

# 愛媛県公害技術センター所報

第 5 号

昭和 58 年 12 月

Report of Ehime Prefectural Research  
Center for Environmental Protection

No. 5, Dec. 1983



愛媛県公害技術センター



## はじめに

昭和45年4月、衛生研究所に公害科が新設されその後、分離独立、名称変更など組織、機構の改変を経て、早や14年目を迎えました。

この14年間、われわれをとりまく生活環境の変容はまことに著しいものがありました。当初の危機的環境汚染は逐年改善され、公害の態様も産業型から都市型、生活型へと変化して今や、県民の環境保全に対するニーズは快適な生活環境の創造へと推移している現状であります。

当センターでは、このような時代の推移に即応した行政施策の技術担当部門としてその役割りにこたえるため鋭意研さん努力いたしますとともに関係者のご理解もいただき、技術の修得や、機器の整備・充実にも努めて参りました。

現在は東予支所を含めて、職員数は30名を数えており、愛媛県の公害防止対策や原子力行政の最前線で日夜、技術研究に取り組んでいるところでありますが、この職員の研究報告書を「所報第5号」としてお届けすることとなりました。

申すまでもなく、この報告書の内容は、日頃の業務に伴う調査や検査の範囲に限られているため、研究報告書としましては不十分な点もあることと存じますが、職員の真剣な努力をご理解していただき率直なご意見やご批判を賜りますようお願い申し上げます。

なお、今後も県政推進のため不断の努力を傾注する所存でございますので、何とぞ一層のご指導とご支援を賜りますよう併せてお願い申し上げます。

昭和58年12月

愛媛県公害技術センター

所長 鈴木 賢

# 目 次

## はじめに

1. 大気中水銀の試料採取方法の検討	1
2. 大気中の浮遊粒子状物質の測定に係る 光散乱法及び $\beta$ 線吸収法のデータ比較について	4
3. 鹿野川湖の水質（富栄養化の現況）	9
4. 水中に存在する塩化トリブチルスズ, 塩化ジブチルスズの定量方法	14
5. 底質中重金属のけい光X線分析方法	18
6. B-767の騒音レベルについて	23
7. 悪臭評価における物質濃度と臭気指数および 臭気強度について	26
8. 降雨による環境ガンマ線線量の増加	30
9. 4種類の容積線源によるGe(Li)半導体検出器 ガンマ線スペクトロメータの相対計数効率について	33
10. 環境放射線測定における機器の比較	38

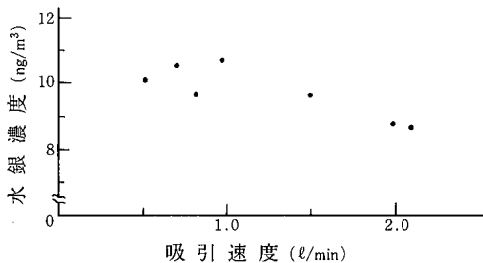


図3 試料採取速度による濃度変化

また、今回は、吸引能力の大きいダイヤフラムポンプを使用して1.5、2l/minの吸引を行ったが、携帯に便利な電池式のハンディポンプでは、1l/minを超えると等速で吸引することが困難であり、また、0.5l/min以下のような低速で吸引すると、低濃度の水銀捕集に長時間を必要とする。

以上のことから、大気中の水銀捕集は、0.7~1l/minで試料採取を行うのが適当と考えられる。

次に、試料採取時間による水銀濃度の影響をみるため、吸引速度を0.7l/minとして、6時間連続吸引して試料採取するとともに、これと並行して、1.5時間と3時間ごとに6時間内を分割して吸引を行い水銀濃度を測定した。なお、吸引時間は、県内で試料採取を行う場合の作業時間を考え最大6時間とした。

その結果を図4に示す。

図中の実線は、分割して得られた1.5時間値4個および3時間値2個の平均濃度と連続吸引濃度を結んだものである。

実線で示したように、6時間連続吸引して求めた水銀濃度は、1.5時間および3時間のそれぞれの平均濃度とほとんど同じであった。しかし、1.5時間ごとの場合は、それぞれの時間区分でばらつきがみられた。これは、大気中の水銀濃度が変化しているためと考えられる。

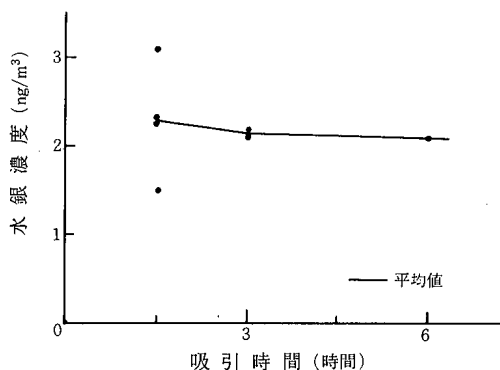


図4 試料採取時間による濃度変化

以上のことから、平均的濃度を求める場合は、吸引時間のある程度長時間にする必要があることがわかった。

また、環境大気中の水銀濃度のバックグラウンド値は1~数ng/m<sup>3</sup>と報告されており、吸引速度を0.7l/min、吸引時間を3時間とした場合、定量限界値は1ng/m<sup>3</sup>となり、バックグラウンド測定も可能である。

これらのことから、吸引時間は3~6時間程度が適当と考えられる。

### 3.3 試料採取管の影響

試料採取場所によっては、捕集管を試料採取部の先端につけることが困難な場合があるので、捕集管の前にビニール、テフロンおよびシリコンの試料採取管を取付けてみたが、採取管を付けないものに比べ高濃度となった。これは、サンプリング前の採取管への水銀の吸着によるものと考えられる。

そこで、この3種類の採取管のうち、最も影響の少なかった未使用のテフロン管1mを採取管として2回吸引をくり返し、採取管を付けないものと比較した結果が表1である。試料採取は、0.7l/minで2時間ずつ行った。

1回目(空吸引なし)は、テフロン管を付けた方がわずかに高い値となったが、2回目(空吸引後)は同濃度となった。採取管を使用しないでサンプリングすることが望ましいが、テフロン管を使用すれば、水銀濃度への影響は少いと考えられる。しかし、試料採取前に十分な空吸引が必要である。

表1 試料採取管の影響

	水銀濃度 (ng/m³)	
	テフロン管	採取管なし
1回目 (空吸引なし)	4.0	3.5
2回目 (空吸引後)	4.0	4.0

### 3.4 大気中の水銀濃度測定例

以上の結果に基づき、昭和57年度冬期に愛媛県下14か所において、吸引速度0.7l/min、吸引時間3時間で水銀濃度を測定した。1地点につき1日1回、2~4日試料採取を行った。

その結果、大気中の水銀濃度は1~9ng/m<sup>3</sup>(n=48, 気温20℃換算)であった。しかし、今回の調査は冬期の調査であるため今後は、冬期以外にも調査を行い、他の汚染物質や気温、風向、風速等の気象データもあわせて関連性を調査していきたい。

#### 4. ま と め

- (1) 水銀捕集管をねじ口式試験管に入れ封をすれば、最低6日間は保存できる。
- (2) 試料採取における吸引速度は、 $0.7\sim 1\ell/\text{min}$  が適当である。
- (3) 試料採取時間は、3～6時間が適当である。
- (4) 試料採取管（テフロン管）を使用する場合は、十分な空吸引が必要である。

#### 参 考 文 献

- 1) 坂元隼雄, 鎌田政明: 環境試料中の超微量水銀の定量, 日本化学会誌, (1), 32-39, 1981
- 2) 及川紀久雄, 斉藤活子他: 新潟地域における大気中水銀の分布, 第23回大気汚染学会講演要旨集, 201, 1982
- 3) 小林禧樹, 池沢正他: 環境大気中における水銀の動態, 大気汚染学会誌, 17, (5,6) 353-361, 1982
- 4) 及川紀久雄, 河辺安男他: 人間環境における水銀の挙動に関する研究(第2報), 日本公衆衛生雑誌, 23, (10), 659-663, 1976

### 3. 2. 相関関係及び回帰式

西条局、石根局における、光散乱法とβ線吸収法の実測値の相関関係及び光散乱法に対するβ線吸収法の回帰式を示したのが図3、図4である。

相関関係については、西条局で7月の相関が、5月6月に比べ弱かった。石根局では、3か月とも強い相

関がみられた。

また、回帰式からみて、西条局と石根局を比べると傾きでは、石根局の方が1に近く、切片についても石根局の方が0に近かった。

これは、A-632の方がβ線吸収法の実測値に近い値が得られたことを示している。

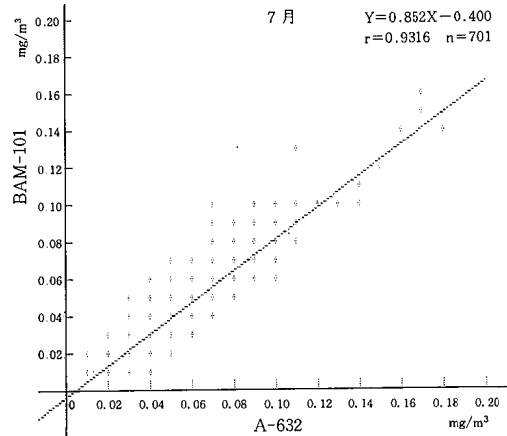
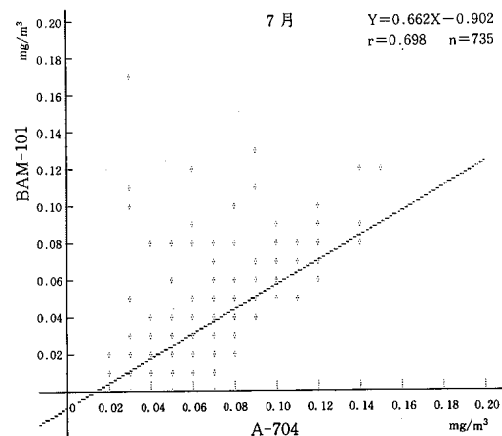
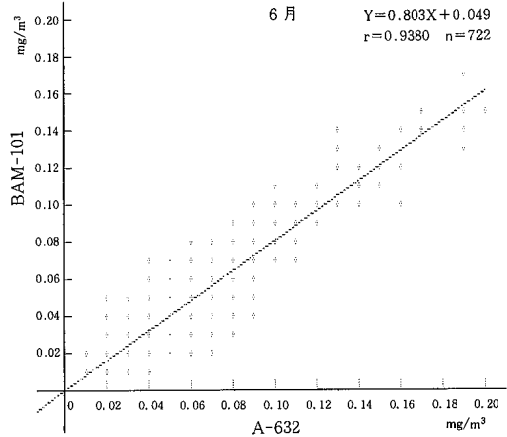
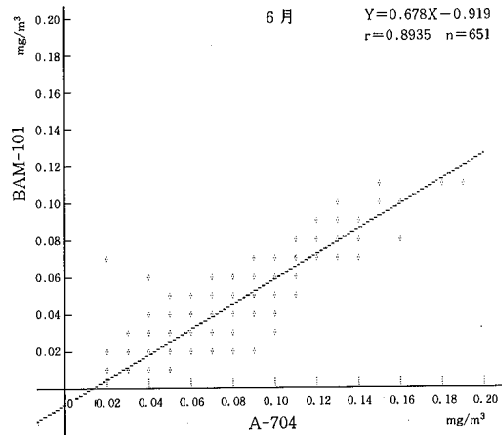
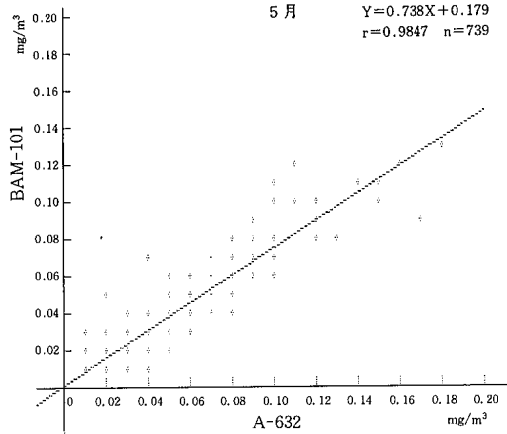
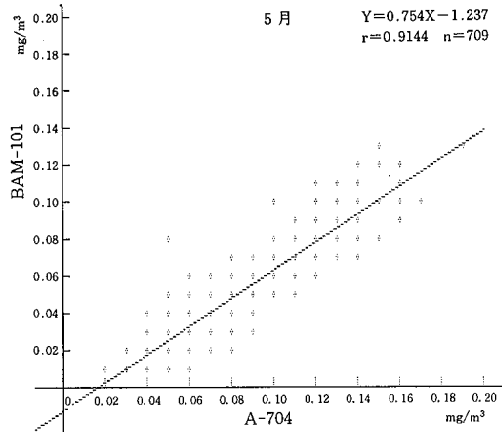


図3 A-704とBAM-101の相関(西条局)

図4 A-632とBAM-101の相関(石根局)

### 3. 3. $\beta$ 線吸収法実測値と光散乱法補正値の経時変化及び日変化

光散乱法に対する $\beta$ 線吸収法の回帰式を利用し、回帰式のXに光散乱法の実測値を代入し、光散乱法の補正データを算出し、その補正データと $\beta$ 線吸収法の実測データとの比較を行なったのが図5、図6である。

また、光散乱法補正データの日平均値と $\beta$ 線吸収法

の日平均値の推移を示したのが図7、図8である。

今回は、3か月という短期間で、1か月の回帰式における、日、時間での比較を行ったが、この比較検討を長期間行って補正値を算出すれば、光散乱法のデータから $\beta$ 線吸収法のデータに近い値を推察することができる。

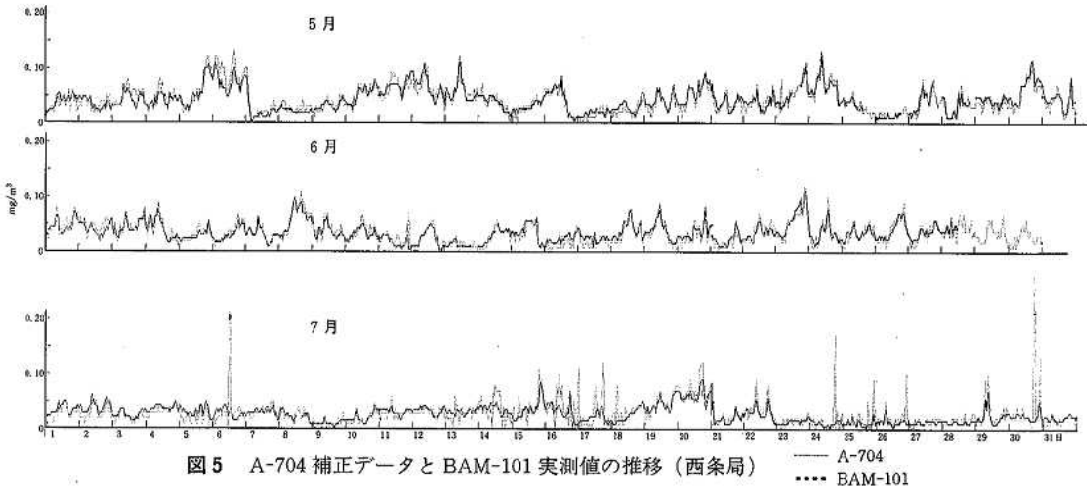


図5 A-704補正データとBAM-101実測値の推移(西条局)

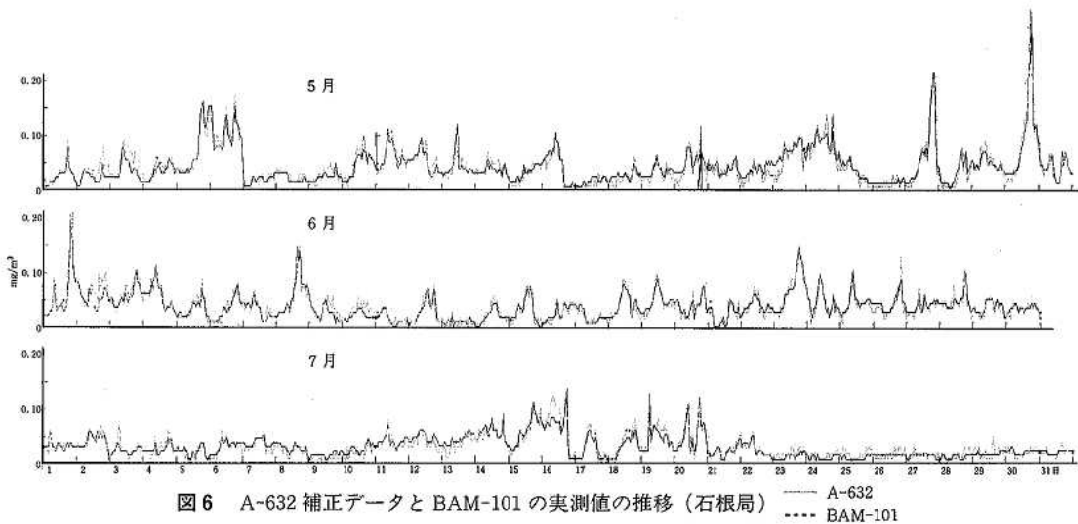


図6 A-632補正データとBAM-101の実測値の推移(石根局)

との相関係数を求め、表1に示した。

St 2はSt 1に比べると、全体的に相関が弱く、このことから、St 2では、まだ流入河川の影響が残り、湖水として十分安定していないことがうかがわれる。

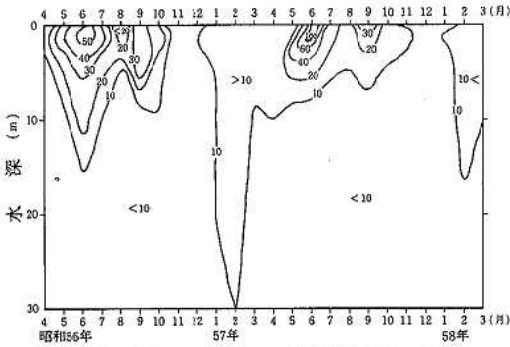


図2 クロロフィルaの鉛直分布 (µg/l)

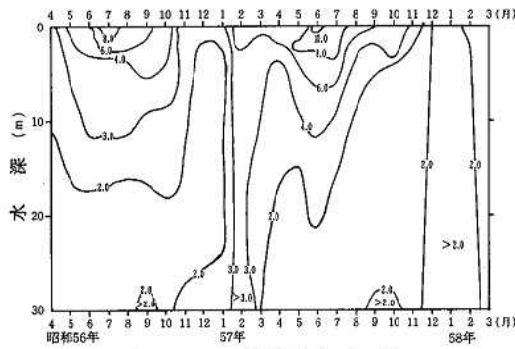


図3 CODの鉛直分布 (mg/l)

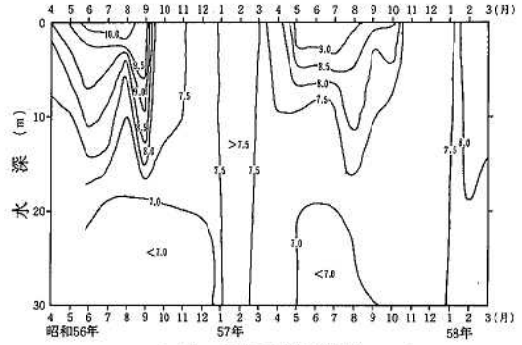


図4 PHの鉛直分布

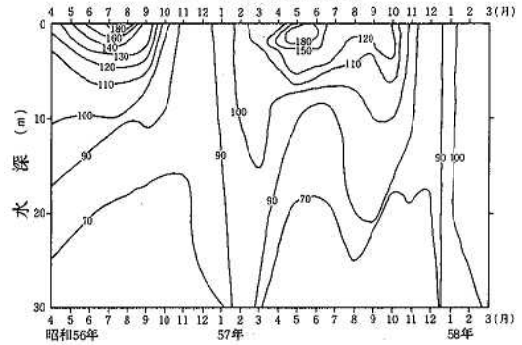


図5 DO飽和度の鉛直分布 (%)

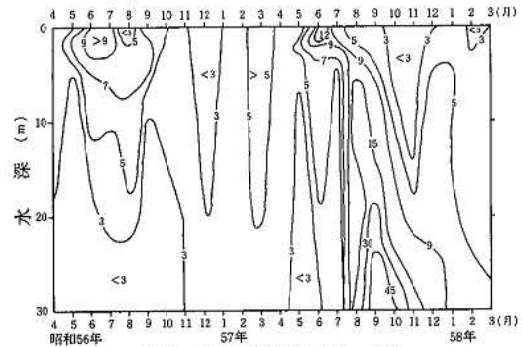


図6 SSの鉛直分布 (mg/l)

表1 相関係数

水深 (m)	pH-DO%		pH-COD		COD-SS		Chl-a-pH		Chl-a-DO%		Chl-a-COD		Chl-a-SS		Chl-a-T-P		Chl-a-PO4-P		Chl-a-T-N		Chl-a-NO23-N		
	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	St.1	St.2	
0.5	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
1	0.87	0.93	0.75	0.76	0.90	0.65	0.50	0.32	0.48	0.30	0.79	0.30	0.90	0.23	0.79	0.15	0.49	-0.18	0.84	-	-0.51	-	
2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
3	0.87	0.93	0.80	0.76	0.84	0.69	0.56	0.60	0.63	0.71	0.80	0.50	0.83	0.50	0.80	0.43	0.33	-0.31	0.73	-	-0.49	-	
5	0.88	0.90	0.89	0.69	0.80	0.52	0.70	0.57	0.93	0.74	0.79	0.64	0.67	0.52	0.76	0.41	0.01	-0.36	0.41	-	-0.64	-	
10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
20	0.91	0.91	0.81	0.60	0.52	0.42	0.80	0.48	0.87	0.87	0.76	0.49	0.44	0.33	0.73	0.41	-0.19	-0.30	-0.24	-	-0.65	-	
30(25)	0.82	0.78	0.62	0.42	0.23	0.23	0.76	0.43	0.74	0.56	0.69	0.24	0.21	0.60	0.41	0.34	-0.40	-0.34	-0.22	-	-0.54	-	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.65	0.41	0.10	0.07	0.10	0.28	0.63	0.09	0.39	0.52	0.32	0.47	0.08	0.28	0.10	0.06	-0.49	-0.71	0.28	-	-0.12	-	
	0.90	0.84	0.31	0.39	0.00	-0.21	0.77	0.82	0.59	0.73	0.33	0.41	0.05	0.22	-0.18	0.00	-0.65	-0.58	0.18	-	-0.25	-	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.88	0.81	0.28	0.37	0.17	0.01	0.81	0.94	0.66	0.69	0.42	0.31	0.12	-0.26	0.20	-0.49	-0.26	-0.64	0.69	-	-0.09	-	

\* 5%の危険率で有意, \*\* 1%の危険率で有意  
(注) St.2は水深30mに代えて25mとした。



St 1における、クロロフィルaとこれらの項目との相関は、上層で強く、下層に行くにしたがって弱くなる。特に、水深5m付近で、その相関係数は大きく変化する。これは、クロロフィルaの鉛直分布範囲とよく一致しており、上層の水質が植物プランクトンの影響を強く受けていることを示している。

通常、植物プランクトンは対乾燥量で0.5~1%のクロロフィルを含むと言われている。そこで、クロロフィルaとSSの回帰式を求め、その回帰係数から、SSの変動に占めるクロロフィルaの割合を求めた。

Chl-a-SSの相関の強いSt 1について各水深ごとにそ

水深(m)	回帰式	相関係数
0.5	$Y=9.4X-25.2$	$r=0.90$
1	$Y=6.9X-14.9$	$r=0.83$
2	$Y=5.8X-9.2$	$r=0.67$
3	$Y=2.5X+5.3$	$r=0.44$
5	$Y=0.65X+9.9$	$r=0.21$
10	$Y=0.10X+6.4$	$r=0.08$
20	$Y=0.02X+3.6$	$r=0.05$
30	$Y=0.03X+3.6$	$r=0.12$

X; SS(mg/l), Y; クロロフィルa ( $\mu\text{g/l}$ )

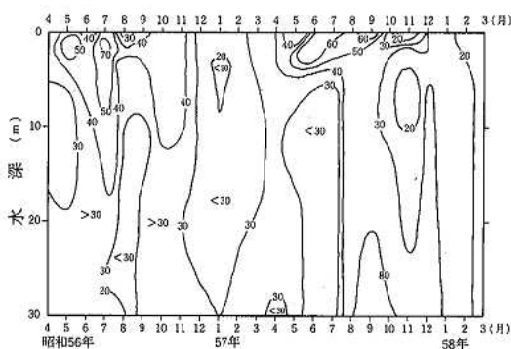


図7 全リンの鉛直分布 ( $\mu\text{g/l}$ )

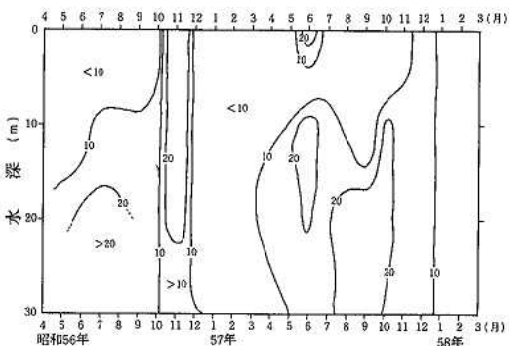


図8 リン酸態リンの鉛直分布 ( $\mu\text{g/l}$ )

の回帰式を示す。これらの回帰式からSSの変動中に占める割合は、水深0.5, 1, 2mにおいて、それぞれ約0.9, 0.7, 0.6%であることがわかる。このことから上層のSSの変動の主成分は植物プランクトンであると考えられる。

### 3.2. リン及び窒素

全リンは、図7に示すように、夏季に上層で高濃度で、冬季には、全層でほぼ均一に低濃度である。リン酸態リンは、図8に示すように、11月をのぞき、年間を通じて、全層でほぼ均一に低濃度である。11月に全層で一時的に高濃度になるのは、夏季成層期に還元状態になった底質から溶出したリンが、上下循環によって全層に分布するためと思われる。

一方、全窒素は、図9に示すように、6月に表層で高濃度であるほかは、年間を通じて、あまり大きな変動はない。

亜硝酸・硝酸態窒素は、他の項目と異なり、夏季に上層で低濃度で、冬季には、全層でほぼ均一に高濃度である。

クロロフィルaと栄養塩類との相関は、表1に示すように、植物プランクトンの増殖する水深5m以浅において、全窒素よりも全リンの方が強い。また、亜硝

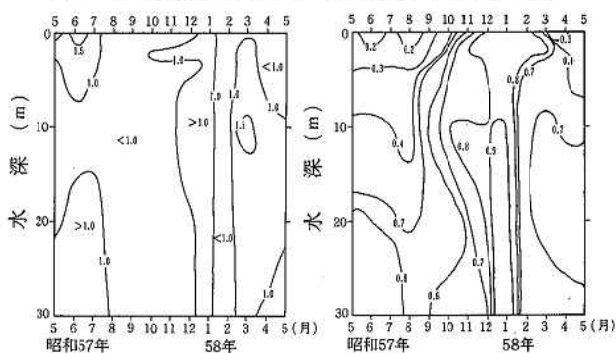


図9 全窒素の鉛直分布 (mg/l) 図10 亜硝酸, 硝酸態窒素の鉛直分布 (mg/l)

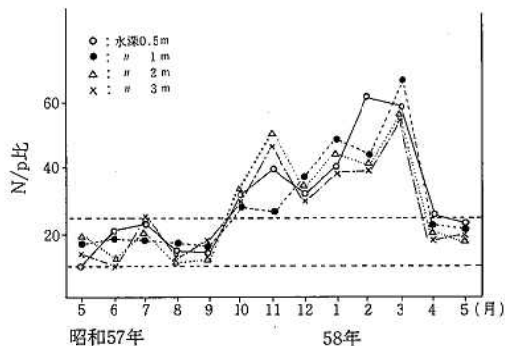


図11 N/P比の月別変化

酸・硝酸態窒素は、負の相関を示し、夏季に上層で植物プランクトンによって消費されていることがわかる。

淡水湖沼において、藻類増殖に必要な窒素とリンは、N/P比で10/1~25/1<sup>4)</sup>と一般に言われている。そこで、鹿野川湖について、全窒素と全リンを用いてN/P比を求め、図11に示した。

鹿野川湖においては、春から秋にかけて、N/P比は10/1~25/1の範囲にあり、冬季には25/1以上になる。これは、植物プランクトンが増殖を始める前には、湖水は窒素過剰であるが、増殖期にN/P比が小さくなるのは、窒素・リンとも植物プランクトン体内に取り込まれて、体内存在比(7/1)に近づくためと考えられる。

栄養塩類の季節変動や、クロロフィルaとの相関、N/P比から考察すると、鹿野川湖は、窒素とリンの濃度は比較的バランスがとれているが、どちらかというリン制限的であるといえる。

### 3. 3. 富栄養化の現況

富栄養化状態を示す指標として、相崎等によって提案された修正カルソン指標(TSI)がある。これは、クロロフィルaの濃度を基準にして、その濃度が、1000 $\mu\text{g}/\text{l}$ と0.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ の時、それぞれ100と0になるように次のように定めた。

$$\text{TSI}(\text{Chl}) = 10 \times (2.46 + \ln(\text{Chl}) / \ln 2.5) \text{---①}$$

Chl:クロロフィルa濃度 ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )

また、日本の調和型湖沼について、クロロフィルa

と透明度、全リンの間に次のような関係があると述べている。

$$\ln(\text{Chl}) = 3.69 - 1.53 \ln(\text{SD}) \text{---② } n=26 \text{ } r=-0.96$$

$$\ln(\text{Chl}) = 6.71 + 1.15 \ln(\text{TP}) \text{---③ } n=26 \text{ } r=0.90$$

SD:透明度(m) TP:全リン濃度(mg/l)

n:データ数 r:相関係数

②, ③式を①式に代入すると、SD及びTPからもTSIを求めることができ、④, ⑤式で表わされる。

$$\text{TSI}(\text{SD}) = 10 \times \left( 2.46 + \frac{3.69 - 1.53 \ln(\text{SD})}{\ln 2.5} \right) \text{---④}$$

$$\text{TSI}(\text{TP}) = 10 \times \left( 2.46 + \frac{6.71 + 1.15 \ln(\text{TP})}{\ln 2.5} \right) \text{---⑤}$$

図12と図13に②・③式の関係を得た相崎らの調査結果を示し、さらに、鹿野川湖の夏季(6~9月)の生産層における平均値をプロットした。また図中の上下の双曲線は相崎等のデータ<sup>7)</sup>から求めた99%信頼限界における回帰式の存在範囲を示す。鹿野川湖のデータのほとんどが双曲線の範囲内にあることから、ほぼ②, ③の回帰関係が存在するものと考えられる。さらに、各点の回帰式からのズレの標準偏差を求めると図12において、相崎等0.46、鹿野川湖0.52であり図13において、相崎等0.73、鹿野川湖0.55であった。これらの差は決して有意な差ではないと考えられる。

以上の検討結果から、鹿野川湖についても、④, ⑤式を用いてTSIを求めることができると考えられる。

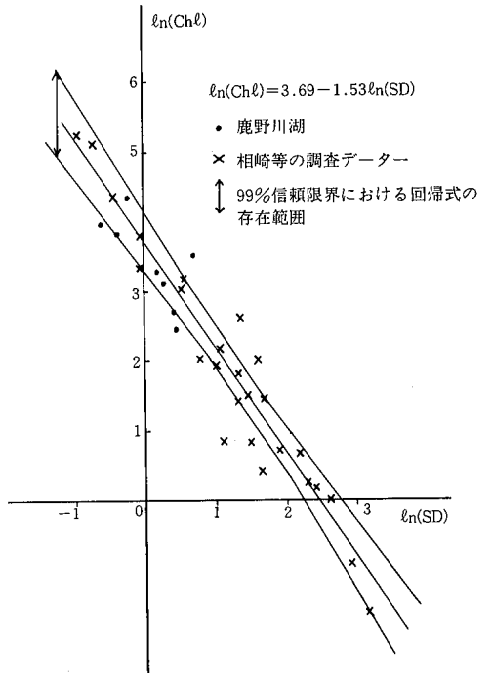


図12 クロロフィルaと透明度の関係

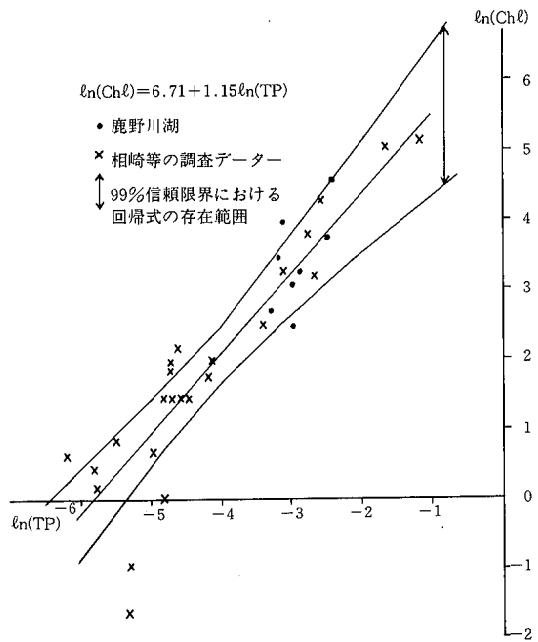


図13 クロロフィルaと全リンの関係

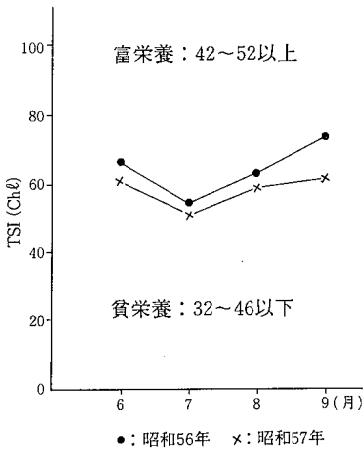


図14 TSI (Chl)

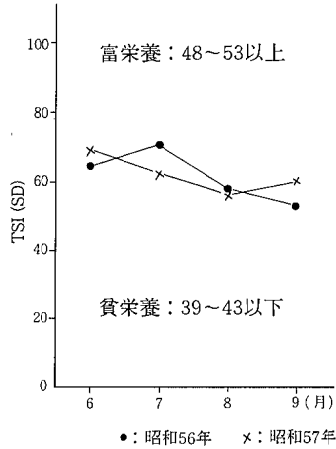


図15 TSI (SD)

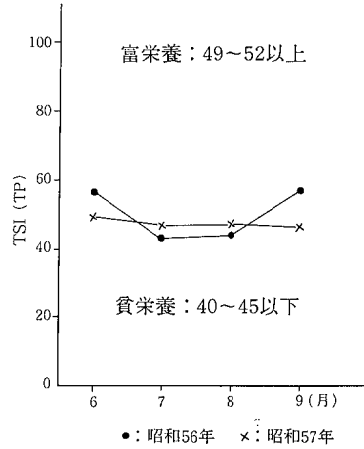


図16 TSI (TP)

そこで、TSI (Chl)、TSI (SD) 及び TSI (TP) を求め、図14~図16に示した。図に示すように、TSI の変動は小さく、安定しており、富栄養化の程度を表わす指標として適切であることがわかる。

相崎らによって示された富栄養・中栄養・貧栄養の分類を、鹿野川湖の TSI とともに表 2 に示す。TSI (Chl)、TSI (SD)、TSI (TP) から考えると、鹿野川湖は富栄養湖に分類される。これらの指数は、相崎等が調査した26湖沼のうちの精神湖、湯の湖の指数に相当する。

精進湖; TSI (Chl)=58, TSI (SD)=56,  
 TSI (TP)=64  
 湯ノ湖; TSI (Chl)=59, TSI (SD)=55,  
 TSI (TP)=63

#### 4. まとめ

鹿野川湖の富栄養化の現況を把握するために、昭和56年度及び57年度において、一般項目に加えて、クロロフィルaと栄養塩類の調査を実施した。その結果、次のような知見を得た。

- 1) 堰堤付近 (St 1) の水質は、上層で大きく季節変動する。その変動の主要因は、植物プランクトンである。特に、SS変動に占める植物プランクトンの割合は非常に高い。
- 2) 窒素とリンの濃度比は、藻類増殖に必要とされている範囲から、いくらか窒素過剰の範囲にあり、栄養塩類の季節変動や、クロロフィルaとの相関を考えあわせると、どちらかというリン制限的であるといえる。
- 3) クロロフィルa、透明度及び全リンを用いた修正カルソン指標を適用することが可能と考えられる。その指標から判断すると、鹿野川湖は富栄養湖と考えられる。

表 2 TSI による湖沼の分類と鹿野川湖の TSI

		TSI (Chl)	TSI (SD)	TSI (TP)
富 栄 養		42~52 以上	48~53 以上	49~52 以上
貧 栄 養		32~46 以下	39~43 以下	40~45 以下
中 栄 養		上記以外 の範囲	上記以外 の範囲	上記以外 の範囲
56年度 (6, 7, 8, 9月)	平均値	64.4	61.8	49.8
	標準偏差	8.7	7.7	7.5
57年度 (6, 7, 8, 9月)	平均値	58.0	62.0	47.6
	標準偏差	4.5	4.9	1.1

今後は、植物プランクトンや底質の調査、富栄養状態についての異なる方法での検討、富栄養状態にある鹿野川湖水質の肱川下流域に与える影響等を検討していきたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 有賀祐勝：水界植物群落の物質生産 II 共立出版 (1973)
- 2) 山岸宏一外：湖沼の汚染 築地書館 (1974)
- 3) 小泉清明：川と湖の生態 共立出版 (1978)
- 4) 日本水質汚濁研究会編：湖沼環境調査指針
- 5) 川村完外：諏訪湖における窒素リンの季節変動 全国公害研究会誌 (1980)
- 6) 国立公害研究所研究報告第23号：環境庁 (1981)
- 7) 小林龍一：相関回帰分析法入門 日科技連 (1977)

# 水中に存在する塩化トリブチルスズ、 塩化ジブチルスズの定量方法

越 智 久 尚・篠 崎 由 紀・林 弘

## 1. はじめに

これまで、有機スズ類の定量方法としては、有機溶媒に抽出し、無機スズに分解した後、比色法・ポーログラフ法・原子吸光法により定量する方法が広く行なわれてきたが、有機スズ種の同定が不可能であり、また、検出感度も不足していた。

これらのことから、和田らは、塩酸酸性下で、塩化トリアチルスズ等をベンゼンに抽出し、ECDで定量する方法<sup>1)</sup>、Chalesらは、水酸化トリフェニルスズをベンゼンに抽出し、水素化アルミニウムリチウムにより水素化合物を生成させ、GC-ECD・GC-FIDで定量する方法<sup>2)</sup>、Robertらは、発生させた水素化合物を低温捕集し、加温して脱離後、炎光光度型検出器で定量する方法<sup>3)</sup>、Harryらは、ブチルスズ類をグリニヤール試薬でメチル化し、GC-MSで定量する方法を報告している<sup>4)</sup>。

今回は、ブチル基の生物分解から生成する可能性のあるアルキル基と、導入アルキル基を区別するため、塩化トリブチルスズ(以下TBTC)、塩化ジブチルスズ(以下DBDC<sub>2</sub>)のベンチル化を行ない、GC-MSで定量する方法を検討したので、結果を報告する。

## 2. 試薬および機器

ベンゼン：残留農薬試験用 和光純薬製

ジエチルエーテル：無水 ドータイト

金属マグネシウム：グリニヤール反応用

和光純薬製

ベンチルブロマイド：特級 和光純薬製

GC-MID-MID：Shimadzu-LKB9000 島津製作所製

## 3. グリニヤール試薬の調製

ベンチルブロマイド31ml、金属マグネシウム6.1gを無水のエーテル中で反応させ、最終液量をエチルエーテルで100mlにした。

濃度は、ほぼ2.5Nである。

なお、グリニヤール試薬は、湿気に敏感なため、外気としゃ断し、窒素気流下で調製した。

## 4. 実 験

### 4. 1. トリブチルベンチルスズ(以下TBPT)およびジブチルジベンチルスズ(以下DBP<sub>2</sub>T)のマススペクトル

#### 4. 1. 1. TBPTのマススペクトル

TBPTのマススペクトルを図1に示す。

TBPTには、分子イオンピークは認められず、脱ブチルと共に水素が付加したピーク  $m/z$  305、それらを順次繰り返したピーク  $m/z$  249, 193が認められる。また、先ず、脱ベンチルと共に、水素が付加したピーク  $m/z$  291、次いで脱ブチルと水素付加を繰り返したピーク  $m/z$  235, 179がみられる。 $m/z$  121は、SnHのピークと思われる。

各ピークには、Snの同位体存在比の反映したピークが付随している。

#### 4. 1. 2. DBP<sub>2</sub>Tのマススペクトル

DBP<sub>2</sub>Tのマススペクトルを図2に示す。

DBP<sub>2</sub>Tにも分子イオンピークは認められない。先ず脱ベンチルと共に水素が付加したピーク  $m/z$  305、続いて、脱ベンチルと水素が付加したピーク  $m/z$  235が認められる。また、先ず、脱ブチルと水素が付加したピーク  $m/z$  319、次いで、脱ベンチルと水素付加を繰り返したピーク  $m/z$  249, 178、及び脱ブチル、脱ベンチルした後脱ブチル(各脱離は、水素付加を伴っている)したピーク  $m/z$  193がみられる。 $m/z$  121は、SnHのピークと思われる。

各ピークには、Snの同位体存在比の反映したピークが付随している。

### 4. 2. TBPT, DBP<sub>2</sub>Tのマスフラグメントグラフィー

$m/z$  291は、TBPT、 $m/z$  319は、DBP<sub>2</sub>Tに特有のフラグメントであり、 $m/z$  305は、両者に存在するフラグメントである。このことから、 $m/z$  291, 319を用いてマスフラグメントグラフィーを行うこととし、また、 $m/z$  305は、両者の妨害物質モニター用として用いることにした。

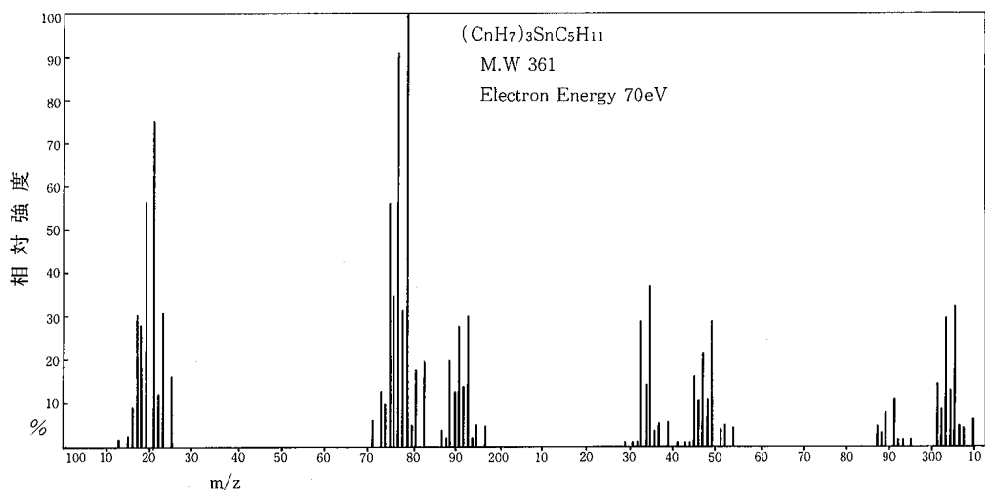


図1 TBPTのマススペクトル

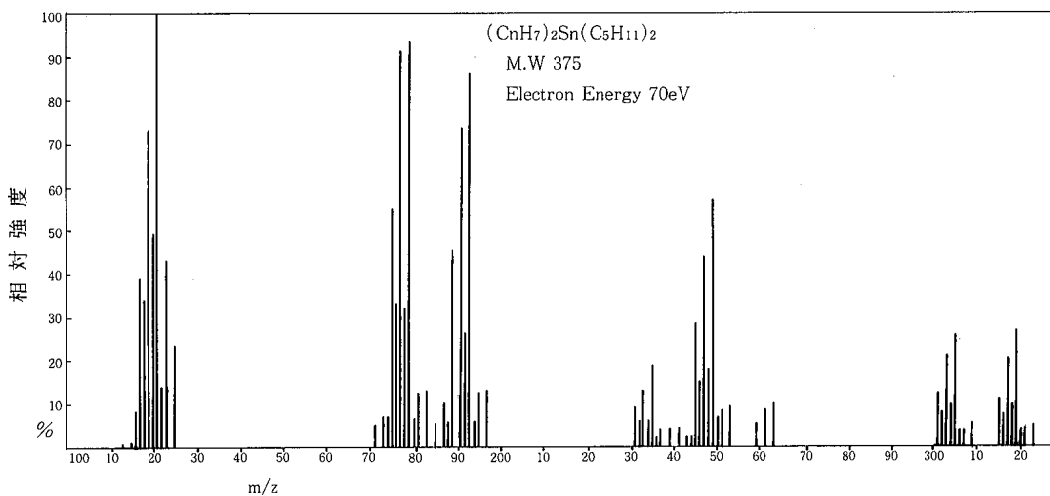


図2 TBP<sub>2</sub>Tのマススペクトル

#### 4. 3. HBrの抽出率におよぼす効果

TBTC, DBTC<sub>2</sub>の標準溶液(アセトン溶液)を添加した蒸留水500mlに、48% HBr 10mlを加えた場合と加えなかった場合について、回収率を求めた。結果は表1のとおりである。

表1 HBrの抽出率におよぼす効果

試料	添加量(ug)		回収率(%)	
	TBTC	DBTC <sub>2</sub>	TBTC	DBTC <sub>2</sub>
蒸留水+ HBr 10ml	4	4	97.9 102	66.9 76.0
蒸留水	10	10	81.6 79.5	0.0 0.0

HBrの添加により、抽出率は改善される。特に DBTC<sub>2</sub>の抽出に際しては、HBrの存在は、不可決である。

HBrの添加については、10mlと20mlで検討したが、差はなく、以後10ml加えることにした。

#### 4. 4. 抽出回数

抽出回数と回収率の関係を検討した。

標準溶液を添加した蒸留水500mlに、48% HBr 10mlを加え、ベンゼン25mlで2回抽出したものおよび50mlで1回抽出したものについて、回収率を求めた。結果は、表2のとおりである。

抽出回数による差はみられない。このことから、抽出は、50mlで1回行うことにした。

# 底質中重金属のけい光X線分析方法

園田 浩二・河内 哲一

## 1. はじめに

底質中の重金属の分析は、原子吸光度法が主として用いられているが、試料の分解、共存物質の除去等に長時間を要するなど分析操作の煩雑さ、迅速性に問題がある。

一方、ペレットによるけい光X線分析法<sup>3,4)</sup>は、迅速な分析はできるが、マトリックス補正を必要とし、またマトリックスの区分ごとの標準試料を必要とするなど検量線の作成に多大の時間を要し、結果として迅速な分析法とは言えない。

そこで、マトリックス補正を必要としないガラスビード化による希釈法をし、底質中に比較的多量に存在する、亜鉛・銅及びクロムの迅速なけい光分析法として検討し、実際試料に適用した結果、多少の知見を得たので報告する。

## 2. 定量原理

定量元素のけい光X線強度は次式で示される<sup>3)</sup>。

$$I_i = \frac{Q_i \operatorname{cosec} \theta_1 W_i I_0}{W_i a_i + W_m a_m} \quad (1)$$

融剤で希釈溶解した試料に適用すると(1)式は、次のようになる。

$$I_i = \frac{Q_i \operatorname{cosec} \theta_1 W_i I_0}{W_i a_i + W_m a_m + W_d a_d} \quad (2)$$

ここに、

- I : X線強度
- Q : 一次X線を二次X線に変換する割合
- i : 定量元素
- o : 入射X線
- m : マトリックス元素
- d : 融剤
- $\theta_1, \theta_2$  : X線の入射・放射角度
- W : 含有量
- a :  $\mu \operatorname{cosec} \theta_1 + \mu' \operatorname{cosec} \theta_2$
- $\mu, \mu'$  : 二次X線に対する質量吸収係数

底質試料を融剤で溶解するには、一般に融剤量は、少くとも試料量の5倍以上が必要であるから、

$$W_d a_d \gg W_m a_m$$

となり、 $W_m a_m$ が変化しても(2)式の分母は、近似的に一定とみなされ、マトリックスの効果を消すことができる。

マトリックスが一定であるならば、検量線は直線となることが予想されるので、マトリックス補正を用いない絶対検量線法又は標準添加法<sup>5)</sup>で定量することができる。

## 3. 装置及び試薬

けい光X線分析装置：理学電機社製3080-S型を使用した。

粉末試料溶解装置：理学電機社製ビードサンプラー。この装置は、高周波誘導加熱式で、試料の攪拌とガス抜きのための揺動機構がついたものである。

ルツボ：白金95%・金5%の合金で内径36mmのものを使用した。

攪拌用ガス：試料の攪拌とガス抜きを補助するためフロン13ガスを使用した。

高速振動試料粉碎機：平行製作所製T1型でタンクステンカーバイト製容器を使用した。

融剤：メルク社製けい光X線分析用無水四ホウ酸ナトリウム(B10)を使用した。

他の試薬は、分析用標準試薬又は試薬特級品を使用した。

## 4. 測定条件

### 4.1. 分析線及びバックグラウンド

底質試料に分析元素を添加してガラスビード化したもの(添加試料)を定性スキャンングして角度位置を決定した。

図1に添加試料を定性スキャンングしたチャートを示す。

### 4.2. 管電圧・管電流

亜鉛・銅及びクロムのK $\alpha$ 線の最低励起電圧は、それぞれ、10.37KV、8.98KV及び5.99KVで一般には、

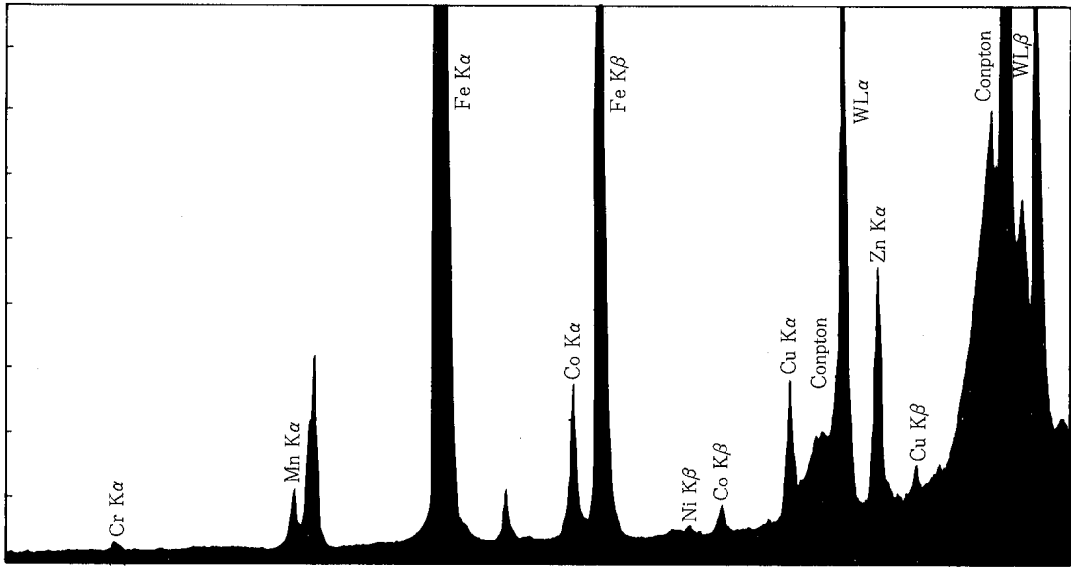


図1 底質試料の定性チャート

これの1.5倍あればよいとされているが、極力、計数時間を短くするために50KVとした。

また、同様の理由で管電流についても50mAとした。

#### 4.3. 波高分析器のウィンドウ幅

添加試料の亜鉛についての波高分析結果を図2に示す。

銅・クロムについてもほぼ同様の結果が得られたので、ウィンドウ幅は、すべて10-30とした。

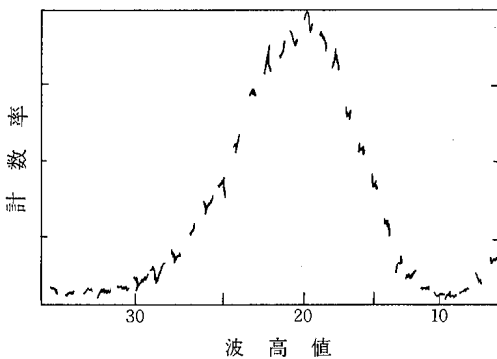


図2 亜鉛の波高分析結果

#### 4.4. X線管, 分光結晶, 検出器

X線管, 分光結晶及び検出器については、杉崎ら<sup>7)</sup>の方法によった。

測定条件の詳細を表1に示す。

表1 測定条件

X線管	W-対陰極(一次X線フィルター使用)		
管電圧	50KV		
管電流	50mA		
分光結晶	LiF		
検出器	シンチレーションカウンター		
計数方式	定時計数法(PHA10-30)		
計数時間	60秒		
X線通路	真空		
	Zn	Cu	Cr
分析線(2θ)	41.82	44.98	69.34
BG1(2θ)	41.10	44.70	68.86
BG2(2θ)	42.28	45.30	69.78

## 5. 実験結果及び考察

### 5.1. 融剤の検討

融剤で一般によく用いられているのは、四ホウ酸リチウムである。<sup>2,6)</sup>

これは、軽元素のけい光X線に対する吸収が少ないためであるが、融点が920℃と高く溶融温度を1200℃程度にする必要がある。しかし、1200℃で溶融すると成分損失の恐れがあるため、融点が740℃と低い四ホウ酸ナトリウムを融剤として実験の検討を行った。

なお、四ホウ酸ナトリウムと四ホウ酸リチウムそれぞれに標準液を添加して、亜鉛・銅及びクロムのKα線の強度を比較したが、それぞれのX線強度には差がなかった。

また、ガラスビード厚さによるX線強度の変化を検討するため、融剤量を変えてガラスビードを作り、X線強度の測定をしたところ、表2に示すとおり4~6gの範囲では差がなかった。

融剤量4g、5g、6gのときのガラスビードの厚さは、それぞれ2.9mm、3.2mm、3.5mmであった。

また、融剤量3gでは、一部が欠損したものができ7gでは底質試料1gを入れ溶融したときに溶融残りができた。

表2 融剤量とX線強度比

項目	4g(2.9mm)	5g(3.2mm)	6g(3.5mm)
Zn	1.00	1.03	1.00
Cu	1.00	0.98	0.94
Cr	1.00	1.08	1.08

$\sigma=0.05$

### 5.2. ガラスビード作製条件の検討

ビードサンプラーは、高周波発振管の陽極電流で溶融温度を制御することができ本実験で使用した装置は陽極電流0.2A、0.25A、0.3Aで溶融温度は、それぞれ850℃、1000℃、1150℃である。

溶融時間と四ホウ酸ナトリウム揮散量と溶融温度の関係を図3に示す。

陽極電流0.25Aでは、溶融時間に拘らず揮散量は約30mgとほぼ一定であったが、陽極電流0.3Aでは約35~60mgへと溶融時間とともに揮散量は増加した。

なお、陽極電流0.2Aでは十分な溶融ができなかった。

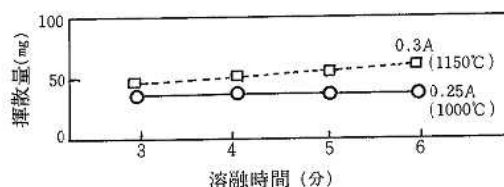


図3 溶融時間と四ホウ酸ナトリウム揮散量

ガラスビードの再溶融によるX線強度変化を検討するため、溶融時間を4分、陽極電流を0.25Aとし添加

表3 溶融回数とX線強度比

試料	項目	1回	2回	3回
S 1 (50 $\mu$ g)	Zn	1.00	0.97	1.04
	Cu	1.00	1.03	1.04
	Cr	1.00	0.95	0.93
S 2 (300 $\mu$ g)	Zn	1.00	1.01	1.03
	Cu	1.00	1.00	1.07
	Cr	1.00	1.01	1.06

試料を繰り返し溶融したが、X線強度に変化はなかった。

溶融回数とX線強度比の関係を表3に示す。

### 5.3. 剥離剤等の検討

ビード作製時にハロゲン化物を少量添加することにより、溶融時における表面張力を大きくさせることで剥離性と脱気性が向上するとされている<sup>6)</sup>。

そこで、添加試料について、臭化カリウム・臭素酸ナトリウム及び塩化ナトリウムで検討したが、いずれも特に効果はなかった。

ガラスビード作製時において脱気の目的でルツボが揺動するが、ルツボの中心に小さな気泡が残る。

これは、フロンガスを吹き付けることによって防止でき、さらに剥離性も向上した。

ガスは、フロン13を使用し、エアガンノズルで、揺動時に数回吹き付けた。

### 5.4. マイクロピペットの検討

標準液添加用に使用する50 $\mu$ l及び10 $\mu$ lのマイクロピペットの採取再現性とホールピペットとの容量比較試験を行った。

採取再現性は10回の繰り返し秤量の結果50 $\mu$ lマイクロピペットで46.7~46.5mg、10 $\mu$ lマイクロピペットで9.7~9.5mgであった。

ホールピペットとの容量比はホールピペットを1としたとき50 $\mu$ lマイクロピペットで0.842、10 $\mu$ lマイクロピペットで0.831であった。

### 5.5. 分析手順

以上の検討結果から、融剤量5g、溶融温度1000℃(0.25A)、溶融時間5分をガラスビード試料の作製条件とした。

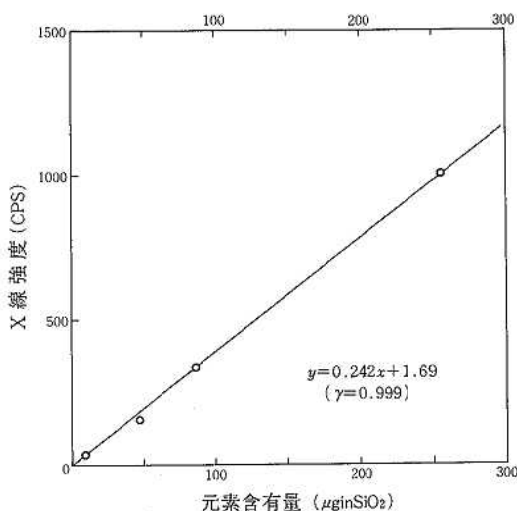


図4 亜鉛の検量線



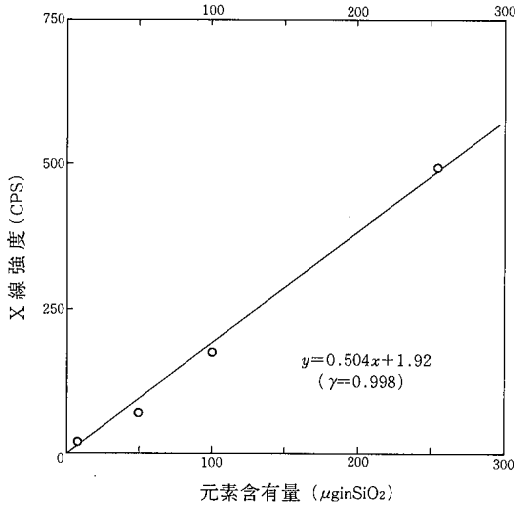


図5 銅の検量線

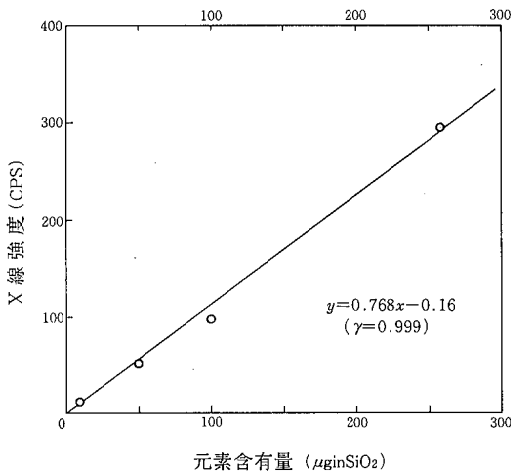


図6 クロムの検量線

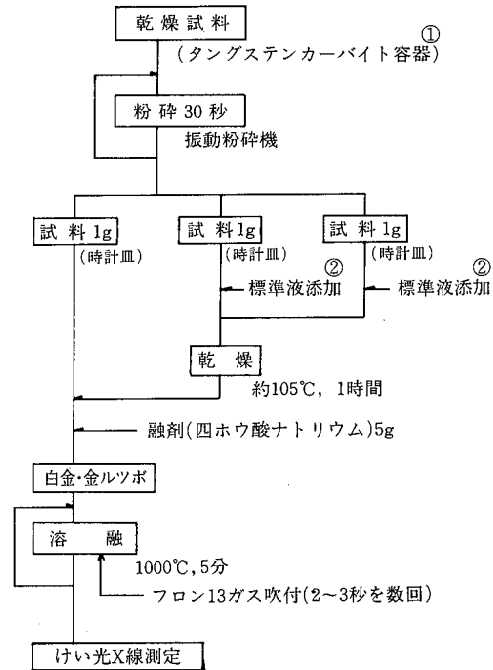
約105℃で乾燥後、振動試料粉砕機で粉砕した底質試料約1gを時計皿に、1試料当り同量のものを3個採り1つはそのままガラスビード化し、他の2つには、マイクロピペットでそれぞれ段階的に標準液を添加して105℃で約1時間乾燥の後、ガラスビード化した。

検量線は、SiO<sub>2</sub> 1gに標準液を添加し上記にしたがって作製した。

亜鉛・銅及びクロムの検量線を図4～6に、分析手順のフローチャートを図7に示す。

### 5.6. 分析結果

分析フローに従って、海底質試料の分析を行った結果を表4に示す。(標準添加法については回帰式も示す。)



- ① あらかじめ粉砕試料でソリッドウォッシングする。
- ② 段階的に加える。

図7 分析フローチャート

試料は、有機物含有量の高いものA、中間位のものB、及び砂質のものCを選んだ。

本分析法の検出限界は、 $I_L = I_B + 3\sigma_B$  として算出したところ、亜鉛で5.4μg/g、銅で10.5μg/g、クロムで11.5μg/gであった。

表4 分析結果

項目	試料	添加法*	検量線法*	原子吸光法
Zn	A	185 $y=0.285x-241$	159	184
	B	62.3 $y=0.292x-130$	61.3	61.4
	C	38.7 $y=0.267x-90$	39.4	40.8
Cu	A	48.6 $y=0.779x-218$	29.6	61.2
	B	(5.4) $y=0.567x-137$	(8.7)	6.3
	C	13.5 $y=0.439x-108$	18.0	11.9
Cr	A	73.8 $y=0.846x-103$	68.2	69.3
	B	60.2 $y=0.849x-90$	54.0	53.8
	C	35.0 $y=0.765x-61$	39.4	36.3

\* X線分析値 単位 μg/g

なお、原子吸光光度法による分析値は、硝酸、過塩素酸及びフッ酸分解によるものである。<sup>8, 9)</sup>

## 6. おわりに

ガラスビード化による希釈法を適用して底質中金属のけい光X線分析法を検討した結果、次の知見が得られた。

- (1) 亜鉛・クロムについては、標準添加法により、原子吸光光度法に対し相対誤差最大約10%で定量ができた。
- (2) 本分析法での検出限界は、亜鉛で $5.4\mu\text{g/g}$ 、銅で $10.5\mu\text{g/g}$ 、クロムで $11.5\mu\text{g/g}$ であった。
- (3) 絶対検量線法及び銅については、マトリックス効果のため四ホウ酸ナトリウム単一の希釈法では不十分であった。

今回の検討結果から、基質や性状の不明な底質及びスラッジについて、希釈法を用いた標準添加法が適用

できると考えられる。今後は、重元素を添加して希釈効果を上げ、分析法の一部を改良し、分析項目の拡大と検出限界の改善を図りたい。

## — 参 考 文 献 —

- 1) 環境庁水質保全局：底質調査法について (昭和50年)
- 2) 地質調査所：地質調査所化学分析法 (昭和54年3月)
- 3) 浅田栄一外：X線分析 共立出版 (昭和54年)
- 4) 田中英樹外：分析化学, 1456 Vol 21 (1972)
- 5) 合志陽一：分析化学, 1683 Vol 19 (1970)
- 6) 金子啓二：X線分析の進歩XII 91 (科学技術社)
- 7) 杉崎隆一：地質学雑誌 675 Vol 87 (1981)
- 8) 高橋淑子：東京都公害研究所年報 149 (1981)
- 9) 環境庁企画調整局：昭和56年度環境測定分析統一精度管理調査結果 (昭和57年)

# B-767の騒音レベルについて

林 弘・越 智 久 尚・篠 崎 由 紀

## 1. はじめに

全日空は、B-727、B-737型機の代替機として、B-767型機を採用し、全国の航路に先かけて、昭和58年6月21日より、松山—東京、松山—大阪間に就航させることになった。

この就航に伴い、騒音の実態調査を実施し、若干の知見を得たので、その概要を報告する。

B-767は、米、伊、日の共同開発になる最新鋭の双発ジェット機で、松山空港に就航している在来ジェット機のB-727、DC-9等と比較すると、機体の大型化に伴い、各種の減音対策がほどこされている。

たとえば、バイパス比の大きいターボファンエンジンを採用し、エンジン後部のジェット騒音を軽減している。また、機体材料の軽量化、主翼面積の増大等により離陸性能を向上させ、ハニカム吸音材を2重にして、広い周波数帯にわたり減音効果を得ている。

これらの対策によって、B-767は、世界で最も厳しい騒音規制標準であるICAOの航空機騒音基準適合証明(ANNEX 16, 1978年7月)の適用第1号となった。

松山空港に就航している機種を比較すると表-1のとおりである。また、B-767の機体の大きさをB-727と比較すると図-1のとおりである。

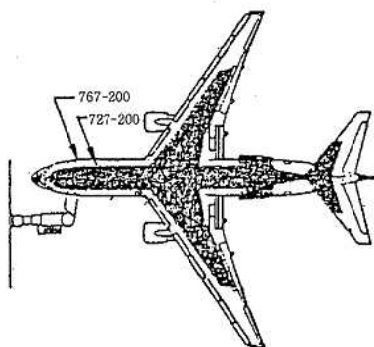


図-1 B-767とB-727の比較

19:00まで天候の大きな変動はなかった。

測定地点は、図-2のように4地点である。

騒音レベルの測定は、普通騒音計(リオン, NA-07A)とレベルレコーダ(リオン, LR-01D, およびLR-04), および、デジタル騒音計(リオン, NA-31)を使用した。また、測定地点No.1において、 $\frac{1}{3}$ オクターブバンド実時間分析器(リオン, SA-25)により、騒音レベル(A特性)の周波数分析を実施した。

## 2. 測 定

6月8日、及び6月10日の慣熟飛行時に測定を実施した。6月8日は、1日くもりで微風、6月10日は、1日晴れて微風で、ともに測定時間帯の朝8:00から夕

## 3. 結 果

### 3-1. 騒音レベル

松山空港は、図-2のように、一端(北西側)が瀬戸内海に面しているので、離着陸の方向が、陸側か海側

表-1 定期便の機種別諸元等

機種名	エ ン ジ ン		乗客数 (人)	最大離陸 重量 (t)	離陸必要 滑走路長 (m)	着陸必要 滑走路長 (m)	松山空港離着陸数 (S58.7.14現在)
	メーカー	離陸出力×基数 kg					
B-767	ゼネラル エレクトリック	21,770×2	235	127.0	1,710	1,510	14
B-727	プラットアンド ホイットニー	6,580×3	178	78.2	2,440	1,580	14
DC-9	プラットアンド ホイットニー	7,030×2	128	51.7	2,130	1,350	2
YS-11	ロールスロイス	2,966×2	64	23.5	1,020	1,070	8

38

# 悪臭評価における物質濃度と臭気指数 および臭気強度について

篠崎 由紀・越智 久尚・林 弘

## 1. はじめに

昭和57年3月に、環境庁は「昭和56年度官能試験法調査報告書」で三点比較式臭袋法をとりまとめた。これにより悪臭防止法の機器測定で対処しきれなかった複合悪臭の評価が補完され、その効用が期待されることとなった。

臭気濃度と規制8物質濃度との関係については近年各方面で検討がなされている。

前報<sup>1)</sup>で、低級脂肪酸が、養鶏場等においては、臭気の主要な原因物質であることを報告した。

そこで規制7物質（スチレンを除く）と低級脂肪酸8物質の計15物質濃度、および三点比較式臭袋法による臭気指数の測定を実施し、これらのデータについて比較検討を試みた。その結果、3事業場については、物質濃度から求めた刺激量の和と臭気指数には相関が認められた他、いくつかの知見を得たので報告する。

## 2. 調査方法

### 2.1. 調査時期

昭和57年7月及び8月

### 2.2. 調査場所

養鶏場、養豚場、ゴミ処理場、及び化製場の主要発生源、各2地点、敷地境界各1地点を測定地点とした。

### 2.3. 分析方法

#### 2.3.1. 臭気指数

昭和56年度官能試験法調査報告書の三点比較式臭袋法の手順に従って臭気指数を求めた。50ℓのテドラールバッグに採気して、翌日当センターの職員をパネルとして官能試験を実施した。

#### 2.3.2. 硫黄化合物、アンモニア、トリメチルアミン、アセトアルデヒド

悪臭防止法に定める方法（環境庁告示第47号）による。ガスクロマトグラフの分析条件を表1に示す。

#### 2.3.3. 低級脂肪酸

アルカリピーズーガスクロマトグラフ法の分析条件を表1に示す。

#### 2.3.4. 臭気強度

6段階臭気強度表示法により、現場における測定者2名の平均値とした。また、物質濃度から関係式<sup>4)</sup>を使って物質ごとの臭気強度を求めた。

表-1 ガスクロマトグラフ分析条件

	硫黄化合物	トリメチルアミン	アセトアルデヒド	低級脂肪酸
使用機種	柳本 GC-80	柳本 GC-80	島津 GC-5A	島津 GC-5A
検出器	FPD	FID	FID	FID
カラム充填剤	25% TCEP Shimalite (AW-DMCS) 80~100M 5% PPE (5ring) Shimalite TPA 60~80M	Diglycerol : TEP : KOH (15 : 5 : 2) Chromosorb W (AW-DMCS)	2% Silicone OV-17 Chromosorb W (AW-DMCS) 80~100M	2% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Chromosorb 101 60~80M
カラム	3m×3mmi.d. glass	3m×3mmi.d. glass	3m×3mmi.d. glass	3m×3mmi.d. glass
カラム温度	70℃	70℃	240℃	100~160℃, 30℃/min 160~250℃, 10℃/min 250℃, 11min
検出器温度	125℃	125℃	280℃	250℃
N <sub>2</sub>	1.6kg/cm <sup>2</sup>	0.6kg/cm <sup>2</sup>	60ml/min	50ml/min
H <sub>2</sub>	0.5kg/cm <sup>2</sup>	0.5kg/cm <sup>2</sup>	45ml/min	45ml/min
Air	0.5kg/cm <sup>2</sup>	1 ℓ/min	1.0ml/min	0.8ℓ/min



表-3 物質濃度から求めた刺激量と臭気指数

事業場名	測定地点	Σxi							Σyi (低級脂肪酸)	Σxi (規制物質)	X (Σxi+ Σyi)	Z (10logX)	Zs (臭気指数)				
		硫化水素	メチルカタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア	トリメチルアミン	アセトアルデヒド						酢酸	プロピオン酸	n-酪酸	i-酪酸
M 養鶏場	鶏舎	7.3	-	0.3	-	3.1	-	-	-	0.6	<0.1	0.6	10.7(95)	0.6(5)	11.3	10.5	17.4
	発酵所	-	-	4.3	0.5	5.1	40	-	-	2.9	<0.1	2.9	49.9(63)	29.1(37)	79	19.0	19.9
T 養豚場	敷地境界	4.9	-	-	-	0.3	-	-	-	-	<0.1	-	5.2(100)	0	5.2	7.2	10以下
	豚舎	-	-	-	-	0.6	-	-	-	2.4	<0.1	2.4	0.6(3)	20.0(97)	20.6	13.1	16.2
Hゴミ処理場	堆肥舎	-	-	4.7	3.1	2.1	-	-	-	5.9	<0.1	5.9	9.9(13)	66.7(87)	76.6	18.8	19.9
	敷地境界	-	-	0.2	-	0.4	-	-	0.6	<0.1	<0.1	0.6	0.6(8)	6.7(92)	7.3	8.6	10以下
E 化学工場	投入口	595	1571	14	42	0.1	190	3600	5.1	329	5.1	6012(73)	2199(27)	8211	39.1	42.5	
	養生室	24	14	0.4	1	1.6	290	-	<0.1	6.5	<0.1	331(84)	63.2(16)	394.2	26.0	26.2	
E 化学工場	敷地境界	1.7	-	-	-	0.1	33	-	<0.1	4.1	<0.1	50.1(64)	27.8(36)	77.9	18.9	10以下	
	クッカー室	10	-	-	-	0.1	310	-	<0.1	42	<0.1	320.1(60)	217.1(40)	537.2	27.3	17.5	
E 化学工場	原料置場	12	54	0.3	1.1	-	-	-	<0.1	15	<0.1	103.4(46)	120.9(54)	224.3	23.5	18.5	
	敷地境界	4.9	-	-	-	0.1	-	-	<0.1	-	<0.1	5.0(100)	0	5.0	7.0	10以下	
閾値 (ppb)		0.41	0.07	3.0	2.2	1540	0.1	1.5	1000	1.7	0.33	0.23	0.86				

注1) 閾値として、規制8物質は三点比較式臭袋法による閾濃度を、低級脂肪酸については無臭法法による検出閾値を使用。なお、n-吉草酸と、i-n-カプロン酸は閾値のデータがないので除く。

2) -は物質濃度が検出限界未満。

3) Σxiの欄の( )は、規制7物質の和の寄与率(%), Σyiの欄の( )は、低級脂肪酸の和の寄与率(% )を示す。

表-4 物質濃度から求めた臭気強度

事業場名	測定地点	Ici															
		硫化水素	メチルカタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア	トリメチルアミン	アセトアルデヒド	プロピオン酸	n-酪酸	i-酪酸	i-吉草酸					
M 養鶏場	鶏舎	1.7	-	1.7	-	3.5	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	発酵所	-	-	2.6	1.6	3.9	2.4	-	1.7	3.0	1.2	2.7	-	-	-	-	-
T 養豚場	敷地境界	1.6	-	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	豚舎	-	-	-	-	2.3	-	-	1.5	2.9	0.8	2.4	-	-	-	-	-
Hゴミ処理場	堆肥舎	-	-	2.6	2.4	3.2	-	-	2.1	3.5	1.5	2.7	-	-	-	-	-
	敷地境界	2.1	-	1.5	-	2.0	-	-	0.7	2.5	-	-	-	-	-	-	-
E 化学工場	投入口	3.6	4.8	3.0	3.5	1.2	3.0	4.6	4.7	5.3	3.4	4.3	-	-	-	-	-
	養生室	2.2	2.2	1.8	1.9	3.0	3.2	-	2.2	3.6	1.2	-	-	-	-	-	-
E 化学工場	敷地境界	1.9	-	-	-	0.7	2.3	-	1.9	3.1	0.8	2.4	-	-	-	-	-
	クッカー室	2.0	3.0	1.7	1.9	-	-	-	3.4	4.0	2.0	3.9	-	-	-	-	-
E 化学工場	原料置場	1.6	-	-	-	0.7	-	-	2.7	3.9	1.7	2.9	-	-	-	-	-
	敷地境界	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注1) 酢酸, n-吉草酸, n, i-カプロン酸は関係式がないので除く。

2) -は物質濃度が検出限界未満。

3) ci: ppm

H<sub>2</sub>S Ici=0.950 log Ct+4.14

MM Ici=1.25 log Ct+5.99

DMS Ici=0.784 log Ct+4.06

DMDS Ici=0.985 log Ct+4.51

アセトアルデヒド Ici=1.01 log Ct+3.85

アンモニア Ici=1.67 log Ct+2.38

トリメチルアミン Ici=0.901log Ct+4.56

プロピオン酸 Ici=1.46 log Ct+5.03

n-酪酸 Ici=1.16 log Ct+5.66

i-酪酸 Ici=1.43 log Ct+5.08

i-吉草酸 Ici=1.09 log Ct+5.65

(悪臭物質の測定等に関する研究  
日本環境衛生センター 56年度)

比較すると、次のとおりである。

M養鶏場では規制7物質の寄与率が大きく、発酵所ではトリメチルアミンの寄与率が大きい。

T養豚場では、低級脂肪酸の寄与率が3測定地点とも87~97%と非常に大きく、n-酪酸を主体とした低級脂肪酸が刺激量に大きく寄与していると考えられる。

Hゴミ処理場は、規制7物質の寄与率が大きく、投入口ではアセトアルデヒド(44%)、養生室ではトリメチルアミン(74%)の寄与率が大きい。

E化製場は、規制7物質と低級脂肪酸の寄与率は、敷地境界を除いてほぼ同程度である。

#### 4. 3. 物質濃度(ci)から求めた臭気強度(Ici)

単一物質濃度と臭気強度には Weber-Fechner の法則<sup>4)</sup>が当てはまり、その関係式が日本環境衛生センターにより求められている。この式を使って、表4に物質濃度(ci)から求めた各臭気強度(Ici)を示す。

各事業場ごとに臭気強度3以上の物質をみると、M養鶏場の鶏舎ではアンモニア、発酵所ではアンモニア、n-酪酸、T養豚場の堆肥舎ではアンモニア、n-酪酸、Hゴミ処理場の投入口では、アンモニアを除いたすべての物質、養生室では、アンモニア、トリメチルアミン、n-酪酸、敷地境界では、トリメチルアミン、E化製場のクッカー室は、トリメチルアミン、プロピオン酸、n-酪酸、イソ吉草酸、原料置場ではメチルメルカプタン、n-酪酸である。

#### 5. おわりに

今回の調査から次のことが考察された。

- (1) 物質濃度から求めた刺激量の和と臭気指数には、3事業場において良い相関関係( $r=0.97$ )が見られた。
- (2) M養鶏場では、主にアンモニアが臭気強度に影響をおよぼしている。
- (3) T養豚場については、n-酪酸をはじめとした、低級脂肪酸が臭気強度、刺激量の和へ大きく寄与している。アンモニアの臭気強度への影響も見逃せない。
- (4) Hゴミ処理場、E化製場については、臭気指数、臭気強度に寄与している物質が、M養鶏場、T養豚場に比べて多い。

#### — 文 献 —

- 1) 篠崎由紀ほか：愛媛県公害技術センター所報第4号，24-27，1982
- 2) 環境庁大気保全局特殊公害課：昭和56年度官能試験調査報告書，1982
- 3) 永田好男ほか：第20回大気汚染学会講演要旨集153，1979
- 4) 日本環境衛生センター：悪臭物質の測定等に関する研究（昭和56年度環境庁委託研究報告書），1980
- 5) 西田耕之助：近畿地方大気汚染調査連絡会誌，No.13，5-14，1979

# 降雨による環境ガンマ線線量の増加

松浦 榮美・水口 定臣  
金子 敏明・西原 博明

## 1. はじめに

環境ガンマ線線量の変動は、測定系におけるシステムティックなものを除けば、①自然現象による変動、②大気圏内核爆発実験寄与、③原子力施設寄与の三つに大別される<sup>1)</sup>。

その変動は、①の自然現象によるものが大であり、特に降雨時には大気中のラドン、トロンの影響を受け、その変動は著しい<sup>2)</sup>。②の大気圏内核爆発実験寄与による変動事例については、すでに明らかにされている<sup>3)</sup>。③の原子力施設寄与によるものについては、本来の監視目的からして、測定データを精査しているが、その変化例は見出されていない。

本報告では、降雨による増加線量の観測結果をとりまとめ報告する。

## 2. 測定方法

環境ガンマ線線量の観測は、愛媛県西宇和郡伊方町にモニタリングステーションを設置し、温度補償型  $2\phi \times 2\text{NaI(Tl)}$  シンチレーション検出器を用いたDBM方式空間ガンマ線モニタ（アロカ製）により、地上高2.7 mで行っている。

## 3. 結果

### 3. 1. 降雨による環境ガンマ線線量率の変動例

降雨による環境ガンマ線線量率の変動例を図1、図2及び図3に示す。図1の例は、降雨による環境ガンマ線線量率の単純な増加例で、降雨後3時間で降雨前のバックグラウンド値に戻っている。降雨前後のバックグラウンド値にその差はみられないが、通年この状態であることから観測の場の特徴の一つである<sup>4)</sup>。図2の例は、終日降雨があり、降雨による増加パターンは複雑になっている。図3の例は、降雨があるのにもかかわらずその影響が小さい。夏季にみられる。

### 3. 2. 無降雨時と降雨時の度数分布

昭和57年の環境ガンマ線線量率の1時間値の度数分布は、図4に示すとおりであり、このデータを無降雨時と降雨時の母集団に分けた度数分布をそれぞれ図5

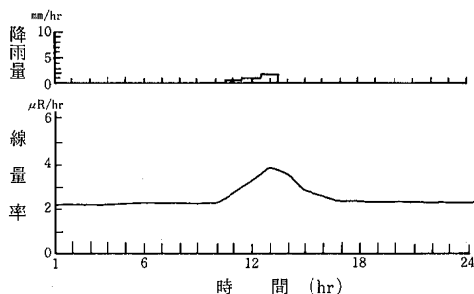


図1 環境ガンマ線線量率の変動例(1) (57年5月3日)

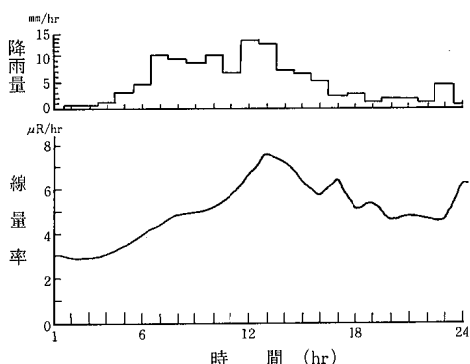


図2 環境ガンマ線線量率の変動例(2) (57年7月24日)

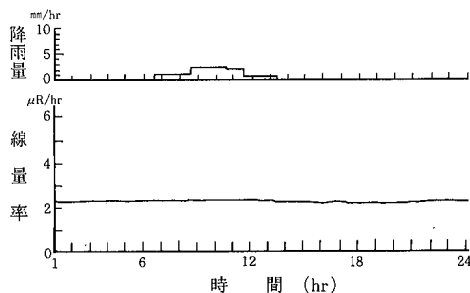


図3 環境ガンマ線線量率の変動例(3) (58年8月13日)



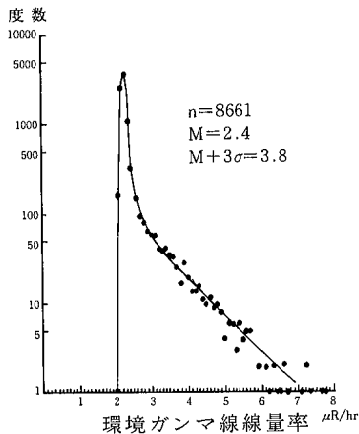


図4 全データの度数分布

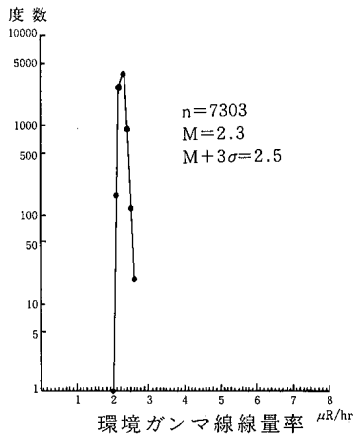


図5 無降雨時の度数分布

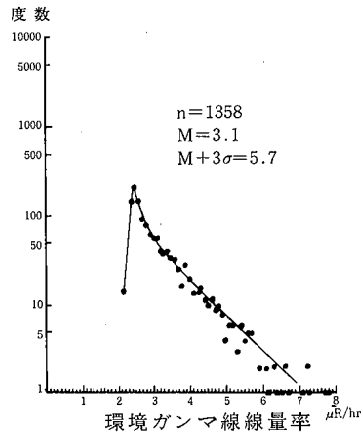


図6 降雨時の度数分布

及び図6に示す。無降雨時の分布は、図5のとおり正規分布であり、「平均値（以下「M」と表す）」は、2.3  $\mu\text{R/hr}$ 、「M+標準偏差（以下「 $\sigma$ 」と表す）」の3倍は2.5  $\mu\text{R/hr}$ であり、「M+3 $\sigma$ 」を越えるデータは0.025%であった。また、降雨時の分布は、図6のとおり降雨による増加部分は指数分布を示している。降雨時の「M」は3.1 $\mu\text{R/hr}$ 、「M+3 $\sigma$ 」は5.7 $\mu\text{R/hr}$ であり、「M+3 $\sigma$ 」を越えるデータは2.1%であった。

解析評価前2年の観測データから求めた「M+3 $\sigma$ 」を越えたものは、表1に示すとおり観測データの母集団の相違から、年比較でその数は23時間から53時間と大きなバラツキを示す。なお、この場合でも、「M+3 $\sigma$ 」を超えたものを回数でみるとその差は少ない。

### 3.3. 降雨による増加線量

昭和54年から57年までの4年間における降雨による増加線量を表2に示す。年別にみると最高は55年の1.24mRであり、最低は54年の0.74mRとなっており、年平均値は0.99mRとなり、よく言われている年間降

雨による増加線量約1mRとよく一致している。

### 3.4. 降雨との関係

降雨と環境ガンマ線線量の増加との関係については、淡らにより、その解析がこころみられているが、ここでは表2の降雨による月別増加線量と表3に示す月別降雨量との相関をとってみたが、<sup>2)</sup>弱い正の相関（相関係数=0.63）しか示さなかった。これは、降雨をもたらす温暖前線、寒冷前線等の気象歴の複雑さによるものと考えられる。表2の月別増加線量と表3の月別降雨量の比から幾何平均をとると図7のとおりとなり、単位降雨量当たりの降雨による増加分は冬季（1月：2.33 $\mu\text{R/hr}\cdot\text{mm}$ ）に高く、夏季（8月：0.25 $\mu\text{R/hr}\cdot\text{mm}$ ）に低い現象がみられる。これらの現象は、福井県、宮城県でも同様の現象がみられている。<sup>6,7)</sup>

## 4. ま と め

降雨による増加線量の観測結果から、次のことがわかった。

表1 「M+3 $\sigma$ 」を越えた回数

月	54年	55年	56年	57年	計
1	3 (8)	1 (1)	1 (2)		5(11)
2	2 (4)		3 (9)	2 (6)	7(19)
3		3(12)	2 (2)		5(14)
4	2 (3)	1 (1)	2 (2)		5 (6)
5		1 (1)			1 (1)
6	1 (2)	1 (7)	1 (2)	1 (6)	4(17)
7	2 (3)	5(13)		10(31)	17(47)
8	1 (4)				1 (4)
9	2 (3)		2 (2)	3 (8)	7(13)
10	1 (5)		3 (4)		4 (9)
11		1 (1)		1 (2)	2 (3)
12	1 (1)				1 (1)
年計	15(33)	13(36)	14(23)	17(53)	59(145)

\* ( ) は、時間数

表2 降雨による増加線量

月	単位:mR					計	平均値
	54年	55年	56年	57年	計		
1	0.104	0.166	0.024	0.061	0.355	0.089	
2	0.081	0.037	0.097	0.102	0.317	0.079	
3	0.081	0.170	0.120	0.120	0.491	0.123	
4	0.069	0.058	0.104	0.087	0.318	0.080	
5	0.037	0.078	0.082	0.059	0.256	0.064	
6	0.076	0.143	0.117	0.090	0.423	0.107	
7	0.084	0.231	0.018	0.317	0.650	0.163	
8	0.023	0.121	0.021	0.009	0.174	0.044	
9	0.030	0.049	0.066	0.123	0.268	0.067	
10	0.020	0.067	0.115	0.028	0.230	0.058	
11	0.074	0.030	0.103	0.055	0.262	0.066	
12	0.059	0.093	0.039	0.025	0.216	0.054	
年計	0.738	1.243	0.906	1.076	3,963	0.991	

表3 降雨量

月	単位: mm					計	平均値
	54年	55年	56年	57年			
1	54.0	63.5	9.5	27.0	154.0	38.5	
2	101.0	20.0	51.5	55.5	228.0	57.0	
3	147.0	111.5	87.5	116.5	462.5	115.6	
4	102.5	39.5	153.5	97.0	392.5	98.1	
5	66.5	169.5	129.5	67.0	432.5	108.1	
6	406.5	229.0	263.5	53.5	952.5	238.1	
7	106.0	458.0	83.5	499.5	1147.0	286.8	
8	72.5	337.0	87.0	139.5	636.0	159.0	
9	210.5	75.5	88.0	190.0	564.0	141.0	
10	141.5	136.0	128.5	25.5	431.5	107.9	
11	98.5	59.5	63.0	193.5	414.5	103.6	
12	52.5	33.5	18.0	16.0	120.0	30.0	
年計	1559.0	1732.5	1163.0	1480.5	5935.0	1483.8	

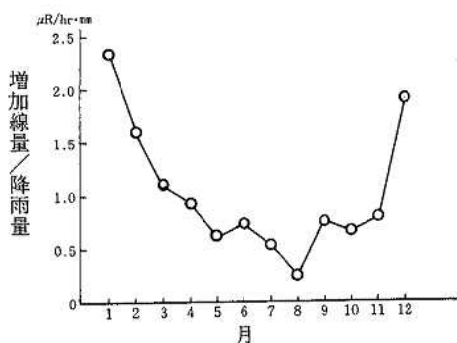


図7 単位降雨量(mm)当たりの増加線量

(1) 昭和57年のデータから求めた「M+3σ」を越えるデータは、無降雨時0.025%、降雨時2.1%であり、昭和57年科学技術庁編「連続モニタによる環境γ線測定法」に示すそれぞれの確率と一致している。

- (2) 過去の測定値(2年分)から求めた「M+3σ」を越えるものは、時間値のデータ数では相当のバラツキがあるが、降雨回数ではその差は少ない。
- (3) 降雨による増加線量は、年間約0.74mRから約1.24mRの範囲にあり、平均すれば約0.99mRである。
- (4) 降雨量と降雨による増加線量との相関は、弱い正の相関しか示さない。
- (5) 単位降雨量当たりの増加線量は、冬季に高く、夏季に低い現象がみられる。  
降雨に伴う増加線量の変化は、興味ある事象であるので今後さらに、風向、風速、大気安定度、感雨等の気象データを含めて検討・解析してまいりたい。

— 参 考 文 献 —

- 1) 科学技術庁：連続モニタによる環境γ線測定法 昭和57年
- 2) 湊 進：名古屋工業技術試験所報告，第26巻第6号 昭和52年
- 3) 愛媛県：昭和52年度伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査結果
- 4) Harold L. Beck and Kevin M. Miller, Proceedings of 2nd Special Symposium on NATURAL RADIATION ENVIRONMENTAL, Jan, 19-23, 1981.
- 5) 岡野真治：第1回放射医研環境セミナー，7-9, January, 1975.
- 6) 早川博信：福井県環境放射線監視センター年報，85, 1981.
- 7) 菊地秀夫：宮城県原子力センター年報，1, 8-11 1982.

# 4種類の容積線源による Ge (Li) 半導体検出器ガンマ線スペクトロメータの相対計数効率について

西原 博明・松浦 榮美・金子 敏明  
徳山 崇彦・水口 定臣・室岡 学

## 1. はじめに

Ge (Li) 半導体検出器ガンマ線スペクトロメータの測定結果の良否は、相対計数効率の良否によって決まると言っても過言ではない。

このたび、パーライト ( $\rho=0.195\sim0.196\text{g/cm}^3$ )、寒天 ( $\rho=0.982\sim0.991\text{g/cm}^3$ )、活性アルミナ ( $\rho=1.16\text{g/cm}^3$ )、二酸化マンガ ( $\rho=2.45\sim2.46\text{g/cm}^3$ ) の4種類の容積線源を利用する機会を得て、当センターの Ge (Li) 半導体検出器ガンマ線スペクトロメータ (相対効率10%, 分解能 2.2keV) で相対計数効率を算出した。その結果に基づき、理想的な相対計数効率に少しでも接近しようと考察を試みる。

## 2. 調査方法

上記4種類の媒体各々について、高さ別5種類 (10, 20, 30, 40, 50mm) 計20個の容積線源をそれぞれ80,000秒の時間で測定する。

測定核種とエネルギーは、Cd-109(88.036keV), Co-57(122.060keV, 136.471keV), Ce-139(165.853keV), Sr-85 (514.0keV), Cs-137 (661.638keV), Mn-54 (834.827keV), Fe-59(1099.22keV, 1291.56keV), Co-60(1173.208keV, 1332.48keV) である。

算出された数値の個数は、「自己吸収補正あり」と、「自己吸収補正なし」の各々について、媒体別4種類×高さ別5種類×エネルギー別核種11種類=220である。

自己吸収補正の方法は、野口等<sup>1,2,3)</sup>による。

## 3. 結果と考察

調査結果は、「自己吸収補正なし」について、表1、図1～図5、「自己吸収補正あり」について、表2、図6～図10のとおりである。

表と図から判るように、媒体別の点からは、「自己吸収補正なし」と「自己吸収補正あり」共に二酸化マン

ガン ( $\rho=2.45\sim2.46\text{g/cm}^3$ ) が他の3種類の媒体 ( $\rho=0.195\sim1.16\text{g/cm}^3$ ) から低エネルギー側(300keV以下)で離脱している。

高さ別の点からは、高さの低い方から高い方に順に離脱が大きくなる。

自己吸収補正のあり・なしの点からは、自己吸収補正ありの方がいない方よりはるかに離脱が少ない。

## 4. まとめ

現状では、密度の大きい試料 ( $\rho>2\text{g/cm}^3$ )、低エネルギー側 (300keV以下) に離脱の問題が残るが、自己吸収補正した相対計数効率が最良のものであると考えられる。

今後、自己吸収補正の方法に改良を加えることにより、ほぼ理想的な相対計数効率を得られるものと期待している。

## — 参考文献 —

- 1) 野口正安, 本田哲太郎, 武田健治, 宮野敬治: Radioisotope, 27.7, 1978
- 2) 野口正安, 本田哲太郎, 武田健治, 宮野敬治: 第15回理工学における同位元素研究発表会要旨集, 28p-II-15
- 3) 科学技術庁: ゲルマニウム半導体検出器を用いた機器分析法 (昭和54年改訂)

表1 媒体別相対計数効率(自己吸収補正なし)

核種	エネルギー (keV)	媒体名	高さ 10mm	高さ 20mm	高さ 30mm	高さ 40mm	高さ 50mm
Cd-109	88.036	パーライト	10.576±0.0366	10.457±0.0281	10.076±0.0246	10.679±0.0240	10.940±0.0234
		寒天	10.723±0.0395	10.123±0.0302	9.870±0.0271	9.906±0.0265	9.774±0.0250
		活性アルミナ	10.064±0.0373	9.751±0.0290	9.403±0.0257	9.062±0.0241	9.075±0.0235
		二酸化マンガ	8.069±0.0382	6.305±0.0275	5.427±0.0235	4.919±0.0217	4.653±0.0208
Co-57	122.060	パーライト	12.720±0.0381	12.417±0.0291	11.974±0.0255	12.767±0.0117	13.208±0.0250
		寒天	12.804±0.0406	12.044±0.0308	11.859±0.0284	11.629±0.0268	11.546±0.0248
		活性アルミナ	11.980±0.0385	11.666±0.0298	11.283±0.0264	10.871±0.0248	10.797±0.0241
		二酸化マンガ	10.852±0.0410	9.106±0.0302	8.007±0.0261	7.566±0.0244	7.277±0.0243
Co-57	136.471	パーライト	11.821±0.147	11.621±0.119	11.177±0.0983	11.957±0.102	12.003±0.0941
		寒天	11.843±0.162	11.123±0.124	10.917±0.113	10.811±0.108	11.119±0.106
		活性アルミナ	11.346±0.154	11.080±0.121	10.393±0.109	9.972±0.103	10.289±0.102
		二酸化マンガ	9.808±0.176	8.768±0.136	7.659±0.122	7.314±0.116	7.158±0.122
Ce-139	165.853	パーライト	11.090±0.108	11.097±0.0870	10.627±0.0727	11.293±0.0749	11.702±0.0739
		寒天	11.272±0.119	10.554±0.0908	10.617±0.0829	10.314±0.0790	10.246±0.0780
		活性アルミナ	10.324±0.114	10.103±0.0894	9.798±0.0854	9.391±0.0764	9.565±0.0802
		二酸化マンガ	9.848±0.139	8.642±0.107	7.883±0.0961	7.443±0.0858	7.224±0.0842
Sr-85	514.0	パーライト	3.124±0.242	2.715±0.173	2.800±0.153	3.002±0.151	3.565±0.163
		寒天	3.319±0.253	2.992±0.212	3.182±0.179	2.573±0.171	2.963±0.173
		活性アルミナ	3.098±0.275	2.597±0.200	2.778±0.181	2.885±0.174	2.765±0.171
		二酸化マンガ	2.689±0.295	2.729±0.228	2.603±0.203	2.387±0.196	2.412±0.210
Cs-137	661.638	パーライト	2.475±0.00919	2.461±0.00699	2.381±0.00614	2.545±0.00607	2.640±0.00593
		寒天	2.435±0.00947	2.359±0.00720	2.365±0.00646	2.382±0.00612	2.390±0.00595
		活性アルミナ	2.274±0.00886	2.313±0.00690	2.285±0.00614	2.280±0.00579	2.303±0.00563
		二酸化マンガ	2.293±0.00950	2.144±0.00711	2.039±0.00622	2.005±0.00583	2.001±0.00571
Mn-54	834.827	パーライト	1.887±0.0110	1.874±0.00846	1.818±0.00744	1.953±0.00729	1.985±0.00711
		寒天	1.914±0.0114	1.846±0.00882	1.865±0.00797	1.882±0.00756	1.915±0.00741
		活性アルミナ	1.786±0.0109	1.807±0.00855	1.789±0.00761	1.789±0.00719	1.809±0.00702
		二酸化マンガ	1.803±0.0118	1.697±0.00892	1.627±0.00783	1.613±0.00753	1.597±0.00713
Fe-59	1099.22	パーライト	1.280±0.375	1.152±0.295	1.578±0.264	1.238±0.263	1.508±0.265
		寒天	1.485±0.437	1.765±0.373	1.164±0.318	0.725±0.305	1.526±0.308
		活性アルミナ	1.729±0.454	0.777±0.364	1.118±0.328	1.186±0.314	1.608±0.312
		二酸化マンガ	1.229±0.540	1.619±0.413	1.426±0.369	1.079±0.353	1.401±0.349
Co-60	1173.208	パーライト	1.218±0.00460	1.233±0.00358	1.208±0.00316	1.296±0.00309	1.340±0.00302
		寒天	1.299±0.00492	1.255±0.00372	1.293±0.00338	1.304±0.00321	1.340±0.00314
		活性アルミナ	1.217±0.00461	1.249±0.00361	1.243±0.00321	1.238±0.00302	1.275±0.00296
		二酸化マンガ	1.215±0.00492	1.164±0.00371	1.132±0.00327	1.133±0.00309	1.143±0.00298
Fe-59	1291.56	パーライト	1.157±0.200	1.023±0.149	1.114±0.133	1.297±0.130	1.590±0.142
		寒天	1.094±0.226	1.424±0.174	1.153±0.162	0.842±0.153	1.310±0.152
		活性アルミナ	0.968±0.236	1.184±0.202	1.184±0.166	1.321±0.160	1.025±0.174
		二酸化マンガ	1.043±0.288	1.195±0.218	0.993±0.192	0.748±0.182	1.139±0.182
Co-60	1332.48	パーライト	1.085±0.00421	1.065±0.00323	1.053±0.00285	1.135±0.00280	1.184±0.00275
		寒天	1.129±0.00445	1.109±0.00340	1.140±0.00308	1.148±0.00291	1.175±0.00285
		活性アルミナ	1.066±0.00418	1.097±0.00327	1.090±0.00291	1.099±0.00275	1.122±0.00268
		二酸化マンガ	1.084±0.00449	1.038±0.00339	1.010±0.00299	1.012±0.00281	1.012±0.00272

表2 媒体別相対計数効率(自己吸収補正あり)

核種	エネルギー (keV)	媒体名	高さ 10mm	高さ 20mm	高さ 30mm	高さ 40mm	高さ 50mm
Cd-109	88.036	パーライト	10.380±0.0359	10.115±0.0272	9.621±0.0234	10.075±0.0226	10.217±0.0219
		寒天	11.085±0.0408	10.789±0.0322	10.764±0.0296	11.006±0.0294	11.047±0.0283
		活性アルミナ	10.518±0.0390	10.598±0.0315	10.548±0.0288	10.416±0.0277	10.664±0.0276
		二酸化マンガ	9.152±0.0433	7.939±0.0346	7.405±0.0320	7.140±0.0313	7.102±0.0317
Co-57	122.060	パーライト	12.473±0.0373	11.992±0.0281	11.408±0.0243	12.010±0.0110	12.294±0.0232
		寒天	13.181±0.0418	12.737±0.0326	12.796±0.0306	12.754±0.0294	12.856±0.0276
		活性アルミナ	12.459±0.0400	12.565±0.0321	12.502±0.0293	12.310±0.0281	12.473±0.0279
		二酸化マンガ	12.185±0.0460	11.263±0.0373	10.673±0.0348	10.688±0.0344	10.778±0.0360
Co-57	136.471	パーライト	11.588±0.144	11.217±0.115	10.639±0.0936	11.236±0.0959	11.159±0.0875
		寒天	12.172±0.167	11.733±0.131	11.733±0.121	11.800±0.117	12.312±0.118
		活性アルミナ	11.777±0.160	11.894±0.130	11.462±0.120	11.230±0.116	11.810±0.116
		二酸化マンガ	10.972±0.197	10.772±0.167	10.121±0.161	10.227±0.162	10.482±0.179
Ce-139	165.853	パーライト	10.865±0.106	10.700±0.0838	10.100±0.0691	10.592±0.0702	10.855±0.0685
		寒天	11.552±0.122	11.068±0.0952	11.328±0.0885	11.158±0.0854	11.228±0.0855
		活性アルミナ	10.680±0.118	10.778±0.0953	10.715±0.0934	10.467±0.0852	10.850±0.0910
		二酸化マンガ	10.939±0.155	10.488±0.130	10.250±0.125	10.211±0.118	10.359±0.121
Sr-85	514.0	パーライト	3.050±0.236	2.600±0.165	2.635±0.144	2.782±0.140	3.259±0.149
		寒天	3.340±0.253	3.033±0.215	3.241±0.182	2.629±0.175	3.039±0.177
		活性アルミナ	3.138±0.278	2.663±0.205	2.878±0.188	3.010±0.181	2.905±0.180
		二酸化マンガ	2.858±0.314	3.059±0.256	3.045±0.238	2.888±0.237	3.004±0.262
Cs-137	661.638	パーライト	2.414±0.00897	2.353±0.00669	2.236±0.00576	2.353±0.00561	2.406±0.00541
		寒天	2.441±0.00949	2.374±0.00724	2.384±0.00651	2.403±0.00618	2.415±0.00601
		活性アルミナ	2.292±0.00893	2.352±0.00702	2.338±0.00628	2.344±0.00595	2.378±0.00581
		二酸化マンガ	2.413±0.00100	2.361±0.00783	2.329±0.00711	2.357±0.00685	2.412±0.00688
Mn-54	834.827	パーライト	1.839±0.0107	1.790±0.00808	1.704±0.00697	1.801±0.00672	1.804±0.00646
		寒天	1.911±0.0114	1.845±0.00882	1.862±0.00796	1.878±0.00754	1.910±0.00738
		活性アルミナ	1.793±0.0110	1.823±0.00863	1.812±0.00771	1.815±0.00729	1.840±0.00714
		二酸化マンガ	1.882±0.0123	1.840±0.00967	1.819±0.00875	1.848±0.00863	1.868±0.00834
Fe-59	1099.22	パーライト	1.247±0.366	1.098±0.282	1.476±0.247	1.096±0.242	1.366±0.240
		寒天	1.477±0.435	1.751±0.370	1.151±0.315	0.714±0.300	1.499±0.302
		活性アルミナ	1.727±0.454	0.777±0.364	1.119±0.328	1.186±0.314	1.607±0.312
		二酸化マンガ	1.271±0.558	1.724±0.440	1.555±0.403	1.200±0.393	1.585±0.394
Co-60	1173.208	パーライト	1.186±0.00448	1.175±0.00341	1.130±0.00295	1.191±0.00284	1.213±0.00274
		寒天	1.291±0.00489	1.243±0.00369	1.275±0.00333	1.281±0.00315	1.312±0.00307
		活性アルミナ	1.214±0.00460	1.247±0.00360	1.240±0.00320	1.234±0.00301	1.270±0.00295
		二酸化マンガ	1.253±0.00508	1.235±0.00394	1.228±0.00354	1.252±0.00342	1.283±0.00335
Fe-59	1291.56	パーライト	1.126±0.194	0.975±0.142	1.041±0.125	1.191±0.119	1.438±0.129
		寒天	1.086±0.224	1.406±0.172	1.133±0.159	0.823±0.149	1.276±0.148
		活性アルミナ	0.965±0.235	1.179±0.201	1.176±0.165	1.310±0.159	1.015±0.172
		二酸化マンガ	1.073±0.296	1.260±0.229	1.069±0.207	0.818±0.199	1.264±0.202
Co-60	1332.48	パーライト	1.056±0.00410	1.015±0.00307	0.984±0.00267	1.042±0.00257	1.070±0.00248
		寒天	1.120±0.00441	1.095±0.00335	1.119±0.00302	1.121±0.00285	1.143±0.00277
		活性アルミナ	1.061±0.00417	1.091±0.00326	1.082±0.00289	1.088±0.00273	1.108±0.00265
		二酸化マンガ	1.114±0.00461	1.093±0.00357	1.085±0.00323	1.104±0.00307	1.119±0.00301

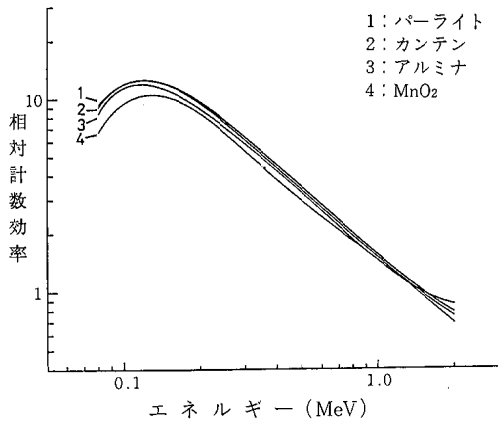


図1 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正なし 高さ=10mm)

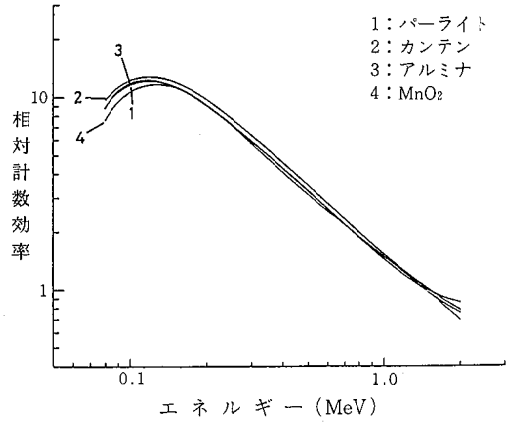


図6 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正あり 高さ=10mm)

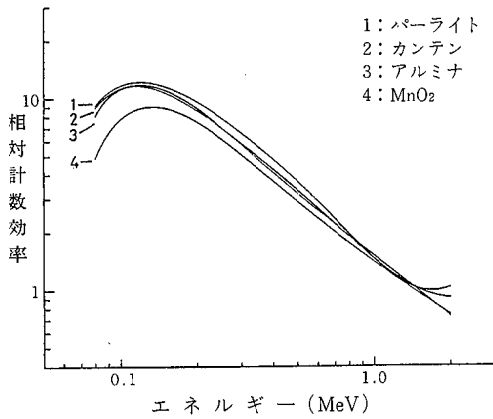


図2 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正なし 高さ=20mm)

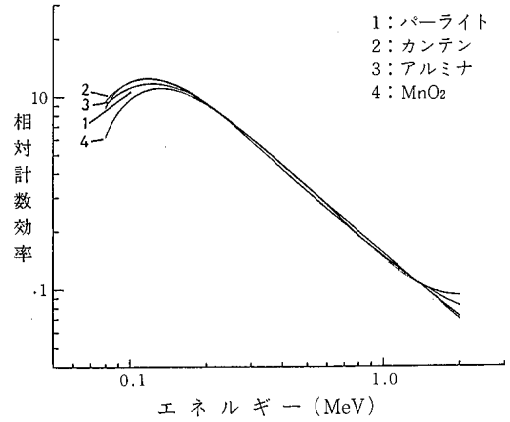


図7 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正あり 高さ=20mm)

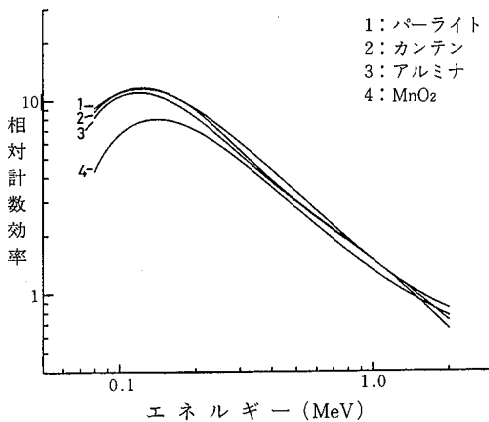


図3 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正なし 高さ=30mm)

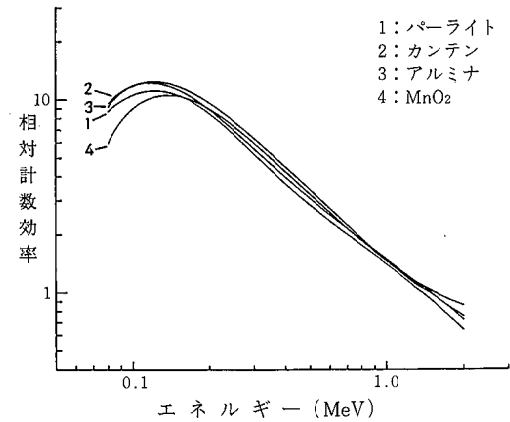


図8 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正あり 高さ=30mm)

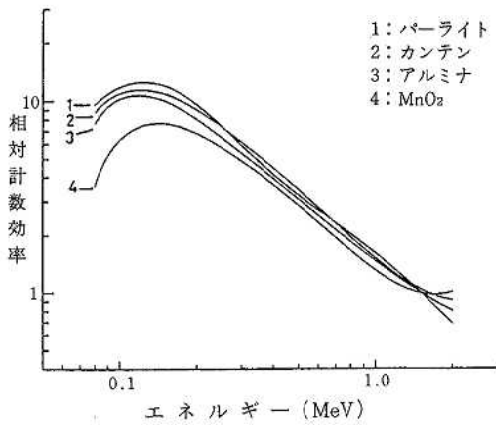


図4 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正なし 高さ=40mm)

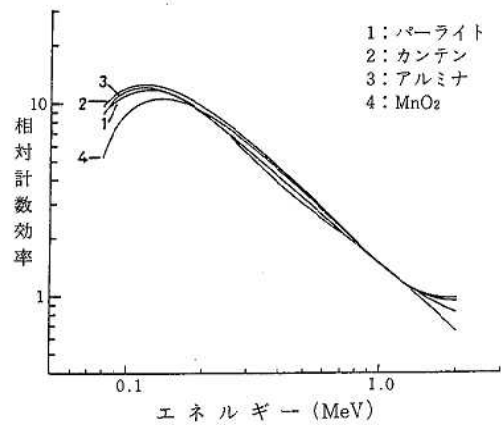


図9 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正あり 高さ=40mm)

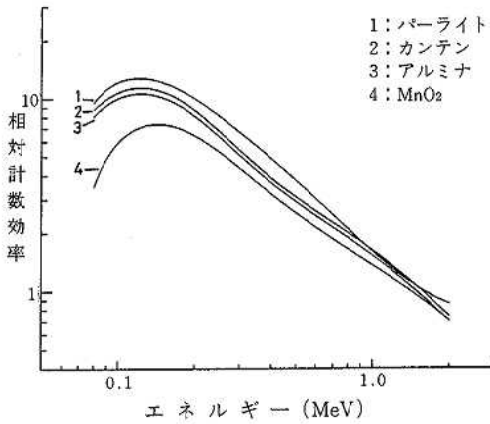


図5 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正なし 高さ=50mm)

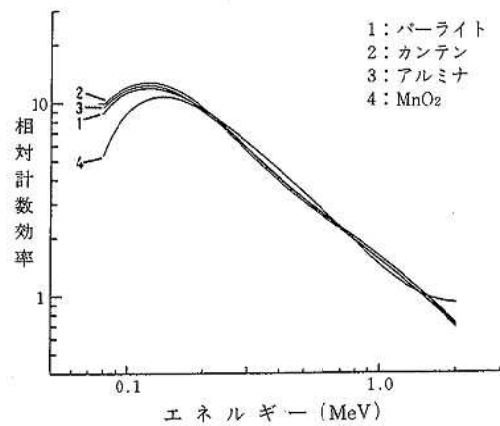


図10 媒体別相対計数効率曲線  
(自己吸収補正あり 高さ=50mm)

表1 昭和57年度環境放射線測定結果

(単位:  $\mu\text{R/hr}$ )

測定地点	NaI(Tl)サーベイメータ (科学技術庁方式)	有機シンチ サーベイメータ	高压電離箱	球形 NaI(Tl) スペクトロメータ			
				宇宙線	ビールオフ法	レスポンス マトリクス法	G(E) 関数法
1. 愛媛県公害技術センター	9.1 $\pm$ 2.9%	10.9 $\pm$ 9.8%	12.8 $\pm$ 1.6%	3.07 $\pm$ 3.5%	10.4 $\pm$ 2.1%	10.0 $\pm$ 2.2%	9.0 $\pm$ 2.3%
2. 愛媛県モニタリングステーション	4.4 $\pm$ 3.2%	4.5 $\pm$ 18%	5.8 $\pm$ 1.4%	3.43 $\pm$ 3.1%	2.4 $\pm$ 3.9%	2.3 $\pm$ 3.5%	2.1 $\pm$ 2.7%
3. 四国電力モニタリングステーション	4.1 $\pm$ 4.1%	4.2 $\pm$ 9.5%	—	3.39 $\pm$ 2.7%	2.0 $\pm$ 7.6%	1.9 $\pm$ 7.6%	1.7 $\pm$ 6.7%
4. 愛媛県モニタリングポイントNo.7	4.0 $\pm$ 3.8%	4.6 $\pm$ 20%	5.0 $\pm$ 1.9%	3.14 $\pm$ 2.8%	1.8 $\pm$ 6.8%	1.7 $\pm$ 6.7%	1.6 $\pm$ 5.5%
5. 愛媛県モニタリングポイントNo.10	4.4 $\pm$ 3.2%	4.5 $\pm$ 13%	—	2.98 $\pm$ 3.4%	2.6 $\pm$ 4.2%	2.5 $\pm$ 3.3%	2.2 $\pm$ 5.9%
6. 九 町 小 学 校	7.3 $\pm$ 4.8%	8.9 $\pm$ 10%	10.3 $\pm$ 2.8%	3.14 $\pm$ 3.8%	7.6 $\pm$ 7.5%	7.2 $\pm$ 7.5%	6.5 $\pm$ 7.4%
7. 豊 之 浦 小 学 校	6.9 $\pm$ 8.0%	8.8 $\pm$ 14%	9.9 $\pm$ 3.8%	3.23 $\pm$ 3.8%	7.1 $\pm$ 8.7%	6.8 $\pm$ 8.8%	6.1 $\pm$ 9.2%
8. 八 幡 浜 市 松 柏	6.0 $\pm$ 3.1%	7.2 $\pm$ 18%	8.1 $\pm$ 3.2%	3.17 $\pm$ 2.7%	5.2 $\pm$ 4.4%	5.0 $\pm$ 3.9%	4.5 $\pm$ 6.1%

の宇宙線である。宇宙線線量(C)を球形 NaI(Tl) スペクトロメータより求め、環境ガンマ線線量(G)を高压電離箱の測定値より宇宙線線量(C)を差し引いたものとする、各測定器の関係は次式で表わされるとおりである。

$$\text{高压電離箱} = G + C$$

$$\text{NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ} = 0.58G + 3.2$$

$$\text{有機シンチレーションサーベイメータ} = 0.86(G + C)$$

$$\text{ビールオフ法} = 1.06G$$

$$\text{レスポンスマトリクス法} = 1.01G$$

$$\text{G(E)関数法} = 0.91G$$

科学技術庁方式の NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータは、環境ガンマ線の約6割程度の値になる。また、環境ガンマ線を測定する限りにおいては、50keVと100keVのカットオフエネルギーの差は見られなかった。

有機シンチレーションサーベイメータは、図3に示したとおりエネルギー特性が1に最も近く高压電離箱と同じ結果が期待されたが、環境における測定では、14%程度低い値を示した。この原因は、環境放射線がシャドーシールド法のように検出器前面ばかりでなく4 $\pi$ 方向から入射するため、サーベイメータ本体によって後方からのガンマ線がしゃへいされたためである。

球形 NaI(Tl) スペクトロメータの係数の差は、各解析方法のエネルギー特性の差である。

#### 4.2. 宇宙線

科学技術庁方法において宇宙線線量率は3.2 $\mu\text{R/hr}$ として計算を実施するようになっている。しかし、8地点における宇宙線線量率は、2.98~3.43 $\mu\text{R/hr}$ と3.2 $\mu\text{R/hr}$ に対し $\pm 7\%$ の幅を示した。図6に高度と宇宙線線量率の関係を示す。測定地点1、4及び5を除けば、高度が上昇すれば宇宙線線量率が上昇するという

関係がはっきり表われている。測定地点1、4及び5が低い値を示す理由は、測定地点がコンクリート建屋の近くにある、あるいは、谷間にあるために、一部宇宙線がしゃへいされるためである。

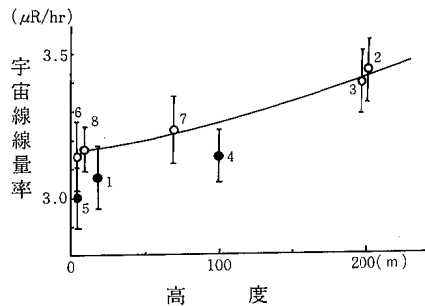
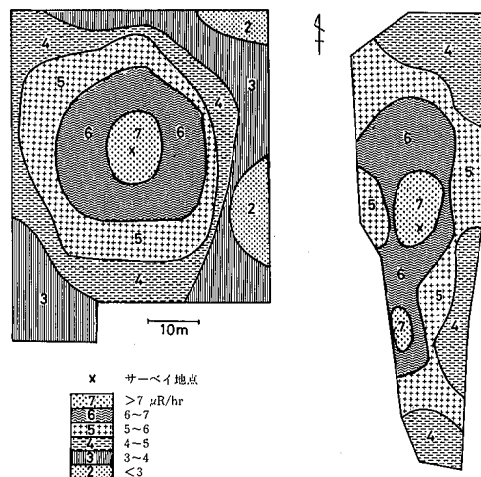


図6 サーベイ地点における宇宙線線量率と高度の関係



6. 九町小学校

7. 豊之浦小学校

図7 小学校グラウンドにおける空間線量率(0~3 MeV)分布図



#### 4. 3. 測定器のバラツキ

各測定器のバラツキは、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータで±0.2~0.3μR/hr、有機シンチレーションサーベイメータで±1μR/hr、高圧電離箱で±0.1~0.2μR/hr、球形NaI(Tl)スペクトロメータでは各解析法とも±0.2μR/hrである。しかし、測定地点6,7の両小学校は他の測定地点に比較してバラツキが大きく、測定器以外の要因が考えられるため各小学校グラウンドの線量率分布を、球形NaI(Tl)スペクトロメータを用いて調査した。解析方法はピールオフ法である。図7に結果を示す。通常サーベイを実施している地点はグラウンド中央である。小学校グラウンドの線量率は一定でなく中央部の方が周辺部より2~3倍高い値であった。この理由として、伊方町は、本来環境ガンマ線が1~2μR/hrと極めて低い緑色片岩の地層であるが、グラウンドには整備のため松山市から環境ガンマ線の高いマサ土（花崗閃緑岩が風化した土）を運び客土しているため、グラウンドが一枚の面線源となっているためである。バラツキの大きな原因は、グラウンド中央のサーベイ地点が数メートル移動しても1μR/hr程度環境ガンマ線線量率が変化するという特異な条件によるものである。

#### 5. 環境放射線測定

一般の環境放射線は、図8に示すような分布をしている。線束密度は、0.05MeVから0.25MeVが、また線量率では、0.5MeVから2MeVの占める割合が高い。このような場で測定する機器は、0.5MeVから2MeVのエネルギー特性が1に近く、また方向特性の均一な高圧電離箱や球形NaI(Tl)スペクトロメータが最も適し

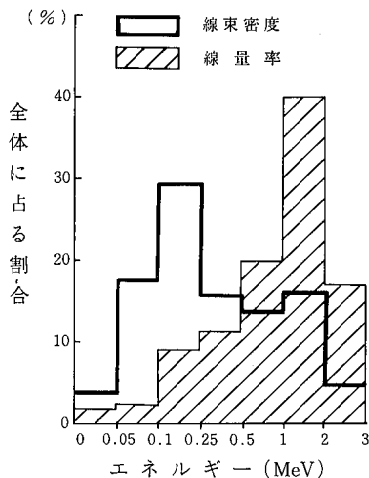


図8 環境ガンマ線の線束密度及び線量率のエネルギー分布図 (1. 愛媛県公害技術センター)

ている。しかし、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータや有機シンチレーションサーベイメータについても、同一地点での比較測定を実施すれば以前と場がどのように変化しているか知ることができる。

緊急時に原子力施設から放出される、クリプトン、ヨウ素、キセノン等の低エネルギーガンマ線を測定するには、低エネルギー側のエネルギー特性が良く高線量まで測定できる有機シンチレーションサーベイメータや高圧電離箱が適している。しかし、簡単に原子力施設からの寄与レベルをオーダーで把握するにはNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータが、また低レベルの寄与を把握するにはエネルギースペクトルの測定できる球形NaI(Tl)スペクトロメータが適している。

#### 6. おわりに

今回は各測定器の特性を線量率という観点から調査したが、各測定器からは線量率以外に、線束密度、エネルギー分布など数多くの情報を得ることができる。今後は、これら多くの情報を基に、また高純度Ge半導体検出器によるIn-Situ測定などのデータを取り入れ環境放射線の内容について調査していきたい。

#### — 参考文献 —

- 1) 愛媛県：昭和57年度伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査，1983
- 2) 金子敏明ほか：愛媛県公害技術センター所報，第4号，32-36，1982
- 3) 科学技術庁：放射能測定調査委託計画書，31-35，1983
- 4) 水口定臣ほか：愛媛県公害技術センター所報，第3号，46-49，1981
- 5) 青野真ほか：愛媛県公害技術センター所報，第3号，36-39，1981
- 6) 水口定臣ほか：愛媛県公害技術センター所報，第3号，40-42，1981
- 7) 徳山崇彦ほか：愛媛県公害技術センター所報，第3号，43-45，1981
- 8) Reuter-stokes：OPERATING MANUAL RSS-111，53-65

---

愛媛県公害技術センター所報

第 5 号

昭和58年12月発行

編集発行所 愛媛県公害技術センター  
松山市三番町8丁目234番地 (〒790)  
電話 松山 (0899) 21-3900

印刷所 岡田印刷株式会社  
松山市湊町7丁目1番地8  
電話 松山 (0899) 47-1313

---