

2011年4月4日

3月28日と29日にかけて飯舘村周辺において実施した放射線サーベイ活動の暫定報告

飯舘村周辺放射能汚染調査チーム

今中哲二（代表） 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
静間清 広島大学大学院工学研究院
菅井益郎 国学院大学
小澤祥司 日本大学生物資源科学部

3月11日に発生した福島第1原発における事故に関連し、原発サイトから北西方向25km～45kmに位置する飯舘村において、福島県内の他地域に比べて汚染の大きい、ホットスポットと推定される放射能汚染の生じていることが認められた（添付1）。当該地域に住民が居住中であるという事態の緊急性に鑑み、ホットスポットの広がり の概略を把握するため、3月28日と29日の両日、飯舘村当局の協力を得て放射線サーベイ活動を実施した。

◇サーベイ参加者

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 国学院大学
小澤祥司 日本大学生物資源科学部
浦上健司 日本大学生物資源科学部・飯舘村後方支援チーム（2日目のみ）

◇調査の方法

飯舘村役場提供のワゴン車に放射線測定器を持ち込み、村内の道路を走行しながら、車内での放射線量率を測定した。用いた測定器はALOKA社製ポケットサーベイメータPDR-101（CsI検出器）とALOKA社製電離箱式サーベイメータICS-313である。初日（3月28日）は、到着時刻がすでに夕刻であったため、1時間あまり村内を走行し汚染の概況を把握し、村内南部での汚染が強いことを確認した。2日目は、午前中に比較的汚染の少ない北部において92点、午後には南部を中心に38点、合計130点での放射線量を測定した。数カ所では、車内と車外での測定を実施しワゴン車の遮蔽効果を確認した。測定点はおおむね舗装された道路上であった。また、核種分析用の土壌を5カ所において採取し、広島大学においてGe半導体検出器を用いたガンマ線核種分析を行った。

◇調査結果の概要

◎空間線量率測定

図1にGPSで記録した放射線量測定点、図2に測定結果に基づく放射線量の等高線を示す。

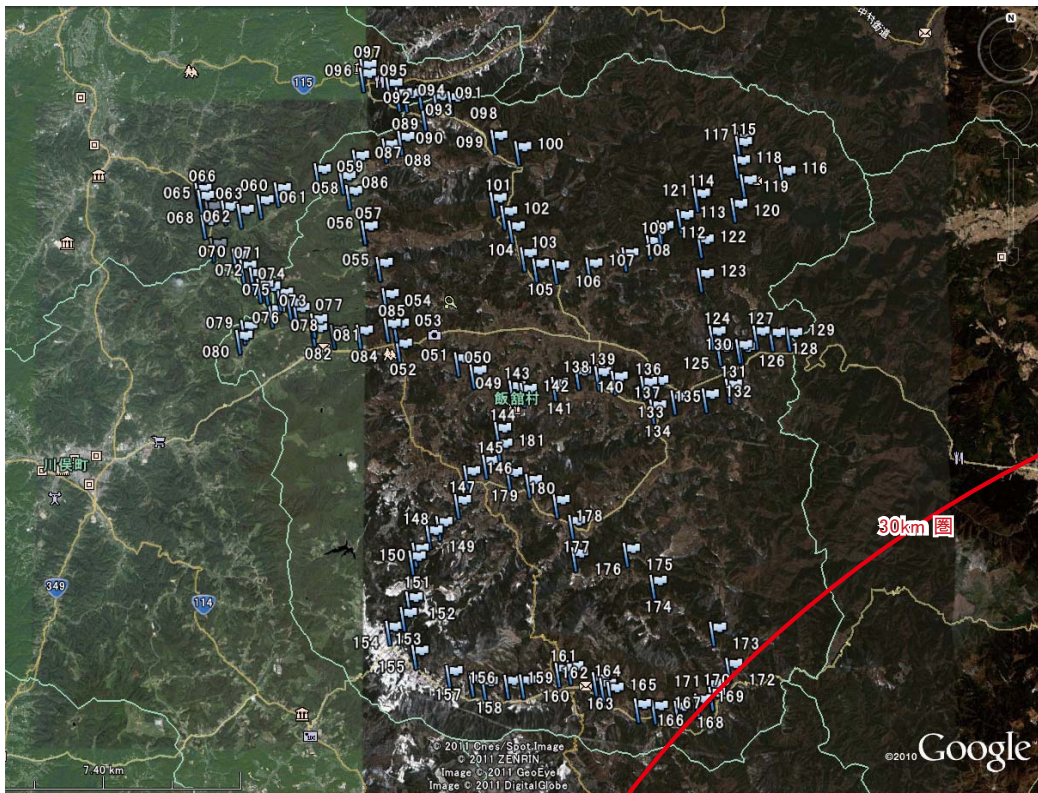


図1. 放射線量測定点.

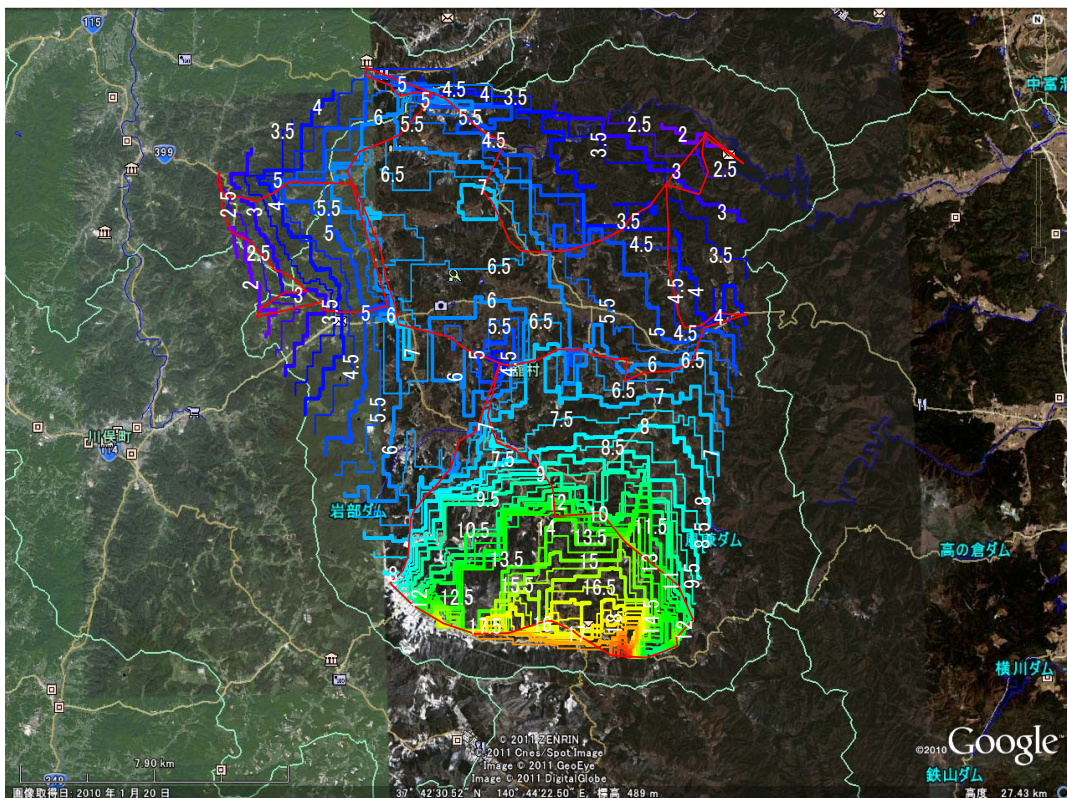


図2. 放射線量の等高線

図2の等高線は、簡単な線形内挿法で作成している（各測定点のデータは添付2に示してある）。最終的には、統計的な手法による内挿が必要であると考えられるが、その作業にはかなりの時間を有するので、図2は暫定的な結果である。赤の細い線は、測定した経路を示し、矩形の太線が、等高線を示す。青から赤になるに従い、放射線量率が高くなることを示している（この値は車中での線量率である）。一番南の赤い所で毎時18～20マイクロシーベルトである。

村役場周辺を含む村内北西部の放射線レベルは毎時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毎時2～3マイクロシーベルトに減少した。村内北東部では、飯館牧場付近の毎時4～5マイクロシーベルトから大倉付近の毎時2～3マイクロシーベルトへと減少した。

村の南部地域では、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から蕨平にかけては、毎時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た。この地域での車内での最大値は毎時20マイクロシーベルトであった。この地点における車外道路上（地上約1m）の線量は毎時24マイクロシーベルトで、隣接している畑地では毎時30マイクロシーベルトであった。車、建物等による放射線遮の効果（放射線量率の透過係数）は、車で約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、#49、#53、#88、#98、#165において、土壌5cmを採取した。採取した土壌は、40gを取り分け、広島大学大学院工学研究科放射線実験室のGe検出器を用いて、放射能を測定した。まず、測定ガンマ線スペクトルの例を図3に示す。

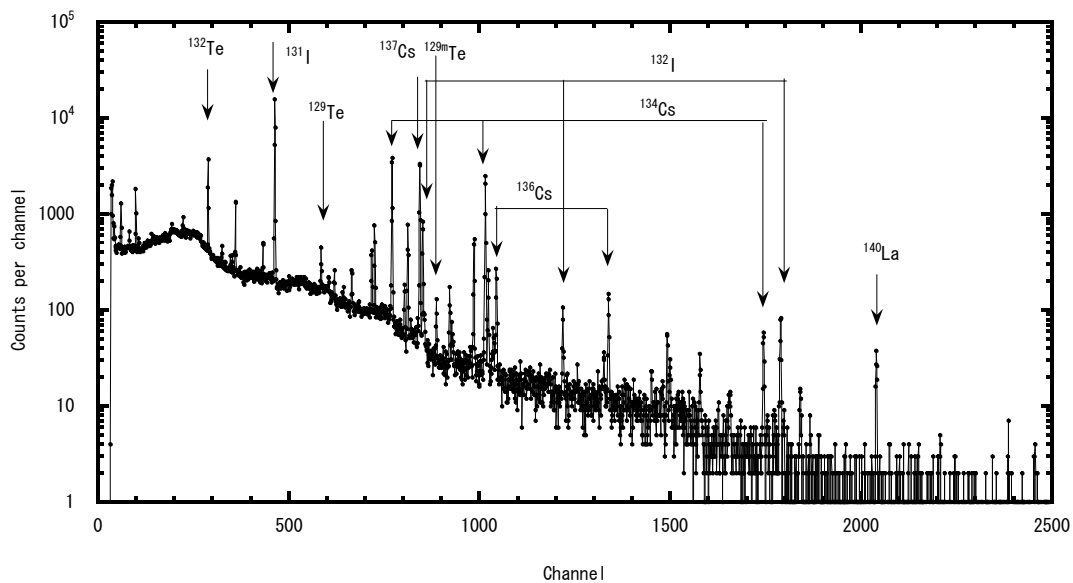


図3 #53で採取した土壌のγ線スペクトル

図3より ^{132}Te 、 ^{131}I 、 ^{129}Te 、 $^{129\text{m}}\text{Te}$ 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{136}Cs 、 ^{140}La といった放射能が同定された。また、微量のため追測定が必要であるが、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Te}$ 、 ^{140}Ba らしきピークも存在するようである。これらの計数率をもとに汚染核種濃度を決定し、 $5.5\text{cm} \times 7.5\text{cm}$ の楕円形の採泥器の採取面積 32.4cm^2 を用いて、面積当りの汚染密度に換算した(表1)。土壌採取場所の空間線量率は、#165(曲田)では、 $24\mu\text{Sv/h}$ (毎時マイクロシーベルト)、それ以外の4地点では、およそ $10\mu\text{Sv/h}$

であった。また、汚染密度のばらつき具合を評価するために、飯館村役場の花壇において 50cm×60cm 程度の範囲から、5 試料を採取した土壌についても、同様に汚染密度を求めた。結果を表 2 に示す。表 2 より、条件により変わることは予想されるものの、一地点の汚染密度のばらつきは、15%程度であると考えられる。

表 1 #49、#53、#88、#98、#165 土壌の汚染密度（放射能強度は測定時：3月31日）

	白石	佐須	山津見神社	役場	曲田
	contamination (kBq/m ²)				
Te-129m	13.1 ± 2.9	21.6 ± 3.2	13.0 ± 2.3	15.8 ± 1.5	50.2 ± 3.9
Te-129	17.9 ± 3.8	24.8 ± 4.2	18.6 ± 3.0	20.7 ± 2.0	55.7 ± 5.4
I-131	1947.4 ± 12.7	1788.3 ± 13.2	1265.6 ± 9.3	1168.8 ± 5.7	3243.5 ± 14.1
Te-132	195.8 ± 4.8	209.2 ± 5.0	176.9 ± 3.9	158.7 ± 2.4	518.1 ± 6.2
I-132	126.1 ± 6.0	133.5 ± 6.2	111.5 ± 5.0	110.1 ± 3.1	338.2 ± 8.1
Cs-134	796.7 ± 10.4	651.1 ± 10.1	507.1 ± 7.3	580.5 ± 5.1	1873.4 ± 13.4
Cs-136	66.4 ± 4.2	22.7 ± 3.2	29.8 ± 3.1	35.5 ± 2.1	145.9 ± 5.7
Cs-137	956.1 ± 12.7	774.2 ± 12.2	588.2 ± 8.8	671.9 ± 6.0	2188.2 ± 16.3
¹³¹ I/ ¹³² I	15.4 ± 0.74	13.40 ± 0.63	11.35 ± 0.51	10.62 ± 1.04	9.59 ± 0.95
¹³¹ I/ ¹³⁷ Cs	2.0 ± 0.0	2.3 ± 0.04	2.15 ± 0.04	1.74 ± 0.02	1.48 ± 0.01
¹³² I/ ¹³² Te	0.64 ± 0.04	0.64 ± 0.04	0.63 ± 0.04	0.69 ± 0.07	0.65 ± 0.07
¹³⁷ Cs/ ¹³⁶ Cs	14.39 ± 0.93	34.08 ± 4.81	19.77 ± 2.11	18.91 ± 1.15	14.99 ± 0.60
¹³⁷ Cs/ ¹³⁴ Cs	1.20 ± 0.02	1.19 ± 0.03	1.16 ± 0.02	1.16 ± 0.01	1.17 ± 0.01

表 2 一地点（飯館村役場の花壇）の汚染密度のばらつき

	contamination (kBq/m ²)													
	役場#1		役場#2		役場#3		役場#4		役場#5					
Te-129m	20.3 ± 2.5	15.4 ± 1.7	22.7 ± 2.3	17.5 ± 1.8	18.2 ± 1.7	18.8 ± 2.8	2.6 ± 15%							
Te-129	22.5 ± 3.3	18.1 ± 2.3	24.3 ± 2.9	19.5 ± 2.4	19.1 ± 2.4	20.7 ± 2.6	13%							
I-131	1488.0 ± 9.2	1329.9 ± 6.8	1532.2 ± 8.6	1294.1 ± 6.9	1141.3 ± 6.4	1357.1 ± 157.4	12%							
Te-132	196.7 ± 3.9	166.8 ± 2.9	201.3 ± 3.5	172.6 ± 2.8	162.8 ± 2.7	180.0 ± 17.7	10%							
I-132	123.3 ± 4.9	109.1 ± 3.6	118.9 ± 4.5	112.3 ± 3.7	105.2 ± 3.5	113.7 ± 7.3	6%							
Cs-134	694.2 ± 8.1	599.4 ± 5.8	694.2 ± 7.4	638.0 ± 6.1	622.3 ± 6.0	649.6 ± 42.9	7%							
Cs-136	57.5 ± 3.5	40.3 ± 2.5	60.7 ± 3.2	51.5 ± 2.5	50.6 ± 2.5	52.1 ± 7.8	15%							
Cs-137	813.7 ± 9.8	682.4 ± 6.9	807.4 ± 9.0	736.9 ± 7.3	704.1 ± 7.1	748.9 ± 59.5	8%							
¹³¹ I/ ¹³² I	12.1 ± 0.49	12.19 ± 1.90	12.89 ± 0.49	11.52 ± 1.47	10.85 ± 1.38									
¹³¹ I/ ¹³⁷ Cs	1.8 ± 0.0	1.9 ± 0.02	1.90 ± 0.02	1.76 ± 0.02	1.62 ± 0.02									
¹³⁷ Cs/ ¹³⁴ Cs	1.17 ± 0.02	1.14 ± 0.02	1.16 ± 0.02	1.16 ± 0.02	1.13 ± 0.02									

ちなみに、表 2 の#1～#5 土壌の ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の平均濃度は、それぞれ 17 Bq/g と 21 Bq/g であり、『放射線障害防止法』の下部規則『放射線を放出する同位元素の数量等を定める件』において“放射性物質”として扱うべき濃度としてそれらの核種に対して定められている 10Bq/g を越えている。

◇被曝量の見積もり

表 2 に示した役場花壇土壌の汚染密度を用いて、空間線量率の時間変化を計算した。計算には、汚染密度から地表 1 m での放射線量率への変換係数 (Beck, BNL-378, 1980) を利用し、2011 年 3 月 15 日の放射線量率を導出し、各放射能の半減期で減衰させることで、放射線量率の時間経過を求めた。その結果を図 4 に示す。比較のため、飯館村が公開しているモニタリングポスト空間線量率測定値(MP)に、土壌採取した花壇上での空間線量率との比：9.6/6.5 を乗じた値をプロットした。空間線量率の計算値と測定値は、おおよそ一致しており、この評価が有効であることを示している。

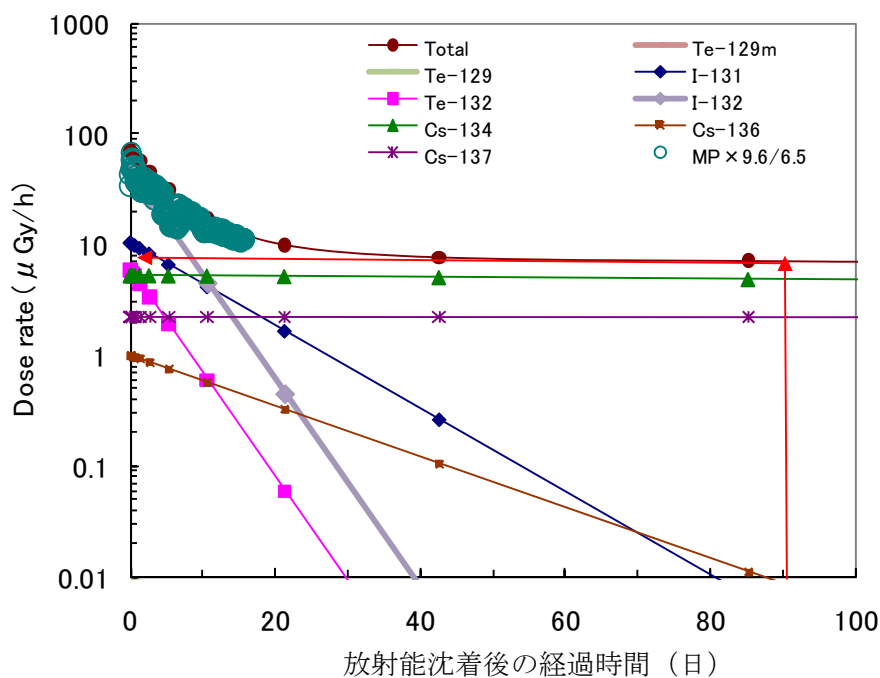


図4 飯舘村役場での空間放射線量率の変化（土壌上）。3月後でおよそ7 μ Gy/h（毎時マイクログレイ）。（飯舘村の汚染では、“マイクログレイとマイクロシーベルトは同じ”と考えて良い。）

参考のため、表1の土壌汚染データを用いて、最も放射線量率が高かった曲田における2011年3月15日時点の放射線量率を求めると200 μ Sv/h程度となり、1日で5mSv程度の被曝が推測される。

図4に示したような放射線量率を積算することによって得られる、飯舘村役場と曲田における積算被曝量が増加する様子を図5に示す。

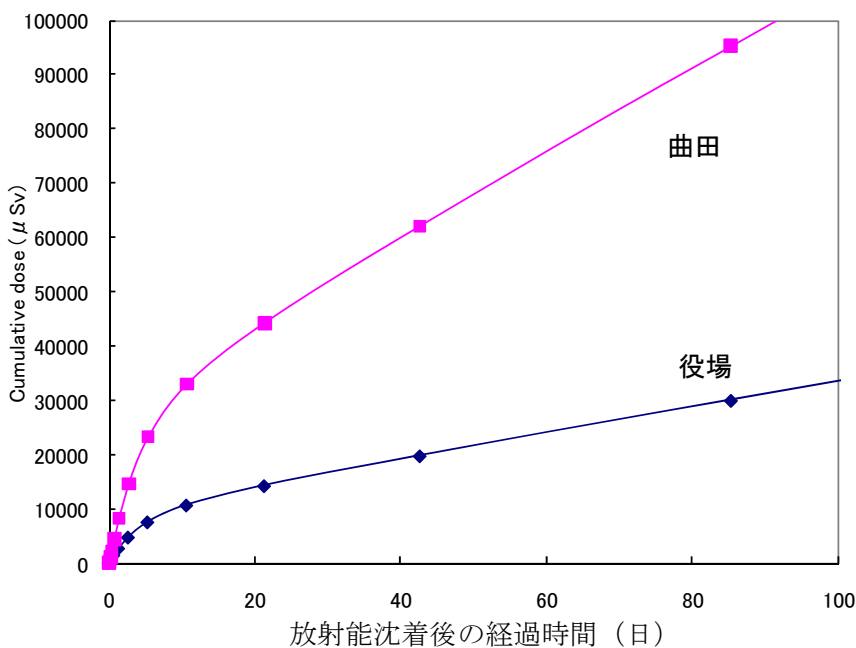


図5. 役場と曲田における積算線量（マイクロシーベルト）

図5に基づく、3月15日の沈着から90日間の積算被曝量は、曲田で95mSv、村役場で30mSvと予想される。この値は、あくまで牧草地などの土壌の上に常時滞在する場合であり、車中で2/3程度、木造でも家の中では1/2程度、コンクリート製の建物中では1/10に軽減されるものと考えられる。

なお、原子力安全委員会の『原子力施設の防災対策について』に定める『屋内退避及び避難等に関する指標』においては、外部被曝による予測線量（放射性物質又は放射線の放出期間中、屋外に居続け、なんらの措置も講じなければ受ける線量）が10～50mSvのときは『自宅等の屋内へ退避すること』、50mSv以上のときは『コンクリート建屋の屋内に退避するか、又は避難すること』と提案されている。飯館村の放射能汚染状況が深刻なものであることは言をまたないものであることは確かである。

◇放射能汚染の範囲と時期

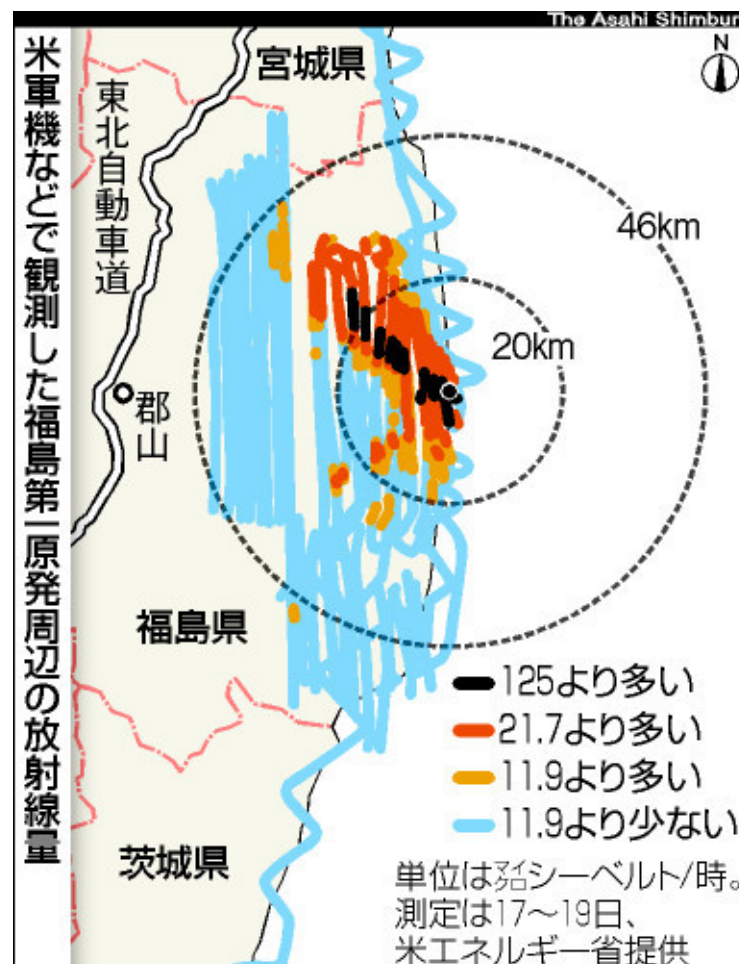
飯館村内の放射線サーベイ結果をみると、汚染は村外を越えて広範囲に広がっているものと考えられた。そこで、事故発生以来の種々の情報を検討した。

◎米軍機による汚染調査

下記は、朝日新聞3月24日の記事で、米軍機による17日～19日の空中測定結果である。

<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201103240214.html>

福島第1原発から、飯館村の位置する北西方向へ強い汚染があることを示している。

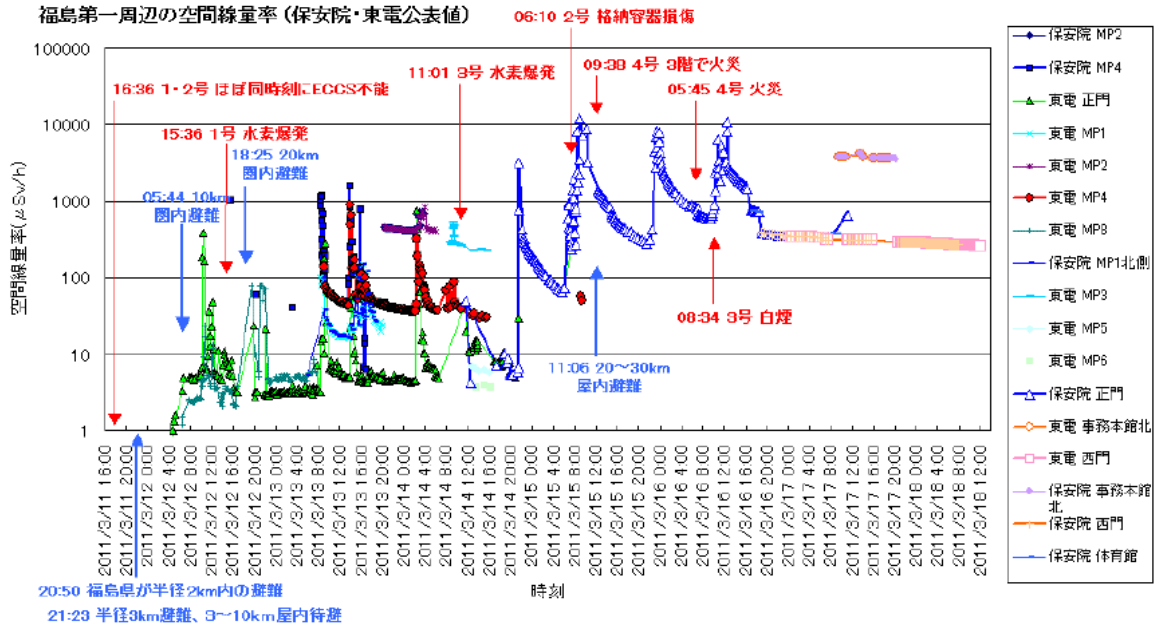


◎美浜の会による放射能放出分析

下記は、美浜の会による新聞報道等の放射能放出分析結果である。

http://www.jca.apc.org/mihama/fukushima/monitoring/fukushima_monitoring.htm

①放射線量の変化と事故の経過(～3/18 12:00)



上の図によると、3月15日午前の2号炉格納容器破壊または4号炉使用済み燃料プール火災にともない放射能大量放出があり、それが北西方向に流れて『高放射能汚染トレース』が形成されたものと推察される。放射性ヨウ素がかなりの割合で存在することを考えると、06:10に発生した2号炉格納容器破壊にともなう大量の放射能放出が北西方向へ向かったと考えるのが妥当であろう。

添付1のデータによると、飯館村での放射線量率の最大値は、3月15日18:20の44.7μSv/hである。右は、アメダス飯館ポイントの当時の気象条件である。

3月15日06:10の格納容器破壊で放出された放射能雲が約12時間かけて飯館村近辺に達し滞留・沈着したと思われる。(///印は、“欠測”を示す。)

以上、3月28日、29日に実施した飯館村近辺の放射線サーベイ結果と若干の考察について、内容の緊急性に鑑み暫定的に公開しておく。

最後に、我々の調査に快く協力頂いた、菅野典雄村長はじめ飯館村のみなさんへ謝意を表す。

(調査チーム連絡先：今中哲二 072-451-2443

imanaka@rri.kyoto-u.ac.jp)

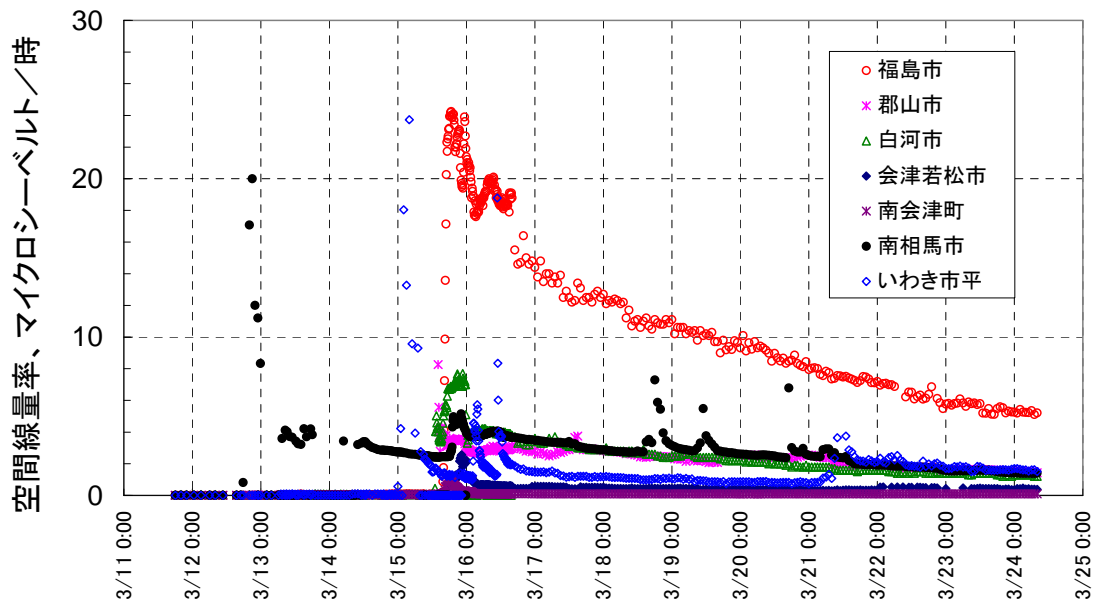
<4月5日 17:50 改訂>

飯館 2011年3月15日 (1時間ごとの値) 一覧

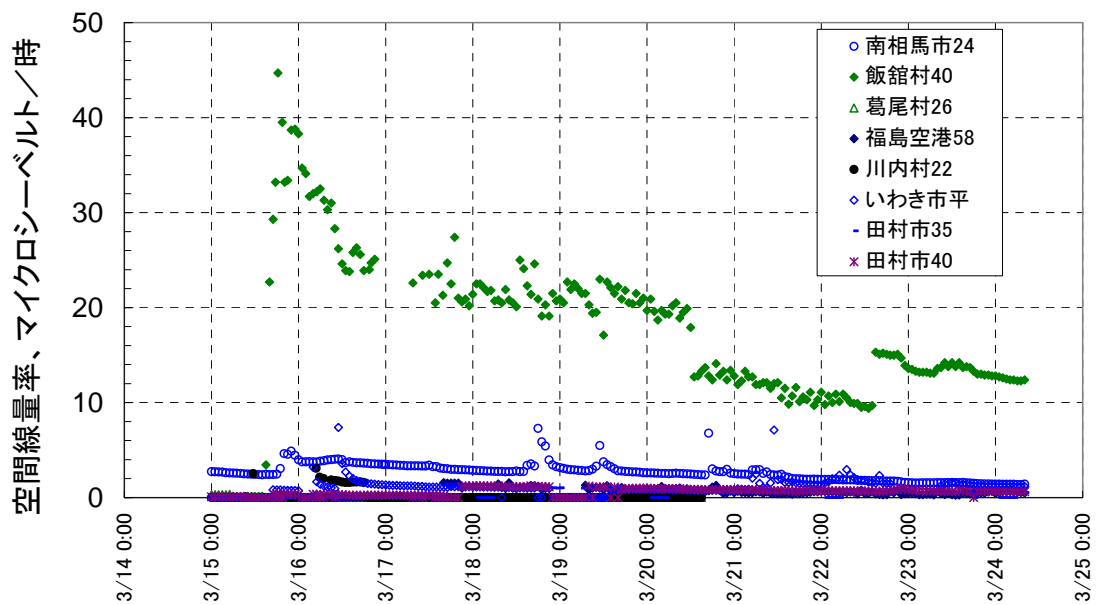
時	降水量(mm)	気温(°C)	風向・風速(m/s)		日照時間(h)	雪(cm)	
			風速	風向		降雪	積雪
1	///	///	///	///	///	///	///
2	///	///	///	///	///	///	///
3	///	///	///	///	///	///	///
4	///	///	///	///	///	///	///
5	///	///	///	///	///	///	///
6	///	///	///	///	///	///	///
7	///	///	///	///	///	///	///
8	///	///	///	///	///	///	///
9	///	///	///	///	///	///	///
10	///	///	///	///	///	///	///
11	///	///	///	///	///	///	///
12	0.0	2.6	1.1	東南東	0.0	///	///
13	0.0	2.3	1.6	東	0.0	///	///
14	0.0	2.2	1.2	東南東	0.0	///	///
15	0.0	2.1	0.9	東	0.0	///	///
16	0.0	2.1	1.1	東南東	0.0	///	///
17	0.5	1.9	0.8	東南東	0.0	///	///
18	0.0	1.7	0.8	東	0.0	///	///
19	0.5	1.3	0.1	静穏	///	///	///
20	0.5	0.8	0.4	東	///	///	///
21	1.0	0.5	0.1	静穏	///	///	///
22	1.5	0.3	0.0	静穏	///	///	///
23	1.5	0.3	0.0	静穏	///	///	///
24	1.5	0.1	///	///	///	///	///

福島県内各地方環境放射能測定値のプロット

ある友人からの示唆に基づき、『福島県災害対策本部』との記載がある環境放射能測定値の公開データを、以下にプロットしてみた。位置については、後添のマップ等を参照されたし。



福島県7方部放射線量率の変化:2011年3月11日~

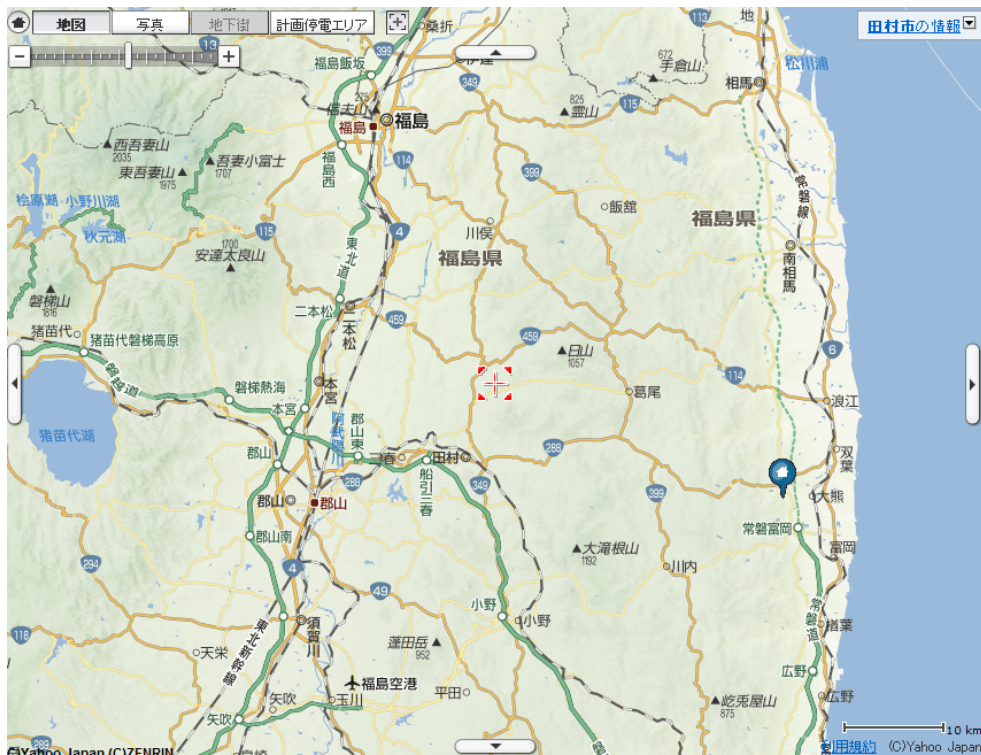


福島県20-30km圏放射線量率の変化:2011年3月15日~

文部科学省のモニタリングカーを用いた福島第1発電所及び第2発電所周辺の空間線量率の測定結果(地図)(再掲)

[飲用水\(水道水\)環境放射能測定結果\(暫定値\)](#)(PDF: 104KB) (※福島県ホームページへリンク)

福島第一原子力発電所周辺のモニタリング結果



添付2:線量率測定データ

No	時刻	場所	線量率 (μ Sv/h) 車内 PDR	線量率 (μ Sv/h) 車外 PDR	線量率 (μ Sv/h) 電離箱
49	9:15	飯館村役場	3.5		-
50	9:18	伊丹沢交差点	6		6.4
51	9:20	松塚	5.3		-
52	9:23	臼石	7.5		-
53	9:25		6.6		-
54	9:37	細川牧場	7		
55	9:40	菅田	6		
56	9:41	前田	6.1		
57	9:43	直売所前	7.1	10.5	
58	9:50	伊達市境	6.4		
60	9:52	月館線北の沢	5.6		
61	9:53	坂途中	4.1		
62	9:55	坂途中	3.1		
63	9:56	坂途中	3		
64	9:57	伊達市三叉路	2.3		
65	9:58	簡易浄水場脇	2.4		
66	9:59	簡易浄水場脇	2.4		
67	10:01	簡易浄水場下	2.6		
68	10:04	国道399	2.4		
69	10:05	長寿山入口	1.9		
70	10:07	上り途中	2.7		
71	10:08	上り途中	2.5		
72	10:09	上り途中	2.7		
73	10:10	峠手前	2.8		
74	10:10	飯館村堺	3.1		
75	10:12	峠先	3.3		
76	10:12	峠先	3.4		
77	10:13	二枚橋元町	2.9		
78	10:20	すかや	3.1		
79	10:21	すかや	2.2		
80	10:22	県道入口	1.5		
81	10:26	二枚橋途中	2.8		
82	10:27	399交差点	2.9		
83	10:28		4.2		
84	10:30	齋藤運輸工業	4.8		
85	10:31	臼石交差点	4.1		
86	10:35	前田交差点	5.9		
87	10:37	豊栄	6.6		
88	10:38	山津神神社	6.5	11.5	12
89	11:14	山津神神社先	5.7		
90	11:16		5.2		
91	11:17	交差点	5		
92	11:18	レストラン	4.3		
93	11:19	峠手前	6.8		
94	11:20	峠	6		
95	11:21	峠下り	5.6		
96	11:23	霊山手前	5		
97	11:24	交差点手前	4.4		
98	11:28		6.7		
99	11:41	佐須ナメリ交差	4.1		
100	11:42	前のり交差点	4.5		
101	11:45	三叉路	7.2		
102	11:46	浪江線途中	7.7		
103	11:46	浪江線途中	6.9		
104	11:47	長谷川空気前	7		
105	11:49		6.6		
106	11:50	宮内交差点	6.2		
107	11:51	宮内集会場前	4.9		
108	11:53	新興公社入口	5.1		
109	11:54	大倉峠	4.1		
112	11:55	大倉峠	3.2		
113	11:58	とちの木	4.1		
114	12:00	木戸木交差点	3.5		
115	12:05	大倉交差点	2.4		
116	12:07	松ヶ平	2.5		
117	12:12	橋の上	1.6		
118	12:13	坂途中	2.4		
119	12:14	坂途中	2.4		

No	時刻	場所	線量率 (μ Sv/h) 車内 PDR	線量率 (μ Sv/h) 車外	線量率 (μ Sv/h) 電離箱
120	12:16	木戸木手前	2.9		
121	12:18	木戸木三叉路	3.2		
122	12:20	快適道途中	4		
123	12:21	快適道途中	4.8		
124	12:23	快適道途中	4.4		
125	12:24	旧道交差点	4.2		
126	12:25	糠塚バス停	4.1		
127	12:26		3.4		
128	12:27		4.4		
129	12:32	南相馬境	3.8		
130	12:35	上八木沢	4.9		
131	12:38		6.6		
132	12:39		6.2		
133	12:40	小宮途中	6.4		
134	12:41	飯田川橋	6.2		
135	12:43	葦原三叉路	5.7		
136	12:44	塩の道峠	5.6		
137	12:45	関沢集会所前	6.6		
138	12:46	交差点	5.8		
139	12:47		4.2		
140	12:48	関沢野沢	7.1		
141	12:49		7.3		
142	12:50	中学校前	4.7		
143	12:51		2.5		
144	14:15	飯館村役場	6.2		
145	14:18	大平集会所	5.7		
146	14:20	飯とい交差点	6		
147	14:20	飯とい小前	5.6		
148	14:22	所久保	7.3		
149	14:23		7.2		
150	14:25	坂途中	6.9		
151	14:28	峠途中	6.3		
152	14:30		7.5		
153	14:30	三叉路	7.7		
154	14:32	比曾峠	8.3		
155	14:33	中比曾	10.5		
156	14:35	下比曾	18.2		
157	14:36	鶏舎	13.8		13
158	14:39	鶏舎下	19.6		18.8
159	14:41	鶏舎下	over		19.2
160	14:43	比曾・長泥	17.8		17.4
161	14:45	長泥十字字	15.9		14
162	14:48	長泥T頓所	17.8		16.3
163	14:50	曲田手前	17.9		15.9
164	14:52	曲田	15.7		14.2
165	14:54	曲田	18.6		15
166	15:13	曲田	over	24	20
167	15:17	浪江分岐	over	22	
168	15:29	蕨平	10.5		9
169	15:30	蕨平	8.6		7
170	15:32		13.2		10.5
171	15:35	蕨平集会所	15.5		12.5
172	15:38	木戸交差点	9.8		7.8
173	15:40	蕨平途中	10.4		9.5
174	15:44	牧場交差点	15.3		12
175	15:46	萱刈庭交差点	9.7		9
176	15:49	峠	13.9		11.5
177	15:52		10.7		7.5
178	15:53	山辺沢交差点	8.3		7.2
179	15:55	大橋	7.4		
180	15:58		8.5		
181	16:01	交差点	7.3		
49	16:30	役場前	3.5		
182		飯坂温泉		1.2	
184		朝積		3	
185		上河内	0.12	0.19	
186		羽生橋後	0.11		
186		羽生橋上	0.08		