math> が粘土の鉱物に強く吸収されたため、表層水汚染は <math>^{90}\text{Sr}</math> に起因</li> <li>・ 低レベルのプルトニウム同位体と <math>^{241}\text{Am}</math> が 30km 圏の川で測定</li> <li>・ <math>^{137}\text{Cs}</math> と <math>^{90}\text{Sr}</math> の水圏経路の食物摂取への寄与は通常小さいが、水が長時間滞留する湖での捕食性の魚の筋肉中の <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度はかなり高い</li> </ul>

表 2.1-2 ウクライナでの 30km 圏内の村から避難した人が受けた  $^{131}\text{I}$  摂取による甲状腺線量の推定<sup>(2-1)</sup>

事故時 の年齢 (歳)	プリピャチ町			チェルノブイリ町 <sup>a</sup>			避難した村 <sup>a</sup>			合計 集団線量 (人・Gy)
	人数	算術平均 線量 (Gy)	集団線量 (人・Gy)	人数	算術平均 線量 (Gy)	集団線量 (人・Gy)	人数	算術平均 線量 (Gy)	集団線量 (人・Gy)	
<1	340	2.18	741	219	1.5	329	369	3.9	1 439	2 509
1-3	2 030	1.28	2 698	653	1	653	1 115	3.6	4 014	7 265
4-7	2 710	0.54	1 463	894	0.48	429	1 428	1.7	2 428	4 320
8-11	2 710	0.23	623	841	0.15	126	1 360	0.62	843	1 592
12-15	2 710	0.12	325	846	0.11	93	1 448	0.46	666	1 084
16-18	2 120	0.066	140	650	0.09	59	941	0.39	367	566
>18	36 740	0.066	2425	9 488	0.16	1 518	21 794	0.40	8 718	12 661
合計	49 360		8 315	13 591		3 206	28 455		18 475	29 996

a. プリピャチと同じ年齢分布をもつ集団と仮定。

プリピャチの町は事故のあった原子炉から 3km のところにあり、事故翌日（1986 年 4 月 27 日）に住民の避難が開始された。原子炉から 30km 以内の範囲にある、チェルノブイリ町の避難は事故から約一週間後の 1986 年 5 月 3 日から 5 月 7 日にかけて行われた。一方、その他の避難については、1986 年の 9 月にかけて行われた。プリピャチ町やチェルノブイリ町は原子炉に隣接しているが、早くに避難が開始されたため、甲状腺線量が他の避難した村に比べて小さくなっている。表中のプリピャチ町のデータは参考文献(2-3)にもとづいている。

## 2. 1. 2 食品への影響

放射性核種による汚染された食品は、内部被ばくによる人体への影響を引き起こす。特に甲状腺は、<sup>131</sup>Iによる被ばくの影響を受ける。事故直後の希ガスによる吸入を除くと、事故後の1年間での<sup>131</sup>Iの主な被ばく経路は、牧草-牛-牛乳である。なお、<sup>131</sup>Iによる甲状腺線量の精度良い推定には、土壌中のヨウ素濃度の測定が必要とされている(2.4)。また、<sup>134</sup>Cs,<sup>137</sup>Cs及び<sup>90</sup>Srにより汚染された食品による内部被ばくも重要視されている。事故後、さまざまな内部被ばく線量の測定が行われてきた。例えば、約百万人についてセシウムの全身線量の測定なども報告されている(2.5)。

### (1) ヨウ素 (I)

ベラルーシの汚染区域における子供の甲状腺推定個人線量の分布を表 2.1-3 に示す。各年齢群で推定値にかなり広い幅があることが分かる。ベラルーシはチェルノブイリのあるウクライナに隣接しており、その中でも、ゴメリ地区とモギレフ地区はチェルノブイリ原子炉から 300km の範囲にある。また、ゴメリ地区とモギレフ地区の田舎及び都会における集団の平均及び甲状腺線量の推定値を表 2.1-4 に示す。都会よりも田舎の線量が 2 倍ほど高くなっていることが分かる。

表 2.1-3 ベラルーシの汚染区域における子供の甲状腺推定個人線量の分布(2-1)

甲状腺の 吸収線量 (Gy)	各年齢群の子供の数 <sup>a</sup>						
	1歳未満	1-3歳	4-7歳	8-11歳	12-15歳	16-18歳	子供全数
ゴメリ地区							
<0.05	134 (6.7)	198 (6.1)	452 (7.4)	518 (8.4)	540 (8.8)	596 (16)	2 438 (8.9)
0.05-0.1	58 (2.9)	107 (3.3)	362 (5.9)	399 (6.5)	485 (7.9)	354 (9.4)	1 765 (6.4)
0.1-0.3	224 (11)	449 (14)	1 089 (18)	1 385 (22)	1 613 (26)	1 086 (29)	5 846 (21)
0.3-1	587 (30)	963 (29)	2 023 (33)	2 365 (38)	2 364 (38)	1 119 (30)	9 421 (34)
1-2	318 (16)	590 (18)	1 075 (18)	868 (14)	695 (11)	383 (10)	3 929 (14)
>2	3 667 (34)	965 (29)	1 095 (18)	643 (10)	464 (7.5)	230 (6.1)	4 064 (15)
合計	1 988 (100)	3 272 (100)	6 096 (100)	6 178 (100)	6 161 (100)	3 768 (100)	27 463 (100)
モギレフ地区							
<0.05	33 (13)	43 (9.1)	210 (19)	273 (28)	326 (29)	227 (37)	1 112 (24)
0.05-0.1	31 (12)	93 (20)	215 (19)	157 (16)	207 (19)	103 (17)	806 (18)
0.1-0.3	65 (26)	170 (36)	351 (31)	324 (33)	372 (33)	169 (28)	1 451 (32)
0.3-1	74 (29)	127 (27)	275 (25)	190 (20)	195 (17)	99 (16)	960 (21)
1-2	36 (14)	28 (5.9)	55 (4.9)	24 (2.5)	15 (1.3)	14 (2.3)	172 (3.8)
>2	14 (5.5)	14 (3.0)	16 (1.4)	1 (0.1)	1 (0.09)	1 (0.2)	47 (1.0)
合計	253 (100)	475 (100)	1 122 (100)	969 (100)	1 116 (100)	613 (100)	4 548 (100)

a. 括弧内は全体に対するパーセント。

表 2.1-4 ベラルーシ汚染地区における 0-7 歳児と全人口の甲状腺線量(2-1)

地域	人数		平均吸収線量 (Gy)		集団線量 (人・Gy)	
	子供	合計	子供	合計	子供	合計
ゴメリ	田舎	23 900	1.1	0.4	25 000	98 000
	都会	8 600	0.4	0.2	3 800	15 000
モギレフ	田舎	9 300	0.4	0.2	4 100	17 000
	都会	4 900	0.2	0.08	1 100	4 000
合計	46 700	466 600	0.7	0.3	34 000	134 000

(2) セシウム (Cs)

$^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  による内部被ばくの線量は以下の2つの方法で推定されている。

- ①食物中の濃度測定と標準消費量の仮定による推定
- ②全身計測

UNSCEAR2000 においては、 $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  による内部被ばくの実効線量<sup>3</sup>の大部分に寄与する食品は、

- ・牛乳 (1日あたり 0.8リットル摂取を仮定)
- ・肉
- ・ポテト (1日あたり 0.9kg 摂取を仮定)
- ・キノコ

と報告されている。表 2.1-5 にセシウムによる被ばく線量の推定値を示す。また、ロシアにおける推定値を表 2.1-6、表 2.1-7 に示す。

表 2.1-5 種々の土壌帯におけるウクライナの田舎の住民に対する内部被ばくを通しての放射性セシウムによる規格化された実効線量<sup>(2-1)</sup>

土壌帯	1991年における土壌から牛乳への移行係数 (kBq <sup>m</sup> 当たりBq l <sup>-1</sup> )	規格化線量 (kBq <sup>m</sup> 当たりμSv)		
		1986	1987-1995	1986-1995
I	<1	9	26	35
II	1-5	42	144	186
III	5-10	95	320	415
IV	>10	176	591	767

表中の I ~ IV は土壌から牛乳への移行係数の違いで分類した土壌帯の種類を表す。

表 2.1-6 ロシアにおけるナトリウム含有ポツル砂とチェルノゼム土壌からの移行係数と規格化実行線量の値<sup>(2-1)</sup>

土壌の種類	移行係数 (kBq <sup>m</sup> 当たりBq kg <sup>-1</sup> )				規格化実効線量 (kBq <sup>m</sup> 当たりμSv)		
	牛乳		Potatoes		1986	1987-1994	1995-2056
	1987	1993	1987	1993			
ナトリウム含有ポツル砂	5	0.2	0.16	0.04	90	78	16
チェルノゼム	0.07	0.01	0.03	0.004	28	2	1

<sup>3</sup> ICRP による 1990 年勧告で導入された全身の被ばく線量。

表 2.1-7 ロシアの汚染地域住民に対する単位  $^{137}\text{Cs}$  沈着密度当たりの  
内部被ばく実効線量のまるめた推定値<sup>(2-1)</sup>

地域	規格化実効線量 (kBqm <sup>2</sup> 当たり $\mu\text{Sv}$ )			
	1986	1987-1995	1996-2056	1986-2056
ブリヤンスク*	36 (10)	48 (13)	9 (9)	93 (32)
ツーラ	15	6	1.8	23
オレル	15	8	2.4	25

a. 括弧内の値は555kBqm<sup>2</sup>以上の $^{137}\text{Cs}$ 沈着密度の地域に相当。

内部被ばくからの線量の推定値は、食品へのセシウムに移行に起因しており、土地の土壌の条件や食事の内容及び事故の影響を受けていない輸入食品の利用割合などに大きく依存し不確実性が高い<sup>(2-6)</sup>と指摘されている。特に、森林の生産物（きのこ、ベリー、野獣）が、事故からの時間の経過とともに重要性が増していく。その理由は、牛乳、野菜、家畜の肉と比べて、これらの生産物中の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の生態学的半減期がより長いこと、すなわち $^{137}\text{Cs}$ が蓄積されやすいことによる。

### (3) ストロンチウム (Sr)

チェルノブイリ事故における $^{90}\text{Sr}$ の沈着は大部分が30km圏内であったため、事故後の避難により公衆<sup>4</sup>の内部被ばく線量は比較的少なかった。内部被ばくによる実効線量への寄与は5~10%程度と推定されている。

### (4) 超ウラン元素

核燃料に含まれていた超ウラン元素で地上に沈着したものには以下のような放射性核種がある。

$^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  : アルファ線放出核種

$^{241}\text{Pu}$  : ベータ線放出核種

これらの核種の内部被ばくの経路は、エアロゾルによる直接吸入が中心で主に肺の被ばくが問題となる。30km圏内での農夫の肺に対する被ばく線量は生涯にわたる積分値でも0.2mSvを超えないと推定された。

<sup>4</sup>放射線防護分野では、慣例として一般人のことを「公衆」と呼んでいる。

## 2. 2 東海村 JCO ウラン加工工場臨界事故

1999 年に発生した東海村 JCO ウラン加工工場の臨界事故による被ばくは、臨界反応で放出された中性子による外部被ばくが主なものであった。食品が放射能で直接汚染され、摂取が規制されることは無かった。しかしながら、この事故を契機として、ウランによる誘導介入放射能限度が、わが国の原子力防災に関する原子力安全委員会の指針「原子力発電所等周辺の防災対策について」(2-7)に取り入れられた。

ここでは、事故について報告された以下の文献についてまとめる。

- ① 「ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告」(原子力安全委員会) (2-8)
- ② 「JCO ウラン加工工場における臨界事故の調査報告」(日本原子力学会) (2-9)
- ③ 「IAEA<sup>5</sup>の JCO 事故暫定報告書(抜粋)」(放射線生物研究 解説記事) (2-10)

### (1) ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告

原子力安全委員会は平成 11 年 12 月 24 日に「ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告」を公表した。この報告書では、JCO 事故の直接的・間接的原因をさらに究明するとともに、将来に向けた原子力安全の確保のあり方にまで踏み込んで、再発防止のための基本的な考え方を打ち出していくことを目指してまとめられた報告書である。詳細な検討は、「技術・評価」、「企業・産業」、「社会・安全」の 3 つの検討チームにより実施され、事実や原因のより緻密な把握とともに、事実の背後にある構造的・倫理的な問題を含めて検討が行われている。なお、報告書中に食品の放射能汚染に関する直接的な記述は無い。報告書の構成は以下の通りである。

- I. はじめに
- II. 事故の全体像
- III. 事故の原因とそれに関する状況
- IV. 事故に係る防災上の対応
- V. 健康対策・事故現場の対応
- VI. 事故の背景についての考察
- VII. 今後の取り組みのあり方について
- VIII. 事故調査委員会委員長所感(結言にかえて)

### (2) JCO ウラン加工工場における臨界事故の調査報告

日本原子力学会(原子力安全調査専門委員会)は、1999 年 12 月 27 日に「JCO ウラン加工工場における臨界事故の調査報告」を発表した。この報告書は、日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会が、JCO ウラン加工工場における臨界事故について調査した結果をまとめた報告書である。

事故の放射線影響として、核分裂反応に伴って発生した希ガスとヨウ素の一部が環境に漏れたが、

---

<sup>5</sup>国際原子力機関 (IAEA : International Atomic Energy Agency) 国際原子力機関は、原子力の平和利用の推進のため加盟国間の支援により各種の安全基準の作成、情報交換、発展途上国への原子力技術援助などを行っている。



放射線影響という観点からは、転換試験棟から直接、外部に放射された中性子線とガンマ線が、環境への影響の大部分を占めたことに特徴があるとされている。なお、報告書中に食品の放射能汚染に関する直接的な記述は無い。報告書の構成は以下の通りである。

- 第1章 はじめに
- 第2章 臨界安全と臨界事故
- 第3章 事故の経過と事実の解明
- 第4章 原因分析と問題点の摘出
- 第5章 改善提案
- 第6章 日本原子力学会のやるべきこと
- 第7章 原子力安全文化に関わる今後の取り組み
- 第8章 おわりに

### (3) IAEAのJCO事故暫定報告書

放射線生物研究(2000年)に掲載された、「IAEAのJCO事故暫定報告書」に関する解説資料である。IAEAでは日本から事故の報告を受け、事故の2週間後に専門家を派遣し、暫定報告書を取りまとめ11月に公表した。この報告書の目的は事故とその影響に関する情報を伝達し、確かな事実を詳述することである。これらの情報が事故とその影響を技術的に理解するのに有用であり、多くの人々にも知らせる必要があると考え、報告内容を抜粋、その概要が紹介された。報告(抜粋)は事故とその影響の低減、JCO周辺の事故後の放射線線量率と環境モニタリングについて述べられている。また、講じられた緊急対応措置、事故による健康の影響と過剰被曝した人たちの医学的処置などについても述べられている。なお、解説資料中には、食品の放射能汚染に関する直接的な記述は無い。

参考文献

- (2-1) “放射線の線源と影響, 原子放射線の影響に関する国連科学委員会の総会に対する 2000 年報告書” UNSCEAR 2000 REPORT SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- (2-2) Likhtarev, I.A. et al., “Ukrainian thyroid doses after the Chernobyl accident”, Health Phys. 64(6) pp. 594-599 (1993).
- (2-3) Goulko, G.M. et al., “Estimation of  $^{131}\text{I}$  doses for the evacuees from Pripjat”, Radiat. Environ. Biophys. 35, pp. 81-87 (1996).
- (2-4) Straume, T., et al., “The feasibility of using  $^{129}\text{I}$  to reconstruct  $^{131}\text{I}$  deposition from the Chernobyl reactor accident”, Health Phys. 71(5) pp. 733-740 (1996)
- (2-5) Likhtarev, I.A., et al., “Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by  $^{137}\text{Cs}$  after the Chernobyl accident. Report 1. General model: ingestion doses and countermeasure effectiveness for the adults of Rovno Oblast of Ukraine.”, Health Phys. 70(3) pp. 297-317 (1996)
- (2-6) Zvonova, I.A., et al., “ $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  whole-body measurements and internal dosimetry of the population living in areas contaminated by radioactivity after the Chernobyl accident”, Radiation and Environmental Biophysics, 62, pp. 213-221 (1995)
- (2-7) 原子力安全委員会, “原子力発電所等周辺の防災対策について”, 昭和 55 年 6 月 (平成 15 年 7 月一部改訂)
- (2-8) 原子力安全委員会 (ウラン加工工場臨界事故調査委員会), “ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告”, 平成 11 年 12 月 24 日
- (2-9) 日本原子力学会 (原子力安全調査専門委員会), “JCO ウラン加工工場における臨界事故の調査報告”, 1999 年 12 月 27 日
- (2-10) 岩崎民子, “IAEA の JCO 事故暫定報告書 (抜粋)”, 放射線生物研究, Vol. 35(3), pp. 193 - 215 (2000)

