

# 愛媛県公害技術センター所報

第 3 号

昭和 56 年 3 月

Report of Ehime Prefectural Research  
Institute for Environmental Science

No.3. Mar. 1981



愛媛県公害技術センター

## はじめに

当所が、昭和45年衛生研究所の中に公害科として3名から発足して以来10年余たちました。名称は昭和47年に公害研究所として独立、昭和53年には東予公害監視センターを合せて公害技術センターに改められました。職員も現在東予支所を含めて32名となり、仕事の面でも昭和52年には本所が、昭和56年には東予支所が、それぞれ優良職場として知事表彰を受けたことは職員の大きな支えになっており漸く一人前になった感があります。

このように当所には、環境行政、原子力行政の技術的バックボーンとして重要な役割が課せられていることを改めて自覚し、これからも今迄以上に堅実で地味な歩みを続けて参る祈存であります。

所報も昨年に引き続き第3号ができました。未だ未熟ですが、多忙な日常の試験検査、常時監視の中で、苦勞し考えていることの一部を見て頂き卒直なご批判と一層のご鞭達をお願いいたします。

昭和56年3月

愛媛県公害技術センター

所長 松本 良



# 目 次

はじめに

## I 総 説

1 沿 革 .....	1
2 組 織 .....	1
3 所 在 地 等 .....	1
4 分 掌 事 務 .....	1
5 施 設 概 要 .....	2
6 主 要 分 析 機 器 一 覧 表 .....	2
7 職 員 状 況 .....	3
8 各 科 事 業 の 実 施 状 況 .....	3

## II 調査研究・技術指導

1 環境中のホルムアルデヒド .....	15
2 ダム湖の水質実態と時系列変化 .....	19
3 凝集剤を用いた中小工場廃水のリン除去法の検討 .....	22
4 APDC-MIBK抽出原子吸光度法による鉄の定量 .....	30
5 環境騒音の測定評価について .....	33
6 球形(3φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる環境放射線の測定 .....	36
7 レスポンスマトリクス法を用いた現地測定法 .....	40
8 G (E) 関数法を用いた現地測定法 .....	43
9 自動記録化された高圧電離箱による空間ガンマ線重率測定結果の評価方法 .....	46
10 ホールボディカウンタの測定法と評価法 .....	50
11 環境試料中のコバルト-60検出限界の低減化 .....	55
12 公害技術センター十年の歩み .....	58
13 水質汚濁防止法に基づく特定事業所等立入検査による指導内容について .....	70
14 年次別・業種別等の工場排水の傾向と指導について .....	74

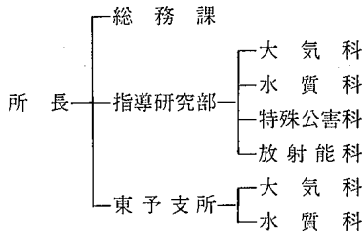
# I. 総 説

## 1. 沿革

- 1) 昭和45年4月1日  
衛生研究所衛生試験部に公害科が設置される。  
(職員3名)
- 2) 昭和45年8月15日  
全上公害科が公害部に昇格。主として大気・水質試験に従事。(職員6名)
- 3) 昭和47年4月1日  
公害研究所として独立。組織として、総務課、公害部(大気科, 水質科, 特殊公害科)が設置される。(職員14名)
- 4) 昭和49年4月1日  
公害部に放射能科新設。(専任職員17名)
- 5) 昭和51年6月16日  
定員2人増員、職員19人となる。
- 6) 昭和53年4月1日  
機構改革により公害技術センターと改称し、従来の東予公害監視センターを傘下に入れて「東予支所」とし、支所に支所長及び大気科、水質科を設置した。(職員総数29名)
- 7) 昭和55年4月1日  
現員32人となる。

## 2. 組織

公害技術センターの組織は次のとおりである。



## 3. 所在地等

- 愛媛県公害技術センター  
松山市三番町8丁目234番地  
愛媛県生活保健ビル内  
〒790 TEL 松山(0899)21-3900(代)
- 愛媛県公害技術センター 東予支所  
新居浜市八雲町12番3号  
〒792 TEL 新居浜(0897)33-0272

## 4. 分掌事務

(総務課)

- ・公印の管守に関すること。
- ・文書の収発, 編さん及び保存に関すること。
- ・人事及び給与に関すること。
- ・所務の企画及び連絡調整に関すること。
- ・予算経理に関すること。
- ・物品及び財産の管理に関すること。
- ・その他指導研究部の主管に属さない事項に関すること。

(指導研究部)

〈大気科〉

- ・大気汚染の防止に係る試験研究に関すること。
- ・大気汚染防止技術及び大気汚染の測定技術の指導に関すること。
- ・大気汚染防止に係る監視, 調査, 測定及び検査に関すること。
- ・大気汚染に関する緊急時の措置に関すること。
- ・大気汚染に係る資料の収集及び整理に関すること。

〈水質科〉

- ・水質汚濁防止に係る試験研究及び水質汚濁防止施設等の技術開発に関すること。
- ・水質汚濁防止技術及び水質汚濁の測定技術の指導に関すること。
- ・水質汚濁に係る緊急時等の措置に関すること。

(特殊公害科)

- ・大気科及び水質科の所管に属さない公害防止に係る試験研究及び特殊公害防止施設等の技術開発に関すること。
- ・特殊公害防止技術及び特殊公害の測定技術の指導に関すること。
- ・特殊公害防止に係る監視, 調査, 測定及び検査に関すること。
- ・特殊公害に係る資料の収集及び整理に関すること。

(放射能科)

- ・原子力発電に係る放射能の環境に及ぼす影響の調査研究に関すること。
- ・原子力発電に係る放射能の測定方法の試験研究に関すること。

(東予支所)

〈大気科〉

- ・大気汚染防止に係る監視, 調査, 測定及び検査に関すること。

・大気汚染防止技術及び大気汚染の測定技術指導に関すること。

・大気汚染に関する緊急時等の措置に関すること。

(水質科)

・水質汚濁防止に係る監視・調査・測定及び検査に関すること。

・水質汚濁防止技術及び水質汚濁の測定技術の指導に関すること。

・水質汚濁に係る緊急時等の措置に関すること。

## 5. 施設概要

○愛媛県公害技術センター

敷地面積 4,248㎡ (合同庁舎)

建物延面積 4,990㎡ (合同庁舎)

室面積 732.626㎡

階	室名	面積
3	所長室	20.000㎡
	事務室	37.488
	指導研究部室	84.000
	図書室	24.000
	暗室	6.000
	精密機器室	49.088
	天秤室	10.500
	大気分析室Ⅰ	35.200
	〃Ⅱ	25.550
	〃Ⅲ	31.800
	水質分析室Ⅰ	59.700
	〃Ⅱ	21.000
	〃Ⅲ	45.000
	特殊公害分析室Ⅰ	28.800
〃Ⅱ	44.050	
悪臭分析室	15.200	
倉庫	23.650	
	計	561.026㎡
2	放射能分析室Ⅰ	52.800㎡
	〃Ⅱ	66.000
	計	118.800㎡
1F	放射能分析室Ⅲ	52.800㎡
合	計	732.626㎡

○東予支所

敷地 (新居浜保健所構内)

建物延面積 304.40㎡

(1F 151.57㎡)  
(2F 152.83㎡)

## 6. 主要分析機器一覧表

品名	型式	台数
分光光度計	島津 UV 200	1
〃	日立 181	2
原子吸光分析装置	日立 208	1
〃	日立 170-30	1
赤外分光光度計	日本分光 IRA-2	1
発光分光分析装置	日本ジャーレルアッシュ JS-1, DR30	1
油分測定装置	柳本 OIL-102	1
GC-MS	島津 LKB-9000	1
ガスクロマトグラフ	島津 GC-5A	2
〃	柳本 G-80	1
〃	柳本 G-1800	1
イオウ量測定装置	東芝 AGK77108	1
サリノメーター	鶴見 E-22	1
デジタル騒音計	リオン NA-74	1
低温灰化装置	IPC-1003-B	1
〃	日立 ASH-302	1
低温恒温槽	タバイ PO-2	1
電気炉	池本理化 20KW	1
純水製造装置	ヤマト化学 WA715	1
遠心機	久保田 KR180B	1
液体シンチレーションカウンター	アロカ LSC-LBI	1
車載用液高分析器	キャンベラ 4100	1
高圧電離箱 (データ処理装置付)	ロイターストークス RSS-111	1
γ線スペクトロメータ	キャンベラ 8100 検出器 Ge(Li)	2
熱蛍光線量計	KYOKKO 1300	1
〃	ナショナル 502B	1
低バックグラウンド放射能測定装置	アロカ LBC-451	1
環境放射線等監視テレメータ装置	東芝 有線デジタル CPU TOSBAC-40C	1
モニタリングステーション	アロカ	1
空間γ線モニター	アロカ	1
ダストモニター	アロカ	1
沃素モニター	アロカ PRM-R12	1
気象観測機器	光進 服部 小笠原	1
重金属排液処理装置	東洋科学 CA-500	1
自記分光光度計	日立 200-20	1
有機シンチレーター式サーベイメーター	オートメス社	1
電気炉	池本理化 L型	1
ミニコンピューター	PDP11/05	1
アルファ線多重波高分析装置	オルテック	1

品名	型式	台数
現地測定用ガンマ線波高分析器	球形NaI(Tl)シンチレーター	1
モニタリングポスト	アロカ(株)	2
ホールボディカウンター	富士電機製造(株)	1
ハンドフットクロスモニター	アロカ(株)	1

## 7. 職員状況

所属	職	氏名		
公害技術センター 一部	所長	松本良		
	総務課	総務課長	嶋田信弘	
		主事	垂水郁夫	
	指導	指導研究部長	武田十三男	
		大気科	大気科長	井上尊統
			技師	進藤三幸
			〃	岡田文明
		〃	影浦久	
		水質科	水質科長(兼)	武田十三男
			技師	楠憲一
			〃	園田浩二
			〃	二宮順一郎
		〃	〃	岡本信二
	〃	〃	浅野淑子	
	特殊	特殊公害科長(兼)	武田十三男	
技師		林弘尚		
〃		越智久紀		
〃	〃	篠崎由紀		
〃	〃	二宮久		
放射能科	放射能科長	西原博明		
	技師	松浦栄美		
	〃	青野真		
	〃	徳山崇彦		
	〃	水口定臣		
東予支所	支所長	石川誠逸		
	大気科	大気科長(兼)	石川誠逸	
		主査	池田広	
		技師	服藤峻	
		〃	大西哲	
	〃	渡辺郁雄		
	水質科	水質科長(兼)	石川誠逸	
		主査	山路岩男	
		〃	武田邦夫	
		〃	石田順子	
		〃	中村洋祐	
		〃	〃	

## 8. 各科事業の実施状況

### ○本所

#### 1) 大気科

大気科の業務は、大気汚染防止に係る監視、調査、測定、試験研究及び緊急時の措置等であり、これらの業務の対象は、発生源と環境に大別される。

発生源関係の業務は、主として大気汚染防止法並びに県公害防止条例に基づく規制対象物質の排出基準の適否を判定するための調査、測定であり、環境関係業務は、光化学スモッグ発生の要因解明のための調査解析、有害物質調査、自動車排ガスによる汚染調査、緊急時の措置等である。

また、55年度は、環境庁委託事業として、瀬戸内地域光化学大気汚染予測システム設定調査を7月に実施し、非特定重大障害物質発生源等対策調査(ホルムアルデヒド)を12月～1月に実施した。

#### ア. 発生源調査業務

##### (ア) 一般監視

有害物質は、県下の全対象施設年1回、総量規制対象工場は年1回(SO<sub>2</sub>測定、重油収去、施設稼働状況調査)、硫酸酸化物、ばいじんについては、大規模施設のみ年1回立入調査を行うこととし、調査、測定及び指導を実施している。重油収去については55年度は総量規制対象工場について実施する。

立入調査実施状況は、表-1のとおりである。

表-1 発生源立入調査実施状況 S55.12.31

物質	地域				
	川之江市	伊予三島市	新居浜市	西条市	東予市
有害物質	弗素			5	12
	塩素	1	4	5	
	塩化水素			6	
	硫化水素	6	8		11
	窒素酸化物	8	8	16	3
硫黄酸化物(総量規制)	(3)	(4)	(7)	(6)	(7)
ばいじん					
重油中S分(総量規制・一般監視)	(3)	(4)	(7)	(6)	(7)

物質	地域			
	松山市			全県下
有害物質	弗素			17
	塩素	2		12
	塩化水素	4		6
	硫化水素			29
	窒素酸化物			41
硫黄酸化物(総量規制)				(27)
ばいじん	(4)			(4)
重湯中S分(総量規制・一般監視)				(27)

注 1) 数値は排出口数(重油中のS分は重油収去件数)  
2) ( )は、56年1月～3月の間に実施予定

- (イ) アルミニウム製錬電解炉における弗素調査  
54年に引き続いて測定地点間の濃度のは握と分析法(JIS KQ105とイオン電極法)の検討を行った。  
(分析件数 64件)
- (ウ) 都市ごみ焼却炉における HCl 排出実態等調査  
37事業所について立入調査を実施し、焼却施設、稼働状況、排ガス処理系統、サンプリング場所足場の状況、及び HCl 排出実態について調査し、改善を要する施設については指導を行った。

イ. 環境調査業務

- (ア) 光化学スモッグ対策  
光化学スモッグの主な原因物質は、炭化水素と窒素酸化物と考えられているところから、これが調査(発生源及び環境)を毎年度実施してきた。55年度は、発生源炭化水素調査を3工場延39施設について行い、また窒素酸化物は一般監視と兼ねて東予地域の大規模工場17工場41施設について測定を実施した。  
また、解析は、オキシダント等自動測定器による常時監視データと魚島特別観測データをもとに昨年と同様、支所と作業を分担し、報告書(第8報)を作成することとしている。
- (イ) 一般環境大気中のホルムアルデヒド濃度実態調査  
ホルムアルデヒドの発生源としては、事業所等の固

定発生源、自動車等の移動発生源及び光化学反応による生成の三つが主なものとして考えられ、一般環境大気中に低濃度ではあるが常に存在する物質である。松山市内及びその周辺で、自動車排ガスを直接受ける地点と受けない地点を選び、冬季の紫外線量の少ない時期における調査を実施した。(延9地点39件)

- (ウ) 塩化ビニールモノマー調査  
昭和50年頃、発ガン性物質として全国各地で大きな社会問題となり、50年11月から新居浜市に立地する発生源周辺の調査を実施してきたが特に問題となる濃度は検出されなかった。  
55年度は、追跡調査のため、6地点、18件の分析を実施する。
- (エ) 弗化水素測定  
岩鍋測定局(新居浜市磯浦町)で8月と11月に実施した。
- (オ) 自動車排ガス測定  
自動車排ガス(一酸化炭素)による大気汚染状況をは握するため、西条市、新居浜市、伊予三島市、川之江市の4ヶ所で、それぞれ7日間連続測定を行う。
- (カ) 大屋測定局(喜多郡長浜町今坊)  
二酸化いおう、浮遊粉じん、風向、風速の4項目の測定を行っており、55年4月～12月の測定結果は表-2のとおりである。

表-2 二酸化いおう、浮遊粉じん測定結果

物質		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12
二酸化いおう	月 平 均 値		0.008	0.010	0.009	0.010	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009
	1時間値が0.1ppmを超えた時間数		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	日平均値が0.04ppmを超えた日数		0	0	0	0	0	0	0	0	0
浮 遊 粉 じ ん	1時間値の最高値		0.100	0.140	0.078	0.145	0.100	0.095	0.115	0.100	0.045
	日平均値の最高値		0.055	0.056	0.220	0.076	0.050	0.056	0.062	0.070	0.034

- (キ) 緊急時の措置(松山地域)  
愛媛県大気汚染緊急時対策要綱に基づく緊急時の措置は実施してない。(S55.12.31現在)
- ウ. 環境庁委託事業  
(ア) 瀬戸内地域光化学大気汚染予測システム設定調査  
瀬戸内地域の光化学予測モデルを作成するため⇒瀬戸内6県(岡山、広島、山口、徳島、香川、愛媛)が協力し、汚染実態調査を実施した。愛媛県は、越智郡魚島村を特別観測地点として、当所が次のとおり調査を実施した。  
○調査期間 7月21日(月)～26日(土)  
○調査項目 オキシダント、オゾン、窒素酸化物、炭化水素

- (イ) 非特定重大障害物質発生源等対策調査  
非特定重大障害物質のうち、ホルムアルデヒドについて、排出が予想されるK工場を対象として発生源の状態を荷役時と通常時に大別し、発生源及び環境における濃度測定を実施し、発生源等対策資料を得た。  
○調査期間 55年12月～56年1月(延22日)  
○調査内容 { 発生源 延38排出口  
環 境 延49地点
- 2) 水 質 科  
水質科の業務は、水質汚濁防止法、瀬戸内海環境保全特別措置法及び愛媛県公害防止条例に基づく、公共用水域調査と工場排水常時監視の二つに大別される。公共用水域調査は河川等の水質環境基準監視である。工場排水常時監視については、COD、SS等の一般

項目(4項目)は松山市を除く、今治以西の対象事業場約160社について、カドミウム、水銀等の有害物質(健康項目, 8項目)、銅、亜鉛等の特殊項目(9項目)については県下全域にわたって約110社について、更に県条例対象事業場は今治以西の約70社について、それぞれ立入検査、監視及び廃水処理等の技術指導をおこなっている。

また、環境庁委託事業として、広域総合水質調査(瀬戸内海)、有機塩素系殺虫剤による環境汚染に関する調査及び環境基準(大腸菌群数)みなおし調査を実施した。

#### ア. 公共用水域調査

##### ・水質環境基準常時監視

昭和50年5月、類型指定した肱川については、偶数月は10地点(鹿野川ダム貯水池内2地点を含む)、奇数月は24地点で採水し、監視を行っている。(試験件数 1,056件)

また、有害物質(カドミウム、シアン、ひ素、水銀等)及び特殊項目(銅、亜鉛、アンチモン等)のうち、12項目について、全県下17海域21地点、9河川20地点を選び、関係保健所が採水したものを当所で分析を行っている。(試験件数 943件)

#### イ. 工場排水常時監視

##### (ア) 一般項目(pH, BOD, COD, SS)

水質汚濁防止法、瀬戸内海環境保全特別措置法及び県公害防止条例により、直接規制の対象となる工場又は事業場は県下に合せて約500社あり、地域別に当所指導研究部水質科、及び東予支所、松山市が分担して立入検査を実施している。当所の分担は約300社である。

##### (イ) 有害物質及び特殊項目

有害物質(健康項目)及び特殊項目については、全県下にわたって115社の特定事業場を対象に立入検査を行うとともに、さらに行政側と緊密な連携のもとにその廃水処理技術指導を行っている。

以上一般項目と有害物質、特殊項目の試験件数はあわせて2,213件である。

#### ウ. 広域総合水質調査(瀬戸内海)

広域総合水質調査(瀬戸内海)は瀬戸内海沿岸11府県6市が協力して、昭和47年から継続して毎年実施している。この調査は、瀬戸内海水質汚濁の広域化、多様化に対処し、内海の水質汚濁の実態をは握するとともに、水質汚濁のメカニズムの解明に資するために必要な基礎的資料を得ることを目的とし、環境庁委託事業として実施した。

本年度は5月23日に、海域、河川につき次のとおり実施した。海域は川之江市から城辺町まで10海域38地点で、上、下層の2層で採水した。河川は瀬戸

内海に流入する主な河川13ヶ所で採水した。

試料採取は当所指導研究部と東予支所、公害課、関係保健所及び市町などの機関が協力して行った。

また、8月5日、10月29日の2回は海域19地点で、上、下層2層で上記機関の協力のもとに採水した。

分析については、水素イオン濃度、化学的酸素要求量、溶存酸素量、塩素量、クロロフィルa、チッ素、リン等につき、すべて当所で行った。(試験件数2,208件)

この調査も既に23回を数える。近年これらの調査結果から、灘別の特徴や水質の季節変動などについても次第に解明されつつあり、今後更に調査を続けてゆけば、最大の課題である環境容量の試算にも、寄与するところが大きいものと思われる。

#### エ. 瀬戸内海におけるリン排出量及び排出濃度等実態調査

この調査は、瀬戸内海の富栄養化による生活環境に係る被害の発生を防止するため、発生源の業種海のリンの排出量及び汚水処理施設での処理効率を調査し、併せて、環境におけるリンの水質についても調査し、リン削減指導方針に基づく施策の効果の把握及び指導指針を作成するための基礎資料を得ることを目的とし、昨年に引き続き、実施したものである。

調査対象は、リンの排出量の多いと思われる業種の代表的事業場を抽出して、調査した。また、中小河川、海域についても同時に調査した。当所の分担は事業場数58社、河川11ヶ所、海域5ヶ所の底質(15地点)及び水質である。試験項目は、水素イオン濃度、化学的酸素要求量、溶存酸素、リン酸態リン、全リン等で、試験件数は722件である。

#### オ. 川をきれいにする計画に係る調査

重信川における汚濁機構の解明をし、その浄化対策の基礎資料にする目的で、本年4月から、一般調査(15地点、毎月)、汚濁源調査(25地点、年4回)、発生源調査(75地点、年1回)を実施している。

また、肱川については、汚濁防止対策の効果を確認するため、8地点において追跡調査(年4回)を実施している。

#### カ. その他

- 有機塩素系殺虫剤による環境汚染に関する調査は水質(3地点)及び底質(14地点)で実施し、当所では強熱減量、粒度分布及びpHを分析した。
- 環境基準(大腸菌群数)見直し調査は、河川15、湖沼5、海域5の各地点において、アンモニア態チッ素、塩素イオン等について実施した。
- 環境庁が全国一律に実施している環境測定分析統一精度管理調査を昨年度に引き続き実施した。分析項目は全クロム、ひ素、ケルダール窒素、全リン及び含水率である。



## 昭和55年度水質及び底質測定実施状況

(昭和56年1月31日現在)

区 分	公共用水域 調 査	工場排水 常時監視	広 域 総 合 水 質 調 査 (瀬戸内海)	リン排出量 実 態 調 査	川をきれい にする計画 に係る調査	そ の 他	合 計
カドミウム	165	61				31	257
シアン	71	29				25	125
有機リン	64	9					73
鉛	131	48				26	205
六価クロム	85	35				26	146
ひ素	104	48				27	179
総水銀	129	13				26	168
有機水銀	86	2					88
水素イオン濃度	182	504	136	195		32	1,049
生物化学的酸素要求量	128	15					143
化学的酸素要求量	54	385	154	59		30	682
浮遊物質	182	363				10	555
銅	31	21				5	57
亜鉛	33	24				5	62
溶解性鉄	27	17				5	49
全クロム		21				1	22
アンチモン	17						17
溶存酸素	182	24	130	29		15	380
塩素量		9	152			65	226
クロロフィルa			165				165
亜硝酸態チッ素			165				165
硝酸態チッ素			165				165
アンモニア態チッ素			165			75	240
有機体チッ素			165				165
全チッ素			165				165
リン酸態リン			165	143			308
全リン			165	48		2	215
水温	182	481	158	195	279	15	1,310
流量	128		6	11	229		374
透明度	18		76	9			103
色相			76	18			94
含水率				15		2	17
弗素		4					4
ニッケル		9					9
溶解性マンガン		1					1
イオウイオン		4					4
M L S S		23					23
S V 30		23					23
n-ヘキサン抽出物質		21					21
フェノール		19					19
強熱減量						14	14
粒度分布						14	14
ケルダールチッ素						2	2
合 計	1,999	2,213	2,208	722	508	453	8,103

### 3) 特殊公害科

特殊公害科の本年度の主な業務内容は、次の4つに大別される。すなわち、化学物質関連業務、悪臭調査、騒音・振動調査、及び底質環境調査である。

#### ア. 化学物質関連業務

産業化学物質の実態については、その種類、使用量ともに把握できない程の著しい増加である。当県においてもPCB、PCB代替品、フタル酸エステル、塩ビモノマー、有機水銀、農薬等について汚染

の実態調査を適宜実施してきた。

PCBに関しては、本年度は主発生源である古紙再生工場80事業所、公共用水域37地点について年2回実態調査を実施すると共に、基準違反の工場については処理施設等の改善を指導した。本年度の違反工場は3社あり、全て改善を完了している。

また、本年度は魚類弊死事例が頻発し、これに係る農薬分析に多くの時間を費すこととなった。

表-1 化学物質関係分析件数

区分	物質名	P C B	農 薬							計	
			ダイアジノ	キタジンP	バブチオン	バツサ	パダン	ガードサイド	ベンチオカーブ		シメトリン
工場排水	川之江市	80									80
	伊予三島市	56									56
	西条市	1									1
	東予市	15									15
	八幡浜市	1									1
	五十崎町 宇和町	1 1									1 1
公共用水域	海城	28									28
	河川	34	20	20	20	26	6	17	9	9	127
その他			6	6	6	6	2	2	4	4	36
計		217	26	26	26	32	8	19	13	13	163

#### イ. 悪臭調査

悪臭物質は現在、アンモニア、トリメチルアミン、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、スチレン、2硫化メチル、アセトアルデヒドの8物質が法規制の対象となっている。

これら8物質については、殆どどの市町において、技術的にもまた、分析機器の整備の面でも、分析を実施することが困難なため、当所で依頼を受けて分析を行っているのが現状である。

本年度は、畜産業に対する苦情処理対策の基礎資料を得るため、8事業所において、測定と実態調査を実施した。

本年度の調査件数は表-2のとおりである。

表-2 悪臭調査件数

地域	事業場の種類と数	物 質 名				計
		アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	メチルメルカプタン	
西条市	養豚場4	3	3	2	2	
東予市	養豚場2	6	4	2	2	
小松市	養豚場2	6	4	2	2	
丹原町	養豚場2	6	4	2	2	
計		9	7	4	4	

地域	事業場の種類と数	物 質 名			計
		硫化メチル	2硫化メチル	アセトアルデヒド	
西条市	養豚場4	2	2	2	16
東予市	養豚場2	2	2	2	20
小松市	養豚場2	2	2	2	20
丹原町	養豚場2	2	2	2	20
計		4	4	4	36

#### ウ. 騒音・振動調査

本年度は、東予地域5市3町について環境基準類型あてはめのための騒音実態調査を実施した。

4～5月及び9～10月の2回、32地点において24時間連続測定を実施し、関係市町の多点測定の結果と合せて解析し、あてはめの資料とした。調査地点数等は表-3のとおりである。

表-3 騒音調査地点一欄表

市町名	調査地点数	測 点 月 日
川之江市	4	4.30～5.1 10.30～10.31
伊予三島市	4	5.6～5.7 9.16～9.17
土居町	4	5.7～5.8 10.8～10.9
新居浜市	4	5.19～5.20 10.2～10.3
西条市	4	5.29～5.30 9.29～9.30
東予市	4	5.15～5.16 9.24～9.25
小松市	4	5.22～5.23 9.25～9.26
丹原町	4	5.27～5.28 9.18～9.19

#### エ. 底質環境調査

公共用水域の環境監視のため、底質の重金属等の分析を実施した。(表-4)

また、昨年度に引き続き、製紙工場周辺底質調査を実施中である。

表-4 底質調査件数

地域	項目	カドミム	鉛	総水銀	アルキル水銀	計
		ウ				
新居浜海域				6	6	12
銅山川水系	1	1	1	1		3
計		1	1	7	6	15

オ. その他

重信川の汚染調査の一貫として、年4回、30地点でステロールの分析を実施している。

また、産業廃棄物関係では、鉍さい(1件)の総水銀、水銀、カドミウム、鉛、6価クロム、ひ素、シアン、有機リンの分析を実施した。

表-5 製紙工場周辺底質調査

調査地域	調査河川	関連工場数	調査項目			
			総水銀	PCB	強熱減量	含水率
川之江市	宮川	2	8	4	8	8
	契川	2	4	4	8	8
伊予三島市	川茂川	2	4	6	6	6
	赤之井川	1	4		4	4
	寺川	1	4	4	4	4
	排水路	1		2	2	2
	樋之尾谷川	4	8	10	14	14
	豊岡川	1		4	4	4
西条市	御本陣川	1		4	4	4
	計	16	32	42	58	58

4) 放射能科

放射能科の業務は、愛媛県、伊方町、四国電力の間で締結された「安全協定書」(伊方原子力発電所周辺の安全確保及び環境保全に関する協定書、昭和51年3月)に基づく伊方原子力発電所周辺の環境放射能調査、並びに昭和52年度から科学技術庁の委託を受けて実施している核実験関係放射能調査に大別される。

業務内容は、昭和52年9月30日に営業運転を開始した伊方原子力発電所及び中国核実験(本年10月16日第26回実験)等の環境放射線を監視するための空間線量測定、環境試料放射能分析、並びに同発電所の排水調査の三つに分けられる。(表-1、表-2、表-3)

表-1 昭和55年度 伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査計画

調査項目		調査地点数	頻度	測定項目	
空間線量測定	空間ガンマ線量率	3点	連続	ガンマ線(モニタリングステーション1点) 〃(モニタリングポスト2点)	
	空間ガンマ積算線量	30点(うち1点は松山市)	3ヶ月連続	〃(モニタリングポイント)	
環境放射能分析	大気じん埃	2点(うち1点は松山市)	4回/年	全ベータ放射能	
	陸水	雨水・ちり	2点(うち1点は松山市)	12回/年	全ベータ放射能および核種分析
		河川水	1点	4回/年	
	陸土	3点	4回/年		
	農作物・植物	みかん	10点(うち1点は中山町)	1回/年	
		野菜	3点	2回/年	
		松葉	1点	2回/年	
		杉葉	2点	2回/年	
	海水	1点	4回/年		
	海底土	2点	4回/年		
	海産生物	魚類	1点	4回/年	
		無脊椎動物	1点	4回/年	
		海藻	1点	4回/年	

表-2 排水調査

調査項目	調査地点数	頻度
P H	1点	4回/年
溶解性鉄	1点	4回/年
残留塩素	1点	4回/年

表-3 昭和55年度 放射能調査委託計画 (核実験関係)

調 査 項 目		調査地点数	頻 度	測 定 項 目	
空間線定	空間ガンマ線量率	1点	12回/年	ガンマ線 (シンチレーションサーベイメータ)	
環境放射能分析	陸 水	雨水・ちり	1点	12回/年	全ベータ放射能
		上水(蛇口水)	1点	2回/年	
	陸 土	表土(0~5cm)	1点	1回/年	
		心土(5~20cm)	1点	1回/年	
	野 菜 (ほうれん草)	生産地	1点	1回/年	
		消費地	1点	1回/年	
	牛 乳	原 乳	1点	2回/年	
		市 販 乳	1点	2回/年	
	米	消費地	1点	1回/年	
	海水魚(さば)	消費地	1点	1回/年	
日 常 食 (都市成人)	1点	2回/年			

ア. 空間線量測定

(ア) モニタリングステーション(1点)及びモニタリングポスト(2点)における測定

ここでは、連続測定を行っており、各測定局から伊方町役場までテレメータ化している。

測定項目は、モニタリングステーションでは、空間ガンマ線量率、アルファ・ベータ放射能、放射性ヨウ素(異常時)、風向、風速、雨量、温度、

湿度、気圧、日射量であり、モニタリングポストでは空間ガンマ線量率である。

(イ) 空間線量率の現地測定

NaI(Tl)(1"φ×1")シンチレーションサーベイメータ、有機シンチレーションサーベイメータ、球形NaI(Tl)(3"φ)シンチレーションスペクトロメータ及び高圧電離箱(25気圧、8ℓ)を用い、空間線量率の現地測定を行っている。(表-4)

表-4 各測定器による空間ガンマ線量率の測定

機 器 名	測定地点数	測定件数
1"φ×1"NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ	8点(うち1点松山)	72
有機シンチレーションサーベイメータ	8点(うち1点松山)	72
3"φ球形NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ	8点(うち1点松山)	32
高 圧 電 離 箱 (25気圧, 8ℓ)	6点(うち1点松山)	30

(ウ) 熱蛍光線量計による測定

熱蛍光素子による3ヶ月間の集積線量を、伊方町等に設置してあるモニタリングポイント30ヶ所(うち1ヶ所は松山市内に設置)で測定している。(表-5)

表-5 熱蛍光線量計による積算線量の測定(3ヶ月/回)

測定地点数	測定件数
10点(うち1点は松山市)	90

イ. 環境放射能分析

(ア) 全ベータ放射能測定

試料について濃縮、乾固、乾燥、灰化、化学処理等の前処理を行い、低バックグラウンド放射能測定装置で全ベータとして計測している。(表-6)

表-6 全ベータ放射能測定

試料名		採取地点数	測定件数
大気じん埃		2点	18
陸水	雨水・ちり	2点	18
	河川水	1点	9
陸土		3点	27
農作物	野菜	3点	9
	みかん	10点	20
	松葉	1点	2
	杉葉	2点	4
海水		1点	4
海底土		2点	8
海産生物	魚類	1点	14
	無脊椎動物	1点	6
	海藻	1点	6

(イ) ガンマ線スペクトロメトリーによる測定

前処理を行った試料について、Ge(Li) 半導体検出器ガンマ線スペクトロメータ及びNaI(Tl) シンチレーション検出器ガンマ線スペクトロメータでガンマ線核種の同定、定量を行っている。

(表-7)

表-7 ガンマ線スペクトロメトリーによる測定

試料名	採取地点数	測定件数		
		Ge(Li)	NaI(Tl)	
大気じん埃		2点	18	
陸水	雨水・ちり	2点	18	
	河川水	1点	9	
陸土		3点	27	
農作物	野菜	3点	9	2
	みかん	10点	20	6
	松葉	1点	2	1
	杉葉	2点	4	4
海水		1点	4	
海底土		2点	8	
海産生物	魚類	1点	14	
	無脊椎動物	1点	6	
	海藻	1点	8	1

(ウ) 環境水中のトリチウムの測定

試料について、蒸留等の前処理を行い、低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置によってトリチウムの定量を行っている。(表-8)

表-8 液体シンチレーションによる環境水中のトリチウムの測定

試料名		採取地点数	測定件数
陸水	雨水	2点	18
	河川水	1点	9
海水		1点	4

(エ) ストロンチウム90の測定

試料について、放射化学分析を行ってストロンチウム90の定量を行っている。(表-9)

表-9 放射化学分析によるストロンチウム90の測定

試料名		採取地点数	測定件数
陸水	雨水・ちり	2点	4
	河川水	1点	1
陸土		3点	6
農作物	野菜	3点	3
海水		1点	4
海底土		2点	6
海産生物	魚類	1点	2
	無脊椎動物	1点	1
	海藻	1点	3

(オ) プルトニウムの測定

試料について、放射化学分析を行ってα線スペクトロメトリーによりプルトニウム239+240、プルトニウム238の定量を行っている。(表-10)

表-10 放射化学分析によるプルトニウムの測定

試料名		採取地点数	測定件数
海水		2点	2
海底土		3点	5
海産生物	海藻	1点	2

(カ) コバルト60の測定

特別調査として、試料について化学分離を行ってガンマ線スペクトロメトリーによるコバルト60の定量を行っている。(表-11)

表-11 化学分離によるコバルト60の測定

試料名		採取地点数	測定件数
海底土		7点(5)	7
植物	松葉	2点(1)	2

(注) 採取地点数の( )内数字は伊方町以外における試料採取地点数を示す。

ウ. 排水調査

「安全協定書」に基づき、伊方原子力発電所からの排水について、特にpH、溶解性鉄、残留塩素の3項目の調査を行っている。(表-12)

表-12 排水調査

調査項目	採取地点数	測定件数
p H	1点	4
溶解性鉄	1点	4
残留塩素	1点	4

エ. クロステック

当所と国(科学技術庁-日本分析センター)の間でクロステックを行い、分析測定技術の向上を図っている。(表-13)

表-13 クロステック状況

測定項目	試料		土壌	農作物	海水	海底土	海産生物	標準試料	合計
	雨水・ちり	河川水							
Ge(Li)ガンマ線スペクトロメトリー	2	1	2	1	1	2	5	9	23
液体シンチレーションによるトリチウムの測定	2	1			1			2	6
NaI(Tl)ガンマ線スペクトロメトリー								1	1
放射化学分析によるストロンチウム90の測定			1					1	2

なお、今年度から熱蛍光線量計による積算線量測定についてもクロステックを開始した。(表-14)

表-14 熱蛍光線量計による積算線量測定  
クロステック状況

測定項目	試料	分割試料	標準試料	合計
熱蛍光線量計による積算線量測定		4	2	6

表-17 採取と前処理を行った核種分析用試料

試料名	陸水		陸土		米	野菜		牛乳		海水魚	日常生活(都市成人)
	雨水ちり	上水(蛇口水)	表土(0~5cm)	心土(5~20cm)		生産地	消費地	原乳	市販乳		
送付件数	9	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2

カ. 放射線測定等機器整備

54年3月末に発生した米国スリーマイルアイランド原子力発電所の事故を契機として、県では平常時及び緊急時の放射線監視体制を強化することになった。

表-18 主要放射線測定整備機器

番号	機器名	用途
1	NaI(Tl)ガンマ線多重波高分析装置	環境試料中のガンマ線放出核種の同定、定量を行う。
2	低いバックグラウンドベータ線スペクトロメータ	環境試料中のベータ線放出核種の同定、定量を行う。
3	現地測定用ガンマ線波高分析器	原子力発電所周辺の現地で核種ごとのガンマ線量率を測定する。
4	有機シンチレタ式サーベイメータ	空間ガンマ線量率を測定する。

オ. 昭和54年度放射能調査

過去においては、主としてアメリカ、ソ連等が実施し、現在では中国が実施している大気中核実験についての影響を調査するために、全国32都道府県が科学技術庁の委託により、調査を行ってきたが、当県も委託を受け松山市を調査地点にして、空間線量測定として空間ガンマ線量率の測定、環境放射能分析として全ベータ放射能測定、核種分析用(分析は日本分析センターが実施している)として各種環境試料の採取と前処理を行っている。(表-15, 表-16, 表-17)

表-15 放射能調査

調査項目		採取地点数	測定件数	
環境放射能分析	空間ガンマ線量率	1点	9	
	陸水	雨水・ちり	1点	9
		上(蛇口水)	1点	2
	陸土	表土(0~5cm)	1点	1
		心土(5~20cm)	1点	1
	米	消費地	1点	1
		生産地	1点	1
	野菜	消費地	1点	1
		原乳	1点	1
	牛乳	市販乳	1点	1
		海水魚	消費地	1点
	日常食(都市成人)	1点	2	

表-16 昭和55年10月16日中国が実施した第26回核実験に係る放射能調査

調査項目	採取地点数	測定件数
雨水・ちり	1点	3

た。これに伴い昨年に引き続き、放射線測定等機器整備がなされ、県民の安全と健康の保持及び不安の解消に努めることとなった。(表-18)

キ. リファレンスライブラリー (訳)

番号	訳名	References	備考
51	スリーマイルアイランド原子炉事故後の放射線測定	Radiation Measurements Following The Three Mile Island Reactor Accident	枚数 16 EML-357
52	RSS- 113環境放射線モニタリングシステム	The RSS-113 Environmental Radiation Monitoring Systems (Reuter-Stokes, Inc.)	枚数 7 Reuter Stokes
53	マイクロプロセッサベースの環境放射線モニタリングシステム	A MICROPROCESSOR BASED ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING SYSTEMS	枚数 12 Reuter-Sokes, Inc Cleveland Ohio
54	大気中から地表面へのラドン娘核種のウォッシュアウトに起因する放射線場のモンテカルロ法計算	Monte Carlo Calculation of Gamma Radiation Field Due to Precipitation Washout of Radon Daughter from the Atmosphere to the Ground Surface	枚数 9 Susumu Minato
55	放射能測定法ハンドブック 7. 統計	A HANDBOOK OF RADIOACTIVITY MEASUREMENTS PROCEDURES 7. Statistics Appendix B The Statistics of Radioactive Decay	枚数 33 NCRP Report No.58
56	放射線緊急時と事故の評価, 選択された基準とデータ	Evaluation of Radiation Emergencies and Accidents Selected Criteria and Data	枚数 155 Technical Reports Series No.152 IAEA VIENNA 1974
57	放射性ヨウ素放出の場合における甲状腺の防護	PROTECTION of the Thyroid Gland in the event of Releases of Radioiodine	枚数 47 NCRP Report No.55
58	消費者製品及び種々雑多な線源からの放射線被ばく	Radiation Exposure from Consumer Products and Miscellaneous Surces	枚数 70 NCRP Report No.56
59	フィールドガンマスベクトロメトリー	Field Gamma Spectrometry	枚数 8 DOE, EML August 13,1979 EML. Procedure Manual (HASL-300)
60	電離箱によるフィールドガンマ線測定	Field Gamma-Ray Measurements with Ionization Chamber	枚数 6 DOE. EML August 13,1979 EML. procedure Manual (HASL-300)
61	Health And Safety Laboratory U.S. Atomic Energy Commission ( '74.8.2現在)	Health And Safety Laboratory U.S. Atomic Energy Commission	枚数 33 HASL
62	品質管理	Quality Control	枚数 7 EML. Procedure Manual HASL-300 (August, 13, 1979)

番号	訳 名	References	備 考
63	高純度ゲルマニウム検出器のガンマスペクトロメトリーによる環境試料中の鉛210の定量	Determination of Lead-210 in Environmental Samples by Gamma Spectrometry with High-Purity Germanium Detectors	枚数 6 Analytical Chemistry 1980, 52, 1957-1958
64	in-situ Ge(Li)及びNaI(Tl)ガンマ線スペクトロメトリー	IN-SITU Ge(Li) AND NaI(Tl) GAMMA-RAY SPECTROMETRY	枚数 69 Harold L. Beck Joseph Decampo Carl Gogorak HASL-258
65	ビキニ島民について1974年から1979年までのホールボディカウンティングの結果	Whole Body Counting Results from 1974 to 1979 for Bikini Island Residents	枚数 15 R. P. Miltenbergan N. A. Greenhouse and E. T. Lessard
66	レスポンスマトリックス法による陸上ガンマ線の線量評価	Evaluation of Exposure due to Terrestrial Gamma-Radiation by Response Matrix Method	枚数 13 Susumu MINATO and Minoru KAWANO
67	Pb-210の放射化学分析	RADIOCHEMICAL DETERMINATION OF LEAD-210	枚数 6 HASL-300 (August 1979)
68	ゲルマニウム[リチウム]ガンマスペクトロメータシステム	Germanium (Li) Gamma Spectrometer Systems	枚数 79 Canberra Industry (Detector Systems Division)
69	機関相互間放射線援助計画	Interagency Radiological Assistance plan (IRAP)	枚数 3 Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides (事故で放射性核種によって汚染された人の管理)の Appendix A
70	定 義	Definition	枚数 6 Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides (事故で放射性核種によって汚染された人の管理)の Appendix B



ク. プログラムライブラリー (放射能科業務用)

ミニコンピュータ: PDP-11(32K)

言語: CLASS

番号	作業名	プログラム名	備考
1	Ge(Li)半導体検出器を用いた機器分析法(1)	PP	データ入力
2	Ge(Li)半導体検出器を用いた機器分析法(2)	ACTIV	解析
3	全身被ばく線量の計算(1)	AEDC3	気体廃棄物用
4	全身被ばく線量の計算(2)	AEDC4	液体廃棄物用
5	内部被ばく線量の評価	E $\bar{O}$ ED	環境放射線モニタリングに関する指針(S53.1)に基づく
6	外部被ばく線量の評価	E $\bar{O}$ EE	"
7	放射能の減衰補正(1)	CLDCR	
8	ガンマ線スペクトロメトリー(1)	GRAL1	PP, ACTIVの改良
9	ガンマ線スペクトロメトリー(2)	GRAL2	"
10	NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いた機器分析	I131	連立方程式法及びコペル法
11	液体シンチレーションカウンターによるトリチウムの測定	H3N $\bar{O}$ 1	t分布による異常値棄却
12	TLDによる空間積算線量測定(1)	TLDN $\bar{O}$ 1	スミルノフの小数検定
13	TLDによる空間積算線量測定(2)	GRUB1	最大値または最小値の検定
14	TLDによる空間積算線量測定(3)	GRUB2	最大値または最小値と次の値の検定
15	増加線量計算用シンプソンの公式	SFCID	
16	ストロンチウム90の放射化学分析	HS2	
17	放射能の減衰補正(2)	CRDHL	
18	連続測定における 増加線量の半減期計算	IDHL	
19	テレメータデータにおける 施設寄与計算	MS $\bar{O}$ P	
20	テレメータデータにおける 降雨時増加線量計算	MSIDP	
21	テレメータデータにおける 核実験による増加線量計算	IDNT	
22	高圧電離箱による 施設寄与と自然放射線変動の識別	HIPIC	ロイターストークス社製RSS-111-03用
23	ガンマ線スペクトルのチャンネルエネルギー 校正とエネルギー変換	CEDF1	球形NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ用
24	ピールオフ法による空間線量率の計算	GS $\bar{O}$ 1	
25	レスポンスマトリックス法による空間線量率の 計算	RM1	
26	G(E)関数法による空間線量率の計算	GEFM	
27	一次元ガンマ線輸送計算用モンテカルロコード	M $\bar{O}$ NG2C	

## Ⅱ 調査研究・技術指導

# 環境中のホルムアルデヒド

—発生源調査時の共存物質の検討—  
—一般環境大気中濃度の実態調査—

進藤三幸・影浦久・岡田文明・井上尊統

## 1. はじめに

ホルムアルデヒド (HCHO) は、一般環境大気中に低濃度ではあるが、常に存在する物質である。しかし、その実態については殆んど調査研究されておらず、わずかに光化学スモッグ研究の一環として測定されている例と、東京都において固定局で連続測定されている例を見る。

大気中のホルムアルデヒドの発生源としては、事業所等の固定発生源、自動車排ガス等の移動発生源、および光化学反応による生成の三つが主なものとして考えられる。筆者らは、昭和55年度環境庁委託事業として、固定発生源からの排出実態について調査することになり、これに先立って、調査対象化学プラント (MDA - ジフェニールメタン・ジアミン製造) 排ガス中に混在すると思われる物質のホルムアルデヒド分析

(AHMT法) への影響の有無について検討した。さらに、自動車排ガスの影響と、冬の紫外線量の少ない時期における光化学反応によるホルムアルデヒド生成について、松山市内およびその周辺で調査研究を行い、若干の知見を得たので報告する。

## 2. ホルムアルデヒド分析の検討

ホルムアルデヒドの分析法には、比色法であるクロモトローブ酸法、アセチルアセトン法、P-ロザリニン法、MBTH法 (8メチル-2ベンゾチアゾロンヒドラゾン法)、AHMT法 (4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1, 2, 4-トリアゾール法) が広く用いられ、その他検知管法、ガスクロマトグラフィ法等があり、分析の対象と目的によっていずれかの方法を選択するが、基本的には妨害物質が少なく簡便かつ精度の高いことが必要である。そこで、感度はやや低いが、簡便で妨害物質が少ないと報告されているAHMT法を採用することとした。AHMT法は、AHMTをアルカリ性でホルムアルデヒドと縮合させ、次いで過ヨウ素カリウムで酸化して生成する6-メルカプト-S-トリアゾロ [4, 3-b] -5テトラジノの赤紫色の吸光度を測定し、ホルムアルデヒドを定量する方法である。

## 2-1. 吸収液および発色液の安定性

吸収液としては、脱イオン蒸留水と0.5%ホウ酸溶液が一般に使われているが、両者による検量線を作成した結果、表1に示すとおり差は見られなかった。

表-1 吸収液の比較

ホルムアルデヒド(ppm)	H <sub>2</sub> O	0.5%H <sub>3</sub> BO <sub>4</sub>
0.2	0.067	0.060
0.5	.148	.158
1.0	.304	.303
1.5	.452	.441
2.0	.586	.583

数値は吸光度 (E<sub>0</sub>)、1区2連制

0.5%ホウ酸溶液にホルムアルデヒドを吸収させた液の安定性については、吸収後120時間経過時まで室温放置して検討した結果でも、濃度によるまた時間による一定傾向の増減は見られず、吸収後4~5日間は安定であった (表-2)。一方、発色させた液の安定性については、図-1に示すように、経過時間とともに対数

表-2 ホルムアルデヒド吸収後の安定性

ホルムアルデヒドの濃度 ppm	経過時間 (hr)				
	6.5	24	48	72	120
99.8	102.0	99.5	106.8	94.7	
96.4	101.3	103.7	100.0	100.6	
100.4	100.4	102.0	98.7	97.5	

※ホルムアルデヒド2%液から直前に調整した吸光度に対する百分率で表示 1区2連制

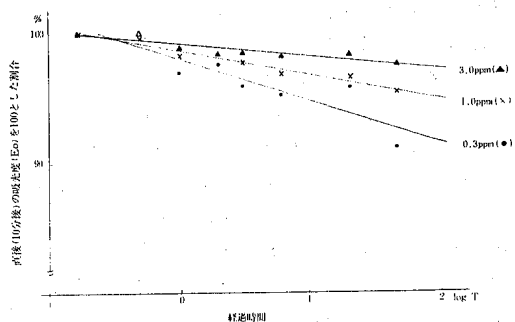


図-1 発色液の安定性

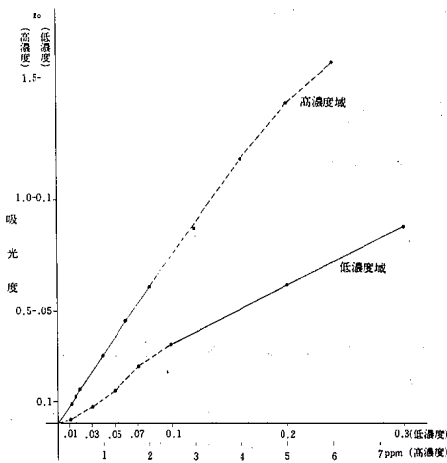


図-2 検量線

的に減少する傾向が見られ、減少の仕方は低濃度ほど大であるが、通常の測定時間内（発色後1時間前後）であれば、減少は1~2%以内でを問題とはならない。

図-2には検量線の直線性を示す。直線部分を実線で、それ以外を破線で示している。検量線の直線性は0.1~2.0ppmで見られた。

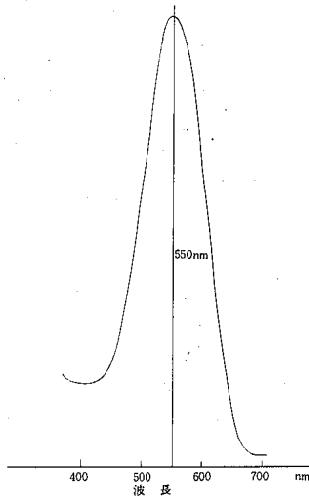


図-3 発色液の吸収スペクトル (AHMT法)

図-3は発色液の吸収スペクトルで、550nmにピークがある。

### 2-2. MDAプラント排ガス中共存物質の検討

MDAプラント排ガス中の共存物質としては、塩酸、苛性ソーダ、アニリンおよびメタノールが考えられる。前者三物質は製造工程よりくるものであり、メタノールはホルマリンの安定剤として混入されているものである。表-3には、塩素イオン( $Cl^-$ )とナトリウムイオン( $Na^+$ )の検討結果を示す。1 ppmホルムアルデヒド中の濃度として、 $Cl^-$ は $10^{-3}$ ~ $10^4$  ppmまで、 $Na^+$ は $6.5 \times 10^{-4}$ ~ $6.5 \times 10^3$  ppmまで共存による影響は見られなかった。アニリンは、1 ppmホルムアルデヒド中のアニリン濃度が1 ppm以下では影響を与えないが共存割合がそれより多くなる。即ち、アニリン濃度が増すに従って、1 ppmホルムアルデヒドの吸光度は低く

なり、共存濃度が $10^4$  ppmになると約20%の負の影響となった。これらを表-4および図-4に示す。

表-3 共存物質( $Cl^-$ ,  $Na^+$ )の検討

1 ppmホルムアルデヒド中の濃度		吸光度 (Eo)	$Cl^-$ , $Na^+$ 0 ppm に対する百分率
$Cl^-$ (ppm)	$Na^+$ (ppm)		
0.001	0.0007	0.2757	98.5
0.01	0.007	.2815	100.6
0.1	0.065	.2798	100.0
1.0	0.65	.2782	99.4
10	6.5	.2815	100.6
100	65	.2581	92.2
1000	650	.2790	99.7
10000	6500	.2815	100.6
0	0	.2798	100

表-4 共存物質(アニリン)の検討

(ホルムアルデヒドとの比が1以下の場合)

1 ppmホルムアルデヒド中の濃度 (ppm)	吸光度 (Eo)	アニリン 0 ppm に対する百分率
0.001	0.2741	100.1
0.01	.2716	99.2
0.1	.2741	100.1
1.0	.2724	100.1
0	.2737	100

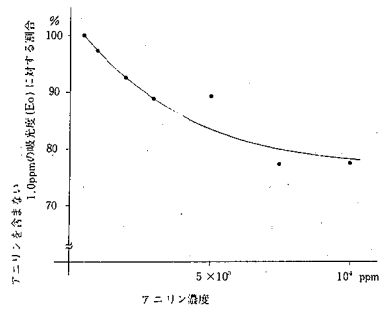


図-4 共存物質(アニリン)の影響

重合防止安定剤として混入されているメタノールについては、ホルムアルデヒド濃度0.2および2 ppmについて、 $10^{-2}$ ~ $10^3$  ppmまで検討したが、メタノール濃

表-5 共存物質(メタノール)の検討

ホルムアルデヒド濃度	0.2 ppm		2.0 ppm	
	メタノール濃度 (ppm)	吸光度 (Eo)	メタノール 0 ppm に対する百分率	吸光度 (Eo)
0.01	0.0628	107.4	0.6162	100.7
0.1	.0618	105.6	.6082	99.4
1.0	.615	105.1	.6153	100.6
10	.618	105.6	.6118	100.0
100	.598	102.2	.6180	101.0
500	.605	103.4	.6127	100.1
1000	.650	111.1	.6180	101.0
0	0.0585	100	0.6118	100

度の増加に伴うはっきりした増減傾向は見られなかった(表-5)。

### 3. 一般環境大気中ホルムアルデヒドの実態調査

#### 3-1. 調査方法

固定発生源のない一般環境大気中におけるホルムアルデヒド濃度の実態把握を目的として、松山市およびその周辺から5ヶ所を選定した。このうち自動車排ガスの影響の最も顕著な地点およびその対照地点の2ヶ所を選び、午前7時30分より午後7時まで6段階に時間を区分し、それぞれの時間内の平均濃度を測定して、日中ホルムアルデヒド濃度の変化を調べた。

試料採取は、容量30ml、褐色、先端フィルター付きのインピンジャーを2本立て、ハンディポンプとガスメーターを組み合わせ、吸引速度を毎分約2lに調整しながら実施した。吸収液には、0.5%ホウ酸溶液を用い、試料採取後2本のインピンジャーを合わせて25mlとし実験室に持ち帰った。分析はA H M T法で行い試料採取後24時間を超えない時間内に操作を、また発色後1時間以内に比色定量した。

#### 3-2. 結果および考察

##### 3-2-1. 冬期濃度の実態把握

表-6に松山市およびその周辺5ヶ所の調査結果を示す。地点No.1, 4は自動車排ガスの直接の影響が考えられない一般都市環境で、No.5は松山市南の農村地域である。地点No.2, 3は松山市街地の国道56号線に面し、自動車排ガスの影響を受けると考えられた地点である。これによると、一般都市環境と農村で大きな差が見られない反面、自動車排ガスの影響を受けると考えられる地点とでは、明らかな濃度差が見られる。また、3回目の調査である1月16日は全般的に濃度が低く、これは前日の雨の影響によるものと考えられるが、特にNo.5地点では前2回の測定結果の $\frac{1}{2}$ 以下に濃度が下がっている。これらのことより、松山市および周辺における冬期のホルムアルデヒド濃度は、自動車排ガスの影響を直接受けなところとで6~8 ppb、影響を受けると思われるところとで10~20ppbと考えられる。降雨による大気中からのホルムアルデヒド除去効果は、汚染源がなく、他からの拡散移入に時間を要する地域では、大きいことが予想される。

##### 3-2-2. 自動車排ガスの影響

実態調査によって、5ヶ所のうち地点No.2, 3が高濃度を示し、自動車排ガスの影響が明らかと思われたので、地点No.3について日中の時刻別濃度変動を調査し、自動車通過量による変動と、冬期の光化学反応との関連について検討した。対照地点としては、影響の少ないと考えられるNo.5地点を選んだ。試料採取は、測

定の誤差を少なくするため、2連で実施した。また、試料採取時間は、A H M T法の分析感度の点で、毎分2l、2時間の採取量では検出限界を下回る恐れがあるので、時間重複による6段階区分により実施した。

調査結果を表-7に示す。これによると、いずれの時間帯における濃度も、先の実態調査の時と余り変わらない。これは、時間帯の区分が最大6時間、最小2.5時間で、それぞれの平均濃度が示されているためと考えられる。そこで、表-7の結果をもとに、同一地点、同一吸引速度を前提とし、約2時間を単位とする時間帯内の平均濃度を計算した。これにより、午前7時30分から午後7時までを6つに区分するそれぞれの平均濃度がわかり、日中の濃度変動の概略をつかむことができた。

結果を図-5に示す。No.3地点とNo.5地点では日中ホルムアルデヒド濃度の時間的推移に大きな差が見られる。即ち、自動車排ガスの影響を受けるNo.3地点では、車のラッシュ時である朝夕に高く、12時前後は低い。これに対して、影響を直接受けないNo.5地点では朝夕低く午後3時頃に高くなっている。測定日は異なるが、ほぼ同一気象条件であった両地点の測定結果から、同一時間帯の濃度が全く逆の傾向を示すことにより、両地点のホルムアルデヒドは、自動車排ガスの影響を直接受けるか受けないかの差によるところが大きいと推察される。No.5地点での午後のホルムアルデヒド濃度の上昇は、大気中での二次生成とも考えられるが、一般に冬期は紫外線量が少く、気温も低いことから、この点については、更に検討を要する。

以上のことより、冬期の一般都市環境中のホルムアルデヒドは、大気中での二次生成よりも、自動車排ガスによるところが大きく、国道沿いでは直接的に、郊外の農村地域では、他地域からの拡散移入による影響を受けていた。

表-6 日中のホルムアルデヒド濃度  $n=1$

地点 No.	試料採取場所	濃 度 (ppb)			採取場所の概要
		S 56 1月8日	1月9日	1月16日 <sup>1)</sup>	
1	松山市三番町 八丁目	7.2	6.9	5.8	松山市の中心部で半商業地域。周辺の道路には直接面していない。
2	松山市三番町 七丁目	16.1	18.4	10.4	交差点をはさんで斜めに位置し、国道56号線に面している。自動車の通行量は極めて多い。
3 <sup>※</sup>	同上	16.4	14.5	15.5	旧市街で、国道196号線から50mほど入った住宅地。
4	松山市山越町 <sup>2)</sup>	13.4	7.1	4.0	松山市の南、伊予市の農村地域で県道まで約1km離れている。
※※	伊予市上三谷	8.0	7.8	2.9	

注) 試料採取時間は9時から17時(各地点で前後1~2時間のずれあり)

1) 前日(1月15日)は雨であった。

2) 附近で約1時間ごみの焼却あり。

表一七 ホルムアルデヒドの日中濃度変動

測定場所	測定日	試料採取時間	試料採取 <sup>1)</sup> 取量(ℓ)	濃度 <sup>1)</sup> (ppb)	日中平均 <sup>2)</sup> 濃度 (ppb)	備考
松山市 三番町 七丁目	昭和 56年 2月4日	7:30~11:00(A)	411.9	14.7	14.2	表一六の※と同 地点
		9:00~13:00(B)	453.2	12.6		
		11:00~15:00(C)	410.1	13.1		
		13:00~19:00(D)	698.8	14.0		
		15:00~19:00(E)	467.7	14.4		
		16:30~19:00(F)	273.6	16.0		
伊予市 上三谷	2月3日	7:30~11:00(A)	394.9	2.6	3.8	表一六の※※と 同地点
		9:00~13:00(B)	411.9	3.0		
		11:00~15:00(C)	443.6	4.3		
		13:00~19:00(D)	661.7	4.9		
		15:00~19:00(E)	431.9	4.5		
		16:30~19:00(F)	256.0	3.7		

1) 試料採取量、濃度とも平均値 2) 理論的算出方法

#### 4. ま と め

MDA製造プラント排ガス中のホルムアルデヒドを分析するにあたり、AHMT法による分析および共存物質の影響等についての検討を加えた結果、

- (1) 0.5% 酢酸溶液を吸収液としてホルムアルデヒドを吸収させた液は、120時間経過時まで安定であった。
- (2) 発色液は、通常の比色時間内では問題なかった。
- (3) 検量線は、0.1~2 ppm で直線であった。
- (4) 共存が考えられる物質のうち、塩酸、苛性ソーダ、メタノールについては、ホルムアルデヒド1 ppm に対し、数千ppm まで分析への影響は見られなかった。
- (5) アニリンは、ホルムアルデヒド濃度1ppm に対し、1ppm 以下の共存では影響を与えなかったが、ホルムアルデヒドとの共存割合が増すにつれて、負の影響を与えた。

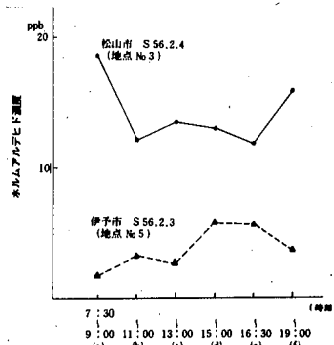
一般環境大気中のホルムアルデヒド濃度を調査した結果

- (6) 松山市内の自動車排ガスの影響を直接受けないうところ、郊外の濃度はほぼ同じで、日中平均6~8 ppbであり、
- (7) 自動車排ガスの影響を受ける国道沿いでは、10~20ppbであった。

時刻別変動を調査した結果

- (8) 郊外の農村地域では、朝夕に低く、午後3時頃に最大濃度になるのに対し、
- (9) 松山市内の国道沿いでは、昼前後よりも朝夕に高く、自動車排ガスの影響が顕著であった。これらのことより、
- (10) 冬期においては、大気中でのホルムアルデヒド生成よりも、自動車排ガス中のホルムアルデヒドが、その場所の濃度を決定するものと考えられた。今後、同様の実態調査を夏期にくり返して実施する

ことにより、都市大気中のホルムアルデヒド濃度の実態および光化学反応と自動車排ガスの関連性について更に明らかにしていきたい。



図一五 時刻別濃度変動

最後に、一般環境大気中ホルムアルデヒドの実態調査にあたって、特にアルゼンチンからの研修生、アントニオ和田君の協力を得た。ここに感謝する次第である。

#### 参 考 文 献

- 永田倫子，朝来野国彦他：高濃度オキシダント出現時のホルムアルデヒドについて，大気汚染研究7(2)，69，1972
- 長澤金一，大喜多敏一：大気中のホルムアルデヒドの測定方法の検討，大気汚染研究全国協議会第18回総会抄録集，365，1977
- 芳住邦雄，井上活一他：エンジンからの排気ガス排出特性（アルデヒド類の排出について），大気汚染研究8(3)，333，1973
- 才木義夫，中沢誠他：ジーゼル自動車排ガス中の有害成分，安全工学17(5)，282-285，1978
- 松村年郎，井上哲男他：東京都霞ヶ関における大気中のホルムアルデヒド濃度，日本化学会誌(4)，540-545，1979
- 泉川碩雄，朝来野国彦他：大気中ホルムアルデヒド測定法の検討，東京都公害研究所報，99-108，1976

# ダム湖の水質実態と時系列変化

楠 憲一・武田 十三男

## 1. はじめに

湖沼の富栄養化に関しては種々の報告<sup>1-5)</sup>があり、富栄養化の機構が徐々に解明されつつある。ところがこれらの報告のほとんどは滞流時間の比較的に長い湖沼に関するものであり、滞流時間の短い、ダムによってできた人造湖(ダム湖)に関する報告<sup>6,7)</sup>は少ない。

一般にダム湖は容積が小さいため、その水質は流入する河川水等の影響を大きくうける。特に河川の中流部にあり、人為的な汚濁をうけるダム湖は汚濁の進行が深刻である。

愛媛県における湖沼のうち容積が大きいのはダム湖である。現在までに環境基準の類型指定がおこなわれたのは、新宮ダム貯水池、柳瀬ダム貯水池、黒瀬ダム貯水池、面河ダム貯水池および鹿野川湖である。そこでこれらダム湖の水質実態<sup>9,10)</sup>について、各ダム湖の比較および時系列変化の検討をおこなった結果、ダム湖に共通する現象などがわかったので報告する。

## 2. ダム湖の概要と調査方法

### 2-1. ダム湖の概要

5ダム湖の概要と類型指定年を表-1に示す。

鹿野川湖は湖容積が2,980万 $m^3$ であり、肱川の中流付近にある。主な集水域は宇和町、野村町および城川町であり、汚濁源は生活排水と畜産排水である。

表-1 湖沼の概要と類型指定年

湖沼名	ダム完成年	湖面積(千 $m^2$ )	平均水深(m)	流入水量(千 $m^3$ /日)	滞流時間(年)	流域面積(千 $m^2$ )	類型指定年
新宮ダム貯水池	昭和51年	900	13	419	0.08	454.6	昭和52年
柳瀬ダム貯水池	昭和28年	1,550	19	780	0.10	170.7	昭和52年
黒瀬ダム貯水池	昭和47年	1,350	25	359	0.26	100.6	昭和51年
面河ダム貯水池	昭和47年	1,250	21	299	0.25	93.0	昭和52年
鹿野川湖	昭和33年	2,320	13	1,545	0.05	455.6	昭和50年

表-2 湖沼の環境基準値

類 型	pH	DO (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)
A	6.5以上 8.5以下	7.5以上	3以下	5以下
B		5以上	5以下	15以下

表-3 ダム湖の環境基準類型と水質実態(昭和54年4月~55年3月)

ダム湖	採水層(m)	類型	測定回数	水温(℃)		pH			DO (mg/ℓ)			COD (mg/ℓ)			SS (mg/ℓ)		
				最低	最大	最低	平均	最大	最低	平均	最大	最低	平均	最大	最低	平均	最大
鹿野川湖	0.5	B	12	5.7	29.7	7.3	8.5	9.9	8.8	11	14	1.5	3.5	6.9	2	4	8
	5		12	5.7	27.9	7.3	8.1	9.2	8.3	9.9	13	1.4	2.6	4.1	1	3	6
	10		12	5.6	25.5	7.2	7.4	7.9	2.9	8.5	12	1.5	2.1	3.6	< 1	3	5
	20		12	5.5	19.8	6.9	7.2	7.6	4.3	7.9	12	1.5	1.9	2.7	< 1	3	6
黒瀬ダム貯水池	0.5	A	12	7.8	27.0	7.1	7.6	8.5	7.8	9.4	11	1.2	1.8	2.6	< 1	2	6
	5		12	7.5	21.0	7.0	7.6	8.4	8.8	10	11	1.2	1.9	2.5	< 1	3	9
	10		12	7.2	17.8	6.6	7.1	7.4	7.5	9.4	11	1.1	1.7	2.1	< 1	3	10
	20		12	7.2	14.2	6.5	6.9	7.1	5.2	8.3	10	1.1	1.4	2.0	< 1	4	9
柳瀬ダム貯水池	表層	A	12	0.5	24.5	7.1	7.5	8.8	8.6	9.7	11	1.1	2.0	4.2	< 1	5	35
	中層		12	2.9	16.4	6.8	7.2	7.6	7.2	9.5	11	0.8	1.4	3.2	< 1	6	27
	下層		4	1.9	9.6	6.8	7.2	7.5	4.7	8.5	11	0.5	1.3	2.1	1	13	45
新宮ダム貯水池	0.5	A	12	7.0	28.5	6.8	8.0	9.6	9.1	10	12	< 0.5	1.8	3.0	< 1	6	37
	5		12	6.3	25.4	6.8	7.7	9.5	8.2	10	14	< 0.5	1.9	4.0	1	7	47
	10		12	6.1	22.3	6.9	7.4	9.0	7.8	10	12	0.5	1.5	2.3	< 1	7	52
	20		12	5.8	19.8	6.6	7.0	7.3	2.1	9.7	11	0.6	1.5	2.6	1	8	54
面河ダム貯水池	0.5	A	12	3.5	25.0	5.9	7.3	8.7	7.5	9.0	11	0.5	1.2	2.1	< 1	1	1
	25		12	4.0	20.2	5.9	6.9	7.4	7.5	9.1	11	< 0.5	1.0	2.2	< 1	1	2

表-4 環境基準との比較

ダム湖	採水層 (m)	pH	DO	COD	SS
鹿野川湖	0.5	58	100	83	100
	5	58	100	100	100
	10	100	92	100	100
	20	100	83	100	100
	全層	79	94	96	100
黒瀬ダム貯水池	0.5	100	100	100	92
	5	100	100	100	92
	10	100	100	100	83
	20	100	75	100	75
	全層	100	94	100	85
柳瀬ダム貯水池	表層	92	100	92	83
	中層	100	92	92	75
	下層	100	67	100	75
	全層	96	86	93	79
新宮ダム貯水池	0.5	67	100	100	83
	5	75	100	83	83
	10	83	100	100	83
	20	100	75	100	67
	全層	81	94	96	79
面河ダム貯水池	0.5	92	100	100	100
	25	92	100	100	100
	全層	92	100	100	100

環境基準内の測定値数/全測定値 (%)

黒瀬ダム貯水池は湖容積が3,400万 $\text{m}^3$ であり、加茂川の中流付近にある。主な集水域は西条市の一部と小松町の一部であり、汚濁源は少ない。

柳瀬ダム貯水池は湖容積が2,960万 $\text{m}^3$ であり、銅山川の上流にある。主な集水域は別子山村であり、大部分が山林の農村地帯であるため、汚濁源は少ない。

新宮ダム貯水池は湖容積が1,170万 $\text{m}^3$ であり、柳瀬ダムの下流にある。主な集水域は別子山村、伊予三島市の一部および新宮村であり、大部分が山林の農村地帯であるため、汚濁源は少ない。

面河ダム貯水池は湖容積が2,680万 $\text{m}^3$ であり、仁淀川の最上流部にある。汚濁源はほとんどない。

### 2-2. 採水地点

5ダム湖とも2~3地点の常時監視をおこなっているが、今回検討に用いたのは、ダム堰堤付近の採水地点での層別調査結果である。

### 2-3. 調査項目と環境基準

調査項目は、pH、DO、CODおよびSSの4項目である。

なお、各項目の環境基準は表-2のとおりである。

表-5 湖沼表層における水温とpHの関係

湖沼	n	一次回帰式	相関係数
鹿野川湖	12	$Y=0.10x+6.7$	0.88 <sup>+</sup>
黒瀬ダム貯水池	12	$Y=0.05x+6.9$	0.77 <sup>+</sup>
柳瀬ダム貯水池	12	$Y=0.05x+6.8$	0.70 <sup>+</sup>
新宮ダム貯水池	12	$Y=0.10x+6.2$	0.82 <sup>+</sup>
面河ダム貯水池	12	$Y=0.04x+6.7$	0.47

Y: pH, x: 水温(°C), +有意水準: 5%, #有意水準: 1%

表-6 湖沼表層における水温とCODの関係

湖沼	n	一次回帰式	相関係数
鹿野川湖	12	$Y=0.16x+0.6$	0.80 <sup>+</sup>
黒瀬ダム貯水池	12	$Y=0.044x+1.1$	0.74 <sup>+</sup>
柳瀬ダム貯水池	11	$Y=0.064x+1.2$	0.53
新宮ダム貯水池	12	$Y=0.090x+3.4$	0.84 <sup>+</sup>
面河ダム貯水池	12	$Y=0.054x+0.4$	0.65 <sup>+</sup>

Y: COD (mg/l), x: 水温(°C),

+有意水準: 5%, #有意水準: 1%

## 3. 結果と考察

### 3-1. 水質実態

昭和54年度(昭和54年4月~昭和55年3月)における5ダム湖の水質実態を表-3に示す。

表-3についてまとめると次のとおりである。

pH: ほとんどの湖沼で、上層が高く、下層で低い。また鹿野川湖表層の平均値8.5、最大値9.9は他の湖沼に比べて高い。

DO: ほとんどの湖沼で、上層が高く、下層が低い。また鹿野川湖表層の平均値3.5mg/l、最大値6.9mg/lは他の湖沼に比べて高い。

SS: 全湖沼に共通した現象はみられない。

### 3-2. 環境基準との関係

5ダム湖における水質と環境基準との関係を表-4に示す。

5ダム湖とも全層では、各項目とも75%以上(pH: 79~100%; DO: 86~100%; COD: 93~100%; SS: 78~100%)であった。しかし、層別別に環境基準と比較したところ、特に鹿野川湖0.5mと5mのpHが58%と低かった。

### 3-3. 季節変動

鹿野川湖(昭和50年度調査)表層のpHおよびCODは共に季節変動があり、夏に高く、冬に低いと前に報告<sup>6)</sup>したが、他のダム湖についても同様の検討をおこなった。表-5に水温とpHの関係を、表-6に水温とCODの関係をそれぞれ示す。

表-6に示したとおり、面河ダム貯水池を除く4ダ



ム湖表層では水温とpHには正に相関関係があり、相関係数は0.70~0.84の範囲であった。

表-6に示したとおり、柳瀬ダム貯水池を除く4ダム湖表層では水温とCODには正の相関関係があり、相関係数は0.65~0.84の範囲であった。

ダム湖表層においてpHおよびCODが高くなる原因は、プランクトンの増殖によるものと考えられる。

#### 3-4 経年変化

調査回数の多い鹿野川湖と黒瀬ダム貯水池について、表層のpHとCOD、および20m層のDOの経年変化について検討をおこなったが、3項目とも規則的な変動をしていなかった。

#### 4. ま と め

環境基準の類型指定がおこなわれた5ダム湖の水質実態および時系列変化について検討をおこなった。昭和54年度の環境基準達成率は良好であったが、各層の水質について環境基準と比較(全測定値数のうち環境基準内である測定値数の割合を求める)したところ特に鹿野川湖0.5m、5mのpHが0.58と低かった。

さらに次の事項がほとんどのダム湖で共通の現象であることがわかった。

(1) pHは下層より上層の方が高く、特に表層では水温と正の相関関係があり、夏に高く、冬に低い。

(2) DOは下層の方が低い。

(3) CODは上層の方が高く、特に表層では水温と正の相関関係があり、夏に高く、冬に低い。

また鹿野川湖および黒瀬ダム貯水池表層における水質(0.5m層:pH, COD; 20m層:DO)の経年変化について検討したが、規則的な変動をしていなかった。

#### 文 献

- 1) 岡田光正, 須藤隆一: 公害と対策, 16, 9, 6-16 (1980)
- 2) R. A. Wollenweider: Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33; 53-83
- 3) R. A. Jonesほか: Environ. Sci. Technol, 13, 7, 869-870 (1979)
- 4) 高村義親ほか: 用水と廃水, 21, 4, 22-65 (1980)
- 5) 西堀将尋ほか: 同上, 22, 11, 54-65 (1980)
- 6) 御手洗清ほか: 本誌1号, 16-18 (1977)
- 7) 滝沢克志: 用水と廃水, 16, 2, 151-156 (1974)
- 8) 愛媛の公害: 昭和51年版~昭和55年度版
- 9) 公共用水域の水質測定結果: 昭和50年度~昭和54年度

# 凝集剤を用いた中小工場廃水のリン除去法の検討

岡 本 信 二 ・ 二 宮 順 一 郎 ・ 武 田 十 三 男

## 1 はじめに

瀬戸内海における富栄養化による被害の発生を防止するため、愛媛県では、昭和55年5月2日「燐及びその化合物に係る削減指導方針」が作成され、昭和59年度を目標に、燐及びその化合物の削減対策が進められることになった。

リンの排出原単位及び汚水処理施設におけるリンの除去効率については、過去数年間の調査でほぼ把握されている。汚水処理については、今までCODの除去を目的とした汚水処理施設が開発され、設置されており、今後、リンの削減指導を進めるにあたって、各種廃水中のリンの除去技術の開発と効率的な除去方法の検討が必要となってきた。

特に、産業廃水のリンの除去については、「愛媛県産業系に係る燐及びその化合物削減指導方針」を作成し、指導を進めることになっており、その参考に資するため、県内の事業場のうち、リンの排出原単位が比

較的大きく、かつ中小規模のものを選び、その廃水等について、凝集沈でん法及び凝集剤投入活性汚泥法による、リンの除去試験を行った。

また併せて、昭和56年度及び昭和59年度における、化学的酸素要求量に係る総量規制基準の適用という問題にも絡らみ、リンに着目した除去方法における、付随したCODの除去効果についても検討を行った。

## 2 調査、実験方法

### 2-1 調査対象事業場及び水質

リンの排出原単位が大きく、中小規模の事業場のうちから代表的な事業場を選んだが、その概要は表-1のとおりである。野菜・果実缶詰・農産保存食料品製造業については、排出原単位は小さいが、排水量が大いので調査対象とした。

表-1 調査対象事業場の概要

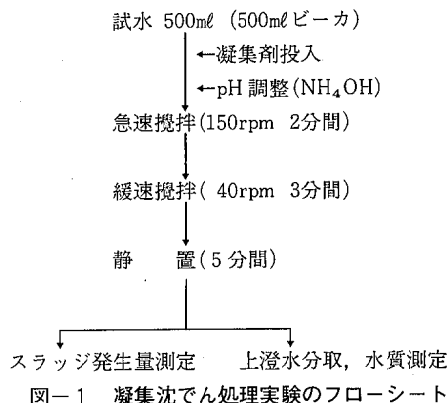
事業場	業種区分	排水量 (m <sup>3</sup> /日)	汚水処理 方式	原 水 の 水 質					処 理 水 の 水 質				
				pH	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> -P (mg/ℓ)	pH	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> -P (mg/ℓ)
A	綿状繊維・糸染色整理業	5,000	活性汚泥	9.5	157	196	9.77	7.72	7.6	34	144	7.59	7.01
B	〃	2,000	〃	9.7	86	53	12.23	11.19	7.6	25	41	10.52	9.72
C	〃	2,800	〃	9.4	199	92	10.71	6.83	7.5	68	73	7.59	6.09
D	〃	4,000	〃	—	—	—	—	—	7.6	153	212	12.50	11.80
E	豆腐・油あげ製造業	150	〃	4.9	615	670	8.82	3.54	7.6	11	5	1.94	1.47
F	と場	80	〃	—	—	—	—	—	6.4	22	3	3.18	2.16
G	生菓子製造業	135	〃	6.7	1,150	827	28.51	10.74	7.2	32	11	7.20	7.19
H	野菜・果実缶詰・農産 保存食料品製造業	1,800	〃	5.4	685	66	0.79	0.25	7.2	40	13	0.57	0.02
I	表面処理業	130	凝集加圧 浮上	6.7	126	128	140.8	127.0	6.6	37	4	56.62	—
J	その他の水産食料品製造業	135	活性汚泥	5.6	2,230	579	90.90	73.28	6.7	163	142	72.31	68.25
K	表面処理業	750	—	—	—	—	—	—	7.2	22	10	3.85	3.17

### 2-2 実験方法及び調査項目

#### 2-2-1 凝集沈でん処理実験

各事業場の原水又は処理水に、硫酸アルミニウム(Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)、塩化第二鉄(FeCl<sub>3</sub>)、ポリ塩化アルミニウム(PAC)、水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)及び

硫酸アルミニウムと高分子凝集剤の併用といった凝集剤を用い、図-1に従って凝集沈でん処理実験を行い、その処理前の水及び処理後の上澄水の水質(pH, COD, T-P, PO<sub>4</sub>-P)及びスラッジ発生量を測定し、比較検討した。

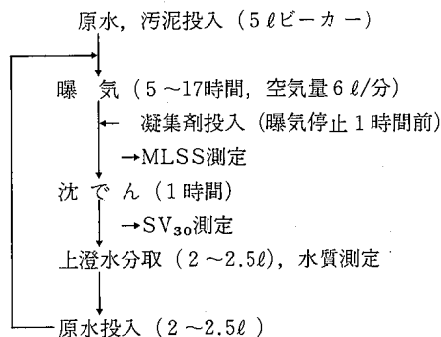


(注) pH調整は, Ca(OH)<sub>2</sub>については11前後, その他については7前後とした。

### 2-2-2 凝集剤投入活性汚泥処理実験

3基の回分式活性汚泥処理実験装置を設置し, 硫酸アルミニウム添加, 塩化第二鉄添加, 凝集剤無添加の処理実験を行い, 処理後の上澄水の水質 (pH, COD, T-P, PO<sub>4</sub>-P) 及びMLSS, SV<sub>30</sub>について測定し, 比較検討した。

なお, 処理のフローシートは, 図-2のとおりである。



## 3. 結果

### 3-1 凝集沈でん処理実験

A社の原水及び処理水については, 各凝集剤の濃度を変えて処理実験を行ったが, その結果は図3-1から図4-4のとおりである。

その他の事業場については, 凝集剤の濃度を一定としたが, その結果は表-2のとおりである。

#### 3-1-1 凝集剤の種類による比較

凝集剤の種類によるリンの除去効果は, 処理対象水により異り明確ではないが, 全体的にはアルミニウム塩が優れているようである。塩化第二鉄については,

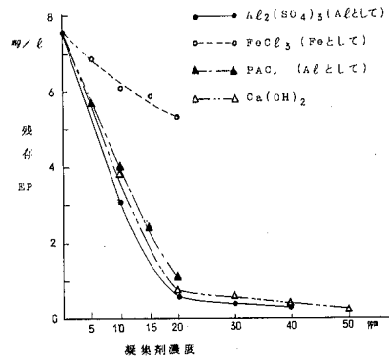


図3-1 A社処理水における凝集剤添加量と残存T-P

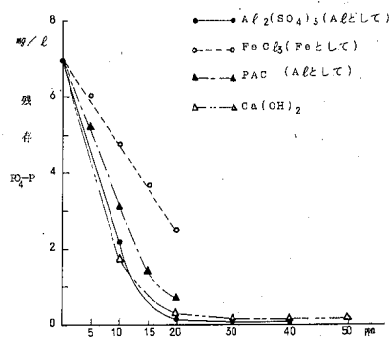


図3-2 A社処理水における凝集剤添加量と残存PO<sub>4</sub>-P

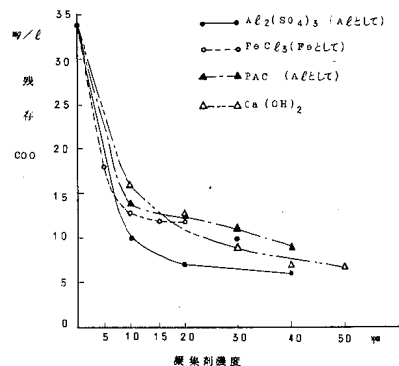


図3-3 A社処理水における凝集剤添加量と残存COD

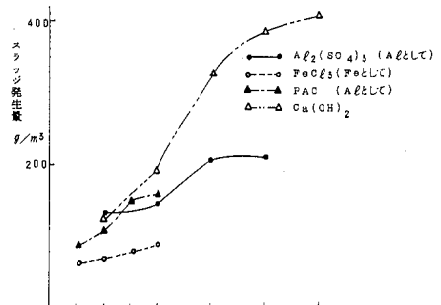


図3-4 A社処理水における凝集剤添加量とスラッジ発生量

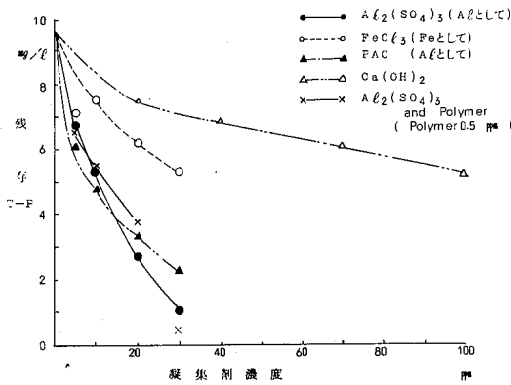


図4-1 A社原水における凝集剤添加量と残存T-P

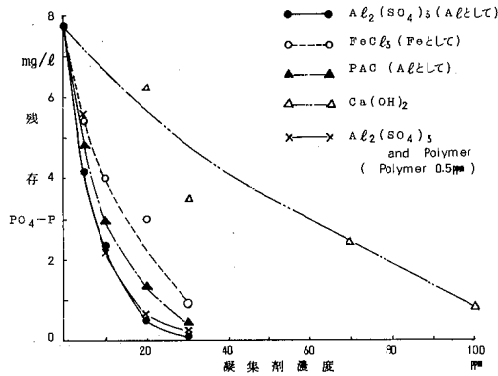


図4-2 A社原水における凝集剤添加量と残存PO<sub>4</sub>-P

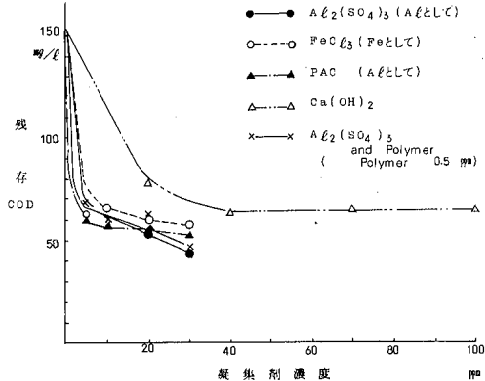


図4-3 A社原水における凝集剤添加量と残存COD

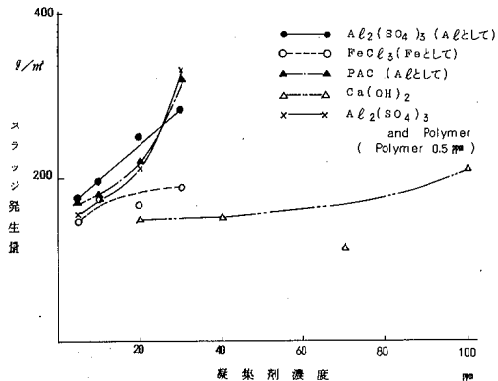


図4-4 A社原水における凝集剤添加量とスラッジ発生量

表-2 凝集沈でん処理結果

工場名 (水質mg/L)	処理後の水質 (ppm)	凝集剤の種類				
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (Alとして)	FeCl <sub>3</sub> (Feとして)	PAC (Alとして)	Ca(OH) <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + ポリマー (Alとして)
B社処理水 (COD 25 T-P 10.52 SS 41)	COD mg/L (除去率)	13 (48%)	17 (32%)	13 (48%)	7 (72%)	
	T-P mg/L (除去率)	2.73 (74%)	8.50 (19%)	3.47 (67%)	0.34 (97%)	
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	104	30	124	352	
		20	15	20	40	
C社処理水 (COD 68 T-P 7.59 SS 73)	COD mg/L (除去率)	29 (57%)	41 (40%)	31 (54%)	28 (59%)	
	T-P mg/L (除去率)	2.04 (73%)	4.86 (35%)	1.90 (75%)	2.14 (72%)	
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	136	76	138	382	
		30	30	30	120	30 + 0.5
D社処理水 (COD 153 T-P 12.50 SS 212)	COD mg/L (除去率)	48 (69%)	59 (61%)	52 (66%)	58 (62%)	41 (73%)
	T-P mg/L (除去率)	1.42 (89%)	2.54 (80%)	2.91 (77%)	3.73 (70%)	0.65 (95%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	326	276	316	272	334
		20	15	20	40	
E社処理水 (COD 11 T-P 1.94 SS 5)	COD mg/L (除去率)	4 (64%)	3 (73%)	3 (73%)	2 (82%)	
	T-P mg/L (除去率)	0.18 (91%)	0.10 (95%)	0.28 (86%)	0.14 (93%)	
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	100	70	108	290	
		20	15	20	40	
F社処理水 (COD 22 T-P 3.18 SS 3)	COD mg/L (除去率)	14 (36%)	9 (59%)	12 (45%)	12 (45%)	
	T-P mg/L (除去率)	1.46 (54%)	0.57 (82%)	0.92 (71%)	0.73 (77%)	
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	20	46	44	64	
		30	30	30	80	30 + 0.5
G社処理水 (COD 32 T-P 7.20 SS 11)	COD mg/L (除去率)	9 (72%)	10 (69%)	7 (78%)	12 (62%)	8 (75%)
	T-P mg/L (除去率)	1.03 (86%)	0.82 (89%)	0.16 (98%)	1.80 (75%)	0.18 (98%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	120	86	156	62	130

表一 凝集沈でん処理結果 (つづき)

工場名 (水質mg/l)	凝集剤の種類 凝集剤の濃度 (ppm)	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>	PAC	Ca(OH) <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + ポリマー
		Alとして	Feとして	Alとして		60 0.5
G 社 原 水 (COD 1,150 T-P 28.51 SS 827)	COD mg/l (除去率)	751 (35%)		790 (31%)	874 (24%)	755 (34%)
	T-P mg/l (除去率)	9.17 (68%)	凝 集 せ ず	17.58 (38%)	23.44 (18%)	7.85 (72%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	1,718		1,216	1,412	1,382
		30	30	30	40	30 + 0.5
H 社 処 理 水 (COD 40 T-P 0.57 SS 13)	COD mg/l (除去率)	25 (37%)	26 (35%)	24 (40%)		25 (37%)
	T-P mg/l (除去率)	0.07 (88%)	0.33 (42%)	0.17 (70%)	凝 集 せ ず	0.10 (82%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	122	66	142		124
		30	30	30	80	150 +
I 社 原 水 (COD 126 T-P 140.8 SS 128)	COD mg/l (除去率)	90 (29%)	85 (33%)	81 (36%)	103 (18%)	81 (36%)
	T-P mg/l (除去率)	100.4 (29%)	121.0 (14%)	106.3 (25%)	87.4 (38%)	6.56 (95%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	330	244	298	342	860
		30	30	30	80	30 +
J 社 処 理 水 (COD 163 T-P 72.31 SS 142)	COD mg/l (除去率)	91 (44%)	92 (44%)	100 (39%)	93 (43%)	91 (44%)
	T-P mg/l (除去率)	32.99 (54%)	40.55 (44%)	38.00 (47%)	7.18 (90%)	29.87 (59%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	342	298	333	466	347
		100	150	100	200	100 +
J 社 処 理 水 (COD 163 T-P 72.31 SS 142)	COD mg/l (除去率)	75 (54%)	61 (63%)	75 (54%)	81 (50%)	75 (54%)
	T-P mg/l (除去率)	2.27 (97%)	1.65 (58%)	3.39 (95%)	1.59 (98%)	1.24 (98%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	564	694	698	560	608
		6	10	6	40	6 +
K 社 処 理 水 (COD 22 T-P 3.85 SS 10)	COD mg/l (除去率)	9 (59%)	10 (55%)	9 (59%)	9 (59%)	10 (55%)
	T-P mg/l (除去率)	0.98 (75%)	1.04 (73%)	0.82 (79%)	1.10 (71%)	0.63 (84%)
	スラッジ発生量 g/m <sup>3</sup>	36	34	36	46	34

十分な除去効果を得るには、更に高濃度の添加が必要ではあるが、処理水に鉄イオンの着色がみられた。水酸化カルシウムについても、高アルカリで凝集反応を起こさせるという条件があり、pHの後処理の問題及びスラッジ発生量が4つの凝集剤中最大であるという不利な点がある。

また、凝集したフロックの状態及び沈降性では、  
Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>+ポリマー > Ca(OH)<sub>2</sub> > Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> > FeCl<sub>3</sub>, PACの順で良いようである。

スラッジ発生量については、C社を例にすると、表一2からT-P 75%弱の除去率で、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, PAC, Ca(OH)<sub>2</sub>それぞれスラッジ量136g/m<sup>3</sup>, 138g/m<sup>3</sup>, 382g/m<sup>3</sup>となり、Ca(OH)<sub>2</sub>が最大であり、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, PACには差はなかった。

### 3-1-2 凝集剤の濃度による比較

A社については、凝集剤の濃度を変えて除去効果を見たが、図3-1, 3-3及び図4-1, 4-3から凝集剤の効果からみれば、T-PよりCODの方が低濃度で平衡状態に達する傾向にある。

A社について、T-Pを処理水で80%、原水で50% (除去するのに必要な各凝集剤の必要量は、表一3のとおりである。

表一3 T-P除去に必要な各凝集剤の量

凝集剤	処理水のT-P 80%除去に必要な各種凝集剤の量	原水のT-P 50%除去に必要な各凝集剤の量
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	含有T-Pに対し Alとして1.7倍量	含有T-Pに対し Alとして1.2倍量
FeCl <sub>3</sub>	Feとして3倍量以上	Feとして3倍量以上
PAC	Alとして2.4倍量	Alとして当量
Ca(OH) <sub>2</sub>	2.2倍量	10倍量以上

### 3-2 凝集剤投入活性汚泥処理実験

本実験については、染色の代表としてA社、食品工場中T-P濃度の高いG, J社について行い、表面処理業のI社についてはT-P濃度は高いが、実際に活性汚泥処理を行っていないので、汚泥馴養等の問題もあり、処理実験は行えなかった。

処理実験の結果は、図5-1 ~ 図7-5のとおりである。

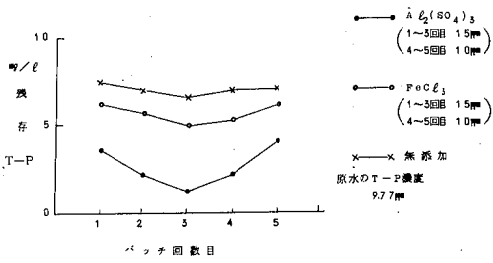


図5-1 A社排水処理における残存T-Pの推移

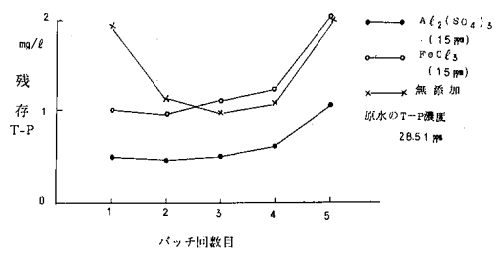


図6-1 G社排水処理における残存T-Pの推移

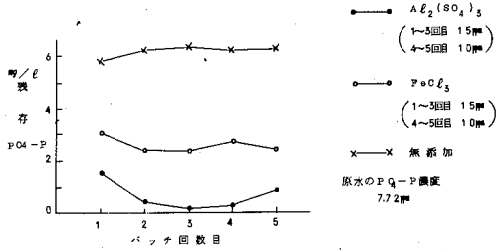


図5-2 A社排水処理における残存PO<sub>4</sub>-Pの推移

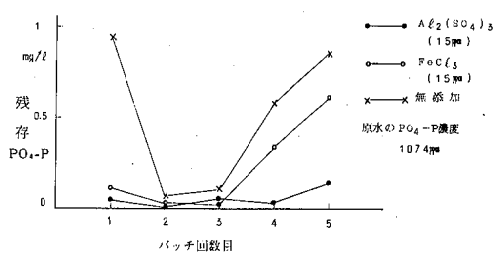


図6-2 G社排水処理における残存PO<sub>4</sub>-Pの推移

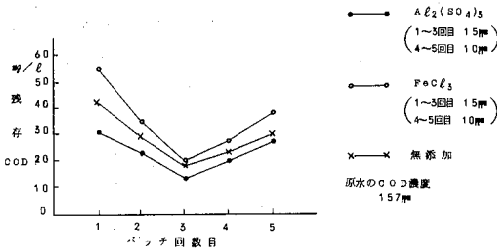


図5-3 A社排水処理における残存CODの推移

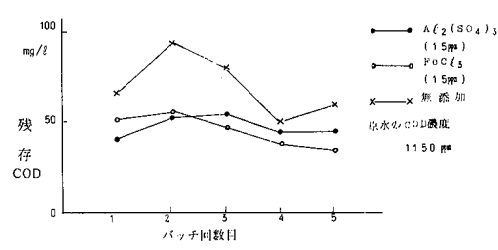


図6-3 G社排水処理における残存CODの推移

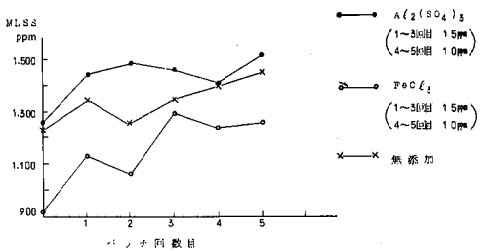


図5-4 A社排水処理におけるMLSSの推移

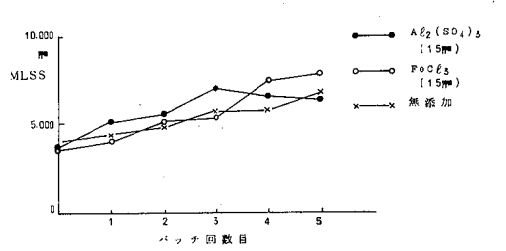


図6-4 G社排水処理におけるMLSSの推移

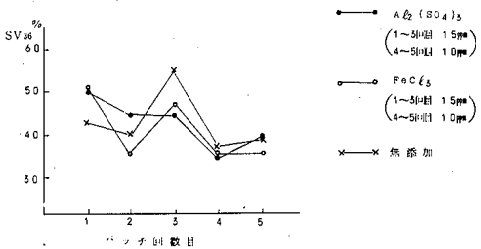


図5-5 A社排水処理におけるSV<sub>30</sub>の推移

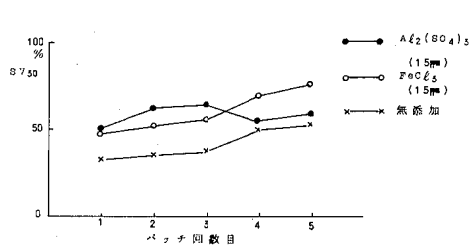


図6-5 G社排水処理におけるSV<sub>30</sub>の推移

### 3-2-1 凝集剤の種類による比較

活性汚泥処理施設への凝集剤の投入により、A社については、T-P、CODの顕著な除去効果があらわれたが、J社については、原水のT-P濃度に比較して凝集剤の投入量が少なすぎ、また、G社については、無添加でもT-Pの除去効果が良いことから、顕著な除去効果はあらわれなかった。

本実験では凝集剤として、Al塩の代表として $Al_2(SO_4)_3$ 、Fe塩の代表として $FeCl_3$ を用いたが、当量の投入では $Al_2(SO_4)_3$ の方が除去効果があった。なお $FeCl_3$ については、凝集沈でん処理実験と同様、鉄イオンの着色が見られた。

### 3-2-2 活性汚泥処理施設の機能への影響

$Al_2(SO_4)_3$ 、 $FeCl_3$ の投入でまず問題となるのは、pHの低下であるが、表-4のとおり極端なpHの低下は見られず、15ppm程度の投入では問題ない。

しかし、J社については、更にT-Pを除去するには高濃度の凝集剤の投入が必要であり、pH低下のおそれもある。

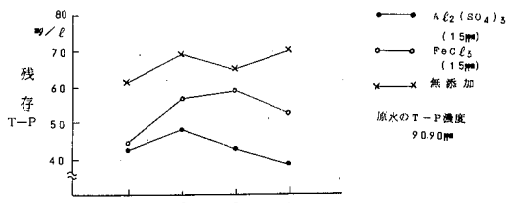


図7-1 J社排水処理における残存T-Pの推移

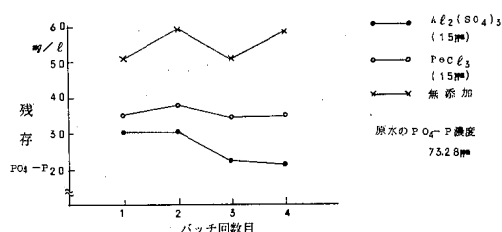


図7-2 J社排水処理における残存 $PO_4$ -Pの推移

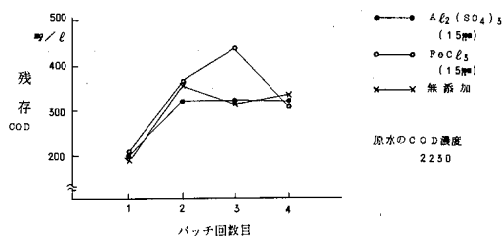


図7-3 J社排水処理における残存CODの推移

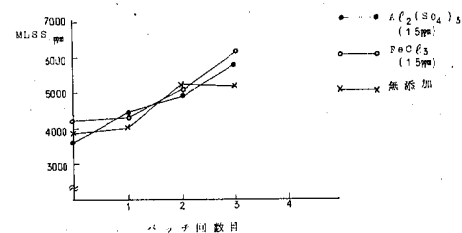


図7-4 J社排水処理におけるMLSSの推移

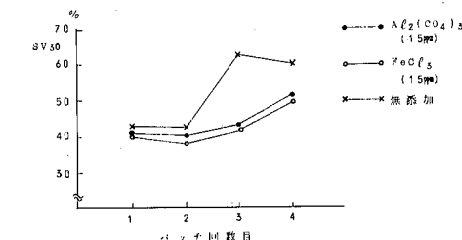


図7-5 J社排水処理における $SV_{30}$ の推移

表-4 凝集剤投入によるpHの影響

工場名	無添加	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$
A社	7.5~7.9	7.1~7.4	7.3~7.5
G社	7.1~7.7	6.8~7.0	7.1~7.6
J社	7.8~8.3	7.6~8.3	7.8~8.1

MLSS濃度の増加については表-5のとおりであり、凝集剤を添加したものがMLSSの増加が大きい。

表-5 MLSS濃度の増加状況

工場名	無添加	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$
A社	3.2 %/バッチ	3.7 %/バッチ	6.6 %/バッチ
G社	11.2	16.8	11.6
J社	10.7	12.9	16.5

なお、本実験では回分式活性汚泥処理のため、 $SV_{30}$ を50以下に抑えるための、初期MLSS濃度を実装置より低く運転した。

$SV_{30}$ については、図5-5、6-5及び7-5から、凝集剤の添加、無添加による有意な差はみられなかった。

## 4 考察

### 4-1 凝集沈でん処理

#### 4-1-1 2次処理としての凝集沈でん処理

本県には、今治地区を中心に多数の染色工場が立地しており、染色助剤としてリン酸ナトリウムが使用さ

れており、リンの主な排出源となっている。これらの工場のほとんどは、現在活性汚泥方式で処理を行っているが、その除去率はT-Pで20~40%、CODで50~70%程度である。

今回の凝集沈でん処理結果からみると、T-Pで90%以上、CODでも70%程度の除去率があり、T-Pにも着目した汚水処理としては、凝集沈でん処理の方が有効である。

しかし、凝集沈でん処理については多量の汚泥が発生し、この後処理が問題となる。一例をあげるとA社の原水5,000m<sup>3</sup>/日をT-P90%の除去効率で凝集沈でん処理すると、1日当たり絶乾で1.4トン程度の汚泥が発生し、焼却炉の設置と灰捨て場の確保が必要となってくる。

その他食品関係等の廃水についてはCOD濃度が高く、リンは除去できても、凝集沈でん処理のみでCODの規制基準を遵守することは不可能であり、2次処理として凝集沈でんを採用するのは不利である。

#### 4-1-2 3次処理としての凝集沈でん処理

本実験では、活性汚泥処理後の2次処理水について、凝集沈でん処理が有効であるかどうかについて検討した。この結果、図3-1~3-3、4-1~4-3及び表-2のとおり、処理実験を行ったすべての業種で、COD、リンとも良好な除去率が得られた。

しかし、2次処理としての凝集沈でん処理ほどの量ではないが、多量の汚泥が発生するという問題があり、一例をあげると、A社の活性汚泥処理水5,000m<sup>3</sup>/日をT-P93%の除去効率で凝集沈でん処理すると、1日当たり絶乾で0.7トン程度の汚泥が発生する。

#### 4-2 凝集剤投入活性汚泥処理

本実験では、3種類の廃水について処理実験を行い、A社、J社については良好な除去効率を得られたが、G社については凝集剤投入の効果が顕著ではなかった。

これは、廃水の組成比に原因があると思われる。3種類の廃水のCOD:Pの組成比は、表-6のとおりである。

表-6 廃水の組成比

工場名	A社	G社	J社
COD:P	100:6.2	100:2.5	100:4.1

一般的に活性汚泥処理に必要な栄養塩は、BOD:Pが100:1といわれており、この組成比に、G社の廃水のCOD:Pの組成比が最も近く、汚泥に摂取されるリンの比率が高いので、凝集剤の添加による差異がほとんどみられないものと思われる。

また、凝集剤の投入による活性汚泥処理施設への影響は、今回の実験では顕著にはみられなかった。

#### 4-3 ランニングコスト等

本実験で使用した4種類の凝集剤の工業薬品としての価格は、表-7のとおりである。

表-7 各種凝集剤の価格

凝集剤	価 格
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 16% 65円/kg (Alとして770円/kg)
FeCl <sub>3</sub>	35%水溶液 50円/kg (Feとして415円/kg)
PAC	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.3% 90円/kg (Alとして1,650円/kg)
Ca(OH) <sub>2</sub>	30円/kg

これからA社の活性汚泥処理水を、T-P80%の除去効率で凝集沈でん処理したときの各凝集剤のランニングコストは、表-8のとおりである。

表-8 各凝集剤のランニングコスト

凝集剤	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>	PAC	Ca(OH) <sub>2</sub>
ランニングコスト (円/m <sup>3</sup> )	10	25	30	0.5

Ca(OH)<sub>2</sub>については、凝集剤そのもののランニングコストとしては最も安価ではあるが、凝集反応時におけるpH調整、後処理としてのpH調整の経費が必要となっている。

#### 5 ま と め

今回の実験では、リンの削減指導方針をふまえ、現在リンの除去に最も有効であると考えられている凝集沈でん処理法及び凝集剤投入活性汚泥処理法について検討を行い、昭和56、59年度のCODの総量規制基準の適用という見地から、併せてCODの除去効果の検討も行った。

その長所と短所をあげると、表-9のとおりである。

表-9 各処理方式における長所と短所

	長 所	短 所
凝集沈でん	○染色廃水等についてはCODの除去率が、活性汚泥と同等にできる ○Ca(OH) <sub>2</sub> 等の安価な凝集剤の使用も可。	○多量の汚泥が発生し、脱水が難しい。 ○凝集剤の利用率が低い。 ○pHの後処理が必要になることもある。 ○高COD廃水については、1段処理のみでの排水は無理。
凝集剤投入活性汚泥	○施設の大巾な増設・改造を必要としない。	○Ca(OH) <sub>2</sub> 等の安価な凝集剤の使用は不可。



	○薬品注入量が少量で良い。	○汚泥量が増加し、処理施設の管理が難しい。
活性汚泥十 凝集沈でん	○COD, Pとも最高の除去が期待できる。 ○柔軟性のある運転が可能。 ○凝集剤の利用率が高い	○設備費が大 ○処理コスト也大

今回の実験の結論として、次の点があられる。

- BOD (COD) : P が100 : 1よりPの割合がかなり大きく、COD濃度が高濃度でない廃水、例えば染色廃水については、現在活性汚泥処理を行っているものについては、それへの凝集剤の投入によるリンの除去が、施設の大巾な改造も不要であり、有効と考えられる。また、今後污水处理施設を設置、変更するものについては、汚泥処理の見とおしがつけば、凝集沈でん処理が有効と思われる。
- BOD (COD) : P が100 : 1に近く、CODが高濃度の廃水については、活性汚泥によるリンの除去が大きいため、更にリンの除去を行うには、3次処理として凝集沈でん処理を導入する方が良い。
- BOD (COD) : P が100 : 1よりPの割合がかなり大きく、CODが高濃度の廃水については、前処理として凝集沈でんを行い、組成比を100 : 1に近づけ、その処理水の活性汚泥処理を行えば、凝集沈でんで

漏出した凝集剤が活性汚泥でも作用するので、有効と思われる。

- 新規立地工場あるいは、排水量を大巾に増加させる工場等の厳しい条件がつけられるものについては、活性汚泥、凝集沈でん、ろ過といった高度な処理が不可欠となろう。

最後に、本実験はテーブルテストであり、また、短期間の実験でもあるので、実際に今回のような污水处理施設を導入する場合は、事前の予備調査が必要となることをつけ加えておく。また、実装置の活性汚泥処理施設への凝集剤投入の影響については、今後の課題として検討することとしたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 武藤暢夫他：排水処理実務マニュアル オーム社
- 2) 岩井重久訳：廃水の生物学的処理 コロナ社
- 3) 赤松勲・上嶋 洋・藤井和郎：公害と対策  
Vol. 16, No.10 (1980)
- 4) 酒井憲司・三羽宏明・用水と廃水：  
Vol. 22, No.8 (1980)
- 5) 松本利道：用水と廃水：  
Vol. 20, No.1 (1978)
- 6) 京才俊郎：用水と廃水  
Vol. 15, No.9 (1973)

# APDC—MIBK抽出原子吸光光度法による鉄の定量

越 智 久 尚 ・ 二 宮 久 ・ 篠 崎 由 紀  
林 弘 ・ 武 田 十三男

## 1. はじめに

現在、鉄の定量に広く用いられている吸光光度法では、使用するキレート剤 (0-Phenanthroline, Bathophenanthroline, Oxine 等) の金属に対する選択性が乏しいことから、共存金属による発色妨害が生じるので、これを防ぐための操作を必要とし定量操作が複雑になる。

これに対し溶媒抽出原子吸光光度法は、操作が簡便、金属に対する選択性にすぐれ、また濃縮により微量の金属の定量を可能にする。

これらのことから、今回APDC—MIBK抽出原子吸光光度法について検討した結果、操作が簡便迅速で、また低濃度の環境試量 (平均存在量: 河川水~5ug/l, 海水3ug/l) へも試料量を調節すれば適用が可能であることがわかったので結果を報告する。

## 2. 試薬および装置

APDC (Ammonium pyrrolidinedithio carbamate:

原子吸光分析用 和光純薬製

MIBK (Methyl isobutyl ketone): 原子吸光分析用

和光純薬製

塩 酸: 同上

酢酸ナトリウム: 特級 和光純薬製

原子吸光光度計: 日立 170-30型 日立製作所

測定波長 248.3nm

ランプ電流 10mA

## 3. 抽出条件の検討

抽出条件の検討に使用した溶液は、適量の鉄標準液を加えた全量200mlの水溶液である。また、APDCは1% (w/v) の水溶液であり、全ての溶液に対して2mlを加えた。

各溶液の調製は、①pH調整 ②緩衝液の添加 ③APDC添加 ④静置 ⑤MIBK添加 ⑥振とう ⑦静置 ⑧水相除去 ⑨MIBK相の採取 の順に実施しており、設定した条件上 unnecessaryな段階については除外した。

各検討に使用した溶液の設定条件は、表-1のとおりである。

りである。

表-1 溶液設定条件

調整項目およびその順序	3-1	3-2	3-3	3-4
① pH	1, 2, 3, 4, 5	3	3	3
② 緩衝液 (ml)	—	20	20	20
③ APDC (ml)	2	2	2	2
④ 静置時間 (分)	10	0, 5, 10, 15, 20, 30, 45	10	10
⑤ MIBK量 (水相容積 / 有機相容積)	20	20	20	5, 5, 22, 44, 110, 220, 440, 550
⑥ 振とう時間 (分)	15	15	15	15
⑦ 静置時間 (分)	5	5	5, 10, 15, 30	5

### 3-1 溶媒抽出時の最適pH

使用した溶液は、表-1・3-1に従って調製し原子吸光分析した。各pHでの相対吸光度 (pH 5の吸光度を100とする) を図-1に示す。<sup>1)</sup>

キレート化合物の抽出は、式-(1)で表わされるが、



M: 金属

HA: キレート剤

水相において、試薬との中間錯体や加水分解生成物および無関係キレート剤との反応が無視できる pH 範囲で抽出を行ない、また水相中でのMA錯体の存在も無視できるとすれば、分配比は、式-(2)で示される。

$$\log D = \log K_{ex} + nPH + n \log [HA]_0 \dots\dots(2)$$

D: 分配比

[HA]<sub>0</sub>: 有機相中のキレート剤濃度

K<sub>ex</sub>: 抽出定数

$$K_{ex} = \frac{[MA_n]_0 [H^+]^n}{[M^{n+}] [HA]_0^n}$$

この式は、抽出は水相のpHに依存しており、pHが大きくなれば、それと伴に分配比も大きくなることを表わしている。

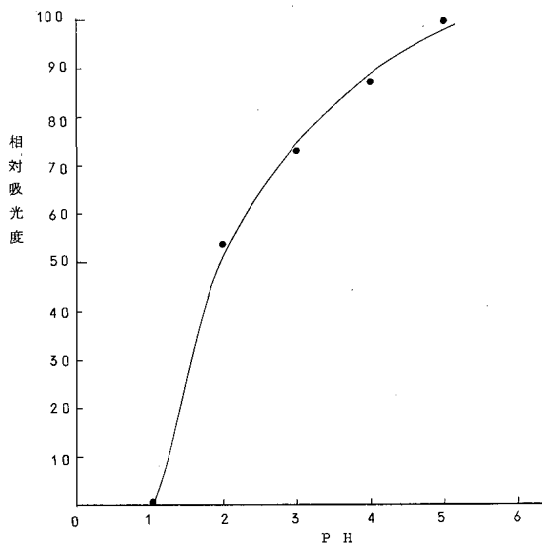


図-1 抽出におよぼすPHの影響

また、分配比Dと抽出率Rの関係は、式(3)で表わすことができ、 $V/V_0$ 一定とすれば、pHが上昇すれば分配比が大きくなり、従って抽出率も大きくなることを示している。

$$D = \frac{R}{100-R} \cdot \frac{V}{V_0} \dots\dots\dots(3)$$

V : 水相体積  
V<sub>0</sub> : 有機相体積

図-1は、pH上昇に伴ない抽出率が大きくなっており、理論式(2)、(3)に一致する。

以上のことから、抽出時のpH(酸性域)は高くすることが好ましいが、共存金属があれば水酸化物の池澱を生じ抽出が困難になる。従って、抽出は金属水酸化物の溶解度積から判断して沈澱を生じないpH3で行ない、またpH依存性の大きいことから、変動を少なくするため walpole の緩衝液 (1M CH<sub>3</sub>COONa 50ml, 1N HCl 48.5ml, H<sub>2</sub>O 151.5ml pH3.09) を使用することにした。

### 3-2. キレート剤添加後の静置時間

表-1. 3-2に従って溶液を調製して原子吸光分析しAPDC-鉄キレート生成に必要な時間およびその安定性について調べた。

各静置時間での相対吸光度(5分静置後の吸光度を100とする)は図-2のとおりである。添加直後を除けば吸光度差はほとんどなく、各時間とも鉄キレートの形成および安定性は十分と考えられる。

本法では、一応十分間静置することにした。

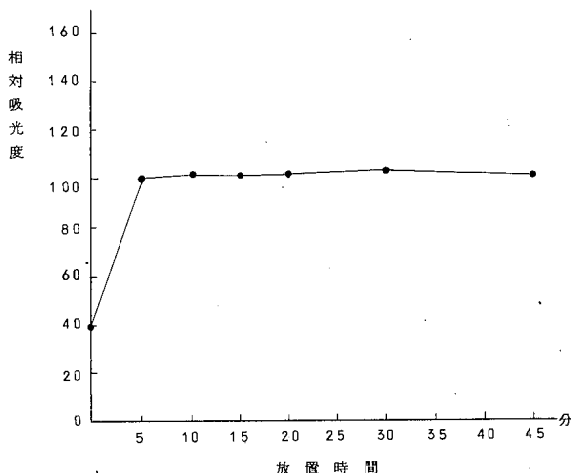


図-2 静置時間(キレート剤添加後)の影響

### 3-3. 振とう後の静置時間

表-1. 3-3に従って溶液を調製し原子吸光分析した。

各静置時間での相対吸光度(5分静置後の吸光度を100とする)を図-3に示す。

静置時間が長くなるにつれて吸光度が低下する傾向がみられる。一度MIBK相に抽出されたキレート化合物が加水分解され、水相に逆抽出されたためと考えられる。

このことから、振とう終了後の静置時間は短かくして5分間に設定した。

### 3-4. 抽出率と二相間容積比

表-1. 3-4に従って調製したMIBK溶液を100 mlのビーカーへ移し、ホットプレート上で乾固させる。

残渣を硝酸、塩酸分解した後乾固させ、1N HCl に溶解して全量を10mlとし原子吸光分析する。

実測した容積比 $v/v_0$ と抽出率Rの関係は図-4のとおりである。

理論上分配比Dは抽出時の全試薬濃度およびpHを一定とすれば、温度のみに依存する定数となり、抽出率Rと容積比の関係は、式(5)で表わされる。

$$R = \frac{D}{D+v/v_0} \cdot 100 \dots\dots\dots(5)$$

図-4に示した結果は、式(5)から導びかれる曲線と傾向が一致している。抽出率のみ高くするには、容積比を小さくすればよく、図-4から容積比50以下にすれば、ほぼ100%に近い値が得られることがわかる。

また、有機相中の鉄濃度は、式(6)で示される。

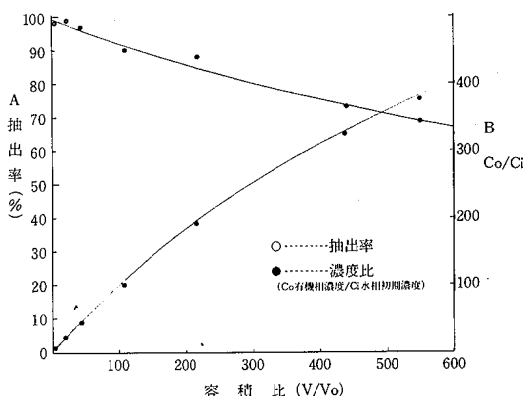


図-3 静置時間(溶媒抽出後)の影響

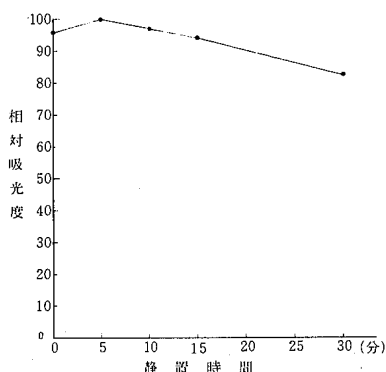


図-4 容積比による抽出率Co/Ciの変化

$$\frac{Co}{Ci} = \frac{v/v_0}{1+v/v_0 \cdot 1/D} \quad \dots\dots(6)$$

Co : 有機相中濃度  
Ci : 水相中初期濃度

実測値は図-4のとおりで、式(6)から導びかれる曲線と同傾向である。

一般的に溶媒抽出法では、一回の抽出で十分な感度が得られ、また、扱いやすい容積比を選ぶことが好ましい。このことから、 $v=200\text{ml}$ 、 $v_0=10\text{ml}$ に設定することにした。

#### 4. 共存金属による回収率の変動

APDCは、酸性域においてⅠA、ⅡA、ⅢA族以外の広範囲の金属とキレート形成し選択性に乏しい<sup>2)</sup>。従って抽出時金属イオンが存在すれば、鉄の回収率が変動する可能性がある。

このことから、土壌中に多量に存在する鉛、銅、亜鉛、マンガン、クロムが同時共存した時の抽出率の変動を調べた。

結果は表-2のとおりであり、各金属とも鉄濃度の

10倍が共存しても抽出率への影響はみられなかった。

表-2 共存金属による回収率の変動

Fe	共存金属		容積比 水相(ml)/MIBK(ml)	回収率
	Pb, Cu, Zn, Mn, Cr	各		
5 ug	各	5 ug	200/10	99.0%
5 ug	各	50ug	200/10	101%

#### 5. 分析方法

以上の検討結果から次のとおり分析法を決定した。

- (1) 検水200mlを分液ロートに取り、BPBを指示薬としてpH 3付近に調整する。
- (2) walpoleの緩衝液20mlを加えた後、1%APDC 2mlを加え10分間静置する。
- (3) MIBK10mlを加えて15分間振とうし、5分間静置する。
- (4) 水相を除いた後MIBK相を脱脂綿で脱水して原子吸光分析する。

#### 6. まとめ

金属キレートの溶媒抽出では、分配比が抽出率を決定する重要な要因となる。その分配比は、水相のpHに依存するので、最適なpHを選ぶ必要がある。

鉄のAPDC-MIBK抽出では、最大分配比は、pH 3以上に存在することが推察されるが、pHが高くなれば水酸化物を生じるため、抽出はpH 3で行うことにした。

また、抽出された鉄-APDCキレートは不安定であり、速やかに水相を除く必要がある。MIBK相も放置すれば吸光度が減少する傾向がみられるので、一時間以内に分析することが望ましい。

共存金属(鉛、銅、亜鉛、マンガン、クロム)は、50ugでは抽出率への影響はみられない。検量線も0~15ug以内で直線性を示しており、試料量を増やせば、低濃度の測定も十分可能である。

#### — 文 献 —

- 1) ユ・ア・ゾロトフ著(田中元治・中須賀徳行・小島功船橋重信共訳):キレート化合物の抽出,培風館,1972
- 2) 保田和雄,長谷川敬彦:原子吸光分析,講談社,1972
- 3) R.A.Day,Jr, A.L.Underwood: QUANTITATIVE ANALYSIS, MARUZEN, 1939
- 4) Robert R. Brooks, Bob J. Presley, Isac R. Kaplan: Talanta, 14, 809-816, 1967
- 5) 日色和夫,田中孝,沢田俊彦:分析化学, 21, 635-639, 1972

# 環境騒音の測定評価について

(第1報 音源寄与率)

林 弘・篠崎由紀・越智久尚  
二宮 久・武田十三男

## 1. はじめに

環境騒音に寄与している音源は多種多様である。人間活動に伴って発生する音として、交通機関の音、工場の音、街の雑踏、建設作業音などがあり、自然界の音として、風雨、落雷、河川の流れる音や、スズメ、カエル、コオロギなどの動物音がある。騒音の環境基準設定の主旨は、人為的な音に対して適切な対策を施すことにより、人間の住み良い環境を作ることにあるが、そのためには、騒音測定時に、その地点に寄与している音源をは握ることが必要である。また当県のように自然に恵まれた地方では、自然界の音の測定値に及ぼす影響も無視できず、スズメ、カエル、コオロギなどの音の取扱いについても検討の必要がある。

これらの観点から、今年度は、環境騒音の寄与音源について検討を加えた。

## 2. 調査方法

調査地域は、表-1のような土地利用形態の工業を主体とする地域である。

表-1 調査地域の土地利用状況

地域の区分	用途地域	面積 (ha)
住居系	第1種住専	742
	第2種	613
	住居	1,687
	小計	3,042
商業系	近隣商業	125
	商業	286
	小計	411
工業系	準工業	368
	工業	307
	工業専	1,401
	小計	2,076
計		5,529

測定地点は、用途地域及び用途地域外も含めた地域に、32地点選んだ。その内訳は、住居系19地点、商業系7地点、工業系6地点である。(ただし、用途地域外の地域の測定地点は、土地利用の現状から最も適当な系に入れた。道路に面する地域と、工業専用地域は除外した。)

測定は、S55年4～5月及び9～10月に実施した。

測定方法は、普通騒音計とレベルレコーダを用いて1時間おきに24時間連続測定し、5秒間隔50回法により、中央値(L50)、上端値(L5)及び下端値(L95)を求めた。さらに測定ごとに、測定者が耳で聞いて、50回の音をおもに何に起因する音か判断し、自動車音、工場音、一般音、及び不特定音の4種類に分類した。この4種類を寄与音源という。これらの音の定義は次のとおりである。

自動車音：自動車(原付き2輪を含む)の走行に伴い発生する音。

工場音：工場設備の稼働に伴い発生する音。

一般音：自動車音、工場音以外の音で、音源が識別できる音。ただし、航空機の音、鉄道の音、建設作業の音、及び偶発的な音(サイレン、スピーカー音等)は除外する。

不特定音：発生源の識別できない音。

測定のたびに、この4種類の寄与音源の出現回数の全体50回に対する割合を次の式で計算し、それを各寄与音源の音源寄与率とした。

$$\text{音源寄与率}(\%) = (\text{寄与音源の回数}) / 50 \times 100$$

各寄与音源の騒音レベル(中央値)も求めた。

## 3. 調査地域の騒音レベル

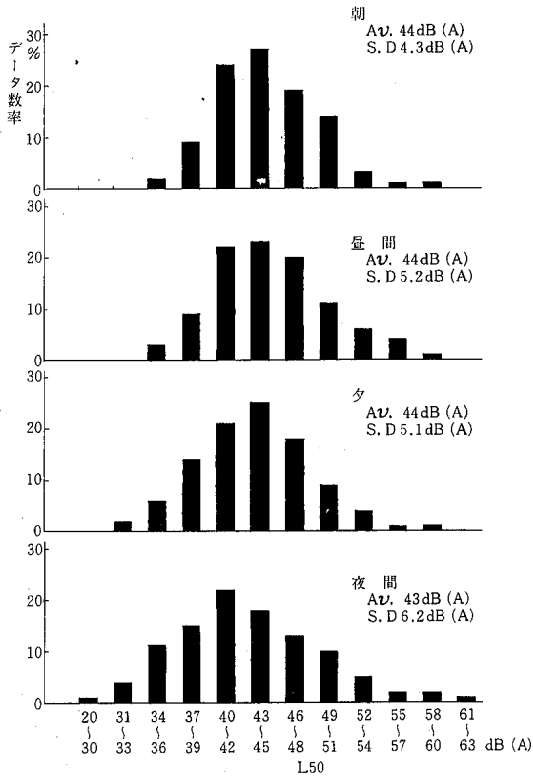
調査地域の騒音レベルとして、約200地点の測定結果を表-2に示す。(関係市町測定)

工業系は騒音レベル(中央値)が、一日を通じて高く、商業系も昼間は高い。また、この中央値の度数分布は、図-1のように、どの時間の区分においても正規分布に近い分布を示している。

表一 調査地域の騒音レベル dB(A)

時間の区分	朝		昼 間		夕		夜 間	
	L50	L95-L5	L50	L95-L5	L50	L95-L5	L50	L95-L5
住居系	45	40~52	45	42~54	44	41~51	43	41~47
商業系	44	41~53	48	44~60	44	41~55	40	40~47
工業系	47	45~54	49	46~56	48	45~53	47	46~51

注 朝は6~8時、昼間8~19時、夕は19~22時、夜間は22~6時である。

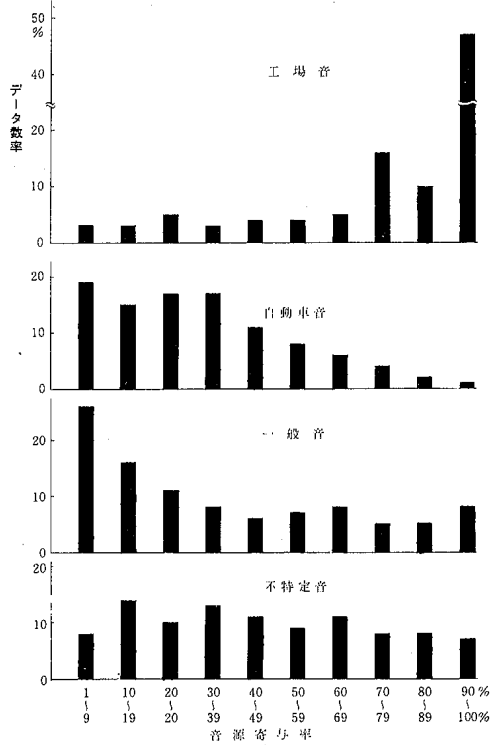


図一 調査地域のL50の度数分布

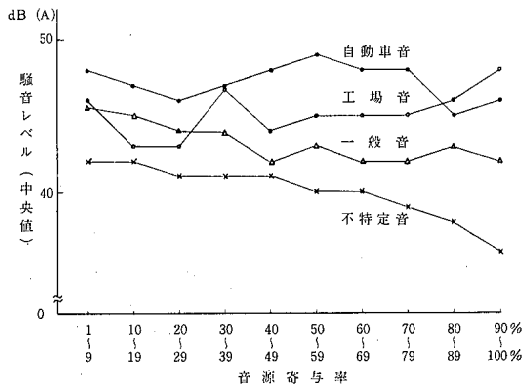
#### 4. 音源寄与率

各寄与音源の音源寄与率の階級別分布を図一2に示す。工場音は、音源寄与率の大きい階級に分布がたより、音源寄与率90~100%に全データの約半数が分布し、音源寄与率50%以上の分布が、8割にも及んでいる。これは、工場音の影響を受ける地点では、他の音源の音は聞かれず、継続して工場音が騒音の原因となることが多いことを示している。自動車音と一般音は、音源寄与率の小さい階級に多く、音源寄与率が大きい階級になるにつれ少なくなる傾向を示しているが、これは、これらの音が影響する地点では、1つの音が継続するのでなく、寄与音源が交替することを示すものである。また、不特定音は、階級による分布に一定の傾向がみられず、ほぼ一樣な分布を示している。

次にこれらの寄与音源の音源寄与率階級別騒音レ



図一 2 音源寄与率階級別分布



図一 3 音源寄与率階級別分布

ベル(中央値)を図一3に示す。一般音と不特定音の騒音レベルは、音源寄与率の階級が大きくなると低下する傾向にある。これは、一般音や不特定音の影響の大きい地点は、騒音レベルが低い地点であることを示している。自動車音と工場音は、音源寄与率と騒音レベルとの間に一定の傾向はみられない。平均的にみると、騒音レベルは、自動車音>工場音>一般音>不特定音の順である。

測定地点の騒音レベル(L50)と、その時の各寄与音源の騒音レベル(中央値)との差の分布を図一4に

示す。

工場音は、図-2に示したように、音源寄与率の大きい階級の分布が多いため、図-4でもL50との差が余りなく、バラツキも小さい。工場音の中央値のほとんどがL50より小さい分布を示すのは、工場音がほぼ一定のレベルで継続するために、工場音より低いレベルの他の寄与音源による音は、測定者が識別できないためであろう。

自動車音の中央値が全てL50より大きい分布を示すのは、自動車音が他の寄与音源よりも常に騒音レベルが高いことを示すものである。

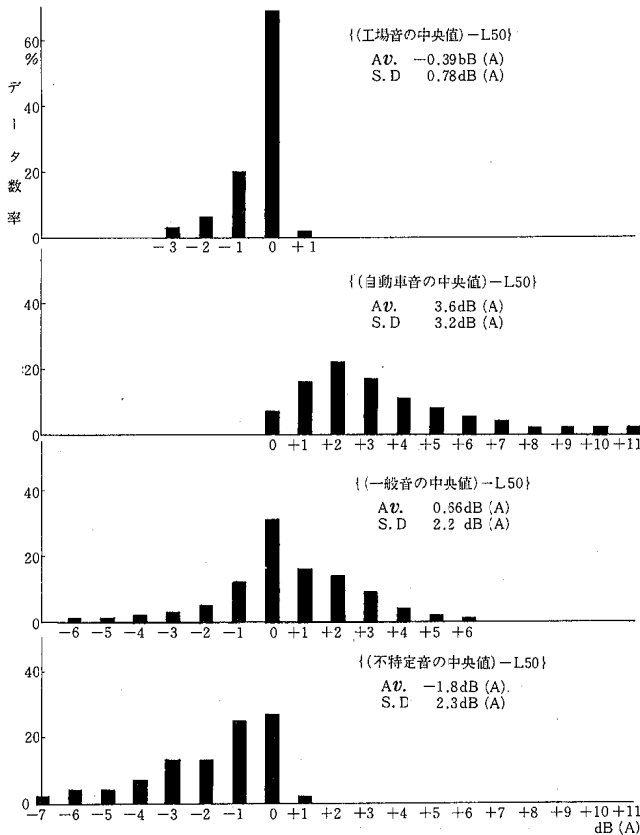


図-4 騒音レベル(L50)との差の分布

一般音は、音源の種類が多く、またどこにでも存在するので、測定地点によっては、他の寄与音源よりかなり低いレベルでも聞き分けられるために、図のようなバラツキの大きい分布になっている。

不特定音は、音源が識別できない音であるので、当然ながら他の寄与音源よりレベルが低い場合が多く、ほとんどL50より小さい分布を示している。

以上検討してきた結果を総合すると次のことが言えるであろう。

- ① 工場音の影響を受ける地点で、環境基準を数

dB(A) 超過する場合は、工場音に対策を施すことによって、環境基準を守れることが期待できる。

- ② 工場音の音源寄与率が大きく、しかも工場音の中央値が環境基準を大きく上まわる場合は、他の音源の音、たとえば自動車音などが、工場音でマスクされていることが考えられるので、工場音に対策を施しても環境基準を守れるとは限らない。
- ③ 自動車音は、音源寄与率が小さく、従って、L50への寄与は少ないが、騒音レベルが高いので、生活環境への影響は大きいと思われる。
- ④ 自動車音、一般音、不特定音の影響を受ける地点では、これらの音の一つが継続して寄与するのではなく、交替する場合が多い。
- ⑤ 一般には、自然界の音、特にスズメ、カエル、秋の虫などが測り込まれるので、これらがその地点の騒音レベルを高くしている場合がある。この点については、評価方法の検討、測定時期などの配慮が必要である。
- ⑥ 寄与音源の識別は、測定者の主観により差を生じるが、音源対策を考えるうえで、ぜひ測定時にやっておく必要がある。

## 5. まとめ

環境騒音の寄与音源を4種類に分類し、検討した結果、寄与音源には、音源寄与率、騒音レベル、及びL50との差において、それぞれ特徴のあることがわかった。これは工業系を主体とした地域の結果であるが、さらに商業系、あるいは住居系主体の地域についても調査したい。そして、環境基準超過地点に対する適確な音源対策を検討していきたい。

最後に、測定その他で御協力頂いた関係市町公害担当職員の方々に深謝いたします。

## — 参考文献 —

- 菅野, 小林, 望月: 環境騒音の制御に関する研究 (第4報), 東京都公害研究所年報, Vol. 7, 1976
- 環境騒音振動実態調査検討会, 委員長 石井聖光: 昭和54年度環境庁委託業務結果報告書 (環境騒音振動実態調査), 環境庁, 1980
- 愛媛県土木部都市計画課: 愛媛県の都市計画, 愛媛県, 1980

# 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーション スペクトロメータによる環境放射線の測定

青野 真・室岡 学・水口 定臣  
徳山 崇彦・松浦 榮美・西原 博明

## 1. はじめに

NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータは環境放射線測定において、放射性核種や放射線量等の情報を的確に把握するのに役立つ測定器である。放射性核種の確認やそれらの全空間線量率への寄与の測定は、Beck<sup>1)</sup>らによって開発された in situ ガンマ線スペクトロメトリによってなされている。また、環境ガンマ線の光子エネルギースペクトルは、湊<sup>2)</sup>らによってレスポンス関数を用いて計算されている。これら二つの研究は、ガンマ線解析のみに限られ、宇宙線解析まで拡大されていなかった。そこで、岡野<sup>3)</sup>は、方向特性の優れた球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータを備えたシンチレーションスペクトロメータを開発し、光子エネルギースペクトルや各エネルギー別の線量評価を行うと同時に3 MeV以上のエネルギー領域から宇宙線に関する情報を得ている。

愛媛県では、昭和54年度に岡野らが開発した上記NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータの市販品である理研式ポータブルスペクトルレコーダ(アロカJSM-101)を購入し、測定を行った。以下にその概要と測定結果について述べる。

## 2. 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトルレコーダによる環境放射線測定の概要

環境放射線測定において、NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる測定は、多くの利点があるが、測定器の可搬性やデータ処理等の取扱いが容易でないため一般化されなかった。今回、使用した球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトルレコーダは付属品を含めて全重量が約10kgと軽量で、しかも電池作動式(単1電池10本で約5時間連続測定可能)であるため、いかなる場所においても連続測定ができるという点が、今までの測定器と異なる優れた点である。

次に、環境放射線測定のブロック図を図-1に示す。現地でNaI(Tl)シンチレーションスペクトルレコーダによって得られた各信号毎の波高値がデジタルでテ-

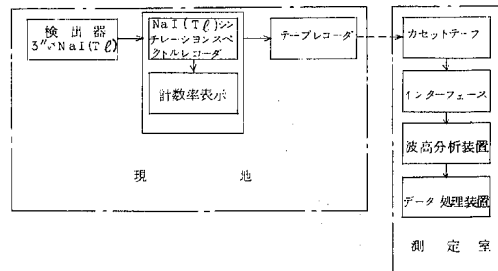


図-1 環境放射線測定のブロック図

ープレコーダに収録されるが、その場ではスペクトル情報が得られないので、波高分析装置やデータ処理装置等を測定室に用意することによりテープに収録した情報を取り出すことができる。テープに収録されたデジタル情報は、インターフェースでアナログ情報に変換された後、波高分析装置に導かれスペクトルが得られる。次に、得られたスペクトルより線量等の計算を行うためにデータ処理装置に導かれる。

## 3. 測定データの計算処理方法

測定データの計算処理とは、球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトルレコーダによって得られたスペクトルを処理し、0~3 MeV領域のガンマ線と3 MeV以上の宇宙線に関する情報を得るための計算処理である。この計算処理は、①測定結果を10keV/Chに変換する処理 ②処理に必要な入力データ ③入力データに基づく計算の3つに大別される。以下に詳細を示す。

### 3-1. 測定結果を10keV/Chに変換する処理

波高分析装置における測定結果は、約6 keV/Chとなっているので、10keV/Chに変換する。この変換は、チャンネル-エネルギー校正(最小2乗法)とこの校正結果に基づくチャンネル間の数値の補間である。

### 3-2. 処理に必要な入力データ

処理に必要な入力データのうち、唯一の実験値である球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータのピーク対ト-



タル比 (PTTR) は、理化学研究所で行った実験値を用いている。その他の入力データについては、基本定数を用いている。

### 3-3. 入力データに基づく計算

#### 3-3-1. コンプトン寄与の差し引き (ピールオフ法)

コンプトン寄与は、コンプトン端以下を矩形として、逐次高エネルギー側から差し引く方法をとる。すなわち、コンプトン寄与 ( $N_c$ ) は、ピーク値 ( $N_p$ ) に対し、(1)式が成り立ち、コンプトン端のエネルギー ( $E_c$ ) は、入射ガンマ線のピークエネルギー ( $E\gamma$ ) に対し、(2)式が成り立つので、 $E\gamma$  に対するコンプトン寄与の差し引きは、 $E_c$  までについて10keV毎にNaI ( $E_c/10$ ) の計数を逐次高エネルギー側から差し引くのである。

$$N_c = N_p(1 - PTTR) / PTTR \quad (1)$$

$$E_c = E\gamma / (1 + mc^2 / 2E\gamma) \quad (2)$$

$mc^2$ : 電子の静止質量エネルギー

#### 3-3-2. 線束密度の計算

線束密度 (FLUX) は、(4)式で求めたピーク効率 (PE) を用いて(3)式より求める。

$$FLUX = (\text{counts}/10\text{keV}) / (PE \times s) \quad (3)$$

$$PE = \{1 - 2/(\mu d)^2 + 2 \times \exp(-\mu d) / (\mu d)^2 + 1/(\mu d)\} PTTR \quad (4)$$

$s$ : 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータの有効断面積

$\mu$ : 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータの線吸収係数

$d$ : 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータの直径

#### 3-3-3. 線量率 (DOSE) への変換

3-3-2. で求めた線束密度に、線束密度—線量率変換係数 (CF) を乗ずることにより線量率に変換される。すなわち、(5)式が成立する。

$$DOSE = FLUX \times CF \quad (5)$$

#### 3-3-4. 3 MeV以上の情報について

3 MeV以上の情報は、宇宙線に基づくものとして取扱い、球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレータにおける3 MeV以上の計数率は、単位計数率当たり2.12 $\mu$ R/h相当の宇宙線として計算する<sup>4)</sup>しかし、この定数は、高エネルギーガンマ線が存在する時は用いることができない。

## 4. 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる測定例

愛媛県では、従来から行っている環境放射線監視のための定期現地サーベイ (毎月1回) と並行して昭和55年9月から球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる測定を開始した。以下に測定例を示す。

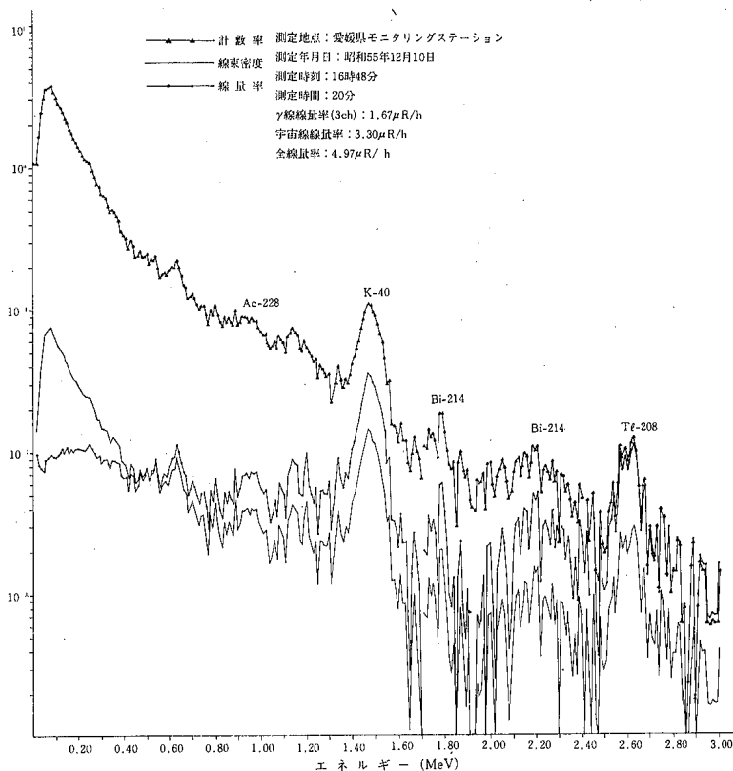


図-2 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる環境放射線測定結果

#### 4-1. 愛媛県モニタリングステーションにおける測定

昭和55年12月に、伊方町九町越公園に設置している愛媛県モニタリングステーションにおいて球形(3"φ) NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて環境放射線の測定を行った。その測定結果を図-2および表-1に示す。図-2は、得られた10keV/Ch毎の計数率、線束密度および線量率のスペクトルであり、K-40、U系列(Bi-214)およびTh系列(Tl-208, Ac-228)のピークがかなりはっきりみとめられる。

表-1 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる環境放射線測定結果

	計数率 (CPS)	線束密度 ( $\gamma/cm^2 \cdot s$ )	線量率 ( $\mu R/h$ )
トータル	74.08	1.901	1.655
線量率に対する比率	44.75	1.148	1.000
エネルギー (keV)	0 ~ 50	11.29%	0.75%
	50 ~ 100	23.65	18.82
	100 ~ 250	35.53	28.82
	250 ~ 500	15.51	14.99
	500 ~ 1,000	8.63	12.15
	1,000 ~ 2,000	4.74	14.43
2,000 ~ 3,000	0.64	3.91	16.15

次に、ガンマ線に関するエネルギースペクトルの情報として、Beckらが行っているエネルギー分類に基づいて線束密度と照射線量率のエネルギー分布を図-3に示す。これは、Beckら<sup>5)</sup>が計算した平坦な地表上における土壤中に一様分布した自然放射性核種の代表的

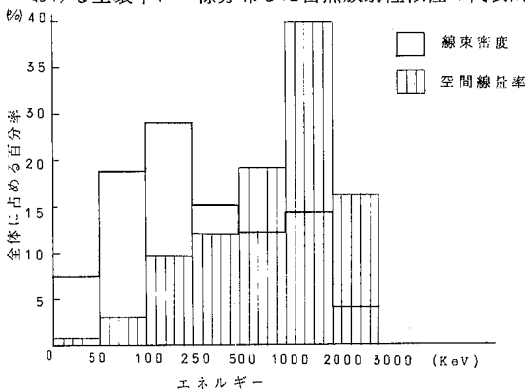


図-3 愛媛県モニタリングステーションにおける環境 $\gamma$ 線の線束密度ならびに空間線量率のエネルギー分布

なエネルギー分布図-4とほぼ一致した。すなわち、愛媛県モニタリングステーションにおける環境ガンマ線は、主として土壤中のU、Th系列とK-40によるガンマ線とそれらの散乱線から構成されており、50keV程

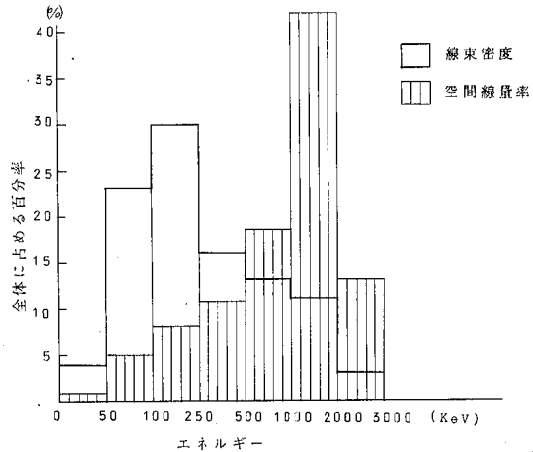


図-4 土壤中に一様分布した自然放射性核種による環境 $\gamma$ 線の線束密度ならびに空間線量率のエネルギー分布

度の低エネルギーから3MeVまでの広いエネルギースペクトル分布を持つことがわかる。

また、表-1において単位線量率当たりの線束密度は、1.15となり、岡野ら<sup>6)</sup>の野外測定結果(1.1~1.2)と一致している。この数値は、1、2、3、4の値が各々0.5、0.27、0.2、0.15MeVの平均エネルギーに相当することから愛媛県モニタリングステーションにおける環境ガンマ線の平均エネルギーを約0.5MeVとみなすことができる。

#### 4-2. 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータと既設環境ガンマ線測定器による測定結果の比較

現在、愛媛県モニタリングステーションには、2"φ×2"NaI(Tl)シンチレーション検出器(DBM方式)、モニタリングポスト(2局)には、高圧電離箱(8気圧、14ℓ, Ar)を設置し、環境ガンマ線の連続測定を行っている。今回、上記3局で、球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて同時測定を行った。その結果を表-2に示す。

表-2 球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーション検出器と既設環境ガンマ線測定器の同時測定結果

測定局	測定機器	$\gamma$ 線線量率 ( $\mu R/h$ )	宇宙線線量率 ( $\mu R/h$ )	全線量率 ( $\mu R/h$ )
愛媛県モニタリングステーション	2"φ×2"NaI(Tl)	2.17		
	球形(3"φ)NaI(Tl)	1.66	3.30	5.0
愛媛県モニタリングステーション	高圧電離箱			4.7
	球形(3"φ)NaI(Tl)	1.55	3.35	4.9
	高圧電離箱			6.3
九町	球形(3"φ)NaI(Tl)	3.59	3.36	7.0

2"φ×2"NaI(Tl)シンチレーション検出器 (DBM方式) は、3MeV 以上は測定されないので、3 MeVまでのガンマ線線量率について比較し、高圧電離箱は、宇宙線も含めて測定するので、全線量率について比較すると、いずれにおいても、よく一致している。

## 5. あとがき

球形(3"φ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータは、あらゆる場所において、短時間で環境ガンマ線のエネルギースペクトルを得るのみならず、宇宙線についての情報も得ることができる有用な環境放射線測定器である。今後は、多くの異なった環境において測定を行うとともに、他の測定系との比較も行いたい。また、データ解析法についてもより一層検討を進めたい。

## — 参考文献 —

- 1) H.L. Beck, J. De Campo, and C. Gogolak :  
In Situ Ge(Li) and NaI(Tl) Gamma-Ray Spectrometry, USAEC Rep. HASL-258 (1972).
- 2) 湊進 : 名古屋工業技術試験所報告, 27, 12, 384-397 (1978).
- 3) 岡野真治 : 理化学研究所ニュース, No.58, 5-8 (1979).
- 4) 浜田達二, 岡野真治, 出雲光一, 熊谷秀和, 西田雅美, 和田雅美 : 第20回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 143-145 (1977).
- 5) H.L. Beck : The Natural Radiation Environment II, CONF-720805-P1, 101-133 (1972).
- 6) 浜田達二, 岡野真治, 出雲光一, 加藤武雄, 熊谷秀和, 西田雅美 : 第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 151-154 (1978).

# レスポンスマトリクス法を用いた現地測定法

水口 定 臣 ・ 室 岡 学 ・ 徳 山 崇 彦  
青 野 眞 ・ 松 浦 榮 美 ・ 西 原 博 明

## 1. はじめに

環境放射線に関する問題は、環境における放射線による被ばく評価とともに、これら放射線を解析することによって得られる放射線発生の原因に関する情報の把握が重要である。このため、愛媛県では、テレメータによる連続監視、球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ、高圧電離箱、有機シンチレータ、NaI(Tl)シンチレータを用いたサーベイメータ等での測定、TLDによる積算線量測定を行っている。

球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータの最大の利点は、シンチレータが感度について殆んど方向依存性を持たないことである。<sup>3)</sup>また、NaI(Tl)シンチレータは、Ge(Li)半導体検出器に比べ、自然環境ガンマ線のように強度の低いガンマ線のエネルギー分布を測定するには、感度の面で優れている。

球形NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータから線量率を求める解析法は、①漆ら<sup>1),2)</sup>のレスポンスマトリクス法、②岡野ら<sup>3)</sup>のピールオフ法、③森内ら<sup>4)</sup>のG(E)関数法の3種がある。ここでは、レスポンスマトリクス法について述べる。

## 2. 現地測定

現地測定には、理研式ポータブルレコーダー(アロカJSM-101)を用いた。測定地点は、伊方町(7地点)、松山、八幡浜、海上の計10地点である。測定時間は、1000秒で、県モニタリングステーション(屋上)と海上の測定以外は、球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレータを地上1mに設定して測定した。

## 3. レスポンスマトリクス法による解析

### 3-1. 解析方法

現地測定によって得られたデータは、カセットテープに収録され、公害技術センターに持ち帰り、波高分析器(オルテック 7010)にインターフェース(Serial-Pallarel & Digital-Analog Converter)を通して入力される。波高分析器からは、オフラインで計算機(P

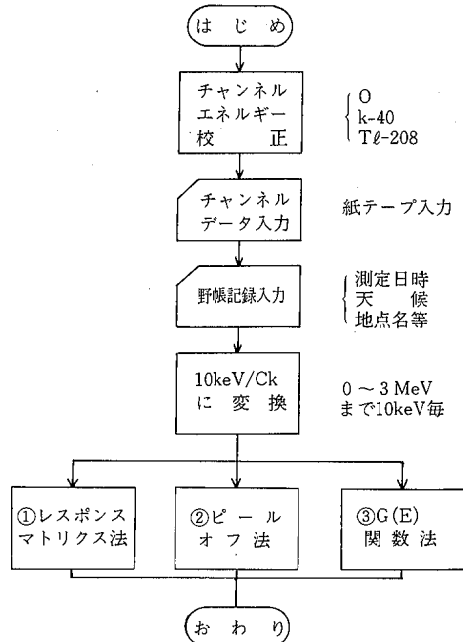


図-1 球形(3インチφ)シンチレーションスペクトロメータによる解析システム

DP-11/05)に各チャンネルのデータが入る。このデータは、0、K-40、Tl-208の3点によって、毎回チャンネルエネルギー校正され、10keV/Chに変換される。その後、3つの解析法によってデータ処理されガンマ線量率が求められる。図-1に当所で作成した解析システムを示す。

### 3-2. レスポンスマトリクス法

球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによって得られた波高分布を、0~100keVを20keV毎に、100keV~3MeVを100keV毎に34個のエネルギー・ビン(注1)に分割する。この波高分布を、球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレータ用34×34レスポンスマトリクスを用いて、真の光子スペクトルに変

注1)対象とするエネルギー範囲(この場合0~3MeV)を区切ってできる各チャンネルをエネルギー・ビンという。

変換する。変換法には逐次近似法<sup>5)</sup>と逆マトリクス法<sup>2)</sup>の2つがあるが、ここでは逐次近似法を用いた。逐次近似法は、レスポンスマトリクス $N^{(1)}$  ( $N$ について第1位の近似)が測定された波高分布 $P^{(0)}$ に等しいとし、 $P^{(1)}$ がレスポンスマトリクス $M \times N^{(1)}$ に等しいとする方法である。一般には(1)式、(2)式で表わされる。

$$P^{(m)} = M \cdot N^{(m)} \quad (1)$$

$$N_i^{(m+1)} = \frac{N_i^{(m)}}{P_i^{(m)}} \cdot P_i^{(0)} \quad (i=1, 2, \dots, 34) \quad (2)$$

一連のトライアルベクトル $N^{(m)}$ が充分収束するまで逐次近似を繰り返す。50回程度行なえば充分収束した。逐次近似法により得られた真の光子スペクトルのうち、0~100keVについて(3)式により吸収補正を行う。

$$n_i = N_i^{(50)} \times E \times P(\mu_{Al} \cdot 0.12) \quad (i=1, 2, \dots, 5) \quad (3)$$

$\mu_{Al}$ : アルミニウムのエネルギー吸収係数 ( $\text{cm}^{-1}$ )

補正後の光子スペクトルより線量率 $D$ を(4)式により求める。

$$D = 1.72 \frac{\sum_{i=1}^{34} E_i \cdot N_i \cdot \mu_i \cdot L}{V \cdot W \cdot t} \Delta E \quad (4)$$

- $N_i$  入射光子数 (n/sec·keV)
- $\mu_i$  : 空気のエネルギー吸収係数 ( $\text{cm}^{-1}$ )
- $L$  NaI(Tl)シンチレータ有効長 (cm)
- $V$  : NaI(Tl)シンチレータ体積 ( $\text{cm}^3$ )
- $W$  : 空気の $W$ 値 ( $\text{eV} \cdot \text{ion pair}^{-1}$ )
- $t$  : 測定時間 (sec)
- $\Delta E$  : エネルギー間隔 (eV)

ここでは、 $L=5.03\text{cm}$ ,  $V=231.6\text{cm}^3$ ,  $W=33.9\text{eV} \cdot \text{ion pair}^{-1}$ ,  $t=1000\text{sec}$ を用いた。

表-1 レスポンスマトリクス法による結果

測定番号	測定日	天候	総量率 ( $\mu\text{R/hr}$ )
89	S 55.12.10	雨	5.8
90	S 55.12.10	晴	2.2
91	S 55.12.10	晴	1.8
92	S 55.12.10	晴	2.2
93	S 55.12.10	晴	1.6
94	S 55.12.11	晴	2.5
95	S 55.12.11	晴	4.6
96	S 55.12.11	晴	5.0
97	S 55.12.11	くもり	10.1
114	S 55.9.12	晴	0.5

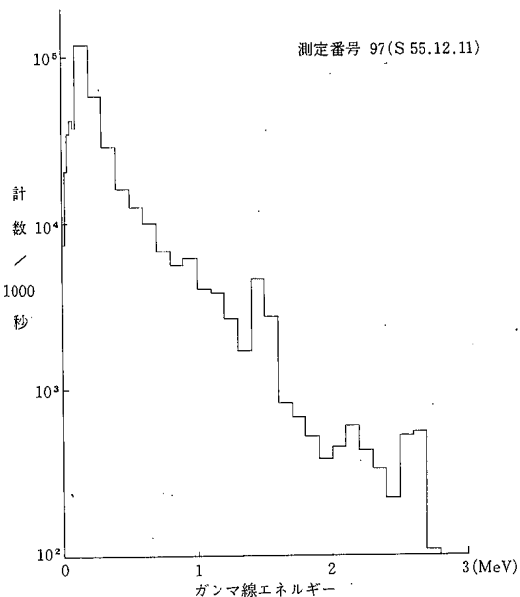


図-2 球形(3インチ $\phi$ )NaI(Tl)シンチレータより得られた波高分布

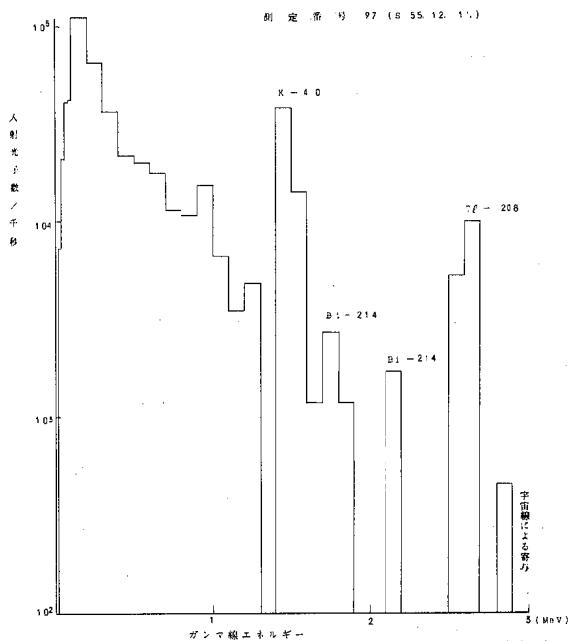


図-3 環境ガンマ線エネルギー分布

### 3-3. 解析結果

表-1に解析結果を示す。また、測定番号97のデータについて、図-2に波高分布、図-3に真の光子スペクトル、図-4に空明線量率のエネルギー分布を示す。図-2、図-3を比較するとUnfolding<sup>注2)</sup>することに

注2)測定された波高分布から入射ガンマ線のエネルギースペクトルに変換することをUnfoldingという。

測定番号 97 (55.12.11)

□ 10.1 $\mu$ R/hr  
 ▨ 9.6 $\mu$ R/hr (BG差し引き)

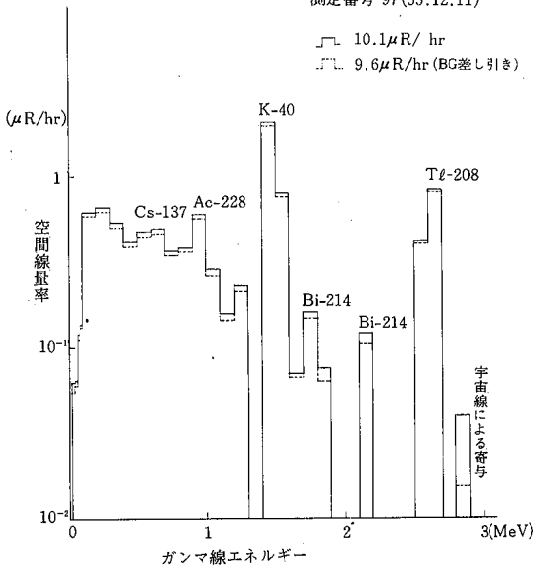


図-4 空間線量率のエネルギー分布

よって、1.4MeV以上のエネルギー・ビンにおいてコンプトン、散乱線の影響が充分除かれ、K-40、U系のBi-214、Th系のTl-208の入射光子数が顕著に現れている。2.85MeVのエネルギー・ビンにある約450の入射光子は宇宙線による寄与分である。宇宙線の寄与分は、2.7MeV以上のカウント/エネルギーを各エネルギー・ビンから差し引いて解析すれば消去することができる。光子スペクトルを線量率に変換すると、K-40、Bi-214、Tl-208以外にAc-228、Cs-137等も顕著に現われてくることを、図-4は示している。点線で示した線量率は、測定番号97から測定番号114の海上のデータをバックグラウンドとして差し引いて解析した結果である。海上のデータには、宇宙線寄与分、検出器の自己汚染、海水中のカリウム-40等が含まれている。2.85MeVのエネルギー・ビンにおいて海上のデータを引くことによって、宇宙線寄与分が約1/6になっている。このことから海上のデータはバックグラウンドとして充分有効であると考えられる。測定番号97の線量率は10.1 $\mu$ R/hrであり、バックグラウンドを引いて解析した線量率は9.6 $\mu$ R/hrと、0.5 $\mu$ R/hrの線量率の低下が認められる。これは、測定番号114の海上データを解析して得られた0.5 $\mu$ R/hrと同じであり、バックグラウンドを差し引いて解析しても、線量率を求めてバックグラウンドの線量率を差し引いても同じ結果が得られる。

逐次近似法以外に逆マトリクス法による解析を試みた。34 $\times$ 34レスポンスマトリクスMijから逆マトリクスMij<sup>-1</sup>を求め、レスポンス補正スペクトルNiを

$$Ni = \sum_{i=1}^{34} Mij^{-1} \cdot Pi \quad (j=1, 2, \dots, 34) \quad (5)$$

で求めた。しかし、求めた光子スペクトルNiは、高エネルギー側において激しい振動をおこした。これは波高分布Pにおける統計的な計数変動によるものであると考えられる。

#### 4. おわりに

今後の課題として、データを蓄積し、同じ波高分布を用いて解析するピールオフ法、G(E)関数法、また同時に測定している高圧電離箱、有機シンチレータやNaI(Tl)シンチの解析結果、測定結果と比較・検討していきたいと考えている。

#### — 参考文献 —

- 1) 湊進, 名古屋工業技術試験所報告, 27, 12, 384 1978.
- 2) S.Minato, M.Kawano, Journal of Science and Technology, 7, 8, 40, 1970.
- 3) M.Okano et al. Proceeding of International Symposium on the Natural Radiation Environment III, Huston, Texas, April 23-28, 1978
- 4) 森内茂, スペクトル荷重関数方式による環境ガンマ線線量測定器に関する研究, 日本原子力研究所, JAERI-M 7066, 1977.
- 5) J.F.Mollenaver, UCRL-9748, 1961

# G(E)関数法を用いた現地測定法

徳山 崇彦・室岡 学・水口 定臣  
青野 真・松浦 榮美・西原 博明

## 1. はじめに

環境における低レベルガンマ線のスペクトル測定結果から、空間線量率を求める方法はこれまでにいくつか報告されている。その中で、森内らによって開発されたG(E)関数法(荷重関数G(E)で決定されるスペクトル線量変換演算子による線量評価法)<sup>1),2)</sup>は、さらに自動化され、DBM方式(波高弁別器バイアス変調法)として、原子力施設周辺に設置されたモニタリングステーション及びモニタリングポスト等での連続測定に多く用いられている。

愛媛県においても、伊方町九町越公園に設置したモニタリングステーションで、DBM方式による連続測定を行っている。この連続測定の結果に合わせて、任意の地点における空間線量率の情報を、同一の原理に基づいて求めることを目的として、可搬式NaI(Tl) (3インチφ)シンチレーションスペクトロメータを用いた、G(E)関数法による現地測定を行ったので、その結果を報告する。

## 2. 方法

### 2-1. 測定機器とその特性

測定機器は、岡野らによって開発された球形(3インチφ)NaI(Tl)シンチレータを検出器とするシステム、理研式ポータブルスペクトルレコーダ(アロカJSM-101)を用いた。このシステムは、極めて軽量で操作性も高くモニタリングカー等の進入できない場所でも、容易に測定することができる。

多重波高分析装置(オルテック 7010)及び計算機(デスク PDP-11/05)によりデータ処理を行った。図1に測定システムのブロックダイアグラムを示す。

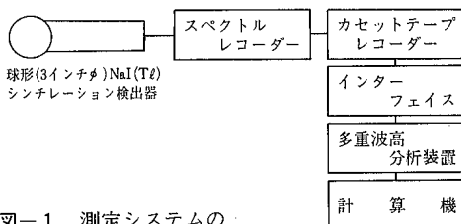


図-1 測定システムのブロックダイアグラム

従来この種の測定に数多く用いられてきたNaI(Tl)シンチレータは、3インチφ×3インチ等の円筒状のものであるため、入射ガンマ線に対する方向特性を考慮する必要があった。ここで用いた球形のNaI(Tl)シンチレータは、図2、図3からも明らかのように、種々のエネルギーのガンマ線に対して方向特性は1.0であり、考慮を要しない。<sup>1),4)</sup>

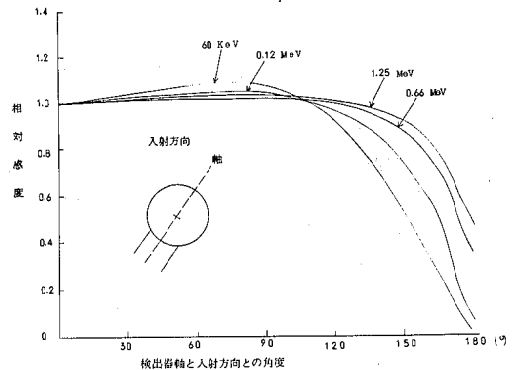


図-2 3インチφ球形NaI(Tl)シンチレータの方向特性

「スペクトル荷重関数方式による環境γ線線量測定器に関する研究」(JAERI-M7066)より

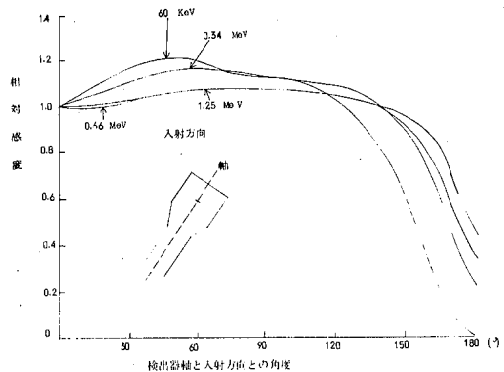


図-3 3インチφ×3インチNaI(Tl)シンチレータの方向特性

「スペクトル荷重関数方式による環境γ線線量測定器に関する研究」(JAERI-M7066)より

NaI(Tl)シンチレータはガンマ線に対して非常に高い検出効率を示すが、線量測定を目的とした場合にはガンマ線のエネルギーに対して大きな依存性を示す。測定されたパルス波高スペクトル分布 $N(E)$ に対して、全線量 $D$ が任意のエネルギー $E$ について

$$D = \int_{E_{min}}^{E_{max}} N(E) \cdot G(E) dE \quad \dots\dots\dots(1)$$

で求められるような $G(E)$ が決定されれば、測定されたパルス波高スペクトル分布の単位エネルギー当たりの計数率に直接 $G(E)$ 値を乗算することによって、検出器の持つエネルギー依存性を考慮する必要がなくなる。

### 2-2. 計算

図-4に計算のフローシートを示す。現地においてカセットテープに収録されたパルス波高スペクトル分布は、多重波高分析装置を通した後計算機に入力される。

K-40及びU, Th系の自然放射性核種を基準として、チャンネルエネルギー校正を行った後、単位エネルギー当たりのデータにするために、ここでは10KeV毎のデータに変換した。エネルギーの分割は、細かくすればそれだけ精度は向上するが10KeV程度に分割すれば、その誤差は無視できる。

計算に用いた $G(E)$ 値 ( $\mu R/h/cpm$ )は、森内らによって特に球形NaI(Tl)シンチレーション検出器のために決定されたもので、 $0.1\mu R/h \sim 1mR/h$ の線量測定において通常行われている標準ガンマ線源によるエネルギー校正法に適合するものである。<sup>4)</sup>

計算は極めて簡単であり、測定されたパルス波高スペクトル分布を応答関数を用いて分解し、得られたガンマ線エネルギー分布から線量を換算する方法等と比べて、1データのエネルギー幅が小さいため精度が高く、特に高度な計算技術が必要としない。

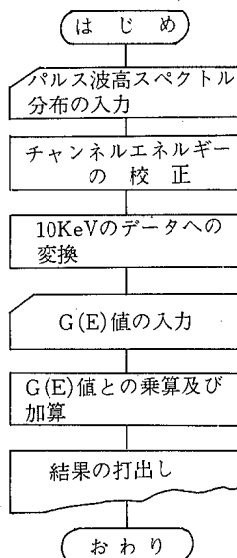


図-4 計算フローシート

### 3. 結果と考察

測定は高圧電離箱(ロイターストークス, 8ℓ, 25気圧)による測定と合わせて行い、両測定結果を比較検討した。検出器はそれぞれ地表1mにその中心がくるように設置し、測定時間は1000秒である。

表-1に高圧電離箱との同時測定結果を示す。

表-1 G(E)関数法と高圧電離箱の同時測定結果  
単位  $\mu R/h$

測定番号	G(E)関数法	3MeV以上の宇宙線	G(E)関数法+3MeV以上の宇宙線	高圧電離箱
89	5.2	3.1	8.3	8.2
91	1.7	3.0	4.7	5.0
92	2.2	3.5	5.7	5.9
95	4.2	3.4	7.6	7.9
96	4.5	3.4	7.9	8.0
97	9.1	3.3	12.4	12.5

表-1において、「3 MeV以上の宇宙線」は測定されたパルス波高スペクトル分布のうち、3 MeV以上の計数率に $2.12\mu R/h/cps$ <sup>5)</sup>の係数を乗じて求めたものである。

高圧電離箱による測定値が宇宙線成分を含んでいることを考慮すれば、 $G(E)$ 関数法の測定結果とよく一致していることが判る。高圧電離箱は、全線量率測定を目的としているのに対し、NaI(Tl)シンチレーション検出器による測定では、空間線量率に寄与するガンマ線のエネルギー領域を知ることができる。 $G(E)$ 関数法による場合でも、計算過程において任意のエネルギー範囲の空間線量率を得ることができる。

表-1における測定番号97の測定結果について100 KeV毎に線量率を積算したものを図-5に示す。

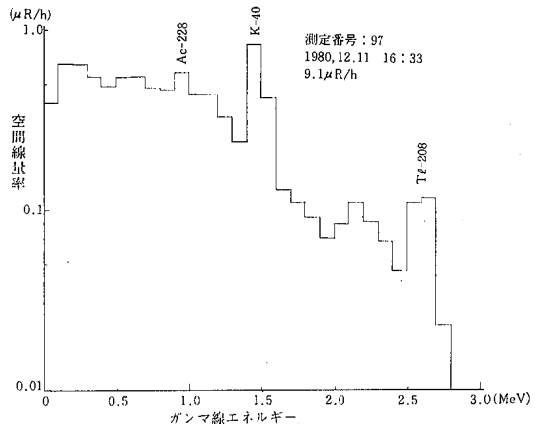


図-5 100KeV毎の空間線量率分布



図-5においてK-40及びU, Th系の自然放射性核種による寄与が顕著であることがわかる。

同様に海上において測定した場合の空間線量率分布を図-6に示す。これは測定機自身の持つバックグラウンド線量率と、3MeV以下に含まれるわずかな宇宙線寄与(約0.2 $\mu$ R/h)及び海水中のK-40等の寄与が合計されたものであると考えられる。

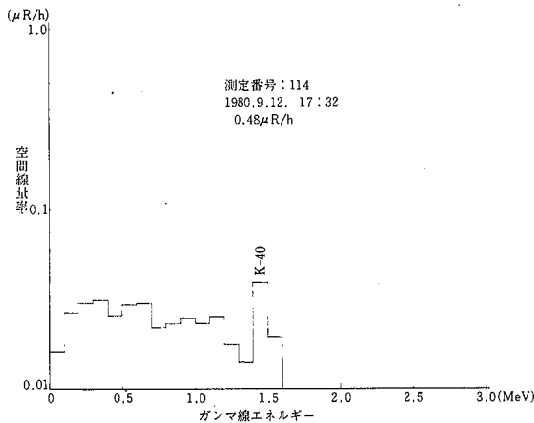


図-6 海上における空間線量率分布

測定番号97の測定結果9.1 $\mu$ R/hから、海上における測定結果0.48 $\mu$ R/hを差引くと、8.6 $\mu$ R/hとなり、これは、科学技術庁方式によって同時に測定を行ったNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ(1インチ $\phi$  × 1インチ)の測定結果とよく一致した。

#### 4.まとめ

原子力施設周辺環境モニタリングでは、可能な限り正確に情報を得ることはもちろん、いかなる場所における情報も、迅速かつ高精度に得られることが望ましい。

今回行った可搬式の球形(3インチ $\phi$ )NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いた、G(E)関数法による現地測定では、低レベルの環境放射線を満足できる精度で測定することができた。今後の課題は今回用いた可搬式球形(3インチ $\phi$ )NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータをさらに活用して、自然放射線と人工放射線、特に、原子力施設に起因する微量の線量を測定評価することである。

#### — 文 献 —

- 1) 森内 茂：スペクトル荷重関数方式による環境 $\gamma$ 線線量測定器に関する研究，JAERI-M7066，1977
- 2) 宮永一郎，森内 茂：スペクトル線量変換演算子とその応用(1)，日本原子力学会誌，Vol, No8 440-446，1967
- 3) 岡野真治：環境放射線スペクトロメータ，理化学研究所ニュース，5-8，No.58，7，1979
- 4) 森内 茂，長岡 鋭，坂本隆一，斎藤公明：球形NaI(Tl)シンチレーション検出器のスペクトル線量変換演算子の決定，JAERIM-8092，1979
- 5) 浜田達二，岡野真治，出雲光一，能谷秀和，西田雅美，和田雅美：環境放射線解析に関する基礎研究，第20回環境放射能調査研究成果論文抄録集，143-145，1977

# 自動記録化された高圧電離箱による空間ガンマ線量率 測定結果の評価方法

水口 定 臣 ・ 室 岡 学 ・ 徳 山 崇 彦  
青 野 眞 ・ 松 浦 榮 美 ・ 西 原 博 明

## 1. はじめに

愛媛県では、昭和51年度より高圧電離箱による伊方原子力発電所周辺の環境放射線測定を行ってきたが、今回磁気テープ (CMT) に自動記録ができるよう改良を行い、計算機によってデータ解析ができるようになった。現在高圧電離箱は、毎月サーベイの一環として、伊方町 (4 地点)、八幡浜、松山の計 6 地点で測定しており、計算機 (PDP-11/05) により自然変動と施設寄与の識別を行っている。

高圧電離箱 (ロイターストックスRSS-111-03) は、25気圧80純アルゴンガスが直径25cm厚さ3mmのステンレス鋼の球につめられており、性能は感度20mV/ $\mu$ R/hr;レンジ1~500 $\mu$ R/hr;温度範囲-24℃~+54℃;使用時間バッテリーで200時間、Ac電源ならそれ以上である。測定値は磁気テープとチャート紙に記録され、磁気テープには30秒毎の瞬間値 (時定数5秒) が記録されている。RSS-111型環境放射線モニターはフォールアウトやバックグラウンド放射線などの低レベル空間ガンマ線量率を測定記録することができる高感度ガンマ線モニタリングシステムである。

## 2. 解析方法

環境における空間ガンマ線量率は、自然放射線、核実験によるフォールアウト、施設寄与による放射線の3種に分けることができる。フォールアウトは、地表に散在しているため、自然放射線と同様にみなせるので、空間ガンマ線量率は自然放射線と施設寄与の2種に大別することができる。Thie<sup>1)</sup>によると、土壌湿度変化、地表からのラドンの発散、大気中のラドン娘核種のウォッシュアウトなどによる自然放射線の変動は数時間から数日にわたるが、風速、風向、大気攪乱などに基づくプルーム線量率の変動は1分以下の時間におこる。この両者の線量率の変動の時定数が異なることを利用して両者の識別ができる。HASLの報告<sup>2)</sup>によると、急激な雨あらしを除くと、降雨等の気象条件の変化による自然放射線の変動は、10秒毎の測定値30

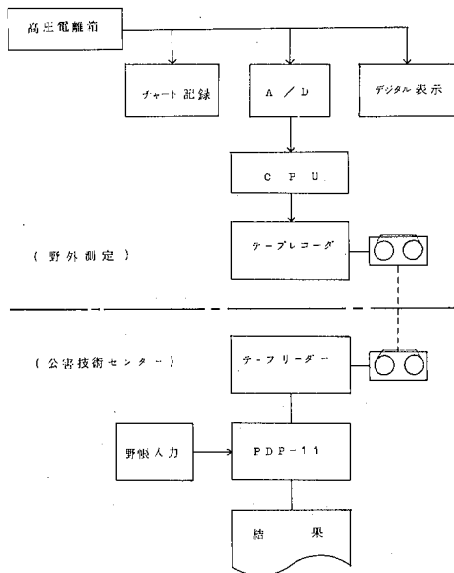


図-1. 高圧電離箱による測定システム

個による5分間平均値1時間分の標準偏差において、0.2 $\mu$ R/hrより小さいため、標準偏差が0.2 $\mu$ R/hrを超える変動を示している期間を、プルームによる線量増加のある期間とし、その前後の期間の線量をバックグラウンドとして差し引いて、プルームによる線量率を算出することができる。

## 3. 解析プログラム

当センターでは、5分間平均値を30秒値10個の平均で求めている。5分間値をNiとすると、標準偏差SDiは、NiからNi+11の12個から求め、1時間平均値MiはNiからNi+11の平均値である。施設寄与線量CNTRBは、標準偏差が0.2 $\mu$ R/hrを超える前で、標準偏差が0.1 $\mu$ R/hr以下の時の1時間平均値をバックグラウンドBGとし、標準偏差が0.2 $\mu$ R/hrを超えた期間について求める。(1)から(3)式のとおりである。

$$M_i = \sum_{i=1}^{12} \frac{N_i}{12} \quad (1)$$

$$SD_i = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{12} (N_i - M)^2}}{12} \quad (2)$$

$$CNTRB = \frac{\sum (M_i - BG)}{12} \quad (3)$$

図-2に当センターで作成した高圧電離箱施設寄与解析プログラム (HIPIC) フローチャートを示す。また、参考1、参考2にクラス言語によるプログラムと出力例を示す。

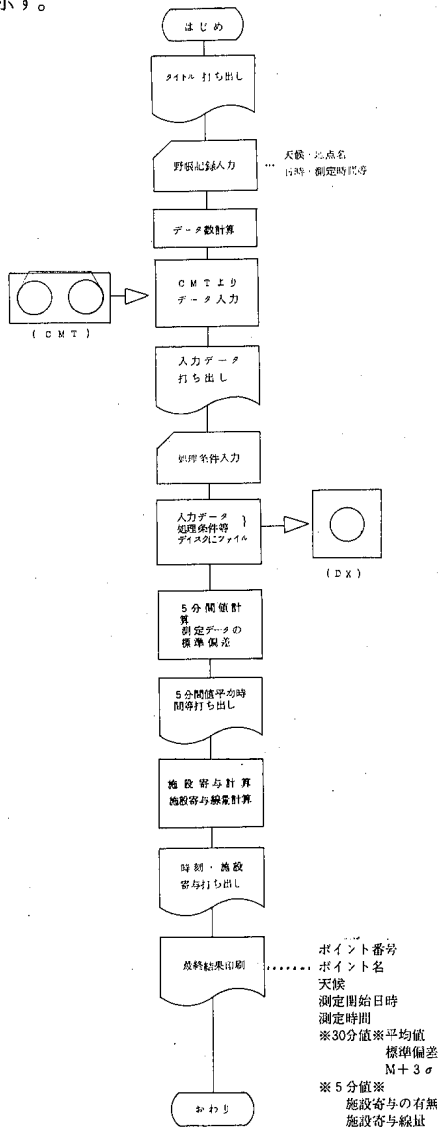


図-2. 高圧電離箱による施設寄与解析プログラム (HIPIC) フローチャート

#### 4. 解析結果

表-1に6地点で8月から12月まで毎月測定した結果を示す。線量率には宇宙線約3.3 $\mu$ R/hrを含んでいる。

表-1 高圧電離箱による測定結果

地点	年月日	天候	線量率 ( $\mu$ R/hr)	標準偏差 ( $\mu$ R/hr)
A	S55.8.26	くもり	12.3	0.179
	S55.9.22	晴	12.4	0.068~0.070
	S55.10.28	晴	12.7	0.083~0.148
	S55.11.28	晴	13.0	0.165
	S55.12.11	くもり	12.6	0.115~0.139
B	S55.8.25	くもり	5.7	0.060~0.109
	S55.9.18	晴	5.8	0.079~0.161
	S55.10.23	雨	6.4	0.057~0.256
	S55.11.20	雨	5.9	0.068~0.202
C	S55.12.10	晴	6.0	0.049~0.143
	S55.8.26	晴	5.1	0.181
	S55.9.18	晴	4.9	0.023
	S55.10.23	くもり	5.0	0.140
	S55.11.20	晴	5.1	0.084~0.095
D	S55.12.10	晴	5.0	0.052~0.057
	S55.8.25	晴	10.3	0.142
	S55.9.18	晴	7.1	0.133
	S55.10.23	くもり	9.0	0.138
	S55.11.20	くもり	10.0	0.099~0.104
E	S55.12.11	晴	7.8	0.052~0.057
	S55.8.25	晴	9.1	0.133
	S55.9.19	晴	8.1	0.081
	S55.10.23	くもり	9.6	0.148
	S55.11.20	くもり	10.0	0.094~0.118
F	S55.12.11	晴	8.0	0.063~0.076
	S55.8.26	晴	8.0	0.090~0.138
	S55.9.19	くもり	8.4	0.075~0.114
	S55.10.24	雨	9.2	0.143
	S55.11.21	晴	9.0	0.160
S55.12.10	雨	8.3	0.137~0.161	

地点D, Eの9月, 12月の線量率が他の月に比べ低い理由は, 電離箱設置位置が数10m移動しているためである。しかし, このことを除けば, 線量率は毎月ほぼ一定である。1時間分の標準偏差は0.023 $\mu$ R/hrから0.256 $\mu$ R/hrの範囲であり, 0.2 $\mu$ R/hrを超えた時(地点Bの10月, 11月)の天候は雨である。

#### 5. 考察

図-3に, 10月の地点Cにおける線量率, 標準偏差, 雨量の時間変化を示す。雨量データは, 転倒マス型雨量計による測定値である。測定開始2時間後に雨が降り始め, 標準偏差が0.2 $\mu$ R/hrを超えている。しかし, 雨が降り続けている2時間半以後では, 標準偏差は0.2

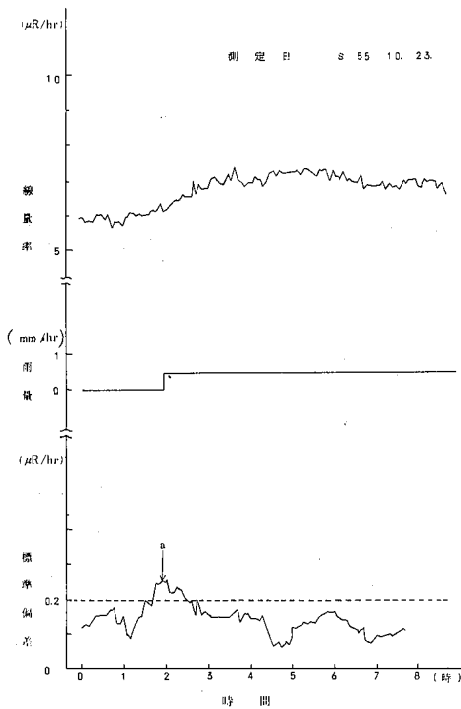


図-3. 10月の地点Cにおける線量率, 標準偏差, 雨量の時間変化

$\mu\text{R/hr}$ に下がっている。このため、雨の降り始めに起因して標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えたものと思われる。図-4に、Ra-226線源を用いて行ったシュミレーションの結果を示す。4時間30分、6時間、7時間30分後にRa-226線源を近づけたが、このとき線量率は、B.G.レベルから $2.0\mu\text{R/hr}$ 、 $1.4\mu\text{R/hr}$ 、 $1.0\mu\text{R/hr}$ に上昇し、線量率が上がった5分間平均値を含む標準偏差は $0.5\mu\text{R/hr}$ 以上を示した。(T時の標準偏差 $SD_T$ はTからT+1時までの1時間分の線量率から求めた。)

図-3、図-4の違いは、図-3ではゆるやかに線量率が増加した時でも標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えること(図-2中a)があるが、図-4のように特定のプルーム(図-4中b)によって標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えたものではないことである。図-4ではプルームが入っている間1時間は、標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えているが、図-3では、標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えた時間が1時間未満である。

HASLの報告<sup>2)</sup>によると、急激な雨あらしの場合には標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えることがあるとなっている。しかし、日本の寒冷前線による雨は、雨量が少なくても時速数10kmで通過するために、自然放射線が急激に変動させる。このため日本では少量の雨でも標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超える場合がある。

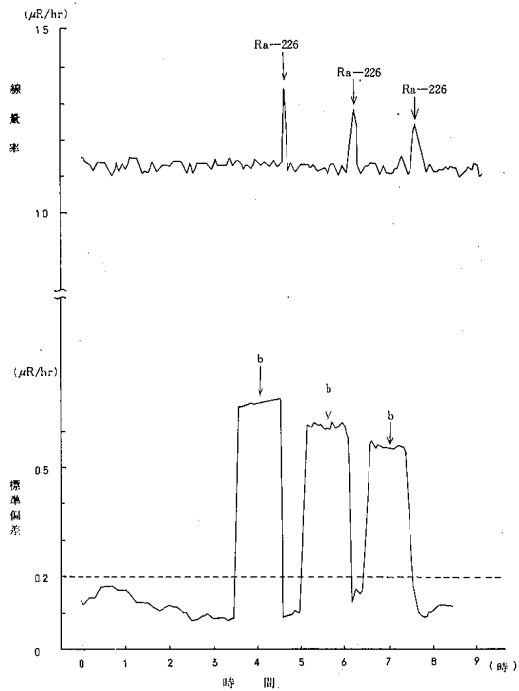


図-4. Ra-226線源によるシュミレーション時の線量率, 標準偏差の時間変化

雨の降り始めを除けば、晴れ、くもり、雨いずれの時にも標準偏差は $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えていないため、標準偏差 $0.2\mu\text{R/hr}$ によって施設寄与と自然変動を充分識別できる。雨あらし、雨の降り始めに標準偏差が $0.2\mu\text{R/hr}$ を超えたものについては、特定の値(図-4中bのような値)のため標準偏差が大きくなったか否かを観ることによって、施設寄与と自然変動を識別することができる。

## 6. おわりに

伊方原子力発電所による施設寄与は、今まで確認されていないため、線源等によるシュミレーションでしか標準偏差の変動についてのデータは得られていないが、今後は、雨あらし、雨の降り始め時にも線源によるシュミレーションを行い、施設寄与と自然放射線の識別法をより確かなものとしていきたい。

## — 参考文献 —

- 1) J. A. Thie, Nuclear Safty, 14, 105, 1973.
- 2) K. M. Miller, C. V. Gogolah, P. D. Raft HASL-290.



# ホールボディカウンタの測定法と評価法

青野 真・室岡 学・水口 定臣  
徳山 崇彦・松浦 榮美・西原 博明

## 1. はじめに

原子力発電所において、万一事故が発生し、外部に放射性物質が放出された場合、周辺住民の被ばく形態は外部被ばくと内部被ばくに大別される。後者は放射性物質が体内に残留することに起因しているため、原子力発電所周辺から安全な場所に移っても被ばくが継続するという点で、前者と異なった意味を持ち、これがまた管理を難しいものとしている。

周辺住民が内部被ばくを生ずる可能性としては、一般的には放射性物質によって汚染された飲食物の摂取と汚染空気吸入の2つの形態が考えられる。また内部被ばく管理手法としては、現在のところホールボディカウンタ Whole Body Counter (以下、WBCと略す。)による管理<sup>1),2)</sup>と人の排泄物を利用するバイオアッセイ法による管理および環境中の放射性物質濃度から内部被ばくの有無を判定し管理する方法があるが、信頼性、簡便性、大量処理の迅速性等の点で、WBCによる管理が最も合理的である。

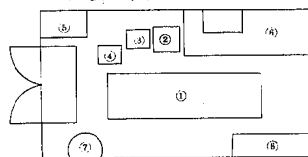
愛媛県では、万一原子力発電所から放射性物質が放出された時、周辺住民の内部被ばくの早期発見および迅速かつ的確な事後処理を行うため、昭和54年度にWBC装置を購入し、設置した。このWBC装置は、プラスチックシンチレーション検出器とNaI(Tl)シンチレーション検出器を備え、前者はスクリーニング(人体汚染の有無を篩分けをすること)のために、後者は

精密測定(核種の同定および定量)のために用いられる。今回その概要、測定方法および内部被ばく管理方法について検討したので報告する。

## 2. WBC室の概要

### 2-1. WBC室の概要

WBC室の概要を図-1に示す。



- ①WBC本体
- ②計測部ラック
- ③多重波高分析装置
- ④テレタイプライタ
- ⑤ハンドフットクロゾモニタ
- ⑥更衣場(3.8㎡)
- ⑦手洗い場
- ⑧空調装置

図-1 WBC室の概要図

### 2-2. WBC装置の概要

本装置は、図-2に示すようにベッド、ベッド駆動装置、コリメータ付き検出器および計測部から構成され、ベッドおよび検出器は、バックグラウンド計数率を低減させるため、遮蔽材として100mm厚さの鉄材、3mm厚さの鉛材および5mm厚さのプラスチックを内張りしている。検出器は、ベッドの方向にだけ窓を持つプラスチックシンチレータ(440mmL×220mmW×100mmH)

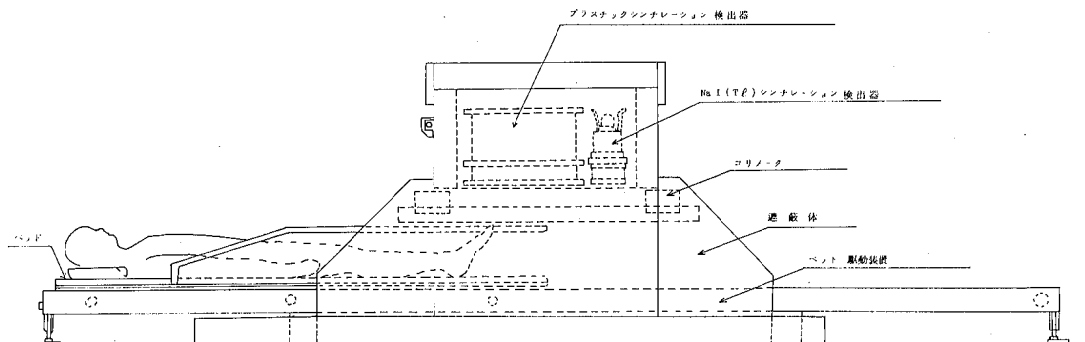


図-2 WBC装置の概要

とNaI(Tl)シンチレータ(5"φ×4")を有する。プラスチックシンチレータには、3本の光電子増倍管が取付けてあり、出力はそれぞれ前置増幅器で増幅、波形整形された後計測部に導かれる。次いで入力切換器で、各々の出力レベルを合わせ、ミックス回路で加算した後、2台のシングルチャンネル波高分析器に分配計数する。各波高分析器ではゲインとウインドの幅を変えらることにより任意のエネルギー幅のγ線だけを計数することができる。一方、NaI(Tl)シンチレータを用いて測定する時は、主増幅器の出力を多重波高分析装置に導くことにより解析される。

### 2-3. WBC装置の性能<sup>3)</sup>

プラスチックシンチレーション検出器系とNaI(Tl)シンチレーション検出器系で得られる装置の性能を表-1に示す。

表-1 WBC装置の性能

項目	検出器		備考
	プラスチック	NaI(Tl)	
測定エネルギー範囲	0.1~2.0 MeV		
エネルギー分解能(%)	30	8.0	<sup>137</sup> Cs点線源使用
検出効率ε(%)	1.5	0.72	<sup>137</sup> Cs入り金舟ボックスファントム注1)使用
バックグラウンド計数率nb (cpm)	5350	2724	
検出限界 <sup>注2)</sup> (nCi)	7.8(2)	5.2(1)	( )は測定時間(min)である

注1) ファントムとは、人体構造体のことである。

$$\text{検出限界} = \frac{100 \times \left\{ \frac{k}{2} \right\} \frac{k}{ts} + \sqrt{\left( \frac{k}{ts} \right)^2 + 4nb \left( \frac{1}{ts} + \frac{1}{tb} \right)}}{37 \times 60 \times K \times \epsilon} \quad (\text{nCi})$$

k : 3を用いる

ts : ファントム測定時間(min)

nb : バックグラウンド計数率(cpm)

tb : バックグラウンド測定時間(min)

K : γ線放出割合

ε : 検出効率(%)

### 2-4. WBC装置の正常動作の確認

#### 2-4-1. 標準線源による確認

標準点線源(Cs-137とCo-60)をプラスチックシンチレータ中心の真下のベッド上に置き、各核種のコンプトンエッジ(ピークカウンットの1/2のカウンントを示す高エネルギー側)のチャンネルを求める。Cs-137のコンプトンエッジが240±4チャンネル(2KeV/チャンネル)およびCo-60のコンプトンエッジが520±4チャンネルにあることを確認する。

NaI(Tl)シンチレーション検出器については、Cs-137、Co-60およびY-88の各核種を用いてエネルギー直線性を測定する。また、エネルギー分解能はCs-137点線源において10%以下であることを確認する。これらの確認は2か月に1回行う。

#### 2-4-2. バックグラウンドの測定

人体測定値を正しく評価するためには、WBC室のバックグラウンドの値を正確に把握することが必要である。測定時には、必ずバックグラウンドを測定し(測定時間は1時間)、測定値が過去3か月間の平均値±3σ内に入っていることを確認する。

### 3. WBCによる測定

#### 3-1. 測定前の準備

##### 3-1-1. 水ファントムを用いたバックグラウンド測定

バックグラウンドとは、本来自然放射線による計数のことであるが、WBCの測定においては、放射性物質を含まない人体を仮定して、人体を形どった箱(塩化ビニール製)に水を入れたファントムを検出器の下に置いて測定した時の測定値をバックグラウンドとする。この水ファントムを用いる理由は、主として人体測定時には検出器に入射する放射線が人体によって吸収される効果を考慮したものである。測定はプラスチックシンチレータの場合は2分間測定を10回、NaI(Tl)シンチレータの場合は10分間測定を5回行い、その平均値と標準偏差(σ)を求める。

##### 3-1-2. 被験者の準備

更衣場にて、時計およびめがね等はずし、白衣を着る。測定に入る前に、体重を計り記録する。

#### 3-2. WBCの測定

平常の測定時には、プラスチックシンチレータを用いて2分間の測定を行い、核種の同定および定量の必要が生じた時は、コリメータを移動し、NaI(Tl)シンチレータを用いて10分間の測定を行う。測定は個々の被験者につき1回測定でその真値を表わしているものとする。また、評価にあたっては、netカウントで取扱う。netカウントとは、人体の測定値から水ファントムを用いたバックグラウンド値を差し引いた正味の計数のことである。

#### 3-3. 装置の保守点検

ベッド周辺およびベッド上のほこりは、バックグラウンドの変動の原因となるため、平常測定時には、毎日清掃し、ベッドのシーツは月1回交換する。また、室内温度は測定値の変動の原因となるため、一定温度(23℃±2℃)に保つ。一方、装置が正常に作動しているか否かは、エネルギー校正やバックグラウンドの測定で確認できるが、装置の持つ検出効率や検出限界を定期的にチェックするため、放射性同位元素を含むファントムによる校正を年1回行う。

### 4. WBCによる内部被ばく管理

#### 4-1. 測定対象者

測定対象者は、事故時においては、原子力発電所周

辺の住民と公害技術センター所長が必要とみなした者であり、平常時においては、人体バックグラウンドの測定のために、公害技術センター所長が必要とみなした者である。

#### 4-2. 内部被ばく線量管理手順

内部被ばく線量管理手順の概要を図-3に示す。まず、プラスチックシンチレーション検出器を用いて2

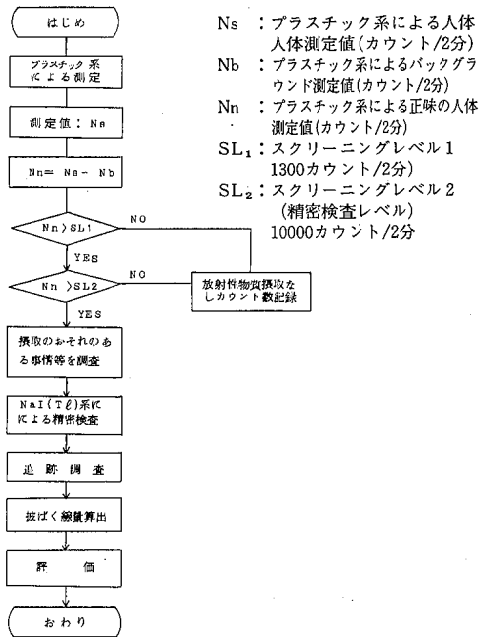


図-3 内部被ばく管理手順

分間測定を行い、その計数値Nsより水ファントムによるバックグラウンド計数値Nbを差し引いたnetカウントNnが、スクリーニングレベルSL<sub>1</sub>(1300カウント/2分)以下であれば、「放射性物質摂取なし」として取扱い、超えている場合は精密検査レベルSL<sub>2</sub>(10000カウント/2分)と比較し、それをも超えている場合はNaI(Tl)シンチレーション検出器による精密検査および追跡調査を実施し、放射性物質汚染によるものかどうか判断する。放射性物質汚染によるものであれば、内部被ばく線量を算出し、評価を行う。

#### 4-3. スクリーニングレベルと精密検査レベル

##### 4-3-1. スクリーニングレベル

スクリーニングレベルは、放射性物質の体内摂取の有無を判定するレベルであり、次の2段階のレベルを設定する。第1のレベルは、人体バックグラウンド程度とみなされる値(SL<sub>1</sub>)であり、第2のレベルは、人体バックグラウンドレベルを超過してたととしても被ばく線量に換算して問題なしとみなされる値(SL<sub>2</sub>)である。また、ここではSL<sub>2</sub>を精密検査レベルとして設定する。

##### 4-3-2. SL<sub>1</sub>の設定方法

平常人について測定を実施し、その平均値に変動幅(3σ)を加味した値でもってSL<sub>1</sub>とする。現在までに平常人36名について測定を行ったところ、その平均値は780カウント/2分で、σは185カウント/2分であった。したがって、SL<sub>1</sub>は、

$$SL_1 = \text{平均値} + 3 \times \sigma = 780 + 3 \times 185 \\ \approx 1300 \text{ カウント/2分}$$

となる。

##### 4-3-3. SL<sub>2</sub>の設定方法

SL<sub>2</sub>は、測定値と人体バックグラウンド値との差から算出した被ばく線量が、一定の基準値(例: 15 mrem/3月)以下か否かを判定できる値とする。

一般に、内部被ばく線量を評価するためには、放射性物質の摂取形態、摂取核種、摂取量、摂取時期、体内沈着部位および体内残留の変動率等の複雑な因子を明らかにすることが必要であるが、現実には個々の被験者毎にこれらの因子を調査することは非常に困難である。しかしながら、内部被ばくの程度が問題となるか否かということ判定する段階では、摂取の可能性がある代表的な核種について、おおよその評価できるモデルを設定して、算出した被ばく線量でもって判定すれば十分と考えられている。このような理由からSL<sub>2</sub>の設定にあたっては、上記各因子を以下のように仮定する。

- イ. 摂取形態 1回摂取
  - ロ. 摂取核種 Co-58とCo-60を各々50%ずつ
  - ハ. 摂取量 測定時のnetカウントから人体バックグラウンドを差し引いた値に相当する量。ここで人体バックグラウンド値は、4-3-2.で求めた平均値(780カウント/2分)とする。
  - ニ. 摂取時間 測定3か月前
  - ホ. 体内沈着部位 肺
  - ヘ. 体内残留の変動率(実効残留式) 現在まで種々のモデルが提案されているが、ここでは、ICRPの新肺モデル<sup>4)</sup>の式を適用する。
  - ト. 被ばく評価期間 摂取時から3か月前
- 次に、SL<sub>2</sub>の算出方法について述べる。(図-4参照) 各記号については、後で一括して説明する。

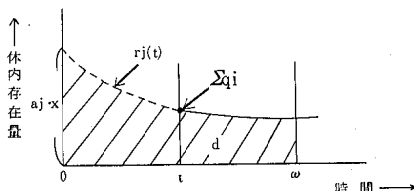


図-4 SL<sub>2</sub>の算出方法



i) 測定値 $\sum q_j$ について(1)式が成立する。

$$\begin{aligned} \sum q_j - \text{Ave} \sum \{a_j \cdot x \cdot \gamma_j(\tau) \cdot k_j\} \\ = x \sum \{a_j \cdot \gamma_j(\tau) \cdot k_j\} \end{aligned} \quad (1)$$

ii) 評価期間 $w$ における被ばく線量 $d$ について、(2)式が成立する。

$$d = \sum \{h_j \cdot a_j \cdot x \cdot \int_0^w r_j(t) dt\} \quad (2)$$

$\int_0^w r_j(t) dt$  : 1  $\mu\text{Ci}$  摂取した場合の期間 $w$ の被ばく量

(1)式より

$$x = \frac{\sum q_j - \text{Ave} / \sum \{a_j \cdot r_j(\tau) \cdot k_j\}}{\sum \{a_j \cdot \gamma_j(\tau) \cdot k_j\}} \quad (3)$$

(3)式を(2)式に代入すると、(4)式が成立する。

$$d = \frac{(\sum q_j - \text{Ave}) \cdot \sum \{h_j \cdot a_j \cdot \int_0^w r_j(t) dt\}}{\sum \{a_j \cdot r_j(\tau) \cdot k_j\}} \quad (4)$$

(1)~(4)式中の記号は、次のとおりである。

$\sum p_j$  : 測定時のWBC測定値(カウント/2分)

Ave : 人体バックグラウンド(780カウント/2分)

$t$  : 摂取時からの経過時間

$\tau$  : 摂取時から測定時までの期間、ここでは摂取時期を測定3か月前とするので、 $\tau=90$ 日

$j$  : 核種の番号。Co-58は $j=1$ 、Co-60は $j=2$

$a_j$  : 摂取の割合、 $a_1=a_2=0.5$

$x$  : 摂取量 ( $\mu\text{Ci}$ )

$r_i(t)$  : 核種 $j$ の実効残留関数(新肺モデルによる)

$$r_1(t) = 0.525 \exp\left(-\frac{0.693}{62.4}t\right) + 0.450 \exp\left(-\frac{0.693}{66.6}t\right) + 0.025 \exp\left(-\frac{0.963}{71.3}t\right)$$

$$r_2(t) = 0.525 \exp\left(-\frac{0.693}{397}t\right) + 0.450 \exp\left(-\frac{0.693}{658}t\right) + 0.025 \exp\left(-\frac{0.693}{1920}t\right)$$

$k_j$  : 核種 $j$ の換算係数で、WBCの計数効率より求めた値

$$k_1 = 48840 \{(\text{カウント}/2\text{分})/\mu\text{Ci}\}$$

$$k_2 = 124320 \{(\text{カウント}/2\text{分})/\mu\text{Ci}\}$$

$d$  : 0.015  $\text{rem}/3\text{月}$  外部被ばく線量の検出限界値 (0.01  $\text{rem}/\text{月}$ ) $\times$ 測定期間(3か月) $\times$ 安全係数(0.5)

$h_j$  : 核種 $j$ の換算係数で、ORNL-5000より求めた値

$$h_1 = 7.792 \times 10^{-4} (\text{rem}/\mu\text{Ci}\cdot\text{day})$$

$$h_2 = 1.907 \times 10^{-3} (\text{rem}/\mu\text{Ci}\cdot\text{day})$$

$w$  : 被ばく線量評価期間で90日

したがって、(4)式に、各数値を代入すれば、 $\sum q_j$

(約10000カウント/2分)が求まり、これを $SL_2$ とする。

#### 4-4. 内部被ばく線量の算出

内部被ばく線量は、摂取核種、摂取量、摂取時期および摂取形態等を調査し、それらの情報に基づいて算出するものであり、算出方法を以下に示す。

4-4-1. 摂取核種、摂取量、摂取時期および摂取形態の調査

摂取核種および摂取量は、NaI(Tl)シンチレーション検出器による精密測定と追跡調査を実施することにより推定する。一方、摂取時期および摂取形態は、本人への問診や状況から推定する。

#### 4-4-2. 内部被ばく線量の算出

上記調査で得た情報により残留関数を求め、内部被ばく線量を3か月線量当量および預託線量当量として算出する。算出方法は次のとおりである。(図-5参照)

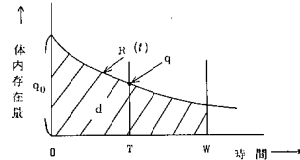


図-5 内部被ばくの算出方法

$q$  : 測定時の体内存在量 ( $\mu\text{Di}$ )  
 $R(t)$  : 残留関数  
 $d$  : 評価期間 $w$ の内部被ばく線量

測定時の体内存在量 $q$ は、(5)式より求まる。

$$q = q_0 \times R(T) \quad (5)$$

$$p_0 = \frac{q}{R(T)}$$

ここで評価期間を3か月にすると、3か月線量当量 $d_{3M}$ が(6)式より求まり、50年間にすると預託線量当量 $d_{60Y}$ が(7)式より求まる。すなわち、

$$\begin{aligned} d_{3M} &= h \times q_0 \times \int_0^{90} R(t) dt \\ &= \gamma \times q_0 \times \int_0^{90} R(t) dt \end{aligned} \quad (6)$$

$$d_{60Y} = \gamma \times q \times \int_0^{50 \times 365} R(t) dt \quad (7)$$

となる。ここで、 $h$ は換算係数( $\text{rem}/\mu\text{Ci}\cdot\text{day}$ )である。

こうして求めた3か月線量当量および預託線量当量を専門医へ連絡し、評価を受ける。

#### 5. おわりに

今回は、WBCによる測定及び内部被ばく管理方法について述べたが、今後は、プラスチックシンチレーション検出器による平常人の測定データおよびバックグラウンド測定データを蓄積し、スクリーニングレベルをより確実なものとするだけでなく、NaI(Tl)シン

チレーション検出器を用いて人体内のK-40やCs-137の濃度について検討を行いたい。

— 参考文献 —

- 1) 動力炉・核燃料開発事業団・東海事業所：「簡易型ホールボディカウンタ測定管理マニュアル」, N 852-78-09 (1978)
- 2) 動力炉・核燃料開発事業団・東海事業所：「ホールボディカウンタの臓器ファントムによる校正」, N 841-79-13 (1979)
- 3) 山岸英雄, 水戸誠一, 矢部 明：保健物理, 10, 1-7 (1975)
- 4) ICRP：Health Physics, 12, 173-207 (1966)  
ICRP：Publication 10, (社)日本アイソトープ協会・(財)仁科記念財団, (1972)  
ICRP：Publication 26, (社)日本アイソトープ協会・(財)仁科記念財団, (1977)



表-1 分析対象試料

試料名	採取地点	採取日	採取量
海底土	A(愛媛県)	昭和55年5月22日	1kg(乾土)
	B(〃)	〃	〃
	C(〃)	〃 6月4日	〃
	D(〃)	〃 8月7日	〃
	E(徳島県)	〃 8月4日	〃
松葉	F(愛媛県)	〃 9月30日	10kg(生)
	G(〃)	〃 9月27日	〃
(参考)	H(福井県)	昭和54年4月19日	〃
海底土	I(〃)	〃 4月18日	〃

今回の溶媒抽出法で得られると予想される検出目標値および旧来の測定から得られた検出限界値を表-2にあげる。

表-2 コバルト-60検出目標値

試料名	旧来のデータ(S53~54)から得られた検出限界	検出目標値	供試量
海底土	44pCi/kg 乾土	20pCi/kg 乾土	乾土500g
松葉	3.3pCi/kg 生	1pCi/kg 生	生重量16kg

- 注) 1) 測定時間80,000秒。  
 2) 旧来のデータについては、松葉は灰化後、海底土は乾燥後、粉碎して直接測定したものである。

### 3. 調査結果

調査の結果を表-3にあげる。標準偏差の3倍を検

出限界とすると、分析精度の目安として福井県から入手した海底土2件のうちの(H)を除いて、いずれの試料からもコバルト-60は検出されなかった。

表-3 環境試料中のコバルト-60調査結果

試料名	採取地点	測定年月日	サンプル重量(g)	サンプル高さ(mm)	<sup>60</sup> Coの回収率(%)	<sup>60</sup> Co放射能濃度 (海底土: pCi/kg 乾土 松葉: pCi/kg 生)
海底土	A	S 55.10.27	0.5775	1.0	95.5	4.4±2.5
	B	10.28	0.7956	0.5	95.4	4.1±2.4
	C	10.22	0.5654	1.0	100.0	-2.6±2.3
	D	10.23	2.0254	1.5	97.6	-0.95±2.4
	E	10.24	1.5325	1.5	99.7	1.3±2.3
松葉	F	S 56.2.2	1.0537	1.0	82.1	0.031±0.077
	G	2.3	0.7819	1.0	90.2	0.050±0.093
(参考)	H	S 55.11.13 (S 55.5.30)	0.4381 (114.8398)	0.5 (57)	99.0 (-)	590±12 (590±41)
(参考)	I	S 56.2.2	1.4962	1.0	89.0	0.69±2.1

- 注) 1) <sup>60</sup>Co放射能濃度は、回収率および採取日からの減衰による補正を行い、計数誤差に基づく標準偏差を土の符号をつけて示した。  
 2) 試料Hについては、愛媛県における直接測定の結果を( )内に示した。  
 3) 供試量: 海底土250g乾土, 松葉100g灰  
 測定時間: 100,000秒  
 測定容器: イウチ u-8  
 測定機器: Ge(Li)半導体検出器  
 { キャンベラ 7200-7500S-1022  
 { キャンベラ 7229-7500S-1519  
 多重波高分析器  
 キャンベラ 8100

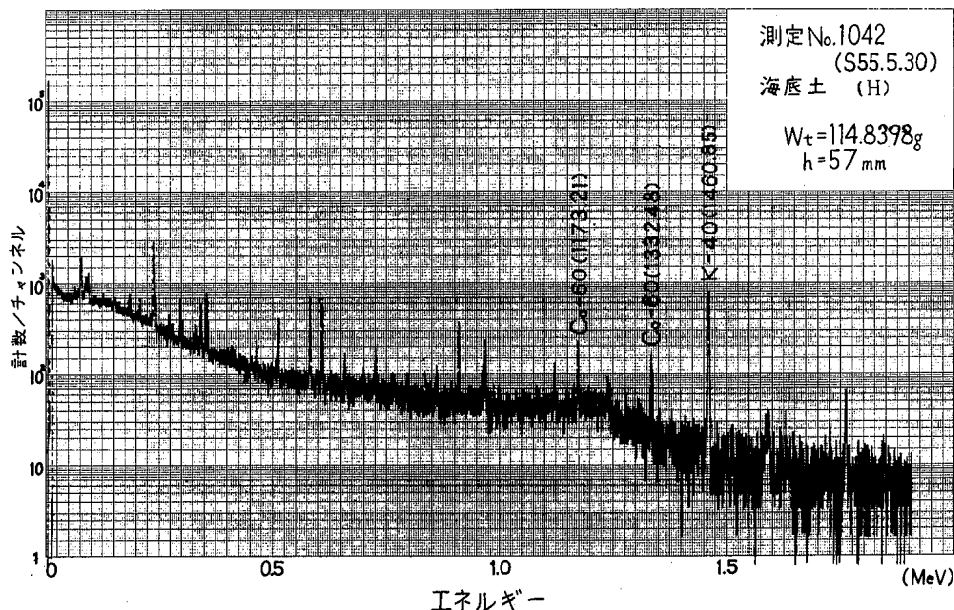


図-2 Ge(Li)半導体スペクトロメトリによる直接測定スペクトル

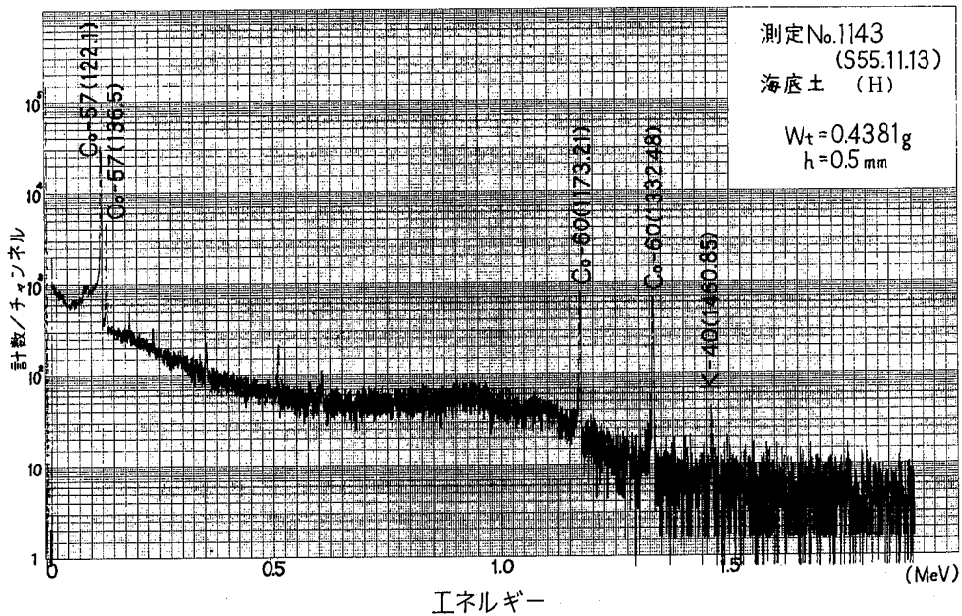


図-3 Ge(Li)半導体スペクトロメトリによる溶媒抽出法を施した後の測定スペクトル

Ge(Li)半導体スペクトロメトリによる旧来のスペクトル(直接測定)と本研究で行った前処理(溶媒抽出法)を施した同一試料の測定スペクトルをそれぞれ図-2, 図-3に示す。

表-4 調査結果より得た検出限界値

試料名	検出限界	供 試 量
海底土	7 pCi/kg 乾土	乾土250g
松 葉	0.3 pCi/kg 生	灰化物100g(生重量 8 kg)

#### 4. おわりに

表-4に調査の結果より得られたコバルト-60の検出限界値をあげた。表-4の値は、表-3における標準偏差の3倍を検出限界値として、各試料の平均値から算出している。

表-2および表-4の比較から明らかなように、溶媒抽出実施後の検出限界値は、直接測定時の値の1/6~1/10, さらに検出目標値の1/3程度にまで下がり、本研究の目的である検出限界の低減化は十分に達成されている。

環境試料からのコバルト-60抽出という面から見た分析の精度については、参考値としてあげた福井県の実地土分析結果から判断して、非常に良いことがわかる。また、この溶媒抽出法の信頼性については、表-3の化学回収率の高さで示されている。

本研究では、大量試料の簡便かつ迅速な処理に主眼をおいて検出限界の低減化をはかったので、最終計測試料の化学形統一のための処理を行わなかった。処理可能な範囲で供試量を増すことにより、さらに一層の検出限界低減化が可能であるが、今後は、最終計測試料の化学形統一によるコバルトの精製をどこまで行うかということが問題となるであろう。

今回の調査の結果、数字こそ明確にはできなかったが、海底土および松葉のおおよそのバックグラウンドレベルを把握することができた。

昭和56年度からは、コバルト-60放射化学分析をルーチン業務として実施していく予定であり、これによってバックグラウンドレベルをさらに正確に把握することができ、より厳密な解析が可能となるであろう。

#### — 文 献 —

- 1) 福井県環境放射能測定技術会議：原子力発電所周辺の環境放射能調査, 昭和51年7月.
- 2) 福島県原子力発電所安全確保技術連絡会：原子力発電所周辺環境放射能測定結果報告書, 昭和53年度.
- 3) 静岡県環境放射能測定技術会：浜岡原子力発電所周辺環境放射能調査結果, 昭和55年5月.
- 4) 科学技術庁：放射性コバルト分析法, 昭和49年.
- 5) 福井県衛生研究所：私信

# 公害技術センター十年の歩み

松 本 良 ・ 石 川 誠 逸 ・ 武 田 十三男  
井 上 尊 統 ・ 楠 憲 一 ・ 林 弘  
西 原 博 明 ・ 服 藤 峻 ・ 山 路 岩 男

## 1. はじめに

昭和45年4月、衛生研究所衛生試験部に公害科が誕生して以来、早いものですでに10年の歳月を迎えました。

この間年とともに施設、機器の面で格段の整備拡充がはかられ、また職員の陣容も現在までに成長し、時代に対応しうる技術力の拡充強化と快適な環境創造のため励め得た事を慶びとしています。公害対策の推進が反映し硫酸化物による大気汚染、有害物質、CoDによる水質汚濁などの汚染物質については著しい改善がみられるようになったが、産業廃棄物の処理、窒素酸化物、光化学スモッグの発生、富栄養化問題など今後解決しなければならない数多くの問題を残しています。

今後とも調和のある故郷を築いてゆくため公害対策に一層努力を払ってゆきたいと存じます。

## 2. 事業状況の動向

当技術センターの沿革等総説については、すでに述べられているところから重複をさけるため除かせて頂き、当センター指導研究部及び当センター東支所が実施した大気・水質・特殊公害料及び放射能科が実施した行政検査、委託検査等、昭和47年から54年に到る8ヶ年の年次について、夫々報告をする。

### 2-1 部門別各種の分析検査の動向

当技術センターの各科及び東支所における過去8ヶ年間の行政検査、委託検査等による分析項目の動向は表一のとおりである。

表一 年次別、所掌別、分析測定項目の動向

区	分	47年	48年	49年	50年	51年	52年	53年	54年	
公害技術センター	大気科	行政	2,369	810	1,936	907	4,142	2,039	941	707
		委託	1,477	666	174	56	74			
		その他	11	43	16	11	54		59	249
		小計	3,857	1,519	2,126	974	4,270	2,039	1,000	956
	水質科	行政	6,611	8,170	7,791	11,521	7,443	6,745	7,579	8,138
		委託								
		その他								
		小計	6,611	8,170	7,791	11,521	7,443	6,745	7,579	8,138
	特殊公害科	行政	18	303	154	469	1,302	855	813	534
		委託	122	524	594	1,248	180	14	15	407
		その他			35	56	20	51	50	32
		小計	142	827	783	1,773	1,502	920	873	973
放射線科	行政				25,224	21,484	26,610	24,682	24,882	
	委託						40	39	37	
	その他				12	21	29	26	28	
	小計				25,236	21,505	26,679	24,747	24,947	
合計	行政	8,998	9,283	9,881	38,121	34,371	36,249	34,015	34,261	
	委託	1,599	1,190	768	1,304	254	54	54	444	
	その他	11	43	51	79	95	80	135	309	

区 分		47 年	48 年	49 年	50 年	51 年	52 年	53 年	54 年	
東 予 支 所	大 気 科	行 行								
		委 託								
		そ の 他								
		小 計								
	水 質 科	行 政	785	2,865	3,688	4,998	4,505	5,640	5,644	4,876
		委 託								
		そ の 他								
		小 計	785	2,865	3,688	4,998	4,505	5,640	5,644	4,876
	合 計	行 政	785	2,865	3,688	4,998	4,505	5,640	5,644	4,876
		委 託								
そ の 他										

注) 1. 東予支所大気測定分は、テレメーターシステムにより、時報、月報、月報として記録され、本表による記載は省略した。

2. 委託は国事業の委託をさし、その他の苦情、市町村の技術指導をさす。

### 3. 所掌別業務概要

#### 3-1. 大気科

大気科の業務は、大気汚染防止法に係る監視、調査、測定、試験研究及び大気汚染に関する緊急時の措置で業務の対象は発生源と環境に大別される。

発生源関係の業務は、主として大気汚染防止法、公害防止条例に基づく規制対象物質の排出基準の適否を判定するための調査、測定であり、環境関係業務は、光化学スモッグ発生の要因や、メカニズム解明のため

の調査解明、有害物質の調査、測定、自動車排ガスの調査、測定、緊急時の措置などとなっている。

#### ア. 発生源調査業務

有害物質は県下全対象施設年1回、総量規制は対象工場年1回、ばいじんは大規模施設のみ年1回立入検査を行っている。

その状況は表-2のとおりである。

## 大 気

### 1. 発生源調査

区 分	年 度	行 政		委 託		そ の 他	
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目
有 害 物 質	弗 素	47	29	29			
		48	16	16			
		49	17	17			
		50	17	17			
		51	11	11			
	52	14	14				
	53	11	11				
	54	21	21		156	156	
	密 塩 物 質	47	45	45			
		48	20	20			
49							
50		6	6				
51		16	16		4	4	
質 塩 化 水 素	52	9	9				
	53	14	14				
	54	20	20				
	47	3	3				
	48						
	49				6	6	
	50						
	51						
	52	8	8				
	53	13	13				
54	10	10					

区 分	年 度	行 政		委 託		そ の 他	
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目
有 害 物 質	硫 化 水 素	47	72	72			
		48	77	77			
		49	58	58			
		50	94	94			
		51	71	71			
	52	64	64				
	53	60	60				
	54	54	54				
	窒 素 酸 化 物	47					
		48					
49							
50							
51							
質 硫 黄 酸 化 物	52	17	17				
	53	29	29				
	54	65	65				
	47						
	48						
	49	13	13				
	50	9	9				
	51	59	59				
	52	31	31				
	53	3	3				
54							

区分	年度	行政		委託		その他			
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目		
有	ばいじん	47							
		48	2	2					
		49	10	10					
		50	7	7					
		51	6	6					
		52	3	3					
		53	4	4					
		54							
		書	重油中S分	47	237	237			
				48	38	38			
49	300			300					
50									
51	91			91					
52	67			67					
53	26			26			1	1	
54									
質	(工場炭ガソリンホスタンド等)			47					
				48	2	2			
		49	29	29					
		50	53	53					
		51	35	35	74	74			
		52	53	53					
		53							
		54	38	38					
		質	その他	47					
				48					
49							8	8	
50							5	7	
51							6	54	
52									
53									
54									

イ. 環境関係業務

光化学スモッグ対策, オキシダント測定器の動的校正, 塩ビモノマー調査, 弗化水素測定など人の健康を保護し生活環境を保全するうえで維持されることとが望ましい基準が守られているかを調査しておりこの状況を次表-3に示す。

2. 環境

区分	年度	行政		委託		その他			
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目		
有	硫酸酸化物	47	649	649					
		48							
		49							
		50	40	40	52	52			
		51							
		52							
		53					29	29	
		54							
		質	降下ばいじん	47	111	1,334			
				48					
49									
50					4	4			
51									
52									
53									
54									

区分	年度	行政		委託		その他				
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目			
公害測定車	公害測定車	47								
		48	32 37	32 37						
		49								
		50								
		51								
		52								
		53	157 (h)	657 (h)						
		54	445 (h)	445 (h)						
		環境大気調査	環境大気調査	47			1,075	1,477	11	11
				48			625	666	43	43
49					174	174	2	2		
50	4			4						
51	3,672 <sup>47</sup> (h)			3,672 <sup>47</sup> (h)						
52	1,680(h)			1,680(h)						
53										
54										
変換係数の決定(浮遊粉じん)	変換係数の決定(浮遊粉じん)			47						
				48						
		49	42	42						
		50								
		51	26	26						
		52								
		53								
		54								
		塩化ビニルモノマー	塩化ビニルモノマー	47						
				48						
49										
50	100			100						
51	39			39						
52										
53	27			27						
54	16			16						
弗化水素	弗化水素			47						
				48						
		49								
		50								
		51								
		52								
		53	4	4						
		54	8	8						
		粉じん中の重金属分析	粉じん中の重金属分析	47						
				48	18	18				
49	78			1,048						
50	60			480						
51	3			9						
52	4			12						
53							5	93		
54										
光化学関連物質	光化学関連物質			47						
				48	433	568				
		49	133	419						
		50	97	97						
		51	8	8						
		52	12	12						
		53								
		54								



区分	年度	行政		委託		その他	
		検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目
自動測定器校正(OX計)	47						
	48						
	49						
	50						
	51	52	52				
	52	69	69				
	53	30	30				
	54	30	30				

### 3-2 水質科

水質科の業務は、水質汚濁防止法、瀬戸内海環境保全特別措置法、並びに県公害防止条例に基づく公害防

止条例に基づく公共用水域調査と工場排水調査の二つに別けられる。

公共用水域調査は河川等の水質環境基準監視で、工場排水常時監視は、一般項目については松山市を除く今治以西の対象事業所約150社について、健康項目及び特殊項目については県下全域について、立入検査、監視及び廃水処理等の技術指導を行っている。

また、環境庁委託事業として、瀬戸内海水質汚濁総合調査を年4回実施し、瀬戸内海におけるリン排出量及び排出濃度等実態調査を実施した。

これらの状況は、表-4、表-5のとおりである。

表-4 水質試験実施

区分	環境監視		発生源調査		瀬戸内海調査		リン等栄養塩削減試験	
	検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目	検体数	試験項目
47	9	33	233	867	949	5,711		
48	850	5,511	282	1,025	130	1,634		
49	598	3,446	579	2,888	129	1,457		
50	793	3,785	498	1,992	542	5,744		
51	542	3,394	629	1,604	252	2,945		
52	680	3,608	342	1,621	120	1,442	37	74
53	957	3,725	199	660	203	2,778	159	416
54	518	2,619	385	1,131	203	2,778	178	610

表-5 事業別検査項目状況

区分	環境監視								発生源調査								瀬戸内海調査								リン等栄養塩削減調査								
	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	
PH	3	600	350	474	335	482	498	251	222	144	625	462	294	238	180	270	949	128	126	400	161	66	174	174									
DO		462	335	243	335	431	471	251		4		6	6				3	724	76	76	184	112	54	168	168								
BOD		111	244	302	234	240	263	179	134	64	137	105			27																		
COD		110	159	142	118	241	207	72	35	364	623	309	182	184	124	244	936	217	129	309	148	76	198	198									
SS		113	304		332	280	342	251	223	109	343	387	177	191	124	209																	
カドミウム	4	178	171	198	171	177	214	219	11	13	6	17	37	36	36	2																	
シアン		4	80	61	73	45	80	80	28	33	38	23	23	30	21	36																	
有機リン			67	49	52	35	60	66	4	4				2	2																		
鉛		184	153	183	140	119	159	167	9	4	11	20	36	30	23	1																	
六価クロム	3	88	161	164	97	81	95	103	21	19	39	80	35	49	12	26																	
ヒ素	4	180	112	98	91	93	121	129	8	2	17	12	10	19	15	9																	
総水銀		186	121	174	155	127	156	163	4	18	7	15	20	25	2	9																	
アルキル水銀		251	77	91	89	65	92	98	4	8		9	10	10	2																		
フェノール									4	5	2	3	17	14		9																	
銅	4		28	48	34	27	45	38	9	5	1	6	27	17	6	10																	
亜鉛	4	7	34	37	30	23	37	34	17	14	20	12	17	14	3	2																	
鉄	4	4	20	26	24	27	28	28	12	13	21	8	14	4	11	1																	
マンガン									4	4					3	3																	
全クロム	3	179	8	9					3	12	21	39	26	20	3																		
弗素									10	4	8	5	4	5																			
アンチモン				75	15	31	23	24	4				1	5																			
ニッケル									2		14	3	10	15																			
クロロフィル																			76	76	76	82	80	203	203								
亜硝酸-N			2	79	68	69											459	128	115	533	252	120	203	203									
硝酸-N			2	79	68	36											459	128	115	533	252	120	203	203									
アンモニア-N		52	68	79	68	36	2										459	128	115	533	252	120	203	203									
金-N			6	100	68	36					200								115	115	538	258	120	203	203								
リン酸リン		52	6	79	71	69											459	128	115	533	252	120	203	203									
全リン		52	54	107	68	36													115		538	258	120	203	203					37	84	122	
塩素イオン		391	28			154	136	4	3	4							724	76	76	206	128	62	190										



区分	区分	行政		委託		その他		
		検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数	
P c B	工場 廃水	47	6	6				
		48						
		49	72	72				
		50	72	72				
		51	70	70				
	52	135	135					
	53	160	160					
	54	100	100					
	47	7	7					
	48	3	3					
	49	10	10					
	50	21	21					
	51	25	25					
	52	42	42					
53								
54								
化学物質	47							
	48							
	49							
	50			60	840			
	51							
	52							
53	2	10						
54	16	39						

表-7 悪臭・騒音・振動等

区分	区分	年度	行政		委託		その他	
			検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
悪臭	環境	47						
		48	63	129				
		49					15	25
		50			8	32	17	53
		51	27	27			4	15
		52	21	103			13	46
		53	77	109			6	12
		54	37	70			17	32
	47							
	48	18	20					
	49					6	10	
	50			16	64	3	3	
	51					5	5	
	52							
53								
54								
騒音	道路	47						
		48						
		49						
		50						
		51						
		52					5	5
		53					28	28
		54						
音	工場	47						
		48						
		49						
		50						

区分	区分	年度	行政		委託		その他	
			検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
騒音	工場	51						
		52						
		53					4	4
		54						
		47						
	48							
	49							
	50							
	51							
	52							
	53					6	6	
	54							
	47							
	48							
49								
50								
51								
52								
53								
54	4	50						
振動	道路	47						
		48						
		49						
		50						
		51						
		52	48	48				
		53	42	42				
		54	42	42				
	47							
	48							
	49							
	50							
	51							
	52	27	27					
53	87	87						
54	84	84						
騒音	工場	47						
		48						
		49						
		50						
		51						
		52	27	27				
		53	87	87				
		54	84	84				
振動	建設作業	47						
		48						
		49						
		50						
		51						
		52	3	3				
		53	9	9				
		54						



表 8-2

分析項目

区 分	公 共 水 域																工 場 排 水														
	水 質								底 質																						
	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	47	48	49	50	51	52	53
アンモニア																															
トリメチルアミン																															
硫化水素																															
メチルメルカプタン																															
硫化メチル																															
スチレン																															
二硫化メチル																															
アセトアルデヒド																															
油 分																															
総水銀						2	11			39	47	47	79	7	29	125															
有機水銀		81								159	94				6	6															
カドミウム			1					3		47	32	123			4	7															
鉛										47	32	143			4	4															
シアン																															
六価クロム												8	1																		
総クロム										47	24	118																			
有機燐																															
熱灼減量										124	86	39	2	3		115															
ヒ 素			1					3		47	32	63			3	6															
水分含有										127	39	39	17	3		115															
有機物																															
亜 鉛			1					3							3	3															
銅			1												3	3															
COD																9															
硫 黄																															
鉄								3								3															
PH																															
リモネン																															
PCB	41	35	72	5	51	42	84	62	44	50	(3)	18	18	7	28	68	(6)				72	72	70	135	160	100					
塩ビモノマー																															
アクリルアミド						5									2																
ステワイド						182	116																								
ジイソプロピルナフタレン							16									22										16					
ノーフェニルエタン							16									22										16					
BHC										60	187																				
ダイアジン																															
キタジン-P																															
ペプチオン																															
スミチオン																															
アンチモン																140															
バナジウム																2															
コバルト																140															
ニッケル																140															
錫																140															

3-4. 放射能科

放射能科の業務は、愛媛県、伊方町、四国電力の間で締結された「伊方原子力発電所周辺の安全確保及び環境保全に関する協定書、昭和51年3月」に基づく伊方原子力発電所周辺の環境放射能調査、昭和52年度から科学技術庁の委託を受けて実施している核実験関係放射能調査に大別される。

業務内容は、昭和52年9月30日に営業運転を開始した伊方発電所および中国核実験等の環境放射線を監視するための空間線量測定、環境試料放射線分析、排水調査の3つに分けて実施しており、その状況は表-9のとおりである。

なお、検査状況は表-10のとおりである。

表-9 放射能に関する検査状況

区 分	年 度	行 政		委 託		そ の 他		備 考	
		検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数		
環 境 放 射 線	総量率	連続測定	50	8,496	8,496				
			51	8,712	8,712				
			52	8,760	8,760				
			53	8,640	8,640				
			54	8,136	8,136				
	定期測定	50	71	71					
		51	114	114					
		52	97	97	12	12			
		53	84	84	12	12			
		54	87	87	12	12			
	積算線量	50	45	45					
		51	50	50					
		52	50	50					
		53	50	50					
54		70	70						
環境資料	連続測定	50	8,352	16,392					
		51	8,616	12,304					
		52	8,688	17,376					
		53	7,800	15,552					
		54	8,352	16,176					
	核種分析等	50	220	220			12	12	
		51	304	304			21	21	
		52	318	318	28	28	29	29	
		53	344	344	27	27	26	26	
		54	401	401	25	25	28	28	
排 水	50								
	51								
	52	3	9						
	53	4	12						
	54	4	12						

表-10 放射線等検査状況

区 分	環 境 放 射 線 調 査					環 境 試 料 放 射 能 調 査					排 水 調 査					
	50	51	52	53	54	50	51	52	53	54	50	51	52	53	54	
空間ガンマ線量率	モニタリングステーション	8,496	8,712	8,760	8,640	8,136										
	NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定	71	84	96	96	99										
	高圧電離箱による測定	11	13													
	車載型NaI(Tl)検出器によるγ線スペクトロメータを用いた測定	19														
	空間積算線量	45	50	50	50	70										
核種分析	全アルファ放射能(モニタリングステーション)						3,040	3,688	8,688	7,800	8,352					
	モニタリングステーション						3,352	8,616	8,688	7,752	7,824					
	低バックグラウンド放射能自動測定装置による測定						115	135	158	157	197					
	Ce(Li)による機器分析						117	149	145	144	170					
	ストロンチウム-90							2	23	33	27					
	トリチウム							39	44	45	44					
	ヨウ素-131								5	18	16					
	PH													3	4	4
	有効塩素													3	4	4
	溶解性鉄													3	4	4

4. 東予業所の業務

支所は、大気科、水質科に分れ業務を担当している。

4-1. 大気科

管内5市3町の33測定局をテレメータシステムで結び

- 大気汚染の常時監視
- 自動測定機及びテレメータシステムの管理
- 測定データの管理

- 注意報の発令 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>x</sub>及び浮遊物質)

- 光化学スモッグの解析

を行っており、

53年以後SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, COは全局環境基準に適合

51年以降SO<sub>2</sub>の緊急時の発令はしていない。

なお、自動測定機の一覧表は表-11に、環境基準適合状況は表-12、緊急時の発令状況は表-13に示す。

表-11 自動測定機一覧

(昭和56年1月末現在)

市 町	測 定 局	二酸化硫黄	浮遊粉じん	風向・風速	気温	湿度	日射量	気圧	一酸化窒素	二酸化窒素	オキシダント	T H C	N M H C	一酸化炭素	弗化水素
川之江市	吉祥院	○	○	○											
	金生	○	○	○											
	上分	○	○	○											
伊予三島市	工業用水池	○	○	○											
	旧県事務所	○	○	○											
	伊予三島	○	○	○					○	○	○	○	○	○	
土居町	土居	○	○	○											
新居浜市	北小松原	○	○	○											
	センター	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	新居浜工高	○	○	○											
	若宮	○	○	○											
	岩鍋			○											
	金子山村	○	○	○	○					○	○	○	○	○	
西条市	飯岡	○	○	○											○
	鶯谷	○	○	○						○	○	○	○	○	
	西条保健所	○	○	○											
	西条田見	○	○	○											
東予市	広江	○	○	○											○
	東中学校	○	○	○											○
	北保育所	○	○	○											○
小松町	東予	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○
	小松中学校	○	○	○											○
丹原町	石根	○	○	○											
	丹原	○	○	○											○
	来見	○	○	○											○
	計	26	26	32	2	1	1	1	8	8	8	8	8	5	6

表-12 環境基準適合状況 (昭和48~54年度)

市町	測定局	二酸化いおう							二酸化窒素							一酸化炭素							オキシダント							浮遊粒子状物質										
		48	49	50	51	52	53	54	48	49	50	51	52	53	54	48	49	50	51	52	53	54	48	49	50	51	52	53	54	48	49	50	51	52	53	54				
川之江市	吉祥院	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	金上	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	之江	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
伊予三島市	工業用水池	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	旧県事務所	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	寒川	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
土居町	伊予三島	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	土居	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	北松原	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
新居浜市	センター	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	新居浜工高	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	宮村院津川	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
西条市	飯岡	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	西条	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	西条保健所	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
東予市	西条水	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	見江	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	江中学校	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
小松町	北保	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	東予	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	予子	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
丹原町	小松中学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	石根	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
	丹原	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																									
環境基準達成率 (%)		10	36	65	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0			



表-13 緊急時の発令状況 (昭和48~54年度)

単位・日数

市 町	年度	二酸化いおう			オキシダント			市 町	年度	二酸化いおう			オキシダント		
		予報	注意報	警報	前日予報	予報	注意報			予報	注意報	警報	前日予報	予報	注意報
川之江市	48	3	0	0				西条市	48	2	0	0			
	49	5	0	0					49	12	1	1			
	50	0	0	0	0	0	0		50	5	0	0	0	0	0
	51	0	0	0	1	1	2		51	0	0	0	1	2	1
	52	0	0	0	0	0	0		52	0	0	0	0	0	0
	53	0	0	0	0	0	0		53	0	0	0	0	0	1
	54	0	0	0	0	0	1		54	0	0	0	0	0	0
伊予三島市	48	3	0	0				東予市	48						
	49	5	0	0					49						
	50	0	0	0	0	0	1		50				0	0	0
	51	0	0	0	1	1	3		51	0	0	0	1	0	1
	52	0	0	0	0	0	0		52	0	0	0	0	0	0
	53	0	0	0	0	0	0		53	0	0	0	0	0	1
	54	0	0	0	0	0	1		54	0	0	0	0	0	1
土居町	48	0	0	0				小松町	48						
	49	0	0	0					49						
	50	0	0	0					50						
	51	0	0	0					51	0	0	0			
	52	0	0	0					52	0	0	0			
	53	0	0	0					53	0	0	0			
	54	0	0	0					54	0	0	0			
新居浜市	48	13	0	0	0	8	22	丹原町	48						
	49	9	2	0	0	22	13		49						
	50	2	0	0	0	0	0		50						
	51	0	0	0	1	1	2		51	0	0	0			
	52	0	0	0	2	0	7		52	0	0	0			
	53	0	0	0	0	0	1		53	0	0	0			
	54	0	0	0	0	0	1		54	0	0	0			

(注) 1. 48, 49年度の川之江市, 伊予三島市のSO<sub>2</sub>は, 同時発令である。  
 2. 53年度の西条市, 東予市のOxIは, 同時発令である。

4-2. 水質科

管内5市3町2村における

- 公共用水域の常時監視 (海域, 河川)
- 工場・事業場の監視指導
- 瀬戸内海水質汚濁調査を行うほか

○ 瀬戸内海におけるリン排出量調査

○ 養豚業の污水处理指導

などにより河川・海域の水質基準の維持達成に努めている。

なお, 実施した水質試験の状況は表-14のとおりである。

表-14

区 分	公 共 水 域 常 時 監 視								工 場 ・ 事 業 場 監 視 指 導							
	47年	48年	49年	50年	51年	52年	53年	54年	47年	48年	49年	50年	51年	52年	53年	54年
PH	13	391	574	922	719	788	852	815	280	438	445	407	410	585	439	516
DO	2	391	574	922	719	788	852	814								
COD	13	391	574	922	737	788	874	814	278	400	408	380	410	578	433	344
BOD					88	132	126	116		32	32	6		6	12	11
SS					88	132	149	137	199	436	415	390	410	420	439	304
Cl <sup>-</sup>		296	574	922	653	727	703	669								
n-ヘキサン抽出物質		90	96	127	139	120	83	61								
栄養塩類					132	576	512	107							170	168
クロロフィルa																
プランクトン																
計	28	1,559	2,392	3,815	3,275	4,051	4,151	3,533	757	1,306	1,296	1,183	1,230	1,589	1,493	1,343

5. おわりに

当所10年の歴史をふりかえり, この間の業務内容を取りまとめここに報告いたします。

今後ますます環境問題は複雑多様化することが予測され, これに向けて努力してまいる所存ですが, 先輩各位のご指導, ご支援を賜りますようお願いいたします。

# 水質汚濁防止法に基づく 特定事業所等立入検査による指導内容について

武田 十三男・楠 憲一・園田 浩二  
二宮 順一郎・岡本 信二・浅野 淑子

## 1. はじめに

水質汚濁防止法は、事業所、工場の排出水を規制することにより、公共水域の汚濁防止をはかり国民の健康保護に併せて生活環境を保全することを目的に定められている。

従って、この法律及び愛媛県公害防止条例に定める水質基準に違反する排水のたれ流しを防止するうえから、特定事業所、工場の立入検査を行い指導並びに水質保全の状況を随時チェックしているが、事業所等のなかには水質基準を遵守しえないものもあり、これらの者に対して、改善命令等の行政処分を行うとともに管理上注意を要する者に対しては改善勧告を行うなど処分しているが、悪いものは何時まで経っても改まらない者もいる残念な実状である。

そこで、これら実状が処理施設自体にあるものか、或いは維持管理に問題があるのかについて昭和53年度以降昭和55年10月末までの指導票をもとに内容等の解析を行い、今後の特定事業所等の指導に役立てたいと考えている。

## 2. 指導事項のあらまし

### 1) 年次別指導状況

公害技術センターまたは公害課が、事業所及び工場の立入検査を行っており、その概要について述べると表-1のとおりである。

表-1 年次別指導件数状況

区分	年度	53年	54年	55年 (4~10月)
立入事業所数		252	254	313
指導票交付事業所		20	33	37
交付率(%)		7.9	13.0	11.8

注) 支所及び特殊公害科の立入は含んでいない。

### 2) 業種別、年次別指導状況

次に、立入事業所等の業種別、年次別の状況を見てみると、表-2のとおりである。

表-2 業種別、年次別立入状況 単位 工場数

区分	立 入 件 数			計
	53年	54年	55年 (4~10月)	
清涼飲料	3	4	4	11
食 品	56	80	66	202
生コン	64	83	70	217
染 色	11	21	64	96
金属製品	2	5	1	8
織 維	7	8	12	27
製 紙	13	14	11	36
砕 石	4	7	3	14
化 学		3	8	11
メッキ	38	2	25	65
し尿処理	14	12	9	35
と 畜	8	6	7	21
畜産農業	13	3	5	21
そ の 他	19	6	28	53

注) 1. その他には、製材、現像、石油等である。  
2. 支所及び特殊公害科の立入分は含んでいない。

### 3) 指導票交付状況

年次別事業所等への立入状況は、表-2に示したとおりで、立入事業所の業種に若干の違いがあるが、全般的には、食品、生コン、染色及びメッキの業種について重点監視を行っていることを承知してもらえらると思う

さて、どの程度指導票が交付されているかをみると、立入事業所に対し約10%程度出されており、交付された事業所には大企業は含まれておらず全てが中小企業であった。

次に、業種別、年次別指導票交付状況は、表-3のとおりで、指導票を出した事業所が何らかの事情により単年度で解決されず約1/4のものは多年度の継続指導を要していることを示す。

表一三 回数別、業種別指導票交付状況

単位 工物数

業種	1年限り			複 数 に 亘 る				延事業所
	53年	54年	55年	53・54年	53・55年	54・55年	53・54・55年	
清涼飲料					1			1
食 品	1	4	3	1			1	10
生コン	6	8	11	3		8		36
染 色			7					7
金属製品			1					1
織 維		1	1		1			3
製 紙		1		1		1		3
砕 石						1		1
化 学			1					1
メッキ	1			1				2
し尿処理	1	2						3
と 畜	1							1
畜産農業	2							2
計	12	16	24	6	2	10	1	71

次に、さらに指導が1年限りであっても、年度内に複数回の指導を行った状況を見る。

表一四 単年度における複数指導事業所の状況

区 分	53 年		54 年		55 年		延件数	
	施設	管理	施設	管理	施設	管理	施設	管理
清涼飲料								
食 品			2	3			2	3
生コン	1		8	8	1	1	10	9
染 色						2		2
金属製品								
織 維						1		1
製 紙								
砕 石								
化 学								
メッキ	1	1		1			1	2
し尿処理								
と 畜								
畜産農業								
計	2	1	10	12	1	4	13	17

4) 指導状況の内容

次に、交付された指導票が施設面で出されたものか、維持管理面によるか、その状況を見ると表一五のとおりである。

これからみて解るように食品、生コン業界が他の業種より多く、管理面の指導が施設指導に比し、

やや多いことを指示している。

表一五 業種別、年次別、指示内容

業種	施 設				管 理			
	53年	54年	55年	計	53年	54年	55年	計
清涼飲料					1 (2)		1 (1)	1 (3)
食 品	1 (2)	4 (11)	2 (3)	7 (16)	2 (2)	6 (14)	2 (6)	10 (22)
生コン	6 (10)	13 (23)	10 (14)	29 (53)	6 (11)	17 (41)	13 (22)	36 (74)
染 色			2 (3)	2 (3)			6 (13)	6 (13)
金属製品							1 (1)	1 (1)
織 維		1 (1)	1 (2)	2 (3)			2 (5)	2 (5)
製 紙		1 (1)		1 (1)			1 (1)	1 (1)
砕 石		1 (1)		1 (1)			1 (1)	1 (1)
化 学							1 (3)	1 (3)
メッキ	1 (2)	1 (1)		2 (3)				
し尿処理		1 (1)		1 (1)				
と 畜								
畜産農業	1 (2)	1 (2)		2 (4)				
計	9 (16)	23 (47)	15 (22)	47 (85)	9 (15)	23 (55)	28 (53)	59 (123)

注) ( )内数字は、指示事項数。

表一四から想定する限りにおいては、食品製造業、生コン製造業が、施設・管理面とも他の業種に比べ問題が多かったようである。

次に、全般的に施設面の指導はすすみより改善がはかられ問題は順次排除されつつあるが、管理面ではまだまだ手が抜ける状態ではない。

事業所のなかには、十分な施設があるに拘らず、自社の管理者の質が相応するにいたっていないと感じるところもあり、今後質面の充実がはかれるよう指導してゆきたい。

5) 指導内容

次に、施設・管理面における指導内容について年次、業種別に関係なく集計してみる。

(1) 施 設 79例

ア. 原水に対し

流入原水に対し、41事項の指摘が行なわれており、その主事項を要約すると

- 管の撤去、補修に関する指示 (17例)
- 末処理水の流出を防止し、処理するよう指示 (17例)
- 排水方法の変更等 (7例)

イ. 1次・2次処理に対し

1次・2次水の処理に関し38事項指摘が行わ

われており、

- 受入ピット設置又は補修の指示 (11例)
- スクリーン、攪拌機設置 (6例)
- 未届ポンプの撤去 5例
- 沈澱池等の洩水防止 11例
- 脱水機等の設置 5例
- (2) 管 理 151例
  - ア. 管理体制の強化 10例
  - イ. 原水に対し 11例
    - 農業用水路に流出の怖れ (2例)
    - ポンプの補修等 (5例)
    - 汚水の循環処理 (4例)
  - ウ. 1次・2次処理に対し 94例
    - 貯留槽のスカム、スラッジ除去 (6例)
    - 凝集剤の適正な使用量 (3例)
    - 中和処理に対し 14例
      - 注入ポンプの修理、調整 (7例)
      - 中和剤の補充など (7例)
    - pH調整機に対し 35例
      - 修理が必要 (6例)
      - 電極の清掃 (6例)
      - 調整点検の実施 (19例)
      - 電源を切るな (4例)
    - 種汚泥投入、風量調整 6例
    - 機能が発揮されてない 2例
    - 沈澱池の管理(汚泥引抜) 11例
  - エ. 排水に対し36事項指摘 36例
    - 排水口の表示、清掃 (17例)
    - 排水基準違反のおそれ (16例)
    - その他 (3例)

### (3) 水質検査

立入検査により、健康項目、生活環境項目について分析を行っており、その結果は表-6に示したとおりである。

この結果からみてもわかるように、生活環境項目で違反し、健康項目で違反はなかった。

なお、pH、COD、SSで違反数が多いのは、表-5の施設、管理面で指導票交付の食品、生コン及び染色業種と関連していることが充分伺える。

### 3. 解析結果と考察

以上のことから、まとめでは種々考えられようが指導内容に

- 未処理水の流出防止、水路えの流出の怖れ
- 漏水防止
- 管理体制の強化

表-6 年度別、水質試験検査状況

項目	年次			事業所		
	53年	54年	55年	252	254	313
健康項目	Cd	34	1	59		
	CN	21		27		
	P			9		
	Pb	15	1	46		
	Cr <sup>+6</sup>	7	18	27		
	As	15		46		
	T-Hg	2	9	13		
	A-Hg	2		2		
	計	96	29	229		
生活環境項目	pH	186 (8)	189 (9)	357 (18)		
	BOD	6				
	COD	134	148 (13)	231 (20)		
	SS	133	171 (7)	205 (9)		
	ヘキサン	12	3	20		
	フェノール		9	19		
	Cu	6 (2)	1	15		
	Zn	3 (2)	1	15		
	Fe	11		8		
	Mn	3		1		
	Cr			14		
	F					
計	494 (12)	522 (29)	888 (47)			

注) 1. 55年度は、10月末日までであること。

2. 実数は試験項目数。

3. ( ) 数値は、試験項目中での基準違反数。

- 機器の補修、整備

- 汚泥の抜取り

が最も多く指摘されていることから、これら事項を主体に施設、維持管理面で留意事項を考えてみたい。

#### 1) 施設関係

- 従前に比し極く悪質と考えられるような事項は見受けられなくなってきた。
- 排水量は時間最大量で施設、排水管径の設計を1日平均水量を基本にしているのか、タンク、ポンプ或いは排水管で溢流したりで指摘が多い。時間最大水量を設計の基本とすることは土木工学の基礎である。
- 構造基準を守れ漏水防止の指摘が多い。その原因が擁壁のクラックにあると考えられる。それは送水ポンプの容量が大きいため実際タンクが空となり土圧のみを受けることに

よって生じているのでないか。

許容応力度に対する圧縮強度、剪断応力の計算を行うとともに、コンクリート工事仕様に基づくコンクリート工事、養生を行って問題が起らないようすることが必要。一般的に防水モルタルについて過信しすぎるきらいがある。

- 予備機器の設置も  
機械が故障していたのでとの言わけを聞く。修理に、代替品の納入までに時間がかかる。その間水質不適合でよい理由はない、従って主要機器について許される限りで予備機の設置を考えておくべきだ。
- 曝気槽にも空気量計装装置を  
排水量は記録、或は測定できるようされているが、本施設で一番肝要な空気量を知る手段とてない。  
流入水質等により空気量の調整もしている下水道終末処理場などと余りにも施設差を感じる。一定規模以上の施設では当然設置するよう指導が必要だ。

## 2) 維持管理

- 施設設置後業務拡大をはかったが水処理施設はそのまま、或いは時期的に処理能力を越すものもあるので負荷に対応しうる施設の設置指導をしてゆく。

## ○ 維持管理体制の強化

電源を切っても何の節約にもならないと思うのにスイッチを抜いておき、人の顔をみて電源を入れるなど特殊な業種に限られても、一応に管理体制のみなおし、指導の要を感じる。

- 排水中の汚濁物質を分離させる沈澱池等の汚泥引抜指示が以外と多い。

機能を十分に発揮させるためには、沈澱した汚泥物をできるだけ早く除去することが重要で、このため適切な間隔、適切な濃度で除去するよう遵守方の指導が必要である。

## 4. おわりに

活性汚泥は生きものである。

特に汚水を処理する活性汚泥処理施設では、機構を知り施設の機能を十分発揮させてやるようしなければならない。

然るに、立入事業所においてはメーカーの設置当所の運転要領をウノミにして、一步も応用ができず、むしろ機械にふりまわされている感じがする。

本年度特定事業所の立入検査で、凡そ要注意者のリストアップもできた。従って本年度後半以来これらの者を重点的に立入りしてきた。水質汚濁防止法施行以来数年も経ち今更指導でもないが、今後も重点監視を続け、よりよい管理がはかれるよう指導してゆきたい。

# 年次別・業種別等の工場排水の傾向と指導について

石川 誠 逸 ・ 山 路 岩 男 ・ 武 田 邦 夫  
中 村 洋 祐 ・ 石 田 順 子

## 1. はじめに

当支所の管内は、昭和39年に指定された「新産業都市東予地区」の中核として、また愛媛県の産業における工業発展の拠点として、川之江・伊予三島地区に紙・パルプ製造業、新居浜・西条・東予地区には、化学・非鉄金属工業・電力などの企業が立地し、これら産業の進展に伴って、河川・海域の水質汚濁等の生活環境上の問題が発生している。

この問題に対処するため、昭和40年代に公害対策基本法や水質汚濁防止法等が制定され、その後、行政の対応と相まって漸次産業排水等の水質の向上が認められるようになったのは、一般的に認識されているところである。

このような情勢の中で、今後とも環境行政の重要な使命は、より快適な生活環境の維持をはかることと云えよう。

さて、全国的な水質関係の調査研究をみると、河川・湖沼・海域を対象にしたものが多く、主たる汚濁発生源である工場・事業場の監視・指導の事例を対象に検討したものは少ない。

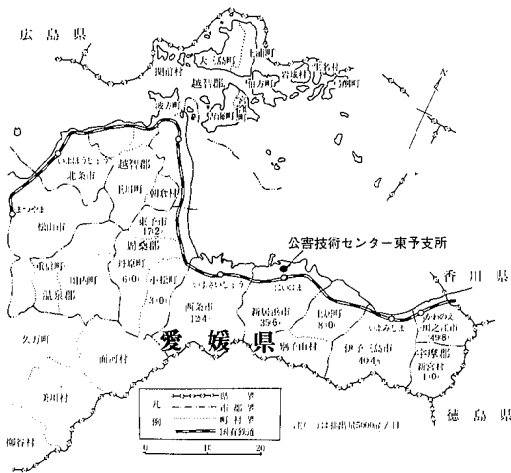


図-1 工場・事業場の立地概要

そこで、我々は、図-1に示す管内5市3町2村の規制対象工場・事業場171社について、今後の監視・指導の方向づけをするため、昭和50年度からの水質監視及び行政指導等の結果を検討し、考察したので、報告する。

## 2. 調査方法

### 2-1. 調査対象

- (1) 規制対象工場・事業場171社(内排水量 5,000m<sup>3</sup>/日以上24社)
- (2) 水質検査数 7,470件 (内pH2,692件, COD 2,480件, SS2,298件)
- (3) 特定事業場指導記録(指導書, 改善計画書, 改善完了報告書, 改善状況確認書)

### 2-2. 調査期間

昭和50年度へ昭和55年度 6カ年

ただし、昭和55年度は、昭和56年1月31日現在で集計した。

### 2-3. 調査項目

- (1) 規制対象工場・事業場の状況
- (2) 水質検査結果及び技術指導等の状況

なお、水質検査結果は、水質汚濁防止法及び愛媛県公害防止条例の排出基準に照らし、合否を判定した。(以下基準超過という。)

### 2-4. 水質検査方法

- (1) 試料採取：JISK0102工場排水試験法(以下規格という。)3-1に準拠。
- (2) pH : 規格8に準拠。
- (3) COD : 規格13に準拠。
- (4) SS : 昭和49年9月30日付環告第64号附表第4に準拠。

## 3. 結果

### 3-1. 規制対象工場・事業場の状況

業種別構成については、図-2のとおり、紙・パルプ製造業が全体の44%で他の業種と比較して大きな差

異を認める。

これを地区別にみると、図-3、図-4及び図-5のとおり、紙・パルプ製造業が、川之江・伊予三島地区に集中している。

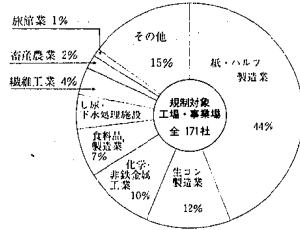


図-2 業種別工場・事業場の概要

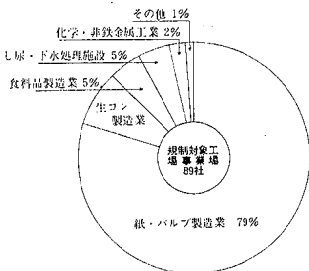


図-3 川之江・伊予三島地区

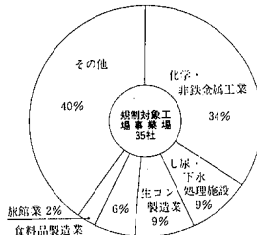


図-4 新居浜地区

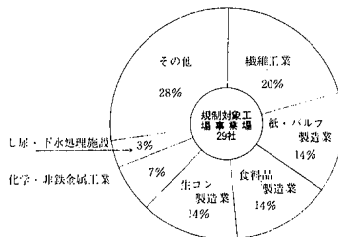


図-5 西条・東予地区

次に、汚水処理法別構成を図-6に示す。

最も多い処理法は、凝集沈澱法（35%）であり、次いで活性汚泥法（26%）である。

これを業種別と同様に地区別構成でみると、図-7、図-8及び図-9のとおりである。

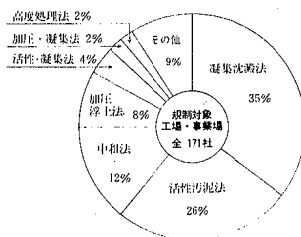


図-6 汚水処理別工場・事業場の概要

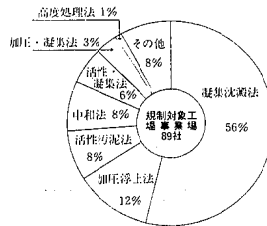


図-7 川之江・伊予三島地区

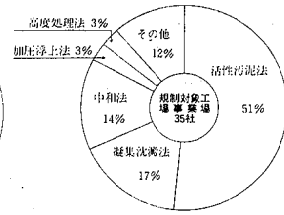


図-8 新居浜地区

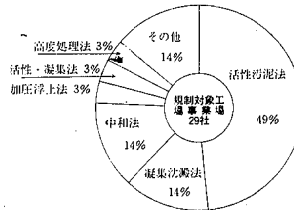


図-9 西条・東予地区

また、この3地区がしめる工場・事業場は、全体の89%であることなどから、業種・汚水処理法別について、各地区ごとに特色ある傾向が認められる。

すなわち、川之江・伊予三島地区では、紙・パルプ製造業が多数立地し、これらの汚水処理は、凝集沈澱法が多く採用されている。

また新居浜地区及び西条・東予地区においては、活性汚泥法が多く採用されている。

### 3-2. 排出水の水質検査状況

過去6カ年の基準超過の推移を、各項目別にみると、図-10のとおりである。

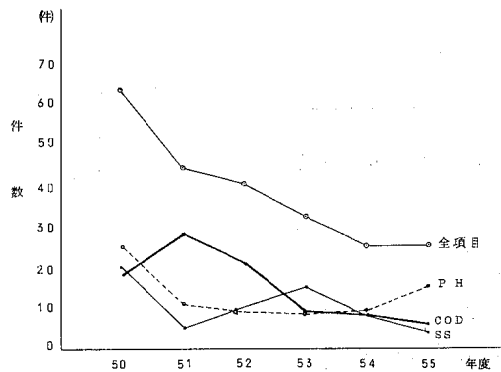


図-10 項目別基準超過の推移

pHは、昭和50年度から昭和51年度にかけ急激に減少し、その後昭和51年度から昭和54年度まで横ばいとなり、昭和55年度に増加傾向を示している。

CODは、昭和51年度をピークに昭和53年度まで顕著に減少し以後昭和55年度まで漸次減少している。

SSは、昭和50年度から昭和51年度にかけ急激に減少し、昭和52年度から昭和53年度にかけ増加、昭和54年

度から昭和55年度にかけ減少しているように一進一退しつつ減少している。

次に、業種・項目別の基準超過の状況を表-1に示す。

表-1 業種・項目別の基準超過の状況

業 種	P H						C O D						S S					計	
	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度		55年度
紙・パルプ製造業	12	10	3	7	6	14	13	13	11	7	7	6	16	3	6	9	6	4	153
生コン製造業	12		4										3	2					21
化学・非鉄金属工業								1											1
食品製造業	1				1	1	1	2	2		1		1	2					12
し尿・下水処理施設							4	7	8										19
繊維工業																			
畜産・農業			2													4	2		8
旅館業		1																	1
その他				1	2			5	2					2		2			14
計	25	11	9	8	9	15	18	28	21	9	8	6	20	5	10	15	8	4	229

紙・パルプ製造業については、pH、COD及びSSともに、図-10と同様の傾向がみられる。

また、し尿・下水処理のCODは、昭和50年度から昭和52年度まで増加していたが、それ以後基準超過はみられない。

さらに業種・項目別の基準超過率を図-11に示す。

最も低い業種は繊維工業及び化学・非鉄金属工業であり、最も高い業種は紙・パルプ製造業であり、次いで生コンクリート製造業及びし尿・下水処理が高い値を示している。

一方、汚水処理法・項目別の基準超過の状況を表-2に示す。

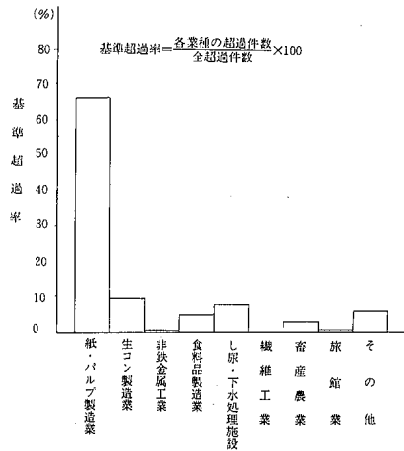


図-11 業種・項目別基準超過率

表-2 汚水処理法・項目別の基準超過の状況

処 理 法	P H						C O D						S S					計	
	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度		55年度
凝集沈澱法	9	7	3	7	4	4	9	5	5	5	3	5	14	2	1	7	1	2	98
活性汚泥法		1	2	1	3	1	3	15	10				1	2	2	4	2		47
中和法	14		4										3		3				24
加圧浮上法	1	2			2		4	3	3				2	1	2	1	2		23
活性・凝集併用法																			
加圧・凝集併用法	1	1				5		3	1	4	3				2	3	2		25
高度処理法								1	1										2
その他							2	1	1		2	1					1	2	10
計	25	11	9	8	9	15	18	28	21	9	8	6	20	5	10	15	8	4	229



特に、凝集沈澱法については、pH及びSSは、各年度を通じ若干の増減の傾向を示し、CODは、昭和50年度以降漸次減少の傾向を示す。

さらに汚水処理法・項目別の基準超過率を図-12に示す。

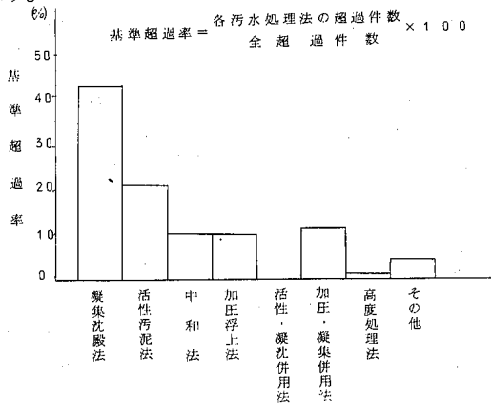


図-12 汚水処理法・項目別基準超過率

最も低い汚水処理法は、活性汚泥・凝集沈澱併用法及び高度処理法であり、最も高いものは、凝集沈澱法であり、次いで活性汚泥法、加圧浮上・凝集沈澱併用法の順となっている。

以上のことから、業種では繊維工業及び化学・非鉄金属工業、また汚水処理法では、活性汚泥・凝集沈澱併用法及び高度処理法について基準超過はほとんどみられず、常に安定した水質が保たれている。

一方、紙・パルプ製造業及び凝集沈澱法における基準超過の推移は、先にあげた図-10の推移と類似し、各基準超過率もともに高くなっている。

### 3-3. 基準超過時等の指導事項の状況

次に主たる指導事項を分類し、その推移を表-3に示す。

表-3 指導事項の推移

分類	指導事項		件数					
			50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度
原料・製造系 (A)	1	原料使用量の増加	1 (3)	6 (14)	10 (33)	1 (3)	2 (5)	
	2	使用原料の変更					1 (3)	1 (4)
	3	生産量の増加	1 (3)	2 (5)			2 (5)	
	4	蒸解排液槽の破損						1 (4)
小計			2 (6)	8 (19)	10 (33)	1 (3)	5 (13)	2 (8)
薬品系 (B)	5	無機凝集剤の添加	9 (24)	5 (12)	2 (6)	5 (14)	4 (11)	7 (28)
	6	高分子凝集剤の添加					1 (3)	
	7	中和剤の添加	5 (14)	7 (16)	1 (3)	5 (14)	4 (11)	8 (32)
小計			14 (38)	12 (28)	3 (9)	10 (28)	9 (25)	15 (60)
施設系 (C)	8	構造上の不備		1 (2)		2 (6)	2 (5)	
	9	汚での引き抜き不足(凝沈)	12 (32)	4 (9)	6 (19)	11 (30)	7 (17)	2 (8)
	10	スカムの取除き不足(加圧浮上)		2 (5)		1 (3)	4 (11)	1 (4)
	11	施設の能力不足	1 (3)	5 (12)	10 (33)	4 (11)	1 (3)	
	12	各装置の老朽化・管理不備	6 (16)	10 (23)	2 (6)	6 (17)	9 (23)	5 (20)
小計			19 (51)	22 (51)	18 (58)	24 (67)	23 (59)	8 (32)
施設系 (B)	13	排水系統の不備	2 (5)	1 (2)		1 (2)	1 (3)	
合計			37 (100)	43 (100)	31 (100)	36 (100)	38 (100)	25 (100)

( ) 内は%を示す

A系は、昭和50年度から昭和52年度にかけ急激に増加し、昭和53年度に減少したのち、ほぼ横ばいである。

B系は、昭和50年度から昭和52年度にかけ急激に減少し、昭和53年度以降は漸次増加の傾向がみられる。

特にこの系内では、指導事項⑤及び⑦の推移は、図-10のpHの傾向とよく一致している。

C系は、昭和50年度から昭和54年度まで横ばいの傾向にあり主たる原因であったが、昭和55年度に急激に減少している。

特にこの系内では、指導事項⑨の推移は、図-10のSSの傾向とよく一致し、また指導事項⑫については、pHの傾向と類似している。

一方、昭和55年度の各指導事項のしめる割合をみると、B系の⑤と⑦及びC系の⑨と⑫の比率が高い。

また、昭和51年度から昭和52年度にかけて指導事項C系⑪の件数が多いのは、昭和51年度の上乗せ基準に対応させるために、汚水処理施設の処理能力の拡充を強力に指導した結果である。

### 3-4. 行政指導の状況

特定事業場指導記録を表-4に示す。

昭和50年度及び昭和51年度は、すべて指導書による指導であった。

昭和52年度には、基準超過事業者に対し改善計画書・改善完了報告書の提出を義務づけ、さらに昭和50年度からの業種別汚水処理実態調査の結果をふまえ、昭和53年度から個々の業種にかかる技術指導を開始した。

なお、これらの調査・指導については、表-5に示す。

表-4 特定事業場指導記録

区 分	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度
指 導 書	9	13	10	18	2	6
改善完了報告書	0	0	2	2	3	7
改善計画書	0	0	22	14	14	6
技 術 指 導	0	0	0	8	11	8
合 計	9	13	34	42	30	27

表-5 調査・指導実施状況

調査・指導内容	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度
総量規制水質測定方法調査			○			
排出量(測定方法)調査		○				
排水口の標示・整理統合調査	○		○			
大規模工場総合査察調査		○				
業種別汚水処理実態調査	○	○	○	○	○	○
業種別汚水処理技術指導				○	○	○

注) ○は、調査及び指導の開始を示す。

これらの指導経過により、図-10に示すように、特にCODにおける基準超過件数は急激に減少し、またSSについては、昭和54年度以降減少の傾向がみられ、その指導効果が現れている。

## 4. 考 察

### 4-1. 項目別の基準超過数の推移をみた場合

全項目では、年々減少の傾向にあり、全体的に工場・事業場の汚水処理技術が向上したことがわかる。

特にCODでは、業種・汚水処理別の技術指導の効果が顕著にみられ、漸次減少している。

今後の方針として、これが効果を維持するためジャーテスター等を用い、薬剤の添加量、攪拌速度の適正化等の技術指導をより一層実施する。

次にpHについては、改善された状態が続いていたが、

昭和53年度以降増加の傾向がみられることから、薬剤の添加装置及び汚水処理施設の老朽化が大きく影響していると思われる。

SSについては、昭和54年度から減少傾向を示しているが、これは汚での引抜き装置等の整備によるものであり、これら施設の維持管理を重点に指導する必要がある。

### 4-2. 業種・汚水処理法別にみた場合

業種・汚水処理法別構成において高い割合をしめる、紙・パルプ製造業及び凝集沈殿法は、基準超過件数も多いので、超過の未然防止を主眼にした汚水処理工程等の自己調査・評価及び改善を徹底させる必要がある。また、生コンクリート製造業について、この6か年に基準超過件数は、顕著に減少している。

これは、排出水の循環再利用時の技術指導の結果であり、現在の安定した水質の維持のため定期的な技術研修をすすめる。

### 4-3. 指導状況からみた場合

全基準超過件数でみると、昭和50年度以降顕著に減少している。

これは、各年度における<sup>1)</sup>指導書及び改善計画書等の適確な活用、<sup>2)</sup>排水口の整理統合、<sup>3)</sup>排出水流量計の設置、<sup>4)</sup>業種別汚水処理技術指導の効果が現われたものと思われる。

## 5. ま と め

今後は、これらの結果をふまえ、他の行政機関と協力し、計画的・継続的に指導をすすめ、排出水の安定化をはかり生活環境の維持に役立てるため、本報告を活用する。

最後に、本報告をまとめるにあたり、ご指導いただいた県公害課各位に対し、深謝する次第であります。

---

## 愛媛県公害技術センター所報

### 第 3 号

昭和56年 3 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 アマノ印刷株式会社  
松山市東石井町172番地4  
電 話 松山 (0899) 56-2442

---