

沖縄県における環境放射能の調査研究（昭和58年度）

金城義勝、宮国信栄、外間惟夫

Research of Environmental Radioactivity in Okinawa. (Apr, 83~Mar, 84)

Yoshikatsu KINJO, Shinei MIYAGUNI and Nobuo HOKAMA

I はじめに

本県は地理的条件から中国核爆発実験による放射性降下物の影響を受け易く、また原子力軍艦の寄港地でもある。

核爆発実験、原子力軍艦に共通なものとして核燃料使用に伴う核分裂生成物がある。特に大気圏内における核爆発実験では核爆発によって生成する核分裂生成物が高層気流に乗り、雨水、ちりに混ざり放射性降下物として地球的規模での環境汚染をもたらす。それゆえ両者の環境汚染への寄与を知るためには長期的な環境試料中のバックグラウンド調査が必要である。

この様な状況にかんがみ、本県では昭和47年以来、通常業務として環境放射能調査を実施して来たのでここに昭和58年度の結果及び過去5ヶ年間の推移を報告する。

II サンプリング及び処理、測定法

1 対象

雨水（定時採取1mm以上）、雨水ちり（月間）、農畜産物（牛乳、大根、ホウレン草）、土壌、海水、海底土、海産生物、空間線量（サーベイメータ、モニタリングポスト）

2 採取及び測定地点

雨水及び雨水ちりは大里村、与那城村、上水、土壌、日常食は那覇市、海水、海底土は嘉手納（水釜港）、運天港、大浦湾、中城湾（ホワイトビーチ）、馬天港で採取した。

また、農畜産物、海産生物は勝連町、糸満市、石垣市、久米島で購入及び直接採取した。

3 処理及び測定法

試料の処理及び測定法は科学技術庁編「全ベータ放射能測定法」、「放射能調査委託計画書」、「ゲルマニウム半導体検出器を用いた機器分析法」、

「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための前処理」に基づいた。

4 使用測定器

- (1) ALoka HANDY SCALER GM—HLB—2501.
- (2) ALoka LOW BACK COUNTER LBC—22B.
- (3) ALoka NaI (Tl) サーベイメータ TCS 121C
- (4) ALoka モニタリングポスト
- (5) CANBERRA 4K—MCA Model 8180
CANBERRA Ge(Li) 検出器、Model 7229-7500

III 結果及び考察

1 雨水（降雨毎、定時採取）

雨水の調査結果を表1に、年度間平均値推移を図1に示した。

降雨量が1mm以上のとき採取した本年度の雨水の測定検数は105で、年度間の最上値は9月の44.66 pCi/l 最下値は不検出であった(表1)。

月別の平均値推移では初秋の10月に最も高いピークがみられ、12月～3月にかけて安定した値を示し、4月以降は減少する傾向を示した(表1)。

年度間平均値は8.80 pCi/lで、図1の年度間平均値推移に示した様に昭和55年度をピークに減少する傾向がみられたが、今年度は前年度の3.50 pCi/lに比べ約2.5倍の増加であった。

この様な増加の原因として、図2にみられる様に雨水中の平均蒸発残渣が前年度の0.197mg/mmに対し今年度は0.376mg/mmと約1.9倍の増加を示していることから塵埃の影響による自然変動内での増加が考えられる。

ちなみに、図1において昭和55年度にピーク

表1 雨水中の全ベータ放射能

(大里村、公害衛研)

採取年月	検数	採取雨量 (mm)	最下値 (pCi/l)	最上値 (pCi/l)	平均値 (pCi/l)
昭和58年 4月	12	136.0	不検出	13.01	6.35
” 5月	13	271.8	”	11.83	3.25
” 6月	11	133.8	”	16.46	4.22
” 7月	8	152.8	”	29.67	8.99
” 8月	13	251.5	”	9.47	1.19
” 9月	10	99.3	”	44.66	7.02
” 10月	2	39.7	21.09	27.68	24.38
” 11月	4	39.6	7.26	22.43	13.14
” 12月	4	13.8	不検出	24.84	9.81
昭和59年 1月	11	161.3	”	21.88	9.07
” 2月	8	47.5	”	17.62	8.62
” 3月	9	217.0	”	30.18	9.53

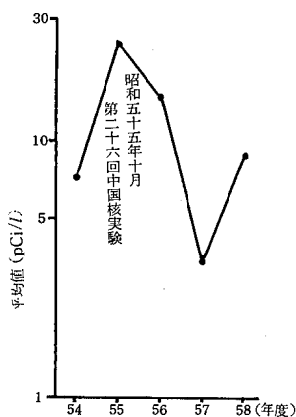


図1 雨水の放射能推移

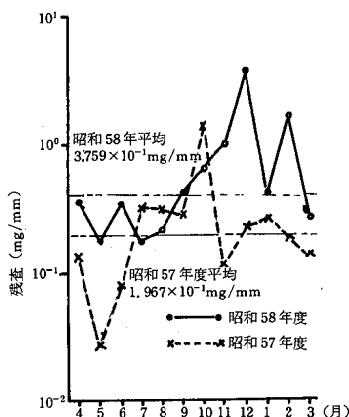


図2 降雨量1mmあたりの雨水検査

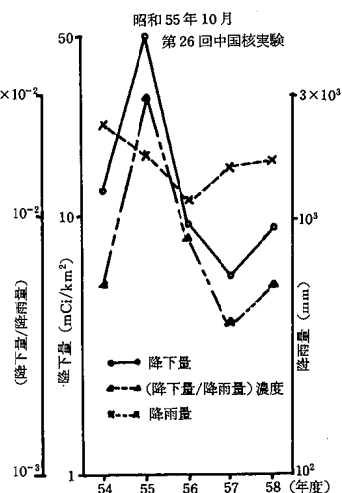


図3 雨水ちりによる放射能降下量推移

がみられるのは第26回中国核実験(10月16日)による放射性降下物が12月上旬から雨水中に検出される様になり、その影響は翌年の6月頃まで続いたためである。

2 雨水ちり(大型水盤)

雨水、ちりに伴う放射性降下物の月間降下量推移を表2に、年度間降下積算量推移を図3に示した。

今年度の雨水、ちりに伴う放射性降下物の年度間降下積算量は9.10 mci/km²で、前年度の5.94 mci/km²に比べ約1.5倍の増加を示したが、図3にみられる様に降雨量あたりの降下量係数で表

わせる濃度変化も約1.4倍に増加していることから、雨水試料と同様に塵埃の増加によるバックグラウンドレベル内の増加とみなされる。

しかし、月間降下量推移(表2)では雨水試料(表1)と異なり、台風の影響を受け易い8月に最も降下量が多くなるパターンを示した。

また、雨水と $y = 2.0833693x - 6.5754157$, $r = 0.86$ の相関関係がみられた。

3 上水、日常食、農畜産物、土壌

今年度の上水、日常食、農畜産物、土壌の調査結果を表3に示した。

(1) 上水

表2 雨水ちりによる全ベータ放射能月間降下量推移

(与那城村)

調査年月	採取期間	日数	降雨量 (mm)	降下量 kmCi/km ²
昭和58年 4月	4月1日～5月2日	32	174.0	0.30
“ 5月	5月2日～6月6日	35	204.0	0.59
“ 6月	6月6日～6月30日	24	125.5	0.38
“ 7月	6月30日～8月2日	33	166.5	0.40
“ 8月	8月2日～8月31日	29	188.5	2.78
“ 9月	8月31日～10月3日	33	379.0	1.39
“ 10月	10月3日～10月31日	28	53.5	0.44
“ 11月	10月31日～11月30日	30	10.0	0.80
“ 12月	11月30日～12月26日	26	22.5	0.26
昭和59年 1月	12月27日～1月31日	36	132.0	0.42
“ 2月	1月31日～2月29日	29	42.5	0.13
“ 3月	2月29日～3月27日	27	167.0	1.21

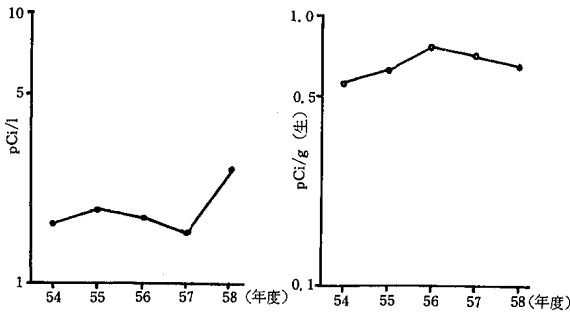


図4 上水の放射能推移

上水は水道蛇口水を対象に7月、1月の2回、各1ℓずつ採取し処理測定した(表3)。

今年度の上水の平均値は2.66 pCi/lで、前年度の1.51 pCi/lに比べ約1.8倍と雨水同様の増加傾向を示したが、測定試料が2試料と少ないことから有意の差は認められずバックグランドレベル内の変動とみなされる(表3、図4)。

また、年度間推移では図4にみられる様に第26回中国核実験が行なわれた昭和55年度にピークを示し、56年度から57年度にかけて減少傾向がみられ今年度増加する雨水と似た推移パターンが認められた。しかし、雨水との相関はみられなかった。

(2) 日常食

日常食は都市成人5人分を対象とし7月、2月に委託購入した(表3)。

今年度の年度間平均値は0.65 pCi/g(生)で、

前年度の0.71 pCi/g(生)に比べ約8%の減少傾向を示したが、有意の差は認められなかった(表3、図5)。

また、年度間推移では図5にみられる様に昭和54年度から徐々に増加し、中国核実験が行なわれた翌年の昭和56年度をピークに減少する傾向を示した。

(3) 農畜産物

農畜産物の調査結果は表3に、年度間推移は図6～9に示した。

牛乳は7月、12月に、大根、ホウレン草、米は12月に市販品を購入した。

大根(2.13 pCi/g(h)), ホウレン草(4.97 pCi/g(生)), 米(0.55 pCi/g(生)) 試料では前年度に比べ約1.3～1.7倍の増加傾向を示した。しかし、年1回の調査であり、しかも、農産物の放射能値は主として土壤中に存在する自然放射性核種のK-40に左右されることからバックグランドレベル内の推移とみなされる。

図6～8の年度間推移では、大根に雨水試料と類似の推移パターンが認められたが、他のホウレン草、米試料の場合はランダムな推移を示した。

また、牛乳(1.16 pCi/g(生))の場合は前年度に比べ約4%の減少を示したが有意の差は認められず、年度間推移でも安定した推移を示した。

(4) 土壌

土壌の調査結果は表3に、年度間推移を図10に示した。

表 3 上水、日常食、農畜産物、土壌の全ベータ放射能

試料名	部位	採取地	試料数	平均放射能値
上水	蛇口	那覇市	2	2.66 pCi/l
牛乳	市販	勝連町	2	1.16 pCi/g (生)
大根	根	"	1	2.13 "
ホウレン草	葉	"	1	4.97 "
米	精米	"	1	0.55 "
日常食	5日/1日分	那覇市	2	0.65 "
土壌	0-5 cm	"	1	24.67 pCi/g (乾)
土壌	5-20 cm	"	1	22.62 "

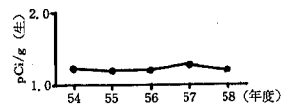


図 9 牛乳の放射能推移

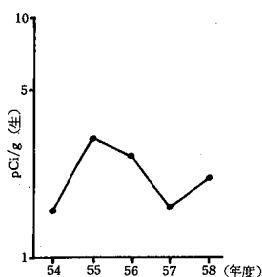


図 6 大根の放射能推移

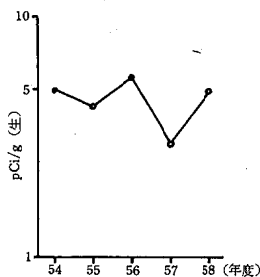


図 7 ホウレン草の放射能推移

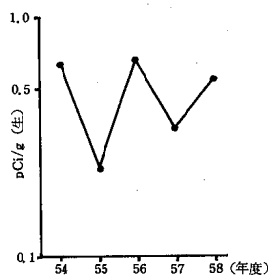


図 8 米の放射能推移

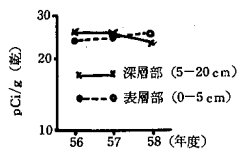


図 10 土壌中の放射能推移

土壌中の平均値は表層部 (0~5 cm) 24.67 pCi/g (乾)、深層部 (5~20 cm) 22.62 pCi/g (乾) で、前年度に比べ表層部で約 3% の増加、深層部で約 6% の減少がみられたが、いずれも有意の差は認められずバックグラウンドレベル内での変動とみなされる。

図 10 の年度間推移でもほとんど安定した推移を示した。また、56、57 年度では表層部より深層部がわずかに高くなる傾向がみられたが、今年度は表層部と深層部が逆転し表層部が高くなる傾向を示した。

4 海水、海底土、海産生物

調査結果を表 4 に、核種分析結果を表 5 に示した。

(1) 海水

表 4、表 5 にみられる様に海水中の放射能レベルは比較的安定した値を示し、各港湾毎の有意の差は認められない。

今年度の 5 地点平均値は 1.44 pCi/l で、前年度と比較し約 48% の増加傾向を示したが、核種分析結果から自然放射性核種の Tl-208、Bi-214

k-40 にも増加がみられ、雨水同様に塵埃の影響と考えられる。

また海水中の Cs-137 は 0.084 pCi/l ~ 0.102 pCi/l、平均 0.095 pCi/l であった (表 5)。

各港湾ごとの年度間推移は、図 11 ~ 15 にみられる様に運天港を除く 4 地点で類似の推移パターンを示した。

(2) 海底土

海底土の調査結果は表 4、表 5 に、各港湾ごとの年度間推移を図 12 に示した。図にみられる様に海底土の放射能値は底質に左右され、サンプリング地点の影響を受け易い。

5 地点の中で最も高い推移を示す馬天港は水分含量が 50% 近い有機物混入の粘土質である。嘉手納の水釜港で急激な増加傾向がみられるのは、サンプリング地点の違いによる底質の差によるもので、初年度は水路をさけて岸辺近くの粗砂を採取し、段々水路に近づく 57 年度から水路の細砂混じりの粘土質にサンプリング地点を移したことによるものである。運天港も当初水路をさけて岸辺近くの粗砂を採取し、翌年度より水路の土壌混じ

表4 海水、海底土、海産生物の全ベータ放射能

試料名	採取地	部位	検数	最低～最高	平均値	試料名	採取地	部位	検数	最低～最高	平均値
海	嘉手納港	表	2	1.16~1.84	1.50 pCi/l	海	嘉手納港	表層土	2	17.93~21.41	19.67 pCi/g 乾
"	運天港	"	2	1.37~1.63	1.50 "	"	運天港	"	2	8.33~8.97	8.65 "
"	大浦湾	"	2	1.13~1.64	1.38 "	"	大浦湾	"	2	4.24~6.22	5.23 "
"	中城湾	"	2	1.10~1.62	1.38 "	"	中城湾	"	2	4.04~7.77	5.91 "
"	馬天港	"	2	1.32~1.65	1.48 "	"	馬天港	"	2	22.62~22.78	22.70 "
タカサゴ	勝連町	可食部	2	3.98~6.06	5.02 pCi/g 生	メ	糸満市	可食部	1	2.21	2.21 pCi/g 生
	久高島沖	骨	2	0.50~0.79	0.64 "			骨	1	0.57	0.57 "
		内臓	2	1.72~2.15	1.94 "			内臓	1	1.59	1.59 "
カ	糸満市	可食部	1	3.82	3.82 "	フ	糸満市	可食部	1	3.82	3.82 "
		骨	1	0.75	0.75 "			骨	1	0.81	0.81 "
		内臓	1	2.74	2.74 "			内臓	1	2.52	2.52 "
シロイカ	石垣市	可食部	1	2.71	2.71 "	トサカガキ貝	久米島	内臓	1	1.83	1.83 "
		内臓	1	1.98	1.98 "	カネツケザル貝	"	ムキ身	1	2.26	2.26 "

表5 海水、海底土、海産生物の核種分析結果

試料名	採取地	検数	Ce-141	Ce-144	Zr-95	Nb-95	Cs-137	Mn-54	Zn-65	Co-60	Bi-7	Tl-208	Bi-214	K-40
海水	水	2	-	-	-	-	0.091	-	-	-	-	0.376	0.280	6.439
	運天港	2	-	-	-	-	0.084	-	-	-	-	0.321	0.349	6.601
	大浦湾	2	-	-	-	-	0.102	-	-	-	-	0.252	0.292	5.827
	中城湾	2	-	-	-	-	0.101	-	-	-	-	0.288	0.335	6.456
	馬天港	2	-	-	-	-	0.099	-	-	-	-	0.278	0.327	6.464
海底土	水	2	-	-	-	-	0.058	-	-	-	0.378	0.478	0.391	5.467
	運天港	2	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	0.147	0.127	5.104
	大浦湾	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.203	0.134	2.247
	中城湾	2	-	-	-	-	0.031	-	-	-	-	0.133	0.078	1.540
	馬天港	2	-	-	-	-	0.029	-	-	-	-	0.507	0.237	9.177
海産生物	タカサゴ	1	-	-	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-	4.436

(一) 3□で検出限界以下：海水 (pCi/l)；海底土 (pCi/g (乾))；海産生物 (pCi/g (生))

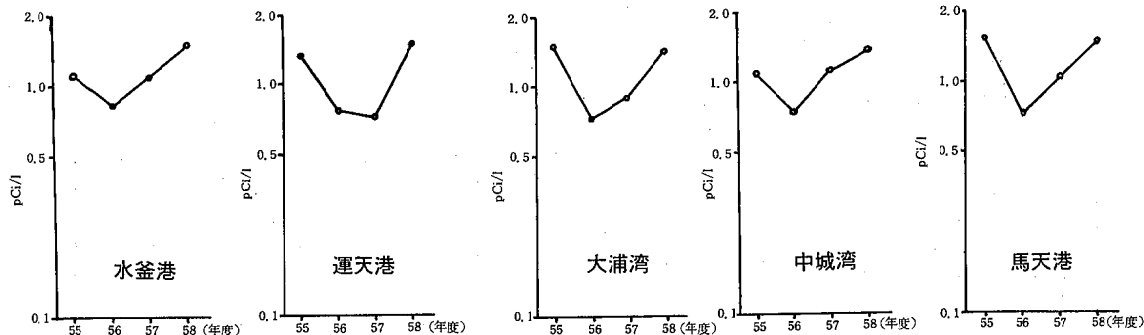


図11 海水の放射能推移

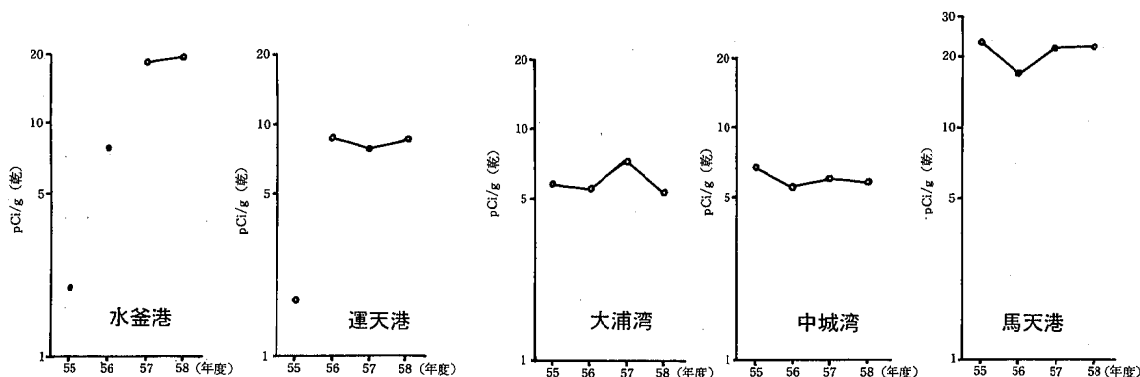


図12 海底土の放射能推移

り細砂を採取した。大浦湾の底質は赤土混じりの細砂で、中城湾は有機物がわずかに混入した灰色の細砂底質である。

また、各港湾とも前年度に比べ有意の差は認められずバックグラウンド内での変動推移とみられる。

(3) 海産生物

本県では県魚に指定されている沿岸魚のタカサゴを指標生物としており、タカサゴの核種分析結果は表5に示した。

タカサゴの可食部に放射性降下物の Cs-137 (半減期 30.17年) が検出されたが 0.008 pCi/g (生) と低い値であった。

また、海産生物の調査結果は表4、海水魚の可食部の年度間推移を図13に示した。

今年度の可食部の年度間平均値は 3.978 pCi/g (生) で、前年度 (2,998 pCi/g (生)) に比べ約1.3倍の増加傾向を示したが有意の差は認められずバックグラウンドレベルの推移とみなされる(図13)。

5 空間線量

サーベイメータによる月間推移を表6に、モニタリングポストによる月間推移を表7に示した。

(1) サーベイメータによる空間線量

サーベイメータによる空間線量の地形的条件として、与儀公園は周囲がアスファルト舗装されたわずかの草地であり、奥武山公園は周囲が木立に囲まれた台地であることから、奥武山公園は与儀公園に比べ約 3 mR/hほど高い値を示す傾向がみられた(表6、図22)。

今年度の平均線量率は与儀公園で 6.20 mR/h、奥武山公園で 9.25 mR/h と前年度に比べ両公園ともわずかに増加傾向がみられたが有意の差は認められないことからバックグラウンドレベル内での変動推移とみなされる(表6、図14)。

(2) モニタリングポスト

モニタリングポストによる今年度の平均線量率は 8.9 cps で、前年度に比べ約3%の減少傾向を示したが有意の差はみられないことからバック

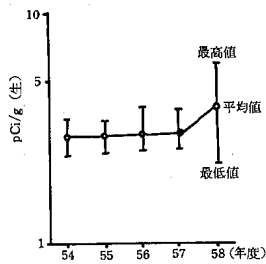


図13 海水魚(タカサゴ, 可食部)放射能推移

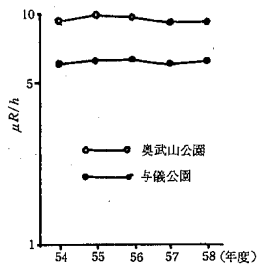


図14 サーベイメータによる空間線量推移

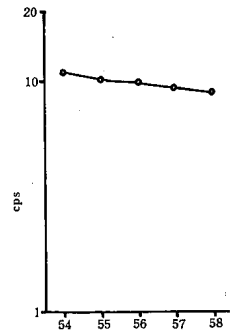


図15 モーニングポストによる空間線量推移

表6 サーベイメータによる空間線量率 ($\mu\text{R/h}$)

調査年月	与儀公園	奥武山公園
昭和58年 4月	6.14	8.59
5月	6.10	8.77
6月	6.06	9.27
7月	5.73	7.93
8月	6.26	8.93
9月	5.55	8.18
10月	5.86	9.68
11月	6.64	9.96
12月	7.39	10.29
昭和59年 1月	6.26	9.28
2月	6.27	10.44
3月	6.10	9.64

グランドレベル内での変動推移とみなされる(表7、図15)。

しかし、図15の年度間推移でみられる様に昭和54年度以降ずっと減少傾向を示しており、サーベイメータの年度間推移(図13)及び他の環境試料等の年度間推移とも異なったパターンを示しており、今後、機器の性能劣化等チェックする予定である。

IV まとめ

今年度の特徴として前年度に比べ全体的に増加傾向がみられたが、前年度との有意差が認められないことからバックグランドレベル内での変動推移とみなされた。また、昭和55年10月に行なわれた第26回中国核実験による放射性降下物の本県への影響も、各試料の年度間推移から昭和55年度をピークに減少し昭和57年度からはバックグランドレベルの推移とみなされた。

今年度の増加原因として、雨水試料の平均蒸発残査が前年度の0.197 mg/mmに対し、今年度は0.376 mg/mmと約1.9倍の増加がみられたことから塵埃の増加によるものと推察された。

過去5年間の平均放射能推移で、雨水、雨水ちり、上水、大根、空間線量(奥武山公園)は類似の推移パターンを示した。また、雨水、雨水ちりでは $y=2.0833693x-6.5754157$ 、 $r=0.86$ の相関がみられたが、他の試料では認められなかった。

海水中のCs-137は最低0.082 pCi/l、最高0.119 pCi/l 平均0.095 pCi/lであった。海底土の場合はサンプリング地点の底質に大きく依存

表7 モニタリングポストによる空間線量率 (cps)

調査年月	最下値	最上値	平均値
昭和58年 4月	8.2	13.6	9.4
5月	7.9	14.2	9.0
6月	7.8	13.9	8.7
7月	7.5	11.9	8.3
8月	7.8	11.3	8.6
9月	7.7	12.7	8.5
10月	7.9	11.6	8.6
11月	8.1	10.3	8.9
12月	8.1	14.1	9.0
昭和59年 1月	7.9	14.0	9.1
2月	7.8	14.0	9.1
3月	8.1	15.4	9.0

し、有機物混じりの粘土質は高い値を示し、粗砂質は低い値を示した。海底土中の Cs-137 は N.D ~0.065 pci/g (湿) の範囲であった。指標生物としてのタカサゴ (可食部) の Cs-137 は 0.008 pci/g (生) であった。

更に、海水、海底土のバックグラウンド調査を継続する事により、河川による沿岸域の汚染状況をも推察することが可能と考えられる。

空間線量は年度間推移から地形的条件の違いにより、奥武山公園が与儀公園より通常約 3 mR/h 程高い値を示した。

環境放射能調査において一般的に全ベータ放射能測定は敬遠される方向にある。その理由として測定値がグロスであり、内容の掌握が難しいこと

による為である。特に近年の様なバックグラウンドレベル内での変動現象ではなおさらの事を思われる。しかし、今回の一連の調査研究により環境モニタリングとしての一次的な機能は十分に発揮されるものと考ええる。更に二次的要因として、Sr-90 及び機器分析による核種分析を併用し全ベータ放射能との関連を調べる事により、詳細なバックグラウンドデータが得られるものと思われる。

参考文献

- 1) 金城義勝、他。"第 22 回～第 25 回 環境放射能調査研究成果論文抄録集"。昭和 54 年度～57 年度。