

高知県公害防止センター所報

第 7 号

平成 2 年度



REPORT
OF
ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL
CENTER, KOCHI PREFECTURE
NO.7 1990

高知県公害防止センター

ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL
CENTER, KOCHI PREFECTURE

序

今年1月には四国山脈を貫く四国横断の高知自動車道が完成し、瀬戸内や本州との時間距離は一段と短縮されることになりました。この結果、県外との交流とともに県土の解放が加速化され、県勢浮揚の契機になるものと期待されていますが、開発に際しては本県の豊かな自然に対して過大な負荷を及ぼさぬよう十分な配慮が必要と考えられます。開発等に伴い廃棄物や各種の化学物質等による環境汚染は、私たちの気のつかぬうちに拡大の可能性があります。本県では環境の常時監視をはじめ清流保全対策、生活雑排水対策、廃棄物対策等各種の事業や調査研究を進めています。

平成2年度において当所では光化学オキシダント関係物質調査、環境大気中のホルムアルデヒド濃度調査、酸性雨調査、有機塩素化合物発生源対策調査、海水浴場のふん便性大腸菌汚染調査、ゴルフ場の農薬類調査、閉鎖性水域の水質予測調査、四万十川河口部の化学物質環境モニタリング調査等を行ってまいりました。私達はこのような地道な基礎データの積み重ねが環境を保全していくうえで大変重要なことであると考えます。

環境問題は局所から広域へ、更には地球規模へと変化しています。一方、試験研究機関の間では通信メディアの進歩により広域的な情報交換が広く行われるようになってきました。これら大きく変貌する状況の中で地方公害研の連携は益々重要なものになると考えられます。

今後とも、私達は課せられた責務を認識し、研鑽に励み、努力をしてまいりたいと存じます。今回、平成2年度における業務概要と調査研究をとりまとめ、所報第7号として発刊することとなりました。ご高覧のうえ、関係各位の一層のご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

平成4年3月

高知県公害防止センター

所長 矢部 武男

目 次

I 公害防止センターの概要

1. 沿 革	1
2. 施設の概況	1
3. 組織及び所掌事務	2
4. 職員一覧	2
5. 人事異動	3
6. 主要備品	3
7. 平成2年度予算	4
8. 学会・会議及び研修（平成2年度）	4

II 業務概要

大 気 科	5
水 質 科	8
特殊公害科	10

III 調査研究報告

1. 高知県における光化学オキシダント及び関連物質の全般的状況について（第3報）	13
2. 未規制大気汚染物質モニタリング調査	25
3. 高知県における酸性雨調査（第5報）	37
4. 悪臭の測定・評価方法に関する研究	43
5. 『土佐の名水』の水質評価について	63
6. 自作FIAによる窒素の分析	73

IV 所報投稿規定	77
-----------------	----

I 公害防止センターの概要

I 公害防止センターの概要

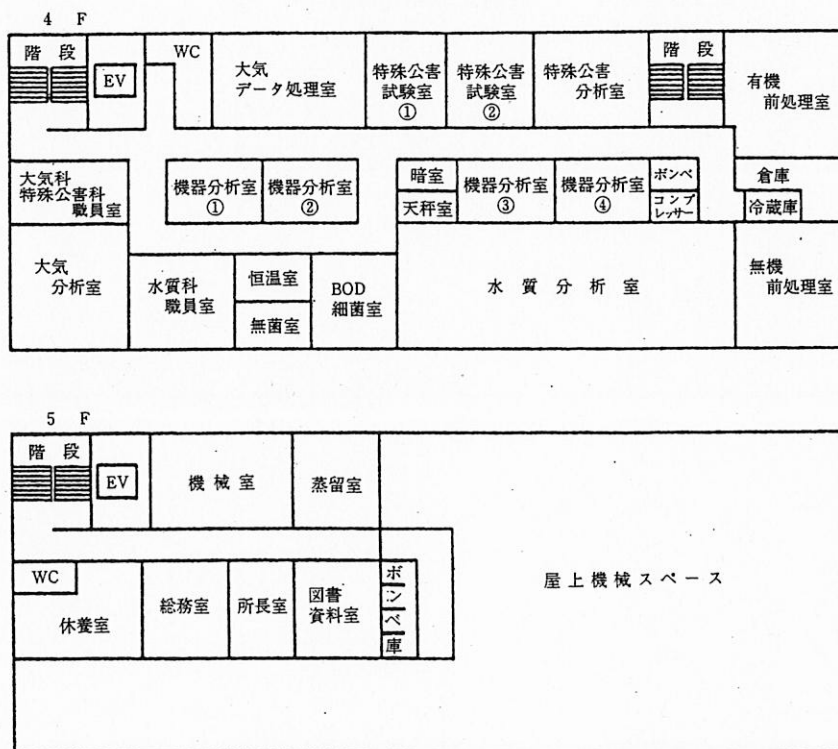
1. 沿革

- 昭和46年4月1日 衛生研究所に公害部設置
- 昭和48年4月1日 機構改革により、公害防止センター発足
- 昭和60年6月19日 高知県公害防止センター・高知県赤十字血液センター・高知県総合保健協会との合同施設「高知県環境保健センター」として移転改築着工
- 昭和61年3月20日 完成
- 昭和61年4月14日 新庁舎に移転、業務開始

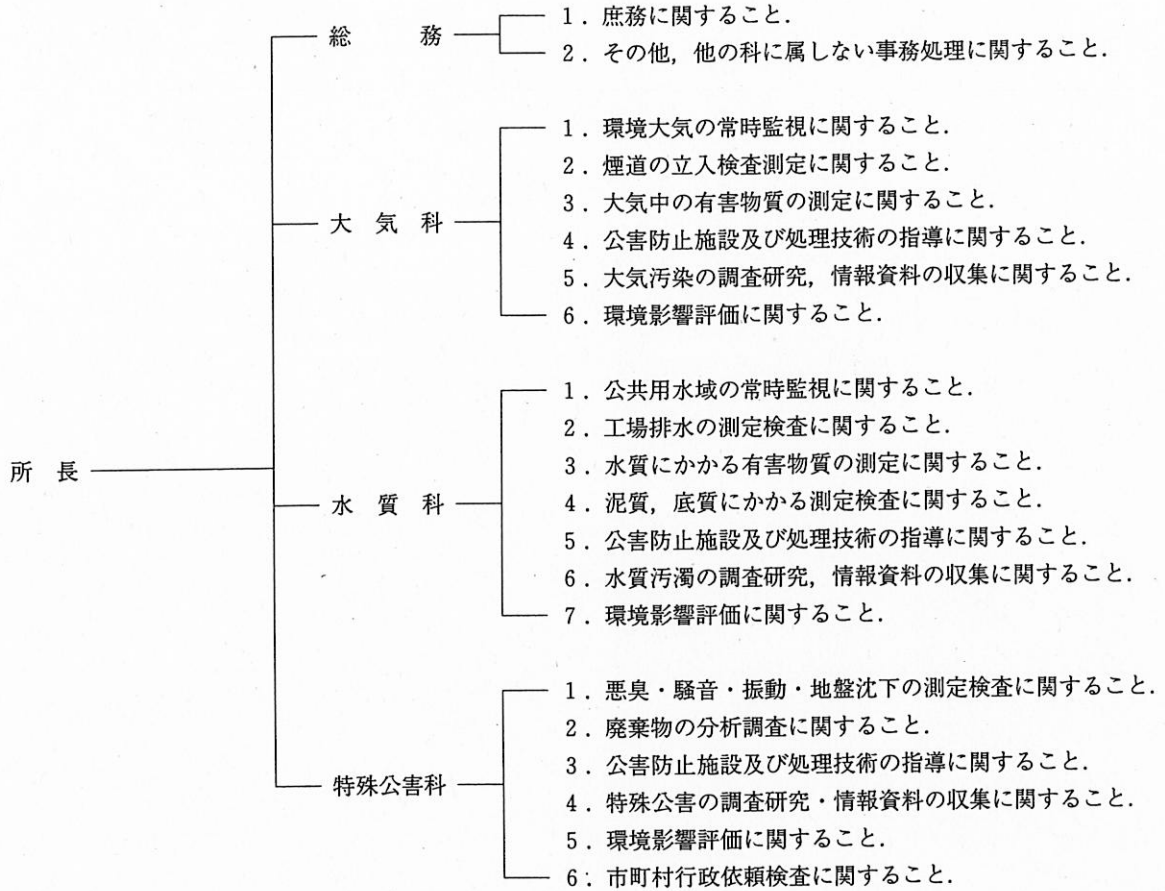
2. 施設の概況

鉄筋コンクリート4階建（一部5階）		敷地面積 2,187.2m ²	建築面積 1,163m ²
4階		5階	
大気科・特殊公害科職員室	34.8m ²	有機前処理室	50.8m ²
大気分析室	56.2	無機前処理室	52.4
大気データ処理室	51.5	機器分析室①	20.1
特殊公害試験室①	26.1	機器分析室②	39.2
特殊公害試験室②	25.3	機器分析室③	35.4
特殊公害分析室	34.7	機器分析室④	15.9
水質科職員室	31.8	暗室	5.6
水質分析室	133.5	天秤室	10.7
恒温室	10.0	倉庫	28.8
無菌室	10.0	冷蔵庫	6.0
BOD細菌室	30.0	ボンベ庫	3.4
		別棟	
		車庫・倉庫	124.0

配置図



3. 組織及び所掌事務



4. 職員一覧

平成2.4.1現在

職 名		氏 名	職 名	氏 名	
所 長		多 田 豊	水質科	板 原 佑 子	
総 務	主 監	黒 岩 富士子		主任 研究員	堀 内 泰 男
	大 気 科 長	松 村 浩 明		主任 研究員	津 野 正 彦
大 気 科	主任 研究員	原 田 浩 平		主任 研究員	三 宅 教 資
	主任 研究員	広 橋 俊 郎		主任 研究員	山 崎 靖 久
	技 師	高 岡 真 司	技 能 員	谷 内 讓 二	
水質科	水 質 科 長	邑 岡 和 昭	特 殊 公害科	特殊 公害科 長	近 澤 紘 史
	主任 研究員	伊 藤 瑞 穂		主任 研究員	鎮 西 正 道
			技 師	岡 林 理 恵	

5. 人事異動

年月日	事項	氏名	摘要
平成 2.4.1	(異動) 大気科長 技師 主任技師 大気科長 主任研究員 技能員	矢部 武 男 樋口 美 和 山中 幸 子 松村 浩 明 板原 佑 子 谷内 讓 二	衛生研究所へ 西南病院へ 衛生研究所へ 環境対策課から 中央病院から 中央保健所から

6. 主要備品

品名	数	品名	数
軽自動車	2	一酸化炭素自動測定装置	2
特殊用途車(測定バス)	1	硫黄酸化物粉じん自動測定記録計	2
原子吸光分析装置	4	排水処理装置	1
悪臭測定用ガスクロマトグラフ分析装置	1	煙道用窒素酸化物測定装置	1
分光蛍光光度計	1	自動演算騒音計	1
ダブルビーム分光光度計	1	分光光度計	1
低温灰化装置	1	大気環境測定コンテナ	1
X線回折蛍光X線共用装置	1	高速液体クロマトグラフ	1
大気中窒素酸化物測定装置	7	煙道ダスト自動等速吸引装置	1
高感度水銀分析装置	1	粉じん測定装置	6
ガスクロマトグラフ	3	微風向風速計	4
大気中オキシダント測定装置	5	1/3実時間周波数分析器	1
大気中二酸化硫黄測定装置	5	オゾン自動測定記録校正装置	2
全自動洗浄機	1	超低温フリーザー	1
全有機炭素測定装置	1	大気環境データ収録装置	3
航空機用自動演算騒音計	1	ガスクロマトグラフ質量分析計	1
デジタル風速経緯儀	1	騒音振動レベル処理装置	1

7. 平成2年度予算(歳出)

(千円)

	公害防止センター費	公害調査指導費	環境整備事業費	計
賃 金	859			859
旅 費	1,135	3,521	10	4,666
需 要 費	12,066	13,554	30	25,650
役 務 費	377	293		670
委 託 料	6,478			6,478
使用料及賃借料	12	4		16
備品購入費	343	2,673		3,016
負担金補助交付金	45			45
計	21,315	20,045	40	41,400

8. 学会・会議及び研修(平成2年度)

期 間	名 称	開催地	出席者
2.5/9~11	全国公害研協議会中国四国支部会議	松山市	多田 豊, 近澤 紘史 松村 浩明
5/28~30	化学物質環境汚染実態調査打合せ会議	東京都	邑岡和昭
6/14~15	酸性雨調査研究部会打合せ会議	神戸市	近澤 紘史
6/27~30	アスベスト分析法講習会(労働科学研究所)	川崎市	広橋 俊郎
6/27~7/14	水質分析研修(公害研修所)	所沢市	伊藤 瑞穂
7/30~7/31	化学物質環境汚染実態調査打合せ会議	東京都	三宅 教資
8/23~25	アスベスト調査法打合せ会	相模原市	原田 浩平
9/6~7	化学物質環境汚染実態調査ブロック会議	高松市	山崎 靖久
10/17~20	全国公害研協議会中国四国支部大気部会	山口市	近澤 紘史, 鎮西 正道 広橋 俊郎, 岡林 理恵
10/22~24	全国公害研協議会中国四国支部水質部会	岡山市	津野 正彦, 堀内 泰男
10/30~11/3	大気汚染学会	金沢市	松村 浩明, 鎮西 正道 岡林 理恵, 高岡 真司
11/1~11/30	特別分析研修(公害研修所)	所沢市	原田 浩平
11/15~17	全国公害研協議会総会, 全国公害研所長会	東京都	多田 豊
3.1/7~9	指定化学物質環境調査打合せ会議	東京都	山崎 靖久
1/16~18	第17回環境保全公害防止研究発表会, 幹事会	東京都	松村 浩明
1/21~2/8	機器分析研修(公害研修所)	所沢市	高岡 真司
1/27~2/7	情報処理研修(公害研修所)	所沢市	鎮西 正道
2/5~7	統一精度管理検討会	徳島市	松村 浩明, 原田 浩平
2/6~10	第8回環境科学セミナー	所沢市	三宅 教資
2/21~23	委託業務中間報告会	東京都	岡林 理恵
2/21~23	酸性雨調査研究部会	東京都	近澤 紘史
2/25~26	騒音振動セミナー	高松市	鎮西 正道, 岡林 理恵
3/11~15	VOS 3 使用法研修(日立製作所)	東京都	原田 浩平
3/17~22	第25回水質汚濁学会	仙台市	板原 佑子, 堀内 泰男
3/28~29	全国公害研協議会中四国支部臨時所長会	岡山市	多田 豊, 黒岩 富士子

Ⅱ 業 務 概 要

大 気 科

1. 行政調査

1.1. 大気の常時監視測定

1.1.1. 目的

大気汚染防止法第22条の規定により、県下の大気汚染状況を把握する。

1.1.2. 調査方法

高知市、須崎市、南国市、伊野町における常時監視局10局および移動測定車において、自動測定機32台により大気汚染状況の監視と気象の観測を行った。各測定局の設置場所を図1に、測定項目を表1に示す。

1.1.3. 測定結果の概要

項目別の測定結果の概要を下記に示す。なお、県下の大気汚染状況の詳細は、大気汚染防止法第24条に基づく「大気汚染調査報告書」で公表している。

(1) 二酸化硫黄

冬期に市街地やハウス園芸地帯で暖房によると考えられる濃度の上昇があるものの、年平均値は0.004~0.010ppmで、全ての測定局において環境基準を達成した。測定結果を表2-1に示す。

(2) 二酸化窒素

年間平均値は0.009~0.023ppm、日平均値の年間98%値は0.023~0.043ppmで全ての測定局において環境基準を達成した。測定結果を表2-2に示す。

(3) 浮遊粒子状物質

年間平均値は0.025~0.033mg/m³で、環境基準の長期評価による日平均値が0.01mg/m³を越えた日はいずれの測定局ともなく、環境基準を全て達成した。測定結果を表2-3に示す。

(4) 一酸化炭素

年平均値は2.4ppm、一時間値の最高値が9.2ppmで環境基準を達成した。測定結果を表2-4に示す。

(5) 光化学オキシダント

昼間の一時間値の年平均値は、0.017~0.028ppmであったが、昼間の一時間値が0.06ppmを越えた時間数が20~180時間と全ての測定局において環境基準を達成しなかった。しかし、注意報発令基準の0.12ppmに達した測定局はなかった。測定結果を表2-5に示す。

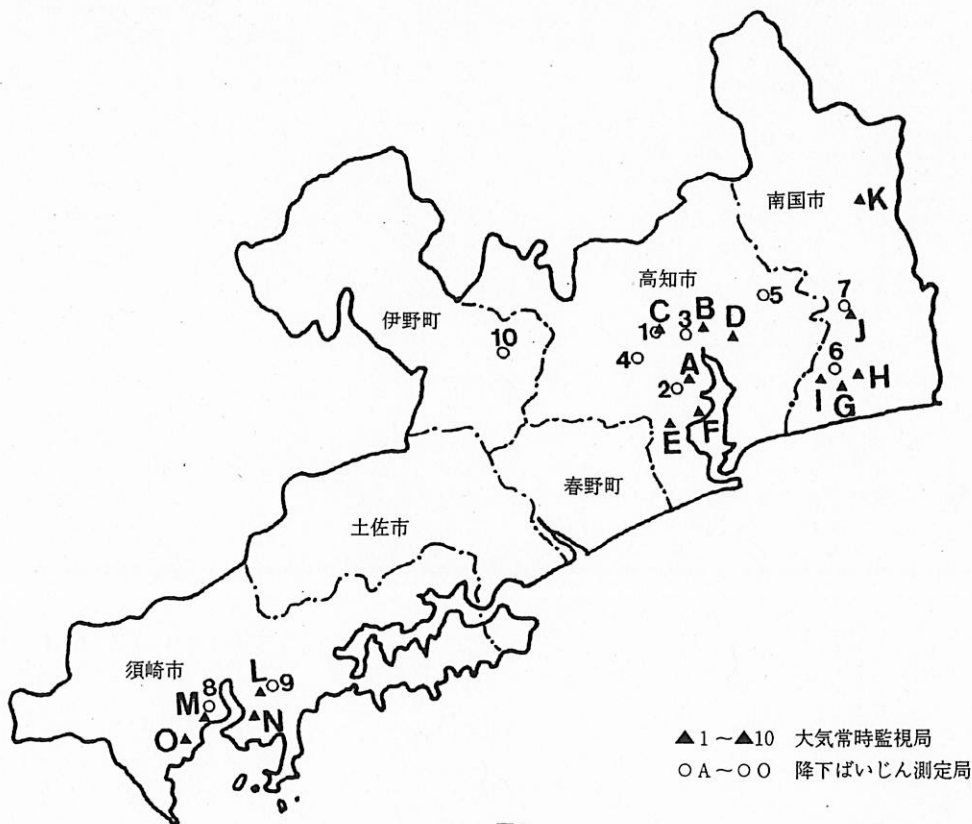


図1

表1 局別測定項目

番号	局名	測定項目							
		SO ₂	NO ₂	CO	OX	SPM	WD	SUN	HUM
1	丸の内		○		○				
2	百石町	○	○		○	○	○		
3	はりまや橋			○					
4	東城山町		○						
5	大津(コンテナ局)	○	○		○	○	○	○	
6	稲生					○			
7	南国市役所				○				
8	須崎保健所	○				○	○		
9	押岡公園	○	○						
10	伊野合同庁舎	○				○			
11	移動測定車	○	○	○	○	○	○		○

(注) WD: 風向, 風速 SUN: 日射, 放射収支量 HUM: 温, 湿度

表2-1 二酸化硫黄の測定結果(月平均値)

(単位: ppm)

用途	測定局	測定月												年平均値
		H.2 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H.3 1月	2月	3月	
一般環境測定局	百石町	0.005	0.003	0.005	0.005	0.003	0.002	0.003	0.006	0.007	0.006	0.006	0.007	0.005
	大津	0.007	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.005	0.009	0.009	0.009	0.007	0.005
	須崎保健所	0.011	0.008	0.005	0.005	0.003	0.002	0.002	0.008	0.019	0.017	0.019	0.010	0.010
	押岡公園	0.004	0.005	0.003	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003	0.014	0.003	0.004	0.003	0.004
	伊野合同庁舎	0.006	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007	0.008	0.012	0.011	0.011	0.008	0.008

表2-2 二酸化窒素の測定結果(月平均値)

(単位: ppm)

用途	測定局	測定月												年平均値
		H.2 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H.3 1月	2月	3月	
一般環境測定局	丸の内	0.015	0.018	0.021	0.018	0.016	0.015	0.021	0.034	0.036	0.030	0.021	0.019	0.022
	百石町	0.011	0.016	0.016	0.015	0.013	0.010	0.012	0.017	0.016	0.016	0.015	0.015	0.014
	大津	0.010	0.008	0.008	0.007	0.005	0.007	0.014	0.017	0.018	0.016	0.017	0.017	0.012
	押岡公園	0.013	0.007	0.005	0.006	0.007	0.007	0.010	0.013	0.015	0.008	0.013	0.010	0.009
自	東城山町	0.025	0.024	0.019	0.019	0.018	0.017	0.023	0.024	0.026	0.024	0.027	0.026	0.023

表2-3 浮遊粒子城物質の測定結果(月平均値)

(単位: mg/m³)

用途	測定局	測定月												年平均値
		H.2 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H.3 1月	2月	3月	
一般環境測定局	百石町	0.033	0.038	0.036	0.043	0.041	0.027	0.022	0.031	0.024	0.020	0.024	0.025	0.030
	大津	0.029	0.025	0.034	0.037	0.036	0.027	0.030	0.036	0.031	0.024	0.024	0.028	0.030
	稲生	0.025	0.026	0.026	0.040	0.023	0.027	0.036	0.047	0.029	0.027	0.042	0.033	0.032
	須崎保健所	0.038	0.035	0.036	0.044	0.043	0.029	0.025	0.038	0.028	0.022	0.024	0.028	0.033
	押岡公園	0.029	0.022	0.024										0.025
	伊野合同庁舎		0.032	0.035	0.048	0.041	0.027	0.023	0.029	0.022	0.022	0.022	0.026	0.030

表2-4 一酸化炭素の測定結果(月平均値)

(単位; ppm)

用途	測定局	測定月										年 平均値		
		H.2 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H.3 1月			
自	はりまや橋	2.1	2.3	2.1	2.4	2.6	2.6	2.7	2.6	2.4	2.3	2.3	2.6	2.4

表2-5 光化学オキシダントの測定結果(月平均値)

(単位; ppm)

用途	測定局	測定月										年 平均値		
		H.2 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H.3 1月			
一般環境測定局	丸の内		0.013	0.014	0.009	0.013	0.014	0.021	0.017	0.016	0.019	0.031	0.024	0.017
	百石町	0.031	0.029	0.015	0.008	0.009	0.011	0.027	0.021	0.015	0.020	0.024	0.018	0.019
	大津	0.033	0.033	0.033	0.033	0.029	0.022	0.027	0.027	0.023	0.027	0.026	0.028	0.028
	南国	0.033	0.029	0.019	0.016	0.018	0.013	0.020	0.022	0.018	0.021	0.023	0.023	0.021

1.2. 降下ばいじんの測定

1.2.1. 目的

大気の時常監視測定の補完調査として、降下ばいじんの測定を行った。

1.2.2. 調査方法

図1で示す高知市6地点、南国市5地点、須崎市4地点で降下ばいじんの測定(降下物総量、溶解性物質等)を行った。

1.2.3. 結果の概要

南国市稲生地区には石灰鉱山と関連工場があり、毎年他の測定地点と比較すると高い傾向にあり、年平均値で8~9t/km²・月であったが、その他の地域は3~5t/km²・月のレベルにあり、全体としては横ばい状況であった。測定結果の5ヶ年間の推移を表3に示す。

表3 降下ばいじんの測定結果(年度別推移)

所在地	測定地点	年平均値 (トン/km ² /月)				
		S61	S62	S63	H1	H2
高知市	A. 和光薬業	4.0	2.9	3.9	3.7	3.7
	B. NTT高知東局	3.2	2.7	3.0	2.6	2.8
	C. 保健衛生総合庁舎	2.7	2.4	2.9	2.4	2.4
	D. 高知土木事務所	3.5	3.0	3.0	3.1	3.2
	E. 潮江南小学校	3.2	3.0	3.2	2.8	3.1
	F. 公害防止センター	4.2	3.8	4.7	4.4	4.2
南国市	G. 衣笠	9.4	7.9	7.3	7.9	9.1
	H. 北地	8.5	6.1	7.8	7.5	8.0
	I. 芦ヶ谷	3.9	3.1	3.6	3.5	3.5
	J. 南国市役所	3.2	2.6	3.1	2.8	2.7
	K. 比江山	5.6	3.2	3.5	3.6	4.9
須崎市	L. 押岡	3.0	3.7	3.5	3.3	3.7
	M. 農協	3.8	4.8	3.2	2.7	3.3
	N. 串ノ浦	3.0	3.0	3.8	4.6	7.4
	O. 角谷	3.2	3.1	3.3	3.4	3.6

1.3. ばい煙発生施設の排ガス測定

1.3.1. 目的

大気汚染防止法第26条の規定により、工場・事業場のばい煙発生施設の排ガス立ち入り測定を行った。

1.3.2. 調査方法

施設の種類と測定項目および測定件数は表4のとおりである。

表4 ばい煙発生施設の排ガス測定

項目	工場数	ボイラー	廃棄物焼却炉	焼成炉	その他
ばいじん	6	2	4	0	0
塩化水素	7	0	7	0	0
窒素酸化物	1	0	0	1	0
ふっ素	1	0	0	1	0
アスベスト	1	0	0	0	1
塩素	1	0	0	0	1
計	17	2	11	2	2

1.3.3. 結果の概要

17事業場のうち2事業場が塩化水素で排出基準不適合であり、環境対策課で改善指導を行った。

1.4. 光化学オキシダント関係物質測定調査

1.4.1. 目的

オキシダント濃度について、環境基準不適合の状況が続いているので、原因解明のため昨年度に引き続き関連汚染物質濃度および気象変化等について調査を行った。

1.4.2. 調査方法

調査の概要を表5に示す。

1.4.3. 結果の概要

詳細は本報の調査研究報告に記載した。

表5 オキシダント調査

項目	測定地点数	測定件数
逆転層調査	3	18 延日
オキシダント	3	953 延時間
二酸化窒素	3	1,072 ♫
風向風速	5	885 ♫

2. 環境庁委託事業

2.1. 石綿簡易測定法開発調査

現行の光学顕微鏡による測定法にかわる簡易な測定法の実用性について、特定事業場周辺の5地点で3日間、1日2回、合計30件について調査を行い、結果を環境庁に報告した。

2.2. 未規制大気汚染物質モニタリング調査 (ホルムアルデヒド)

未規制大気汚染物質のうち、ホルムアルデヒドについて、高知市、南国市、物部村の6地点で6日間(夏期、冬期各3日間、合計36件)環境調査を行ったが、ND~11ppbと低いレベルであった。詳細な結果は環境庁に了解を頂き、本報の調査研究報告に記載した。

3. 研究調査

3.1. パソコンによるデータ処理の研究

大気監視測定データ解析の迅速処理、気象データの解析、グラフ化処理等を行うため、パソコンによるプログラムの作成を行った。

水 質 科

1. 行政調査

1.1. 公共用水域及び地下水監視測定調査

1.1.1. 目的

水質汚濁防止法15条の規定に基づき、県下の公共用水域及び地下水の汚染状況把握のため調査を行った。

表1 調査項目

調査項目	検体数
生活環境項目 pH, DO, BOD, COD, SS, 大腸菌群数, 油分, 全窒素, 全リン	398
健康項目 カドミウム, 鉛, 六価クロム, ヒ素, 総水銀, PCB ¹⁾ , TCE ²⁾ , PCE ³⁾	793
特殊項目 銅, 亜鉛, 溶解性鉄, 溶解性マンガン, クロム	571
その他の項目 濁度, 塩素イオン, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, MBAS ⁴⁾	1554

- 1) PCB: ポリ塩化ビフェニール
2) TCE: トリクロロエチレン
3) PCE: テトラクロロエチレン
4) MBAS: メチレンブルー活性物質

表2 調査件数

調査項目	検体数	
水 質	生活環境項目	398
	健康項目	793
	特殊項目	571
	その他の項目	1554
底 質	一般性状	51
	健康項目	255
	特殊項目	255
	その他の項目	102

1.1.2. 調査の方法

平成2年度は河川12水域, 68河川, 113地点, 海域6水域, 65地点及び地下水25地点における水質と、河川7水域43地点, 海域2水域の計50の底質を調査した。調査項目を表1に、調査検体数を表2に示す。

1.1.3. 調査結果の概要

水質調査結果の概要を表3に示した。底質については、健康項目、特殊項目における重金属類の分析値については地殻のバックグラウンドレベルであった。

表3 環境基準達成状況表

指定類型	水域別	項目別					大腸菌群数
		pH	DO	BOD	SS	油分	
河川	A	1/20	2/53	0/53	4/53	0/53	48/53
	A	3/25	2/288	22/288	28/288	0/288	179/288
	B	2/9	3/90	3/90	12/90	1/90	52/90
海域	C	2/2	0/12	7/12	6/12	0/12	0/0
	A	0/7	34/145	63/145	19/145	0/88	19/145
域	B	0/3	17/42	0/42	3/42	0/26	0/0

1.2. 工場、事業場排水監視測定調査

1.2.1. 目的

水質汚濁防止法第22条に基づき、適用を受ける特定事業場に立ち入り、排水基準適否の調査を目的とした。

1.2.2. 調査の方法

調査事業場数を表4に示した。

1.2.3. 結果の概要

不適合内容を表5に示した。排水基準不適合は12事

表4 工場、事業場排水監視測定数

事項	件数
調査事業場数	175
調査検体数	342
不適合事業所数	12

表5 不適合内容

件数	調査項目					
	pH	BOD	SS	大腸菌群	鉱物油	健康項目
7	4	2	-	2	1	

業場であり、項目別にみると、pH 7 検体、BOD 4 検体、SS 2 検体、鉱物油 2 検体、PCE 1 検体が不適合であった。

不適合事業所に対しては、環境対策課において改善指導がなされた。

1.3. 閉鎖系水域水質予測調査

湾口の狭い海域及び湖沼などの水質の悪化並びに赤潮発生などの問題に対処するため、永瀬ダム湖をモデルとし、水質将来予測調査を行った。平成2年度は、水質予測のためタンクモデルを作成した。

1.4. 環境モニタリング調査

有害化学物質から県民を守る事業の一環として、環境中の農薬、環境汚染化学物質の残留レベル、環境中での動態調査及びGC-MSによる分析方法の開発を行った。調査の結果、特定化学物質は、水質、底質及び生物質から検出されなかった。調査の概要を表6に示した。

表6 環境モニタリング調査

事項	対象
対象水域	渡川他5河川
分析対象	水質、底質、魚類
調査物質	農薬等環境汚染化学物

1.5. 四万十川清流保全計画関係水質等調査

四万十川清流保全計画関係水質等調査

四万十川清流保全計画策定に必要な基礎資料を得ることを目的とし、量販店及び鮮魚店排水の汚濁負荷量調査から原単位を求めた。四万十川清流保全計画関係水質等調査の概要を表7に示した。

表7 四万十川清流保全計画関係水質等調査

調査対象	量販店	鮮魚店
調査店舗数	1	2
調査項目	BOD, COD, T-N T-P, SS, MBAS	BOD, COD, T-N T-P, SS
調査回数	8	9

1.6. ゴルフ場における農薬類の調査

1.6.1. 目的

平成2年5月環境庁通知、「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針について」に基づき、農薬類の残留調査のため分析を行った。

1.6.2. 調査の方法

県内11ゴルフ施設周辺公共用水域の水質について、6月と10月の2回、21種類について行った。

1.6.3. 結果の概要

ダイアジノン、イソプロチオラン、イプロジオン、シマジンの4物質が5検体から検出され、その濃度は、排水に対する暫定指導指針の1/50~1/500の濃度であった。また、厚生省から示された水道水に対する暫定水質目標値と比較しても、1/5~1/50であった。

検出された濃度が低いことから今回検出された農薬類によりただちに人の健康に影響があるとは考えられないが、低濃度とはいえ、4物質が検出されたことから、今後とも汚染状況の調査を行う予定である。測定物質と調査結果の概要を表8に示した。

表8 ゴルフ場の農薬類調査

農薬名		検出範囲 (mg/l)	暫定指導 ¹⁾ 指針値 (mg/l)	暫定水質 ²⁾ 目標値 (mg/l)
殺虫剤	イソキサチオン	N.D	0.08	0.008
	イソフェンフォス	N.D	0.01	0.001
	クロルピリホス	N.D	0.04	0.004
	ダイアジノン	N.D~0.001	0.05	0.005
	トリクロロホン (DEP)	N.D	0.3	0.03
	フェニトロチオン (MEP)	N.D	0.1	0.01
殺菌剤	イソプロチオラン	N.D~0.0006	0.4	0.04
	イプロジオン	N.D~0.0019	3	0.3
	オキシ銅(有機銅)	N.D	0.4	0.04
	キャプタン	N.D	3	0.3
	クロタロニル (TPN)	N.D	0.4	0.04
	チウラム(チラム)	N.D	0.06	0.006
除草剤	トリクロホスメチル	N.D	0.8	0.08
	フルトラニル	N.D	2	0.2
	アシュラム	N.D	2	0.2
	シマジン (CAT)	N.D~0.0005	0.03	0.003
殺菌剤	ナプロバミド	N.D	0.3	0.03
	ブタミホス	N.D	0.04	0.004
	プロピザミド	N.D	0.08	0.008
	ペンスリド (SAP)	N.D	1	0.1
	ペンダイメタリン	N.D	0.5	0.05

N.D: 検出されないこと

1) 暫定指導指針

「ゴルフ場で使用されるの農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針について」(平成2年5月24日 環境庁)

2) 暫定水質目標

「ゴルフ場使用農薬による水道水の安全対策について」

(平成2年5月17日 厚生省)

1.7. 水浴に供される公共用水域の水質等の実態調査

手結海水浴場の水質を把握するため、水浴開始前の5月、6月及び水浴中の7月、8月に午前と午後の2回水質監視調査を実施した。

その結果、COD、透明度、ふん便性大腸菌は基準以下で水浴場として良好な水質であった。

1.8. 苦情、事故等に伴う行政依頼

環境対策課から表7に示す調査依頼を受け、調査結果を報告した。概要を表9に示した。

表9 苦情、事故等に伴う行政依頼

調査対象	調査項目
生活排水	生活項目 (pH, BOD, SS)
河川水質調査	プランクトン (同定, 定量)

2. 環境庁委託事業

2.1. 化学物質環境汚染実態調査

2.1.1. 生物モニタリング調査

化学物質の環境中での挙動や汚染レベルの推移を経年的にモニタリングし、環境中での分解性、蓄積性を把握する目的で、四万十川の生物質を対象にPCB, HCH類, ドリン類, DDT類, クロルデン類, TBTO, TPT, クロルベンゼン類の26物質を調査した。

2.1.2. 水質、底質のGC/MSモニタリング調査

人の健康や生態系に対して影響を及ぼすと考えられる化学物質による水質及び底質の環境汚染を、GC/MSを用いて監視する方法を検討する事を目的とし、四万十川河口部において、化学物質19物質を対象に実施した。

2.1.3. 指定化学物質環境残留性検討調査

「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」の規定のに基づき、四万十川河口部における化学物質8物質について、環境中の残留調査を実施した。環境庁受託業務の概要を表10に示した。

表10 化学物質環境汚染実態調査

事業名	対象物質
生物モニタリング調査	26
水質、底質のGC/MSモニタリング調査	19
指定化学物質環境残留性検討調査	8

3. 調査研究事業

3.1. M-FC法により検出される海水浴場の腸内細菌群について

腸管由来の大腸菌群をより選択的に検出できるM-FC法により海水浴場水の腸内細菌群の同定を行い、ふん便汚染の実態を明らかにする目的で行った。調査の結果は、所報第6号に掲載した。

特殊公害科

1. 行政調査

1.1. 航空機騒音調査

本県においては、高知空港周辺における航空機騒音に係わる環境基準のあてはめを62年7月10日（高知県告示第432号）におこなった。

これにともない指定地域内における基準の達成状況を把握するため下記の調査を実施した。

測定地点を図1に示した。

調査地点はI類型2地点（能間、稲吉）、II類型2地点（久枝、西野野）の4地点とし、調査時期は夏期（5月～6月）、冬期（11月～12月）の年2回とした。各地点とも1回7日間、年間14日間調査を実施した。

調査結果を表1に示した。

今回の調査では4地点ともに基準値を満足する結果が得られた。

表1 年間平均WECPNL値

地点	夏期	冬期	年間	環境基準
能間	61.9	65.1	63.8	70
稲吉	65.9	64.9	65.4	70
久枝	70.2	64.9	68.3	75
西野野	73.7	70.2	72.3	75

1.2. 依頼調査

公害苦情等に関する依頼調査は、悪臭関係9件、騒音振動関係2件、産業廃棄物関係5件であった。

2. 環境庁委託事業

2.1. テトラクロロエチレン発生源等対策調査

本県におけるテトラクロロエチレン（有機塩素系溶剤）による大気汚染を未然に防止するため、発生源及

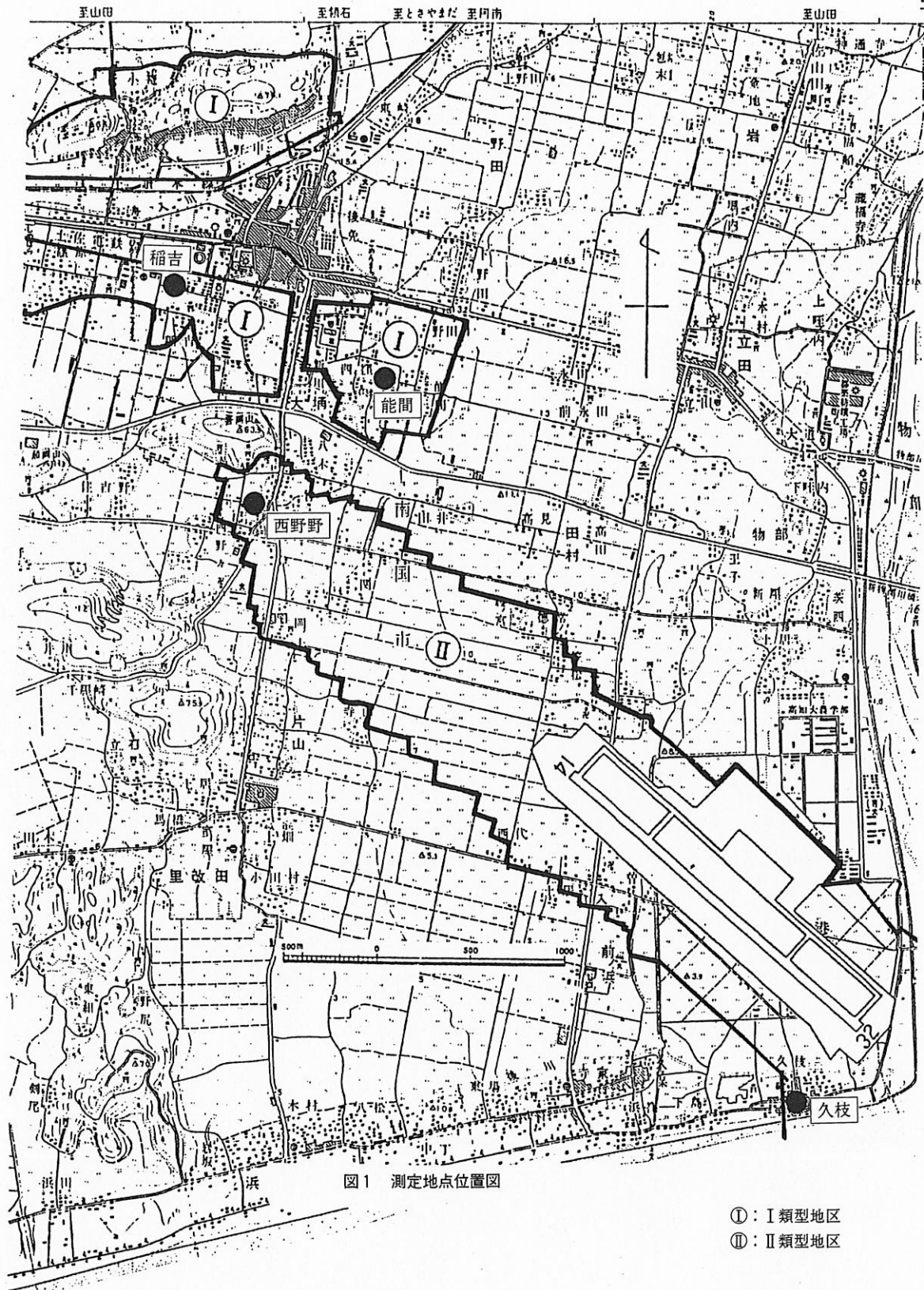


図1 測定地点位置図

- ①: I 類型地区
- ②: II 類型地区

び周辺環境におけるテトラクロロエチレンの濃度の測定を行った。

2.2. 悪臭の測定・評価方法に関する研究調査

悪臭物質濃度と気象条件との関係を調べるため、各種の気象条件の下で発生源及びその周辺の大気中の悪臭物質の濃度を測定し、悪臭に対する評価を行うための資料を収集した。

なお、詳細は本誌に記載した。

3. 調査研究

3.1. 酸性雨調査

酸性雨の状況を把握するとともに、酸性雨発生機構

解明の基礎資料とすることを目的に、平成元年度に引きつづき、香北町、高知市の2地点で調査を実施した。

雨水と不溶性降下物にわけ1週単位で採取し、雨水はpH、電気伝導度他13成分について分析を行った。

その結果、pHの出現範囲は香北町で4.2～6.2、高知市4.0～6.1、平均値は香北町4.9、高知市4.9であり、pH5.6未満のいわゆる酸性雨の割合は香北町98%、高知市98%であった。

なお詳細は本誌に記載した。

Ⅲ 調查研究報告

高知県における光化学オキシダント及び関連物質の 全般的状況について (第3報)

広橋俊郎・原田浩平・高岡真司
松村浩明・矢部武男^{*1}・白木恭一^{*2}

Survey of Photochemical Oxidants and relative Pollutants in Kochi Prefecture (III)

Syunro HIROHASI, Kouhei HARADA, Sinji TAKAOKA
Hiroaki MATUMURA, Takeo YABE, Kyouti SIRAKI

1. はじめに

環境基準未達成の原因解明のためのオキシダント調査は、予備調査も含めて昭和62年から行ってきた。オキシダントの常時監視局4局に加え汚染物質の影響が少ないと考えられるバックグラウンド地域として昭和63年には山間部、平成元年には海岸部にそれぞれ1地点を選びオキシダント及び関連物質の測定を行った。

しかし、常時監視局の中でオキシダント濃度が最も高い大津局のデータは、これらのバックグラウンド地域と比較した場合大差はみられなかった。また、これまでに得られたデータからは、光化学反応の関与は推定できなかった^{1), 2)}。

今回は、大津局周辺地域の上層風調査とBELLAMY法による水平発散量の検討を行った。また、須崎地域においてオキシダント関連調査を実施したので併せて報告する。

2. 方法等

2.1. 調査期間

光化学オキシダント

常時監視局 平成2年4月1日～平成3年8月31日
須崎工業高校局 (移動測定車)

平成3年4月10日～7月20日

オゾン (UV法)

押岡公園局 平成3年4月17日～7月24日

上層風調査

砂地 平成2年6月11日～6月12日

平成2年8月28日～8月29日

平成2年12月11日～12月12日

水平発散量調査

平成2年6月6日～6月20日

平成2年7月11日～7月22日

平成2年8月1日～9月17日

2.2. 調査地点

図1, 図2-1及び図2-2に示すA～Jの地点
(常時監視局)

- A: 丸の内局: 高知市のほぼ中央に位置し、周辺は高知城、県立大学、高校など文教施設の多い住宅地域である。
- B: 百石局: 高知市南部の臨港工場群 (主な窒素酸化物排出源としてセメント工場がある。) に近い住宅地域である。東方約100mに南北に通じる主要幹線道路がある。
- C: 大津局: 北方約100mに南国市と高知市中心部を結ぶ幹線道路が東西に通じている。周辺は田園地帯であるが、近年工場、住宅群が進出しつつある。
- D: 南国局: 局のすぐ南側を幹線道路が通り、周辺には市役所、銀行などの施設が多い。
- E: 押岡公園局: 須崎市押岡の谷間の小高い丘に位置し、周囲は田園地帯であるが、西方約1.5kmの所

*1 高知県衛生研究所

*2 高知県佐川保健所

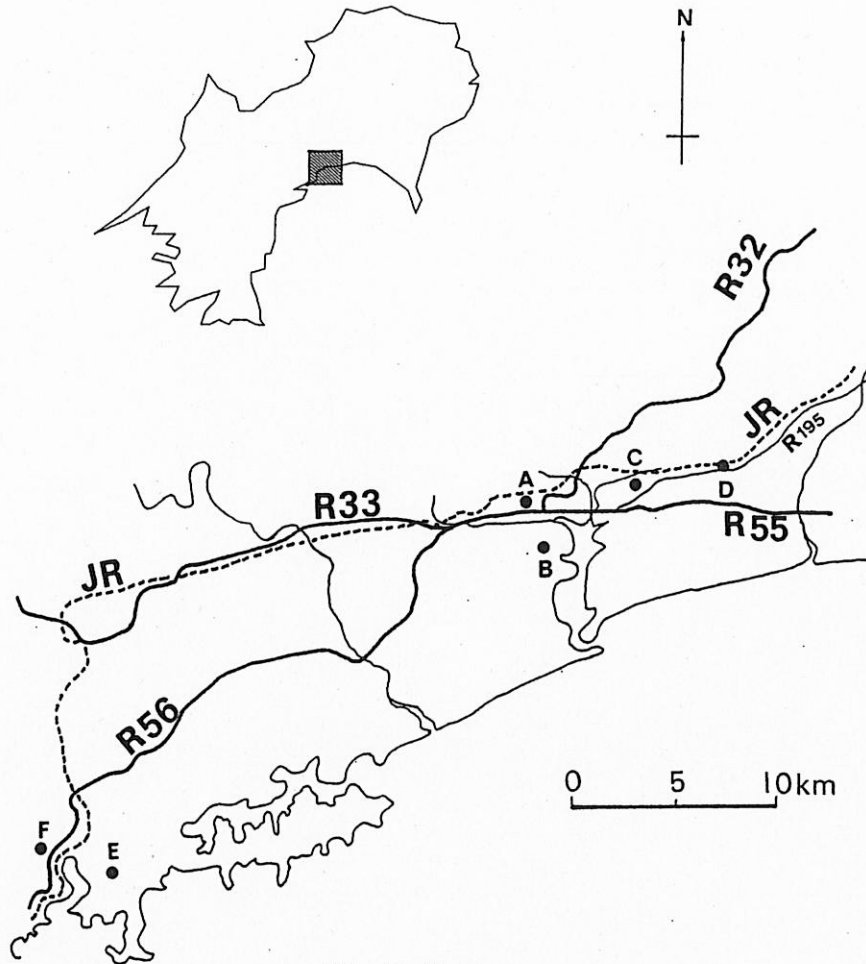


図1 位置図

にセメント工場がある。

(臨時局)

F : 須崎工業高校局 : セメント工場の西北西約 2 km の小高い山の上に移動測定車を設置した。工場をはさんで押岡局の対角線上に位置する。

G : 一宮局 : 高知市の北方にある高知市役所一宮支所の建物に微風向風速計を設置, 周囲は住宅及び商業地域である。

H : 高須局 : 国道55号線沿いの民有建物に微風向風速計を設置, 周囲は商業地域である。

(気象調査地点)

I : 五台山山頂 (標高138.8m)

J : 砂地 : 田園と河川に囲まれた埋立地である。

2.3. 調査項目及び方法

常時監視局 4 局と移動測定車により, 吸光光度法によるオキシダント濃度及び関連汚染物質濃度を測定した。また, UV 法によるオゾン濃度を押岡公園局において測定した。

なお, 本文の中で中性ヨウ化カリウム法による測定値についてのみオキシダントと記し, UV 法による場合及び一般的説明にはオゾンと記した。

上層風調査は, 砂地から上昇速度 100 m/min のパイロットバルーンを飛ばし, 五台山山頂でセオドライト (玉屋製 TD-3) により観測した。

水平発散量調査は, 図 2-1 に示す地点 G, H に臨時測定局をもうけるとともに, 地点 B, C のデータを用いた。

発散量の計算は次式によった。

風の測定ができる 3 地点 a, b, c を選び, 各地点の風速による三角形 abc の面積変化を別々に算出し合計することにより発散量を求める。

今, a 点の気塊が風速により a' 点に移動したとするとこれによる発散量 DIV_a は

$$DIV_a = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{a'bc - abc}{abc} \right) = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{ha' - ha}{abc} \right) = \frac{na}{\Delta t \cdot ha}$$

a 点の風向風速を WD (16D), WV, 辺 BC の北との角

度を θ (rad) とすると

$$na = WV \cdot \sin \left(WD \cdot 22.5 \cdot \frac{2\pi}{360} - \theta + \pi \right)$$

$$DIVa = \text{Const} \cdot WV \cdot \sin \left(WD \cdot 22.5 \cdot \frac{2\pi}{360} - \theta + \pi \right) / ha$$

$$DIV = DIVa + DIVb + DIVc$$

$DIV > 0$ 発散 (下降流)

$DIV < 0$ 収束 (上昇流)

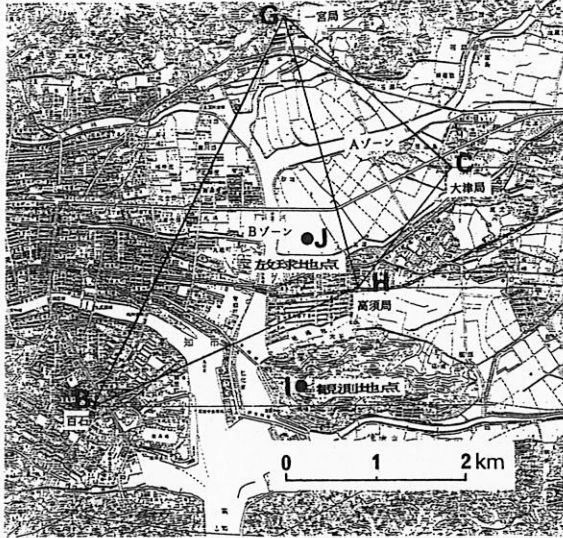
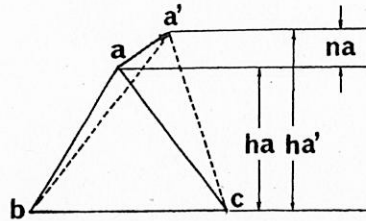


図 2-1 気象観測位置図

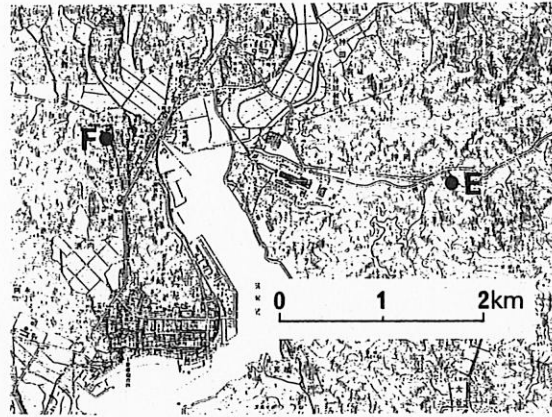


図 2-2 須崎地域位置図

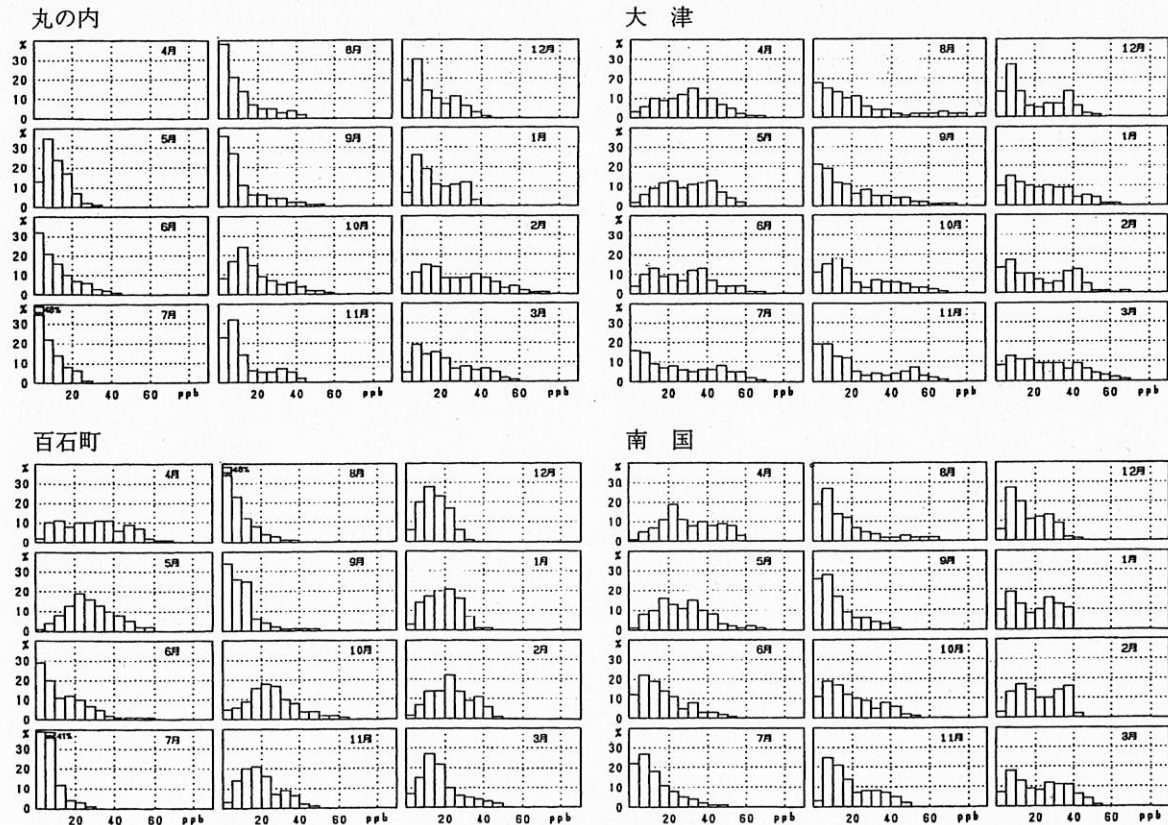


図 3 オキシダント濃度の頻度分布図

3. 測定結果と考察

3.1. 高知地域のオキシダントの概要

3.1.1. 気象⁴⁾とオキシダント

4月、5月の気温は平年並みだったが6月になって高温となり梅雨期は雨が少なかった。また、梅雨明けから8月前半にかけてほとんど雨があらず、猛暑と日照りが続いた。8月後半から一転して雨が多くなり、9月は平年の2倍近い雨量となった。春、夏と続いた気温の高い状況は容易に変わらず、年間を通じ全体的に高温であった。

オキシダント濃度は、夏から秋にかけて高濃度日が多く。また、2月に最高濃度を記録する等例年と異なった様相を示した。しかし年最高濃度は100ppbを超

えておらず例年のレベルであった。

3.1.2. 常時監視局のオキシダント

図3に各測定局のオキシダント濃度頻度分布図を示した。例年7月から冬期にかけてオキシダント濃度が低下するが、平成2年度は8月に高濃度日が観測された。このことは、大津局において特に顕著であった。図4に過去6年間におけるオキシダントの日最高濃度が60ppbを超えた延べ日数を10ppb間隔で示した。昭和61年から平成元年までは5月を中心とした3ヶ月に集中しているが平成2年度は8月、10月、11月に多く出現した。これは、7月17日から8月11日まで連続無降水日を記録し、猛暑となった事と関連があると推測された。また、昭和62年をピークに60ppbを越える日数は減少傾向にあり約30%になっている。平成3年は例年どおりのパターンとなった。

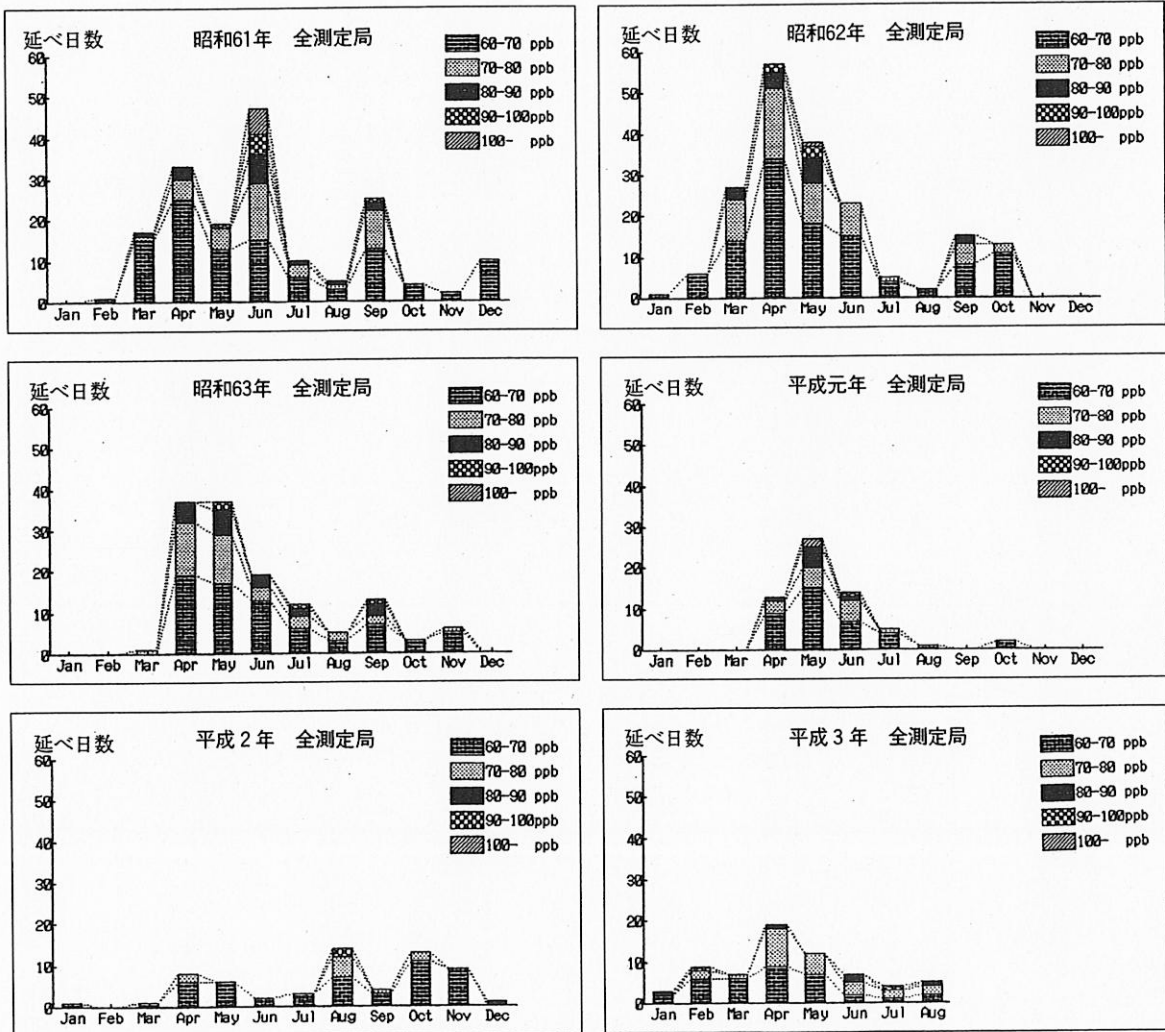


図4 日最高オキシダント濃度が60ppbを超える延べ日数

3.1.3. 梅雨明け後のオキシダント高濃度日

7月17日四国地方梅雨明け以後8月11日までの各測定局の汚染物質濃度を表1に示した。図5に8月1日から6日までの各局のオキシダント、二酸化窒素、気象要素の変化を示した。大津局の最高濃度は5日、6日と連続して94ppbを記録しており例年の5月下旬のパターンに良く似ている^{1),2)}。この期間百石局の一酸化窒素が年平均値の2倍の値を示しているが、二酸化窒素は年平均値と等しかった。

この事は、窒素酸化物の光化学反応への関与を推測させるが、反応速度や大気上層での混合状況など不明な要因が多く即断は出来ない。

3.2. 水平発散量の検討

3.2.1. 水平発散量と関連項目の状況

図6-1~図6-4に高知地域で行った水平発散量と関連する測定項目の結果を示した。測定地点が少なく解析にはやや難があるがおおよそ次のことが判った。

1) 発散, 収束の地域差は日射量の大きな日に強く現れる。また午前中は差がみられないが午後から差がみられるようになり, Aゾーンは発散の傾向を示し, Bゾーンは収束の傾向を示した。

2) Aゾーンの水平発散量が多い日は大津局におけるオキシダント濃度も高く, 小さい日は低い濃度を示す。

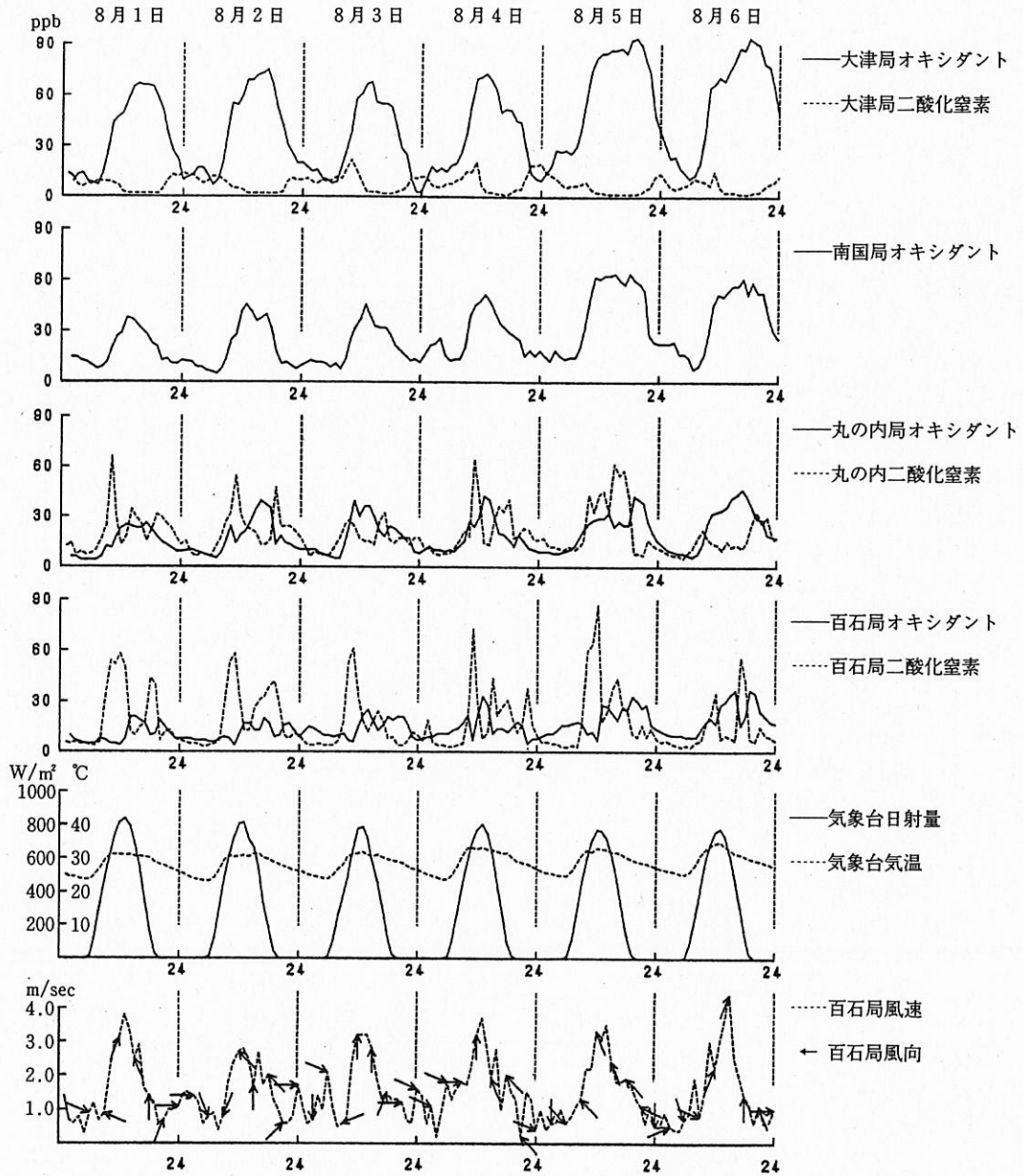


図5 梅雨明け後のオキシダント高濃度日の測定結果

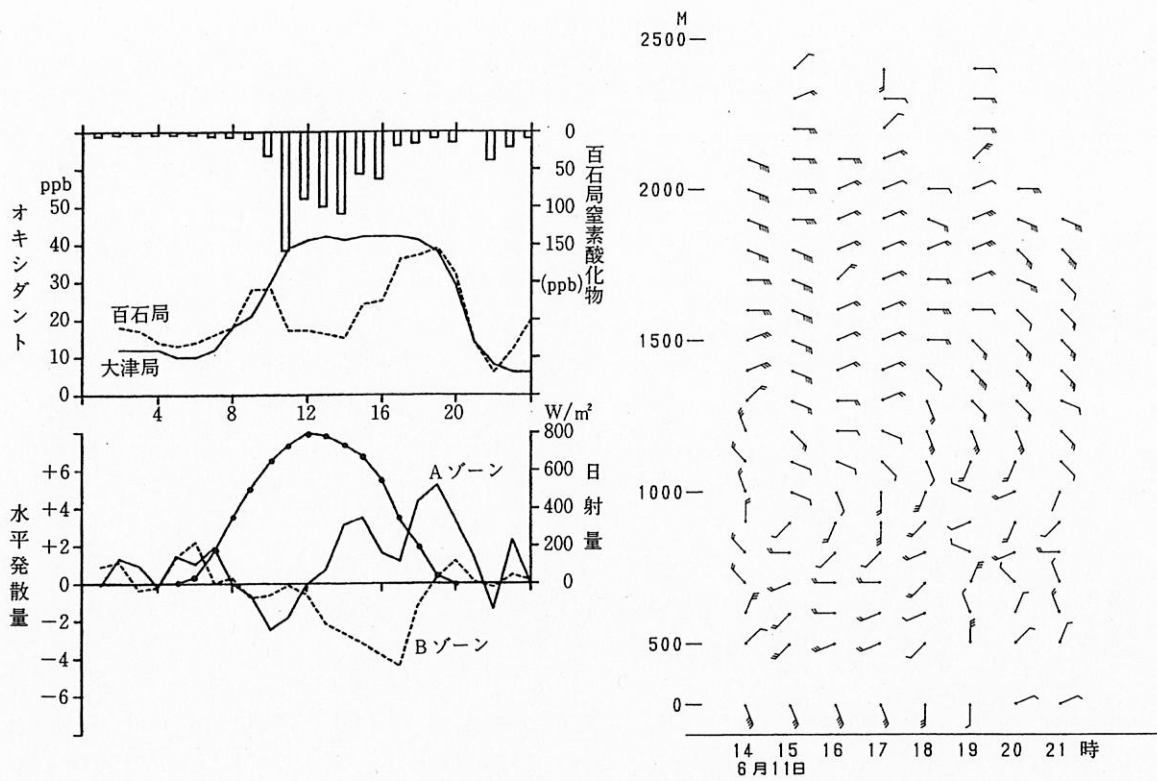


図6-1 6月11日の測定結果

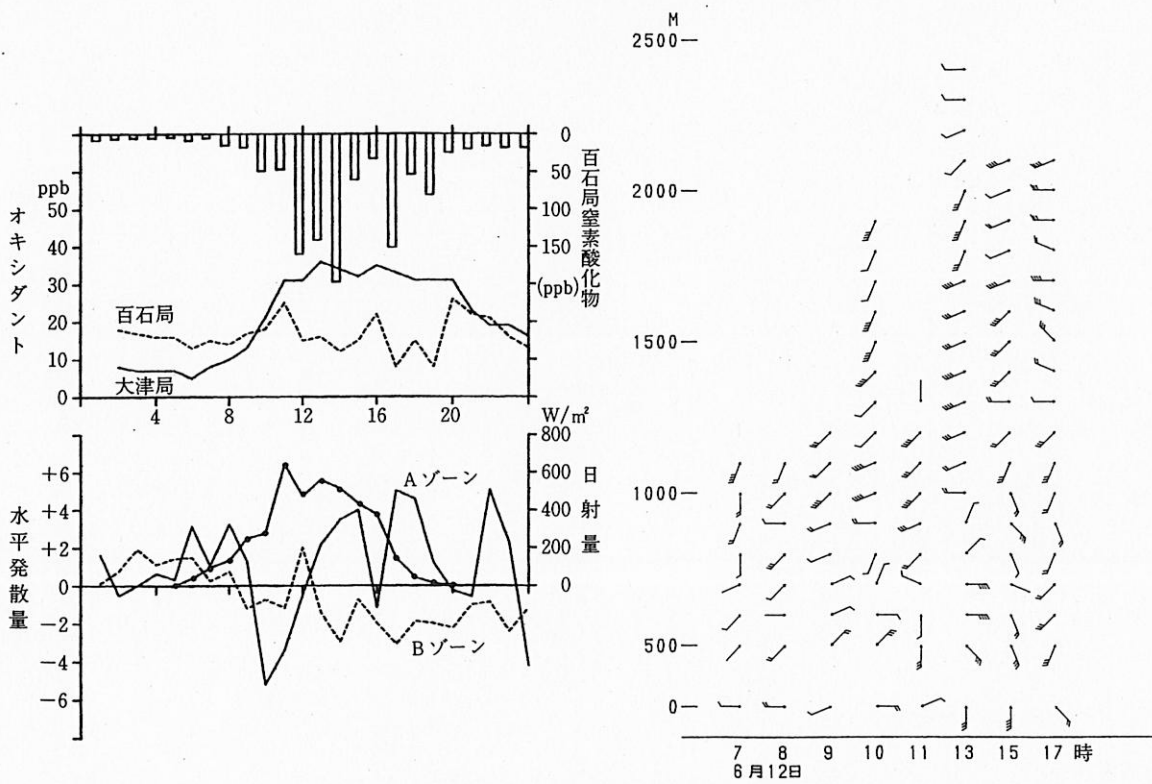


図6-2 6月12日の測定結果

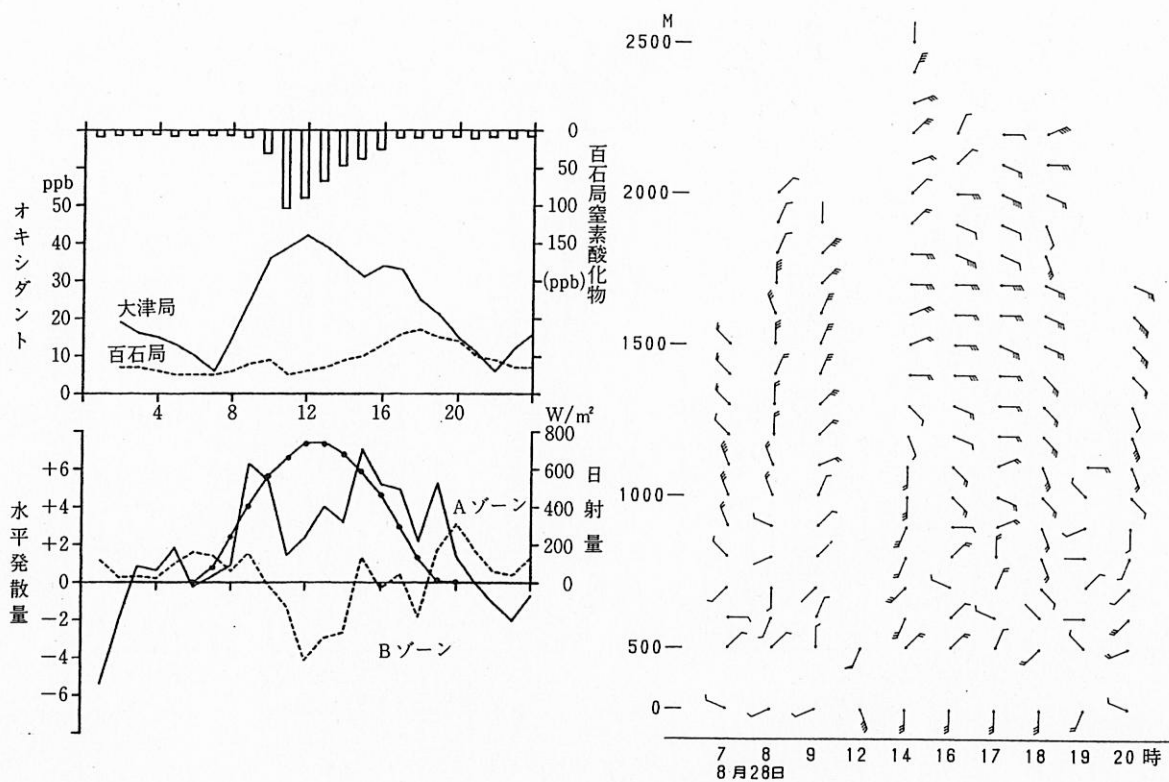


図6-3 8月28日の測定結果

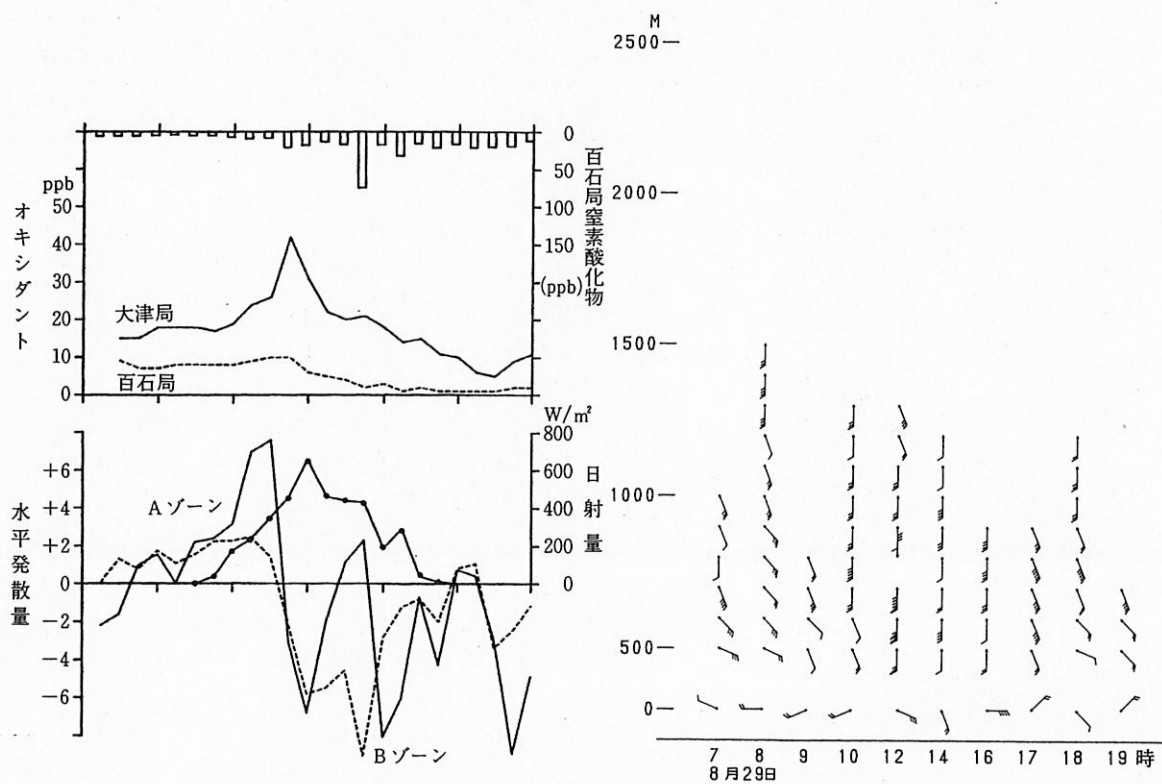


図6-4 8月29日の測定結果

表1 各測定局の汚染物質濃度

	大津局		南国局		丸の内局		百石局		
	7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値	
オキシダント	昼間の測定時間数	392	4453	405	5351	405	4708	405	5132
	最高値 (ppb)	94	95	64	67	46	77	50	72
	昼間の平均値	39	28	21	21	15	17	11	19
一酸化窒素	測定時間数	648	8638	-	-	648	8474	648	8520
	最高値 (ppb)	16	152	-	-	166	205	220	358
	平均値 (ppb)	2	6	-	-	10	18	20	10
二酸化窒素	測定時間数	648	8638	-	-	648	8474	648	8520
	最高値 (ppb)	29	78	-	-	87	130	87	87
	平均値 (ppb)	6	12	-	-	17	22	14	14

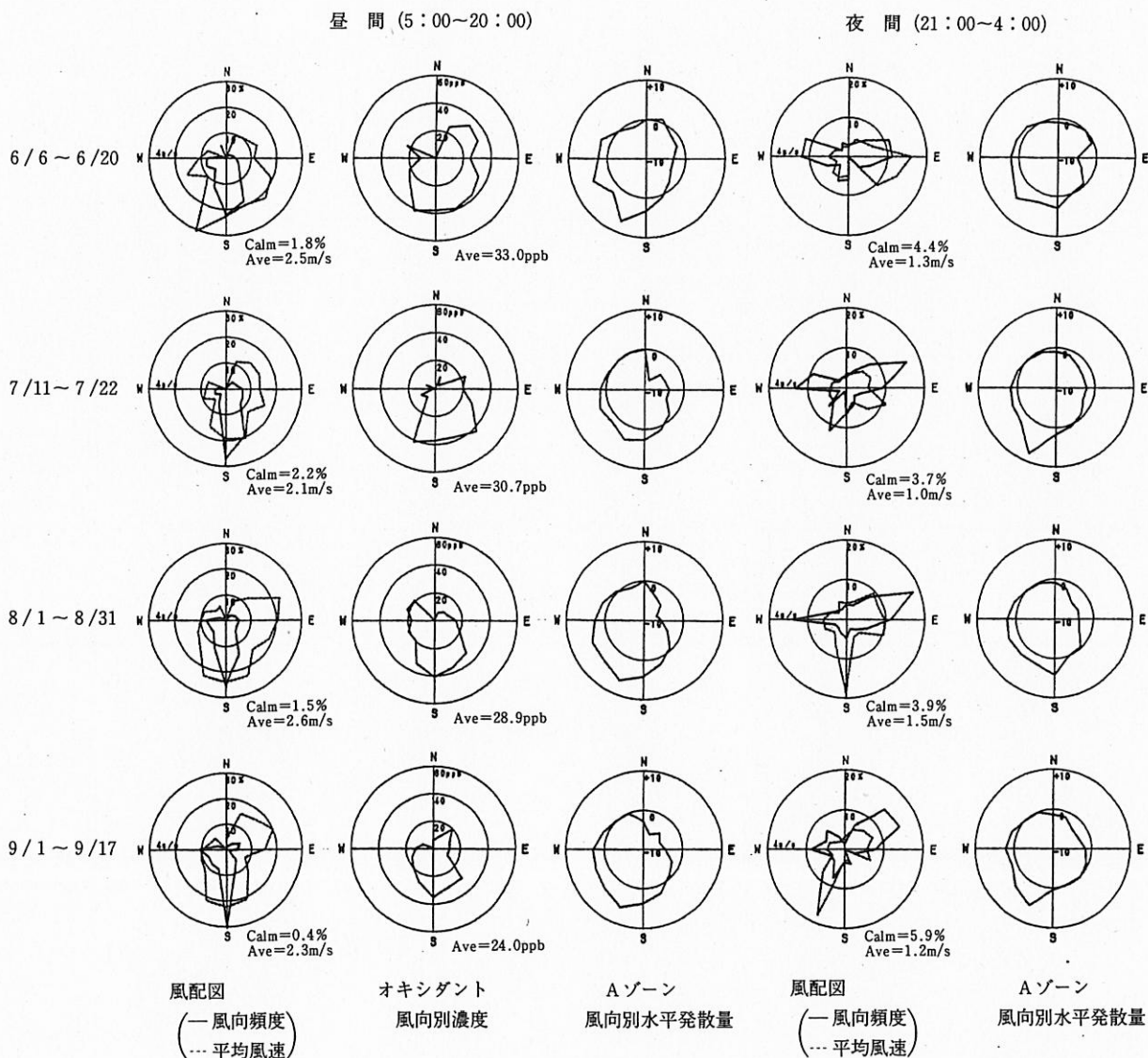


図7-1 大津局における風特性

3) Bゾーン内にある百石局は大津局に比してオキシダント濃度は低い。地域が収束性であるとともに、セメント工場から排出される窒素酸化物が直接的に影響を及ぼしている。

4) 大津局、百石局ともに日中は海風とみられるS風が卓越するが夜間はWN風が優位となる。

5) 上層風の風向と地表オキシダント濃度には関係が認められない。

以上により次のことが推測された。

日中の地表面の加熱により海陸風が発達するが、海風は地表面のさまざまな形状により下降流上昇流を惹起する。一般に市街部では上昇流となり収束性の傾向を示し、田園部は発散性となり、上層大気の下層現象

が考えられる。

上層大気は地表面よりオゾンが多く含まれていると考えられることより、田園部におけるオキシダント濃度は市街部における値より高い数値を示すことになる。以上は地表面にきわめて近い接地層についての推測であるがさらに大きなスケールの変化(広域移流や季節的変動)については言及できない。

3.2.2. 風向別水平発散量

図7-1~図7-2に大津局における風向別水平発散量の平均値と百石局における風向別水平発散量の平均値とを各々昼夜別に示した。

大津局では昼間S風が主風向なので、Aゾーンは6月から9月までおおむね下降流の雰囲気であった。夜

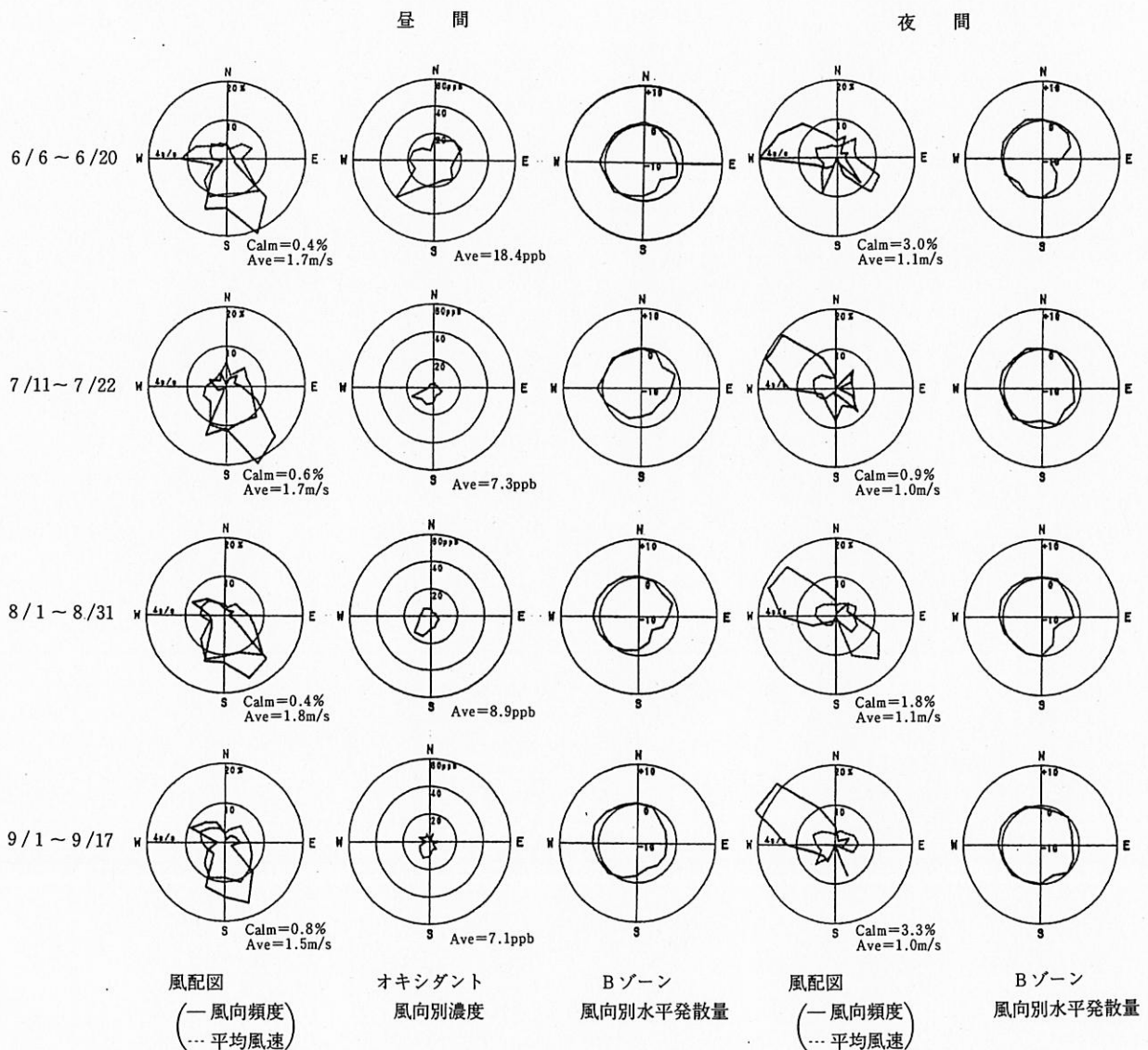


図7-2 百石町における風特性

間はE風とW風が主風向となっているので6月ははっきりしないが夏から秋にかけてNE風の頻度が多くなるので上昇流の雰囲気であると推測された。

百石局は昼間SE風が主風向でありBゾーンでは上昇流、夜間はW風からNW風が主風向となるので下降流の雰囲気であった。

3.3. 須崎地域のオキシダントの概要

平成3年度高知市と並んで窒素酸化物の発生源のある須崎市に移動測定車を設置して（移動局F）オキシダントと汚染物質の測定を行ったが、須崎地域のオキシダントは高知市大津局の濃度より概ね低い値で推移しており光化学反応によるオキシダントの生成は認められなかった。

表2 須崎地域と大津局の汚染物質濃度
（平成3年4月17日から7月24日）

		押岡公園局	須崎工業高校局	大津局
オキシダント	昼間の測定時間数	(*)	1389	1384
	最高値(ppb)	78	74	85
	昼間の平均値	22	23	34
一酸化窒素	測定時間数	2245	2023	1987
	最高値(ppb)	620	257	60
	平均値(ppb)	27	4	3
二酸化窒素	測定時間数	2245	2023	1987
	最高値(ppb)	66	70	43
	平均値(ppb)	8	7	10

(*)押岡公園局のオキシダント欄はオゾン

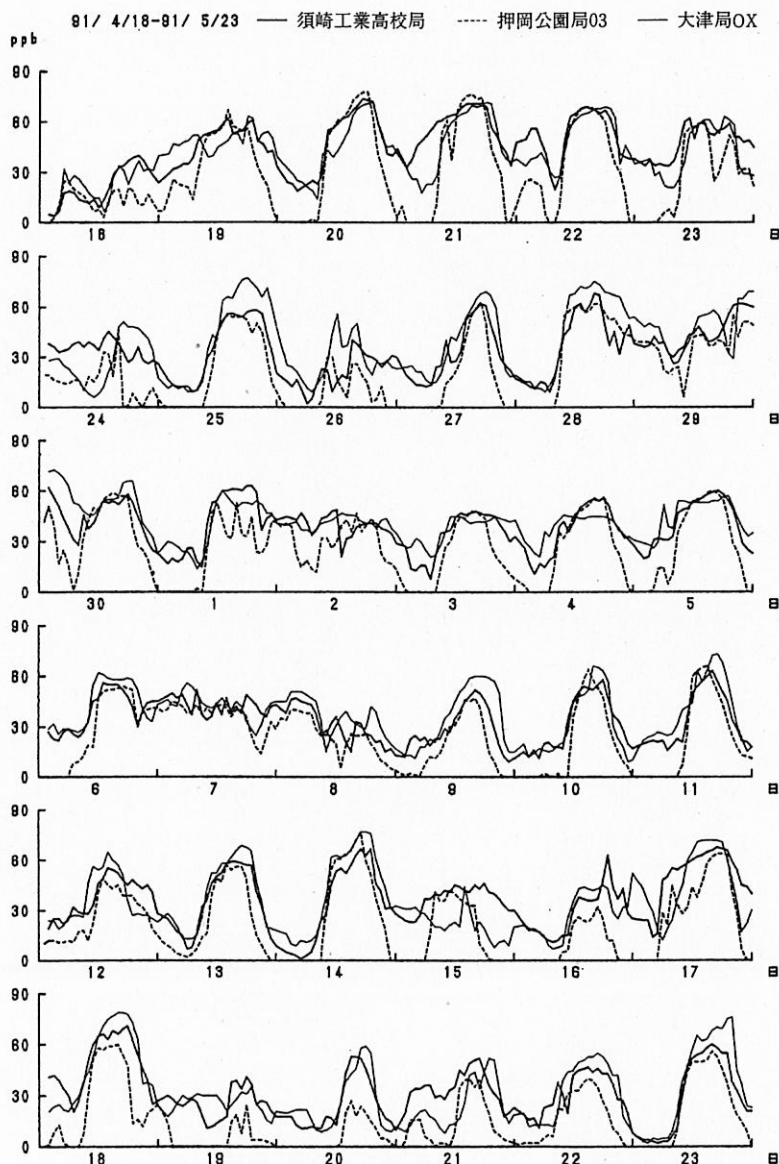


図8 須崎地域のオキシダント及びオゾンの経時変化

3.3.1. 押岡局の地形的特徴

夜間はNE風が主風向となり工場から排出された窒素酸化物が押岡川に沿って流れ一酸化窒素の平均値が高い。昼間は逆にSEからの風が多く、排ガスは北の開けた平野に拡散するものと考えられる(図2-2)。

3.3.2. オキシダント及びオゾンの経時変化

平成3年4月17日から7月24日までの汚染物質の濃度を表2に、経時変化の一部を図8に示した。臨時局のオキシダント濃度は、期間中の昼間平均で高知市大津局より10ppb程低いものの両局の相関は大きく、日最高濃度ではあまり差がなかった。これは、オキシダント現象が高知市、須崎市の距離ではほとんど差異が認められないくらい広域的現象であることを示すものであり、大津局が発生源の影響が少ないのに比べ須崎市の押岡局と臨時局の両局は発生源に近く、この排ガスの影響によりオキシダント濃度の平均値が低くなったと考えられた。また、押岡局のオゾンは、NE風が吹く午後11時から午前8時頃までの間は窒素酸化物によりほとんど完全に分解されている。

4. おわりに

高知市と須崎市でオキシダント濃度と関連物質濃度を測定するとともに、高知地域について水平発散量調査を行い濃度変化の要因について検討した。

1) 大津局のオキシダント濃度は、測定局周辺に田園

が多く存在し、オゾンを消費する汚染物質が少ないこと、また日中には海風が卓越するとともに発散性の地形的特性を有するため下降気流によって上層オゾンが供給されるものと考えられた。

2) 高知地域と須崎地域のオキシダント濃度変動の相関は大きく、オキシダントの発現は広域的現象と見られた。なお、オキシダント現象解明のためには他の汚染物質(炭化水素、PAN、過酸化水素等)も併せ総合的解析が必要と考える。

今回はじめて気象調査を行ったが力量と経験不足から十分なデータ収集と解析を実施する事は出来なかった。今後の糧としたい。

参考文献

- 1) 矢部武男ら：高知県における光化学オキシダント及び関連物質の全般的状況について(第1報)，高知県公害防止センター所報，5，11-28，1988
- 2) 広橋俊郎ら：高知県における光化学オキシダント及び関連物質の全般的状況について(第2報)，高知県公害防止センター所報，6，11-28，1989
- 3) Bellamy: Objective calculation of divergence vertical velocity and vorticity Bull. Amer. Soc., 30, 40, 1949
- 4) 高知地方気象台：1990年の天気概況，1991

未規制大気汚染物質モニタリング調査

〔ホルムアルデヒドモニタリング調査〕

高岡真司・原田浩平・広橋俊郎
松村浩明

1. はじめに

現在直ちに大気中の濃度が問題となるレベルではなくても、将来的には問題となることが懸念される物質については、長期的にその濃度の推移を把握する必要がある。今回は、平成2年度の環境庁委託事業として、当県で受託したホルムアルデヒドの調査結果を環境庁の了解を頂いたうえで報告する。

2. 調査期間

平成2年8月1日～平成2年12月27日

3. 調査地域

県内の市町村から周辺環境の異なる下記の3地域を選定し、1地域2地点でホルムアルデヒドの一般環境測定を行った。

- : 高知市
- : 南国市
- : 物部村

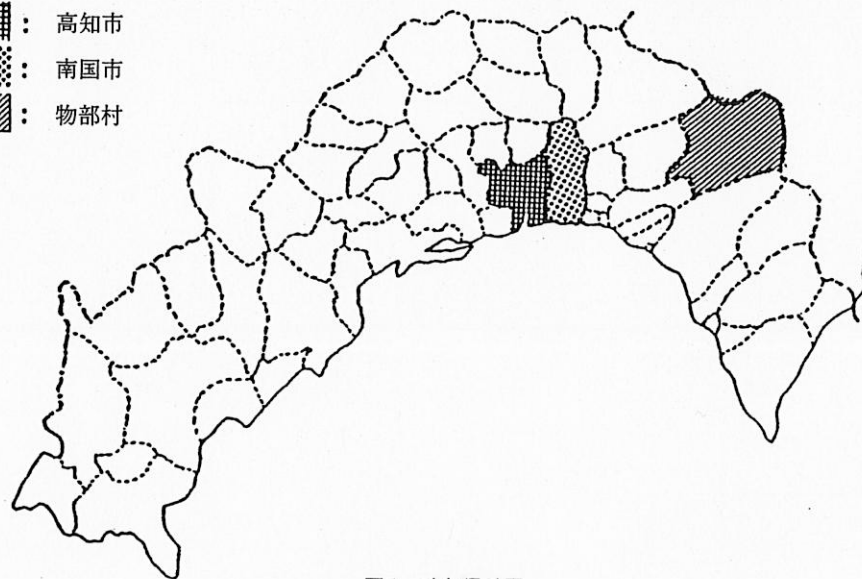


図1 高知県地図

調査地域を図1、各調査地域における業種別事業所数を表1に示す。

- 工場地帯近傍の居住地域……高知市
- 中小都市の居住地域………南国市
- バックグラウンド地域………物部村

3.1. 工場地帯近傍の居住地域（高知市）

3.1.1. 人口、面積、産業等

高知市は県中央部に位置し、高知平野が開け、南部は太平洋に面している。人口は317,303人（平成3年1月1日現在）面積143.23km²である。南部の港地区にはセメント、化学、窯業及び機械・金属工場、また浦戸湾東部には木材、造船工場や石油基地が並ぶ工場地帯がある。

3.1.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Aは港地区の工場地帯に隣接した居住地域にあり、周囲には住居が立ち並んでいる。この地点から東南東へ約400m、約800mにそれぞれ窯業工場が、また南約900mに窯業化学工場、南東約1,200mにセメ

ント工場, 南約250m付近に小規模の機械・金属工場が数社立地している。また, 調査地点Bは居住地域にあり, 南約200mに木材工業団地, 南約700mに造船工場がある。この木材工業団地には製材, 集材材・集成加工, 合板加工, 木工, チップ・オガライト製造, 原木・製品・家具販売等があり, 焼却炉や廃材ボイラーが15基程度ある。

なお, この調査地域には, ホルムアルデヒドを使用している工場等はなく, 両調査地点間の距離は約3.0km

である。

各調査地点の周辺図を図2に示す。

3.1.3. 交通量

調査地点Aの付近には南北に県道34号桂浜はりまや線と, この県道から東西に数本の市道が延びており, 交通量が比較的多く, 大型車の多い地域である。

調査地点Bでは東約250mの南北に県道35号桂浜宝永線が走り, これに接続して数本の市道が延びている。この県道35号線は木材工業団地内にバイパスがあるた

表1 各調査地域における業種別事業所数

市町村名	事業所数 (昭和61年7月1日 現在)									
	総数	農林漁業	鉱業	建設業	製造業	小卸売業	保険業	水道熱供給業	電気・ガス	公務・その他
高知市	22,141 100%	22 0.1%	10 0.0%	1,424 6.4%	1,275 5.8%	11,695 52.8%	445 2.0%	22 0.1%	7,248 32.8%	
南国市	2,143 100%	8 0.4%	10 0.5%	197 9.2%	251 11.7%	1,020 47.6%	23 1.0%	2 0.1%	632 29.5%	
物部村	257 100%	8 3.1%	1 0.4%	25 9.7%	28 10.9%	103 40.1%	1 0.4%	5 1.9%	86 33.5%	

事業所統計報告 (高知県統計情報課) より



図2 周辺図

め、交通量が比較的少なく、特に大型車が少ない。

県道34号桂浜はりまや線及び県道35号桂浜宝永線の道路交通量を表2、表3に示す。ただし、県道35号線の交通量は、県道と木材工業団地内のバイパスとが南で合流した地点で観測したものである。

3.2. 中小都市の居住地域

3.2.1. 人口、面積等

南国市は高知平野の中央部に位置し、南部は太平洋に面し、高知市に隣接するベッドタウンで、ハウス園芸等の農業を主体とする小都市である。

人口は46,792人（平成3年1月1日現在）面積124.98km²である。南部には石灰工場、北部には木材工業団地があり、また四国横断自動車道のインターや空港を有する交通の要所となっている。

3.2.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Cは南国市の中心に位置し、周辺には官公庁、病院、商店街及び住居が混在している。周辺には発生源となる工場、事業場等はない。南東約200mに

総合病院がある。

調査地点Dは東部の田園地帯の集落に位置し、北東約750mに紡績工場があるが、他には工場、事業場等の発生源はない。ただし、周辺はハウス園芸が盛んであり、冬期には加温ボイラーが稼働する時間帯がある。なお、両調査地点間の距離は約2.0kmである。

各調査地点の周辺図を図3に示す。

3.2.3. 交通量

調査地点Cは北西約600mに国道195号線と、南約500mに国道55号線が、さらに西と北に県道が2本走っており比較的交通量の多い地区である。

調査地点DはCと同様、南に国道55号線が、西約100mに県道前浜植野線と北約100mに県道南国野市線が走っている。

このうち最も交通量の多い国道55号線の交通量を表4に、調査地点Dに一番近い県道南国野市線の交通量を表5に示す。

表2 県道34号桂浜はりまや線の交通量

昭和63年10月 調査

平 日 (上段:12時間 下段:24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大 型 車 類 (台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物車	貨客車	普貨物車	特殊(種)車	小計				
922	11475	734	13131	4013	1039	1514	726	386	7678	20809 26800	1846	1.26	8

昭和63年度 道路交通センサスより

表3 県道35号線桂浜宝永線の交通量

昭和63年10月 調査

平 日 (上段:12時間 下段:24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大 型 車 類 (台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物車	貨客車	普貨物車	特殊(種)車	小計				
612	3745	232	4593	2701	1215	385	344	181	4826	9419 12200	757	1.29	17

昭和63年度 道路交通センサスより

表4 国道55号線の交通量

昭和63年10月 調査

平 日 (上段:12時間 下段:24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大 型 車 類 (台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物車	貨客車	普貨物車	特殊(種)車	小計				
1119	12325	311	13755	6001	1533	1919	1434	456	11343	25098 32400	2201	1.29	17

昭和63年度 道路交通センサスより

表5 県道南国野市線の交通量

昭和63年10月 調査

平 日 (上段:12時間 下段:24時間)													合 計 (台)	大型車類 (台)	昼 夜 率	ピーク 時間
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)												
軽 自 動 車	乗 用 車	バ ス	小 計	軽 貨 物 車	小 貨 物 車 型	貨 客 車	普 通 貨 物 車	特 殊 (種 種) 車	小 計							
367	3118	156	3641	2662	573	459	143	85	3922	7563	9800	384	1.29	8		

昭和63年度 道路交通センサスより



図3 周 辺 部

3.3. バックグラウンド地域

3.3.1. 人口、面積等

物部村は県東北部に位置し、中央に物部川が貫流し、徳島県と接している。人口は3,714人(平成3年1月1日現在)、面積291.07km²の山村である。製造工場等はほとんどなく、剣山国定公園、奥物部県立自然公園区域を有することから、主として観光と林業の村である。大気環境は良好な地域である。

3.3.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Eは村のほぼ中央部に位置する小集落の国道195号線沿いの地点で、周辺には発生源はない。

調査地点Fは県境に近い溪谷で、周辺には人家も少なく、発生源もなく、南約200mに国道195号線が走っている。

なお、両調査地点間の距離は約9.0kmである。

各調査地点の周辺図を図4に示す。

3.3.3. 交通量

調査地点E、Fともに国道195号線の沿線にあり、他に道路はほとんどない。

国道195号線の道路交通量を表6に示す。

4. 調査方法

調査方法は大気汚染物質測定法指針(75-1 ホルムアルデヒド)によった。

4.1. 試料採取

4.1.1. 試料採取装置・器具

自家製試料採取器 吸引ポンプ: IWAKI AIR PUMP

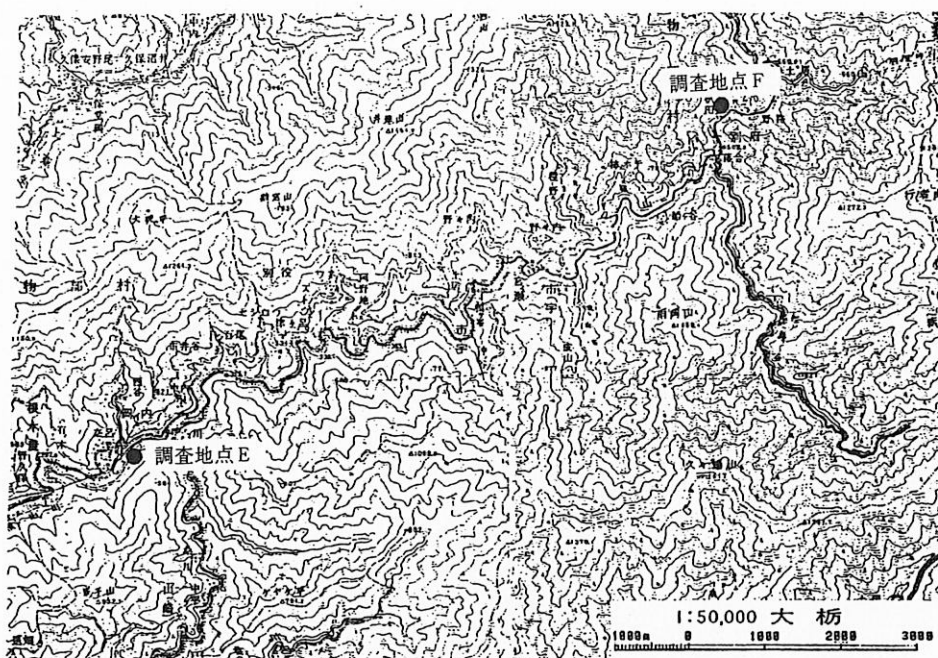


図4 周辺部

表6 国道195号線の交通量

昭和63年10月 調査

平日 (上段:12時間 下段:24時間)										合計 (台)	大型車 種類 (台)	昼 夜 率	ピーク 時間
乗用車類 (台)				貨物自動車 (台)									
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物車 型車	貨客車	普通貨物車	特殊 (種)車	小計				
15	117	12	114	80	53	13	22	8	176	320 400	42	1.29	12

昭和63年度 道路交通センサスより

(AP-055Z; 吸引量 max 6 l/min)

ガスメーター: 東洋計器kk (FY-130型式)

吸収瓶: ガラスフィルター付 30mlバブラー

アスマン温湿度計: 柴田科学器械工業KK

4.1.2. 試料採取方法

30mlのインピンジャー 2本に5%ほう酸溶液を10mlずつ入れ、直列に連結して1 l/minで6時間以上通気した。通気終了後、25mlの共栓シリンダーに第1吸収液を移し、さらに第2吸収液の内容液で第1吸収瓶を洗い共栓シリンダーに移し、最後に蒸留水で各瓶を洗い25mlにメスアップした。

以後、この溶液2mlを使用し吸光光度法による分析を行った。

4.2. 標準液の調整

4.2.1. ホルマリンの標定

ホルマリン1.0mlをとり、水を加えて200mlとし、ホ

ルマリン溶液とした。この溶液10mlを共栓付三角フラスコに取り、N/10よう素液25ml及び1 N水酸化カリウム溶液10mlを加え、15分間放置した後、硫酸(1→2) 5mlを加え、直ちに栓をして静かに振り混ぜ、N/10チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定し、溶液の黄色が薄くなったら、1%でんぷん溶液1mlを加え、生じたよう素でんぷんの青色が消えるまで滴定を続けた。これに要したN/10チオ硫酸ナトリウム溶液の滴定量を a mlとする。別に水を用いて空試験を行い、その滴定量を b mlとする。

ホルマリン中のホルムアルデヒド濃度 Q (W/V%) は、次式によって算出した。

$$Q (W/V\%) = 1.5013 \times \frac{(b-a) \times f}{1000} \times \frac{200}{10} \times \frac{100}{1}$$

ただし

a: 本試験に要したN/10チオ硫酸ナトリウム溶

液の使用量 (ml)

b : 空試験に要した N/10チオ硫酸ナトリウム溶液の使用量 (ml)

f : N/10チオ硫酸ナトリウム溶液のファクター

4.2.2. ホルムアルデヒド標準液

ホルマリン200/Q mlを100mlの全量フラスコにとり水を加えて100mlとした。この溶液を水で10,000倍に希釈してホルムアルデヒド標準液とし、用時調整した。

ホルムアルデヒド標準液 1 ml = 2 μg HCHO

4.3. 検量線の作成

ホルムアルデヒド標準液を吸収液で希釈して正確に1ml中に0.5, 1.0, 1.5, 2.0 μgのホルムアルデヒドを含む数段階の標準系列を調整する。この標準系列それぞれ2ml及びAHMT溶液(4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール0.5gをN/2塩酸100mlに溶解)2mlを加え、軽く振り混ぜ、常温で20分間放置する。次に過よ素酸カリウム溶液(過よ素酸カリウム0.75gをN/5水酸化カリウム溶液100mlに溶解)2mlを加え、気泡が発生しなくなるまで振とうした。この呈色液について、波長550nm付近の極大波長における吸光度を測定した。各標準系列の

ホルムアルデヒド濃度 (μg/ml) と吸光度の関係から検量線を作成した。対照液は空試験液2mlを同様に操作したものを用いた。

検量線の1例を図5に示す。

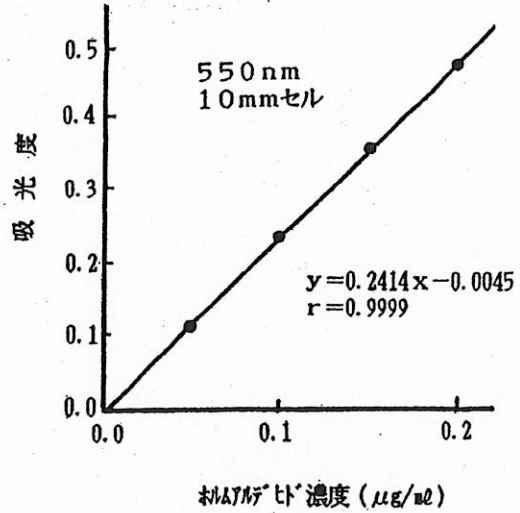


図5 AHMT法による検量線

表7 気象調査表

調査地域	調査時期	調査日	天候	主風向	平均風速(m/s)	平均気温(℃)	平均湿度(%)
高知市	夏期	8月1日	快晴	南東	2.9	30.9	63
		8月2日	快晴	南東	3.1	30.8	62
		8月3日	薄曇	南東	3.1	31.2	62
		平均値				3.0	31.0
	冬期	12月12日	晴	北	3.4	12.1	36
		12月13日	晴	西南西	1.9	12.2	42
		12月14日	曇時々晴	西	1.3	13.6	57
		平均値				2.2	12.6
南国市	夏期	8月20日	晴	南東	3.3	30.6	64
		8月21日	晴のち曇	南東	3.0	31.0	64
		8月24日	晴時々曇	南南西	2.3	29.7	74
		平均値				2.0	30.4
	冬期	12月25日	晴	南西	2.3	9.9	44
		12月26日	晴	西南西	5.8	9.4	54
		12月27日	晴	北	4.4	7.9	49
		平均値				4.2	9.1
物部村	夏期	8月7日	晴のち曇	南西	2.1	29.6	66
		8月8日	晴	南西	1.8	29.6	67
		8月9日	晴時々曇	北東	1.7	26.5	83
		平均値				1.9	28.6
	冬期	12月18日	晴	北東	1.8	4.6	63
		12月19日	晴のち曇	北	2.8	5.4	67
		12月20日	曇	Calm	-	4.6	77
		平均値				1.6	4.9

4.4. 測定

試料液 2 ml を目盛り共栓試験管にとり、4.3 検量線の作成の項と同様に操作して吸光度を測定し、検量線から、試料液中のホルムアルデヒドの濃度 c ($\mu\text{g}/\text{ml}$) を求めた。

大気中のホルムアルデヒド濃度 C (ppb) は、次式によって算出した。

$$C(\text{ppb}) = c \times \frac{22.4}{30.0} \times 25 \times \frac{1000}{V \times \frac{273}{273+t}}$$

ただし

25: 試料液量 (ml)

V: 試料空気量 (l)

t: 試料採取時の平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)

5. 調査結果

5.1. 気象調査

各調査地域の夏期及び冬期における測定時間中の気象調査結果を表 7 に、また、各調査地域における平成元年度の夏期及び冬期の風配図を図 6 ~ 図 8 に示す。

5.2. ホルムアルデヒドの測定結果

各調査地域の夏期及び冬期の測定結果を総括表及び調査結果表 1 ~ 6 に示す。ただし、表中の N.D. は、大気中のホルムアルデヒド濃度が 6.20ppb 以下である。

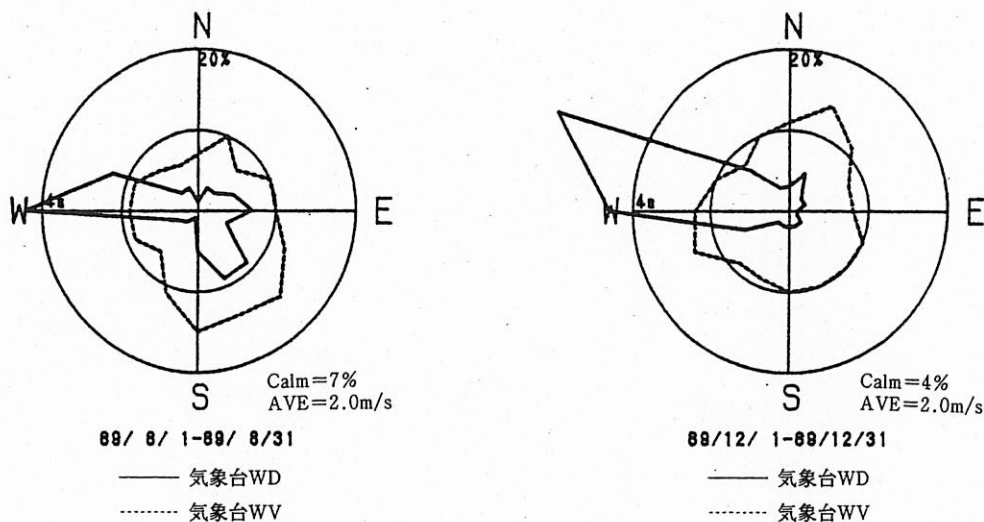


図 6 高知市の風配図

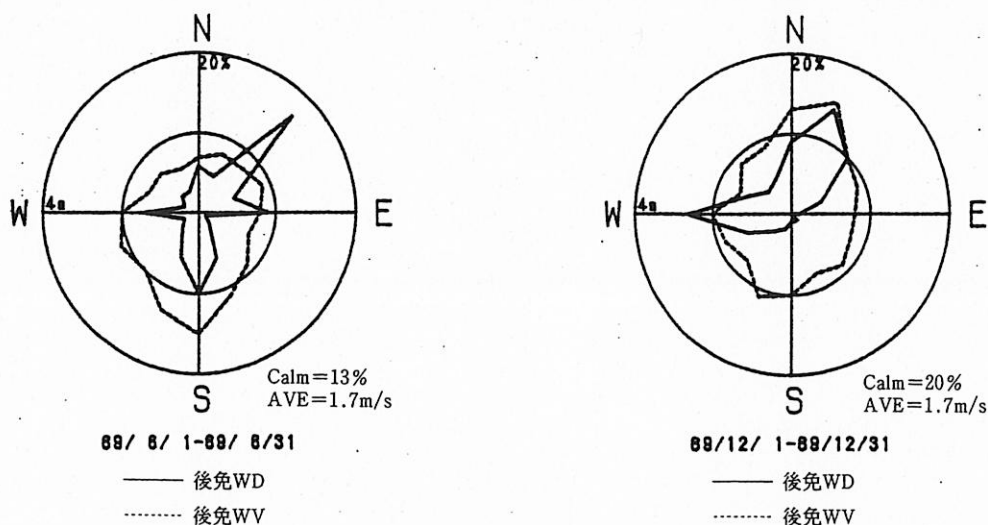


図 7 南国市の風配図

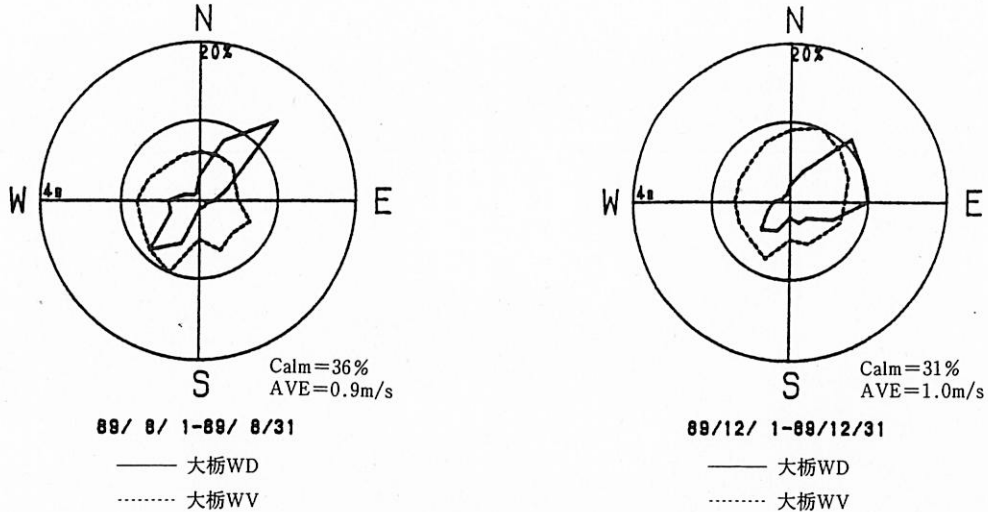


図8 物部村の風配図

総括表

(単位 ppb)

調査地域名	調査時期	検体数	最小値～最大値	平均値	標準偏差	備考
高知市	夏期	6	N.D.～9.32	2.64	3.82	
	冬期	6	N.D.～7.82	1.30	2.91	
	全体	12	N.D.～9.32	1.97	3.46	
南国市	夏期	6	N.D.	0.00	0.00	
	冬期	6	N.D.～11.0	2.90	4.31	
	全体	12	N.D.～11.0	1.45	3.38	
物部村	夏期	6	N.D.	0.00	0.00	
	冬期	6	N.D.	0.00	0.00	
	全体	12	N.D.	0.00	0.00	

注) N.D.は、6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 1

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考	
高知市	百石町	A	夏期	8/1 10:00～16:00	快晴 SE 2.9	N.D.		
				8/2 10:00～16:00	快晴 SE 3.1	N.D.		
				8/3 10:00～16:00	薄曇 SE 3.1	N.D.		
					平均値		0.00	
					標準偏差		0.00	
			冬期	12/12 8:10～14:10	晴 N 3.4	7.82		
				12/13 9:50～15:50	晴 WSW 1.9	N.D.		
				12/14 9:35～15:35	曇 W 1.3	N.D.		
					平均値		2.61	
					標準偏差		3.69	
全体		平均値		1.30				
		標準偏差		2.91				

注) N.D.は、6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 2

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考
高知市	仁井田	B	夏期	8/1 10:00~16:00	快晴 SE 2.9	9.32	
				8/2 10:00~16:00	快晴 SE 3.1	N.D.	
				8/3 10:00~16:00	薄曇 SE 3.1	6.54	
				平均値		5.29	
			標準偏差		3.91		
			冬期	12/12 7:30~13:30	晴 N 3.4	N.D.	
				12/13 9:50~15:50	晴 WSW 1.9	N.D.	
				12/14 10:30~16:30	曇時々晴 W 1.3	N.D.	
				平均値		0.00	
			標準偏差		0.00		
			全体	平均値		2.64	
				標準偏差		3.82	

注) N.D.は, 6.20ppb以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した.

調査結果表 3

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考
南国市	後免	C	夏期	8/20 10:00~16:00	晴 SE 3.3	N.D.	
				8/21 10:00~16:00	晴のち曇 SE 3.0	N.D.	
				8/24 10:00~16:00	晴時々曇 SSW 3.4	N.D.	
				平均値		0.00	
			標準偏差		0.00		
			冬期	12/25 10:23~16:45	晴 SW 2.3	N.D.	
				12/26 9:00~15:00	晴 WSW 5.8	N.D.	
				12/27 9:00~15:21	晴 N 4.4	N.D.	
				平均値		0.00	
			標準偏差		0.00		
全体	平均値		0.00				
	標準偏差		0.00				

注) N.D.は, 6.20ppb以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した.

調査結果表 4

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考
南国市	立田	D	夏期	8/20 10:00~16:00	晴 SE 3.3	N.D.	
				8/21 10:00~16:00	晴のち曇 SE 3.0	N.D.	
				8/24 10:00~16:00	晴時々曇 SSW 3.4	N.D.	
				平均値		0.00	
			標準偏差		0.00		
			冬期	12/25 10:34~16:38	晴 SW 2.3	6.40	
				12/26 9:05~15:10	晴 WSW 5.8	11.0	
				12/27 9:07~15:08	晴 N 4.4	N.D.	
				平均値		5.80	
			標準偏差		4.51		
全体	平均値		2.90				
	標準偏差		4.31				

注) N.D.は, 6.20ppb以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した.

調査結果表 5

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考
物部村	物部村岡ノ村	E	夏期	8/7 10:00~16:00	晴のち曇 SW 2.1	N.D.	
				8/8 10:00~16:00	晴 SW 1.8	N.D.	
				8/9 9:00~15:00	晴時々曇 NE 1.7	N.D.	
				平均値		0.00	
				標準偏差		0.00	
			冬期	12/18 9:57~15:57	晴 NE 1.8	N.D.	
				12/19 9:30~15:45	晴のち曇 N 2.8	N.D.	
				12/20 9:00~15:00	曇 C 0.1	N.D.	
				平均値		0.00	
				標準偏差		0.00	
全体		平均値	0.00				
		標準偏差	0.00				

注) N.D.は, 6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 6

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)	備考
物部村	物部村別府	F	夏期	8/7 10:00~16:00	晴のち曇 SW 2.1	N.D.	
				8/8 10:00~16:00	晴 SW 1.8	N.D.	
				8/9 9:00~15:00	晴時々曇 NE 1.7	N.D.	
				平均値		0.00	
				標準偏差		0.00	
			冬期	12/18 10:25~16:25	晴 NE 1.8	N.D.	
				12/19 9:57~16:04	晴のち曇 N 2.8	N.D.	
				12/20 8:35~14:35	曇 C 0.1	N.D.	
				平均値		0.00	
				標準偏差		0.00	
全体		平均値	0.00				
		標準偏差	0.00				

注) N.D.は, 6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度N.D.は0.00ppbとして計算した。

6. まとめ

6.1. 工場地帯近傍の居住地域(高知市)

①気象については, 夏期の3日間(8月1日, 8月2日, 8月3日)の日中は3.0m/s前後の南~南東風の海風が支配し, 冬期の3日間(12月12日, 12月13日, 12月14日)の日中は1~3.0m/sの北~北西風が支配した。夏期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ31.0℃, 62.8%であり, 冬期の3日間の平均温度, 及び平均湿度はそれぞれ12.6℃, 44.9%であった。

②工場地帯近傍の居住地域の全体のホルムアルデヒド濃度は調査地点A及び調査地点BがそれぞれN.D.~7.82ppb, N.D.~9.32ppbであり, 平均値はそれぞれ1.30ppb, 2.64ppbであった。また, 定量限界以下が75.0%を占めており, 定量限界以上の濃度はすべ

て10.0ppb以下であり, 全般的に低レベルであった。

③調査地点Aの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はそれぞれN.D., N.D.~7.82ppbであり, 平均値はそれぞれ0.00ppb, 2.61ppbで低濃度であった。夏期の日中は南東風の海風が支配していたが, 調査地点の南側に位置する窯業及び機械, 金属工業でアルデヒド類の発生は考えにくく, 3日間とも定量限界以下であった。

冬期の日中は北, 西風が支配していたが, 定量限界を越えた日(12月13日)があったものの, 風上には発生源とみられる工場, 事業所等はなく, 原因は特定できなかった。しかし, 環境濃度としては7.82ppbと低濃度であった。

④調査地点Bの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はそれぞれN.D.~9.32ppb, N.D.であり, 平均値はそ

それぞれ5.29ppb, 0.00ppbで低濃度であった。

夏期の日中は南東風の海風が支配しており、定量限界を越えた日が2日間(8月1日, 8月3日)あった。これは、合板加工や木くずの焼却炉及びボイラー等の施設がある製材工場等に南に位置しているためと考えられる。しかし、環境濃度としては9.32ppb, 6.54ppbと低濃度であった。

冬期の日中は北、西風が支配していたため、工場等の影響を受けず、3日間とも定量限界以下であった。

6.2. 中小都市の居住地域(南国市)

①気象については、夏期の3日間(8月20日, 8月21日, 8月24日)の日中は2~3.0m/sの南~南東風の海風が支配し、冬期の3日間(12月25日, 12月26日, 12月27日)の日中は2~6.0m/sの南西~北風が支配した。夏期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ30.4℃, 67.0%であり、冬期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ9.1℃, 49.0%であった。

②中小都市の居住地域の全体のホルムアルデヒド濃度は、調査地点C及び調査地点DがそれぞれN.D., N.D.~11.0ppbであり、平均値はそれぞれ0.00ppb, 2.90ppbであった。また、定量限界以下が全体の83.3%を占めており、一般的に低レベルであった。

③調査地点Cの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はす

べて定量限界以下であった。

④調査地点Dの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はそれぞれN.D., N.D.~11.0ppbであり、平均値はそれぞれ0.00ppb, 5.80ppbで低濃度であった。

夏期はすべて定量限界以下であった。

冬期に2日間(12月25日, 12月26日), ホルムアルデヒド濃度が定量限界を越えた日があったが、風上である南西方向には発生源とみられる工場, 事業所等はなく、原因は特定できなかった。しかし、環境濃度としては、6.40ppb, 11.0ppbと低濃度であった。

6.3. バックグラウンド地域(物部村)

①気象については、夏期の3日間(8月7日, 8月8日, 8月9日)の日中は2.0m/s前後の南~南西風が支配し、冬期の3日間(12月18日, 12月19日, 12月20日)の日中は0~3.0m/sの風が支配していたが、風向は一定していなかった。夏期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ28.6℃, 72.0%であり、冬期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ4.9℃, 69.0%であった。

②バックグラウンド地域のホルムアルデヒド濃度は、2地点とも夏期及び冬期の各3日間全て定量限界以下であった。

高知県における酸性雨調査

第5報

岡林理恵・鎮西正道・近澤紘史

Acid Precipitation Survey in Kochi Prefecture (V)

Rie OKABAYASHI, Masamichi CHINZEI, Koshi CHIKASAWA

1. はじめに

酸性雨は広域的な大気輸送の問題であるとともに地域的な汚染問題でもある。

そこで本県では酸性雨の広域的、地域の実態とそのメカニズムを把握するため、昭和58年度から酸性雨調査を行ってきた。

本報は、平成2年度における調査結果を報告する。

2. 調査方法

2.1. 調査地点

図1に示す地点で雨水を採取した。

地点の概要は、次のとおりである。

香北町：香美郡香北町 県営永瀬ダム管理事務所 (屋上)

物部川上流の永瀬ダム湖岸に位置し、山に囲まれた人口約5800人の山間の町にあり、周辺に汚染源はない。標高は約200mであり、海岸線から約23km離れている。

高知市：高知市鴨部 県営鏡川工業用水道管理事務所 (地上)

国道56号線バイパスと鏡川にはさまれた住宅地にある。

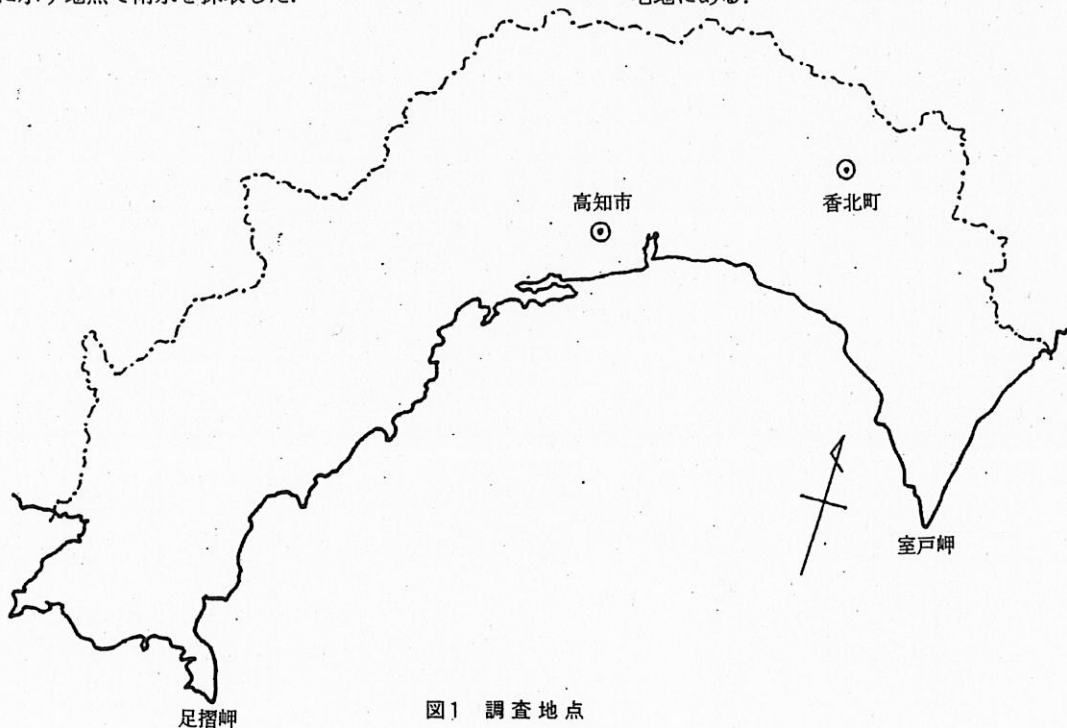


図1 調査地点

2.2. 調査期間

次に示した期間に雨水を採取した。

香北町：H. 2. 3. 29 ~ H. 3. 4. 1

高知市：H. 2. 3. 29 ~ H. 3. 4. 1

2.3. 採取方法

雨水を、ミリポアフィルター(AAWP 04700, 0.8 μ m)でろ過し、ろ液とろ紙残留物に分け一週間毎に回収した。

なお、採取装置は環境庁の酸性雨ろ過式採取装置を用いた。

2.4. 調査項目及び分析方法

pHをガラス電極法, E.C.を電気伝導度法, SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻をイオンクロマト法, NH₄⁺をインドフェノール法, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺を原子吸光光度法により分析した。分析法の詳細は環境庁大気保全局大気規制課による酸性雨成分分析調査実施細則に従った。

3. 調査結果及び考察

3.1. pHの状況

図2にpHの月別推移を、表1にpHの出現状況を示す。

年平均値は両地点とも4.9であり地域的な差異はみられず、前年度(高知市4.8, 香北町4.6)より若干高い傾向を示したが^{s1)}、全国平均値(4.6~5.1)と同じレベルにあった。

また、両地点とも冬期~春期始めにかけて低pHが見られ、夏期に比べ冬期に低い傾向が認められた。

酸性雨週率(酸性雨と認められた週の出現割合)は両地点とも98%を示し、年間を通じ、ほとんどの雨水に酸性雨の傾向が見られた。

なお、平成2年中国・四国地方酸性雨共同調査結果²⁾によると、両地点は冬期(2月)には、中国・四国地域9県に設置された14測定地点の中ではNH₄⁺・Ca²⁺による中和傾向が低く、pHの低いグループに属している。

3.2. 各イオン成分間の相関

表2に、各週の当量濃度等を用いた相関係数行列を示す。

表1 pHの出現状況

	高知市	香北町	全国※	備考
春(3~5月)	4.7	4.9	—	降水量による加重平均
夏(6~8月)	5.0	5.1	—	
秋(9~11月)	5.0	4.9	—	
冬(12~2月)	4.7	4.7	—	
年平均値	4.9	4.9	4.6~5.1	
週最大値	6.1	6.2	—	
週最小値	4.0	4.2	—	
酸性雨週率(%)	97.5	97.6	—	pH 5.6未満
測定週数	40	42	—	

(※：全国平均値は国内29地点でS.59~62年度内に行った測定値の平均である。)

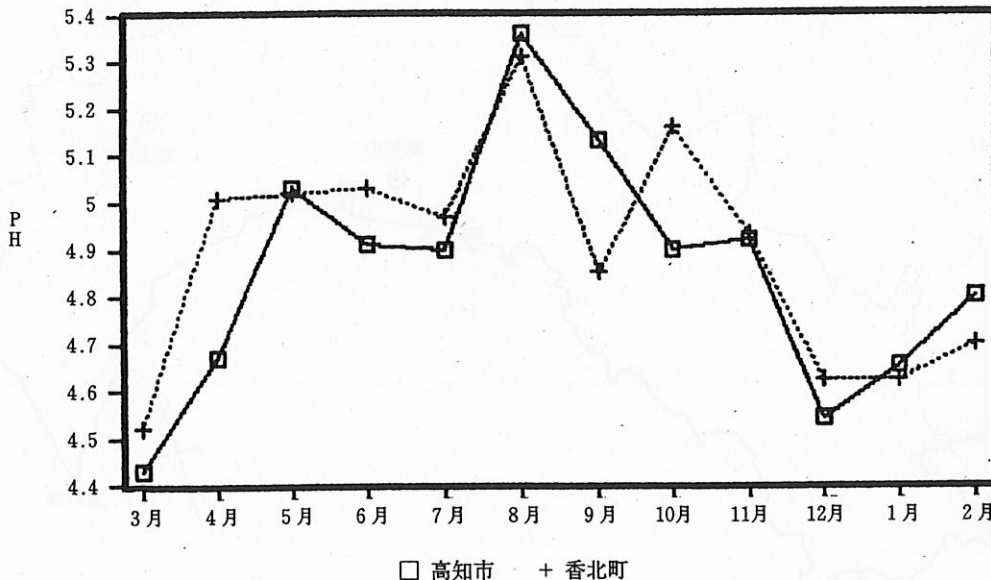


図2 pHの推移

表2 成分間の相関係数行列

	(高知市)													
	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nss SO ₄ ²⁻	nss Ca ²⁺	PARA1	PARA2	
H ⁺	0.69**	0.66**	0.57**	0.25	0.32*	0.45**	0.30	0.34*	0.25	0.53**	0.37*	0.57**	0.53**	
EC		0.95**	0.83**	0.74**	0.59**	0.82**	0.81**	0.68**	0.75**	0.82**	0.76**	0.86**	0.25	
SO ₄ ²⁻			0.84**	0.58**	0.59**	0.87**	0.70**	0.68**	0.60**	0.84**	0.79**	0.88**	0.23	
NO ₃ ⁻				0.51**	0.21	0.91**	0.70**	0.84**	0.56**	0.82**	0.90**	0.93**	0.38*	
Cl ⁻					0.52**	0.60**	0.95**	0.55**	0.97**	0.55**	0.60**	0.56**	-0.20	
NH ₄ ⁺						0.28	0.46**	0.12	0.51**	0.49**	0.23	0.40*	-0.10	
Ca ²⁺							0.75**	0.86**	0.62**	0.78**	0.95**	0.87**	0.03	
Mg ²⁺								0.71**	0.96**	0.67**	0.75**	0.71**	-0.07	
K ⁺									0.53**	0.68**	0.86**	0.78**	0.08	
Na ⁺										0.59**	0.63**	0.60**	-0.12	
nssSO ₄ ²⁻											0.87**	0.97**	0.39*	
nssCa ²⁺												0.92**	0.11	
PARA1													0.40**	

	(香北町)													
	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nss SO ₄ ²⁻	nss Ca ²⁺	PARA1	PARA2	
H ⁺	0.82**	0.75**	0.50**	0.43**	0.41**	0.37*	0.41**	0.38*	0.40**	0.68**	0.26	0.68**	0.81**	
EC		0.97**	0.82**	0.79**	0.73**	0.72**	0.82**	0.74**	0.77**	0.86**	0.59**	0.91**	0.80**	
SO ₄ ²⁻			0.78**	0.72**	0.81**	0.72**	0.77**	0.73**	0.71**	0.91**	0.61**	0.94**	0.80**	
NO ₃ ⁻				0.70**	0.78**	0.86**	0.75**	0.82**	0.69**	0.64**	0.72**	0.79**	0.45**	
Cl ⁻					0.54**	0.68**	0.97**	0.77**	0.99**	0.61**	0.57**	0.69**	0.52**	
NH ₄ ⁺						0.66**	0.60**	0.77**	0.54**	0.74**	0.59**	0.81**	0.43**	
Ca ²⁺							0.73**	0.68**	0.56**	0.58**	0.87**	0.70**	0.27	
Mg ²⁺								0.76**	0.97**	0.66**	0.63**	0.74**	0.54**	
K ⁺									0.74**	0.65**	0.60**	0.75**	0.46**	
Na ⁺										0.59**	0.54**	0.67**	0.50**	
nssSO ₄ ²⁻											0.68**	0.98**	0.85**	
nssCa ²⁺												0.74**	0.31*	
PARA1													0.81**	

PARA1 : nssSO₄²⁻+NO₃⁻ ** : 1%有意
 PARA2 : PARA1-nssCa²⁺-NH₄⁺ * : 5%有意

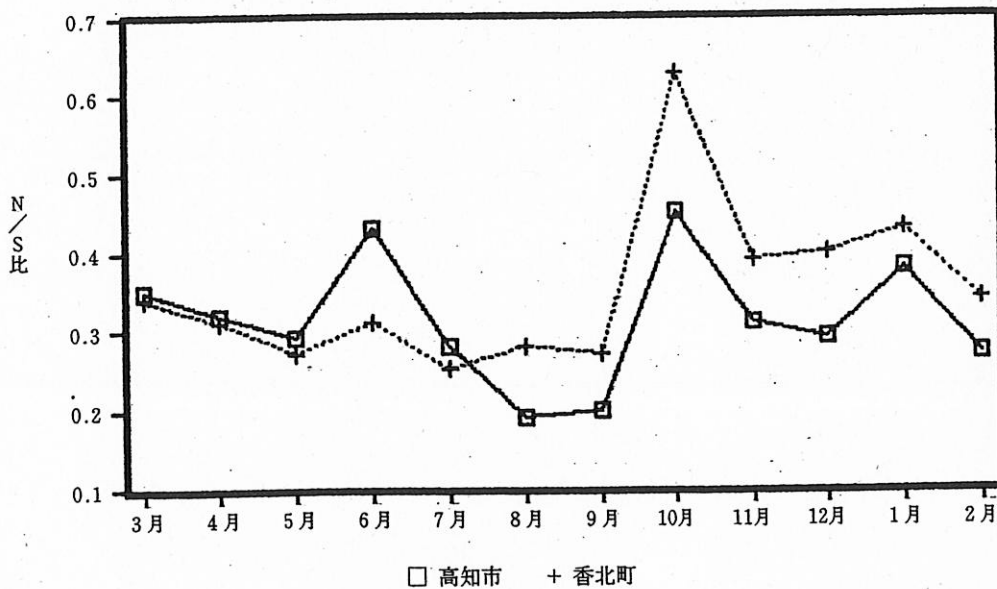


図3 N/S比の推移

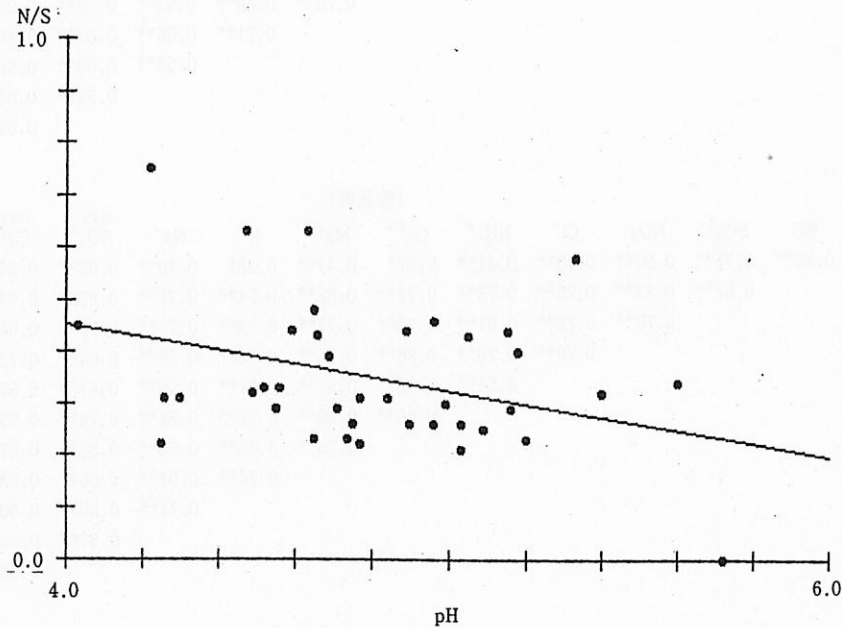
全国調査³⁾で用いられた酸性化の指標 (PARA 1・PARA 2) (nss は海塩を除いた成分) を用いて解析を試みたところ、 H^+ と PARA 2 との相関が両地点とも有意であったことから、 $(nssSO_4^{2-} + NO_3^-) - (nssCa^{2+} + NH_4^+)$ の 4 成分で示される指標が pH に寄与していると推測された。

次に、 $nssCa^{2+}$ と他の成分との相関を見ると、

$nssSO_4^{2-}$ 及び NO_3^- については、香北町より高知市の方が強かった。これらの成分は人為的な影響が大きいと考えられており⁴⁾、高知市においてはセメント製造工場等での燃焼による SO_x 、 NO_x の発生、及び車両による Ca のまきあげと NO_x の発生に起因しているものと推測された。

3.3. NO_3^-/SO_4^{2-} 当量比の推移及び pH との関係

(高知市)



(香北町)

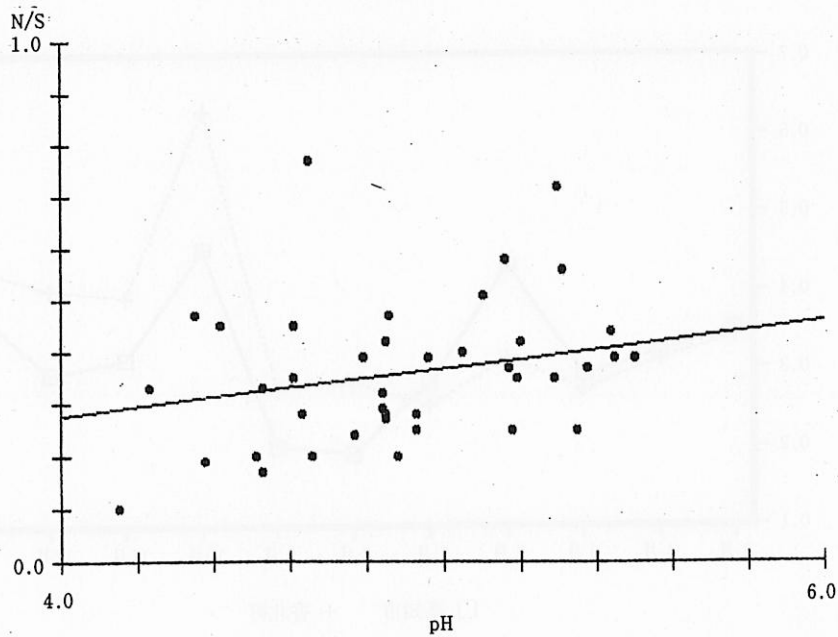


図4 pHとN/S比の相関

NO_3^- と SO_4^{2-} の当量比(以下N/S比と言う)は、地域により差があるといわれており³⁾、平成元年度に続いて解析を試みた。

図3に月毎のN/S比の推移を示す。

両地点ともほぼ同じ傾向を示した。また、年加重平均値は高知市において0.30、香北町において0.31を示し、酸性雨対策調査報告書(1990)³⁾に示された全国各地の値の範囲内(0.15~0.85)にあった。

香北町は秋期~冬期にかけて高く、高知市との比較でもやや高い値を示した。この傾向は、前年度の結果¹⁾と同じ傾向を示した。

全国的には北と南の地方においては、0.5をこえることが少ないと報告³⁾されている。本県も、これらのグループに属すると考えられた。

次に、両測定地点における NO_3^- と SO_4^{2-} がpHに寄与する度合いを調べるために、各週のpHとN/S比をプロットし、図4に示した。

高知市及び香北町で、それぞれ危険率1.4%及び8.9%で有意な相関係数が得られた。この結果、高知市においては低pH時にN/S比が高く、香北町においてはその逆の傾向を示した。

このことから、高知市においては、 NO_3^- がより酸性化に寄与し、他の都市地域と同様に窒素酸化物の発生源による局地的な影響が大きいことを示唆している、と考えられた。

北海道・四国・九州ではpHの低下には SO_4^{2-} の増加が影響していると報告³⁾されているが、高知市のような人口32万人程度の都市地域においては、 NO_3^- の影響が大きくなる傾向を示す場合もあることが認められた。

4. まとめ

平成2年4月から平成3年3月まで、高知市、香北

町の2地点においてろ過式採取装置を用いて1週間毎に回収した雨水について分析し、次の結果を得た。

1. 年平均pH値は両地点とも4.9であり、季節ごとのpHは夏期に比べ冬期に低い傾向が見られた。

2. イオン成分毎の相関をみると H^+ と $(\text{nssSO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-) - (\text{nssCa}^{2+} + \text{NH}_4^+)$ 間に強い相関が見られた。

また、高知市では nssCa^{2+} と nssSO_4^{2-} 、 NO_3^- 間に香北町よりも強い相関が見られたことから、高知市は香北町に比べ人為的な影響が大きいことが推測された。

3. N/S比は両地点とも同じ傾向を示し、年加重平均値は高知市で0.30、香北町で0.31であった。

また、N/S比とpHの相関では高知市ではマイナスの、香北町ではプラスの傾向が見られた。

本報では主にpHと他の成分との相関についての解析を行った。本県では過去7年間のデータが蓄積されていることから、今後これらのデータの他面的な解析を行い、酸性雨の実態と経年推移を考察したいと考えている。

参考文献

- 1) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査(第4報)、高知県公害防止センター所報、(6)、29-31、1989
- 2) 林田博通ら：平成2年中国・四国酸性雨共同調査結果、全国公害研会誌、16(2)、61-69、1991
- 3) 環境庁酸性雨対策検討大気分科会：酸性雨対策調査報告書、1990
- 4) 鶴田治雄：東アジアの酸性雨、科学、59(5)、305-315、1989

悪臭の測定・評価方法に関する研究

岡林理恵・鎮西正道・近澤紘史

1. 調査目的

本調査は、環境庁告示で定められている悪臭物質の測定について、試料採取時間及びその評価方法について検討を加えるために必要な基礎資料を収集し、解析することを目的とする。

2. 調査内容

2.1. A養鶏場

2.1.1. 事業場概要

当事業場は、南は5m幅の道路を隔てて海岸に接し、東、西、北の3方向はおもに畑地と接している(図1)。

敷地面積は4,900m²で鶏約10,000羽を飼育し、鶏卵を生産している(生産高約450kg/日)。

施設の構造は解放型であり、鶏舎間並びに敷地境界線に悪臭防止のための設備は設けられていない。

なお、周囲に悪臭の発生源はない。

2.1.2. 測定調査

a. 測定日 平成2年8月30日 (天候:曇り)

b. 測定地点

測定地点は、主発生源と考えられる鶏舎内の1地点及びその風下方向の敷地境界線において20m間隔で4地点、合計5地点とした(図2)。

c. 測定方法及び測定結果

(a) 測定対象物質

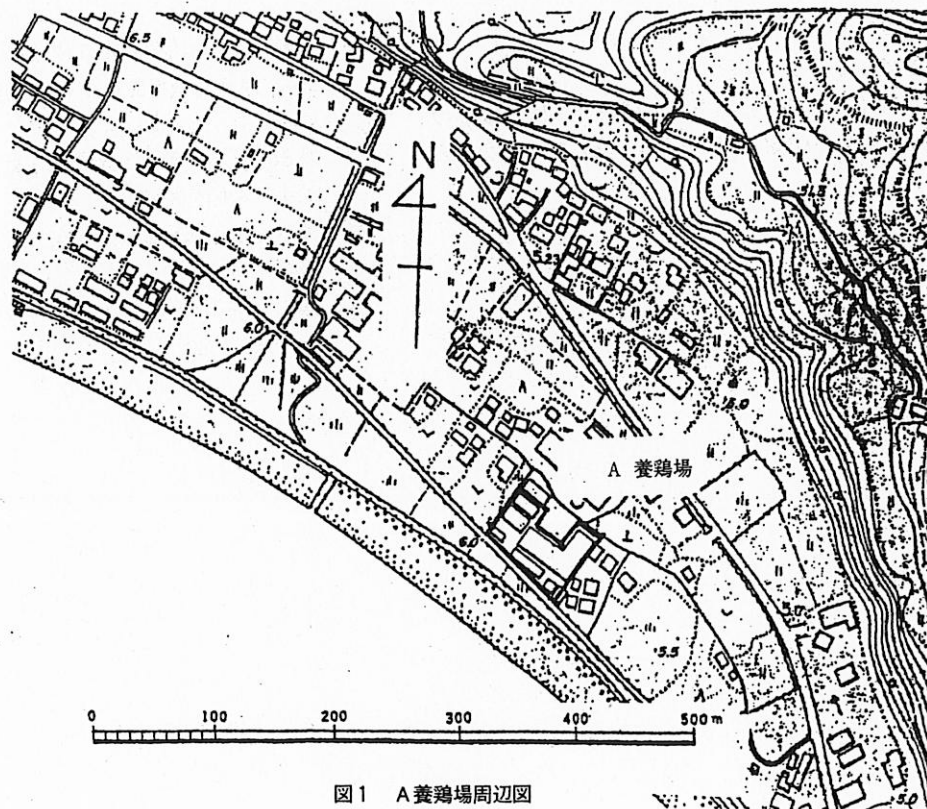


図1 A養鶏場周辺図

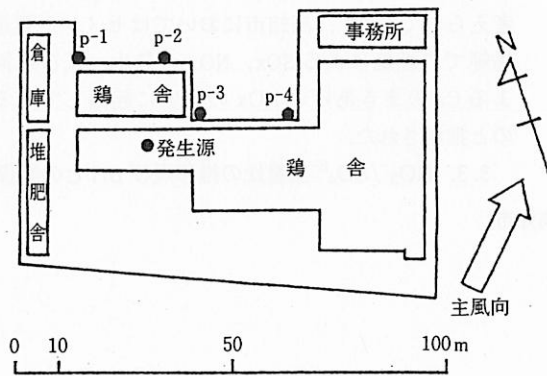


図2 測定地点位置図

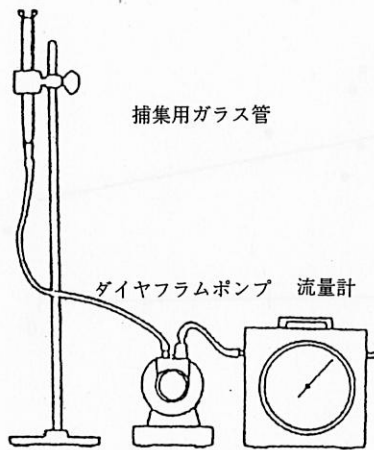


図3 アルカリビーズによる捕集

低級脂肪酸のうち検出感度も良く、事前調査において濃度も高いプロピオン酸及びn-酪酸を測定対象物質とした。

(b) 採取方法

各測定点で40分間隔で試料を採取した。

試料は地高1mにおいて、1%水酸化ストロンチウム被覆ガラスビーズ(15~30メッシュ)3gを充填したガラス管(7mmφ×10cm)にダイヤフラムポンプを用いて5/minの流量で5分間採取した(図3)。

(c) 分析方法

捕集管に5%蟻酸を20μl注入し、180℃で加熱追い出しの後、ガスクロマトグラフ法により分析を行った。

分析条件は次の通りである。

検出器	FID
分析カラム	0.3% FFAP+0.3% H ₃ PO ₄ on Carbo-pack B (60~80 mesh) ガラスカラム(3mmφ×1.5m)
カラム温度	100℃→200℃ 20℃/min昇温
キャリアーガス	N ₂ 45ml/min
水素圧	0.5kg/cm ²
空気圧	1.1kg/cm ²

(d) 測定結果

表1のとおり。

d. 解析

(a) 悪臭物質濃度の経時変化

プロピオン酸の経時変化を図4, n-酪酸の経時変化を図5, 各測定地点の経時変化を図6に示す。

発生源における変動係数はプロピオン酸10%, n-酪酸6%を示し、経時的な変動は小さく、ほぼ安定し

表1 測定結果(A養鶏場)

時刻	主風向	主風速 (m/s)	気温 (℃)	湿度 (%)	気圧 (mb)	プロピオン酸濃度(ppb)					n-酪酸濃度(ppb)				
						発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
10:00	-	-	28.2	90	1019	7.60	1.10	0.79	1.12	1.55	5.60	0.79	0.39	0.75	0.83
10:40	SSW	0.2	28.4	88	1019	8.60	1.38	1.41	1.69	3.00	5.70	0.51	0.58	0.98	1.59
11:20	SSW	0.3	29.4	84	1016	6.90	0.44	0.27	0.55	1.26	5.10	0.33	0.12	0.40	0.63
12:00	SSW	0.2	29.6	82	1014	8.10	1.23	0.72	1.81	3.93	6.00	0.54	0.24	0.84	2.18
12:40	SSW	0.1	29.4	83	1014	9.20	1.34	2.18	2.75	5.12	5.80	0.75	1.02	1.90	2.51
13:20	SSW	0.1	30.6	86	1013	9.40	0.92	3.72	2.66	5.15	6.20	0.71	1.85	2.07	2.63
14:00	SW	0.2	30.6	80	1014	9.50	1.55	2.05	2.45	6.18	6.20	0.75	0.86	1.86	3.07
14:40	SSW	0.3	30.4	79	1014	8.80	0.97	2.68	4.32	4.41	5.80	0.79	1.40	2.29	3.16
平均						8.51	1.12	1.73	2.17	3.83	5.80	0.65	0.81	1.39	2.08
最小						6.90	0.44	0.27	0.55	1.26	5.10	0.33	0.12	0.40	0.63
最大						9.50	1.55	3.72	4.32	6.18	6.20	0.79	1.85	2.29	3.16
標準偏差						0.86	0.32	1.08	1.08	1.65	0.34	0.16	0.56	0.67	0.90
変動係数(%)						10	29	62	50	43	6	24	69	48	44

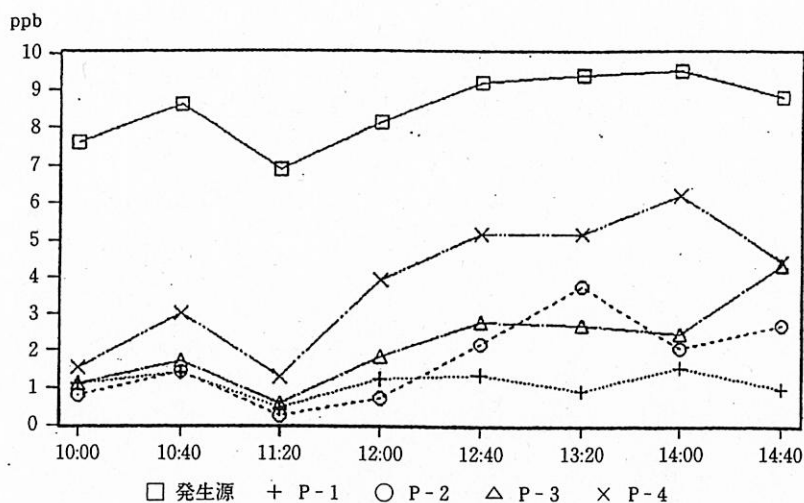


図4 プロピオン酸の経時変化

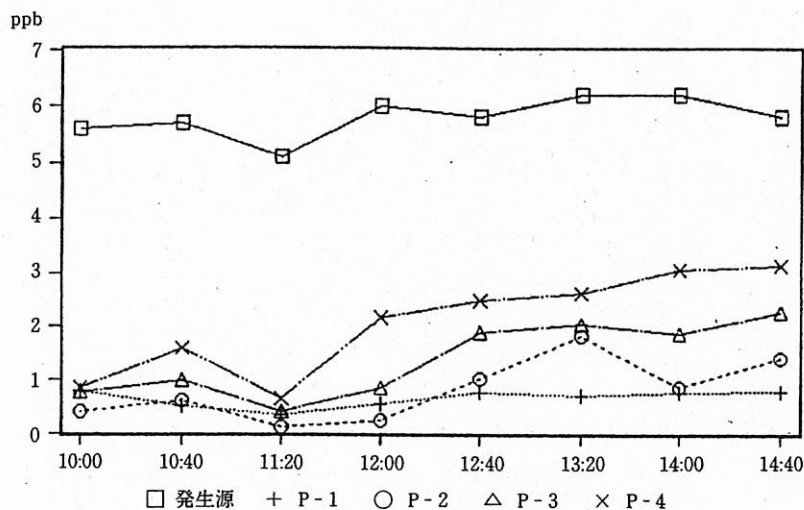


図5 n-酪酸の経時変化

た状態で推移した。

周辺測定点では、P-1は低い濃度であるが比較的安定した推移を示したのに対して、P-2、P-3、P-4は大きな変動が見られた。

(b) 気温、湿度及び気圧と濃度との関係

表1の気象条件からは、両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(c) 風向、風速と濃度との関係

発生源で両物質濃度とも変動係数が小さかったのは、鶏舎内で測定を行ったため、風による影響が小さかったものと考えられる。

また、周辺測定点においては測定中はほぼ南南西の風が吹き、最も風向の影響を受けたP-4で高く、影響の少ないP-1で低い値を示した。

0~0.3m/sの風速では、両物質濃度に与える明瞭

な関係は認められなかった。

(d) 発生源と周辺測定点との相関

発生源と周辺測定点との相関を表2に示す。

プロピオン酸では発生源とP-2、P-3、P-4で有意の相関が、n-酪酸ではP-4に有意の相関が認められた。

これは、P-2、P-3、P-4が鶏舎の風下に位置し、特にP-4が最もその影響を受けたものと考えられる。

2.1.3. 考察

(1) 発生源はほぼ一定の濃度で推移したが、これは気象条件及び飼育状況が比較的安定であったためと考えられる。

(2) 気温、湿度及び気圧の濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(3) 発生源の風下に当たる地点では濃度が高く、

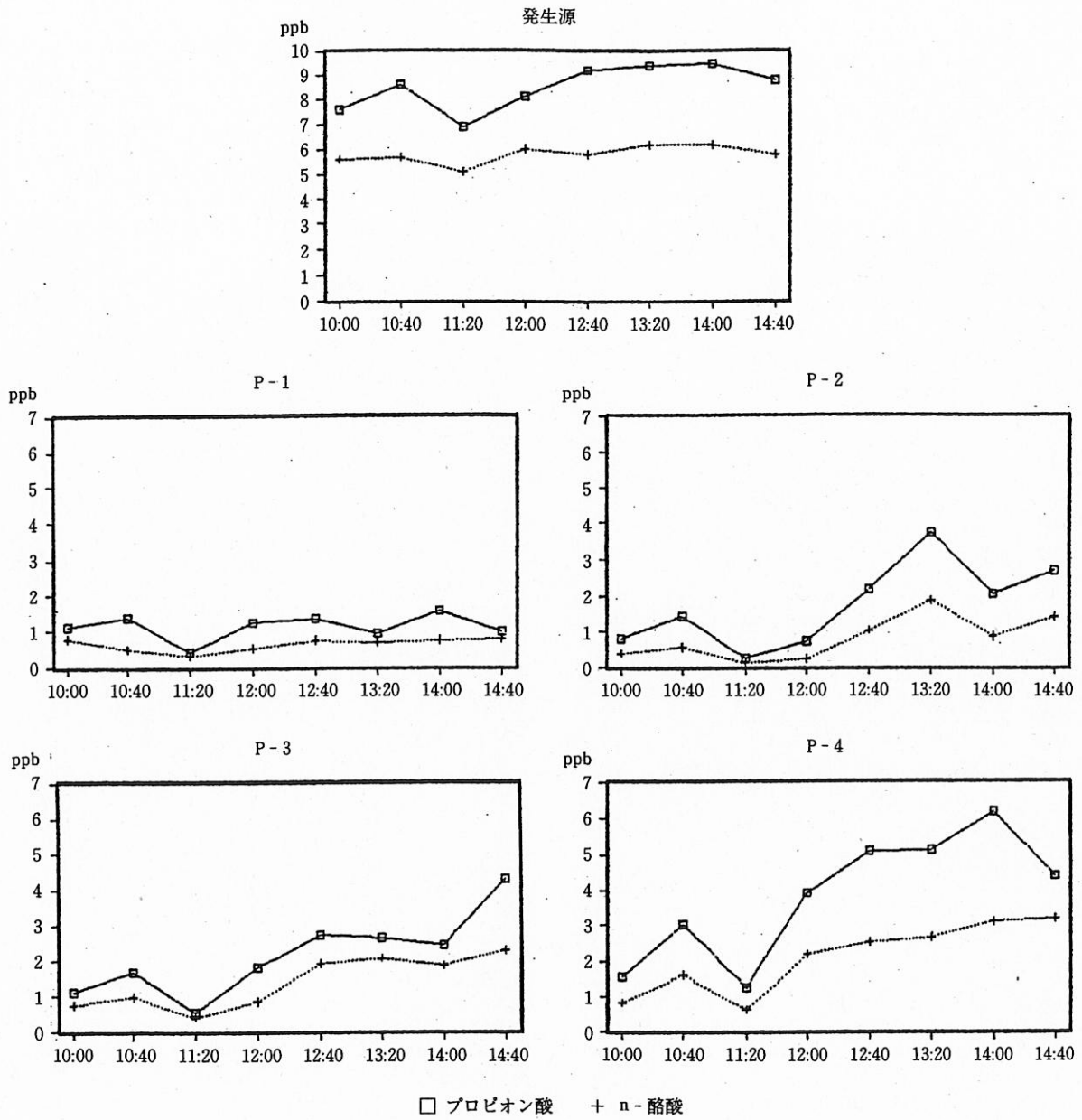


図6 各測定地点の経時変化

表2 発生源と周辺測定点との相関

		プロピオン酸			
	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
発生源	-	0.65	0.84**	0.73*	0.94**
P-1	0.60	-	0.18	0.28	0.59
P-2	0.61	0.61	-	0.78	0.74
P-3	0.67	0.72	0.91	-	0.72
P-4	0.80*	0.59	0.72	0.91	-

n-酪酸 **: 1%有意 *: 5%有意

かつ発生源と有意の相関が認められた。

これらのことから、風速0~0.3m/sの場合は、風向が周辺測定点の濃度を支配していると考えられる。

(4) P-1を除く周辺測定点の変動係数は大きく、最も相関の強いP-4において最大値と最小値には5倍の幅がみられた。

このことから、最も相関の強い地点においても複数回の測定が必要と考えられる。

2.2. B養鶏場

2.2.1. 事業場概要

当事業場は、平地の東端に位置し、標高15mの地点にある。東、南、北の3方向はなだらかな丘陵に、西は平地に接し、四方を田畑に囲まれている(図7)。敷地面積は5,900m²で鶏約15,000羽を飼育し、鶏卵を生産している(生産高約750kg/日)。

施設の構造は解放型であり、鶏舎間並びに敷地境界線に悪臭防止のための設備は設けられていない。

なお、周囲に悪臭の発生源はない。

2.2.2. 測定調査

a. 測定日 平成2年9月3日 (天候:曇り)

b. 測定地点

測定地点は、主発生源と考えられる鶏舎内の1地点及びその風下方向の敷地境界線において15m間隔で4地点、合計5地点とした(図8)。

c. 測定方法及び測定結果

(a) 測定対象物質

3.1 (2) c.(a)と同じ。

(b) 採取方法

3.1 (2) c.(b)と同じ。

(c) 分析方法

3.1 (2) c.(c)と同じ。

(d) 測定結果

表3のとおり。

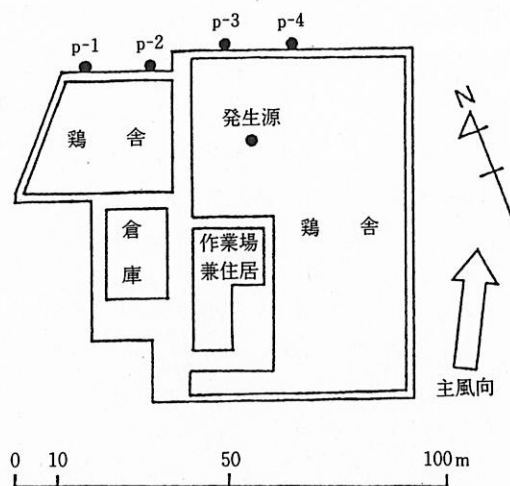


図8 測定位置図

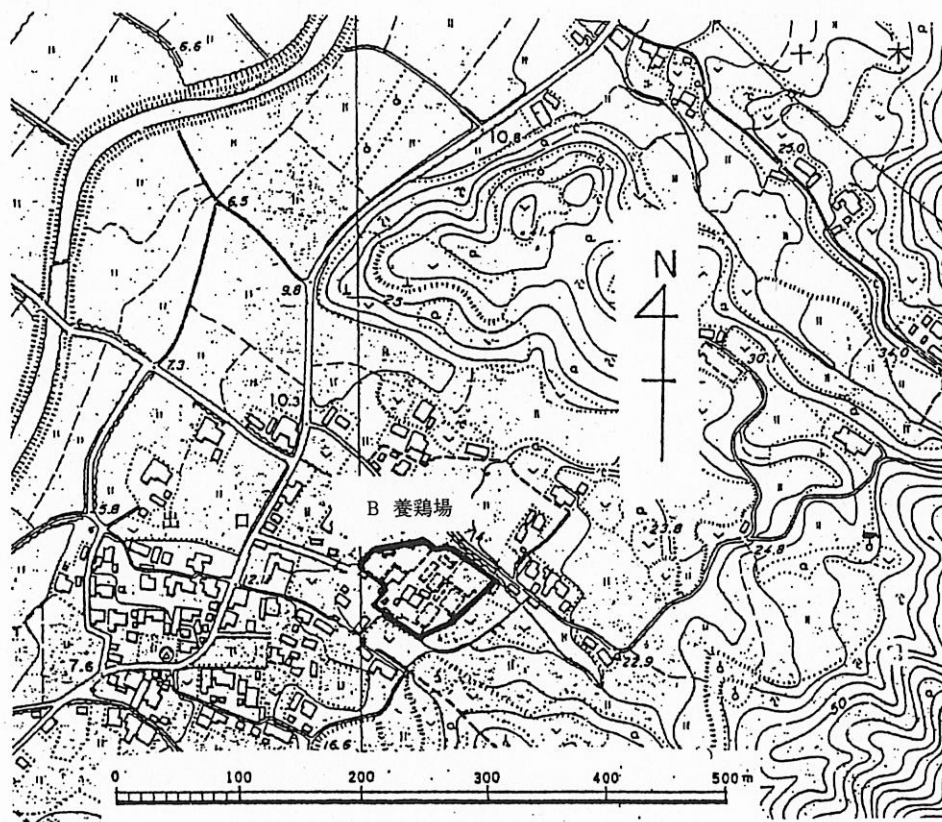


図7 B養鶏場周辺図

表3 測定結果 (B養鶏場)

時刻	主風向	主風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	気圧 (mb)	プロピオン酸濃度 (ppb)					n-酪酸濃度 (ppb)				
						発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
10:00	SW	1.0	27.6	77	1012	1.23	0.27	0.30	0.41	0.42	0.70	0.10	0.12	0.12	0.12
10:40	SW	1.5	28.4	78	1011	1.05	0.28	0.25	0.22	0.30	0.48	0.11	0.09	0.05	0.08
11:20	-	-	29.2	76	1011	1.08	0.21	0.22	0.36	0.37	0.60	0.08	0.08	0.10	0.14
12:00	SW	0.2	29.0	75	1010	1.00	0.11	0.11	0.19	0.29	0.48	0.08	0.05	0.05	0.10
12:40	SW	1.0	30.8	73	1010	1.04	0.24	0.12	0.22	0.30	0.44	0.09	0.03	0.05	0.09
13:20	SW	0.2	30.6	73	1004	1.14	0.12	0.23	0.32	0.53	0.50	0.05	0.07	0.09	0.14
14:00	S	1.0	29.0	77	1006	1.24	0.18	0.21	0.27	0.53	0.62	0.06	0.08	0.08	0.17
14:40	SSW	1.0	28.8	85	1007	0.94	0.12	0.15	0.17	0.24	0.46	0.04	0.05	0.08	0.09
15:20	S	0.5	28.6	79	1007	0.97	0.11	0.27	0.12	0.33	0.55	0.04	0.07	0.03	0.11
16:00	SW	1.5	28.6	79	1008	0.93	0.21	0.20	0.14	0.18	0.48	0.13	0.05	0.06	0.08
平均						1.06	0.19	0.21	0.24	0.35	0.53	0.08	0.07	0.07	0.11
最小						0.93	0.11	0.11	0.12	0.18	0.44	0.04	0.03	0.03	0.08
最大						1.24	0.28	0.30	0.41	0.53	0.70	0.13	0.12	0.12	0.17
標準偏差						0.11	0.06	0.06	0.09	0.11	0.08	0.03	0.02	0.03	0.03
変動係数 (%)						10	34	29	38	31	15	37	35	37	26

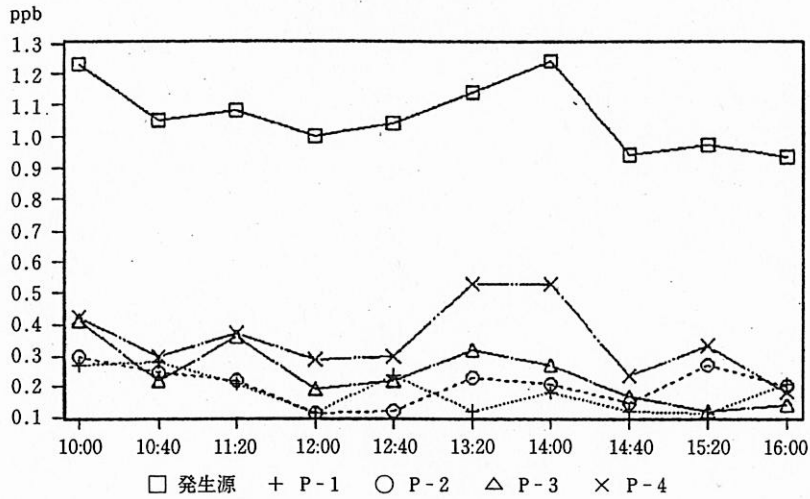


図9 プロピオン酸の経時変化

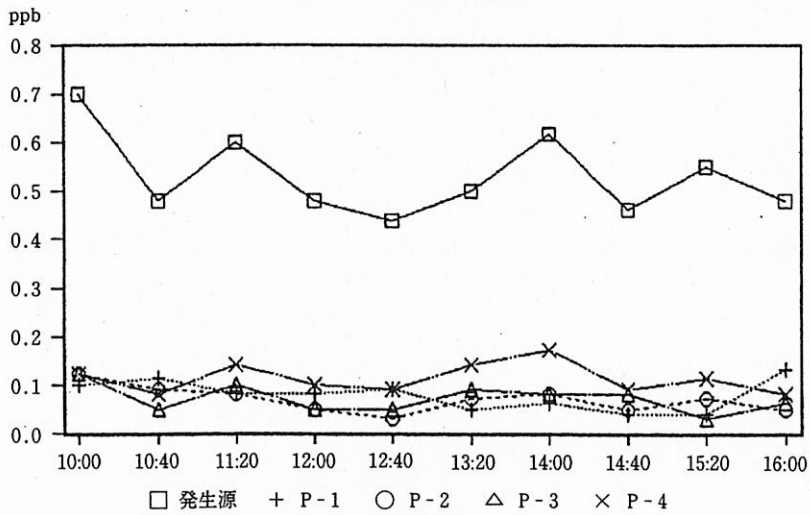


図10 n-酪酸の経時変化

d. 解析

(a) 悪臭物質濃度の経時変化

プロピオン酸の経時変化を図9, n-酪酸の経時変化を図10, 各測定地点の経時変化を図11に示す.

発生源における変動係数はプロピオン酸10%, n-酪酸15%を示し, 経時的な変動は小さく, ほぼ安定した状態で推移した.

周辺測定点では, 両物質とも比較的安定した推移を示し, 経時的特徴は認められなかった.

(b) 気温, 湿度及び気圧と濃度との関係

表3の気象条件からは, 両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった.

(c) 風向, 風速と濃度との関係

発生源において両物質濃度とも比較の変動係数が小さかったのは, 鶏舎内で測定を行ったため, 風による影響が小さかったものと考えられる.

また, 周辺測定点においては測定中南~南西の風が吹き, 最も風向の影響を受けたP-4の濃度が高い値を示したものの, 各地点間の差は小さかった.

これは鶏舎を経由した風が, ほぼ均等に周辺測定点

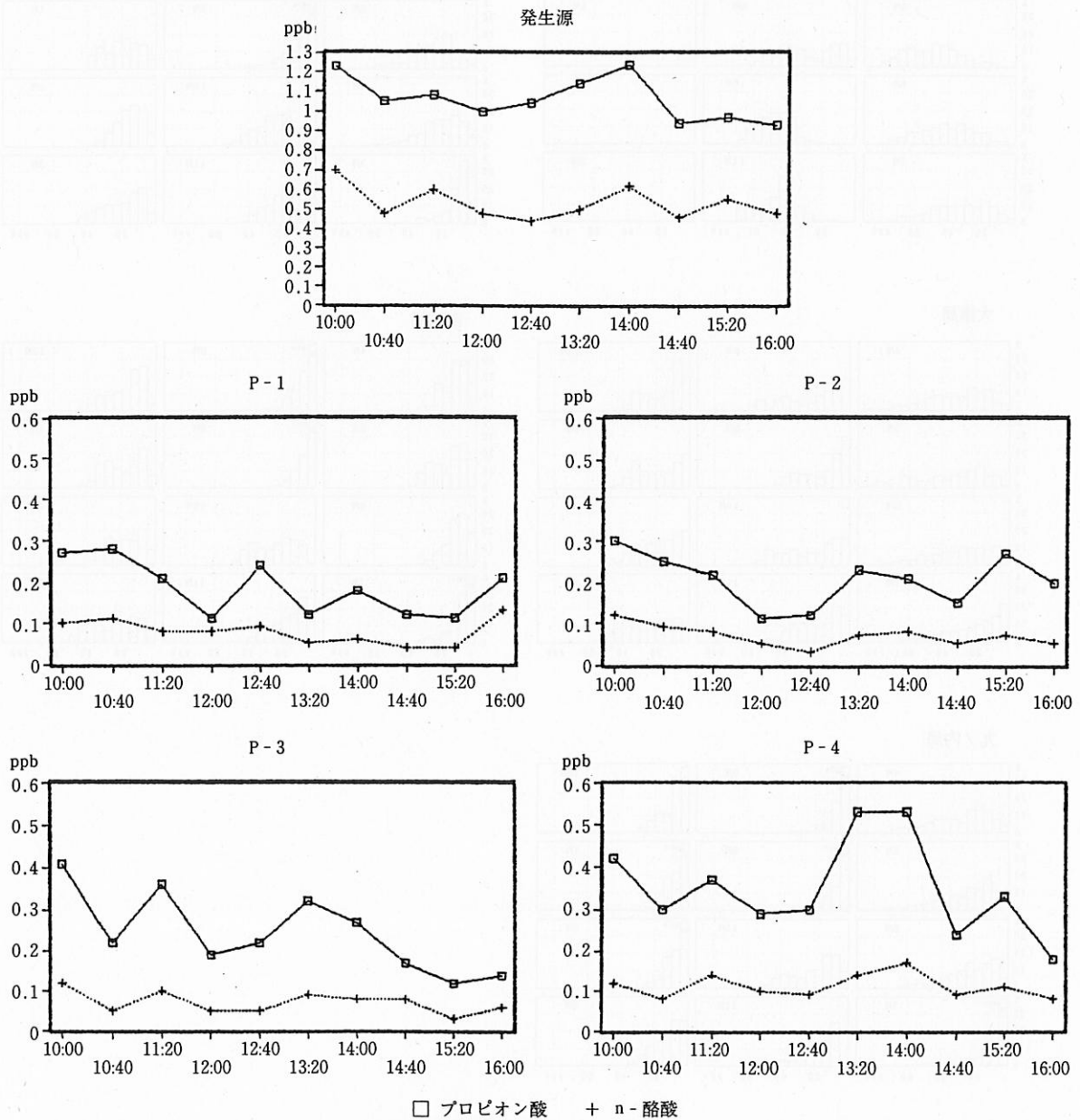


図11 各測定地点の経時変化

に影響を与えたものと考えられる。

0~1.5m/sの風速では、両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(d) 発生源と周辺測定点との相関

発生源と周辺測定点との相関を表4に示す。

プロピオン酸では発生源とP-3, P-4に、n-酪酸ではP-2, P-3, P-4に有意の相関が認められたものの、P-1との相関は認められなかった。これは、P-1が発生源の風下から外れた地点に位置していたことによるものと考えられる。

表4 発生源と周辺測定点との相関

		プロピオン酸			
	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
発生源		0.34	0.44	0.82**	0.88**
P-1	-0.02		0.32	0.41	-0.07
P-2	0.83**	0.11		0.41	0.39
P-3	0.65*	0.02	0.58		0.66*
P-4	0.66*	-0.44	0.41	0.52	

n-酪酸 **: 1%有意 *: 5%有意

2.2.3. 考察

(1) 発生源はほぼ一定の濃度で推移したが、これは気象条件及び飼育状況が比較的安定であったためと考えられる。

(2) 気温、湿度及び気圧が濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(3) 周辺測定点では発生源の風下にある地点で濃度が高い傾向を示し、かつ発生源と有意な相関が認められた。

これらのことから、風速0~1.5m/sの場合は、風向が周辺測定点の濃度を支配していると考えられる。

2.3. C養鶏場

2.3.1. 事業場概要

当事業場は、標高160~170mの山地にあり、東、西、南の3方向は山林に、北は草地の下り急斜面に接している(図12)。敷地面積は8,700m²で、鶏約32,000羽を飼育し、鶏卵を生産している(生産高約1,800kg/日)。

施設は各棟とも密閉されており、地高2mの壁に設けられたファンで換気を行っている。敷地境界線に悪臭防止のための設備は設けられていない。なお、周囲に悪臭の発生源はない。



図12 C養鶏場周辺図

2.3.2. 測定調査

a. 測定日 平成2年9月6日 (天候：晴)

b. 測定地点

測定地点は、主発生源と考えられる鶏糞堆肥舎通用口(常時開放)の1地点及びその風下方向の東側10m地点において10m間隔で4地点、合計5地点とした(図13)。

c. 測定方法及び測定結果

(a) 測定対象物質

3.1 (2) c.(a)と同じ。

(b) 採取方法

3.1 (2) c.(b)と同じ。

(c) 分析方法

3.1 (2) c.(c)と同じ。

(d) 測定結果

表5のとおり。

d. 解析

(a) 悪臭物質濃度の経時変化

プロピオン酸の経時変化を図14, n-酪酸の経時変化を図15, 各測定物質の経時変化を図16に示す。

発生源における変動係数はプロピオン酸8%, n-酪酸16%を示し、経時的な変動は小さく、安定した状態で推移した。

周辺測定点では、P-2, P-4は比較的安定した推移を示したのに対してP-3ではかなり大きな変動がみられた。

また、P-1は2回目の測定以降、低い濃度で推移した。

(b) 気温、湿度及び気圧と濃度との関係

表5の気象条件からは、両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(c) 風向、風速と濃度との関係

発生源において両物質とも変動が小さかったのは堆肥舎通用口で測定を行ったため、風による影響が小さかったものと考えられる。

また、周辺測定点においては測定中ほぼ南東の風が吹き、最も風向の影響をうけたP-4で高く、影響の少ないP-2で低い値を示した。なお、P-1は2回目の測定以降、尾根ぞいからの南の風が吹き、濃度は低い値で推移した。

0~0.2m/sの風速では、両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

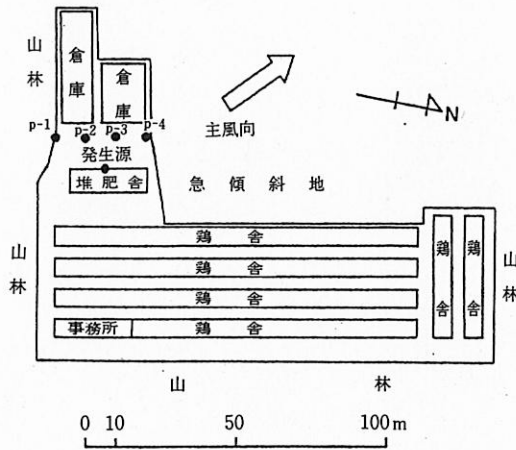


図13 測定位置図

表5 測定結果 (C養鶏場)

時刻	主風向	主風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	気圧 (mb)	プロピオン酸濃度 (ppb)					n-酪酸濃度 (ppb)				
						発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
10:00	-	-	28.4	55	1002	7.51	1.07	1.02	1.03	1.90	5.53	0.66	0.52	0.49	0.98
10:40	SE	0.2	29.8	51	1002	8.44	0.17	1.06	2.38	2.26	6.57	0.17	0.56	1.25	1.04
11:20	SSE	0.1	27.2	68	1002	8.00	0.16	0.74	0.91	1.77	6.40	0.08	0.33	0.41	0.70
12:00	SE	0.1	27.0	65	1002	9.26	0.24	1.07	1.10	2.04	6.61	0.19	0.30	0.67	0.95
12:40	SE	0.1	27.4	65	1000	9.00	0.13	1.44	0.70	2.45	5.90	0.10	0.49	0.43	0.95
13:20	ESE	0.2	28.4	57	998	8.33	0.17	1.06	1.43	1.41	5.31	0.05	0.57	0.57	0.61
14:00	SE	0.1	30.4	64	997	7.42	0.19	1.39	1.32	2.11	4.50	0.07	0.64	0.92	0.85
14:40	SE	0.1	29.2	60	996	7.30	0.15	0.82	0.90	2.96	4.00	0.08	0.42	0.45	1.11
平均						8.16	0.29	1.08	1.22	2.11	5.60	0.18	0.48	0.65	0.90
最小						7.30	0.13	0.74	0.70	1.41	4.00	0.05	0.30	0.41	0.61
最大						9.26	1.07	1.44	2.38	2.96	6.61	0.66	0.64	1.25	1.11
標準偏差						0.69	0.30	0.23	0.49	0.44	0.90	0.19	0.11	0.28	0.16
変動係数 (%)						8	105	21	40	21	16	108	23	43	18

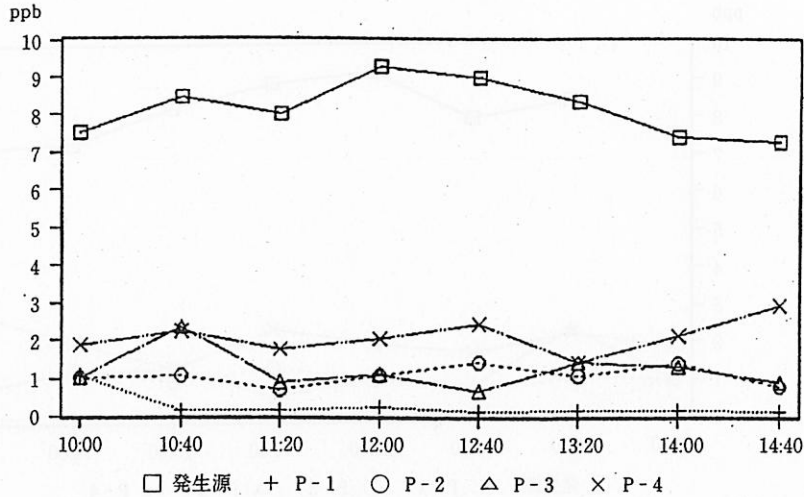


図14 プロピオン酸の経時変化

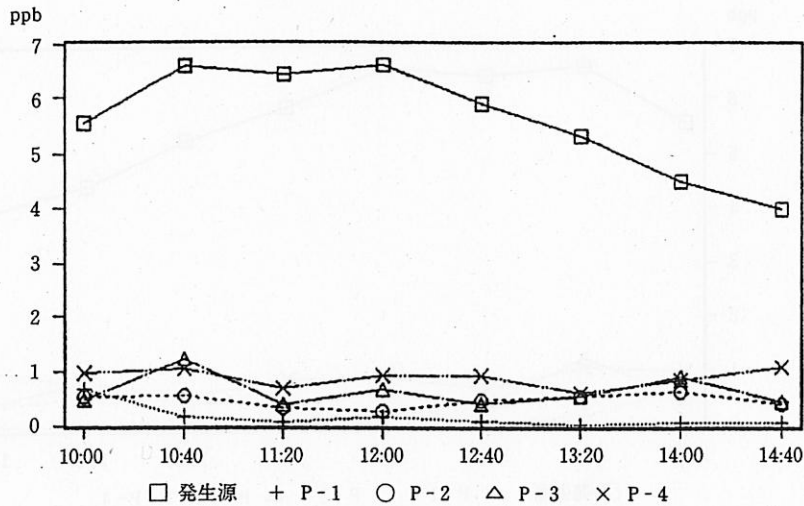


図15 n-酪酸の経時変化

表6 発生源と周辺測定点との相関

		プロピオン酸				
	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	
発生源	-	-0.33	0.30	0.06	-0.17	
P-1	0.13	-	-0.09	-0.13	-0.22	
P-2	-0.41	0.04	-	0.02	0.05	
P-3	0.20	-0.10	0.48	-	-0.16	
P-4	-0.14	0.32	-0.08	0.22	-	

n-酪酸 ** : 1%有意 * : 5%有意

(d) 発生源と周辺測定点との相関

発生源と周辺測定点との相関を表6に示す。

発生源と周辺測定点及び周辺測定点相互の相関は認められなかった。これは地形的な気流の乱れが影響したものと考えられる。

2.3.3. 考察

(1) 発生源は比較的安定な濃度で推移したが、これは堆肥舎通用口で測定したため気象条件の変動が小さかったことによると考えられる。

(2) 気温、湿度及び気圧が濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(3) 周辺測定点では発生源の風下にある地点で高い傾向はみられたものの、発生源と周辺測定点及び周辺測定点相互の相関は認められなかった。

これは尾根からの下降気流、あるいは急傾斜地からの上昇気流等局地的な気流の乱れが、濃度に強く影響を与えたものと考えられる。

(4) このことから、複雑な地形に立地する事業所での悪臭の濃度を評価するためには、多地点で長時間継続して行うことが必要と考えられる。

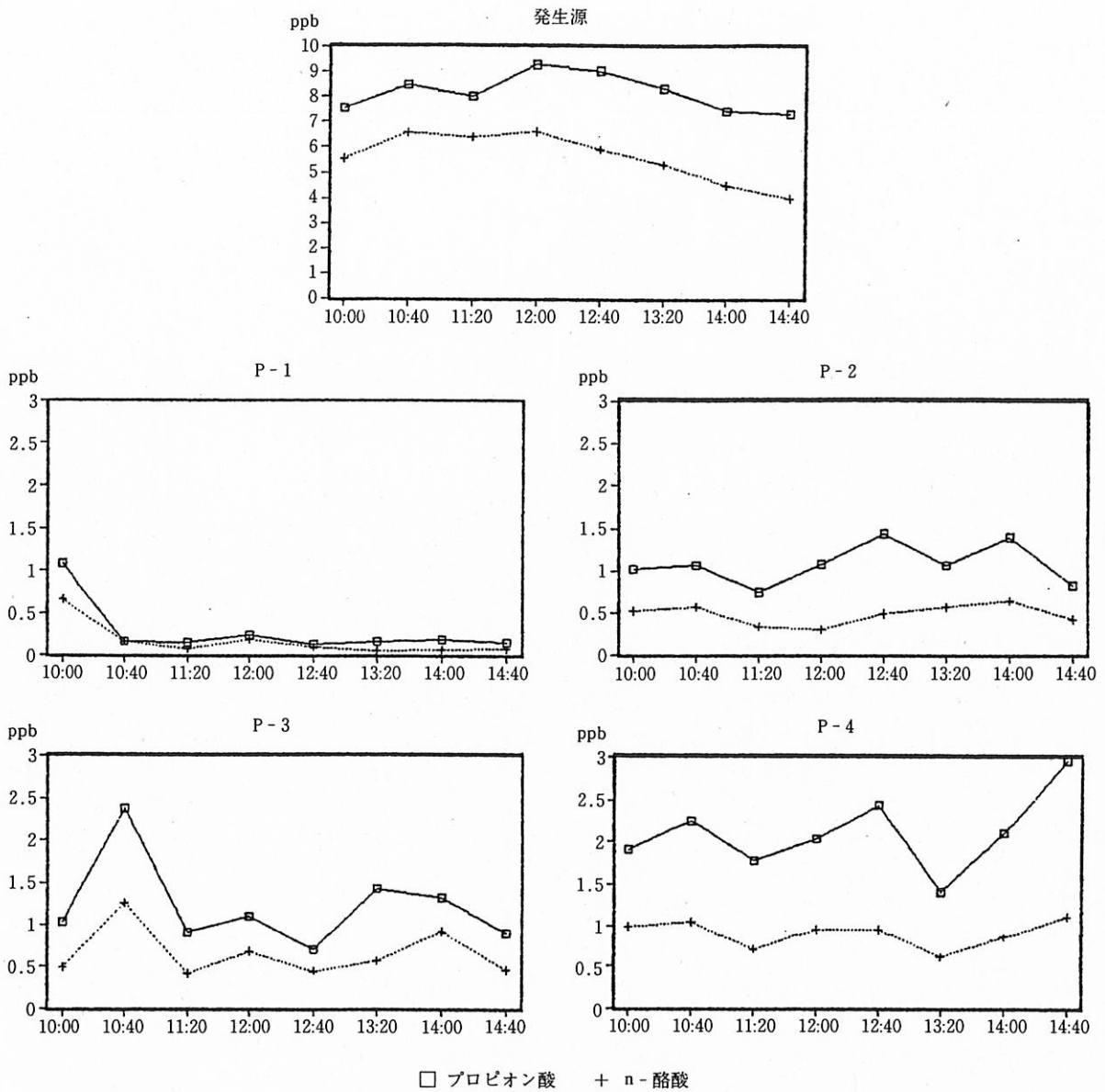


図16 各測定地点の経時変化

2.4. D試験場

2.4.1. 事業場概要

当試験場は、標高100mの盆地の南端にあり、東、西、南の3方向は丘陵に、北は平地に接している(図17)。当場は牛、豚、鶏及び飼料作物の品種改良を目的とした敷地面積308,373m²の施設で、牛124頭、豚117頭、鶏2,477羽が飼育されている。施設は各棟とも概ね春～秋は開放されている。

なお、周囲に悪臭の発生源はない。

2.4.2. 測定調査

a. 測定日 平成2年8月27日 (天候:晴)

b. 測定地点

測定地点は、主発生源と考えられる種豚舎内の1地点及びその風下方向にある試験豚舎北側5m地点において10m間隔で4地点、合計5地点とした(図18)。

c. 測定方法及び測定結果

(a) 測定対象物質

3.1 (2) c.(a)と同じ。

(b) 採取方法

3.1 (2) c.(b)と同じ。

(c) 分析方法

3.1 (2) c.(c)と同じ。

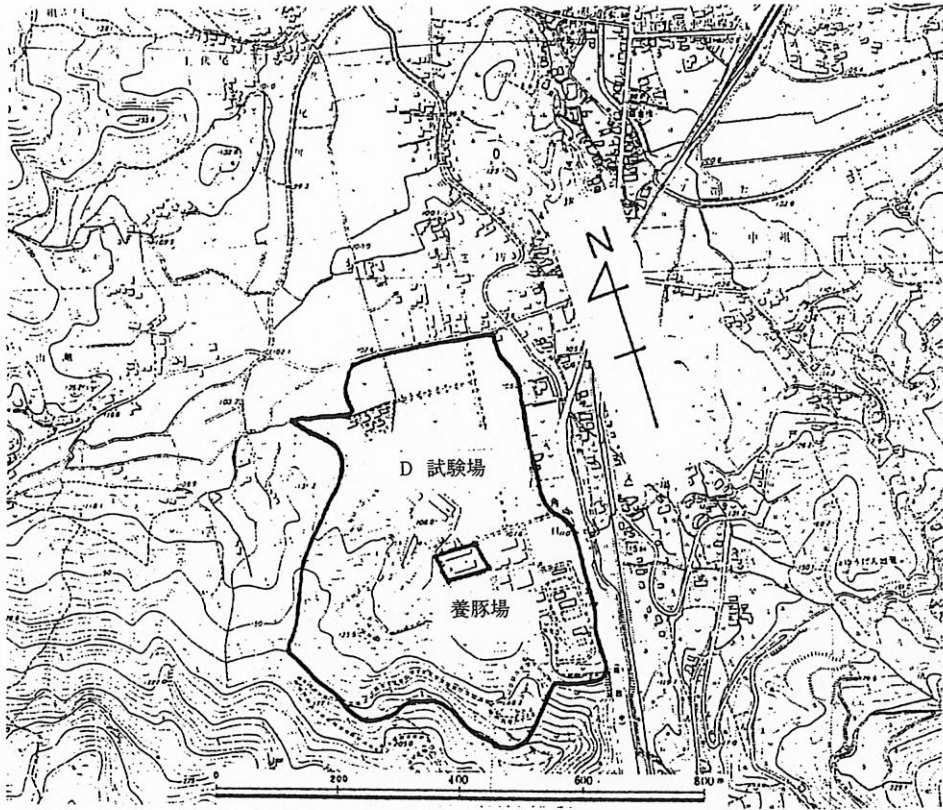


図17 D試験場周辺図

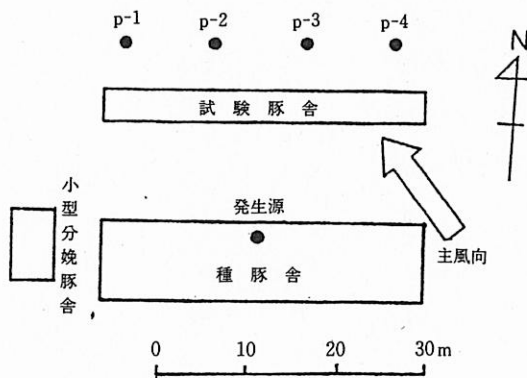


図18 測定位置図

(d) 測定結果
表7のとおり。

d. 解析

(a) 悪臭物質濃度の経時変化

プロピオン酸の経時変化を図19, n-酪酸の経時変化を図20, 各測定物質の経時変化を図21に示す。

発生源における変動係数はプロピオン酸3%, n-酪酸11%を示し, 経時的な変動は小さく, 安定した状

態で推移した。

周辺測定点では, P-1, P-2, P-3が比較的安定した推移を示したのに対して, P-4は不規則な変動を示した。

(b) 気温, 湿度及び気圧と濃度との関係

表7の気象条件からは, 両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(c) 風向風速と濃度の関係

発生源において両物質濃度とも変動が小さかったのは, 豚舎内で測定を行ったため, 風による影響が小さかったものと考えられる。

また, 周辺測定点においては測定中ほぼ南東の風が吹き, 最も風向の影響を受けたP-1で高く, 影響の少ないP-4で低い値を示した。

風速は午後の測定においてやや大きくなったが, 0.2~2.0m/sの風速では両物質濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(d) 発生源と周辺測定点との相関

発生源と周辺測定点との相関を表8に示す。

両物質とも発生源とP-2, P-3に有意の相関が認められた。P-1は最も濃度が高く, 発生源の風下に位置しているにも拘らず有意な相関が認められなかつ

表7 測定結果 (D試験場)

時刻	主風向	主風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	気圧 (mb)	プロピオン酸濃度 (ppb)					n-酪酸濃度 (ppb)				
						発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
10:00	SE	0.2	28.9	54	1009	5.60	0.84	0.40	0.80	0.90	1.19	0.32	0.13	0.19	0.18
10:40	SE	0.2	29.9	55	1005	6.30	0.81	1.02	1.19	0.32	1.62	0.26	0.25	0.35	0.10
11:20	SE	0.2	30.4	44	1005	6.00	0.90	0.73	0.96	0.42	1.54	0.43	0.17	0.24	0.08
12:00	S	0.2	31.4	45	1004	5.90	0.65	0.41	0.49	0.40	1.40	0.16	0.12	0.15	0.08
12:40	SSE	0.3	31.9	41	1004	6.20	1.10	1.05	1.23	0.80	1.81	0.50	0.45	0.46	0.30
13:20	SE	1.5	31.2	56	1003	6.10	1.24	0.58	0.98	1.26	1.45	0.51	0.17	0.19	0.28
14:00	SSE	1.5	30.8	61	1002	6.20	1.12	1.26	1.05	1.09	1.50	0.40	0.30	0.20	0.46
14:40	SE	1.5	30.4	61	1003	6.10	1.04	1.24	1.03	0.58	1.41	0.49	0.30	0.23	0.15
15:20	SE	2.0	30.2	61	1003	5.90	1.07	0.95	0.84	0.41	1.39	0.34	0.24	0.20	0.09
平均						6.03	0.97	0.85	0.95	0.69	1.48	0.38	0.24	0.25	0.19
最小						5.60	0.65	0.40	0.49	0.32	1.19	0.16	0.12	0.15	0.08
最大						6.30	1.24	1.26	1.23	1.26	1.81	0.51	0.45	0.46	0.46
標準偏差						0.20	0.18	0.31	0.21	0.32	0.16	0.11	0.10	0.09	0.12
変動係数 (%)						3	18	37	22	47	11	30	42	38	65

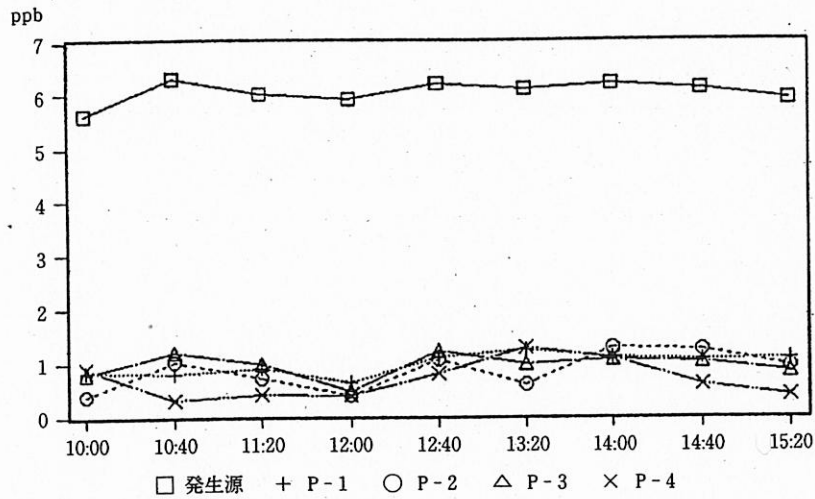


図19 プロピオン酸の経時変化

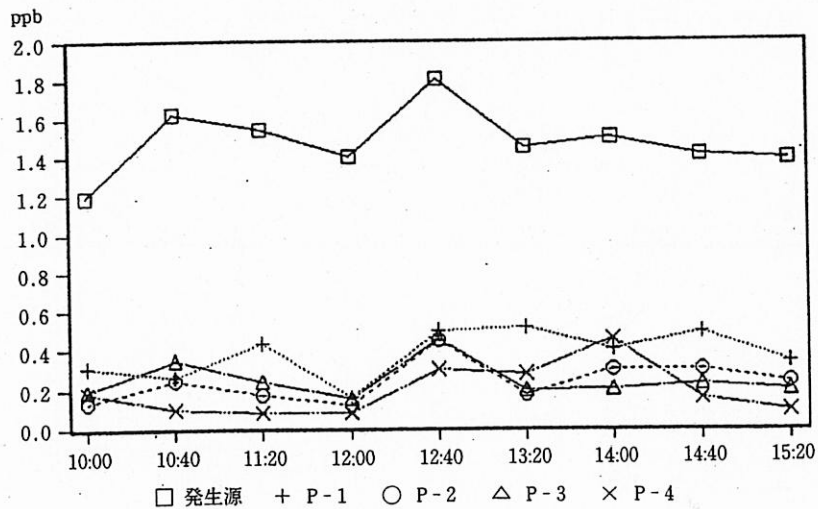


図20 n-酪酸の経時変化

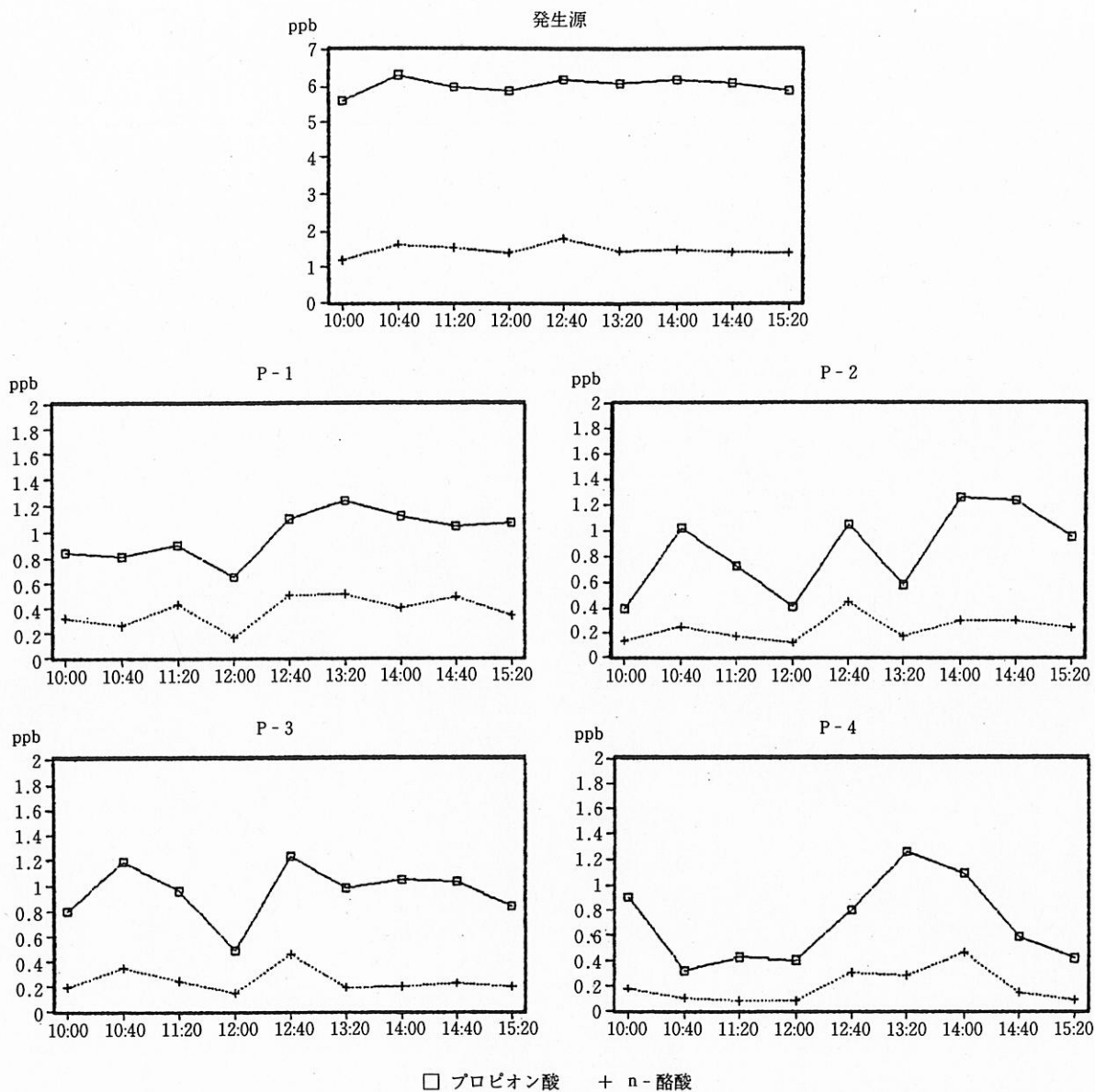


図21 各測定地点の経時変化

表8 発生源と周辺測定点との相関

		プロピオン酸				
	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	
発生源		0.36	0.71*	0.73*	0.02	
P-1	0.32		0.47	0.55	0.66	
P-2	0.74*	0.52		0.71	-0.04	
P-3	0.85**	0.31	0.78*		0.20	
P-4	0.24	0.48	0.47	0.13		

n-酪酸 ** : 1%有意 * : 5%有意

たのは、試験豚舎内西側で子豚が飼育されていたためと考えられる。

なお、P-4は豚舎を経由しない外気の混入が影響しているものと考えられる。

2.4.3. 考察

(1) 発生源はほぼ一定の濃度で推移したが、これは気象条件及び飼育状況が比較的安定であったためと考えられる。

(2) 気温、湿度及び気圧が濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(3) 発生源の風下のあたる地点では濃度が高く、

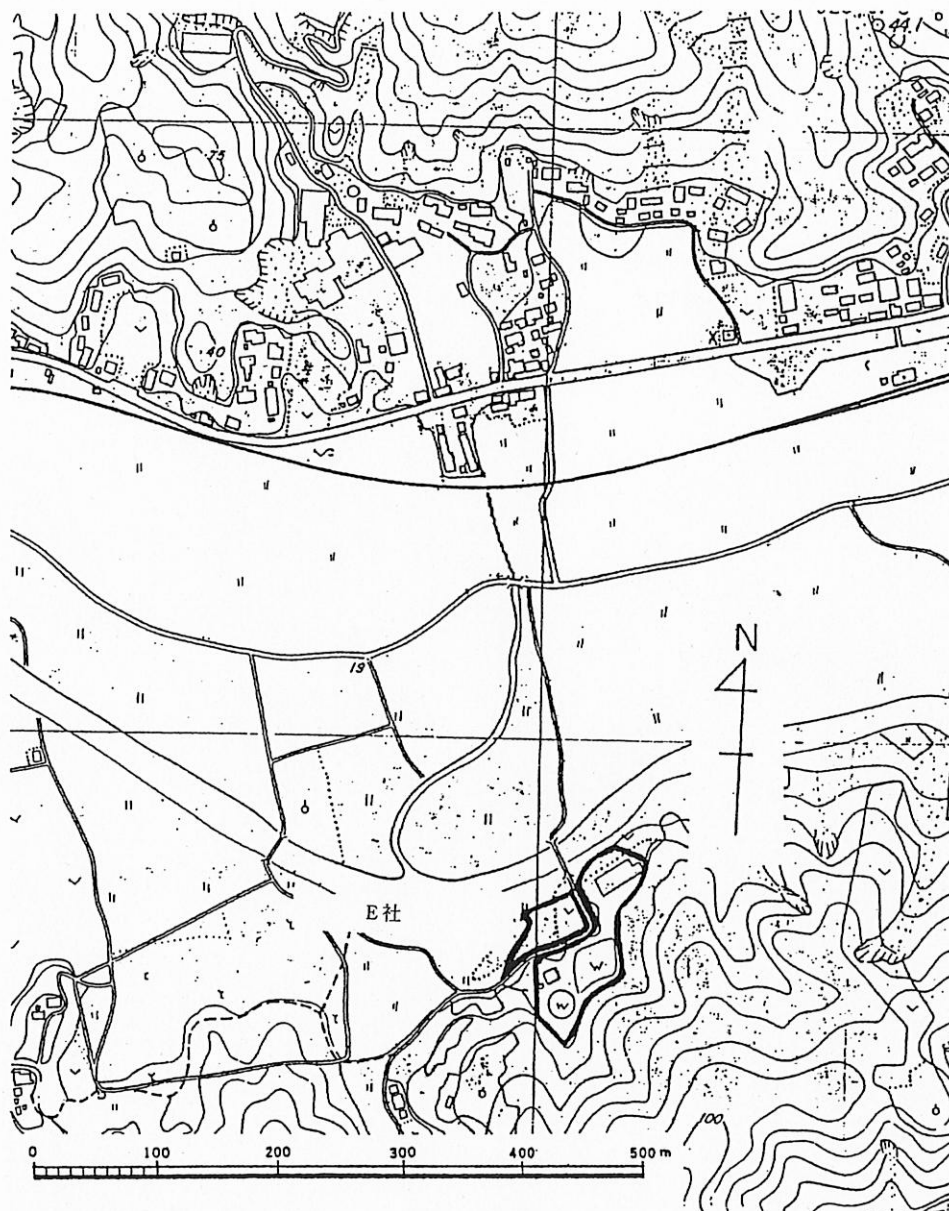


図22 E社周辺図

かつ発生源と有意の相関が認められた。

また、外気の影響を強く受けた地点 (P-4) は他の地点と比べ濃度は低く、大きなばらつきがみられた。

これらのことから、風速0.2~2.0m/sの場合は、風向が周辺測定点の濃度を支配していると考えられる。

2.5. E社

2.5.1. 事業場概要

当事業場は、標高20mの盆地の南端にあり、東、南は山林に、西、北は田畑に接し、中を幅8mの村道が通じている (図22)。敷地面積は8,300m²で魚腸骨、フェザー及び獣骨を処理し (処理量70t/日)、肥飼料を

製造する化製場である。

施設構造は原材料倉庫及び処理棟は密閉構造になっている。倉庫及び焼却場の出入口は製品等の搬出入のため、作業時間帯は常時開放されている。

悪臭防止対策として、気体については焼却及び南側山腹50m地点からの放出を行っている。又、廃水については廃水処理場 (曝気式) で処理した後、事業場北側の川に放流している。

なお、周囲に悪臭の発生源はない。

2.5.2. 測定調査

a. 測定日 平成2年10月5日 (天候：晴)

b. 測定地点

測定地点は、発生源と考えられる廃水処理場の1地点及びその風下方向の北～東側20m地点で4地点、合計5地点とした(図23)。

c. 測定方法及び測定結果

(a) 測定対象物質

事前調査において濃度の高かったアンモニアを測定対象物質とした。

(b) 採取方法

地高1mの地点において0.5%ほう酸液20mlの入った吸収瓶2本にダイヤフラムポンプを用いて3ℓ/minの流量で5分間試料空気を採取した。

(c) 分析方法

試料溶液はインドフェノール法により吸光光度測定

(640nm)を行った。

(d) 測定結果

表9のとおり。

d. 解析

(a) 悪臭物質濃度の経時変化

アンモニアの経時変化を図24, 各測定地点の経時変化を図25に示す。

発生源における変動係数は40%と大きく、不規則な変動を示した。周辺測定点においても大きな変動を示し、経時的な傾向は認められなかった。

(b) 気温、湿度及び気圧と濃度との関係

表9の気象条件からは、アンモニア濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(c) 風向風速と濃度の関係

発生源の濃度は風向風速に関係なく、不規則に変化した。

周辺測定点においては測定中ほぼ南西の風が吹き、最も風向の影響を受けたP-2で高く、影響の少ないP-4で低い値を示した。

0.2~1.0m/sの風速では、濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(d) 発生源と周辺測定点との相関

発生源と周辺測定点との相関を表10に示す。

発生源とP-2に有意な相関が認められるものの、他の地点では認められなかった。

これはP-2が発生源の風下に位置し、風向の影響を受けているのに対し、他の地点では風向よりも工場壁に当たった局地的な気流の乱れに影響されたものと考えられる。

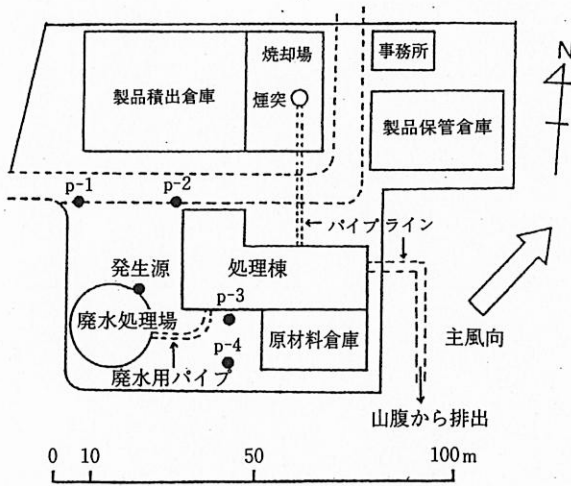


図23 測定位置図

表9 測定結果 (E社)

時刻	主風向	主風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	気圧 (mb)	アンモニア濃度 (ppm)				
						発生源	P-1	P-2	P-3	P-4
10:00	S	0.7	24.6	95	1016	3.40	0.26	0.40	0.09	0.03
10:40	S	1.0	24.8	94	1016	3.67	0.37	0.43	0.05	0.06
11:20	SW	0.7	24.0	92	1016	8.39	0.45	1.94	0.61	0.28
12:00	SW	0.7	24.1	91	1015	4.32	0.21	1.04	0.35	0.15
12:40	SW	0.5	24.0	91	1016	6.37	0.13	2.15	0.17	0.31
13:20	S	0.2	24.0	92	1016	5.08	0.30	1.89	0.15	0.11
14:00	SW	0.2	24.6	94	1016	3.30	0.22	0.88	0.52	0.15
14:40	SW	0.2	24.5	95	1016	9.37	0.22	1.78	0.51	0.06
平均						5.49	0.27	1.31	0.31	0.14
最小						3.30	0.13	0.40	0.05	0.03
最大						9.37	0.45	2.15	0.61	0.31
標準偏差						2.19	0.09	0.66	0.21	0.10
変動係数 (%)						40	35	50	67	67

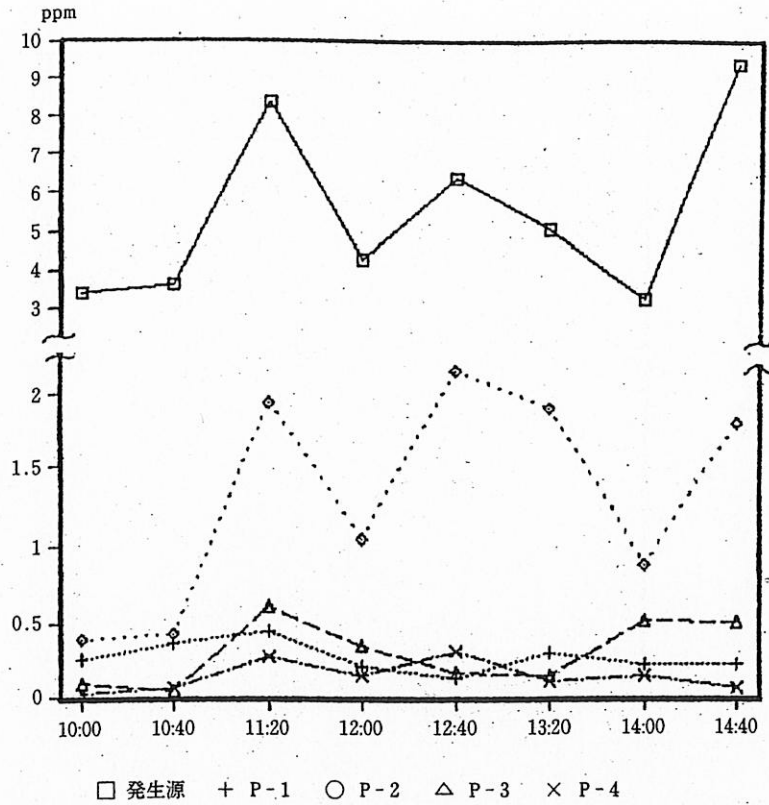


図24 アンモニアの経時変化

表10 発生源と周辺測定点との相関

		アンモニア				
	発生源	P-1	P-2	P-3	P-4	
発生源		0.13	0.77*	0.56	0.36	
P-1			-0.10	0.14	-0.05	
P-2				0.37	0.66	
P-3					0.35	
P-4						

** : 1%有意 * : 5%有意

2.5.3. 考察

(1) 発生源のアンモニア濃度は気象条件と関係なく大きな変動を示した。

このことから、発生源の濃度は工場の稼働状態(工

場から廃水処理場へ流れ込む廃水量及び濃度)に影響されたものと考えられる。

(2) 気温、湿度及び気圧の濃度に与える明瞭な関係は認められなかった。

(3) 発生源の風下にあたる地点で濃度が高く、かつ発生源と有意の相関が認められた。

これらのことから、風速0.2~1.0m/sの場合は、風向が周辺測定点の濃度を支配していると考えられる。

(4) 周辺測定点の変動係数は大きく、最も相関の強いP-2において、最大値と最小値には5.4倍の幅がみられた。

このことから、悪臭の濃度を評価するためには、発生源の風下地点において、長時間継続して測定することが必要と考えられる。

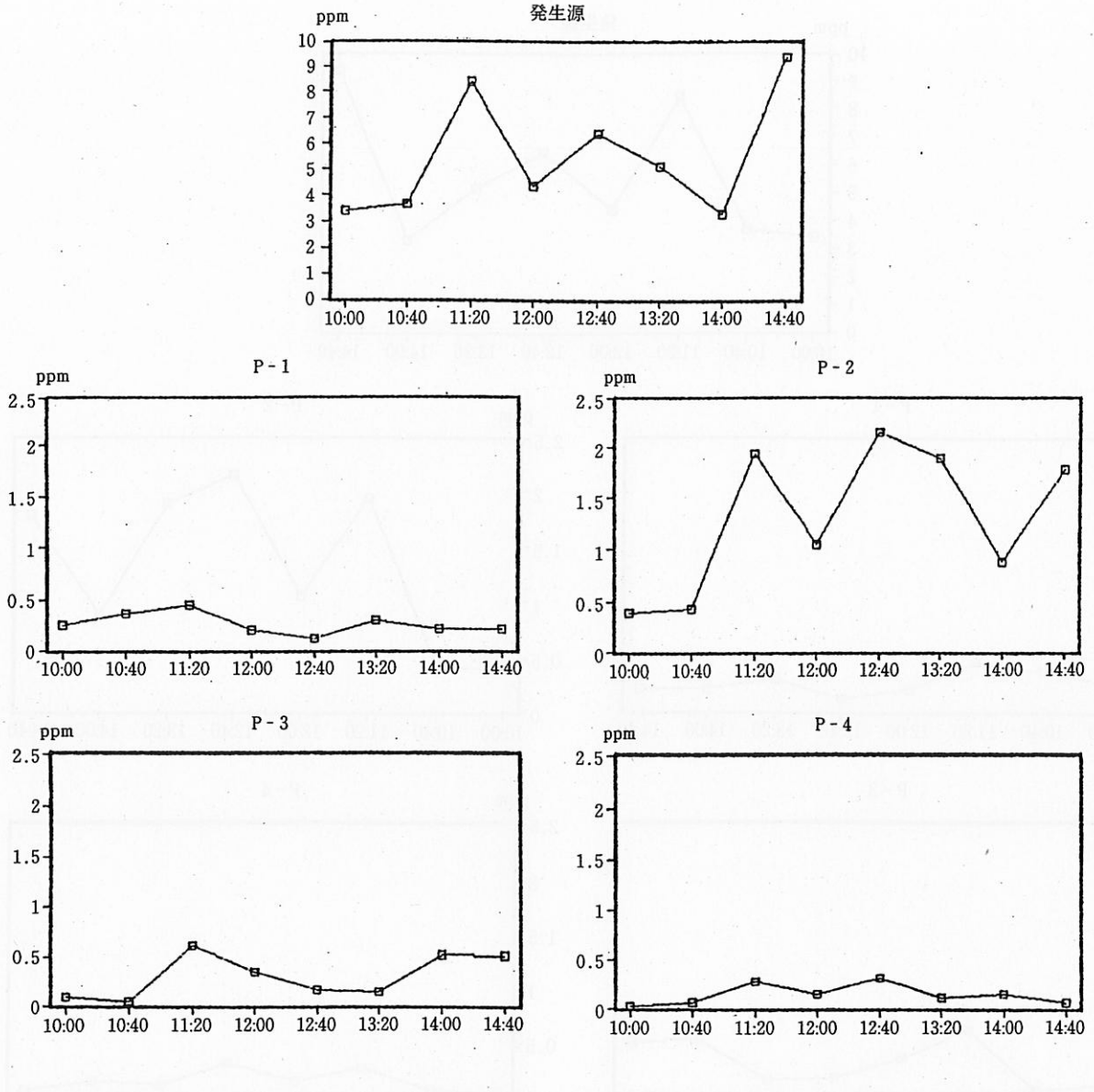


図25 各測定地点の経時変化

3. まとめ

4 畜産事業場, 1 化製場の測定結果を検討した結果, 以下の考察が得られた。

(1) 本調査は気象が安定した日を選び実施した。このため, 気温, 湿度及び気圧の変動は小さく, これらの気象因子が悪臭濃度にあたる明瞭な関連は認められなかった。

(2) 稼働 (飼育状態) の安定した畜産事業場の発生源では濃度の変動が小さく, ほぼ一定の濃度で推移

した。

一方, 稼働が変化する化製場の発生源においては大きな変動を示し, 一過性, 頻発性の傾向がみられた。

(3) このことから, 稼働の安定した発生源では, 2~3回の測定で濃度が評価できるものの, 稼働の変化する発生源においては, 長時間継続して測定することが必要と思われる。

(4) 発生源の風下に位置する地点は濃度が高く, 発生源と有意の相関がみられたのに対し, 風向の影響が小さい地点は濃度が低く, 発生源との相関はみられ

なかった。

また、0～2.0m/sの風速では、濃度に与える明瞭な関連は認められなかった。

(5) これらのことから、周辺環境における悪臭濃度は、風速0～2.0m/sの場合、風向が支配していると考えられる。

(6) 最も風向の影響を受けた周辺測定点の変動係数は、他の地点に比べ小さい傾向を示したものの、発

生源と比べると大きく、最大値と最小値には5倍余りの幅で変動している事例がみられた。

これは、地形及び構造物の影響を受けた局地的な気流の乱れによるものと推定された。

(7) このことから、周辺環境の濃度を正しく評価するためには、長時間継続して測定することが必要と思われる。

『土佐の名水』の水質評価について

堀内 泰男・邑岡 和昭・伊藤 瑞穂
板原 佑子・津野 正彦・河渕 雅恵

Evaluation Of Best Water In Tosa

Yasuo HORIUCHI, Kazuaki MURAOKA, Mizuho ITO
Yuko ITAHARA, Masahiko TSUNO, Masae KOBUCHI

1. はじめに

高知県においては、全国に先駆けて平成2年4月1日に高知県清流保全条例が施行された。その清流保全対策の1つとして土佐の名水の選定事業があり、平成2年12月19日に土佐の名水40選が選定された¹⁾。これらは水量や清澄性、利用度や保全状況、周囲の環境、故事来歴など色々な角度から検討され決定された湧水19、滝13、渓谷6、清流1、用水1の計40選である。今回、これらのうち付近住民の飲用水源として利用

され、登山者や遍路の疲れと渴きを癒す水飲み場として親しまれている湧水19地点において水質成分を分析し、おいしい水および健康によい水の観点から水質評価を行ったので報告する。

2. 調査の方法

2.1. 調査対象試料

図1、表1の19地点20カ所（工石山の水は水源2カ所）より採水調査した。



図1 調査地点図

表1 湧水19地点の名称, 所在地及び採水調査日

No.	地点名	所在地	採水調査日
1	野根谷の水	高知県安芸郡東洋町野根字川口	H 3. 10. 28
2	岩佐の清水	〃 室戸市佐喜浜町大道南山	H 3. 10. 28
3	野根山街道の清水	〃 安芸郡奈判利町改谷	H 3. 10. 28
4	神峯の水	〃 安芸郡安田町唐浜	H 3. 10. 28
5	大日寺の清水	〃 香美郡野市町母代寺	H 3. 10. 28
6	三嶺の水	〃 香美郡物部村三嶺	H 3. 10. 21
7	梶ヶ森の霊水	〃 土佐郡大豊町梶ヶ森	H 3. 10. 22
8	白髪自然水	〃 土佐郡本山町奥白髪	H 3. 10. 21
9-1	工石山の水(杖塚)	〃 土佐郡土佐山村工石山	H 3. 10. 21
9-2	工石山の水(妙体岩)	〃 土佐郡土佐山村工石山	H 3. 10. 21
10	桜井戸	〃 高知市筆山町要法寺境内	H 3. 10. 22
11	コウノスの水	〃 吾川郡伊野町神谷コウノス	H 3. 10. 29
12	氷室の水	〃 吾川郡池川町安居土居ショウヤ	H 3. 10. 29
13	猿田洞の長寿泉	〃 高岡郡日高村沖名	H 3. 10. 29
14	西谷の清水	〃 高岡郡佐川町西谷	H 3. 10. 29
15	安徳水	〃 高岡郡越知町横倉山	H 3. 10. 29
16	丸野公園・大清水	〃 高岡郡梶原町本モ谷	H 3. 11. 19
17	久万秋滝の水	〃 高岡郡大野見村久万秋	H 3. 11. 20
18	久木ノ森の水	〃 幡多郡大正町中津川	H 3. 11. 19
19	清水	〃 土佐清水市戎町	H 3. 12. 05

採水は平成3年10月21日～12月5日の間に行った。試料はなるべく湧き出ている水を直接採水したが、直接採水できない場合は、最初に飲用に供される水飲み場で採水した。

2.2. 調査項目及び分析方法

気温、水温、pH、導電率、遊離炭酸は現場で測定し、他の項目の分析は実験室に持ちかえり上水試験方法に準じて実施した。分析項目および方法は表2のとおりである。

2.3. 水質成分の特徴の検討方法

1) 水質成分間の特徴として相関関係、2) 地質帯状構造別の水質、3) バイバアダイアグラムによる水質分類の3方法で検討した。

高知県の地質帯状構造は、四国北部を東西に延びる中央構造線の外帯に位置し、東西方向に向かう規則正しい帯状配列が北側から南側に古期の地層から新期の地層へと変化しているのがみられる。その帯状配列は北から次のようになっている²⁾。

中央構造線---長瀬帯---御荷鉾線---秩父累帯---
仏像線---四万十累帯---中村線---中村帯

この地質帯状構造別に特徴を調べた。

また、水質の溶存物質である陽イオン(Ca, Mg, Na+K)、陰イオン(SO₄, Cl, HCO₃)によりバイバアダイアグラムを作成し水質の分類を行った。これ

表2 分析項目及び分析方法

分析項目	分析方法
pH	ガラス電極法
導電率(EC)	導電率計による法
濁度	濁度計による法
色度	白金コバルト法
総アルカリ度	中和適定法
NH ₄ -N	インドフェノール法
NO ₂ -N	スルファニルアミド・ ナフチルエチレンジアミン法
NO ₃ -N	銅・カドミウム還元法
KMnO ₄ 消費量	酸性法
Cl	モール法
遊離炭酸	(総酸度-鉍酸酸度)×0.88
総酸度	中和適定法
鉍酸酸度	中和適定法
蒸発残留物	重量法
総硬度	EDTA法
Ca硬度	EDTA法
Mg硬度	総硬度-Ca硬度
SO ₄	クロム酸バリウム法
溶性ケイ酸	モリブデン黄法
Fe	原子吸光光度法(フレイムレス)
Mn	原子吸光光度法(フレイムレス)
Ca	原子吸光直接法
Mg	原子吸光直接法
Na	原子吸光直接法
K	原子吸光直接法
一般細菌	標準寒天培地による法
大腸菌群	標準試験法

表 3 調査結果表

No.	地点名	水温 (°C)	pH	臭気	味	EC (µS/cm)	濁度 (mg/l)	色度 (度)	総アルカリ度 (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	Cl (mg/l)	遊離炭酸残留物 (mg/l)	総硬度 (mg/l)	Ca硬度 (mg/l)	Mg硬度 (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	溶性ケイ酸 (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	一般細菌 (個/ml)	大腸菌群	
1	野根谷の水	16.2	6.7	なし	なし	59	0.9	2	17.5	<0.01	<0.01	0.07	1.3	4.6	1.8	48.5	16.5	10.5	6.0	5.4	14.2	<0.01	<0.01	4.81	0.96	2.2	0.51	7	陰性
2	岩佐の清水	13.9	6.4	なし	なし	33	0.2	<1	6.2	<0.01	<0.01	0.14	0.8	4.9	5.2	27.5	4.0	1.0	3.0	2.1	11.6	<0.01	<0.01	0.74	0.46	3.0	0.40	6	陽性
3	野根山街道の清水	18.9	7.3	なし	なし	59	3.5	30	11.3	<0.01	<0.01	<0.01	11.1	9.1	1.8	71.0	3.5	0.5	3.0	2.9	28.6	0.18	0.01	0.31	0.57	8.7	1.08	45	陽性
4	神峯の水	15.9	6.5	なし	なし	71	0.1	<1	20.0	<0.01	<0.01	0.29	1.3	6.3	1.8	62.0	18.3	10.0	8.3	7.1	21.0	<0.01	<0.01	4.29	1.69	6.4	0.73	12	陽性
5	大日寺の清水	17.1	6.2	なし	なし	74	1.9	6	32.4	<0.01	<0.01	0.06	4.1	6.2	3.4	56.0	28.8	21.0	7.8	1.4	17.2	0.03	<0.01	8.54	1.45	3.9	0.58	300	陽性
6	三嶺の水	8.2	6.5	なし	なし	51	0.6	1	23.1	<0.01	<0.01	0.02	0.9	1.8	1.3	39.5	23.0	19.2	3.8	2.6	5.3	<0.01	<0.01	8.01	0.54	0.9	0.23	24	陽性
7	瓶ヶ森の霊水	11.1	6.0	なし	なし	19	0.0	<1	6.7	<0.01	<0.01	0.08	0.4	3.6	9.9	16.0	6.0	2.2	3.8	0.9	5.9	<0.01	<0.01	1.56	0.50	1.2	0.21	2	陽性
8	白髪自然水	11.0	7.0	なし	なし	42	0.1	1	19.0	<0.01	<0.01	0.10	1.1	3.2	0.9	33.0	19.5	8.4	11.1	1.9	6.7	0.02	<0.01	3.69	2.56	1.1	0.20	5	陽性
9-1	工石山の水(杜塚)	12.1	6.5	なし	なし	38	0.9	2	8.2	0.02	<0.01	0.10	2.4	3.9	0.9	31.5	7.0	2.8	4.2	2.2	10.4	0.01	<0.01	1.39	0.27	2.3	0.17	40	陽性
9-2	工石山の水(妙体岩)	11.4	6.6	なし	なし	37	0.0	<1	11.3	0.06	<0.01	0.15	0.4	3.6	1.3	28.5	12.5	6.2	6.3	2.4	5.6	<0.01	<0.01	2.67	1.45	1.5	0.23	55	陽性
10	桜井戸	16.9	6.0	なし	なし	28	0.1	<1	4.8	0.05	<0.01	0.22	0.8	7.1	4.1	29.5	7.0	1.6	5.4	0.6	8.3	<0.01	<0.01	1.02	0.42	2.6	0.31	1	陽性
11	コウノスの水	16.1	7.9	なし	なし	95	0.3	1	34.8	<0.01	<0.01	0.10	0.9	4.3	1.5	52.5	36.5	15.5	21.0	7.3	14.8	0.01	<0.01	7.13	4.66	3.9	0.32	1	陽性
12	水窪の水	13.8	7.8	なし	なし	155	0.6	1	52.6	<0.01	<0.01	0.27	0.7	4.3	0.9	55.0	68.0	57.0	11.0	4.0	7.9	<0.01	<0.01	24.75	1.51	1.9	0.37	5	陽性
13	猿田洞の長寿泉	16.9	7.8	なし	なし	130	0.8	2	53.2	<0.01	<0.01	0.25	0.9	5.0	1.9	52.5	67.5	58.0	9.5	5.4	10.6	0.03	<0.01	24.75	1.62	5.7	0.65	20	陽性
14	西谷の清水	16.0	6.4	なし	なし	47	0.2	<1	17.5	<0.01	<0.01	0.06	0.7	4.5	5.4	47.5	12.0	6.5	5.5	2.5	16.4	<0.01	<0.01	3.20	0.78	5.2	0.50	2	陽性
15	安徳水	13.5	7.8	なし	なし	72	1.7	3	33.9	<0.01	<0.01	0.11	2.9	3.8	2.7	53.5	33.3	19.5	13.8	2.3	10.6	0.01	<0.01	8.41	3.01	2.4	0.25	39	陽性
16	丸野公園・大清水	9.8	8.1	なし	なし	144	0.3	<1	79.1	<0.01	<0.01	0.46	1.0	3.8	0.9	61.0	82.5	77.1	5.4	5.1	3.5	<0.01	<0.01	32.76	0.40	1.5	0.22	2	陰性
17	久万秋滝の水	13.8	7.5	なし	なし	66	1.0	2	22.1	<0.01	<0.01	0.05	1.7	4.0	1.3	42.5	16.5	8.4	8.1	4.5	12.4	0.07	<0.01	4.33	1.34	4.9	0.47	25	陽性
18	久木ノ森の水	14.3	7.7	なし	なし	49	0.3	1	14.4	<0.01	<0.01	0.02	1.6	4.7	1.3	37.0	11.5	6.4	5.1	4.6	15.9	0.01	<0.01	3.10	0.65	4.5	0.62	620	陽性
19	清水	16.2	6.8	なし	なし	88	2.7	7	16.4	<0.01	<0.01	0.08	3.7	15.1	5.0	76.5	18.0	7.0	11.0	9.9	20.2	0.01	<0.01	3.58	2.36	10.8	1.20	121	陽性
	水道法 水質基準		5.8 ~8.6	異常で ない	異常で ない		<2	<5			<10	<10	<10	<200		<500	<300					<0.3	<0.3					<100	陰性

は地点間の水質の類似性や差異を見るために、I) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型：河川水や浅い地下水、II) NaHCO_3 型：淡水性の被圧地下水、III) CaSO_4 , CaCl_2 型、IV) Na_2SO_4 , NaCl 型：海水、化石塩水、温泉、坑内水などの4区分に分類する方法である³⁾。

3. 調査結果及び考察

3.1. おいしい水への適合

一般的においしい水の水質要件については、多くの識者が述べているが⁴⁾⁻¹¹⁾、ここでは2つの見方からおいしい水を検討してみた。まず始めに昭和60年4月に厚生省のまとめた⁴⁾おいしい水の水質要件のガイドラインから検討した。そのガイドラインは次のとおりである。

水質項目	ガイドライン
蒸発残留物	30~200mg/ℓ
硬度	10~100mg/ℓ
遊離炭酸	3~30mg/ℓ
KMnO_4 消費量	3mg/ℓ以下
臭気度	3以下
残留塩素	0.4mg/ℓ以下
水温	最高20℃以下

これらの要件に、表3に示した19地点20カ所の湧水の水質調査結果をあてはめてみると、蒸発残留物4カ所(20%)、硬度5カ所(25%)、遊離炭酸14カ所(70%)、 KMnO_4 消費量3カ所(15%)がおいしい水のガイドラインからはずれた。全てを満足していたのは西谷の清水(NO.14)ただ1地点1カ所であった。

次は橋本らにより提案された方法⁵⁾で、Ca, K, SiO_2 , Mg, SO_4 のミネラルバランスによりおいしい水の指標(O Index)を定義したものである。つまりおいしい水の要件として

$$\text{O Index} = (\text{Ca} + \text{K} + \text{SiO}_2) / (\text{Mg} + \text{SO}_4) \geq 2.0$$

と提案している。これを上と同様にあてはめてみると表4のとおり18地点19カ所がおいしい水となった。

上記の2判定方法に適合したおいしい水は西谷の清水(NO.14)であった。つぎにおいしい水と判断された地点は、遊離炭酸がガイドラインより若干低い安徳水(NO.15)、猿田洞の長寿泉(NO.13)、神峯の水(NO.4)、野根谷の水(NO.1)、野根山街道の清水(NO.3)、三嶺の水(NO.6)、久万秋滝の水(NO.17)、久木ノ森の水(NO.18)であった。

3.2. 健康によい水への適合

橋本らは、脳卒中死亡率の最低値を示す水が最も健康な水であるとして、ミネラル成分及び成分比を求め

表4 各地点のO IndexとK Index

No.	SO_4 (mg/ℓ)	溶 性 ケ イ 酸 (mg/ℓ)	Ca (mg/ℓ)	Mg (mg/ℓ)	Na (mg/ℓ)	K (mg/ℓ)	O Index $\text{O} \geq 2.0$	K Index $\text{K} \geq 5.2$	O Index 指標値 適合	K Index 指標値 適合
1	5.4	14.2	4.81	0.96	2.2	0.51	3.07	2.90	○	
2	2.1	11.6	0.74	0.46	3.0	0.40	4.98	-1.87	○	
3	2.9	28.6	0.31	0.57	8.7	1.08	8.64	-7.26	○	
4	7.1	21.0	4.29	1.69	6.4	0.73	2.96	-1.28	○	
5	1.4	17.2	8.54	1.45	3.9	0.58	9.24	5.15	○	
6	2.6	5.3	8.01	0.54	0.9	0.23	4.31	7.23	○	○
7	0.9	5.9	1.56	0.50	1.2	0.21	5.48	0.52	○	
8	1.9	6.7	3.69	2.56	1.1	0.20	2.37	2.73	○	
9-1	2.2	10.4	1.39	0.27	2.3	0.17	4.84	-0.61	○	
9-2	2.4	5.6	2.67	1.45	1.5	0.23	2.21	1.37	○	
10	0.6	8.3	1.02	0.42	2.6	0.31	9.44	-1.24	○	
11	7.3	14.8	7.13	4.66	3.9	0.32	1.86	3.74		
12	4.0	7.9	24.75	1.51	1.9	0.37	5.99	23.10	○	○
13	5.4	10.6	24.75	1.62	5.7	0.65	5.13	19.79	○	○
14	2.5	16.4	3.20	0.78	5.2	0.50	6.13	-1.32	○	
15	2.3	10.6	8.41	3.01	2.4	0.25	3.63	6.32	○	○
16	5.1	3.5	32.76	0.40	1.5	0.22	6.63	31.46	○	○
17	4.5	12.4	4.33	1.34	4.9	0.47	2.95	0.07	○	
18	4.6	15.9	3.10	0.65	4.5	0.62	3.74	-0.82	○	
19	9.9	20.2	3.58	2.36	10.8	1.20	2.04	-5.82	○	

ている⁶⁾。その数値を今回の調査地点のミネラル成分及び成分比とともに表5に示した。そして脳卒中死亡率の最低値を示す水のミネラル成分及び成分比を1として各地点のミネラル成分及び成分比の倍率を表6に示した。これらの表から、ほどよくミネラルを含有し、その成分比のバランスがとれている地点として、安徳水 (NO.15)、猿田洞の長寿泉 (NO.13)、大日寺の清水 (NO.5) があげられた。

また橋本らは、別の文献⁵⁾においておいしい水の指標 (O Index) と同様に健康によい水の要件として

$$K \text{ Index} = Ca - 0.87Na \geq 5.2$$

と提案している。これを調査地点にあてはめると、

表4から三嶺の水 (NO.6)、氷室の水 (NO.12)、猿田洞の長寿泉 (NO.13)、安徳水 (NO.15)、丸野公園・大清水 (NO.16) があげられた。

上記の2方法で健康によい水の要件として該当したのは、安徳水 (NO.15)、猿田洞の長寿泉 (NO.13) の2カ所であった。

3.3. 水道法による水質基準への適合

飲料水は、無色透明で、異常な臭味がなく、異常な酸性やアルカリ性を示さず、病原性の生物に汚染されない衛生上の安全な水であること。シアン、水銀などの有害物質を含まず、銅、鉄、フッ素、フェノールなどの物質が許容限度以下であること。これらの条件を

表7 土佐の名水の湧水の水質成分間相関係数

	Ca	Mg	Na	K	アルカリ度	SO ₄	Cl
Ca	1.000	0.048	-0.178	-0.116	0.965**	0.238	-0.193
Mg		1.000	0.152	0.067	0.216	0.453*	0.097
Na			1.000	0.927**	-0.125	0.602**	0.846**
K				1.000	-0.089	0.562**	0.831**
アルカリ度					1.000	0.304	-0.185
SO ₄						1.000	0.505*
Cl							1.000
NO ₃							
SiO ₂							
KM _n O ₄							
CO ₂							
EC							
T-R							
濁度							
pH							

NO ₃	SiO ₂	KM _n O ₄	CO ₂	EC	T-R	濁度	pH
0.731**	-0.376	-0.216	-0.337	0.898**	0.360	-0.094	0.627**
-0.048	0.120	-0.061	-0.190	0.294	0.321	0.080	0.420
-0.193	0.845**	0.583**	0.091	0.151	0.692**	0.658**	0.091
-0.197	0.830**	0.607**	0.093	0.183	0.711**	0.677**	0.070
0.670**	-0.280	-0.146	-0.389	0.910**	0.466*	-0.025	0.705**
0.189	0.387	0.013	-0.238	0.528*	0.667**	0.212	0.437
-0.087	0.648**	0.519*	0.237	0.093	0.600**	0.658**	-0.108
1.000	-0.383	-0.365	-0.191	0.606**	0.169	-0.369	0.290
	1.000	0.726**	0.017	-0.038	0.620**	0.661**	-0.013
		1.000	-0.090	-0.018	0.540*	0.889**	0.089
			1.000	-0.406	-0.292	-0.045	-0.565**
				1.000	0.648**	0.153	0.727**
					1.000	0.674**	0.441
						1.000	0.141
							1.000

* 5%の危険率で有意 ** 1%の危険率で有意

規定したものが水道法の水質基準であり、その値を今回行った調査結果といっしょに表3に示した。水道法水質基準への適合状況は次のとおりであった。理化学的な分析項目のpH, 臭気, 味, NO₂-N & NO₃-N, Cl, 蒸発残留物, 総硬度, Fe, Mnの項目については全地点で水質基準に適合した。濁度, KMnO₄消費量については、野根山街道の清水(NO.3)が、色度については野根山街道の清水, 大日寺の清水(NO.5), 清水(NO.19)の3地点が水質基準不適合であった。細菌学的項目については、一般細菌で大日寺の清水, 久木ノ森の水(NO.18), 清水が水質基準を超えており、大腸菌群については全19地点20カ所のうち陰性は野根谷の水(NO.1), 丸野公園・大清水(NO.16)のわずかに2地点であり、17地点18カ所は水質基準に適合しなかった。

以上をまとめると、理化学的項目では、野根山街道の清水(NO.3), 大日寺の清水(NO.5), 清水(NO.19)の3カ所で水質基準に不適となった。細菌学的項目では、野根谷の水(NO.1), 丸野公園・大清水(NO.16)の2地点で水質基準適合となった。土佐の名水の選定は、故事来歴や保全状況等色々な角度から選定されており、水道法の水質基準に適合しないからといって名水ではないとはいえない。しかし、飲用不適として判定された地点では住民, 登山者, 遍路が直接飲用しないようになんらかの対策が必要と考えられる。

3.4. 湧水19地点の水質成分の特徴

3.4.1. 水質成分間の相関関係

調査した土佐の名水19地点20カ所において、水質成分15項目間の相関係数を求めると表7のようになった。各成分間の関係を考察してみると次のようになっ

表8 带状構造別成分組成

带状構造		総アルカリ度 (mg/l)	Cl (mg/l)	遊離炭酸 (mg/l)	総硬度 (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	溶性ケイ酸 (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
中村帯 5地点	最小値	6.2	4.6	1.8	3.5	2.1	11.6	0.31	0.46	2.2	0.40
	最大値	20.0	15.1	5.2	18.3	9.9	28.6	4.81	2.36	10.8	1.20
	平均値	14.3	8.0	3.1	12.1	5.5	19.1	2.75	1.21	6.2	0.78
四万十累帯 3地点	最小値	14.4	4.0	1.3	11.5	1.4	12.4	3.10	0.65	3.9	0.47
	最大値	32.4	6.2	3.4	28.8	4.6	17.2	8.54	1.45	4.9	0.62
	平均値	23.0	5.0	2.0	18.9	3.5	15.2	5.32	1.15	4.4	0.56
秩父累帯 9地点	最小値	4.8	1.8	0.9	6.0	0.6	3.5	1.02	0.27	0.9	0.17
	最大値	79.1	7.1	9.9	82.5	7.3	16.4	32.76	4.66	5.7	0.65
	平均値	27.3	4.1	3.0	28.7	3.1	9.1	9.09	1.37	2.7	0.31
長瀬帯 2地点	最小値	19.0	3.2	0.9	19.5	1.9	6.7	3.69	1.51	1.1	0.20
	最大値	52.6	4.3	0.9	68.0	4.0	7.9	24.75	2.56	1.9	0.37
	平均値	35.8	3.8	0.9	43.8	3.0	7.3	14.22	2.04	1.5	0.29

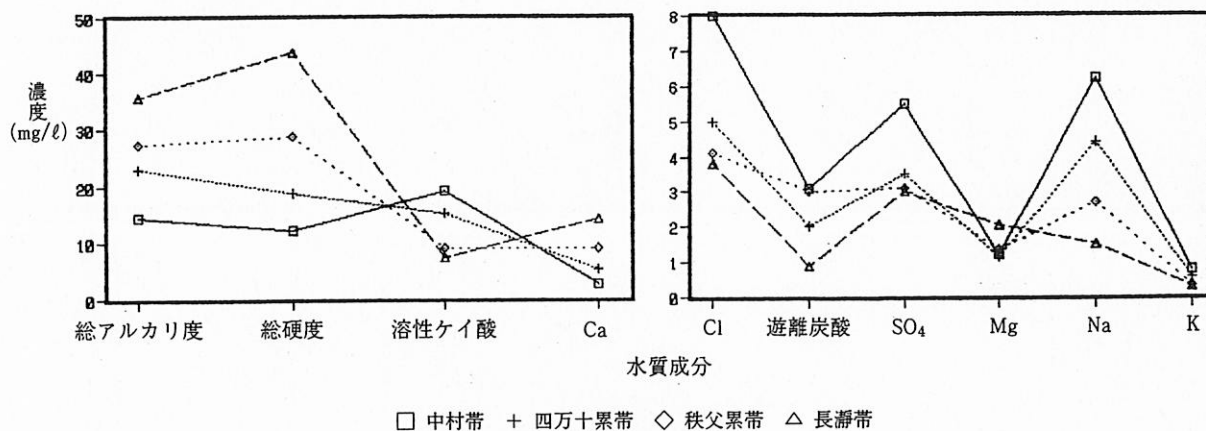


図2 带状構造別の平均水質成分組成

た. Ca, アルカリ度, 導電率 (EC) の間に, Na, K, Cl, SiO₂の間に, KMnO₄消費量, 濁度の間に高い相関が得られた.

3.4.2. 地質帯状構造別の水質特徴

今回行った調査地点は, 図1より長瀬帯2, 秩父累帯9, 四万十累帯3, 中村帯5となり, その最大値, 最小値, 平均値を表8に示した. また図2に帯状構造別平均成分組成図を示した. 地質構造上一番新しい中村帯では, Cl, SO₄, 溶性ケイ酸, 遊離炭酸, Na, Kの水質成分において他の帯状よりも高く, 古い地層(北)にいくほど低くなっていた. 逆に総硬度, Ca, Mgについては中村帯が低く, 古い地層にいくほど高

くなっていた.

3.4.3. パイパアダイアグラムによる水質の分類

表9に各地点における水質成分の当量濃度比を示し, 図3にその濃度比にしたがってパイパアダイアグラムを作成した. 大部分の地点がI)及びII)の領域に区分しているが, 岩佐の清水 (NO.2), 野根山街道の清水 (NO.3), 桜井戸 (NO.10), 清水 (NO.19)の4地点においてはIV)の区分に入り若干海水の影響があるものと思われた. 三角座標から, 全体に陽イオンについてはMgの割合が低く, 陰イオンについてはHCO₃の割合が高い傾向が見られた.

表9 各地点における成分の当量濃度比 (%)

No.	地点名	陽イオン						陰イオン			
		Ca	Mg	Na	K	Ca+Mg	Na+K	SO ₄	Cl	HCO ₃	SO ₄ +Cl
1	野根谷の水	56.0	18.5	22.4	3.1	74.5	25.5	19.0	21.9	59.1	40.9
2	岩佐の清水	17.2	17.6	60.5	4.7	34.8	65.2	14.3	45.2	40.5	59.5
3	野根山街道の清水	3.3	10.0	80.8	5.9	13.3	86.7	11.1	47.3	41.6	58.4
4	神峯の水	32.9	21.4	42.8	2.9	54.3	45.7	20.4	24.5	55.1	44.9
5	大日寺の清水	58.4	16.3	23.3	2.0	74.7	25.3	3.5	20.5	76.0	24.0
6	三嶺の水	81.7	9.1	8.0	1.2	90.8	9.2	9.5	9.0	81.5	18.5
7	梶ヶ森の霊水	44.1	23.3	29.6	3.0	67.4	32.6	7.4	39.9	52.7	47.3
8	白髪自然水	41.2	47.0	10.7	1.1	88.2	11.8	7.8	17.7	74.5	25.5
9-1	工石山の水 (杖塚)	35.5	11.3	51.0	2.2	46.8	53.2	14.3	34.4	51.3	48.7
9-2	工石山の水 (妙体岩)	41.1	36.9	20.2	1.8	78.0	22.0	13.2	26.9	59.9	40.1
10	桜井戸	24.7	16.7	54.8	3.8	41.4	58.6	4.0	64.9	31.1	68.9
11	コウノスの水	38.8	41.8	18.5	0.9	80.6	19.4	15.7	12.5	71.8	28.2
12	氷室の水	85.0	8.6	5.7	0.7	93.6	6.4	6.6	9.7	83.7	16.3
13	猿田洞の長寿泉	75.6	8.2	15.2	1.0	83.8	16.2	8.5	10.7	80.8	19.2
14	西谷の清水	34.4	13.9	48.9	2.8	48.3	51.7	9.8	24.0	66.2	33.8
15	安徳水	54.0	31.8	13.4	0.8	85.8	14.2	5.8	12.8	81.4	18.6
16	丸野公園・大清水	94.0	1.9	3.8	0.3	95.9	4.1	5.9	6.0	88.1	11.9
17	久万秋滝の水	39.2	20.0	38.6	2.2	59.2	40.8	14.5	17.4	68.1	31.9
18	久木ノ森の水	36.9	12.7	46.6	3.8	49.6	50.4	18.6	25.6	55.8	44.2
19	清水	20.5	22.2	53.8	3.5	42.7	57.3	21.5	44.3	34.2	65.8

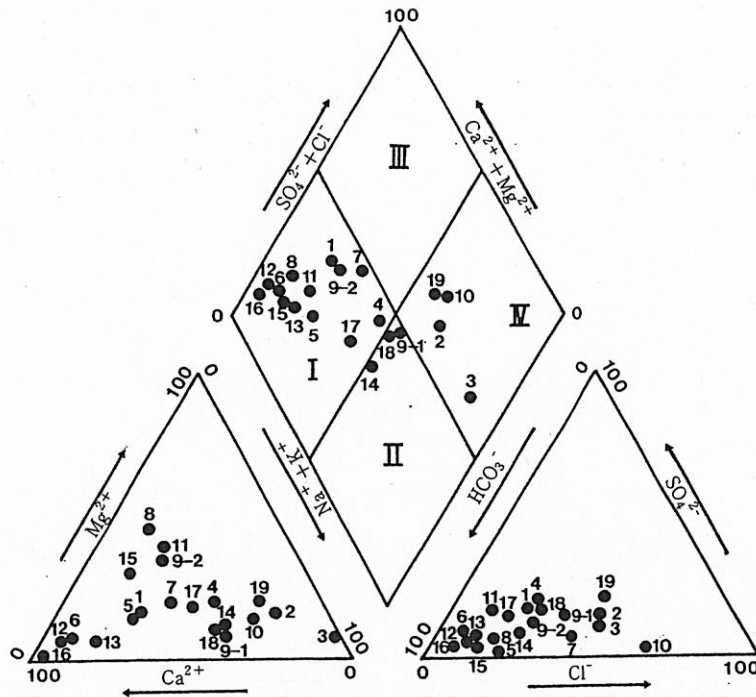


図3 バイバアダイアグラムによる領域区分

4. おわりに

①土佐の名水40選のうち湧水19地点20カ所について、おいしい水及び健康によい水の観点から水質評価を行った。

②おいしい水の水質要件として厚生省のガイドラインと橋本らの提案したO Indexの2方法で検討した。それによるとおいしい水として西谷の清水 (NO.14), 安徳水 (NO.15), 猿田洞の長寿泉 (NO.13), 神峯の水 (NO.4), 野根谷の水 (NO.1), 三嶺の水 (NO.6), 久万秋滝の水 (NO.17), 久木ノ森の水 (NO.18) がいえた。

③健康によい水の水質要件として橋本らの提案した、脳卒中死亡率の最低値を示す水のミネラル成分及び成分比を1としての比較から見る方法と同じく橋本らの提案したK Indexの2方法で検討した。それによると健康によい水として安徳水 (NO.15), 猿田洞の長寿泉 (NO.13) の2カ所が当てはまった。

④水道法の水質基準への適合状況は2カ所 (10%) だけであった。不適項目として大腸菌群が一番多く18カ所 (90%), 一般細菌, 色度が3カ所 (15%), 濁度, $KMnO_4$ 消費量の1カ所 (5%) であった。

⑤水質成分15項目について相関を求めると, Ca,

アルカリ度, 導電率 (EC) の間に, Na, K, Cl, SiO_2 の間に, $KMnO_4$ 消費量, 濁度の間に高い相関が得られた。

⑥地質帯状別に水質特徴を調べると, 地質構造上最も新しい中村帯では, Cl, SO_4 , 溶性ケイ酸, 遊離炭酸, Na, Kの成分において他の地点よりも高く, 古い地層 (北) にいくほど低くなっていった。逆に総硬度, Ca, Mgについては中村帯が低く, 古い地層にいくほど高くなっていった。

⑦バイバアダイアグラムにより水質の分類を行った。それによると, 大部分の地点がI)及びII)の領域に区分しているが, 岩佐の清水 (NO.2), 野根山街道の清水 (NO.3), 桜井戸 (NO.10), 清水 (NO.19) の4地点においてはIV)の区分に入り若干海水の影響があるものと思われた。

参考文献

- 1) 高知県：土佐の名水40選, 1991
- 2) 藤本治義ら：地質学ハンドブック, 朝倉書店, 1966
- 3) 山本荘毅編：地下水調査法, 古今書院, 379-381, 1989

- 4) 厚生省「おいしい水研究会」：水道水のおいしい水の水質要件, 朝日新聞, 4, 25, 1985
- 5) 橋本奨ら：ミネラルバランスからみた飲料水の水質評価に関する研究, 水処理技術, 29(1), 13-28, 1988
- 6) 橋本奨ら：ミネラルバランスからみた飲料水の水質評価について, 水処理技術, 26(8), 9-12, 1985
- 7) 中西弘：汚染がなく自然に近い水, 水道公論, 19(5), 28, 1983
- 8) 小島貞男編：おいしい水の探求, 日本放送出版協会, 1986
- 9) 和田安彦：おいしい水のニーズと条件, 水処理技術, 26(8), 2-7, 1985
- 10) 岡高明：おいしい水と健康の水, 水処理技術, 26(8), 13-20, 1985
- 11) 岡本茂胤ら：おいしい水と健康によい水とからみた水道水の水質評価, 滋賀県立衛生環境センター所報, 21, 138-144, 1986

自作FIAによる窒素の分析

邑岡和昭・津野正彦

Analysis of Nitrogen by Flow Injection analyzer

Kazuaki MURAOKA, Masahiko TSUNO

1. はじめに

空気節分をもたない連続フロー分析法のFIA（フローインジェクション分析）法は、細管内を移動するサンプルゾーンの移送時の分散現象を利用し、試薬との反応の途中の生成物を測定する特徴をもつ^{1),2)}。従って、装置も簡易で分析速度も早く、感度や再現性に優れている。

また手分析法と比較しても個人誤差が少なく、試薬試料、測定時間及び器具洗浄時間の節約になる。

このような特徴を持つFIA装置を、不要となった機器類を再利用して試作し、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素及び全窒素分析の諸条件を検討するとともに、従来からの手分析法との比較検討をした。

2. 実験方法

2.1. 装置

試作したFIA装置の構成を図1に示した。

ポンプ、サンプルインジェクター、ミキサー、反応コイル及び検出器からなる。ポンプは、2流路のしごきポンプ（IUCHI Microtubepump MP-3）を用いた。

なお、ポンプの出口には脈流吸収用のダンパーを取り付けた。

試料の導入は、ガスクロ工業製テフロン6方バルブに内径1mmのテフロンチューブでサンプルループを取り付けたループインジェクターを作成して行った。

還元カラムは、内径2mm、長さ120mmのテフロンチューブに銅コーティングカドミウム粒を充填した。

反応コイル及び流路は内径0.5mm、外径1.5mmのテフロンチューブを使用し、反応コイルは2本のガラス棒にテフロンチューブを8の字状に巻いて作成し、リボンヒーターを巻き付けて加熱し、約40℃とした。

検出器はJASCO UVIDEC-1（光路長10mm、内容積10 μ l）を用いた。

2.2. 試薬

水酸化ナトリウム、塩酸、塩化アンモニウム、アンモニア水、スルファニルアミド及びN-1-ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩は、半井化学薬品工業社製特級を、過硫酸カリウムはメルク社製N-Freeを、銅-カドミウムは和光純薬製0.5mm~2.0mmメッシュを用いた。

キャリア液は、0.025%塩化アンモニウム溶液と0.5%アンモニア水溶液を1分間に2mlの流速で流した。

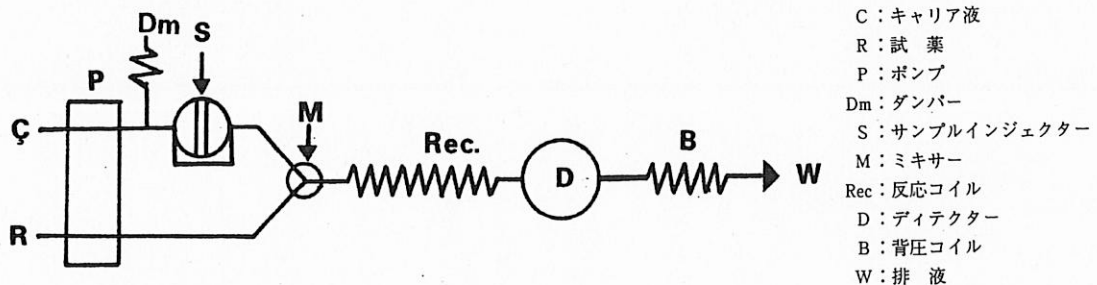


図1 FIAの流路

2.3. 試料

河川水、海水、及び工場排水は、試料をポリエチレン容器に採水後、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素についてはガラス繊維ろ紙（東洋ろ紙GS-25、口径1 μ m）でろ過し、全窒素については無処理で分析に供した。

なお、分析はいずれの試料も採取当日行った。

全窒素分析の前処理方法は図2に示した。

試料	5 ml (容量10mlのテフロンボトル) 4%水酸化ナトリウム+3%過硫酸カリウム, 1 ml
分解	(オートクレーブ, 30min.) (1+11) 塩酸溶液, 1 ml 塩化アンモニウム+アンモニア液; 1 ml
定容	10 ml
FIA分析	

図2 全窒素分析のための前処理

3. 結果及び考察

FIA法の諸条件の設定は硝酸性窒素で行った。

3.1. 銅-カドミウムカラムによる硝酸性窒素の還元率

硝酸性窒素の還元率は、図3に示した亜硝酸性窒素と図4に示した硝酸性窒素それぞれ0.04 μ g/ml \sim 0.20

μ g/mlの濃度範囲から求めた結果、97.7% \sim 98.7%となり、平均還元率は98.3%であった。カラム長は120mm以上にしても還元率にはほとんど影響を及ぼさなかった。

3.2. 試料の導入量

検出感度を増大する目的で試料導入量を変化させ、最適導入量を調べた結果を図5に示した。

試料導入量を25 μ l, 50 μ l, 100 μ l, 200 μ l及び400 μ lと増加するに従い検出感度も平行して上昇する。しかし、導入量400 μ l以上ではピーク頂が平坦になり、分析時間も長くなる。このため、今回は検出感度と分析時間を考慮して、試料導入量を200 μ lとした。

試料の注入量はサンプルループの洗浄を兼ねて1mlとした。

3.3. 再現性及び検量線の直線性

0.04 μ g/ml及び0.12 μ g/ml各濃度について10回繰り返して試料を導入した再現性の結果を図6に示した。繰り返し分析精度は標準偏差パーセントで見ると、0.04 μ g/ml濃度では0.18%、0.12 μ g/ml濃度では0.30%の結果を得た。

亜硝酸性窒素のチャートを図3に、検量線を図7に、硝酸性窒素について図4、図8に示した。検量線の範囲は0.04 μ g/ml \sim 0.20 μ g/mlの濃度範囲で、最小二乗法により回帰式を求めると、硝酸性窒素は $y = 3.015x + 9.8E-03$ 、相関係数 $r = 0.999$ であり、亜硝酸性窒素

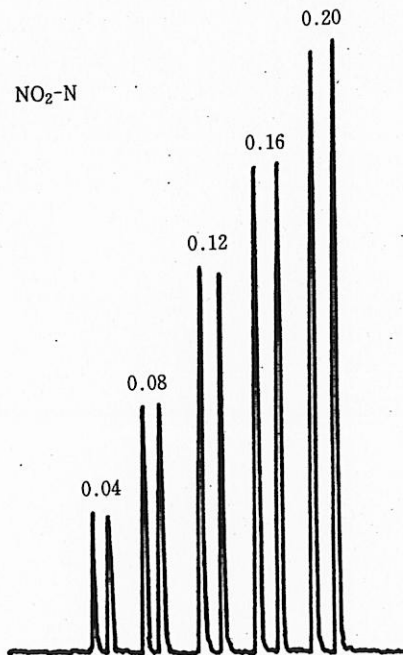


図3 NO₂-N 検量線チャート

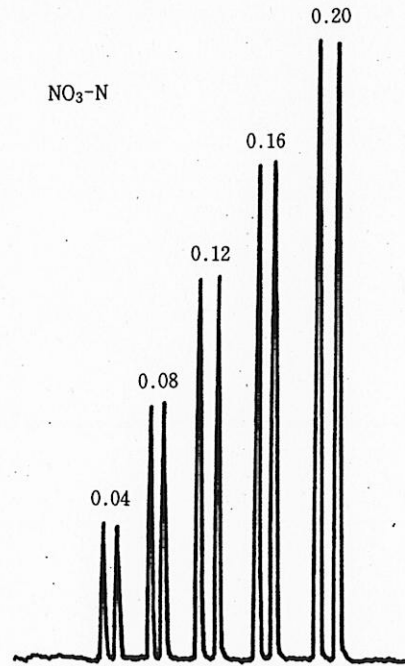


図4 NO₃-N 検量線チャート

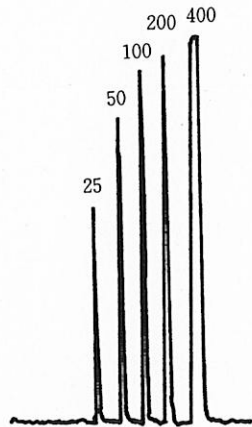


図5 試料の導入量

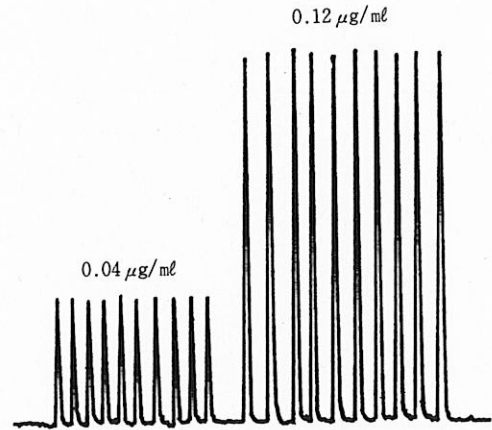


図6 NO₃-Nの再現性

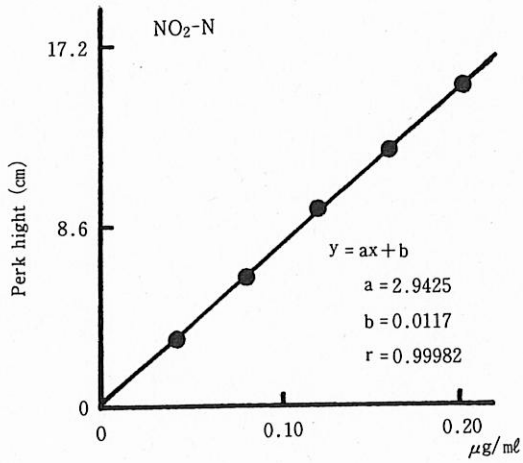


図7 NO₂-N 検量線

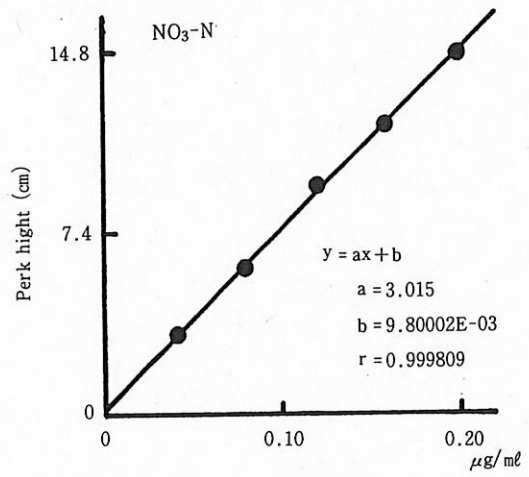


図8 NO₃-N 検量線

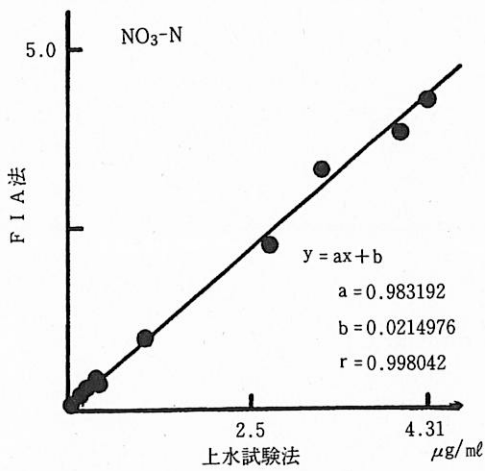


図9 NO₃-Nにおける従来法との相関

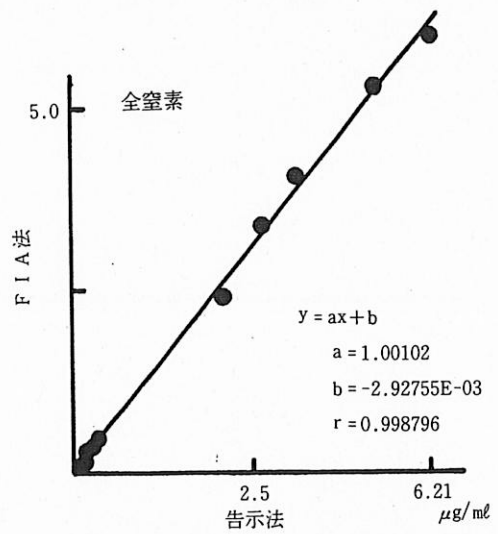


図10 全窒素における従来法との相関

は $y = 2.942X + 0.0117$, $r = 0.999$ と亜硝酸性窒素, 硝酸性窒素ともに直線性を示したなお, $0.4 \mu\text{g}/\text{ml}$ 濃度でも良好な直線性を示した.

3.4. 手分析法とFIA法の比較

上水試験法³⁾による硝酸性窒素及び告示法⁴⁾による全窒素の手分析法とFIA法の測定結果を表1に示した. 手分析法をX軸に, FIA法をY軸にプロットし, それぞれの測定法間の相関を図9及び図10に示した.

表1 実試料による従来法との比較

試料 種類	番号	NO ₃ -N ($\mu\text{g}/\text{ml}$)		全窒素 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	
		上水試験法	FIA法	告示法	FIA法
河 川 水	1	0.03	0.03	0.08	0.08
	2	0.21	0.24	0.24	0.26
	3	<0.01	0.01	0.11	0.13
	4	0.08	0.09	0.19	0.19
	5	0.09	0.09	0.13	0.12
海 水	6	0.13	0.11	0.18	0.20
	7	0.11	0.16	0.19	0.16
	8	0.36	0.36	0.38	0.42
	9	0.15	0.16	0.27	0.25
	10	0.32	0.38	0.35	0.40
工 場 排 水	11	3.99	3.82	5.28	5.33
	12	3.01	3.28	3.33	3.46
	13	2.39	2.26	3.87	4.12
	14	4.31	4.22	6.21	6.03
	15	1.02	1.05	2.66	2.48

測定結果について最小二乗法により回帰式を求めると, 硝酸性窒素では $y = 0.983x + 0.214$, 相関係数 $r = 0.998$, 全窒素では $y = 1.001X - 2.9E-03$ となり, 硝酸性窒素, 全窒素ともに良い相関を示した. また, 河

川水, 海水及び工場排水について試料種による差異はなく, ともに良い相関性を示した.

ただ, 海水試料で低濃度の場合, 約1mmの負ピークが見られた. この原因として, 海水試料とキャリアー液との密度差に起因する Schlieren 効果が考えられるので, キャリヤー液の塩化アンモニウム濃度を下げると良いと考えられる.

4. まとめ

不要機器から試作したFIA装置を用い, 河川水, 海水及び工場排水の硝酸及び全窒素の迅速な分析を可能にした. 流速を $2 \text{ ml}/\text{min}$. に設定した場合, 分析所用時間は1検体/min.であった.

硝酸性窒素の再現性は図3に示したように, 標準偏差が $0.04 \mu\text{g}/\text{ml}$ の場合 0.18% , $0.12 \mu\text{g}/\text{ml}$ の場合 0.30% と良好であり, 検量線の直線性も $r = 0.999$, 検出下限は $0.003 \text{ mg}/\text{ml}/2 \text{ mm}$ ピーク高であった.

河川水, 海水及び工場排水の硝酸性窒素を対象として検討したが, 充分適用可能であり, 従来の手分析法による分析値とも良い相関を示した.

参考文献

- 1) 喜納兼勇: フローインジェクション分析法の実際, ぶんせき, 11, 785-790, 1981
- 2) 伊永隆史: フローインジェクション法による水質成分の分析, ぶんせき, 4, 245-252, 1987
- 3) 厚生省生活衛生局水道環境部: 上水試験方法, 260-271, 1985
- 4) 環境庁環境法令研究会: 環境六法, 179-487, 1990

Ⅳ 高知県公害防止センター所報投稿規定

1. 所報の内容

(1) 公害防止センターの概要

- 1)沿革 2)施設の概要 3)組織及び所掌事務
- 4)職員の一覧 5)人事異動 6)主要備品
- 7)予算 8)学会、会議及び研修 9)その他

(2) 業務概要

大気、水質、特殊公害科の各科における業務の概要

(3) 調査研究報告

当所で実施された実験、調査研究について報告する。

2. 投稿規定

(1) 投稿者の資格

投稿者は原則として当所職員に限る。

(2) 原稿の種類

原稿は研究論文、資料等とする。研究論文は独創性に富み、新知見に基づく内容の論文とする。

資料は実験、調査研究の結果及び研究過程でまとめた成果等記録すべき内容の論文。

(3) 原稿の執筆

原稿の執筆は原稿用紙またはワードプロセッサを用いる。原稿用紙は横書き400字詰め用紙を用いる。ワードプロセッサの場合はB5用紙を用い1頁47行とし、1行は24文字とする。詳細は、原稿執筆要領に従う。

(4) 原稿の提出と編集

原稿は所属科長を経て編集委員会に提出する。編集委員会で編集された原稿は所長がこれを校閲する。

(5) 校正

原稿は3校をもって校了とする。初校、再校は著者が行い、3校は編集委員会が行う。

(6) 編集委員会の構成

編集委員は大気、水質、特殊公害科の科長と各科より1名を選出し計6名とし、編集委員長は3科の科長より選出する。所長はアドバイザーとして編集委員会に参加する。

(7) 原稿は10月末までに編集委員会に提出する。

(8) その他必要な事項は編集委員会で協議し決定する。

原稿執筆要領

1. 文体

原稿は原則として当用漢字、現代かなづかいとする。

2. 表題、著者名

研究論文、資料共に表題及び著者名に英訳をつける。

3. 本文

- (1) 研究論文については、要旨、はじめに、実験、調査(材料と方法)、結果、考察、おわりに(謝辞)、文献の順序とする。謝辞については節をたてず、1行あけてできるだけ短く書く。

- (2) 資料については「要旨」、「はじめに」の文章は省略して書き始め、「実験、結果、考察」について

もそれらの文字に下線を引いた上、改行しないでそれぞれの内容を書く。

(3) 番号の付け方は原則として下記のようにする。

- 1.
- 2.
- 3.
3. 1.
3. 2.
3. 3.
3. 3. 1.
3. 3. 2.
3. 3. 3.

- (4) 句読点(、.)、(・)、(「」)には1区画をあたえる。ただし、これらの記号が行の頭に出る場合は、前の行の右欄外に書く。

- (5) 英、数字は1区画2文字とし、数字はアラビア

数字を用いる。

- (6) 書体はそれぞれ文字の下に次の記号を入れる。

ゴシック体	~~~~~
イタリック体	_____
小キャピタル	=====
大キャピタル	マルで囲む。

4. 表と図

- (1) 表と図は本文とは別にA4の大きさの用紙に書き、表では表の上部に、図では図の下部に番号と表題を表示する。注釈は表では下部に、図の場合は別紙に記載する。
- (2) 表や図の本文中への挿入位置は原稿用紙の右欄外に←表1のように赤字で明示する。

5. 文献

- (1) 文献は本文の引用箇所の右肩に¹⁾、²⁾³⁾、⁴⁻⁶⁾のように通し番号で示す。記載方法は1文献ごとに行を改める。
- (2) 雑誌の引用は、著者名：雑誌名、巻(号)、頁、発行年(西暦)の順とし、単行本の引用は、著者名：書名、頁、発行所名、発行年(西暦)の順に記載する。
- (3) 共著の場合、3名以内は全員を記載し、4名以上の場合は第1著者のみ記載し、そのあとに「ら」と記す。
- (4) 文献の略名は邦文誌は日本自然科学学術雑誌総覧、欧文誌はChemical Abstractに従って記載する。

高知県公害防止センター所報

第七号

平成2年度

編集：高知県公害防止センター
発行

〒780 高知市棧橋通6丁目7番43号
電話 0888-33-6688(代)

印刷所：西村 謄写堂

〒780 高知市上町1丁目6番4号
電話 0888-22-0492(代)