

304

山口県公害センター年報

Annual Report of Yamaguchi Prefectural
Environmental Pollution Research Center

第 3 号

(昭和52年版)

山口県公害センター

発刊のことば

山口県公害センターは設立以来、すでに4年有余を経過いたしました。この間、関係各位の御協力によりまして、私達は県環境行政における調査研究機関としての業務を円滑、迅速に果すよう努力してまいりました。

御存じのように、近時における環境汚染の態様は、ますます複雑、多様化の傾向を深めていますことから、現状の技術的な問題点に対応するとともに、長期的視野に立った総合的な検討を要するものと思います。

すなわち、年々データは蓄積されていることから、これらを体系的に整理し、汚染状況の解析を行ない、公害の未然防止を図ることによって、健康で住みよい生活環境を実現するため、今後またゆまぬ努力を続けてゆく所存であります。

本第3号は前号に引き続き、当センターの運営、業務、研究報文および参考資料を加えて編集しました。

各位の御忌憚のない御批判、御指導を賜わりますれば幸に存じます。

昭和53年2月1日

山口県公害センター

所長 綾井政雄

山口県公害センター年報(第3号)

目 次

I 運 営 概 要

1 沿 革	1
2 機構と業務	1
3 予 算	2
4 施設・設備	3

II 業 務 概 要

1 監視業務	5
2 指導相談および研修業務	8
3 情報管理業務	9
4 試験検査業務	11
5 調査研究業務	12

III 研 究 報 告

1 光化学反応による大気汚染に関する調査研究(第3報) 宇部地域における調査	13
2 クラフトパルプ工場における悪臭の発生状況と環境汚染の実態	23
3 醸造工場における悪臭の排出実態と環境への影響	32
4 ステレンの測定法の検討と樹脂工場における排出状況調査	43
5 山口県内主要道路における自動車騒音調査	48
6 有害物質の封鎖処理に関する基礎研究(第5報) 無機水銀のメチル化について	56
7 公共用水域における有害物質に関する調査研究(第3報) フタル酸エステルの環境調査	63
8 公共用水域における有害物質に関する調査研究(第4報) 根野川の水質について	66

9	ひ化水素—原子吸光度法による水中の微量ひ素の定量	73
10	オキシン共沈法による微量金属の捕集	76

IV 資 料

1	研究発表状況	79
2	職員名簿	80
3	人事異動	80

I 運 營 概 要

3 予 算 (昭和51年度公害センター費決算状況)

表1

(単位 千円)

科目, 事業名	昭和51年度決算額				説明
	金額	左の財源内訳			
		国庫	諸収入	一才	
(目) 公害センター費	228,905	933	46	227,926	
・ 職員給与費	114,875	—	—	114,875	・ 職員 33人
・ 一般管理運営費	34,825	—	—	34,825	・ 公害センター管理運営費
・ 企画調整費	78	—	—	78	・ 試験研究機関相互の公害に関する技術的業務の円滑な運営 ・ 公害対策関係機関との連絡調整
・ 情報管理費	400	—	—	400	・ 公害に関する情報および資料の収集管理 ・ 公害関係図書等の整備
・ 技術研修および指導相談事業費	279	—	—	279	・ 公害関係測定技術等の研修 ・ 公害防止技術等の指導相談
・ 行政関係試験処理費	410	—	—	410	・ 行政依頼検査(保健所→公害センター)
・ 依頼検査処理費	46	—	46	—	・ 一般依頼による公害にかかる測定, 試験検査
・ テレメーター監視管理費	11,077	—	—	11,077	・ テレメーターによる大気汚染状況の監視 ・ 中央観測局1中継局5 観測局29のテレメーター施設の保守点検 ・ 大気汚染状況のデータ整理および電算処理
・ 自動観測施設保守管理費	53,362	—	—	53,362	・ 大気汚染観測局37局(131台)水質汚濁観測局(8台)の保守管理
・ 大気汚染測定車運営費	1,549	—	—	1,549	・ 大気汚染測定車おおぞら号による調査測定
・ 光化学反応による大気汚染に関する調査研究費	819	—	—	819	・ オキシダントの濃厚な地域において, オキシダントと気象条件との関係を系統的総合的に追求する。 調査地域 宇部・小野田 調査項目 汚染物質の実態調査 気象調査
・ 悪臭に関する調査研究費	675	—	—	675	・ 悪臭防止法追加指定物質(ステレン, アセトアルデヒド, 二硫化メチル)および低級脂肪酸等を対象として, その分析法等について検討する。 調査地域 岩国・徳山・新南陽・宇部 調査項目 分析法の検討, 現地調査
・ 公共用水域における有害物質に関する調査研究費	675	—	—	675	・ 公共用水域の有害物質による汚濁の実態調査と分析技術の確立をする。 調査地域 樺野川水系 調査項目 汚濁の実態調査, 汚濁物質の分析法の検討
・ 有害物質の封鎖処理に関する基礎研究費	900	—	—	900	・ 水銀の海域への排出汚泥の物理的, 化学的性質を追求し, 二次公害防止のための処理, 処分方法の基礎的な研究をする。
・ 施設整備事業費	8,935	933	—	8,002	・ 試験検査用機器の整備

Ⅱ 業 務 概 要

I 業 務 概 要

1 監 視 業 務

(1) 大気汚染監視システム

本県では、早くから各地に大気汚染自動観測局を設置するなどして汚染の未然防止に務めてきたが、さらに昭和44年度からは主要工業地域を中心にテレメーターシステムを導入し、大気汚染に係る常時監視体制を整備してきた。

とくに公害センターの発足(49年1月)と同時に中央監視局を県庁から、当センターに移し、下関市がテレメーター化している7局の観測データおよびデータ交換システムにより、広島県大竹市の観測データなどが自動的に中央監視局へ送られてくるように整備した。

このようにしてテレメーター化は、44年度の8局をはじめとして51年度までに移動測定車を含めた34観測局のうち30局を行なっている。また、主な保健所および主要な工場のうちの38工場に受令局を設置し、中央監視局と無線で結び警報等の発令、ばい煙等の減少措置の協力要請、勧告または命令が出せるようになっている。

監視システムの回線系統および観測項目は図1および表1のとおりである。

(2) 大気汚染の常時監視および緊急時の措置の連絡

硫酸酸化物と光化学スモッグ(オキシダント)について、別に定められている「要綱」に基づき、汚染度が一定濃度以上になった場合の緊急時の措置連絡を表2のとおり行なった。

なお、大気汚染の進行が予想される4月~10月の間は、とくに休日当番員を勤務させるなど監視体制の万全

を図った。

(3) 大気汚染状況のデータ整理および電算処理

テレメーター観測局28および未テレ化局5の計33局から収集した毎時間ごとのデータをもとに、各測定項目に係る「測定結果一覧表」等の帳票約40種を毎月作成公表した。

その内訳は、表3のとおりである。

(4) 自動観測機器ならびにテレメーター設備の保守管理

大気汚染や水質汚濁状況等の環境監視を的確に行なうためには、自動測定機器およびテレメーターシステムの正常な稼働が前提となるので、これらについての詳細な「保守管理業務実施要領」を定め、専門業者にこれを委託した。

また、テレメーターシステムに係る中継局および観測局のテレメーター装置ならびに受令局の受令装置の点検業務は、公害センターが直接実施した。

これらの実施状況は、表4のとおりである。

(5) テレメーター観測施設等の整備

防府公会堂観測局をテレメーター化し防府地区の観測体制を強化した。

また、自動測定器の老朽化により、SOx計5台、風向風速計5台の更新を行なった。

さらに、NOx計2台を新設し、観測設備の充実を図った。

この状況は、表1のとおりである。

表1 観測項目一覧表 (52. 3. 31現在)

設置主体	観測局	SOx DUST	SOx	NOx	CO	Ox	HC	WD WS	温湿 日射	備考
山 口 県	和木公民館	○	○	○		○		○	○	未テレ
	岩国市役所	○	○	○	○	○	○	●	○	
	岩国小学校	○						○		
	愛宕小学校	○	○	○		○		○		
	室積公民館	○						○		
	光市役所	○	○	○		○		○	○	
	浅江支所	○		○				○		
	豊井小学校	○		○				○		
	下松市民館	○	○	○		○		○	○	
	大海水源地	○						○		
	大瀬ヶ浜支所	●		◎				○		
	徳山工業高校	●		○				○		
	徳山市役所	○		○	○	○	○	●	○	
	浦山送水場	○		○				○		
	新南陽公民館	○	○	○	○	○	○	●	○	
	新南陽市役所	○						○		
	国府中学校	○						○		
	防府公会堂	○						○		
	防府市役所	●		○		○		○	○	
	華浦小学校	○		○				○		
	中関小学校	○						○		
公害センター	○		○			○	○	○		
岬小学校	●		◎				○			
宇部市役所	○		○	○	○	○	●	○		
記念病院	●						○			
鶴の島小学校	○						○			
厚南支所	○	○	○		○		●			
竜王中学校	○		○				○			
小野田消防署	○		○				○	○		
伊佐中学校	○						○			
美祿工業高校	○						○			
美祿市役所	○		○				○	○		
計	26	7	21	4	13	4	33	11		
移動測定車	○		○	○	○	○	○	○		
下 関 市	小月消防署	○						○		
	長府第3保育園	○						○		
	豊浦小学校	○		○		○	○	○		
	勝山小学校	○						○		
	山の田中学校	○		○		○	○	○	○	
	下関保健所	○						○		
西山小学校	○						○			
計	7		2		2	2	7	1		

注 ○ 50年度までに設置 ● 51年度に更新 ◎ 51年度に新設

表2 緊急時措置連絡状況(昭和51年度)

(単位:回)

地区	物質	いおう酸化物	オキシダント
和木町	および岩国市北部	1	(1) 16
岩国市	南部	0	(2) 18
光下	松山市	0	2
徳新	山形市	0	1
防府	防府市	0	3
宇野	宇野市	0	1
小美下	小美下市	0	2
美奈	美奈市	0	3
美奈	美奈市	0	1
美奈	美奈市	0	0
美奈	美奈市	0	1
計		1	(3) 48

注. 1) オキシダントの()は、注意報で外数、他は情報である。
 2) 情報とは一応緊急事態の取扱いではあるが、汚染濃度としては大気汚染防止法に定める注意法(硫酸化物 0.2ppm, オキシダント 0.15ppm)にならないよう県が独自に採用している予防的措置であり、この場合の汚染濃度は、硫酸化物 0.15ppm, オキシダント 0.1ppm以上になったときである。

表4 観測局等テレメーター装置保守点検状況

(単位:回)

区分	定期保守	障害復旧	その他	計	
中継局・副中継局	6	5	0	11	
観測局	岩国・和木地区	2	1	2	5
	光・下松・徳山・新南陽地区	7	1	0	8
	防府地区	2	2	1	5
	宇部・小野田地区	4	2	0	6
	美奈地区	2	0	0	2
受令局	岩国・和木地区	0	2	1	3
	光・下松・徳山・新南陽地区	0	2	0	2
	防府地区	0	0	1	1
	宇部・小野田地区	0	4	0	4
美奈地区	0	0	0	0	

表3 データ処理内訳

項目	SO ₂	DUST	NO	NO ₂	NO _x	O _x	CO	HC	WD	WS	TEM	HUM	SUN
帳票名													
測定結果一覧表	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境基準値適合状況表	○	○	○	○	○	○	○	○					
風向別濃度分布表	○	○	○	○	○	○							
風速別濃度分布表	○	○	○	○	○	○							
風向風速別濃度分布表	○	○	○	○	○	○							
風向分布表									○				
風速分布表										○			
風向風速分布表									○	○			

2 指導相談および研修業務

(1) 指導相談業務

視察・見学者の増加とともに、調査分析技術、公害防止技術等の指導要請や公害苦情等の相談も多くなり、各種機関、団体等の要請に応じて各種の技術指導や行政部門の依頼に係る調査結果説明会等を実施するとともに、一般住民、事業所からの苦情相談に係る対策等について

の助言や、所管機関への紹介など、各種相談事業についても対応した。

(2) 技術研修

公害防止対策を強力に推進するためには、公害担当行成機関の技術水準を向上させ、行政機能の強化を図る必要がある。

そこで、公害センターが保有する高度な調査測定技術

と測定機器を活用して、公害行政の第一線機関である保健所および市町村の公害担当職員を対象に公害に関する各種の専門技術研修を表5-1のとおり実施した。

表5-1 技術研修実施状況

年月日	研修の名称	担当 部 科	受講者			計
			保健所職員	市町村職員	その他	
51. 8.10	窒素化合物移入汚染環境調査分析技術研修	大 気 第1科	2			2
51.10. 13~15	環境大気調査分析技術研修	大 気 第2科	2			2
51.11. 16~18	水質関係分析技術研修	水質部	10	5		15
51.12. 14~16	騒音測定技術基礎研修	大気部騒音振動科	10	10		20
52.1. 19~20	汚水処理技術研修	水質部	19	17	1	37
計	5 回	—	43	32	1	76

なお、主たる技術研修の研修科目は表5-2~表5-4のとおりである。

表5-2 騒音測定技術基礎研修(3日間)

科 目	講 師 等
1 騒音関係各種基準について	大気保全課 栗元技術補佐
2 騒音の基礎知識と測定技術	山口大学工学部 福田基一教授
3 騒音防止技術	大気保全課 金子特殊公害係長
4 騒音測定および集計解析技術(講義)	騒音振動科 岡村研究員
5 " " (実習)	" "

表5-3 水質関係分析技術研修(3日間)

科 目	講 師 等
1 水質関係分析技術(説明および実習)	(水質部研究員)
ア カドミウム、鉛、銅、亜鉛	杉山研究員
イ 総水銀	重田研究員
ウ 総クロム、六価クロム	松田研究員
エ フェノール	岡田研究員
2 COD分析法に関する検討会	(司会)水質保全課西嶋技術補佐 水質部研究員

(注) 実習は4班編成として3日間で履修(各15.5時間)

表5-4 汚水処理技術研修(2日間)

科 目	講 師 等
1 汚水、汚泥処理の基礎知識について	環境整備課 金田産業廃棄物係長
2 汚濁物質の発生源と汚水処理計画	宇部短期大学 藤坂宣尚教授
3 汚濁水の生物的処理法	" "
4 厨房排水、し尿処理排水等の処理について	水質部 上田専門研究員
5 水産加工場排水処理の実験について	外海水産試験場 松森水産加工科長

3 情報管理業務

公害に関する防止技術、測定分析技術等はここ数年間に著しい進歩を遂げ、現在もなお日進月歩の勢いで新しい技術や機器が開発され、また、これらの技術等を導入した調査結果等が発表されているところである。

このような新しい技術やデータ等をいち早くキャッチし、調査研究、試験検査業務の中に導入して効率化を図り、また、行政資料として関係機関に提供することは極めて重要な業務であり、当センターとしては、発足当初から種々の方法により情報・資料の収集に努めてきたところであるが、昭和51年度においても、つぎのとおり収集活動を行なうとともに、これらの資料等の活用を図った。

(1) 図書資料等の収集管理

センター発足時、資料等皆無の状態から出発した情報管理業務は、各方面の協力を得て昭和51年9月までに1,884点の図書資料を収集したが、その後1年間に367点を収集し、昭和52年9月末現在2,251点を保有するところとなった。

これらの資料等は、主として全国の公害関係行政機関・試験研究機関における調査結果、試験研究結果等の報告書、公害に関する調査分析方法等の参考文献、専門学会等の機関誌および内外の専門雑誌等であり、これらのうち月刊誌等はそれぞれ各巻ごとに製本し、他の図書、資料とともに独自の分類法により体系的に整理を行った。

現在までに収集した図書・資料等の点数、専門雑誌購読状況および専門学会等への入会状況は表6-1~表8のとおりである。

ア 図書・資料等収集状況

表6-1 収集方法・種別別資料等点数

(52.9.30現在)

区分	参考図書	資料	雑誌 (製本分)	新聞 (製本分)	計
既保有分	(3) 310	(6) 1,408	80 164	2	80 1,884
新規 収集 分	購入 152	3	(6) 13	1	(7) 169
	寄贈 18	167	1	—	186
	学会等 配布 —	—	12	—	12
小計	(1) 170	170	(6) 26	1	(7) 367
計	(4) 480	(6) 1,578	80 190	3	80 2,251

注 () は洋書で内数

表6-2 分類区別資料等点数

分類区分	既保有分 (51.9.30)	新規 収集分	計	
日本十進分類法	534	140	674	
公 害	K00 公害総記	299	51	350
	K10 公害一般	381	63	444
	K20 大気汚染	235	23	258
	K30 水質汚濁	191	46	237
	K40 騒音振動	48	9	57
	K50 悪臭	14	—	14
	K60 産業廃棄物	15	4	19
	K90 その他の公害	1	4	5
公害小計	1,184	200	1,384	
Z00 雑誌・新聞 (製本分)	166	27	193	
合計	1,884	367	2,251	

注 この分類法は、日本十進分類法に準拠しながら、公害問題に関しては独自の分類法を採用したものである。

イ 専門雑誌・新聞購読状況

表7-1 国内雑誌

雑誌名	刊行区分	発行所
公害と対策	月刊	公害対策技術同友会
分析機器	"	朝産業開発社
用水と廃水	"	産業用水調査会
科学	"	朝岩波書店
公害研究	季刊	"
化学の領域	月刊	朝南江堂
公害	隔月刊	公害資源研究所
P P M	月刊	朝日本工業新聞社
M O L	"	朝オーム社
標準化ジャーナル	"	(財)日本規格協会
環境保健レポート	季刊	(社)日本公衆衛生協会
環境公害新聞	週刊	朝環境公害新聞社
12種		11社

表7-2 外国雑誌

雑誌名	刊行区分	発行所
Analytical Abstracts	月刊	The Society for Analytical Chemistry (英)
Analytical Chemistry	"	The American Chemical Society (米)
Environmental Pollution	"	Applied Science Publishers (英)
Journal of the Air Pollution Control Association	"	Air Pollution Control Association (米)
4種		4社

ウ 専門学会等入会状況

表8

学会等の名称	機関誌名	刊行区分
(社)日本分析学会	分析化学	月刊
"	ぶんせき	"
(社)日本化学会	日本化学会誌	"
"	化学と工業	"
環境技術研究会	環境技術	"
日本公衆衛生学会	日本公衆衛生雑誌	"
(社)産業公害防止協会	産業公害	"
日本衛生学会	日本衛生学雑誌	隔月刊
(社)日本産業衛生学会	産業医学	"
(社)日本薬学会	衛生化学	"
悪臭公害研究会	悪臭の研究	"
公害対策研究センター	官公庁公害専門資料	"
全国公害研協議会	全国公害研会誌	年2回
11学会	13種	

(2) 情報伝達および提供活動

情報管理業務は、情報・資料の収集活動とともに、収集した資料等の活用を図るための活動が必要であるため、昭和49年度から引き続き行政部門向けに「図書資料等収集速報」を毎月3回発行し、あわせて行政部門の要請により必要なデータ、論文等（コピー）の提供を実施した。

一方、山口文献情報連絡会や山口県試験研究機関連絡協議会等において情報交換活動を行なうとともに、これらの会が発行する「逐次刊行物総合目録」等に公害センター所蔵の白書、年報、雑誌等を収録し、加入機関による資料の有効活用を図った。

また、昭和50年度における公害センターの運営、業務研究の全般にわたる業績、成果を集録した「山口県公害センター年報」第2号を発行し、関係機関に配布した。

4 試験検査業務

公害行政の遂行上必要な基礎的データを提供するため、行政部門（環境部・保健所）の要請に基づいて環境あるいは発生源における汚染状況、排出状況等を調査測定することは公害センターに課せられた重要な任務の一つであり、その対応には最も力を注いでいるところであるが、また一方、業務の状況によっては市町村や一般県民からの依頼検査を実施する態勢もっており、昭和51年度においては行政依頼、一般依頼を合わせて37件の試験検査業務を実施した。

これは、前年度の業務件数（51件）より30%近く減少しているが、測定分析項目数、調査箇所数等が増加しており、内容的には密度の高いものとなっている。

昭和51年度における試験検査業務の件数および内容は表9-1～9-5のとおりである。

表9-1 依頼調査試験等件数

担当部 検査区分	水質部	大 気 部				合 計	
	水質・底質	大気関係	悪臭関係	騒音、振動	計		
行政依頼	20	10	2	2	14	34	
内訳	環境部	17	10	2	2	14	31
	保健所	3	—	—	—	—	3
一般依頼(市町村その他)	1	—	—	2	2	3	
計	21	10	2	4	16	37	

表9-2 大 気 関 係

事業区分	件数 (事業数)	調査試験 対象数	測定箇所 数又は 検体数	測定検査項目(延数)							交通量		
				粒子 状物質	金属	ガス状 物質	気象	燃料 試験	その 他の 項目	鉛物 組成	粒度 分布	地点数	延回数
発生源調査	3	15工場	110ヶ所	40	48	364				2			
環境調査	3	4地域	59地点	1,799		10,711	7,093				4		
自動車排ガス調査	1	9地域	9地点	107	18	1,127	476					35	350
燃料検査(重油中S分等)	3	114事業所	197検体					197					
計	10	129事業所 13地域	197検体 178ヶ所	1,946	66	12,202	7,569	197	2	4	35	350	

表9-3 悪臭関係

件数	調査地域数	調査検体	調査対象数	機器分析		官能試験		気象調査		アンケート調査	
				検体数	分析項目数	測定地点数	延回数	測定地点数	測定項目数	調査地域数	調査世帯数
2件	5地域	発生源臭 環境臭気	2工場	57	188	5	5				
			7地域	69	253	56	191	2	62	2	391
		計	9	126	441	61	196	2	62	2	391

表9-4 騒音振動関係

件数	調査地域数	測定区分	工場関係		自動車関係		新幹線関係		合計	
			測定点	延回数	測定点	延回数	測定点	延回数	測定点	延回数
4件	延15地域	騒音 振動	27	113	3	182	47	940	77	1,235
			—	—	—	—	20	400	20	400
		計	27	113	3	182	67	1,340	97	1,635

表9-5 水質関係

件数	検体区分	健康項目	P C B	特殊項目	ノルマンヘキサン抽出物質(油分)	その他の項目	合計
21件	水質	2,038	30	1,321	1,017	791	5,197
	底質・土壌	292	6	36	—	519	853
	計	2,330	36	1,357	1,017	1,310	6,050

5 調査研究業務

行政部門から要請される各種のデータは、その量の増加とともに未規制の汚濁源や汚染物質等を対象とするもの、あるいは新たに有害性が指摘された化学物質による環境汚染状況など、その調査対象、分析試料もまた多様なものとなっており、これに応じて、求められた各種データを正確かつ迅速に提供するためには、平常の試験検査業務を通じて、調査法の改良、効率的分析法の研究開発等、つねに技術水準向上への努力を続ける必要があり、また新しい公害現象や汚染物質に対しても地域の特長等を考慮し、その発生機構や汚染実態の解明にあつ

るなど環境情勢に対応した調査研究態勢を整えることも試験研究機関としての重要な任務である。

このような観点から、当センターでは発足初年度から大気、水質各部門に研究テーマを設定して研究を続けてきたが、昭和51年度においても次の4項目のテーマにより研究を行なうとともに、行政依頼検査等の平常業務を通じて調査方法や分析方法等の検討を行ない、一応の成果を得た。これらの研究結果は、次節において詳述する。

- (1) 光化学反応による大気汚染に関する調査研究
- (2) 悪臭に関する調査研究
- (3) 公共用水域における有害物質に関する調査研究
- (4) 有害物質の封鎖処理に関する基礎研究

Ⅲ 研 究 報 告

Ⅲ 研究報告

1 光化学反応による大気汚染に関する調査研究 (第3報)

— 宇部地域における調査 —

早田寿文, 貞兼康伸, 古谷長蔵
田辺 泰, 末田昭雄, 西田義秀
中村圭佑, 伊藤正敏, 岡村和夫
寿恵村隆太郎, 北川良雄
環境部大気保全課, 宇部保健所
宇部市環境部, 小野田市民生部

1 はじめに

高濃度オキシダントの発生頻度は地域によって著しい差があり, 山口県下においては, 前年度調査した岩国・和木地域について宇部地域で高い。また, 同一地域内でも地区によってかなりの差がみられ, 宇部・小野田地域においては特にこの傾向が強く, 当地域の中でも厚南地区でその発生頻度が高い。

そこで, 本年度は厚南地区を中心とした宇部・小野田地域のオキシダントに関する調査を行ない, その特異性と原因について検討した。

2 調査地域の概要

宇部市は図1に示すように, 瀬戸内海に面し, 南部海岸沿いに電力, 化学, セメント, 鉄工等の大規模の工場群が立地し, 北部は標高 100m 前後の丘陵を控え, 両者の間に市街地がある。西部は標高 50m 前後の低い丘陵を境に小野田市と接している。市の西部には厚東川が流れており, その上流に標高 250m の霜降山がある。小野田市は西部海岸沿いに宇部市とほぼ同種の工場が立地し, 南部海岸には石油精製工場が立地しており, 市の北西部には有帆川が流れている。宇部・小野田地域の北方を国道 2 号が東西に走り, 市街地の中央を国道 190 号が東西に走っている。

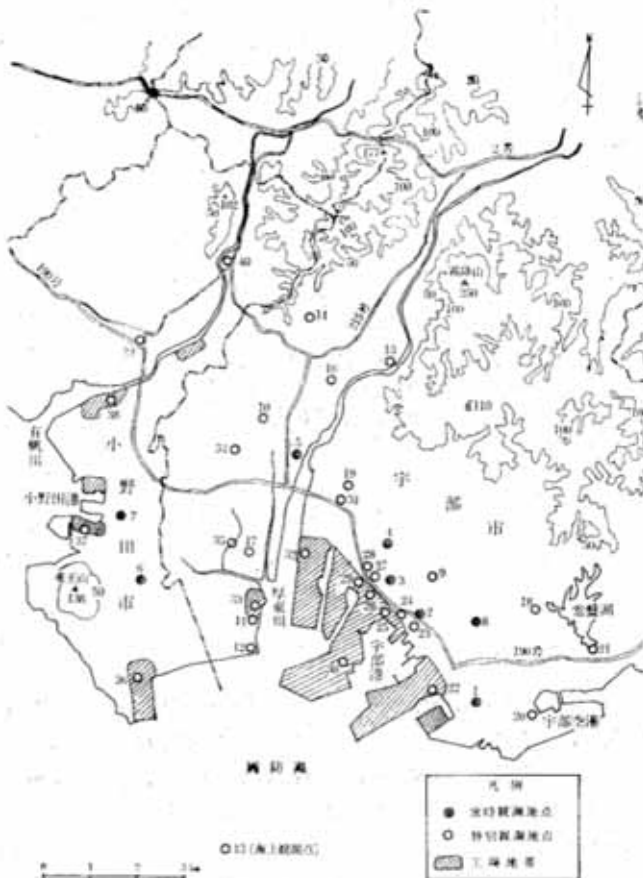


図1 宇部・小野田地域の概要並びに調査地点

注. 測定地点は表1参照。

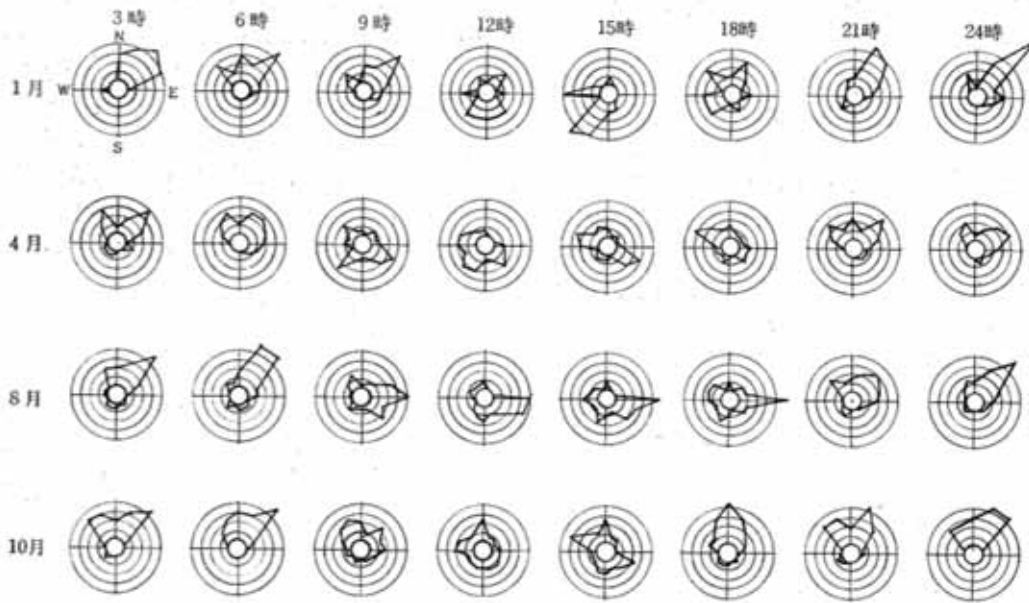


図3 季節別、時刻別風向頻度図

注. 宇部市役所における風速5 m/s以下のときの風向頻度(昭和46~48年)。

4.1.2 海陸風の特徴

当地域で一般的にみられる陸風、海風の動向を地上風流線で図4に示した。

N系の風の場合(図4-A), 厚東川沿いやその西側で収束域や静穏域があり, 竜王山付近で風が乱れる。

N系の風が弱まり静穏域が発生する場合(図4-B), 静穏域は内陸部(区域1)から次第に南の方(区域2, 3)に向かって広がり, 南部の海岸では海風になるまでN系の風が残る。つぎに, 陸風のN風から海風のS風になる時の静穏域の動き(図4-C)は中間部付近(区域1)にあった静穏域が南の海岸部(区域2)に広がり, 後に, 海風に押されて内陸部(区域3)に移る。

海風の侵入(図4-D)は宇部の南東部(区域1)に始まり, 次第に小野田方面(区域2)に入り, 最後に宇部港付近(区域3)に吹き込み, 全般的に広がっていく。それぞれの区域1, 2, 3の境に収束域や静穏域が発生する。

全般的に海風が吹きだすと(図4-E), 厚東川の西側や有帆川周辺などに収束域ができ易い。一方, 竜王山付近は風の乱れが多くなる傾向がある。

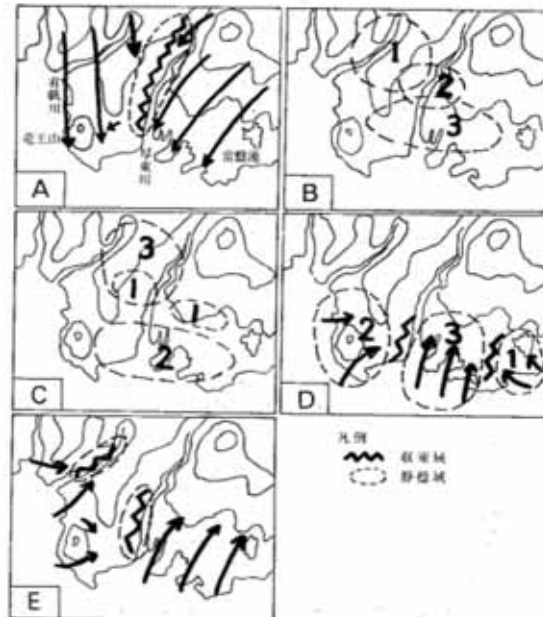


図4 宇部・小野田地域の風系特性

4.2 オキシダント濃度と風系および大気安定度との関係

Ox濃度が高まり易い気象要因の一つとして風の収束域の形成が考えられる。収束域における風の動きは図5に示すように、入り込んだ風が上層へと吹き出していることから、風の停滞には上層局地風および一般風の強さとともに大気の大気安定度が大きく作用する。その一つの尺度として最大混合層(MMD)の高さがある。すなわち、収束が長く続き、当日のMMDが低い場合、その地域の風の出入はあまりなく、このような状態のときにOx濃度が高まると推察される。

風の収束域を地区別にみると、前述したように厚東川周辺の厚南地区で最も発生し易く、しかも比較的長く、遅くまで続く。その他の地区では有帆川周辺、常盤湖西側から宇部市役所周辺にかけても発生する。

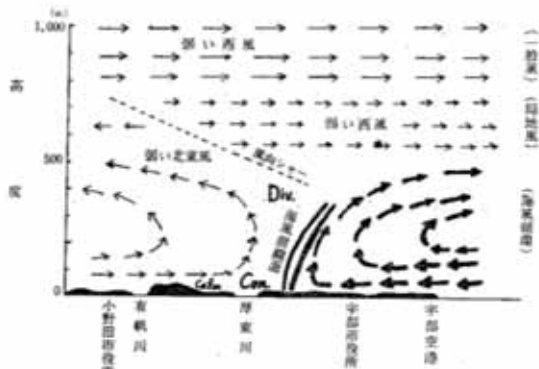


図5 海陸風循環のモデル (昭和51年7月29日8時)

注. Con.: 収束, Div.: 発散, Calm.: 静穏

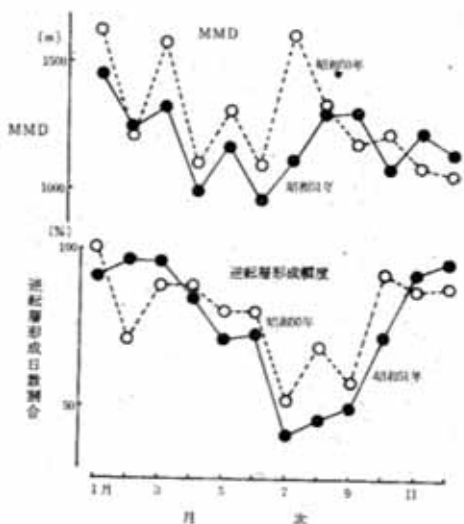


図6 MMD並びに逆転層形成頻度の月別比較

つきに季節別にみると、風向は夜間は各季節ともN系の陸風であるが、昼間は初夏(4~6月)には、海風の発達によるS系の風になり、盛夏(7, 8月)にはE系の一般風が卓越する傾向があり、収束域の比較的でき易い季節はS系の頻度が高い初夏であると思われる。

MMDの高さや逆転層形成頻度を月別に比べてみると(図6)、初夏には逆転層形成頻度は比較的高く、MMDは低い。一方、盛夏には逆転層形成頻度が低く、MMDは比較的高い。

4.3 オキシダント高濃度発生日の風系

宇部・小野田地域の一般的風系から、厚南地区に収束域や静穏域ができ易いことが高濃度Ox発生の一因と推察されるので、昭和51年度にOx濃度が高くなった日の風系について検討し、その中から代表的な3例(図7, 表2)について記述する。

4.3.1 厚南支所、宇部市役所ともに高濃度を示した日(8月29日)

大きなオホーツク高気圧が本邦を覆い、南方海上には台風7, 8号があり、梅雨前線は定点付近でややけていた状態で典型的な北高型の気圧配置下にあった。山口県下では各観測局とも全般的にOxが高濃度を示し、MMDも900mと低く、宇部空港(No.20)における9時の視程は6kmと小さく、薄日はさしてはいるがどんよりした天候であり、大気の拡散が悪いことがうかがえる。当日の陸風から海風への交替は宇部空港、小野田南端(No.36)で9時頃、有帆川口(No.38)、宇部港付近(No.23, No.25)で10時頃、厚南支所では遅く11時頃となっている。風の収束域は7時頃から宇部市役所付近(図7, A)や厚東川口西(図7, B)でみられ、ゆっくり北上して海風の強まる12時頃まで続いた。Ox濃度は厚南支所で14時に0.114ppmとなり、15時には最高の0.121ppmを示した。宇部市役所では14時に0.110ppmを示し、16時に最高の0.120ppmを示した。

4.3.2 厚南支所のみ高濃度を示した日(4月27日)

移動性高気圧の通過により晴れてはいたが、視程は10km(8~13時)と比較的小さく、MMDも800mと低かった。海風は8時頃最初に宇部港付近から侵入し、9時にはほとんど全域で海風となった。風の収束域は5~8時に宇部港付近(図7, C)および厚東川口西付近(図7, D)にみられたが、次第に北上して9~10時頃には

厚南地区付近(図7, E)に移動した。Ox濃度は厚南支所で14時に0.100ppmを示し、15時に最高の0.106ppmを示した。

4.3.3 宇部市役所のみ高濃度を示した日
(6月20日)

北高型の気圧配置で、9時の視程が6kmと天気が良好であったわりには小さい。海風は厚東川上流、有帆川付近を除いて5時にはすでに吹き込んでおり、宇部市役所ではESEの2.3m/sの風が吹いていた。風の収束は厚東川西付近(図7, F)では4~5時と早い時刻にみられたが、その後はみられなかった。一方、宇部市役所付近では5~8時に収束がみられた。Ox濃度は宇部市役所

で12時に0.102ppm、13時に最高の0.107ppmを示した。14時には0.094ppmに減少したが、16、17時には0.106ppmを示した。

4.4 風向別にみた大気汚染物質の濃度

厚南支所および宇部市役所における昭和49年度の4~10月の風向頻度ならびにOx, NO₂, NO_x, SO₂の各濃度を測定時の風向別に検討した。

4.4.1 風向別にみたオキシダント濃度

厚南支所におけるOx濃度(図8)はS~SE風の時、濃度が高まる傾向にある。また、S~SEの風向頻度の月次の推移とOx月平均濃度の推移を比較してみると(図9)、7月と8月のほかは両者はほとんど類似の傾向を示している。そこで、7月を除いた他の月について両者の月次の相関を検討してみると(図10)、危険率2%で有意の順相関関係が認められた。7月を除いた理由としては図11に示すように、この月が梅雨時期で湿度が高く、日射量が平均0.16cal/cm²と夏季の日射量としては低かったためである。8月については湿度と日射量はOx濃度が高まり易い条件であったが、一般風の影響が強く風速が他の月に比べて大きかったこと、また、逆転層の形成頻度が少なく、MMDが比較的高かったことなどの理由で、Ox濃度が高まらなかったものと考えられる。この傾向は昭和50年度についても同様に認められた。

宇部市役所におけるOx濃度は厚南支所ほど顕著な差はないが、WSW~SWの風向のとき濃度が高まる傾向が認められた。

4.4.2 風向別にみた窒素酸化物および硫黄酸化物濃度

厚南支所においては、NO₂, NO_xおよびSO₂はいずれもS~SW風のとき濃度が高まる傾向が認められた(図8)。このことは厚南支所のSW方向に立地する工場等の影響が大きいと思われる。たとえば昭和49年6月8日および13日にSO₂濃度が0.100ppmを超えたのは

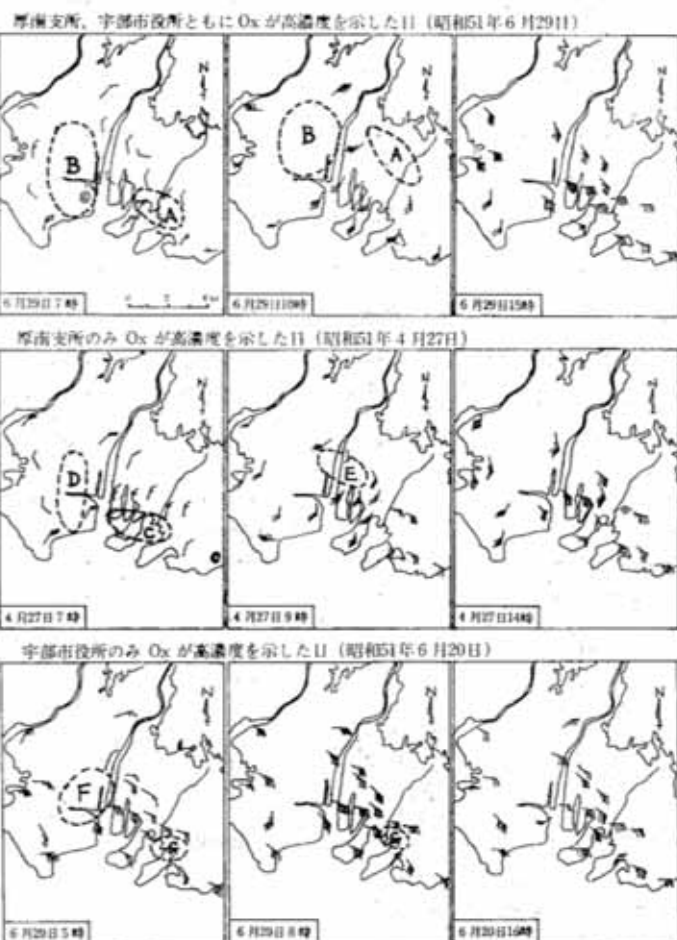


図7 高濃度Ox発生日の地上風

注. 風速の表示は◎は0.2以下, 短矢羽根1枚当り0.5, 長矢羽根1枚当り1.0, 太矢羽根1枚当り5.0m/s.

表2 高濃度Ox発生要素

(厚南支所)

項 目	高濃度Ox (0.1ppm以上)の発生し易い条件	昭和51年度高濃度Ox発生日					
		厚南支所、宇部市役所とも高濃度に高濃度(6月29日)	厚南支所のみ高濃度(4月27日)	宇部市役所のみ高濃度(6月20日)			
気 象	天気図	気圧配置型	移動高型、北高型等	北高型	移動高型	北高型	
	風向	海陸風交替の有無	有	有	有	有	
	風速 (m/s)	8~10時平均	4.3以下	0.7*	2.0	3.5	
		日平均	4.0~1.5	2.5	2.0	3.1	
	気温 (°C)	8~10時平均 (7~9月)	26以上	23.1*	17.8	22.4**	
		日平均 (7~9月)	24以上	23.9	17.5	22.4	
		日最高	4月	15以上	—	22.5	—
			6月	22以上 26以上	— 28.4	—	— 24.8
湿度 (%)	日最低	70以下	51.8	60.5	69.3		
	8~10時平均	80~40	68.7*	78.1	81.2**		
	前日平均	80以下	76.0	—	84.4		
日射量 (cal/cm ²)	8~10時平均	0.35以上	—	0.46	0.14**		
	日平均	0.17以上	0.24	0.28	0.20		
視程(km)	9時観測	10以下	6	8	6		
MMD (m)	当日観測	1300未満	900	800	—		
汚 染 物 質	Ox濃度 (ppm)	当日最高	—	0.121	0.106	0.098	
		前日最高	0.060以上	0.073	0.079	0.051	
		前日平均	0.030以上	0.033	—	0.039	
NO ₂ 濃度 (ppm)	8~10時平均	0.010以上	0.014*	0.035	0.010		
SO ₂ 濃度 (ppm)	当日最高	0.020以上	0.105	0.026	0.029		
	前日平均	0.015以上	0.037	—	0.015		
浮遊粉じん濃度 (μg/m ³)	当日平均	80以下	65	69	60		
	前日平均	80以下	84	—	43		
その他の高濃度Ox発生地域(県内)				岩国、和木、徳山、下松、防府、山口、下関	岩国	和木、岩国	

- 注. 1) 高濃度Oxの発生し易い条件は昭和49~51年度に厚南支所でOxが高濃度(0.100ppm以上)となった日の90%以上が該当する条件を示す。
 2) 日射量、気温、湿度、ダストは宇部市役所観測局における測定値。
 3) 視程は昭和51年度の下関地方気象台宇部空港分室測定資料による。
 4) MMDは昭和50~51年の下関地方気象台報告資料による。
 5) *印は8時、**印は9時の測定値。

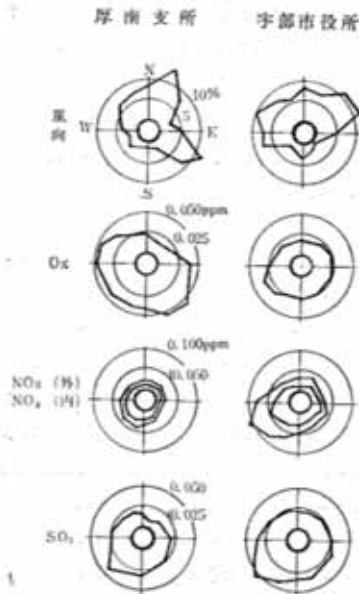


図8 風向頻度並びに風向別汚染物質濃度 (昭和49年4～10月)

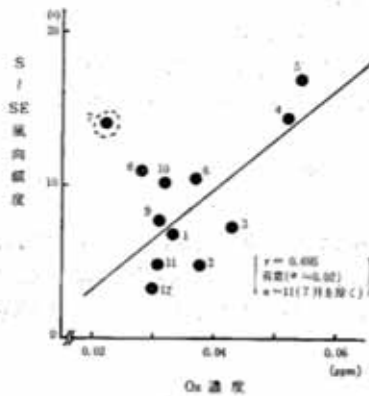


図10 S～SE風向頻度と月平均Ox濃度との関係
注. 図中の数字は測定月を示す。

すべてWSW～SSWの風の時であり、この時はNO₂濃度も0.100～0.050ppmと比較的高い濃度を示した。しかし、この風向頻度は夏期には少ない。

つぎに、宇部市役所についてみると、厚南支所と異なり、Ox濃度が高まる風向は一次汚染物質(NO₂, NO_x, SO₂)濃度が高まる風向とはほぼ同じSW系であり、一次汚染物質濃度は厚南支所に比べて、どの風向のときも全般的に高い(図8)。これは宇部市役所が工場

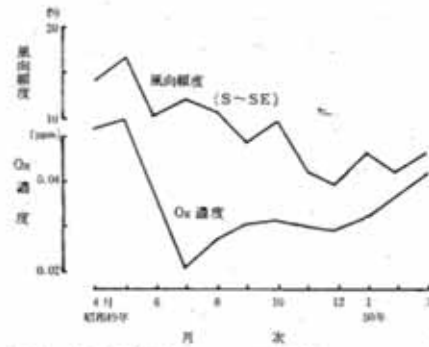


図9 厚南地区における風向頻度とOx濃度

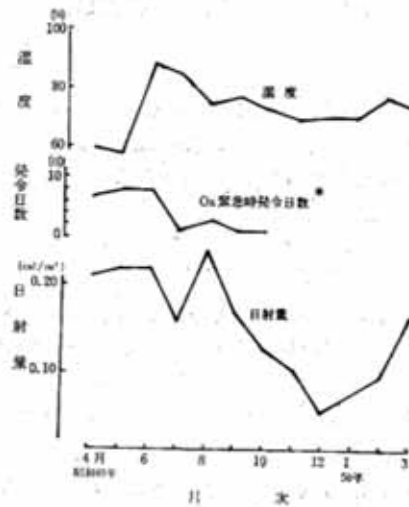


図11 湿度、日射量月別推移 (宇部市役所)

注. * 宇部地域における発令日数。

や自動車交通量の多い幹線道路に近く、また人口の密集した市街地の中心部にあるためと思われる。

4.5 高濃度オキシダント発生要素

昭和49～51年の間に厚南支所のOx濃度が0.100ppm以上となった日を対象に気象、汚染物質濃度について検討し、高濃度Oxが発生し易い条件を一括して表2に示した。

4.5.1 気圧配置

気圧配置型により分類すると表3に示すとおりで、最

表3 高濃度Ox発生日の気圧配置型
(昭和49～50年 厚南支所)

気圧配置型	頻度 (%)
移動性高気圧型	18 (40)
高気圧の中心	8 (18)
移動性高気圧後面	7 (16)
北高型	6 (13)
南高(北低)型	3 (7)
日本海低気圧型	2 (4)
台風型	1 (2)
合計	45 (100)

も多かったのは移動性高気圧型(40%)であり、移動性高気圧後面型(10%)を含めると過半数以上にも達する。

4.5.2 風向、風速

風向については、45例中42例(93%)が午前中にN系の陸風から、S系の海風に変わった日であった。

風速は比較的小さく、日平均風速が4.0～1.5m/sの時であった。

4.5.3 気温、湿度、日射量

4月には最高気温が16°Cの日でも高濃度Oxが発生しているが、5月以降はいずれも22°C以上のときであった。

湿度については、朝方(8～10時)の平均湿度が80～40%の日が多い。

日射量は朝方(8～10時)の平均値が0.35cal/cm²以上のときが多い。しかし、快晴で日射が一日中強い日よりむしろ視程が比較的小さい薄曇りの日に高濃度Oxが発生しやすい傾向がみられた。

4.5.4 MMD、視程

比較的天候の良い日でMMDが低く、視程が小さい日には大気の大気拡散が悪く、Ox濃度が高まる傾向がある。Ox高濃度日にはMMD 1,300m未満、視程10km以下のことが多かった。

4.5.5 大気汚染物質

前日のOx濃度が当日のOx濃度に関与していると思われる。すなわち昭和50年4～10月の晴天日の厚南支所における当日と前日のOx最高値の間には危険率1%で有意の順相関関係($r=0.57$, $N=162$)が認められた。

NO₂濃度はOx濃度が最高値を示す数時間前に最高値

を示すことはすでに報告^{1)・2)}したところであるが、NO₂濃度が高まる時刻はほぼ8時から10時の間であった。

4.8 特別観測日のオキシダントと他の大気汚染物質および気象

厚南支所を中心にした昭和51年7月26～30日の各調査日における天気概況、気象および汚染物質の調査結果から、高濃度Ox発生要因(表2参照)の項目について表4に一括して示した。

調査期間中は天候がよく、Ox濃度が高まる要因がいくつもあったが、いずれの日も高濃度とはならなかった。その主な原因としては、台風9号が熱帯性低気圧となり、長崎沖に長く停滞したため、その影響が長時間にわたり、当地域では7月16日から23日までESE系の比較的強い風が終日吹き、大気が広範囲にわたって浄化され、一次汚染物質濃度が低かったためと思われる。特に、下記の事項が注目された。

- (1) 一般風の影響が強く、収束域ができて短時間で消失している。
- (2) 湿度が高い。
- (3) MMDが概して高い。
- (4) 各調査日も前日のOx濃度がいずれも低い。
- (5) 一次汚染物質、特に、NO₂濃度が低い。

5 まとめ

宇部・小野田地域においては、厚南地区で高濃度Oxの発生頻度が高いので、当地区を中心に調査を実施し、その特異性と要因について検討し、つぎの事項を認めた。

1) オキシダント濃度の特異性

(1) 当地域では全般的にOx濃度は工場から比較的離れた厚南支所で高く、一次汚染物質(NO₂, NO_x, SO_x)濃度は工場および幹線道路に近い宇都市役所で高い。

(2) 厚南支所におけるOx濃度は初夏(4～6月)に高い。

(3) Ox濃度が高まり易い風向は厚南支所ではS～SE、宇都市役所ではSSW～WSWの時であり、夏期におけるこれらの風向頻度は厚南支所では比較的多く、宇都市役所では少ない。

(4) 厚南支所においては、全般的にみてOx濃度が高まる風向は、一次汚染物質濃度が高まる風向と異なる。

表4 特別観測日 の 測定結果概要

項目	7月26日	7月27日	7月28日	7月29日	7月30日	
天 気 概 況	太平洋高気圧圏内にあり、夏型の晴天で、風が比較的弱い。	太平洋高気圧は依然として強く、夏型の晴天が続く。一方、北海道西方には低気圧があり、また、大連方面には弱い気圧の谷があらわれている。	太平洋高気圧は続き、西日本一帯は曇りがち。北海道付近では寒冷前線により、東海方面には低気圧があらわれた。	夏型の気圧配置が続き、晴天で風は弱く、また、モンゴル付近には990mbに発達した低気圧があり、ゆっくりと東進してきた。東海方面では熱帯も発達した。	太平洋高気圧も漸次東進をはじめ、これからは気圧の谷が接近し、不安定な天気になった。寒冷前線も朝、北都から次第に南下してきた。	
	海陸風交替の有無	有	有	有	有	
	風速 (m/s)	2.0 2.1	2.1 1.6	1.8 2.1	0.9 1.8	2.8 3.3
	気温 (°C)	27.8 27.4	27.2 27.9	27.8 28.1	27.7 28.4	27.6 27.3
	湿度 (%)	74.5 81.6 89.4	68.0 87.5 82.9	66.2 84.8 84.0	58.4 82.9 83.3	75.9 85.8 80.2
	日射量 (cal/cm²)	0.43 0.29	0.51 0.28	0.46 0.29	0.49 0.30	0.43 0.28
	視程 (km)	8	8	3	7	6
	M M D (km)	1150	1470	1300	1300	1200
	Ox濃度 (ppm)	0.032 0.026 0.013	0.044 0.032 0.013	0.034 0.044 0.014	0.033 0.034 0.008	0.032 0.033 0.011
	NO ₂ 濃度 (ppm)	0.009	0.008	0.011	0.015	0.009
SO ₂ 濃度 (ppm)	0.023 0.017	0.056 0.019	0.032 0.022	0.033 0.021	0.023 0.022	
浮遊粉じん濃度 (mg/m³)	0.053 0.037	0.037 0.046	0.046 0.053	0.053 0.050	0.050 0.041	

注. 表2 注2)~4) に同じ。

2) 厚南地区でオキシダントが高濃度となる要因

(1) 一般気象については、比較的天候がよく、日射が強く(8~10時平均 0.35 cal/cm^2 以上)、気温も高く(5~10月、日最高 22°C 以上)、湿度は低く(8~10時平均80~40%)、風速は比較的小さい(日平均4~1.5m/s)ときOx濃度が高まり易い。

(2) 収東域のできたとき、Ox濃度は高まり易い。収東域は午前中にN系の陸風からSE~SW系の海風が変わった日に形成され易い。

(3) 収東域は厚南地区で最もでき易く、しかも、比較的長く、遅くまで続くことが多い。

(4) 逆転層ができ易く、晴天でMMDが比較的低く、一般風の影響が少なく、海風の発達する日は初夏に多く、このような条件のときはOx濃度が高まり易い。

(5) 一般に前日のOx濃度が高いときは当日のOx濃度

が高まり易い傾向がある。

(6) 朝方(8~10時)の NO_2 濃度が比較的高いとき、Ox濃度が高まる傾向がある。

本調査の気象観測に際して御協力をいただいた下関地方気象台ならびに日本気象協会下関支部の関係各位に謝意を表します。

文 献

- 1) 古川 稔, 早田寿文, 貞兼康伸, 古谷長蔵, 末田昭雄, 上野碩夫, 北川良雄, 他: 山口県公害センター年報, 1, 41 (1975)
- 2) 北川良雄, 末田昭雄, 早田寿文, 古谷長蔵, 古川 稔, 貞兼康伸, 他: 山口県公害センター年報, 2, 30 (1976)

2 クラフトパルプ工場における悪臭の発生状況と 環境汚染の実態

貞兼康伸, 早田寿文, 古谷長蔵
田辺 泰, 末田昭雄, 北川良雄
環境部大気保全課, 岩国保健所
岩国市環境部

1 はじめに

クラフトパルプ工場から発生する悪臭は硫化水素 (H_2S), メチルメルカプタン (CH_3SH), 硫化メチル ($(CH_3)_2S_2$), 二硫化メチル ($(CH_3)_2S$) 等の悪臭防止法に定められている物質とその他にも多種類の有臭物質を含んでおり, その複合された臭気が環境に悪臭被害をおよぼしている。

今回は, 連続蒸解釜を使用している岩国市の S パルプ工場を対象に, 悪臭ガス発生施設, 最終排出口において成分分析を行ない, 悪臭の発生状況を把握するとともに, 工程でも特に高濃度ガスを発生する施設からの排ガスの脱臭処理効果について検討を行なった。また工場周辺地区における汚染の現状と実態についても検討した。

2 調査方法

昭和51年5月31日~6月4日および7月19日の6日間にわたり, 工場内の各悪臭発生施設および最終気体排出口において, 硫黄化合物を FPD 付きガスクロマトグラフ (GC) 法により分析し, 一部の試料についてはガス質量分析計 (GC-MS) により成分の同定を行なった。



図1 S パルプ工場立地条件

また、工場周辺地区においては機器分析と同時に、官能試験（6段階臭気強度表示法）を行ない、さらに聞き取りによるアンケート調査を行なった。

3 調査結果

3.1 工場および周辺地区の概要

当工場は図1に示すように岩国市の中部に位置し、東側と北側は岩国湾に面し西側は山陽本線および国道2号を隔てて住宅商業地域と接し、南側はT繊維工場と隣接している。

当地域は、春から夏にかけて昼間南および東寄りの風向頻度が高いので、市街地ではこの時期に工場からの悪臭被害を比較的受け易いものと思われる。

S工場は、敷地面積約101万m²でクラフトパルプ（KP）、サルファイトパルプ（SP）および洋紙の各プラント等を有している。今回調査したKP製造工場は、まず原料の木材チップを蒸解釜で数時間アルカリ蒸解した後、パルプ繊維をノットスクリーンおよびウォッシャーで洗浄し、漂白、乾燥工程を経た後、製品としてとり出している。

一方、蒸解および洗浄工程で回収された希黒液は、酸化塔、エバポレーターで酸化濃縮された後、回収ボイラ

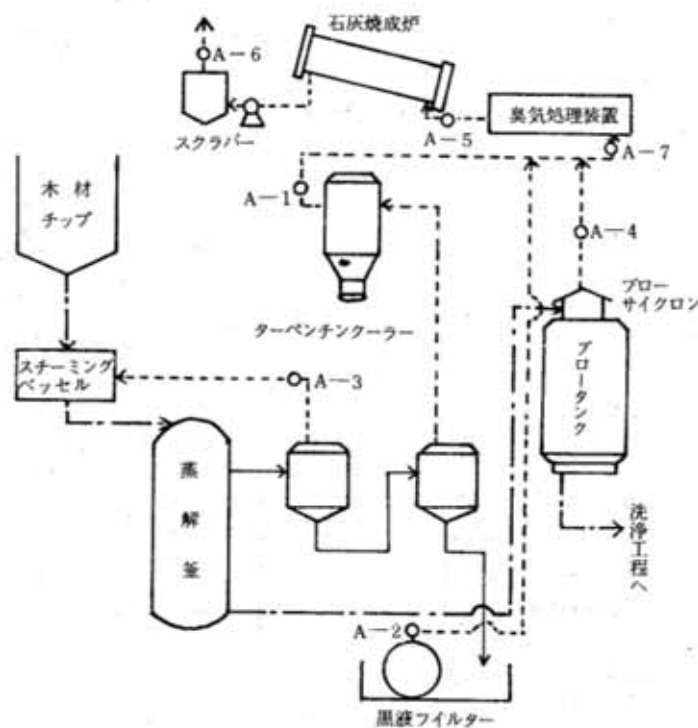


図2 蒸解、石灰焼成炉工程フローシート

ーで燃焼固型化され、アルカリ分として回収し、蒸気粉砕により線液としてとり出され、再び蒸解薬液として使用されている。

当KP工場はこの工程を3系列（I, II, III）KP工場

表1 蒸解および石灰焼成炉工程調査結果

工程	測定地点番号	測定箇所	KPプラントNo.	調査月日	時刻	悪臭物質濃度 (ppm)					排ガス量 (m ³ /h)	
						H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	C ₄ H ₄ S	(CH ₃) ₂ S ₂		
蒸解	A-1	ターベンチンクーラー	I	6.2	15:20	0.26	1,600	69	3,200	71	30	
	A-2	黒液フィルタータンク	IV	6.4	11:20	1.1	16	110	<1.6	33	100	
	A-3	メンタリングスクリュー	IV	6.4	11:50	4.9	510	66,000	3,800	1,500	330	
	A-4	ブロータンク	IV	6.4	16:26	0.54	36	—	21	—	300	
石灰焼成炉	A-5	ロータリーキルン	入	III (3)	5.31	14:52	<0.40	30	530	<1.6	62	36,000
			口	I (1,2)	6.2	14:08	0.25	56	1,600	4.4	220	36,000
	A-6	ロータリーキルン	出	III (3)	5.31	15:26	2.8	0.42	0.12	<0.08	0.19	36,000
			口	I (1,2)	6.2	14:20	0.19	0.067	0.014	<0.013	<0.004	36,000
臭気処理装置前	A-7	臭気処理装置前	I	6.2	10:52	0.60	120	1,000	1.5	110	38,000	
			IV	6.4	10:16	1.6	1,600	9,700	19	980	36,000	

注. KPプラントNo.欄の()内はキルン番号。

と黒液酸化をエバポレーターのみで行なっている工程を1系列(ⅡKP工場)有している。

3.2 工場内調査結果

当工場のパルプ生産高は、L材(広葉樹)を用いた場合1日905t、N材(針葉樹)を用いた場合1日805tである。調査期間中は、4系列ともN材による生産を行っており、生産高は1日平均756tで、稼働率は94%であった。

3.2.1 蒸解工程、石灰焼成炉工程

蒸解工程および石灰焼成炉工程のフローシートを図2に、調査結果を表1に示す。

蒸解工程ではKP全工程中でも特に高濃度の硫黄化合物を排出し、特にターペチンクーラー(A-1)では、 H_2S :0.26ppm、 CH_3SH :1,600ppm、 $(CH_3)_2S$:69ppm、チオフェン(C_4H_4S):3,200ppm、 $(CH_3)_2S_2$:71ppmを検出した。この外ターペチンクーラーの排ガスと同じく蒸解工程のプロサイクロン、プロータンクのヘッドガス、黒液フィルタータンクのヘッドガス等は一括して回収され、臭気処理装置で冷却除湿を行なった後、石灰焼成炉(ロータリーキルン)の二次燃焼空気として、焼却脱臭処理されている。Ⅰ、Ⅱ、ⅣKPプラントからの排ガスを処理しているロータリーキルン(1,2号)における硫黄化合物の除去効率は、 CH_3SH :99.88%、 $(CH_3)_2S$:99.99%、 $(CH_3)_2S_2$:99.99%以上、また、ⅢKPプラントからの排ガスを処理しているロータリーキルン(3号)における硫黄化合物の除去効率は、 CH_3SH :98.60%、 $(CH_3)_2S$:99.98%、 $(CH_3)_2S_2$:

99.69%といずれも高い効率を示した。

3.2.2 洗浄、酸化濃縮工程

洗浄、酸化濃縮工程のフローシートを図3に、調査結果を表2に示す。

ノットスクリーン排ガス、ウオッシャー排ガス、滷液タンクのヘッドガス等の洗浄工程からの排ガスおよび酸化塔サイクロンやフォームタンクのヘッドガス等の酸化濃縮工程(Ⅰ、Ⅱ、ⅣKPのみ)の排ガスは処理されずにそのまま排出されているが、調査結果にもみられるように、 CH_3SH が酸化塔サイクロンで最高14ppm、 $(CH_3)_2S$ は滷液タンクのヘッドガス排出口で最高81ppm、 $(CH_3)_2S_2$ は同じ滷液タンクから最高37ppm等比較的高濃度が検出された。これらの装置からの排ガス量が大なることを考え合わせると、環境への悪臭影響度合は他の工程に比べて大きいものと推察される。

一方、ⅢKPプラントについては、洗浄工程は他のⅠ、Ⅱ、ⅣKPプラントと同じく排ガスは処理されずに排出されているが、希黒液の濃縮はエバポレーターのみで行なっているため、酸化工程を有しておらず、また濃縮後の濃黒液タンクからの排ガスは、回収炉(ボイラー)で焼却処理を行なっている。

3.2.3 回収炉(黒液燃焼)工程

回収炉工程のフローシートを図4に、調査結果を表3に示す。

回収炉からの燃焼排ガスは、カスケードエバポレーターで黒液の酸化濃縮に使用された後、コトトレルで芒硝を回収し、ウォータースクラバーを経て排出されてい

表2 洗浄および酸化濃縮工程調査結果

工程	測定地点番号	測定箇所	KPプラントNo.	調査月日	時刻	悪臭物質濃度(ppm)					排ガス量(m^3/h)
						H_2S	CH_3SH	$(CH_3)_2S$	C_4H_4S	$(CH_3)_2S_2$	
洗浄	A-8	滷液タンク	Ⅱ	5.31	14:20	<0.20	1.6	81	<0.8	37	1,800
	A-9	ノットスクリーン	Ⅰ	6.2	10:12	<0.10	0.20	11	<0.4	0.70	6,600
	A-10	ウオッシャーNo.1	Ⅰ	7.19	11:00	<0.07	0.40	3.5	<0.08	0.20	6,200
酸化濃縮	A-11	酸化塔サイクロン	Ⅰ	6.2	11:25	1.2	9.8	1.3	<1.6	7.9	8,000
			Ⅳ	6.4	10:32	0.51	14	3.1	<1.6	16	9,100
	A-12	フォームタンク	Ⅰ	6.2	13:40	<0.07	0.37	0.45	<0.04	4.3	12,500
Ⅳ			6.4	10:57	<0.02	3.4	2.7	<0.08	24	7,700	
濃縮	A-13	希黒液タンク	Ⅳ	6.4	11:34	2.3	43	1,400	7.4	320	60
	A-14	濃黒液タンク	Ⅱ	6.4	15:30	0.50	160	850	3.8	3.8	810

る。当工場はこの方式を採用した回収炉を3基(2, 3, 4号), 他にカスケードエバポレーターを使用しない回収炉を2基(6, 7号)有している。

調査結果では, 5月31日に6号回収炉のスクラパー出口で, ボイラーの過負荷の影響もあって H_2S :41ppmを検出したほかは, 他の硫黄化合物はいずれも1ppm前後か, あるいはそれ以下であった。

3.2.4 工場内環境

工場内環境における調査結果を表4に示す。

蒸解工程から排出される汚ドレンの排出口付近や, 蒸解工程の汚ドレンと濃縮工程のエバポレーターから排出される汚ドレンを一括処理している排水処理池において H_2S :1.6~0.71ppm, CH_3SH :15~1.4ppm, $(CH_3)_2S$:8.3~2.5ppmとかなりの濃度の硫黄化合物が検出されており, この排水中の悪臭物質も風向によっては工場に比較的近接した地区へ悪臭被害をおよぼす一つの要因となると考えられる。

なお, この汚ドレンについては, 昭和51年8月より水蒸気蒸留法により悪臭物質を追い出し, 冷却して水分を除去した後, 回収炉で焼却処理を行なう装置を新設しており, この効果があがれば, 近接地区への悪臭被害はかなり低減されるものと期待される。

3.2.5 KP工場からの悪臭物質排出量

工場からの悪臭物質排出量を各工程別に算出し, その結果を表5に示す。

調査期間中の洗浄工程および酸化工程の各最終気体排出口から排出される悪臭物質の1時間当りの排出量を, 排ガス中の濃度と排ガス量から算出してみると, CH_3SH :0.7kg, $(CH_3)_2S$:2.3kg, $(CH_3)_2S_2$:3.7kgであり, これに対し石灰焼成炉と回収炉から排出される悪臭物質排出量は, CH_3SH :0.11kg, $(CH_3)_2S$:0.42kg, $(CH_3)_2S_2$:0.34kgと少ない。すなわち, 洗浄, 酸化工程のものが工場の最

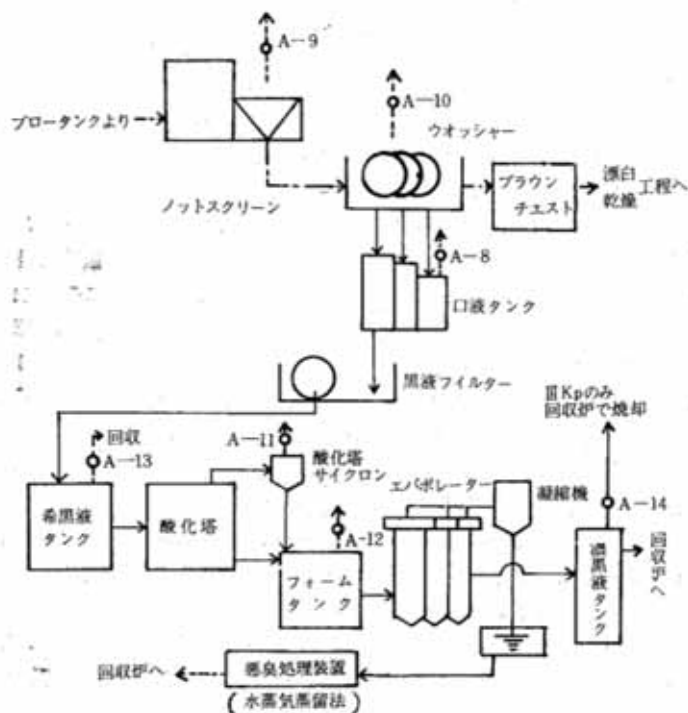


図3 洗浄, 酸化濃縮工程フローシート

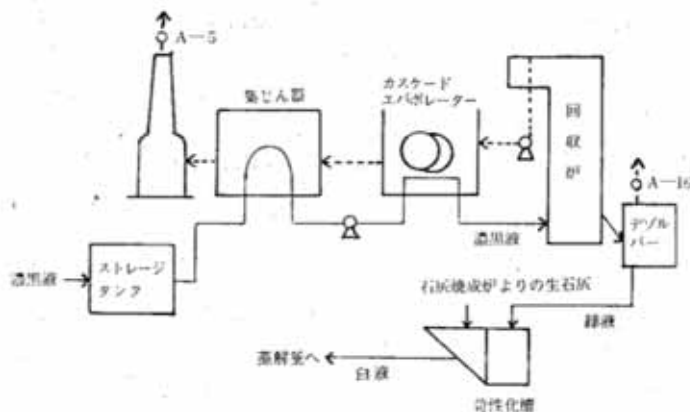


図4 回収炉工程フローシート

終排出口全体から排出される悪臭物質総量の85%以上を占めている。

このことから, 工場周辺環境にはこの両工程からの排ガスが大きく寄与しているものと考えられる。

表3 回収炉（ボイラー）工程調査結果

測定地点 番号	測定箇所	ボイラー No.	測定 月日 時刻	悪臭物質濃度 (ppm)					排ガス量 (m ³ N/h)
				H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	C ₄ H ₄ S	(CH ₃) ₂ S ₂	
A-15	ウオータースクラバー	4	6.4 15:07	<0.07	<0.05	0.18	<0.04	0.24	97,000
			6.4 10:38	<0.07	<0.05	0.21	<0.04	<0.01	
		6	5.31 15:14	41	<0.65	<1.1	<1.6	<1.9	114,000
			6.4 11:25	<0.07	<0.05	<0.03	<0.04	<0.07	
		7	6.4 15:07	<0.02	<0.02	0.02	<0.04	<0.004	114,000
A-16	デゾルバー	6	5.31 15:06	0.67	0.42	1.2	<0.04	0.05	25,900
			4	6.4 10:54	1.2	<0.65	<1.1	<1.6	<1.9

表4 工場内環境調査結果

測定箇所	測定 月日 時刻	悪臭物質濃度 (ppm)				
		H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	C ₄ H ₄ S	(CH ₃) ₂ S ₂
沈 澱 池 合 流 地 点	6.2 10:15	1.6	1.4	2.5	<0.08	0.71
	6.4 16:06	0.71	15	8.3	<1.6	<1.9
Ⅲ,Ⅳ KP エバポレーター排出口横	6.2 10:30	<0.07	0.77	<0.10	<0.04	0.067
Ⅰ KP 汚ドレン排出口横	6.2 10:39	<0.07	0.41	0.94	<0.04	0.052
Ⅳ KP ターベンチン汚ドレン排出口横	6.4 14:30	<0.04	12	19	<1.6	2.9

表5 KP工場からの悪臭物質排出量

工 程	施 設 名	調査時における稼働排 出口数	悪臭物質排出量 (g/h)			
			H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂
洗 淨	ノットスクリーナー (1段目)	3	—	8.5	600	58
		3	—	16	180	17
酸化濃縮	液塔サイクロン ファームタンク	3	—	18	1,200	840
		2	—	14	550	160
		2	—	110	120	1,600
小 計			14	702.5	2,260	3,715
石灰焼成	ロータリーキルン (Ⅲ KP用)	1	150	32	12	29
		1	10	6.7	1.4	—
回収炉	ウオータースクラバー デゾルバー	3	—	—	150	290
		3	79	70	260	16
小 計			259	108.7	423.4	335
合 計			273	811.2	2,683.4	4,050

3.2.6 GC-MSによる工程内試料の同定

GC-MS 分析による試料の同定結果を表6に示す。

工程中でも特に濃度が高いロータリーキルン入口における試料について、GC-MSによる成分分析を行なった結果、H₂S等の法規制対象の硫黄化合物のほかにも、同じく硫黄化合物である2-メチルチオフェン、3-メチルチオフェン、4-チア-1-ペンテン、4-メトキシチオアニソールやターペンチンオイルの成分であるα、β-ピネン類、さらには、含酸素化合物であるジメチルフラン、トリメチルフラン等の有臭物質が検出された。

3.3 環境調査結果

KP工場からの距離別、風向別濃度分布と官能試験結果を一括して表7に示す。

当工場の風下地点における距離別分布をみると、(CH₃)₂S、(CH₃)₂S₂濃度および臭気強度ともに、工場から600m付近までは距離が遠ざかるにしたがって減少しているが、800m付近で再び増加の傾向を示し、800mから2,000mの距離範囲内では(CH₃)₂S、(CH₃)₂S₂の濃度および臭気強度には顕著な減少は認められず、風下2,000m付近でも平均2.0ppbの(CH₃)₂S、1.2ppbの(CH₃)₂S₂が検出された。

表6 GC-MSによる同定物質

物質名	親ピーク m/e	最大ピーク m/e
硫化水素	34	34
メチルメルカプタン	48	47
硫黄メチル	62	62
α-ピネン	136	93
2,5-ジメチルフラン	96	43
アセトン	58	43
4-チア-1-ペンテン	88	88
β-ピネン	136	93
メチルエチルケトン	72	43
チオフェン	84	84
トルエン	92	91
二硫化メチル	94	94
2-メチルチオフェン	98	97
2,3,5-トリメチルフラン	110	110
3-メチルチオフェン	98	97
4-メトキシチオアニソール	154	154
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	134	119

注. 物質名の記載順序はカラムに25%TCEPを用いた場合の保持時間に従った。

表7 工場周辺環境調査結果

測定箇所	例数	悪臭物質濃度 (ppb)				臭気強度		
		H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂	総合臭気	硫黄化合物だけの臭気	
風下地点	発生源より 400m以内	4	2.0 4.8~ND	ND ND	11 2.0~4.7	4.6 9.6~2.2	3.5 3.8~2.8	2.8 3.5~2.0
	" 600m "	4	ND ND	ND ND	3.0 5.1~ND	1.1 1.8~0.9	2.4 3.5~0.5	2.0 3.0~0.0
	" 800m "	6	ND 3.9~ND	5.7 10~ND	8.3 19~2.1	2.5* 3.7~1.2	3.2** 3.5~2.6	2.5 3.2~1.8
	" 1,000m "	3	ND ND	ND ND	3.1 6.0~ND	1.1 2.0~ND	2.8 3.1~2.4	1.5 1.8~1.3
	" 1,200m "	8	ND 5.6~ND	ND 4.2~ND	4.4 11~ND	1.1 2.4~ND	2.4 3.3~1.5	1.7 2.7~0.8
	" 1,500m "	3	ND 2.3~ND	ND ND	2.7 5.7~1.1	0.6 1.8~ND	2.5 3.0~2.3	1.7 2.8~0.3
	" 2,000m "	4	ND ND	ND ND	2.0 2.4~1.2	1.2 1.7~ND	2.0 2.5~1.6	1.5 2.0~1.3
	" 2,000m以上	1	ND	ND	1.1	ND	1.7	0.5
その他の地点	発生源より 800m以内	3	ND ND	ND ND	ND ND	ND 6.7~ND	1.6 2.9~0.0	1.0 2.0~0.0
	" 1,200m以内	3	ND 2.6~ND	ND 2.2~ND	ND 1.7~ND	ND ND	2.6 3.0~1.8	2.1 2.3~1.7
	" 1,200m以上	1	ND	ND	ND	ND	1.9	0.0

注. 1) NDは検出限界未満を示す。
 H₂S < 2 ppb, CH₃SH < 2 ppb, (CH₃)₂S < 1 ppb, (CH₃)₂S₂ < 0.5 ppb
 2) 欄の上段は平均値, 下段は最大値~最小値を示す。
 3) *印を付したものは例数が2, **印を付したものは例数が5。

CH₃SHについては、800m付近で平均5.7ppbが検出されているが、その他の距離範囲ではほとんど検出されていない。このことは、CH₃SHを大量に発生する蒸解工程の排ガスがロータリーキルンで処理されており、その効果があらわれているためと考えられる。

今回の環境調査における官能試験では、調査対象工場からの臭気が感知された時、その臭の強度を総合臭気強度として記録したが、6月3日の測定値にみられるように、工場の風下地点で悪臭物質濃度がすべて検出限界未満であったのに対し、総合臭気強度が2.8であったことや、他の測定値にみられるように、法規制の悪臭物質濃度が概して低値を示しているわりには総合臭気強度は、1,500m付近でも、平均2.5とかなり高い値を示した。

このことは、3.2.6の項で記述したように、当工場では法規制以外の有臭物質もかなり排出されており、これらの悪臭が、かなり環境に影響をおよぼしていることを示すものと考えられる。

3.4 アンケート調査結果

当工場の周辺 3,000m以内の地区住民 189世帯 (189人) について、聞き取りによるアンケート調査を行なった。その結果を一括して表 8 に示す。

3.4.1 悪臭の訴え頻度

悪臭の訴え頻度を、当工場からの方位別、距離別に図 5 に示す。

距離別の平均値で見ると、400~1,000m で 76%、1,000~1,500m で 33%、1,500~2,000m で 33%、2,000~2,500m で 22%、2,500~3,000m で 11% と距離が遠ざかるにしたがって減少の傾向があるが、1,000~2,000m の範囲内では減少の傾向は認められなかった。また 2,500~3,000m でも 11% のものが悪臭を訴えていることから、SKP 工場から発生する悪臭が、おおむね 3,000m 付近まで影響をおよぼしているものと考えられる。

3.4.2 気象との関係

悪臭を感じやすい気象条件についてみると、各地区とも工場の風下にあたり、曇天で風速の小さい時である。このような気象条件は、季節別にみると、南、東風の頻度の多い春から夏に多く、時刻別には海風の多い日中に多い。

3.4.3 悪臭の増減意識

悪臭が近年減少したと答えたものは 22%、逆に強くなったと答えたものは 1% に過ぎず、また減少したと答えたもののうち、昭和 49 年より減少したと答えたものが 41% で最も多い。これは当工場と同年 5 月に完了したロータリーキルンによる悪臭物質除去方式への切り換えの効果があらわれたためと思われる。

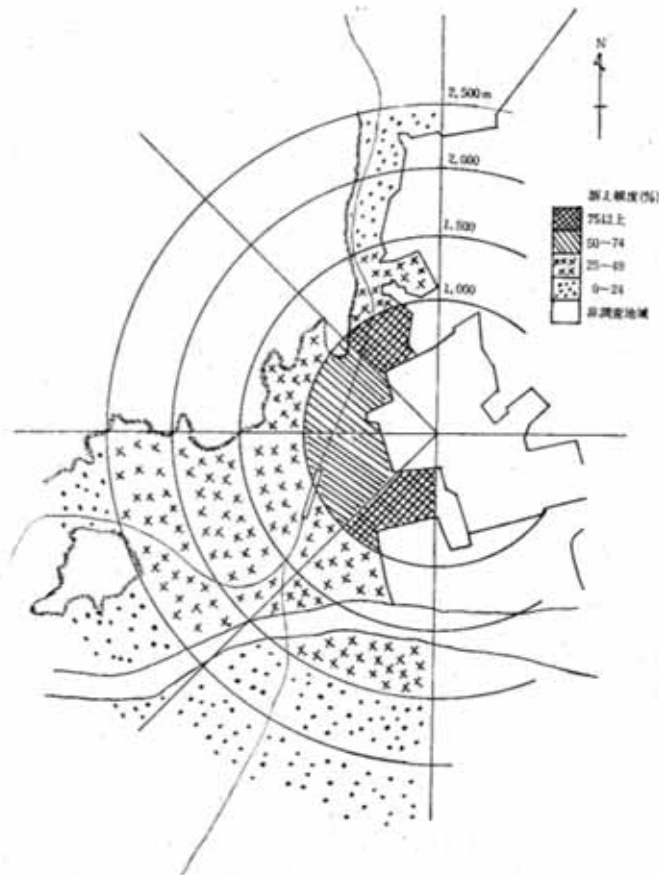


図 5 悪臭の訴え頻度

表8 アンケート調査結果

発生源からの距離 (m)		～ 1,000	1,000 ～1,500	1,500 ～2,000	2,000 ～2,500	2,500 ～3,000	計	備考	
調査人員		53	48	42	27	19	189		
分	悪臭の訴え頻度	% 76(40)	% 33(16)	% 33(14)	% 22(6)	% 11(2)	% 41(78)	①	
	臭を感じる頻度	20日以上 3(1)	13(2)	0(0)	0(0)	0(0)	4(3)		
	(1箇月当り)	5～9日	50(20)	31(5)	36(5)	33(2)	0(0)	41(32)	②
		1～4日	40(16)	50(8)	50(7)	67(4)	100(2)	47(37)	
布	臭の質の化	わからない	8(3)	6(1)	14(2)	0(0)	8(6)		
	臭変	いつも同じ	100(40)	81(13)	100(14)	83(5)	100(2)	95(74)	
		ときどき違う	0(0)	13(2)	0(0)	17(1)	0(0)	4(3)	
	いつも違う	0(0)	6(1)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)		
* 気象	悪臭の多い季節	季節に関係なし	夏	季節に関係なし	季節に関係なし	季節に関係なし	季節に関係なし	③	
	" 天候	天候に関係なし	曇	曇	曇	曇	天候に関係なし		
	" 風向	Sパルプ工場風下	Sパルプ工場風下	Sパルプ工場風下	Sパルプ工場風下	Sパルプ工場風下	Sパルプ工場風下		
	" 風速	風速に関係なし	強い風	風速に関係なし	弱い風	風速に関係なし	風速に関係なし		
" 時刻	時刻に関係なし	時刻に関係なし	時刻に関係なし	朝方	時刻に関係なし	時刻に関係なし			
* 悪臭の種類	何ともいえない不快な臭	28(11)	44(7)	36(5)	17(1)	50(1)	32(25)	④	
	パルプ臭	35(14)	25(4)	14(2)	67(4)	0(0)	31(24)		
	甘ずっぱい臭	18(7)	6(1)	14(2)	17(1)	0(0)	14(11)		
	玉ネギの腐った臭	18(7)	6(1)	0(0)	0(0)	0(0)	10(8)		
影響	生活に被害あり	45(24)	13(6)	7(3)	4(1)	0(0)	18(34)	①	
	器物に被害あり	40(21)	13(6)	14(6)	7(2)	0(0)	19(35)		
	(再掲) 金属がさび易い	91(19)	100(6)	100(6)	100(2)	- (0)	94(33)	④	
	健康に被害あり	43(17)	38(6)	14(2)	17(1)	0(0)	33(26)	②	
臭の増減意識	以前と変わらない	65(26)	75(12)	64(9)	100(6)	100(2)	71(55)	②	
	弱くなった	28(11)	19(3)	21(3)	0(0)	0(0)	22(17)		
	強くなった	3(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)		
	わからない	5(2)	6(1)	14(2)	0(0)	0(0)	6(5)		
公害意識	慣れて臭を感じない	3(1)	0(0)	14(2)	0(0)	0(0)	4(3)	⑧	
	明らかに公害である	58(23)	38(6)	36(5)	17(1)	0(0)	45(35)		
	公害かも知れない	25(10)	56(9)	43(6)	50(3)	0(0)	36(28)		
	公害とは思えない	5(2)	6(1)	7(1)	17(1)	0(0)	6(5)		
	わからない	10(4)	0(0)	0(0)	17(1)	100(2)	9(7)		

注. 1) () 内数字は実数。

2) *印は複数回答。

3) 備考欄 ①: () 外数字は調査人員に対する比率 (%)

②: () 外数字は悪臭を訴えたものに対する比率 (%)

③: () 外数字は「器物に被害あり」と答えたものに対する比率 (%)

4 ま と め

蒸解工程から発生する高濃度の硫黄化合物を含む排ガスは、臭気処理装置を経た後、石灰焼成炉（ロータリーキルン）の二次燃焼空気として、焼却処理されており、これらの法規制の硫黄化合物の除去効率は非常に高いことがわかった。また、この方式への切り換えは昭和49年5月に完了しており、その効果はアンケート調査結果でも22%のものが最近臭が弱くなったと答えていることからもうかがえる。しかし、洗浄、酸化両工程からの排ガスは処理されずにそのまま排出されており、各工程の最終排出口からの悪臭物質排出量を算出してみても、

この両工程のものが全工程からの排出量の85%以上を占めており、今後、この両工程から排出される臭気成分をロータリーキルンか、あるいは回収炉の二次燃焼空気として処理する等の改善をすれば、さらに悪臭は低減するものと考えられる。

さらに、クラフトパルプ工場においては、法に規制されている硫黄化合物の4物質の他にも、多種類の有臭物質を排出しており、環境調査結果でも、工場の風下において、規制4物質濃度が検出限界以下であったのに、臭気強度がほぼ3を示した場合もあり、このような未規制の有臭物質の処理も今後悪臭防止対策上必要であると考えられる。

3 醱酵工場における悪臭の排出実態と環境への影響

古谷長蔵, 早田寿文, 貞兼康伸
田辺 泰, 末田昭雄, 北川良雄
環境部大気保全課, 防府保健所
防府市公害交通課

1 はじめに

防府市における主な悪臭発生源としては、K醱酵工場とKレーヨン工場の2大発生源があるが、特にK醱酵工場から発生する悪臭は非常に強く、その影響範囲も大きい。しかし、当工場の悪臭は悪臭防止法に定められている5物質(昭和51年6月現在)を主原因とするものではない。そこで、その原因物質の確認を行なうとともに、悪臭物質として追加指定される予定であった(昭和51年9月に指定)アセトアルデヒドを主とした調査を行ない、工場内の各施設からの悪臭の発生状況を追求し、脱臭装置の効果についても検討した。また、併せて、工場周辺地区における汚染の実態を調査した。

2 調査方法

昭和51年6月21日~26日の3日間にわたって、工場内の各工程および周辺地区における悪臭物質の定性定量をガス質量分析計(GC-MS)やガスクロマトグラフ(GC)を用いて行なうとともに、官能試験(6段階臭気強度表示法)および周辺地区住民202世帯を対象としたアンケート調査を併せて実施した。

3 調査結果

3.1 調査対象工場概要

K醱酵工場は図1に示すよう

に、防府市の南部にある三田尻湾に面して立地しており、敷地面積は約78万m²である。当工場では、糖蜜を原料として微生物による醱酵を行なっており、主な施設としては工場敷地の北部に酒類(アルコール)、調味料等(グルタミン酸、リジンなど)、医薬品(スピラマイシン、ストレプトマイシンなど)、南部に有機化成肥



図1 調査対象工場の立地条件

料の各製造プラントがある。

また、当工場の東方150mにはKレーヨン工場が立地している。これらの両工場に隣接して東、北および西側に住宅が密集しているため、南寄りの風の時は、これらの住宅地域は両工場の影響を受けることが考えられる。

3.2 工場内悪臭調査結果

3.2.1 ガス質量分析計による悪臭物質の確認

まず、当工場の悪臭の原因物質を追求するため、悪臭が発生すると考えられる工場内の主な工程や排気ダクト等および周辺環境において試料を採取し、定性分析を行った。その結果を表1、表2および図2、図3に示す。

表1 GC-MSにより確認された物質

測定箇所	特に顕著なもの	顕著なもの
アルコール、アミノ酸、グルタミン酸等工場	アセトアルデヒド エチルアルコール	n-プロピルアルコール iso-ブチルアルコール n-ブチルアルコール
工場内	アセトアルデヒド 2-メチルブチルアルデヒド	二酸化硫黄 iso-ブチルアルデヒド
		トルエン 二硫化メチル プロピオン酸
工場周辺地区(敷地境界付近)	アセトアルデヒド エチルアルコール	アセトン, iso-プロピルアルコール n-プロピルアルコール, iso-ブチルアルコール n-ブチルアルコール

表2 GC-MSで確認された醸造工場排ガス中の物質

物質名	分子式	分子量	
アルデヒド	アセトアルデヒド	CH ₃ CHO	44.0
	iso-ブチルアルデヒド	(CH ₃) ₂ CHCHO	72.1
	2-メチルブチルアルデヒド	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₃)CHO	86.0
	n-ブチルアルデヒド	CH ₃ (CH ₂) ₃ CHO	72.1
	アクロレイン	CH ₂ =CHCHO	56.0
アルコール	エチルアルコール	CH ₃ CH ₂ OH	46.0
	iso-プロピルアルコール	(CH ₃) ₂ CHOH	60.1
	n-プロピルアルコール	CH ₃ (CH ₂) ₂ OH	60.1
	iso-ブチルアルコール	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	74.1
	n-ブチルアルコール	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	74.1
脂肪酸	プロピオン酸	CH ₃ CH ₂ COOH	74.1
ケトン	アセトン	CH ₃ COCH ₃	58.0
	メチルエチルケトン	CH ₃ COCH ₂ CH ₃	72.1
	メチルビニルケトン	CH ₃ COCH=CH ₂	70.0
炭化水素	ベンゼン	C ₆ H ₆	78.0
	トルエン	C ₆ H ₅ CH ₃	92.1
硫黄化合物	二硫化メチル	CH ₃ SSCH ₃	94.0
	二酸化硫黄	SO ₂	64.1

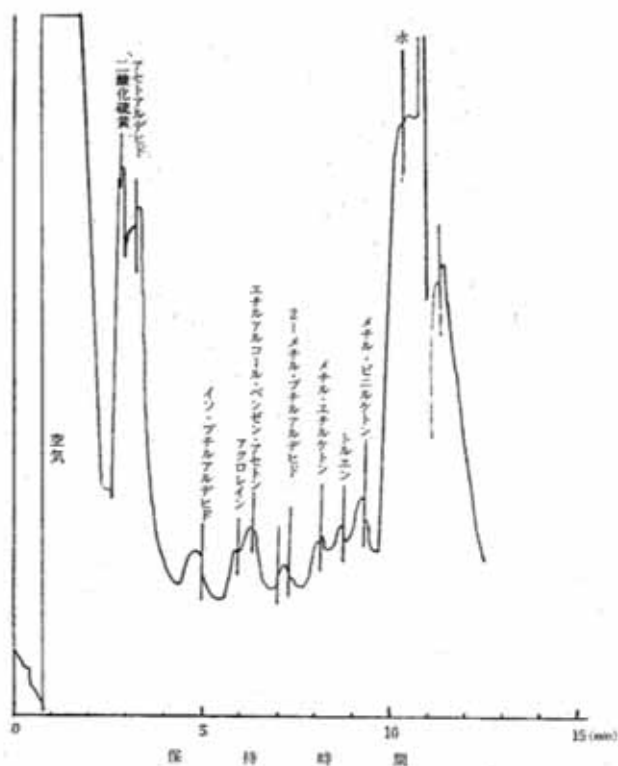


図2 GC-MSによる有機化成肥料工場臭突排ガス中のTICガスクロマトグラム (例示)

(分析条件)

GC部 Column : TCEP 3m Glass column
 Column temp. : 60°→125°C(5°C/min)
 Injection temp. : 130°C
 Carrier gas : He 21ml/min
 Separator temp. : 180°C
 MS部 Ion source temp. : 290°C
 Electron energy : TIC 20 eV
 MS 70 eV
 Slit : In 0.1mm
 Out 0.1mm
 Gain : 3.0
 Noise filter : 120Hz

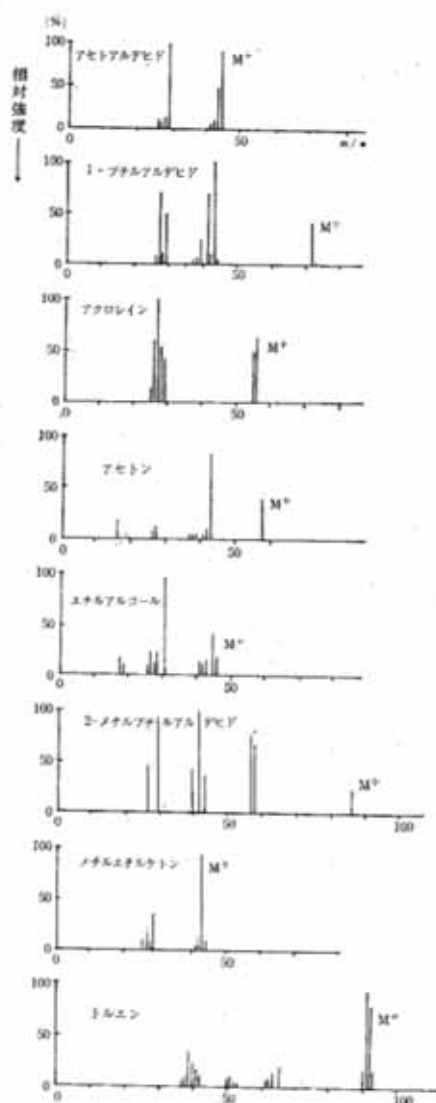


図3 GC-MSによるマススペクトルグラム (例示)

本調査時には、アセトアルデヒド、エチルアルコール、ベンゼン、2-メチルブチルアルデヒド、メチルエチルケトン等が検出された。この結果は昭和49年度調査時¹⁾と同じである。

このほか今回はアルコールプラントで、*iso*-プロピルアルコール、*n*-プロピルアルコール、*iso*-ブチルアルコール、*n*-ブチルアルコールのような甘い芳香臭のあるアルコール類や *iso*-ブチルアルデヒドのような特異臭のあるアルデヒド類が検出された。また、*n*-ブチルアル

コールはグルタミン酸プラントでも検出された。有機化成肥料プラントでは前述したもの以外にケトン類としてメチルビニルケトンが燃焼バーナー後で検出され、さらに、アルコールの酸化により生成すると考えられるアクロレインやアルコール、アルデヒドの酸化により生成すると考えられるプロピオン酸(甘ずっぱい臭)なども検出された。

工場周辺の環境大気中からはアセトアルデヒド、エチルアルコール以外にもアセトン、*iso*-プロピルアルコー

ル、*iso*-ブチルアルコール、*n*-ブチルアルコールが検出された。工場内で検出された物質のうち、アセトアルデヒド、エチルアルコールはガスクロマトグラムのピークが顕著であり、環境大気中でも確認されたので、これらの物質を各箇所において定量した。その結果を以下に述べる。

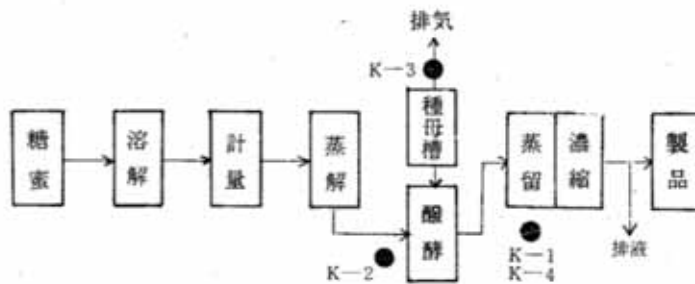
3.2.2 酒類、調味料等および医薬品の製造プラント
アルコール、調味料（アミノ酸、グルタミン酸等）お

よび医薬品の製造工程を図4～図7に示す。

調味料および医薬品の製造法の大略は、原料を溶解し殺菌後、バッチ式醗酵槽で醗酵させ、濃縮、晶出、分離後乾燥させ製品としている。これらのプラントにおいては、醗酵槽の排気および乾燥工程の排気が主な悪臭発生源と考えられる。

調査結果を表3に示す。

1) アルコールプラントにおいては、種母槽（K-3）の排ガスよりアセトアルデヒド56ppm、エチルアルコー



●印は測定点番号を示す。(以下同じ)

図4 アルコール製造工程フローシート



図5 アミノ酸製造工程フローシート

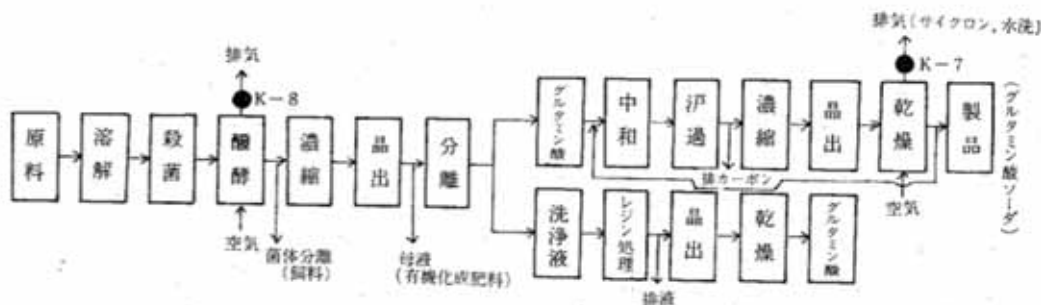


図6 グルタミン酸製造工程フローシート

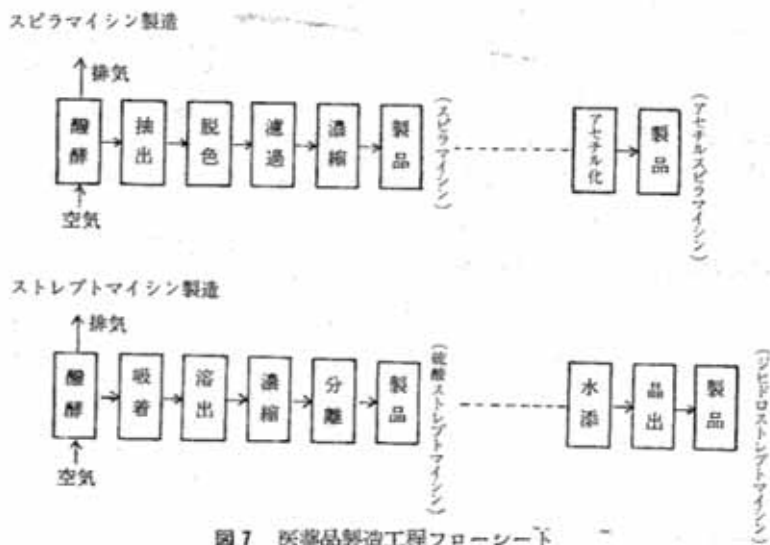


図7 医薬品製造工程フローシート

ル2,500ppm, 硫化メチル11.7ppm, 醱酵槽前 (K-2) でアセトアルデヒド 0.17 ppm が検出された。当プラントでは、特定の排出口や処理施設はないが、工程中の各所で、「アルコール臭」を主とした臭気強度 4.5~3.5 の臭気が感知された。

2) アミノ酸プラントにおいては、乾燥工程排気口

(K-5) でアセトアルデヒド 0.13 ppm, 醱酵槽の排気 (K-6) 中にエチルアルコール 1.9ppm が検出された。

3) グルタミン酸プラントの乾燥排気口 (K-7) でアセトアルデヒド 0.13ppm, 醱酵槽排気 (K-8) 中にアセトアルデヒド 0.10ppm, エチルアルコール 5.3ppm が検出された。

表3 工場内悪臭調査結果(その1)

測定箇所	測定点番号	排気量 (m³/h)	排ガス温度 (°C)	悪臭物質濃度 (ppm)						臭気強度*	
				アセトアルデヒド		エチルアルコール		硫化メチル			
				平均値	範囲**	平均値	範囲**	平均値	範囲**		
アルコールプラント	脱酒精塔前	K-1	—	—	ND	ND (1)	4.2	4.2(1)	—	—	4.2
	醱酵槽前	K-2	—	—	0.17	0.17 (1)	—	—	—	—	4.5
	種母槽排気	K-3	10	—	56.2	56.2 (1)	2,500	2,500(1)	11.7	11.7(1)	4.5
	蒸留器前	K-4	—	—	0.06	0.06 (1)	2.3	2.3(1)	—	—	3.5
アミノ酸プラント	乾燥機排気	K-5	24,000	60	0.13	0.15~0.10(2)	ND	ND (1)	—	—	—
	醱酵槽排気	K-6	24,000	30	ND	ND (1)	1.9	1.9(1)	—	—	—
グルタミン酸プラント	乾燥機排気	K-7	3,600	40	0.13	0.13 (1)	—	—	—	—	—
	醱酵槽排気	K-8	1,800	30	0.10	0.10 (1)	5.3	5.3(1)	—	—	—
調味料等プラント	乾燥工程サイクロン後	K-9	13,000	—	0.02	0.02 (1)	ND	ND (1)	—	—	—
医薬品プラント	製造工程排気	K-10	—	—	ND	ND (1)	0.3	0.3(1)	—	—	—
その他	醱酵残渣貯留槽前	K-11	—	—	0.22	0.22 (1)	0.3	0.3(1)	—	—	4.5

注. 1) * 臭気強度は6段階臭気強度表示法による(以下同じ)。
 2) ** 範囲欄の()内は測定例数を示す(以下同じ)。
 3) ND は定量限界未満(アセトアルデヒド<0.02ppm, エチルアルコール<0.2ppm)を示す(以下同じ)。

4) 他の調味料等プラント、医薬品プラントなどにおいては特記すべき悪臭物質は検出されなかったが、醗酵残渣貯溜槽前 (K-11) でアセトアルデヒド 0.22ppm、エチルアルコール 0.3ppm が検出された。

3.2.3 有機化成肥料製造プラント

有機化成肥料の製造工程および排ガス処理工程を図 8 に示す。

各工程の有効成分を含んだ廃液は濃縮後、化成肥料プラントにパイプで移送し、酸処理した後、肥料としての成分比率を整えるため、りん、カリ等を加えて中和、造粒後ロータリードライヤーで乾燥し、製品としている。この乾燥機から発生する悪臭ガスはサイクロンで除塵し、乾式または湿式コットレルで処理後、水洗塔で水洗した後 (一部リサイクル処理)、気水分離器を通し、直接燃焼脱臭装置 (油圧 蒸気粉霧式) で重油を用いて、500°C で燃焼処理した後、100m の臭突から排出している。

この脱臭工程中の各ダクトにおける悪臭物質濃度をみると (表 4)、サイクロンで除塵後の悪臭ガスの水洗塔の効果は、アセトアルデヒドについてみると 40% の除去効

果がみられる。しかし、燃焼バーナーによるアセトアルデヒド、エチルアルコールの除去効果についてみると、今回の調査ではその効果はあまり認められなかった。すなわち、当工場における脱臭装置の効果は、水洗処理についてはある程度の除去効果が認められたが、直接燃焼脱臭の効果はアセトアルデヒド、エチルアルコールについては認められなかった。燃焼温度や燃焼ガス量等の諸条件の検討が必要と思われる。なお、サイクロン出口 (K-14) においては、アセトアルデヒド 13.9ppm、エチルアルコール 1.7ppm であり、脱臭処理後、臭突入口 (K-19) において、アセトアルデヒド 3.7~2.9ppm、エチルアルコール 0.6ppm であった。

つぎに、平常の状態における悪臭物質の排出量を各工程ごとに、排ガス中の濃度と排ガス量から算出してみると (表 5)、アセトアルデヒド、エチルアルコールともに有機化成肥料プラントの臭突からの排出量が最も多いと考えられる。その他のプラントではアセトアルデヒドは、それほど大量に排出されていないが、エチルアルコールに関しては、アミノ酸プラント、アルコールプラント、グルタミン酸プラントもかなり大きく寄与していると考えられる。

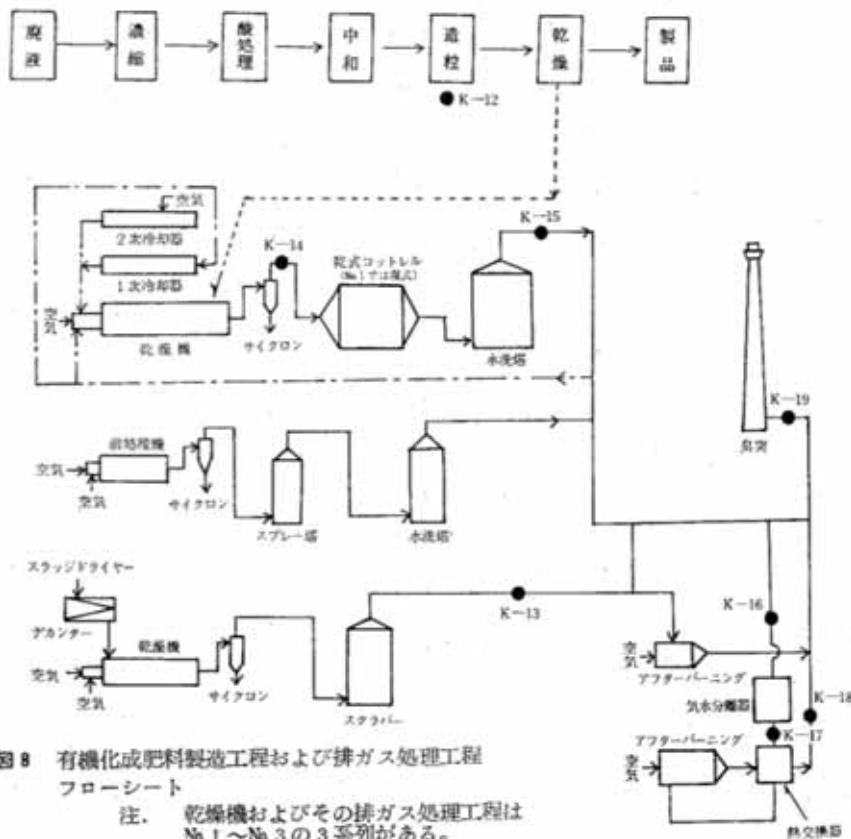


図 8 有機化成肥料製造工程および排ガス処理工程フローシート

注. 乾燥機およびその排ガス処理工程は Na 1 ~ Na 3 の 3 系列がある。

表4 工場内悪臭調査結果(その2)

測定箇所		測定点 番号	排ガス量 (m ³ N/h)	排ガス 温度 (°C)	悪臭物質濃度(ppm)						
					アセトアルデヒド			エチルアルコール			
					平均値	範	囲	平均値	範	囲	
有機化成 肥料 プラント	工程 周辺	造粒機前	K-12	—	—	—	—	—	1.2	1.2	(1)
	排ガス 処理 工程	スラッシュドライヤー スクラバー後	K-13	21,000	45	2.6	2.6	(1)	18.1	18.1	(1)
		サイクロン出口後(N ₂)	K-14	50,000	—	13.9	17.1~10.6	(3)	1.7	1.7	(1)
		水洗塔出口(N ₂)	K-15	50,000	45	8.2	9.6~6.7	(3)	—	—	
		気水分離器(入口)	K-16	54,000	40	3.1	4.2~2.0	(2)	0.4	0.4	(1)
		気水分離器(出口)	K-17	54,000	—	2.8	4.0~1.1	(2)	0.5	0.5	(1)
		燃焼バーナー後	K-18	54,000	500	3.3	4.2~2.6	(3)	0.7	0.7~0.6	(1)
		臭突(最終排出口)(入口)	K-19	110,000	180	3.2	3.7~2.9	(3)	0.6	0.6	(1)

表5 各製造工程からの悪臭物質排出量

製造工程等名称		通常時の 稼働基数	1基当りの 排ガス量 (m ³ N/h)	排気温度 (°C)	悪臭物質排出量 (g/h)	
					アセト アルデヒド	エチル アルコール
種	母槽	1	10	—	1.1	51
酸	グルタミン酸	2	1,800	30	0.71	39
	アミノ酸	9	2,400	30	(0.85以下)	84
槽	医薬品	9	240	30	(0.22以下)	3.4
			480			
乾	グルタミン酸ソーダ等	5	2,400	40	4.0	—
			3,600			
燥	アミノ酸	2	24,000	60	12	(20以下)
			13,000			
機	その他の調味料等	2	3,000	80	0.61	(6.4以下)
			13,000			
有機化成肥料臭突		1	110,000	180	680	130
合計					698.4	307.4

注. 1) 悪臭物質排出量(g/h)=(排ガス中の悪臭物質濃度g/m³N)×(排ガス量m³N/h)×(通常時稼働基数)
 2) ()内数値は悪臭物質濃度がNDであったので、定量限界値を用いて、上式により排出量を求め算出された数値以下と表示。

3.3 工場周辺地域における悪臭調査結果

3.3.1 機器分析および官能試験

1) 表1に示したようにGC-MS分析により工場周辺の環境大気中からアセトアルデヒド、エチルアルコールのほか、アセトン、iso-プロピルアルコール、iso-ブチルアルコール、n-ブチルアルコールを検出した。

2) 法規制5物質のうち硫化水素(H₂S)、メチルメルカプタン(CH₃SH)、硫化メチル((CH₃)₂S)ならびに二硫化メチル((CH₃)₂S₂)等の硫黄化合物について、工場の敷地境界付近のH-13、H-15の2地点(図9)で、当工場に近接している終末処理場の操業を停止した日に機器測定を行なったところ、硫化メチル1ppbがH-13地点で検出されたが、他の硫黄化合物は検出限界未満であり、H-15地点では硫黄化合物はいずれも検出限界未満であった(表6)。

3) アルコールプラント、グルタミン酸プラントなどK酸解工場北側の風下地点においては、工場敷地境界で「しょう油を焼くような臭」等の臭気強度が3.4~3.0のとき、アセトアルデヒドは28~19ppbであった。

4) 工場周辺環境において、風下地点で工場から250mの地点で「しょう油を焼くような臭」、「大豆を焼く

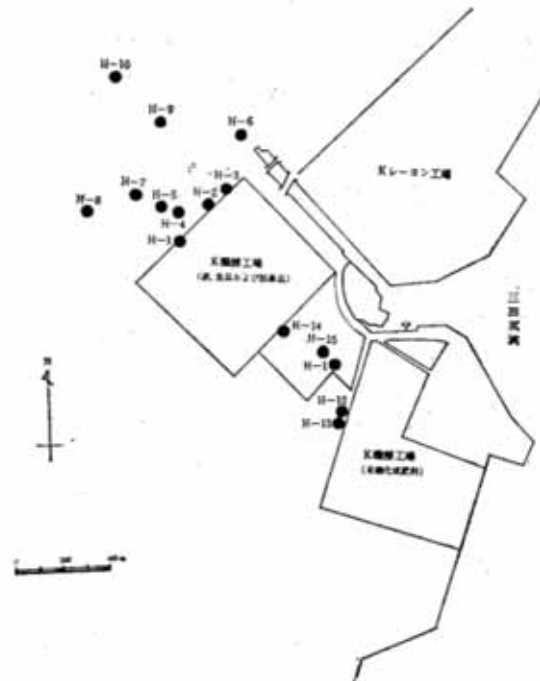


図9 工場周辺地区における悪臭調査地点

表6 工場周辺地域における悪臭調査結果 (昭和51年6月21日~25日)

測定箇所	有機化成肥料プラントの臭突からの距離(m)	測定点番号	悪臭物質濃度(ppb)		臭気強度		臭気の種類	気象条件			
			アセトアルデヒド	硫化メチル	総合臭	K酸酵臭		天候	風向	風速(m/s)	
酒類、食品、医薬品プラントの風下	工場敷地内	2,200	H-1	21	—	3.5	3.2	㊷	曇	SE	3.4
	工場敷地境界	2,300	H-2	28	—	3.4	3.3	㊷,ロ,ハ	曇 小雨	SE	3.4 3.3
		2,300	H-3	19	—	3.0	2.5	㊷,ハ			
	工場敷地境界より70m	140	H-4	14	—	1.8	1.8	㊷,ロ,ハ	曇 曇 曇 小雨 小雨 曇	SSE	2.7 2.9 2.7 3.3 3.3 1.4 1.4
		180	H-5	24	—	3.1	3.1	㊷,ロ,ハ			
		250	H-6	10	—	0.6	0.6				
		250	H-7	44	—	2.8	2.8	㊷			
		350	H-8	25	—	2.6	2.6	㊷,ロ,ハ,ト			
		380	H-9	19	—	0.8	0.8				
		680	H-10	5	—	0.8	0.8	イ,㊷,ハ,ト			
有機化成肥料プラントの風下	工場敷地内	440	H-11	52	—	3.3	3.3	㊷,ロ,ハ,㊸	曇	SSE	3.1
	工場敷地境界	450	H-12	43	—	3.2	3.2	イ,ハ,㊸	晴 曇	SE	2.8 2.8
		600	H-13	—	1	3.2	3.2	㊷			
	工場敷地境界付近	1,000 700	H-14 H-15	33 —	— ND	2.5 2.8	2.5 2.8	㊷,ロ,ハ,ト ㊸	曇 曇	ESE SE	3.3 2.8

注. 1) 臭気強度は6段階表示法による平均値を示す。
 2) 臭気の種類は次のイ)~ト)で示す。また、記号を○で囲んだものは主な臭気を示す。
 イ) しょう油を焼くような臭、もちを焼くような臭、大豆を焼くような臭、焼いものような臭、コーヒーのような臭、黒砂糖をこがしたような臭、ロ) 糖蜜のような臭、ハ) 甘ずっぱいような臭、ニ) アルコール臭、ホ) みそのような臭、ヘ) Kレーヨン工場の臭、ト) 糞尿のような臭(終末処理場の臭)。

ような臭」等の臭気強度が2.8のとき、アセトアルデヒドの濃度は最大44ppbであった。その他の地点で「いわゆるK醸酵工場臭」の臭気強度3.1~0.6のとき、アセトアルデヒド25~5ppbが検出された。

5) 有機化成肥料プラントの風下地点においては、工場敷地内で臭気強度3.3のときアセトアルデヒド52ppb、工場敷地境界付近において臭気強度3.2~2.5のとき、アセトアルデヒドは43~33ppbであった。

6) 工場周辺地区における測定結果について、アセトアルデヒド濃度と臭気強度との間には危険率5%で有意の相関関係($r=0.773$, $N=9$)が認められた。

3.3.2 アンケート調査結果

工場周辺地区の住民202世帯(202人)について、聞き取りによるアンケート法により、悪臭の実態を調査した。その結果を表7に示す。

1) 悪臭の訴え頻度

悪臭の訴え頻度は発生源に近い地区ほど多く、工場から1,200m以内では67%、1,200~2,000mでは55%のものが悪臭を感じたことがあると訴えている。また、距離が遠ざかるにしたがって訴え頻度は減少するが、2,000~2,800mでも21%のものが悪臭を訴えている。この悪

臭を感じる範囲は昭和49年度調査時と同じく、ほぼ工場より3,000m程度である。発生源からの影響が多いのは、工場の北西側と西側方向である(図10)。このことは当地域の年間風向が南東~南寄りの風が多いこと、また北側と北東側ではKレーヨン工場の影響と重なり合うことなどによるものと思われる。

2) 悪臭の種類

悪臭の種類はK醸酵工場から排出される臭気によるものとしては「糖蜜のような臭」、「焼いものような臭」、「黒砂糖をこがしたような臭」が多く、全体で35~22%であった。また、K醸酵工場の東方約150mにあるKレーヨン工場から排出される臭気によるものと思われる「玉ねぎの腐ったような臭」が1,200m以内で25%、1,200~2,000mで12%であった。

3) 悪臭の影響

「生活に影響あり(いやな感じがする、来客がいやがる、暑くても窓を閉める等)」と訴えたものは、1,200m以内では29%、1,200~2,000mでは21%、それ以上では4%以下であった。また、「器物に被害あり」と答えたものは1,200m以内では54%、1,200~2,000mで32%であり、その中でも特に「金属がさびやすい」と答えたものが大部分を占めている。これは隣接するKレーヨン工場の硫化水素による影響が大なるためと思われる。

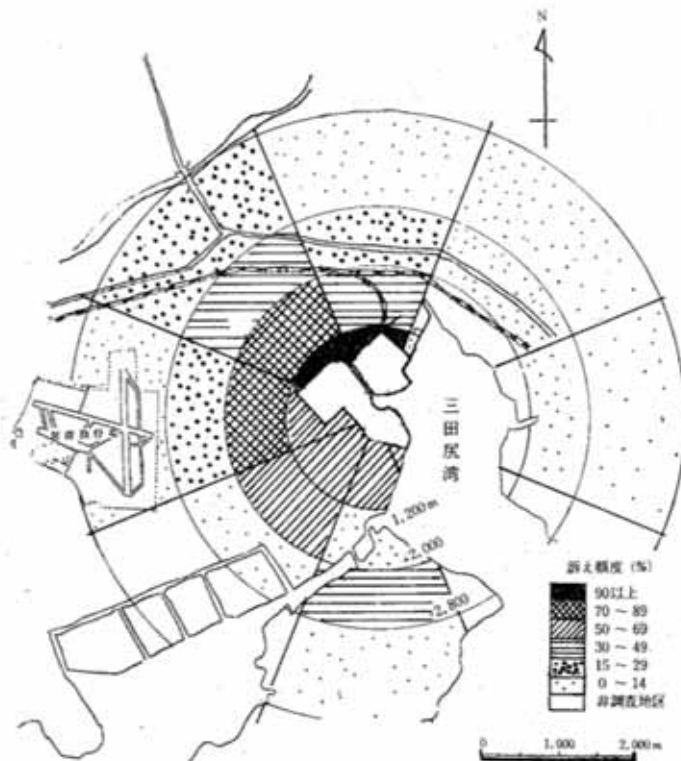


図10 悪臭の訴え頻度分布

表7 アンケート調査結果総括

発生源からの距離 (m)		～1,200	1,200 ～2,000	2,000 ～2,800	2,800 ～4,000	計	備考		
調査人員 (人)		24	62	57	59	202			
分布	悪臭の訴え頻度	% 6700	% 5500	% 2100	% 5(3)	% 3200	①		
	臭を感じる頻度	1箇月当り	20日以上	13(3)	5(3)	0(0)	0(0)	3(6)	①
		5～19日	29(7)	26(6)	5(3)	5(3)	14(8)		
		1～4日	25(6)	21(3)	14(8)	0(0)	13(7)		
		1箇年当り1～4日	0(0)	3(2)	2(1)	0(0)	1(3)		
臭の質助	いつも同じ	75(3)	88(3)	92(3)	67(2)	85(3)	③		
	ときどき違う	25(4)	12(4)	8(1)	0(0)	14(3)			
* 気象	悪臭の多い季節	夏, 季節に 関係なし	夏, 季節に 関係なし	季節に関係 なし, 夏 曇	季節に関係 なし, 夏 曇	夏, 季節に 関係なし	③		
	" 天候	曇	曇	曇	曇	曇			
	" 風向	K醸酵工場 風下	K醸酵工場 風下	K醸酵工場 風下	K醸酵工場 風下	K醸酵工場 風下			
	" 風速	風速に関係 なし	風速に関係 なし	弱い風	弱い風, 風速 に関係なし	風速に関係 なし			
* 悪臭の種類	蜂蜜のような臭	31(5)	41(3)	25(3)	33(1)	35(3)	②		
	焼いものような臭	19(3)	35(3)	42(5)	33(1)	32(3)			
	黒砂糖をこがしたような臭	19(3)	29(3)	25(3)	33(1)	26(3)			
	しょう油を焼くような臭	13(2)	21(7)	25(3)	67(2)	22(3)			
影響	生活に影響あり	29(7)	21(3)	4(2)	2(1)	11(3)	①		
	器物に被害あり	54(3)	32(3)	9(5)	0(0)	19(3)			
	(再掲) 金属がさびやすい	85(1)	100(3)	80(4)	- (0)	92(3)	③		
	健康に被害あり	38(6)	24(3)	17(2)	0(0)	25(3)	③		
臭の増減意識	以前と変わらない	75(3)	62(3)	67(8)	33(1)	65(3)	②		
	弱くなった	19(3)	26(3)	25(3)	33(1)	25(3)			
	強くなった	6(1)	9(3)	8(1)	0(0)	8(5)			
公害意識	慣れて臭を感じない	13(3)	5(3)	2(1)	2(1)	4(8)	①		
	明らかに公害である	42(3)	31(3)	7(4)	3(2)	17(3)			
	公害かも知れない	4(1)	15(3)	5(3)	0(0)	6(3)			
	公害とは思えない	4(1)	5(3)	7(4)	0(0)	4(8)			

注. 1) () 内数字は実数。

2) *印は複数回答。

3) 備考欄 ①: () 外数字は調査人員に対する比率 (%)

②: () 外数字は悪臭を訴えた者に対する比率 (%)

③: () 外数字は「器物に被害あり」と答えたものに対する比率 (%)

4 ま と め

防府市における悪臭の発生源として、規模も大きく、その影響範囲も広範囲であるK醸造工場の悪臭は、悪臭防止法に定められている5物質（昭和51年6月現在）で把握することができなかった。今回の調査において、GC-MSの活用により、当工場から発生する悪臭の原因物質と考えられる多種類の物質を確認するとともに、これらの物質のうちアセトアルデヒドおよびエチルアルコールの測定により、工場内における発生源の追求ならびに脱臭装置の効率のチェック、さらに環境におよぼす影響について調査を行なった。それによると、当工場の水洗脱臭装置はある程度の効果をあげているが、燃焼脱臭装置はその効果が認められなかった。工場周辺環境にお

いては、調査時当工場に隣接するKレーヨン工場とは異なる質の当工場特有の臭気が、官能試験により工場の風下約2,000mでも感知され、また、機器測定ではアセトアルデヒドは工場から約500mの地点まで検出された。しかし、アンケート調査結果によれば、工場の周辺約3,000m程度は当工場の影響を受けていることが示されている。

当工場の悪臭については、今後に残された問題もあるが、今回の調査結果からみて、工場の総合的な対策の検討が望まれる。

文 献

- 1) 古谷長蔵, 貞兼康伸, 古川 暁: 第23回山口県公衆衛生学会演説要旨, 23, 86 (1975)

4 スチレンの測定法の検討と樹脂工場における 排出状況調査

田辺 泰, 貞兼康伸, 早田寿文
古谷長蔵, 末田昭雄

1 はじめに

スチレンを使用する事業所は多種類にわたっており、山口県下においても、ABS(アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)樹脂製造工場をはじめ、数種の事業所が存在する。昭和51年9月悪臭防止法に規制物質としてこのスチレンが追加指定されるにいたり、それらの実態調査を行なう必要性が生じてきた。

そこで、本報では法に定められた測定方法を実際の調査に適用できるように若干の検討を行なった。この検討結果を用いてABS樹脂製造工場において、排出口および敷地境界でスチレンの測定を行なった。

2 調査方法

スチレンの測定方法として、法には常温吸着法と低温濃縮法が規定されているが、常温吸着法が準備等に手間を要せず、また、ガスクロマトグラフ(GC)への試料の導入も迅速に行なえるなどの長所があるので、本報では主に常温吸着法(テナックスGC充てん)について、この方法における吸引速度別捕集効率、テナックスGC充てん量別捕集効率、試料中スチレン濃度の経時変化および検量線作成時の問題点等について検討した。

また、工場内排出口における高濃度試料については、真空びんで採取したガス試料をガスタイトシリンジを用いて分取し、直接GCに導入する方法を用いることもあるので、この場合の採取容器内でのスチレン濃度の経時変化についても検討した。

以上の検討結果を用いて、宇部市のU ABS樹脂製造工場において、昭和52年1月から3月のうち3日間にわたって工場内排気口、工程周辺および敷地境界で機器測定と官能試験(6段階臭気強度表示法)を実施した。

3 結果と考察

3.1 測定方法についての検討

3.1.1 常温吸着法における捕集効率

1) 吸引速度別捕集効率

法には、常温吸着法では、吸引速度200ml/minで5分間通気して試料を採取することが定められている。しかし、この方法では採気量が少ないため、定量限界が比較的高いので、より広範なスチレンの濃度分布や、拡散の実態を把握するには、さらに低濃度のスチレンの分析が必要である。

そこで、通気量を増大することが可能か否かを検討するため、現行の200ml/minの通気速度とその5倍量である1l/minについての捕集効率について比較検討した。その結果、表1に示すように、両者の間には差異は認められなかった。すなわち、吸引速度を上げることによって定量限界を $\frac{1}{5}$ に下げることができ、0.002ppm程度までの低濃度試料について測定が可能となった。

表1 常温吸着法における吸引速度別捕集効率比較

吸引速度 (ml/min)	測定番号	吸引量 (ml)	感度	ピーク高 (cm)	濃度 (ppm)
1,000	1	5,000	10×16	23.0	0.297
	2	5,000	10×16	23.2	0.299
	平均	5,000	10×16	23.1	0.298
200	3	5,000	10×16	23.2	0.299
	4	5,000	10×16	23.2	0.299
	平均	5,000	10×16	23.2	0.299

2) テナックスGC充てん量別捕集効率

法に示されているように、テナックスGCを正確に0.6g捕集管に充てんすることは非常に手間はかかる。そこで、テナックスGC量を一定にする必要性を検討するために、充てん量0.6gとその半量の0.3gの場合について、スチレン濃度0.82ppmと0.12ppmの標準試料を用いて捕集効率を調べたところ、表2に示すように、0.82ppmの時97.5%、0.12ppmの時102.8%と、捕集効率の差異はほとんど認められなかった。なお、充てん量が異っても保持時間に変動はみられなかった。

表2 テナックスGC 充てん量別捕集効率

ステレン濃度 (ppm)	テナックス充てん量 (g)	吸引量 (ml)	感度	ピーク高 (cm)	捕集効率 (%)
0.82	0.6	2,000	10×32	12.0	100
	0.3	2,000	10×32	11.7	97.5
0.12	0.6	2,000	10×4	14.1	100
	0.3	2,000	10×4	14.5	102.8

注. *捕集効率はテナックス充てん量 0.6g の場合を100%とした。

3.1.2 試料中ステレン濃度の経時変化

悪臭物質の測定においては、試料採取から分析までの間の試料濃度の経時変化が常に問題となる。試料採取法のうち、常温吸着法は、工程内および排出口の高温の排ガスの採取に用いた場合は、吸着効率が低下することやまた、この方法は高濃度試料の分析においては、採取した試料の希釈および一部分取等の操作ができず、試料の全量がGCに導入されるため、検量線の上限を超える場合は定量が不可能になる。さらに、ステレン取り扱い工場においては、保安上通常のモーターを有するポンプ等の採取装置を用いることができない場合が多い。したがって、工場内における高濃度試料は、真空びん法によらざるを得ない。そこで、常温吸着法は、低濃度試料について、真空びん法は高濃度試料について、それぞれ経時変化を検討した。その結果、図1および図2に示すように、常温吸着法では48時間経過後でもステレン濃度の減衰は認められなかったが、真空びん法では10時間で約10%、24時間で約25%の減衰がみられた。

3.1.3 常温吸着法における検量線作成時の溶媒による妨害

常温吸着法による測定の場合に用いる検量線は、溶媒にベンゼンを用いた標準溶液からマイクロシリンジで既

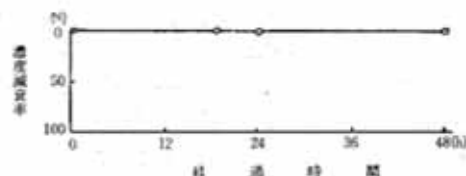


図1 常温吸着法における経時変化 (試料濃度 0.04ppm)

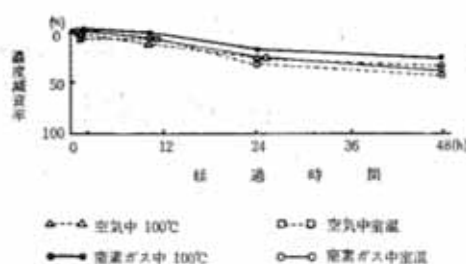


図2 真空びん法における経時変化 (試料濃度 50ppm)

知量を捕集管 (テナックスGC 充てん) に注入し、加熱追い出しによりGCに導入し、得られたステレンのピーク高より作成する。しかし、この操作において捕集管に注入した溶媒のベンゼンは、捕集管を昇温させた後も全量がGCに導入されず、テナックスGCに保持される。このベンゼンは、捕集管にキャリアガスを通じたまま分析すると徐々に溶出してGCに導入されるため、テーリング現象を起こし、これがクロマトグラム上でステレンの保持時間のところまで影響し、ステレンの正確なピーク高が得られなくなる。ところで、ステレンは昇温装置の温度を30~40秒で室温より250℃に上げれば、保持時間約1分で完全に捕集管より溶出するので、昇温開始後1~2分でキャリアガスを捕集管を通さず、直接GCに導入する流路に切り換えたところ、ベンゼンによるテーリング現象がなくなり、ステレンの保持時間までには完全に溶出し終わり、その結果明確なステレンのピークを得ることができ、またピーク高のバラツキもなかった。この場合のクロマトグラム例を図3に、検量線を図4に示す。

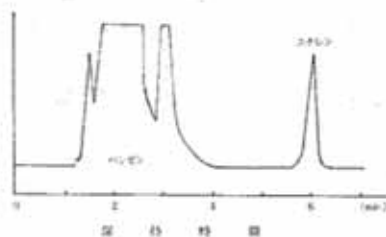


図3 ステレンクロマトグラム例

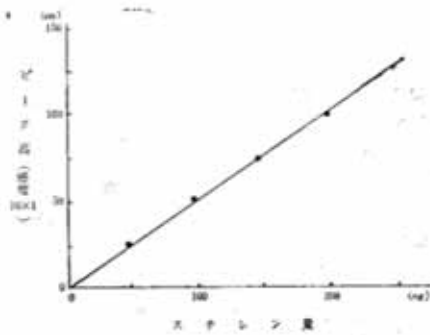


図4 捕集管導入による検量線
(分析条件)

捕集管充てん剤 : Tenax GC
 GC : Hitachi 073
 Column : 5% SP-1200+1.75%
 Bentone 34
 on Chromosorb AW DMCS
 2 m Glass column
 Column temp. : 100°C
 Injection temp. : 180°C
 Carrier gas : N₂ 45ml/min, 1.2kg/cm²



図5 U樹脂工場立地条件

3.2 ABS樹脂製造工場における現地測定

3.2.1 対象工場の概要

今回現地測定を行なったU ABS樹脂製造工場は図5に示すように、宇部市の南東部海岸沿いにあり、アンモニア、肥料、セメント等大規模な一連の化学工場群の最南端に位置している。当工場の北および西側は宇部東港に面し、南および東側はそれぞれ造船、窯業の工場に囲まれており、直接民家とは接していないが、北東側500~600m以上のところに住宅街がある。

当工場では、スチレン、アクリロニトリル、ブタジエンを原料として、ABS樹脂を製造している。その製造工程は図6に示すとおりで、混合槽で3原料を混合し、ここでできたラテックスを一たん貯留槽に集め、その後凝集装置でスチームにより凝固させ、水洗、乾燥後製品としてABS樹脂を取り出している。

当地域において昭和49年度に実施した悪臭規制地域指定のための調査の際、この工場の風下300~400m地点で臭気強度3.3~1.8、400~650m地点で2.8~0.5の「芳香臭」、「ブタジエン臭」などが感知されており、風向によ

っては、スチレン臭等の悪臭が、住宅地域にまでおよぶことも考えられる。

3.2.2 測定結果

当工場の各製造工程の排気口、工場内環境および敷地境界における機器測定および官能試験の測定箇所を図7に、測定結果を表3に示す。

各製造工程のうち、24,000 m³/hと最も排ガス量の大きい乾燥装置からの排ガスは湿式スクラバーで水洗されており、水洗後の排ガス中のスチレン濃度は平均84ppmであった。また、最も濃度が高かったのは、混合槽からの排ガスで、3回測定の平均値は880ppmであった。

一方、工場内環境のプレドライヤー付近では、臭気強度3.5~2.5のときスチレン濃度は平

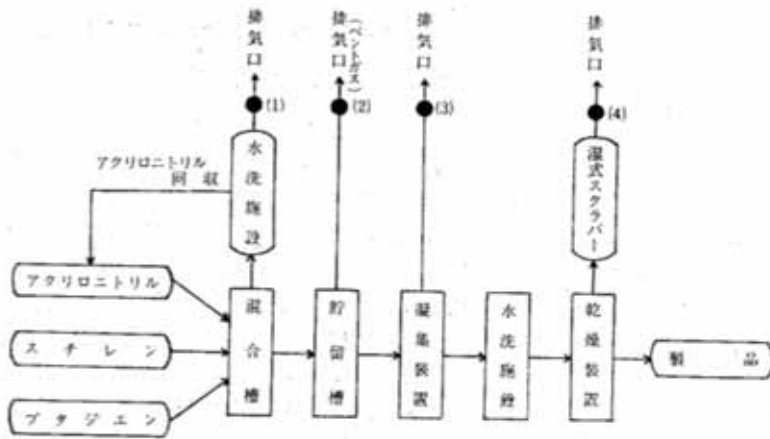


図8 製造工程および排ガス系路

注. ●印は測定箇所を示す(図7参照)。

均0.22ppmであり、また工場風下の敷地境界の2地点で測定したところ、臭気強度が3.0~2.5および2.2~1.8のとき、スチレン濃度はそれぞれ平均0.24ppm、0.08ppmといずれも臭気強度の割にはスチレン濃度が低い値を示した。実際に敷地境界で感じる臭の質がスチレン臭よりも、ブタジエン臭あるいはアクリロニトリル臭の強い場合がほとんどであり、また一部の試料についてGC-MS分析を行なった結果(図8)でも、ブタジエン、アクリロニトリルが認められた。

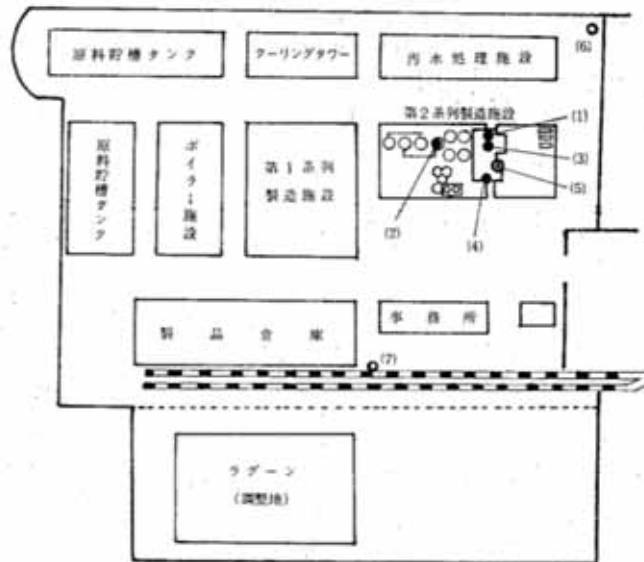


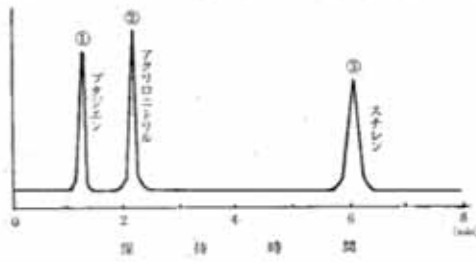
図7 測定箇所

注. ●排気口測定箇所 ◎工程周辺測定箇所 ○敷地境界測定箇所

表3 U樹脂工場測定結果

測定箇所	測定箇所番号	スチレン濃度 (ppm)			臭気強度	排ガス量 (m ³ /h)	スチレン排出量 (kg/h)	
		測例数	平均値	範囲				
工場内	混合槽排気口	(1)	3	880	1,300~500	—	720	2.9
	ラテックス貯槽排気口	(2)	2	93	140~46	—	12,000	5.2
	凝集装置排気口	(3)	1	170	170	—	6,000	4.7
	湿式スクラバー排気口	(4)	3	84	95~70	—	24,000	9.4
	プレドライヤー付近	(5)	2	0.22	0.24~0.19	3.5~2.5	—	—
敷地境界	混合槽排気口風下80m	(6)	2	0.08	0.10~0.06	2.2~1.8	—	—
	湿式スクラバー排気口風下120m	(7)	3	0.24	0.33~0.18	3.0~2.5	—	—

TICクロマトグラム例



マススペクトルグラム例

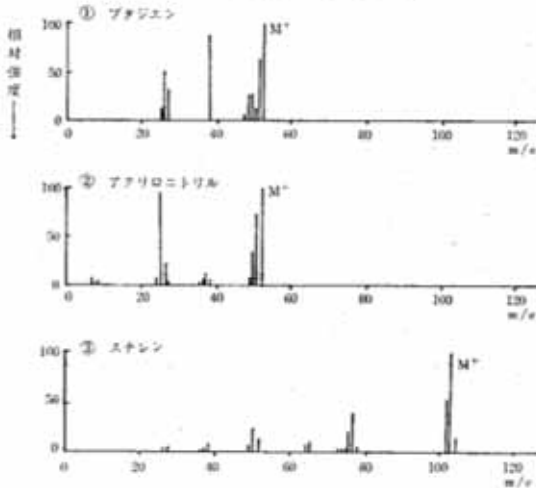


図8 ABS樹脂製造工場敷地境界における測定例
(分析条件)

- GC-MS装置 : Simadzu LKB 9000
- Column : 5%SP-1200+1.75% Bentone 34
on Chromosorb AW DMCS
2m Glass column
- Column temp. : 100°C
- Injection temp. : 180°C
- Carrier gas : He 30ml/min
- Ion source temp. : 290°C
- Separator temp. : 210°C
- Slit : In 0.1mm, Out 0.1mm
- Electronenergy : TIC 20eV, MS 70eV

4 ま と め

スチレンの測定方法について常温吸着法を中心に検討した後、その方法を用いてABS樹脂製造工場において、現地測定を行ない、次の事項を認めた。

(1) 試料採取に当たって、吸引速度を1l/minと法に示された200ml/minの5倍にしても捕集効率に差はないことが判明した。すなわち、通気量を大きくすることにより定量限界を1/5まで下げることができる。

(2) 捕集管中のテナックスGC充てん量の差異が、捕集効率に及ぼす影響について検討したところ、充てん量による捕集効率の差異は認められなかった。

(3) テナックス捕集管に捕集された試料は安定性がよく48時間経過してもスチレン濃度の減衰は認められなかった。

(4) GC分析に際して、検量線作成時における標準試料の溶媒による妨害は、キャリアーガスの流路を切り替えることにより防ぐことができる。

(5) 以上の検討結果を用いて測定すれば、常温吸着法は非常によい再現性を示し、定量限界も0.002ppmとかなり低濃度の試料についても分析が可能である。

(6) 上述の方法を用いて、ABS樹脂製造工場において測定したところ、工程内排気口のうち、混合槽排気口で最大1,300ppmが検出され、工場風下敷地境界で0.33~0.06ppmの範囲のスチレンが検出された。

5 山口県内主要道路における自動車騒音調査

岡村和夫, 北川良雄

環境部大気保全課

1 はじめに

山口県内の自動車騒音の実態を把握するために、これまで代表的な道路10余箇所を調査を行ってきた。その結果、自動車騒音は時間的にも地域的にもさまざまな様相を呈しているため、本報ではこれらの現象を系統的に理解するとともに、自動車騒音を支配している交通量や道路からの距離等との関係について解析を行なった。

また、現在、自動車騒音の評価には統計的に算出した中央値が一般的に採用されているが、最近、変動騒音の評価法として提唱されている2, 3の評価量についても算出し、従来の中央値と比較検討した。



図1 自動車騒音調査地点

2 調査方法

県内の自動車交通量の多い国道、県道、市道において、主として道路端で時刻別に5日間連続して調査した。測定箇所、測定期日等は表1および図1に示すとおり

表1 騒音測定箇所および測定期日

No.	測定箇所	道路名	車線数	測定期日	車道端からの距離(m)	測定内容
1	岩国市検問所前	国道2号	4	昭50. 2.24 ~3.2	2	道路端における 時刻別測定
2	平生町田布路木	国道188号	2	50. 1.21 ~25	2	
3	下松市平田西	市道中央線	4	50. 2.19 ~24	4.5	
4	徳山市遠石小学校前	国道2号	6	50. 2. 3 ~ 8	6	
5	新南陽市新南陽郵便局前	国道2号	2	49.12.16 ~20	4.5	
6	山口市緑町	国道9号	2	50. 3.10 ~15	2.5	
7	宇部市宇部興産工場病院前	国道190号	4	50. 1.28 ~2.1	6	
8	下関市南部町	国道9号	6	50. 3. 3 ~ 9	6	
9	美祿市市役所前	県道下関萩線	2	50. 3.17 ~22	3	
10	萩市萩消防署前	国道191号	2	50. 2.13 ~15	2	
11	宇部市文京町	国道190号	5	50.12. 1 ~ 6	5, 20, 50	距離別, 時刻別 測定
12	岩国市西岩国駅前	県道岩国周東線	2	49.12. 5 ~ 6	1, 5, 17, 27	距離別測定

りである。

騒音レベルの測定は、デジタル騒音計を用い、毎正時から5秒間隔で100回の測定を行ない、中央値(L₅₀)、90%レンジの上限値(L₉₀)、下限値(L₁₀)、Leq (Equivalent Sound Level) および TNI (Traffic Noise Index) 等を求めた。また、交通量は7~22時にわたって騒音の測定時間(500秒)に合わせて測定し、1時間値に換算した。

3 調査結果

3.1 騒音レベルの地域別比較

県内主要道路沿線10箇所における自動車騒音について、騒音レベルの中央値の5日間平均値を時間の区分別に示したのが表2である。日平均値について測定箇所別にみると、新南陽、岩国、徳山(以上国道2号)が69~73dBと最も大きく、山口、下関(以上国道9号)およ

表2 測定箇所別、時間の区分別騒音レベル

測定箇所	時間の区分	騒音レベル中央値 (dB(A))		限度値 (dB(A))	環境基準 (dB(A))	測定箇所	時間の区分	騒音レベル中央値 (dB(A))		限度値 (dB(A))	環境基準 (dB(A))
		平均値	最小値~最大値					平均値	最小値~最大値		
1. 岩国市 検問所前	朝	72	71~73	75	65	6. 山口市 緑町	朝	65	60~69	70	60
	昼	74	73~76	80	65		昼	75	74~76	75	65
	夕	73	72~74	75	65		夕	74	71~76	70	60
	夜	71	69~72	65	60		夜	60	50~69	65	55
	平均	72	69~76				平均	68	50~76		
2. 平生町 田布路木	朝*	63		65	50	7. 宇部市 宇部興産 工場病院前	朝	62	55~69	75	65
	昼	66	65~69	70	55		昼	74	73~75	80	65
	夕	63	60~67	65	50		夕	67	62~71	75	65
	夜**	56	55~57	55	45		夜	54	48~64	65	60
	平均	64	55~69				平均	65	48~75		
3. 下松市 平田西	朝	50	43~56	70	55	8. 下関市 南部町	朝	66	62~69	75	65
	昼	67	65~72	75	60		昼	73	71~74	80	65
	夕	62	58~67	70	55		夕	70	67~72	75	65
	夜	47	42~56	60	50		夜	63	60~67	65	60
	平均	58	42~72				平均	68	60~74		
4. 徳山市 速石小学校前	朝	66	63~68	75	65	9. 美祿市 市役所前	朝	54	51~57	65	60
	昼	72	70~74	80	65		昼	65	65~67	70	65
	夕	70	68~72	75	65		夕	59	53~65	65	60
	夜	66	65~68	65	60		夜	47	45~54	55	55
	平均	69	63~74				平均	57	45~67		
5. 新南陽市 新南陽 郵便局前	朝*	73		65	50	10. 萩市 消防署前	朝	53	51~55	70	60
	昼	74	72~75	70	55		昼	66	65~58	75	65
	夕	72	72~73	65	50		夕	61	57~64	70	60
	夜**	71	71~71	55	45		夜	47	43~55	65	55
	平均	73	71~75				平均	57	43~68		

注. 1) 時間の区分は、朝: 6~8時, 昼間: 8~18時, 夕: 18~21時, 夜間: 21~翌日の6時。

2) *印の朝は7時, **印の夜は21, 22時の測定値。

び字部(国道190号)が65~68 dBでこれに次ぎ、平生(国道188号)、下松(市道中央線)、美祿(県道下関萩線)および萩(国道191号)が57~64 dBと最も小さかった。時間の区分別にみると、全般的には、昼間(65~75 dB)、夕(59~74 dB)、朝(50~73 dB)、夜間(47~71 dB)の順であった。

また、自動車騒音の限度値(騒音規制法第17条第1項の総理府令で定める限度)および道路に面する地域の環境基準と比較してみると、道路沿線においては、ほぼ限度値を下回っていたが、ほとんどの箇所が環境基準を越えていた。

次に、これらの箇所における自動車騒音の経時変化を5日間平均値について箇所別に図示したのが図2である。騒音レベルの中央値、90%レンジの下限値および総交通量は測定箇所により程度の差はあるが、一般的に早朝から増加し始め、昼間はほぼ一定値を示した後、夕方から早朝にかけて次第に減少する傾向にあった。また、騒音レベルの90%レンジの上限值および大型車交通量についても、一般的には上述の様相を呈しているが、夜間においては横ばいもしくは若干の増加の傾向を示す箇所もあった。

そこで、騒音規制法に定められた評価量である騒音レベルの中央値について10箇所を一括図示(図3)して比較してみると、その時刻的変動には類型が認められる。すなわち、主要幹線道路である国道2号に面する岩国(No.1)、徳山(No.4)、新南陽(No.5)のI群、山陽地域の主要都市を結ぶ動脈である国道

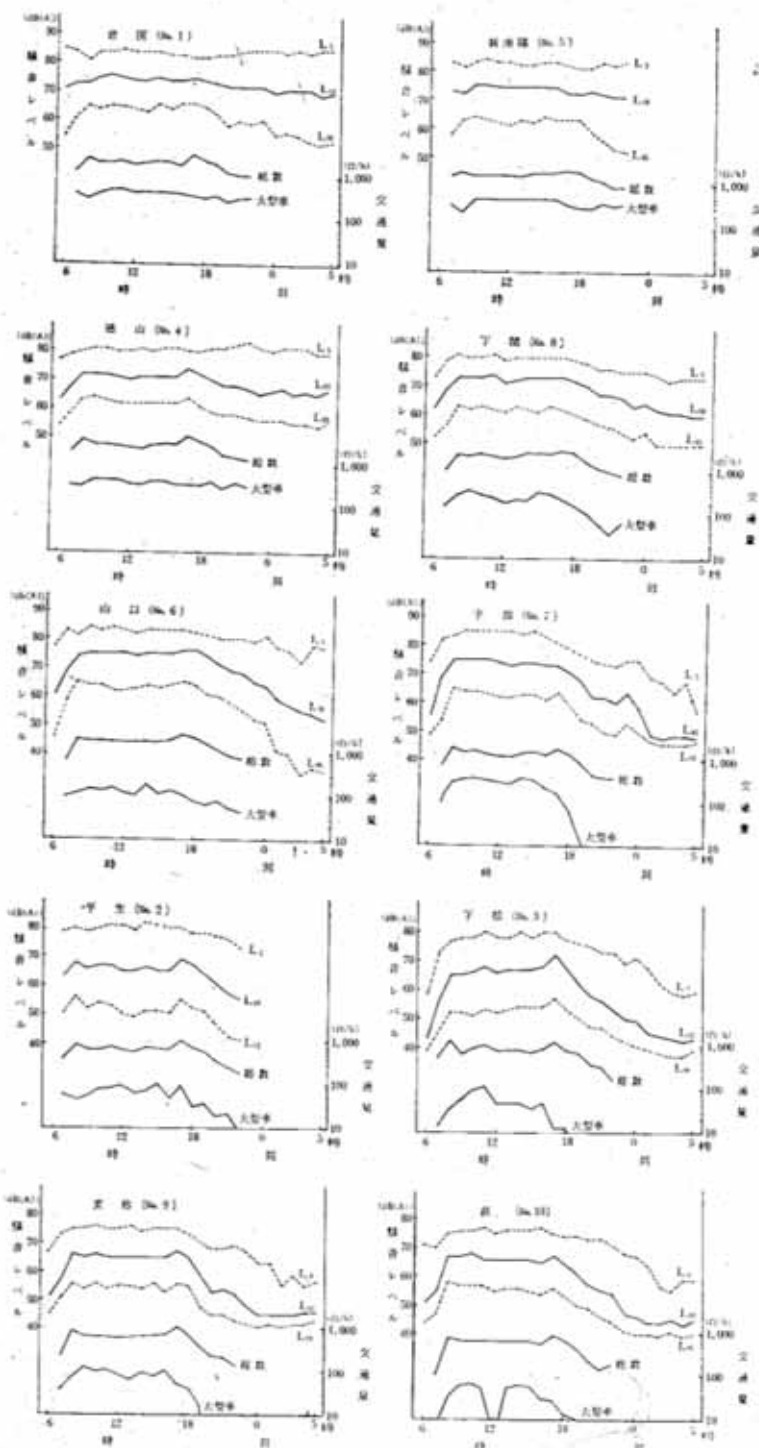


図2 測定箇所別にみた騒音レベルおよび交通量の経時変化

9号, 190号に面する山口 (No.6), 宇部 (No.7), 下関 (No.8) のⅠ群, およびⅠ, Ⅱ群ほど交通量は多くないが県内の主な国道, 県道, 市道に面する平生 (No.2), 下松 (No.3), 美祿 (No.9), 萩 (No.10) のⅡ群の三つの類型に大別される。

Ⅰ群は, 中央値の経時変化が少なく, 一日を通じて65~75dB (昼間70~75dB, 夜間65~70dB) の高値を示した。また, 90%レンジの上限值 (図2) については, 経時変化は一層少なく, むしろ夜間にかけてやや増大する傾向を示した。このことは, これらの国道2号における測定箇所では総交通量が多く, 夜間においても減少の割合が少なく, 特に大型車の減少がほとんどないこと等に起因しているものと考えられる。Ⅱ群の中央値は, 昼間はⅠ群と同様に70~75dBの高値を示しているが, 深夜から早朝にかけて交通量の減少に伴い中央値も相当な低下を示し, 早朝5時頃には約50~60dBであった。また, Ⅲ群は, 中央値の時刻的推移の傾向はⅡ群と同様であるが, 昼夜を通じてⅡ群よりも約10dB程度低く, 昼間は65~67dBと一定値を示すが, 夕方のラッシュ時にピークを示し, 以後深夜にかけて減少し, 早朝5時頃には約45dBであった。

3.2 騒音レベルの中央値と交通量および距離との関係

前項で述べた中央値には, 交通量や道路からの距離が主に影響すると考えられるので, 実測結果に基づいて, これらの関係がどのようになっているか, その様相を把握するため理論式と対比しながら検討する。

3.2.1 実測結果

県内自動車騒音について, 測定箇所別に騒音レベルの中央値と交通量 (対数) の関係を検討してみると, 両者の間には高度の順相関関係が認められたので, 最小二乗法によりつぎの回帰式①を求めた。

$$L_{50} = a \log_{10}(n/1,000) + b \dots\dots\dots ①$$

各測定箇所における回帰式の a と b を一括表示したのが表3である。箇所別にみたこれらの関係式において, a , b の値はさまざまに一定の値を示していない。すなわち, a についてみると, 6.6~20.9と大幅に変動している。一方, b (交通量が1,000台/hの時の中央値に等しい) の値についてみると, 車道端近辺においては65.3~71.6dBと6.3dBの幅を有している。

しかし, 車線数別にみると, 2~4車線で68.6~71.6dBと3dB, 5~6車線で65.3~66.9dBと1.6dBの幅となっている。すなわち, 車線数ごとにみると b の値はほ

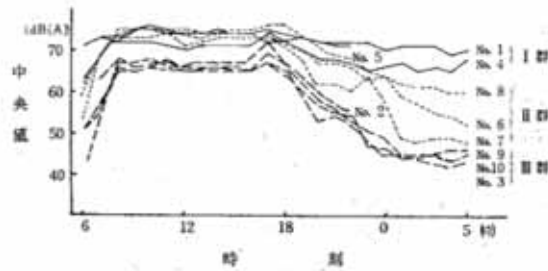


図3 騒音レベル中央値の経時変化の測定箇所別比較
注. Noは測定箇所の整理番号 (表1参照)。
(以下同)

表3 騒音中央値と交通量との回帰式

測定箇所 No.	車線 数	車道端 からの 距離 (m)	$L_{50} = a \log_{10} \frac{n}{1,000} + b$		交通量* (平均値) (最小値~最大値)
			a	b	
1	4	2	8.8	71.6	1,839 (1,099~2,520)
2	2	2	19.8	69.0	618 (194~1,073)
3	4	4.5	20.8	69.4	723 (546~1,300)
4	6	6	11.6	65.3	2,702 (1,152~4,786)
5	2	4.5	10.9	71.5	1,546 (693~2,446)
6	2	2.5	13.3	70.8	1,728 (647~2,799)
7	4	6	20.9	70.8	1,186 (371~2,084)
8	6	6	15.6	66.7	2,011 (813~2,774)
9	2	3	19.6	68.6	576 (193~1,080)
10	2	2	17.4	68.9	577 (120~907)
11	5	5	15.5	66.9	2,038 (800~2,860)
		20	11.7	58.7	
		50	6.6	54.8	

注. * 交通量の欄の上段は平均値,
下段は最小値~最大値を示す。

は一定とみなされ, 車線数が2~4車線から5~6車線に増加すると中央値の低下 (b の値で平均4dB) が認められるが, これは受音点から遠方にある車線を通過する車の騒音が距離減衰により低下すること等によると考えられる。

また, 中央値が車道からの距離によってどう変わるかを検討するため, 車道から最も近い測定地点を基準にして, 中央値の減衰値を距離ごとに図示したものが図4である。これをみると, 減衰の割合は一定ではなく, 距離や交通量によって変化している。

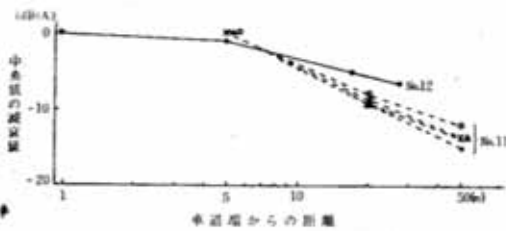


図4 騒音中央値の距離減衰 (No.11, No.12)

注. No.11の5m地点の中央値および平均交通量
 × 朝: 72dB (1,567台/h)
 ・ 昼: 73 (2,655)
 ・ 夕: 70 (1,617)
 ・ 夜: 66 (923)
 No.12の1m地点
 昼: 68dB (900台/h)

3.2.2 理論式

そこで、自動車騒音と交通量および道路からの距離との関係を理論式について記述する。

道路からある距離における中央値は、無限長一直線上を等パワー、無指向性音源とみなした自動車等間隔、等速度で走行していると仮定して次式（日本音響学会式）で導かれる。

$$L_{50} = \text{PWL} + 10 \log_{10} (1/2dl) \tanh 2\pi (l/d) + \alpha$$

$$= \text{PWL} + 10 \log_{10} (n/2000v) \tanh (\pi ln/500v) + \alpha \dots \textcircled{3}$$

$$\text{PWL} = 85 + 0.2v + 10 \log_{10} (b_1 + 3.2b_2 + 16b_3)$$

ここで、

L_{50} : 中央値 (dB(A))

PWL : 1台の自動車から発生する平均パワーレベル (dB(A))

l : 車線から受音点までの距離 (m)

n : 交通量 (台/h)

v : 速度 (km/h)

d : 平均車頭間隔 (m) ($d = 1,000v/n$)

b_1, b_2, b_3 : それぞれ乗用車, 小型貨物車, 大型車混入率 ($b_1 + b_2 + b_3 = 1$)

α : 補正値 (dB(A))

すなわち、③式は、交通量および車線から受音点までの距離等がそれぞれ相互関係をもって中央値に影響を及ぼすことを示している。

3.2.3 実測結果と理論式による結果の比較

実測結果の現象を説明するとともに、交通量や距離の増減によって、中央値がどのように増減するかをみるた

めに、前述の中央値 (L_{50}) についての③式を交通量 ($\log_{10} n$) および距離 ($\log_{10} l$) について偏微分して検討する。

L_{50} を n および l の関数とみなすと、

$$L_{50} = f(n, l)$$

$$n = \phi(\xi) \quad \text{ここで } \xi = \log_{10} n \quad \therefore n = 10^\xi$$

$$l = \psi(\eta) \quad \text{ここで } \eta = \log_{10} l \quad \therefore l = 10^\eta$$

したがって、 $L_{50} = f(\phi(\xi), \psi(\eta))$

$\log_{10} n$ および $\log_{10} l$ について偏微分すると、

$$X = \frac{\partial L_{50}}{\partial (\log_{10} n)} \dots \textcircled{4}$$

$$= \frac{\partial L_{50}}{\partial \xi} = \frac{\partial f}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial \xi} + \frac{\partial f}{\partial l} \frac{\partial l}{\partial \xi}$$

$$Y = \frac{\partial L_{50}}{\partial (\log_{10} l)} \dots \textcircled{5}$$

$\pi/250v = K$ とおいて、④式を変形すると

$$L_{50} = \text{PWL} + 10 \left\{ \log_{10} \frac{1}{2,000v} + \log_{10} n - \log_{10} l + \log_{10} \tanh (Kln/2) \right\} + \alpha$$

④式によってXを計算すると、

$$X = 10 \left\{ \frac{1}{n \log_e 10} + \frac{1}{\tanh (Kln/2) \log_e 10} \cdot \text{sech}^2 (Kln/2) \cdot (Kl/2) \right\} (\log_e 10) n$$

よって、

$$X = 10 \left\{ 1 + \frac{Kln}{\sinh (Kln)} \right\} \dots \textcircled{6}$$

Yも同様にして

$$Y = 10 \left\{ -1 + \frac{Kln}{\sinh (Kln)} \right\} \dots \textcircled{7}$$

また、⑥、⑦式において、ロピタルの定理により

$$\lim_{ln \rightarrow 0} X = 20 \quad \left. \begin{array}{l} \lim_{ln \rightarrow 0} X = 10 \end{array} \right\} \dots \textcircled{8}$$

$$\lim_{ln \rightarrow 0} Y = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \lim_{ln \rightarrow \infty} Y = -10 \end{array} \right\} \dots \textcircled{9}$$

1) 交通量の変化による中央値の変化

理論式から求めた⑥式のXは交通量の変化による中央値の変化率で、実測結果から求めた④式の α に相当するものであり、⑦式より⑥式のXは10~20の値をとる。換言すれば、④式より交通量(n)が $1/2$ になれば、中央値 (L_{50}) は3~6 dBの減少値をとる。すなわち、この場合、中央値は交通量または距離が大 (ln が大) のとき3 dB、交通量または距離が小 (ln が小) のとき6 dB減少する。

次に、実測値について、中央値の変化率すなわち⑥式の傾き α が交通量の変動、距離の変化によってどう変わるかを検討する。

(1) 距離を一定とした場合、交通量の変動によって、傾き α がどのように変化するかを車道近辺について検討

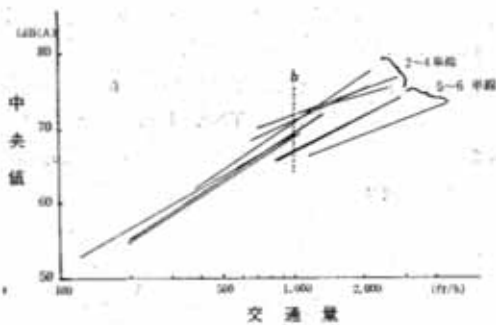


図5-1 車道近辺における騒音中央値と交通量との関係 (No.1~11)

するために、各測定箇所における中央値と交通量との間の回帰式(表2)を交通量の測定範囲内で一括図示したのが図5-1である。これを見ると、交通量1,000台/h程度を境に傾きが変わっており、これらの回帰式の傾き a と各測定箇所における平均交通量との関係を示したのが図5-2である。 a の値はほぼ10~20の範囲にあり、交通量が少ないところで a の値は大なる傾向がある。すなわち、交通量の増減に伴い中央値の増減する割合は、交通量の少ない時の方が大である。

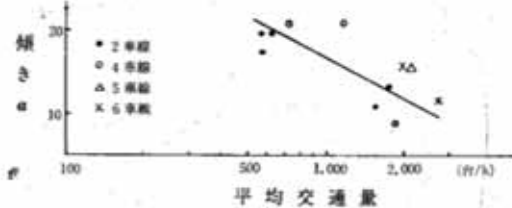


図5-2 車道近辺における回帰式の傾き a と平均交通量との関係 (No.1~11)

(2) 距離の変化によって傾き a がどのように変化するかを検討するため、各地点とも同じ交通量について比較してみたのが図6である。 a の値は交通量800~2,860台/hのとき5m, 20m, 50m地点でそれぞれ15.5, 11.7, 6.6であり、道路から遠ざかるにつれて小さくなっている。すなわち、道路に近いほど交通量の増減に伴う中央値の増減は著しい。

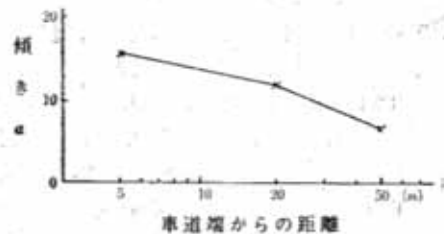


図6 回帰式の傾き a と距離との関係 (No.11)
注. 交通量 800~2,860台/h
平均 2,038台/h

2) 距離の変化による中央値の変化

理論式から求めた④式の Y は距離の変化による中央値の変化率で図4における傾きに相当するものであり、④式より④式の Y は-10~0の値をとる。換言すれば、④式より距離(l)が2倍になれば、中央値(L_{50})は3~0dBの減少値をとる。すなわち、この場合、中央値の減衰値は交通量または距離が大(ln が大)のとき3dB、交通量または距離が小(ln が小)のとき0dBである。

次に、実測値について検討する。

(1) 距離の増加による中央値の減衰度が交通量によってどう変わるかを示したのが図7である。車道端から5mと20m, 5mと50m, 20mと50mのそれぞれの2地点間の中央値の減衰値を縦軸に、その時の交通量を横軸にとった。各減衰値、すなわち、距離による中央値の減衰は、例えば、交通量が3,000台/h, 1,000台/hのとき、距離が2倍になるとそれぞれ約5dB, 3~4dBで、交通量が増大するほど減衰値は大きい。

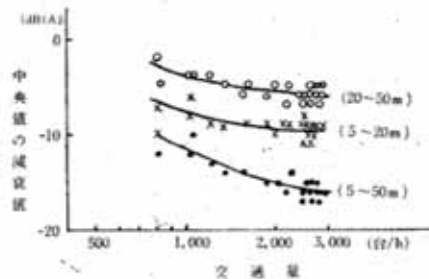


図7. 交通量と距離減衰との関係 (No.11)

(2) 距離によって、中央値の距離減衰の割合がどのように変化するかを各地点とも同じ交通量についてみると図4から、車道端から約5mまではほとんど減衰せず、それより遠ざかると一緒に減衰し、距離が2倍になると2~4dB減衰している。

要するに、実測結果から、交通量の変化による中央値の変化は、道路に近く、交通量が少ないほど大きく、一方、距離の変化による中央値の変化は、道路から遠く、交通量が多いほど大きくなるのが認められ、理論式と同様の傾向を示した。数値的にやや異なるのは、実際の交通状況が必ずしも理論式のように単純化したモデルにはなっていないためと思われる。

3.3 各種騒音評価量による検討

現在、自動車騒音の評価には中央値が用いられている。しかし、自動車騒音のような変動騒音に対してうるささを評価する場合に、統計的手法で求めた中央値が必ずしも最適であるとは言えず、最近、変動騒音の評価にBRS (Building Research Station) から提案さ

れた TNI, ISO (International Organization for Standardization) の提案による Leq や 80% レンジの上限値 (L₁₀) 等が注目されている。そこで、県内自動車騒音についてこれらの評価量を求め、中央値と比較して検討した。

なお、

$$Leq = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L}{10}} dt \right)$$

ここで、

L : 時刻 t における騒音レベル (dB(A))

T : 測定時間

であるが、ここでは N (=100) 回の瞬時値 (L_i) のパワー平均

$$10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

をもって代用した。

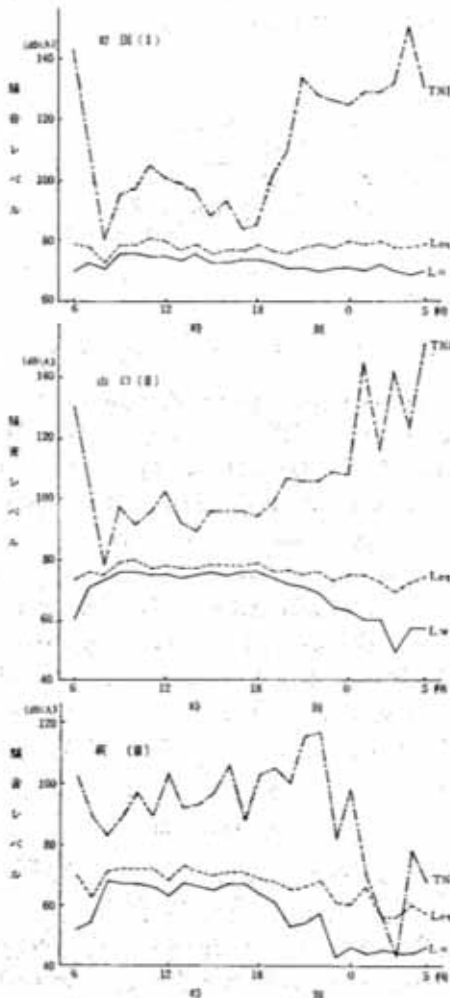


図8 測定箇所別にみた時刻別、各種騒音評価量の比較

前述したように、県内自動車騒音の中央値の時刻的変動は I, II, III の三つの類型に分類される。そこで、I 群では岩国、II 群では山口、III 群では萩を選び、各測定箇所における時刻別の L₁₀, TNI, Leq を比較したのが図8であり、それぞれの評価量について測定箇所別に比較したのが図9である。

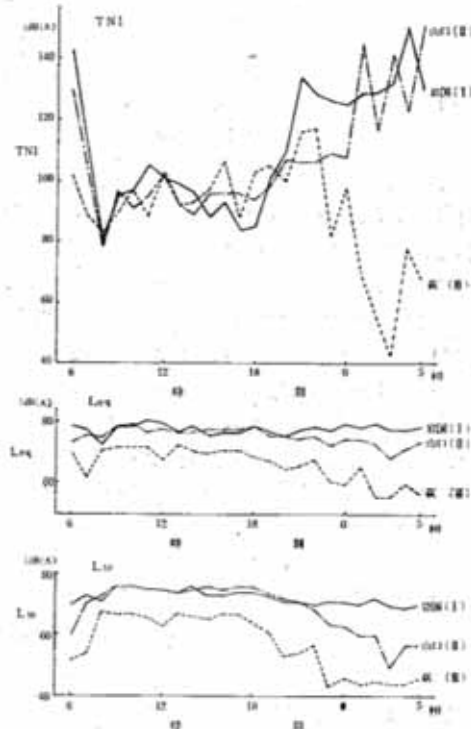


図9 時刻別にみた各種騒音評価量の測定箇所別比較

3.3.1 TNI

TNI は次の式で示される。

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \dots \text{①}$$

$$= 3(L_{10} - L_{90}) + L_{10} - 30 \dots \text{②}$$

L₉₀ および Leq は図8に示すように I 群では夜間もほとんど減少せず、II, III 群では夜間に減少しているのに対し、TNI は I 群、II 群では夜間に増大し、III 群では深夜から早朝にかけて減少しており、図9に示すように、箇所別の TNI の時刻的変動の様相は L₁₀ や後述する Leq とは異なっている。なお、岩国、山口、萩における TNI の24時間平均値はそれぞれ 112, 107, 90dB であった。

また、TNI と交通量との関係 (図10) をみると、少なくとも、ある程度以上 (約 500 台/h) の交通量があれば、一般に交通量の増加に伴い TNI が減少するという逆比例的な関係にある。これは、図11に示すように、交通

量が少なくなるにつれて80%レンジの下限値 (L_{50}) は減少するが、上限値 (L_{10}) はほぼ一定であるので、②式においてレベルのバラツキ ($L_{10}-L_{50}$) が増大するためである。なお、交通量が特に少ない (約300台/h以下) 場合には特異的で、交通量が増加するとTNIが増大する傾向を示した (図10)。これは交通量がこの範囲では L_{50} が暗騒音と思われるほぼ一定値を示しているのに対し、 L_{10} は交通量の増加とともに増大している (図11) ので、②式においてレベルのバラツキ ($L_{10}-L_{50}$) が減少するためである。

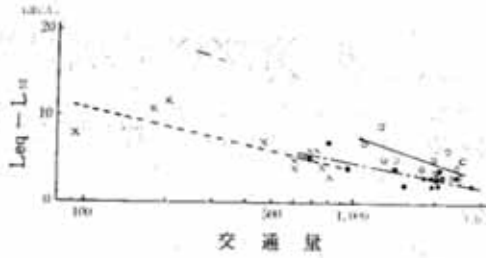


図12 L_{eq} と L_{50} との差と交通量との関係

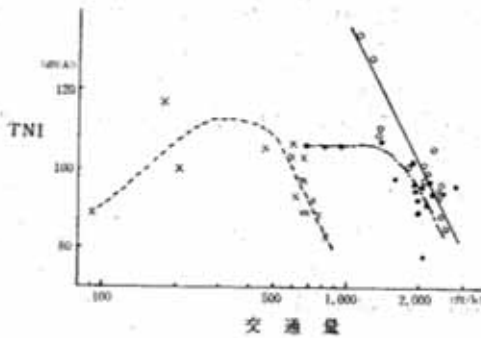


図10 TNI と交通量との関係

注。○岩園 (I), ●山口 (II), ×萩 (III)
(図11~13共通)

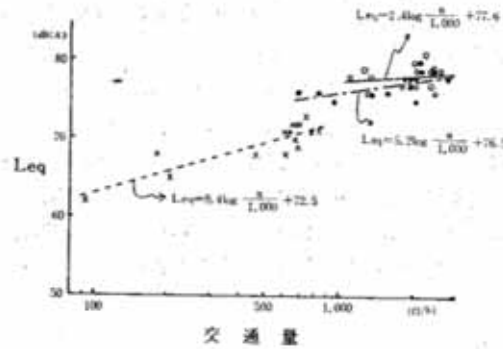


図13 L_{eq} と交通量との関係

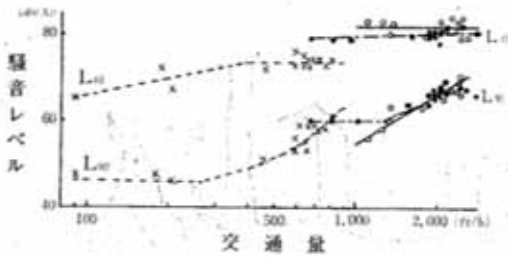


図11 L_{10} および L_{50} と交通量との関係

3.3.2 L_{eq}

各測定箇所とも L_{eq} と L_{50} の時刻的変動の様相は類似しており (図8), L_{eq} も L_{50} と同様に I, II, III の三つの類型が認められる (図9)。昼間においては L_{eq} は L_{50} より3~5 dB高いレベルで L_{50} と平行的に推移しているが、夜間においては L_{eq} は減少度が小さく、特に I 群は横ばい状態で、交通量が減少するにつれ L_{50} との差は広がっていく (図12)。また、交通量と L_{eq} との関係 (図13) をみると、両者は正相関の関係にあるが、 L_{50} に比較して、交通量の減少による L_{eq} の低下は少ない。

4 まとめ

昭和49~50年にかけて山口県内の代表的な道路10余箇所において自動車騒音を調査し、次の事項を認めた。

(1)騒音レベルを中央値についてみると、国道2号に面する岩園、新南陽、徳山では昼夜を通じてレベルが大であり、山陽地域の主要都市を結ぶ幹線道路に面する山口、宇部、下関では昼間、国道2号と同様にレベルが大であるが、夜間においては減少していた。また、これらのところよりも交通量が比較的少ないその他の都市を通過する主要道路に面する平生、下松、美祿、萩においては、山陽幹線道路よりも昼夜を通じて約10dB程度小さかった。

(2)その他の評価量についてみると、 L_{eq} は中央値と同様の傾向を示したが、夜間の減少度が少ない。しかし、TNIについては前二者とは様相を異にしていた。

(3)中央値は交通量、道路からの距離および車線数などによって異なり、理論式と類似の様相を示した。

(4)交通量の増加に伴い L_{eq} は増大し、TNIは減少する傾向が認められた。TNIのこの現象は、交通量が少なくなると騒音レベルのバラツキが増大するためである。

6 有害物質の封鎖処理に関する基礎研究(第5報)

— 無機水銀のメチル化について —

重田 道正

1 はじめに

徳山湾内の魚介類中の水銀の多くはメチル水銀であることはすでに報告されている¹⁾。しかしながらこれらメチル水銀の魚介類への摂取経路については、いまだに解明されていない現状にある。一般に魚介類への摂取経路^{2,3,4,5)}については国内外で多くの報告がされているが、今なお定着していない。そこでどのような経路から海水中にメチル水銀が生成するかを検討した。すなわち底質中においてメチル化したものが溶出したとする考え方と底質から溶出した無機水銀が海水中でメチル化したとする考え方の両者について、これらの実験上の可能性について検討した。

2 実験

2.1 試料

1) 海水
徳山湾および秋穂湾で採取したものをそのまま用いた。

2) 底質

徳山湾内の底質をそのまま用いた。なお、これらの採泥地点は図1に示した。

3) 各種排水

試験のため当センターに持ち込まれたものをそのまま用いた。

2.2 装置および器具

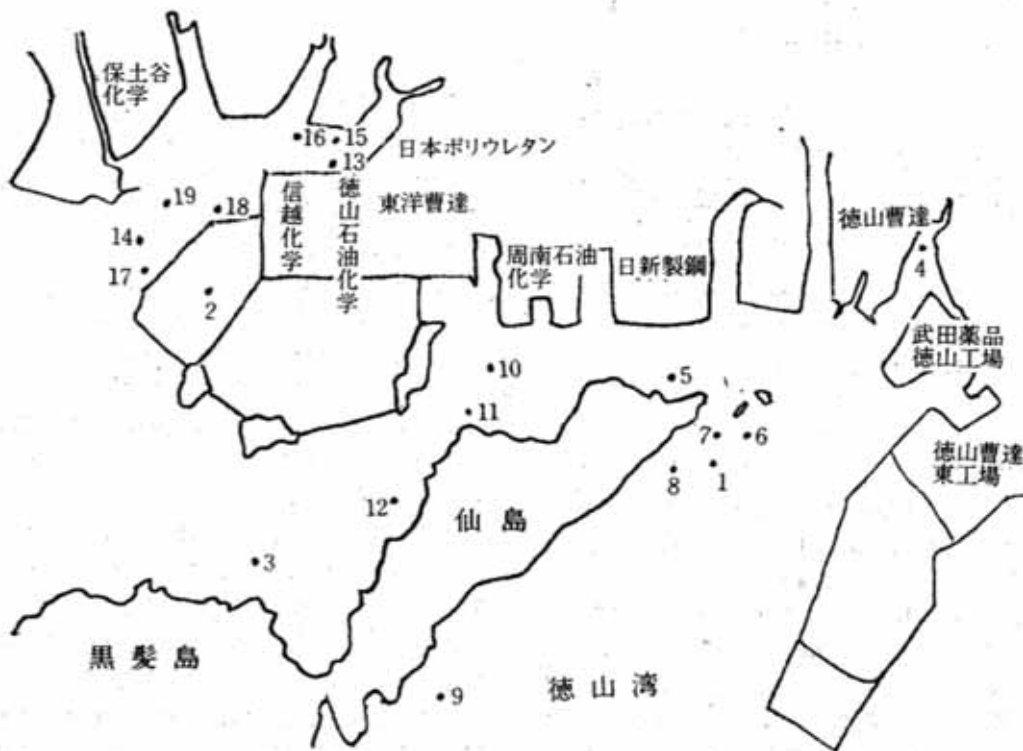


図1 底質採取位置

1) 光照射装置

標準白色光源クセノライト (村上色彩技術研究所, PL-500) を用い, 光源にはクセノンランプを使用した。この分光比エネルギー分布は可視部および紫外部を含めて太陽光と似ている。

2) ガスクロマトグラフ

島津製作所製GC-3 BE 型 (Ni⁶³ 線源付) を用いた。

2.3 メチル水銀の分析

水については環境庁告示第64号により, 底質については底質調査方法により分析した。反応液はグラスファイバーフィルター (Whatman GF/B) を用いて吸引ろ過し, ろ液および泥土についてメチル水銀を分析した。

2.4 太陽光線照射実験

2.4.1 徳山湾底質メチル化

500ml のビーカーに徳山湾のNo. 1, No. 2 地点の底質をそれぞれ 100g (湿泥) とし反応液として酢酸液, 海水イオン交換水, 富田川河口水, 富田川下流水をそれぞれ 300ml 加え, ジャーテスターで1時間攪拌した後, サランラップ膜でビーカーに蓋をし屋外において延べ 200時間太陽光線を照射した。

2.4.2 徳山湾底質に標準試薬を添加したもののメチル化 (標準添加実験)

500ml ビーカーに徳山湾のNo. 1, No. 2, No. 3 地点の底質をそれぞれ 100g (湿泥) とし, 硝酸第 2 水銀, 酸化第 2 水銀, 塩化第 2 水銀各 2mg を入れ, ジャーテスターで攪拌した後酢酸液, 海水, 富田川河口水, 富田川下流水をそれぞれ 300ml 加え, 2.4.1 と同様に太陽光線を照射した。

また, 同様にNo. 3 地点の底質を 100g (湿泥) とし, 硝酸第 2 水銀, 酸化第 2 水銀各 200mg, 硫化水銀 5mg を入れ, ジャーテスターで攪拌した後酢酸液, 富田川河口水, 富田川下流水をそれぞれ 300ml 加え上記と同様に太陽光線を照射した。

2.5 クセノライトによる照射実験

2.5.1 標準物質によるメチル化

1) 500ml ビーカーに硫酸第 2 水銀を 5mg とし, これにメチル基が 100mg になるように, 酢酸, ビルビン酸, ソルビン酸, クロトンアルデヒド, ソルビン酸カリウムを加え, イオン交換水および海水を用いて全量を約

200ml に調整した後サランラップ膜で蓋をし, クセノライトを用いて約 200時間紫外線を照射した。

2) 500ml ビーカーに塩化第 2 水銀, 硫酸第 2 水銀, 酸化第 2 水銀, 硫化第 2 水銀をそれぞれ 1mg ずつとり, これにメチル基が 10mg になるように酢酸, ビルビン酸, アセトン, フルビン酸, ソルビン酸カリウムを加え, イオン交換水および海水を用いて全量を約 200ml に調整した後, サランラップ膜で蓋をし 1) と同様に実験した。また, 同時にイオン交換水を用いて調整した試料を暗所に放置し, メチル化暗反応の実験を行なった。

2.5.2 底質におけるメチル化

1) 300ml ビーカーに No. 4~14 地点の底質をそれぞれ 20g (湿泥) とし, これにメチル基が 10mg になるように酢酸, ビルビン酸, クロトン酸, ソルビン酸, ソルビン酸カリウムを加え, イオン交換水を用いて全量を約 100ml に調整した後よく混合し, これらをサランラップ膜で蓋をしスターラーで攪拌しながら約 200時間紫外線を照射した。

2) 1) と同様に底質をとり, これに塩化第 2 水銀を 0.1mg 加え, さらにイオン交換水 50ml を加えてスターラーで約 1 時間ゆっくり攪拌混合した。つぎにこれらに反応試薬を加え, 1) と同様に処理して紫外線を照射した。

2.5.3 各種排水によるメチル化

徳山湾に流入する工場排水の主なものと, 県内の下水処理場排水を反応液としてメチル化実験を行なった。500ml ビーカーに塩化第 2 水銀, 硫酸第 2 水銀をそれぞれ 1mg とし, これに各排水 200ml を加え 2.5.1 と同様に処理して紫外線を照射した。

2.5.4 底質に対するメチル水銀の吸着および溶出について

500ml 分液ロートに底質を 12g (乾泥) とし, 塩化メチル水銀を段階的に所定量加えこれにイオン交換水を 200ml 加えて約 30 分間振とうした。約 1 日放置した後, 乾泥と混合液の体積の比が 3/100 になるようにイオン交換水を加えて調整した後 4 時間振とうした。つぎにこれらを 3,000r.p.m で約 10 分間遠心分離して上澄み液をとりこれを溶出試験液とした。さらにメンブランフィルター 0.45μ, および No. 5 A を用いて吸引ろ過しそれぞれのろ液についてメチル水銀を測定した。

3 結果

3.1 太陽光線照射実験

3.1.1 徳山湾底質のメチル化

結果は表1に示したが、ろ液および泥土中に新たなメチル水銀は生成しなかった。

表1 底質におけるメチル化実験結果

地点	反応液	反応液				
		酢酸液	海水	イオン交換水	富田川河口水	富田川下流水
No.1	液層部	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000
	泥土部	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0
No.2	液層部	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000	ppm 0.000
	泥土部	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0	μg 0.0

3.1.2 標準添加実験

反応液に酢酸を用いた場合泥土中に新たにメチル水銀が生成した。また硫酸第2水銀、酸化第2水銀を200μg添加した場合、富田川河口水、富田川下流水についても新たにメチル水銀が生成した。硫化水銀を添加した場合新たにメチル水銀は生成しなかった。

3.2 クセノライトによる照射実験

3.2.1 標準物質のメチル化

2.5.1.1)の実験結果を表2に、2.5.1.2)の実験結果を表3に示した。硫酸第2水銀の場合、メチル基供与体(反応試薬)によりメチル化の収率に大きな差があり特にピルビン酸、ソルビン酸について多く生成した。また、反応条件では海水の場合やはりメチル化され難いという結果を生じた。また、無機水銀化合物の違いによりメチル化に差があり硫酸第2水銀>酸化第2水銀>塩化第2水銀の順で硫化第2水銀についてはほとんど生成しなかった。海水中ではほとんどメチル化は進行せず、わずかにソルビン酸とソルビン酸カリウムにおいて生成した。暗反応では収率は低いメチル水銀は生成した。

表2 標準物質によるメチル化実験結果

反応試薬	反応条件		海水	
	イオン交換水	メチル水銀	メチル水銀	メチル水銀
	メチル水銀量(μg)	メチル化収率(%)	メチル水銀量(μg)	メチル化収率(%)
CH ₃ COOH	0.21	0.006	0.00	—
CH ₃ COCOOH	43	1.1	0.75	0.02
CH ₃ CH=CHCHO	1.5	0.039	0.39	0.01
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOH	38	1.0	6.0	0.16
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOK	3.1	0.081	1.6	0.042

3.2.2 底質におけるメチル化

結果は表4に示したが標準添加しないものではろ液および泥土中に新たにメチル水銀は生成しなかった。標準添加したものはろ液中にメチル水銀は検出されなかったが、泥土中に新たにメチル水銀が検出され、採取地点により収率に差がみられた。

3.2.3 各種排水によるメチル化

工場排水(石油化学工場、曹達工場等)および下水処理場排水ではメチル水銀は検出されなかった。

3.2.4 底質に対するメチル水銀の吸着および溶出について

結果は表5に示したとおりである。底質中のメチル水銀濃度が1ppmまではまったく溶出しなかった。また、無機水銀の場合と異なりメンブランフィルター0.45μでろ過したろ液中のメチル水銀(溶解性水銀)とNo.5Aでろ過したろ液中のメチル水銀との間に差はなく、溶出したメチル水銀のほとんどは溶解性と思われる。

4 考察

標準物質のメチル化においては酢酸よりもピルビン酸、ソルビン酸等の方が収率がよいことがわかった。ピルビン酸の場合、ソルビン酸に比べて海水中において急激に収率が低下した。また、添加量を減らした場合および暗反応において極端に収率が低下した。ピルビン酸とソルビン酸とはカルボニル基と二重結合の違いであるが、メチル化反応においてはこのような構造上の違いが収率に

表3 無機水銀化合物によるメチル化実験結果

無機水銀化合物 反応条件 メチル 水銀 反応試薬	Hg Cl ₂						Hg SO ₄					
	イオン交換水		海 水		紫外線ナシ		イオン交換水		海 水		紫外線ナシ	
	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)
CH ₃ COOH	0.02	0.003	0.00	—	0.00	—	0.03	0.004	0.00	—	0.01	0.001
CH ₃ COCOOH	0.03	0.004	0.00	—	0.01	0.001	0.08	0.012	0.00	—	0.02	0.003
CH ₃ CO CH ₃	0.22	0.03	0.00	—	0.07	0.009	0.09	0.013	0.00	—	0.01	0.001
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOH	0.90	0.12	0.03	0.004	0.57	0.077	3.5	0.52	0.08	0.012	1.9	0.28
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOK	0.60	0.081	0.02	0.003	0.25	0.034	0.47	0.070	0.03	0.004	0.25	0.037
無機水銀化合物 反応条件	Hg O						Hg S					
反応試薬	イオン交換水		海 水		紫外線ナシ		イオン交換水		海 水		紫外線ナシ	
	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 率 (%)
CH ₃ COOH	0.03	0.003	0.00	—	0.01	0.001	0.00	—	0.00	—	0.00	—
CH ₃ COCOOH	0.02	0.002	0.00	—	0.01	0.001	0.00	—	0.00	—	0.00	—
CH ₃ CO CH ₃	0.13	0.014	0.00	—	0.06	0.006	0.00	—	0.00	—	0.00	—
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOH	2.6	0.28	0.07	0.008	1.3	0.14	0.02	0.002	0.00	—	0.00	—
CH ₃ (CH=CH) ₂ COOK	1.1	0.12	0.03	0.003	0.43	0.046	0.04	0.005	0.00	—	0.00	—

表4 底質におけるメチル化実験結果

条件 反応 試薬 メチル 水銀	無機水銀			不器加			無機水銀不器加						
	CH ₃ COOH			CH ₃ CH=CHCOOH			CH ₃ (CH=CH) ₂ COOH			CH ₃ (CH=CH) ₂ COOK			
	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	メチル 水銀量 (μg)	メチル化 収率 (%)	
底質試料 採泥地点													
	総水銀量 (ppm)												
No. 4	11	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—
No. 5	7.3	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.32	0.32
No. 6	12	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	1.3	1.3
No. 7	7.6	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—
No. 8	9.7	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.06	0.06
No. 9	8.8	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.04	0.04
No. 10	7.7	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.06	0.06
No. 11	9.3	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.11	0.11
No. 12	8.9	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.38	0.38
No. 13	11	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.19	0.19
No. 14	7.5	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—

注. 1) ろ液中の水銀濃度はいずれも0.00μg以下であったので表中には表記しなかった。
 2) 表中の数字はいずれも泥土中のメチル水銀量である。
 3) 無機水銀添加の場合メチル収率は、加えた塩化第2水銀より計算した値である。

表5 メチル水銀溶出試験結果

添加したメチル水銀量 (μg)	みかけ上の底質のメチル水銀濃度 (ppm)	溶出したメチル水銀量 (μg)		溶出液のメチル水銀濃度 (ppm)		溶出率	
		ろ紙No.5 A	メンブランフィルター	ろ紙No.5 A	メンブランフィルター	ろ紙No.5 A	メンブランフィルター
0.4	0.033	0.00	0.00	—	—	—	—
2	0.17	0.00	0.00	—	—	—	—
4	0.33	0.00	0.00	—	—	—	—
12	1.0	0.00	0.00	—	—	—	—
24	2.0	0.02	0.02	0.0001	0.0001	0.0017	0.0017
40	3.3	0.07	0.06	0.0004	0.0003	0.0035	0.0030
100	8.3	0.21	0.19	0.0011	0.0010	0.0042	0.0038
200	16.7	0.87	0.86	0.0045	0.0044	0.0087	0.0086
400	33.3	5.3	5.4	0.027	0.028	0.027	0.027
2000	167	460	510	2.4	2.6	0.46	0.51

注. 1) 表中の数字のうち2段になった所の左側はメンブランフィルターでろ過したもの、右側はろ紙No.5 Aでろ過したものの結果である。

影響を与えると考えられる。一般にオレフィン化合物に対して水銀が付加し易いことは知られている。ソルビン酸の場合、暗反応においても好収率であったことから光メチル化反応以外にイオン付加反応等でメチル化が進行するものと推察される。しかし、ソルビン酸と同様に二重結合を有するクロトンアルデヒド、クロトン酸についてメチル化反応をおこなったが、ソルビン酸に対して低収率であった。藤木らの報告⁹⁾にも同様の傾向がみられ末端のアルデヒド基、カルボキシル基の違い、あるいは、二重結合数の違いによるものと思われる。

海水の場合、多量に存在する塩素イオンのためにメチル化は進行し難いが、これは水銀に対して酢酸イオンが配位し難いためと思われる。すなわち水銀イオンに対する配位力は塩素イオンの方が、はるかに酢酸イオンより強く、塩化第2水銀の場合ほとんどが $HgCl_2$ の配位状態と考えられる。また、海水のように多量の塩素イオンが存在する場合、水銀は $HgCl_4^{2-}$ 錯体に変化しメチル化し難いと考えられる。

徳山湾底質中の無機水銀は安定であり容易にメチル化

されないことがわかった。また、標準化合物の添加実験によれば、底質中に硫化水銀以外の活性無機水銀が存在し、これらをメチル化するためのメチル基供与体が多く存在すれば、底質中においても容易にメチル化は進行すると考えられる。一般に底質中の無機水銀は安定であるが、特殊な条件では硫化水銀も硫酸水銀等に可溶化しメチル化することも知られている⁷⁾。そこで徳山湾内の底質中のメチル水銀について多量の試料を用いて測定した。結果は表6に示したが0.002ppm前後のメチル水銀が検出された。

次にメチル水銀の底質からの溶出についてであるが、メチル水銀は底質中において安定であり、吸着されたり硫化水銀に変化したりして水中へは移行し難いとされている^{8,9)}。今回の実験においても表4に示したとおり、ろ液中にはまったくメチル水銀は検出されなかった。また、表5に示したように標準添加実験においてもきわめて溶出し難い結果であった。

以上の結果からつぎのことが考えられる。海水中の水銀0.05 ppb が十分なメチル基供与体のもとでメチル化されると仮定するとその収率(表3より0.012%)から海水中水銀濃度は 6×10^{-9} ppm となる。このメチル水銀が魚介類に濃縮され0.3ppm以上になるためには500万倍以上の濃縮率となる。つぎに底質中メチル水銀濃度を0.002ppmとすると、溶出率(表5より0.002)から海水中のメチル水銀濃度は 1.2×10^{-7} ppm となり、濃縮率は250万倍以上となる。このように実際上両者とも魚介類への蓄積ルートとしては考え難い。

表6 底質中のメチル水銀量

採取地点	総水銀量 (ppm)	メチル水銀量 (ppm)
No. 15	6.5	0.0015
No. 16	5.2	0.0008
No. 17	4.0	0.0010
No. 18	5.0	0.0023
No. 19	5.7	0.0018

5 ま と め

文 献

1) 無機水銀化合物は淡水中ではメチル基供与体のもとで容易にメチル化し、その反応性は硫酸第2水銀、酸化第2水銀、塩化第2水銀の順で硫化第2水銀ではほとんどメチル化しなかった。

2) 無機水銀化合物は海水中ではメチル化し難く特定のメチル基供与体のもとで少量生成した。また、暗反応においてもメチル水銀は生成した。

3) 徳山湾底質中の無機水銀は安定であり、メチル基供与体のもとでもメチル化しなかった。標準無機水銀化合物を添加した場合はメチル水銀が生成した。

4) 徳山湾内の主要工場排水および県内の下水処理場排水ではメチル化しなかった。

5) 徳山湾底質はメチル水銀をよく吸着し、ほとんど溶出しなかった。

- 1) 環境保健レポート № 33.43~44 (1975)
- 2) 田中克彦 著; 衛生化学 22 (2) 50~55 (1976)
- 3) 菅 考男; 化学と工業, 28 (8) 98~100 (1976)
- 4) 井村伸正 著; 環境保健レポート № 37.1~5 (1976)
- 5) 藤田昌彦, 橋爪健一郎 著; 日衛誌 30(5) 562~573 (1975)
- 6) 藤木素士, 田島静子; 環境保健レポート № 37.6~9 (1976)
- 7) 赤木洋勝, 藤田勇三郎; 日本化学会誌 1273~1279 (1975)
- 8) 藤木素士, 田島静子; 熊本医学会誌 48 (2) 117~123 (1974)
- 9) 津山明宜 著; 名古屋市公害研究所報 3, 57~64 (1974)

7 公共用水域における有害物質に関する調査研究 (第3報)

— フタル酸エステル環境調査 —

岡田三平, 松崎幸夫

1 はじめに

多くの合成有機化合物は日常生活の中に取り入れられ、これらの物質の有害性や環境汚染^{1), 2)}が問題になっている。

近年、可塑剤として用いられているフタル酸エステル (PAE) もまた催奇性、急性慢性毒性³⁾が問題となり、汚染物質として注目されている。

PAE は可塑剤総生産の 85%以上を占めており、なかでもフタル酸ジブチル (DBP)、フタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) はフタル酸系可塑剤の75%以上生産されている現状である。

そこで、公共用水域における有害物質に関する調査研究の一環として県内の河川、海域についてPAE (DBP,

DEHP) の含有量について調査した。

2 調査方法

2.1 調査地点

岩国水域、徳山・笠戸湾水域、宇部・小野田水域、有帆川水域、仙崎・深川湾水域における30地点において一部の水域では2回調査した。また、底質については岩国水域、徳山・笠戸湾水域、仙崎・深川湾水域で各一地点での調査を行なった。調査地点は図1に示す。

2.2 分析方法

化学物質環境調査分析法 (環境庁)、および当所で検討した方法³⁾によった。

表1 フタル酸エステル調査結果

(昭和50年2月~3月)

No	地 点 名	水 質 PAE (ppb)			底 質 PAE (ppm/乾泥)		
		DBP	DEHP	DBP+DEHP	DBP	DEHP	DBP+DEHP
1	岩 国 No. 1	0.2	0.3	0.5			
2	" No. 2	0.3	0.2	0.5			
3	" No. 3	0.2	0.2	0.4			
4	" No. 4	0.2	0.3	0.5	0.05	0.07	0.12
5	" No. 5	0.2	0.2	0.4			
6	徳 山 湾 No. 6	0.5	0.3	0.8			
7	笠 戸 湾 No. 7	0.4	0.3	0.7			
8	徳 山 湾 No. 8	0.4	0.3	0.7			
9	" No. 9	0.3	0.2	0.5			
10	" No. 10	0.3	0.2	0.5	0.04	0.07	0.11
23	仙 崎 湾 No. 23	0.3	0.4	0.7			
24	" No. 24	0.3	0.6	0.9			
25	" No. 25	0.2	0.4	0.6	0.05	0.05	0.10
26	深 川 湾 No. 26	0.3	0.6	0.9			
27	" No. 27	0.2	0.5	0.7			

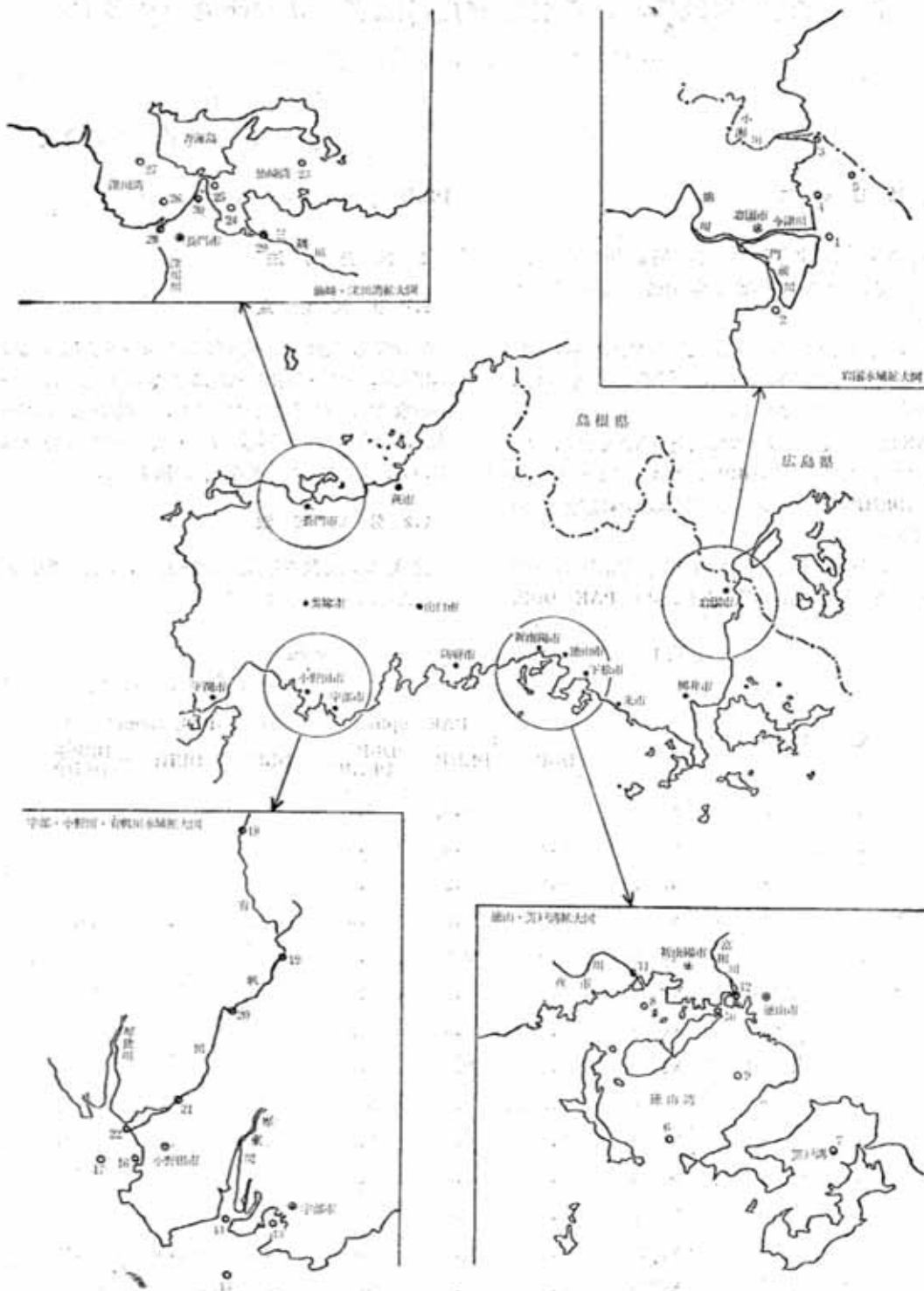


図1 フタル酸エステル調査地点

表2 フタル酸エステル調査結果

(昭和50年7月~9月)

No	地点名	水質 PAE (ppb)			No	地点名	水質 PAE (ppb)		
		DBP	DEHP	DBP+DEHP			DBP	DEHP	DBP+DEHP
8	徳山湾 No. 8	0.2	0.4	0.6	19	有帆川 No. 19	0.5	0.2	0.7
10	" No. 10	0.1	0.3	0.4	20	" No. 20	0.7	0.4	1.1
11	夜市川河口	0.6	0.4	1.0	21	" No. 21	0.5	0.3	0.8
12	富田川河口	0.7	0.4	1.1	22	" No. 22	0.7	0.3	1.0
13	宇部 No. 13	1.6	0.7	2.3	24	仙崎湾 No. 24	1.3	0.4	1.7
14	" No. 14	1.0	0.8	1.8	26	深川湾 No. 26	1.8	0.4	2.2
15	" No. 15	0.9	0.7	1.6	28	深川川河口	1.4	0.3	1.7
16	小野田 No. 16	1.1	0.8	1.9	29	三隅川河口	0.6	0.2	0.8
17	" No. 17	0.8	0.5	1.3	30	長門終末処理場	1.5	0.5	2.0
18	有帆川 No. 18	0.5	0.2	0.7					

3 結果と考察

調査結果を表1、表2に示す。

調査した全地点からDBP, DEHPいずれも検出された。DBPとDEHPの含量は河川水で0.7~1.7ppb, 海水で0.4~2.3ppbであった。有帆川では一地点を除き上流から下流にかけて数値が上昇している。有帆川No.20地点は住宅密集地のため高い値が検出されたものと思われる。

海域については、仙崎・深川湾水域および宇部・小野田水域の値が、岩国水域、徳山・笠戸湾水域にくらべ高かった。これは水域の有機物汚濁とPAEの微生物分解性²⁾からして有機物による汚濁が前者において少なかったことによるものと考えられるが、さらに有機物汚濁量と内容の関連性で詳細な検討が必要である。一方立川³⁾の調査によればPAEの汚染度は瀬戸内海13か所平均でDBP0.7ppb(最大1.7ppb), DEHPは0.25ppb(最大0.7ppb), 東京湾10か所平均でDBP1.9ppb(最大9.9ppb), DEHPは1.4ppb(最大6.1ppb)と報告されている汚染実態からすれば本県のPAE汚染は前記の瀬戸内海13か所の平均レベル以下であった。

つきにほとんどの調査地点においてDBPがDEHPにくらべて高い数値であり、これは、年間の生産量、微生物分解性という点とは逆の結果が得られたが、既往の調査結果²⁾においても同様な傾向を示している。また季節的には冬期より夏期において環境中のPAE汚染が高いとの報告がなされているが、本調査においても表1(2~3月), 表2(7~9月)に示すごとく同じ傾向が認

められた。

底質は水質の約100倍量であった。これは底質への蓄積を示しているが、分解条件の究明など総合的な調査を行なう必要がある。

4 まとめ

県下の公共用水域における30地点の水質、底質についてPAEの環境調査を行なった結果は、つぎのとおりである。

- (1) 河川水はDBP0.5~1.4ppb, DEHP0.2~0.4ppb, 海水でそれぞれ0.1~1.8ppb, 0.2~0.7ppbであった。
- (2) 底質中のDBP0.04~0.05ppm, DEHP0.05~0.07ppmであった。
- (3) 季節的には夏期において高い傾向を示した。

以上の調査によってPAEの環境汚染の実態を明らかにしたが、PAEの汚染度を判定するにあたっては季節性微生物分解、天然存在量等を考慮した判定を行なう必要がある。

調査結果からPAEが全調査地点から検出されたことは、生活排水からの汚染もあると考えられる。

文 献

- 1) 加須屋 実, 環境技術, 3, 625 (1974)
- 2) 立川 涼, 環境技術, 3, 617 (1974)
- 3) 岡田三平, 山口県公害センター年報, 1, 105 (1976)
- 4) 服部幸和ほか, 水処理技術, 16, 951 (1975)
- 5) 児玉剛則ほか, 公害と対策, 10, 977 (1974)

8 公共用水域における有害物質に関する調査研究 (第4報)

—榎野川の水質について—

古谷誠治, 岡田三平, 松崎幸夫
松田義彦, 石田正明

1 はじめに

近年都市近郊河川の水質汚濁が進み問題となっている。そこで、榎野川水域をとりあげ、水質汚濁の現状の正確な把握を目的として調査研究を行ない、併せて汚濁特性の解析を行なった。

2 調査方法

2.1 調査期間

昭和51年7月~52年3月の間、月1回の調査を行なった。

表1 水質調査地点名

採水点	地点名	採水時刻
1	砕石場下 ピラプリンス上	9.00~9.30
2	東山橋下	9.30~10.00
3	高井堰下	10.30~11.30
4	三和町	10.00~11.00
5	秋穂渡瀬橋下	11.00~12.00
6	千代丸橋下	11.30~12.00
7	権現堂橋下	13.00~13.30
8	柳井田橋下	13.30~14.00
9	淋光井堰	14.00~14.30
10	百間橋	14.30~15.00

2.2 調査地点

調査地点は表1, 図1に示した。また、各調査地点の毎月の採水時刻は表2に示したように、ほぼ同時刻に採水を行なった。なお、No.4 (一の坂川, 51年11月8日),

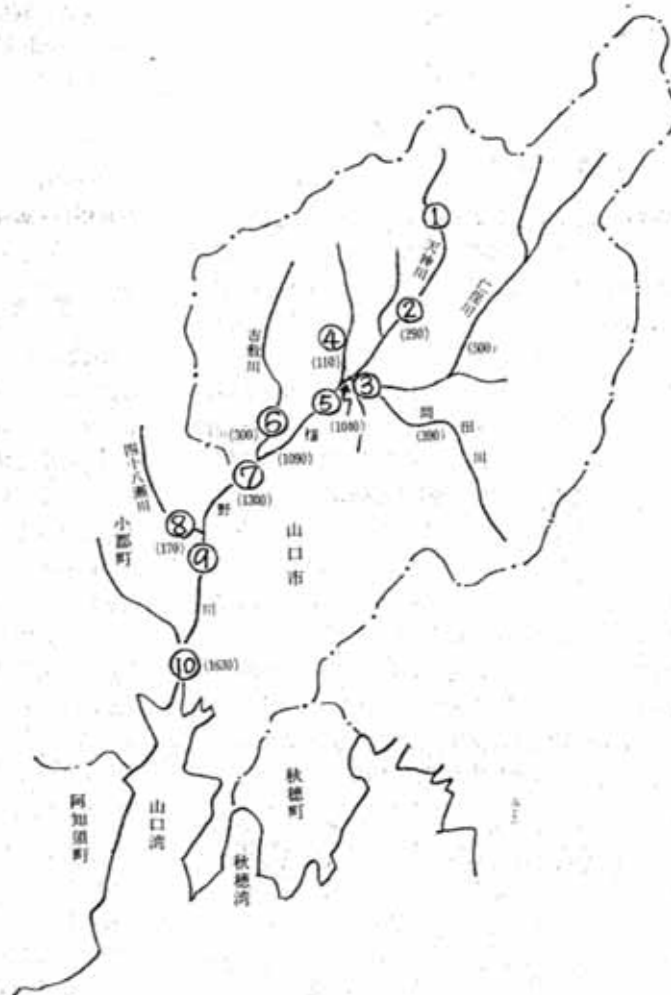


図1 水質調査地点
()内は流量配分量

№7 (榑野川, 榑現堂橋, 52年4月11日) の2地点で通日調査を行ない, 1日の水質の変動について検討した。

2.3 調査項目および試験方法

河川水の調査を行なう場合, 一般に化学的酸素要求量 (COD), 生物化学的酸素要求量 (BOD), 水素イオン

表2 調査項目と試験方法

調査項目	試 験 方 法
流 量	電流速速計*
pH	JISK0102 8.1による方法
COD	" 13 "
BOD	" 16 "
DO	" 24.3 "
Cl ⁻	" 25.1
NO ₂ -N	環境庁「水質等試験方法」(GR法)
NO ₃ -N	"
NH ₄ -N	"
PO ₄ -P	" (モリブデン・ブルー法)
T-P	" (過硫酸カリ分解 モリブデン・ブルー法)
PAE**	環境庁「化学物質環境調査」
MBAS	"
SS	メンブランフィルターによる濾過(重量法)
一般細菌	JISK0102 5.9による方法
大腸菌群	"
螢 光	波長 350 nm で励起したときの430 nm に おける螢光強度比 ¹⁾

注: * 流量は№2地点のみ流速計で測定し, 他の地点は榑野川流量配分図(山口土木事務所)により算定した(図1)

** PAE は, ジエチルヘキシルフタレート (DEHP) とジブチルフタレート (DBP) の合計で表わした。

濃度 (pH), 溶存酸素 (DO), 塩素イオン (Cl⁻), 亜硝酸態窒素 (NO₂-N), 硝酸態窒素 (NO₃-N), アンモニア態窒素 (NH₄-N), リン酸態リン (PO₄-P), 全リン (T-P), 等々が考えられるが, これらの他に表2に示すようにフタル酸エステル (PAE), メチレンブルー活性物質 (MBAS), 懸濁物質 (SS) 等の測定も行ない, それらの相関について検討を行なった。

試験方法は表2に示す。

3 結果と考察

3.1 結 果

水質調査の総括は表3, 流量および負荷量は図2に, 各汚濁指標間の相関係数は表4に示す。№4および№7地点の通日調査の結果は表5, 表6にそれぞれ示した。なお, 検出限界はつぎのとおりである。

(有効数字2桁) N, P } ……0.01ppm
MBAS }
PAE ……0.1 ppb

主な項目についてみると

DO: 生活排水を直接うけている№4, №6の地点を除けば他のほとんどの地点で酸素は十分溶存しており, 榑野川全体からみれば前の両地点の水も本流と合流後は十分回復し, 環境基準に達している。

BOD, COD: 一の坂川, 仁保川の合流により№5地点で著しく負荷量が増えている。これは比較的汚濁濃度の高い一の坂川の影響もさることながら, 汚濁濃度は低く一般には榑野川の稀釈の役目を果たしていると考えられる仁保川の影響も大きいと思われる。図2のごとく, 汚濁負荷量は仁保川の方が高い。同様に№6, №8地点の濃度も№3の濃度よりは高いが, 負荷量からみると, 仁保川よりは低くなっている。

Cl⁻: 河川中の塩素イオンの濃度は人為汚染の度合に支配されるといわれている²⁾。一の坂川, 吉敷川ともに比較的高い塩素イオン濃度であるが, 榑野川本流では稀釈されてあまり高い値にはなっていない。

N: 仁保川, 一の坂川, 吉敷川による汚濁が著しい。№7地点は№6の高い値にもかかわらず, NH₄-Nは減少し, NO₃-Nが増加しているのは榑野川本流が十分酸化力があるためと思われる。なお, NO₃-Nについては仁保川の値(№3)が他に比較して非常に高いのが注目される。

P: 住宅密集地を流れてくる支流による汚濁が著しく生活排水に起因することが推定される。特に螢光スペクトル強度やMBASとの相関が高いことから考えると

表3 分 析 結 果

項 目 地 点	pH	ppm													個/ml		螢 光
		COD	BOD	DO	Cl ⁻	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N+NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	T-P	PAE	MBAS	SS	一 般 菌	大 腸 菌 群 数	
1	7.1~ 7.6	0.2~ 1.9	0.1~ 2.4	8.1~ 12.5	9.1~ 20.5	ND~ 0.01	0.05~ 0.20	ND~ 0.03	ND~ 0.02	ND~ 0.02	ND~ 0.02	0.0003	ND~ 0.01	0.3~ 3.8	140~ 930	1~ 100	1.0
2	6.9~ 7.4	1.0~ 3.9	0.4~ 3.8	8.6~ 13.1	9.2~ 22.9	ND~ 0.01	0.25~ 0.68	0.02~ 0.21	0.02~ 0.08	0.04~ 0.10			0.02~ 0.05	0.5~ 13.8	1,500~ 10,000	72~ 2,700	2.8
3	7.0~ 7.3	0.7~ 2.3	0.1~ 2.3	8.2~ 11.5	9.1~ 14.3	ND	0.12~ 0.90	0.01~ 0.13	ND~ 0.06	ND~ 0.06	ND~ 0.06		ND~ 0.02	0.2~ 5.8	270~ 4,500	0~ 286	1.4
4	6.8~ 7.3	0.8~ 5.2	3.7~ 7.3	7.9~ 9.9	12.4~ 15.7	0.01~ 0.12	0.30~ 0.87	0.21~ 0.70	0.13~ 0.20	0.19~ 0.47			0.20~ 0.51	0.3~ 5.4	11,000~ 77,000	200~ 1,880	13.5
5	7.0~ 7.6	0.9~ 3.3	0.6~ 3.7	7.8~ 12.4	10.0~ 32.9	ND~ 0.1	0.13~ 0.80	0.03~ 3.5	0.01~ 0.34	0.02~ 0.39			0.01~ 0.04	0.4~ 5.1	390~ 39,000	0~ 520	2.0
6	6.7~ 7.2	2.1~ 2.8	1.4~ 5.2	4.6~ 9.9	7.8~ 34.8	0.03~ 0.08	0.21~ 0.96	0.23~ 0.91	0.04~ 0.14	0.10~ 0.32			0.04~ 0.16	0.2~ 5.4	11,000~ 87,000	10~ 570	7.6
7	7.0~ 7.6	1.5~ 2.8	0.6~ 3.9	9.2~ 12.2	12.4~ 19.0	0.02~ 0.04	0.06~ 0.98	0.07~ 0.68	0.05~ 0.12	0.07~ 0.20	0.0005		0.01~ 0.09	1.6~ 3.4	900~ 7,300	2~ 880	4.2
8	7.1~ 8.4	0.5~ 2.2	0.8~ 2.9	7.9~ 13.5	7.6~ 13.8	ND~ 0.02	0.01~ 0.18	0.03~ 0.16	0.01~ 0.03	0.01~ 0.06			0.02~ 0.06	0.2~ 7.0	1,800~ 7,000	6~ 1,200	2.3
9	6.8~ 7.3	1.7~ 3.0	0.6~ 2.6	7.1~ 12.9	11.4~ 25.2	0.01~ 0.04	0.29~ 1.01	0.03~ 0.76	ND~ 0.12	0.05~ 0.23			0.02~ 0.09	0.3~ 5.9	1,100~ 26,000	3~ 390	3.6
10	7.0~ 7.9	1.7~ 16.7	0~ 4.3	7.2~ 11.7	15.2~ 5,810	ND~ 0.04	0.17~ 0.82	0.07~ 0.50	0.04~ 0.08	0.08~ 0.23			0.01~ 0.06	1.5~ 25.3	680~ 17,900	0~ 480	3.2

注. 1) PAEは11月に1度だけ分析を行ない, DOPとDBPの合計である。
 2) 螢光ピークは№1地点を1としたときの11月, 12月の平均値。
 3) 以上の他は年間の測定値の範囲で示してある。
 4) NDは0.01ppm未満。

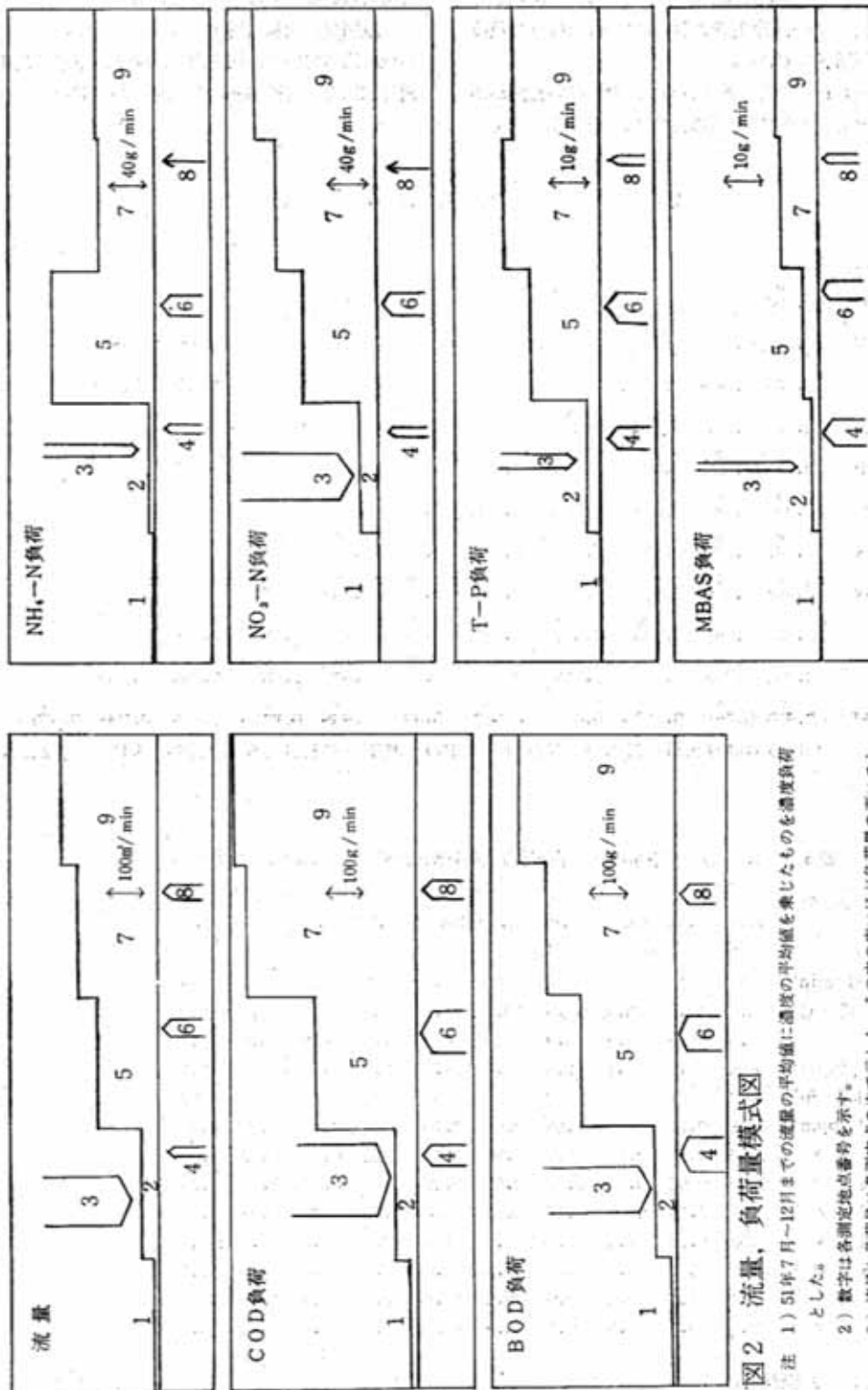


図2 流量、負荷量模式図

- 注 1) 51年7月～12月までの流量の平均値に濃度の平均値を乗じたものを濃度負荷とした。
 2) 数字は各測定地点番号を示す。
 3) 流量と負荷量は各測定点の中で示した。その巾の広いほど負荷量の高いことを示す。

洗剤によるものが多いと思われる^{3,4)}。また、藻類などの生物によって一部分消費されるためか、No. 9の負荷量、濃度が低下している。

MBAS：Pと同様の増減があり、Pと高い相関があった。負荷量のグラフから推察するに、自浄作用による

と考えられる減少はわずかである。

一般細菌、大腸菌群数：No. 2, 4, 6, 8地点が他の地点に比べて多く、住宅密集地域を流下する河川での生活排水による有機汚濁、し尿汚染の影響をみることができる。

表4 汚濁指標間の相関係数

COD	1																		
BOD	0.988*	1																	
NH ₄ -N	-0.048	-0.148	1																
NO ₂ -N	0.666	0.589	0.519	1															
NO ₃ -N	0.587	0.464	0.464	0.667**	1														
PO ₄ -P	0.979*	0.953*	0.098	0.765**	-0.624	1													
T-P	0.994*	0.983*	0.019	0.706**	0.573	0.990*	1												
MBAS	0.981*	0.994*	-0.186	0.591	0.430	0.940*	0.972*	1											
蛍光強度	0.967*	0.945*	0.031	0.789**	0.568	0.965*	0.969*	0.954*	1										
Cl ⁻	0.369	0.281	0.773**	0.870*	0.571	0.493	0.432	0.271	0.519	1									
一般細菌	0.932*	0.923*	0.073	0.733**	0.487	0.908*	0.938*	0.935*	0.963*	0.520	1								
大腸菌群	0.950*	0.981*	0.313	0.441	0.369	0.892*	0.935*	0.976*	0.875*	0.100	0.850*	1							
	COD	BOD	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	T-P	MBAS	蛍光強度	Cl ⁻	一般細菌	大腸菌群							

* 1%危険率で有意

** 5%危険率で有意

表5 No. 4地点(下水溝との合流後) 通日調査結果 昭和51年11月8日

採水時刻	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
流量 (m ³ /min)	15	15	17	16	15	14	次	17	17	16
水温 (°C)	13.5	13.5	15.0	17.5	19.0	18.0	16.5	16.0	15.5	15.0
pH	6.8	6.9	6.9	6.9	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7
DO (ppm)	6.8	7.2	7.4	7.2	5.8	4.7	2.2	1.8	2.3	2.7
DO飽和度 (%)	67	71	75	78	64	51	23	18	23	27
PO ₄ -P (ppm)	0.18	0.21	0.48	0.63	0.58	0.49	0.42	0.45	0.43	0.35
T-P (#)	0.29	0.35	0.80	1.0	0.78	0.71	0.58	0.73	0.56	0.56
NO ₂ -N (#)	0.02	0.02	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06
NO ₃ -N (#)	0.17	0.16	0.08	0.05	0.08	0.04	0.05	0.02	0.06	0.05
NH ₄ -N (#)	0.52	0.72	1.6	1.4	1.7	1.8	2.5	2.3	1.9	1.5
MBAS (#)	0.28	0.31	1.0	2.3	1.5	1.3	1.2	1.6	1.3	1.1
BOD (#)	2.4	4.0	10.0	19.0	20.0	17.5	16.0	18.0	14.8	11.0
COD (#)	3.2	3.4	7.8	10.5	10.9	10.1	10.2	9.8	6.8	6.5

注. 1) 天候晴れ。

2) 採水現場の都合により、毎月の定期採水点より下流で行なった。

表6 №7地点(権現堂橋)通日調査結果 昭和52年4月11~12日

調査項目	採水時刻4/11								4/12				
	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00
水 温 (°C)	11.5	13.0	15.0	16.0	17.2	17.0	16.4	15.5	15.5	14.5	14.0	13.7	13.5
pH	7.1	7.2	7.3	7.5	7.3	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
DO (ppm)	10.7	11.9	12.3	12.3	11.9	10.7	8.5	7.4	7.4	7.1	7.7	8.2	8.3
DO飽和度 (%)	99.1	116.6	126.0	128.7	127.5	114.2	89.7	76.6	76.6	72.0	77.2	81.7	82.3
PO ₄ -P (ppm)	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
T-P (#)	0.08	0.08	0.09	0.09	0.12	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11
NO ₂ -N (#)	0.34	0.24	0.23	0.26	0.35	0.43	0.43	0.42	0.47	0.50	0.47	0.48	0.40
NO ₃ -N (#)	0.66	0.43	0.66	0.55	0.69	0.50	0.55	0.47	0.78	0.42	0.45	0.19	0.56
NH ₄ -N (#)	0.29	0.22	0.19	0.19	0.28	0.33	0.31	0.27	0.33	0.40	0.38	0.41	0.39
MBAS (#)	0.06	0.05	0.04	0.06	0.10	0.12	0.12	0.10	0.09	0.09	0.07	0.07	0.06
BOD (#)	1.2	2.1	1.2	1.2	1.9	2.0	1.8	2.4	2.2	2.7	2.1	2.4	2.4
COD (#)	2.0	2.0	1.7	2.0	2.4	2.8	2.6	2.4	2.4	2.8	2.4	2.4	2.6
Cl ⁻ (#)	13.0	12.5	12.5	12.5	13.0	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0	13.0	欠

注. 流量……流量の直接測定は不可能なので、水位の変化を調べたがほとんど変化はみられなかった。
 天候……三日前にかなりの降雨、当日晴れ。

3.2 考 察

以上の結果より権野川本流は№2地点での汚濁はわずかであるが、仁保川、一の坂川の流入により著しく汚濁が進行する。仁保川は他の流入河川に比べて水量が多く比較的測定値が低値のため権野川全体の稀釈の役目をしていると考えていたが、負荷量のグラフよりみると、他の流入河川と同等か、むしろ大きな影響をしている場合もあると考えられる。濃度の面では稀釈の役目をしているが、負荷量的にはむしろ汚濁を進行させているともいえる。

また、BODやMBAS等有機物の自浄作用は上記の調査では判然としなかった。流路の短い日本の河川の代表的なものである権野川での自浄作用について論じるのは早計のように思われる。

さらにMBASについては、成分がいわゆる分枝鎖アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ (ABS) から、生物分解性の良いといわれる直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ (LAS) に変わっても、処理場でなければこれらの分解は出来ないと考えられる²⁾。ただし、水道水の基準である0.5ppmよりも低い値であった。

汚濁指標間の相関係数は表3に示したが、高い相関係数(0.8以上、危険率1%)を示すものはつきにあげられる。

1) PO₄-P, T-P, MBAS, BOD, COD, 蛍光強度, 一般細菌, 大腸菌群が互いに相関がある。

2) Cl⁻とNO₂-Nの相関がみられた。

特に430nmの蛍光強度とMBAS, P, BODの間には高い相関がある。蛍光強度測定の初期の目的は河川に流された洗剤中の蛍光を検出することであったが^{2,9)}、実際には洗剤に起因する蛍光よりも、家庭汚水中の有機物によると思われる蛍光が著しかった。したがって、430nmの蛍光強度は有機物の汚濁の指標としても興味深いと思われる。

さらに一の坂川および権野川の1日の濃度の変動を調査した結果について(表5, 6)みると、一の坂川は家庭下水の影響を直接受け、正午附近と夜8時頃にピークを示し、人間の活動時間と休息時間の間の測定値の差が非常に大きい。汚濁の著しいと思われている一の坂川でも1日のうち数時間はきれいな水が流れている。これに反して、権野川(№7)地点は一の坂川に比べて濃度は低くその差はあまり著しくないが、午後6~8時頃に汚濁のピークを示している。

なお、観測時期は大きく離れていて、しかも例数も少ないが一の坂川における主要汚濁指標間の相関係数は表7に示すとおり高い相関がみられ、一方権野川(№7)のそれらの相関係数は表8となり№4地点に比べて低くなっている。しかも、№7地点ではMBASの濃度が低

下した時刻でも、P濃度の起伏はあまり大きくない。このことより一の坂川はほとんど家庭下水による汚濁であるが、榑野川は家庭下水以外の影響もあると推定される。

表7. 一の坂川通日調査相関係数

MBAS	1				
BOD	0.901*	1			
T-P	0.900*	0.797*	1		
PO ₄ -P	0.915*	0.894*	0.958*	1	
COD	0.851*	0.953*	0.840*	0.908*	1
	MBAS	BOD	T-P	PO ₄ -P	COD

* 1%危険率で有意

表8. 榑野川通日調査相関係数

MBAS	1				
BOD	0.352	1			
T-P	0.830*	0.576**	1		
PO ₄ -P	0.870*	0.472	0.900*	1	
COD	0.765*	0.731*	0.891	0.894*	1
	MBAS	BOD	T-P	PO ₄ -P	COD

* 1%危険率で有意

** 5%危険率で有意

4 ま と め

主に化学物質的な面から榑野川を総合的に調べた結果を要約するとつぎのとおりである。

(1) 榑野川は下水道を持たない山口市の人口密集地の排水がすべて流入しているが、本流は酸素も十分溶存している。

(2) 流入支流としての一の坂川、吉敷川、四十八瀬川、仁保川を考えると、四十八瀬川は水量、汚濁負荷量も少なく、ほとんど問題とならない。一の坂川、吉敷川は、P、MBAS等が高く、仁保川はN、COD、BODが高い。すなわち仁保川の汚濁と一の坂川の汚濁とに大別され、両者を大きく特徴づけるものである。

(3) N、COD、BODでは仁保川は榑野川の汚染に大きな割合を占める。

(4) 蛍光強度と他の汚染指標の相関が比較的高かった。さらに詳細な検討が必要であるが、新しい汚濁指標として使われうると思われる。

(5) 前述のごとく、流入河川によってパターンは異なるが、BOD、COD、T-P、MBASの相関が高く、MBASは家庭排水の代表的なものであるから、榑野川の汚濁の因は予期したとおり、家庭排水によるものであるといえる。

(6) 一の坂川でも人間の休憩時間はきれいな水が流れており、このことは一の坂川の汚濁ととり組む場合に大いに参考となると思われる。

文献1) 梶山正三他、東京都公害研究所報 7, 135(1976)
 2) 半谷高久「水質調査法」226 (1960)
 3) 富山新一 「合成洗剤の新しい状況とその将来 [I & II]」化学の領域 30, 410, 539 (1976)
 4) Gantz et al., "Removal of detergent fluorescent whitening agent from wastewater" Water Pollution Control, 47, 2834 (1975)

9 ひ化水素一原子吸光光度法による水中の微量ひ素の定量

杉山 邦義, 守田 史郎

1 はじめに

ひ素の定量法としては、以前からグツァイト法¹⁾、モリブデンブルー法²⁾、ジエチルジチオカルバミン酸銀法³⁾などの比色定量がよく知られている。他方、原子吸光光度法によるひ素の定量は、測定に余り時間を要しないこと、低濃度の検出限界値 (ppb オーダー) を有する等の点で利点が多い。

著者等は、ひ素(Ⅲ)をひ化水素に還元気化^{4)~12)}し、従来使用されているアルゴン-水素フレイムに替えて、増感効果のある窒素-水素フレイムに導入して、ひ素の定量を行なった。ひ化水素発生法として、F.E.Lichite^{14) 15)}等が報告している亜鉛カラム法を使用し、実試料について定量を行なった。

2 方法

2.1 試薬

ひ素標準溶液 (100 μ g/ml) : 三酸化ひ素 (As_2O_3) 0.132g に水酸化ナトリウム溶液 (10%) 20ml を加えて溶解し、水で希釈した後、硫酸で微酸性としたものを、水で1000ml に調整した。

塩化第一すず塩酸溶液 (8%) : 塩化第一すず ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$) 16g を塩酸200ml に溶解した。

よう化カリウム溶液 (16%) : よう化カリウム (KI) 16g を水100ml に溶解した。

砂状亜鉛 (無ひ素用) : 16~32メッシュに篩別して充てんした。

2.2 装置

原子吸光分析装置 : 島津製作所製 AA-610S 型

ホローカソードランプ : 浜松テレビ製ひ素用

ひ化水素発生装置 : 杉山元理器製 ASB-56 (改良型)

記録計 : 東芝-ベックマン製 U-125M 型

2.3 測定条件

本装置による測定条件を表1に示した。フレイムとしては従来のアルゴン-水素フレイムに替えて、増感効果の認められる窒素-水素フレイムを使用した。

表1 原子吸光光度法の測定条件

測定波長 (Å)	1972
ランプ電流 (mA)	18
スリット幅 (mm)	0.2
バーナー高さ (mm)	2
ガス流量	
N_2 (l/min) *	4
H_2 (l/min) **	3
補助 N_2 流量 (l/min)	0

* 空気流量計 ** C_2H_2 流量計

2.4 操作

検出40mlに濃塩酸6ml、よう化カリウム溶液1mlおよび塩化第一すず溶液3mlを加えて攪拌し、50mlに調整して15~20分間放置した。この検液1mlずつを、マイクロシリンジを用いて亜鉛カラム内に注入し、表1に示した測定条件にしたがって原子吸光光度法により測定した。

3 結果と考察

3.1 ひ化水素発生に関する酸性度の影響

ひ素の定量法において、よう化カリウムおよび塩化第一すずの共存下でひ化水素を発生させる際の酸性度の影響を塩酸溶液を用いて検討した。その結果を図1に示す。一定のひ化水素発生量を得るために必要な酸性度は、0.5~1.5N塩酸性である。酸性度が1.5Nを超えると、水素ガスが多量発生し、ブランク値が上昇する。さらに亜鉛カラムの劣化を伴うため、できるだけ低い酸性度で行う必要がある。したがって、本実験では1.0N塩酸性で使用した。

3.2 ひ素の還元におけるよう化カリウムおよび塩化第一すずの効果

ひ素の還元過程においてよう化カリウムが与える影響について検討した。よう化カリウムの無添加溶液については、図2に示すとおり、多少回収率が低下している。

しかし、よう化カリウム溶液の濃度が0.2%以上では、添加量に無関係に一定の吸光値を示した。

また、ひ素の還元に及ぼす塩化第一すず量について検討した。図3に示すとおり塩化第一すずの無添加溶液は非常に低い吸光値を示した。しかし、塩化第一す

ず濃度が0.2%以上では一定の値を示した。

以上より、本実験ではよう化カリウム濃度を0.3%、塩化第一すず濃度は実試料で酸化性物質が多い場合を考慮して、0.4%に調整して測定した。

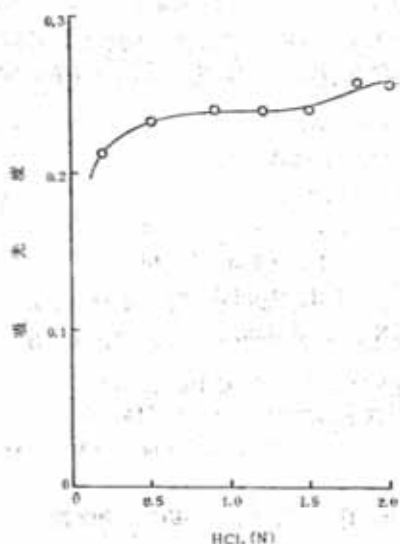


図1 酸性度の影響
As: 0.2 μ g/ml ; KI : 0.3% ;
SnCl₂ : 0.4%

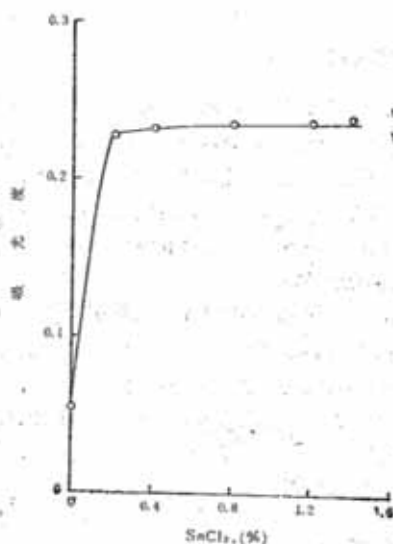


図3 ひ化水素発生におよぼす
塩化第一すずの効果
As: 0.2 μ g/ml ; KI : 0.3% ;
酸性度: 1.0NHCl

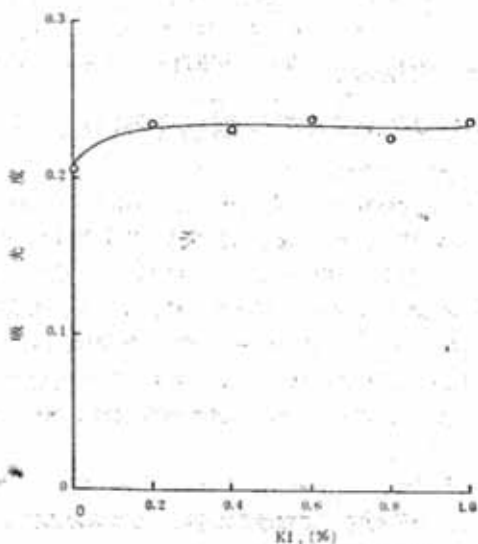


図2 ひ化水素発生におよぼすよう化カリウムの効果
As: 0.2 μ g/ml ; SnCl₂ : 0.4% ;
酸性度: 1.0NHCl

3.3 ひ素測定におよぼす各種イオンの影響

本操作において、ひ素の0.1 μ g/mlの溶液中に諸種の陽イオンおよび陰イオン共存下でその影響を検討した。その結果を表2に示す。

大部分の陽イオンはひ素量に対して100~5000倍程度共存してもほとんど影響しなかった。しかし、セレン(Ⅵ)はかなりの妨害を示し、ひ素の10倍量以上存在すると負の誤差を与えることが認められた。

陰イオンのひ素測定におよぼす影響については、0.1N硝酸溶液で50%以下の回収率となり、硝酸イオンの影響が大きいことが認められた。

3.4 検量線

ひ素溶液について検量線に示すように、ひ素8 μ g/40ml(200ppb)以下で良好な直線関係が得られた。本法の検出限界値は2ppbであり、さらに200ppbのひ素溶液について10回の繰り返し実験による標準偏差は0.2%

であった。

表2 ひ素分析についての各種共存イオンの影響

イオン	使用物質	添加濃度 (μg/ml)
Fe ²⁺	(NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ · 6H ₂ O	5000
Fe ³⁺	NH ₄ Fe(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	500
Mg ²⁺	MgSO ₄ · 7H ₂ O	5000
Mn ²⁺	MnSO ₄ · H ₂ O	5000
Cu ²⁺	CuSO ₄ · 5H ₂ O	100
Zn ²⁺	ZnCl ₂	5000
Cd ²⁺	CdCO ₃	500
Ni ²⁺	(NH ₄) ₂ Ni(SO ₄) ₂ · 6H ₂ O	500
Se ⁴⁺	SeO ₂	1.0
Sb ³⁺	Sb ₂ O ₃	50
Cr ³⁺	CrCl ₃ · 6H ₂ O	500

As : 0.1 μg/ml

3.5 各種試料の分析結果

本法により各種排水、河川水および海水中のひ素の定量を行った。その結果を表3に示す。

表3 各種試料の分析結果

試料	添加濃度 (ppb)	検出濃度 (ppb)	
工場排水	A	—	4
	A*	100	103
	B	—	7
	B*	100	107
河川水	A	—	9
	A*	100	113
海水	A	—	2
	A*	100	102
	B	—	31
	B*	100	136

* 標準添加

4. まとめ

ひ素の還元によるひ化水素を窒素-水素フレームに導入し、水中の微量ひ素の定量を行った。

本法によるひ化水素への還元剤として、よう化カリウム、塩化第一すずおよび亜鉛を使用し、一定の塩酸酸性濃度を保てば、良好な精度で水中の微量ひ素の定量ができ、諸種の実試料に十分に適用できると考えられる。

文 献

- 1) T. Nakahara, H. Nishino, H. Munemori, S. Musha, Bull. Chem. Soc. Japan, **46**, 1706 (1973)
- 2) 工場排水試験方法, JIS K 0102, 1971, P139
- 3) O. Menis, T. C. Rains, Anal. Chem., **41**, 952 (1969)
- 4) 山本勇雄, 熊丸尚宏, 林康久, 鎌田俊彦, 分析化学, **22**, 876 (1973)
- 5) 中村靖, 永井博, 窪田大四郎, 姫野俊治, 同上, **22**, 1543 (1973)
- 6) 鎌田俊彦, 奥田久徳, 熊丸尚宏, 山本勇雄, 衛生化学, **19**, 314 (1973)
- 7) 手島滋, 分析化学, **23**, 1331 (1974)
- 8) 辻野隆三, 山本秀彦, 上田貞夫, 須藤敏, 沢野陽次, 同上, **23**, 1378 (1974)
- 9) E. F. Dalton, A. J. Malanoski, At. Abs. New. Lett., **10**, 92 (1971)
- 10) O. C. Mannig, ibid., **10**, 123 (1971)
- 11) 山本勇雄, 熊丸尚宏, 江戸哲夫, 竹本淳司, 分析化学, **25**, 770 (1976)
- 12) W. Holak, Anal. Chem., **41**, 1712 (1969)
- 13) R. C. Chu, G. P. Barron, P. A. W. Baumgarner, Anal. Chem., **44**, 1476 (1972)
- 14) F. E. Lichte, P. K. Skogerboe, ibid., **44**, 1480 (1972)
- 15) 黒川道子, 金子幹宏, 西山信一, 福井昭三, 菅野三部, 衛生化学, **21**, 77 (1975)

10 オキシシ共沈法による微量金属の捕集

杉山邦義, 守田史郎

1 はじめに

環境汚染問題に関連して海水や河川水中などの微量重金属の分析法の確立が望まれている。微量の重金属の濃縮方法としては、溶媒抽出法^{1)~3)}、イオン交換法⁴⁾、共沈法⁵⁾⁶⁾(無機共沈法および有機共沈法^{7)~10)}などがある。溶媒抽出法は、濃縮法としては多くの利点を有しているため多用されてきた。しかし、有機溶媒蒸気が人体に有害であること、あるいは原子吸光法の測定誤差の増大等の問題点から、最近では有機溶媒を使用しない他の分離濃縮法に置き替へたいという要望が生じている。イオン交換法は分離濃縮に多くの時間を要するため、近年、有機試薬を用いて水溶液中に存在する μg 量の金属元素を共沈捕集する試みがなされている。有機試薬のそれは無機のそれに比してその種類が多く、また選択性がすぐれている場合が多いので、共沈法に有機試薬を採用して選択性を高めることが期待されている。

著者等は、有機試薬としてオキシシを使用し、亜鉛、カドミウム、ニッケル、コバルトを銅-オキシシ担体に共沈捕集する方法について検討した。

2 方法

2.1 試薬

オキシシ溶液(5%)：特級オキシシ 5 g をエチルアルコールに溶解し 100 ml とした。

亜鉛標準溶液(100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：金属亜鉛 0.100 g に 10% 塩酸 50 ml を加え、注意して加熱溶解し、水を加えて 100 ml とした。

カドミウム標準液(100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：金属カドミウム 0.100 g に 10% 硝酸 50 ml を加えて溶解し、水を加えて 100 ml とした。

ニッケル標準液(100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：硫酸ニッケルアンモニウム $((\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ 0.673 g に硫酸 5 滴および水約 100 ml を加えて溶解し、水を加えて 100 ml とする。

コバルト標準液(100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：硫酸コバルトアンモニウム $((\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ 0.671 g を水に加え

て溶解し 1000 ml に調製した。

緩衝溶液(I)：0.1 M 酢酸ナトリウム溶液と 0.1 M 酢酸を 1 : 1 の割合で混合して調製した。

緩衝溶液(II)：0.1 M 炭酸ナトリウム溶液と 0.1 M 炭酸水素ナトリウム溶液を 1 : 3 の割合で混合して調製した。

2.2 装置

原子吸光分析装置：島津製作所製 AA-610 S 型

ホローカソードランプ：浜松テレビ製

記録計：東芝-ベックマン製 U-125 M 型

pHメーター：日立-堀場製 D-5 型

2.3 実験操作

亜鉛、カドミウム、ニッケル、コバルトの各標準液一定量(10~60 μg)を 100 ml ビーカーにとり、pH調整を行ない 50 ml とし、オキシシ溶液 2 ml を加える。数回かきまぜながら加温して沈殿生成を完成させ、沈殿をろ紙(Na 5 c)を用いてろ過する。沈殿は塩酸で溶解し全量を 20 ml とした溶液(0.3 N 塩酸酸性度)について原子吸光分析した。

3 結果と考察

3.1 捕集率と pH との関係

オキシシ自体の沈殿は、pH 5 付近からアルカリ域で減少し、沈殿をろ過分離する際、実験的に不便であるので、銅イオンを 1 g 添加する方がよいと思われる。したがって、銅-オキシシ錯体を担体として、亜鉛、カドミウム、ニッケル、コバルトの各種金属を共沈捕集し、その pH 依存性について検討した。

亜鉛、カドミウムについては、各々 pH 4.0~7.0、ニッケルは pH 2.5~5.0 の範囲でよい捕集率を示している(図 1)。他方、コバルトは図 2 に示すように、pH 3.5 付近で約 90% の捕集率であるが、上記三金属のようなプラトー域は認められなかった。

沈殿は塩酸に溶解し全量を 20 ml とした溶液を、原子吸光分析したが、オキシシ共存量による影響はなかった。

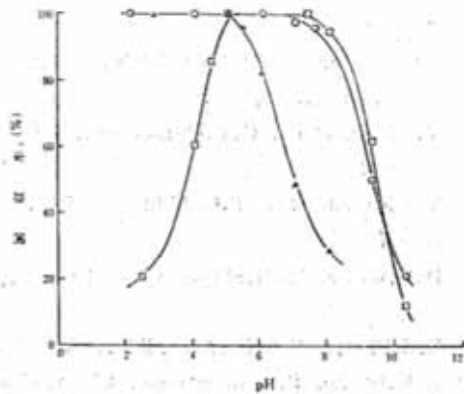


図1 オキシシン共沈法による亜鉛、カドミウム、ニッケルの pH 依存性
○ Zn²⁺: 20 μ g/50ml; □ Cd²⁺: 20 μ g/50ml;
△ Ni²⁺: 20 μ g/50ml; オキシシン添加量: 2 ml

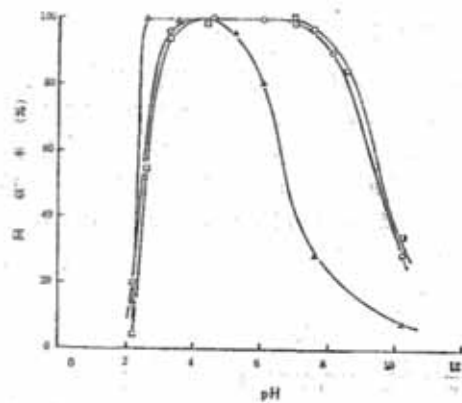


図3 3%塩化ナトリウム溶液中での共沈殿
○ Zn²⁺: 20 μ g/50ml; □ Cd²⁺: 20 μ g/50ml;
△ Ni²⁺: 20 μ g/50ml; オキシシン添加量: 2 ml

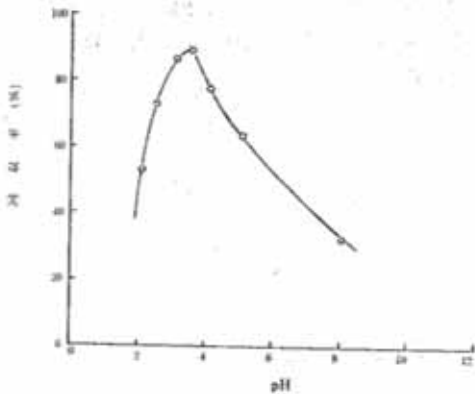


図2 オキシシン共沈法によるコバルトの pH 依存性
Co²⁺: 20 μ g/50ml; オキシシン添加量: 2 ml

3.2 捕集におよぼす塩化ナトリウムの影響

本法を海水などの試料に応用するに際して、各種重金属の捕集におよぼす塩化ナトリウムの影響を調べた。なお、検液は3%塩化ナトリウム溶液とした。

亜鉛については、図3に示すように、pH 2.0~7.0付近でよい捕集率が作られた。図1、図3の比較から塩素イオンが存在する場合、共沈域が多少酸性側に拡大されている。

カドミウムは図3に示すように、最適 pH 領域が 5.0~7.5 と狭くなっている。カドミウム—塩素系との競争反応があると推定される。

ニッケルは、図3に示すように、pH 2.0~5.0付近でよい捕集率を示している。

したがって、塩素イオンによる大きな影響は認められず、海水への適用が可能と考えられる。

3.3 検量線

亜鉛、カドミウム、ニッケルを定量操作し (pH 4.5) にしたがって検量線を作成し図4に示す結果を得た。

亜鉛は 30 μ g/50ml 以下で、カドミウム、ニッケルは 60 μ g/50ml 以下でよい直線性を得た。

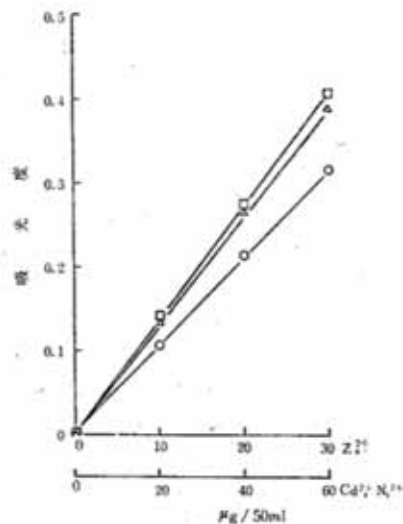


図4 共沈法による検量線
○: Zn²⁺; □: Cd²⁺; △: Ni²⁺;
オキシシン添加量: 2 ml; pH: 4.5

4 まとめ

オキシソ共沈法は、微量金属の捕集濃縮法としてすぐれていることが認められた。本法は、他の有機試薬との混合試薬として使用すれば、多数の金属類を捕集することができる^{11)~18)}と推測される。さらに、原子吸光法への検液は、水溶液であるため安全性等の点でも有利な方法と考えられる。

文 献

- 1) 本島健次, 分析化学, **8**, 72 (1959)
- 2) 山本勇鑑, 熊丸尚宏, 林康久, 菅家惇, 同上, **20**, 347 (1971)
- 3) 大八木義彦, 同上, **19**, 879 (1970)
- 4) 日色和夫, 川原昭宜, 田中孝, 同上, **22**, 1210 (1973)
- 5) 坂口武一, 上野景平, "金属キレート I, II, III", (1967), (南江堂)
- 6) 小池敦, "トレースアナリシス", (1968), (東京

化学同人)

- 7) I.M.Korenman, P.A.Ganichev, I.A.Gurév, Chem.Abstr., **55**, 7163 (1961)
- 8) V.I.Kutznetsov, G.V.Myasoedora, ibid., **50**, 107 (1956)
- 9) V.I.Kutznetsov, T.G.Akimova, ibid., **55**, 5212 (1961)
- 10) H.V.Weiss, W.H.Shipman, Anal.Chem., **29**, 1764 (1957)
- 11) E.E.Picket, B.E.Hankins, ibid., **30**, 47 (1958)
- 12) A.K.Babko, P.V.Marchenko, Chem.Abstr., **53**, 3843 (1959)
- 13) 氏平祐輔, 分析化学, **14**, 399 (1965)
- 14) 武者宗一郎, 高橋芳久, 同上, **24**, 54 (1975)
- 15) 重松恒信, 同上, **22**, 618 (1973)
- 16) 滝山一善, 幸前照美, 同上, **22**, 301 (1973)
- 17) 滝山一善, 幸前照美, 同上, **25**, 424 (1976)
- 18) 平野四蔵, 水池敦, 氏平祐輔, 同上, **12**, 160 (1963)

資 料

1 研究発表状況

○印は発表者(連名で○印のないものは誌上発表)

部 科	題 名	学会等又は投稿誌	場 所	発表年月日 又は巻号等	発 表 者
大気部	交差点付近における浮遊粉じん中の鉛について	山口県公衆衛生学会	山 口 市	昭和51.7.17	○早古貞未古 田谷兼田川 寿長康昭 文蔵伸雄 康 伸
	大気中の塩化ビニールモノマーについて(その1) —マスフラグメント法による分析法—	"	"	"	貞古古早 兼川谷田 康 長 伸 文 蔵
	光化学オキシダントに関する調査研究 —オキシダントとオゾンとの比較—	"	"	"	古古 谷川 長 蔵 伸
	悪臭物質としてのいおう化合物特に二 硫化メチルの分析法と測定例	"	"	"	田貞古 辺兼川 康 伸 文 蔵
	醸酵工場から発生する悪臭ガスのGC- MS法による測定例	"	"	"	古貞古 谷兼川 長康 蔵 伸 文 蔵
	GC-MS法による自動車排ガス中の 炭化水素成分の測定	"	"	"	貞古 兼川 康 伸 文 蔵
	セメント工業における排ガス中の窒素 酸化物について	大気汚染研究全国協 議会	横 浜 市	51.10.5	○西伊中寿 田藤村 義正 秀敏 隆太郎
	クラフトパルプ工場の悪臭に関する研 究	"	"	51.10.7	○貞古早田末北 兼谷田辺田川 康長 伸 文 蔵 昭 良
	醸酵工場の悪臭に関する研究	"	"	"	○古貞早田末北 谷兼田辺田川 長康 蔵 伸 文 蔵 昭 良
	大気中浮遊粒子状物質の粒度分布と金 属成分について(第2報) —美祿市における測定例—	第3回環境保全公害 防止研究発表会 (環境庁)	東 京 都	51.12.2	○伊藤正敏 寿恵村 隆太郎
セメント集じんダストのX線回折につ いて	"	"	"	○寿恵村田藤川 隆太郎 西伊北 村田藤川 義正 秀敏 昭 良	
水質部	曝気式浄化槽の酸性化について	山口県公衆衛生学会	山 口 市	51.7.17	上 田 義 彦
	濁度、懸濁物質、総水銀の相関につ いて	月刊「水」	—	12月号 (1976)	守重 田田 史道 郎正

2 職員名簿

(52.5.1現在)

部、課(科)係名	職名	氏名	備考
監理部	所長	綾井政雄	
	部長	山本修仙	転入
	課長	神田信	転入
	係長	上田城一	
	主任主事	末永トシ子	
	主事	田原和正	
	運転士	重枝正也	
		高杉賢二	
	企画調整係	係長 河上 昱	転入
	監視課	課長 原田 芳郎	昇任
監視係	係長	山根 信也	昇任
	技師	三隅 敏彦	
大気部	部長	北川 良雄	
大気部 第一科	科長	寿恵村隆太郎	
	専門研究員	中村 圭佑	
		西田 義秀	
	研究員	伊藤 正敏	
大気部 第二科	科長	末田 昭雄	
	専門研究員	早田 寿文	
	研究員	田辺 泰	
		貞兼 康伸	
		古谷 長蔵	

部、課(科)係名	職名	氏名	備考
大気部 騒音振動科	科長	北川 良雄	(兼)
"	研究員	岡村 和夫	
水質部	部長	上田 義彦	昇任
水質部 第一科	科長	守田 史郎	
	研究員	松田 義彦	
		杉山 邦義	
		石田 正明	
		重田 道正	
水質部 第二科	科長	松崎 幸夫	
	専門研究員	古谷 誠治	
	研究員	岡田 三平	
		泉 隆	転入

3 人事異動

異動年月日	職名	氏名	異動の事由
52. 3. 31	監理部長	緒方武文	県庁舎等建設事務局へ転出
"	総務課長	佐藤常雄	宇部港湾管理事務所へ転出
"	監視課長	古屋 健	河川課へ転出
"	企画調整係長	高田俊雄	会計課へ転出

山口県公害センター年報

第 3 号

(昭和52年版)

発行日 昭和 53 年 2 月 1 日

編 集 行 山口県公害センター
山口市大字朝田字蛭田535番地(〒753)
電話 08392-4-3670 (代表)

印 刷 中 央 印 刷 社
