

原子放射線の影響に関する国連科学委員会
(UNSCEAR) 報告書

「2011年東日本大震災後の原発事故による
放射線のレベルと影響」

放射線医学総合研究所
酒井一夫

1

はじめに

- UNSCEARは、2011年から東日本大震災後の東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射線のレベルと影響の科学的な評価を実施してきた。
 - ・原発事故の時系列的展開
を踏まえた上で、
 - ・放射性物質の放出と拡散状況
 - ・公衆の被ばく線量
 - ・作業者の被ばく線量
 - ・健康影響
 - ・ヒト以外の生物の被ばく線量とリスク評価
- の各事項を含む報告書が2014年4月2日に公表された。

2

目次

- I. 緒言
- II. 事故の経時的推移
- III. 放射性核種の放出，拡散及び沈着
- IV. 公衆の被ばく線量評価
- V. 作業者の線量評価
- VI. 健康影響
- VII. ヒト以外の生物相における線量と影響の評価
- VIII. 要約及び結論並びに今後の課題

3

II. 地震と津波の後に発生した事象の時系列

発生日	原子炉	環境	公衆	作業者
2011-03-11	14:46, 地震			
	東電の福島第1原発において1, 2, 3号機スクラム			
	外部電源の喪失			
	15:35, 大津波			
	15:37, 全電源喪失(3号機の直流電源を除く)		16:40, 文科省がSPEEDIを起動させ, 大気中の濃度と, 単位放出当たりの放射性物質沈着密度について日時予測を開始した。	
	20:00頃, 1号機の炉心と圧力容器の損傷が始まった可能性がある。		20:50, 2km圏内に対し避難指示。 21:23, 3km圏内に対し避難指示。 21:23(3kmから10km圏内)に対し屋内退避指示。	
2011-12-16	「事故の収束に向けた道筋」のステップ1(「冷態停止状態, 放射線物質の放出が管理下にある」など)が達成された。			
2012-03-31				約21,000人の作業者について線量評価(内部被ばく, 外部被ばく両方による)が完了した。

4

III. 放射性核種放出, 拡散及び沈着

福島第一原発から大気中へ放出された放射性物質

放射性核種	放射エネルギー (PBq)	チェルノブイリ原発事故との比較
ヨウ素131	100-500	約10分の1
セシウム137	6-20	約5分の1

海洋中へ放出された放射性物質

放射性核種	放射エネルギー (PBq)	
	直接	間接
ヨウ素131	10-20	60-100
セシウム137	3-6	5-8

5

IV. 公衆の被ばく線量評価

1) 成人(20歳), 小児(10歳), 乳児(1歳)の全身の実効線量(mSv)及び甲状腺吸収線量(mGy)の平均値につき、「事故直後から避難した地域」、「計画的避難地域」、「福島県のその他の地域」、「福島県近隣県」及び「その他日本全体」の集団に区分して推計した。

2) 内部被ばく線量の推計においては、屋内退避等の防護措置の効果は勘案しなかった(屋外に居たのと同様)。食品については、本委員会が使用した(放射性物質の)平均濃度の値が過大評価であった可能性がある。また、多くの測定結果は検出限界より低く、その場合検出限度値を有するものと仮定したことも、経口摂取による線量が高めに評価される原因として考えられる。

3) 外部被ばく線量の推計においては、すべての建物が木造住宅(=遮蔽効果が小さい)と仮定した。

4) 外部被ばく線量及び吸入による内部被ばく線量の不確かさ

・避難区域では、大気輸送・拡散・沈着モデルを用いて推計しているため、モデルが有する不確かさにより、1/4~1/5倍から4~5倍の範囲で推計に変動がありうる。

・避難区域外では、沈着物質の地域内の分布により、個人の線量は、地域平均線量の1/3~3倍の変動がありうる。(実効線量でも同等の変動がありうる。)

5) 結果は次表の通り。

6

IV. 公衆の被ばく線量評価

表1. 事故後1年間の地域平均の実効線量及び甲状腺吸収線量の推定値

グループ		実効線量 (mSv)		甲状腺の吸収線量 (mGy)	
		成人	乳児	成人	乳児
1 ^a	予防的避難区域 ^b	1.1-5.7	1.6-9.3	7.2-34	15-82
	計画的避難区域 ^c	4.8-9.3	7.1-13	16-35	47-83
2	福島県(避難区域外)	1.0-4.3	2.0-7.5	7.8-17	33-52
3	近隣県 ^d	0.2-1.4	0.3-2.5	0.6-5.1	2.7-15
4	その他の都道府県	0.1-0.3	0.2-0.5	0.5-0.9	2.6-3.3

^a 18の避難シナリオを用いて避難者の線量を推計

^b 3月11日から15日に避難した地域(20km圏内地域の避難シナリオ)

^c 3月後半から6月に避難した地域(飯舘村等の避難シナリオ)

^d 岩手県, 宮城県, 茨城県, 栃木県, 群馬県, 千葉県

7

IV. 公衆の被ばく線量評価

6) 食品による内部被ばくの寄与が大きかった(たとえば、「その他の福島県」の「乳児」で50mGyと評価した甲状腺被ばく量の3分の2は食品によるものと推計された)。

7) 甲状腺被ばく線量の推計値は、実際の被ばく線量の測定結果と比べ、最大5倍高く、若干過大な評価となっている可能性がある(注)。

注) 飯舘村, 川俣町, いわき市で測定が行われた1,080人の子どもの被ばく線量と比べ最大5倍高く、弘前大学により浪江町等で行われた実測値に比べ最大4倍高い。

8) 避難により、その場にとどまり続けた場合に比べて、被ばく線量を10分の1に低減することができた(例えば、乳児で甲状腺被ばく線量を最大750mGy低減)。ただし、避難により、避難関連死の増加と、精神的、社会福祉的なマイナスの影響も生じている。

8

IV. 公衆の被ばく線量評価

食材を介した内部被ばくについて

- 本委員会は、一部の人々、特に計画的避難区域の人々が、高濃度の放射性核種に汚染された食物、すなわち地元で栽培された食物や採取したキノコや野生の植物、あるいは地元で捕獲又は狩猟した魚や獲物を避難する前に口にした可能性を無視することができなかった。
- そのような食習慣により住民の経口摂取による実効線量の推定値が最大でおそらく10倍まで高くなる可能性はあるものの、公衆に対して広範囲に実施された生体全身測定の結果には、そのような高線量を示す証拠は見られなかった。

9

IV. 公衆の被ばく線量評価

食品を介した内部被ばくについて

- 当局の汚染食品の検査においては汚染レベルの高い食品を特定することを優先したため、食品をランダムにサンプリングすることはできなかった。したがって、本委員会が使用した平均濃度の値が過大評価であった可能性がある。
- 多くの食品において測定結果は検出限界よりも低く、その場合本委員会は、検出限度値を有するものと仮定した。これも、経口摂取による人々の線量が高めに評価される原因となった。
- 食物の流通・消費パターンも不確かさの原因のひとつであった。福島県で消費された食物の25%が県内産であったと仮定した場合、事故後1年間の経口摂取による実効線量の推定値は、本委員会の推定値の30%になると考えられる。

10

V. 作業者の線量評価

- 1) 東電福島第一原発内の2012年4月までの作業員2万1,776人の被ばく線量の中で、最も高い実効線量は東電社員の679mSv、線量の中央値は約5mSvであり、250mSvを超える線量は6件であった。
- 2) 内部被ばく線量の最も高い12人についてUNSCEARが独自に内部被ばくを評価したところ、東電の評価と良好な一致が見られた。
- 3) 内部被ばく測定の開始が遅れたため、ヨウ素133のような、短半減期の放射線核種は検出されなかった。これらによる被ばくは、ヨウ素131による被ばく線量の約20%に当たると推定される。これらの要因や他の不確かさにより、事故初期の被ばく線量を確実に把握するためには、さらなる解析作業が必要である。
- 4) 協力会社が実施した内部被ばく線量については、比較した19人中8人について、UNSCEARによる推定値の約50%未満であったため、協力会社の内部被ばく評価の信頼性を確認できなかった。なお、日本側で2013年7月に実施された内部被ばく線量の再評価により、少なくともいくつかの矛盾が解決されたが、再評価結果のさらなる解析が必要である。

11

VI. 健康影響

(a) 一般公衆の健康影響

- 1) しきい値なし直線モデルに基づくリスクモデルでは、推計された線量においてがんのリスクが若干上昇することが示唆されるが、その上昇は日本人の自然発生によるがんの罹患リスクに比べ小さく、検出できないと考えられる。
- 2) 甲状腺がんについて、ほとんどの線量推計値は、疫学的に被ばくによる甲状腺がんの発生率の上昇が認められる水準ではなかった。仮に推定値の上限の被ばくを受けた人間が相当数いたとすると、甲状腺がんの発生率が増加する可能性がある。しかしながら、チェルノブイリ事故後の住民の甲状腺被ばく線量と比べ、福島県での被ばく線量はかなり低く、チェルノブイリ事故後のように甲状腺がんが大幅に増加するとは予想されない。

12

VI. 健康影響

(a) 一般公衆の健康影響

3) 福島県民健康調査における子どもの甲状腺検査においては、比較的多くの甲状腺異常が見つかりているが、事故の影響を受けていない地域の同等の調査と同様の結果である。今後、このような集中的な検診がなければ検出されなかったであろう甲状腺異常(がん症例を含む)が比較的多数見つかりと予想される。

4) 不妊や胎児への障害などの確定的影響は認められず、白血病、乳がん、固形がんについて増加が観察されるとは予想されない。遺伝性の影響の増加が観察されるとは予想されない。

13

VI. 健康影響

(b) 作業員の健康影響

1) 緊急作業に従事していた作業員について、放射線の影響による死亡や急性の健康影響は発生していない(ただし、当初の観察では、強い心理的影響が認められた)。

2) 確定的影響

13人の作業員がヨウ素¹³¹により2~12Gyの甲状腺吸収線量を受けたと見られる。これらの作業員において、甲状腺機能低下症の可能性は排除できないが低い。また、心血管疾患のリスクは非常に低い。なお、白内障のリスクについては情報が不十分なため判断できない。

3) がん全般

作業員の99.3%では、実効線量は低く、平均約10mSvだった。このグループの作業員で、放射線被ばくを原因とする健康影響が識別可能なほど高くなることは予測されない。作業員の約0.7% (173人)が100mSv以上の実効線量を受けた。このグループでは、がんのリスクが高くなることが予想されるが、放射線被ばくによるがんの発生率の上昇が識別可能なレベルになる可能性は低い。

4) 甲状腺がん、白血病

約2,000人が甲状腺吸収線量100mGyを超えたと推定される。100~1,000mGyの範囲で成人期被ばくによる甲状腺がんのリスク上昇の証拠ははっきりしないが、このグループ内での甲状腺がんの発生率上昇を識別できる可能性は低い。甲状腺吸収線量2~12Gyの13人の作業員の甲状腺がんのリスクは高いが、人数が少ないため、発生率の上昇を識別できないであろう。これらの作業員の白血病リスクについては、人数が少ないため、発生率上昇を識別できるとは予測されない。

14

VII. ヒト以外の生物相での線量と影響の評価

- 影響の可能性は地理的に限定され、これ以外の場所では問題にならない。なお、汚染水の海洋放出による影響については、今後のフォローアップが必要。

15

VIII. 要約及び結論並びに今後の課題

- 福島第一原発から大気中へ放出された放射性物質の総量は、チェルノブイリ原発事故の約10分の1(ヨウ素131)及び約5分の1(セシウム137)。
- 避難により、被ばく線量を10分の1に低減することができた。ただし、避難により、避難関連死の増加と、精神的、社会福祉的なマイナスの影響も生じている。
- チェルノブイリ事故後の住民の甲状腺被ばく線量と比べ、福島県での被ばく線量は低く、チェルノブイリ事故後のように甲状腺がんが増加することは予想されない。福島県民健康調査における子どもの甲状腺検査においては、このような集中的な検診がなければ検出されなかったであろう甲状腺異常(がん症例を含む)が比較的多数見つかりと予想される。
- 不妊や胎児への障害などの確定的影響は認められず、白血病や乳がんについて増加が観察される見込みはない。遺伝性の影響は、予想されない。

16

今後継続すべき課題について

- チェルノブイリ及びスリーマイル島における原発事故の場合と同様、今後数年から数十年にわたり、事故の進展に寄与する要因や環境への放出、その結果生じた公衆、作業員、環境の被ばく、関連のある健康上のリスクについてさらなる情報が継続的に提供されることになる。
- 本委員会は、事故後3年近く経つ現在、原発サイト内の作業員の集団実効線量が必然的に上昇していること、放射能汚染水が原発サイト内で漏れいしていること、地下水が放射性核種を水域環境に運んでいる(ただし制御対策も採られている)ことを認識している。
- 本委員会による評価の信頼性を高め、確証し、向上させるための科学的な研究を行うことが望まれる。科学研究に関する主な優先事項を次に記す。

17

今後継続すべき課題(住民の健康管理関連)

- 事故の進展と気象条件をより良く理解し、大気中輸送、拡散及び沈着パターンを再構築するモデル予測を利用して、放射性核種の大気中への放出量とその特性の時間的変化の推定をより確かなものにする。
- 利用可能なあらゆるデータと適切なモデルを活用し、公衆が受けた線量の分布の特徴をよりよく把握すること(これには個人の行動、検出限度、サンプル抽出手順、測定結果の分布についてのさらなる検討が含まれる)。同時に、線量推定における不確かさをより詳細に定量化する。
- 人々の体内の放射性核種の測定をさらに実施し、線量の推定値と分布の精度を向上させ、現在及び将来の被ばくレベルを推定すること。
- 福島県での健康調査を継続すること。現在のプロトコルによる小児の超音波検査を継続し、このような徹底的な検査による甲状腺がんの見かけの発生率について解析し定量化すること(この点に関しては、事故の被害を受けていない地域での甲状腺がん調査が有用である)。個人線量が適切に評価できている集団から成る、疫学的な研究のためのコホートの確立を検討すること。

18