

環境中のフォールアウト・プルトニウムに関する文献調査

平成 6 年 2 月

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒708-06 岡山県苫田郡上斎原村1550

動力炉・核燃料開発事業団

人形峠事業所

ウラン濃縮工場・技術課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Engineering
Section, Ningyo Toge Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation 1550, Kamisaibara-son, Tomata-gün, Okayama, 708-06, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation) 1994

公開資料

PNC TN 6420 94-001

1994年2月

環境中のフォールアウト・プルトニウムに関する文献調査

新 谷 貞 夫 ^{*}_{*1}
鹿志村 攻 ^{*}_{*2}
古 田 定 昭 ^{*}_{*2}
石 森 有 ^{*}_{*2}

要 旨

現在環境に存在するプルトニウム同位体のほとんどが、1945年以来行われてきた大気圏内核爆発実験に由来する。その多くは長半減期核種であり、大部分が環境中に蓄積されていると考えられている。今回、これら環境中のフォールアウト・プルトニウムの全国分布を調査した。その結果各地の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度は次のような範囲であった。

年間降下量（最近5年間；1988年から1992年）で0.004～0.02Bq/m³、大気中濃度（最近5年間；1988年から1992年）は福井県で 22.9×10^{-6} mBq/m³（1988年）が報告されているだけではかは測定下限以下、一般的な土壤中で約0.1～数Bq/kg乾土、日本海側山岳地域である福井県奥越高原で3.3～12.3Bq/kg乾土、長崎県西山地区で10.4～55.5Bq/kg乾土、河川水中で0.0008～0.059mBq/²、湖底土中で0.43～8.0Bq/kg乾土、河底土中で測定下限以下～0.27Bq/kg乾土、沿岸海水で測定下限以下～0.084mBq/²、沿岸海底土中で測定下限以下～7.25Bq/kg乾土で、そのほか環境中生物試料についても調べた。²³⁸Pu/²³⁹⁺²⁴⁰Pu放射能比についてはグローバルなフォールアウトにおいては1～7%程度で、おむね4%前後であった。

*₁ 人形峠事業所, *₂ 人形峠事業所安全管理課

February 1994

CONCENTRATION OF FALLOUT PLUTONIUM IN ENVIRONMENTS

Sadao ARAYA *¹, Osamu KASHIMURA *², Sadaaki FURUTA *², and Yuu ISHIMORI *²

ABSTRACT

resulting
 Most of plutonium isotopes ~~in environments resulted~~ from nuclear weapons tests from 1945 through 1980 accumulated in environments because of their long half-lives.

This report is a summary on the environmental fallout of plutonium concentration data obtained in Japan.

$^{239+240}$ Pu levels are as follows:

- (1) annual deposition (in recent 5 years; 1988-1992), from 0.004 to 0.02 Bq/m²;
- (2) surface air (in recent 5 years; 1988-1992), less than the detectable limit;
but only in Fukui prefecture, 22.9×10^{-6} mBq/m³ in 1988;
- (3) surface soil, usually, from about 0.1 to a few Bq/kg dry;
from 3.3 to 12.3 Bq/kg dry at Okuetsu in Fukui prefecture where it is a typical mountainous area on the side of the Sea of Japan;
and from 10.4 to 55.5 Bq/kg dry at Nishiyama district in Nagasaki city where the atomic bomb exploded;
- (4) river water, from 0.0008 to 0.059 mBq/†;
- (5) lake sediments, from 0.43 to 8.0 Bq/kg dry;
- (6) river sediments, from less than the detectable limit to 0.27 Bq/kg dry;
- (7) sea water, from less than the detectable limit to 0.084 mBq/†;
- (8) sea sediments, from less than the detectable limit to 7.25 Bq/kg dry.

238 Pu/ $^{239+240}$ Pu activity ratio is about 0.04 (from 0.01 to 0.07 observed usually).
e

*¹ Ningyo Toge Works, *² Safty Section, Ningyo Toge Works

目 次

環境中のフォールアウト・プルトニウムに関する文献調査

1. はじめに	1
2. 環境中に存在するプルトニウム同位体の起源	4
3. 環境中のプルトニウム	5
3.1 降下物中のプルトニウム	5
3.2 大気中のプルトニウム	10
3.3 土壤中のプルトニウム	13
3.4 陸水環境中のプルトニウム	17
3.5 海洋環境のプルトニウム	20
4. 生物試料中のプルトニウム	25
5. $^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比	33
6. まとめ	35
7. 文献	37
7.1 引用文献	37
7.2 参考文献	40
付録 大気圏内核爆発実験の内訳	43

参考データ一覧

1. はじめに

プルトニウムは 1941 年に Seaborg らによって初めて発見されてから現在までの間に質量数 231 ~ 247 まで 17 種類の同位体が発見されている。その全てが放射性同位元素であり、そのほとんどが人工元素である。このうち主な同位体は ^{236}Pu , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu で、 ^{241}Pu のみが β 放射体、ほかは全て α 放射体である。これらの半減期、崩壊形式、放射線のエネルギーなどを Table. 1. 1 に示す。

プルトニウム同位体の多くは半減期が長く、環境に放出されたプルトニウムはその大部分が蓄積されると考えられている。国内の環境中プルトニウムを測定した定期的な報告は原子力施設周辺以外ではほとんどないのが実情であるが、現在環境中に存在するプルトニウムのはほとんどが、1945 年以来行われてきた大気圏内核爆発実験に由来するものである。降下量は 1964 年頃にピークに達したが、その後地下核爆発実験への移行が進み、さらに 1980 年に大気圏内核爆発実験が停止され、その値は 1985 年頃まで年々減少していた。最近（1991）は成層圏フォールアウト以外の原因による影響（再浮遊など）が相対的に大きくなり、比較的安定しているという報告[1]もある。

1982 年の国連科学委員会報告書 [2] に核爆発で放出されたプルトニウム同位体の生成量は、 ^{238}Pu が 0.33 PBq, ^{239}Pu が 7.8 PBq, ^{240}Pu が 5.2 PBq と見積もられている。

プルトニウムの分析については、すでに科学技術庁によって分析マニュアル「プルトニウム分析法」[3] が作成されており、特別な目的の場合でなければ、通常イオン交換法、溶媒抽出法などの化学分離・精製、ステンレス鋼板上への電着を経て、シリコン半導体検出器による α 線スペクトロメトリーによって測定される。この方法では ^{239}Pu と ^{240}Pu の放出する α 線はエネルギーが近接しており弁別できないため通常両者を合計して $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ (以下 $^{239+240}\text{Pu}$) として定量される。国内の主な研究機関を Table. 1. 2 に示す [4]。

なお、本報告書においては検出下限以下を *、測定値なしを - で表す。また、文献中のデータについては旧単位のものは新単位に改めた。

Table. 1. 1 主なプルトニウム同位体 [5]

核種 A	半減期 $T_{1/2}$	崩壊形式	放射線のエネルギー (MeV) と 放出率 (%)	
^{236}Pu	2.851 y	α	100 %	5.721 (27.6)
				5.768 (72.4)
^{238}Pu	87.7 y	α	100 %	5.456 (28.5)
				5.499 (71.5)
^{239}Pu	2.413×10^4 y	α	100 %	5.105 (11.5)
				5.144 (15.1)
				5.157 (73.3)
^{240}Pu	6,570 y	α	100 %	5.124 (26.4)
				5.168 (73.5)
^{241}Pu	14.36 y	β^-	100 %	0.0208
			α 0.00245 %	0.4853 (0.0005)
				0.4897 (0.002)
^{242}Pu	3.76×10^5 y	α	100 %	4.856 (23)
				4.901 (77)

Table. 1. 2 国内の主な研究機関 [4]

主な研究機関	測定方法	対象
秋田大学	α 線スペクトロメトリー	食品, 人体
筑波大学化学系	α 線スペクトロメトリー	土壤, 堆積物
金沢大学	α 線スペクトロメトリー	土壤, 堆積物
低レベル放射能実験施設#	→上付 1/4 α 線スペクトロメトリー	
金沢大学理学部	α 線スペクトロメトリー	海水
気象研	α 線スペクトロメトリー	大気, 降下物, 河川, 海水
原研	α 線スペクトロメトリー	降下物, 堆積物
放医研	α 線スペクトロメトリー	海水, 堆積物, 人体
動燃(東海)	α 線スペクトロメトリー	各種環境試料
東海区水研	α 線スペクトロメトリー	堆積物
日本分析センター	α 線スペクトロメトリー	各種環境試料
大放研(現大阪府大附属研究所)	α 線スペクトロメトリー	降下物
地方自治体 (福井, 茨城など)	α 線スペクトロメトリー	各種環境試料

低エネルギー光子スペクトロメトリーも併用

2. 環境中に存在するプルトニウム同位体の起源

環境中に存在するプルトニウムの起源はそのほとんどが1945年以降行われてきた大気圏内核爆発実験に由来する。核爆発実験には大気圏内実験、地上実験、地下実験があるが、このうち地上実験および地下実験においては実験の行われた場所とその付近での局地的な汚染が問題となる。一方、大気圏内実験は核爆発で生成された放射性物質⁹は大気による拡散と輸送によって地球規模での汚染をもたらす。

大気圏内核爆発実験の回数、爆発力ともにアメリカとソ連とが圧倒的に多く、それらは主に1952～1958年と1961～1962年とに行われている。1964年以降はフランスと中国によって実験が行われ、1981年以降の実験は観察されていない(付録参照)。

大気圏内核爆発実験の多くが温帯と北半球で行われている。すでにその8割が地球表面に降下しており、そのさらに8割近くが北半球に降下したものと考えられている。

核爆発実験以外の起源としては、例えば人工衛星の原子炉や原子燃料電池などが打ち上げ失敗や大気圏への再突入によって大気中に拡散する、あるいは地上に落下する場合などがある。1964年、インド洋上空でアメリカがSNAP-9A衛星の打ち上げに失敗した。原子力燃料電池として搭載していた²³⁸Pu (6.29×10^{14} Bq)が降下(南半球に70%)し、その影響は北半球においては²³⁸Puの全降下量の約1/3を占めるものと見積もられている。²³⁸Puの核爆発実験以外唯一の地球規模の環境への拡散である。

Table. 2. 1 にプルトニウムの収支 [6] を示す。

Table. 2. 1 プルトニウムの収支(1979年まで) [6]

地 域	全 降 下 量 PBq		
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²³⁸ Pu	
		核 爆 発	SNAP-9A
北 半 球	9.47 ± 1.22	0.226 ± 0.030	0.115 ± 0.030
南 半 球	2.55 ± 0.52	0.059 ± 0.011	0.400 ± 0.078
全 体	12.03 ± 1.33	0.285 ± 0.033	0.514 ± 0.081

3 環境中のプルトニウム

3.1 降下物中のプルトニウム

大気圏内核爆発実験によって生成された放射性粒子（ $0.01 \sim 100\mu\text{m}$ ）の移動は粒子の形状のほか、爆発の規模や、高度、緯度、気象条件によって異なるが、おおむね次のような経過をたどる。大きい粒子は比較的短時間のうちに数100km以内の地表に降下し局地的な汚染をもたらすが、より小さなものは対流圏に留まり、風によって移動しつつ降下し、いわゆる対流圏フォールアウトを形成する。通常北半球では偏西風により西から北東へ移動する。また降下の速度は粒子の形状、重さ、気象条件などによって異なるがほぼ30日以内の平均滞留時間をもって降下するといわれている。爆発の規模が大きい場合や爆発の高度が高い場合には、生成した放射性粒子の多くが成層圏に運ばれ、やがてそれは数年から数十年の平均滞留時間をもって徐々に対流圏へと移動し、結局は地上へと降下する。これがいわゆる成層圏フォールアウトであり、長期間にわたる世界的な汚染の原因となる。Cignaら[7]によってまとめられた降下モデルをFig. 1に示す。降下の仕組みは重力沈降による直接降下(dry fallout), wash out や rain out により雨などとともに降下するいわゆるwet falloutがあるが、プルトニウムの場合、全降下量の93%が wet fallout である[8]といわれている。

プルトニウムの降下量は、日本では冬季から春季にかけて高いことが明らかになっている。
[9][10][11]

1986年4月のソ連チェルノブイリ原子力発電所事故起因のプルトニウムの降下はそのほとんどが原子炉から30kmの範囲内であったといわれている。また放出された全 ^{239}Pu および ^{240}Pu は、核実験フォールアウトによって存在する全量の0.46%程度であるといわれている。[12]

日本におけるプルトニウムの年間降下量への影響は、事故から1年間、福井県で約17%[12]、筑波で12%以下[13]の増加をもたらしたと考えられている。また一方、新潟県では影響は認められなかった[1]という報告もある。

年間の降下量は80年代に入って減少しているが、85年以降は比較的安定している。この理由として土壤に蓄積されたプルトニウムの再浮遊の影響が考えられる。[1]

各地の $^{239+240}\text{Pu}$ 年間降下量をTable. 3.1に示す。

最近5年間（1988年から1992年）に報告された各地の $^{239+240}\text{Pu}$ 年間降下量は $0.004 \sim 0.02 \text{Bq}/\text{m}^2$ 程度である。

また、最近5年間（1988年から1992年）の月間降下量としては $* \sim 0.041 \text{Bq}/\text{m}^2$ の報告がある。

降下量は季節的な変動があり、ある期間だけの月間降下量から年間降下量を決定することはで

きないが、報告されたデータを見ると、実際にはこの期間の日本における年間降下量の最大値が
0.02 Bq/m²よりも大きい地域もあったものと考えられる。

これらの値は大気圏内核爆発実験が盛んに行われた1960年代に観察された数%以下の値である。

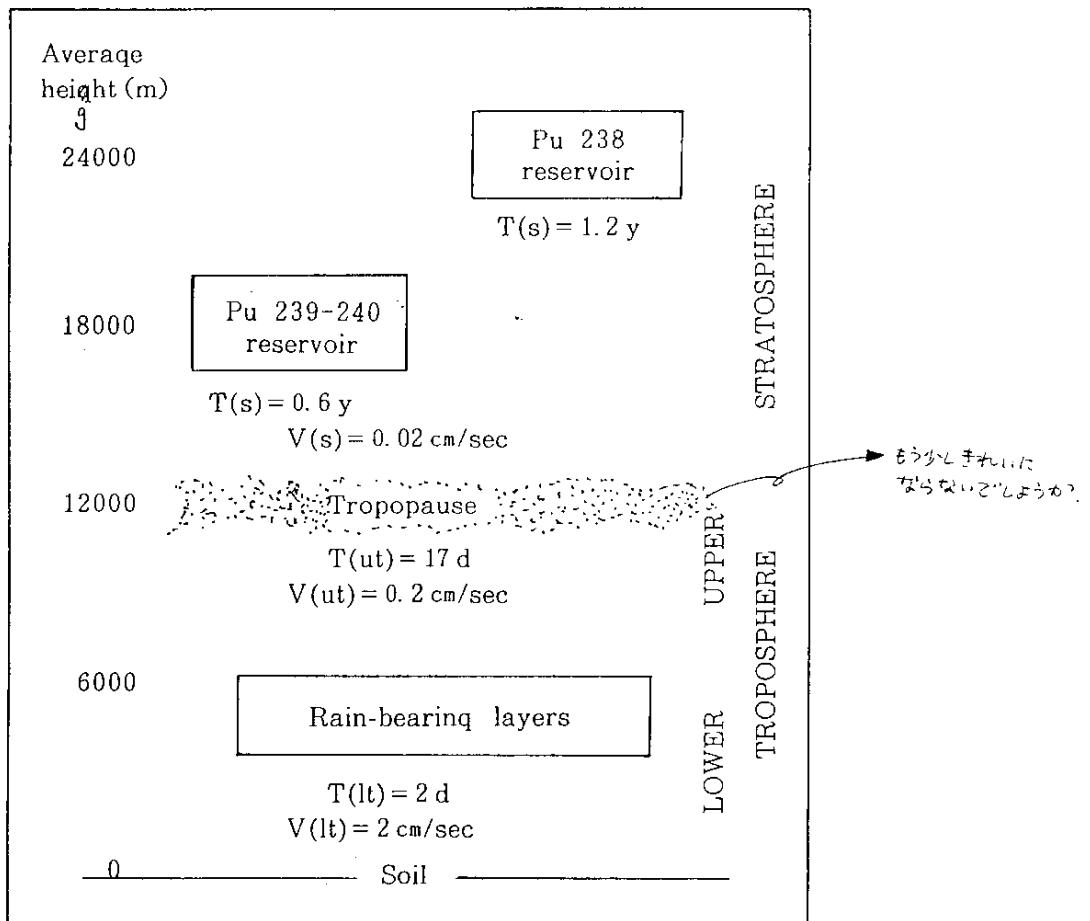


Fig. 1 Stratospheric and tropospheric model for Pu deposition. [7]

$T(s)$ =stratospheric mean residence half-time

$T(ut)$ =upper-tropospheric mean residence half-time

$T(lt)$ =lower-tropospheric mean residence half-time

$V(s)$ =stratospheric overall deposition velocity
 $\overset{\text{upper}}{V}$

$V(ut)$ =upper-tropospheric overall deposition velocity

$V(lt)$ =lower-tropospheric overall deposition velocity

Table. 3. 1 各地の $^{239+240}\text{Pu}$ 年間降下量 ①

年	東京 ¹⁾	札幌 ²⁾	秋田 ²⁾	仙台 ²⁾	大阪 ²⁾	福岡 ²⁾	[14]	単位
1954	0.55	0.50	0.71	0.50	0.30	0.71		Bq/m ²
1955	1.48	1.90	3.38	1.69	0.95	1.48		
1956	1.66	1.80	2.80	1.84	1.01	1.88		
1957	1.74	2.25	3.38	1.59	1.18	2.15		
1958	2.11	1.55	4.38	2.15	1.35	2.39		
1959	3.59	0.75	7.09	2.70	1.06	1.24		
1960	1.59	1.33	2.06	1.66	1.39	1.72		
1961	1.37	1.43	2.48	1.24	0.72	1.83		
1962	4.07	5.33	7.34	5.07	2.21	6.23		
1963	7.40	8.30	15.70	6.62	5.37	7.79		
1964	6.84	13.85	16.95	12.02	6.05	6.92		
1965	4.48	3.96	10.31	3.12	2.50	3.96		
1966	2.70	3.45	6.30	2.70	2.55	2.85		
1967	0.78	0.96	1.73	0.86	0.76	0.93		
1968	0.92	0.85	1.35	0.92	0.85	0.85		
1969	0.44	0.44	0.74	0.41	0.34	0.41		
1970	0.22	0.17	0.30	0.13	0.13	0.17		
1971	0.48	0.36	0.83	0.42	0.52	0.44		
1972	0.18	0.23	0.28	0.20	0.15	0.22		
1973	0.11	0.14	0.29	0.08	0.15	0.18		
1974	0.22	0.20	0.34	0.22	0.14	0.14		
1975	0.22	0.27	0.33	0.18	0.18	0.22		
1976	0.04	0.05	0.06	0.03	0.03	0.03		
1977	0.18	0.25	0.15	0.16	0.12	0.13		
1978	0.26	0.32	0.25	0.21	0.18	0.18		

Table. 3. 1 各地の $^{239+240}\text{Pu}$ 年間降下量 ②

年	東京 ¹⁾	札幌 ²⁾	秋田 ²⁾	仙台 ²⁾	大阪 ²⁾	福岡 ²⁾		東海	単位
1979	0.15	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13		0.30	Bq/m ²
1980	0.04	0.08	0.07	0.05	0.08	0.06	0.037 (筑波) [15]	0.14	
1981								0.21	
1982								0.048	
1983								0.031	
1984							←福井県 ³⁾	青森県	[8]
1985								千歳平 ³⁾	
1986	0.0113 (新潟)		0.00269 (筑波)				0.0074～0.014		
1987		[1]		[13]			* ~ 0.017	[16]	
1988							0.0085～0.020		
1989							0.0041～0.016	0.010	
1990							0.0040～0.013	0.020	
1991							0.0042～0.010	0.0090	
1992							[10]	0.0056	

1) 1954～1958年 降雨量より推定

2) 推定値

3) 年度測定値

このほか月間の降下量としては以下の報告がある。

福井県福井市	0.0010～0.0078 Bq/m ²	(1983. 4～1985. 3)	[10]
新潟県刈羽村	* ~ 0.040	(1984. 6～1992. 4)	[11]
新潟県新潟市	* ~ 0.0094	(1983. 12～1991. 5 の 12月～5月)	[1]
新潟県柏崎市	* ~ 0.013	(1987. 12～1990. 5)	[1]
新潟県刈羽村	* ~ 0.041	(1987. 6～1990. 5)	[1]
愛媛県伊方町	* ~ 0.0034	(1988. 2～1992. 2)	[17]

3.2 大気中のプルトニウム

大気中のプルトニウム濃度は60年代はじめに盛んに行われた米ソの大気圏内核爆発実験の影響により、1963年頃ピークに達したが、現在はその数%以下程度まで減少している。大気中のフォールアウトプルトニウムは主にエアロゾル粒子に付着したPuO₂として存在していると考えられている。Hirose ら [9]によれば地表面大気中のプルトニウムの粒度の分布は季節毎に変化はあるが、全体として、成層圏由来の1.6μm以下のものが平均35%と最も多く、春先にはそれが65%に達し、いわゆるspring peakの主な原因であるとしている。またHirose らは大気中のプルトニウムのほとんどが、その粒度に関係なく、水溶性ではないことも明らかにしている。~~核実験~~ ^{爆発}フォールアウト・プルトニウムの空気力学的放射能中央径 (AMAD) はShlein らによって0.4μmが代表的な値である [18] とされていたが、1982～1984年頃には1.0～1.9μm(平均1.5μm)であった [12] こと、また²³⁹⁺²⁴⁰Pu降下量が1985年以降あまり減少していない [1] ことから、成層圏由来のプルトニウムが非常に少なくなった現在、土壤からの再浮遊などの影響が相対的に大きくなっているものと考えられている [1]。

各地の²³⁹⁺²⁴⁰Pu大気中濃度をTable. 3.2に示す。

最近5年間(1988年から1992年)の各地のデータはほとんど測定下限値(たとえば新潟県の場合 40×10^{-6} mBq/m³程度 [11])以下で、有意値が報告されているのは福井県(22.9×10^{-6} mBq/m³, 1988年)だけである。

東京と筑波における²³⁹⁺²⁴⁰Puの大気中濃度について²³⁹⁺²⁴⁰Puの降下量と他の核種の降下量および大気中濃度とから計算により見積もられた例をTable. 3.3に示す [9]。

なお、Table. 3.2およびTable. 3.3における「東京と筑波」の表記は、引用文献によるもので、その意味は文献からは読みとれなかった。

Table. 3. 2 各地の $^{239+240}\text{Pu}$ 大気中濃度

年	東京・筑波	青森県	福井県	新潟県刈羽村	茨城県東海	単位
1975					359	$\times 10^{-6}\text{mBq/m}^3$
1976					185	
1977					592	
1978					740	
1979	137 ~555				252	
1980	* ~207				111	
1981	25.9~792				370	
1982	40.7~577				66.6	
1983					27.0	
1984				126		
1985				85.1~703		
1986				*		
1987				*		
1988			22.9	*		
1989		*		*		
1990		*		*		
1991		*		*		
1992		*		*		
	[9]	[16]	[10]	[11]	[8]	

Table. 3. 3 東京と筑波における $^{239+240}\text{Pu}$ 大気中濃度の見積[9] $\times 10^{-6} \text{ mBq/m}^3$

年	濃度	年	濃度	年	濃度	年	濃度
		1961	2740	1971	962	1981	259
		1962	8140	1972	370	1982	148
		1963	14800	1973	222		
1954	1110	1964	13700	1974	370		
1955	2960	1965	8950	1975	481		
1956	3330	1966	5400	1976	74		
1957	3480	1967	1550	1977	370		
1958	4140	1968	1850	1978	518		
1959	7180	1969	888	1979	259		
1960	3180	1970	444	1980	74		

3.3 土壤中のプルトニウム

地表に降下したプルトニウムの多くは土壤成分に吸着あるいは付着した状態で存在し、風によって再び空气中へ浮遊したり、降水による流失や地下への浸透などによって減少していく。地表面土壤への残留の度合いは元素の化学形やその土壤の物理的、化学的性質によって大きく異なる。一般に森林や草地など腐葉土地域は外部からの擾乱が少なく、高い蓄積率を示す。特に森林地域はフォールアウト核種の保持力が強く、草地よりもさらに約15倍の蓄積量を示すという報告 [19] もある。水田や畑土などの表層土はかなり攪拌された状態で蓄積されているものと思われ、実際、時期は5年ほど違うが長崎県の未耕作地に対して耕作地の表層土壤中の濃度が低い報告 [20] がある。また市街地などではほとんど蓄積されていないという場合もある。また土壤中の蓄積量は日本海側は太平洋側に比べて約3倍であることがよく知られている。30°～40°の北半球中緯度地帯での平均蓄積量は $66 \pm 22 \text{ Bq/m}^2$ 、東京での蓄積量は 44 Bq/m^2 、日本海側での蓄積量は100～110 Bq/m²であるといわれている [21]。

これは以下のようない理由によるものと考えられる。

フォールアウト・プルトニウムのはほとんどがwet fallout [8] であり、年間降水量と蓄積量は大きな相関を示すといわれている。とくに60年代から80年代にかけて行われた中国での大気圏内核爆発実験により、日本海側の山岳地帯では、偏西風によって大陸側から運ばれた粒子が雨などと共に降下しやすいため、高い蓄積量を示す。

土壤中のプルトニウムは表層10cmの深度範囲までにはほぼ80～90%が吸着されているといわれている [22] [23] [24] [25] [26]。山本らは福井県の神野、辰口、小黒飯などの高蓄積地域において、表層（深度5cmまで）の土壤の粒径と $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度との関係を調べている [22] [23]。それによれば、2μm以下の細かい成分において最も高い値、17.9 Bq/kgが検出されている。馬原は長崎市西山地区の土壤を分析した結果 [24]、地表近傍だけでなく、深度630cmの基岩盤近傍でも比較的高い吸着帯が存在すると報告しているが、これはイオン状で土中を移動したのではなく、微細な土壤粒子などに吸着されたものが土中水の移動によって輸送されたものであると結論づけている。そして西山地区での土中平均移動速度は0.9 cm/y以下であろうとしている。河川への流出は蓄積量の0.03 [27] あるいは0.12% [28]との報告もある。これらのこととは一度土壤中に蓄積されたプルトニウムは長く表層土壤中に留まることを示している。

日本の各地の土壤中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度をTable. 3.4に示す。

一般的な土壤中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は約0.1～数Bq/kg乾土であるが、前述のように外部からの擾乱の少ない多雨地域、特に日本海側の山岳地域や原爆の投下の影響が現在も残っているところなどは比較的高い濃度が観察されている [10][22][23][24][25][29][30][31][32]。

日本海側の山岳地域の例として福井県の冠山や奥越高原は高蓄積地域として有名であり、一般

的な値よりかなり高い値(3.3~12.3 Bq/kg 乾土)が観察されている。しかしながら、 ^{238}Pu / $^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比(5. 参照)は他の地区と同程度である。

また、西山地区土壤中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度範囲は10.4~55.5 Bq/kg 乾土であった。

山本らによると長崎市西山地区の土壤中プルトニウム蓄積量は518~1665 Bq/m²で、これは他の地域の値(37~137 Bq/m²)と比較して非常に高い[22]。他の報告[24][32][20]においても同様の傾向がみられ、1945年の原爆投下に由来するプルトニウムの影響が未だに残っていることがうかがえる。広島については一般環境と比較して高いプルトニウム濃度はみられず、グローバル・フォールアウトと比較して1945年の原爆由来のプルトニウムは無視できるほど小さいことが明らかになっている[22]。

なお、チェルノブイリ原子力発電所事故は当時、年間降下量を多少増加させた[12][13]が、それらは蓄積量としては日本海側での核実験フォールアウト・プルトニウムの土壤中蓄積量100~110 Bq/m²の0.001%にすぎないと見積もられており[12]、大きな影響はないと考えられている。

Table. 3. 4 表面土壤中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

場 所	期 間	濃 度 範 囲	単 位	備 考	文 献
新潟県	1957～1980	0.385 ～ 1.43	Bq/kg 乾土	水田	[29]
秋田県	1958～1980	0.270 ～ 0.851		水田	[29]
広島県	1976	0.229 ～ 1.49			[32]
長崎市西山地区	1976	12.5 ～ 51.1		爆心地付近	[32]
長崎県	1976	0.755 ～ 2.14		そのほか	[32]
長崎市西山地区	1976	10.0 ～ 32.9		未耕作地	[20]
長崎県長崎市	1976	0.87 ～ 4.96		未耕作地	[20]
長崎市西山地区	1981	10.4 ～ 55.5		爆心地付近	[24]
長崎市西山地区	1982～1983	5.66 ～ 14.0		耕作地	[20]
長崎県長崎市	1982～1983	0.19 ～ 0.67		耕作地	[20]
福井県	1983～1991	* ～ 12.3		奥越高原含	[10]
茨城县	1986～1991	0.07 ～ 1.79		庭土	[33]
茨城县	1986～1991	0.14 ～ 0.74		畑土	[33]
茨城县	1989～1991	0.0084 ～ 0.85		林砂土	[33]
愛媛県	1987～1991	0.108 ～ 0.78			[17]
青森県	1989～1992	* ～ 0.79			[16]
福井県	不 明	6.9		奥越高原	[25]

Table. 3. 5 各地の水田土壤中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度 [29]

場 所	1963年	1976年	単 位	備 考
北 海 道	0.411	0.185	Bq/kg	水 田
岩 手	0.466	0.614		
宮 城	0.326	0.189		
茨 城	0.333	0.170		
埼 玉	0.385	0.366		
東 京	0.344	0.403		
山 梨	0.315	0.185		
三 重	0.577	0.300		
大 阪	0.0777	0.107		
岡 山	0.218	0.192		
秋 田	0.851	0.803		
新潟	1.029	0.969		
石 川	0.818	0.932		
鳥 取	0.688	0.429		
福 岡	0.395	0.414		
日本海側	0.847	0.784		
太平洋側	0.340	0.281		
全 平 均	0.481	0.418		

3.4 陸水環境中のプルトニウム

河川および湖沼水中のプルトニウム含量を測定した例は国内外ともに非常に少ない。国内で報告されているものとしては、研究機関では気象研究所 [27][28]、地方自治体では愛媛県 [17]（日本分析センターに委託）の調査結果など数例にすぎない。

各地の河川水中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度をTable. 3.6に示す。河川水中の Bq/m^3 濃度は1978年～1980年ににおいては $0.0008 \sim 0.059$ mBq/L であった。

河川ごとにかなりばらつきはみられるが、全体として $^{239+240}\text{Pu}$ 含量の28%程度が粒子状物質として懸濁物中に存在している [27][28]。

地上に蓄積されたプルトニウムが河川水中に溶脱される割合は、1980年頃にHiroseらによって、年間約0.03%である [27]と見積もられている。この割合は1970年頃にMiyakeらによって見積もられた0.12% [28]の半分以下にすぎない。Hiroseらは降下の割合の減少と表層土壤中のプルトニウム濃度の減少によるものと推測している [27]。いずれにせよ、降下したプルトニウムは長く地上にとどまるものと考えられる [27][28]。

山本らは福井県三方五湖の湖底堆積物について報告を行っている [22][34][35][36]。

それによれば、三方五湖の湖底堆積物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 蓄積量を土壤中の濃度より見積もると日向、水月、菅湖においては（ $109 \sim 163 \text{ Bq}/\text{m}^2$ ）ほぼ日本海側の土壤中蓄積量（ $100 \sim 110 \text{ Bq}/\text{m}^2$ ）と同じであったが、三方、久々子湖においては約2倍の値（ $181, 200 \text{ Bq}/\text{m}^2$ ）が観測された。また丹生湾の海底土においては約3倍（ $347 \text{ Bq}/\text{m}^2$ ）であった。細かな粒状物質に吸着した放射性物質が河川から流入し、これらが湖底に沈積されるため土壤中の蓄積量よりも高い値を示す。五湖における蓄積量の違いは流入河川の流域面積（日向、水月、菅、三方、久々子、それぞれ2.2, 4.3, 1.3, 60.3, 15.8 km^2 ）の違いによるものであると考えられている。丹生湾の海底土については堆積物の細かい粒度のフラクションが浅い河口付近からより深い中央部分に移動するためであろうと考えられている。

湖底土中の平面的な濃度分布については武石らの茨城県涸沼における報告がある [37]。

それによれば、中央ほど濃度が高く、流入河川の上流および下流側で低かった。また、上流側と下流側では、下流側のほうが低い濃度であった。

三方五湖における湖底土中の濃度範囲は $0.13 \sim 18.1 \text{ Bq}/\text{kg}$ で、ほぼ7～15cmの深さあたりで最大となっている。これらの層は ^{210}Pb との比較により大気圏内核爆発実験がさかんに行われた1960～1970年代に対応している。[22][34][35][36]

各地の湖底土および河底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度範囲をTable. 3.7およびTable. 3.8に示す。

湖底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の範囲は $0.43 \sim 8.0 \text{ Bq}/\text{kg}$ 乾土であった。

河底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の範囲は $* \sim 0.27 \text{ Bq}/\text{kg}$ 乾土であった。

河底土は湖底土に比べて一般に濃度が低く、湖底土は周辺の一般土壤と同程度かそれより高い値である。日本海側山岳地域では湖底土よりも高い値もしばしば観察される。

Table. 3. 6 各地の河川水中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度 [27][28]

場 所	1966～1967		1978～1980		単 位
	溶 液	懸 潣	溶 液	懸 潣	
石狩川			0.0100	0.0052	mBq/ $\frac{\ell}{\ell}$
北上川	0.0252	0.0211	0.0033	0.0056	
最上川	0.0666	0.0211	0.0107	0.0015	
信濃川	0.0085	0.0141	0.0019	0.0011	
利根川	0.1539	0.0078	0.0581	0.0007	
木曽川	0.0189	0.0107	0.0104	0.0059	
淀川	0.0026	0.0048	0.0007	0.0030	
吉野川	0.0189	0.0122	0.0011	0.0048	
旭川	0.0096	0.0085	0.0004	0.0004	
筑後川			0.0303	0.0019	

そのほか

愛媛県伊方町九町新川 * ~ 0.0099 mBq/ $\frac{\ell}{\ell}$ (1987.10 ~ 1991.10) [17]

Table. 3. 7 各地の湖底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

場 所	期 間	濃 度 範 囲	単 位	文 献
福 井 県	1984	4.26	Bq/kg乾土	[10]
茨 城 県	1986 ~ 1991	0.47 ~ 1.96		[33]
青 森 県	1989 ~ 1992	0.43 ~ 8.0		[16]

Table. 3. 8 各地の河底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

場 所	期 間	濃 度 範 囲	単 位	文 献
福 井 県	1983	0.096 ~ 0.133	Bq/kg乾土	[10]
茨 城 県	1986 ~ 1991	0.004 ~ 0.27		[33]
青 森 県	1989 ~ 1992	* ~ 0.066		[16]

3.5 海洋環境のプルトニウム

海水中に移行したプルトニウムは、比較的潮流の影響の少ない閉塞的な海域では、海水中の浮遊物に吸着するなどして短時間のうちに海底へ沈着する事が確認されている。一方、粒子状物質の少ない遠海においてはほとんど海底に蓄積されずに、海水中に存在することが確認されている。

[38] 馬原によると閉鎖的な海域で、有機物量の増加や周辺陸部からの影響を受けやすい長崎県橋湾では、粒子状プルトニウムの割合は全体のほぼ 50 %を占めていた [39]。茨城県東海、大洗沖では 15 %であるという報告がある。一般に外洋においてはこの割合は 2 ~ 27 %あるいは 5 ~ 25 %であるとされている [38][40]。すなわち外洋においてはプルトニウムの大部分が海水中に存在するが、逆に沿海や内湾ではその大部分が海底堆積物中に存在する。一般に大陸棚上の海水中プルトニウム濃度は外洋よりも 1 術程度低い値を示すが、堆積物中においては 1 術程度高い値を示すことが知られている [38]。

沿海堆積物中の鉛直分布を外洋におけるそれと比較すると表層での均一混合層の深さが大であり、浸透速度も大きく、鉛直混合速度がはるかに大きい。また外洋においても外洋海底堆積物自体の堆積速度が数 mm / 1000 years であることを考えれば、人工放射性核種が 10 cm 以深に浸透していることから堆積後の鉛直移動があったものと考えられる。移動機構は海底生物による海底表層の攪拌による堆積物粒子の攪拌のほか、海底生物による有機物粒子の選択的摂取も大きな効果を持つ。[38] これはプルトニウムなどの長半減期核種は堆積物中で海産生物の活動の対象となる有機物粒子に付着している場合が多いためであると考えられている [39]。

海洋環境におけるプルトニウムの挙動の様子は Fig. 2 [41] のようにまとめられる。

$^{239+240}\text{Pu}$ の海水中の鉛直分布は水深 400 ~ 1000 m の間に極大の濃度がみられ、また深層濃度も表層のそれに近いという報告がある。また海底直上濃度が上層の海水中濃度よりもはるかに高いことも観測されており、 $^{239+240}\text{Pu}$ の場合は上層よりも深層の方が高濃度であることも実際に観測されている。それらの原因はプルトニウムの吸着、沈降、溶出などの挙動で説明されている。

[6]

自然水中の核種濃度に対する底質中の核種の濃度比として定義される分配係数 K_d はプルトニウムの場合、全体としては $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ が観察される一般的な値である [41] が、この値はもちろん元素の物理化学的な形態、底質や懸濁粒子の物理化学的性質によって変化する。様々な環境での分配係数を Table. 3.9 に示す。

日本近海における海水中および海底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を Table. 3.10 ~ Table. 3.11 に示す。

沿岸部での海水中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度範囲は、* ~ 0.084 mBq / m^3 であり、沿岸部での海底土中濃度範囲は、* ~ 7.3 Bq / kg 乾土の範囲にある。最高値はそれぞれ東シナ海・相模湾海水中、福井県海底土中であった。

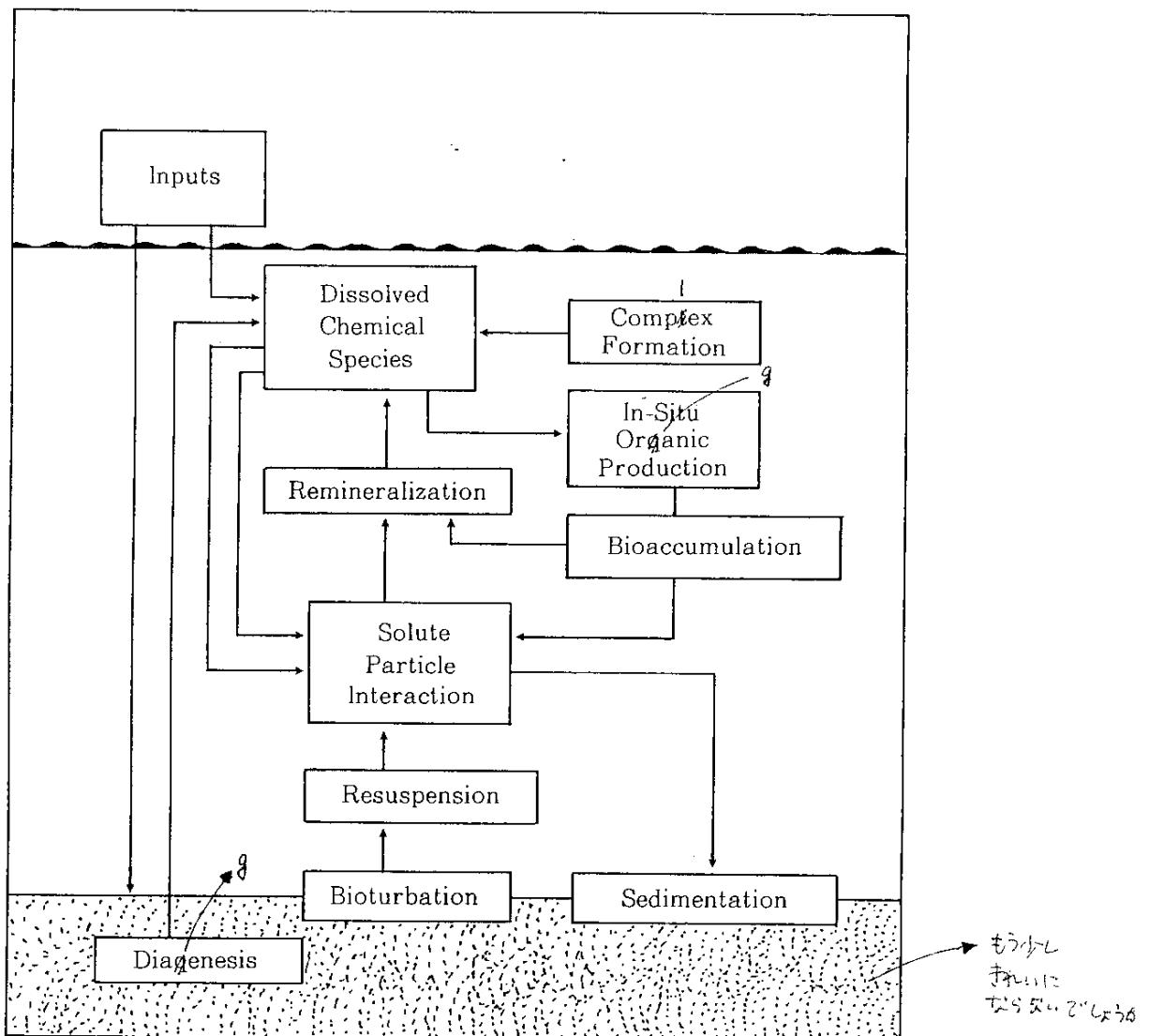


Fig. 2 Schematic representation of the possible interactions of transuranic elements with particles, biota, and sedimentation in the oceans. [41]

Table. 3.9 異なる自然水中のプルトニウムに対する分配係数 [41]

場 所	分配係数 $\times 10^4 \frac{\text{f}}{\text{kg}}$	備 考
Bombay Harbour	4. 8 ~ 13	Silt
Enewetak Lagoon	5. 0 ~ 60	Sediments
	4. 0 ~ 30	Lab. desorption
Hudson River	6. 7	River sediments
Irish Sea	7. 5	1 km
	4. 6 ~ 21	4. 5 km
	1. 9 ~ 9. 3	9 km
	0. 6	75 km
	0. 7	90 km
Lake Michigan	33	
Lake Washington	1. 0 ~ 8. 5	Lab. sorption/desorption
	6. 9 ~ 27	
Mediterranean Sea	1. 6 ~ 9. 4	Lab. sorption/desorption
Savannah River	4. 2 ~ 41	River sediments

Table. 3. 10 各地の海水中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

場 所	期 間	濃 度 範 囲	単 位	文 献
北 太 平 洋			mBq / ℓ	
30° N 137° E	1985	0.0087		[47]
25° N		0.0050		[47]
20° N		0.0038		[47]
15° N		0.0048		[47]
10° N		0.0025		[47]
5° N		0.0022		[47]
0° N		0.0027		[47]
沿 岸				
東シナ海, 相模湾		0.00148 ~ 0.0844		[38]
秋田県男鹿半島	1977	0.059		[14]
福井県敦賀湾	1980 ~ 1982	0.0159 ~ 0.0226		[6]
東 京 湾	1980	0.0181 ~ 0.0318		[6]
茨 城 県 沿 岸	1980 ~ 1984	* ~ 0.0685		[6]
長崎県橘湾	1987	0.00322 ~ 0.00751		[39]
茨 城 県	1987 ~ 1991	0.0039 ~ 0.0111		[33]
愛媛県伊方町平瀬透過堤沖	1987 ~ 1991	0.0060 ~ 0.019		[17]
青 森 県	1989 ~ 1992	* ~ 0.018		[16]

Table. 3. 11 各地の海底土中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

場 所	期 間	濃 度 範 囲	単 位	文 献
沿 岸			Bq / kg 乾土	
福 井 県 丹生湾	1964 ~ 1988	1.44 ~ 7.25		[34] ~ [36]
東 京 湾 0~5 cm	1980 ~ 1981	2.81 ~ 3.00		[6]
相 模 湾 0~5 cm	1981	5.48		[6]
新 鴻 県	1984 ~ 1991	0.12 ~ 0.25		[11]
福 井 県	1983 ~ 1991	0.04 ~ 3.40		[10]
長崎県橘湾0~2cm	1987	0.43 ~ 2.40		[39]
茨 城 県	1986 ~ 1992	0.13 ~ 1.82		[33]
愛 媛 県	1987 ~ 1991	0.14 ~ 0.81		[17]
青 森 県	1989 ~ 1992	* ~ 0.90		[16]

4. 生物試料中のプルトニウム

陸上植物および表層土中のプルトニウムの移行の様子はFig.3 [19] のように説明される。

プルトニウムの土壤から植物への移行係数（植物単位重量当たりの放射性核種濃度を土壤単位重量当たりの放射性核種濃度で割ったもの）は $10^{-5} \sim 10^{-3}$ のオーダーで、他の超ウラン元素と比べるとかなり（1～2桁程度）低い。移行係数は変動幅が非常に大きく、土地の性質、土壤中の存在形態、共存元素の影響、土壤の粒径などにより、通常1～2桁程度の変動がある [50]。

Hartmann らによれば陸上植物試料中のプルトニウムの約80%は表皮および表面に分布しており、そのほとんどが表層土からの再浮遊に起因するものとしている [19]。森林や草地などの腐葉土地域のフォールアウト核種に対する表層土壤における保持力が強いのはこのことと関係があり、特に森林地域では草地に比べ、約15倍の蓄積量を示すという報告もなされている [19]。

海産生物のプルトニウム濃度は陸生の生物に比して高い傾向がある。

海産生物のうち、海藻類や貝類はプルトニウムに対して高い濃縮係数を示す傾向がある。

Noshkinによれば濃縮係数は魚類については種類による差はほとんどない [49]。

海産生物中のプルトニウム親和性は石灰質構造に関連するというGuareyとFraizerの仮説がある。久松は石灰藻の一種であるピリヒバとほかの海藻中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を測定し、この仮説に矛盾しない結果を得ている [43]。

一般環境中の生物試料における $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度をTable. 4. 1～Table. 4. 3に示す。

陸上植物での $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度範囲は*～1.66 mBq/kg生であった。最高値は1991年福井県敦賀市白木地区でとれた大根の葉で観察された値である。

淡水産生物では有意な値は観測されていないが、茨城県涸沼のシジミで0.2(±0.1)mBq/kg生以下であった。

海産生物では魚類で*～5.9 mBq/kg生、貝類で*～207 mBq/kg生、藻類で1.4～12[mBq/kg生]、甲殻類で*～6.0 mBq/kg生であった。それぞれの最高値は福井県大飯のイワシ(1986)、同サザエ(1983)、秋田県男鹿半島ピリヒバ(1977)、茨城県東海村沖サメハダイケガニ(1991)である。福井県の貝類試料の最高値はいずれもサザエであった。

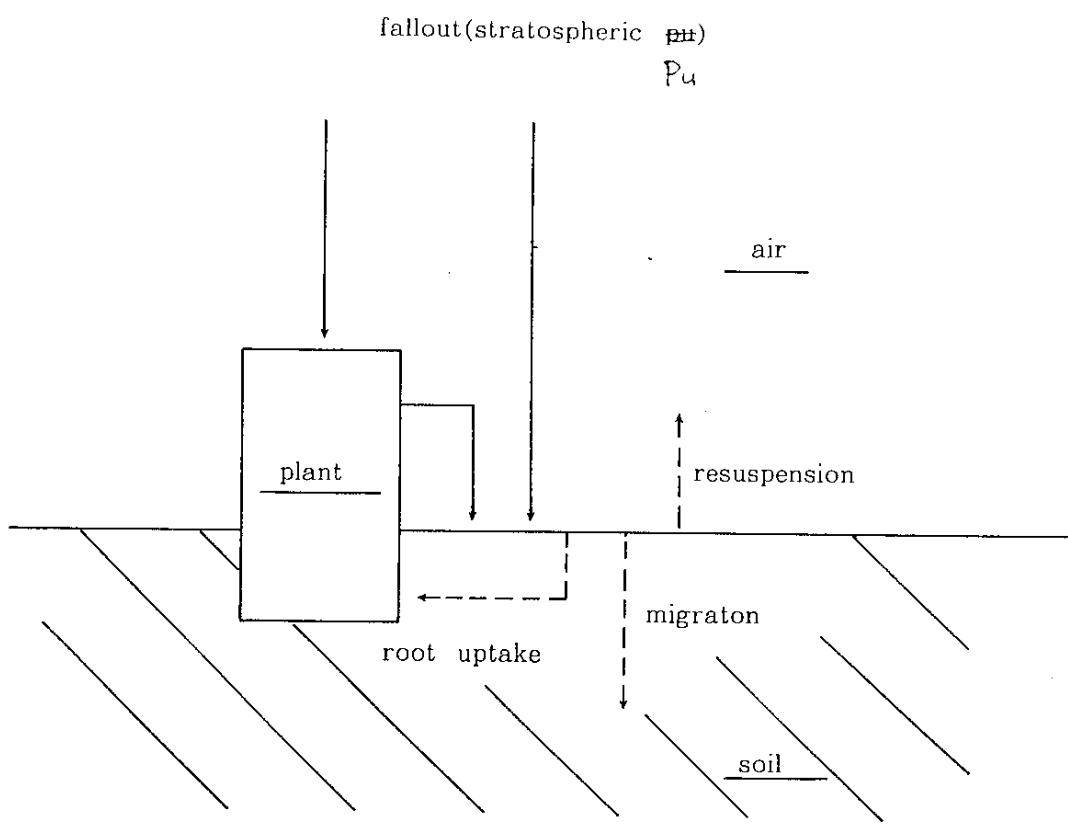


Fig. 3 Pathways of Pu from soil cover. [19]

Table. 4. 1 陸上植物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg 生	文 献
植 物	秋田県 ¹⁾	1977	0.023 ~ 0.13	[14]
	長崎市西山地区 ²⁾ #	1982 ~ 1983	1.31 ~ 23.3	[20]
	長崎県長崎市対照地区 ²⁾ #	1982 ~ 1983	* ~ 3.33	[20]
	福井県敦賀市 ³⁾	1983 ~ 1991	* ~ 1.66	[10]
	福井県美浜町 ⁴⁾	1983 ~ 1991	* ~ 0.93	[10]
	福井県大飯町 ⁵⁾	1983 ~ 1991	* ~ 0.85	[10]
	福井県高浜町 ⁵⁾	1983 ~ 1991	* ~ 0.89	[10]
	福井県福井市 ⁵⁾	1983 ~ 1991	* ~ 1.4	[10]
	青森県 ⁶⁾	1989 ~ 1992	*	[16]

mBq/kg 乾

1) 大根, 米, キャベツ

2) ジャガイモ, サツマイモ, カボチャ, タロイモ, ハツカダイコン, 葉がらし

3) ヒメムカシヨモギ, ヨモギ, 大根葉

4) ヒメムカシヨモギ, 大根葉

5) ヒメムカシヨモギ

6) 精米, 白菜, 大根, 長芋, キャベツ, 馬鈴薯, 牧草

Table. 4. 2 淡水産生物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg 生	文 献
シ ジ ミ	茨城県涸沼	1989 ~ 1991	0.0 ~ 0.2	[33]
	青森県小川原湖	1989 ~ 1992	*	[16]
ワ カ サ ギ	青森県尾駒沼	1989 ~ 1992	*	[16]

Table. 4. 3 海産生物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度①

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg生	文 献
魚 類	福井県敦賀市沖 ¹⁾	1983～1991	* ~ 2.6	[10]
	福井県美浜町沖 ²⁾	1983～1987	* ~ 3.1	[10]
	福井県大飯町沖 ³⁾	1983～1987	* ~ 5.9	[10]
	福井県高浜町沖 ⁴⁾	1983～1987	* ~ 2.6	[10]
	福井県三国町沖 ⁵⁾	1984～1986	* ~ 1.6	[10]
	愛媛県伊方町沖 ⁶⁾	1987～1991	*	[17]
	青森県六ヶ所村沖 ⁷⁾	1989～1992	*	[16]
	茨城県東海村沖 ⁸⁾	1989～1992	* ~ 2.3	[33]

1) メバル, カサゴ, ヒラマサ, サヨリ, アジ, トビウオ, イワシ, カワハギ, ハマチ

2) アジ, イワシ, カマス, カワハギ

3) サヨリ, アジ, イワシ

4) メバル, イワシ, ハマチ

5) カレイ

6) メバル, カサゴ

7) ヒラメ, カレイ

8) マアジ, カワハギ, ショウサイフグ, イシモチ, ヒラメ, アカシタビラメ, ガンギエイ, ニベ, ヌマガレイ, アカエイ, カスザメ, クロダイ, マコガレイ

Table. 4. 3 海産生物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度(2)

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg 生	文 献
貝 類	青森県陸奥湾 ¹⁾	1976	23	[16]
	福井県三国町沖 ²⁾	1983～1986	48～74	[10]
	福井県敦賀市沖 ³⁾	1983～1991	22～163	[10]
	福井県美浜町沖 ³⁾	1983～1987	24～122	[10]
	福井県大飯町沖 ²⁾	1983～1987	70～207	[10]
	福井県高浜町沖 ²⁾	1983～1987	29～78	[10]
	茨城県大洗沖 ⁴⁾	1986～1991	1.0～17.4	[33]
	茨城県久慈沖 ⁵⁾	1986～1991	1.9～23.4	[33]
	茨城県磯崎沖 ⁶⁾	1986～1991	0.6～11.4	[33]
	愛媛県伊方町沖 ²⁾	1987～1991	17～28	[17]
	青森県六ヶ所村沖 ⁷⁾	1989～1992	*～18	[16]
	青森県陸奥湾 ¹⁾	1989～1992	1.4～3.2	[16]

1) ホタテ

2) サザエ

3) サザエ, アワビ

4) ハマグリ, コタマガイ, アワビ, エゾアワビ

5) コタマガイ, アワビ, エゾアワビ

6) ハマグリ, コタマガイ, エゾアワビ

7) ムラサキイガイ, ムラサキコガイ, ホッキ

Table. 4. 3 海産生物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度 (3)

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg 生	文 献
海 藻 類	秋田県男鹿半島 ¹⁾	1977	7.4 ~ 12	[14]
	福井県三国町沖 ²⁾	1983 ~ 1985	2.6 ~ 4.4	[10]
	福井県敦賀市沖 ³⁾	1983 ~ 1991	1.4 ~ 15	[10]
	福井県美浜町沖 ⁴⁾	1983 ~ 1987	4.4 ~ 9.6	[10]
	福井県大飯町沖 ⁴⁾	1983 ~ 1987	4.8 ~ 10	[10]
	福井県高浜町沖 ⁴⁾	1983 ~ 1987	1.6 ~ 11	[10]
	青森県六ヶ所村沖 ⁵⁾	1989 ~ 1992	3.7 ~ 7.2	[16]
	愛媛県伊方町沖 ⁶⁾	1987 ~ 1991	18 ~ 24.7	[17]
	秋田県 (食品) ⁷⁾ #	1984 ~ 1985	2.2 ~ 140	[14]

mBq/kg 乾

1) ワカメ, アナアオサ, ジョロモク, ホンダワラ, ピリヒバ

2) ワカメ

3) ホンダワラ, モズク, ワカメ

4) ホンダワラ, ワカメ

5) コンブ, チガイソ, コンブ

6) ホンダワラ

7) ノリ, ワカメ, コンブ, ヒジキ

Table. 4. 3 海産生物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度 ④

試 料	場 所	時 期	濃 度 mBq/kg 生	文 献
甲殻類	青森県六ヶ所村 ¹⁾	1989～1991	*	[16]
	茨城県東海村沖 ²⁾	1989～1992	0.7～6.0	[33]

1) ヒラツメガニ

2) サルエビ, ヒラツメガニ, サメハダイケガニ, ガザミ, ジャノメガザミ

5. $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比とその意味

核兵器に使われるプルトニウム（核兵器級）と原子力分野で使われるプルトニウム（原子炉級）とではその同位体存在比が大きく異なる。核兵器級と原子炉級プルトニウムの α 放射体の放射能比例を Table. 5. 1 に示す。

これより、原子力発電所などからプルトニウムが環境に放出された場合、核実験グローバル・フォールアウトに由来する $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比よりも大きくなることが予想され、環境中のプルトニウムの起源をある程度推定することが出来る。

Table. 5. 2 に環境中の $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比の範囲を示す。通常核実験等に由来するグローバルなフォールアウトにおけるこの比は 1 ~ 7 % 程度でおおむね 4 % 前後であることが多くの研究から確かめられている。

1964 ~ 1971 年にかけて年間降下量における $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比が上昇した。1970 年に東京で 31 % に達したのをはじめとして、1968 年の大坂で降雨水中でも 62 % という値が Mamuro らによって報告されている。これは 1964 年 SNAP 9-A 事故により ^{238}Pu 約 1 kg が環境に放出されたことによる影響である。 ^{238}Pu は心臓のペースメーカー（欧米）や人工衛星などの燃料電池として利用されている。

また 1986 年頃、降下物や大物浮遊塵における $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比が日本の各地で上昇したという報告がされている（巻末参考データ一覧参照）。大気浮遊塵について福井県で 28 %、筑波で最高 33 % という値が報告されている [12]。これは Chernobyl 原子力発電所事故に起因するとされている。しかしながら、土壤などの蓄積量に対しては無視できる程度（日本海側蓄積量の 0.001 % 程度）であると考えられている [12]。

Table. 5. 1 核兵器級と原子炉級プルトニウムの
 α 放射体存在比 [50]

同位体	放 射 能 %	
	核 兵 器 級	原子炉級 (軽水炉)
^{238}Pu	13. 7	78. 6
^{239}Pu	68. 0	8. 8
^{240}Pu	18. 3	12. 6
^{242}Pu	—	0. 0

Table. 5. 2 環境中の $^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比の範囲

試 料	%
降 下 物	1. 8 ~ 5. 9
土 壤 長崎市西山地区	4. 8 ~ 8. 6
そのほか	2. 0 ~ 5. 0
湖 底 土	2. 3 ~ 4. 3
海 底 土	1. 1 ~ 6. 6
藻 類	1. 4 ~ 5. 4

(巻末参考データ一覧参照)

6. ま と め

環境中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度レベルは以下の通りであった。

Table. 6. 1 環境中の $^{239+240}\text{Pu}$ の濃度範囲

試 料	濃 度 範 囲	単 位
年間降下量（最近5年間）	0.004 ~ 0.02	Bq/m ²
大 気（最近5年間）	* ~ 22.2	$\times 10^{-6} \text{ mBq}/\text{m}^3$
土 壤 一 般	0.1 ~ 数	Bq/kg 乾
福井県奥越高原	3.3 ~ 12.3	Bq/kg 乾
長崎市西山地区	10.4 ~ 55.5	Bq/kg 乾
河 川 水	0.0008 ~ 0.059	mBq/l
湖 底 土	0.43 ~ 8.0	Bq/kg 乾
河 底 土	* ~ 0.27	Bq/kg 乾
海 水 (沿岸)	* ~ 0.084	mBq/l
海 底 土 (沿岸)	* ~ 7.25	Bq/kg 乾
$^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$	1 ~ 7	%

年間降下量および大気中濃度は現在では大気圏内核爆発実験が盛んに行われた1960年代の数%以下程度まで減少している。特に最近5年間（1988年から1992年）の大気中濃度においては1988年に福井県で観測された $22.2 \times 10^{-6} \text{ mBq}/\text{m}^3$ のほかはすべて測定下限値以下で有意な値は観測されていない。また年間降下量については、実際には $0.02 \text{ Bq}/\text{m}^2$ よりも高い地域もあったものと思われる。
(P. ⁶ 参照)

土壤中の濃度は $0.1 \sim \text{数 Bq/kg 乾}$ 程度であるが、日本海側の山岳地域では比較的高い値が観測されている。また、長崎市西山地区土壤においては今日もなお1945年の原爆の影響が残っていると考

えられ、非常に高い値が報告されている。

粒子状物質の多い沿海や内湾では、海水中に降下したプルトニウムは比較的短時間のうちに海底へ沈着し、そのほとんどが海底堆積物中に蓄積されている。

土壤中の蓄積量としてはおおむね河底土<陸上、海底土（湾以外）≤湖底土、海底土（湾内）の順であるが、外部からの擾乱の少ない腐葉土地域で特に降雨量の多い日本海側の山岳地域や、原爆の影響の残る長崎市西山地区においてはそれ以上の蓄積量が観測される場合も多い。

$^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比はグローバルなフォールアウトにおいては1～7%でおおむね4%程度であった。

7. 文 献

7.1 引用文献

- [1] 諏訪成雄他, 新潟市における降下物中のプルトニウム, 新潟県公害研究所年報 第7卷, 1991
- [2] 国連科学委員会報告書, 1982 分
- [3] 科学技術庁, プルトニウム分析法 改訂版, 日本分析センター, 1991
- [4] 山本政儀, 長半減期核種, 環境モニタリングの今日的意義, 105 - 116, 岩倉哲男, 稲葉次郎編, 放射線医学総合研究所
- [5] 村上悠紀雄他編, 放射線データブック, 地人書館, 269 - 277, 1982
- [6] 環境放射線モニタリングテキスト編集委員会, 環境モニタリング, 原子力安全協会
- [7] A. A. CIGNA et al, FALLOUT PLUTONIUM CYCLE IN A TERRESTRIAL ENVIRONMENT OF NORTH ITALY, ENEA-RT-PAS-88-16, 26, 1988
- [8] 大和愛司, 大気中の超ウラン元素, 放射性核種の化学形が被曝線量評価に及ぼす影響, 24-27, 放射線医学総合研究所編, 実業公報
- [9] K. HIROSE et al, Plutonium in the Surface Air in Japan, Health Phys., 46, 6, 1281 - 1285, 1984
- [10] 福井県環境放射能測定会議, 原子力施設周辺のレベル調査, 原子力発電所周辺の環境放射能調査報告, 昭和59年度年報~平成3年度年報, 1984 ~ 1991
- [11] 新潟県, 東京電力, 柏崎・刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査結果報告書, 昭和59年度~平成3年度
- [12] 山本政義, チェルノブイリ原子力発電所事故起因の環境中超ウラン元素, 保健物理, 24, 249 - 257, 1989
- [13] 広瀬勝己他, 筑波における人工放射性核種の降下量, 日本放射線影響学会第34回大会プログラム, 1991
- [14] 久松俊一, フォールアウト Pu の環境から人体への移行に関する研究, 秋田医学 13, 2, 275 - 300, 1986
- [15] 広瀬勝己他, 筑波における大気・降水中のストロンチウム-90とプルトニウムの含量, 日本気象学会大会公演予稿集, 199, 1982
- [16] 青森県環境保健センター, 原子燃料サイクル施設環境放射線等(事前)調査報告, 平成元年度~4年度, 1990 ~ 1993

- [17] 伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査結果, 愛媛県, 昭和62年度～平成3年度, 1988～1992
- [18] B. Shlein et al, Determination of Particle Size Characteristics of Old and Fresh Air Bone Fallout by Graded Filtration, *Health Phys.*, 12, 633, 1966
- [19] G. HARTMANN et al, Pu and Other Trace Elements in/on Plants, *J. Environ. Radioactivity*, 8, 21-36, 1988
- [20] S. OKAJIMA et al, MEASUREMENT OF ^{239}Pu IN SOIL AND PLANTS IN THE NISHIYAMA DISTRICT OF NAGASAKI, *Health Physics* 58, 5, 591-596, 1990
- [21] 金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設研究概要年次報告 1990. 4～1991. 3, 1991
- [22] 金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設研究概要年次報告 1976. 4～1986. 3, 1986
- [23] M. YAMAMOTO et al, Characteristics of Fall-out Plutonium in Soil, *J. Radiat. Res.*, 22, 1, 134-142, 1981
- [24] 馬原保典, フォールアウト(放射性降下物)を利用したプルトニウムの地中移動の検討Ⅱ, 電中研土木研研究報告, 1984
- [25] 森田重光他, 土壌中の長半減期放射性核種の深度分布, 日本放射線影響学会第32回大会プログラム, 1989
- [26] F. I. PAVLOTSKAYA et al, BEHAVIOR OF PLUTONIUM IN LAND BIOGEOECENOSES, *Radiokhimiya*, 26, 4, 554-567, 1984
- [27] K. HIROSE et al, Plutonium Content of River Water in Japan, 気象研究所研究報告, 32, 4, 301-305, 1981
- [28] Y. MIYAKE et al, Content of Plutonium in River Water in Japan, 気象研究所報告, 24, 1, 75-78, 1973
- [29] M. YAMAMOTO et al, ^{241}Am and Plutonium in Japanese Rice-field Surface Soils, *J. Radiat. Res.*, 24, 237-249, 1983
- [30] Y. MAHARA et al, MOBILE Pu IN RESERVOIR SEDIMENTS OF NAGASAKI, JAPAN, *Health Phys.*, 4, 1, 107-111, 1988
- [31] 島崎達也他, 長崎45年後の残留プルトニウム分布の測定, 日本放射線影響学会第34回大会プログラム, 1991
- [32] M. YAMAMOTO et al, Pu isotopes, ^{241}Am and ^{137}Cs in Soils from the Atomic Bombed Areas in Nagasaki and Hiroshima, *J. Radiat. Res.*, 26, 211-223, 1985
- [33] 茨城県公害技術センター, 茨城県における放射能調査 第31報～第36報, 1988～1993

- [34] M. YAMAMOTO et al, DETERMINATION OF ^{237}NP AND ^{241}PU IN ENVIRONMENTAL SAMPLES: IN SOIL AND SEDIMENT, J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 138 (2) 365-376, 1990
- [35] M. YAMAMOTO et al, Fallout ^{237}Np , Pu Isotopes and ^{241}Am in Lake and Sea Sediments from the Coastal Area of the Sea of Japan, Radiochim. Acta., 51, 85-95, 1990
- [36] M. YAMAMOTO et al, DISTRIBUTION OF GLOBAL FALLOUT ^{237}Np , Pu ISO-TOPES, AND ^{241}Am IN LAKE AND SEA SEDIMENTS, J RADIOANAL NUCL CHEM., 147, 1, 165-176, 1991
- [37] 武石稔他, 湖沼系におけるフォールアウト核種の挙動に関する調査(I), 保健物理, 28, 283-289, 1993
- [38] 放射線医学総合研究所, 特別研究「環境放射線の被曝評価に関する調査研究」(昭和58年~62年度), 1989
- [39] 馬原保典, 海洋中での放射性核種のスキャベンジング機構の検討(その1)放射性核種の海洋中での分布・挙動調査, 電中研土木研研究報告, 1989
- [40] E. R. Sholkovitz, The Geometry of Plutonium in Fresh and Marine Water Environments, Earth Science Reviews, 19, 95, 1983
- [41] D. N. EDGINGTON, CHARACTERIZATION OF TRANSURANIC ELEMENTS AT ENVIRONMENTAL LEVELS, Techniques Identifying Transuranic Speciation Aquatic Environ, 3-25, 1981
- [42] S. HISAMATSU et al, INGESTION INTAKE OF FALLOUT Pu IN JAPAN, Hea
-lth Phys., 52, 2, 193-200, 1987
分けない
- [43] 久松俊一, 海産物を通じてのアクチニド元素の経口摂取, 京都大学原子炉実験所 Technical Report KURRI-TR, NO. 290, 46-51, 1987
- [44] S. HISAMATSU et al, FALLOUT Pu IN THE JAPANESE DIET, Health Phys., 51, 4, 479-487, 1986
- [45] Y. MAHARA et al, MOBILE AND IMMOBILE PLUTONIUM IN A GROUNDWATER ENVIRONMENT, WATER RES., 23, 1, 43-50, 1989
- [46] P. OSTLUND et al, Plutonium in Sediments — Apparent Half-lives, Environ Geol Water Sci 17, 3, 195-200, 1991

- [47] K. HIROSE et al, Plutonium and ^{137}Cs in the Western Pacific: Estimation of Residence Time of Plutonium in Surface Waters, Int J Radiat Appl Instrum [Part A] 43, 1/2, 349-359, 1992
- [48] 馬原保典他, フォールアウト(放射性降下物)を利用したプルトニウムの地中移動速度の検討, 電力中央研究所報告, 1982
- [49] V. E. NOSHKIN et al, Plutonium concentration in fish and seawater from Kwajale in Atoll, Health Phys., 37, 4, 1979
- [50] 松岡理, プルトニウムの安全性評価, 日刊工業新聞社, 1993

7.2 参考文献

- [51] P. S. NARAYANI et al, PLUTONIUM CONCENTRATION IN HUMAN TISSUES: COMPARISON TO THORIUM, Health Phys., 44, SUPPLEMENT, 469-476, 1983
- [52] K. BUNZL et al, Fallout $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs in Animal Livers Consumed by Man, Health Phys., 46, 2, 466-470, 1984
- [53] K. O. BUESSELER et al, The geochemistry of fallout plutonium in the North Atlantic: II. $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ratios and their significance, Geochim Cosmochim, MA, USA, 51, 10, 2623-2637, 1987
- [54] K. O. BUESSELER et al, The geochemistry of fallout plutonium in the North Atlantic: I. A pore Water study in shelf, slope and deep-sea sediments, Geochim Cosmochim Acta, 51, 10, 2605-2622, 1987
- [55] Y. IGARASHI et al, Plutonium and Uranium in Japanese Human Tissues, RADIOISOTOPES, 36, 433-439, 1987
- [56] G. A. SEHMEL, Transuranic Resuspension, US DOE Rep. NO. CONF-841142, 157-192, 1987
- [57] 山本政儀, 環境試料中の長寿命核種の分析・測定法の現状と課題, JCAC, 15, 15-39, 1988
- [58] 湯川雅枝他, 人体臓器中のPu-239, 240濃度, 放射能調査研究報告書, 1989
- [59] 湯川雅枝他, 人体臓器中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度, 放射線医学総合研究所年報 平成2年度, 1990
- [60] I. O. ESSIEN, CONTAMINATION OF THE EARTH'S SURFACE BY PLUTONIUM AND URANIUM FALLOUT, J RADIOANAL NUCL CHEM., 147, 2, 269-275, 1991
- [61] H. SUGIYAMA et al, $^{239+240}\text{Pu}$ Concentration in Contaminated European Foods Imported to Japan Following the Chernobyl Accident, RADIOISOTOPES, 40, 361-364, 1991

- [62] 生活環境放射線調査専門委員会, 生活環境放射線(国民線量の算定), 1992, 原子力安全研究会
- [63] N. P. TANCOCK et al, DERIVATION OF A NEW EXPRESSION TO DESCRIBE THE URINARY EXCRETION OF PLUTONIUM BY MAN, RADIATION PROTECTION DOSIMETRY, 46, 4, 229-239, 1993
- [64] N. P. TANCOCK et al, A TEST OF THE PLUTONIUM METABOLIC MODELS DEVELOPED BY LEGGETT AND PRIEST USING MEASURMANTS FROM AN INTAKE CASE, RADIATION PROTECTION DOSIMETRY, 46, 4, 247-251, 1993
- [65] 伊藤昭好他共訳, J. W. ゴフマン著 人間と放射線医療用X線から原発まで, 453, 社会思想社
- [66] 大竹千代子編, 続日本環境図譜産業編, 144, 共立出版
- [67] 阪上正信監訳, M, アイゼンバッド著 環境放射能第2版－環境科学特論－, 315, 産業図書
- [68] 高橋幹二, 応用エアロゾル工学, 養賢堂, 1984
- [69] A. KUDO et al, Effectiveness of Tree Rings for Recording Pu History at Nagasaki, Japan, J. Environ. Radioactivity, 21, 55-63, 1993
- [70] Y. KUBOTA et al, Transfer of ^{239}Pu to mouse fetoplacental tissues, J. RADIAT. RES., 34, 157-163, 1993
- [71] K. IRLWECK et al, $^{239(240)}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{90}Sr , ^{103}Ru and ^{137}Cs Concentrations in Surface Air in Austria due to Dispersion of Chernobyl Releases over Europe, J. Environ. Radioactivity, 20, 133-148, 1993
- [72] P. N. JOHNSTON et al, Plutonium Resuspension and Airbone Dust Loadings in the Desert Environment of Maralinga, South Australia, J. Environ. Radioactivity, 20, 117-131, 1993
- [73] J. M. ABRIL et al, A 2D 4-Phases Marine Dispersion Model for Non-Conservative Radionuclides. Part I: Conceptual and Computational Model, J. Environ. Radioactivity, 20, 71-88, 1993
- [74] J. M. ABRIL et al, A 2D 4-Phases Marine Dispersion Model for Non-Conservative Radionuclides. Part 2: Two Applications, J. Environ. Radioactivity, 20, 117-131, 1993

- [75] C. G. COLLIER, RADIOLOGICAL IMPLICATIONS OF INHALED ^{239}Pu AND ^{241}Am IN DUSTS AT THE FORMER NUCLEAR TEST SITE IN MARALINGA, Health Phys., 63, 6, 641-650, 1992
- [76] A. REPONEN et al, Plutonium Fallout in Southern Finland After the Chernobyl Accident, J. Environ. Radioactivity, 21, 119-130, 1993
- [77] Т. А. ГОРЯЧЕНКОВА et al, ФОРМЫ ИЖДЕНИЯ ПЛУТНИЯ В ПОЧВАХ, Радиохимия, 2, 47-54, 1990
- [78] R. L. KATHREN et al, DISTRIBUTION OF PLUTONIUM AND AMERICIUM IN HUMAN LUNGS AND LYMPH NODES AND RELATIONSHIP TO SMOKING STATUS, Radiation Protection Dosimetry, 48, 4, 307-315, 1993
- [79] J. W. HOLLEMAN et al, WORLDWIDE FALLOUT OF PLUTONIUM FROM NUCLEAR WEAPONS TESTS, ONRN-6315, 1987
- [80] 放射線医学総合研究所監訳, 放射線の線源・影響及びリスク, 実業公報社, 1990
- [81] 川瀬金次郎ほか, 環境と放射能, 汚染の実態と問題点, 東海大学出版会, 1971

付録 大気圏内核爆発実験の内訳

Table. 7. 1 大気圏内核爆発実験の内訳 ① [6]

年 次	実 施 国	実 施 回 数	推 定 爆 発 量 Mt	
			核 爆 発 量	総 爆 発 量
1945	ア メ リ カ	3	0. 05	0. 05
1946	ア メ リ カ	2	0. 04	0. 04
1948	ア メ リ カ	3	0. 10	0. 10
1949	ソ ロ ラ ン	1	0. 02	0. 02
1951	ア メ リ カ	15	0. 50	0. 50
	ソ ロ ラ ン	2	0. 04	0. 04
1952	ア メ リ カ	10	6. 6	12. 6
	イ ギ リ ス	1	0. 02	0. 02
1953	ア メ リ カ	11	0. 25	0. 25
	イ ギ リ ス	2	0. 04	0. 04
1954	ア メ リ カ	6	29. 6	47. 1
	ソ ロ ラ ン	1	0. 5	0. 5
1955	ア メ リ カ	13	0. 17	0. 17
	ソ ロ ラ ン	4	1. 5	3. 0
1956	ア メ リ カ	14	9. 7	22. 7
	ソ ロ ラ ン	7	2. 5	4. 8
	イ ギ リ ス	6	0. 10	0. 10
1957	ア メ リ カ	25	0. 34	0. 34
	ソ ロ ラ ン	13	4. 7	11. 3
	イ ギ リ ス	7	5. 85	9. 25
1958	ア メ リ カ	53	8. 2	17. 6
	ソ ロ ラ ン	25	16. 2	35. 2

Table. 7.1 大気圏内核爆発実験の内訳 ②

年 次	実 施 国	実 施 回 数	推 定 爆 発 量 Mt	
			核 爆 発 量	総 爆 発 量
1958	イ ギ リ ス	5	4. 54	7. 24
1960	フ ラ ン ス	3	0. 11	0. 11
1961	ソ 連	50	25. 4	122. 3
	フ ラ ン ス	1	0. 02	0. 02
1962	ソ 連	39	60. 05	180. 3
	ア メ リ カ	38	16. 5	37. 1
1964	中 国	1	0. 02	0. 02
1965	中 国	1	0. 04	0. 04
1966	フ ラ ン ス	5	0. 68	0. 68
	中 国	3	0. 62	0. 62
1967	フ ラ ン ス	3	0. 20	0. 20
	中 国	2	1. 72	3. 02
1968	フ ラ ン ス	5	4. 1	4. 9
	中 国	1	1. 2	3. 0
1969	中 国	1	2. 0	3. 0
1970	フ ラ ン ス	8	2. 55	2. 75
	中 国	1	2. 0	3. 0
1971	フ ラ ン ス	5	1. 95	1. 95
	中 国	1	0. 02	0. 02
1972	フ ラ ン ス	3	0. 12	0. 12
	中 国	2	0. 12	0. 12
1973	フ ラ ン ス	5	0. 05	0. 05

Table. 7.1 大気圏内核爆発実験の内訳 ③

年 次	実 施 国	実 施 回 数	推 定 爆 発 量 Mt	
			核 爆 発 量	総 爆 発 量
1973	中 国	1	1. 6	2. 5
1974	フ ラ ン ス	7	1. 1	1. 1
	中 国	1	0. 45	0. 60
1976	中 国	3	2. 37	4. 12
1977	中 国	1	0. 02	0. 02
1978	中 国	2	0. 04	0. 04
1980	中 国	1	0. 45	0. 6
小 計				
1945 ~ 1962	ア メ リ カ	193	72. 1	138. 6
1949 ~ 1962	ソ ヴ 連	142	110. 9	357. 5
1952 ~ 1953	イ ギ リ ス	21	10. 6	16. 7
1960 ~ 1974	フ ラ ン ス	45	10. 9	11. 9
1964 ~ 1980	中 国	22	12. 7	20. 7
計		423	217. 2	545. 4

参考データ一覧

色紙

環境中の $^{238}\text{Pu}/(^{239} + ^{240}\text{Pu})$ 放射能比

対象試料	採取時期	採取場所	$^{238}\text{Pu}/(^{239} + ^{240}\text{Pu})\%$	出典
土 壤	1976	長崎県 西山地区 そのほか 広 島	5.0 - 5.6 2.0 - 5.0 2.1 - 4.3	M. YAMAMOTO et al, Pu Isotopes, ^{241}Am and ^{137}Cs in Soils from the Atomic Bombed Areas in Nagasaki and Hiroshima, J. RADIAT. RES. 26, 211-223, 1985
(蓄積量) 湖 底 土	1988 1986 1986 1988 1986 海 底 土	福井県 三方湖 水月湖 菅 湖 久々子湖 日 向 湖 丹生湾	4.3 4.1 4.2 3.6 3.8 3.4	M. YAMAMOT et al, Fallout ^{237}Np , Pu Isotopes and ^{241}Am in Lake and Sea Sediments from the Coastal Area of the Sea of Japan, Radiochimica Acta 51, 85-95, 1990
降 下 量	1979年まで	世 界 北 半 球 南 半 球 北半球温帶 南半球温帶	2.6 2.5 2.6 2.6 2.6	環境放射線モニタリングテキスト編 集委員会, 環境モニタリング, 原子 力安全研究協会, 119, 1987 (1982 国連科学委員会より)
降 水	1986. 4. 1 - 6.30 1986. 7. 1 -1987. 3. 31	福井市	19 5	山本政儀, チェルノブイリ原子力発 電所事故起因の環境中超ウラン元素, 保健物理, 24, 249-257, 1989
降 水	1986. 4. 1 -1987. 3. 31	若狭	11	次頁頭に記入

対象試料	採取時期	採取場所	$\frac{^{238}\text{Pu}}{\text{Pu}} / \frac{^{239} + ^{240}\text{Pu}}{\text{Pu}} \%$	出典
大気浮遊塵	1986. 5. 2 - 6. 6		28	山本政義, 千エレ/アカリ原子力発電所
松葉	1987. 2. 21		9	
降水	1986. 5. 1 - 5. 31	辰口	24	
大気浮遊塵	1986. 5. 通常	筑波	6 - 33 3	
降下物	1958年まで 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1977年まで	東京	4.4 5.3 3.9 4.4 5.9 3.6 2.9 4.1 1.8 16.1 10.0 25.7 31.3 5.1 10.1 3.3 1.1 1.5 2.2 5.4 4.7	K. HIROSE et al, Plutonium Content of River Water in Japan, 気象研究所報告, 32, 4, 301-305, 1981

対象試料	採取時期	採取場所	$\frac{^{238}\text{Pu}}{\%} / \frac{^{239+240}\text{Pu}}{\%}$	出典
土 壤	1981	長崎県 西山地区	4.8 - 8.6	馬原保典ほか, フォールアウト(放射性下降物)を利用したプルトニウムの地中移動速度の検討, 電力中央研究所報告, 1982
陸 土	1983 1984 1985 1986 1987	福井県 池田町冠山	3.8	原子力発電所周辺の環境放射能調査報告, 福井県環境放射能測定技術会議, 1983-1988
		勝山市	3.6	
		池ヶ原	3.7	
		奥越高原	3.3	
		奥越高原	2.9	
		三ノ峰	3.8	
		敦賀	4.0	
		日角浜	3.5	
		小黒飯	3.5	
		奥越高原	3.6	
		丹生	4.3	
		日角浜	3.8	
		美浜	1.8	
		大飯	2.7	
海 底 土	1983 1984	高浜	3.2	
		敦賀	3.3 - 6.9	
		美浜	3.1 (0-4cm)	
		美浜	2.4 (4-8cm)	
		美浜	2.8 (8-12cm)	
		美浜	4.1 (12-16cm)	
		美浜	2.6 (16-20cm)	

対象試料	採取時期	採取場所	$\frac{^{238}\text{Pu}}{^{239} + ^{240}\text{Pu}} \%$	出典
海底土	1985	美浜	2.9 (20-24cm)	原力発電所
		美浜	3.2 (24-28cm)	
		大飯	3.2	
		高浜	4.2	
		敦賀	2.8	
	1986	美浜	2.1	
		敦賀	2.4 - 3.8	
		美浜	2.0 - 3.4	
	1987	高浜	1.9	
		敦賀	2.4 - 3.2	
		美浜	2.9 - 4.0	
		大飯	2.5 - 2.9	
		高浜	3.7	
	1988	敦賀	5.2	
		美浜	2.6	
		大飯	2.8	
		高浜	2.8	
		日向湖	2.3	
湖底土	1984			
食用貝類	1986	敦賀	2.7	原力発電所
		美浜	3.1	
		大飯	3.0	
		高浜	3.2	
	1987	三國	3.3	
		敦賀	2.6	
		美浜	1.7 - 2.4	
		大飯	2.6	
		高浜	1.9	

対象試料	採取時期	採取場所	$\frac{^{238}\text{Pu}}{^{239} + ^{240}\text{Pu}} \%$	出典
藻類	1987	敦賀	2.9	伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査結果、愛媛県、1987-1991
		美浜	4.4	
		大飯	2.9	
	1988	敦賀	4.0	
		美浜	4.3	
土壤	1987	愛媛県	3.7 - 6.9	伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査結果、愛媛県、1987-1991
	1988		3.7	
	1989		3.1 - 5.4	
	1990		2.7 - 5.2	
	1991		2.7 - 3.7	
	1987		4.0 - 6.6	
	1988		2.3 - 5.0	
	1989		1.5 - 5.4	
	1990		1.1 - 2.9	
	1991		1.1 - 2.7	
食用貝類	1987		12.8	
	1988		5.3	
	1989		3.4	
	1990		1.9	
	1991		1.7	
藻類	1987		5.4	
	1988		4.5	
	1989		2.6	
	1990		1.4	

文 献 名 原子燃料サイクル施設環境放射線等（事前）調査報告書

平成元年度から平成4年度

時 期 平成元年度から平成4年度

調査機関 青森県環境保健センター

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
浮 遊 塵	* 1)	* 2)	*	mBq / m ³
降 下 物	千 歳 平	H. 1. 4. 1 ~ 2. 4. 3 H. 2. 4. 3 ~ 3. 4. 1 H. 3. 4. 1 ~ 4. 4. 1 H. 4. 4. 1 ~ 5. 4. 1	0.010 ± 0.0019 0.020 ± 0.0025 0.0090 ± 0.0018 0.0056 ± 0.0015	Bq / m ²
河 底 土	老 部 川 二 又 川	* 2 H. 1. 7. 4 H. 2. 7. 5 H. 3. 7. 4 H. 4. 7. 10	*	Bq / kg乾
湖 底 土	尾 駿 沼 鷹 架 沼 小 川 原 湖 尾 駿 沼	H. 1. 10. 25 H. 2. 10. 4 H. 3. 10. 17 H. 4. 10. 6 H. 1. 10. 25 H. 2. 10. 4 H. 3. 10. 15 H. 4. 10. 6 H. 1. 10. 24 H. 2. 10. 5 H. 3. 10. 15 H. 4. 10. 7 H. 1. 10. 3 H. 2. 10. 3 H. 3. 10. 2 H. 4. 10. 6	4.5 ± 0.24 3.6 ± 0.21 2.7 ± 0.17 1.8 ± 0.12 1.8 ± 0.14 2.2 ± 0.13 3.8 ± 0.22 0.43 ± 0.037 5.2 ± 0.44 3.5 ± 0.21 8.0 ± 0.49 5.1 ± 0.38 3.2 ± 0.15 4.0 ± 0.52 3.2 ± 0.16 2.4 ± 0.091	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
土 壤	尾 駿	H. 1. 7. 18	0.79 ± 0.062	Bq / kg乾
		H. 2. 7. 25	0.52 ± 0.051	
		H. 3. 7. 22	0.48 ± 0.044	
		H. 4. 7. 24	0.49 ± 0.045	
	千 歳 平	H. 1. 7. 17	0.13 ± 0.020	
		H. 2. 7. 25	0.11 ± 0.020	
		H. 3. 7. 22	0.14 ± 0.019	
		H. 4. 7. 24	0.15 ± 0.022	
	横 浜 町	H. 1. 7. 18	0.42 ± 0.052	
		H. 2. 7. 25	0.44 ± 0.046	
		H. 3. 7. 23	0.37 ± 0.037	
		H. 4. 7. 24	0.45 ± 0.050	
	青 森 市	* 2)	*	
		H. 1. 7. 13	0.58 ± 0.034	
	尾 駿	H. 2. 7. 11	0.51 ± 0.033	
		H. 3. 7. 15	0.42 ± 0.032	
		H. 4. 7. 15	0.39 ± 0.022	
		H. 1. 7. 13	0.29 ± 0.018	
	千 樽	H. 2. 7. 11	0.37 ± 0.046	
		H. 3. 7. 15	0.30 ± 0.026	
		H. 4. 7. 15	0.35 ± 0.020	
		..		
農 畜 産 物	* 3)	* 2)	*	Bq / kg生
淡 水 産 食 品	* 4)	* 2)	*	Bq / kg生
海 水	放 出 口 予 定 地 点	H. 1. 4. 19 H. 1. 10. 19 H. 2. 5. 10 H. 2. 11. 9 H. 3. 5. 1 H. 3. 10. 21 H. 4. 5. 12 H. 4. 10. 28	0.0087 ± 0.0027 * * * 0.011 ± 0.0036 * * *	mBq / ℥

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 水	放出口予定地 点 北20km	H. 1. 4. 19 H. 1. 10. 19 H. 2. 5. 10 H. 2. 11. 9 H. 3. 5. 1 H. 3. 10. 21 H. 4. 5. 20 H. 4. 10. 28	0.011 ± 0.0031 * * * 0.018 ± 0.0050 0.011 ± 0.0036 0.014 ± 0.0045 *	mBq/ [†] <i>ℓ</i>
	放出口予定地 点 南20km	H. 1. 4. 19 H. 1. 10. 19 H. 2. 5. 10 H. 2. 11. 9 H. 3. 5. 1 H. 3. 11. 11 H. 4. 5. 12 H. 4. 10. 28	0.011 ± 0.0034 0.0074 ± 0.0023 * * * 0.011 ± 0.0032 0.0092 ± 0.0029 *	
	放出口予定地 点	H. 1. 7. 6 H. 2. 1. 10 H. 2. 7. 3 H. 3. 1. 8 H. 3. 7. 3 H. 4. 1. 9 H. 4. 7. 7 H. 5. 1. 13	* * * * * * *	
	放出口予定地 点 北5km	H. 1. 7. 6 H. 2. 1. 10 H. 2. 7. 3 H. 3. 1. 8 H. 3. 7. 3 H. 4. 1. 9 H. 4. 7. 7 H. 5. 1. 13	* * * * * * *	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 水	放出口予定地 点 南 5 km	H. 1. 7. 6 H. 1. 11. 10 H. 2. 7. 3 H. 3. 1. 8 H. 3. 7. 3 H. 4. 1. 9 H. 4. 7. 7 H. 5. 1. 13	*	mBq / ℥
海 底 土	放出口予定地 点	H. 1. 10. 19 H. 2. 11. 9 H. 3. 10. 21 H. 4. 10. 28	0.59 ± 0.044 0.59 ± 0.042 0.82 ± 0.075 0.62 ± 0.048	Bq / kg 乾土
	放出口予定地 点 北 20 km	H. 1. 10. 19 H. 2. 11. 9 H. 3. 10. 21 H. 4. 10. 28	0.17 ± 0.021 0.75 ± 0.055 0.43 ± 0.040 0.34 ± 0.034	
	放出口予定地 点 南 20 km	H. 1. 10. 19 H. 2. 11. 9 H. 3. 10. 21 H. 4. 10. 28	0.90 ± 0.077 0.77 ± 0.064 0.69 ± 0.053 0.14 ± 0.020	
	放出口予定地 点	H. 1. 7. 6 H. 2. 7. 3 H. 3. 7. 3 H. 4. 7. 7	*	
*	*	0.59 ± 0.041 0.47 ± 0.037 0.46 ± 0.029		
海 産 食 品 魚 類 ヒ ラ メ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 10. 11 H. 2. 10. 23 H. 3. 10. 24 H. 4. 11. 30	*	Bq / kg 生
			*	
			*	
			*	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 産 食 品 海 藻 類 コ ン ブ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 10. 9 H. 2. 10. 18 H. 3. 10. 24 H. 4. 11. 9	0.0053 ± 0.00091 0.0072 ± 0.0012 0.0047 ± 0.0010 0.0037 ± 0.00079	Bq/kg生
貝 類 ホ タ テ	む つ 湾	H. 1. 11. 22 H. 2. 12. 10 H. 3. 10. 4 H. 4. 10. 21	0.0032 ± 0.00050 0.0031 ± 0.00052 0.0014 ± 0.00029 0.0021 ± 0.00048	
貝 類 ムラサキイガイ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 4. 19 H. 1. 10. 11 H. 2. 4. 26 H. 2. 10. 23 H. 3. 4. 23 H. 3. 10. 24 H. 4. 4. 11	0.0038 ± 0.00069 0.0021 ± 0.00053 0.0033 ± 0.00055 0.0016 ± 0.00038 0.0026 ± 0.00080 0.0020 ± 0.00055 0.0028 ± 0.00066	
貝 類 ムラサキコガイ	六ヶ所村前面 海 域	H. 4. 12. 12	*	
海 藻 類 チ ガ イ ソ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 4. 19 H. 1. 10. 11 H. 2. 4. 26 H. 3. 4. 16 H. 3. 10. 24 H. 4. 4. 11 H. 4. 11. 9	0.0059 ± 0.0013 0.014 ± 0.0019 0.0059 ± 0.0015 0.0059 ± 0.0011 0.014 ± 0.0018 0.0053 ± 0.0011 0.0041 ± 0.0011	
魚 類 カ レ イ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 7. 20 H. 2. 8. 9 H. 3. 9. 25 ヒラメ H. 4. 9. 14 ヒラメ	*	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 産 食 品 海 藻 類 コ ン ブ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 8. 25 H. 2. 9. 9 H. 4. 3. 16 H. 3. 5. 1	0.0066 ± 0.0009 0.0057 ± 0.00079 * 0.0060 ± 0.00069	Bq / kg 生
貝 類 ホ ッ キ 貝	六ヶ所村前面 海 域	H. 2. 1. 11 H. 3. 2. 28 H. 4. 3. 16 アワビ H. 5. 2. 16 アワビ	* 0.0038 ± 0.00049 0.0025 ± 0.00036 0.018 ± 0.00091	
頭 足 類 イ カ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 10. 8 H. 2. 8. 29 H. 3. 9. 26 H. 4. 8. 6	* * * *	
甲 賻 類 ヒラツメガニ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 7. 20 H. 2. 8. 23 H. 3. 8. 28 H. 4. 8. 6	* * * *	
ウ ニ	六ヶ所村前面 海 域	H. 1. 5. 22 H. 2. 5. 11 H. 3. 6. 16 H. 4. 7. 9	0.0033 ± 0.0004 * 0.0037 ± 0.00045 0.0046 ± 0.00060	

* 1) 尾駿, 千歳平, 平沼, 泊, 吹越, 青森市, 老部川, 二又, 室ノ久保

* 2) 過去 4 年間一度も有意な値は得られていない。

* 3) 精米 尾駿, 千樽, 野辺地町, 二又, 戸鎖

野菜 白菜（尾駿, 千樽）, 大根（尾駿）, 長芋（東北町, 平沼）,
キャベツ（横浜町）, 馬鈴薯（尾駿）

牧草 横浜町

* 4) ワカサギ 尾駿沼, シジミ 小川原湖

文献名 柏崎刈羽原子力発電所周辺 環境放射線監視調査結果報告書
 昭和59年度から平成3年度
 時期 昭和59年度から平成3年度
 調査機関 新潟県 東京電力株式会社

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試料	場所	採取期間		単位
浮遊塵	刈羽村刈羽	S. 59. 6. 28 ~ 7. 31 S. 60. 1. 1 ~ 1. 31 S. 60. 7. 1 ~ 7. 31 S. 61. 1. 1 ~ 1. 31 S. 61. 7. 1 ~ 7. 31 S. 62. 1. 1 ~ 1. 31 S. 62. 7. 1 ~ 7. 31 S. 63. 1. 1 ~ 1. 31 S. 63. 7. 1 ~ 7. 31 H. 1. 1. 1 ~ 1. 31 H. 1. 7. 1 ~ 7. 31 H. 2. 1. 1 ~ 1. 31 H. 2. 7. 1 ~ 7. 31 H. 3. 1. 1 ~ 1. 31 H. 3. 7. 1 ~ 7. 31 H. 4. 1. 1 ~ 1. 31	1.3×10^{-7} 7.0×10^{-7} 0.85×10^{-7} * * * * * * * * * * * *	Bq/m ³
降下物		S. 59. 6. 29 ~ 7. 30 S. 59. 12. 21 ~ 60. 1. 28 S. 60. 6. 28 ~ 7. 26 S. 60. 12. 25 ~ 61. 1. 27 S. 61. 6. 30 ~ 7. 30 S. 61. 12. 25 ~ 62. 1. 30 S. 62. 6. 30 ~ 7. 30 S. 62. 12. 25 ~ 63. 1. 28 S. 63. 6. 30 ~ 7. 29 S. 63. 12. 27 ~ H. 1. 1. 31 H. 1. 6. 30 ~ 7. 31 H. 1. 12. 27 ~ 2. 1. 31 H. 2. 7. 1 ~ 7. 31 H. 3. 1. 1 ~ 1. 31 H. 3. 6. 28 ~ 7. 31 H. 3. 12. 26 ~ 4. 1. 31	0.0030 0.0048 * 0.0019 * 0.0010 * * * * * * 0.040 * * * *	Bq/m ²

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 底 土 (表層土)	放 水 口 南	S. 59. 5. 31 (21.0 m)	0.18	Bq / kg乾
	放 水 口 南	S. 59. 9. 6 (6.5 m)	0.17	
	放 水 口 南	S. 60. 5. 29 (8.0 m)	0.16	
	放 水 口 南	S. 60. 10. 9 (5 ~ 6 m)	0.19	
	放 水 口 南	S. 61. 5. 28 (8 m)	0.20	
	放 水 口 南	S. 61. 10. 20 (5 m)	0.14	
	放 水 口 南	S. 62. 5. 28 (6 m)	0.12	
	放 水 口 南	S. 62. 10. 5 (8 m)	0.16	
	放 水 口 南	S. 63. 5. 12 (5 m)	0.13	
	放 水 口 南	S. 63. 10. 3 (5 m)	0.16	
	放 水 口 北	S. 63. 5. 12 (7 m)	0.17	
	放 水 口 北	S. 63. 10. 3 (7 m)	0.19	
	放 水 口 南	H. 1. 5. 29 (5 m)	0.14	
	放 水 口 南	H. 1. 10. 3 (5 m)	0.16	
	放 水 口 北	H. 1. 5. 30 (6.2 m)	0.22	
	放 水 口 北	H. 1. 10. 3 (6.2 m)	0.19	
	放 水 口 南	H. 2. 5. 17 (4.5 m)	0.12	
	放 水 口 南	H. 2. 10. 3 (4.0 m)	0.12	
	放 水 口 北	H. 2. 5. 17 (5.7 m)	0.19	
	放 水 口 北	H. 2. 10. 3 (4.5 m)	0.22	
	放 水 口 南	H. 3. 5. 30 (5 m)	0.14	
	放 水 口 南	H. 3. 10. 2 (4.7 m)	0.15	
	放 水 口 北	H. 3. 5. 30 (7 m)	0.25	
	放 水 口 北	H. 3. 10. 2 (5.3 m)	0.18	

文献名 新潟市における降下物中のプルトニウム 新潟県衛生公害研究所年報 第7巻
152-155 1991

時期 1983年から1990年の12月から翌年の5月まで1月ごと
(1986年のみ6月から11月までのデータもある)

調査機関 新潟県衛生公害研究所 諏訪成雄ら

対象核種 $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
降 下 物	新潟市	1983. 12. 1 ~ 1984. 1. 5	3.0 ± 0.4	$\times 10^{-3}\text{Bq}/\text{m}^2$
		1984. 1. 5 ~ 1984. 2. 1	1.1 ± 0.3	
		1984. 2. 1 ~ 1984. 3. 1	—	
		1984. 3. 1 ~ 1984. 4. 2	5.2 ± 0.6	
		1984. 4. 2 ~ 1984. 5. 1	4.5 ± 0.6	
		1984. 5. 1 ~ 1984. 6. 1	2.9 ± 0.4	
		1984. 12. 1 ~ 1985. 1. 4	1.2 ± 0.3	
		1985. 1. 4 ~ 1985. 2. 1	0.5 ± 0.2	
		1985. 2. 1 ~ 1985. 3. 1	2.7 ± 0.4	
		1985. 3. 1 ~ 1985. 4. 1	2.1 ± 0.3	
		1985. 4. 1 ~ 1985. 5. 1	1.4 ± 0.2	
		1985. 5. 1 ~ 1985. 6. 1	0.8 ± 0.2	
		1985. 12. 2 ~ 1986. 1. 6	*	
		1986. 1. 6 ~ 1986. 2. 3	1.2 ± 0.3	
		1986. 2. 3 ~ 1986. 3. 3	1.0 ± 0.3	
		1986. 3. 3 ~ 1986. 4. 1	1.3 ± 0.3	
		1986. 4. 1 ~ 1986. 5. 1	2.3 ± 0.2	
		1986. 5. 1 ~ 1986. 6. 2	1.9 ± 0.2	
		1986. 6. 2 ~ 1986. 7. 1	0.4 ± 0.1	
		1986. 7. 1 ~ 1986. 8. 1	0.21 ± 0.07	
		1986. 8. 1 ~ 1986. 9. 1	*	
		1986. 9. 1 ~ 1986. 10. 1	*	
		1986. 10. 1 ~ 1986. 11. 1	1.5 ± 0.3	
		1986. 11. 1 ~ 1986. 12. 1	0.8 ± 0.2	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
降 下 物	新潟市	1986. 12. 1 ~ 1987. 1. 6	0.7 ± 0.2	$\times 10^{-3} \text{Bq}/\text{m}^2$
		1987. 1. 6 ~ 1987. 2. 1	-	
		1987. 1. 1 ~ 1987. 3. 2	1.1 ± 0.3	
		1987. 3. 2 ~ 1987. 4. 1	3.0 ± 0.5	
		1987. 4. 1 ~ 1987. 5. 1	-	
		1987. 5. 1 ~ 1987. 6. 1	1.1 ± 0.2	
		1987. 12. 1 ~ 1988. 1. 4	0.9 ± 0.2	
		1988. 1. 4 ~ 1988. 2. 1	2.2 ± 0.4	
		1988. 2. 1 ~ 1988. 3. 1	9.4 ± 0.4	
		1988. 3. 1 ~ 1988. 4. 1	1.1 ± 0.2	
		1988. 4. 1 ~ 1988. 5. 2	4.1 ± 0.5	
		1988. 5. 2 ~ 1988. 6. 1	1.6 ± 0.3	
		1988. 12. 1 ~ 1989. 1. 4	0.5 ± 0.1	
		1989. 1. 4 ~ 1989. 2. 1	1.3 ± 0.3	
		1989. 2. 1 ~ 1989. 3. 1	1.8 ± 0.3	
		1989. 3. 1 ~ 1989. 4. 1	1.0 ± 0.2	
		1989. 4. 1 ~ 1989. 5. 1	3.2 ± 0.5	
		1989. 5. 1 ~ 1989. 6. 1	0.7 ± 0.2	
		1989. 12. 1 ~ 1990. 1. 4	3.9 ± 0.4	
		1990. 1. 4 ~ 1990. 2. 1	4.2 ± 0.4	
		1990. 2. 1 ~ 1990. 3. 1	*	
		1990. 3. 1 ~ 1990. 4. 1	1.6 ± 0.3	
		1990. 4. 1 ~ 1990. 5. 1	2.7 ± 0.4	
		1990. 5. 1 ~ 1990. 6. 1	*	
		1990. 12. 1 ~ 1991. 1. 4	0.7 ± 0.1	
		1991. 1. 4 ~ 1991. 2. 1	*	
		1991. 2. 1 ~ 1991. 3. 1	0.6 ± 0.2	
		1991. 3. 1 ~ 1991. 4. 1	0.9 ± 0.2	
		1991. 4. 1 ~ 1991. 5. 1	*	
		1991. 5. 1 ~ 1991. 6. 1	0.9 ± 0.2	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
降 下 物	柏 崎	1987. 6. 30 ~ 1987. 7. 30	—	$\times 10^{-3} \text{Bq}/\text{m}^2$
		1987. 12. 25 ~ 1988. 1. 28	1. 2 ± 0. 3	
		1988. 1. 28 ~ 1988. 2. 29	3. 8 ± 0. 5	
		1989. 11. 30 ~ 1989. 12. 27	*	
		1989. 12. 27 ~ 1990. 1. 31	13 ± 1	
		1990. 1. 31 ~ 1990. 2. 28	1. 1 ± 0. 2	
		1990. 2. 28 ~ 1990. 3. 30	1. 9 ± 0. 4	
		1990. 3. 30 ~ 1990. 4. 27	1. 2 ± 0. 3	
		1990. 4. 27 ~ 1990. 5. 31	*	
刈 羽	刈 羽	1987. 6. 30 ~ 1987. 7. 30	*	$\times 10^{-3} \text{Bq}/\text{m}^2$
		1987. 12. 25 ~ 1988. 1. 28	*	
		1988. 1. 28 ~ 1988. 2. 29	2. 6 ± 0. 4	
		1988. 2. 29 ~ 1988. 3. 29	0. 6 ± 0. 2	
		1989. 11. 30 ~ 1989. 12. 27	*	
		1989. 12. 27 ~ 1990. 1. 31	41 ± 0. 9	
		1990. 1. 31 ~ 1990. 2. 28	12 ± 0. 9	
		1990. 2. 28 ~ 1990. 3. 30	4. 9 ± 0. 6	
		1990. 3. 30 ~ 1990. 4. 27	7. 7 ± 0. 7	
		1990. 4. 27 ~ 1990. 5. 31	2. 2 ± 0. 4	

文献名 茨城県における放射能調査 昭和 61, 62, 平成元, 2, 3 年
 時期 1986 年から 1991 年
 調査機関 茨城県公害技術センター

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$ (土壤 0 ~ 5 cm)

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
庭 土	水戸市見川	1986. 5. 27	0.44 ± 0.07	Bq/kg 乾
		1986. 11. 17	1.11 ± 0.15	
		1987. 5. 15	0.48 ± 0.11	
		1987. 11. 9	0.07 ± 0.04	
	大洗町成田	1986. 5. 27	0.63 ± 0.07	
		1986. 11. 17	0.93 ± 0.15	
		1987. 5. 15	0.44 ± 0.07	
		1987. 11. 9	0.44 ± 0.11	
		1989. 5. 8	0.19 ± 0.06	
		1989. 11. 14	0.08 ± 0.02	
		1990. 5. 8	0.80 ± 0.14	
		1990. 11. 9	1.79 ± 0.20	
		1991. 5. 8	1.72 ± 0.24	
		1991. 11. 14	0.37 ± 0.06	
畑 土	東海村 船場	1986. 5. 27	0.59 ± 0.07	
		1986. 11. 17	0.85 ± 0.11	
	勝田市長砂 水戸市見川	1986. 5. 27	0.19 ± 0.04	
		1986. 11. 17	0.19 ± 0.04	
		1987. 5. 15	0.19 ± 0.07	
		1987. 11. 9	0.33 ± 0.11	
		1989. 5. 8	0.41 ± 0.10	
		1989. 11. 14	0.30 ± 0.06	
		1990. 5. 8	0.21 ± 0.04	
		1990. 11. 9	0.30 ± 0.03	
		1991. 5. 8	0.19 ± 0.06	
		1991. 11. 14	0.21 ± 0.03	
		1986. 5. 17	0.37 ± 0.07	
		1987. 11. 15	0.26 ± 0.07	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
烟 土	水戸市見川	1987. 11. 9	0.19 ± 0.04	Bq / kg 乾
		1989. 5. 8	0.40 ± 0.08	
		1989. 11. 14	0.41 ± 0.09	
		1990. 5. 8	0.30 ± 0.05	
		1990. 11. 9	0.30 ± 0.03	
		1991. 5. 8	0.41 ± 0.04	
		1991. 11. 14	0.30 ± 0.04	
	東海村 舟石川	1987. 5. 15	0.26 ± 0.11	
		1987. 5. 15 (5~20cm)	0.07 ± 0.04	
		1987. 11. 9	0.15 ± 0.04	
		1989. 5. 8	0.23 ± 0.05	
		1989. 11. 14	0.21 ± 0.04	
		1990. 5. 8	0.14 ± 0.03	
		1990. 11. 9	0.21 ± 0.03	
		1991. 5. 8	0.18 ± 0.03	
		1991. 11. 14	0.17 ± 0.02	
那珂町 横堀	那珂町 横堀	1987. 5. 15	0.26 ± 0.07	
		1987. 11. 9	0.44 ± 0.07	
		1989. 5. 8	0.74 ± 0.21	
		1989. 11. 14	0.37 ± 0.07	
		1990. 5. 8	0.34 ± 0.05	
		1990. 11. 9	0.32 ± 0.04	
		1991. 5. 8	0.48 ± 0.07	
		1991. 11. 14	0.51 ± 0.05	
		1989. 6. 5	0.74 ± 0.13	
		1990. 6. 25	0.39 ± 0.05	
林 砂 土	常陸 那珂公園	1989. 5. 8	0.71 ± 0.17	
		1989. 11. 14	0.85 ± 0.24	
		1990. 5. 8	0.69 ± 0.13	
		1990. 11. 9	0.51 ± 0.09	
		1991. 5. 8	0.58 ± 0.07	
		1991. 11. 14	0.0084 ± 0.004	
湖 底 土	霞ヶ浦 湖心部	1986. 5. 15	1.70 ± 0.26	
		1987. 4. 16	1.96 ± 0.63	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
湖 底 土	霞ヶ浦 湖心部 潤沼湖心部	1989. 5. 9 1990. 5. 31 1991. 5. 1 1989. 5. 10 1990. 5. 16 1990. 5. 16 1991. 5. 15	1.58 ± 0.22 1.33 ± 0.15 1.40 ± 0.13 0.73 ± 0.12 0.47 ± 0.07 0.47 ± 0.07 0.48 ± 0.06	Bq/kg 乾
河 底 土	東海村村松 (新川) 那珂川 久慈川	1986. 6. 3 1986. 12. 9 1987. 6. 3 1987. 12. 2 1989. 6. 5 1989. 12. 6 1990. 6. 21 1989. 12. 11 1989. 6. 5 1989. 12. 6 1989. 6. 21 1989. 12. 11	0.15 ± 0.04 0.07 ± 0.04 0.03 ± 0.01 0.004 ± 0.004 0.27 ± 0.06 0.15 ± 0.05 0.01 ± 0.01 0.04 ± 0.01 0.06 ± 0.02 0.05 ± 0.02 0.01 ± 0.01 0.006 ± 0.004	
海 底 土	久慈沖 2 km 原研沖 2 km (東海) 動燃沖 3 km (東海)	1986. 7. 9 1987. 1. 9 1987. 7. 15 1988. 1. 7 1989. 7. 13 1990. 1. 9 1990. 7. 11 1991. 1. 8 1991. 7. 10 1992. 1. 16 1986. 7. 9 1987. 1. 9 1987. 7. 15 1988. 1. 7 1988. 7. 9	0.32 ± 0.06 0.56 ± 0.09 0.52 ± 0.06 0.31 ± 0.17 0.57 ± 0.12 0.58 ± 0.13 0.62 ± 0.08 0.57 ± 0.06 0.52 ± 0.06 0.60 ± 0.06 0.27 ± 0.04 0.68 ± 0.09 0.27 ± 0.05 0.31 ± 0.04 0.60 ± 0.07	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 底 土	動燃沖 3 km (東海) 4 km	1987. 1. 9 1987. 7. 5 1988. 1. 7 8 km	0.71 ± 0.12 0.48 ± 0.07 0.67 ± 0.12 0.50 ± 0.07	Bq/kg乾
		1986. 7. 9 1987. 1. 9 1987. 7. 5 1988. 1. 7 1989. 7. 3 1990. 1. 9 1990. 7. 1 1990. 7. 1 1991. 1. 8 1991. 7. 0 1992. 1. 6	0.33 ± 0.06 0.57 ± 0.07 0.79 ± 0.14 0.72 ± 0.11 0.61 ± 0.10 0.48 ± 0.07 0.71 ± 0.09 0.68 ± 0.08 0.44 ± 0.06 0.92 ± 0.10	
	射爆場沖	1986. 7. 9	0.53 ± 0.07	
	3.5 km	1987. 1. 9 1987. 7. 5 1988. 1. 7	0.78 ± 0.09 0.78 ± 0.12 0.38 ± 0.07	
	阿字ヶ浦沖	1986. 7. 9	1.05 ± 0.13	
	4 km	1987. 1. 9 1987. 7. 5 1988. 1. 7 1989. 7. 3 1990. 1. 9 1990. 7. 1 1991. 1. 8 1991. 7. 0 1992. 1. 6	1.04 ± 0.13 1.12 ± 0.13 0.88 ± 0.19 0.81 ± 0.11 0.94 ± 0.13 1.31 ± 0.17 1.30 ± 0.16 1.82 ± 0.19 1.10 ± 0.10	
	那珂湊沖 2 km	1986. 7. 9 1987. 1. 9 1987. 7. 5 1988. 1. 7 1989. 7. 3 1990. 1. 9 1990. 7. 1 1991. 1. 8	0.56 ± 0.09 0.54 ± 0.07 0.68 ± 0.11 0.44 ± 0.10 0.58 ± 0.08 0.53 ± 0.10 0.59 ± 0.07 0.46 ± 0.07	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 底 土	那珂湊沖 2 km 大洗沖 2 km	1991. 7. 10 1992. 1. 16 1986. 7. 4 1987. 1. 12 1987. 7. 6 1988. 1. 11 1989. 7. 4 1990. 1. 8 1990. 7. 2 1991. 1. 11 1991. 7. 4 1992. 1. 10	0.57 ± 0.10 0.61 ± 0.06 0.45 ± 0.07 0.34 ± 0.05 0.61 ± 0.11 0.47 ± 0.08 0.46 ± 0.07 0.42 ± 0.06 0.49 ± 0.07 0.39 ± 0.05 0.45 ± 0.06 0.27 ± 0.03	Bq / kg 乾
	動燃沖 2 km (東海) (再処理放出口周辺)	1986. 7. 8 1987. 1. 27 1987. 7. 6 1988. 1. 14 1989. 7. 12 1990. 1. 12 1990. 7. 9 1991. 1. 28 1991. 7. 9 1992. 1. 17	0.37 ± 0.06 0.26 ± 0.04 0.36 ± 0.05 0.36 ± 0.07 0.34 ± 0.05 0.35 ± 0.06 0.46 ± 0.06 0.34 ± 0.04 0.39 ± 0.05 0.62 ± 0.06	
	動燃地先 0.5 km (東海)	1986. 7. 4 1987. 1. 12 1987. 7. 6 1988. 1. 11	0.21 ± 0.03 0.20 ± 0.04 0.22 ± 0.04 0.13 ± 0.03	
	原電地先 0.5 km	1986. 7. 4 1987. 7. 6	0.30 ± 0.04 0.38 ± 0.07	
	再処理新放出口周辺	1990. 12. 21	1.17 ± 0.14	
海 水	東海・大洗沖	1987. 7. 6, 15 1989. 7 1990. 7. 11 1991. 7. 10	懸濁物 ろ過水 懸濁物 ろ過水 懸濁物 ろ過水	11.1 ± 3.2 2.0 ± 0.7 5.1 ± 1.5 0.65 ± 0.31 3.2 ± 0.8 0.70 ± 0.27 4.7 ± 0.8
				× 10 ⁻³ mBq / ℥

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 産 生 物 ハ マ グ リ	大洗沖	1986. 9. 5	軟組織	5.9 ± 1.1
		1987. 10. 7		5.6 ± 1.5
		1987. 10. 28		2.6 ± 0.7
		1989. 4. 28		2.8 ± 1.0
		1989. 10. 9		3.1 ± 0.9
		1990. 4. 26		2.3 ± 0.5
		1990. 12. 19		2.2 ± 0.5
		1991. 5. 20		1.0 ± 0.3 #
		1991. 11. 20		2.3 ± 0.4 #
		1991. 4. 17		2.3 ± 0.4 #
コ タ マ ガ イ	磯崎沖	1986. 10. 24	軟組織	4.4 ± 1.1
		1986. 11. 20		1.9 ± 0.7
		1987. 1. 27		3.0 ± 1.1
		1. 29		3.3 ± 1.1
		10. 29		1.1 ± 0.4
		1988. 1. 29		4.1 ± 1.1
		1989. 4. 19		3.2 ± 1.0
		7. 21		1.8 ± 0.7
		1990. 4. 20		3.1 ± 0.6
		12. 25		2.5 ± 0.5
		1991. 10. 29		1.1 ± 0.2 #
		12. 13		0.6 ± 0.2 #
ア ワ ピ	大洗沖	1986. 6. 11	筋 肉	*
			内 臍	10.0 ± 1.9
		7. 11	筋 肉	7.0 ± 1.9
			内 臍	10.0 ± 2.2
		1987. 6. 25	筋 肉	3.0 ± 0.7
			内 臍	8.1 ± 1.8
		9. 10	筋 肉	2.6 ± 0.7
			内 臍	9.3 ± 2.2
		1989. 6. 6	筋 肉	5.1 ± 1.3
			内 臍	7.5 ± 1.6
エ ゾ ア ワ ピ		7. 19	筋 肉	5.6 ± 1.1

試 料	場 所	採 取 期 間			単 位
エ ゾ ア ワ ピ	久慈沖	1989. 7. 19	内 臓	11	± 3
		1990. 6. 22	筋 肉	4.5	± 0.9
			内 臓	7.9	± 1.6
		9. 11	筋 肉	6.1	± 0.8
			内 臓	7.7	± 1.2
		1991. 6. 27	筋 肉	1.1	± 0.2 #
			内 臓	2.7	± 0.4 #
		9. 25	筋 肉	0.79	± 0.17 #
			内 臓	0.99	± 0.26 #
		1986. 7. 12	筋 肉	10.4	± 2
ア ワ ピ	久慈沖		内 臓	11.1	± 2
		1987. 6. 17	筋 肉	8.1	± 1.5
			内 臓	7.4	± 1.1
		7. 22	筋 肉	4.4	± 1.0
エ ゾ ア ワ ピ	磯崎沖	1989. 7. 12	内 臓	19	± 4.
			筋 肉	5.6	± 1.0
		1990. 7. 24	内 臓	13	± 2
			筋 肉	6.1	± 0.8
		9. 11	内 臓	7.4	± 1.2
		1991. 6. 26	筋 肉	6.4	± 0.7 #
エ ゾ ア ワ ピ	磯崎沖		内 臓	13	± 2 #
		1989. 9. 22	筋 肉	6.0	± 1.3
			内 臓	5.4	± 1.6
ヒ ジ キ	大洗沖	1986. 4. 28	全 部	4.4	± 1.1
		5. 23		1.5	± 1.1
		7. 11		1.1	± 0.4
		1987. 6. 1	葉 茎	3.3	± 1.1
		12. 21		4.1	± 0.7
		1989. 4. 27		4.2	± 1.2
		7. 19		3.4	± 1.2
		1990. 4. 27		6.5	± 1.2
		10. 17		3.5	± 0.6
		1991. 6. 27		4.4	± 0.7 #
		10. 7		1.9	± 0.5 #

試 料	場 所	採 取 期 間				単 位
ワ カ メ	久慈沖	1986. 5. 29	全 部	1. 1	± 0. 4	mBq/kg 生
		7. 26		3. 0	± 0. 7	
		1987. 5. 9	葉 茎	4. 8	± 1. 1	
		7. 22		6. 7	± 1. 5	
		1989. 5. 22		3. 3	± 0. 9	
		6. 27		1. 3	± 0. 5	
		1990. 5. 16		2. 0	± 0. 5	
		1991. 5. 24		1. 7	± 0. 4 #	
		7. 26		11	± 1 #	
カ ジ メ	大洗沖	1986. 4. 28	全 部	1. 1	± 0. 7	
		7. 11		0. 7	± 0. 7	
		1987. 5. 9	葉 茎	3. 7	± 1. 5	
		6. 1		4. 8	± 1. 5	
		9. 10		4. 1	± 1. 1	
	久慈沖	1986. 5. 29	全 部	2. 6	± 1. 1	
		7. 26		4. 8	± 1. 9	
		1987. 5. 9	葉 茎	4. 1	± 1. 1	
ア ラ メ	大洗沖	1989. 4. 27	葉 茎	6. 7	± 1. 6	
		7. 21		2. 0	± 0. 9	
		1990. 6. 22		3. 9	± 0. 6	
		10. 17		6. 2	± 1. 0	
		1991. 6. 27		4. 3	± 1. 0 #	
		9. 25		3. 6	± 1. 2 #	
		1989. 5. 22		3. 5	± 0. 9	
		6. 27		4. 5	± 2. 0	
	久慈沖	1990. 5. 16		2. 4	± 0. 4	
		12. 25		5. 3	± 0. 8	
		1991. 2. 25		1. 3	± 0. 4 #	
		1991. 5. 24		3. 0	± 0. 8 #	
		7. 26		4. 5	± 0. 9 #	
サ ル エ ピ ヒ ラ ツ メ ガ ニ ガ ザ ミ	東海村沖	1989. 8. 24	全 部	1. 3	± 0. 7	
				0. 7	± 0. 7	
				0. 0	± 0. 0	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
マ ア ジ	東海村沖	1989. 8. 24	*	mBq/kg生
カ ワ ハ ギ			0.9 ± 0.9	
ショウサイフグ			0.0 ± 0.0	
イ シ モ チ			0.9 ± 0.9	
ヒ ラ メ			1.5 ± 1.5	
アカシタビラメ			0.7 ± 0.7	
クロウシノシタ			0.0 ± 0.0	
サ ル エ ピ		1989. 12. 13	2.3 ± 1.2	
ヒラツメガニ			1.8 ± 0.7	
ガ ン ギ エ イ			0.5 ± 0.2	
ア カ エ イ			0.0 ± 0.0	
カタクチイワシ			1.8 ± 0.8	
イ シ モ チ			*	
マ ト ダ イ			0.0 ± 0.0	
フ グ 類			0.0 ± 0.0	
ク サ ウ オ			0.2 ± 0.2	
アカシタビラメ			0.3 ± 0.3	
サ ル エ ピ		1990. 5. 10	1.7 ± 0.4	
エ ピ ジ ャ コ			0.9 ± 0.3	
ヒラツメガニ			1.4 ± 0.5	
ガ ン ギ エ イ			0.7 ± 0.2	
ニ ベ			0.5 ± 0.2	
ヌ マ ガ レ イ			0.8 ± 0.4	
アカシタビラメ			1.5 ± 0.5	
クロウシノシタ			0.8 ± 0.5	
サ ル エ ピ		1991. 1. 25	1.4 ± 0.7	
サメハダイケガニ			6.0 ± 1.7	
ヒラツメガニ			1.9 ± 0.7	
ジャノメガザミ			1.1 ± 0.6	
ガ ザ ミ			2.2 ± 0.8	
ガ ン ギ エ イ			0.3 ± 0.2	
ア カ エ イ			0.2 ± 0.1	
アカシタビラメ			0.6 ± 0.4	
クロウシノシタ			0.4 ± 0.3	
プランクトン		1990. 8. 31	*	
サ ル エ ピ		1991. 10. 22	1.9 ± 0.6	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
ヒラツメガニ	東海村沖		1.4 ± 0.6	mBq/kg生
ジャノメガザミ			1.5 ± 0.6	
カスザメ			0.4 ± 0.2	
ガンギエイ			0.2 ± 0.1	
アカエイ			0.6 ± 0.2	
クロダイ			0.9 ± 0.6	
ニベ			1.4 ± 0.5	
ショウサイフグ			2.3 ± 0.5	
ヒラメ			0.2 ± 0.2	
アカシタビラメ			0.5 ± 0.3	
クロウシノシタ			0.2 ± 0.2	
サルエビ		1992. 2. 19	1.2 ± 0.4	
エビジャコ			1.8 ± 0.6	
ヒラツメガニ			1.8 ± 0.7	
ガンギエイ			0.7 ± 0.3	
マコガレイ			0.5 ± 0.3	
アカシタビラメ			0.6 ± 0.4	
クロウシノシタ			0.2 ± 0.2	
刺皮動物			6.6 ± 2.1	
ハスノカシパン				
動 物				
プランクトン			0.9 ± 0.3	
淡水産生物	涸沼	1989. 5. 18	軟組織	0.0 ± 0.0
シジミ		1990. 5. 16		0.1 ± 0.1
		1991. 5. 20		0.2 ± 0.1

1991年の海産生物のデータに関しては文献の表には項目の欄に×10⁻³の値が記されている。しかし、それまでのデータおよび、その年度の結果の概要として引用してある値から明らかに表の方が記載ミスと考えられるので、所収に当たり、正しいと思われる値に直してある。

文献名 放射性核種の化学形が被爆線量評価に及ぼす影響

1.3 大気中の超ウラン元素

昭和 61 年

時期 1975 年から 1983 年

調査機関 PNC 東海事業所 大和愛司

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
Pu 濃度 年 平 均	東 海 地 区	1975. (4 ~ 12) 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983.	0.000359 0.000185 0.000592 0.000740 0.000252 0.000111 0.000370 0.000067 0.000027	mBq/m ³
降 下 物 年 間		1979. 1980. 1981. 1982. 1983.	0.296 0.141 0.207 0.048 0.031	Bq/m ²

文 献 名 日本における地表大気中のプルトニウム
 Plutonium in the Surface Air in Japan
 時 期 1979年から1982年
 調査機関 Hirose Katsumi et al

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間	Total ($10\ \mu\text{m}$)	単 位
地表大気	東京と 筑波学園都市	1979. 1		
		2	0.000155	(*)
		3		
		4		
		5	0.000555	(*)
		6		
		7		
		8	0.000137 (0.000022)	
		9		
		10		
		11	0.000215 (0.000019)	
		12		
		1980. 1		
		2	0.000070	(*)
		3	*	(*)
		4		
		5	0.000207	(*)
		6	0.000130	(*)
		7	0.000056	(*)
		8	0.000048 (0.000011)	
		9	0.000022	(*)
		10	0.000030 (0.000004)	
		11	0.000033 (0.000004)	
		12	0.000037 (0.000004)	
		1981. 1		
		2	0.000052 (0.000007)	
		3	0.000048 (0.000030)	
		4	0.000440 (0.000015)	
			0.000551 (0.000019)	

試 料	場 所	採 取 期 間	Total (10 μm)	単 位
地表大気	東京と 筑波学園都市	1981. 5	0.000633 (0.000022)	mBq/ m^3
		6	0.000792 (0.000030)	
		7	0.000252 (0.000037)	
		8	0.000181 (0.000007)	
		9	0.000174 (0.000019)	
		10	0.000052 (0.000007)	
		11	0.000085 (0.000007)	
		12	0.000026 (0.000007)	
		1982. 1	0.000093 (0.000015)	
		2	0.000281 (0.000122)	
		3	0.000577 (0.000248)	
		4	0.000148 (0.000015)	
		5	0.000255 (0.000019)	
		6	0.000222 (0.000056)	
		7	0.000093 (0.000019)	
		8	0.000081 (0.000011)	
		9	0.000048 (0.000011)	
		10	0.000078 (0.000033)	
		11	0.000041 (0.000022)	
		12	0.000067 (0.000022)	

対象核種 $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間	計 算 値 *	単 位
地表大気	東京と 筑波学園都市	1954	0.001110	mBq/m ³
		1955	0.002960	
		1956	0.003330	
		1957	0.003478	
		1958	0.004144	
		1959	0.007178	
		1960	0.003182	
		1961	0.002738	
		1962	0.008140	
		1963	0.014800	
		1964	0.013690	
		1965	0.008954	
		1966	0.005402	
		1967	0.001554	
		1968	0.001850	
		1969	0.000888	
		1970	0.000444	
		1971	0.000962	
		1972	0.000370	
		1973	0.000222	
		1974	0.000370	
		1975	0.000481	
		1976	0.000074	
		1977	0.000370	
		1978	0.000518	
		1979	0.000259	
		1980	0.000074	
		1981	0.000259	
		1982	0.000148	

文献中で、以下の式により推定されている。

$$^{239, 240}\text{Pu}_{\text{air}} = (^{90}\text{Sr}_{\text{air}} / ^{90}\text{Sr}_{\text{fallout}}) \times ^{239, 240}\text{Pu}_{\text{fallout}}$$

文献名 原子力発電所周辺の環境放射能調査報告
 時期 昭和 58 年から平成 3 年度
 調査機関 福井県

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
陸上植物 ヒメムカシヨモギ	敦賀 浦底	1983. 8. 4 1984. 8. 8 1985. 9. 4 1986. 8. 5 1987. 8. 5 1988. 8. 4 1989. 8. 2 1990. 8. 8 1991. 8. 7	1.1 0.81 0.41 0.19 1.1 * 0.62 * *	$\times 10^{-3} \frac{\mu}{\text{Bq} / \text{kg生}}$
	美浜 竹波	1983. 8. 3 1984. 8. 7 1985. 9. 3 1986. 8. 5 1987. 8. 5 1988. 8. 4 1989. 8. 2 1990. 8. 8 1991. 8. 7	0.67 0.41 0.89 0.26 * * * * 0.62	
	大飯 日角浜	1983. 8. 3 1984. 8. 7 1985. 9. 3 1986. 8. 4 1987. 8. 4 1988. 8. 3 1989. 8. 1 1990. 8. 7 1991. 8. 6	0.85 * 1.3 0.52 0.59 * 0.13 *	
	高浜 小黒飯	1983. 8. 3 1984. 8. 7 1985. 9. 3	0.89 0.48 0.41	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
ヒメムカシヨモギ	高浜 小黒飯	1986. 8. 4 1987. 8. 4 1988. 8. 3 1989. 8. 1 1990. 8. 7 1991. 8. 6	0.30 * * * *	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 生
	福井市 原目町	1983. 8. 4 1984. 8. 8 1985. 8. 4 1986. 8. 6 1987. 8. 6 1988. 8. 4 1989. 8. 3 1990. 8. 3 1991. 8. 5	0.85 0.56 1.4 0.44 *	
	松ヶ崎	1989. 7. 6 1989. 8. 2 1989. 9. 6 1990. 7. 4 1990. 8. 8 1990. 9. 5 1991. 7. 3 1991. 8. 26	*	
ヨモギ	松ヶ崎	1991. 9. 4 1989. 5. 9 1989. 6. 7 1989. 10. 4 1989. 11. 4 1990. 6. 6 1990. 10. 3 1990. 11. 7 1991. 5. 9 1991. 10. 8 1991. 11. 7	0.203 * * * * * * * *	
大根葉	敦賀 浦底	1983. 11. 9 1984. 11. 7	0.22 0.35	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
大 根 葉	敦賀 浦底 美浜 竹波	1985. 11. 7	0.48	$\times 10^{-3}$ (Bq / kg 生)
		1983. 11. 8	0.93	
		1984. 11. 7	0.52	
		1985. 11. 7	0.48	
		1983. 11. 8	0.33	
		1984. 11. 7	0.26	
		1985. 11. 7	0.78	
		1983. 11. 8	0.52	
		1984. 11. 7	0.78	
		1985. 11. 7	0.74	
	白木	1983. 11. 9	0.11	
		1984. 11. 7	0.19	
		1985. 11. 7	0.33	
		1990. 11. 6	1.3	
		1991. 11. 7	1.66	
海 底 土	敦賀 1号放水口	1983. 10. 20	629	$\times 10^{-3}$ (Bq / kg 幹)
		1984. 4. 19	888	
		1985. 4. 25	1330	
		1986. 10. 16	555	
		1987. 4. 22	962	
		1988. 4. 22	999	
		1989. 4. 20	1140	
		1987. 6. 11	37	
		1984. 7. 18	48	
	1号取水口西 旧一般排水口 ふげん放水口	1987. 4. 22	200	
		1988. 4. 20	167	
		1986. 4. 23	2150	
		1987. 4. 22	1670	
		1990. 4. 19	1760	
		1991. 7. 18	1310	
		1986. 4. 23	1670	
		1987. 7. 21	2070	
		1989. 4. 20	2070	
浦底湾口		1990. 4. 19	2170	
		1991. 7. 18	2390	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 底 土	もんじゅ放水口	1989. 5. 10 1989. 5. 10 1989. 8. 8 1989. 11. 16 1989. 11. 16 1990. 2. 14 1990. 5. 17 1990. 5. 17 1990. 8. 14 1990. 8. 21 1990. 11. 14 1990. 11. 14 1991. 2. 14 1991. 4. 25 1991. 5. 14 1991. 7. 17 1991. 10. 23 1991. 11. 6	153 145 162 162 167 170 176 137 151 158 182 123 126 106 134 90 120 164	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 乾
	発電所東端	1990. 8. 21	150	
	もんじゅ取水口	1990. 8. 21	151	
	もんじゅ放水口東端	1991. 7. 17	161	
	白木漁港	1989. 5. 10 1989. 5. 10 1989. 8. 8 1989. 11. 16 1989. 11. 16 1990. 2. 14 1990. 5. 17 1990. 5. 17 1990. 8. 14 1990. 8. 21 1990. 11. 14 1990. 11. 14 1991. 2. 14 1991. 5. 14 1991. 11. 6	149 135 162 162 143 126 143 131 174 151 180 126 129 157 151	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 底 土	もんじゅ放水口沖	1990. 8. 21 1991. 4. 25 1991. 7. 17 1991. 10. 23	173 186 152 177	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 乾
	美浜 1, 2号放水口	1987. 4. 16 1988. 4. 20	355 555	
	丹生湾	1983. 10. 19 1985. 4. 18 1986. 4. 17 1986. 4. 17 1986. 4. 17 1986. 10. 2 1987. 4. 16 1989. 4. 19 1990. 10. 23 1991. 10. 23	3400 2850 2960 3180 3180 3030 3180 2550 2890 3250 2210	
	大飯 放水口	1987. 4. 21 1988. 4. 20	518 518	
	小浜湾口	1984. 4. 18	925	
	西村入江	1983. 4. 20 1984. 4. 18 1987. 4. 19 1989. 4. 19 1990. 4. 18 1991. 4. 24	2330 1630 1520 1820 2260 2090	
	高浜 1, 2号放水口	1983. 10. 18 1984. 4. 8 1986. 4. 16 1987. 4. 15 1988. 4. 19 1989. 4. 18 1990. 4. 17 1991. 4. 17	730 370 703 629 629 1090 1670 1500	
	放水口沖	1990. 8. 21 1991. 4. 25	91 118	
	門ヶ崎沖			
	門ヶ崎			

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位	
海 底 土	松ヶ崎沖 三国海水浴場沖 東尋坊沖	1990. 8. 21	82	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 乾	
		1991. 7. 17	176		
		1983. 9. 14	248		
		1983. 9. 14	159		
海 產 生 物 ホンダワラ	敦賀 明神崎F ふげん放水口 水試前 美浜 3号放水口 1, 2号放水口	1983. 8. 4	26	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 生	
		1984. 8. 7	52		
		1986. 6. 12	48		
		1988. 8. 4	44		
		1989. 8. 2	14		
		1990. 8. 8	26		
		1991. 8. 7	13		
		1984. 8. 8	63		
		1987. 8. 5	41		
		1988. 7. 19	28		
	大飯 台場浜	1985. 8. 7	81		
		1987. 8. 5	37		
		1984. 8. 8	59		
		1983. 8. 4	27		
		1985. 8. 7	37		
		1986. 6. 11	37		
		1987. 8. 5	23		
		1988. 8. 4	44		
		1989. 8. 2	15		
		1990. 8. 8	60		
高浜 1, 2号放水口		1991. 8. 7	56		
		1983. 8. 3	25		
		1985. 8. 7	30		
		1986. 6. 11	27		
		1987. 8. 4	37		
		1988. 8. 3	35		

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
ホンダワラ	高浜 1, 2号放水口	1985. 6. 11 1986. 8. 7 1987. 8. 4 1988. 8. 3 1989. 8. 1 1990. 8. 7 1991. 8. 6	27 29 21 63 35 26 36	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 生
	福井市 小丹生	1983. 7. 13 1984. 7. 11 1985. 7. 16 1986. 7. 16 1989. 7. 13 1990. 7. 11 1991. 7. 10	41 19 24 44 39 37 32	
	松ヶ崎	1989. 4. 14 1989. 7. 20 1989. 10. 25 1990. 1. 9 1990. 4. 11 1990. 7. 12 1990. 10. 12 1991. 1. 17 1991. 8. 26 1991. 11. 7 1991. 2. 6	23 21 23 28 32 29 9. 6 21 26 9. 1 9. 3	
メ バ ル	高浜 へたヶ崎	1985. 5. 9	*	
カ サ ゴ	門ヶ崎沖	1991. 5. 7	0.72	
ヒ ラ マ サ	門ヶ崎沖	1991. 5. 7	0.40	
サ ョ リ	白木沖	1989. 12. 5 1989. 12. 5	*	
カ レ イ	大飯 もとどり島	1985. 4. 8	*	
	白木	1986. 4. 19	*	
	三国	1984. 5. 13 1985. 7. 16 1986. 5. 29	1.3 1.6 *	
ア ジ	白木沖	1990. 7. 4	*	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
ア ジ	白木沖	1990. 8. 28	*	$\times 10^{-3}$ (Bq/kg 生)
	敦賀 東浦	1983. 8. 3	*	
	大飯 もとどり島	1983. 10. 5	*	
	高浜 今戸鼻	1983. 10. 3	*	
	美浜 竹波	1983. 9. 30	*	
	敦賀 立石	1985. 7. 10	1.1	
	白木沖	1989. 7. 25	*	
		1989. 7. 25	*	
		1990. 7. 4	*	
		1990. 7. 4	*	
ト ビ ウ オ	敦賀 東浦	1984. 4. 5	2.6	
	高浜 へたヶ崎	1984. 4. 3	*	
	大飯 もとどり島	1984. 5. 18	2.3	
		1986. 4. 22	5.9	
		1987. 7. 8	3.59	
	白木沖	1987. 4. 19	*	
		1991. 10. 8	*	
	美浜 あご越	1985. 4. 8	1.1	
	3号放水口沖	1986. 4. 17	3.1	
	美浜 3号放水口沖	1984. 10. 3	*	
カ マ ス	美浜 3号放水口沖	1987. 4. 16	1.9	
	敦賀 もんじゅ放水口沖	1990. 10. 3	*	
	白木沖	1991. 8. 30	*	
		1991. 10. 8	*	
カ ワ ハ ギ	高浜 音海	1986. 4. 19	2.6	
		1987. 5. 6	0.63	
	白木沖	1990. 12. 6	*	
		1991. 10. 23	*	
ハ マ チ	敦賀 えりヶ崎	1984. 6. 2	111	
	立石岬	1983. 7. 5	152	
		1985. 7. 10	163	
		1986. 6. 10	96	
	針岩	1987. 7. 8	133	
	もんじゅ岸壁	1986. 6. 10	74	
	もんじゅ放水口沖	1990. 7. 4	149	
		1991. 6. 24	102	
		1991. 7. 3	102	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
サ ザ エ	美浜 3号放水口	1983. 6. 28	122	$\times 10^{-3}$ (Bq/kg生) ⁴
		1984. 6. 3	93	
		1985. 7. 9	93	
		1987. 7. 7	59	
	大飯 もとどり島 黒崎 放水口	1985. 7. 10	133	
		1986. 6. 11	104	
		1983. 7. 30	207	
		1984. 6. 3	70	
	三国	1987. 7. 8	70	
		1983. 6. 2	63	
		1984. 6. 3	74	
		1985. 7. 4	59	
	高浜 放水口 へたヶ崎	1986. 6. 28	48	
		1983. 7. 5	29	
		1984. 6. 4	78	
		1985. 7. 5	74	
	白木沖	1986. 6. 9	67	
		1987. 8. 7	48	
		1989. 6. 14	129	
		1989. 6. 14	107	
ア ワ ピ	もんじゅ放水口沖 美浜 3号放水口	1990. 6. 26	119	
		1990. 6. 26	130	
	あじヶ崎 門ヶ崎	1991. 6. 5	22	
		1987. 6. 7	24	
モ ズ ク	白木沖	1990. 5. 10	6. 0	
		1991. 6. 3	3. 8	
	もんじゅ放水口	1989. 4. 30	6. 5	
		1989. 4. 30	7. 6	
ワ カ メ	敦賀 立石	1990. 4. 11	5. 7	
		1990. 4. 11	4. 4	
		1991. 4. 11	1. 4	
		1991. 5. 5	3. 4	
	ふげん放水口	1991. 6. 2	3. 2	
		1983. 5. 12	15	
		1984. 5. 8	9. 3	
		1985. 5. 9	13	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
ワ カ メ	美浜 竹波	1983. 5. 11	8. 1	$\times 10^{-3}$
	丹生湾	1984. 5. 8	9. 6	(Bq / kg 生)
	落合川河口付近	1985. 5. 9	4. 4	
	大飯 赤ぐり崎	1983. 5. 11	4. 8	
	発電所南岸	1984. 5. 7	5. 2	
	もとどり島	1985. 5. 9	10	
	高浜 神野浦	1983. 4. 5	1. 6	
	へたヶ崎	1984. 5. 8	11	
		1985. 5. 9	5. 9	
	三国	1983. 6. 2	4. 4	
		1984. 6. 2	4. 4	
		1985. 5. 9	2. 6	
陸 土	勝山市 奥越高原牧場	1984. 7. 18	6570	$\times 10^{-3}$
		1985. 6. 13	6960	(Bq / kg 乾)
		1986. 7. 18	6700	
		1987. 6. 23	4400	
		1990. 6. 21	4260	
		1991. 6. 20	5950	
	池田町 冠山	1983. 5. 28	12300	
	勝山市 池ヶ原	1983. 5. 30	5660	
	三ノ峰	1985. 8. 13	1810	
	松ヶ崎	1989. 7. 20	66	
		1989. 7. 20	93	
		1990. 1. 11	51	
		1990. 1. 11	69	
		1990. 7. 19	80	
		1990. 7. 19	66	
		1991. 1. 10	78	
		1991. 1. 17	103	
		1991. 7. 25	61	
	降下物地点	1991. 11. 7	37	
		1992. 1. 23	85	
		1989. 11. 8	54	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
陸 土	降下物地点 白木局 県テレTLDポイ ント	1990. 5. 9	70	$\times 10^{-3}$ Bq / kg 乾
		1991. 10. 8	35	
		1989. 11. 8	77	
		1990. 5. 9	104	
		1989. 11. 8	25	
		1990. 5. 9	*	
		1990. 5. 9	1970	
		1990. 8. 22	2180	
		1991. 10. 8	34	
		1989. 11. 8	*	
	海蔵寺境内 薬師堂 白城神社 売店前 トンネル前 白木トンネル 北口 白木トンネル 南口 白木峠 敦賀 浦底 美浜 丹生 大飯 日角浜 高浜 小黒飯	1989. 11. 8	*	
		1990. 5. 9	1970	
		1990. 8. 22	2180	
		1991. 10. 8	34	
		1989. 11. 8	*	
		1989. 11. 8	*	
		1990. 8. 22	1780	
		1991. 10. 8	17	
		1990. 5. 9	*	
		1990. 8. 22	*	
		1991. 10. 8	10	
		1990. 8. 22	1780	
		1991. 10. 8	118	
		1986. 11. 6	311	
湖 底 土 河 底 土	日向湖 竹田川栄橋下流 九頭竜川河口	1987. 11. 5	289	
		1986. 11. 6	118	
		1991. 11. 5	130	
		1986. 11. 5	2330	
降 下 物	浦底水試	1991. 11. 4	3550	
		1986. 11. 5	1920	
		1991. 11. 4	592	
		1984. 7. 14	4260	
		1983. 9. 14	96	
		1983. 9. 14	133	
		1986. 4. 11		Bq / m ² / 年
		~1987. 4. 11	0.0089	
		~1988. 4. 7	0.013	
		~1989. 4. 7	0.013	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
降 下 物		～1990. 4. 6	0.0041	Bq / m ² / 年
		～1991. 4. 4	0.0072	
		～1992. 4. 9	0.0087	
	松ヶ崎	1989. 4. 6		
		～1990. 4. 5	0.0098	
		～1991. 4. 3	0.013	
		～1992. 4. 8	0.0079	
	竹波	1986. 4. 10		
		～1987. 4. 10	0.014	
		～1988. 4. 7	0.011	
		～1989. 4. 6	0.0085	
		～1990. 4. 5	0.016	
		～1991. 4. 3	0.0057	
		～1992. 4. 8	0.0052	
	宮留	1986. 4. 9		
		～1987. 4. 9	0.013	
		～1988. 4. 6	*	
		～1989. 4. 6	0.020	
		～1990. 4. 5	0.020	
		～1991. 4. 4	0.010	
		～1992. 4. 8	0.010	
	小黒飯	1986. 4. 9		
		～1987. 4. 9	0.0074	
		～1988. 4. 5	*	
		～1989. 4. 5	0.010	
		～1990. 4. 4	0.0068	
		～1991. 4. 2	0.0040	
		～1992. 4. 7	0.0042	
	原目町	1986. 4. 11		
		～1987. 4. 9	0.0122	
		～1988. 4. 7	0.017	
		～1989. 4. 7	0.010	
		～1990. 4. 7	0.0047	
		～1991. 4. 5	0.0058	

試 料	場 所	採取期間		単 位
降 下 物	原目町 白木	~1992. 4. 8 1986. 4. 10 ~1987. 4. 10 ~1988. 4. 6 ~1989. 4. 6	0.0046 0.0112 0.0096 0.012	Bq / m ² / 年
	福井市原目町	1983. 4 5 6 7 ~ 8 9 10 11 12 1984. 1 2 3 4 5 6 7 ~ 8 9 10 11 12 1985. 1 ~ 2 3	0.0067 0.0022 0.0048 0.0033 0.0022 0.0011 0.0070 0.0063 0.0059 0.0033 0.0078 0.0027 0.0014 0.0017 0.0010 0.0010 0.0016 0.0012 0.0052 0.0074 0.0033	Bq / m ² / 月
浮 遊 じ ん	竹波, 宮留, 小黒飯	1988. 5. 2 - 6. 6	229 × 10 ⁻⁷	mBq / m ³

文献名 DETERMINATION OF ^{237}Np AND ^{241}Pu IN ENVIRONMENTAL SAMPLES:
IN SOIL AND SEDIMENT

Fallout ^{237}Np , Pu Isotopes and ^{241}Am in Lake and Sea Sediments from the
Coastal Area of the Sea of Japan

DISTRIBUTION OF GLOBAL FALLOUT ^{237}Np , Pu ISOTOPES, AND ^{241}Am
IN LAKE AND SEA SEDIMENTS

時期 1964～1988年

調査機関 Yamamoto et al

対象核種 $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間		单 位
海 底 土	Nyu Bay	1964. 11. 10	1.44 ± 0.11	Bq/kg乾
		1971. 3. 17	7.25 ± 0.52	
		1973. 11. 1	4.74 ± 0.30	
		1974. 11. 6	3.59 ± 0.26	
		1976. 11. 1	5.88 ± 0.37	
		1977. 11. 1	5.66 ± 0.30	
		1978. 11. 1	3.81 ± 0.22	
		1986. 4. 17	2.89 ± 0.06	
土 壤	Mt. Kanmuri	1978. 11. 26	12.6 ± 0.6	
	Okuetsu	0- 5 cm	17.5 ± 1.5	
		5-20 cm	8.3 ± 0.7	
	Yoshino	0- 5 cm	7.4 ± 0.7	
		5-20 cm	2.7 ± 0.4	
	Mikata	0- 5 cm	7.5 ± 1.0	
		5-20 cm	1.7 ± 0.3	
蓄 積 量	Okuetsu	0- 5 cm	0.37 ± 0.03	Bq/m ²
		5-20 cm	0.30 ± 0.03	
		Total	0.67 ± 0.04	
	Yoshino	0- 5 cm	0.19 ± 0.02	
		5-20 cm	0.27 ± 0.02	
		Total	0.46 ± 0.04	
	Mikata	0- 5 cm	0.36 ± 0.04	
		5-20 cm	0.21 ± 0.05	
		Total	0.57 ± 0.04	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
#蓄積量	Lake Hiruga	1986. 11. 18	157 ± 4	Bq/m ²
	Lake Mikata	1986. 11.	181 ± 3	
	Lake Kugushi	1986. 11.	200 ± 5	
	Lake Suigetsu	1986. 11. 18	109 ± 4	
	Lake Suga	1986. 11. 18	163 ± 4	
	Nyu bay	1988. 2.	163 ± 4	

湖底土濃度より推定される値（文献値）。

湖底土のデータはグラフのみのためここには掲載していない。

文献名 伊方原子力発電所 周辺環境放射線等調査結果
 時期 1987年から1991年
 調査機関 愛媛県

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試料	場所	採取期間		単位
河川水	伊方町	1987.10.2	*	mBq/L
	九町新川	1988.10.4	0.0063 ± 0.0014	
		1989.10.4	0.0099 ± 0.0016	
		1990.10.17	0.0089 ± 0.0026	
		1991.10.15	0.0051 ± 0.0015	
土壌	伊方町	1987.04.2	0.16 ± 0.0093	$\text{Bq}/\text{kg乾}$
	九町越公園	1988.04.4	0.17 ± 0.026	
		1989.04.3	0.14 ± 0.0090	
		1990.04.3	0.108 ± 0.0082	
		1991.04.2	0.117 ± 0.0095	
	愛媛県	1987.04.2	0.78 ± 0.022	
	モニタリング	1988.04.4	0.78 ± 0.032	
	ポイント	1989.04.3	0.70 ± 0.018	
	No.6	1990.04.3	0.78 ± 0.012	
		1991.04.2	0.62 ± 0.017	
降水物	愛媛県	1987.04.1	0.32 ± 0.013	$\text{Bq}/\text{m}^2/\text{月}$
	モニタリング	1988.04.4	0.41 ± 0.028	
	ポイント	1989.04.3	0.18 ± 0.0099	
	No.7	1990.04.3	0.25 ± 0.012	
		1991.04.2	0.38 ± 0.014	
	伊方町	1988.02.1	0.00093 ± 0.00024	
	九町越公園	1989.02.1	0.0034 ± 0.00048	
		1990.02.1	0.0014 ± 0.00031	
		1991.02.1	0.00084 ± 0.00025	
		1992.02.1	*	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
降 下 物	愛媛県 公害技術セン ター	1988. 2. 1 1989. 2. 1 1990. 2. 1 1991. 2. 1 1992. 2. 1	0.0013 ± 0.00029 0.0011 ± 0.00023 0.0012 ± 0.00029 * 0.00063 ± 0.00019	Bq / m ² / 月
海 水	伊方町 平瀬透過堤沖	1987. 5. 12 1987. 7. 17 1987. 9. 1 1987. 11. 10 1988. 5. 10 1988. 7. 12 1988. 9. 12 1988. 11. 8 1989. 5. 8 1989. 7. 17 1989. 9. 18 1989. 11. 20 1990. 5. 8 1990. 7. 9 1990. 9. 3 1990. 11. 1 1991. 5. 22 1991. 7. 24 1991. 9. 2 1991. 11. 14	0.013 ± 0.0021 0.0074 ± 0.0014 0.013 ± 0.0021 0.014 ± 0.0027 0.019 ± 0.0037 0.010 ± 0.0019 0.016 ± 0.0023 0.017 ± 0.0024 0.012 ± 0.0018 0.010 ± 0.0024 0.0086 ± 0.0020 0.012 ± 0.0029 0.012 ± 0.0023 0.0081 ± 0.0016 0.0094 ± 0.0023 0.012 ± 0.0024 0.018 ± 0.0026 0.0060 ± 0.0017 0.011 ± 0.0028 0.012 ± 0.0026	mBq / ℥
海 底 土	伊方町 平瀬透過堤沖	1987. 5. 12 1987. 7. 17 1987. 9. 1 1987. 11. 10 1988. 5. 10 1988. 7. 12 1988. 9. 12 1988. 11. 8 1989. 5. 8	0.31 ± 0.014 0.78 ± 0.020 0.44 ± 0.018 0.18 ± 0.010 0.81 ± 0.036 0.78 ± 0.026 0.44 ± 0.017 0.59 ± 0.020 0.66 ± 0.022	Bq / kg 乾

試 料	場 所	採 取 期 間			単 位
海 底 土	伊方町 平瀬透過堤沖	1989. 7. 17	0.71	± 0.026	Bq/kg乾
		1989. 9. 18	0.14	± 0.0092	
		1989. 11. 20	0.63	± 0.026	
		1990. 5. 8	0.70	± 0.025	
		1990. 7. 9	0.69	± 0.022	
		1990. 9. 3	0.61	± 0.020	
		1990. 11. 1	0.50	± 0.020	
		1991. 5. 22	0.63	± 0.019	
		1991. 7. 24	0.45	± 0.018	
		1991. 9. 2	0.67	± 0.018	
		1991. 11. 14	0.59	± 0.016	
伊方町 平瀬沖入江	伊方町 平瀬沖入江	1987. 5. 12	0.56	± 0.019	
		1987. 7. 17	0.37	± 0.015	
		1987. 9. 1	0.37	± 0.014	
		1987. 11. 10	0.44	± 0.017	
		1988. 5. 10	0.56	± 0.025	
		1988. 7. 12	0.63	± 0.023	
		1988. 9. 12	0.37	± 0.014	
		1988. 11. 8	0.36	± 0.017	
		1989. 5. 8	0.52	± 0.019	
		1989. 7. 17	0.46	± 0.017	
		1989. 9. 18	0.52	± 0.019	
		1989. 11. 20	0.48	± 0.022	
		1990. 5. 8	0.52	± 0.023	
		1990. 7. 9	0.51	± 0.023	
		1990. 9. 3	0.51	± 0.020	
		1990. 11. 1	0.42	± 0.018	
		1991. 5. 22	0.54	± 0.018	
		1991. 7. 24	0.33	± 0.016	
		1991. 9. 2	0.40	± 0.015	
		1991. 11. 14	0.36	± 0.014	

試 料	場 所	採 取 期 間		単 位
海 産 物 め ば る	伊方町 九町越沖	1987. 4. 13	可食部	*
			可食部外	*
		1990. 4. 16	可食部	*
			可食部外	*
		1991. 4. 17	可食部	*
	か さ ご		可食部外	*
		1988. 4. 17	可食部	*
			可食部外	*
		1989. 10. 11	可食部	*
			可食部外	*
さ ざ え		1987. 7. 28	0.017	± 0.00078
		1988. 7. 17	0.023	± 0.00081
		1989. 7. 9	0.026	± 0.00077
		1990. 7. 9	0.0280	± 0.00086
		1991. 7. 15	0.0211	± 0.00074
ホンダワラ		1987. 7. 28	0.036	± 0.0010
		1988. 7. 17	0.024	± 0.00093
		1989. 8. 29	0.018	± 0.00065
		1990. 8. 11	0.0247	± 0.00083
		1991. 7. 24	0.0180	± 0.00098

文 献 名 フォールアウト（放射性降下物）を利用したプルトニウムの地中移動速度の検討
 時 期 1981 年
 調査機関 電力中央研究所 馬原保典

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間			単 位
表面 土 壤	西 山 地 区 0 ~ 3 cm	1981. 10	55. 5	± 4. 1	Bq/kg乾
			30. 0	± 1. 9	
			19. 6	± 1. 2	
			26. 3	± 1. 6	
			10. 4	± 0. 7	
			44. 4	± 3. 0	
			40. 7	± 2. 6	
			22. 9	± 1. 4	
			44. 4	± 3. 0	
			44. 4	± 3. 3	
土 壤	10 ~ 20 cm		1. 33	± 0. 09	
			0. 307	± 0. 021	
			0. 0592	± 0. 0059	
			0. 0244	± 0. 0029	
			0. 0281	± 0. 0037	
			*		
			0. 0266	± 0. 0037	
			0. 0248	± 0. 0033	
			0. 0629	± 0. 0056	
			0. 0592	± 0. 0063	
			0. 0337	± 0. 0063	
			0. 0555	± 0. 0070	

文 献 名 MOBILE Pu IN RESERVOR SEDIMENTS OF NAGASAKI
 時 期 1982 年, 1984 年
 調査機関 Y. MAHARA

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間		単 位
貯 水 池	A	1982		Bq / kg
堆 積 物	0 ~ 3 cm		2.35 ± 0.45	
西 山 地 区	3 ~ 6		2.76 ± 0.20	
	6 ~ 9		2.00 ± 0.19	
	9 ~ 11		2.96 ± 0.39	
	12 ~ 15		3.23 ± 0.19	
	15 ~ 18		1.29 ± 0.42	
	18 ~ 21		1.51 ± 0.13	
	21 ~ 24		1.77 ± 0.28	
	24 ~ 27		1.37 ± 0.16	
	27 ~ 30		1.74 ± 0.15	
	30 ~ 33		2.28 ± 0.51	
	33 ~ 36		2.59 ± 0.34	
	36 ~ 39		1.83 ± 0.21	
	39 ~ 42		1.80 ± 0.35	
	42 ~ 45		2.56 ± 0.35	
	45 ~ 48		4.92 ± 1.28	
	48 ~ 51		6.74 ± 0.34	
	51 ~ 54		3.19 ± 0.44	
	54 ~ 57		0.20 ± 0.13	
	57 ~ 60		0.42 ± 0.20	
	60 ~ 63		0.15 ± 0.09	
	63 ~ 66		0.46 ± 0.11	
	66 ~ 69		1.69 ± 0.16	
	69 ~ 72		0.14 ± 0.08	
	72 ~ 75		1.98 ± 0.29	
	75 ~ 78		0.55 ± 0.21	
	78 ~ 81		0.32 ± 0.15	
	81 ~ 84		0.24 ± 0.11	
	84 ~ 87		0.20 ± 0.06	
	87 ~ 90		0.22 ± 0.11	

試 料	場 所	採取期間		単 位
貯 水 池	B	1984		Bq/kg
堆 積 物	0 ~ 1.5 cm		3.99 ± 0.35	
西 山 地 区	1.0 ~ 3.5		3.47 ± 0.54	
	3.5 ~ 5.5		5.93 ± 0.77	
	5.5 ~ 7.5		4.25 ± 0.39	
	7.5 ~ 9.5		1.80 ± 0.75	
	9.5 ~ 11.5		7.38 ± 0.72	
	11.5 ~ 13.5		5.00 ± 0.75	
	13.5 ~ 15.5		3.56 ± 0.37	
	15.5 ~ 17.5		5.31 ± 0.69	
	17.5 ~ 19.5		7.67 ± 0.60	
	19.5 ~ 21.5		3.77 ± 0.48	
	21.5 ~ 22.5		4.29 ± 0.29	
	22.5 ~ 23.5		5.75 ± 0.52	
	23.5 ~ 24.5		4.30 ± 0.44	
	24.5 ~ 25.5		5.55 ± 0.35	
	25.5 ~ 26.5		5.91 ± 0.43	
	26.5 ~ 27.5		6.06 ± 0.52	
	27.5 ~ 28.5		8.77 ± 0.73	
	28.5 ~ 29.5		8.37 ± 0.92	
	30.5 ~ 31.5		8.96 ± 0.68	
	31.5 ~ 33.5		3.56 ± 0.52	
	33.5 ~ 35.5		0.98 ± 0.22	
	35.5 ~ 37.5		0.39 ± 0.12	
	37.5 ~ 39.5		0.12 ± 0.04	
	39.5 ~ 41.5		0.44 ± 0.10	
	41.5 ~ 43.5		1.01 ± 0.20	
貯 水 池	C	1982		
堆 積 物	0 ~ 2 cm		5.04 ± 1.47	
西 山 地 区	2 ~ 4		5.87 ± 1.86	
	4 ~ 6		4.40 ± 0.74	
	6 ~ 8		4.44 ± 0.74	
	8 ~ 10		8.58 ± 1.29	
	10 ~ 12		11.48 ± 1.58	
	12 ~ 14		13.86 ± 2.92	

試 料	場 所	採取期間		単 位
貯 水 池 堆 積 物 西 山 地 区	14 ~ 16 cm	1982	21.70 ± 2.14	Bq / kg
	16 ~ 18		25.90 ± 2.71	
	18 ~ 20		16.23 ± 2.60	
	20 ~ 22		18.60 ± 1.31	
	22 ~ 24		29.31 ± 1.60	
	24 ~ 26		71.30 ± 4.81	
	26 ~ 28		49.15 ± 3.43	
	28 ~ 30		1.75 ± 0.43	
	30 ~ 32		2.95 ± 0.61	
	32 ~ 34		10.65 ± 2.78	

文 献 名 MESUREMENT OF ^{239}Pu IN SOIL AND PLANTS IN THE NISHIYAMA
 DISTRICT OF NAGASAKI Health Phys., 58, 5, 591-595, 1990
 時 期 1976年, 1982-1983年
 調査機関 S. OKAJIMA et al

対象核種 $^{239} + ^{240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間			単 位
未耕作地		1956			Bq/kg乾
	深さcm				
N 21	0-10		10.4	± 1.0	
	10-20		1.7	± 0.1	
N 22	0-10		10.0	± 0.7	
	10-20		4.0	± 0.5	
N 23	0-10		28.3	± 2.0	
	10-20		7.1	± 0.6	
N 24	0-10		32.9	± 2.1	
	10-20		2.3	± 0.2	
	20-30		0.8	± 0.1	
N 25	0-10		30.1	± 3.3	
	10-20		6.0	± 0.7	
	20-30		4.1	± 0.8	
N 26	0-10		16.9	± 1.3	
	10-20		2.3	± 0.2	
	20-30		0.7	± 0.1	
C 21	0-10		4.96	± 0.37	
	10-20		2.45	± 0.28	
	20-30		0.23	± 0.05	
C 22	0-10		1.43	± 0.31	
	10-20		0.71	± 0.11	
	20-30		0.37	± 0.04	
C 23	0-10		1.08	± 0.38	
	10-20		0.13	± 0.04	
	20-30		0.34	± 0.06	
C 24	0-10		0.87	± 0.09	
	10-20		0.20	± 0.09	
	20-30		0.08	± 0.02	

試 料	場 所	採 取 期 間			単 位
未 耕 作 地	C 25	0-10	1976	3. 57 ± 0. 54	Bq/kg乾
		10-20		0. 14 ± 0. 02	
		20-30		0. 06 ± 0. 01	
	C 26	0-10		1. 31 ± 0. 08	
		10-20		0. 20 ± 0. 06	
		20-30		0. 24 ± 0. 04	
	N 21			850	
	N 22			1290	
	N 23			2120	
	N 24			3530	
	N 25			3580	
	N 26			1070	
	C 21			380	
	C 22			160	
	C 23			200	
	C 24			090	
	C 25			210	
	C 26			160	
耕 作 地		1982 ~ 1983	0-10 cm	10-20 cm	Bq/kg乾
	white potato	N 1	9. 14 ± 0. 74	9. 69 ± 0. 93	
		N 2	9. 62 ± 0. 81	5. 88 ± 0. 96	
		N 3	12. 7 ± 0. 9	2. 92 ± 0. 22	
		C 1	0. 37 ± 0. 07	0. 41 ± 0. 07	
		C 2	0. 19 ± 0. 04	0. 30 ± 0. 07	
		C 3	0. 52 ± 0. 04	0. 41 ± 0. 03	
	sweet potato	N 4	5. 66 ± 0. 89	8. 62 ± 0. 81	
		N 5	7. 73 ± 0. 63	4. 88 ± 0. 37	
		N 6	7. 51 ± 0. 52	7. 29 ± 0. 48	
		C 4	0. 52 ± 0. 04	0. 37 ± 0. 07	
		C 5	0. 44 ± 0. 04	0. 33 ± 0. 04	
	pumpkin	N 1	9. 14 ± 0. 74	9. 69 ± 0. 93	
		N 7	13. 1 ± 0. 9	13. 2 ± 0. 7	
		C 2	0. 19 ± 0. 04	0. 30 ± 0. 07	

試 料	場 所	採 取 期 間			単 位
pumpkin	C 4	1982 ~ 1983	0.52 ± 0.04	0.37 ± 0.07	Bq/kg乾
	C 6		0.41 ± 0.07	0.33 ± 0.07	
taro	N 8		7.84 ± 0.67	5.40 ± 0.41	
	N 9		6.14 ± 0.41	6.73 ± 0.44	
radish	N 10		8.55 ± 0.70	8.03 ± 0.63	
	C 7		0.67 ± 0.07	0.63 ± 0.11	
leaf	C 8		0.52 ± 0.04	0.41 ± 0.04	
	N 11		12.7 ± 0.8	11.0 ± 0.7	
mustard	N 12		10.2 ± 0.9	11.9 ± 0.6	
	N 13		14.0 ± 1.0	9.10 ± 0.48	
leaf	C 9		0.37 ± 0.04	0.26 ± 0.04	
	C 10		0.25 ± 0.07	0.37 ± 0.07	
leaf	C 11		0.37 ± 0.04	0.04 ± 0.01	
	N 14		11.5 ± 0.7	8.62 ± 0.89	
mustard	N 15		7.84 ± 0.85	8.25 ± 0.74	
	N 16		7.25 ± 0.41	5.03 ± 0.33	
leaf	C 11		0.37 ± 0.04	0.04 ± 0.01	
	C 12		0.41 ± 0.07		
農 作 物					mBq/kg乾
white	N 1	1982 ~ 1983	4.78	± 0.97	
	N 2		6.44	± 0.85	
potato	N 3		6.34	± 0.71	
	C 1		2.40	± 0.37	
sweet	C 2		1.41	± 0.48	
	C 3		1.04	± 0.19	
potato	N 4		4.47	± 0.40	
	N 5		2.78	± 0.45	
pumpkin	N 6		23.3	± 1.5	
	C 4		0.87	± 0.21	
pumpkin	C 5		2.09	± 0.34	
	N 1		9.15	± 1.19	
pumpkin	N 7		4.12	± 0.29	
	C 2		0.21	± 0.04	
pumpkin	C 4		*		

試 料	場 所	採 取 期 間				単 位
pumpkin taro	C 6	1982 ~ 1983	1. 03	±	0. 36	Bq/kg乾
	N 8		2. 76	±	0. 70	
	N 9		7. 84	±	1. 82	
	N 10		1. 85	±	0. 36	
	C 7		0. 56	±	0. 19	
	C 8		*			
radish	N 11		5. 58	±	1. 67	
	N 12		*			
	N 13		13. 1	±	2. 3	
	C 9		2. 10	±	0. 72	
	C 10		3. 33	±	0. 75	
	C 11		*			
leaf	N 14		4. 03	±	1. 33	
mustard	N 15		1. 31	±	0. 44	
	N 16		*			
	C 11		0. 38	±	0. 14	
	C 12		0. 84	±	0. 21	

N 西山地区

C 対照地区（長崎市）

$^{239+240}\text{Pu}$ の移行係数

	西 山 地 区	対照 (長崎市)	単 位
white potato	0. 72 ± 0. 11	4. 76 ± 1. 26	$\times 10^{-3}$
sweet potato	1. 40 ± 0. 87	3. 67 ± 1. 70	
pumpkin	0. 43 ± 0. 35	1. 22 ± 1. 01	
taro	0. 62 ± 0. 30	0. 86 ± 0. 00	
radish	0. 53 ± 0. 40	8. 62 ± 2. 46	
leaf mustard	0. 19 ± 0. 14	1. 97 ± 1. 03	

文献名 pu Isotopes, ^{241}Am and ^{137}Cs in Soils from the Atomic Bombed Areas in Nagasaki and Hiroshima

時期 1976年

調査機関 山本政儀ほか

対象核種 $^{249+240}\text{Pu}$

試料	場所	採取期間		単位
表面土壤 西山地区	長崎 西山地区 0 ~ 10 cm	1976	28.1 ± 1.1 (1670)	Bq/kg (Bq/m ²)
			51.1 ± 1.1	
			12.5 ± 0.33 (522)	
			24.8 ± 0.74 (1340)	
			17.1 ± 0.33 (677)	
	そのほか 0 ~ 10 cm	1976	1.64 ± 0.06 (62.9)	
			1.24 ± 0.06 (66.6)	
			1.49 ± 0.07 (55.5)	
			1.10 ± 0.03 (59.2)	
			2.14 ± 0.07 (137)	

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間		単 位
表面土壤	広 島	0 ~ 10 cm	1976	Bq/kg (Bq/m ²)
				0.470 ± 0.019 (48.8)
				0.477 ± 0.015 (57.7)
				0.548 ± 0.026 (48.5)
				0.574 ± 0.026 (40.3)
				0.514 ± 0.026 (40.0)
				0.655 ± 0.030 (36.3)
				0.936 ± 0.067 (24.1)
				1.49 ± 0.07 (51.4)
				0.444 ± 0.015 (19.6)
				0.423 ± 0.019 (29.2)
				0.603 ± 0.026 (56.6)
				0.481 ± 0.022 (40.7)
				0.685 ± 0.026 (56.2)
				0.229 ± 0.011 (23.7)

文 献 名 海洋中での放射性核種のスキャベンジング機構の検討（その1）
 放射性核種の海洋中での挙動調査
 時 期 1987年
 調査機関 馬原保典

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間			単 位
海 水	長崎県橋 湾	1987	溶 液	懸 濁	$\times 10^{-3}$ mBq/ $\text{f}\ell$
			3.85 ± 0.19	3.66 ± 2.07	
			1.55 ± 0.52	1.67 ± 2.44	
			2.59 ± 0.07	2.41 ± 2.04	
			1.67 ± 0.52	2.41 ± 1.55	
海 底 土	深さ cm				Bq/kg乾
			0.485 ± 0.015		
			1.458 ± 0.044		
			0.174 ± 0.033		
			0.0592 ± 0.014		
			0.0666 ± 0.014		
			0.481 ± 0.089		
			0.459 ± 0.081		
			0.344 ± 0.067		
			0.163 ± 0.030		
			0.167 ± 0.037		
			0.122 ± 0.063		
			0.052 ± 0.022		
			0.048 ± 0.026		
			0.011 ± 0.015		
			0.022 ± 0.015		
	B 0 ~ 2 2 ~ 4 4 ~ 6		1.39 ± 0.25		
			1.97 ± 0.24		
			1.56 ± 0.15		

試 料	場 所	採取期間		単 位
海 底 土	B 6 ~ 8 8 ~ 10 10 ~ 12 12 ~ 14 14 ~ 16 16 ~ 18 18 ~ 20 20 ~ 22 22 ~ 24 24 ~ 26 26 ~ 28 28 ~ 30	1987	2.18 ± 0.28 1.79 ± 0.28 0.625 ± 0.144 0.222 ± 0.070 0.218 ± 0.085 0.122 ± 0.048 0.385 ± 0.152 0.0592 ± 0.0592 0.0592 ± 0.1147 0.0666 ± 0.0333 0.0592 ± 0.037 0.222 ± 0.074	Bq / kg乾
	C 0 ~ 2 2 ~ 4 4 ~ 6 6 ~ 8 8 ~ 10 10 ~ 12 12 ~ 14 14 ~ 16 16 ~ 18 18 ~ 20 20 ~ 22 22 ~ 24 24 ~ 26 26 ~ 28 28 ~ 30		0.995 ± 0.274 1.35 ± 0.22 1.79 ± 0.33 0.821 ± 0.133 1.15 ± 0.23 0.559 ± 0.11 0.0259 ± 0.0481 0.0185 ± 0.0111 0.0370 ± 0.0333 0.115 ± 0.044 0.0777 ± 0.0518 0.0111 ± 0.0370 0.107 ± 0.033 0.274 ± 0.12 0.122 ± 0.0444	
	D 0 ~ 2 2 ~ 4 4 ~ 6 6 ~ 8 8 ~ 10		2.40 ± 0.38 1.83 ± 0.21 1.76 ± 0.14 3.23 ± 0.10 3.69 ± 0.01	

試 料	場 所	採取期間		単 位
海 底 土	D 10 ~ 12	1987	1.92 ± 0.266	Bq / kg乾
	12 ~ 14		0.577 ± 0.204	
	14 ~ 16		0.248 ± 0.104	
	16 ~ 18		0.215 ± 0.104	
	18 ~ 20		0.0888 ± 0.0370	
	20 ~ 22		0.0555 ± 0.0333	
	22 ~ 24		0.115 ± 0.052	
	24 ~ 26		0.137 ± 0.081	
	26 ~ 28		0.0629 ± 0.0444	
	28 ~ 30		0.0148 ± 0.0407	
E	E 0 ~ 2		0.426 ± 0.333	
	2 ~ 4		1.86 ± 0.15	
	4 ~ 6		1.53 ± 0.19	
	6 ~ 8		1.39 ± 0.02	
	8 ~ 10		0.329 ± 0.085	
	10 ~ 12		0.0666 ± 0.1184	
	12 ~ 14		0.263 ± 0.137	
	14 ~ 16		0.0148 ± 0.0444	
	16 ~ 18		0.0666 ± 0.0666	
	18 ~ 20		0.0740 ± 0.0925	
	20 ~ 22		0.0592 ± 0.0370	
	22 ~ 24		0.0444 ± 0.0296	
	24 ~ 26		0.0259 ± 0.0555	
	26 ~ 28		0.0703 ± 0.0481	
	28 ~ 30		0.0185 ± 0.0222	

文献名 ^{241}Am and Plutonium in Japanese Rice-field Surface Soils
 時期 1957年から1980年
 調査機関 Masayoshi Yamamoto

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試料	場所	採取期間		単位
水田	北海道	1963	0.411 ± 0.026	Bq/kg
	岩手		0.466 ± 0.037	
	宮城		0.326 ± 0.030	
	茨城		0.333 ± 0.033	
	埼玉		0.385 ± 0.033	
	東京		0.344 ± 0.030	
	山梨		0.315 ± 0.026	
	三重		0.577 ± 0.030	
	大阪		0.078 ± 0.007	
	岡山		0.218 ± 0.019	
	秋田		0.851 ± 0.096	
	新潟		1.029 ± 0.056	
	石川		0.818 ± 0.037	
	鳥取		0.688 ± 0.033	
	福岡		0.359 ± 0.022	
日本海側		0.847 ± 0.141		
太平洋側		0.340 ± 0.141		
全平均		0.481 ± 0.263		
	北海道	1976	0.185 ± 0.015	
	岩手		0.614 ± 0.041	
	宮城		0.189 ± 0.019	
	茨城		0.170 ± 0.019	
	埼玉		0.366 ± 0.030	
	東京		0.403 ± 0.041	
	山梨		0.185 ± 0.007	
	三重		0.300 ± 0.030	
	大阪		0.107 ± 0.011	

試 料	場 所	採取期間		単 位
水 田	岡 山	1976	0.192 ± 0.015	Bq/kg
	秋 田		0.803 ± 0.056	
	新 潟		0.969 ± 0.067	
	石 川		0.932 ± 0.044	
	鳥 取		0.429 ± 0.037	
	福 岡		0.414 ± 0.037	
	日本海側		0.784 ± 0.248	
	太平洋側		0.281 ± 0.159	
	全 平 均		0.418 ± 0.285	

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間		単 位
水 田	新 潟	1957	1.399 ± 0.026	Bq/kg
		1958	0.385 ± 0.037	
		1961	0.459 ± 0.030	
		1963	1.029 ± 0.033	
		1967	1.432 ± 0.033	
		1970	0.810 ± 0.030	
		1976	0.969 ± 0.026	
		1980	0.877 ± 0.030	
	秋 田	1958	0.271 ± 0.026	
		1961	0.324 ± 0.037	
		1963	0.851 ± 0.030	
		1967	0.747 ± 0.033	
		1970	0.725 ± 0.033	
		1976	0.803 ± 0.030	
		1980	0.559 ± 0.026	

文 献 名 日本の主要河川中のプルトニウム含有量
 気象研究所研究報告 24, 1, 75 - 78, 1973
 時 期 1966 年から 1967 年
 調査機関 Miyake Yasuo et al

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間	溶 液	懸 潣	単 位
河川水	石狩川				mBq/ $\frac{1}{\ell}$
	北上川	1966. 8	0.0252 ± 0.0026	0.0211 ± 0.0022	
	最上川	1966. 8	0.0666 ± 0.0037	0.0211 ± 0.0022	
	信濃川	1966. 10	0.0085 ± 0.0007	0.0141 ± 0.0011	
	利根川	1966. 9	0.1539 ± 0.0074	0.0078 ± 0.0007	
	木曽川	1966. 10	0.0189 ± 0.0019	0.0107 ± 0.0007	
	淀川	1967. 8	0.0026 ± 0.0004	0.0048 ± 0.0004	
	吉野川	1967. 8	0.0189 ± 0.0019	0.0122 ± 0.0011	
	旭川	1967. 8	0.0096 ± 0.0007	0.0085 ± 0.0007	
	筑後川				

文 献 名 日本の主要河川中のプルトニウム含有量
 気象研究所研究報告 32, 4, 301 - 305, 1981
 時 期 1978 年から 1980 年
 調査機関 Hirose Katsumi et al

対象核種 $^{239} + ^{240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間	溶 液	懸 潣	単 位
河 川 水	石 狩 川	1978. 10	0.0100	0.0052	mBq/ \pm L
	北 上 川	1978. 10	0.0033	0.0056	
	最 上 川	1978. 10	0.0107	0.0015	
	信 濃 川	1978. 10	0.0019	0.0011	
	利 根 川	1980. 2	0.0581	0.0007	
	木 曾 川	1979. 10	0.0104	0.0059	
	淀 川	1979. 10	0.0007	0.0030	
	吉 野 川	1979. 10	0.0011	0.0048	
	旭 川	1979. 10	0.0004	0.0004	
	筑 後 川	1979. 10	0.0303	0.0019	

東京における降下量

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu

試 料	場 所	採 取 期 間	$^{239+240}\text{Pu}$	^{238}Pu	単 位
降 下 物	東 京	1958まで	7.51	0.32	Bq/m ²
		1959	3.59	0.19	
		1960	1.59	0.063	
		1961	1.37	0.059	
		1962	4.07	0.24	
		1963	7.40	0.27	
		1964	6.84	0.20	
		1965	4.48	0.18	
		1966	2.70	0.048	
		1967	0.78	0.122	
		1968	0.92	0.093	
		1969	0.44	0.11	
		1970	0.22	0.070	
		1971	0.48	0.026	
		1972	0.18	0.019	
		1973	0.11	0.0037	
		1974	0.22	0.0022	
		1975	0.22	0.0037	
		1976	0.04	0.0074	
		1977	0.18	0.011	
		1978	0.26	*	
		1979	0.15	*	
		合 計	43.66	2.03	

文 献 名 海底付近における放射性核種のフラックス
 放射線医学総合研究所研究報告 特別研究「環境放射線の被爆評価に関する調査研究」
 時 期 昭和58年度～62年度
 調査機関 長屋裕也

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間		単 位
海水および海底堆積物中全量#	外 洋 (北太平洋、日本海、日本海溝域)		0.000111～0.00163 33.3～148	mBq/ m^2 Bq/ m^2
海水および海底堆積物中全量#	沿 岸 (東シナ海、相模湾)		0.00148～0.0844 7.4～77.7	mBq/ m^2 Bq/ m^2
堆 積 物	内 湾 (瀬戸内海) 紀 伊 大阪湾 備後灘 ひうち灘 安芸灘 広島湾		119 17 20 104 63 110 75 52 >39	Bq/ m^2

図より

文献名 環境放射線モニタリング

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採取期間			単 位	調査機関
北太平洋 中部海水	40° 02' N 156° 02' E	上層 下層 全	1980 ~ 1982	4.4 4.1 8.5	Bq / m ²	Nagaya et al, 1984
	39° 03' N 166° 00' E	上層 下層 全		7.8 4.1 11.8		
	38° 03' N 179° 43' W	上層 下層 全		7.0 6.3 13.3		
	30° 34' N 170° 43' E	上層 下層 全		5.6 9.3 14.8		
	25° 02' N 169° 59' E	上層 下層 全		4.4 1.9 6.3		
	12° 46' N 173° 18' E	上層 下層 全		5.6 1.1 6.7		
	11° 59' N 152° 28' E	上層 下層 全		5.6 7.4 13.3		
表面海水	茨城県沿岸	1980. 7	全 量	粒 子 状	mBq / $\pm \ell$	放射線医学総合研究所, 1985
			0.0078 ± 0.0030	—		
			0.0144 ± 0.0044	—		
			0.0196 ± 0.0059	0.0026 ± 0.0007		

試 料	場 所	採取期間			単 位	調 査 機 関
表面海水	茨城県沿岸	1980. 11	0. 0122 ± 0.0041	0. 0041 ± 0.0011	mBq/ [†] [‡] l	放射線医学総合研究所, 1985
		1981. 3	0. 0181 ± 0.0063	0. 0167 ± 0.0130		
		1981. 5	0. 0148 ± 0.0056	0. 0030 ± 0.0026		
		1981. 8	0. 0411 ± 0.0255	0. 0022 ± 0.0015		
		1981. 10	0. 0074 ± 0.0041	0. 0052 ± 0.0041		
		1982. 5	0. 0444 ± 0.0093	0. 0067 ± 0.0030		
		1982. 7	0. 0130 ± 0.0056	0. 0074 ± 0.0019		
		1982. 9	0. 0414 ± 0.0048	0. 0100 ± 0.0115		
		1983. 2	0. 0685 ± 0.0067	0. 0170 ± 0.0026		
		1983. 5	0. 0056 ± 0.0030	0. 0000 ± 0.0007		
		1983. 8	0. 0000 ± 0.0030	0. 0000 ± 0.0022		
		1983. 10	0. 0078 ± 0.0022	0. 0000 ± 0.0015		
		1983. 12	0. 0130 ± 0.0052	0. 0000 ± 0.0019		
		1984. 2	0. 0104 ± 0.0033	0. 0000 ± 0.0007		
		1984. 6	0. 0118 ± 0.0037	0. 0000 ± 0.0019		
	敦 賀 湾	1980. 10	0. 0270 ± 0.0093	—		
		1981. 10	0. 0159 ± 0.0144	—		
		1982. 10	0. 0226 ± 0.0030	—		

試 料	場 所	採取期間	全 量	粒 子 状	単 位	調 査 機 関
表面海水	東 京 湾	1980. 1	—	0.0030 ± 0.0011	mBq/ [†] <i>l</i>	放射線医学総合研究所, 1985
		1980. 1	0.0181 ± 0.0041	—		
		1980. 9	0.0056 ± 0.0037	—		
		1980. 9	0.0318 ± 0.0011	—		
海底 堆積物	東京湾 深さ cm	1980. 9			Bq/kg乾	
	0 ~ 5		2.98 ± 0.22			
	5 ~ 10		2.59 ± 0.02			
	10 ~ 15		3.52 ± 0.26			
	15 ~ 20		4.66 ± 0.37			
	20 ~ 25		5.29 ± 0.33			
	25 ~ 30		6.14 ± 0.44			
	30 ~ 35		5.00 ± 0.22			
	35 ~ 40		3.89 ± 0.22			
	40 ~ 45		1.26 ± 0.07			
	45 ~ 50		0.222 ± 0.037			
	50 ~ 55		—			
	55 ~ 60		—			
	60 ~ 65		—			
	65 ~ 70		—			
	東京湾 深さ cm	1981. 6				
	0 ~ 5		2.81 ± 0.11			
	5 ~ 10		2.74 ± 0.11			
	10 ~ 15		3.26 ± 0.11			
	15 ~ 20		4.63 ± 0.30			
	20 ~ 25		6.92 ± 0.15			
	25 ~ 30		5.29 ± 0.26			
	30 ~ 35		5.00 ± 0.26			
	35 ~ 40		2.52 ± 0.15			
	40 ~ 45		0.629 ± 0.037			
	45 ~ 50		0.222 ± 0.037			
	50 ~ 55		0.059 ± 0.007			

試 料	場 所	採取期間		単 位	調 査 機 関
海底 堆積物	東京湾 深さ cm 55 ~ 60 60 ~ 65 65 ~ 70	1981. 6	0.022 ± 0.007 * 0.074 ± 0.074	Bq／kg乾	放射線医学総合研究所, 1985
	相模湾 深さ cm 0 ~ 5 5 ~ 10 10 ~ 15 15 ~ 20 20 ~ 25 25 ~ 30 30 ~ 35 35 ~ 40 40 ~ 45 45 ~ 50 50 ~ 55 55 ~ 60 60 ~ 65 65 ~ 70	1981. 6	5.48 ± 0.30 3.29 ± 0.19 3.29 ± 0.15 1.26 ± 0.11 4.11 ± 0.22 3.44 ± 0.22 6.03 ± 0.37 5.25 ± 0.30 2.33 ± 0.11 3.33 ± 0.11 6.18 ± 0.22 1.78 ± 0.07 0.189 ± 0.011 0.0444 ± 0.0074		

文献名 Plutonium and ^{137}Cs in the Western North Pacific: Estimation of Residence Time of Plutonium in Surface Water
 時期 1979年～1987年
 調査機関 K. HIROSE

対象核種 $^{239} + ^{240}\text{Pu}$

試料	場所	採取期間	溶液	懸濁	合計	単位
海水	29° 59' N 137° 17' E	1979/01			27.0 ± 2.8	$\times 10^{-3}\text{mBq}/\text{L}$
	20° 05' N 137° 00' E				20.7 ± 1.7	
	6° 31' N 137° 00' E				8.5 ± 0.7	
	0° 30' N 137° 00' E				11.1 ± 0.9	
	27° 00' N 137° 00' E				31.0 ± 2.5	
	20° 00' N 137° 00' E				9.6 ± 0.8	
	10° 00' N 137° 00' E				2.3 ± 0.2	
	5° 00' N 137° 00' E				5.2 ± 0.4	
	2° 30' N 137° 00' E				5.2 ± 0.4	
	0° 03' N 137° 00' E				3.0 ± 0.3	
	15° 00' N 137° 00' E	1981/01	4.3 ± 0.3	0.41 ± 0.10	4.7 ± 0.3	
	10° 02' N 137° 02' E		6.9 ± 0.6	0.41 ± 0.10	7.3 ± 0.6	
	5° 02' N 137° 02' E	1982/01	9.8 ± 0.8	0.59 ± 0.15	10.4 ± 0.8	
	0° 00' N 137° 00' E		5.3 ± 0.4	0.36 ± 0.09	5.7 ± 0.4	
	30° 00' N 137° 00' E	1983/01	9.6 ± 0.8	0.21 ± 0.05	9.8 ± 0.8	
	11° 00' N 137° 00' E		4.4 ± 0.4	0.53 ± 0.10	4.9 ± 0.4	
	29° 59' N 137° 02' E	1984/01	6.5 ± 0.5	0.17 ± 0.05	6.7 ± 0.5	
	24° 00' N 137° 00' E		9.2 ± 0.7	0.15 ± 0.04	9.4 ± 0.7	
	14° 00' N 137° 00' E		6.5 ± 0.5	0.51 ± 0.13	7.0 ± 0.5	
	9° 55' N 136° 59' E		8.8 ± 0.7	0.35 ± 0.09	9.2 ± 0.7	
	4° 55' N 137° 02' E		3.6 ± 0.4	0.28 ± 0.07	3.9 ± 0.4	
	30° 00' N 137° 00' E		8.8 ± 0.7	0.77 ± 0.15	9.6 ± 0.7	
	20° 00' N 137° 00' E		6.2 ± 0.5	0.15 ± 0.04	6.4 ± 0.5	
	24° 59' N 137° 00' E		6.5 ± 0.5	0.17 ± 0.07	6.7 ± 0.5	
	14° 00' N 137° 00' E		5.9 ± 0.5	0.42 ± 0.11	6.3 ± 0.5	
	5° 00' N 137° 00' E		2.6 ± 0.3	0.15 ± 0.04	2.7 ± 0.3	
	0° 02' N 136° 59' E		2.5 ± 0.3	0.13 ± 0.03	2.6 ± 0.3	

試料	場 所	採取期間	溶 液	懸 濁	合 計	単 位
海水	30° 00' N 136° 59' E	1985 / 01	8.6 ± 0.7	0.14 ± 0.04	8.7 ± 0.7	$\times 10^{-3} \text{ mBq/l}$
	25° 00' N 137° 00' E		4.8 ± 0.4	0.22 ± 0.06	5.0 ± 0.4	
	20° 00' N 136° 59' E		3.7 ± 0.3	0.14 ± 0.04	3.8 ± 0.3	
	14° 59' N 136° 58' E		4.4 ± 0.4	0.42 ± 0.10	4.8 ± 0.4	
	10° 05' N 136° 59' E		2.3 ± 0.3	0.16 ± 0.04	2.5 ± 0.3	
	5° 02' N 137° 00' E		1.8 ± 0.2	0.37 ± 0.09	2.2 ± 0.2	
	0° 00' N 137° 00' E		2.3 ± 0.3	0.36 ± 0.09	2.7 ± 0.3	
	24° 00' N 136° 59' E		5.1 ± 0.4	0.46 ± 0.11	5.6 ± 0.4	
	17° 00' N 137° 00' E		3.7 ± 0.3	0.51 ± 0.13	4.2 ± 0.3	
	10° 00' N 137° 00' E		3.0 ± 0.3	0.37 ± 0.09	3.4 ± 0.3	
	4° 30' N 137° 00' E		2.3 ± 0.3	0.41 ± 0.10	2.7 ± 0.3	
	0° 25' N 137° 00' E		2.1 ± 0.2	0.30 ± 0.08	2.4 ± 0.2	
	27° 46' N 130° 45' E	1987 / 03	4.2 ± 0.3	0.25 ± 0.06	4.5 ± 0.3	

文献名 海産物を通じてのアクチニド元素の経口摂取
 京都大学原子炉実験所 Technical Report KURRI-TR, 290, 46-51, 1987
時期 1962年, 1983-85年
調査機関 秋田大学医学部 久松俊一

文献名 INGESTION INTAKE OF FALLOUT Pu IN JAPAN
 Health Phys., 52, 2, 193-200, 1987
時期 1962年, 1983-85年
調査機関 S. HISAMATSU et al

文献名 フォールアウトPuの環境から人体への移行に関する研究
 秋田医学, 13, 275-300, 1986
時期 1959-62, 1983-84年
調査機関 秋田大学医学部 久松俊一

文献名 Fallout Pu IN JAPANESE DIET
 Health Phys., 51, 4, 479-487, 1986
時期 1959-62, 1983-84年
調査機関 S. HISAMATSU et al

秋田市における藻類中の濃度 1984, 1985年

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

	1984	1985
	mBq/g(dry) × 100	mBq/g(dry) × 100
ノリ	0.59 ± 0.15	0.22 ± 0.04
ワカメ	5.2 ± 0.7	4.1 ± 0.7
コンブ	3.2 ± 0.3	1.9 ± 0.4
ヒジキ	7.8 ± 1.9	1.4 ± 3.0

男鹿半島における海藻および海水中のプルトニウム濃度 1977年

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	Bq/kg生 × 100	観 察 比 $(\text{Bq}/\text{kg})/(\text{Bq}/\ell) \times 10^{-2}$
ワ カ メ	0.74 ± 0.04	1.3
ア ナ ア オ サ	1.4 ± 0.1	2.4
ジ ョ ロ モ ク	2.3 ± 0.1	3.9
ホ ン ダ ワ ラ	3.0 ± 0.2	5.1
	3.1 ± 0.1	5.3
	3.2 ± 0.1	5.4
	5.6 ± 0.4	9.5
ピ リ ヒ バ	12 ± 1	20
海 水	0.0059 ± 0.0015 × 100 Bq/ ℓ	

秋田市における陸上食物中のプルトニウム濃度 1977年

対象核種 $^{239+240}\text{Pu}$

試 料	場 所	採 取 期 間	mBq/kg生
大 根	秋 田	1977	0.023 ± 0.007
米	秋 田	1977	0.052 ± 0.017
キ ャ ベ ツ	秋 田	1976	0.13 ± 0.03
	秋 田	1977	0.035 ± 0.011
ホ ン ダ ワ ラ	秋 田	1977	7.0 ± 1.1
ホ タ テ 貝	陸 奥 湾	1976	23. ± 3.
ナ マ コ	陸 奥 湾	1976	3.8 ± 0.5

日本の 6 都市の降下量

$^{239} + ^{240}\text{Pu}$ (Bq/m²)

年	東京		札幌		秋田		仙台		大阪		福岡	
	年間	積算	年間	積算	年間	積算	年間	積算	年間	積算	年間	積算
1954	0.55	0.55	0.50	0.50	0.71	0.71	0.50	0.50	0.30	0.30	0.71	0.71
1955	1.48	2.03	1.90	2.41	3.38	4.09	1.69	2.20	0.95	1.25	1.48	2.19
1956	1.66	3.74	1.80	4.20	2.80	6.89	1.84	4.04	1.01	2.26	1.88	4.07
1957	1.74	5.44	2.25	6.45	3.38	10.27	1.59	5.62	1.18	3.44	2.15	6.22
1958	2.11	7.55	1.55	8.01	4.38	14.65	2.15	7.77	1.35	4.79	2.39	8.61
1959	3.59	11.14	0.75	8.76	7.09	21.74	2.70	10.47	1.06	5.85	1.24	9.85
1960	1.59	12.73	1.33	10.09	2.06	23.79	1.66	12.13	1.39	7.25	1.72	11.57
1961	1.37	14.10	1.43	11.52	2.48	26.27	1.24	13.37	0.72	7.96	1.83	13.40
1962	4.07	18.17	5.33	16.85	7.34	33.60	5.07	18.44	2.21	10.17	6.23	19.63
1963	7.40	25.57	8.30	25.14	15.70	49.30	6.62	25.07	5.37	15.55	7.79	27.42
1964	6.84	32.41	13.85	38.99	16.95	66.25	12.02	37.08	6.05	21.60	6.92	34.34
1965	4.48	36.89	3.96	42.95	10.31	76.56	3.12	40.21	2.50	24.10	3.96	38.30
1966	2.70	39.59	3.45	46.40	6.30	82.86	2.70	42.91	2.55	26.65	2.85	41.15
1967	0.78	40.37	0.96	47.36	1.73	84.59	0.86	43.77	0.76	27.41	0.93	42.08
1968	0.92	41.29	0.85	48.21	1.35	85.94	0.92	44.70	0.85	28.26	0.85	42.93
1969	0.44	41.74	0.44	48.66	0.74	86.68	0.41	45.10	0.34	28.60	0.41	43.34
1970	0.22	41.96	0.17	48.83	0.30	86.98	0.13	45.23	0.13	28.73	0.17	43.51
1971	0.48	42.44	0.36	49.19	0.83	87.81	0.42	45.66	0.52	29.25	0.44	43.95
1972	0.18	42.62	0.23	49.42	0.28	88.09	0.20	45.86	0.15	29.40	0.22	44.17
1973	0.11	42.73	0.14	49.56	0.29	88.38	0.08	45.94	0.15	29.55	0.18	44.35
1974	0.22	42.96	0.20	49.76	0.34	88.72	0.22	46.16	0.14	29.69	0.14	44.49
1975	0.22	43.18	0.27	50.03	0.33	89.05	0.18	46.34	0.18	29.86	0.22	44.71
1976	0.04	43.22	0.05	50.08	0.06	89.10	0.03	46.37	0.03	29.89	0.03	44.74
1977	0.18	43.40	0.25	50.33	0.15	89.26	0.16	46.53	0.12	30.02	0.13	44.86
1978	0.26	43.66	0.32	50.65	0.25	89.51	0.21	46.74	0.18	30.20	0.18	45.04
1979	0.15	43.81	0.16	50.81	0.16	89.67	0.15	46.89	0.14	30.34	0.13	45.17
1980	0.04	43.84	0.08	50.89	0.67	89.75	0.05	46.94	0.08	30.42	0.06	45.24

* 東京 1958 年までは降雨量より見積もり、ほか実測

そのほかの都市 ^{90}Sr 降下物より見積もり