

3 環境理学課

1 ソ連チェルノブイル原子力発電所事故に係る放射能調査

福岡 逸朗, 永石 和彦, 中尾 幹夫
中島 英男, 田代 典久, 吉田 政敏
北島 知子

1 緒 言

昭和61年4月26日に発生したソ連チェルノブイル原子力発電所事故に伴い、佐賀県では科学技術庁の指示により4月29日に環境放射能監視体制を強化し、以後6月8日まで緊急時放射能調査を行った。

この調査及び緊急時放射能調査期間以降の放射能調査について その概要を報告する。

2 調査の概要

(1) 4月29日～5月3日の調査体制

下記の調査項目について環境放射能監視体制の強化を行った。

- (イ) 空間線量率の毎正時値の連続測定
- (ロ) 雨水は降雨ごとに全 β と核種分析
- (ハ) 浮遊じんは毎日、全 β と核種分析

(2) 5月4日～5月22日の調査体制

下記の調査試料の追加と核種分析の強化を行った。

上記(1)以外に新たに追加された調査項目は、以下のとおりである。

- (イ) 水道水と原乳は毎日、核種分析
- (ロ) 野菜は適時、核種分析
- (ハ) その他の試料は適時、核種分析

(3) 5月23日～6月8日の調査体制

測定頻度の緩和と全 β 及び空間線量率の平常時調査体制への移行を行った。

- (イ) 雨水は降雨ごとに全 β と核種分析
- (ロ) 浮遊じんと水道水は週3回、核種分析
- (ハ) 原乳は5月31日までは毎日、それ以降は週3回、核種分析
- (ニ) 野菜と海藻は適時、核種分析

(4) 6月8日以降の調査体制

玄海原子力発電所周辺の「環境放射線モニタリング計画」等による平常時放射能調査を行った。

3 前処理法と測定法

緊急時放射能調査については、下記の方法で行った。

(1) 浮遊じん (46試料)

ガラス繊維濾紙 (東洋GB-100R) とハイボリュームサンプラーを使用して試料採取し、濾紙を径47mmの円形に打ち抜く。

核種分析：U-8容器に入れ、原則4,000秒の γ 線測定

全 β 測定：50mm ϕ ステンレス皿に入れ、30分測定

(2) 雨 水 (11試料)

簡易水盤を使用して前日の9時から当日の9時までを採取する。

核種分析：マリネリ容器又はV-2容器に入れ、原則4,000秒の γ 線測定

全 β 測定：100ml又は採取全量を蒸発乾固し、25mm ϕ ステンレス皿に入れ、30分測定

(3) その他の試料

原乳30試料、水道水27試料、海藻2試料及び河川水・野菜 (ふだん草)・クローバ・松葉・陸土の各1試料を生のまま分析した。

核種分析：マリネリ容器の2 ℓ 線まで入れ、原則4,000秒の γ 線測定

また、6月8日以降の平常時放射能調査については、灰試料等を測定時間が8万秒又は6万秒での γ 線測定による核種分析を行った。

4 緊急時放射能調査結果

(1) 浮遊じんの放射能濃度の日平均値 (表1, 図1) は、4月30日から5月4日までは各核種とも検出されず、5月5日に初めて検出され、その後濃度は増加を続け5月9日にピークに達し、その後減少を続け5月30日以降は ^{103}Ru を除いて各核種とも検出されていない。

5月9日以降の見かけ上の半減期は、 ^{131}I で約3日、 ^{137}Cs と ^{134}Cs で約5日である。また、 ^{137}Cs と ^{134}Cs の濃度比は約2対1になっている。

(2) 原乳の ^{131}I 濃度 (表2, 図2) は、5月4日から5月9日までは検出されず、5月10日に初めて検出され、その後濃度は横ばいを続け、5月19日から5月24日まで少し高い値となったが5月28日以降検出されていない。

(3) 雨水の ^{131}I の放射能 (表3) は、濃度の最大値が5月11日の1,870pCi/ ℓ であり、降下量の最大値が5月6日の1.3mCi/ km^2 である。

(4) その他の環境試料の放射能濃度を (表4) に示す。

水道水からは、調査期間中27試料すべてについて、放射能は検出されなかった。

表1 浮遊じんの放射能濃度（日平均値）

単位：pCi/m³

採取月日	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³² Ie	¹³² I	¹⁰³ Ru	^{99m} Tc	¹⁴⁰ Ba	¹⁴⁰ La	¹⁴¹ Ce
4/30~5/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5月5日	0.84	0.12	0.06	0.32	—	0.27	—	—	—	—
6日	0.80	0.23	0.12	0.56	0.28	0.52	0.04	—	—	—
7日	1.97	0.51	0.24	1.01	0.57	1.19	0.11	—	—	—
8日	1.97	0.50	0.22	0.59	0.30	0.78	0.06	0.07	—	—
9日	5.80	1.28	0.61	1.38	0.78	2.36	0.13	0.21	0.16	—
10日	1.72	0.56	0.27	0.50	0.24	1.03	0.04	0.17	0.17	—
11日	1.05	0.38	0.17	0.25	0.14	0.59	0.02	0.21	0.19	0.03
12日	1.02	0.29	0.13	0.21	0.11	0.61	0.02	0.18	0.18	0.11
13日	1.59	0.41	0.18	0.26	0.19	0.85	0.01	0.21	0.24	0.03
14日	0.27	0.10	0.06	0.05	—	0.19	—	—	0.03	0.02
15日	0.92	0.22	0.11	0.07	0.04	0.31	—	0.08	0.07	0.01
16日	0.37	0.10	0.04	0.03	—	0.12	—	—	0.03	0.01
17日	0.26	0.03	0.01	—	—	0.06	—	—	—	—
18日	0.58	0.17	0.09	0.04	—	0.25	—	—	0.07	—
19日	0.73	0.19	0.09	—	0.02	0.34	—	0.06	0.07	0.01
20日	0.02	—	—	—	—	0.02	—	—	—	—
21日	0.09	0.09	—	—	—	0.19	—	—	—	—
22日	0.18	0.12	0.06	—	—	0.29	—	—	—	—
23日	0.05	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—
26日	0.06	—	—	—	—	0.12	—	—	—	—
28日	0.10	0.07	0.07	—	—	0.24	—	—	—	—
30日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6月2日	—	—	—	—	—	0.09	—	—	—	—
4日	—	—	—	—	—	0.06	—	—	—	—
6日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

—：検出限界以下。採取地点：公害センター（佐賀市）上記核種以外に¹⁰⁶Ruと¹³⁶Csのピークあり。

表2 原乳の放射能濃度

採取月日	¹³¹ I	採取月日	¹³¹ I
5/4~5/9	—	20日	29
10日	11	21日	20
5/11~5/13	—	22日	19
14日	9.2	23日	29
15日	8.7	24日	31
5/16~5/17	—	26日	—
18日	14	27日	8.8
19日	29	5/28~6/6	—

単位：pCi/ℓ —：検出限界以下

採取地点：佐賀郡大和町

¹³⁷Csは5月21日のみ7.8pCi/ℓ検出

検出限界値：約8pCi/ℓ

表3 雨水の放射能

採取月日	雨量 mm	濃 度 (pCi/ℓ)				降 下 量 (mCi/km ²)			
		¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹⁰³ Ru	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹⁰³ Ru
5月3日	8.1	—	—	—	—	—	—	—	—
6日	27	40	—	—	—	1.3	—	—	—
11日	0.2	1,870	—	—	225	0.45	—	—	0.05
14日	86	8.2	—	—	8.4	0.70	—	—	0.72
19日	2.6	221	—	—	—	0.57	—	—	—
20日	67	18	—	—	—	1.2	—	—	—
28日	6.1	154	47	29	154	0.94	0.29	0.18	0.94
29日	11	—	—	—	29	—	—	—	0.31
30日	26	—	—	—	—	—	—	—	—
6月6日	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—
7日	0.1	36	—	—	55	0.004	—	—	0.007

—：検出限界以下 採取地点：公害センター（佐賀市）

表4 環境試料の放射能濃度

試料名	採取地点	採取月日	単 位	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹⁴⁴ Ce	¹⁴¹ Ce	⁹⁵ Zr	⁹⁵ Nb	¹⁴⁰ Ba	¹⁴⁰ La	その他の核種
河川水	多布施川	5/4	pCi/ℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水道水	巨勢町	5/4~6/6	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クローバ	公害センター	5/8	pCi/kg生	2 476	35	17	41	—	—	—	—	—	—	5	^{99m} Tc ¹³² Te ¹³² I
ふだん草	巨勢町	5/14	"	647	22	13	33	—	*	6	7	9	—	11	—
松葉	金立町	5/16	"	2 489	87	41	105	—	—	5	4	8	20	20	¹³² Te
陸土	"	"	pCi/kg乾	52	59	8	12	—	—	—	—	—	—	—	—
ヒジキ	波戸岬	5/23	pCi/kg生	658	—	—	* 11	—	—	—	—	—	—	—	—
ウミトラノオ	"	"	"	638	—	—	* 21	—	—	—	—	—	—	—	—

—：検出限界以下 *：灰試料の測定

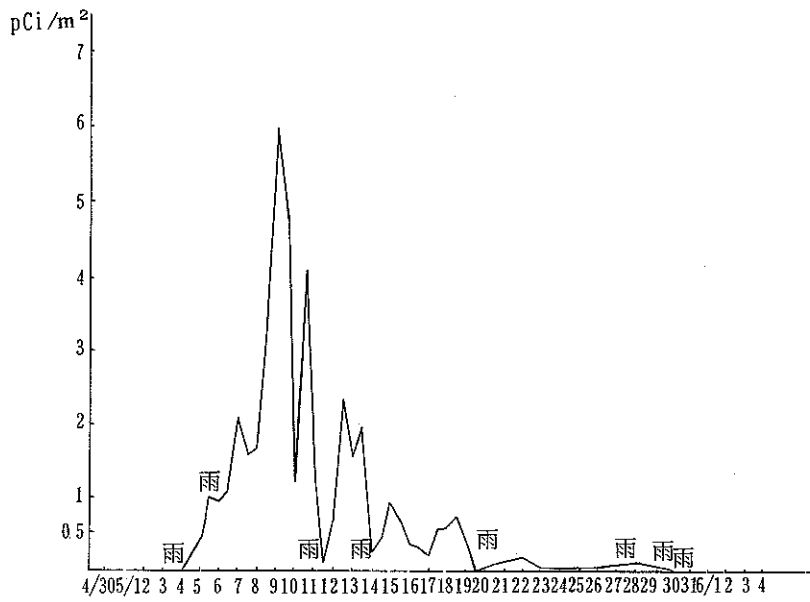


図1 浮遊じんの ^{131}I 放射能濃度 (日平均値)

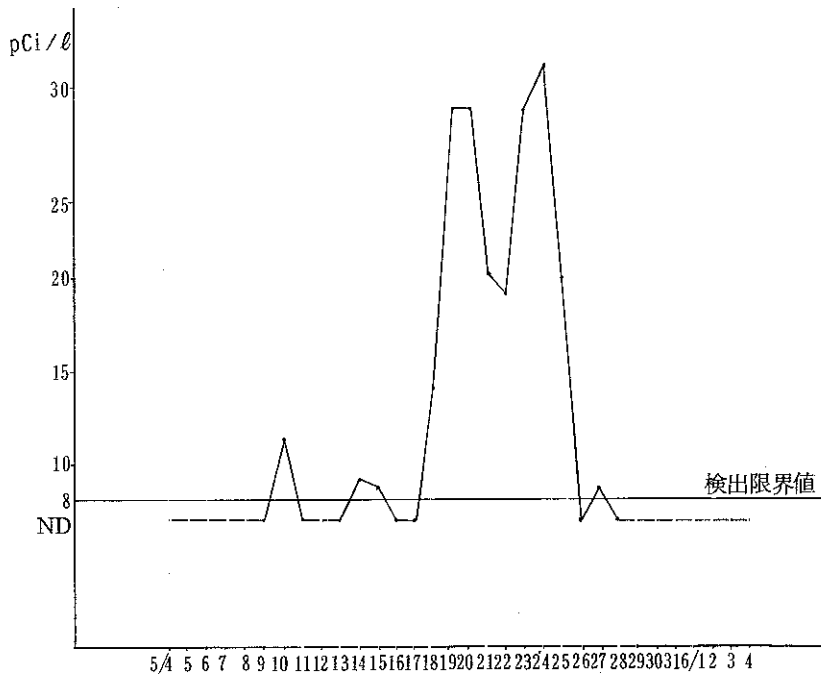


図2 原乳の ^{131}I 放射能濃度

5 緊急時放射能調査期間以降の環境試料の放射能濃度

(1) 大型水盤による月間降下量の推移を(表5)に示す。

表5 大型水盤による月間降下量

単位： $\mu\text{Ci}/\text{km}^2$

採取期間	雨量mm	^{131}I	^{137}Cs	^{134}Cs	^{103}Ru	^{106}Ru	^{144}Ce	^{141}Ce	^{95}Zr	^{95}Nb	^{140}Ba	^{140}La	^7Be
3/31~4/30	166	*	0.003	—	*	—	—	—	—	—	—	—	5.8
4/30~5/30	266	3.2	0.85	0.43	1.5	0.55	0.023	0.024	0.008	0.029	0.13	0.17	6.3
5/30~6/30	362	—	0.055	0.031	0.12	0.067	—	—	—	0.002	—	—	4.4
6/30~7/31	553	—	0.013	0.006	0.021	—	—	—	—	—	—	—	4.3
7/31~9/1	59	—	0.005	—	0.003	—	—	—	—	—	—	—	1.4

—：検出限界以下 *：前処理中に環境からの汚染の可能性あり 採取地点：公害センター(佐賀市)

^{131}I は5月分では検出されているが、6月分以降は検出されていない。

その他の核種も5月分をピークとして、その後急速に月間降下量は減少している。

表中の核種以外にも、 ^{125}Sb 、 $^{129\text{m}}\text{Te}$ 、 ^{136}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ のピークが認められた。

(2) 佐賀県下の放射性降下物(^{137}Cs と ^{134}Cs)の月間降下量を(図3)に示す。

佐賀県下7~33地点の降下物試料を月ごとにコンポジット試料にして γ 線測定による核種分析を行った。

^{131}I は前記(1)と同様、5月分では検出されているが、6月分以降は検出されていない。

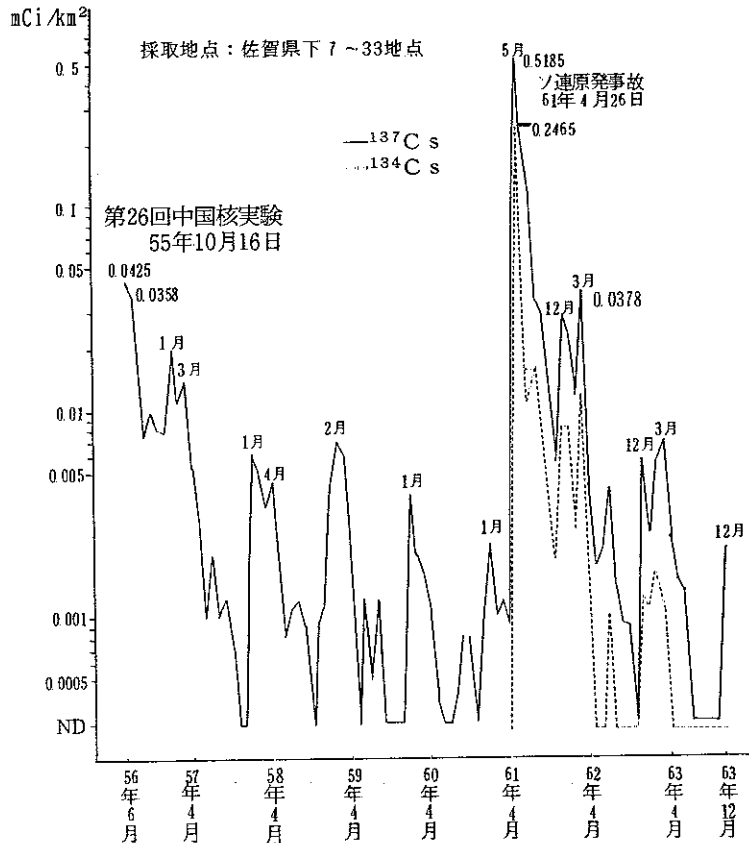


図3 放射性降下物の月間降下量

$^{137}\text{C s}$ と $^{134}\text{C s}$ の月間降下量は、5月分をピークとして、その後急速に減少している。なお、両核種以外の核種も同様な傾向であった。

$^{134}\text{C s}$ の月間降下量は、昭和63年3月まで継続していたが、昭和63年4月以降はすべて検出されおらず、大気中からの $^{134}\text{C s}$ の新たな供給はおこっていない。

$^{134}\text{C s}$ は昭和61年4月以前では、いずれも検出されておらず、ソ連原発事故によって新たに自然環境に放出された放射性物質である。

なお、 $^{137}\text{C s}$ が昭和56年当時高い値を示しているのは、第26回中国核実験の影響によるものである。

(3) ソ連原発事故の影響を受けている環境試料の放射能濃度を(表6)に示す。

^{131}I については、昭和61年6月に採取した各種の環境試料から検出されており、その影響は6月末までであったと考えられる。

$^{134}\text{C s}$ については、昭和61年度には各種の環境試料で検出されているが、昭和62年度では松葉のみで検出され、原乳とみかんでピークが認められるだけである。さらに、昭和63年度(4月~12月)では、松葉についてのみ検出されており、その放射能濃度も昭和63年12月の時点では検出限界以下(図5)まで減少している。

松葉の $^{137}\text{C s}$ と $^{134}\text{C s}$ の放射能濃度の推移を(図4)と(図5)に示す。

図4と図5の過去の最高値は、いずれも中国核実験の影響によるものである。

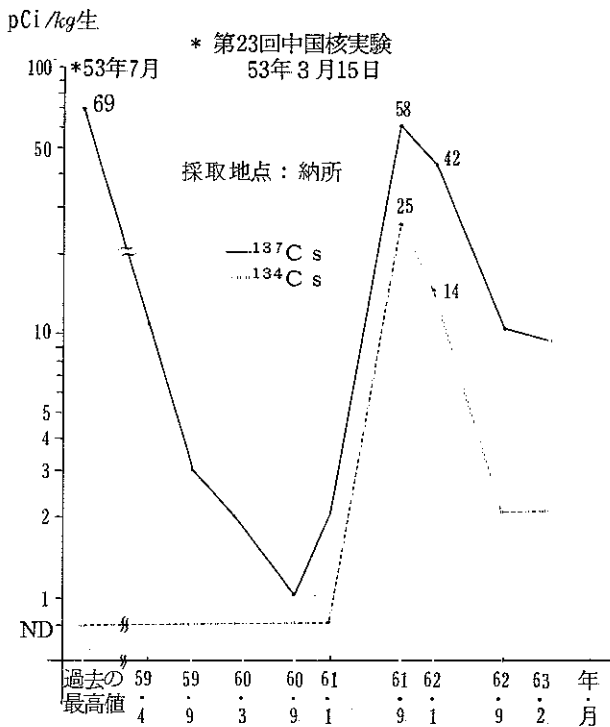


図4 松葉の放射能濃度

pCi/kg生

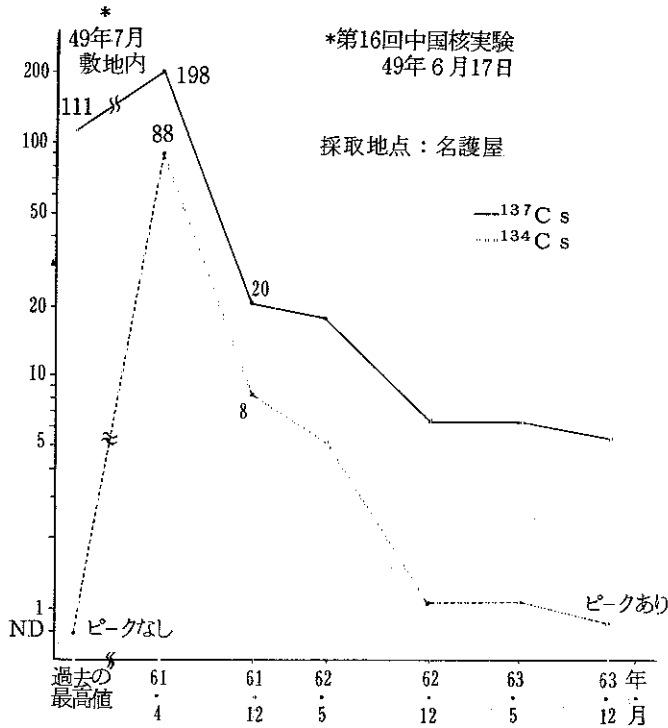


図5 松葉の放射能濃度

表6 ソ連原発事故の影響を受けている環境試料の放射能濃度

単位：pCi/kg生

試料名	採取地点	採取年月日	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	^{110m} Ag
ホンダワラ類	八田浦	61. 6. 19	45	3	—	8	—	2
松葉	名護屋	61. 6. 20	95	198	88	148	70	2
イタリアンライグラス	栄	61. 6. 21	13	33	17	33	13	—
原乳	"	"	—	4	2	—	—	—
"	納所	"	5	4	2	—	—	—
にんにく	平尾	"	—	10	4	—	—	—
"	納所	"	—	9	4	—	—	—
ばれいしょ	平尾	"	—	9	4	—	—	—
"	納所	"	—	10	4	—	—	—
浮遊じん※	ステーション	61. 3. 25~61. 6. 25	—	40	—	29	14	—
原乳※	浜野浦	61. 7. 1	—	18	9	—	—	—
松葉※	敷地内	"	—	108	52	94	64	—
ムラサキインコ	八田浦	61. 7. 21	—	1	—	12	7	2
ホンダワラ類	"	61. 8. 7	—	3	—	—	—	3
原乳	栄	61. 9. 5	—	2	1	—	—	—
精米	平尾	61. 9. 22	—	3	1	—	—	—

表6つづき

試料名	採取地点	採取年月日	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	^{110m} Ag
松	葉	納所	61. 9. 22	—	58	25	7	13
"	※	敷地内	61. 10. 1	—	32	14	4	9
い	か※	八田浦近海	61. 10. 6	—	3	—	—	3
さ	ぎえ※	"	61. 10. 7	—	3	—	2	13
原	乳※	浜野浦	61. 10. 8	—	4	2	—	—
み	かん	串	61. 12. 8	—	5	2	—	—
"	"	平尾	"	—	5	2	—	—
松	葉	名護屋	"	—	20	8	1	—
"	※	敷地内	62. 1. 6	—	30	12	1	7
原	乳※	浜野浦	62. 1. 9	—	1	0.5未満	—	—
松	葉	納所	62. 1. 26	—	42	14	—	11
原	乳	大和町	61. 6. 20	3	—	—	—	—
"	"	"	61. 8. 1	—	8	4	—	—
日	常食	佐賀市	61. 6. 9	—	2.90	0.89	—	—
"	"	"	61. 11. 12	—	2.93	0.65	—	—
松	葉※	敷地内	62. 4. 2	—	21	7	—	—
"	"	名護屋	62. 5. 28	—	17	5	—	—
原	乳	栄	62. 6. 12	—	2	(ピークあり)	—	—
松	葉※	敷地内	62. 7. 8	—	7	3	—	—
"	"	納所	62. 9. 22	—	10	2	—	—
"	※	敷地内	62. 10. 19	—	3	1	—	—
"	"	名護屋	62. 12. 10	—	6	1	—	—
み	かん	平尾	62. 12. 14	—	1	(ピークあり)	—	—
"	"	串	"	—	1	(ピークあり)	—	—
松	葉※	敷地内	63. 1. 5	—	3	1	—	—
"	"	納所	63. 2. 3	—	9	2	—	—
"	※	敷地内	63. 4. 13	—	5	1	—	—
"	"	名護屋	63. 6. 10	—	6	1	—	—
"	※	敷地内	63. 7. 8	—	4	1	—	—
"	"	名護屋	63. 12. 7	—	5	(ピークあり)	—	—

(注1) 日常食の単位：pCi/人・日 浮遊じんの単位：pCi/m³

(注2) 空欄：測定せず

(注3) 試料名の欄の※は九州電力線の測定

(注4) —：検出限界以下

6 被曝線量評価

緊急時放射能調査期間中の¹³¹Iによる甲状腺被曝線量と¹³¹I, ¹³⁷Cs及び¹³⁴Csによる全身被曝線量の評価結果を(表9)と(表10)に示す。

なお、評価に際しての前提条件等は下記のとおりである。

$$(1) \int \frac{A \times 0.037 \times 24 \times 3,600 \times E \times 1.6 \times 10^{-6} \times f \times 10^3}{100 \times m} \cdot e^{-\lambda t} dt : \text{計算式}$$

A：放射能核種の摂取量 (pCi) E：有効エネルギー (MeV)

f：移行係数 t：被曝期間 (日) m：臓器又は全身の重量 (g)

λ：壊変定数 (λ = ln 2 / T T：有効半減期 (日))

- (2) 各種のパラメータは線量目標値に関する評価指針等の数値を使用。
- (3) 調査期間中の飲食物等の摂取によるその後1年間の被曝線量を算定。
- (4) 浮遊じんと原乳の積算濃度は毎日の実測値を使用。
- (5) 葉菜の¹³¹I積算濃度は、測定データが1個のため、¹³¹Iの物理的半減期と浮遊じん中の¹³¹I濃度変動を使って算定した。
また、葉菜の¹³⁷Cと¹³⁴Cの積算濃度は、調査期間中各々同一濃度として算定した。
葉菜の洗浄による除染係数は0.5を使用。
- (6) 海藻は安定ヨウ素による希釈効果があり、また、ガス状¹³¹Iは測定していないので、線量評価はしていない。
- (7) ¹³¹I, ¹³⁷Cs及び¹³⁴Cs以外の核種による線量寄与は小さいので評価していない。
- (8) 空間線量率については、自然放射線の変動レベル内なので、外部被曝線量評価はしていない。

表7 飲食物摂取制限の指標

対象	¹³¹ I放射能濃度
飲料水	3,000pCi/ℓ以上
葉菜	2×10 ⁵ pCi/kg以上
牛乳	6,000pCi/ℓ以上

※出典：参考文献(4)

表8 公衆に対する線量限度

全身	500mrem/年	法規制値
甲状腺	成人 3,000mrem/年	ICRP 勧告値
	16才未満 1,500mrem/年	

表9 甲状腺被曝線量 (¹³¹I)

種類	成人	幼児	乳児
浮遊じん	0.40	0.80	0.60
牛乳	0.054	0.68	1.6
葉菜	0.76	1.9	1.5
計	1.2	3.4	3.7

単位：mrem/年

表10 全身被曝線量 (¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs)

種類	成人	幼児	乳児
浮遊じん	7.5×10 ⁻³	2.1×10 ⁻²	2.7×10 ⁻²
牛乳	2.2×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻³	1.5×10 ⁻²
葉菜	5.4×10 ⁻³	1.9×10 ⁻²	2.4×10 ⁻²
計	0.013	0.044	0.066

単位：mrem/年

7 結 語

今回のソ連チェルノブイル原子力発電所事故に伴う緊急時放射能調査では、いずれの試料とも飲食物摂取制限レベル（表7）を十分に下回る低レベルの放射能濃度であった。

また、この調査期間中の飲食物等の摂取による被曝線量の評価結果は、 ^{131}I による甲状腺被曝線量が最大で約4 mrem/年（乳児）、 ^{131}I 、 ^{137}Cs 及び ^{134}Cs による全身被曝線量が0.1mrem/年以下であり、公衆に対する線量限度（表8）を十分に下回るものであった。

なお、緊急時放射能調査期間以降の被曝線量については、各種の環境試料中の放射能濃度が急速に減少し、その放射能レベルも非常に低いので、その線量寄与は小さいと考えられる。

以上のことから、事故による県民への影響については、環境安全上問題となるものではなかったと考えられる。

しかし、今後とも環境放射能レベルの推移を十分に監視していく必要がある。

参考文献

- (1) ソ連原子力発電所事故に係る環境放射能調査結果報告（昭和61年9月，佐賀県）
- (2) 玄海原子力発電所周辺環境放射能調査結果（年報，昭和61年度，昭和62年度）
- (3) 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針（昭和51年3月，原子力委員会原子炉安全技術専門部会）
- (4) 原子力発電所等周辺防災対策専門部会報告書（昭和55年6月，原子力安全委員会）
- (5) 第28回環境放射能調査研究成果論文抄録集（昭和61年12月，科学技術庁）
- (6) チェルノブイリ原子力発電所事故に関連した臨時放射能調査報告（速報）（昭和61年6月26日，福井県）
- (7) 緊急時における放射性ヨウ素測定法（昭和52年，科学技術庁）