

今中 哲二

1950年生まれ。1973年大阪大学工学部原子力工学科卒。
1976年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了(原子力工学)。1976年京都大学原子炉実験所助手。2007年より京都大学原子炉実験所助教。

専門は、原子力学、環境影響評価。とくに、原子力施設がもたらす環境影響に関する研究。共著として『チェルノブイリ事故による放射能災害——国際共同研究報告書』(技術と人間)、『原発を終わらせる』(石橋克彦編、岩波新書)ほか。

叢書 震災と社会

低線量放射線被曝—チェルノブイリから福島へ

2012年10月25日 第1刷発行

著者 いまなかてつじ
今中哲二

発行者 山口昭男

発行所 株式会社 岩波書店
〒101-8002 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5
電話案内 03-5210-4000
<http://www.iwanami.co.jp/>

印刷・三陽社 カバー・半七印刷 製本・牧製本

© Tetsuji Imanaka 2012
ISBN 978-4-00-028530-8 Printed in Japan

図(日本複製権センター委託出版物) 本書を無断で複写複製(コピー)することは、著作権法上の例外を除き、禁じられています。本書をコピーされる場合は、事前に日本複製権センター(JRRC)の許諾を受けてください。

JRRC Tel 03-3401-2382 <http://www.jrcc.or.jp/> E-mail jrcc_info@jrcc.or.jp

甲A第280号証

被曝影響に関する基本的な科学的知見に反していると考えられている(文献[7])。

「100ミリシーベルト以下で健康影響は観察されていません」という専門家の話を総合すると、その最大の根拠は広島・長崎の被爆生存者追跡データにあるようだ。広島・長崎の被爆生存者については、米国が設置した旧ABCC(原爆傷害調査委員会、現在は日米共同運営の放射線影響研究所)によって1950年の国勢調査の付票をもとに約12万人の固定集団が設定され、60年にわたって追跡調査が行われている(文献[8])。

その調査結果は、寿命調査報告(LSS)として逐次発表され、国際放射線防護委員会(ICRP)などによる被曝リスク評価の基礎データとなってきた。もともと最近の報告「寿命調査第13報(1950-1997)」によると、個人線量の見積もりが行われている8万6572人の調査対象者のうち、47年の調査期間に亡くなったのは4万4771人で、うち9335人が固形がん、582人が白血病など血液系腫瘍による死亡であった(文献[9])。広島・長崎がん死データの解析結果は従来から、放射線被曝の線量効果関係について「直線・しきい値なし(LNT)モデル」が妥当であることを強く示唆してきた。表1はすでに本書第II部の「低線量放射線被曝とその発がんリスク」でも掲載したのだが、LSSデータ全体(0-4シーベルト)から被曝量の大きなグループを順に除いてゆき、解析範囲を低い被曝量域にずらしながら固形がん死の過剰相対リスクを求めたものである。被曝

量の大きなグループ(200ミリシーベルト以上)を含むときの統計的有意性は明白であるが、有意性の判定に用いる力値は、たしかに100ミリシーベルト以下の被曝量域では通常の判定基準である0.05より大きく、約5万人の死亡を含む広島・長崎データでは、「100ミリシーベルト以下において統計的に有意ながん死増加は観察されていない」と述べることは間違いではない。

しかし、表1に示されているがん死リスク係数(線量あたりの過剰相対リスク)を素直に眺めるなら、データ全体に対しては「被曝量は小さくとも、被曝量に比例してがん死リスク

が増加する」というLNTモデルがよく適合していることは明らかであろう。少なくとも、「100ミリシーベルト以下で過剰相対リスクの値が急にゼロになる」というしきい値モデルは成立しがたい(逆に100ミリシーベルト以下ではむしろリスク係数は大きくなる傾向が認められる)。

世界の主流は「直線・しきい値なし」

放射線防護に関する国際放射線防護委員会(I

表1 解析対象範囲を変えたときの1シーベルトあたりの過剰相対リスク(文献[9])。

解析対象被曝量(Sv)	1Svあたり過剰相対リスク(標準誤差)	p値*
0~4	0.47(0.05)	<0.001
0~2	0.54(0.07)	<0.001
0~1	0.47(0.10)	<0.001
0~0.5	0.44(0.12)	<0.001
0~0.2	0.76(0.29)	0.003
0~0.15	0.56(0.32)	0.045
0~0.125	0.74(0.38)	0.025
0~0.1	0.64(0.55)	0.30
0~0.05	0.93(0.85)	0.15

*片側検定値。

ICRPの勧告は、各国の放射線防護基準のもとになってきたが、原子力開発の歴史の中でICRPが果たしてきた役割についてはさまざまな批判がなされている(文献[10])。その一方、ICRPの報告書や勧告が、米科学アカデミーの低線量被曝健康リスク評価委員会(BEIR委員会)報告(文献[11])や国連科学委員会(UNSCEAR)報告(文献[12])ともども、放射線被曝影響という科学分野において基本的な情報を提供してきたことも確かであろう。100ミリシーベルト以下の被曝影響について、ICRPは最新の勧告で以下のように述べている(文献[5])。

「約100ミリシーベルト以下の線量においては不確実性がともなうものの、がんの場合、疫学研究および実験的研究が放射線リスクの証拠を提供している。……基礎的な細胞過程に関する証拠は、線量反応データと合わせて、次の見解を支持していると委員会は判断する。つまり、約100ミリシーベルトを下回る低被曝量域でのがんまたは遺伝性影響の発生率は、関係する臓器および組織の被曝量増加に比例して増加すると仮定するのが科学的に妥当である、という見解を」。

すなわち、低被曝量における疫学データが不十分であっても、生物実験データや細胞レベルでの知見を合わせて検討するならば、100ミリシーベルト以下の被曝に対してLNTモデルを適用するのが適切であるとICRPは明確に述べている。BEIR委員会やUNSCEARも基本的に同じ見解である。

LNTモデルが妥当であるならば、放射線被曝に安全量は存在しない。広島・長崎データにおいて100ミリシーベルト以下で統計的に有意ながん死影響が認められていないことは、被曝影響がなかったということではなく、他の要因によるがん死に被曝影響がまぎれてしまい、統計的に有意な増加としては観察されなかったと解釈すべきである。

放射線は目に見えず私たちの身体はそれを直接感じることができないが、放射線が存在することを疑う人はいないだろう。それは自然界の観察結果と合理的な思考から出てくる結論だと私は思っている。

図1は、1972年に報告されている、スバロウらがムラサキツユクサにX線を照射し、雄しべの毛の変色によって突然変異を観察した結果である(文献[13])。吸収線量2.5ミリグレイ(EGy、ここではミリシーベルトと同等と考えてよい)から突然変異率の増加が認められ、100ミリグレイまではほぼ直線的に増加する。それ以上では線量効果関係の傾きが若干増加し、1000ミリグレイを超えると突然変異率は飽和してしまう。もちろん、ムラサキツユクサの突然変異と人間のがん発生を直接比べることはできないが、放射線被曝によって細胞レベルで生じている初期イベントについて、低被曝領域での直線的な線量効果関係を支持するデータである。ロスカムらは、人間の線維芽細胞をX線で照射し、DNA二重

- [7] 今中哲二「放射線」75(9), 1016(2005)
<http://www.rtrkyoto-u.ac.jp/NSRFG/etc/Kagaku2005-09.pdf>
- [8] 放射線防護研究所編訳 <http://www.rtrfor.jp/shared/briefdescript/briefdescript.pdf>
- [9] D. L. Preston et al.: Radiation Research, 160, 381(2003)
- [10] 中川保雄「放射線防護の歴史」技術への入題(1991)
- [11] Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, BEIR VII PHASE 2 Report, National Research Council of the National Academies USA, 2006
- [12] UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) 2000 Report <http://www.unscear.org/>
- [13] A. H. Sparrow et al.: Science, 176, 916(1972)
- [14] K. Rothkamm & M. Lobrich: PNAS, 100, 5057(2003)
- [15] 原子力安全委員会：低線量放射線リスクの科学的基盤：現状と課題，2004年3月
http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/houbou/houbou001/ssiryo5_1.pdf
- [16] E. Cardis et al.: British Medical J., 331, 77(2005)
- [17] C. R. Muirhead et al.: British J. Cancer, 100, 206(2009)
- [18] 放射線影響協会「原子力発電施設等放射線業務従事者等に関する疫学的調査(第IV期調査 平成17年度～平成21年度)」2010年3月 <http://www.rea.or.jp/fire/gaiyo>
- [19] 国際放射線防護委員会「ICRP Publication 26」日本マインターナー協会(1977)

(出典「科学」2011年11月号)

4 福島原発事故にともなう 飯館村の放射能汚染調査報告

今中哲二(京都大学原子炉実験所)
 遠藤 暁(広島大学大学院工学研究院)
 菅井益郎(医学院大学)
 小澤祥司(日本大学生物資源科学部)

3月11日の東日本大震災に付随して発生した福島第一原子力発電所事故では、津波による非常用発電機能の喪失などが重なって「起きることが想定されていなかった長時間の全電源喪失」という事態に至った。その結果、4基の原発で「冷やす・閉じ込める」機能が喪われ、1号機・3号機での水素爆発にともなう原子炉建屋破壊、2号機での格納容器の部分破壊、4号機使用済み燃料プールでの水素爆発によると思われる建屋破壊などといった一連の事態により、大量の放射能が環境に放出されるに至っている。本稿をまとめている現在(2011年5月8日)においても、原子炉や燃料プールの安定的冷却には至っておらず今後も不測の事態が起こる可能性も否定できないが、これまでに放出された放射能量だけでなく、今回の福島原発事故が1986年のチェルノブイリ原発事故に比して考えられる規模に至ったことは確かである。

原発事故の災害評価や環境放射能の問題に取り組んできた筆者らにとって、今回の事故に対する東京電力、原子力安全・保安院、原子力安全委員会といった責任当局の対応は、理解しがたいことの連続であった。震災2日目の12日夕方に第一原発周辺20キロメートルからの避難指示が出され、15日には20〜30キロメートルでの屋内退避指示が追加されたものの、環境中での放射線量については、東京電力から原発敷地境界での放射線量が発表されるだけで、30キロメートル内一般環境中での放射線量や汚染レベルについての情報がまったく出てこなかった。

また、こうした原発事故に備え、気象条件や地形条件を考慮して被曝量予測を行うため長年かけて開発されてきたはずの、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）の予測結果が発表されないのも不思議な現象であった（5月4日に至って5000件の予測データが原子力安全委のホームページに掲載された）。

そうした情報不足のなかで、福島県災害対策本部が発表していたモニタリングデータ結果によると、第一原発から北西39キロメートルに位置する飯館村の役場前で3月15日18時20分に単位時間あたり44.7マイクロシーベルトという放射線量率が記録され、その後3月24日においても単位時間あたり約13マイクロシーベルトというかなり大きな値が続いていることが判明した。

このことは、30キロメートル圏外の飯館村一帯においても、看過しがたい放射能汚染が存在していることを示唆しており、私たちは急遽3月28日と29日に現地放射能汚染調査を実施した。その結果、飯館村のほぼ全域にわたって自然放射線レベルをはるかに上回る放射能汚染が観察され、なかでも福島原発から約30キロメートルの村南部での汚染が強かった。地表に沈着した放射能のガンマ線核種分析結果にもとづいて、3月15日の放射能沈着後3カ月間の積算放射線量を見積もってみると、村の中央部にある役場で約20ミリシーベルト、南部の長泥字曲田（以下「曲田」と記す）で約60ミリシーベルトという値になった。

調査チームの経緯

飯館村の放射能調査を計画した段階で、今中はまず広島大学の遠藤に協力を要請した。遠藤が電離箱放射線測定器を持参して調査に参加してくれることになり、また、国学院大学で公害問題に関わってきた菅井も協力してくれることになった。飯館村の現地調査を決定したものの、震災後の道路状況やガソリン不足といった問題への対処を検討している段階で、飯館村の村興し活動を20年にわたり支援してきた「飯館村後方支援グループ」（代表：糸長浩司（日本大学生物資源科学部教授、NPO法人エコロジー・アーキスチーブ代表））の小澤から、放射能汚染問題について今中に問い合わせがあり、事情を話したところ飯館村現

地に詳しい小澤らのグループも調査に協力してくれることになった。

3月28日午前、今中、遠藤、菅井、小澤の4人が東京都内のホテルに集合し、まず調査に持参する装備の点検を行った。放射線測定器としては、ALOKA製ポケットサーベイメータPDR101、ALOKA製電離箱式サーベイメータICS313、ALOKA製アルファベータ用サーベイメータTCS352、さらに個人用積算計としてはALOKA製電子ポケット線量計PDM111を持参した。ホテル室内でのPDR101の読みは単位時間あたり0.04マイクロシーベルトであったが、ホテル前の歩道上では単位時間あたり0.13マイクロシーベルトを示した。(西日本の花崗岩地域では自然バックグラウンドは単位時間あたり0.10マイクロシーベルトのところもあり、さほど神経質になる線量率レベルではないが)東京都内のいたるところに放射性セシウムや放射性ヨウ素が沈着していることを示していた。

都内でレンタカーを借り、再開したばかりの東北自動車道を利用して福島方面へ出発した。途中、上河内サービスエリア敷地内での放射線量率は単位時間あたり0.26マイクロシーベルト、高速道路路車中では単位時間あたり0.5〜0.8マイクロシーベルトの値が続いた。15時頃にJR福島駅前の駐車場に到着。駐車場のアスファルト上では単位時間あたり0.8〜0.9マイクロシーベルトで、わきの草地では4マイクロシーベルトであった。

放射線障害防止法にもとづけば、「3カ月間の被曝が1.3ミリシーベルト」つまり「単位時間あたり0.6マイクロシーベルト」を超えるおそれのある場所は「放射線管理区域」に指定する必要がある。そんな汚染は関係ないように、福島市民は普通の格好で普通の生活をしているようだった。

飯舘村の状況と放射線量率測定結果

駅前の駐車場で飯舘村役場からのワゴン車に乗り換え、約50分のドライブで飯舘村役場へ到着した(計画当初はレンタカーで飯舘村まで行く予定であったが、途中の山間部で道路凍結の心配があり、役場がスノータイヤ付きのワゴン車を提供してくれた)。17時前に飯舘村役場に到着。役場前のロータリー(石畳)の線量率は単位時間あたり6.5マイクロシーベルト。コンクリート製の庁舎内は単位時間あたり0.5マイクロシーベルト程度であった。

会議室で菅野村長に面会し、放射能汚染の強さと広さを明らかにするという調査の目的を簡単に説明し、改めて協力を要請して快諾してもらった。役場に隣接する「まていな家」を宿舎として提供してもらうことになり、そこで荷を解いた。すでに夕刻だったが、カップ、長靴、マスクなどの個人装備を整え、ワゴン車に測定器を積み込み、汚染の強いと思われる村の南部の下見を実施した。

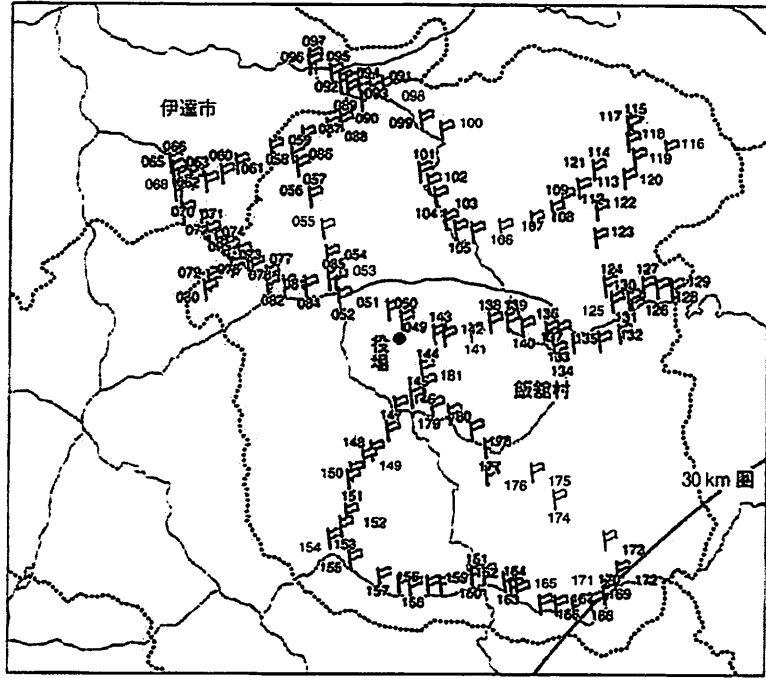


図1 放射線量率測定点

村内北東部では、大倉峠手前の単位時間あたり5〜6マイクロシーベルトから峠を下ると大倉付近の単位時間あたり2〜3マイクロシーベルトへと減少した。午前中に飯館村北側の92地点(図1、表1の#49〜#143)を測定した。午後は南部の38地点での放射線量を測定した(図1、表1の#144〜#181)。南部では、北部に比べて大きな放射線レベルが認められ、比曾川沿いの下比曾地区から蕨平地区にかけては、単位

南に向かうにつれて線量計の数字は上がり、村の南端あたりでPDR101が振り切れた(単位時間あたり20マイクロシーベルト以上)。今中の職場である京都大学の研究用原子炉(KUR)では、単位時間あたり20マイクロシーベルト以上の場所は「高線量率区域」に指定され、放射線作業従事者であってもむやみに立ち入らないことになっているが、そのような放射線量率の場所に、人々が普通に暮らしているという不条理な光景が目の前に広がっていた。

そのあたりの土をサンプリングするなら、「法的に放射性物質として扱わなければならない濃度」に達していることは経験的に明らかであった。2日目は、午前8時過ぎに「まていな家」を出発し、まずは相対的に汚染の弱そうな北部の調査を行った。役場職員の運転手と道案内役、現地でサポートにあたった「飯館村後方支援グループ」のメンバーである浦上健司、それに調査グループの4名がワゴン車に乗り込み、村内道路(ほとんどアスファルト舗装)の交差点など、地図上で位置を確認しやすいところで車を止め、同時にGPSで位置を確認しながら、車内での線量率を測定した(図1、表1)。

村役場周辺を含む村の中央から北西部の放射線レベルは単位時間あたり5〜7マイクロシーベルトで、伊達市方向へ向かう峠を越えると単位時間あたり2〜3マイクロシーベルトに減少した。

表1 飯館村各ポイントでの放射線量率測定結果(2011年3月29日)
 数値は放射線量率($\mu\text{Sv/h}$), カッコは車外道路上, カッコ以外はワゴン車内測定.

No	時刻	場所	ポケット サーベイ PDR-101	電離箱 ICS- 313	No	時刻	場所	ポケット サーベイ PDR-101	電離箱 ICS- 313
49	9:15	飯館村役場	3.5		82	10:27	399 交差点	2.9	
50	9:18	伊丹沢交差点	6	6.4	83	10:28		4.2	
51	9:20	松塚	5.3		84	10:30	斎藤運輸工業	4.8	
52	9:23	白石	7.5		85	10:31	白石交差点	4.1	
53	9:25	白石	6.6		86	10:35	前田交差点	5.9	
54	9:37	細川牧場	7		87	10:37	豊栄	6.6	
55	9:40	菅田	6		88	10:38	山津神社	6.5(11.5)	(12)
56	9:41	前田	6.1		89	11:14	山津神社先	5.7	
57	9:43	直売所前	7.1(10.5)		90	11:16		5.2	
58	9:50	伊達市境界	6.4		91	11:17	交差点	5	
60	9:52	月館線北の沢	5.6		92	11:18	レストラン	4.3	
61	9:53	坂途中	4.1		93	11:19	峠手前	6.8	
62	9:55	坂途中	3.1		94	11:20	峠	6	
63	9:56	坂途中	3		95	11:21	峠下り	5.6	
64	9:57	伊達市三叉路	2.3		96	11:23	壺山手前	5	
65	9:58	簡易浄水場脇	2.4		97	11:24	交差点手前	4.4	
66	9:59	簡易浄水場脇	2.4		98	11:28		6.7	
67	10:01	簡易浄水場下	2.6		99	11:41	左須ナメ交差点	4.1	
68	10:04	国道399	2.4		100	11:42	前のり交差点	4.5	
69	10:05	長寿山入口	1.9		101	11:45	三叉路	7.2	
70	10:07	上り途中	2.7		102	11:46	浪江線途中	7.7	
71	10:08	上り途中	2.5		103	11:46	浪江線途中	6.9	
72	10:09	上り途中	2.7		104	11:47	長谷川空気が	7	
73	10:10	峠手前	2.8		105	11:49		6.6	
74	10:10	飯館村境界	3.1		106	11:50	宮内交差点	6.2	
75	10:12	峠先	3.3		107	11:51	宮内集会所前	4.9	
76	10:12	峠先	3.4		108	11:53	新興公社入口	5.1	
77	10:13	二枚橋元町	2.9		109	11:54	大倉峠	4.1	
78	10:20	すかや	3.1		112	11:55	大倉峠	3.2	
79	10:21	すかや	2.2		113	11:58	とちの木	4.1	
80	10:22	県道入口	1.5		114	12:00	木戸木交差点	3.5	
81	10:26	二枚橋途中	2.8		115	12:05	大倉交差点	2.4	

No	時刻	場所	ポケット サーベイ PDR-101	電離箱 ICS- 313	No	時刻	場所	ポケット サーベイ PDR-101	電離箱 ICS- 313
116	12:07	松ヶ平	2.5		150	14:25	坂途中	6.9	
117	12:12	橋の上	1.6		151	14:28	峠途中	6.3	
118	12:13	坂途中	2.4		152	14:30		7.5	
119	12:14	坂途中	2.4		153	14:30	三叉路	7.7	
120	12:16	木戸木手前	2.9		154	14:32	比曾峠	8.3	
121	12:18	木戸木三叉路	3.2		155	14:33	中比曾	10.5	
122	12:20	快道途中	4		156	14:35	下比曾	18.2	
123	12:21	快道途中	4.8		157	14:36	鶏舎	13.8	13
124	12:23	快道途中	4.4		158	14:39	鶏舎下	19.6	18.8
125	12:24	旧道交差点	4.2		159	14:41	鶏舎下	over	19.2
126	12:25	糠塚バス停	4.1		160	14:43	比曾・長泥	17.8	17.4
127	12:26		3.4		161	14:45	長泥十文字	15.9	14
128	12:27		4.4		162	14:48	長泥T頓所	17.8	16.3
129	12:32	南相馬境	3.8		163	14:50	曲田手前	17.9	15.9
130	12:35	上八木沢	4.9		164	14:52	曲田	15.7	14.2
131	12:38		6.6		165	14:54	曲田	18.6	15
132	12:39		6.2		166	15:13	曲田	over(24)	20
133	12:40	小宮途中	6.4		167	15:17	浪江分岐	over(22)	
134	12:41	飯田川橋	6.2		168	15:29	蔵平	10.5	9
135	12:43	森原三叉路	5.7		169	15:30	蔵平	8.6	7
136	12:44	塩の道峠	5.6		170	15:32		13.2	10.5
137	12:45	関沢集会所前	6.6		171	15:35	蔵平集会所	15.5	12.5
138	12:46	交差点	5.8		172	15:38	木戸交差点	9.8	7.8
139	12:47		4.2		173	15:40	蔵平途中	10.4	9.5
140	12:48	関沢野沢	7.1		174	15:44	牧場交差点	15.3	12
141	12:49		7.3		175	15:46	賀刈庭交差点	9.7	9
142	12:50	中学校前	4.7		176	15:49	峠	13.9	11.5
143	12:51		2.5		177	15:52		10.7	7.5
144	14:15	飯館村役場	6.2		178	15:53	山辺沢交差点	8.3	7.2
145	14:18	大平集会所	5.7		179	15:55	大橋	7.4	
146	14:20	飯とい交差点	6		180	15:58		8.5	
147	14:20	飯とい小前	5.6		181	16:01	交差点	7.3	
148	14:22	所久保	7.3		49	16:30	役場前	3.5	
149	14:23		7.2						

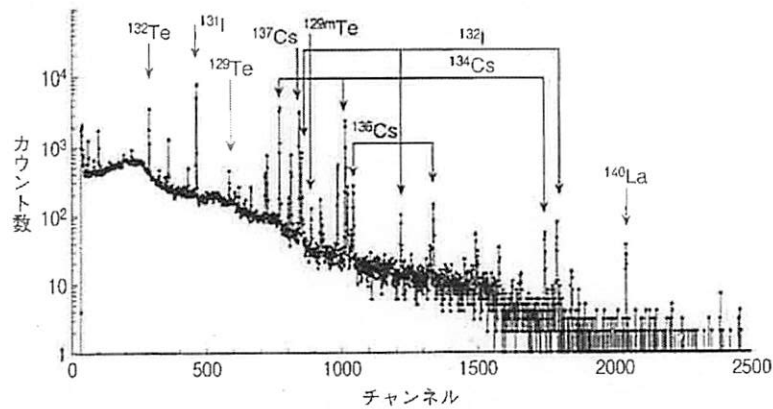


図2 #53で採取した土壌のガンマ線スペクトル.

129と129m、セシウム(Cs)137、セシウム134、セシウム136、ラニタン(La)140といった放射性核種が同定された。また、モリブデン(Mo)99、テクネチウム(Tc)99m、バリウム(Ba)140らしきピークも存在するようである。これらのピークの計数率をもとに核種濃度を決定し、短軸5.5センチ長軸7.5センチの楕円形の採泥器の採取面積32.4平方センチメートルを用いて、面積当りの汚染密度に換算した(表2)。

土壌採取場所の地表1メートルでの放射線量は、#165(曲田)では単位時間あたり24マイクロシーベルト、それ以外の4地点では、およそ単位時間あたり10マイクロシーベルトであった。また、狭い地域での土壌汚染のばらつき具合を見積もるために、飯館村役場の花壇において横5センチ×縦60センチ程度の面積内から、5つの土壌試

時間あたり10マイクロシーベルトを超える放射線レベルが認められ、CSIポケットサーベイメータ(PDR101)と電離箱サーベイメータで同時に測定を実施した。

曲田地区(#166)での車内での最大値では、PDR101は振り切れたが、電離箱での測定は単位時間あたり20マイクロシーベルトであった(PDR101の読みは電離箱に比べ5~10%大きい傾向があった)。この地点における車外道路上(地上約1m)の電離箱線量率は単位時間あたり24マイクロシーベルトで、隣接している畑地では単位時間あたり30マイクロシーベルトであった。それまでの測定結果から、車、建物などによる放射線の遮蔽効果(放射線量率の透過係数)は、車で0.6~0.8、木造家屋で約0.4、コンクリート建物で約0.1と見積もられた。

土壌のガンマ線核種分析結果

図1に示した測定地点のうち、役場(#49)、白石(#53)、山津見神社(#88)、左須(#98)、曲田(#165)において、採泥器を用いて深さ5センチメートルの土壌を採取した。採取した土壌は、広島大学大学院工学研究科放射線実験室において、40グラムを取り分け、ゲルマニウム検出器によりガンマ線を測定した。#53のガンマ線スペクトル例を図2に示す。

図2のスペクトルから、放射性テルル(Te)132、ヨウ素(I)131と132、テルル

表2 #49, #53, #88, #98, #165 土壌の汚染密度(放射能強度は3月31日午前8時換算値)。

核種	半減期	放射能汚染密度(kBq/m ²)				
		白石(#53)	佐須(#98)	山津見神社(#88)	村役場(#49)	曲田(#165)
Te-129m	33.6日	566±15	565±14	551±10	535±7	1637±19
Te-129	69.6分	438±9	457±9	340±8	370±4	1245±11
I-131	8.04日	2388±6	2281±4	1941±3	1560±2	3622±5
Te-132	3.20日	151±20	228±10	173±8	145±6	485±16
I-132	2.28時	144±19	148±9	122±7	136±6	520±17
Cs-134	2.06年	894±1	705±1	507±1	588±5	2129±2
Cs-136	13.2日	59±1	47±1	35±1	44±1	152±1
Cs-137	30.0年	1046±2	838±2	590±1	740±1	2217±2

料を採取し、同様に汚染密度を求めた。ここでは測定結果は省略するが、汚染密度のばらつきはせいぜい10%程度であった。

表2に明らかのように、飯館村の放射能汚染は、セシウム、テルル、ヨウ素といった揮発性の核種が主体である。一方、チェルノブイリ事故の場合の原発周辺30キロメートルでは、ジルコニウム95、セリウム141、バリウム140といった不揮発性核種の汚染がセシウム137の汚染を越えている(文献[1])。このことは、出力暴走にともなう爆発炎上により炉心の放射能が飛散したチェルノブイリと違い、福島事故では、冷却能力低下にともない高温となった炉心から出た希ガスや揮発性核種が、気相経由で環境に放出されたもので、不揮発性核種の割合が少なかったものと考えられる。また、テルル132やヨウ素131といった短半減期核種の存在は、飯館村の放射能汚染が、燃料プ

ールに保管中の使用済み燃料ではなくて、震災時に運転中であつた原子炉起源であることを示唆している。

空間線量率と積算線量の見積もり

表2に示した役場土壌の汚染核種データを用い、3月15日夕刻の放射能沈着以降の地表1メートルでの放射線量率を計算し、3月29日のPDR101測定値や役場前のモニタリングポストデータと比較してみた(図3)。地表汚染密度から地表1メートル放射線量率への換算係数はベックの値(文献[2])を用いた。得られた計算値は、PDR101によく一致している。またモニタリングポストデータに比べると、計算値は2割程度大きく、花壇とモニタリングポストの周辺状況の違いが理由として考えられるが、全般的な線量率変化傾向はよく合っているとと言えるだろう。

図3より、沈着後10日間の空間放射線の主体は、テルル132(半減期3.02日)の娘核種であるヨウ素132(2.28時間)で、それ以降はセシウム134(2.06年)である。表2に示すように、セシウム134とセシウム137(30.0年)の沈着放射能密度はほぼ同じであるが、単位ベクレルあたりの放出ガンマ線の強さ(つまり線量率換算係数がセシウム134はセシウム137の2.7倍大きい)ためである。セシウム134とセシウム137

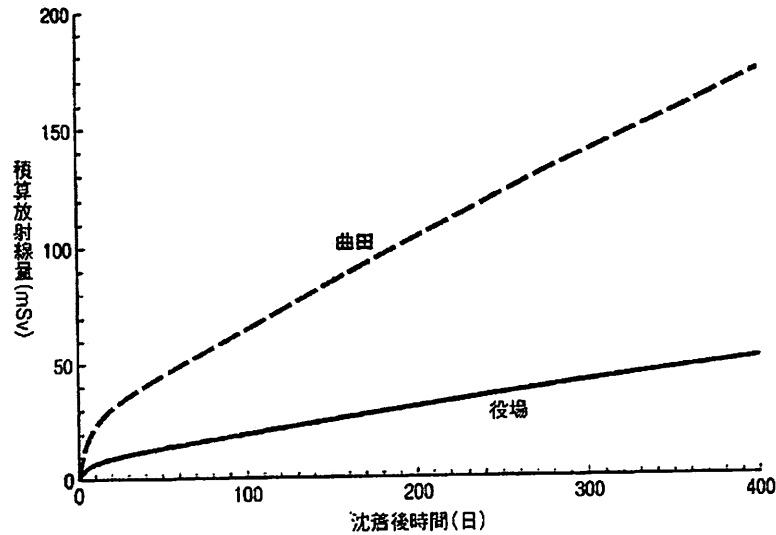
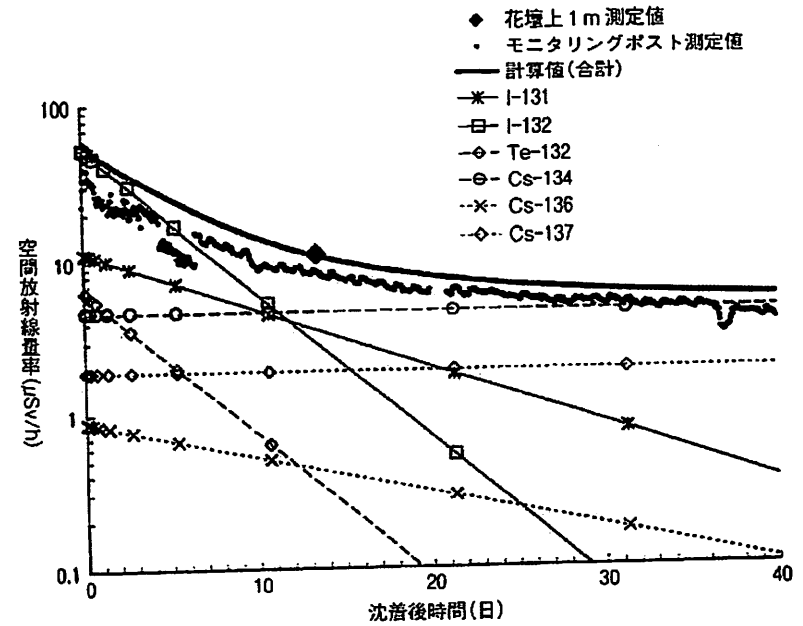


図4 表2の土壤汚染データにもとづく役場と曲田での積算空間線量計算値。

る「原子力防災対策について」(文献「3」)に従うと、「10〜50ミリシーベルトの屋外放射線量が予測される場合は「屋内退避」また「50〜100ミリシーベルトの屋外放射線量が予測される場合にはコンクリート建物内退避または避難」といった対策をとることになっている。汚染の強い曲田のデータにもとづく、沈着後3日間で10ミリシーベルト、3カ月で50ミリシーベルトに、役場のデータでは1カ月後の10ミリシーベルトを超えることになる。

政府の原子力災害対策本部は4月22日、原子力災害対策特別措置法第20条3項に定める「特別権限条項」を適用



計算値(合計)は花壇土壌中の各ガンマ線核種からの線量率を合計した値。◆はPDR-101による測定値。モニタリングポストの位置は花壇から100mほど離れた建物横の草地。

図3 飯館村役場における野外空間線量率の推移。

の空間線量寄与が同等となるのは2年半後で、そのときの空間線量率は単位時間あたり約3マイクロシーベルトという値となった。

表2の役場と曲田の土壤データを用いて、積算の放射線量を求めてプロットしたものが図4である。放射能沈着後1年間の積算放射線量は、役場で48ミリシーベルト、曲田で160ミリシーベルトという値が得られた。

原子力安全委員会の定め

して、飯館村全域を「計画的避難区域」に指定した。福島第一原発から30キロメートル以上も離れ、農業にもとづく村興しを目指してきた人々の村が法的強制力でもって消滅の危機にさらされている。これまで、安易に原子力エネルギー利用の拡大に励んで来た人々の責任が問われるとともに、日本国の原子力政策はその根本から問い直されるべきであろう。最後に、緊急事態のなかで放射能調査に協力頂いた菅野典雄飯館村村長と役場の方々に感謝の意を表す。

文献および注

- [1] USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy. "The Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant and Its Consequences, Annex 4", August 1986
- [2] H. L. Beck (1980) "Exposure rate conversion factors for radionuclides deposited on the ground", EML-378 USDOE
- この文献では、土壌汚染密度(mCi/km^2)から地表1メートルでの空気照射線量率($\mu\text{R}/\text{h}$)の変換係数が、各ガンマ線核種について与えられている。放射能の深さ分布については、 $0.16 \text{ g}/\text{cm}^2$ の深さでこの指数関数的に減少するケースの値を採用した。本書では、 $\mu\text{R}/\text{h}$ 値を空気吸収線量率($\mu\text{Gy}/\text{h}$)に変換し、正確な表現ではないが、その値を「空間放射線量率」($\mu\text{Sv}/\text{h}$)と記述した。モニタリングポストの値も $\mu\text{Gy}/\text{h}$ であるが $\mu\text{Sv}/\text{h}$ として扱った。一方、ポケットサーベイメータ(PDR101)や電離箱(ICCS313)の測定値は「1センチ線量率」

($\mu\text{Sv}/\text{h}$)であるが、ここでは「空間放射線量率」と表現した。

[3] 原子力安全委員会、原子力施設等の防災対策について
<http://www.nsc.go.jp/shinsashishin/pdf/history/59-15.pdf>

(出典 「科学」2011年6月号)