

ISSN : 0915-0854

高知県公害防止センター所報

第 11 号

平成6年度



REPORT
OF
ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL
CENTER, KOCHI PREFECTURE
NO.11 1994

高知県公害防止センター

ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL
CENTER, KOCHI PREFECTURE

序

末広りの平成8年を迎えました。今年は明るく良き年となるようお願いいたします。

さて、平成5年11月には、これからの環境行政の基本となる「環境基本法」が、さらに、平成6年12月には環境保全に関する基本的な計画である「環境基本計画」が制定されました。本県におきましても、今後の環境行政のめざすべき基本となる「環境基本条例」の制定に向けての作業がすすめられております。

また、平成7年度から文化行政に県民生活、自然保護、環境対策などを総合的に所管する文化環境部を発足させ、新たな観点に立った環境行政を進めることとなりました。

このような状況のもとで、21世紀を視野に入れた、新たな視点に立ち、豊で美しくかけがえのない高知県の自然環境を壊すことなく、さらにより良い環境にして次代に引き継ぐべく、当センターの果たすべき役割も非常に重要になってくると考えます。

豊で美しく、より良い環境を次代に引き継ぐと言うことは、単に自然環境を引き継ぐことだけではなく、それぞれの時点での環境に関する正確で科学的なデータも付けて引き継ぐことが重要であると考えます。

例えば、四万十川は昔に比べると汚くなったと言う流域の方々の多くの声があります。しかし、河川の水質に関するデータは昭和47年以降でないといけません。それ以前については全く感覚的な尺度での判断になります。

汚染防止対策を立てるとしても、以前と現在を科学的に比較分析した上で、どこに問題点があり、どう対処すればよいかを見い出すためには、やはり科学的なデータの裏付けが不可欠です。そのためには、日頃の地道なデータの集積が必要であり、当センターも昭和48年の発足以来正確なデータの収集に努めて来ました。これからも、環境保全施策の企画立案に資することができるよう、多くの項目についての科学的で正確なデータの収集に努めて参ります。道路や橋の建設のように我々の日常生活の利便性に即つなげる業務ではありませんが、われわれの生活している環境の現状を科学的に把握し、そのデータを次代に引き継ぐことは、基盤整備等に劣らず非常に重要なことだと考えますので、多くの方々のご理解を賜わりますようお願い致します。

これからも、環境保全行政の企画立案や推進のために資することができるよう、科学的かつ正確なデータの収集は元より、地域のニーズに対応した試験研究の充実を目指して所員一同一層努力して参りますので、皆様方のご指導、ご支援をお願い申し上げます。

この度、高知県公害防止センターの平成6年度の業務等の概要を、所報11号として取りまとめました。ご高覧いただき、ご指導、ご助言賜われれば幸いです。

平成8年1月

高知県公害防止センター

所長 山下 紘 一

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.....	3
5. 人事異動.....	3
6. 主要備品.....	3
7. 平成6年度予算.....	4
8. 学会・会議及び研修への参加（平成6年度）.....	5

II 業務概要

大 気 科.....	7
水 質 科.....	9
特殊公害科.....	11

III 調査研究報告

1. 未規制大気汚染物質モニタリング調査（第1報）.....	13
2. 横浜新町地域における降下ばいじん調査.....	25
3. 大気環境情報システムについて（第1報）.....	29
4. 測定法の違いによるホルムアルデヒド濃度の検討.....	31
5. 四万十川水系の生物調査.....	35
6. 高知県における酸性雨調査（第8報）.....	49

IV 所報投稿規定.....	69
----------------	----

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

(1) 所在地

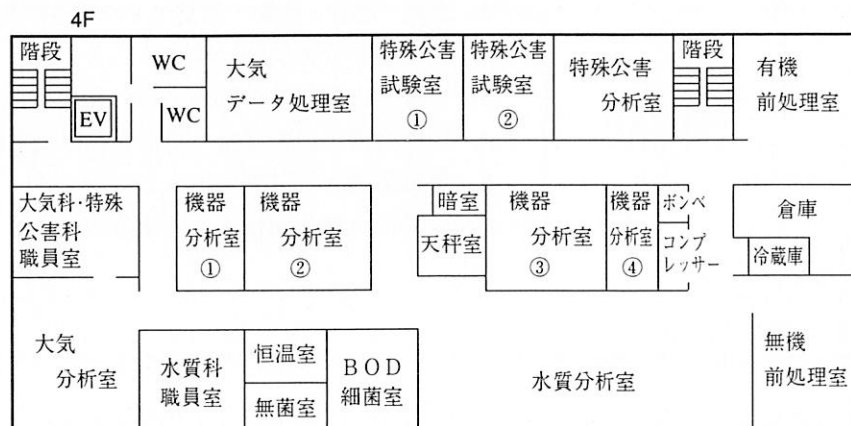
〒780 高知市棧橋通6丁目7-43
 電話 0888(33)6688(代)
 FAX 0888(33)8311

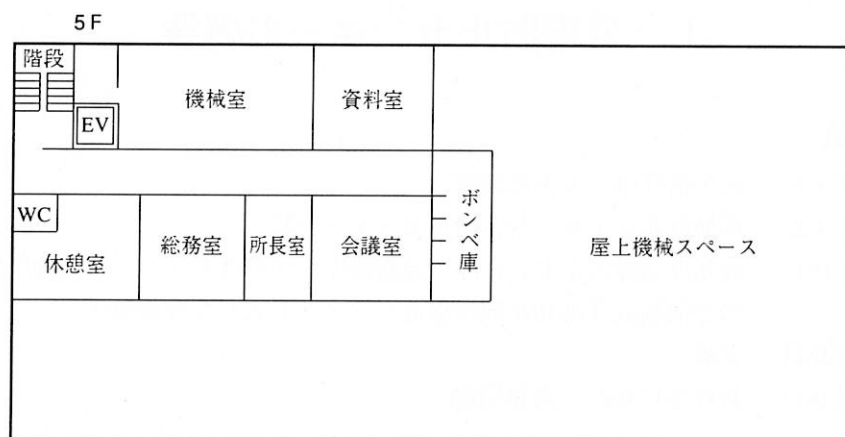
敷地面積：2,187m² 建築面積：1,163m²
 規模構造：鉄筋コンクリート造5階建 4, 5階分 延床面積：1,239m²
 別棟（車庫、倉庫）：124m²

(2) 配置図

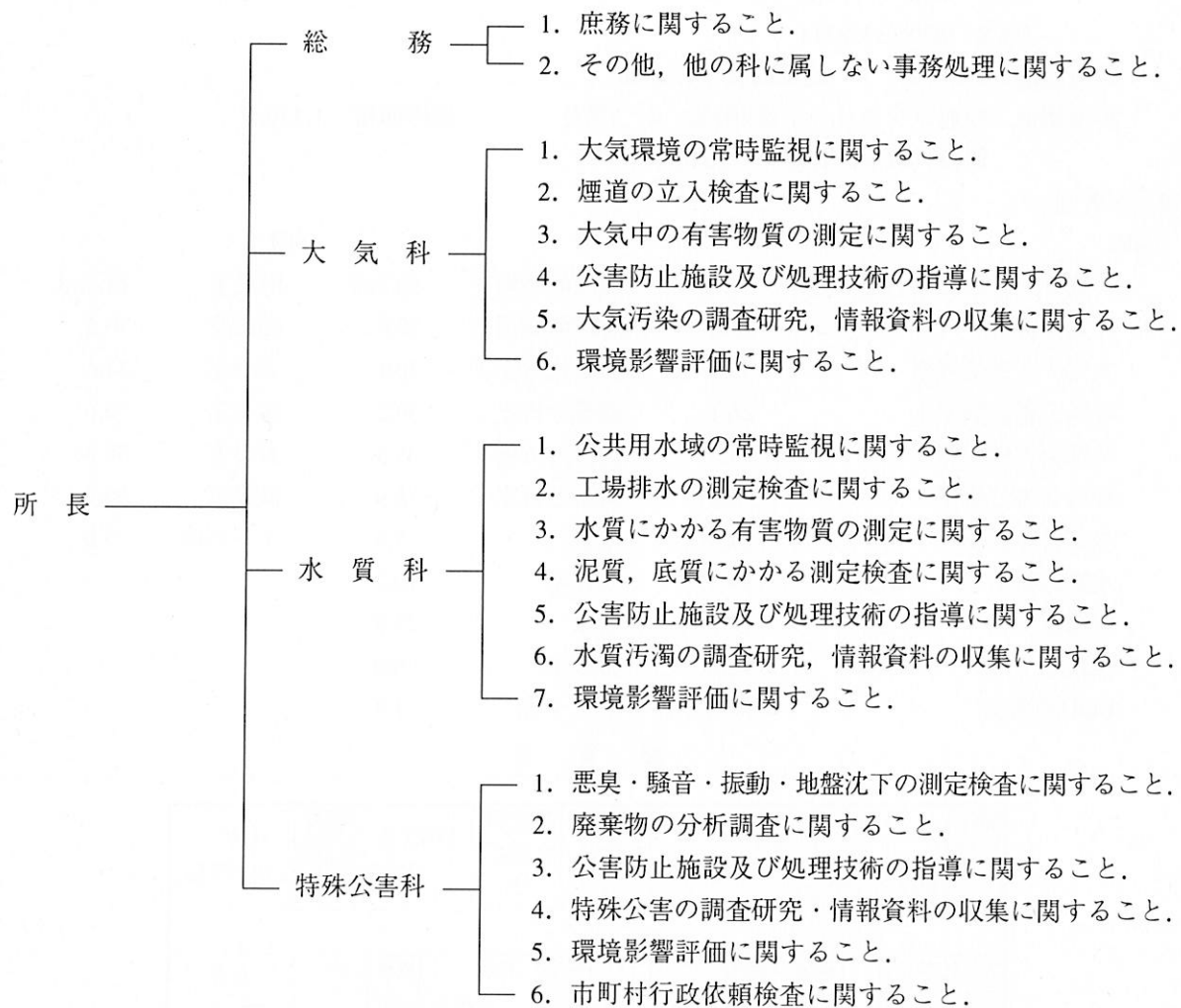
4階				5階			
大気科・特殊公害科職員室	34.8m ²	有機前処理室	50.8m ²	所長室	18.4m ²		
大気分析室	56.2	無機前処理室	52.4	総務室	30.5		
大気データ処理室	51.5	機器分析室①	20.1	会議室	34.6		
特殊公害試験室①	26.1	機器分析室②	39.2	休養室	30.6		
特殊公害試験室②	25.3	機器分析室③	35.4	資料室	36.3		
特殊公害分析室	34.7	機器分析室④	15.9	機械室	60.7		
水質科職員室	31.8	暗室	5.6	ボンベ庫	5.6		
水質分析室	133.5	天秤室	10.7				
恒温室	10.0	倉庫	28.8				
無菌室	10.0	冷蔵庫	6.0				
BOD細菌室	30.0	ボンベ室	3.4				

配 置 図





3. 組織及び所掌事務



4. 職員一覧

平成6年4月1日現在

職 名		氏 名	職 名		氏 名
所 長		矢 部 武 男	水質科	主任研究員	板 原 佑 子
総 務	主 幹	杉 尾 洋 子		主任研究員	堀 内 泰 男
	大 気 科 長	西 岡 克 郎		主任研究員	津 野 正 彦
大気科	主任研究員	川 田 常 人		主任研究員	渡 辺 賢 介
	主任研究員	原 田 浩 平		主任研究員	河 渕 雅 恵
	技 師	河 野 裕 子		技 師	光 内 慶 信
水質科	水 質 科 長	邑 岡 和 昭	特 殊 公害科	特殊公害科長	三 宅 清 義
	主任研究員	伊 藤 瑞 穂		主任研究員	鎮 西 正 道
				主任研究員	山 村 貞 雄

5. 人事異動

(転出者)

(転入者)

職 名	氏 名	転 出 先	職 名	氏 名	前 所 属
主 事	宮 脇 恭 子	香美郡福祉事務所主事	主 幹	杉 尾 洋 子	統計情報課主幹
主任研究員	川 崎 敏 久	環境対策課主幹	主任研究員	川 田 常 人	須崎保健所技監

6. 主要備品

品 名	規 格 ・ 型 式 等	数量
大 気 測 定 バ ス	イスズP-MR112F 6490cc	1
軽 自 動 車	ダイハツ箱バン (2台), 三菱箱バン	3
原 子 吸 光 分 析 装 置	島津AA-670, 日本ジャーレルアッシュAA-8500F 日本インスルメンツマーキュリーRA-1	3
分 光 蛍 光 光 度 計	島津RF-502型	1
赤 外 分 光 光 度 計	島津IR-440	1
ダブルビーム自記分光光度計	日立323型	1
分 光 光 度 計	島津UV-150-02型	1
X線蛍光・回析共用装置	理学電機3134PI, 2153DI	1
高速液体クロマトグラフ	日本分光トライロータⅢ型	1
全有機炭素測定装置	島津TOC-500	1
ガスクロマトグラフ	島津GC-5A, GC-14AP	2
悪臭測定用ガスクロマトグラフ	島津GC-4BMPF, GC-14B	2
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津9100-MK, パーキンエルマーQ-MASS910	2
イオンクロマトアナライザー	DIONEX 20201/SP	1
低 温 灰 化 装 置	米IPC1005B	1
全 自 動 洗 浄 機	三田村I-570E	1
自 動 演 算 騒 音 計	リオンNA-33	2
1/3 実時間周波数分析器	リオンSA-25	1
騒音振動レベル処理装置	リオンSV-72A	1
大 気 降 下 物 採 取 器	小笠原計器US-400	1

超低温フリーザー	サンヨーMDF-490	1
高速冷却遠心機	久保田製作所MODEL-6700	1
大気中窒素酸化物測定装置	電気化学計器GRH-74M	6
大気中二酸化硫黄測定装置	電気化学計器GRH-72M	4
大気中二酸化硫黄粉じん測定装置	電気化学計器GRH-76M	2
大気中粉じん測定装置	電気化学計器DUB-32	5
大気中オキシダント測定装置	電気化学計器GX-7, GXH-73M	6
大気中一酸化炭素測定装置	電気化学計器GIA-72	2
微風向風速計	海上電機SA-200	4
オキシダント計動的校正装置	電気化学計器OZ-1100, 東京工業TUV-1100	2
煙道用窒素酸化物測定装置	柳本製作所ECL-77A	1
煙道ダスト自動等速測定装置	濁川理化NG-Z-3DX	1
大気環境データ収録装置	電気化学計器RDL-30	3
デジタル風速経緯儀	タマヤTD-3, TD-105	2
水質自動測定機	ブランルーベTRAACS-800	1
等速吸引装置	岡野製作所ESA-302CT-20N	1

7. 平成6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	工業振興費	特用林産振興費	計
共 済 費	22					22
賃 金	1,156					1,156
旅 費	1,787	3,907	550	140		6,384
需用費	13,885	15,931	800	100		30,716
役 務 費	668	557				1,225
委 託 費	6,683					6,683
使 用 料	16					16
工事請負費	392					392
原 材 料 費					500	500
備品購入費	300	550				850
負担金補助	45					45
公 課 費		89				89
計	24,954	21,034	1,350	240	500	48,078

8. 学会・会議及び研修への参加（平成6年度）

期 間	名 称	開 催 地	出 席 者
学会等			
6. 11. 14～16	第21回環境保全・公害防止研究発表会	大 阪 市	川 田 常 人 他1名
6. 11. 15～19	大気汚染学会	盛 岡 市	西 岡 克 郎 他1名
7. 3. 8～11	日本オゾン協会年次研究講演会	京 都 市	矢 部 武 男
7. 3. 27～28	水環境学会	広 島 市	堀 内 泰 男 他2名
会議			
6. 4. 27～28	全国公害研協議会第1回理事会	東 京 都	矢 部 武 男
6. 5. 19～20	全国公害研協議会中国・四国支部会議	岡 山 市	矢 部 武 男 他1名
6. 7. 1～2	全国公害研協議会中国・四国支部廃棄物研究会	岡 山 市	三 宅 清 義 他1名
6. 10. 19～20	全国公害研協議会第2回理事会	東 京 都	矢 部 武 男
6. 10. 19～21	全国公害研協議会中国・四国支部大気部会	鳥 取 市	西 岡 克 郎 他2名
6. 11. 1～3	全国公害研協議会中国・四国支部水質部会	徳 島 市	堀 内 泰 男 他1名
6. 11. 30～ 12. 1	平成6年度全国公害研協議会総会 平成6年度地方公共団体公害試験研究機関所長会	東 京 都	矢 部 武 男
7. 2. 15～17	国立環境研究所環境情報ネットワーク研究会	つくば市	川 田 常 人 他1名
7. 2. 22～24	全国公害研協議会中国・四国支部統一精度管理検討会	広 島 市	堀 内 泰 男 他1名
7. 3. 14～16	全国公害研協議会中国・四国支部所長会	広 島 市	矢 部 武 男
7. 3. 27～28	酸性雨測定所担当者会	東 京 都	川 田 常 人
研修			
6. 7. 4～8	環境研修センター専門研修 機器分析研修（特定課程）	所 沢 市	山 村 貞 雄
6. 10. 24～28	環境研修センター専門研修 機器分析研修（特定課程）	所 沢 市	堀 内 泰 男
6. 10. 31～12. 1	環境研修センター専門研修 特別分析研修	所 沢 市	河 野 裕 子
7. 1. 18～27	環境研修センター専門研修 情報処理研修	所 沢 市	原 田 浩 平

Ⅱ 業 務 概 要

大 気 科

1. 行政調査

項目のとおり測定した。

1. 1. 大気環境の監視測定

大気汚染防止法第22条の規定により、県下の大気汚染の状況について常時監視を行った。

高知市、南国市、須崎市、伊野町の常時監視局9局と移動測定車1台において、自動測定機31台により汚染物質5項目と気象3項目を表1の局別測定

環境基準の適合状況を見ると、二酸化硫黄、二酸化窒素及び一酸化炭素は全局で適合し、浮遊粒子状物質は1局で不適合で、光化学オキシダントは3局全てで不適合だった。

詳細は「大気汚染報告書（6年度版）」に記載した。

表1 局別測定項目

種別	市町村	局 名	測 定 項 目							
			SO ₂	NO _x	CO	O ₃	SPM	WD	SUN	HUM
一般環境測定局	高知市	百 石 町	○	○		○	○	○		
		大津（コンテナ局）	○	○		○	○	○	○	
	南国市	稲 生					○			
		南国市役所				○				
	須崎市	須崎保健所	○				○	○		
		押岡公園	○	○						
	伊野町	伊野合同庁舎	○				○	○		
自動車排ガス測定局	高知市	はりまや橋			○					
		東城山町		○			○			
移動局	——	移動測定車	○	○	○	○	○	○		○

（注）WD：風向，風速 SUN：日射放射収支量 HUM：温，湿度

1. 2. 降下ばいじんの測定

自動測定機による大気常時監視の補完調査として、表2のとおり高知市、南国市、須崎市で降下ばいじん（デポジット法）の測定を行った。

結果は南国市稲生地域で石灰石関連工場の影響で他の地域より若干高い傾向がみられたが、他の地域は2～5トン/km²/月のレベルにあり、全体として横ばいの状況であった。

表2 降下ばいじんの測定

市町村	測定地点数
高知市	7
南国市	7
須崎市	5

1. 3. ばい煙発生施設の排ガス測定

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の立ち入り測定を行った。立ち入り施設の種類と測定項目および測定件数は表3に示す。

結果はすべての施設で排出基準に適合していた。

表3 ばい煙発生施設の排ガス測定

項 目	工場・事業場数	ボイラー	廃棄物焼却炉	焼成炉
ば い じ ん	8	1	7	0
塩 化 水 素	5	0	5	0
窒 素 酸 化 物	5	2	0	3
イ オ ウ 酸 化 物	1	0	1	0
水 銀	1	0	1	0
計	20	3	14	3

1. 4. 大気環境事前調査

香美郡土佐山田町の中央中核工業団地予定地及び高岡郡日高村の産業廃棄物処理施設設置予定地において移動測定車等により表4のとおり大気環境事前調査を行った。

表4 大気環境事前調査

調査区分	調査方法	調査項目
工業団地	移動測定車	汚染項目 (SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , SPM)
		気象項目 (WD, WV, TEMP, HUM)
産業 廃棄物 処理施設	移動測定車	汚染項目 (SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , SPM) 気象項目 (WD, WV, TEMP, HUM)
	気象観測	パイロットバルーン ノンリフトバルーン
	重金属類	塩化物, フッ素化合物, 水銀 アスベスト, 重金属

2. 環境庁委託事業

2. 1. 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、土佐市及び東洋町の3地域6地点で、夏期及び冬期に環境調査を行った。

詳細は本誌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、気象データの解析等の処理プログラムや、データベース化による大気環境情報システムの開発を行った。

詳細は本誌の調査研究報告に記載した。

3. 2. GC-ECDによるホルムアルデヒドの分析調査

未規制大気汚染物質モニタリング調査と平行して、大気環境中のホルムアルデヒドの調査を実施し、得られた試料についてGC-ECDにより分析を行なった。

詳細は本誌の調査研究報告に記載した。

水 質 科

1. 行政調査

1. 1. 公共用水域等監視測定調査

水質汚濁防止法第15条の規定に基づき、公共用水域における水質、底質および地下水水質について監視調査を行った。調査項目は表1に示した。

表1 公共用水域及び地下水水質の調査項目

生活環境項目	特殊項目	健康項目	その他の項目
pH	銅	カドミウム 1,2ジクロロエタン	濁度
DO	亜鉛	鉛 1,1,1トリクロロエタン	塩素イオン
BOD	溶解性鉄	六価クロム 1,1,2トリクロロエタン	アンモニア窒素
COD	溶解性マンガン	ヒ素 1,1ジクロロエチレン	亜硝酸性窒素
SS	クロム	総水銀 シス1,2ジクロロエチレン	硝酸性窒素
大腸菌群数		セレン 1,3ジクロロエチレン	磷酸態リン
油分		PCB チラウム	MBAS
全窒素		トリクロロエチレン シマジン	TOC
全リン		テトラクロロエチレン チオベンカルブ	
		四塩化炭素 ベンゼン	
		ジクロロメタン	
271検体1781項目	57検体285項目	61検体806項目	271検体1131項目

1. 1. 1. 水質調査

水質調査は、河川12水域、66河川、107地点および海域6水域、53地点及び地下水23地点の計183地点で実施した。調査項目は生活環境項目9項目、健康項目21項目、特殊項目5項目、その他の項目8項目とした。

測定結果、水質の環境基準達成状況を表2に示した。なお、人の健康に有害な健康項目は、いずれの測定地点においても環境基準値未満であった。

表2 類型別の環境基準達成状況

区分	類型(基準値)	水域数	平成6年度			平成5年度
			達成	未達成	達成率(%)	達成率(%)
河川	AA(1mg/l以下)	10	8	2	80.0	80.0
	A(2mg/l以下)	25	20	5	80.0	88.0
	B(3mg/l以下)	11	7	4	63.6	81.8
	C(5mg/l以下)	3	1	2	33.3	33.3
	小計	49	36	13	73.5	81.6
海域	A(2mg/l以下)	7	6	1	85.7	71.4
	B(3mg/l以下)	3	2	1	66.7	66.7
	小計	10	8	2	80.0	70.0
公共用水域全体		59	44	15	74.6	79.7

(注) 吉野川水域(河川AA類型)は、本山沈下橋の測定結果を用いた。

1. 1. 2. 底質調査

河川3水域、3地点、海域2水域、6地点計9地点で底泥を採取し、一般性状4項目、健康項目5項目、特殊項目5項目、その他の項目1項目について分析した。

その結果、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ンドレベルであり、特異的な人為汚染は認められなかった。

1. 2. 工場、事業場排水監視測定調査

水質汚濁防止法の適用される延べ108箇所の特定事業所に立ち入りし、生活環境項目132項目、健康項目77項目、特殊項目8項目、その他の項目10項目の計227項目について調査した。

その結果、排水基準不適合及びその恐れのある事業場は4事業場であり、環境対策課において改善指導がなされた。

1. 3. 四万十川清流保全モニタリング調査

「四万十川清流保全計画」に基づき、四万十川の本川3地点、支川およびダム放流口6地点において、季節毎の年4回水質調査を実施した。また、夏期及び冬期には、8地点で水性生物について調査を行い、水質保全のための基礎資料を得た。

1. 4. ゴルフ場における農業類の調査

平成2年5月環境庁から通知のあった「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」(平成3年7月一部改正)に基づき、県内13ゴルフ施設の排水口および周辺公共用水域において試料を採取し、30種類の農薬残留調査を行った。調査時期および回数は、農薬類の散布の盛んな春期(6月)と秋期(11月)の2回とした。

調査地点を表3に示したが、暫定指導指針値を超えるものはなかった。

表3 ゴルフ場農薬類の調査結果と推移

年度	調査農薬数	総検体数	検出農薬()は検出検体数
元	11	18	クロロピリ(2)、プロピサミド(1)
2	21	462	ジイソプロピル(1)、イソプロピル(1)、イソプロピル(2)、シマジン(1)
3	21	567	シマジン(1)
4	30	870	なし
5	30	870	テトラフル(1)
6	30	1,440	フルトラニル(1)、シマジン(2)、テトラフル(3)

1. 5. 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月及び水浴期間の7月、8月の午前と午後の2回、水質監視調査を行った。

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

1. 6. 自然循環方式水処理技術研究会関連調査

高知県自然循環方式水処理技術研究会に参加し、木炭など種々の天然素材の接触材を利用することにより、自然の環境や生態系の物質循環のメカニズムを取り入れた水処理技術による生活排水の浄化効果の検討を行った。調査は窪川町の琴平川に設置した施設で行った。

その結果、流入原水と処理後の水質を汚濁指標のBODで比較すると、流入原水に対し、処理後では約71%削減効果を得た。今後の課題として、処理効率におよぼす水温や施設のメンテナンス頻度等の検討が挙げられた。調査の概要及び結果を表4に示した。

表4 自然循環方式水処理方式による排水処理結果

調 査 場 所	窪川町琴平川		
試 料 数	137		
調 査 頻 度	10回/年 (24時間調査2回)		
試料	流入水	処理水	処理効率 (%)
B O D (mg/ℓ)	26.6	7.8	70.6
全 窒 素 (mg/ℓ)	4.82	3.68	23.7
全 り ん (mg/ℓ)	0.45	0.23	48.8
界面活性剤 (mg/ℓ)	0.89	0.35	60.6

1. 7. 苦情、事故等に伴う行政依頼

環境対策課から苦情、事故及び行政依頼調査を受け、結果を報告した。その概要を表5に示す。

表5 依頼調査の概要

調査対象	調 査 項 目	件数
土砂及び廃棄物	有害物質 (Cd, Cr ⁶⁺ , Pb, PCB, As, Hg)	4
廃棄物処理場周辺水質	有害物質 (Cd, Cr ⁶⁺ , Pb, PCB, As, Hg)	4
畜産排水	生活項目 (pH, BOD, SS, 窒素, りん)	1
魚類、鳥類への死事故	有害物質 (農薬等科学物質類)	3
汚染剤含有量	有機スズ化合物	1

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 (PCB, HCB, HCH類4種, ドリン類, DDT類6種, クロルデン類5種, 有機スズ化

合物2種, 塩素化ベンゼン類10種の30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することにより、それらの物質の環境中での分解性、蓄積性を把握する目的で、四万十川の生物としてスズキを対象に調査した。

その結果、3種類の化学物質が認められたが、残留レベル検出頻度ともに低かった。

2. 1. 2. 水質、底質のモニタリング調査

人の健康や生態系に対して影響があると考えられる化学物質の汚染状況を、GC/MS装置で分析する方法を検討した。併せて四万十川河口部の1地点で水質、底質の化学物質20物質について残留調査を行った。

その結果、水質からは全ての物質が検出されず、底質からは11物質が検出されたが残留量は低かった。

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」の規定に基づき、四万十川河口部における水質、底質のそれぞれ3地点について、指定化学物質の1,4ジオキサン、トリブチルスズ、トリフェニルスズ、メチル3,3-ジメチル-4-ペンテノアートの調査を実施した。

その結果、水質からは全ての物質が検出されなかった。底質の3検体からはトリブチルスズ、2検体からはトリフェニルスズが検出されたが、残留量は少なかった。

2. 2. 未規制項目監視調査

水質汚濁防止法により規制されないトリブチルスズ、トリフェニルスズについて、4水域の海水残留レベルを調査した。

2. 3. 陸水モニタリング調査

酸性雨による陸水への影響を把握するための基礎資料を得る目的で、越知町桐見ダム湖の水質調査ならびに周辺環境資料収集を行い、環境対策課を通じて環境庁へ報告した。

3. 調査研究事業

ゴルフ場で使用される農薬類の環境中での挙動と生態系への影響

平成6年度は、ゴルフ場で散布された農薬類の降雨による流出特性についてフィールド調査を行い、フルトラニル、ピリダフェンチオン、ペンシクロンの残留性が高いことを明らかにした。

今後は、これらの物質が水生生物などの生態系に及ぼす影響について検討したい。

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、大涌）、II類型2地点（久枝、西野野）とし、調査時期は夏期（5月～6月）、冬期（11月～12月）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。

表1 年間平均WECPNL値

地 点	夏 期	冬 期	年 間	環境基準
能間	61.4	67.6	65.5	70
大涌	67.7	69.1	68.5	70
久枝	65.5	71.3	69.3	75
西野野	70.6	74.5	73.0	75

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。

1. 2. 依頼調査

公害苦情等に関する依頼調査件数は、表2のとおりであった。

表2 依頼調査件数

調査の種別	件数
悪臭関係	23
騒音振動関係	17
産業廃棄物関係	0

2. 環境庁委託事業

2. 1. 酸性雨測定所の保守管理等

環境庁は酸性雨対策の基礎資料を得ることを目的として土佐清水市に国設酸性雨測定所を設置した。平成6年4月から、その保守管理及び酸性降下物の採取・分析を行った。

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5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。

雨水と不溶解性降下物を採取し、雨水はpH、電気伝導度等11成分について分析を行った。

調査結果の詳細は本紙の調査研究報告に記載した。

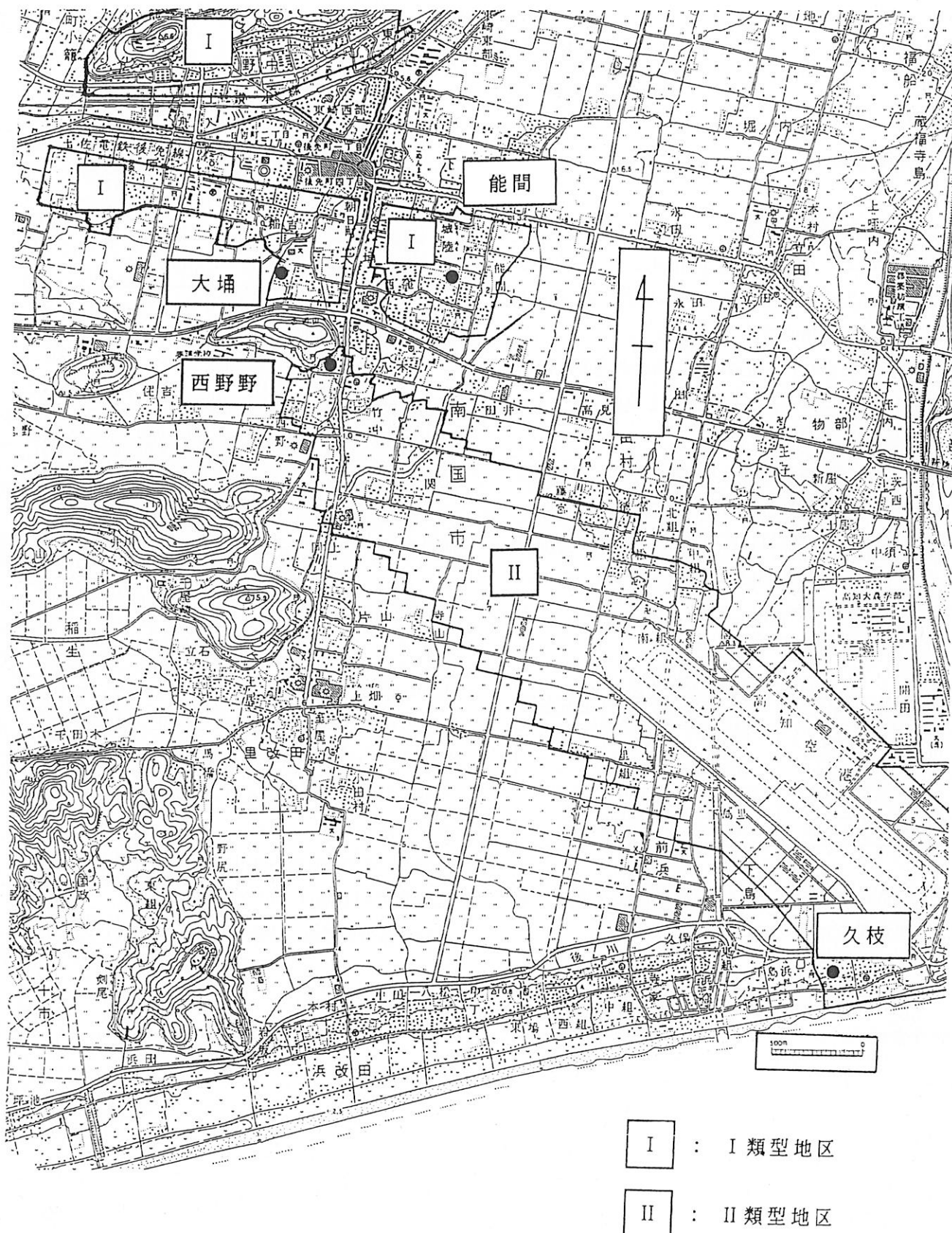


図1 測定地点位置図

Ⅲ 調 査 研 究 報 告

未規制大気汚染物質モニタリング調査（第1報） （ATHM法によるホルムアルデヒド）

川田常人・原田浩平・河野裕子・西岡克郎

1. はじめに

未規制の有害物質のうち，大気中の濃度が現在では規制を行うレベルではないが，今後濃度が上昇しこれに伴い国民への健康影響が懸念されるホルムアルデヒドについては，モニタリングを行う必要がある．

本調査は，平成6年度の環境庁の委託事業を受託し，ホルムアルデヒドについて，一般環境での濃度を測定し，ホルムアルデヒドの地域に及ぼす影響を明らかにし，もって大気汚染防止対策の基礎資料とするものである．環境庁の了解を得て報告する．

2. 調査期間

平成6年7月28日～平成7年3月15日

3. 調査地域及び地点

調査は，周辺環境の異なる地域を選定し，3地域・6地点で行った．

工場地帯近傍の住居地域…高知市 2地点（棧橋通，大津）

中小都市の住居地域……土佐市 2地点（高岡甲，高岡丙）

バックグラウンド地域……東洋町 2地点（野根川口，野根真砂瀬）

調査地域を図1に示す．

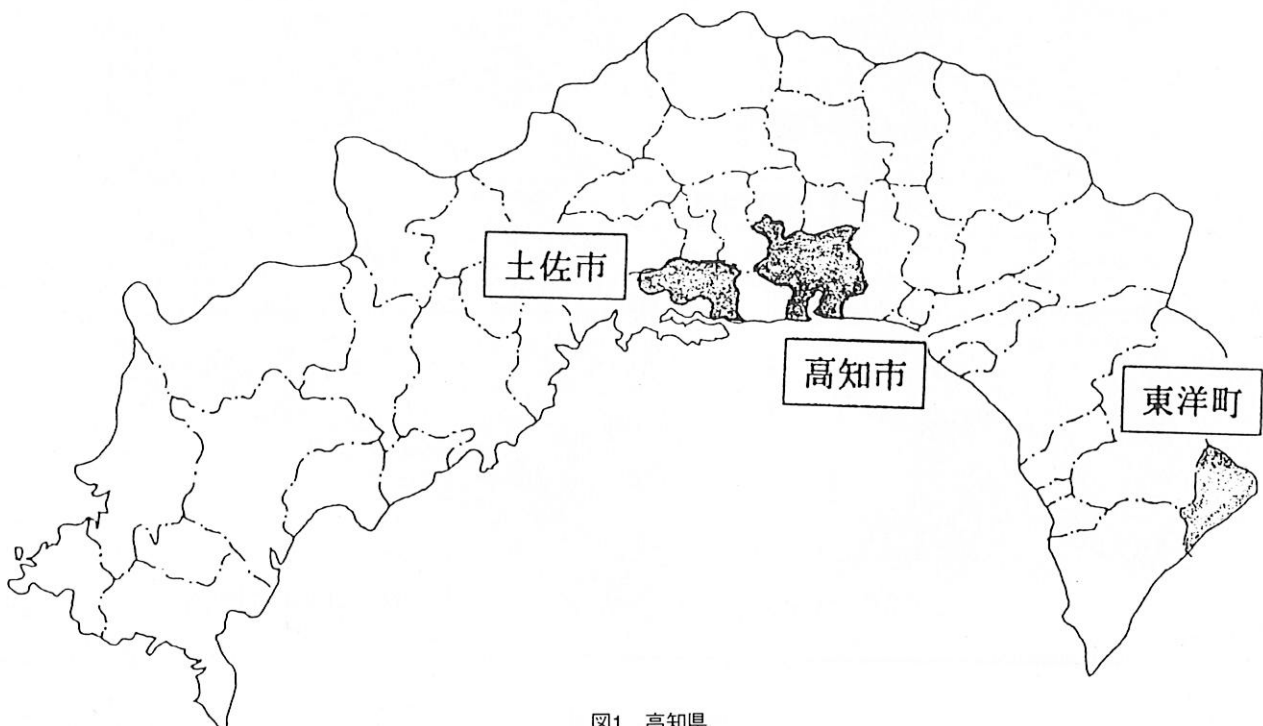


図1 高知県

3. 1. 工場地帯近傍の住居地域

3. 1. 1. 自然的条件

(1) 気候

調査地域における平成6年の年間の平均気温は17.5℃, 平均風速は2.0m/s, 主風向は西風であった。

（「土佐の気象」の高知気象観測所による）

(2) 周辺の地形

高知市は県中央部に位置し、東西18.8km, 南北16.38km, 面積144.68km²で、西方と北方には山丘がめぐり、西方には肥沃な美田が続き、南方は浦戸湾を経て太平洋に臨んでいる。

各調査地点を図2に示す。



図2 調査地点図

図2 調査地点図

3. 1. 2. 社会的条件

(1) 人口、世帯数

高知市は人口319,830人、世帯数125,077である。

(平成6年4月1日現在)

(2) 主要な産業等

商業を中心とした県都であり、南部の港地区にはセメント、化学、機械工場、また浦戸湾東部には木材や造船工場が並ぶ工場地帯がある。

なお、業種別事業所数を表1に示す。

表1 業種別事業所数

業 種 市 町 村	事業所数 (平成3年7月1日現在)										
	総 数	農 林 漁 業	鉱 業	建 設 業	製 造 業	卸 飲 小 食 売 店	金 融 保 険 業	不 動 産	水 道 ・ 電 気 業	サ ー ビ ス	公 務 ・ そ の 他
高知市	21,794	16	10	1,490	1,221	11,078	460	919	22	6,024	554

事業所統計調査報告 (総務庁統計局)

3. 1. 3. 土地利用状況

ほぼ全域が都市計画区域に指定されており、住居地域、商業地域、工業地域、山林と土地利用状況は高く、また周辺の田畑の市街化が進んでいる。

3. 1. 4. 交通様態等

調査地点アの西約150mには、南北に県道34号桂浜はりまや線があり、交通量が比較的多く、大

型車の多い地域である。調査地点イの北約150mには、東西に県道250号大津北本町線 (大津バイパス) があり、高知東道路をへて高知自動車道、国道32号線、国道55号線につながる交通量の多い路線である。

県道34号国道桂浜はりまや線と県道250号大津北本町線の道路交通量を表2、表3に示す。

表2 県道34号桂浜はりまや線の交通量

平成2年9月26日調査

平 日 (上段: 12時間 下段: 24時間)											
乗 用 車 類				貨 物 自 動 車						合 計	大 型 車 類
軽 自 動 車	乗 用 車	バ ス	小 計	軽 貨 物 車	小 貨 物 型 車	貨 客 車	普 貨 物 通 車	特 殊 (種) 車	小 計		
298	2847	30	3175	1257	497	470	1304	213	3741	6916	1547
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9100	—

平成2年度道路交通センサス

表3 県道250号大津北本町線の交通量

平成2年9月26日調査

平 日 (上段: 12時間 下段: 24時間)											
乗 用 車 類				貨 物 自 動 車						合 計	大 型 車 類
軽 自 動 車	乗 用 車	バ ス	小 計	軽 貨 物 車	小 貨 物 型 車	貨 客 車	普 貨 物 通 車	特 殊 (種) 車	小 計		
1335	12669	126	14130	5234	1411	2364	1430	430	10869	24999	1956
1571	17037	155	18763	6343	1571	2757	1667	497	12835	31598	2319

平成2年度道路交通センサス

3. 2. 中小都市の住居地域

3. 2. 1. 自然的条件

(1) 気候

調査地域における平成6年の年間の平均気温は16.9℃、平均風速は2.4m/s、主風向は北西風であった。（「土佐の気象」の須崎気象観測所による）

(2) 周辺の地形

土佐市は高知県のほぼ中央部に位置し、東西16km、南北12km、面積91.58km²で、東方は一級河川の仁淀川を境とし、南方は一部を太平洋に面し、西方と北方は山脈等を境としている。

各調査地点を図3に示す。

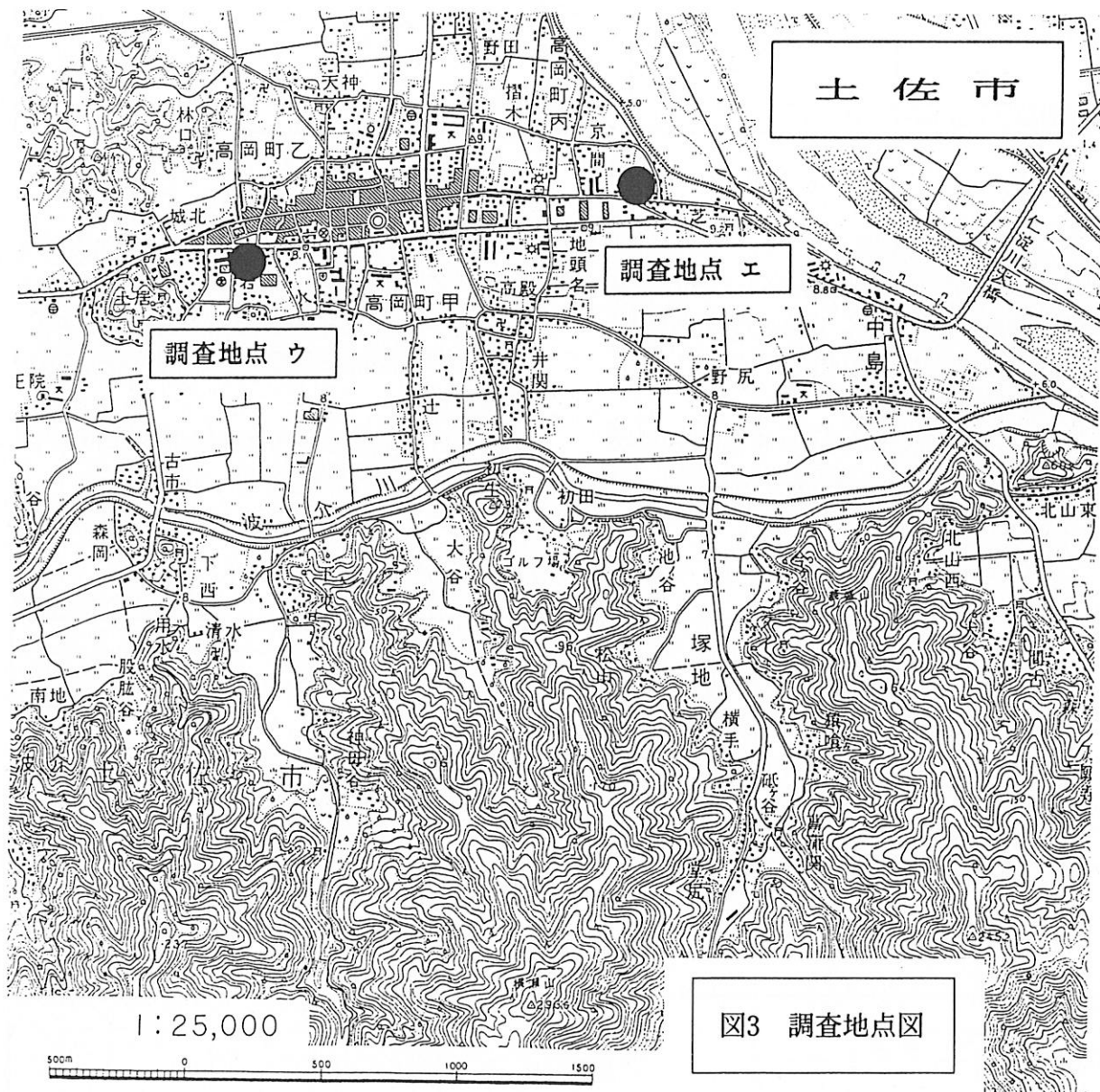


図3 調査地点図

3. 2. 2. 社会的条件

(2) 主要な産業等

(1) 人口, 世帯数

土佐市は, 人口30,882人, 世帯数9,665である.

(平成6年4月1日現在)

温暖な気候で農業も盛んであるが, 水資源に恵まれ製紙業が地場産業となっている. 業種別事業所数を表4に示す.

表4 業種別事業所数

業 種 市 町 村	事業所数 (平成3年7月1日現在)										
	総 数	農 林 漁 業	鉱 業	建 設 業	製 造 業	卸 飲 小 食 売 店	金 融 保 險 業	不 動 産	水 道 ・ 電 気 業	サ ー ビ ス	公 務 ・ そ の 他
土佐市	1,571	3	2	156	181	759	14	18	3	376	59

事業所統計調査報告 (総務庁統計局)

3. 2. 3. 土地利用状況

田, 畑, 山林が主であるが, 最近農地が減少し, 宅地化が進んでいる.

は南約100mに, 国道56号線が東西に走っており, 県西部への幹線道として交通量の多い路線である.

3. 2. 4. 交通様態等

国道56号線の交通量を表5に示す.

調査地点ウの北約50mに, また調査地点エから

表5 国道56号線の交通量

平成2年9月26日調査

平 日 (上段: 12時間 下段: 24時間)											
乗 用 車 類				貨 物 自 動 車						合 計	大 型 車 類
軽 自 動 車	乗 用 車	バ ス	小 計	軽 貨 物 車	小 貨 物 型 車	貨 客 車	普 貨 物 通 車	特 殊 (種) 車	小 計		
921	7447	179	8547	4250	1011	1621	1474	475	8822	17369	2128
1271	10381	211	11809	5315	1187	1963	1947	557	10969	22778	2715

平成2年度道路交通センサス

3. 3. バックグラウンド地域

3. 3. 1. 自然的条件

(1) 気候

調査地域における平成6年の年間の平均気温は17.8℃, 平均風速は1.9m/s, 主風向は北風であった。

（「土佐の気象」の安芸気象観測所による）

(2) 周辺の地形

東洋町は高知県の最東端で、東西10km, 南北14km, 面積74.09km²で、室戸阿南海岸国定公園区域内に指定されている海岸線や、野根山街道などの自然資源に恵まれている。

各調査地点を図4に示す。

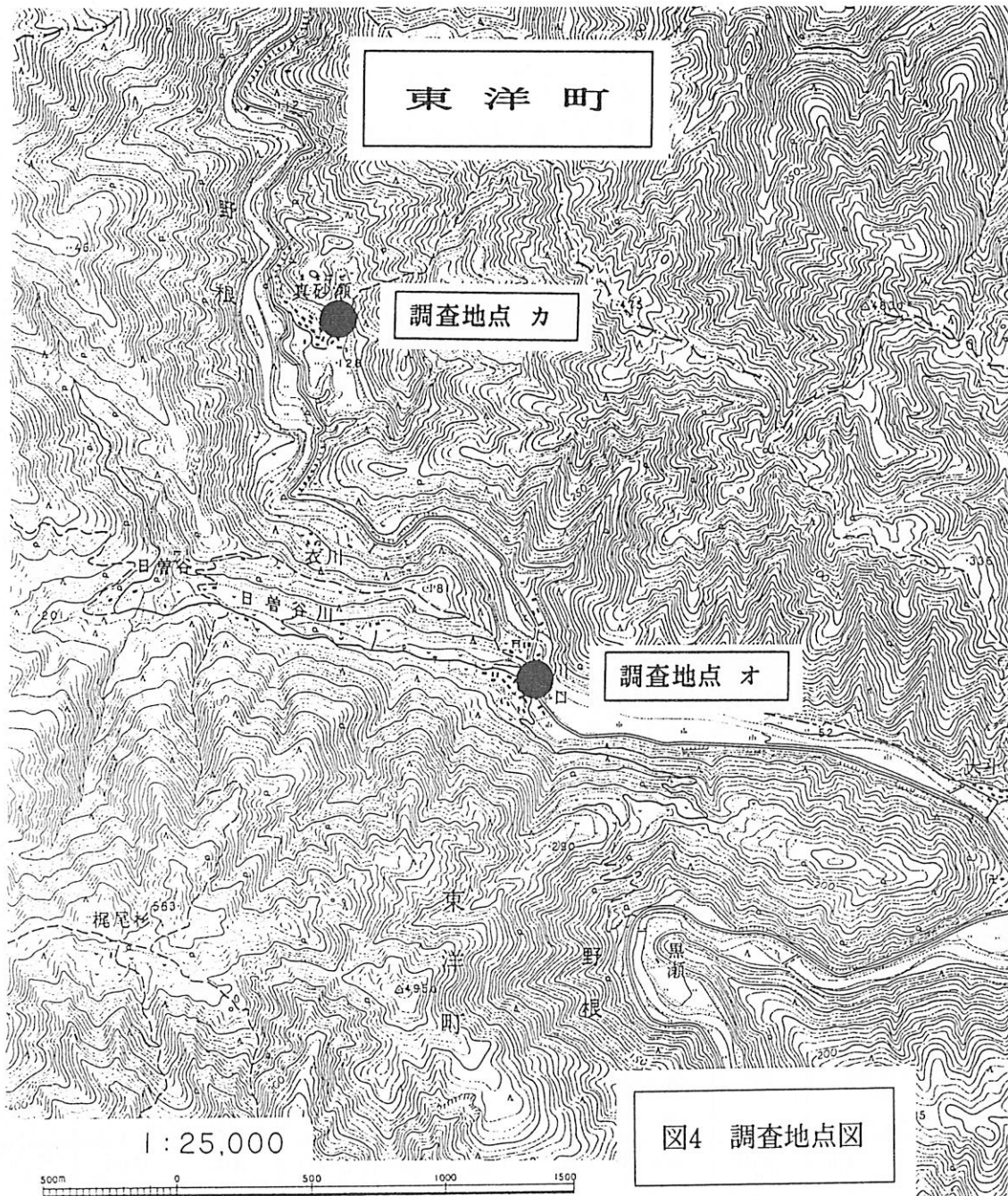


図4 調査地点図

図4 調査地点図

3. 3. 2. 社会的条件

(1) 人口, 世帯数

東洋町は, 人口4,113人, 世帯数1,728である。

(平成6年4月1日現在)

(2) 主要な産業等

甲浦は漁業, 野根は農林業が中心である。業種別事業所数を表6に示す。

表6 業種別事業所数

市町村	業種	事業所数 (平成3年7月1日 現在)										
		総数	農林漁業	鉱業	建設業	製造業	卸小売店	飲食店	金融保険業	不動産	水道・電気業	サービス
東洋町		376	5	3	48	32	160	3	1	2	102	20

事業所統計調査報告 (総務庁統計局)

3. 3. 3. 土地利用状況

ほとんどが山林である。

で、他には路線はない。

県道101号線の道路交通量の調査結果を表7に示す。

3. 3. 4. 交通様態等

調査地点オ, カともに県道101号線が走るのみ

表7 県道101号線の交通量

平成2年9月26日調査

平日 (上段: 12時間 下段: 24時間)											
乗用車類				貨物自動車						合計	大型車類
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物型車	貨客車	普貨物通車	特殊(種)車	小計		
4	92	0	96	207	60	29	316	8	620	716	324
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	—

平成2年度道路交通センサス

4. 調査地点周辺の発生源の状況

物質のホルムアルデヒドを製造, または使用する工場・事業場等の発生源はない。

4. 1. 工業地帯近傍の居住地域

調査地点アの周辺は, 港地区の工場地帯であり, この地点から北へ約400mと北西へ約500mに化学工場が2社, 南へ約300mにセメント工場が1社あり, 調査地点イの周辺には, 食品・鉄工団地があるが, いずれの調査地点周辺にも調査対象物質のホルムアルデヒドを製造, または使用する工場・事業場等の発生源はない。

なお, 2つの調査地点間の距離は約4.0kmである。

なお, 2つの調査地点間の距離は約1.5kmである。

4. 2. 中小都市の居住地域

調査地点ウの周辺には, 学校, 官公庁, 総合病院, 商店街及び住居が混在し, 調査地点エの周辺には, 機械すき紙や手すき和紙などの製紙工場が多数あるが, いずれの調査地点周辺にも調査対象

4. 3. バックグラウンド地域

調査地点オの周辺は, 人家があるのみで工場等はなく, 調査地点カの周辺は, 徳島県境に近い山間の小さな集落であり人家も少なく, いずれの調査地点周辺にも調査対象物質のホルムアルデヒドを製造, または使用する工場・事業場等の発生源はない。

なお, 2つの調査地点間の距離は約1.5kmである。

5. 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) による。

5. 1. 試料採取方法

5. 1. 1. 試料採取装置、器具

- ・石英フィルター・吸収瓶（ガラスフィルター付30mlバブラー）
- ・吸引ポンプ（吸引量max 6 l/min）・乾式ガスメーター
- ・アスマン温湿度計・微風向風速計（可搬型）
- ・記録計・プリンター

5. 1. 2. 試料採取方法

30mlのインピンジャー2本に0.5%ほう酸溶液を10mlずつ入れ、直列に連結して1 l/minで6時間以上通気する。

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吸収液の内溶液で第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にメスアップする。以後この溶液2mlを使用し吸光光度法による分析を行う。

5. 2. 分析方法

5. 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、ホルマリン溶液とする。この溶液10mlを共栓付三角フラスコに取り、次にN/10ヨウ素液25ml及び1N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（f：ファクター）で滴定し、溶液の黄色が薄くなったなら、でんぷん溶液（1W/V%）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る。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、次式によって算出される。

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

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

5. 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とする。この溶液を水で10000倍に希釈してホルムアルデヒド標準液とする。（用時調整する）

ホルムアルデヒド標準液1ml = 2 μg HCHO

5. 2. 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製する。この標準系列それぞれ2mlを10mlの目盛付共栓試験管にとり、5N水酸化カリウム2mlと4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1, 2, 4-トリアゾール溶液（AHMT溶液）2mlを加え、軽く振り混ぜ、室温で20分間放置する。次に過ヨウ素酸カリウム溶液2mlを加え、気泡が発生しなくなるまで振とうする。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する。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する。対照液は空試験液2mlを同様に操作したものを用いる。

検量線の1例を図5に示す。

ホルムアルデヒド

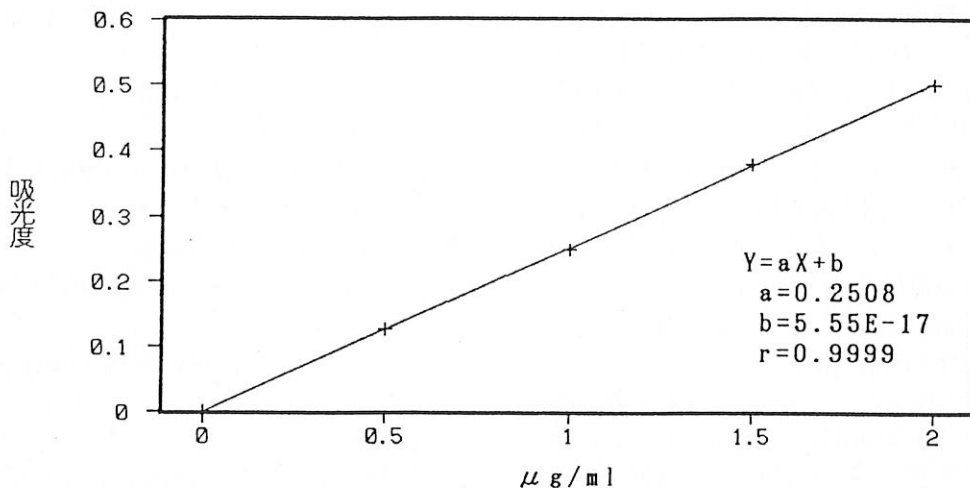


図5 AHMT法による検量線

5. 2. 4. 測定

試料液2mlを目盛り付き共栓試験管にとり、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 ($\mu\text{g/ml}$)を求める。

大気中のホルムアルデヒド濃度 C ($\mu\text{g/m}^3$)は、次式によって算出する。

$$C(\mu\text{g/m}^3) = c \times 25 \times 1000 / [V \times (273 + 20) / (273 + t)]$$

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. 2. 5. 検出限界

濃度 c ($\mu\text{g/ml}$)が $0.1 \mu\text{g/ml}$ 未満の時は、定量下限以下とし、検出限界値 C' ($\mu\text{g/m}^3$)は5.2.4.の測定の項と同様に算出する。

6. 調査結果及び考察

6. 1. 濃度測定結果

各調査地域の測定結果を表8～表10に、総括表を表11～表12に示す。

表8 工業地帯近傍の住居地域の測定結果

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気 象 条 件						測定濃度 ($\mu\text{g/m}^3$)	検出限界値 ($\mu\text{g/m}^3$)	採取試料空気量 (ℓ)
					天候	主風向	風速 (m/s)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	湿度 (%)	降水量 (mm)			
工場地帯 近傍の 住居地域	高知市 棧橋通	ア	夏期	8/29 9:10～15:10	晴	南	3.0	33.8	49	0	11.3	7.0	394.2
				8/30 9:15～15:10	晴	南	3.3	33.8	50	0	8.8	7.7	358.0
				8/31 9:00～15:00	晴	南	2.4	33.6	55	0	6.7	6.7	408.0
				算 術 平 均 値							8.9	7.1	
				幾 何 平 均 値							8.7	7.1	
			冬期	1/17 9:50～15:10	晴	北東	1.2	9.2	37	0	N.D	5.9	395.8
				1/18 9:20～15:15	晴	北東	1.3	8.7	48	0	N.D	5.9	394.2
				1/19 9:00～15:00	晴	北東	1.1	11.3	36	0	N.D	5.9	396.4
				算 術 平 均 値							N.D	5.9	
				幾 何 平 均 値							N.D	5.9	
			全体	算 術 平 均 値							N.D	6.5	
				幾 何 平 均 値							N.D	6.5	
	高知市 大 津	イ	夏期	8/29 9:45～15:35	晴	南	3.0	33.8	49	0	9.4	8.1	338.8
				8/30 9:40～15:30	晴	南	3.3	33.8	50	0	8.6	8.2	336.2
				8/31 9:25～15:00	晴	南	2.4	33.6	55	0	N.D	7.1	383.2
				算 術 平 均 値							N.D	7.8	
				幾 何 平 均 値							N.D	7.8	
			冬期	1/17 10:20～16:20	晴	北東	1.2	9.2	37	0	N.D	5.7	410.4
				1/18 9:45～15:40	晴	北東	1.3	8.7	48	0	N.D	6.4	362.0
				1/19 9:20～15:15	晴	北東	1.1	11.3	36	0	N.D	6.6	357.0
				算 術 平 均 値							N.D	6.2	
				幾 何 平 均 値							N.D	6.2	
			全体	算 術 平 均 値							N.D	7.0	
				幾 何 平 均 値							N.D	7.0	

(注)算術平均及び幾何平均の算出で、N.D(検出限界値未満)は検出限界値の1/2で計算

表9 中小都市の住居地域の測定結果

調査地域	所在地	調査 地点	調査 時期	調査日時	気 象 条 件					測定 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	検出 限界値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	採取試料 空気量 (ℓ)
					天候	主風向	風速 (m/s)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	湿度 (%)	降水量 (mm)		
中小都市 の 住居地域	土佐市 高岡甲	ウ	夏期	8/23 10:10~15:45	晴	Calm	≤ 0.2	34.1	45	0	N.D	343.2
				8/24 9:50~15:40	晴	Calm	≤ 0.2	32.7	54	0	N.D	437.2
				8/25 9:50~15:40	晴	南西	0.3	32.6	58	0	N.D	387.1
				算 術 平 均 値							N.D	7.1
				幾 何 平 均 値							N.D	7.0
			冬期	12/13 10:30~16:30	曇	南西	0.7	17.2	52	0	N.D	735.8
				12/14 9:40~15:40	晴	南西	0.8	15.2	30	0	N.D	345.4
				12/15 9:45~16:05	晴	南西	0.7	15.4	39	0	N.D	376.7
				算 術 平 均 値							N.D	5.6
				幾 何 平 均 値							N.D	5.3
	土佐市 高岡丙	エ	夏期	8/23 9:50~15:55	晴	Calm	≤ 0.2	34.1	45	0	N.D	375.2
				8/24 9:35~15:30	晴	Calm	≤ 0.2	32.7	54	0	N.D	459.2
				8/25 9:35~15:25	晴	南西	0.3	32.6	58	0	N.D	382.0
				算 術 平 均 値							N.D	6.8
				幾 何 平 均 値							N.D	6.7
			冬期	12/13 10:00~16:58	曇	南西	0.7	17.2	52	0	N.D	545.9
				12/14 9:50~15:45	晴	南西	0.8	15.2	30	0	N.D	480.4
				12/15 9:55~16:20	晴	南西	0.7	15.4	39	0	N.D	559.2
				算 術 平 均 値							N.D	4.6
				幾 何 平 均 値							N.D	4.6
			全体	算 術 平 均 値							N.D	5.7
				幾 何 平 均 値							N.D	5.6

(注) 算術平均及び幾何平均の算出で、N.D (検出限界値未満) は検出限界値の1/2で計算

表10 バックグラウンド地域の測定結果

調査地域	所在地	調査 地点	調査 時期	調査日時	気 象 条 件					測定 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	検出 限界値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	採取試料 空気量 (ℓ)
					天候	主風向	風速 (m/s)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	湿度 (%)	降水量 (mm)		
バック グラウンド 地域	東洋町 野根川 口	オ	夏期	8/ 8 9:55~15:57	晴	Calm	≤ 0.2	36.8	49	0	12.9	353.2
				8/ 9 9:40~16:07	晴	Calm	≤ 0.2	34.0	60	0	N.D	346.1
				8/10 9:50~16:13	晴	Calm	≤ 0.2	31.5	70	0	8.0	370.5
				算 術 平 均 値							8.3	7.7
				幾 何 平 均 値							N.D	7.7
			冬期	12/ 5 9:40~15:40	晴	北西	0.3	15.7	37	0	N.D	378.3
				12/ 6 9:15~15:15	晴	Calm	≤ 0.2	15.3	48	0	N.D	406.6
				12/ 7 8:45~14:45	晴	北西	0.6	19.1	42	0	N.D	401.0
				算 術 平 均 値							N.D	6.2
				幾 何 平 均 値							N.D	6.2
	東洋町 野根 真砂瀬	カ	夏期	8/ 8 10:33~16:15	晴	Calm	≤ 0.2	36.8	49	0	N.D	304.9
				8/ 9 9:57~15:50	晴	Calm	≤ 0.2	34.0	60	0	N.D	361.0
				8/10 10:10~16:07	晴	Calm	≤ 0.2	31.5	70	0	N.D	340.0
				算 術 平 均 値							N.D	8.2
				幾 何 平 均 値							N.D	8.2
			冬期	12/5 10:05~16:05	晴	北西	0.3	15.7	37	0	N.D	456.0
				12/6 9:00~15:00	晴	Calm	≤ 0.2	15.3	48	0	N.D	463.0
				12/7 8:35~14:35	晴	北西	0.6	19.1	42	0	N.D	492.0
			全体	算 術 平 均 値							N.D	5.2
				幾 何 平 均 値							N.D	5.2
				算 術 平 均 値							N.D	6.7
				幾 何 平 均 値							N.D	6.5

(注) 算術平均及び幾何平均の算出で、N.D (検出限界値未満) は検出限界値の1/2で計算

表11 総括表 (調査地域別)

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

調査地域	調査時期	検体数	最小値~最大値	算術平均	幾何平均
工場地帯近傍の住居地域	夏期	6	N.D~11.3	8.1	7.6
	冬期	6	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	12	N.D~11.3	N.D	N.D
中小都市の住居地域	夏期	6	N.D~N.D	N.D	N.D
	冬期	6	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	12	N.D~N.D	N.D	N.D
バックグラウンド地域	夏期	6	N.D~12.9	N.D	N.D
	冬期	6	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	12	N.D~12.9	N.D	N.D
地域全体	夏期	18	N.D~12.9	N.D	N.D
	冬期	18	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	36	N.D~12.9	N.D	N.D

(注) 算術平均及び幾何平均の算出で, N.D (検出限界値未満) は検出限界値の1/2で計算

表12 総括表 (調査時期別)

(1) 工場地帯近傍の住居地域 (単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

調査時期	調査年月日	検体数	最小値~最大値	算術平均	幾何平均
夏期	平成6年8月29日	2	9.4~11.3	10.4	10.3
	平成6年8月30日	2	8.6~8.8	8.7	8.7
	平成6年8月31日	2	N.D~6.7	N.D	N.D
	全体	6	N.D~11.3	8.1	7.6
冬期	平成7年1月17日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成7年1月18日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成7年1月19日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	6	N.D~N.D	N.D	N.D
全体		12	N.D~11.3	N.D	N.D

(2) 中小都市の住居地域

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

調査時期	調査年月日	検体数	最小値~最大値	算術平均	幾何平均
夏期	平成6年8月23日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年8月24日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年8月25日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	6	N.D~N.D	N.D	N.D
冬期	平成6年12月13日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年12月14日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年12月15日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	6	N.D~N.D	N.D	N.D
全体		12	N.D~N.D	N.D	N.D

(3) バックグラウンド地域

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

調査時期	調査年月日	検体数	最小値~最大値	算術平均	幾何平均
夏期	平成6年8月8日	2	N.D~12.9	N.D	N.D
	平成6年8月9日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年8月10日	2	N.D~8.0	N.D	N.D
	全体	6	N.D~12.9	N.D	N.D
冬期	平成6年12月5日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年12月6日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	平成6年12月7日	2	N.D~N.D	N.D	N.D
	全体	6	N.D~N.D	N.D	N.D
全体		12	N.D~12.9	N.D	N.D

(注) 算術平均及び幾何平均の算出で, N.D (検出限界値未満) は検出限界値の1/2で計算

調査結果の概要及び考察は次のとおりであった。

6. 2. 調査地域別の濃度

工場地帯近傍の住居地域で, 夏期に濃度がやや高かったが, その他の地域及び期間では, いずれも検出限界値未満であった。

調査地域別の濃度を図6に示す。(なお, 検出限界値未満は検出限界値の1/2の値で図示化した。濃度の単位は, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。以下, 図7~図8とも同じ)

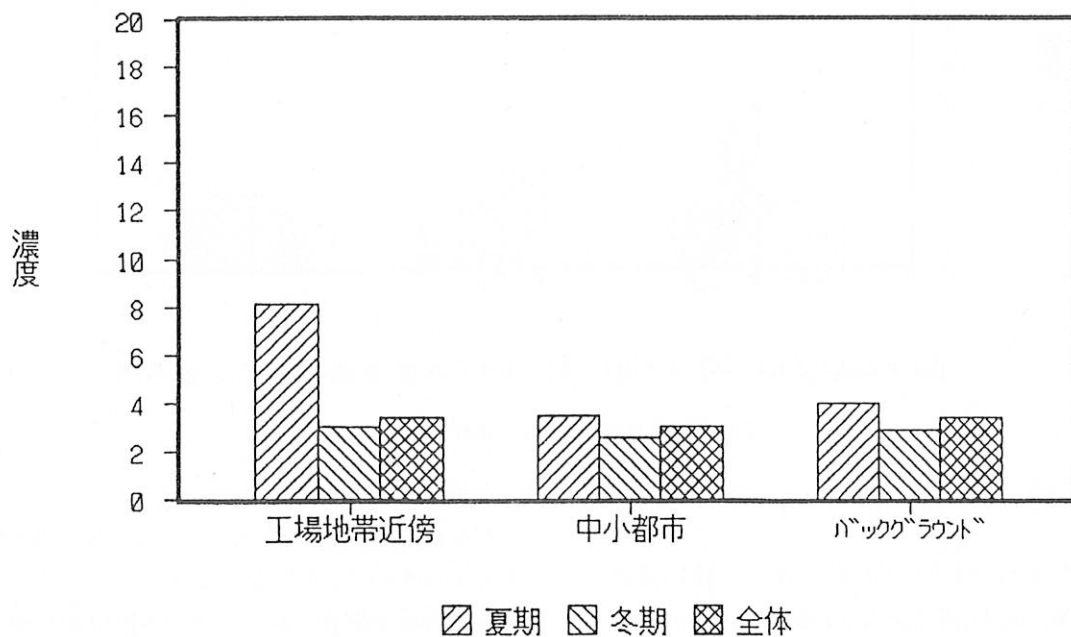


図6 調査地域別濃度 (算術平均値)

6. 3. 調査地点別の濃度

高知市棧橋通の地点（ア）で夏期に、また東洋町川口の地点（オ）で夏期にそれぞれ濃度がやや

高かったが、その他の地点及び期間ではいづれも検出限界値未満であった。

調査地点別の濃度を図7に示す。

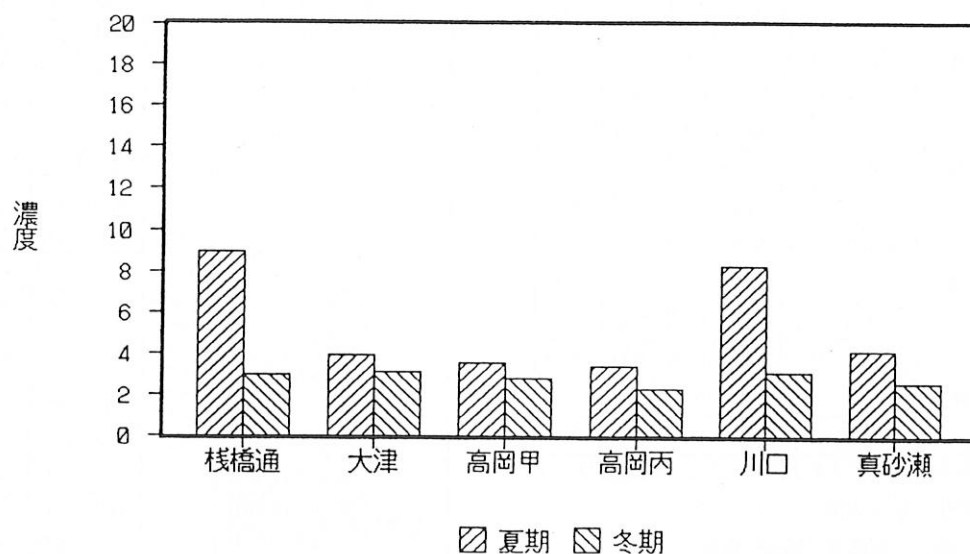


図7 調査地点別濃度（算術平均値）

6. 4. 継続調査地点の濃度変化

継続調査地点の濃度変化は表13及び図8のとおりで、工場地帯近傍の住居地域では6年度の夏期に濃度がやや高く、中小都市の住居地域では4年度より6年度が濃度がやや低く、バックグラウンド地域では経年の濃度変化はほとんど見られなかった。

表13 継続調査地点の濃度変化（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

調査地域	4年度			6年度		
	夏期	冬期	全体	夏期	冬期	全体
工場地帯近傍の住居地域	N.D	N.D	N.D	8.1	N.D	N.D
中小都市の住居地域	5.1	4.4	4.8	N.D	N.D	N.D
バックグラウンド地域	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

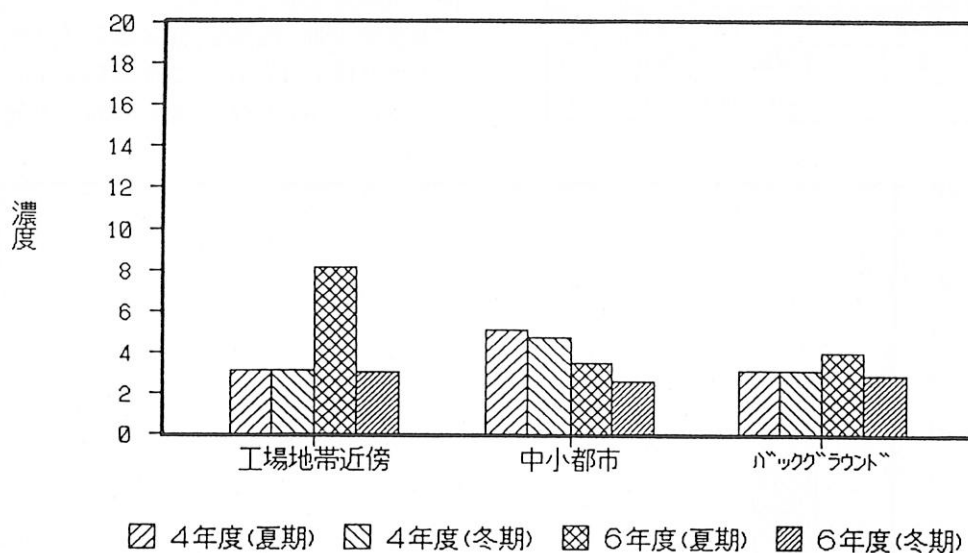


図8 継続地点の経年変化（算術平均値）

7. おわりに

全般的に濃度のレベルは低く、多くは検出限界値未満であったが、その中で、工場地帯近傍の住居地域で夏期に濃度がやや高く、またバックグラウ

ンド地域で夏期に濃度がやや高かった。

中小都市の住居地域ではすべてが検出限界値未満であったのに、発生源のないバックグラウンド地域で濃度が検出されたことの原因は明らかではなかった。

横浜新町地域における降下ばいじん調査

原田浩平・川田常人・河野裕子・西岡克郎

1. はじめに

降下ばいじん^{1)・2)}は大気中のすす、粉じんなどの粒子状物質のうち、比較的粒子が大きく、自己の重量や雨などによって沈降しやすいもので、一般的には $20\mu\text{m}$ 以上の粒子をいう。その測定法は1ヶ月の期間を単位としてデポジットゲージなどを使用して行う。その結果を $\text{ton}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ で表し、一定地域の沈降汚染物質の量を見るものである。

一般に降下ばいじんの測定^{3)・4)}は都市大気の汚染状態を経年的に測定することにより、環境対策の上で沈降汚染物質の指標として意義がある。近年、宅地化された高知市横浜新町地域の住民か

ら洗濯物の汚れ等の苦情があり、この地域の降下ばいじん調査を行い、他の地域との比較、検討を行った。

2. 調査方法

2. 1. 調査地点

横浜新町地域の1地点、対象地域として、経年的に調査している高知市の工場地域近傍の2地点、住居地域の4地点、南国市の5地点、及び須崎市の4地点の16地点において調査を行った。高知市の調査地点すべて、海から1km以内であった。

高知市の地域別の調査地点を図1に示す。

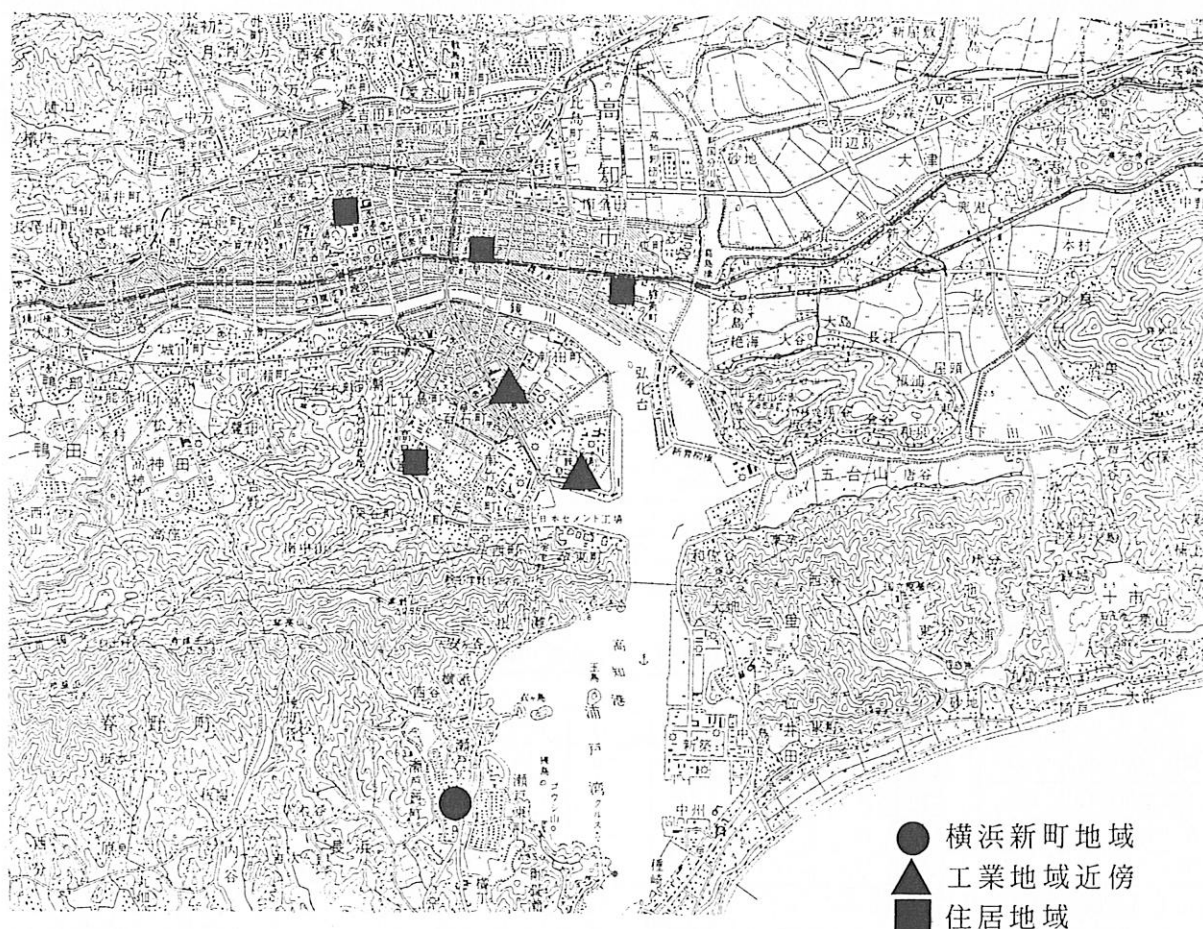


図1 調査地点図

2. 2. 調査物質

降下ばいじん量, 鉄, マンガン, 鉛, カドミウム, 亜鉛, クロム, 及びナトリウムの8物質の調査を行った。

南国市, 及び須崎市の重金属類は分析を行わなかった。

2. 3. 調査期間

平成5年6月から平成6年5月までの1年間, そのうち, 重金属類については平成6年3月から平成6年5月までの3ヶ月間調査した。

2. 4. 試料採取

地上からの巻き上げの影響が小さいと思われる地上高約10mに英国規格⁵⁾(B.S.I.R)デポジットゲージを各調査地点に設置し, 1ヶ月間毎に採取した。

2. 5. 分析方法

採取した降雨水を500ml分取し, 常法により降下ばいじん量を測定した。重金属類⁶⁾は降雨水を100ml分取し, 硝酸を加えホットプレートで蒸発乾固した後, 硝酸+過塩素酸とふっ化水素酸で分解後, アルカリ融解し, 定容にし原子吸光装置で分析した。各種重金属のうち, 高濃度の重金属はフレイム法, 低濃度の重金属はフレイムレス法で分析した。

3. 結果

3. 1. 市別及び地域別降下ばいじん量について

全国の主要都市における降下ばいじん量⁷⁾をみる

と, 燃料として石炭を使用していた昭和35年ごろは, 工場地域で50ton/km²・月を上回る値を示す地点が多く見られ, 大都市においても冬季には暖房用石炭の使用量増加の影響を受け, 商業, 住居地域において15~20ton/km²・月を上回る濃度が見られた。しかし, 石炭から石油へのエネルギー転換やばい煙規制法の制定に伴い, 集じん設備の整備によって減少しないし横ばい状態にある。

環境庁によると⁷⁾, 測定地点1,201地点中, 年間6,000時間以上測定を行っている1,201地点について降下ばいじん量別の測定地点数をみると, 20ton/km²・月以上~30ton/km²・月未満を示した地点は4地点, 30ton/km²・月以上を示した地点は14地点であり, 全国に散在して設置している国設局10局の平均値は3.5ton/km²・月であった。

横浜新町地域の降下ばいじん量(台風の影響を受けた平成5年8月は除く)は, 範囲1.1~5.4ton/km²・月, 平均値2.9ton/km²・月であり, 全国の平均値とほぼ同レベルであり, 県下の各市の調査地点⁸⁾と比較すると, 高知市, 南国市, 及び須崎市よりやや低い値を示し, 高知市の工場地域近傍, 及び高知市の中心部の住居地域と比較すると, 工場地域近傍の約1/2, 中心部の住居地域の約2/3の値を示した。

横浜新町, 高知市, 南国市, 及び須崎市の平成5年6月から平成6年5月までの1年間の降下ばいじん量の平均値を表1, 高知市における地域別降下ばいじん量の平均値を表2に示した。

表1 市別降下ばいじん量 (単位: ton/km²・月)

場 所	平成5年							平成6年					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
横浜新町	4.4	2.5	12.0	1.7	4.9	2.6	1.1	1.2	1.8	3.1	2.8	5.4	2.9
高 知 市	7.9	3.1	18.2	6.8	4.7	3.0	1.5	2.0	1.7	3.0	3.0	4.0	4.0
南 国 市	4.0	4.0	15.3	4.4	8.3	4.1	3.0	4.7	2.5	5.2	4.0	3.5	4.3
須 崎 市	2.8	4.0	42.6	2.8	7.4	3.2	1.9	2.1	2.1	4.4	5.5	5.0	3.7
平 均	4.9	3.6	24.2	4.6	6.7	3.4	2.1	3.0	2.1	4.2	4.0	4.2	3.9

注) 1 高知市の降下ばいじん量の集計においては, 比較して解りやすいので横浜新町のデータを除いて算出した。

2 年間の平均値を算出の際, 台風の影響による海塩物質の混入のため数値が高い値を示したので, 平成5年8月の降下ばいじん量を計算の対象外とした。

表2 高知市の地域別降下ばいじん量 (単位: ton/km²・月)

地 域	平成5年							平成6年					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
横浜新町地域	4.4	2.5	12.0	1.7	4.9	2.6	1.1	1.2	1.8	3.1	2.8	5.4	2.9
工場地帯近傍	12.1	3.5	21.5	8.5	5.6	3.5	2.1	2.9	2.1	3.5	3.6	4.4	4.7
住 居 地 域	5.8	2.9	16.4	6.0	4.3	2.7	1.2	1.6	1.5	2.8	2.7	3.9	3.6
平 均	7.4	3.0	17.3	6.1	4.7	2.9	1.4	1.9	1.7	3.0	3.0	4.2	3.6

注) 1 住居地域の降下ばいじん量の集計においては, 比較して解りやすいので横浜新町のデータを除いて算出した。

2 年間の平均値を算出の際, 台風の影響による海塩物質の混入のため数値が高い値を示したので, 平成5年8月の降下ばいじん量を計算の対象外とした。

3. 2. 降下ばいじん中の溶解性物質、及び海塩物質について

降下ばいじん中に占める溶解性物質の割合は冬季に低い値を示し、3地域で比較すると、住居地域>横浜新町地域>工場地帯近傍の順となった。

溶解性物質中に占める海塩物質の割合は、冬季(12月~3月)が約20~30%で、その他の期間(5月は除く)が約50~80%であり、3地域の割合はほぼ同一であった。

溶解性物質、及び海塩物質について大きな影響があると思われる風は、特に秋季から冬季が西~北西風の季節風、夏季が南東風の海風が支配的であった。

平成5年6月から平成6年5までの高知市の降下ばいじん量中の溶解性物質の割合を表3、溶解性物質中の海塩物質の割合を表4、及び四季、及び年間の高知市の風配図を図2に示した。

表3 高知市の降下ばいじん量中の溶解性物質の割合(単位: %)

地 域	平成5年							平成6年					平 均
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
横浜新町地域	84.1	84.0	85.3	88.2	65.3	80.8	63.6	66.7	50.0	61.3	67.9	79.6	76.8
工場地帯近傍	58.7	85.4	87.0	81.2	76.8	82.9	61.9	55.2	61.9	60.0	80.6	79.5	75.9
住 居 地 域	75.9	89.7	91.5	85.0	81.4	85.2	66.7	68.8	80.0	71.4	81.5	78.2	83.6
平 均	68.9	86.7	89.6	83.6	76.6	82.8	64.3	63.2	64.7	66.7	80.0	78.6	80.0

表4 溶解性物質中の海塩物質の割合(単位: %)

地 域	平成5年							平成6年					平 均
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
横浜新町地域	44.7	53.7	80.9	58.2	89.5	100	19.3	36.3	23.7	30.2	64.6	18.3	51.6
工場地帯近傍	56.5	55.4	69.5	92.0	68.4	70.8	19.7	27.4	21.8	19.5	65.6	31.9	49.9
住 居 地 域	56.1	53.8	74.9	100	74.6	65.6	22.0	35.8	19.3	25.1	71.0	35.3	52.8
平 均	52.4	54.3	75.1	83.4	77.5	78.8	20.3	33.1	21.6	24.9	67.1	28.5	51.4

ナトリウム量より海塩物質量を算出した。

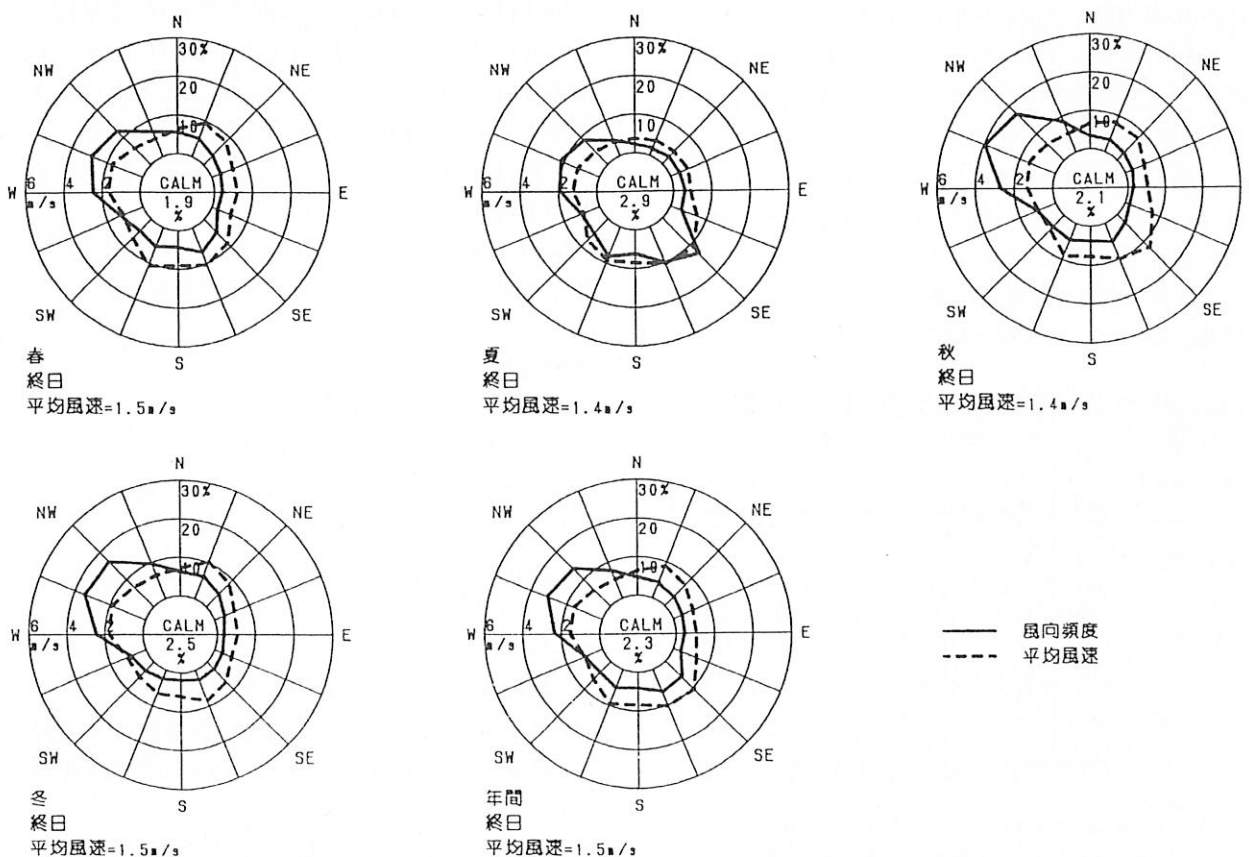


図2 高知市の四季、及び年間の風配図

3. 3. 重金属の降下量

自然現象からの寄与(風などの巻き上げによる土壌の降下物)が大きいと思われる鉄, 及びマンガンの横浜新町地域の降下量は, 範囲650g/km²・月以下～938g/km²・月以下, 平均値(以下, 平均値算出の際, 以下の場合はその値の1/2を使用した)667g/km²・月, 範囲18.6～30.9g/km²・月, 平均値25.3g/km²・月であった。

鉄, 及びマンガンの降下量は, 工場地域近傍の降下量よりやや低い値を示し, 中央部の住居地域とほぼ同一レベルであった。

工場・事業場などの人為的な生産活動などからの寄与が大きいと思われる鉛, 及びカドミウムの横浜新町地域の降下量は, 範囲5.0g/km²・月以下～5.9g/km²・月以下, 平均値2.4g/km²・月, 範囲0.8g/km²・月以下～1.1g/km²・月以下, 平均値0.5g/km²・月であった。

カドミウム, 及び鉛の降下量は工場地域近傍の降下量約1/2～1/7程度の値を示し, 重金属の種類によってやや変動があるが, 中央部の住居地域とほぼ同一レベルであった。

自然現象, 及び人為的な生産活動の両者から寄与があると思われる亜鉛, 及びクロムの横浜新町地域の降下量は, 範囲329g/km²・月以下～432g/km²・月以下, 平均値193g/km²・月, 範囲10.8g/km²・月以下～17.8g/km²・月, 平均値12.4g/km²・月であった。

亜鉛の降下量は地域差はほとんど無く, クロムの降下量は工場地帯近傍の降下量の約1/5程度であり, 中央部の住居地域とほぼ同一レベルであった。

工場地帯近傍のクロム降下量が高い値を示すのは, 多量の石灰石等を原料とする窯業工場が立地していることが原因と思われた。

高知市における地域別の重金属の降下量を表5, 及び地殻における重金属の依存度を表6に示した。

表5 高知市における地域別の重金属の降下量(単位:g/km²・月)

地域	鉄	マンガン	鉛	カドミウム	亜鉛	クロム
横浜新町地域	667 650以下 938	25.3 18.6 38.4	2.4 4.1以下 5.4以下	0.5 0.8以下 1.1以下	193 329以下 432以下	12.4 10.8以下 17.8
工場地帯近傍	912 831 963	45.3 47.3 71.6	6.4 4.4以下 9.4	3.5 2.0 5.7	202 350以下 509以下	55.4 12.7以下 118.1
住居地域	789 411以下 1882	24.4 6.8以下 38.4	4.6 3.4以下 11.8	0.7 0.7以下 2.4	170 274以下 468以下	4.2 6.8以下 14.0
平均	789 411以下 1882	35.0 6.8以下 71.6	4.5 3.4以下 11.8	1.6 0.7以下 5.7	187 274以下 509以下	22.0 6.8以下 118.1

注) 1 各棒の上段は平均値, 中段は最小値, 下段は最大値を示した。

2 住居地域の降下ばいじん量の集計においては, 比較して解りやすいので横浜新町のデータを除いて算出した。

3 平均値を算出する際, 以下の場合はその値の1/2の値を使用した。

表6 地殻における重金属の依存度(単位:mg/kg)

重金属	濃度
鉄	50,000
マンガン	1,000
鉛	0.004
カドミウム	0.15
亜鉛	40
クロム	100

(Ahrens-Taylor, 1961)

5. 考察

高知市内の降下ばいじん量は, 全調査地域とも冬季には季節風による巻き上げ等, 夏期は海塩物質が大きく関与していると思われた。

高知市内の各地域の降下ばいじん量は, 工業地域は工場・事業場, 自動車(巻き上げ等), 及び自然現象の影響, 及び横浜新町地域は自然現象の影響が大きいと思われた。

6. おわりに

高知, 南国, 須崎市, 及び高知市内の調査3地域の降下ばいじん量は全国の平均レベルであり, 重金属等の降下量も低い値を示し, 問題なかった。

降下ばいじんの測定法は簡易であり, 降下ばいじん量により, その地域の大まかな汚染レベルを把握でき, 住民の苦情等についても降下物に関する事項が多く, 継続的に測定する意義がある。

今後, 降下ばいじん量と浮遊粒子状物質(SPM)との関係を調査したい。

最後に調査にあたりご協力いただいた南国市, 及び須崎市の職員の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 寺部本次: 空気汚染の化学
- 2) 安全工学技術シリーズ: ほこり-粉じん-の化学
- 3) 大気汚染研究全国協議会: 大気汚染気象ハンドブック
- 4) 森口実ら: 環境汚染と気象
- 5) 寺部本次: 大気汚染測定法の実際
- 6) 環境庁大気保全局: 大気汚染物質測定法指針
- 7) 環境庁: 平成4年度一般大気測定局測定結果報告
- 8) 高知県保健環境部環境対策課: 大気環境調査報告書, 平成6年9月

大気環境情報システムについて (第1報)

川田常人・原田浩平

1. はじめに

大気環境データについては、1977年から委託先の電算会社の大型コンピュータでデータの管理、集計、解析業務を始め、また1984年からはデータロガーとパソコンを導入し、業務の効率化や高度化等を図ってき、前報2号(1985)及び8号(1991)で報告したとおりである。

しかし、大型コンピュータゆえの小回りが利かないことや、処理を依頼してから時間がかかるなどの欠点が見えてきた。幸いにも近年パソコンの能力が飛躍的に進歩し、高度な処理を相当な速度で実行できるようになった。

そこで、より一層の効率化をめざしパソコン通信を導入すると共に、従来システムを吸収し、パソコン上で大気環境情報をデータベース化し、環境情報の即座の提供や集計処理等ができるよう新たに大気環境情報システムとして開発した。

2. 従来システムの概要

従来システムは処理回数の少ない月報、年報等の定型業務を処理するには問題ないが、次のような欠点や不便さがあった。

- ①非定型業務を依頼すると処理に時間がかかる。
(処理依頼は半日に1回程度しかできないので業務の効率が悪い)
- ②システムやプログラムの変更に多くの労力と時間を費やし、システムに周知したベテラン職員を要す。(大型コンピュータのOSやFORTRAN言語まで周知する必要がある)
- ③パソコン上で集計解析する場合、データベース化されてないので処理データ量に制限がある。
(数年にわたるデータの処理は一旦大型コンピュータで処理し、その結果をFDを媒体としてパソコンで処理するなど小回りが利かない)

3. 新システムの概要

環境情報システムは業務を迅速に正確に効率よく処理するOA化の日常業務支援型の面もあるが、地域の環境の状況から地球的規模の環境情報まで具体的に分かりやすく住民に提供していく情報提供型の面や、アセスメント予測等の計画支援型の面も重要である。

そこで本システムは以下の点に留意した。

- ①情報を一元管理できる。
- ②情報を即座に利用できる。
- ③情報を誰でも利用できる。
- ④情報を生データあるいは加工の形で関係者に提供できる。
- ⑤情報から現状を把握し、将来を予測できる。

3. 1. システムの構築

システムの構築にあたっては、従来システムの利点はそのまま残しつつ、以下の点を基本とした。

- ①分かり易く対話式で操作性の良いシステムとする。(経験の浅い職員でもすぐ利用できる)
- ②パソコン上でシステムが構築できる。(ダウンサイジングで安価ですむ)
- ③膨大な量の大气環境測定データをデータベース化でき、データの管理が容易である。
- ④システムの保守が容易で、変更を必要としない。(担当者が変わっても継続性があり、一部分を変更してもシステム全体への影響がほとんどない)
- ⑤システムに柔軟性、発展性、拡張性がある。
(構造化プログラム言語を使用することで、業務の必要性に応じ逐次大きなシステムへと発展する事ができる)
- ⑥パソコンの機種やハードの構成、周辺機器に依存しない。(機種が変わってもシステム変更が不要である)
- ⑦OSやソフトのバージョンアップに対応できる。(Windowへ対応できる)

- ⑧他のソフトとデータの互換性がある。(他のソフトで加工や図示ができる)

3. 2. システムの内容

今回はシステムのうちで、骨格となる

- ①パソコン通信システム
- ②データベースシステム
- ③情報提供システム

の3つのサブシステムについて開発した。

(1) パソコン通信システム

従来は委託先に処理を依頼する、又は処理結果を得るにはFDが媒体のため、足を運ばねばならず多くの時間と労力を費やした。

今回電話回線を利用して電算会社と通信を行う事により、ほとんど瞬時にデータのやり取りが可能となり大きな省力化となった。

(2) データベースシステム

大気環境測定データは1976年から蓄積され膨大な量(約100MB)となっており、これから必要なデータを自由に抽出し集計するにはハードディスク上にデータベースを構築する必要がある、本システムのメインとなるものである。

環境測定データと測定局データのデータベース化により、データの保守管理が容易になり、また集計解析等の処理でデータ量の制限が無くなった。

また、毎月の確定データはその都度データベースへ追加しているので最新の情報で加工処理ができる。

(3) 情報提供システム

住民やコンサルタント業者や関係行政機関等のニーズに応じた情報(今回は生データと加工集計データの一部)を即座に提供でき、また、その提供形態はデータ互換性のあるテキスト形式やロータス123形式であり、提供を受けた者自らもデータの加工や図示化ができるシステムである。

3. 3. システムのソフト及びハード

OSはMS-DOS(5.0)、ソフトはBASIC言語、通信ソフトまいとーく(V2.1)、ロータス123(R2.5J)及びリレーショナルデータベース言語のdBASEIVを使用した。

なお、ハードの構成は本体PC9801BS2(CPU486, 33MHz, メモリー8MB), ハードディスク270MB, MO340MB, モデム(2400bps)である。

3. 4. システム概念図

本システムの概念を図1に示す。

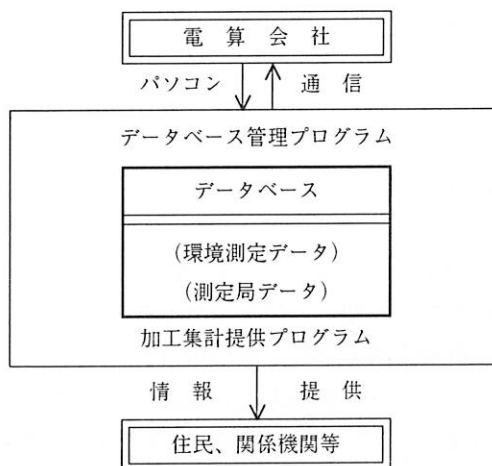


図1 システムの概念図

4. おわりに

パソコン上でデータベースを構築し、大気環境情報システムの一部を開発し、多くの成果を得た。

- ①業務の効率化、省力化が多岐にわたった。
- ②小回りが利き多様なニーズに対応できた。
- ③全てのデータをすぐ自由に利用できた。
- ④関係者への情報の提供が即座にできた。
- ⑤提供データが他のソフトで容易に加工できた。

今後は以下のシステムを追加していきシステム全体の充実を図り、環境行政を支援して行きたい。

- ①大気環境測定データ以外の環境情報を蓄積していく。
- ②提供できる加工集計情報を増やしていく。
- ③測定局の属性情報管理や測定機の履歴管理を行う。
- ④工場・事業場の台帳管理や大気汚染物質排出量の履歴管理を行う。
- ⑤地域環境の予測システムの整備をする。

測定法の違いによるホルムアルデヒド濃度の検討

河野 裕子

1. はじめに

環境庁大気保全局編の大気汚染物質測定法指針によると、ホルムアルデヒドの測定法はAHMT法による吸光度法（以下ABS法）とペンタフルオロベンジルオキシム（PFBOA）誘導体とし、ガスクロマトグラフ（以下GC法）の2方法が記載されている。

ABS法は長時間に試料を採取し、試料濃度が高濃度のときに用い、GC法は短時間に試料を採取する場合に用いる。

ABS法は長時間にわたる平均的な濃度が得られ、分析の操作が簡易であり、所要時間も短く、装置等も安価であるが、反面、検出限界値が高く、ほとんどの測定値が検出限界値以下になる場合が多い。

GC法は検出限界が低く、採取時間を調整すれば測定値は得られるが、反面、短期的な濃度しか得られず、長時間にわたる平均的な濃度を求めるには数多く試料を採取し測定する必要がある、分析の操作も複雑であり、装置等は高価である。この2法による同時採取の測定値について比較、検討を行った。

この検討は平成6年度の環境庁の委託事業と平行して行った。

2. 調査方法

2. 1. 調査地点

高知市の2地点、土佐市の2地点、及び東洋町の2地点の計6地点で調査¹⁾した。

2. 2. 調査期間

高知市の調査地点は平成6年8月29日～31日、

及び平成7年1月17日～19日の6日間、土佐市は8月23日～25日、及び12月13日～15日の6日間、及び東洋町は8月8日～10日、及び12月5日～7日の6日間の計18日間、調査を行った。

2. 3. 試料採取

2. 3. 1. ABS法の試料採取^{1), 2)}

0.5%ほう酸溶液を2本直列した吸収瓶にそれぞれ10mlずつ入れ、1ℓ/minの流量で約6時間通気した。

2. 3. 2. GC法の試料採取²⁾

吸収液を2本直列した吸収瓶にそれぞれ10mlずつ入れ、1ℓ/minの流量で約1時間通気した。吸収液の作成、及び吸収瓶の洗浄は大気汚染物質測定法指針に従った。

2. 4. 分析方法^{1), 2)}

2. 4. 1. ABS法の分析方法

ホルムアルデヒド標準液、及び25mlに定容した試料液をそれぞれ2mlずつ目盛付共栓試験管にとり、これに5N水酸化カリウム溶液2ml、及びAHMT溶液2mlを加え、軽く振り混ぜ、室温で20分間放置後、過よう素酸カリウム溶液2mlを加え、気泡が発生しなくなるまで振とうする。この呈色液について、550nmにおける吸光度を測定し、試料液中のホルムアルデヒド量を求めた。この濃度が0.1μg以下のときは、検出限界値とした。

2. 4. 2. GC法の分析方法

ホルムアルデヒド標準液、及び25mlに定容した試料液を分液漏斗に15ml分取し、PFBOA溶液1ml加え室温で約90分間放置後、2N硫酸2ml、塩化ナトリウム4g、ヘキサン5mlを加えて5分間振とうする。しばらく放置後、ヘキサン層を試量液とし、検量線からホルムアルデヒド量を求めた。

2. 4. 2. 1. GCの分析条件

検出器：電子捕獲型検出器 (ECD)

分離カラム

充填剤

固定相液体：3% シリコンOV-17

固定相担体：クロモソルブW(AW

DM CS) 80~100メッシュ

材質：ガラス

長さ：1m

内径：3mm

温度

カラム：75℃

検出器：250℃

注入口：250℃

3. 結果

ABS法では36検体中28検体（約78%）がN.D, GC法は36検体中1検体（約3%）がN.Dであった。ABS法はホルムアルデヒドの発生源等がない地域（バックグラウンド地域）で地域の代表的な濃度を求めるには採取時間を長くするなどの検討が必要である。

両測定法でN.Dでない濃度について統計処理を行ったが、相関はなかった。

N.Dの扱いには議論があるが、数値化する場合に検出限界値の1/2として、ABS法のN.Dを濃度として、それに対応するGC法の濃度について統計処理を行ったところ相関はなかったが、結果的に市町村別平均、季節別平均及び全平均はほぼ同じ値を示した。

調査結果を表1、両法のN.Dでない濃度の散布図を図1及びN.Dを検出限界値の1/2とした濃度の散布図を図2に示した。

表1 調査結果 (μg/m³)

市町村	季節	ABS法	GC法
高 知 市	夏 季	11.3	1.9
		8.8	2.5
		6.7	0.5
		9.4	4.6
		8.6	8.8
		N.D	2.4
	夏季平均	8.1	3.5
	冬 季	N.D	1.9
		N.D	1.6
		N.D	2.6
		N.D	2.1
		N.D	2.2
		N.D	1.2
	冬季平均	3.1	1.9
	市 平 均	5.6	2.7
土 佐 市	夏 季	N.D	2.4
		N.D	2.5
		N.D	4.0
		N.D	3.8
		N.D	5.0
		N.D	4.0
	夏季平均	3.5	3.6
	冬 季	N.D	5.2
		N.D	3.0
		N.D	3.5
		N.D	3.2
		N.D	1.4
		N.D	N.D
	冬季平均	2.6	2.8
	市 平 均	3.0	3.2
東 洋 町	夏 季	12.9	5.4
		N.D	3.9
		8.0	1.7
		N.D	4.6
		N.D	1.5
		N.D	1.3
	夏季平均	6.2	3.1
	冬 季	N.D	5.8
		N.D	11.0
		N.D	5.1
		N.D	6.1
		N.D	1.5
		N.D	9.8
	冬季平均	2.9	6.6
	町 平 均	4.5	4.8
全 平 均		4.4	3.6

平均値の算出の際、N.Dは検出限界値の1/2とした

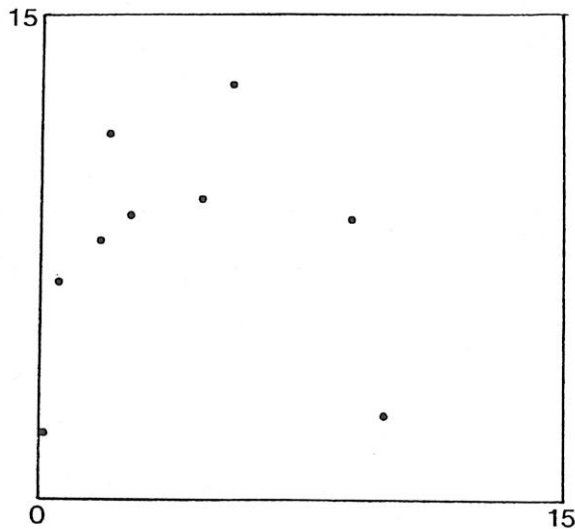


図1 N.Dでない濃度散布図

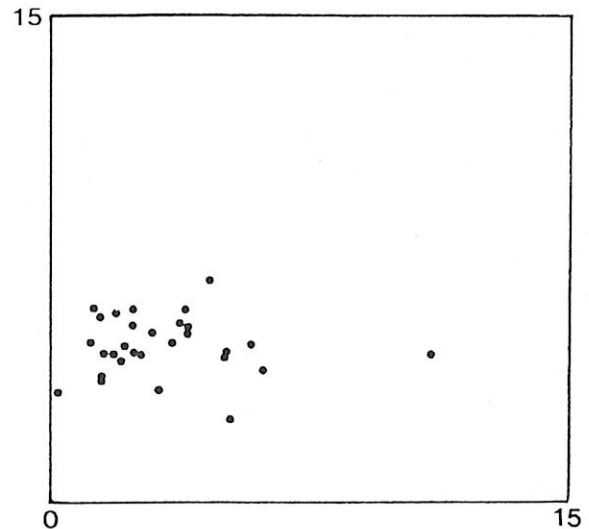


図2 N.D値の散布図

4. 考察

ABS法とGC法とは採取時間が大きく異なり（約6倍でその時間差は約5時間）、採取時間内の濃度変動により、両法の測定値が一致しない、あるいは相関の有無については不明であることが考えられた。このことは何かの発生源等があり、比較的高濃度の地域については予測できる。

バックグラウンド地域のように低濃度の地域は、時間内の濃度変動は量的には少ないので、両法の測定値が一致するが、相関がない場合もあり得ると考えられた。

採取時間内の濃度変動は発生源、気象要素及び測定対象物質の化学的な変化等の種々な要因があり、採取時間と測定値の評価は多くの問題がある。

5. おわりに

数年後、未規制大気汚染物質が規制され、モニタリングする可能性がある。

特に、化学物質（有機化合物）の測定法は同時多成分の分析が必要であるが、サンプリングの吸着剤の破壊容量等により、採取量には限界がある。その結果、その地域の代表的な濃度を得るには、測定回数、採取時間及び測定法等の検討が必要である。測

定法としては自動測定器による連続的なモニタリングが最も良いが、日本では技術的に確立していない。この現状をふまえて今後、上記のことについて検討したい。

参考文献

- 1) 高知県公害防止センター：所報第11号，平成6年度，未規制大気汚染物質モニタリング調査（第1報）
- 2) 環境庁大気汚染局：大気汚染物質測定法指針

四万十川水系の生物調査

伊 藤 瑞 穂

Biological Survey of the Shimanto River Water System

Mizuho ITOH

1. はじめに

高知県においては、四万十川の良好な水質を将来にわたって維持して行くための事業の一環として、平成3年度から10年を実施期間とする四万十川清流保全が推進されている。当所では過去、昭和63年度から2年間この四万十川清流保全計画策定のための調査として、本川5地点、支川7地点の12箇所底生動物相について事前調査を行い検討を加えた。

次いで、四万十川清流保全計画が実施に移された平成3年度から6年度にいたる4年間、保全計画に基づいて本川4地点、支川4地点の8箇所モニタリング調査を行ってきた。

本報は、これらを整理して得た結果についてその概要を報告する。

2. 事前調査の方法

2. 1. 調査対象河川

四万十川は高岡郡東津野村の不入山(1,336m)に源を発し、高知県西南部を流れて土佐湾に注ぐ流路延長196km、流域面積2,270km²の国管理の1級河川である。流域は愛媛県とにまたがり、本県はその82.5%(1,873km²)を占めており、感潮域は河口から6km付近までとなっている。四万十川の支流は、大小あわせて70の第1次支川と200以上の第2次支川とがあり、今回の支川の調査は仁井田川、吉見川、梶原川、広見川、目黒川、中筋川、後川の第1次支川について行った。

2. 2. 調査地点及び調査期日

事前調査地点は図1、表1のとおりで、表2に調査時期を示した。

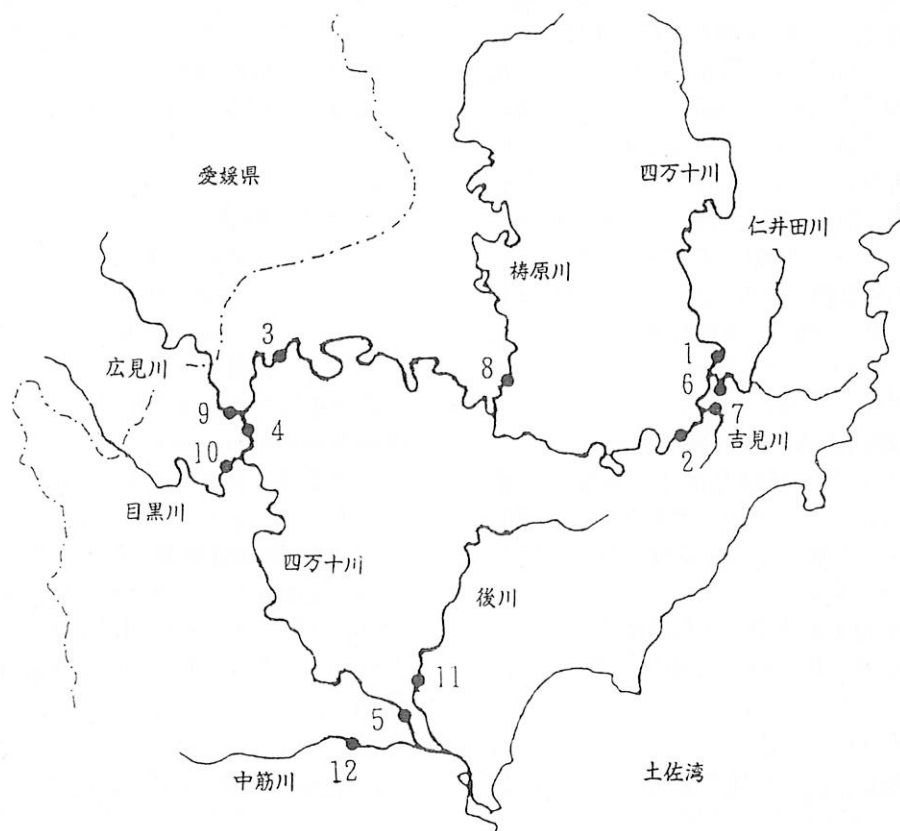


図1 事前調査地点

表1 調査地点表

	st.No.	河川名	地点名	河口からの距離(km)	海拔高(m)
本 川	1	四万十川	鍛冶屋瀬橋	129.5	214
	2	四万十川	天の川	117.5	199
	3	四万十川	半家沈下橋	53.5	50
	4	四万十川	橋	46.0	40
	5	四万十川	四万十川橋	10.0	10
支 川	6	仁井田川	根々崎橋	128.2	214
	7	吉見川	窪川新橋	124.2	210
	8	椿原川	江師	97.8	143
	9	広見川	川崎橋	48.9	46
	10	目黒川	川口沈下橋	33.5	40
	11	後川	秋田橋	18.5	10
	12	中筋川	五反田橋	13.5	7

※四万十川

表2 事前調査時期

	夏 期	冬 期
本川	昭和63年10月11日	平成1年2月23日
支川	平成 1年 8月24日	平成2年3月13日

2. 3. 生物調査方法

調査地点は、日当たりの良い早瀬か平瀬の石礫底で、水深がひざ程度の場所を選定した。ただし、河床の状態が悪い場合は、上記の条件になるべく合うような所で行った。

底生動物の採取は30cm×30cmの金属製の枠を設置してその下流にサーバーネット（ナイロン製80メッシュ）を置き、枠内の石礫や小石、砂などを手で洗ったりすくいあげたりして静かにネット内に取り込む。この操作を各地点で3回ずつ行った。採集した底生動物は岸辺で小石やゴミとともにビニール袋に移し、そのあとネットに絡まっている動物をピンセットで丁寧に拾い入れ、10%ホルマリン溶液で固定し、1試料とした。同定はできる限り種のレベルまで行い、困難な場合は属、科あるいはそれ以上のレベルにとどめ、1種として取り扱った。

なお、分類は津田¹⁾、河田²⁾、川合³⁾、上野⁴⁾、岡田⁵⁾に基づいて行った。

2. 4. 底生動物による水質汚濁評価法

各調査地点における生物学的水質階級の評価は、主としてコルクビッツ法、生物指数、汚濁指数の3方法で行い、参考として多様性指数と優占種法による方法を用いた。

それぞれの生物学的水質判定方法の概略を以下に示す。なお、出現種の指標性は、既存の資料⁶⁻⁸⁾によった。

2. 4. 1. コルクビッツ法

Kolkwitz (1908) により提案された方法で、個体数にかかわらず出現した全種の水質階級のうち、最も多くの種が示す水質階級を採用する。

2. 4. 2. 生物指数 (Biotic Index, BI)

Beck (1955) により提案された方法で、津田 (1961)、福島 (1968) により、採集のための注意点などについて補足がなされた。出現した全種の汚濁耐忍性より、A (非汚濁耐性種数) グループとB (汚濁耐性種数) グループに分け、生物指数を2A+Bにより算出し、対応する水質階級を求める (表3)。なお汚濁耐忍性の不明な種はBとして取り扱った。

一般に、清冽な河川であれば多種多様な生物が生息し種類数は多くなり、汚濁した川では少なくなる。従って、清冽な水域での生物指数は高い値となり、汚濁した水域では低くなる。

表3 生物学的水質階級

階 級	略語	意味	BODのめやす	生物指数	汚濁指数
貧腐水性 oligosaprobic	os	きれい	0~2.5mg/l	20以上	1.0~1.5
β-中腐水性 β-mesosaprobic	β-ms	やや汚れている	2.5~5mg/l	11~19	1.5~2.5
α-中腐水性 α-mesosaprobic	α-ms	汚れている	5~10mg/l	6~10	2.5~3.5
強腐水性 polysaprobic	ps	非常に汚れている	10mg/l 以上	0~5	3.5~4.0

2. 4. 3. 汚濁指数 (Pollution Index, PI)

Pantle u. Buck (1955) により提案された方法で、サプロビ指数とも呼ばれている。

出現した種の指標性を4段階に分け、その種の個体数から3段階の出現頻度を求めて次式により算出する。

$$PI = \sum (s \times h) / \sum h$$

s: 汚濁階級指数 h: 出現頻度

s=1: 貧腐水性種 h=1: 個体

s=2: β-中腐水性種 h=2: 2~9個体

s=3: α-中腐水性種 h=3: 10個体以上

s=4: 強腐水性種

汚濁指数に対応する水質階級を求め、その水質階級を採用する (表3)。

汚濁指数は清冽な水域では小さな値となり、汚濁の進行にともない大きな値となる。

2. 4. 4. 多様性指数 (Diversity Index) ^{9) 10)}

通常清冽な河川には多種多様な生物が生息しており、特定の種のみ個体数が異常に多くなることはなく、それぞれの種の個体数はおよそ一定の範囲に保たれており、これを多様性が高いという。反対に、汚濁を受けた水域では種類数が減少し、特定の汚濁耐性種の個体数が異常に増えたりして多様性は低下する。多様性指数とは、この現象を数値化したものである。

多様性指数には種々の式があるが、次式のShannonの式より求めた。

$$DI = - \sum_{i=1}^s (Ni/N) \log_2 (Ni/N)$$

s: 種数

N: 総個体数

Ni: i番の種の個体数

Cairnsら (1971) によると、多様性指数が3以上を清水域、1~3を中汚染水域、1以下を強汚染水域と区別している。

2. 4. 5. 優先種法

Fjordingstad (1964) により提案された方法で、最も出現頻度の高い種に基づいて水質階級を判定する。今回の調査では、ユスリカ科を同定せずに一括して取り扱ったため、ユスリカ科の出現頻度が最も高い場合は、例外として2番目に出現頻度の高い種を採用した。

3. 結果と考察

四万十川水域の底生動物相

はじめに、冬期の吉見川の窪川新橋地点付近は「汚れている」水域の指標種である細菌類のミズワタが増殖していて底生動物が採取できなく、また中筋川の五反田橋は一部が護岸工事のため調査できなかった。この二つの支川の評価は、夏期の水質についてのみ試みた。

図2に各調査地点における年間の分類群別出現種類数を、図3に同じく分類群別出現個体数を、

表4に優占種を示した。

図2によると、カゲロウ目の出現率が最も高く、その種類数は8~16種、平均11.7種であった。なかでも、四万十川の天の川橋や梶原川の江師では16種と最も多く採取され、そのうち「やや汚れている」水域の指標種となっているヒメトビイロカゲロウの1種を除いた残り15種すべてが「きれい」な水域に生息する種となっていて清流の一端が伺えた。

また、エルモンヒラタカゲロウとシロタニガワカゲロウの2種は、窪川新橋と五反田橋を除いた全地点で多数出現し生物相の主要な構成種となっていた。そのほか、支川の多くでトビケラ目が7~14種平均9.7種と比較的まんべんなく出現した。

四万十川本川の総種類数は、中流の前半に相当する鍛冶屋瀬橋と天の川橋で、それぞれ43種、46種と豊富で、中流後半の半家沈下橋や橋の29種、32種と比べて多様な種組成を示した。

下流の四万十川橋の総種類数はわずかに19種で、個体数199を加味してもこの地点の生物相は非常に貧弱であった。底生動物相を構成する環境因子として、河川形態や河床の状態及び礫付着物の状態や流速、水質などが考えられるが、この地点はこれらの環境因子のどれをとりあげても生息条件としてあまり好ましくないとみえ、底生動物相はおのずから貧弱を呈して単純化してくるものと思われた。

5支川における総種類数は、梶原川の江師で47種とすこぶる多く、他の4地点は32~37種で、本川中流後半の半家沈下橋や橋と比べて豊富であった。

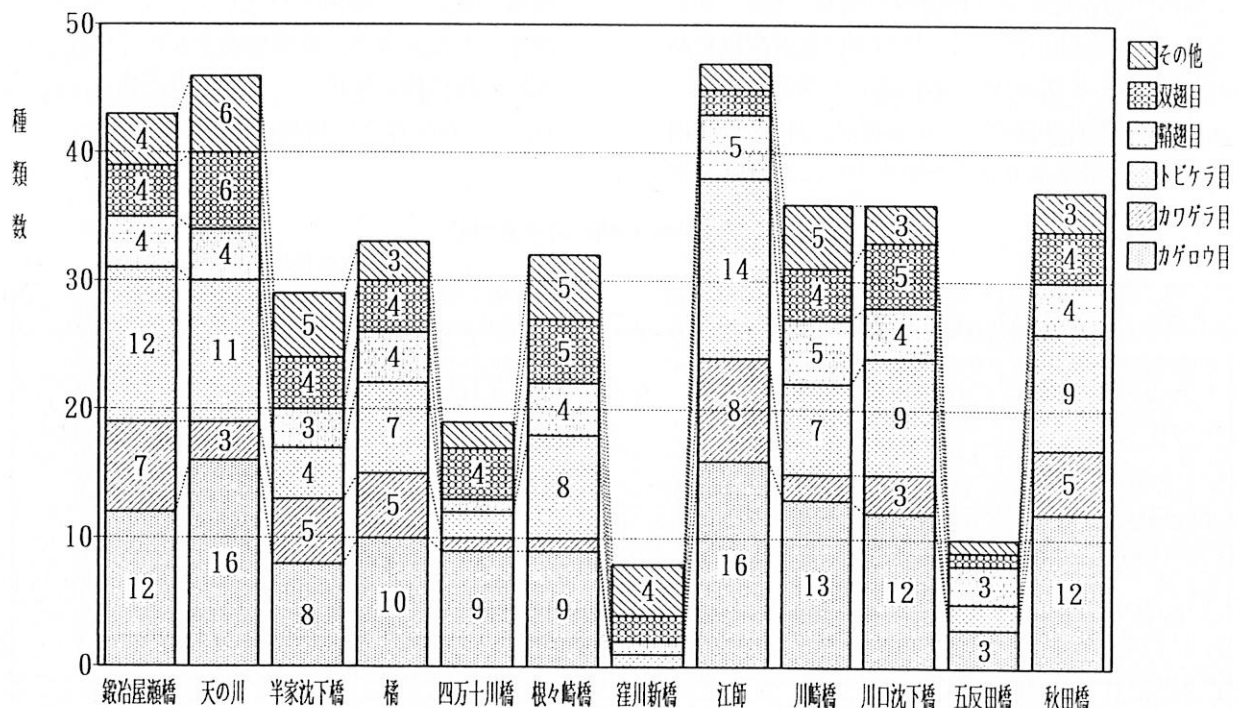


図2 各地点の分類群別出現種類数 (年間)

年間の総個体数(図3)をみると、天の川橋で約4,000個体、鍛冶屋瀬橋で約2,000個体と高密度に生息していたが、その他の地点では約200～1,200個体とバラついていて、なかでも、天の川橋ではエルモンヒラタカゲロウやコカゲロウ属の

ほかにアカマダラカゲロウやコガタシマトビケラといった4種が他の地点と比べて非常に多く出現していて、総種類数46種のうちこの4種の合計だけで全個体数の4割を占めた。

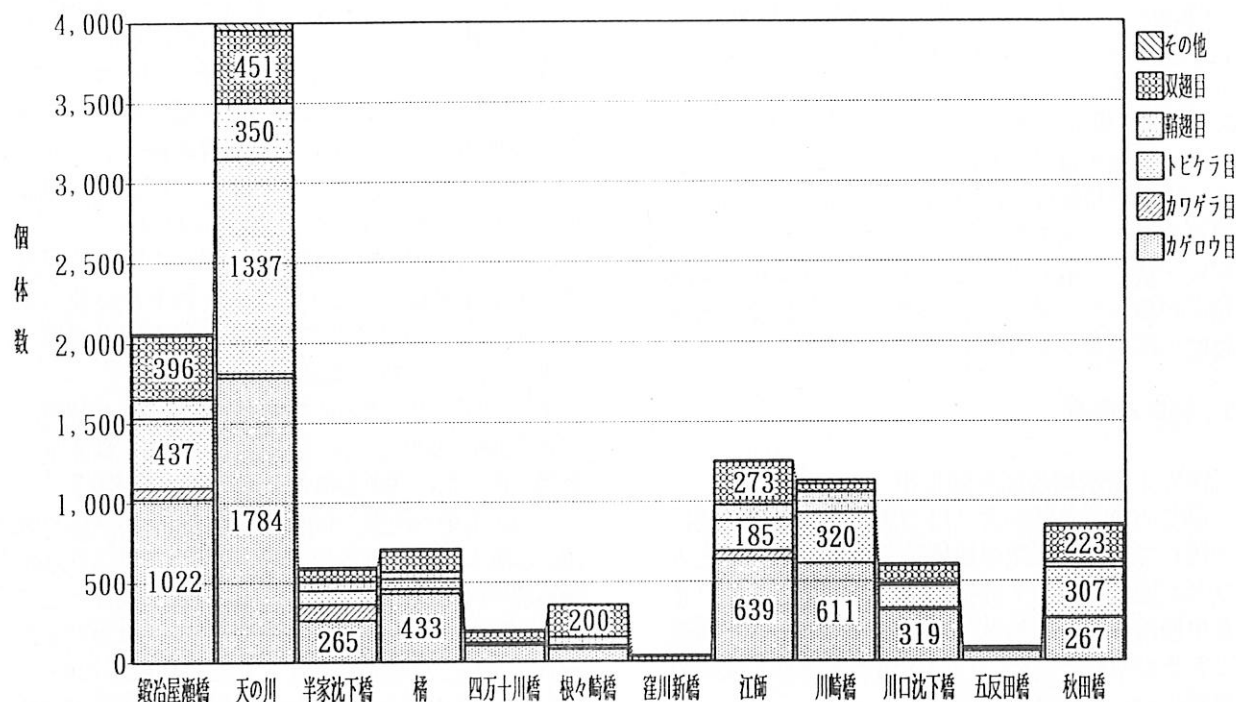


図3 各地点の分類群別出現個体数(年間)

次に、個体数による優占的な種類(表4)をみると、汚濁に強いユスリカ科の上位優占度は夏期の3例に対し冬期は5例と冬に高い。四万十川橋では1位に汚濁耐性種のユスリカ科が、2位に非汚濁耐性種のシロタニガワカゲロウといった極端な例

が両期で優占して棲み分けていた。

調査した12地点中、夏期冬期ともに「きれい」な水域の指標種が第1位、2位を占めた地点は四万十川中流の4地点と川崎橋の5地点であった。

表4 各地点の個体数による優占種

() : 出現個体数に占める割合 %

地点名	年度	出現種数	出現個体数	夏 期		出現種数	出現個体数	冬 期	
				第1優占種	第2優占種			第1優占種	第2優占種
1 鍛冶屋瀬橋	63	29	1,056	コカゲロウ属(23)	エルモンヒラタカゲロウ(22)	36	1,007	コガタシマトビケラ属(20)	エルモンヒラタカゲロウ(13)
2 天の川橋	63	35	2,383	コカゲロウ属(14)	エルモンヒラタカゲロウ(11)	37	1,615	ヤマトビケラ属(27)	アカマダラカゲロウ(16)
3 半家沈下橋	63	26	553	コカゲロウ属(21)	ヤマトフツメカワゲラ(13)	14	44	カワゲラ科(25)	コガタシマトビケラ属(20)
4 橋	63	19	222	シロタニガワカゲロウ(16)	ヒメヒラタカゲロウ(15)	26	485	エルモンヒラタカゲロウ(27)	シロタニガワカゲロウ(25)
5 四万十川橋	63	9	85	ユスリカ科(28)	シロタニガワカゲロウ(24)	16	114	ユスリカ科(32)	シロタニガワカゲロウ(19)
6 根々崎橋	1	19	103	ユスリカ科(53)	シロタニガワカゲロウ(12)	23	258	ユスリカ科(41)	ヒラタドリュシ(16)
7 窪川新橋	1	9	41	ユスリカ科(56)	イトミズ科(10)	0	0	ミズワタ	
8 江師	1	22	132	コカゲロウ属(15)	エルモンヒラタカゲロウ(14)	39	1,122	ユスリカ科(18)	コカゲロウ属(16)
9 川崎橋	1	21	612	アカマダラカゲロウ(16)	シロタニガワカゲロウ(13)	29	522	エルモンヒラタカゲロウ(23)	シロタニガワカゲロウ(22)
10 川口沈下橋	1	19	132	コガタシマトビケラ(23)	シロタニガワカゲロウ(18)	29	474	エルモンヒラタカゲロウ(33)	ユスリカ科(15)
11 五反田橋	1	10	88	ヒメトビロカゲロウ(58)	コガタシマトビケラ(13)	※			
12 秋田橋	1	20	277	ヒメトビロカゲロウ(19)	コガタシマトビケラ(15)	32	578	ユスリカ科(30)	コガタシマトビケラ属(17)

※ 河川工事

ここで少し吉見川について述べる。農耕地や住宅密集地を流れるこの水系は、もともと河川水量が少ないうえに生活排水が多量に流れ込み、四万十川本川の汚濁の一因となっている。そのためか夏期の生物相は9種類41個体ときわめて貧弱なうえにユスリカ科の優占度が異常に高く、また「非常に汚れている」水域種のイトミミズ科が2位を占めていたことを考慮すると、底生動物が生息できなくなる限界に近いのではないかと考えられた。ちなみに、汚濁の程度が更に進行すると、水性細菌類のみが生息する水域になると思われる。このことは、冬期にミズワタ（糸状細菌の集合体）が河床一面に増殖して底生動物が採取できな

かったことからみても理解できると思う。

ミズワタの成長メカニズムについては不明な点が多い¹¹⁾が、生活排水や酪農、繊維などの排水が溶存酸素を多く含んだ河川に流入すると増殖し、またきれいな河川と合流する地点では局所的に発生するといわれる¹²⁾。

図4に非汚濁耐性種と汚濁耐性種の割合を示した。非汚濁耐性種の割合が最も高い地点は梶原川江師の84%、次いで四万十川鍛冶屋瀬橋の82%であった。反対に低い地点は四万十川橋の62%、次いで広見川川崎橋の65%となっており、他の6地点は71~77%の範囲にあった。

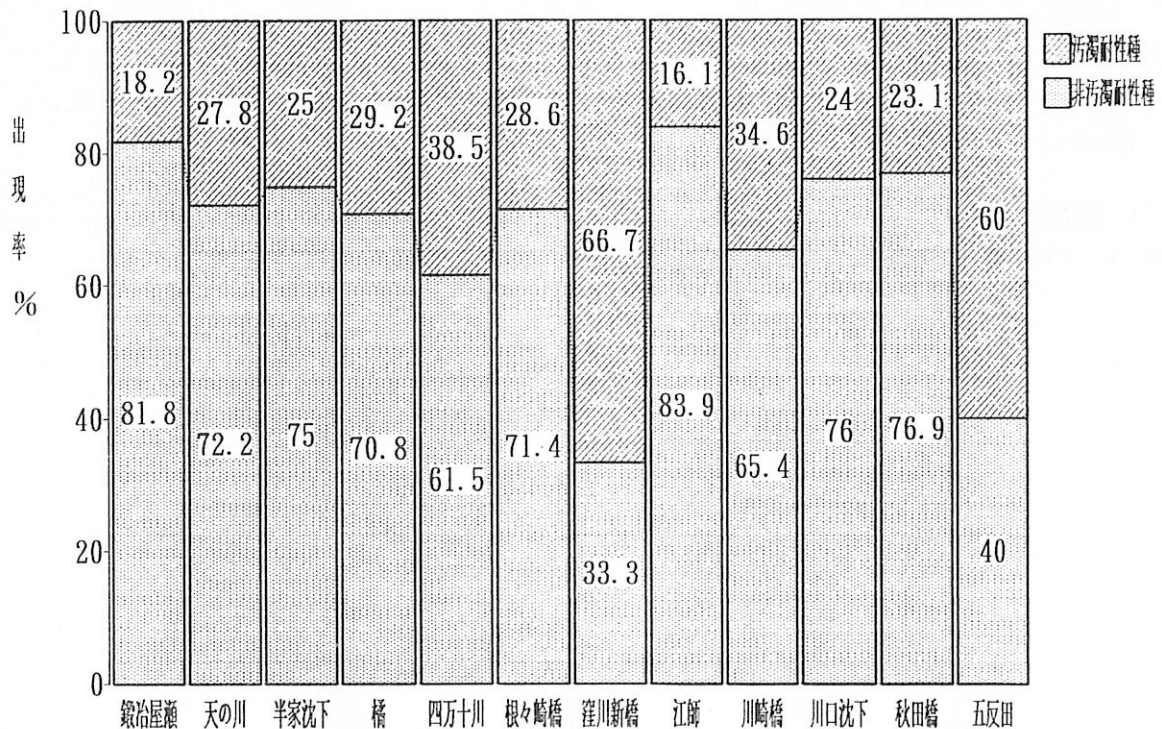


図4 非汚濁耐性種と汚濁耐性種の割合（年間）

4. 各調査地点の総合的水質評価

表5は各地点における生物学的水質判定結果である。四万十川本川5地点の水質はすべて「きれい」な水域と評価された。そのうち、鍛冶屋瀬橋と天の川橋の2地点は非常に良好であり、またその下流の半家沈下橋や橋もこれといって問題はないが、感潮域に近い四万十川橋で生物指数及び汚濁指数が「やや汚れている」水域との境界にあった。

7支川の水質のうち、仁井田川の根々崎橋、梶原川の江師、広見川の川崎橋、目黒川の川口沈下橋、後川の秋田橋の5支川については「きれい」と評価された。その中で、梶原川の江師は評価の内容が夏期冬期とも非常に高く、水質が生物学的に最も良好であった。吉見川の窪川新橋と中筋川の五反田橋は夏期の評価として「やや汚れている」水域とされた。

表5 底生動物による各地点の生物学的な水質判定結果

調査地点	調査年月日	コルベツ法 結果	生物指数(BI)			汚濁指数(PI)			多様性指数(DI)			優占種法	水質総合結果
			指数値	平均	結果	指数値	平均	結果	指数値	平均	結果		
1 鍛冶屋瀬橋 (四万十川)	63. 10. 11	os	57			1.2			3.6			os	
	1. 2. 22	os	70	64	os	1.1	1.2	os	3.9	3.8	清水域	os	os
2 天の川橋 (四万十川)	63. 10. 11	os	59			1.3			4.1			os	
	1. 2. 22	os	65	62	os	1.3	1.3	os	3.6	3.9	清水域	os	os
3 半家沈下橋 (四万十川)	63. 10. 11	os	44			1.4			3.7			os	
	1. 2. 22	os	26	35	os	1.2	1.3	os	3.2	3.5	清水域	os	os
4 橋 (四万十川)	63. 10. 11	os	32			1.4			3.6			os	
	1. 2. 22	os	47	40	os	1.2	1.3	os	3.1	3.4	清水域	os	os
5 四万十川橋 (四万十川)	63. 10. 11	os	13			1.3			2.8			os	
	1. 2. 22	os	28	21	os	1.4	1.4	os	3.0	2.9	中汚染	os	os
6 根々崎橋 (仁井田川)	1. 8. 24	os	35			1.1			2.7			os	
	2. 3. 13	os	37	36	os	1.5	1.3	os	2.9	2.8	中汚染	os	os
7 窪川新橋 (吉見川)	1. 8. 24	os~β-ms	12		β-ms	2.0		β-ms	2.3		中汚染	ps	β-ms
	2. 3. 13	—	—		—	—		—	—		—	—	—
8 江師 (梶原川)	1. 8. 24	os	40			1.1			3.8			os	
	2. 3. 13	os	73	57	os	1.1	1.1	os	4.0	3.9	清水域	os	os
9 川崎橋 (広見川)	1. 8. 24	os	35			1.3			3.1			os	
	2. 3. 13	os	38	37	os	1.2	1.3	os	3.4	3.3	清水域	os	os
10 川口沈下橋 (目黒川)	1. 8. 24	os	30			1.3			3.4			os	
	2. 3. 13	os	55	43	os	1.1	1.2	os	3.4	3.4	清水域	os	os
11 五反田橋 (中筋川)	1. 8. 24	β-ms	14		β-ms	1.5			2.2		中汚染	β-ms	β-ms
	2. 3. 13	—	—		—	—		os	—		—	—	—
12 秋田橋 (後川)	1. 8. 24	os	34			1.3			3.5			β-ms	
	2. 3. 13	os	58	46	os	1.2	1.3	os	3.5	3.5	清水域	os	os

5. モニタリング調査の方法

井田川, 広見川, 吉見川の第1次支川.

5. 2. 調査地点及び調査期日

5. 1. 調査対象河川

図5にモニタリング調査地点を, 表6にその概要を, 表7に調査時期を示した.

2. 1. で述べた四万十川本川及び, 梶原川, 仁

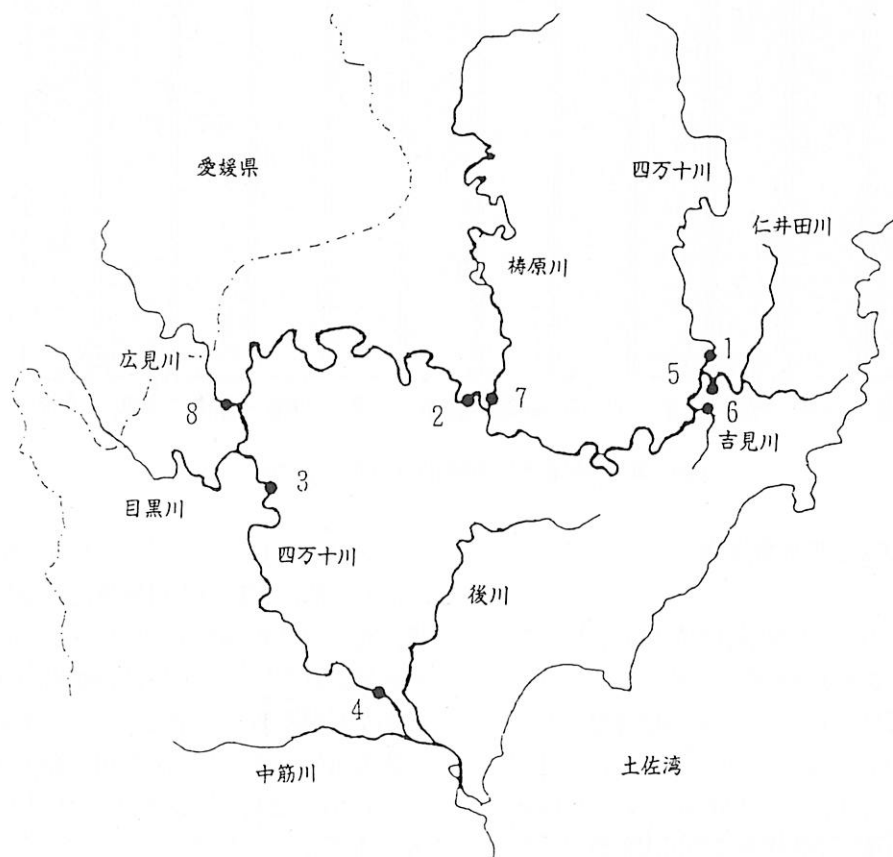


図5 モニタリング調査地点

表6 モニタリング調査地点表

	st.No.	河川名	地点名	河口からの距離(km)	海拔高(m)
本 川	1	四万十川	鍛冶屋瀬橋	129.5	214
	2	四万十川	大正流量観測所	93.8	143
	3	四万十川	岩間橋	40.7	40
	4	四万十川	具同	11.0	10
支 川	5	仁井田川	根々崎橋	128.2	214
	6	吉見川	窪川新橋	124.2	210
	7	椿原川	大正橋	94.8	143
	8	広見川	川崎橋	48.9	46

※四万十川

表7 モニタリング調査時期

	夏 期	冬 期
3	平成 3年 8月13日	平成 4年 2月18日
4	平成 4年10月12日	平成 5年 3月 4日
5	実施せず	平成 6年 2月 4日
6	平成 6年 7月14日	平成 7年 2月8～9日

5. 3. 調査の方法

2. 3. の方法による。

5. 4. 底生動物 による水質汚濁評価法

2. 4. の方法による。

6. 結果と考察

四万十川水域の底生動物相

四万十川本川の4地点を河床型から分けると、鍛冶屋瀬橋と大正流量観測所が中流、岩間橋と具

同が下流に相当¹³⁾する。この4地点における総種類数は、図6に示すように下流の具同と比べて、その上流部の3地点は各々48種と豊富に出現していた。

今回の事前調査及びモニタリング調査結果より、四万十川本川の底生動物は上流部を除いた中流から下流にいたる地点全体で112種（水生昆虫が104種、水生昆虫以外の動物が8種）の生息が確認できた。ちなみに、四万十川に生息する底生動物の種類数は淵や瀬などが調べられると、その数は250種～300種位¹³⁾になるといわれる。

吉見川窪川新橋付近の生息種類数が極めて少ないのは、先にも述べたように、もともと水量が少ないうえに生活排水が多量に流入する影響によるものと思われる。

一方、仁井田川の根々崎橋の流域付近は一見して生息環境が良好のようにみられるが、上流からの畜産系による汚染が懸念される。4年間のファウナ・リストによると生物相の主要構成種のカゲロウ目は全体で17種採取されたが、そのうち出現するのは平均8種といったように他の地点（吉見川を除く）と比べて相対的に出現率が低い。同様のことがトビケラ目でもみられたが、この原因については流域周辺の水質や自然環境を詳しく調査する必要があると思われる。

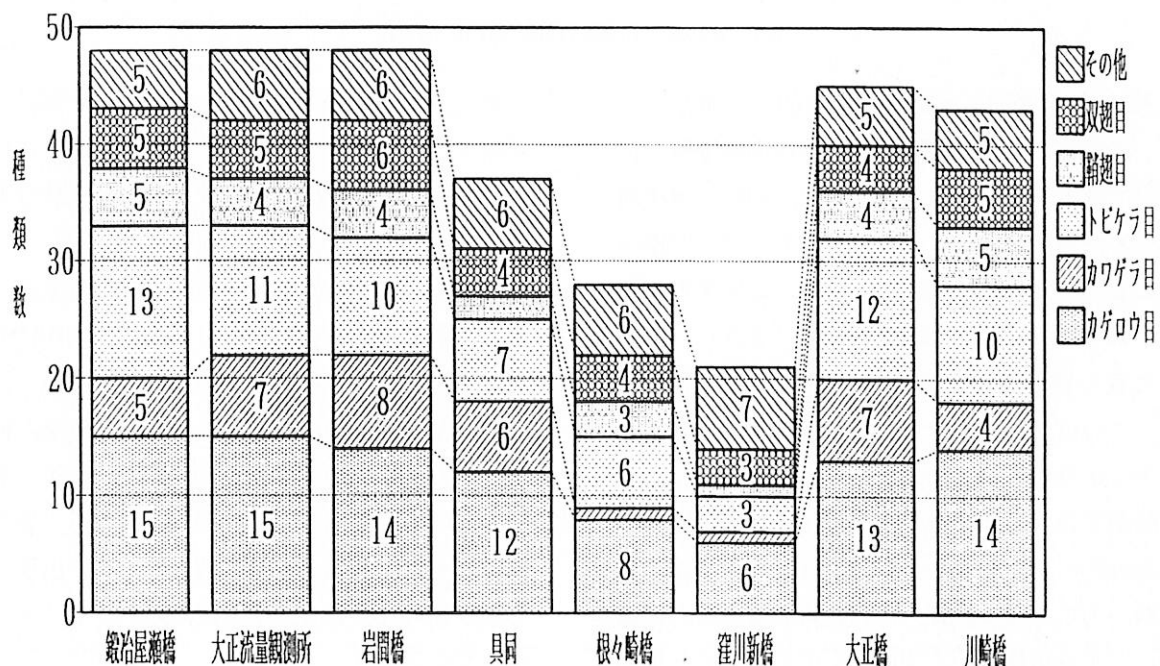


図6 各地点の分類群別出現種類数 (平均)

図7は年間平均採取個体数である。特色は広見川の川崎橋で1,775個体と突出しているが、その原因としては平成4年と6年に「きれい」な水域種のエルモンヒラタカゲロウやシロタニガワカゲロウ及びウルマーシマトビケラやコガタシマトビケラ属などの種が、各々豊富に出現していたからである。また吉見川の窪川新橋のその他が208と異

常に高いのは、平成6年に甲殻類のミズムシと貝類のモノアラガイが著しく増加していたことによる。本川4地点の個体数をみると、具同の上流3地点がだいたい1,000前後であるのに体して具同はおよそ、その半数であった。また、この3地点の生物相は種類数をみても、梶原川の大正橋と相似していた。

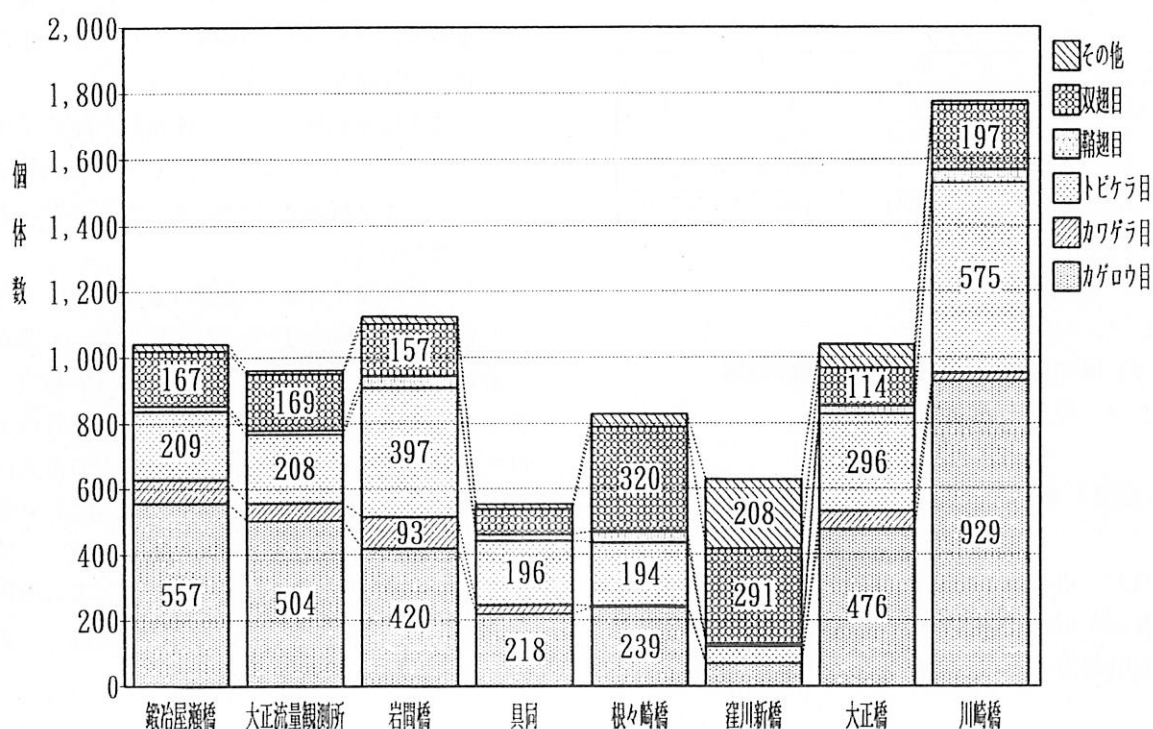


図7 各地点の分類群別出現個体数（平均）

表8には年度別に各地点で優先的に分布していた上位2種を、図8には各地点の非汚濁耐性種と汚濁耐性種の割合（平均）を示した。8地点で4年間調査した54例のうち、アカマダラカゲロウが優占種になっていたのが8例、エルモンヒラタカゲロウが7例、コカゲロウ属が6例と、「きれい」な水域に棲む種が優占種になっていた場合が多かった。このほか、「少し汚れた」水域種のコガタシマトビケラが圧倒的に優占していた例が広見川の川崎橋でみられた。また、岩間橋でも本種が7例中3例優占していたなど、この2地点の生息環境は河畔や河川の利用状況、その他水の濁りなどに連動して生息条件がたえず変化していたものと思われた。

次に、窪川新橋の常在種としてユスリカ科、ミズムシ、コカゲロウ属などがあげられる。これらのうち、汚濁耐性種のユスリカ科の個体数は圧倒的に多く、また有機汚濁に強い種といわれる「汚れている」水域種のミズムシの出現頻度も高いのは、河床の礫に付着物が多いことと流れが停滞しがちであることを意味している。そのほか、種の同定が非常に困難なコカゲロウ属も上位優占種として他の地点でもしばしば登場しているが、本属の幼虫の中には（サホコカゲロウを含む）有機汚濁のわずかな水域から中位の水域にまで出現することが知られており、水質汚濁のパラメーターとなっている。

表8 各地点の個体数による優占種

() : 出現個体数に占める割合 (%)

地点名	年度	出現 種数	出現 個体数	夏 期		出現 種数	出現 個体数	冬 期	
				第1優占種	第2優占種			第1優占種	第2優占種
1 鍛冶屋瀬橋 (四万十川)	3	27	574	アカマダラカゲロウ(33)	コガタシマトビケラ(9)	38	935	ウルマーシマトビケラ(19)	アカマダラカゲロウ(13)
	4	26	176	コカゲロウ属(32)	ユスリカ科(15)	40	1,649	アカマダラカゲロウ(24)	エルモンヒラタカゲロウ(19)
	5 ⁽¹⁾					41	1,319	エルモンヒラタカゲロウ(22)	ユスリカ科(17)
	6	28	894	アカマダラカゲロウ(25)	ウルマーシマトビケラ(24)	45	1,493	エルモンヒラタカゲロウ(21)	アカマダラカゲロウ(21)
2 大正流量 観測所 (四万十川)	3	28	627	シロタニガワカゲロウ(22)	アカマダラカゲロウ(17)	36	567	ユスリカ科(28)	ウスバヒメガガンボ(15)
	4	22	248	コカゲロウ属(31)	シロタニガワカゲロウ(24)	43	1,854	アカマダラカゲロウ(21)	コガタシマトビケラ(10)
	5					42	1,079	エルモンヒラタカゲロウ(17)	コガタシマトビケラ(13)
	6	27	851	アカマダラカゲロウ(21)	コガタシマトビケラ(12)	43	1,483	アカマダラカゲロウ(17)	ウスバヒメガガンボ(14)
3 岩間橋 (四万十川)	3	30	649	コガタシマトビケラ(28)	コケロウ属(10)	38	756	ブユ科(22)	ヨシノマダラカゲロウ属(11)
	4	26	223	コカゲロウ属(19)	グマガトビケラ(14)	41	1,681	ヨシノマダラカゲロウ属(24)	コガタシマトビケラ(11)
	5					30	572	ヒメヒラタカゲロウ属(47)	ユスリカ科(7)
	6	36	1,992	コガタシマトビケラ(28)	コガタシマトビケラ(19)	41	1,935	コガタシマトビケラ(13)	ウスバヒメガガンボ(11)
4 具同 (四万十川)	4 ⁽²⁾	11	92	コカゲロウ属(46)	ユスリカ科(27)	26	603	シロタニガワカゲロウ(50)	セラクレア(23)
	5					31	780	エルモンヒラタカゲロウ(34)	ヒメヒラタカゲロウ属(29)
	6	26	338	コガタシマトビケラ(20)	ユスリカ科(20)	24	784	グマガトビケラ(53)	ユスリカ科(27)
5 根々崎橋 (仁井田川)	3	22	800	アカマダラカゲロウ(24)	ユスリカ科(23)	28	1,878	ユスリカ科(30)	ブユ科(16)
	4	22	169	ユスリカ科(18)	コカゲロウ属(17)	22	736	ユスリカ科(23)	コカゲロウ属(13)
	5					18	265	ユスリカ科(34)	ウルマーシマトビケラ(24)
	6	18	673	ウルマーシマトビケラ(28)	アカマダラカゲロウ(21)	21	1,164	アカマダラカゲロウ(20)	ウルマーシマトビケラ(19)
6 窪川新橋 (吉見川)	3	7	326	ユスリカ科(89)	コカゲロウ属(7)	12	183	ユスリカ科(68)	ウスバヒメガガンボ(9)
	4	10	224	コカゲロウ属(59)	ユスリカ科(29)	8	185	ユスリカ科(61)	ミズムシ(16)
	5					12	385	ユスリカ科(79)	コカゲロウ属(8)
	6	20	1,671	ユスリカ科(40)	ミズムシ(22)	22	601	ユスリカ科(35)	ウスバヒメガガンボ(22)
7 大正橋 (梶原川)	3	32	739	カワニナ(17)	シロタニガワカゲロウ(15)	29	361	シロタニガワカゲロウ(18)	エルモンヒラタカゲロウ(15)
	4	27	299	カワニナ(16)	エルモンヒラタカゲロウ(12)	41	1,211	チラカゲロウ(14)	アカマダラカゲロウ(12)
	5					39	865	エルモンヒラタカゲロウ(15)	アカマダラカゲロウ(14)
	6	32	525	シロタニガワカゲロウ(14)	アカマダラカゲロウ(11)	41	3,070	アカマダラカゲロウ(17)	コガタシマトビケラ(12)
8 川崎橋 (広見川)	3	27	1,945	コガタシマトビケラ(55)	シロタニガワカゲロウ(15)	24	445	エルモンヒラタカゲロウ(26)	コガタシマトビケラ(11)
	4	21	781	シロタニガワカゲロウ(47)	コカゲロウ属(14)	38	2,517	アカマダラカゲロウ(20)	エルモンヒラタカゲロウ(15)
	5					36	1,858	コガタシマトビケラ(18)	エルモンヒラタカゲロウ(14)
	6	18	1,494	コカゲロウ属(21)	シロタニガワカゲロウ(20)	37	3,313	エルモンヒラタカゲロウ(24)	アカマダラカゲロウ(19)

⁽¹⁾ 5年度の夏期は以下、実施しなかった。 ⁽²⁾ 4年度より実施。

図8についてみると、本川4地点の非汚濁耐性種の割合は76.5～80%平均78%に対し、支川のそれは吉見川の53.8%から梶原川の80%の範囲にあって平均すると67.4%となっていた。汚濁耐性種のうち、本・支川共通して出現頻度が高い種はユスリカ科とコガタシマトビケラで、あとヒラタドロムシ科も多く出現していた。なかでも、汚濁耐性

種の割合が46%の窪川新橋と36%の根々崎橋では、前者で「きたない」水域種のモノアラガイや有機汚濁に最も強いといわれる「非常に汚れている」水域種のサカマキガイが、後者では「やや汚れている」水域種のマシジミや「非常に汚れている」水域種のイトミミズなどが特異的に出現していた。

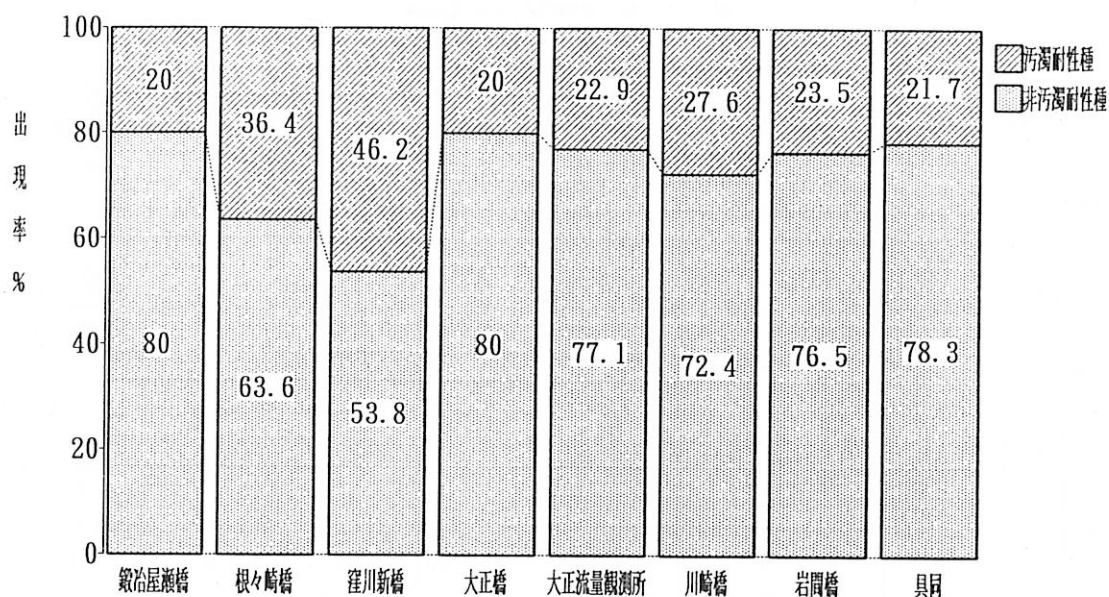


図8 非汚濁耐性種と汚濁耐性種 (平均)

現在、本県においては平成7年に「四万十川に
ごり浄化機構解析研究会」を設置して、濁り発生
のメカニズムや濁り物質の挙動を解明するための
調査が進められている。調査の一環に、水生生物
調査が含まれており、かつて農地造成による濁水
が問題化したことのある広見川を中心に、濁りが
及ぼす影響について行うこととしている。

森下によると濁りに対して比較的耐性のある種
として22種¹⁴⁾をあげているが、これまでの調査
資料をもとに検討してみたが濁りとの関連、影響
等について把握できなかった。

7. 各調査地点の総合的水質評価

平成3年度から6年度にいたる4年間、5河川8地点
の底生動物についてモニタリング調査を行ってき
た。各地点の出現状況を取りまとめ、表9に全体の
平均値に基づき生物学的水質判定を行った結果を、
図9に各種の生物学的水質指数をもとに年度別の推移を
示した。その概要は河川別に次のとおりであった。

7. 1. 四万十川本川 (st. 1 鍛冶屋瀬橋, st. 2 大正流量観測所, st. 3 岩間橋, st. 4 具同)

中流の鍛冶屋瀬橋、大正流量観測所の2地点は、ア
カマダラカゲロウやエルモンヒラタカゲロウなど
「きれい」な水域に生息する種が豊富に出現してお
り、非汚濁耐性種の割合も高く、種々の判定結果にお
いても非常に清冽な地点であることを示していた。

また、図9の各指数の経年推移をみても、鍛冶屋
瀬橋の水質は安定していることが伺える。下流の2
地点のうち岩間橋の各々の評価は中流の2地点とほ

ぼ同じであったが、具同の生物指数が、その上流の
64~60に比べて44と低値で、夏期に非汚濁耐性種数
の密度が低かった。

2地点の評価は「きれい」と評価され、四万十川
は中流から下流にかけて生物学的に良好で清流を
保っていた。

7. 2. 仁井田川支川 (st. 5 根々崎橋)

ユスリカ科をはじめ「少し汚れた」水域種のオナ
ガサナエやコガタシマトビケラなどの汚濁耐性種が
比較的多く出現していたため、生物指数が平均して
35と吉見川水系に次いで低かった。また、この数値
は平成1年に行った事前調査の時とほぼ同じで、す
なわちこの時以来毎年のように清流種の生息密度が
低い状態で推移していたように思われた。汚濁指数
が平成3年度に1.5を示して「少し汚れた」水域との
境界にあったが、4年度以降はこの数値を越えるこ
とはなく、より良好となっていて「きれい」な水域
と評価された。

7. 3. 吉見川支川 (st. 6 窪川新橋)

種類数と非汚濁耐性種の割合が調査地点中最も低
く、春先にはよくミズワタが河床一面に成長してい
て、生物相は一層貧弱にみえた。また、「汚れてい
る」水域種のモノアラガイや有機汚濁に強いサカマ
キガイが採取されるなど、他の地点にはみられない
固有の種が生息していた。

次に、四万十川方式と呼ばれる浄化装置が稼働中
の平成6年度を中心に、5年度以前3年間 (平均) の
底生動物の出現状況を比べてみると、種類数は5年
度以前の10種に対して6年度には21種 (2.1倍) に、
個体数も同様に260個体に対して1,136個体 (4.4倍)

にと著しく増加した。また、この地点の特色としてユスリカ科の出現率が異常に高いことがあげられるが、それが5年度以前は72%であったのに対して6年度は38%と大幅に減少した。

この結果、とくに生物指数 (BI) が15から33に、多様性指数 (DI) が1.4から2.7に推移し有意の上昇を示したが、一過性のものであるか再現性をみるうえで引き続き調査の要があると思われた。

この地点の総合結果を年度別にみると、平成3～5年度は「少し汚れた」水域と評価され、6年度は「きれい」な水域に推移したが、3方法の評価は一致しなかった。

7. 4 梶原川支川 (st. 7 大正橋)

「きれい」な水域種の底生動物が豊富に出現し、汚濁耐性種の割合が本川の鍛冶屋瀬橋と同様に調査地点中最も低かった。また、特定の種の優

占度が異常に高くなることのない反面、場合によっては水生昆虫以外に属する貝類のカワニナが優占することがある。図9のとおり、種々の評価はそれぞれが高い値で推移し安定しており、先の鍛冶屋瀬橋と相似の「きれい」な水質を示した。

7. 5. 広見川支川 (st. 8 川崎橋)

平成3年度初回モニタリング調査の時の汚濁指数や多様性指数が「少し汚れた」水域との境界域を示し、生物指数も平均の50と比べて37と低い。え、夏期には「少し汚れた」水域種のコガタシマトビケラの生育密度が高かった。また、生物指数が平成1年の事前調査の時と同値あったが、おおむね平成4年頃から上向くと同時に、清流種が増加しはじめてきたように思われた。

総合評価は「きれい」な水域と評価された。

表9 底生動物による各地点の生物学的な水質判定結果

調査地点	年度	コルベッツ法 結果	生物指数 (BI)		汚濁指数 (PI)		多様性指数 (DI)		優占種法	水質総合結果
			指数値	結果	指数値	結果	指数値	結果		
1 鍛冶屋瀬橋 (四万十川)	3	os	59	os	1.3	os	3.8	清水域	os	os
	4	os	59	os	1.2	os	3.6	清水域	os	os
	5 ⁽¹⁾	os	75	os	1.2	os	3.5	清水域	os	os
	6	os	64	os	1.2	os	3.5	清水域	os	os
	平均		64	os	1.2	os	3.6	清水域		
2 大正流量観測所 (四万十川)	3	os	56	os	1.4	os	3.8	清水域	os	os
	4	os	58	os	1.2	os	3.6	清水域	os	os
	5	os	77	os	1.2	os	4.0	清水域	os	os
	6	os	63	os	1.2	os	3.9	清水域	os	os
	平均		64	os	1.3	os	3.8	清水域		
3 岩間橋 (四万十川)	3	os	59	os	1.3	os	3.9	清水域	os ~ β -ms	os
	4	os	59	os	1.2	os	3.8	清水域	os	os
	5	os	56	os	1.1	os	3.1	清水域	os	os
	6	os	67	os	1.2	os	3.8	清水域	β -ms	os
	平均		60	os	1.2	os	3.7	清水域		
4 具同 (四万十川)	4 ⁽³⁾	os	32	os	1.3	os	2.4	中汚染域	os	os
	5	os	58	os	1.1	os	2.9	中汚染域	os	os
	6	os	43	os	1.2	os	2.9	中汚染域	os	os
	平均		44	os	1.2	os	2.7	中汚染域		
5 根々崎橋 (仁井田川)	3	os	40	os	1.5	os	3.2	清水域	os	os
	4	os	36	oa	1.3	os	3.6	清水域	os	os
	5	os	29	os	1.4	os	2.9	中汚染域	os	os
	6	os	35	os	1.2	os	3.1	清水域	os	os
	平均		35	os	1.3	os	3.2	清水域		
6 窪川新橋 (吉見川)	3	os ~ α -ms	14	β -ms	1.7	β -ms	1.3	中汚染域	os	β -ms
	4	os	14	β -ms	1.9	β -ms	1.6	中汚染域	os ~ α -ms	β -ms
	5 ⁽²⁾	os	17	β -ms	2.1	β -ms	1.3	中汚染域	os	β -ms
	6	os	33	os	1.8	β -ms	2.7	中汚染域	os ~ α -ms	os
	平均		19	β -ms	1.9	β -ms	1.7	中汚染域		
7 大正橋 (梶原川)	3	os	55	os	1.2	os	3.8	清水域	os	os
	4	os	61	os	1.2	os	4.0	清水域	os	os
	5	os	73	os	1.1	os	3.9	清水域	os	os
	6	os	66	os	1.2	os	3.9	清水域	os	os
	平均		64	os	1.2	os	3.9	清水域		
8 川崎橋 (広見川)	3	os	37	os	1.4	os	3.0	清水域	os ~ β -ms	os
	4	os	52	os	1.2	os	3.1	清水域	os	os
	5	os	62	os	1.3	os	3.8	清水域	os	os
	6	os	49	os	1.2	os	3.2	清水域	os	os
	平均		50	os	1.3	os	3.3	清水域		

⁽¹⁾ 5年度の夏期は以下、実施しなかった。 ⁽²⁾ 下流の琴平川に浄化装置を設置。 ⁽³⁾ 4年度より実施。

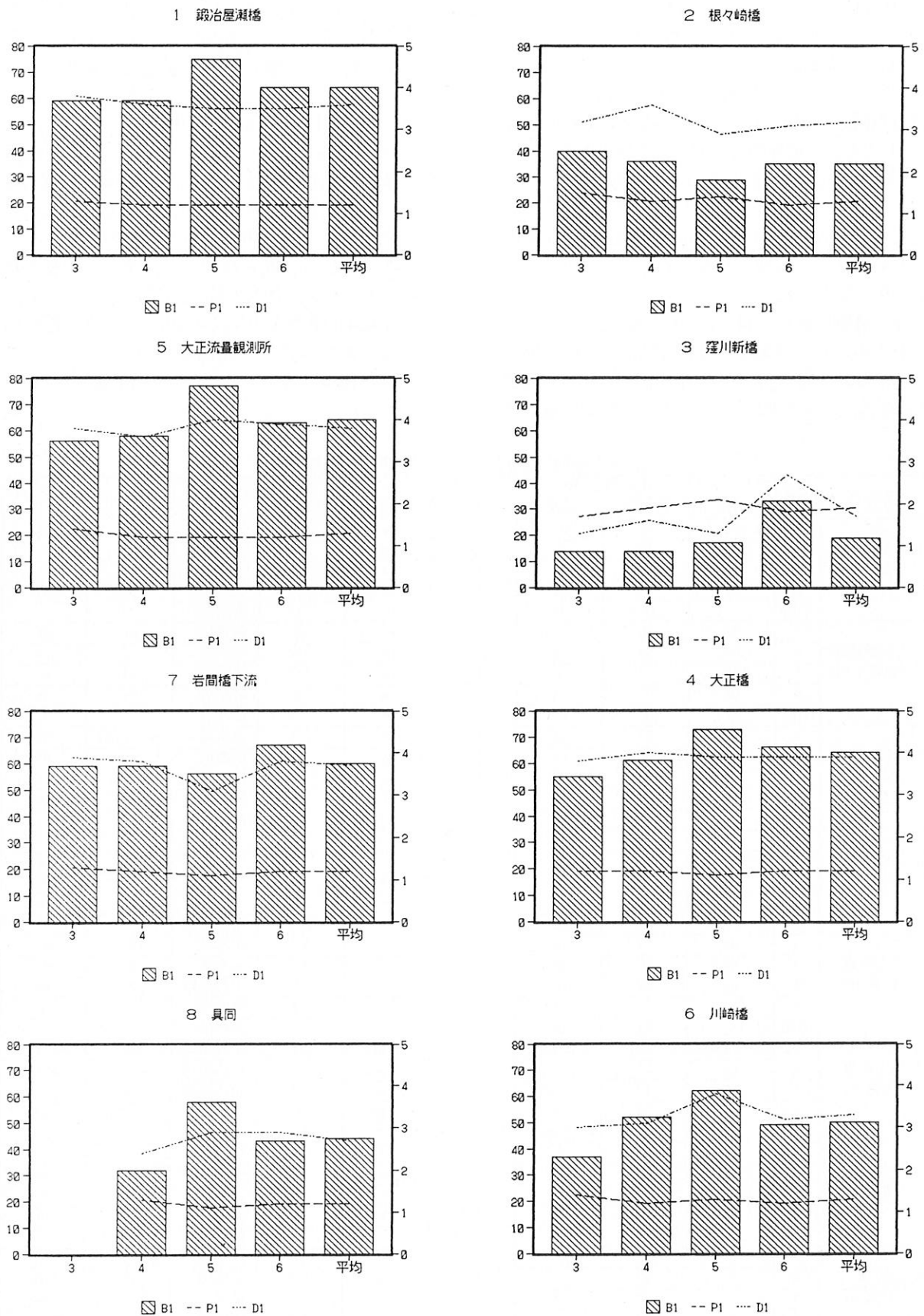


図9 各調査地点における年度別の生物学的指数の推移

8. まとめ

昭和63年度から平成1年度の2年間、四万十川清流保全計画策定のために、四万十川水系の12地点（本川5地点、支川7地点）で水生生物の生息状況について事前調査を行い検討した。次いで平成3年度から6年度にいたる4年間、四万十川清流保全計画に従って8地点（本川4地点、支川4地点）でモニタリング調査を行ってきた。

これらの結果を要約すると以下のとおりとなった。

- 1) 本川を事前調査して、鍛冶屋瀬橋と天の川で各々43種、46種出現し個体数も2,000を超えるなど生物相が非常に豊富であったが、半家沈下橋より下流では19種～31種平均26種、個体数についても199～707平均501と減少した。支川については、32種～47種平均38種（中筋川と吉見川を除く）、個体数は361～1,254で、そのうち1,000個体を超えた地点は梶原川の江師及び広見川の川崎橋であった。
- 2) 事前調査12地点の水質は、支川の中筋川と吉見川は夏期については「やや汚れている」とされたが、残りの10地点は年間を通して「きれい」と評価された。
- 3) 本川をモニタリング調査してその平均をみると、鍛冶屋瀬橋から岩間橋にいたる流域は48種、1,000個体前後あって生息環境が安定していた。感潮域に近い具同では、その上流域と比べて種は減り、個体数も半減していた。支川については、梶原川の大正橋と広見川の川崎橋で各々45種、43種、1000個体以上と豊富であったが、とりわけ川崎橋の個体数は突出していた。これに比べて、畜産系の汚染が懸念される仁井田川の根々崎橋及び生活系による吉見川の窪川新橋では種類数は各々28種に21種、個体数は827に627と著しく貧弱であった。
- 4) 本川4地点の水質は、モニタリング調査を始めて以来「きれい」との評価を維持した。支川の仁井田川、梶原川、広見川も同様に「きれい」との評価を維持した。吉見川の水域は平成3年～5年は「やや汚れている」と評価されたが平成6年は「きれい」に推移した。

参考文献

- 1) 津田松苗：水生昆虫学，第7版，北隆館，1983
- 2) 河田薫ら：日本幼虫図鑑，第9版，北隆館，1984
- 3) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東海大学出版会，1985
- 4) 上野益三編：日本淡水生物学，第4版，北隆館，1986
- 5) 岡田要ら：新日本動物図鑑 [中]，第9版，北隆館，1988
- 6) 御勢久右衛門：自然水域における肉眼的底生動物の環境指標性について，文部省「環境科学」研究報告集，1982
- 7) 津田松苗，森下郁子：生物による水質調査法，山海堂，1974
- 8) 森下郁子：指標生物学生物モニタリングの考え方 [普及版]，山海堂，1986
- 9) 森谷清樹：多様性指数による指数による水域環境の生態学的評価，用水と廃水18，729～748，1976
- 10) 広島市衛生研究所：広島市の水生生物，20～21，1992
- 11) 酒井学：ミズワタの成長について (II)，横浜市環境科学研究所報第18号，137～139，1994
- 12) 津田松苗：汚水生物学，9版，14～20，68～71，北隆館，1975
- 13) 伊藤猛夫編：四万十川，161～219，高知市民図書館，1990
- 14) 森下郁子：生物モニタリングの考え方，151～162，山海堂，1985

〔参考資料〕

生 物 学 的 水 質 階 級

津田, 森下著「生物による水質調査法」山海堂, 1974より引用

	強腐水性水域	α 中腐水性水域	β 中腐水性水域	貧腐水性水域
化学的過程	還元及び分解による腐敗現象が著しく起こる	水中及び底泥に酸化過程があらわれる	酸化過程がさらに進行する	酸化ないし無機化の完成した段階
溶存酸素	全然ないか、あってもきわめてわずか	かなりある	かなり多い	多い
BOD	常にすこぶる高い	高い	かなり低くなる	低い
H ₂ Sの形成	たいてい認められ強い硫化水素臭がある	強い硫化水素臭はなくなる	ない	ない
水中の有機物	炭素及び高分子窒素化合物及びその高次分解物が豊富に存在	高分子化合物の分解によるアミノ酸が豊富に存在	脂肪酸のアンモニア化合物が多い	有機物は分解されてしまっている
底泥	黒色の硫化鉄がしばしば存在し底泥は黒色	硫化鉄が酸化され水酸化鉄になるため底泥は黒色を呈しない		底泥はがほとんど酸化されている
水中の微生物	大量に存在する；時には1ml中100万以上ある	微生物の数はまだ多く通常1ml中10万以下	微生物の数は減少し1ml中10万以下	少ない；1ml中100以下
生息生物の生態学的特徴	ほとんどが微生物を摂食；pHの変化に強く少量の酸素にも耐える嫌気性の生物；全て腐敗毒、特にH ₂ S及びNH ₃ に対し強い抵抗性を持つ	微生物摂食以外に肉食動物も増えてくる；pHや酸素の変化に対し適応性を示す；NH ₃ に抵抗性あるがH ₂ Sに対してはかなり弱いものがある	この水域の生物はpH及び酸素の変動にすこぶる弱い；腐敗毒に長時間耐えることができない	腐敗性汚濁に対して弱く又pHや溶存酸素の変化にも適応しにくい；H ₂ Sに耐えられない
植物では	珪藻、緑藻、接合藻及び高等植物は出現しない	藻類が大量に発生；藍藻、珪藻、緑藻、接合藻が出現	珪藻、緑藻、接合藻の多種類が出現；鼓藻類の主要分布域	水中の藻類は少ないが着生藻類多い
動物では	ミクロなものが主で原生動物が優勢	まだミクロなものが大多数を占める	多種多様になる	多種多様
特に原生動物では	アメーバ類、鞭毛虫類、繊毛虫類が出現；太陽虫類、双鞭毛虫類、吸管虫類は出現しない	太陽虫、吸管虫類がボツボツ現れるが双鞭毛虫類はまだでない	太陽虫、吸管虫類の汚濁に弱い種類が出現；双鞭毛虫類も出現	鞭毛虫、繊毛虫類は少数現れるのみ
後生動物では	輪虫、蠕形動物、昆虫幼虫が少数出現することがある程度；ヒドラ、淡水海綿、蘚苔動物、小型甲殻類、貝類、魚類は生息しない	淡水海綿及び蘚苔動物はまだ出現しない；貝類、甲殻類、昆虫が出現；魚類のうちコイ、フナ、ナマズなどはここにも生息する	淡水海綿及び蘚苔動物、ヒドラ、貝類、小形甲殻類、昆虫の多くの種類が出現；両生類及び魚類も多くの種類が出現	昆虫幼虫の種類が多い；ほか各種の動物が出現
※水域の例	はなはだしく汚染した川、例えば仁淀川水系の宇治川と相生川下流付近、江の口川の源流点や円満橋付近	国分川支流の紅水川及び舟入川の中流域、下田川の中流付近	香宗川、夜須川の下流付近、吉見川など	四万十川、新莊川、仁淀川、安芸川、伊尾木川、安田川、奈半利川、羽根川など

※堀内泰男：底生動物相による高知県内河川の水質評価の試み、高知県公害防止センター、1990より引用

高知県における酸性雨調査

第8報

鎮西正道・山村貞雄・三宅清義

岡林理恵（中央保健所）

近澤紘史（環境対策課）

Acid Precipitation Survey in Kochi Prefecture (Ⅷ)

Masamichi CHINZEI, Sadao YAMAMURA

Kiyomichi MIYAKE, Rie OKABAYASHI

Koshi CHIKASAWA

1. はじめに

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いる。これまで第1報から第7報までは主に単年度の結果を報告してきたが、酸性雨の発生現象は気象・降水量・発生源等多くの要因が同時に関連するため、できるだけ長期にわたるデータを用いて解析しなければ要因と酸性雨現象との関係を見いだすことが困難と言われている。そのため、いくつかの機関で長期間にわたるデー

タの解析が試みられている^{1), 2), 3)}。また、解析の手法に気象の要因を用いた報告も多く見られる^{4), 5), 6), 7), 8)}。

本報においては、平成2年度から平成6年度までの5年間のデータをもとに、時間的推移・気象等の要因について解析し知見を得たので報告する。

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。

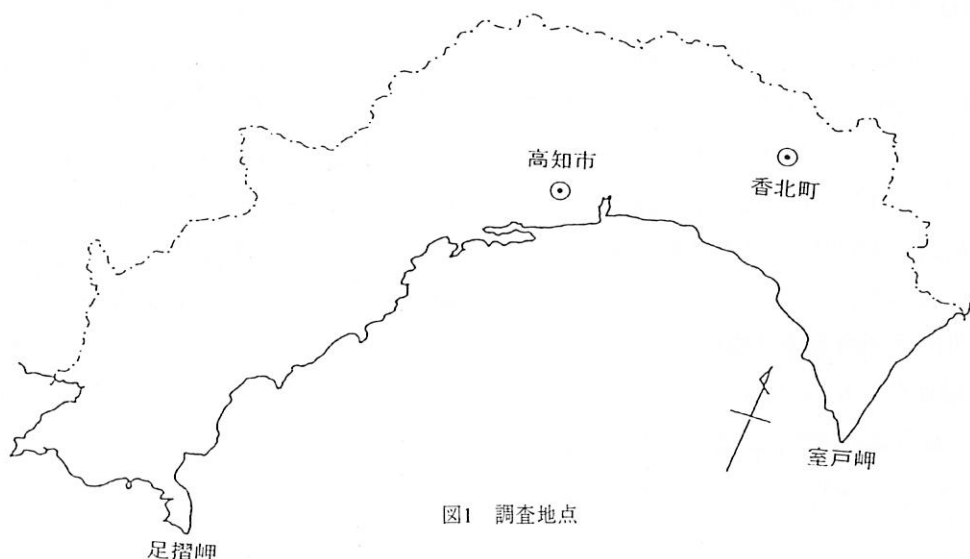


図1 調査地点

地点の概要は、次のとおりである。

a. 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5,800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23km離れている。

最近の全国的な調査の結果⁹⁾によると、全国で観測されている140地点のなかで、低濃度を示す季節が多い地点としての上位9地点のうちに含まれている。

b. 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り、高知市の市街地の南に位置する。過去の調査^{10)・11)・12)}から、香北町よりも都市型の局地的な汚染の影響を受けていると考えられる。

2. 2. 調査期間

両地点とも次の期間に雨水を採取した。

H. 2. 3. 29～H. 7. 3. 27

2. 3. 採取方法

雨水を、ミリポアフィルター（AAWPO4700, 0.8 μ m）でろ過し、ろ液とろ紙残留物に分け回収した。

採取期間は、平成2年度から平成5年度までは一週間、平成6年度は半月とした。

なお、採取装置はろ過式採取装置を用いた。

2. 4. 調査項目及び分析方法

pHはガラス電極法、E. C. は電気伝導度法、 $K^+ \cdot Na^+ \cdot SO_4^{2-} \cdot NO_3^- \cdot Cl^-$ はイオンクロマト法、 NH_4^+ はインドフェノール法、 $Ca^{2+} \cdot Mg^{2+}$ は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。

2. 5. 解析に用いた検体数及び成分

検体数は、両地点とも186である。

解析に用いた成分は、酸性化に寄与する主なイオンである $nssSO_4^{2-} \cdot NO_3^-$ （以下、これらを酸

成分という）、中和に寄与する主なイオンである $NH_4^+ \cdot nssCa^{2+}$ （以下これらを中和成分という）、及び H^+ の5成分である。なお、“nss”は、 Na^+ が全て海塩由来と仮定して補正した海塩除外成分であることを示す。

3. 結果及び考察

3. 1. 沈着量等の推移

図2に沈着量の推移を、図3にpH及び NO_3^- と $nssSO_4^{2-}$ の当量濃度比（以下N/S比という）の推移を示す。全国平均値⁹⁾は、全年度にわたる年度別データが公表されていないため、平成3年度から平成5年度の降水量による加重平均値を用いた。

酸成分、中和成分ともほぼ高知市が香北町よりも高い値で推移した。また、全国平均値と比べると、 $nssSO_4^{2-}$ 以外は平成2年度から平成4年度にかけて低い値で推移した。

$nssSO_4^{2-}$ は平成5年度以後、低下する傾向を示した。

pHは両地点とも4.6から5.0の間で推移した。また、全国平均値と比べると平成3年度を除き、高い値で推移した。

N/S比は、 NO_3^- と $nssSO_4^{2-}$ のどちらが酸性化に寄与する割合が大きいかを示す指標であり、また、一般に本州都市域で低pH化に NO_3^- が大きく寄与するため、N/S比は大きくなるといわれている¹³⁾。本県の場合、高知市は比較的都市域と考えられるが、香北町との差は小さく、N/S比もほとんど全国平均値以下で推移している。これまでの報告⁹⁾によると、本県は九州地方とともにN/S比の小さい地域に属している。また、本県では $nssSO_4^{2-}$ の減少により、平成5年度から平成6年度にかけてN/S比は上昇した。

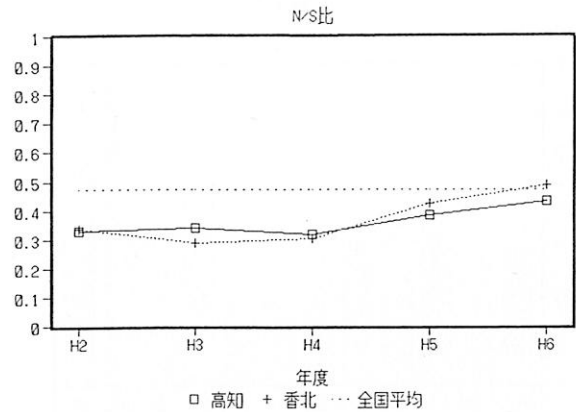
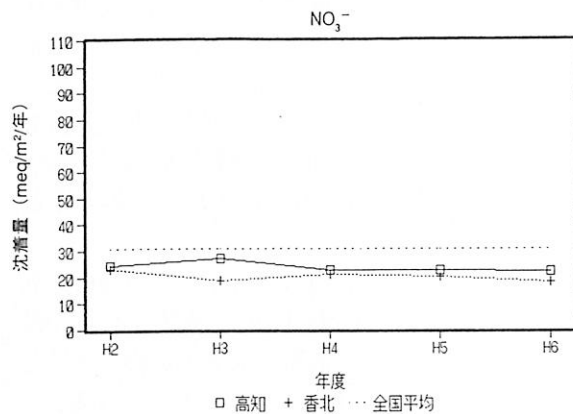
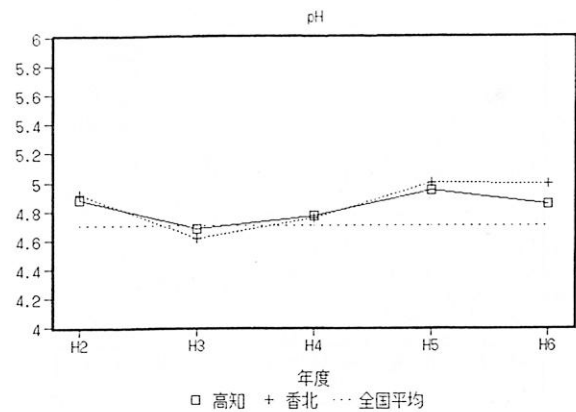
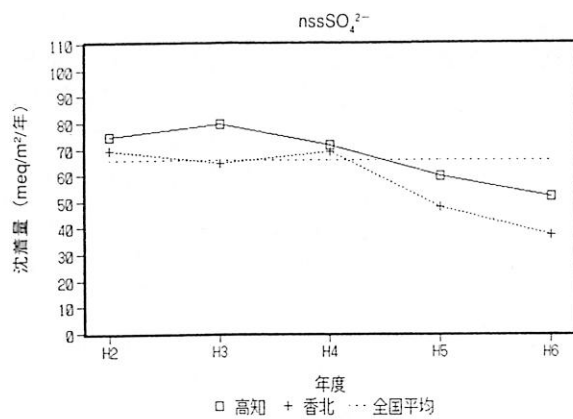


図3 年間pH及びN/S比の推移

3. 2. 中和関係の推移

図4に、両地点における年間降水中の、酸成分・中和成分の当量濃度による中和関係の推移を示す。なお、中和されずに残ったと考えられる H^+ は中和成分の上部に示した。また、全国平均値は3. 1. と同じものを用いた。

高知市は香北町より酸成分及び中和成分濃度は高いが、全国平均値と比べ、両地点とも成分濃度は低い。両地点はよく似た時間的変動を示したことから、両地点は同質の大気の影響を受けていると考えられた。また、高知市の降水は香北町と比べ各成分濃度が高いことから、更に局地的な汚染物質が加わっていることが推測された。

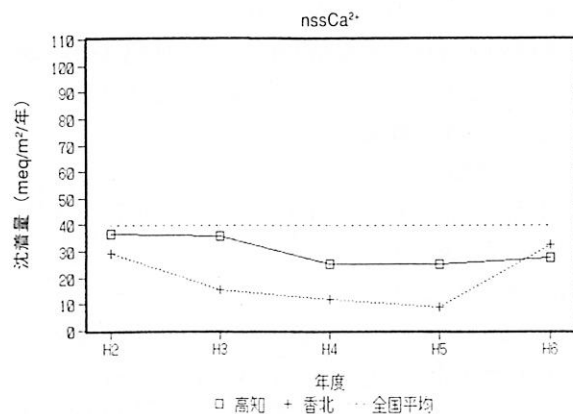
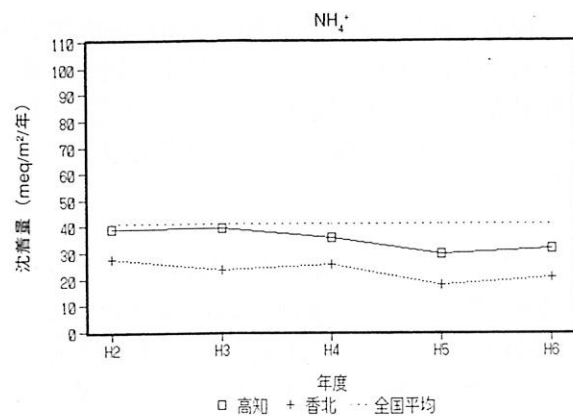
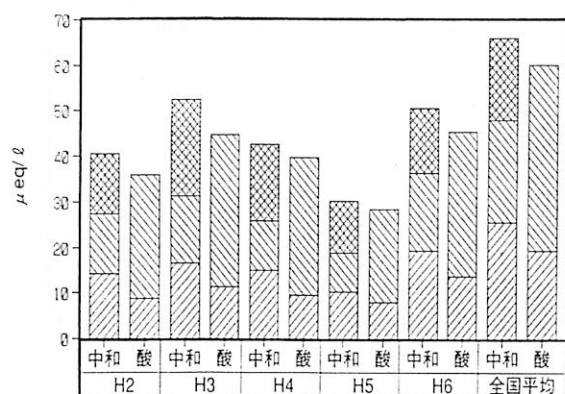
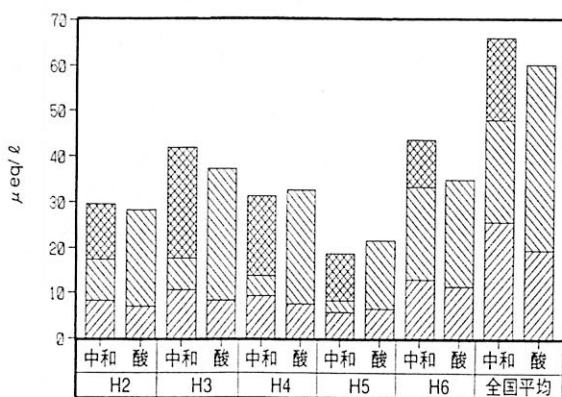


図2 年間沈着量の推移



未中和のH+
(高知市)



未中和のH+
(香北町)

中和：中和成分

酸：酸成分

(中和成分は下から NH_4^+ , nssCa^{2+})

酸成分は下から NO_3^- , nssSO_4^{2-})

図4 中和関係の推移

3. 3. 酸成分の沈着量による長距離輸送の推定

北陸以西の日本海側地域では nssSO_4^{2-} の沈着量は、降水量が等しい場合、冬期が夏期の2倍以上あり、この原因として冬期の朝鮮半島と中国大陸からの長距離輸送が推測されている¹⁴⁾。

高知県においても、このような現象が認められるかどうかを調べるため、気象型別・風向型別・季節別に nssSO_4^{2-} ・ NO_3^- の沈着量と降水量の関係を調べた。図5～図10にその結果を示す。なお、散布図の中の直線は回帰直線である。

3. 3. 1. 気象型・風向型・季節の分類方法

気象型・風向型は、気象台の資料¹⁵⁾に基づき分類した。(以下、3. 4. 及び3. 5. においても同様の分類方法とした)

(気象型)

低気圧西方海上型：九州西方付近に発達した低気圧がある場合。低気圧の中心に吹き込む風が上昇気流となるので比較的高層の大気からの降水があると考えられる。

低気圧南岸型：高知県の南海上付近に発達した低気圧がある場合。(上の型と同様に、比較的高層の大気からの降水があると考えられる)

前線型：高知県周辺に発達した低気圧がなく、南の海上から四国付近に前線がある場合。上記二つの低気圧型よりも上昇気流は弱く、比較的低層の大気からの降水があると考えられる。

台風型：台風の影響が大きい場合。高さ数十kmの渦巻であり、最も高層の大気の影響を受けた降水があると考えられる。

(風向型)

比較的稳定した風向が把握できる850hPa等圧面(高度約1,500m)は、一般に降水に関する流跡線解析に用いられており^{8), 14)}、この調査においてもこれを用い、高知県上空の平均的な風向を判定した。

N 型：北の風向成分を持つ場合。

S 型：南の風向成分を持つ場合。

気象・風向型のあてはめ方法は、気象台の地上気象観測原簿に記された1降雨毎に、観測時刻に最も近い時刻の地上天気図によって型を決定し、採取期間中の全降水量の70%以上が同一の型である場合に、その採取期間の型とした。

季節の区分は、春季は3月～5月、夏期は6月～8月、秋期は9月～11月、冬期は12月～2月とした。

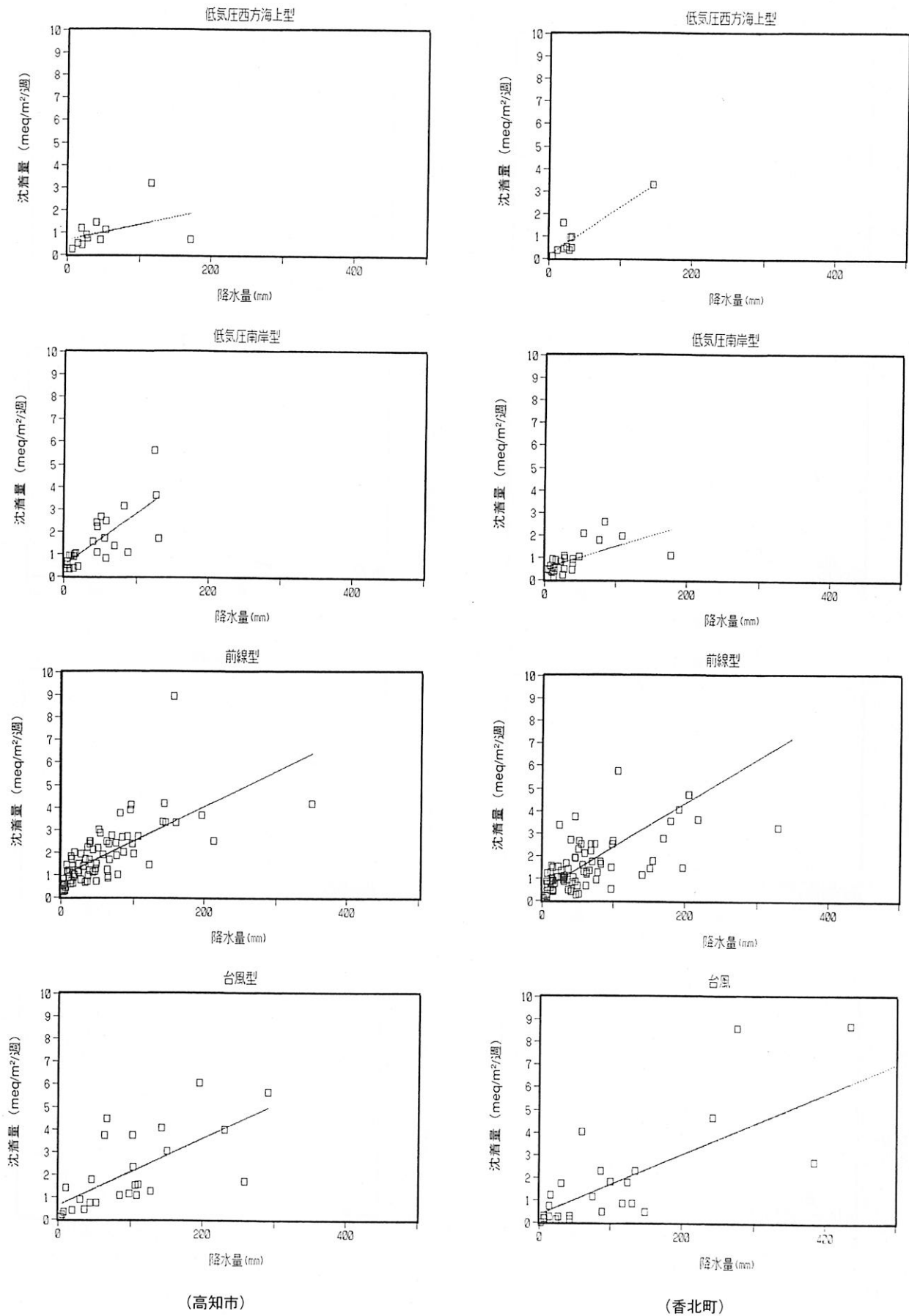
3. 3. 2. 解析結果

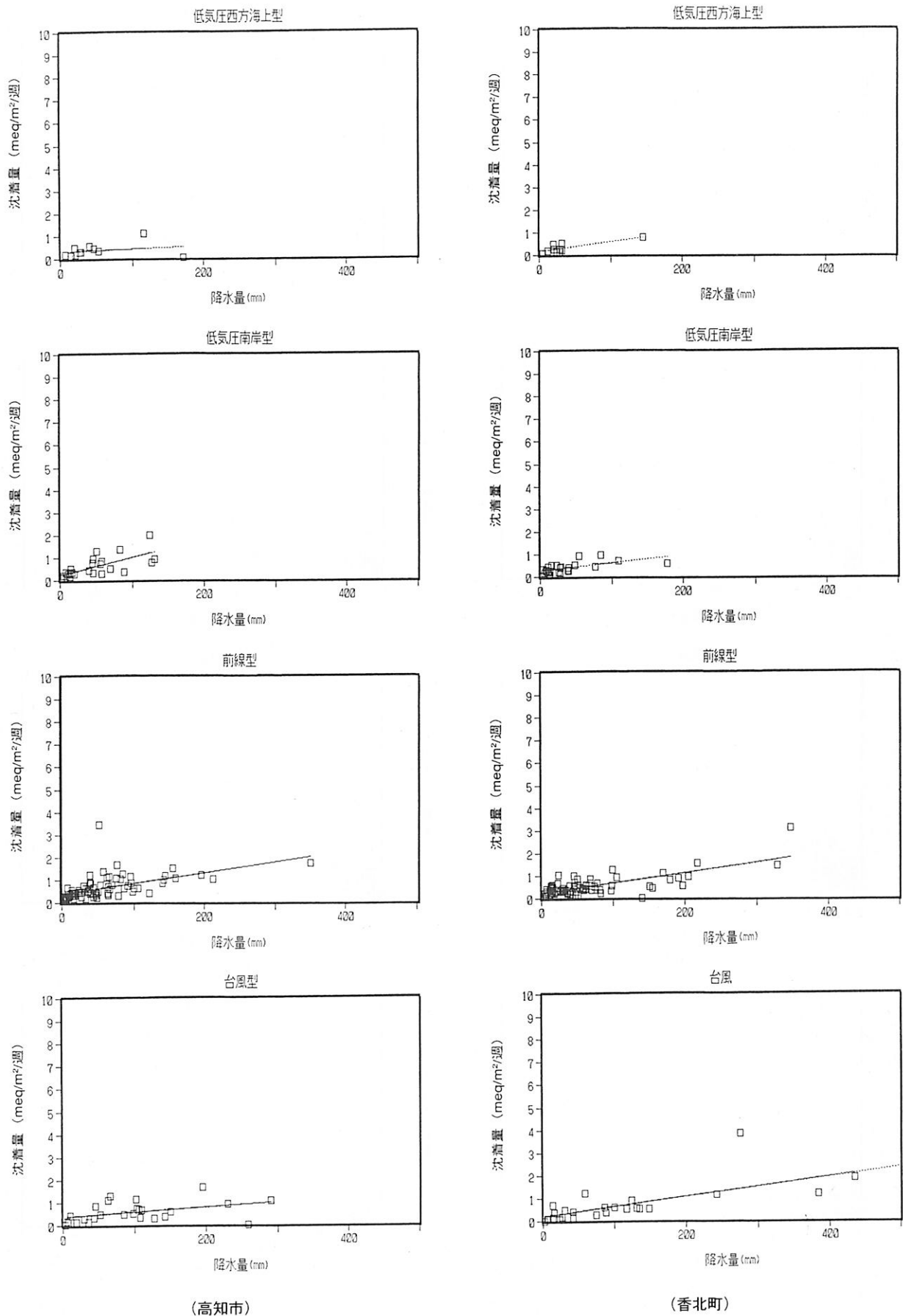
a. 気象型について

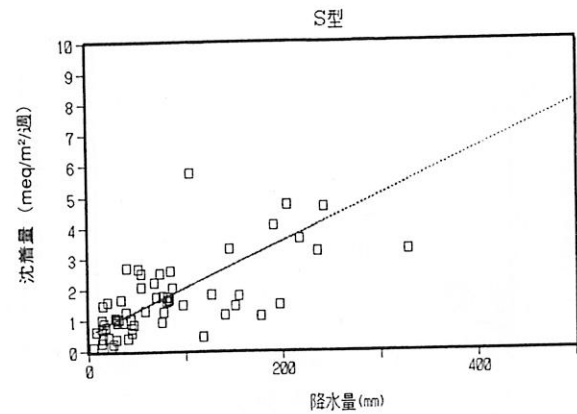
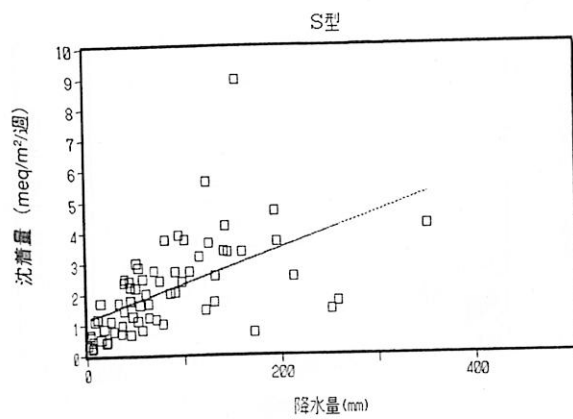
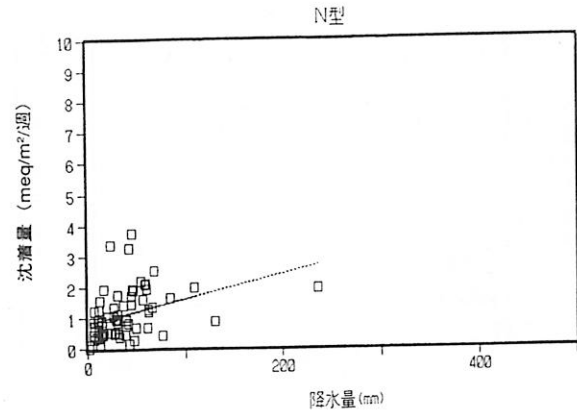
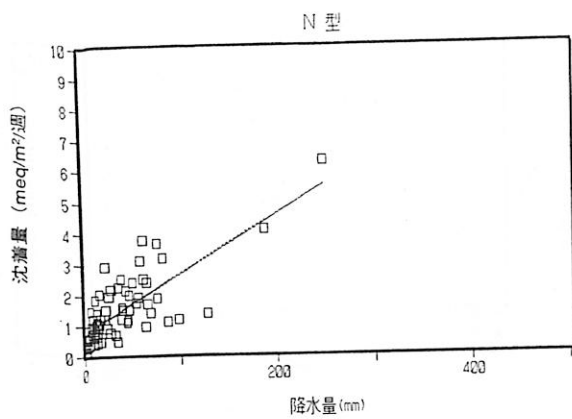
両地点に nssSO_4^{2-} ・ NO_3^- について顕著な差は認められなかった。

b. 風向型について

nssSO_4^{2-} ・ NO_3^- とも高知市の方がN型の場合に回帰直線の傾きが大きく、濃度が高いと考えられた。これは、調査地点の北側にある市街地からの供給が多いことによると考えられた。

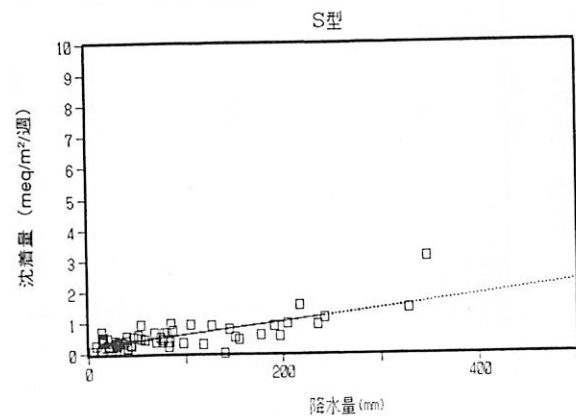
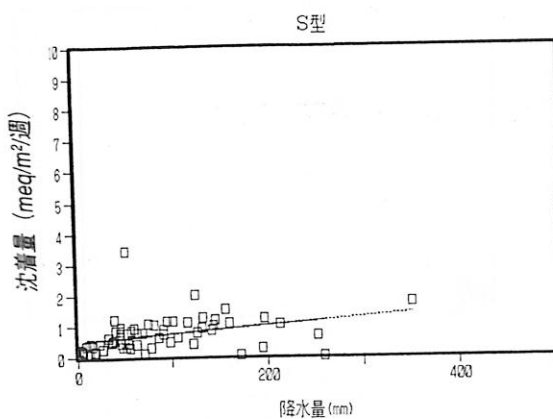
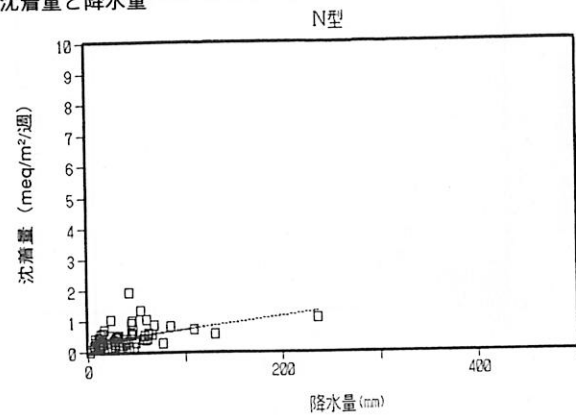
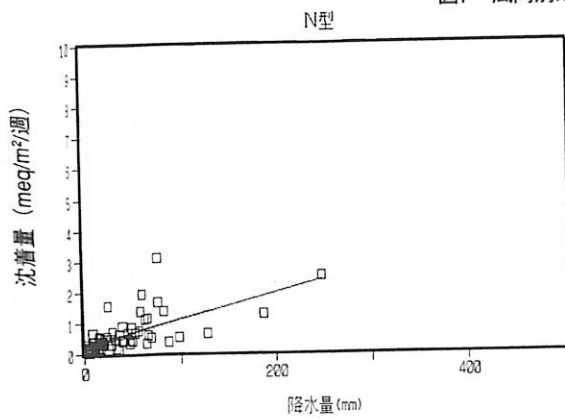
図5 気象型別 nssSO_4^{2-} 沈着量と降水量

図6 気象型別 NO_3^- 沈着量と降水量



(高知市)

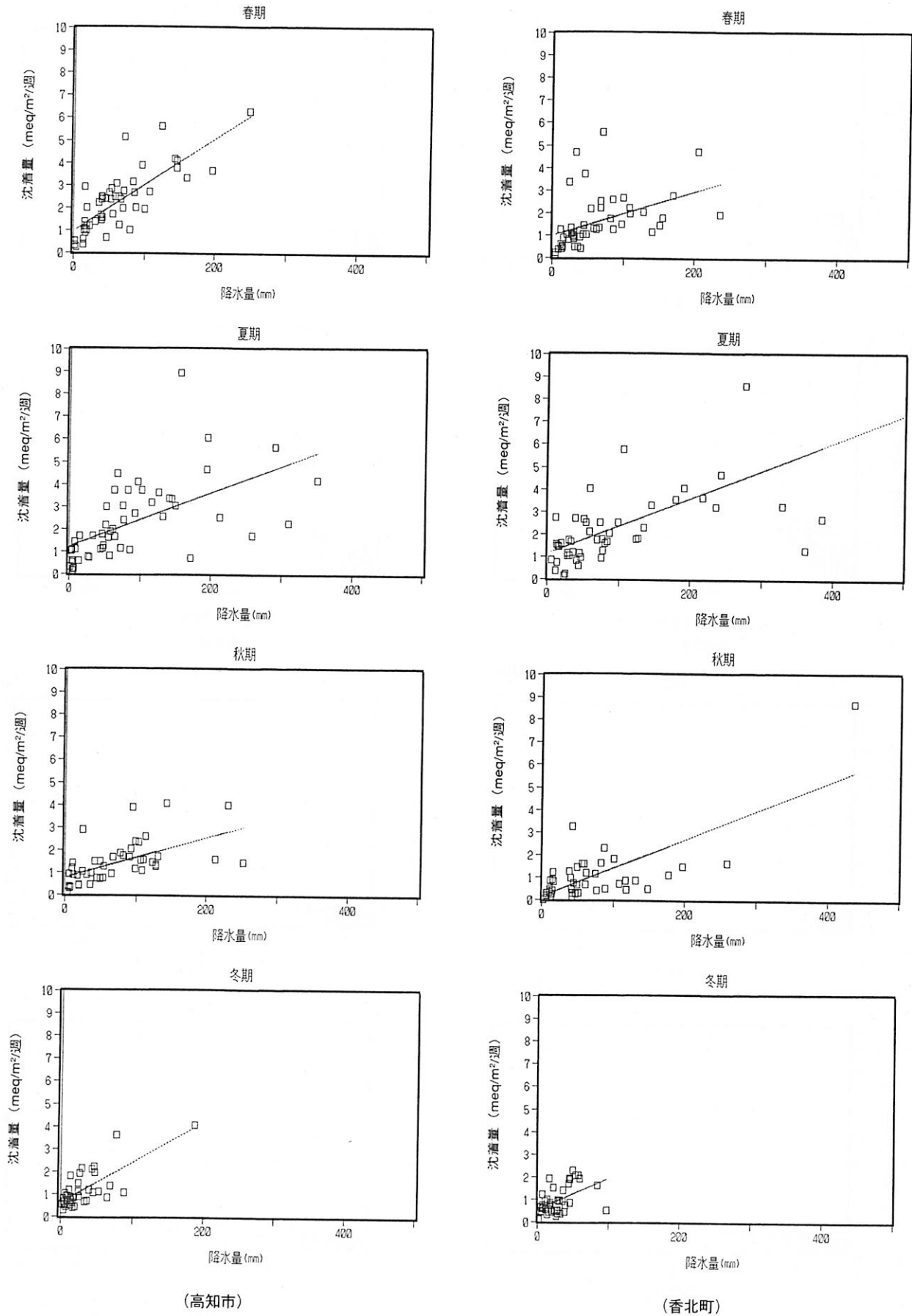
(香北町)

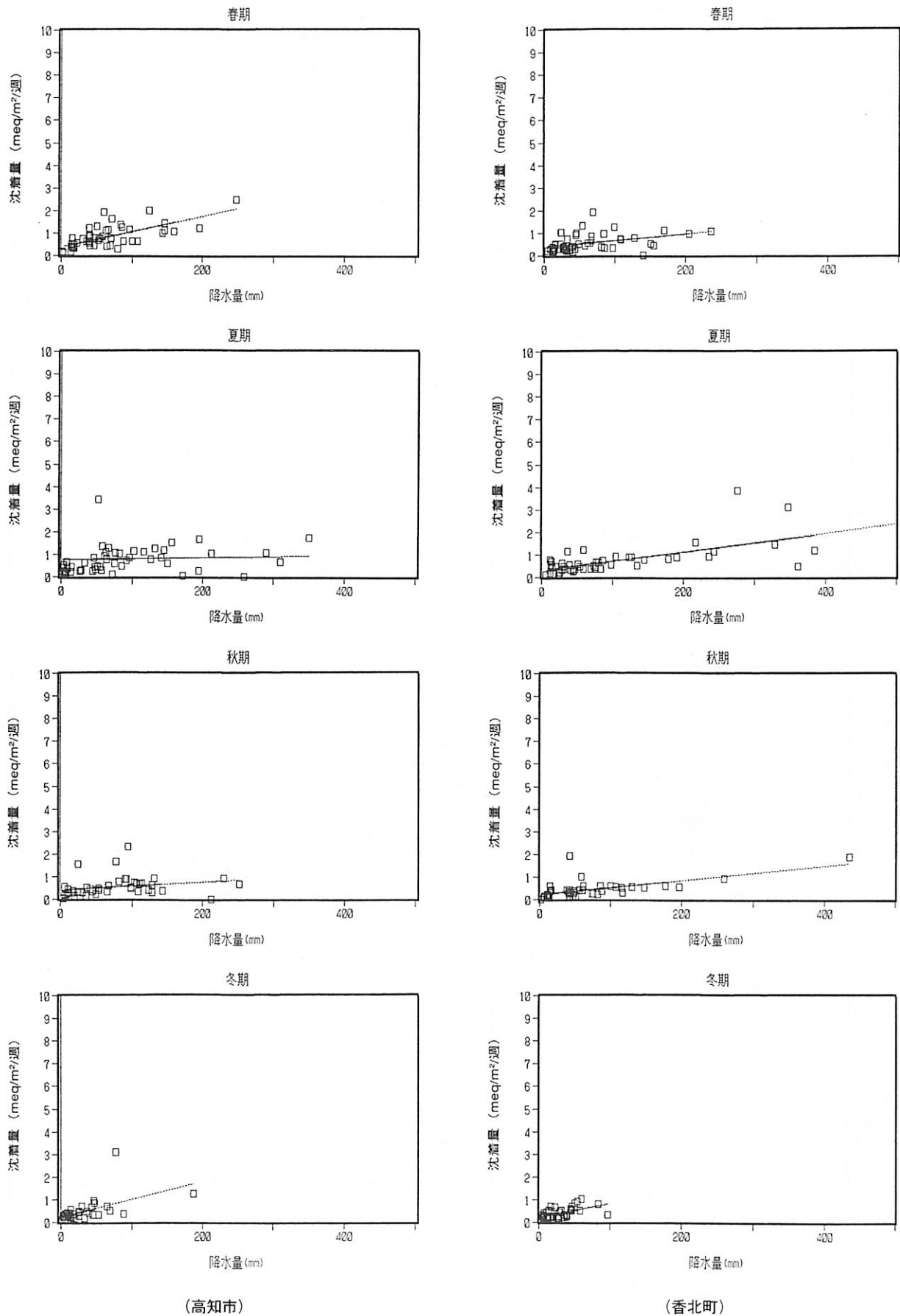
図7 風向別nssSO₄²⁻沈着量と降水量

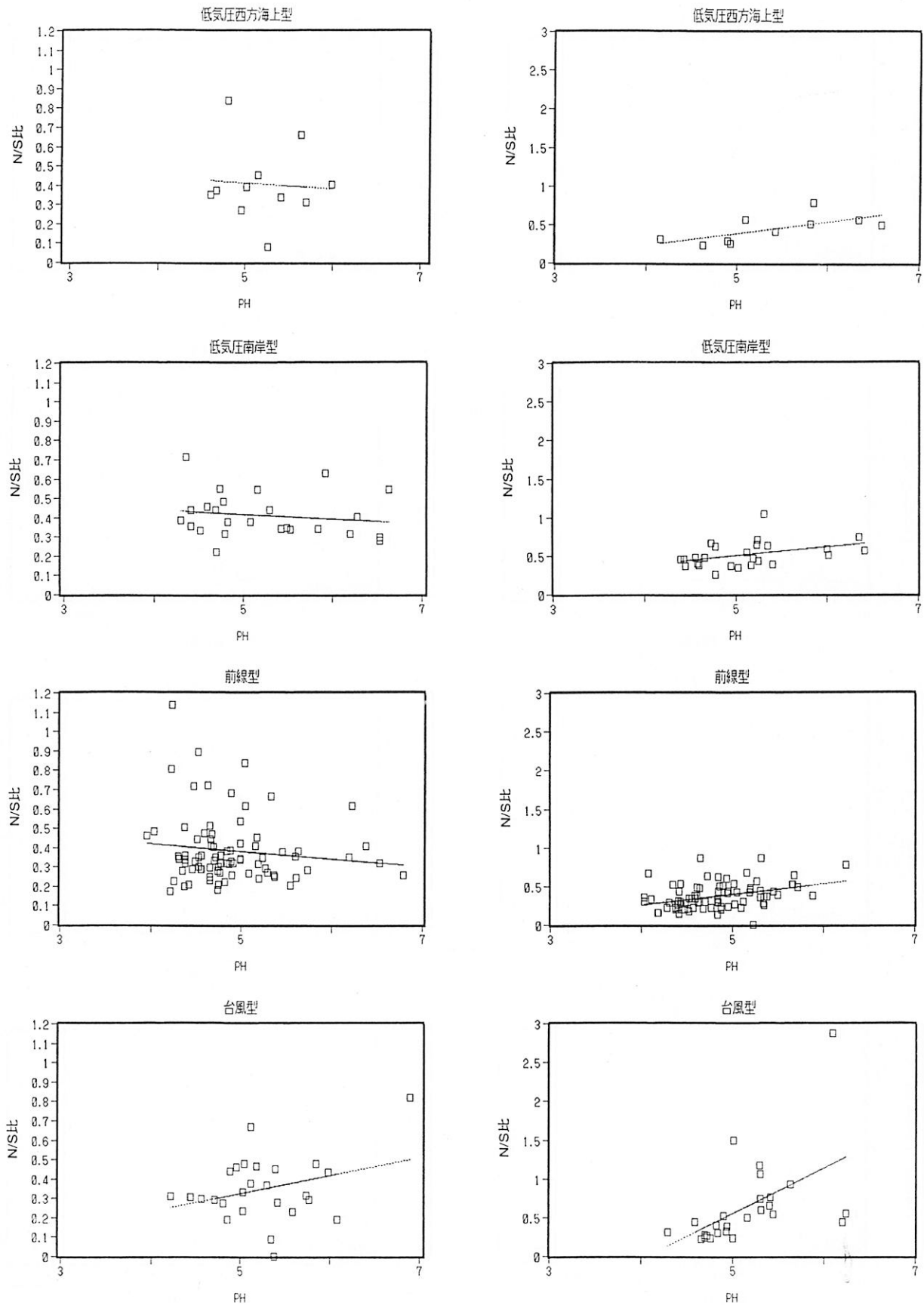
(高知市)

(香北町)

図8 風向別NO₃⁻沈着量と降水量

図9 季節別 nssSO_4^{2-} 沈着量と降水量

図10 季節別 NO_3^- 沈着量と降水量



(高知市)

(香北町)

図11 気象型別pHとN/S比の相関

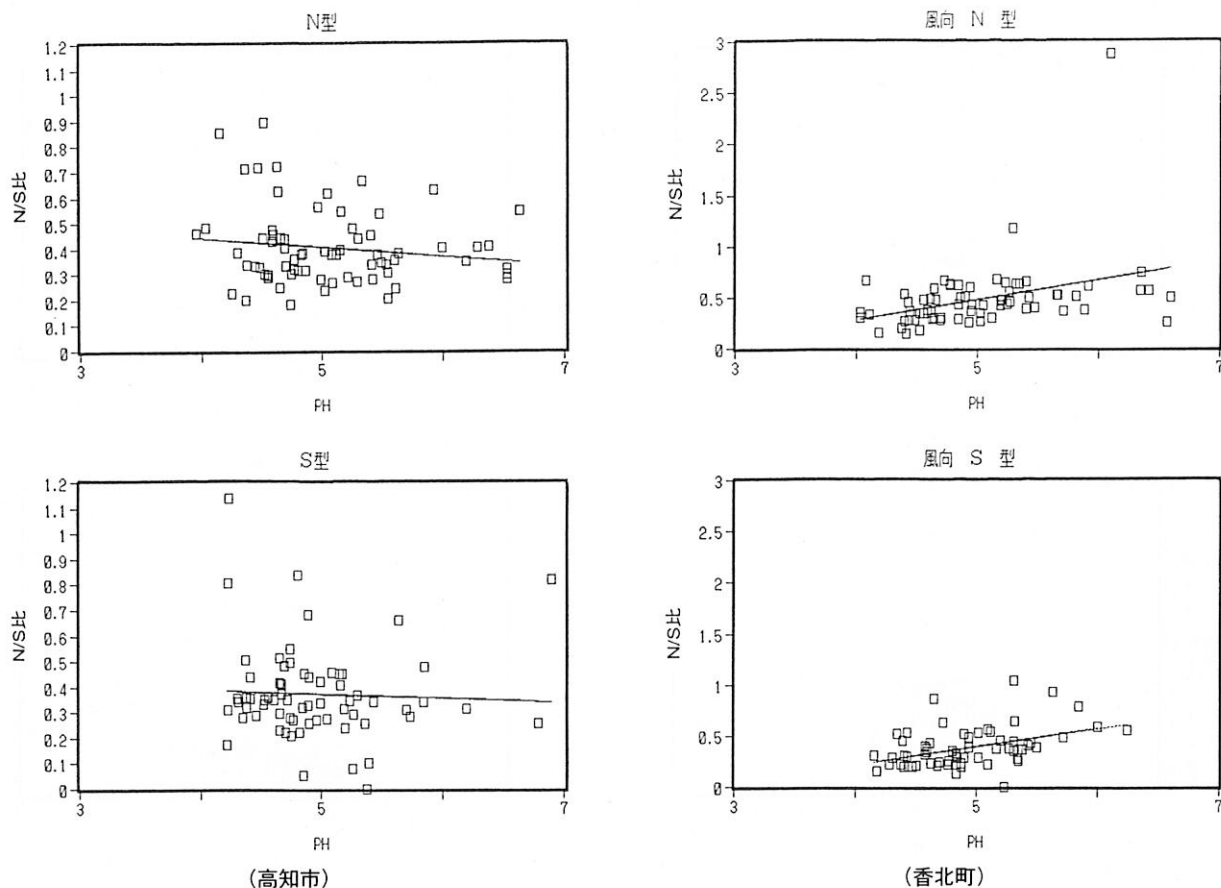


図12 風向別pHとN/S比の相関

c. 季節について

HSSO_4^{2-} は北陸以西の日本海側での調査結果とは異なり、冬期に特に回帰直線の傾きが大きい現象は認められなかった。従って、冬期に大陸方面からの長距離輸送の影響は小さいと考えられた。

NO_3^- は高知市において夏期に回帰直線の傾きが小さく、夏期以外の季節には北風の出現数が多く（表1参照）、b.と同様に市街地の影響が認められた。

表1 季節別の風向型出現数

		季節			
		春期	夏期	秋期	冬期
風向型	N型	24	6	15	26
	S型	17	32	8	9

3. 4. 低pHに關与する成分について

本県では従来主として単年度でpHとN/S比の關係について解析を行ってきた^{10), 11), 12)}。

図11～図13に高知市及び香北町の気象型別・風向別・季節別のpHとN/S比の關係を示す。高知市は香北町よりも酸成分濃度は高い（3. 2. の結果）にもかかわらずバラツキが大きく、pHとN/S比の關係に顕著な傾向が認められなかった。これは、高知市では中和成分濃度も高く、その關与が大きいと考えられた。一方、香北町はN/S比が小さいほど低pHの傾向が認められ、 HNO_3^- よりも $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ の影響が大きいことが認められた。これは、香北町のような清浄地域では中和成分も少なく、酸成分による汚染が強く反映するためと考えられた。

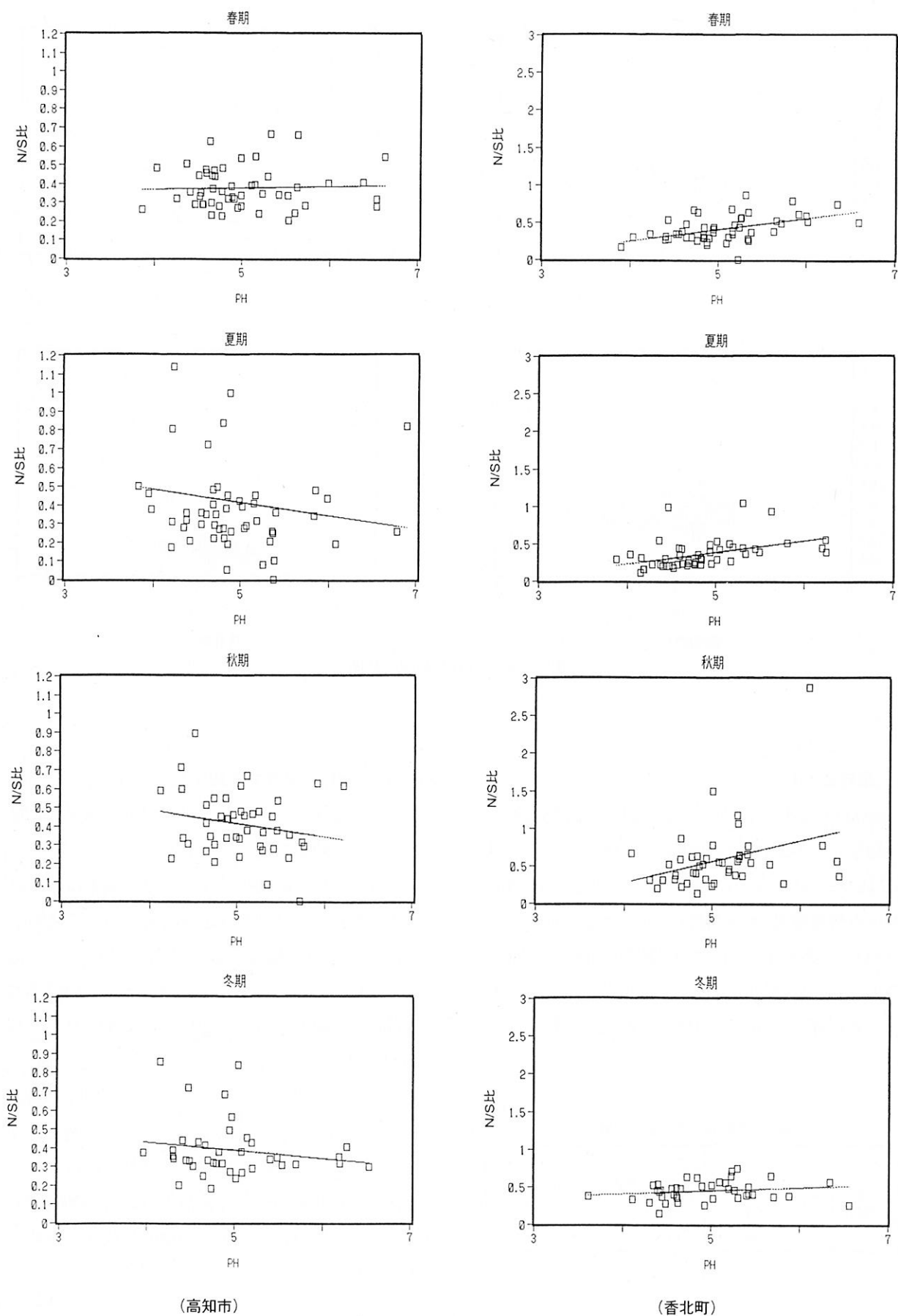


図13 季節別pHとN/S比の相関

3. 5. 酸性化に関与する成分について

3. 5. 1. 解析方法等について

3. 3. のような沈着量と降水量による解析では散布図のデータのバラツキが大きいことと、冬の降水量が少ないことから、カテゴリー間の差の判定が困難なことが多かった。そこで、降水量を用いず成分相互の関係を基礎にした解析を試みた。

この項では2. 5. に示した5成分について、気象型別・風向別・季節別に、主成分分析及び成分間の相関関係を用いて解析した。この際、低気圧西方海上型と低気圧南岸型を合わせて低気圧型とし、標本数を多くして解析を行った。

一般に濃度や沈着量を用いて主成分分析を行うと、第1主成分は多くの場合、総合的な汚染状況を意味するものとなる^{9), 16), 17), 18), 19), 20)}。これは用いたデータが降水量と強い相関関係を示す^{9), 13), 14)}ためであり、成分相互の関係を調べた

い場合には第1主成分は重要でないことが多い。

また、例えば NO_3^- の大気中濃度が特に大きい場合であっても、その時の降水量が多ければ、降水水中の NO_3^- 濃度はあまり増加しないという結果になることが考えられる。この場合、当量比であれば降水量に関係なく増加が表現されることが期待できる。そこで、今回は解析に用いた5成分の当量比（5成分の和=1）を用いて解析した。また、成分毎の分散の差が大きいので、各成分の重みを等しくするため、分散共分散行列ではなく相関行列を用いて主成分分析を行った。

図14に、この5成分について、アニオン・カチオン間のバランスを調べるための当量比の散布図を示した。アニオン・カチオンとも、ややバラツキは大きいものの、和が0.5のラインの上下に偏らずに分布したことから、この5成分で海塩以外のイオンとしてはほぼバランスがとれていると考えられた。

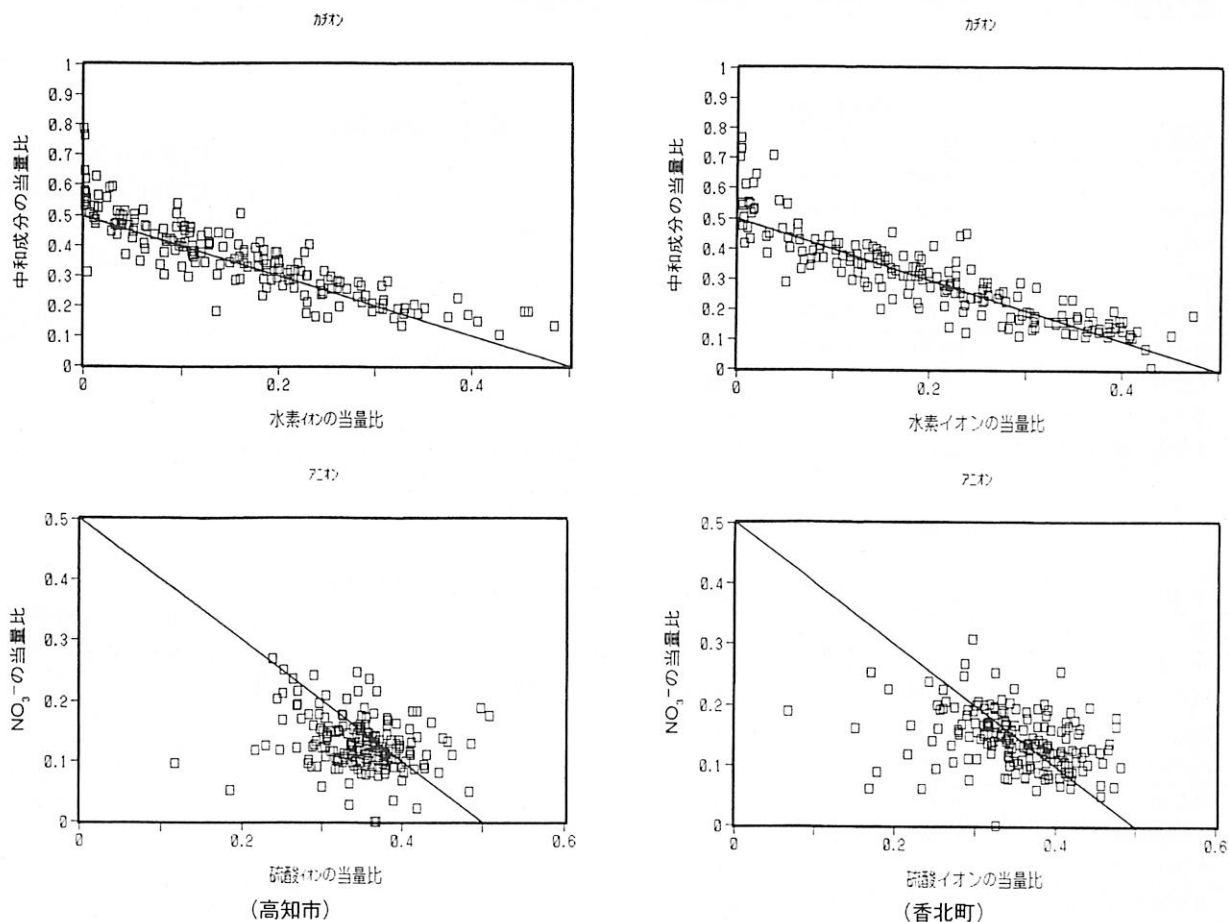


図14 イオン比の散布図

3. 5. 2. 解析結果

表2～表7に主成分分析結果を、表8～表10に気象型別・風向別・季節別の解析結果を示す。

主成分の解釈等については次のア．～ウ．に従った。

ア．主成分の解釈

NO_3^- と H^+ の、固有ベクトルの絶対値がともに大きく、 nssCa^{2+} の固有ベクトルの符号が逆で絶対値が大きい場合は、その主成分は NO_3^- による酸性化の傾向と nssCa^{2+} による中和の傾向を表すと解

釈した。このとき、 NO_3^- と H^+ との相関係数が正で有意であれば、酸性化には HNO_3 が関与すると推測された。

イ．中和成分について

ある酸成分と nssCa^{2+} の相関係数が負で有意な場合は、その酸成分に対する主な中和成分は nssCa^{2+} であると考えられた。

ウ．主成分Z2の解釈

寄与率が30%程度であっても、解釈が困難な場合には評価は行わなかった。

表2 気象型別の主成分分析結果（高知市）

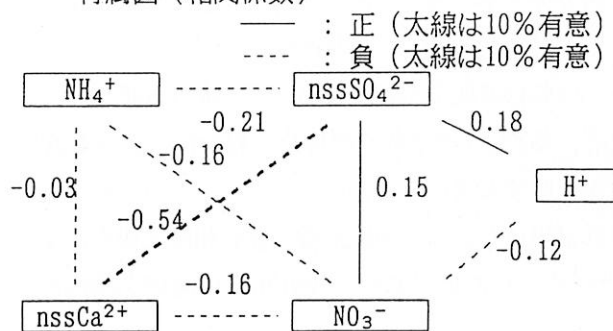
低気圧型				
標本数：36				
変数名	Z1	Z2	Z3	
H^+	0.8284	-0.4638	0.1486	
nssSO_4^{2-}	0.6577	0.3496	-0.2421	
NO_3^-	0.1942	0.8841	0.1343	
NH_4^+	-0.4619	-0.0231	-0.8694	
nssCa^{2+}	-0.8665	0.0324	0.4519	
固有値	2.1206	1.1205	1.0588	
累積固有値	2.1206	3.2411	4.2999	
寄与率（％）	42.412	22.410	21.177	
累積寄与率（％）	42.412	64.822	85.998	

前線型				
標本数：81				
変数名	Z1	Z2	Z3	
H^+	0.9548	0.0013	0.1547	
nssSO_4^{2-}	0.0328	0.8402	0.1491	
NO_3^-	0.2281	-0.6229	-0.6175	
NH_4^+	-0.5052	0.4827	-0.6402	
nssCa^{2+}	-0.7715	-0.4629	0.4344	
固有値	1.8151	1.5412	1.0261	
累積固有値	1.8151	3.3563	4.3824	
寄与率（％）	36.302	30.824	20.521	
累積寄与率（％）	36.302	67.126	87.648	

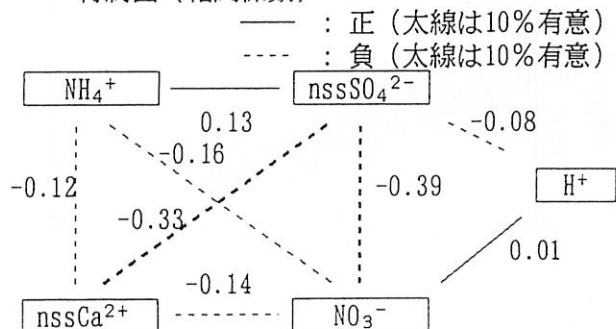
台風型				
標本数：26				
変数名	Z1	Z2	Z3	
H^+	0.2458	-0.8058	-0.5062	
nssSO_4^{2-}	0.3995	-0.4198	0.6326	
NO_3^-	0.2725	0.4705	-0.5762	
NH_4^+	-0.9783	0.1691	0.1013	
nssCa^{2+}	0.6792	0.5931	0.1882	
固有値	1.7128	1.4273	1.0342	
累積固有値	1.7128	3.1401	4.1743	
寄与率（％）	34.256	28.546	20.685	
累積寄与率（％）	34.256	62.802	83.487	

注：Z1～Z3は主成分，その下欄は固有ベクトルである。

付属図（相関係数）



付属図（相関係数）



付属図（相関係数）

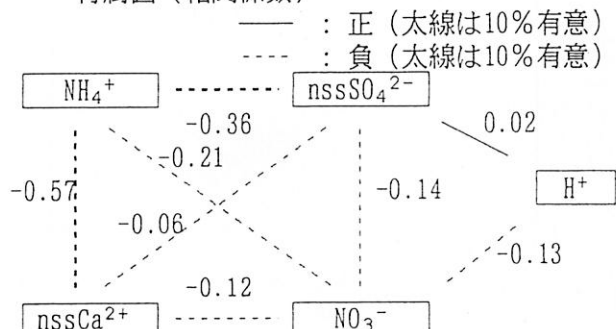


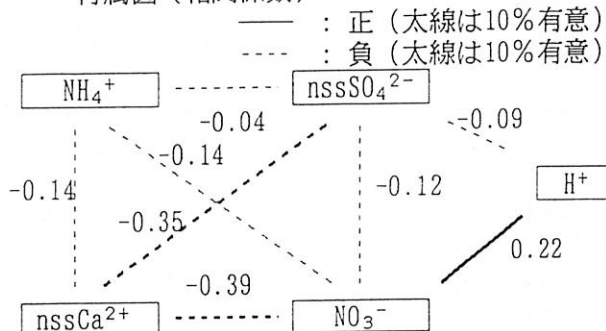
表3 風向別の主成分分析結果 (高知市)

N型			
標本数: 71			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	0.8663	0.2254	0.0959
nssSO ₄ ²⁻	0.1745	-0.7382	0.5744
NO ₃ ⁻	0.5758	0.2195	-0.4475
NH ₄ ⁺	-0.3081	-0.6352	-0.6797
nssCa ²⁺	-0.8727	0.4452	0.1547
固有値	1.9690	1.2455	1.0253
累積固有値	1.9690	3.2145	4.2399
寄与率 (%)	39.381	24.910	20.507
累積寄与率 (%)	39.381	64.291	84.797

S型			
標本数: 66			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8847	0.2379	0.2225
nssSO ₄ ²⁻	-0.5416	-0.3952	-0.5336
NO ₃ ⁻	0.1988	0.7294	0.3305
NH ₄ ⁺	0.5693	-0.7003	0.4259
nssCa ²⁺	0.6963	0.3593	-0.5749
固有値	1.9245	1.3642	0.9555
累積固有値	1.9245	3.2887	4.2442
寄与率 (%)	38.489	27.285	19.110
累積寄与率 (%)	38.489	65.774	84.884

注: Z1~Z3は主成分, その下欄は固有ベクトルである

付属図 (相関係数)



付属図 (相関係数)

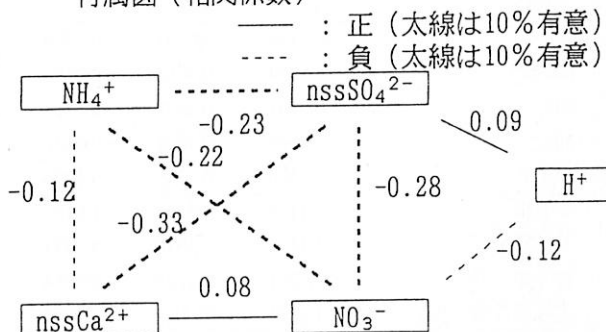
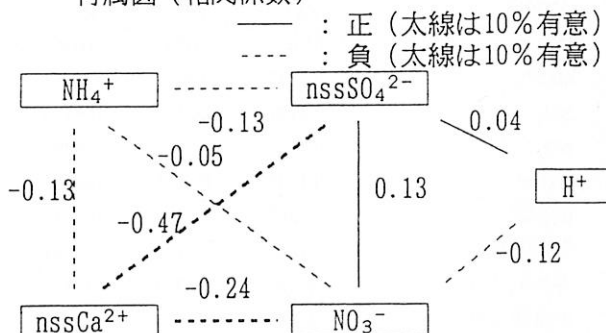


表4 季節別の主成分分析結果 (高知市)

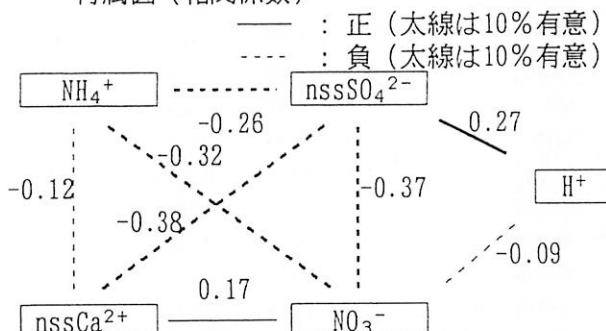
春期			
標本数: 51			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	0.7963	-0.5137	-0.2090
nssSO ₄ ²⁻	0.5754	0.3937	0.2256
NO ₃ ⁻	0.2259	0.6109	0.5410
NH ₄ ⁺	-0.2772	0.6145	-0.7355
nssCa ²⁺	-0.9124	-0.2355	0.3172
固有値	1.9255	1.2252	1.0289
累積固有値	1.9255	3.1506	4.1795
寄与率 (%)	38.510	24.503	20.577
累積寄与率 (%)	38.510	63.013	83.590

夏期			
標本数: 51			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8758	0.2789	0.2171
nssSO ₄ ²⁻	-0.6900	-0.2715	-0.4895
NO ₃ ⁻	0.2705	0.7761	0.3540
NH ₄ ⁺	0.4995	-0.7894	0.3466
nssCa ²⁺	0.7185	0.3358	-0.5796
固有値	2.0820	1.4898	0.8682
累積固有値	2.0820	3.5718	4.4399
寄与率 (%)	41.640	29.795	17.363
累積寄与率 (%)	41.640	71.436	88.799

付属図 (相関係数)



付属図 (相関係数)

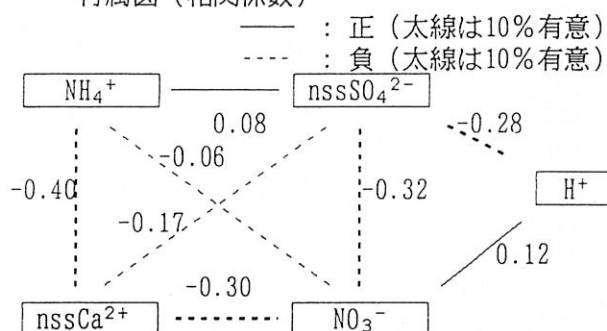


秋期

標本数: 45

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8352	0.1572	-0.4781
nssSO ₄ ²⁻	0.4058	-0.5482	-0.5372
NO ₃ ⁻	-0.6020	0.0864	0.5616
NH ₄ ⁺	0.0983	-0.8207	0.4536
nssCa ²⁺	0.7231	0.6728	0.1552
固有値	1.7571	1.4589	1.0625
累積固有値	1.7571	3.2160	4.2784
寄与率 (%)	35.141	29.178	21.250
累積寄与率 (%)	35.141	64.319	85.569

付属図 (相関係数)

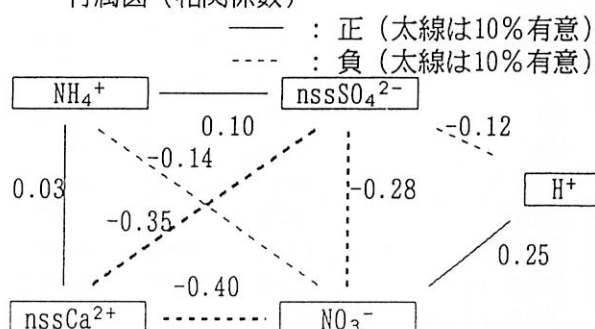


冬期

標本数: 39

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.9188	0.0197	0.2306
nssSO ₄ ²⁻	0.0374	-0.9088	0.2190
NO ₃ ⁻	-0.5731	0.2828	-0.6514
NH ₄ ⁺	0.5539	-0.3808	-0.6546
nssCa ²⁺	0.7960	0.5340	0.2424
固有値	2.1146	1.3364	1.0127
累積固有値	2.1146	3.4510	4.4637
寄与率 (%)	42.291	26.728	20.254
累積寄与率 (%)	42.291	69.019	89.273

付属図 (相関係数)



注: Z1~Z3は主成分, その下欄は固有ベクトルである。

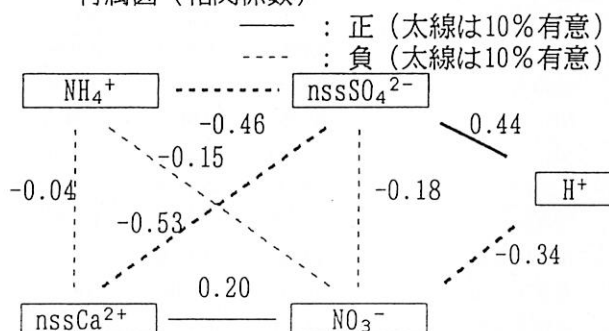
表5 気象型別の主成分分析結果 (香北町)

低気圧型

標本数: 35

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.9043	-0.0547	0.0302
nssSO ₄ ²⁻	-0.7717	0.2432	-0.0351
NO ₃ ⁻	0.3791	0.6567	0.6510
NH ₄ ⁺	0.4576	-0.8082	0.3252
nssCa ²⁺	0.8142	0.3182	-0.4855
固有値	2.4293	1.2479	0.7674
累積固有値	2.4293	3.6772	4.4447
寄与率 (%)	48.586	24.959	15.349
累積寄与率 (%)	48.586	73.545	88.893

付属図 (相関係数)

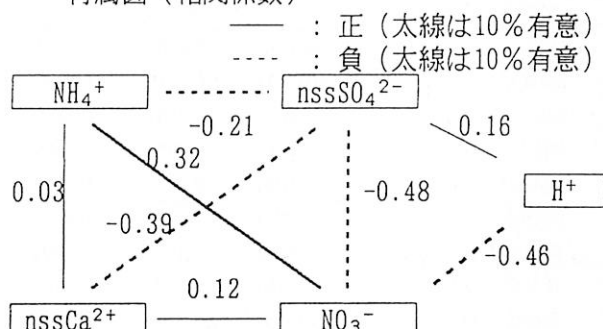


前線型

標本数: 80

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8750	0.1620	-0.4298
nssSO ₄ ²⁻	-0.6026	-0.0240	0.7072
NO ₃ ⁻	0.6797	0.4295	-0.3355
NH ₄ ⁺	0.6170	0.5389	0.4407
nssCa ²⁺	0.6709	-0.7410	0.0092
固有値	2.4215	1.0507	0.9916
累積固有値	2.4215	3.4723	4.4639
寄与率 (%)	48.430	21.015	19.833
累積寄与率 (%)	48.430	69.445	89.278

付属図 (相関係数)



台風型

標本数: 26

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8210	0.3580	0.2374
nssSO ₄ ²⁻	-0.8103	-0.2219	-0.1709
NO ₃ ⁻	0.6267	0.4157	0.5674
NH ₄ ⁺	0.6684	-0.7227	0.0887
nssCa ²⁺	0.6399	0.5260	-0.5602
固有値	2.5797	1.1491	0.7292
累積固有値	2.5797	3.7288	4.4580
寄与率 (%)	51.594	22.982	14.584
累積寄与率 (%)	51.594	74.577	89.161

注: Z1~Z3は主成分, その下欄は固有ベクトルである。

付属図 (相関係数)

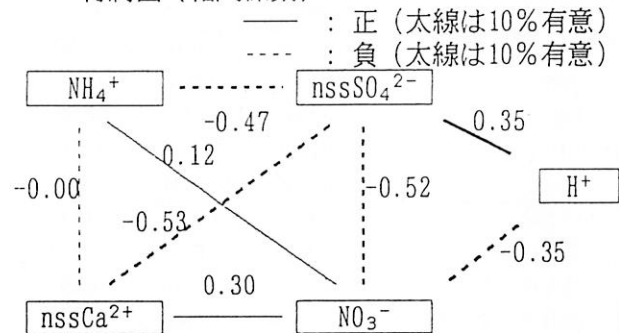


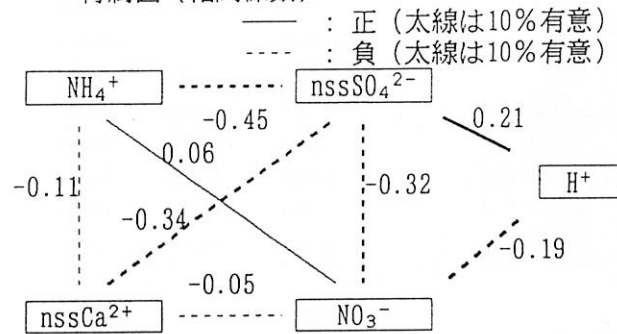
表6 風向別の主成分分析結果 (香北町)

N型

標本数: 69

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8426	0.3248	0.0818
nssSO ₄ ²⁻	-0.6988	-0.3909	-0.0663
NO ₃ ⁻	0.3459	0.4867	0.7531
NH ₄ ⁺	0.5458	0.5593	-0.5962
nssCa ²⁺	0.6953	-0.6804	0.1258
固有値	2.0994	1.2709	0.9494
累積固有値	2.0994	3.3703	4.3197
寄与率 (%)	41.988	25.418	18.989
累積寄与率 (%)	41.988	67.406	86.395

付属図 (相関係数)

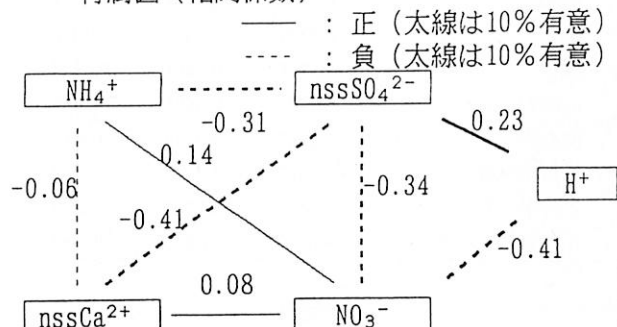


S型

標本数: 63

変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8782	0.0062	-0.3341
nssSO ₄ ²⁻	-0.6598	0.0567	0.3864
NO ₃ ⁻	0.5602	0.2187	-0.6756
NH ₄ ⁺	0.5630	0.7110	0.3753
nssCa ²⁺	0.6669	-0.7196	0.1930
固有値	2.2820	1.0745	0.8955
累積固有値	2.2820	3.3564	4.2519
寄与率 (%)	45.639	21.489	17.909
累積寄与率 (%)	45.639	67.128	85.038

付属図 (相関係数)



注: Z1~Z3は主成分, その下欄は固有ベクトルである。

表7 季節別の主成分分析結果（香北町）

春期			
標本数：50			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8988	-0.1816	-0.0246
nssSO ₄ ²⁻	-0.7370	0.3850	0.0934
NO ₃ ⁻	0.4958	0.5407	0.6540
NH ₄ ⁺	0.5271	-0.7673	0.2719
nssCa ²⁺	0.7636	0.3364	-0.5510
固有値	2.4578	1.1755	0.8146
累積固有値	2.4578	3.6333	4.4479
寄与率（%）	49.156	23.510	16.291
累積寄与率（%）	49.156	72.666	88.957

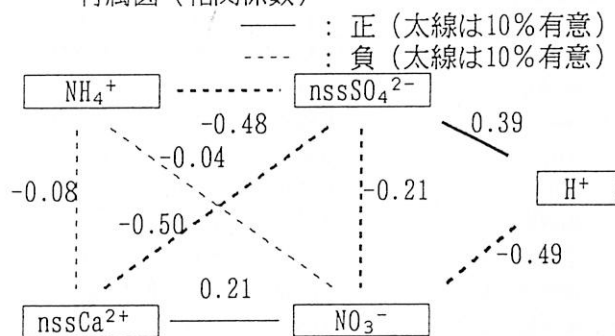
夏期			
標本数：50			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8931	0.2219	0.2321
nssSO ₄ ²⁻	-0.7023	-0.3526	-0.2185
NO ₃ ⁻	0.5888	0.3443	0.6144
NH ₄ ⁺	0.7724	0.2242	-0.5941
nssCa ²⁺	0.5572	-0.7634	0.2710
固有値	2.5446	0.9252	0.9056
累積固有値	2.5446	3.4698	4.3754
寄与率（%）	50.891	18.505	18.111
累積寄与率（%）	50.891	69.396	87.507

秋期			
標本数：45			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.8294	0.2738	0.3298
nssSO ₄ ²⁻	-0.7266	-0.3108	-0.4971
NO ₃ ⁻	0.2131	0.8485	0.2048
NH ₄ ⁺	0.6376	0.3861	-0.5948
nssCa ²⁺	0.7476	-0.5695	0.3316
固有値	2.2267	1.3649	0.8616
累積固有値	2.2267	3.5916	4.4532
寄与率（%）	44.535	27.298	17.232
累積寄与率（%）	44.535	71.832	89.064

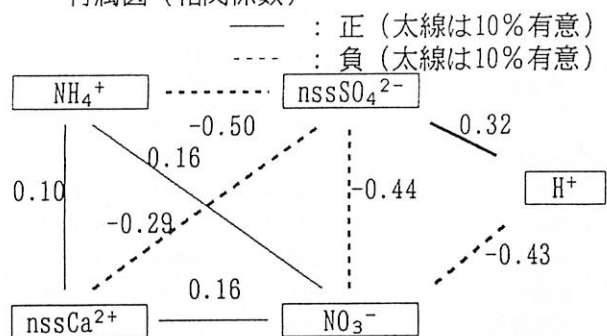
冬期			
標本数：41			
変数名	Z1	Z2	Z3
H ⁺	-0.9259	-0.0832	-0.3455
nssSO ₄ ²⁻	-0.3950	0.5416	0.6861
NO ₃ ⁻	0.4200	0.5969	-0.5488
NH ₄ ⁺	0.4899	0.7120	0.0628
nssCa ²⁺	0.7708	-0.6002	0.1957
固有値	2.0238	1.5237	0.9335
累積固有値	2.0238	3.5475	4.4810
寄与率（%）	40.475	30.474	18.670
累積寄与率（%）	40.475	70.949	89.619

注：Z1～Z3は主成分，その下欄は固有ベクトルである。

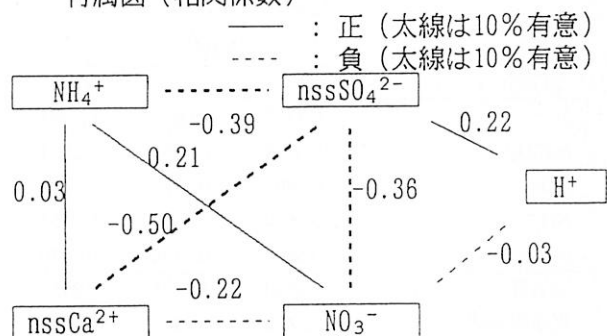
付属図（相関係数）



付属図（相関係数）



付属図（相関係数）



付属図（相関係数）

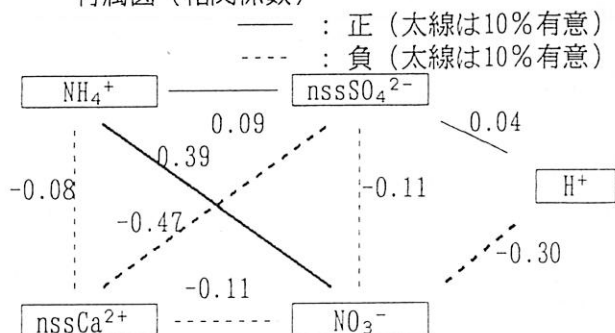


表8 気象型別の解析結果

		高知市	香北町
気象型	低気圧型	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: nssCa^{2+}	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: nssCa^{2+} 及び NH_4^+ (以下、2成分という)
	前線型	Z1: 中和成分による中和傾向。(Z1の固有ベクトルは中和成分が負で大きく、 H^+ が正で大きい。) Z2: 酸成分と中和成分の組み合わせ。 主な中和成分: nssCa^{2+}	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: 2成分
	台風型	Z1: NH_4^+ と nssCa^{2+} のバランス。 Z2: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: NH_4^+	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分
評価		前線型以外で nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向が見られた。	気象型にかかわらず H_2SO_4 による酸性化あるいはその中和という変動がみられた。 前線型以外で、酸性化には H_2SO_4 が関与することが推測された。
		高知市の前線型では nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向が見られなかったのは、比較的低層の大気からの降水であるため、中和成分の局地的な影響が大きいことが推測された。 また、香北町においても前線型以外で、酸性化に H_2SO_4 が関与することが推測され、高知県の比較的高層の大気では通常 nssSO_4^{2-} もしくは H_2SO_4 による汚染があることが推測された。	

表9 風向型別の解析結果

		高知市	香北町
風向型	N 型	Z1: NO_3^- による酸性化の傾向。 酸性化には HNO_3 が関与する。 主な中和成分: nssCa^{2+} Z2・Z3: 酸成分と中和成分の組み合わせ。	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分
	S 型	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: 2成分 H^+ と nssSO_4^{2-} は無相関であり、 H_2SO_4 が関与している可能性は小さいと考えられた。	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分
評価		香北町はN型、S型とも同様の結果であり、高知市はN型、S型で異なった。 高知市の測定地点は、市街地が北に大きく広がっている。このような比較的近距離に存在する発生源の影響が風向きによって現れた例 ⁴⁾ があり、風向N型の場合、酸性化に NO_3^- が寄与すること及び主な中和成分は nssCa^{2+} であることは、局地的な発生源の影響によるものと考えられた。	

表10 季節別の解析結果

		高知市	香北町
季節	春 期	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: nssCa^{2+}	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分
	夏 期	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 酸性化には H_2SO_4 が関与する。 主な中和成分: 2成分
	秋 期	Z1: NO_3^- による酸性化の傾向。 主な中和成分: nssCa^{2+}	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: 2成分
	冬 期	Z1: NO_3^- による酸性化の傾向。 主な中和成分: nssCa^{2+}	Z1: nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向。 主な中和成分: nssCa^{2+}
評価		秋期・冬期に NO_3^- による酸性化の傾向が見られた。これは北西の季節風と、地点の北側の市街地の影響によるものと考えられた。 中和の主体となる成分は夏期以外の季節では全て nssCa^{2+} であった。	全ての季節で nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向が見られた。
		NH_4^+ の中和寄与する程度は、高知市では夏期に、香北町では冬期以外に大きい。この現象は、この季節には比較的气温が高く、生物活動が盛んになることによるものと考えられた。	

表8から表10の解析結果において、高知市ではZ1にいろいろな性格づけがなされたが、香北町ではZ1は全て nssSO_4^{2-} による酸性化の傾向という結果であった。偏西風や季節風等、数千キロメートルのスケールで生じる大気の大循環によって広範囲に移動する大気の成分変化をよく表している地点は、局地的汚染の少ない香北町であると考えられる。従って、広範囲の大気については主に nssSO_4^{2-} が酸性化に関与していると推測された。

4. まとめ

- (1) 5年間の推移は次のとおりであった。
 - a. 沈着量は、酸成分・中和成分とも、平成2年度から平成4年度にかけての nssSO_4^{2-} 以外は、全国平均値よりも低めであった。
 - b. pHは、平成3年度以外は、全国平均値よりも高めであった。
 - c. N/S比は、平成6年度の香北町以外は、全国平均値よりも低めであった。
- (2) 中和関係の推移から、両地点は同質の大気の影響下にあり、高知市では市街地による局地的な汚染のあることが推測された。
- (3) 酸成分の沈着量から、冬期における大陸からの長距離輸送の影響は比較的小さいことが推測された。また、高知市の採取地点では北からの風により、酸成分が市街地から供給されと考えられた。
- (4) pHとN/S比による解析から、酸成分による汚染状況をよく反映する地点は香北町のような清浄地域であると考えられた。
- (5) 主成分分析の結果について
 - a. 広範囲の大気については、主に nssSO_4^{2-} が酸性化に関与すると考えられた。
 - b. 高知県上空の比較的高層の大気では、通常 nssSO_4^{2-} もしくは H_2SO_4 による汚染が存在することが推測された。
 - c. 気温の高い季節には生物活動による NH_4^+ が中和に寄与していると推測された。

参考文献

- 1) 全国公害研協議会 北海道・東北支部酸性雨調査部会：北海道・東北ブロック酸性雨合同調

- 査報告書（昭和62年度～平成3年度），1993
- 2) 全国公害研協議会 東海・近畿・北陸支部共同調査研究会：酸性雨共同調査報告書（平成元年度～平成5年度），1995
- 3) 関東地方公害対策推進本部 大気汚染部会：湿性大気汚染共同調査（1983年度～1991年度），1994
- 4) 山下栄次ら：第34回大気汚染学会講演要旨集，P.461，1993
- 5) 清水源治ら：全国公害研会誌，Vol.15（No.3）P.5-9，1990
- 6) 矢滝理恵ら：資源環境対策，Vol.30（No.3）P.38-44，1994
- 7) 小山功ら：東京都公害研究所年報，P.90-93，1985
- 8) 大浦宏照ら：大気汚染学会誌，Vol.29（No.3）P.151-160，1994
- 9) 全国公害研協議会 酸性雨調査研究部会：全国公害研会誌，Vol.20（No.2）P.2-74，1995
- 10) 岡林理恵ら：高知県公害防止センター所報第7号，P.37-41，1990
- 11) 岡林理恵ら：高知県公害防止センター所報第8号，P.29-34，1991
- 12) 岡林理恵ら：高知県公害防止センター所報第9号，P.35-39，1992
- 13) 酸性雨対策検討会 大気分科会：酸性雨対策調査報告書，1990
- 14) 山口幸祐ら：公害と対策，Vol.27（No.2）P.56-62，1991
- 15) 大阪管区气象台：解説資料第11号 府県内の気象特性（大雨・天気），1989
- 16) 林田博通ら：全国公害研会誌，Vol.16（No.2）P.9-17，1991
- 17) 森崎澄江ら：全国公害研会誌，Vol.15（No.4）P.2-9，1990
- 18) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：平成2年度大気汚染調査報告書（平成3年11月）
- 19) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：平成3年度大気汚染調査報告書（平成5年3月）
- 20) 全国公害研協議会 東海・近畿・北陸支部共同調査研究会：酸性雨共同調査研究報告書（平成元年度～平成5年度）（平成7年3月）

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A4用紙を用い1頁43行とし、1行は22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。

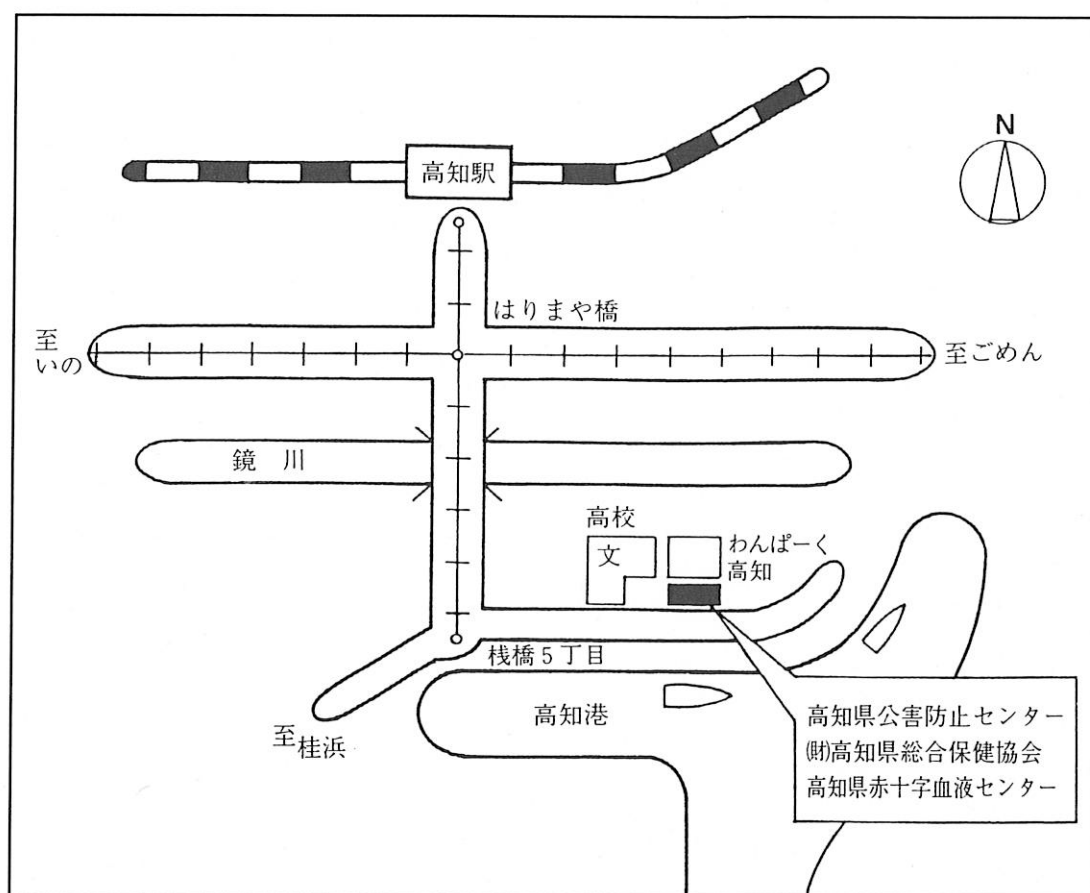
5. 文献

(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、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

第十一号

平成6年度

編集発行：高知県公害防止センター

〒780 高知市棧橋通6丁目7番43号

電話 0888-33-6688 (代)

FAX 0888-33-8311

印刷所：県立身障リハビリセンター授産部

〒781-03 吾川郡春野町内ノ谷1-1

電話 0888-42-1793

FAX 0888-42-1793

