

福島原発事故にともなう飯舘村の 放射能汚染調査報告

今中哲二
遠藤 暁
菅井益郎
小澤祥司

いまなか てつじ
京都大学原子炉実験所
えんどう さとる
広島大学大学院工学研究院
すかい まするう
国学院大学
おざわ しょうじ
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(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エネルギーだけでも、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20kmからの避難指示が出され、15日には20~30km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、30km内一般環境中での放射線量や汚染レベルに

ついで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39kmに位置する飯舘村の役場前で3月15日18時20分に44.7 μ Sv/hという放射線量率が記録され、その後3月24日においても約13 μ Sv/h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、30km圏外の飯舘村一帯においても、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、飯舘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30km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20mSv、南部の長泥字曲田(以下「曲田」と記す)で約60mSv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断したものの、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・アーキスケープ代表））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PDR-101、ALOKA製電離箱式サーベイメータICS-313、ALOKA製アルファベータ用サーベイメータTCS-352、さらに個人用積算計としてはALOKA製電子ポケット線量計PDM-111を持参した。ホテル室内でのPDR-101読みは $0.04\mu\text{Sv/h}$ であったが、ホテル前の歩道上では $0.13\mu\text{Sv/h}$ 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 $0.10\mu\text{Sv/h}$ 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 $0.26\mu\text{Sv/h}$ 、高速道路車中では $0.5\sim 0.8\mu\text{Sv/h}$ 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 $0.8\sim 0.9\mu\text{Sv/h}$ で、わきの草地では $4\mu\text{Sv/h}$ 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 1.3mSv ”つまり“ 0.6

$\mu\text{Sv/h}$ ”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。

飯館村の状況と放射線量率測定結果

駅前の駐車場で飯館村役場からのワゴン車に乗り換え、約50分のドライブで飯館村役場へ到着した（計画当初はレンタカーで飯館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もの）。17時前に飯館村役場に到着。役場前のロータリー（石畳）の線量率は $6.5\mu\text{Sv/h}$ 。コンクリート製の庁舎内は $0.5\mu\text{Sv/h}$ 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「までいな家」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。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PDR-101が振り切れた（ $20\mu\text{Sv/h}$ 以上）。今中の職場である京都大学の研究用原子炉（KUR）では、 $20\mu\text{Sv/h}$ 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確かであった。

2日目は、午前8時過ぎに「までいな家」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っていた「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

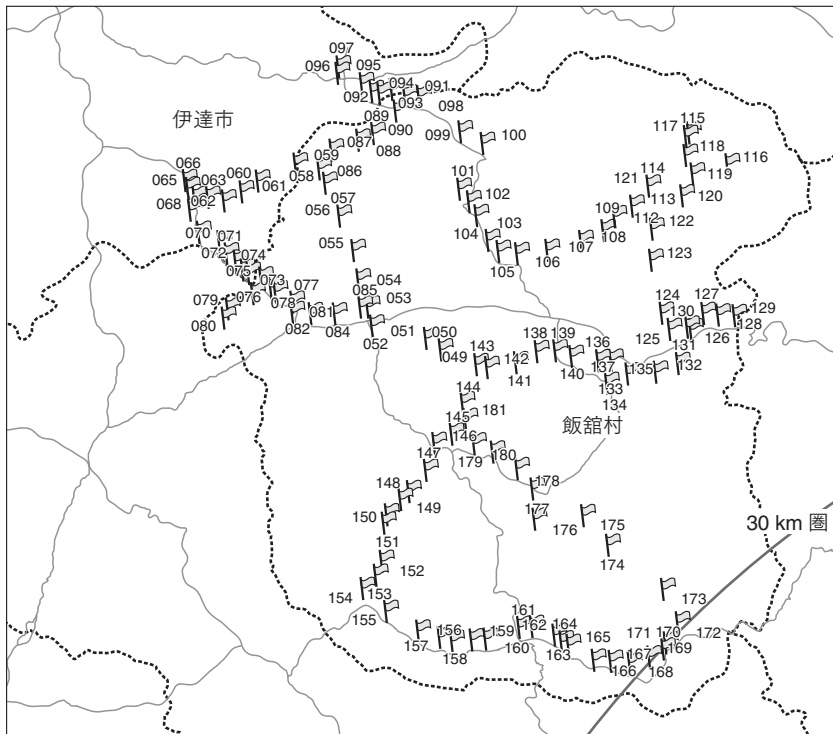


図1—放射線量率測定点

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とめ、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 $5\sim 7\mu\text{Sv/h}$ で、伊達市方向へ向かう峠を越えると $2\sim 3\mu\text{Sv/h}$ に減少した。村内北東部では、大倉峠手前の $5\sim 6\mu\text{Sv/h}$ から峠を下ると大倉付近の $2\sim 3\mu\text{Sv/h}$ へと減少した。午前中に飯舘村北側の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、 $10\mu\text{Sv/h}$ 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(PDR-101)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、PDR-101は振り切れたが、電離箱での測定は $20\mu\text{Sv/h}$ であった(PDR-101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 $24\mu\text{Sv/h}$ で、隣接している畑地では $30\mu\text{Sv/h}$ 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 $0.6\sim 0.8$ 、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。

土壤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5cm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、40gを取り分け、Ge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、 ^{132}Te 、 ^{131}I 、 ^{132}I 、 ^{129}Te 、 $^{129\text{m}}\text{Te}$ 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{136}Cs 、 ^{140}La といった放射性核種が同定された。また、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{140}Ba 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

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		90	11:16		5.2	
50	9:18	伊丹沢交差点	6	6.4	91	11:17	交差点	5	
51	9:20	松塚	5.3		92	11:18	レストラン	4.3	
52	9:23	白石	7.5		93	11:19	峠手前	6.8	
53	9:25	白石	6.6		94	11:20	峠	6	
54	9:37	細川牧場	7		95	11:21	峠下り	5.6	
55	9:40	菅田	6		96	11:23	霊山手前	5	
56	9:41	前田	6.1		97	11:24	交差点手前	4.4	
57	9:43	直売所前	7.1(10.5)		98	11:28		6.7	
58	9:50	伊達市境界	6.4		99	11:41	佐須ナメリ交差点	4.1	
60	9:52	月舘線北の沢	5.6		100	11:42	前のり交差点	4.5	
61	9:53	坂途中	4.1		101	11:45	三叉路	7.2	
62	9:55	坂途中	3.1		102	11:46	浪江線途中	7.7	
63	9:56	坂途中	3		103	11:46	浪江線途中	6.9	
64	9:57	伊達市三叉路	2.3		104	11:47	長谷川空気前	7	
65	9:58	簡易浄水場脇	2.4		105	11:49		6.6	
66	9:59	簡易浄水場脇	2.4		106	11:50	宮内交差点	6.2	
67	10:01	簡易浄水場下	2.6		107	11:51	宮内集会場前	4.9	
68	10:04	国道399	2.4		108	11:53	新興公社入口	5.1	
69	10:05	長寿山入口	1.9		109	11:54	大倉峠	4.1	
70	10:07	上り途中	2.7		112	11:55	大倉峠	3.2	
71	10:08	上り途中	2.5		113	11:58	とちの木	4.1	
72	10:09	上り途中	2.7		114	12:00	木戸木交差点	3.5	
73	10:10	峠手前	2.8		115	12:05	大倉交差点	2.4	
74	10:10	飯館村境界	3.1		116	12:07	松ヶ平	2.5	
75	10:12	峠先	3.3		117	12:12	橋の上	1.6	
76	10:12	峠先	3.4		118	12:13	坂途中	2.4	
77	10:13	二枚橋元町	2.9		119	12:14	坂途中	2.4	
78	10:20	すかや	3.1		120	12:16	木戸木手前	2.9	
79	10:21	すかや	2.2		121	12:18	木戸木三叉路	3.2	
80	10:22	県道入口	1.5		122	12:20	快適道途中	4	
81	10:26	二枚橋途中	2.8		123	12:21	快適道途中	4.8	
82	10:27	399交差点	2.9		124	12:23	快適道途中	4.4	
83	10:28		4.2		125	12:24	旧道交差点	4.2	
84	10:30	齋藤運輸工業	4.8		126	12:25	糠塚バス停	4.1	
85	10:31	白石交差点	4.1		127	12:26		3.4	
86	10:35	前田交差点	5.9		128	12:27		4.4	
87	10:37	豊栄	6.6		129	12:32	南相馬境	3.8	
88	10:38	山津神社	6.5(11.5)	(12)	130	12:35	上八木沢	4.9	
89	11:14	山津神社先	5.7		131	12:38		6.6	

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
132	12:39		6.2		158	14:39	鶏舎下	19.6	18.8
133	12:40	小宮途中	6.4		159	14:41	鶏舎下	over	19.2
134	12:41	飯田川橋	6.2		160	14:43	比曾・長泥	17.8	17.4
135	12:43	葦原三叉路	5.7		161	14:45	長泥十文字	15.9	14
136	12:44	塩の道峠	5.6		162	14:48	長泥T頓所	17.8	16.3
137	12:45	関沢集会所前	6.6		163	14:50	曲田手前	17.9	15.9
138	12:46	交差点	5.8		164	14:52	曲田	15.7	14.2
139	12:47		4.2		165	14:54	曲田	18.6	15
140	12:48	関沢野沢	7.1		166	15:13	曲田	over(24)	20
141	12:49		7.3		167	15:17	浪江分岐	over(22)	
142	12:50	中学校前	4.7		168	15:29	蕨平	10.5	9
143	12:51		2.5		169	15:30	蕨平	8.6	7
144	14:15	飯館村役場	6.2		170	15:32		13.2	10.5
145	14:18	大平集会所	5.7		171	15:35	蕨平集会所	15.5	12.5
146	14:20	飯とい交差点	6		172	15:38	木戸交差点	9.8	7.8
147	14:20	飯とい小前	5.6		173	15:40	蕨平途中	10.4	9.5
148	14:22	所久保	7.3		174	15:44	牧場交差点	15.3	12
149	14:23		7.2		175	15:46	萱刈庭交差点	9.7	9
150	14:25	坂途中	6.9		176	15:49	峠	13.9	11.5
151	14:28	峠途中	6.3		177	15:52		10.7	7.5
152	14:30		7.5		178	15:53	山辺沢交差点	8.3	7.2
153	14:30	三叉路	7.7		179	15:55	大橋	7.4	
154	14:32	比曾峠	8.3		180	15:58		8.5	
155	14:33	中比曾	10.5		181	16:01	交差点	7.3	
156	14:35	下比曾	18.2		49	16:30	役場前	3.5	
157	14:36	鶏舎	13.8	13					

もとに核種濃度を決定し、5.5 cm×7.5 cmの楕円形の採泥器の採取面積 32.4 cm²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 mでの放射線量率は、#165(曲田)では24 μSv/h、それ以外の4地点では、およそ10 μSv/h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50 cm×60 cm程度の面積内から、5つの土壌試料を採取し、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に明らかなように、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 kmでは、⁹⁵Zr、¹⁴¹Ce、¹⁴⁰Baといった不揮発性核種の汚染が¹³⁷Csの汚染を越えている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、気相経路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、¹³²Teや¹³¹Iといった短半減期核種の存在は、飯館村の放射能汚染は、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。

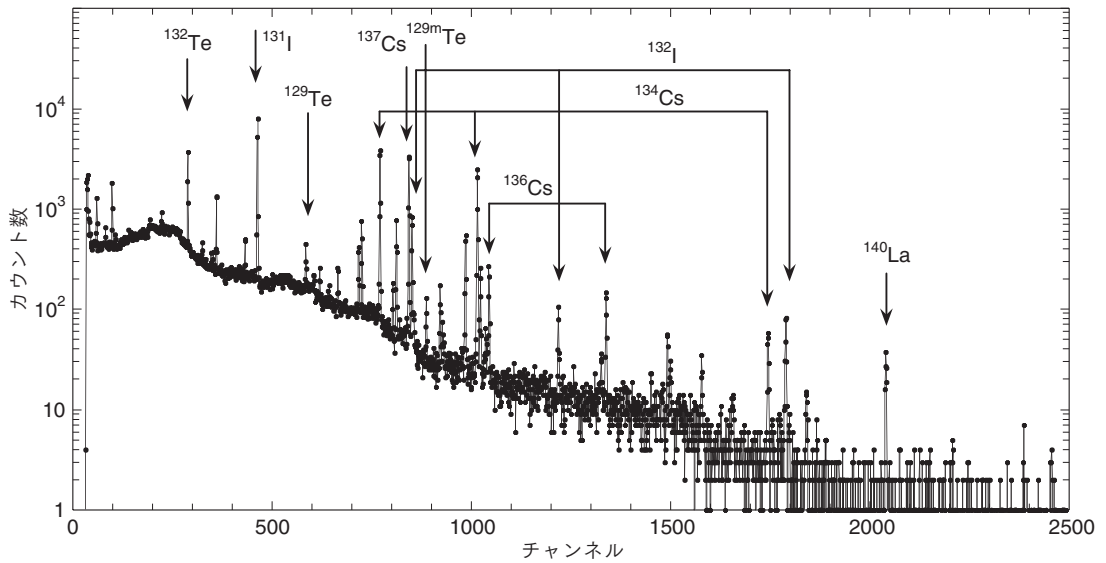


図2—#53で採取した土壌のγ線スペクトル

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	白石(#53)	佐須(#98)	山津見神社(#88)	村役場(#49)	曲田(#165)
		放射能汚染密度 (kBq/m ²)				
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

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1mでの放射線量率を計算し、3月29日のPDR-101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1m放射線量率への換算係数はBeckの値²を用いた。得られた計算値は、PDR-101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考えるだろう。図3より、沈着後10日間の空間放射

線の主体は、¹³²Te(半減期3.02日)の娘核種である¹³²I(2.28時間)で、それ以降は¹³⁴Cs(2.06年)である。表2に示すように、¹³⁴Csと¹³⁷Cs(30.0年)の沈着放射能密度はほぼ同じであるが、単位Bqあたりの放出ガンマ線の強さ(つまり線量率換算係数)が¹³⁴Csは¹³⁷Csの2.7倍大きいためである。¹³⁴Csと¹³⁷Csの空間線量寄与が同等となるのは2年半後で、その時の空間線量率は約3μSv/hという値となった。

表2の役場と曲田の土壌データを用いて、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48mSv、曲田で160mSvという値が得られた。原子力安全委員会の定める“原子力防災対策について”³に従うと、“10~50mSvの屋外放射

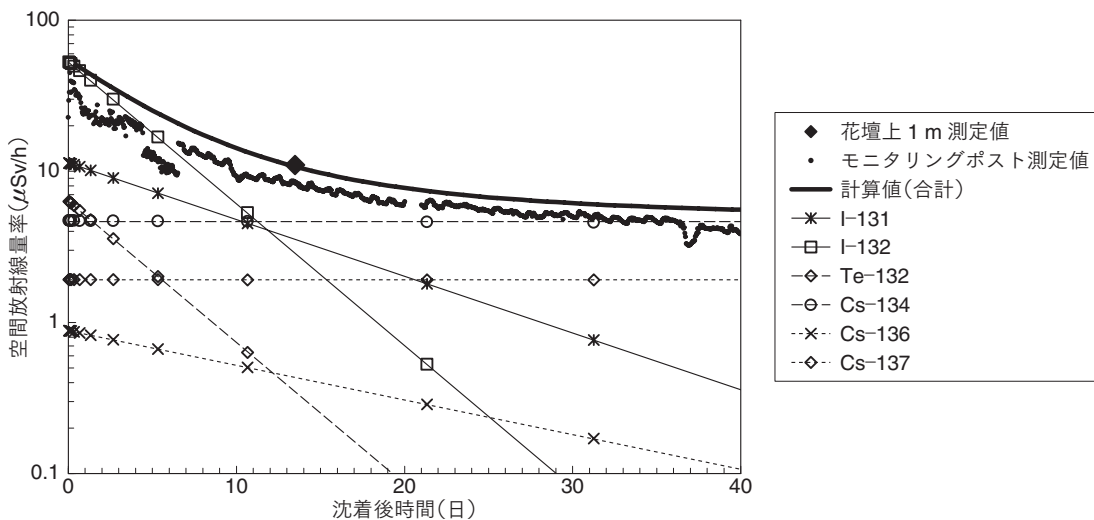


図3—飯館村役場における野外空間線量率の推移

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。

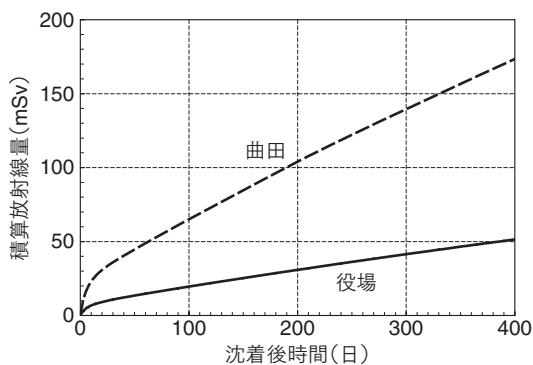


図4—表2の土壌汚染データにもとづく役場と曲田での積算空間線量計算値

線量が予測される場合は屋内退避” また“50~100 mSv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 mSv、3カ月で50 mSvに、役場のデータでは1カ月後の10 mSv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”を適用して、飯館村全域を“計画的避難地域”に指定した。福島第一原発から30 km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る。

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/km²)から地表1mでの空気照射線量率(μR/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 g/cm²の深さで1/eに指数関数的に減少するケースの値を採用した。本稿では、μR/h値を空気吸収線量率(μGy/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”(μSv/h)と記述した。モニタリングポストの値もμGy/hであるがμSv/hとして扱った。一方、ポケットサーベイメータ(PDR-101)や電離箱(ICS-313)の測定値は“1 cm線量当量率”(μSv/h)であるが、こちらも“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>