

体表面汚染スクリーニングが示す 初期甲状腺被ばく防護の不備

—もうひとつの「実測データ」による線量推計

study2007

ツイッターアカウント study2007 による筆名。原子核物理の研究者(Ph.D.)

引き上げられたスクリーニング レベル

初期被ばく医療における体表面汚染のスクリーニングレベルは1歳児甲状腺等価線量 100 mSv を与える I-131 を想定し 40 Bq/cm² とされている¹。これは標準的な大口径 GM サーベイメータにおいて約 1 万~1 万 3000 cpm (cpm: カウント数/分) に相当するとされ、安定ヨウ素剤の予防服用に係る防護対策の指標になっている^{(注1)2,6}。これに従い東日本大震災に伴う東京電力福島第一原発事故後の初期対応においても 1 万 cpm を超えた場合はヨウ素剤を服用させるべきとし、原子力安全委員会(当時)から現地対策本部に向け助言されている(2011年3月13日、表1)。

しかしながらこの助言は現場には伝わらず、さらに全身除染のための水(お湯)を確保するのが困難との判断から、福島県はスクリーニングレベルを 10 万 cpm (日立アロカ製 TGS-146 型において約 354 Bq/cm²、1歳児甲状腺等価線量 890 mSv に相当)に引き上げた経緯がある^{3,4}。このとき 1 万 3000 cpm から 10 万 cpm の人については部分的な拭き取り除染をすることも決められたが、その指示は徹底せず、10 万 cpm 未満の人に対し何らの除染も行わなかった会場もあったと報告されている⁴。

その後3月20日には安全委員会も除染のためのスクリーニングレベルを 1 万 cpm から 10 万 cpm に引き上げることを決め、翌21日には各自治体の保健主管部局宛に周知している⁵。なお、

この連絡においても 10 万 cpm 未満の者に対しては「保健師が心のケア等を実施し、説明後帰宅」と記されているだけで、ヨウ素剤の服用については特に触れられていない。

10 mGy を推奨する WHO の ヨウ素剤服用ガイドライン

安定ヨウ素剤の服用基準に関する WHO のガイドラインでは、チェルノブイリ事故後の知見をふまえ、若年者に対し甲状腺等価線量 10 mGy (1 Gy を 1 Sv と換算すると 10 mSv) とすることが推奨されている⁶。たとえばベルギーでは 0~19 歳に対し 10 mSv、ドイツ(0~12 歳)、オーストリア(0~16 歳)、アメリカ(0~18 歳)では 50 mSv が甲状腺等価線量の予測線量もしくは回避線量の介入レベルとして採用されている。

このガイドラインについては原子力安全委員会の被ばく医療分科会においても過去に検討されている⁷。しかしながら予測線量に対する(屋内での滞在やチェルノブイリとのヨウ素摂取量の違いによる)想定上の線量抑制効果に期待した定性的な議論に留まり、具体的な数値の提示に至らないまま 100 mSv に据え置かれている⁷。すなわち保守的な基準としての 40 Bq/cm² が仮に 100 mSv より低い線量に相当したとしても、それが若年者に対して十分に保守的であったとは言い難い。

WHO のガイドラインをふまえれば子どもに対してはその 1/10 (4 Bq/cm²、1000 cpm) 程度の水準であっても国・自治体として安定ヨウ素剤の配布

表1 一体表面汚染のスクリーニングレベル引き上げに関する経緯(文献3より抜粋)

日時 (2011年3月)	福島県	現地対策本部 (オフサイトセンター)	経済産業省緊急時対応センター ERC(および安全委員会からの連絡役)	原子力安全委員会
12日	スクリーニング開始 (40 Bq/cm ² , 1万3000 cpm)			
13日午前		ERC に対し 40 Bq/cm ² または 6000 cpm のスクリーニングレベルを打診(注1)		
13日 10時13分頃			連絡役が安全委員会にファックス	
13日 10時40分頃			安全委員会からの回答は伝わらず(注2)	6000 cpm を 1万 cpm にすることと, ヨウ素剤の服用等を回答
13日 14時20分頃		[40 Bq/cm ² または 6000 cpm] のまま県職員に文書を渡す。しかしこの県職員は救援班に渡さず(注3)		
13日夕方	現地専門家らが 10万 cpm への引き上げを検討(注4)		ERC 医療班員が「10万 cpm」の情報を得たが特に指摘せず	
14日未明			[1万3000 cpm] への据え置きを福島県に伝える	「ERC 医療班状況報告」により 10万 cpm の意向を認識。1万3000 cpm に据え置くことを助言
14日	10万 cpm へ変更(注5) 1万3000 cpm 超えは部分除染			

注1: 6000 cpm は現地対策本部に派遣された放射線医学の専門家が所持していたサーベイメータの換算値による。

注2: 安全委員会からの電話に対し、連絡員として派遣されていたリエゾンは「いまさら変えることはできない」と告げている。また、この連絡員は安全委員会からの修正案を ERC 医療班に渡したと述べているが、ERC 側で受け取ったと述べる者は存在しなかった。

注3: 県職員が指示文書を渡さなかった理由、経緯等は不明。

注4: ERC の「助言活動の履歴」には「福島県立医科大の判断」と記載(文献9)。

注5: 「1万3000 cpm へ据え置く」旨の助言は福島県側に伝わったが、部分的な拭き取り除染をすることにより助言には反しないとの判断があった。しかし 1万3000 cpm までの部分除染については保健所等に明確に伝えられず、10万 cpm 未満の者に対して何らの除染も行わなかった会場もあった。

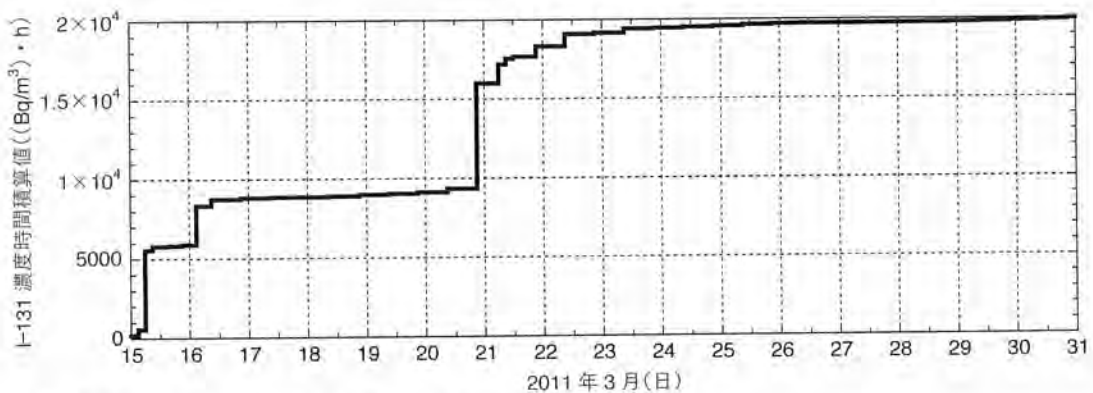


図1 茨城県東海村周辺で観測された大気中I-131ダスト濃度の時間積算値

日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所による2011年3月13日15:20から4月25日9:00までの測定値から抜粋。4月25日9:00までのI-131濃度時間積算値は約2万0350 (Bq/m³)・h

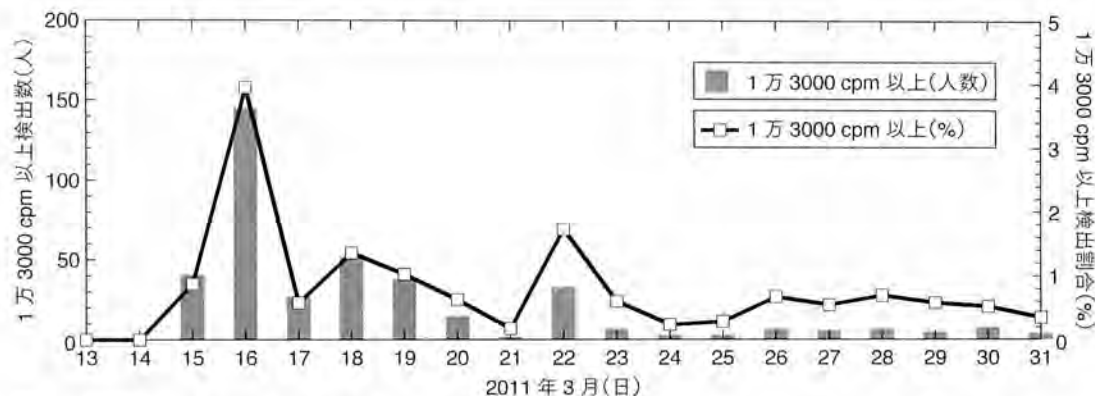


図2—1万3000cpm以上の検出数と割合(日本放射線技師会集計分)

を検討すべきだったと筆者には思われる。たとえ有害事象への懸念から一律の服用には踏み切れなかったとしても、少なくとも服用するかどうかを保護者が判断できる十分な説明と準備は必要だったと考える。

東京電力福島第一原発の事故においても、大気中ダスト濃度は場所や時間に対し様だったわけではないことが観測により示されている²。たとえば(事故初期からの連続測定を実施した)茨城県東海村周辺のI-131ダスト濃度測定を参照すると、わずか1~2回、数時間の外出中の摂取が3~4月までの濃度時間積算値のほとんどを占めたケースも懸念される(図1)³。このような場合は屋内滞在による顕著な低減係数は期待できない。住民、とりわけ子どもの保護を優先する立場をとれば、事故初期の予測線量に関するシミュレーションが、さらに尊重されるべきだったと思われる。

● 1万3000cpm超の人は たしかに報告されている

福島県災害対策本部の「緊急被ばくスクリーニングの活動状況」によると、2011年3月13日から31日までに11万4488人のスクリーニングを行い、102人が10万cpmを超えたと報告されている¹⁰。3月28日までの10万cpmを超えた人の割合は3月30日付けプレスリリースで確認できるが、1万3000cpmから10万cpm未満の人数、割合等については不明である¹¹。一方、日本

放射線技師会の「東日本大震災への対応—福島第一原発事故への取り組み—(中間報告)」には3月13日からのサーベイ結果の内訳が公開されている¹²。

表2はこれら公開されている情報から3月分の測定結果を抜粋したものである。日本放射線技師会の「サーベイ派遣隊」の集計では郡山市と田村市について個別に集計が可能であるためそれらも併記した。またサーベイ派遣隊とは別に福島県放射線技師会による集計も報告されており、これら放射線技師会の報告を合算した1万3000cpm以上の検出人数と割合(3月平均で約1%程度)を図2に示す。沈着までに一定の時間を要することとサーベイに出向くまでの生活上のスケジュールのためか、大量飛散のあった15日、21日の翌日に1万3000cpmを超える検出割合が増加しているように見える。

なお、放射線技師会の報告では10万cpmを超えた割合は3万7627人の測定に対し約0.02%であるが、福島県災害対策本部の集計では11万4488人に対し約0.09%となっている(いずれも3月測定分)。スクリーニング対象者の居住地や行動履歴などが不明なため、正確な評価は難しいが、災害対策本部の集計には本稿評価よりも高線量に晒された集団が含まれていることが懸念される。

● 「1万3000cpm」が 意味する重大さ

事故直後は短半減期核種の寄与が大きく、1万

表2-福島県内で行われた緊急被ばくスクリーニングの結果(文献10~12から2011年3月分を抜粋)

日付	福島県放射線技術師会			日本放射線技術師会サーベイ派遣隊			災害対策本部集計					
	全県35カ所の常設会場と避難所			郡山市, 田村市合計			郡山市, 郡山総合体育館, 郡山体育館, ビッグパレット	田村市, 田村総合体育館など				
	人数	1万3000 ~10万cpm 以上	10万cpm 以上	人数	1万3000 ~10万cpm 以上	10万cpm 以上	人数	1万3000 ~10万cpm 以上	10万cpm 以上	人数	10万cpm以上	
13日	27	0	0							1318	0	
14日	1517	0	0							3038	2	
15日	4711	41	0							11540	5	
16日	3535	137	4	140	4	0	140	4	0	12346	6	
17日	3314	22	0	1334	5	0	510	0	0	14198	43	
18日	2620	40	1	1199	11	0	360	11	0	14336	39	
19日	2196	25	1	1489	12	0	665	12	0	10056	1	
20日	1519	7	0	859	8	0	538	4	0	5818	0	
21日	1124	2	0							2777	1	
22日	1584	33	0	317	0	0	317	0	0	4491	1	
23日	718	3	0	442	4	0	226	4	0	4000	0	
24日	765	2	0	490	1	0	256	0	0	3693	0	
25日	767	1	0	267	2	0	267	2	0	3955	0	
26日	510	2	0	532	5	0	244	0	0	3605	0	
27日	512	0	0	583	5	1	270	0	0	3571	1	
28日	425	0	0	583	6	1	213	0	0	3398	2	
29日	404	4	0	461	1	0	208	0	0	不明	不明	
30日	431	0	0	1102	8	0	218	0	0	不明	不明	
31日	465	3	0	685	1	0				685	1	
3月 合計	27144	322	6	10483	73	2	4165	35	0	6318	38	2
										114488 ^(注)	102 ^(注)	

注: 災害対策本部集計の3月合計については文献10より引用。

表3 代表的核種のパラメーターと本解析で仮定した濃度比(太字)

核種	I-131	I-132	Te-132	Cs-134	Cs-137	Te-129m	I-133	Cs-136	
半減期	8.02 日	2.295 時間(注1)	3.204 日	2.06 年	30.07 年	33.6 日	20.8 時間	13.16 日	
β 線最大エネルギー(keV)(注2)	606	2137	215	658	514	1604	1240	341	
機器効率(%) (注3)	46.5	53	19	47.5	45	53	52	40	
線源効率(注4)	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	
1歳甲状腺等価線量係数(Sv/Bq)(注5)	3.2E-06	3.8E-08	7.8E-07	1.6E-08	1.1E-08	1.4E-07	8.0E-07	3.9E-09	
1歳児実効線量係数(Sv/Bq)(注5)	1.6E-07	2.3E-09	4.5E-08	6.3E-08	1.0E-07	3.2E-08	4.1E-08	1.1E-08	
飯館村の土壌測定(注6) 3月15日換算濃度比	9.2	8.3	8.3	1	1	-	-	-	
40~80 km 圏の土壌測定(注7) 3月15日換算濃度比	16.5	1.1	7.6	1	1	1.4	-	0.32	
15日観測ダスト	JAEA サイクル研(注8)(Bq/m ³)・h	5891	-	4568	622	744	1599	789	135
	JAEA 原 科 研(注9)(Bq/m ³)・h	4212	3708	3094	512	506	415	597	59
	本解析で仮定した濃度比(I-131基準)	1	0.78	0.78	0.11	0.11	0.22	0.11	0.02
21日観測ダスト	JAEA サイクル研(注10)(Bq/m ³)・h	8964	-	1409	1272	1392	838	17	190
	JAEA 原 科 研(注11)(Bq/m ³)・h	2270	360	266	335	334	170	0	44
	本解析で仮定した濃度比(I-131基準)	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.09	0.00	0.02

注1: I-132についてはTe-132と放射平衡の関係にあると仮定し半減期3.204日で計算。

注2: Table of Radioactive Isotopes より(文献13)。

注3: アロカ技術資料より(文献14)。

注4: 日本工業規格 JIS 4504 より(文献15)。

注5: 各核種の化学形態、粒子径、吸入タイプから最大値を引用(文献8, 22, 23)

注6: 京都大学 今中哲二氏らの測定による(文献16)。

注7: 弘前大学 細田正洋氏、床次眞司氏らの測定による(文献17)。

注8: 3月14日17時36分から3月16日2時52分までの測定(文献8)。

注9: 3月15日1時25分から3月15日9時15分までの測定(翌16日6時5分まで欠測)(文献18)。

注10: 3月20日20時58分から3月22日9時0分までの測定(文献8)。

注11: 3月21日3時45分から3月22日9時0分までの測定(途中欠測あり)(文献18)。

3000 cpm に相当する甲状腺等価線量は刻々と変化したと考えられる。本来はスクリーニング実施日や地域ごとに核種比や沈着(吸入)のタイミングを考慮する必要があるが、事故直後の大気中ダストや土壌沈着の測定データは乏しく、詳細な評価は難しい。本稿では15日と(地域によっては)21日に主たる飛散(吸入)があったと想定し、着衣や皮膚に残された「1万3000 cpm」から換算される1歳児甲状腺等価線量をスクリーニング実施日ごとに試算する。

表3には本稿解析に用いたパラメータを示す。GMサーベイメータのカウントに寄与する主な核種としてI-131, I-132, Te-132, Cs-134,

Cs-137, Te-129m, I-133 および Cs-136 を評価する¹³⁻¹⁵。土壌の核種濃度比については京都大学の今中哲二氏らによる飯館村、および弘前大学の細田正洋氏、床次眞司氏らによる40~80 km 圏の土壌サンプリングから3月15日時点に換算したデータを参照した^{16, 17}。また、事故直後の大気ダストの濃度比については、茨城県東海村周辺の日本原子力研究開発機構(JAEA)(核燃料サイクル工学研究所、および原子力科学研究所(原科研))の測定結果から抜粋した^{8, 18}。本解析ではこれら独立した複数機関の実測データからI-131を基準とした濃度比を概略推定し計算に用いた。弘前大学の評価ではI-132/Cs-137比は小さいとされているが、JAEA

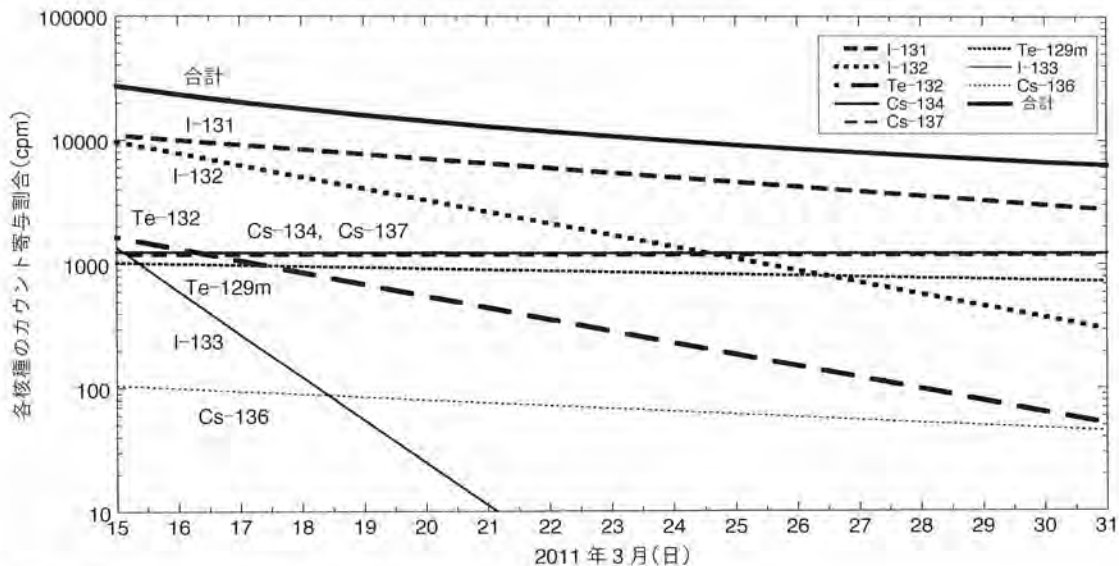


図3—40 Bq/cm² のI-131 を想定した大口径 GM サーベイメータのカウント寄与割合

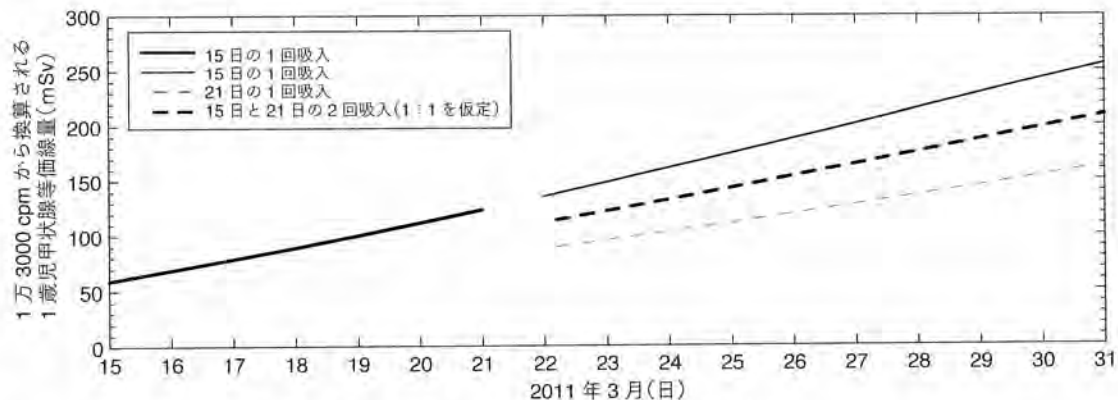


図4—スクリーニング実施日ごとの1万3000 cpmあたりの1歳児甲状腺等価線量の推移

原科研の実測値と放射平衡を考慮し、本稿ではI-132についてはTe-132と同じ濃度、半減期と仮定している。

図3に3月15日に主たる沈着(吸入)があった場合の各核種のカウント寄与割合の推移を示す。サーベイメータの有効径は19.6 cm²を想定している。Te-129mについては崩壊確率を考慮し、係数0.37を乗じ計算した。3月15日時点では半減期の短いI-132の寄与も大きく、I-131の沈着を40 Bq/cm²とした想定では、8核種合計で約2万7000 cpmと評価される。その場合の1歳児甲状腺等価線量は約124 mSv(I-131の寄与分は100 mSv)と

計算される。サーベイ実施日までの間に着衣(主に上着など)の着替えがなかったと仮定すると、「1万3000 cpm」から換算される1歳児甲状腺等価線量を割り出すことができる。

図4は15日および21日の沈着(吸入)に対する1万3000 cpmあたりの1歳児甲状腺等価線量を計算したものである。沈着に要する時間や測定所へ出向くまでの生活スケジュールを考慮し、21日の飛散は翌22日検出分から寄与したと想定し、核種割合を変え計算した。同じ「1万3000 cpm」であっても摂取シナリオやサーベイまでの期間の違いによって、1歳児甲状腺等価線量は2

～4 倍程度異なっていたことがわかる。

スクリーニング集団の 甲状腺被ばく線量

1 万 3000 cpm を超えた検出割合は全体の約 1% 前後に過ぎず、この情報だけから個人や集団として平均被ばく線量を推定するのは困難である。しかしながら飛散した核種の濃度比と摂取シナリ

オを想定することにより、スクリーニングレベルに相当する(吸入による)内部被ばく量の推定は可能となる。

図 5(a)には 3 月 15 日の摂取および 22 日以降検出分については 21 日との 2 回摂取(摂取比率は 1:1 と仮定する)を想定した場合、図 5(b)は 15 日の摂取と、22 日以降については 15 日とは独立に 21 日の 1 回だけ吸入した場合の線量(1 歳児甲状腺等

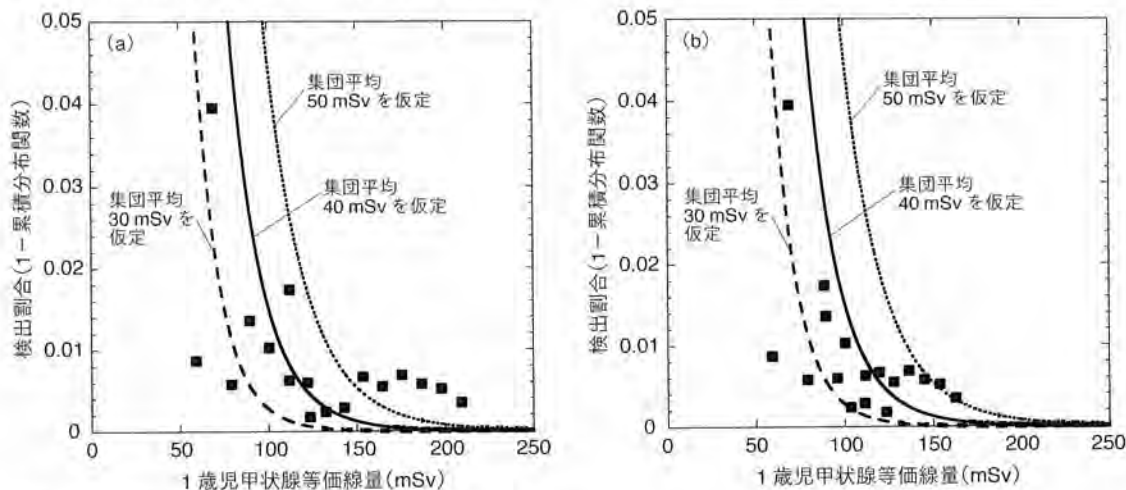


図 5—1 万 3000 cpm に相当する線量とそれを越えた検出割合

(a) 15 日の 1 回摂取および 22 日以降検出分については 15 日と 21 日の 2 回摂取(1-131 吸入比 1:1)を仮定、(b) 15 日および 22 日以降検出分については 21 日の 1 回摂取モデルを仮定。対数正規分布(変動係数 0.5)を仮定したフィッティングでは集団平均線量 40 mSv 前後の水準にある。

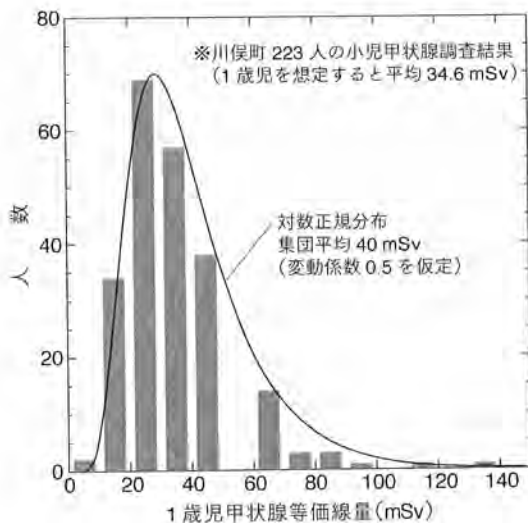


図 6—川俣町での小児甲状腺スクリーニング結果(本誌 4 月号 p. 410 図 6 参照)と対数正規分布を仮定した被ばく線量分布の相対比較

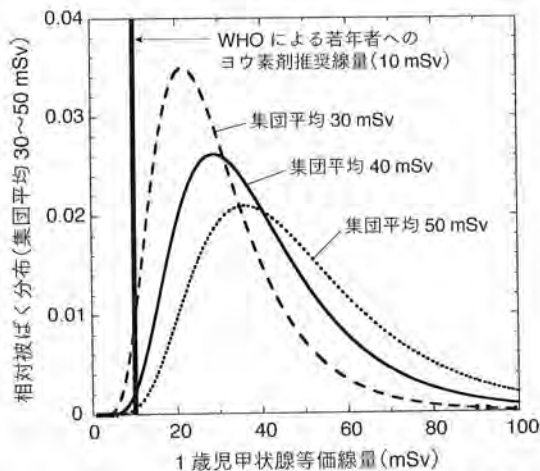


図 7—各集団平均を仮定した 1 歳児甲状腺等価線量分布と WHO による若年者へのヨウ素剤服用推奨線量(10 mSv)

価線量)とその検出割合をプロットする。原発事故後のフォールアウトによる土壌表層の汚染分布の頻度は一般に対数正規分布に近づくという報告もあり、吸入による内部被ばくも相対的には同様の分布になることが予想される¹⁹。ここでは1歳児甲状腺等価線量の集団平均を30~50 mSvと仮定した線量と検出割合(1-累積分布関数)を参照する。フィッティング関数については今後も様々な調査結果と照らし合わせ適応性を評価・確認してゆくことが必須ではあるが、本稿評価で用いた関数は小児甲状腺スクリーニング検査の結果(川俣町223人公表分)とは比較的よい一致が得られている(図6)²。

図5の2つの摂取モデルのいずれにおいても、日本放射線技師会集計分の吸入による集団平均線量は40 mSv前後の水準にあったことが示唆される。WHOの2013年レポートでは郡山市や田村市を含むグループの1歳児甲状腺等価線量は35 mSv(内部、外部被ばくの合計)と評価されている²⁰。またUNSCEARの2013年レポートでは同グループ

の1歳児等価線量は33~52 mSv、郡山市、田村市への避難者については36~82 mSv(いずれも内部、外部被ばくの合計)と評価されている²⁴。吸入摂取による寄与を3分の1程度と仮定すると約12~27 mSvとなり、本稿評価に比べファクター2~3程度低い。しかしながら初期被ばくに対するそれぞれの評価の不確かさを考慮すると、大きくは乖離していないように見える。これら被ばく水準において仮に1歳児を想定した場合、ほとんど(集団平均40 mSvとすると99%以上、30 mSvの場合でも98%以上)の被験者がWHOのヨウ素剤摂取推奨値である10 mSv以上の甲状腺被ばくをしていたことになる(図7)。

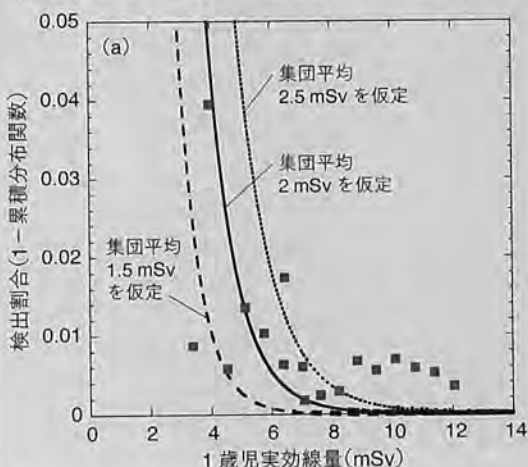
● 体表面汚染スクリーニングの結果から見てくる防護体制の不備

本解析は、I-131による40 Bq/cm²の沈着に対し1歳児甲状腺等価線量100 mSvを想定しており、保守的な見積もりである。また主たる線量域

コラム

事故初期のダスト吸入による内部被ばく(実効線量)の評価

福島県の集計によると、ホールボディカウンタ(WBC)による内部被ばく測定は、2011年6月27



日から9月30日まで(つまり事故後半年以内)に4463名に対し実施されている²¹。しかし、この測定は被験者数、地域が限られているうえ主な吸入摂取から3カ月以上経過したものである。ヨウ素など短半減期核種の減衰はもちろん、セシウ

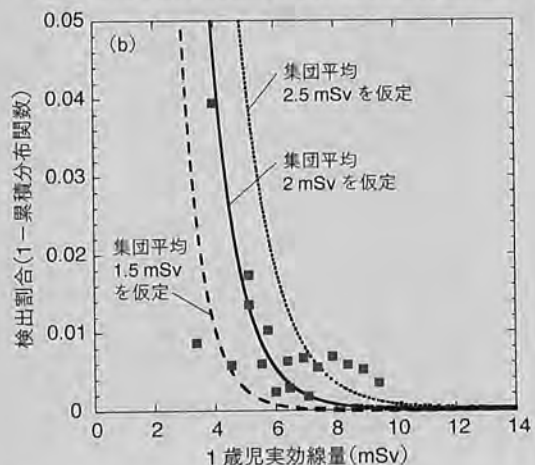


図8—1万3000 cpmに相当するしきい値線量とそれを越えた検出割合

(a)15日の1回摂取および22日以降検出分については15日と21日の2回摂取(I-131吸入比1:1)を仮定、(b)15日および22日以降検出分については21日の1回摂取モデルを仮定。対数正規分布(変動係数0.5)を仮定したフィッティングでは集団平均線量2 mSv前後の水準にある。

と思われる 1000~1 万 3000 cpm の測定結果が不明なことから不確かさも大きい。

しかしながら事故初期の経口摂取や、スクリーニング検査までの着替えや入浴といった身体除染による「内部被ばくの見逃し」(これは過小評価につながる)も考慮すると、楽観できる結果とは言い難い。UNSCEAR 2013 年レポートでは、この水準の被ばくによるリスク上昇を「識別できない(no discernible increase)」(筆者による仮訳)と表現しているようである。しかしながら、それは現状の統計的手法では疾病の増加を「証明できそうにない(likely not be able to demonstrate)」(筆者による仮訳)ということに過ぎず、「リスクがない」あるいは将来の疾病の増加の可能性を排除するという意味ではないと明記されている(p. 76, 167 段落)²⁴。さらに現地対策本部集計分の 10 万 cpm 以上の検出割合は日本放射線技師会集計分よりも高く、より高線量に晒された集団の存在も懸念される(表 2)。

これら一連の経緯と事実から、60~100 km 圏

ムについても生物学的半減期やその個人差を考慮すると、一般住民の初期内部被ばくの評価に用いるのは困難だと思われる。

一方、本稿で取り扱った体表面汚染スクリーニングも、あくまでも「緊急時のふるいわけ」と考えておくべきである。その測定や摂取モデルによる不確かさ、沈着速度に対する保守的な取り扱いなど、留意する点が多い。しかしながら事故直後に行われた 10 万人規模の「実測データ」として、初期内部被ばく評価の補助的な役割を果たせる可能性はある。

図 8 は事故直後の吸入による内部被ばく(1 歳児実効線量)を計算したものである。対数正規分布(変動係数 0.5)を仮定すると、集団平均として 1 歳児実効線量 1.5 mSv から 2.5 mSv の範囲にあり、平均 2 mSv 程度に近いように見える。集団平均 2 mSv を想定した場合、約 9 割以上の(1 歳児)住民が内部被ばくによる実効線量 1 mSv を超えていたと計算される(図 9、集団平均 1.5 mSv の場合でも約 7 割以上)。シミュレーションや他の(タイミングを逃した)実測データでは推定困難な初期被ばく評価

内においては住民の放射線防護や身体除染、さらには適切な連絡のやりとりすら困難であったことが明確に示されている。特に若年者についてはヨウ素剤の服用や可能な限り早期の避難が必要であったにもかかわらず、適切な対応をとることはできなかった。事故の進展によってはより高濃度の汚染が拡散した可能性も十分にあり得たと思われる。

この結果を教訓とするならば、少なくとも原発から 100 km 程度の範囲についてはヨウ素剤の備蓄を含め、あらゆる事態を想定した退避・避難計画を準備しておくことが必須だと思われる。これらは多くの関係者の努力と 10 万人以上の被災住民の被害を引き換えに得られた貴重な知見である。数少ない事故直後の実測データとして詳細に検討を行い、初期被曝の評価と児童・住民の今後の健康管理・防護に活かすことが急務と考える。

の空白を埋める意味でも、体表面汚染スクリーニングの「1 万 3000 cpm」以下のデータが存在すれば、極めて有益な知見が得られるものとする。

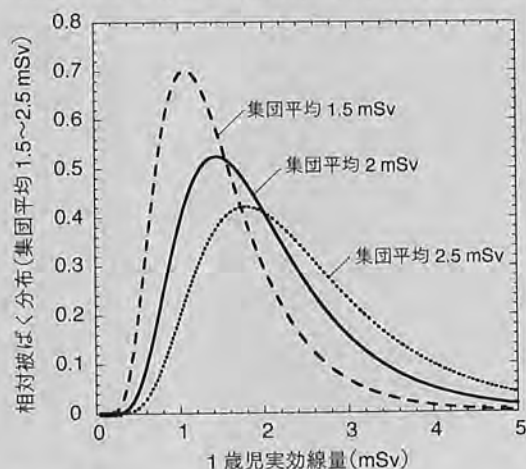


図 9 各集団平均を仮定した 1 歳児実効線量分布

注

1 吸入による1歳児甲状腺等価線量100 mSvを与えるダスト濃度の時間積算値は呼吸率と甲状腺等価線量係数を想定することで、約15万(Bq/m³)・h(ICRP Publ.2)、もしくは約10万(Bq/m³)・h(Publ.71)と計算される。これによる皮膚や着衣の汚染は沈着速度0.1cm/s(0.1~1 cm/sの小さいほうの値)を仮定することで40 Bq/cm²と導出される。

文献

- 1 緊急被ばく医療研修 付録2 初期被ばく医療の放射線測定におけるスクリーニングレベル, http://www.remnet.jp/lecture/b03_01/a02.html
- 2 study2007, 初期小児甲状腺被ばく調査(スクリーニング)の再評価のために 過小評価をもたらす要因とバックグラウンドを考える, 科学, 84(4), 406(2014)
- 3 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会最終報告(本文編 255 ページ), <http://www.kantei.go.jp/jp/topics/2012/pdf/jikocho/honbun.pdf>
- 4 原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会 被ばく医療分科会第31回会合 医分第31-4号スクリーニングに関する提言(案), <http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/hibakubun/hibakubun031/siry04.pdf>
- 5 事務連絡 厚生労働省健康局総務課地域保健室 放射線の影響に関する健康相談について(依頼)(一部修正及び追加), <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r985200000150x9-img/2r98520000015pqq.pdf>
- 6 原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について, 平成14年4月, 原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会, <http://www.u-tokyo-rad.jp/data/ninpuyouso.pdf>
- 7 原子力安全委員会 被ばく医療分科会 ヨウ素剤検討会第7回会合議事次第, 平成14年4月12日など http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/soki/youso/youso_s007.htm
- 8 JAEA-Review 2011-035 福島第一原子力発電所事故に係る特別環境放射線モニタリング結果-中間報告(空間線量率, 空気中放射性物質濃度, 降下じん中放射性物質濃度)-, <http://jollisrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2011-035.pdf>
- 9 「助言活動の履歴について(4月10日(日)23時時点)」, 原子力安全委員会, https://www.nsr.go.jp/archive/nsc/info/ERC-llai/son_rireki.pdf
- 10 緊急被ばくスクリーニングの活動状況について(平成25年4月30日更新), 福島県災害対策本部, http://www.cms.pref.fu.kushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=8088CCD092EB5E1F0A87D5597C275388?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=23801
- 11 2011年6月10日 日本物理学会シンポジウム「物理学者から見た原子力利用とエネルギー問題」物理学者の取り組み, <http://www.jps.or.jp/information/movie/files/otsuka.pdf>
- 12 「東日本大震災への対応-福島第一原発事故への取り組み-」(中間報告), 社団法人 日本放射線技師会, http://www.jart.jp/activity/tc1j8k000000014r-atl/report_20110611.pdf
- 13 WWW Table of Radioactive Isotopes Nuclide search, <http://nucleardata.nuclear.lu.se/toi/nucSearch.asp>
- 14 緊急時モニタリング機材取扱いポケットブック 付図-5

GM計数管式表面汚染用サーベイメータの機器効率(アロカ技術資料より)(アロカ製 TGS-125, 133, 136, 146型), http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/pocketbook/p108.html

15 日本工業規格 JIS 4504 放射性表面汚染の測定方法-β線放出核種(最大エネルギー0.15 MeV以上)及びα線放出核種, <http://kikakurui.com/z4/Z4504-2008-01.html>

16 飯館村初期被曝評価(2)地表沈着放射能に基づく村内全戸の空間線量評価 第14回「環境放射能」研究会(2013年2月27日), つくば KEK, <http://www.rii.kyoto-u.ac.jp/NSRG/ISP/KEK2013imanaka.pdf>

17 M. Hosoda et. al., Activity concentrations of environmental samples collected in Fukushima Prefecture immediately after the Fukushima nuclear accident, nature SCIENTIFIC REPORTS, DOI: 10.1038/srep02283, <http://www.nature.com/srep/2013/130725/srep02283/pdf/srep02283.pdf>

18 JAEA-Data/Code 2012-010 原子力科学研究所における福島第一原子力発電所事故下での環境放射線及び大気中放射性核種の緊急時モニタリング, <http://jollisrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Data-Code-2012-010.pdf>

19 JNES-RE-2013-2006 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴うフォールアウト放射線測定方法の検討-表面汚染測定-, 独立行政法人原子力安全基盤機構, <http://www.nsr.go.jp/archive/jnes/content/000125616.pdf>

20 WHO 2013: Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130_eng.pdf

21 福島県ホームページ, ホールボディカウンターによる内部被ばく検査について(過去の実施結果), http://www.cms.pref.fu.kushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=23C64F4C2A93AC1D4A98084EF7119A3A?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=35884

22 ICRP PUBLICATION 119, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, [http://www.icrp.org/docs/P%20119%20JAICRP%2041\(s\)%20Compendium%20of%20Dose%20Coefficients%20based%20on%20ICRP%20Publication%2060.pdf](http://www.icrp.org/docs/P%20119%20JAICRP%2041(s)%20Compendium%20of%20Dose%20Coefficients%20based%20on%20ICRP%20Publication%2060.pdf)

23 ICRP PUBLICATION 71, Age-dependent Doses to Members of the Public from intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients, http://ani.sagepub.com/content/suppl/2013/06/25/25.3-4.DC1/P_071_JAICRP_25_3-4_Age-dependent_Doses_to_Members_of_the_Public_from_Intake_of_Radionuclides_-_Part_4_Inhalation_Dose_Coefficients.pdf

24 UNSCEAR 2013 REPORT Vol. I Annex A: Levels and effects of radiation exposure to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami, http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2013_1.html