

環境研資料

No. 136

ISSN 0918-5720

# 横浜市環境科学研究所報

第 23 号

ANNUAL REPORT OF  
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE  
RESEARCH INSTITUTE  
No.23

1999年3月

横浜市環境科学研究所  
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE



## は し が き

横浜市では、平成8年9月制定した「横浜市環境管理計画」に沿って、人と自然が共生するうるおいとやすらぎのある快適な環境の創造を目指して、環境保全行政に取り組んでいます。これまで、環境科学研究所では、多様な行政ニーズに対応しながら、環境保全行政の推進にあたって、その裏付けとなる科学的な知見を提供する役割を担うとともに、施策提案型の研究も行ってきました。

経済の高度成長期におけるかつての産業型公害に対し、積極的な環境対策により大幅な改善を図ってきたが、自動車公害や近隣騒音などの都市・生活型公害をはじめ改善を進めなければならない重要な課題に直面しております。さらに、炭酸ガス等による温暖化や酸性雨など地球環境問題や、ダイオキシン及び多種多様な化学物質による環境汚染についても積極的な取り組みが求められています。

また、環境問題も市民の関心の高まりにつれ従来の規制・抑制型から、工場等の参加による自主規制の方向が重要になりつつあります。

当研究所としても、地方自治体の環境分野における総合的な調査研究機関としての役割を十分認識し、今後も多様化・複雑化する環境問題に対応した調査研究を行えるよう体制を整えてきました。

今回発行する所報第23号は、平成9年度の調査研究を中心にまとめたものです。今後もより一層充実したものにしたいと考えておりますので、皆様方の高評とご叱正を賜りたいと存じます。

平成11年3月

横浜市環境科学研究所長

吉 田 作 治

## 目 次

<b>I 業務報告編</b>	
<b>大気部門</b> .....	1
<b>騒音・振動部門</b> .....	1
<b>水質部門</b> .....	2
<b>地盤沈下部門</b> .....	2
<b>社会科学部門</b> .....	2
<b>環境セミナー</b> .....	3
<b>II 調査研究編</b>	
<b>報 文</b>	
<b>大気部門</b>	
横浜市域における地表温度予測モデル（その2） － 1995年～1997年の解析結果－ .....	4
<b>水質部門</b>	
横浜市内河川における農薬汚染の特徴 .....	9
横浜市内の水田排水中の農薬調査（第3報） .....	16
横浜市内河川における河床堆積物の性状調査（第2報）－帷子川水系－ .....	26
横浜市内河川における河床堆積物の性状調査（第3報）－大岡川水系－ .....	32
<b>短 報</b>	
<b>大気部門</b>	
横浜市における酸性雨モニタリング調査 －東アジア酸性雨モニタリングネットワークによる手法からみた検討－ .....	37
<b>水質部門</b>	
降雨に伴うゴルフ場からの農薬の流出 .....	43
横浜市内河川の魚類における寄生虫の感染状況 .....	46
<b>III 資料編</b>	
人員及び組織 .....	51
主要機器一覧表 .....	51
予算額（平成9, 10年度） .....	53
学会等研究発表 .....	55
雑誌等投稿 .....	56
環境科学研究所発行資料目録 .....	58
横浜市環境科学研究所報作成および執筆要領 .....	62

環境科学研究所では、環境・公害行政を科学的に推進するために、大気・騒音・水質・地盤沈下・社会科学の各部門において主に

- (1) 行政検体の分析・検査業務
- (2) 自動測定機の性能検査業務
- (3) 公害・環境問題の調査研究業務
- (4) 環境セミナー等の市民啓発業務

等を行っています。

## I 大気環境に関する試験検査及び調査研究

大気部門では、大気汚染の実態・原因解明などの各種調査研究をすすめています。また、公害対策部による工場・事業場への立入検査や苦情処理に伴う検体について、試験検査を行うほか、大気汚染物質の常時監視測定への高い信頼性を確保するための各種自動測定機の性能検査を実施しています。

### 1. 試験検査業務

平成9年度に実施した各項目毎の検体数及び延べ項目数は表1のとおりです。また、窒素酸化物自動測定機やオゾン自動測定機など39台の検査を実施しました(表2)。

検体項目	検体数	項目数
(1)重油中の硫黄分	137	137
(2)重金属類	0	0
(3)有害物質	15	15
(4)悪臭	83	83
(5)炭化水素類	61	257
(6)アスベスト等その他	136	568
合計	432	1,060

#### (1)重油中の硫黄分

市内の工場立入検査時に採取した燃料重油中の硫黄分を分析しました。重油中の硫黄分の分析は、JIS-K-2541に基づく蛍光X線法で行いました。

#### (2)重金属類

一般環境及び道路沿道で浮遊じんを採取し、水銀の測定を行いました。

#### (3)有害物質

神奈川県公害防止条例に規定される有害物質や未規制有害物質について分析を実施しているほか、工場から排出されるアルデヒド類や多環芳香族炭化水素類等の調査を行いました。

#### (4)悪臭

廃棄物処理場、製造工場、食品工場等から排出される悪臭を測定しました。

#### (5)炭化水素類

各種化学工場、塗装工場から排出される炭化水素類の測定を行いました。

#### (6)アスベスト等その他

環境中のアスベスト濃度測定や水道原水等に含まれるアスベストの同定等を行いました。さらに、規定の項目に分類できないもの、例えば、ばいじん、硫酸イオンの分析、苦情による試料をその他としてまとめました。

自動測定機	検査台数
窒素酸化物計	14台
一酸化炭素計	1台
オゾン計	23台
浮遊粉塵計	0台
オキシダント計	3台
オゾン発生器	4台
硫酸酸化物計	5台
合計	49台

### 2. 大気に関する公害・環境問題の調査研究業務

#### (1)地球規模の大気汚染に関する研究

フロン等によるオゾン層の破壊、炭酸ガス濃度の増加等による地球温暖化、酸性雨による森林の破壊等地球規模での環境問題について、調査研究を進めています。

- ①酸性雨調査
- ②フロンの環境濃度調査
- ③広域的熱汚染に関する研究

#### (2)大気中の化学物質に関する研究

発癌性をはじめ人の健康に影響を及ぼす恐れのある物質、ならびに除草剤等の散布による大気中の残存農薬などの、環境濃度の実態把握や分析法の検討を進めています。

#### (3)粒子状物質に係わる環境モデルに関する研究

浮遊粒子状物質に係る環境濃度は、固定発生源、移動発生源から排出されるばいじんのほか、土壌粒子・海塩粒子・二次生成粒子等多岐にわたる発生源により構成されます。そこで、これらの発生源が環境濃度に与える影響を推定し、環境濃度改善の手法を検討する基礎的研究をしています。

#### (4)測定・分析に関する研究

環境汚染の状況を適切に把握するために、現在、自動測定機や簡易測定法により環境濃度等の把握をしています。これら測定方法にはいくつかの課題が残されています。このような測定法上の問題点の解決を図りかつ新たな測定法の開発を目指して研究をしています。

## II 騒音・振動に関する調査研究

騒音・振動に関する実態を調査し、評価方法・対策等の研究をしています。

### (1)騒音の能動制御に関する基礎的研究



騒音の能動制御技術の実用化の可能性や適用範囲についての研究を進めています。

## (2)都市空間における音環境に関する研究

本市域の地域特性を考慮し、地域ごとに持っている音環境の特色や住民の受け方について、商業地域として特色を持つ地区でアンケートなどにより調査し、研究を行いました。

## (3)自然環境音に関する研究

都市部の緑地で聞こえる自然音について、自然音が人間に与える心理的効果を把握するため、心理実験手法の検討をしています。

## III 水環境における試験検査及び調査研究

水質部門では、公害対策部が行う工場・事業場に対する立入検査の際に採取した工場排水等の行政検体、市内公共用水域の環境調査に伴う検体、及び苦情に基づく検体などの分析のほか、水質汚濁の実態、原因解明などのさまざまな調査研究を行っています。

### 1. 検査業務

平成9年度に実施した検体項目の検体数及び項目数は次のとおりです。

検体項目	検体数	項目数
(1)工場立入り調査	1,534	3,990
(2)環境調査	550	798
(3)除害施設の管理	108	504
(4)苦情など	82	275
合計	2,274	5,567

#### (1)工場立入り調査

平成9年度には、市内の事業場を対象に定期立入調査が行われ、これらの工場・事業場の排水などについて、懸濁物質(SS)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、シアン、カドミウムや水銀などの有害金属イオン、フェノールなどの30項目について検体の分析を行いました。

#### (2)環境調査

平成9年度の環境調査としては、公共用水域測定計画による水質調査のクロスチェック、中小河川水質調査、二河川協議会の調査、地下水汚染調査、土壌汚染要綱に基づく調査などの検体について分析を行いました。

#### (3)除害施設の管理

法令に基づき除害施設の排水管理のため、処理水等を毎月採取し、COD、重金属イオンなど31項目について分析を行いました。

#### (4)苦情など

河川における魚の浮上事故の原因調査等に必要の水質分析、魚の検査等を行いました。

### 2. 水質汚濁に関する調査研究業務

#### (1)富栄養化に関する研究

東京湾の富栄養化の状況を把握するため、人工衛星データによる水質解析手法の検討等を行っています。

#### (2)排水の処理技術の研究

用排水の有効利用を図るため、その改善方法について調査しています。

#### (3)河川等の水質浄化に関する研究

水生植物を用いた河川・池沼等の水質浄化の成果をもとに中高濃度窒素含有排水の浄化実験を行いました。また、河川における汚濁物質の変動特性を検討するために大岡川上流において水質、沈降物、堆積物付着藻類等を調査しています。

#### (4)水域の未規制化学物質に関する調査研究

農薬、陰イオン界面活性剤などの未規制化学物質による汚染実態調査をしています。

#### (5)横浜港の自浄機能に関する研究

横浜港港奥部における生物生産量の調査及び底質直上部の現況調査を行っています。

#### (6)地下水汚染物質に関する研究

トリクロロエチレンなどの地下水汚染物質の土壤中での消長、分解生成物などの調査及び有機塩素化合物による地下水汚染のモニタリング調査等を行っています。

## IV 地盤環境に関する調査研究

地盤沈下部門では、横浜市の地盤構造、帯水層の分布及び地下水の涵養状況を調査し、地盤沈下防止対策のための資料を得るとともに、地盤に関する諸情報を取りまとめた「地盤環境図」を作成するための資料の収集を行いました。

#### (1)地盤環境に関する調査研究

層別沈下特性調査や地質・土質調査等の地盤環境調査及び、地下水帯水層構造調査等の地下水環境調査を行いました。

## V エコアアップ推進に関する調査研究

自然と共生した街づくりを実現するために政策科学という視点から計画論、環境デザイン等についての基礎研究をしています。

#### (1)エコシティーに関する研究

自然共生型エコライフ・エコシティ実現のための政策について、学識経験者による研究（「エコライフ・エコシティ研究会」）を組織して学際的な討議を行うとともに、エコシティ形成のための新しい環境デザイン（ネイチャーデザイン）手法についての研究をしています。

## (2)エコアップ技術指導及び環境調査

緑政局、市内小中学校等の環境整備事業においてトンボ、メダカ等を指標としたエコアップ（環境のエコロジカルな改善）の技術指導をしています。（こども自然公園他）

また、トンボ環境、トンボ相の現地調査を週1回～月1回本牧市民公園トンボ池、および他の池について実施しています。「横浜にとんぼを育てる会」の協力を得て、本牧市民公園トンボ池の自然環境管理を実施しています。

## (3)自然環境の回復と生態系に関する研究

水辺環境の主体である生態系を保全創造するため、市内の池の分布状況、ため池や公園池等における水生生物の生息状況を調査しています。

## VI 環境セミナー

昭和52年度から「明日の都市環境を考える」を統一テーマに、環境・公害問題を市民とともに考えていく場として、環境セミナー（平成元年度までは公害セミナー）を開催しています。

これまで、一般市民を対象とした講演や研究発表を行ってきました。昭和61年度からは、「調べてみよう身近な環境—水、みどり、まち…—」というテーマで、小・中学生、高校生から作品を募集し、平成元年度からは更に一般市民の作品も募集して、選定した応募作品の発表を中心に開催しています。

平成9年度は1月24日(土)に横浜市開港記念会館で開催し、参加者は287名でした。

## 横浜市域における地表温度予測モデル（その2）

—1995年～1997年の解析結果—

佐俣満夫（横浜市環境科学研究所）

The model for estimating ground surface  
temperature in Yokohama area(Part.2)

The results of years from 1995 to 1997

Mitsuo Samata(Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：人工衛星データ、ヒートアイランド、地表温度、植生

## 要旨

都市でのヒートアイランド現象の推定のため既報<sup>2)</sup>で構築した地表温度予測モデルを用いて1995年から1997年までの3ヶ年間について、植生の減少に伴う横浜市域での地表温度の上昇予測を行った。その結果、横浜市内の現状の植生域（森林、田、畑、公園など）が将来全て市街域（宅地、工場など）に変わった場合、横浜市全域の年平均地表温度は0.1～0.3℃程度上昇するものと推測された。また市内全域が市街化された場合の夏の正午前後の地表温度は現状より4℃以上上昇するものと推測されたが、年間の地表温度の変化はその年の気象条件に大きく影響されることがわかった。

## 1. はじめに

横浜市域のヒートアイランド現象を推定するに当たり、気温の変化とともに地表温度の変化を把握することは重要である。地表温度は夏の日中にはビルディングの屋上や道路などの表面で約50℃にも達するが、林などの樹木の表面では35℃を超えることはない<sup>1)</sup>。したがって地表温度の推定には地上の植生の繁茂状況が重要な因子となる。そこで当研究所ではヒートアイランド現象の解明の一環として、ランドサット衛星データによる植生減少に伴う地表温度上昇予測モデルを構築した<sup>2)</sup>。このモデルを用いて1995年2月～1998年1月（これを解析期間という）の3ヶ年間の地表温度の上昇予測を行った。なお、1年間の解析期間は解析の都合上、その年の2月から翌年の1月までとした。

## 2. 解析モデルの概要

解析モデルの詳細は既に既報<sup>2)</sup>に掲載されているので、ここではその概要のみを述べる。地表温度上昇予測モデルは森林や田、畑などの植生域の表面温度と住宅、道路などの市街域の表面温度との温度差を利用して将来横浜市内の植生域が市街域に変わった場合（これを植生減少率（%）という）での横浜市全域における年間平均地表温度の上昇を予測するものである。解析には対象エリアの季節別の植生や住宅などの被覆分布を必要とするが、これらは人工衛星データ（ランドサット衛星）により得られる<sup>3)</sup>。温度情報としては月1回24時間観測した晴天

日での宅地と林の表面温度を用いた。地表温度は雲量により著しく影響されることから、解析モデル中での温度情報を雲量によって補正した。解析結果は240X240mメッシュの分画領域の毎時の地表温度として計算され、これを横浜市全域について1年間分を平均したものとして得られる。これを1995年～1997年の3ヶ年間行った。

## 3. 神奈川県内の気温概況

ここでは、地表温度と密接な関係をもつ神奈川県内の気温の概況を解析期間について述べる。1995年の気温概況は1～2月は平年よりやや高く、3月には平年並みとなり、4～5月には再び平年よりやや高めとなった。6月には-2.1℃ほど平年より低くなったが、7～8月は1.1～2.1℃ほど高くなり暑い夏となった。秋も平年よりかなり高く（+1.8℃）になったが、冬は平年並みであった。年平均気温は15.8℃で平年よりやや高くなった（平年比+0.6℃）<sup>4)</sup>。

1996年の気温概況は、1月は平年よりやや高く、2～3月は平年並み、4～5月は平年よりかなり低めとなり、7月は中旬にかなり高温の日が続いたが、前半と後半は低めの日が多かった。8月は平年よりやや低めとなり、秋は平年よりやや高めとなった。年平均気温は15.4℃で平年よりやや高くなった（平年比+0.2℃）<sup>5)</sup>。

1997年の気温概況は、1～4月まで高温で推移し、梅雨時から夏には低温の日が多かった。秋には前線の影響を受け低温の日もあったが、秋の中頃から冬にかけて高めに推移した。年平均気温は16.2℃で平年よりかなり高く



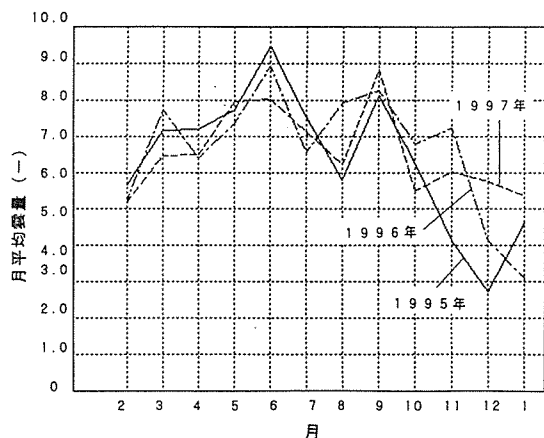
表一 1 ランドサット衛星データから得られた  
横浜市の市街域と植生域の割合

解析期間	ランドサット衛星 観測日	市街域 NVI<0(%)	植生域 NVI>0(%)
1995年	1994年4月11日(春)	27	73
	1995年7月30日(夏)	39	61
	1995年11月3日(秋)	33	67
	1993年1月29日(冬)	70	30
1996年	1996年4月27日(春)	52	48
	1995年7月30日(夏)	39	61
	1996年11月21日(秋)	54	46
	1996年2月7日(冬)	71	29
1997年	1997年4月14日(春)	52	48
	1997年7月3日(夏)	25	75
	1996年11月21日(秋)	54	46
	1997年2月25日(冬)	86	14

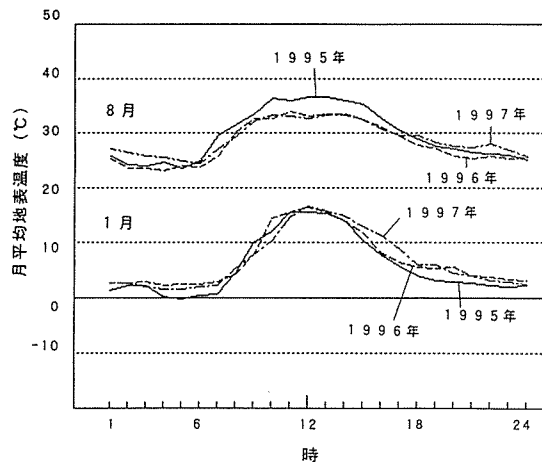
なった(平年比+1.0℃)<sup>6)</sup>。

#### 4. 植生指標(NVI)の分類による市街域と植生域の特徴

ランドサット衛星データのバンド3と4から計算される植生指標(NVI)を用いると、植生の繁茂状況による横浜市内の被覆分類が得られる<sup>3)</sup>。NVI<0の地域は宅地、工場などの市街域であり、NVI>0の地域は森林、田、畑、公園などの植生域である。解析期間の季節別の横浜市内の市街域と植生域の割合(%)を表一1に示す。なお、その年にランドサット衛星データの得られていない場合は、最も近い年の同じ季節のデータを用いた。これより、夏期の植生域は概ね70%前後であり、冬期の植生域は20%程



図一2 平均雲量の月別変化



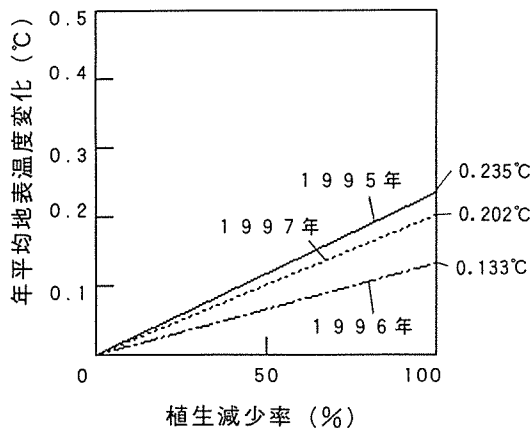
図一1 1月(冬期)と8月(夏期)の月平均  
地表温度の日変化

度に減少するが、これは冬になると落葉などのため外見上緑が消失するためである。したがって緑の最も繁茂する夏期のデータより推定すると純粋な市街域は30%程度と考えられる。また春と秋の各年での植生域の割合が大きく異なるのは、葉の芽吹きや落葉の時期やその程度がその年の気温の変化やグローバルな気象変動に大きく左右されるためと考えられる。横浜市内では開発等により徐々に植生域は消失しているものと思われるが、3ヶ年のデータからではそれを確定することは難しく、さらに長期的な観測が必要と考えられた。なお、ランドサット衛星データの使用に当たり一部宇宙開発事業団による研究用の提供を受けたことを記す。

#### 5. 解析結果

##### 5.1 夏期及び冬期の月平均地表温度の日変化

8月(夏期)と1月(冬期)の解析期間での月平均地表温度の日変化を図一1に示す。8月の月平均地表温度の日変化は25~35℃程度に分布しており、1日の温度差は10℃前後である。1月の月平均地表温度の日変化は0~15℃前



図一3 植生減少にともなう横浜市全域の年  
平均地表温度の上昇予測

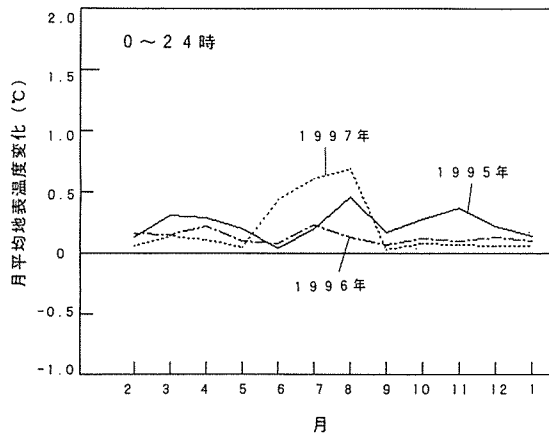


図-4 24時間での平均地表温度の月別変化予測 (GD=100%)

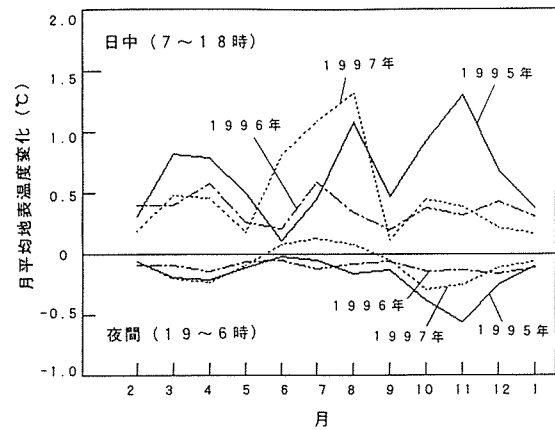


図-5 日中及び夜間での平均地表温度の月別変化予測 (GD=100%)

後に分布しており、温度差は15℃程度であり、夏期より冬期の方が地表温度の温度差は大きい。観測3年間の間の1月の日変化の変動はほとんど認められないが、夏期では1995年の8月の地表温度が日中で他の年より高くなっている。これは3. で述べたようにその年の夏が特に猛暑であったことと、図-2に示すように8月の月平均雲量が少なく晴天が多かったこととの相乗作用によるものと考えられる。春と秋は8月と1月の間に分布するが、月平均地表温度の日変化による温度差は10~20℃とその年の気象変動などの影響により大きく変わる。

### 5. 2 植生減少に伴う地表温度上昇の予測

現状の植生の繁茂状況を植生減少率0%とし、横浜市全域が市街域に変わった場合を植生減少率100%とする。即ち植生減少率GDとは現状の植生域が将来市街域に変わった割合として定義する。植生減少に伴う年平均地表温度

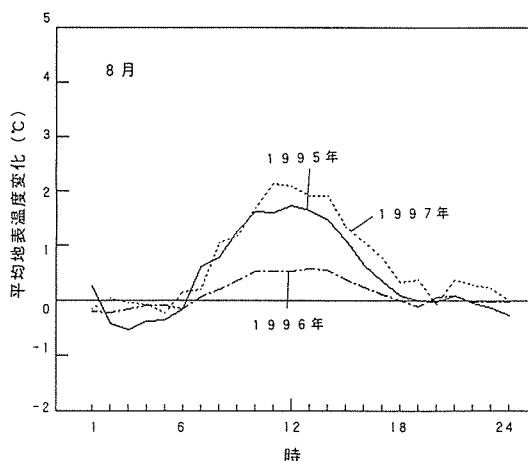


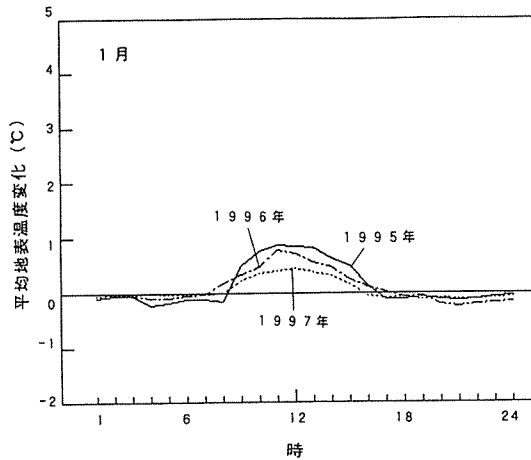
図-6 全天日(雲量0~10)での8月(夏期)の平均地表温度の日変化予測 (GD=100%)

の上昇傾向を図-3に示す。これよりいずれの年でも植生が減少すると地表温度は上昇するようになり、その上昇傾向は直線で表される。これは解析モデルの線型性によるものである<sup>3)</sup>。解析期間の3年間でのGD=100%における地表温度は0.1~0.3℃程度の上昇が見込まれている。1995年の上昇地表温度が高いのは、3. で述べたようにこの年の夏が猛暑であったことと、図-2で示したように9月を除き夏から秋にかけて雲量が少なく晴天日が多かったことによる。1996年では逆に夏から秋にかけて雲量が多かったために上昇地表温度も低い傾向となった。このように地表温度は年間の日射量の強い影響を受けることがわかる。また近年、異常気象が頻繁にみられることから、植生減少に伴う地表温度の上昇傾向も各年によりばらつきがみられるため、気象条件等により典型的にパターン化する必要があるものと考えられる。

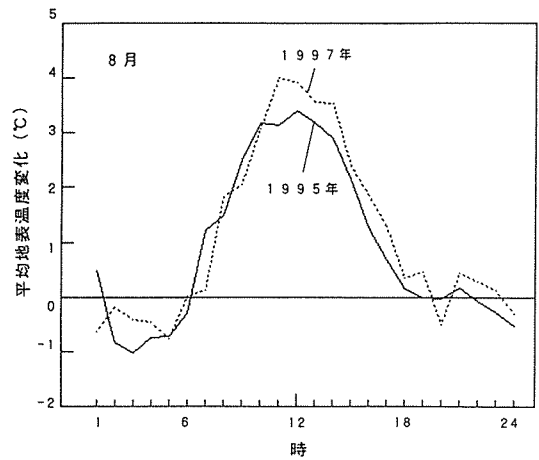
### 5. 3 植生減少率100%での地表温度変化の月別予測

図-3に示したように植生の減少に伴う上昇地表温度は直線的に変化するからGD(植生減少率)=100%の場合のみを解析しておけば、その他の割合での予測は容易に推測できるので、以下の解析ではGD=100%についてのみ述べる。GD=100%での月別の地表温度変化を図-4に示す。これより1996年では他の年に比べて地表温度の上昇傾向は年間にわたり低い傾向となっている。これは図-2から推測できるようにこの年は年間にわたり雲量が多かったためと考えられる。1995年では春、夏、秋でそれぞれ地表温度の上昇が大きいのは、この季節の雲量が少ないためである。また1997年は6~8月にかけて上昇地表温度が高くなっているが、この期間の雲量が少ないことと、表-1に示すように他の年に比べて夏の植生が多く(NVI>0の割合が多い)、それらの植生が消失した場合、上昇地表温度が高くなるためと考えられる。

次に日中(7~18時)と夜間(19~6時)に分けたGD=100%での月別の地表温度の変化予測を図-5に示す。日中



図一七 全天日（雲量0～10）での1月（冬期）の平均地表温度の日変化予測（GD=100%）



図一八 晴天日（雲量0～3）での8月（夏期）の平均地表温度の日変化予測（GD=100%）

の1995年の11月と1997年の8月で地表温度は月平均1.5℃も上昇するが、各年の季節別パターンの変動は大きく、このパターンは前節で述べたようにその年の雲量などの気象条件に大きく影響される。1995年と1996年では日中の地表温度の上昇傾向が大きいほど夜間での温度の減少傾向も大きくなる傾向がみられるが、1997年の6～8月では夜間でも地表温度はプラスの上昇傾向がみられた。また、他の年の夏期の夜間でも地表温度の減少傾向は小さい。したがって、夏の夜間は宅地と林の表面温度差が小さくなり、夜間の放射冷却効果が小さくなるため、植生域が市街域に変わった場合、地表温度は接地大気層での気温の関係によりプラスになったり、マイナスとなったたりするものと考えられる。これより夏の夜間の地表温度の挙動は熱帯夜の出現に少なからず影響しているものと考えられる。

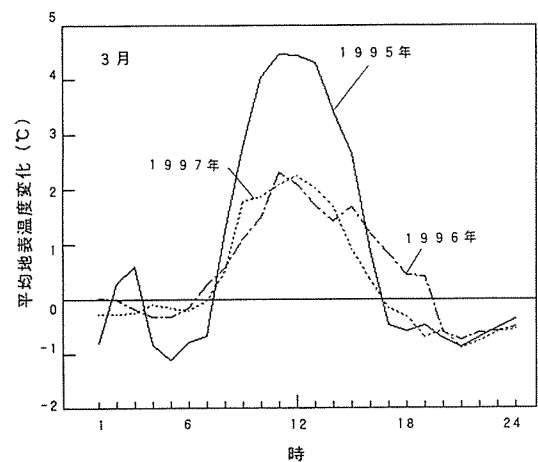
みを平均した地表温度の日変化を図一8に示す。1996年の8月には晴天日がなかったので図には示されていない。図よりGD=100%では日中の正午前後の地表温度は夏では4℃以上上昇するものと考えられる。また20時頃に一度地表温度が低くなるのは、海風等により一時的に地表が冷やされるためと考えられる。3月（春）の晴天日の日変化を図一9に示す。秋（11月）での結果も同様のパターンを示した。1995年の日中の地表温度は他の年に比べて2倍も上昇している。これは年によって春、秋の大気透明度が異なることやその年のこの季節での風向及び風速なども影響しているものと考えられる。春や秋はその年により主に夏型あるいは冬型となる場合がみられ、天候の変動も日によって著しいことから、地表温度変化の類型化を困難なものにしている。

さらに雲量が多くなると地表温度の日変化の幅は小さ

#### 5.4 植生減少率100%での地表温度の日変化予測

本節では植生減少率（GD）100%での地表温度の日変化について考察する。全雲量（雲量0～10）での8月の地表温度の日変化予測を図一6に示す。1996年は年間にわたって曇天が多く日中でも他の年に比べて地表温度の上昇は低くなっている。1997年の夜間の地表温度変化は1～6時まではマイナスであるが、17～24時ではプラスとなっている。この部分が図一5に示した1997年の夜間の地表温度のプラス上昇部分に相当する。これは植生域が市街域に変わった場合に、日中に地表に蓄積された熱が夜間前半までその蓄積が維持され、夜間に都市ドームなどの形成があると暖まった大気により地表の熱がなかなか放熱されないためと考えられる。全雲量での1月の場合を図一7に示す。冬の場合3ヶ年間で大きな差はみられず、冬では夏に比べて日中でも地表温度の上昇は半分程度と推測される。

次に晴天日（雲量=0～3）の場合として8月の晴天日の



図一九 晴天日（雲量0～3）での3月（春期）の平均地表温度の日変化予測（GD=100%）



くなり、完全な曇天や雨天（雲量7～10）では日変化はいずれの年でもほとんど認められなくなる。

## 6. 横浜市緑の環境目標に基づく地表温度上昇の試算

横浜市の策定した環境管理計画の中で緑の保全については横浜市環境目標として「市域面積の約20%が緑のオープンスペースとして確保されている」こととなっている<sup>7)</sup>。ここでは、本市緑の環境目標が達成された場合、市全域の年平均地表温度が現状より何度程度上昇するかを推定する。本市での緑のオープンスペースの現状での達成状況は13.9%となっている。これより、環境目標の達成には今後6%程度のオープンスペースを確保する必要がある。また、本市域の航空写真から読み取った緑被率は約32.3%（平成9年6月現在）となっている。一方、本解析より得られた3ヶ年間の平均植生率は表-1より約50%と推定され、これより航空写真による緑被率より、本解析の方が18%程度緑が多く評価されている。これは算出方法が異なるとともに、本解析では宅地内の樹木や街路樹なども含めてすべての植生を平滑化してカウントしているため、主に田、畑、草地などとして航空写真の結果より多く算出されているためである。したがって植生面積の評価は一概に論じられないが、環境目標の20%の植生が残った場合を推定すると、本解析での植生減少率GDは60%に相当する。これより環境目標の達成時として図-3よりGD=60%では、0.1～0.15℃ほど年平均地表温度が現状より上昇するものと考えられる。またモデルの線型性より図-4～9において縦軸に0.6を乗じれば環境目標達成時での地表温度変化が得られ、夏期の晴天日の正午前後では、環境目標を達成しても現状より2.5℃ほど地表温度が上昇することが推測された。

## 7. まとめ

1995年2月～1998年1月までの3ヶ年間について前報<sup>2)</sup>で述べた地表温度予測モデルを用いて横浜市内の植生が減少した場合の地表温度の変化について解析した結果以下のような知見が得られた。

- 1) ランドサット衛星データより得られる植生指標（NVI）による地表の被覆分類により、夏期の植生域は70%、市街域は30%と推定されたが、これらの割合はその年の気候や植生の生育条件によりかなり変動するものと推測された。
- 2) 植生の減少に伴いいずれの年でも横浜市内の年平均地表温度は上昇するようになり、市内全域が市街域に変わった場合（植生減少率100%）、市内全域での年平均地表温度は0.1～0.3℃程度上昇するものと推測され、この変動はその年の気象条件等に大きく影響されるものと考えられた。
- 3) 植生減少率100%での月別の地表温度の変化予測は日中は春から秋にかけて上昇傾向がみられたが、日中の上昇傾向が大きい月ほど夜間での地表温度の減少も大きくなった。また1997年の夏の夜間の予測では植生が減少することにより地表温度は上昇することが認められた。
- 4) 植生減少率100%での地表温度の日変化では、夏の晴天日の正午前後でいずれの年も地表温度が4℃以上も上昇するものと推測された。また春と秋では地表温度の日変化も大きく変動するが、これはこの季節は気象変動が大きいためと考えられた。
- 5) 横浜市緑の環境目標による全市域の20%の植生を確保した場合、年平均地表温度は0.1～0.15℃程度上昇し、夏の晴天日の正午では2.5℃ほど地表温度が上昇することが推測された。

## 文献

- 1) 佐俣：都市における地表温度の特性（その1）、横浜市環境科学研究所報、19, 31-35(1995)。
- 2) 佐俣：横浜市域における地表温度予測モデル、同上、21, 13-18(1997)。
- 3) 佐俣：都市での植生指標を用いたヒートアイランド現象解析のためのNVIモデル、同上、18, 21-26(1994)
- 4) 日本気象協会編：神奈川県気象年報(1995)
- 5) 日本気象協会編：神奈川県気象年報(1996)
- 6) 日本気象協会編：神奈川県気象年報(1997)
- 7) 横浜市環境管理計画年次報告書、一平成9年度の環境の現状と施策の実施状況一、横浜市

# 横浜市内河川における農薬汚染の特徴

二宮勝幸（横浜市環境科学研究所）

## Seasonal variations of concentrations of pesticides in rivers in Yokohama City

Katsuyuki Ninomiya

### 要 旨

市内河川6地点において、1996年4月から1997年3月まで毎月1回の頻度で河川水の農薬調査を行った。40種類の対象農薬のうち殺虫剤7種類、殺菌剤4種類、除草剤7種類の合計3系統18種類の農薬が検出された。6地点のうち、3地点では農薬の検出頻度、濃度とも他の3地点に比べて高かった。しかし、農薬の3系統別の検出割合は地点によって大きな違いはなく、全地点平均として、殺虫剤56%、殺菌剤5%、除草剤39%を示した。主要農薬の汚染状況の季節変化については、ほぼ年間を通して低濃度で推移する防疫・公衆衛生や公園・緑地用途などの5種類の農薬をベースとして、春季から秋季にかけては1～2種類の農薬が加わり計6～7種類となり、さらに夏季になると高濃度に検出される水田農薬6種類が加わって計12～13種類の農薬が河川水中に存在した。

キーワード：農薬、河川水、濃度レベル、季節変化、汚染状況

### 1. はじめに

環境庁は1993年3月に人の健康の保護に関する水質環境基準の改定を行い、農薬など15項目を追加して23項目とし、同時に、要監視項目として12種類の農薬を含む25項目を設定した<sup>1)</sup>。また、近年注目されている内分泌かく乱化学物質については、1997年10月現在で約70の化学物質が疑われており、そのうち約2/3が農薬である<sup>2)</sup>。さらに、環境庁は1998年6月に要調査項目として農薬74種類を含む300項目のリストを発表した<sup>3)</sup>。

これは、水環境を経由した多くの化学物質が人の健康、生態系に有害な影響を及ぼすおそれがあり、事前に系統的、効率的な対策を進めるためと、今後の調査を進めるに当たって優先的に知見の集積を図るために作成されたものである。このように化学物質リスク総合評価の一環として対象とされた化学物質のなかでも、農薬の占める割合は多い。

農薬は殺虫、殺菌、除草など生物への働きかけを目的として、環境に直接的に放出されるため、水環境では多くの水生生物が農薬によって暴露され、悪影響が発現しやすい。農薬の水生生物に対する影響は、急性毒性のほかに、低濃度長期暴露<sup>4)</sup>と複合汚染の問題がある。後者については、ヌカエビを用いた河川水の毒性試験から、農薬の水生生物への複合影響が報告されている<sup>5)</sup>。したがって、水環境における農薬汚染のリスク評価に当たっては、濃度レベルとともに複合汚染の状況、すなわち、水中に同時に存在する農薬の組み合わせを把握しておくことは基本的に重要である。

農業において、農薬は水田や畑地・果樹園などに散布されるが、その種類や量は栽培作物や季節によって異なる。農業以外でも、農薬は防疫・公衆衛生用途や公園・緑地等の景観維持などのために市街地・住宅地で利用され、その散布時期や散布場所など使用形態は多様である。

これらの農薬の河川への流出に関しては、さまざまな要因が影響する。例えば、農地でも水田か畑地かによって農薬の河川への流出特性は異なる。水田農薬は主として水田施用時期に河川に流出し<sup>6)</sup>、畑地農薬は降雨時に流出しやすい<sup>9)</sup>。このように農薬の河川への流出特性は散布時期、土地利用形態、気象条件によって大きく影響され<sup>9)・10)</sup>、また、水溶解度など農薬の物理化学的性質等によっても影響される<sup>11)</sup>。したがって、水系における農薬の汚染状況を把握するに当たっては、これらの点を考慮に入れて検討する必要がある。

そこで、本報告では、横浜市内河川の6地点において、1996年4月から1997年3月までの1年間、毎月1回の頻度で40種類の農薬を対象にして調査を行い、その季節変化や複合汚染の状況などについて検討した。

### 2. 方法

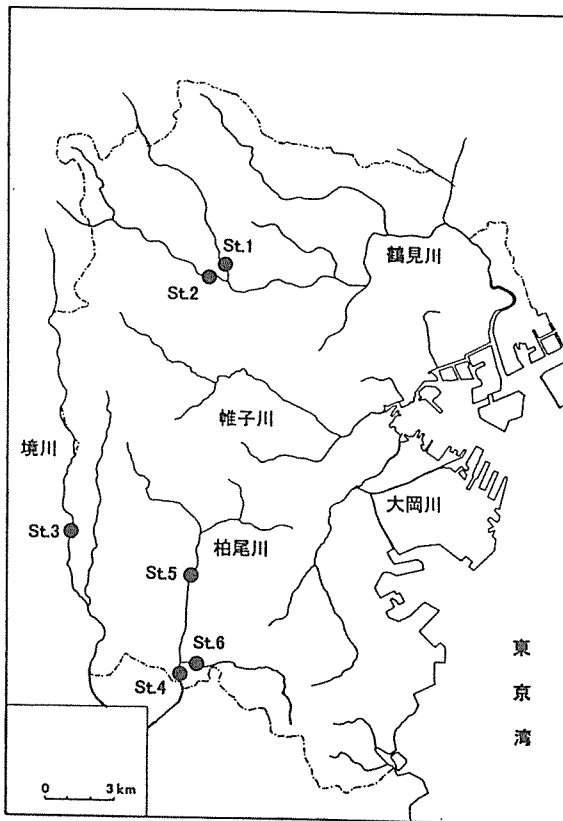
#### 2-1 調査地点

調査地点は、感潮域に該当しない上中流域に位置する環境基準点であり、かつ農薬による直接的な影響の少ないと考えられる地点であることを基準にして、6地点を選定した。それらのうち2地点については、上下流における汚染状況の違いをみるため、1つの河川の上流と下流に位置する地点を選定した。

図-1に調査地点を示す。St.1とSt.2は農業の影響が比較的大きい地点であり、St.3は住宅などの影響も加わっている。St.4はSt.5の下流に位置している。St.6は比較的汚染の影響の少ないと考えられる地点である。

#### 2-2 調査方法

1996年4月から1997年3月まで毎月1回、公共用水域水質測定計画の調査日の午前中に、500ml容量の褐色ビンに河川水を満水の状態まで採水した。水試料は水冷して運搬し、当日あるいは翌日までに分析に供した。



St.1 千代橋 St.2 都橋 St.3 高線橋  
St.4 鷹匠橋 St.5 吉倉橋 St.6 いたち川橋

図-1 調査地点

表-1 検出農薬の定量イオンと確認イオン

種類	No.	農薬名	定量イオン	確認イオン
殺虫剤	1	Dichlorvos(DDVP)	185	109
	2	Fenobucarb(BPMC)	121	150
	3	Diazinon	304	179
殺菌剤	4	Fenitrothion(MEP)	277	125
	5	Chlorpyrifos	314	197
	6	Fenthion(MPP)	278	125
	7	Phosalone	182	367
除草剤	8	Chloroneb	206	191
	9	Iprobenfos(IBP)	91	204
	10	Isoprothiolane	118	162
	11	Mepronil	119	269
除草剤	12	Molinate	187	126
	13	Benfluralin	292	264
	14	Simazine(CAT)	201	186
	15	Atrazine	200	215
	16	Propyzamide	173	175
	17	Simetryne	213	170
	18	Thiobencarb	257	100

## 2-3 分析方法

### 2-3-1 標準および試薬

40種類の農薬の標準品をアセトンで希釈して標準原液を調整し、それらを混合してGC/MS測定用の混合標準溶液を作成した。

抽出などに用いた試薬は残留農薬試験用であり、固相抽出にはエムポアディスク(SDB-XC)を用いた。

### 2-3-2 前処理

まず、水試料500mlをGF Pでろ過し、懸濁物質とろ液を分けた。GF P上の懸濁物質については、脱水してからピーカーに移し換え、ジクロロメタン5+3mlを加え5分間超音波抽出を行った。一方、ろ液については、ディスク型固相抽出による濃縮を行った。その具体的な手順はまず、ディスクをアセトン・ジクロロメタン・メタノールの順に各10mlで洗浄・コンディショニングを行い、精製水20mlで置換した後、減圧下でろ液を10~50ml/min程度の速度で通水する。さらに、30分以上吸引を続け脱水してから、ジクロロメタン5+3mlで抽出する。その抽出液に、先の懸濁物質の超音波抽出液を加え、無水硫酸ナトリウムで脱水した後、窒素ページにより0.5mlまで濃縮した。

### 2-3-3 GC/MS分析

前処理で得られた濃縮液の2μlをGC/MSに注入し、TICを測定した。今回の調査では、殺虫剤7種類、殺菌剤4種類、除草剤7種類の合計3系統18種類の農薬が検出された(表-1)。TIC上の各農薬のピークの同定は基本的には表-1に示した定量イオンと確認イオンを用いて行ったが、それでも明確に同定できない場合についてはデータ処理して得たMSスペクトルにより判断した。定量は、内標準のphenanthrene-d<sub>10</sub>(定量イオン=188)と各農薬の定量イオンから得られるマスクロマトグラフの該当ピークの面積値を用いて行った。定量下限値は0.01μg/lである。以下に、装置条件を示す。

#### 【ガスクロマトグラフ条件】

カラム : DB-5、30m×0.25mm I.D., 膜厚0.25μm  
温度条件 : 40°C(2min) - 5°C/min - 240°C(8min)  
キャリアガス : He、2ml·min<sup>-1</sup>  
機種 : HP5890

#### 【マススペクトロメーター部】

イオン化エネルギー : 70eV  
イオン化電流 : 200μA  
機種 : VG AutoSpec

## 3. 結果と考察

### 3-1 測定結果の概要

ここでは、40種類の測定対象農薬のうち、検出された18種類の農薬について、その測定結果の概要を述べる。ただし、St.6の5月の検体については欠測となった。表-2に、全地点(6地点×12カ月=72検体)における検出検体数、平均値、最大値、および各地点の平均値を示す。平均値の計算は、定量下限値以下の場合を定量下限値の1/10の0.001μg·l<sup>-1</sup>として行った。

#### 3-1-1 検出検体数、平均値および最大値

各農薬の検出検体数は1から58まで広い範囲にわたっ



表-2 全地点における検出検体数,平均値,最大値および各地点の平均値

No.	農薬名	検出検体数 (検出率%)	平均値 ( $\mu\text{g/l}$ )	最大値 ( $\mu\text{g/l}$ )	各地点の平均値( $\mu\text{g/l}$ )					
					St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
1	Dichlorvos	38 (53)	0.28	11.06	1.20*	0.14	0.17	0.05	0.07	0.05
2	Fenobucarb	19 (26)	0.03	0.76	0.08*	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
3	Diazinon	55 (76)	0.04	0.78	0.03	0.11*	0.04	0.03	0.03	0.01
4	Fenitrothion	58 (81)	0.16	4.43	0.11	0.11	0.45*	0.10	0.07	0.09
5	Chlorpyrifos	30 (42)	0.09	5.03	0.02	0.01	0.46*	0.02	0.02	0.00
6	Fenthion	5 (7)	0.03	1.25	0.03	0.14*	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Phosalone	2 (3)	0.09	3.86	0.32*	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Chloroneb	2 (3)	0.00	0.02	0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Iprobenfos	12 (17)	0.18	9.50	0.15	0.84*	0.04	0.03	0.01	0.02
10	Isoprothiolane	1 (1)	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01*	0.00
11	Mepronil	4 (6)	0.02	1.53	0.13*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
12	Molinate	13 (18)	0.79	31.25	1.91	2.65*	0.01	0.03	0.16	0.01
13	Benfluralin	1 (1)	0.00	0.01	0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Simazine	51 (71)	0.04	1.00	0.05	0.12*	0.04	0.02	0.01	0.02
15	Atrazine	51 (71)	0.04	0.22	0.04	0.04*	0.04	0.04	0.04	0.03
16	Propyzamide	1 (1)	0.00	0.12	0.00	0.00	0.01*	0.00	0.00	0.00
17	Simetryne	11 (15)	0.14	3.54	0.32	0.30*	0.16	0.01	0.05	0.01
18	Thiobencarb	14 (19)	0.07	1.66	0.08	0.06	0.15*	0.03	0.03	0.06

検出率は全72検体に対する百分率; 平均値はNDを0.001  $\mu\text{g/l}$ として計算; \*印は最大値を含むデータ

た。検出検体数が50以上の農薬は、殺虫剤のDiazinonとFenitrothion および除草剤のSimazinとAtrazineの計4種類であり、検出率としては70%以上を示した。一方、検出検体数が5未満の農薬は計6種類あった。殺菌剤のMepronilは4検体が検出されたが、それら以外の農薬は2検体以下であった。Phosaloneが検出された2検体は同時にChloronebも検出された。前者は畑地に、後者は芝地に使用されていることから<sup>12)</sup>、この2つの農薬は降雨などの影響により一時的に河川に流出した可能性が高い。

平均値は0.00~0.79  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ の濃度範囲にあった。Molinateの平均値が最も大きく0.79  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ を示し、次に、Dichlorvosの0.28  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 、Iprobenfosの0.18  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ が続いた。最大値もこの順に並んでおり、大きな最大値をもつ農薬はその平均値も大きくなる傾向が認められた。これらの農薬は比較的大きな水溶解度をもつ<sup>13)</sup>。逆に、検出率が70%以上を示した4種類の農薬の水溶解度は小さい<sup>14)</sup>。

### 3-1-2 各地点における農薬の平均値

表-2によれば、多くの農薬は、St.1, St.2, St.3の3地点の平均値がSt.4, St.5, St.6の3地点のそれに比べて高く、また、最大値をもつ地点も前3地点に集中する傾向を示した。しかし、除草剤のAtrazineの平均値は全地点とも0.04  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 前後の同じ値を示した。殺虫剤のDiazinonとChlorpyrifosの平均値についても、最大値をもつ地点を除き、各地点間で差はみられなかった。このように前3地点で高い濃度が観測される農薬と地点によらずほぼ同じ濃度を示す農薬に分けられた。

後3地点のうちSt.4とSt.5を比較すると、水田農薬のMolinateやSimetryneの平均値はSt.4に比べてSt.5で高かった。St.5はSt.4の上流に位置することから、上流域

で河川に流出した農薬がSt.4に到達する間に希釈あるいは分解等の作用を受け、また、新たな農薬負荷も無視できる程度であったため、下流ではそれらの濃度が低下したと考えられる。St.4における農薬濃度の平均値は比較的清浄と考えられるSt.6におけるそれと近い値を示す場合が多かった。

### 3-2 農薬の濃度レベル

表-2において、5検体以上 ( $n \geq 5$ ) 検出された殺虫剤6種類、殺菌剤1種類、除草剤5種類の計12種類の農薬を対象にして、それらの濃度レベルを調べた。

#### 3-2-1 農薬濃度の季節変化

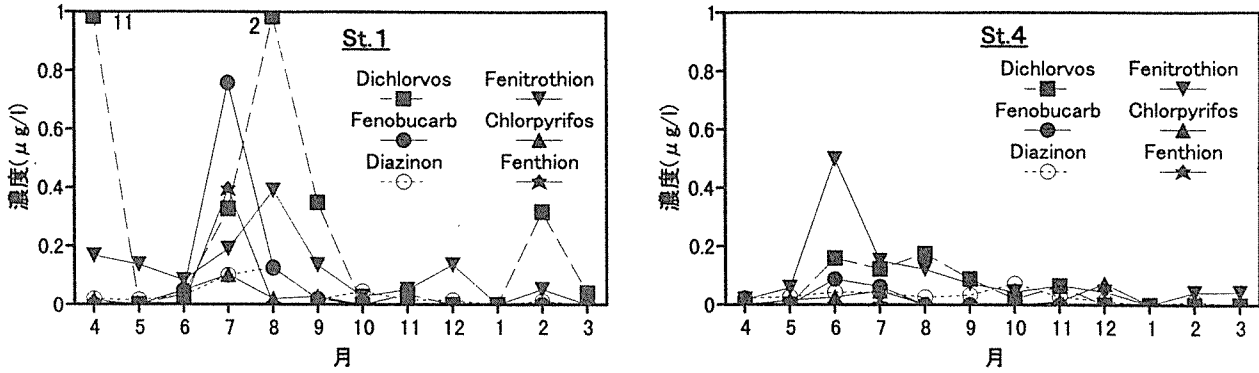
農薬濃度の比較的高いSt.1と低いSt.4を例として、農薬濃度の季節変化を検討した(図-2)。

両地点とも、農薬濃度は夏季に高くなる傾向が認められた。その傾向はSt.4よりもSt.1のほうが大きかった。St.1において濃度が0.4  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 程度以上を示した農薬は、殺虫剤のDichlorvos, Fenobucarb, Fenitrothion, Fenthion, 殺菌剤のIprobenfos, 除草剤のMolinate, Simetryne, Thiobencarbの計8種類であった。これらの多くは散布時期が夏季に限られる水田農薬であり、大きな水溶解度をもつ<sup>8,10)</sup>。ただし、DichlorvosとFenitrothionについては、夏季以外の季節でも比較的高濃度で推移した。

前者は大きな水溶解度をもつが、家庭用や防疫用としても使われている<sup>11,12)</sup>。後者は水田で使用されているが、非農耕地にも使用され水に難溶である<sup>11,12)</sup>。また、両者とも降雨初期のfirst flushに強く反応する殺虫剤であり、一時的に濃度が高まる傾向がある<sup>9)</sup>。このような両者の物理化学的性質や使用形態が原因となつて、水田農薬とはやや異なる季節変化を示したと考えられる<sup>1)</sup>。

一方、殺虫剤のDiazinon, Chlorpyrifos, 除草剤のSi

(a)殺虫剤



(b)殺菌剤と除草剤

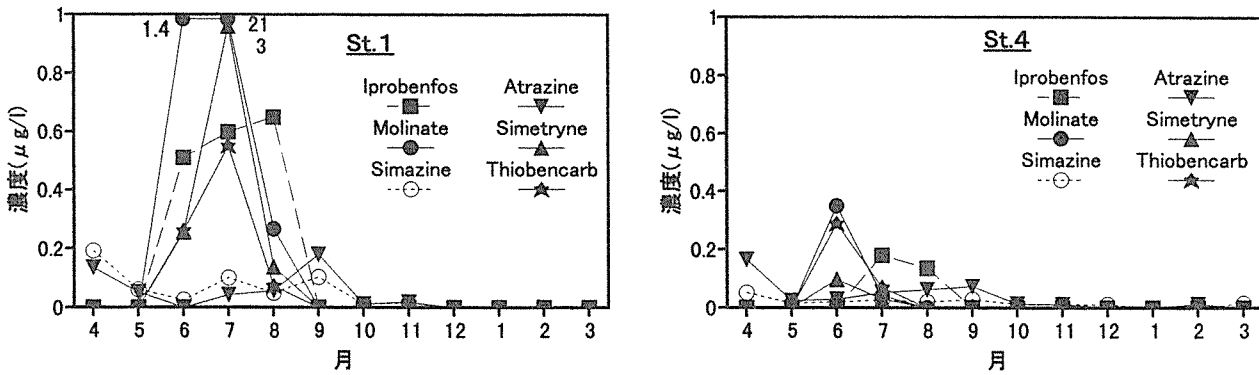


図-2 農薬(n $\geq$ 5)の濃度の季節変化

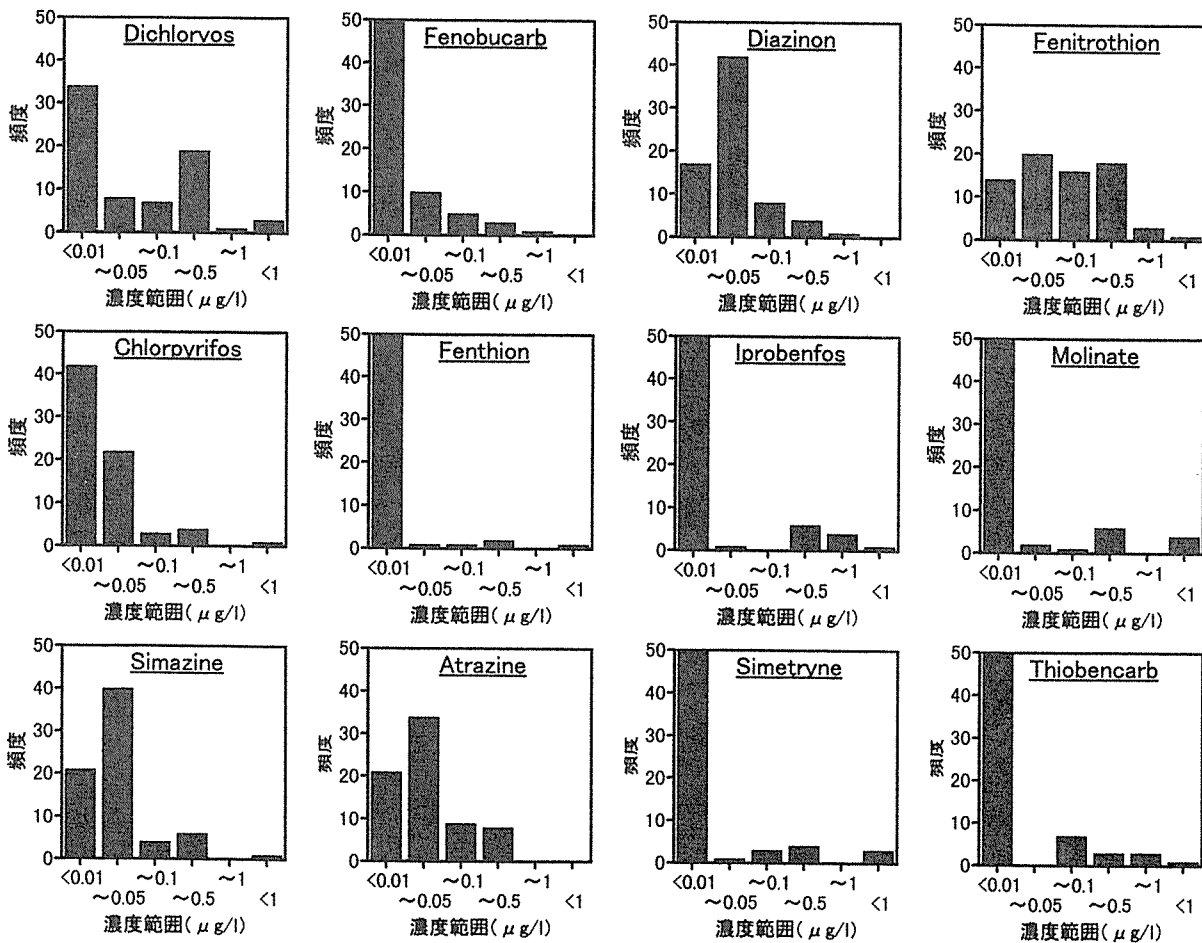


図-3 農薬(n $\geq$ 5)の濃度範囲別の頻度分布

mazine, Atrazineは両地点とも夏季を中心に濃度がやや高くなるが、ほぼ年間を通して $0.2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下の濃度で推移した。Diazinonは防疫や公衆衛生の用途にも使われ、発生源として宅地や都市域からの寄与が無視できない<sup>9)</sup>。Chlorpyrifosは白アリ駆除剤などとして木造家屋や材木の保護にほぼ年間を通して使用されている<sup>10)</sup>。除草剤の2種類の農薬は畑地や公園・緑地等の除草に使用されている<sup>9)</sup>。このように、年間の濃度変動の小さい農薬は散布場所が住宅地・市街地や公園など広範囲に使用され、しかも散布時期が夏季だけとは限らない農薬であった。なお、これらのうち、SimazineとAtrazineは外因性内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質である。低濃度ながらも年間を通して検出されていることから注意してみても行く必要がある。

### 3-2-2 濃度範囲別の検出頻度

各農薬の濃度レベルやその季節変化に明確な違いが認められたので、濃度範囲別の検出頻度について検討した(図-3)。

検出頻度パターンはおおよそ3つのグループに分けられた。1つは、Fenthion, Iprobenfos, Molinate, Sime tryne, Thiobencarbが属するグループであり、検出頻度は少ないが広い濃度範囲に分布するパターンを示した。2つは、検出頻度が低濃度側で高く高濃度側で低くなるパターンであり、Fenobucarb, Diazinon, Chlorpyrifos, Simazine, Atrazineがそのグループに属した。3つは、DichlorvosとFenitrothionが示すパターンであり、検出頻度は $0.01\sim 0.5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ の濃度範囲で高く、それより高濃度側にも分布していた。

1番目のグループに属する農薬は、夏季に高濃度を示す水田農薬であった。2番目のグループには、水田農薬のFenobucarbを除き、年間を通して低濃度で検出される農薬が属していた。最後の3番目は、1番目のグループとはやや異なり夏季以外の季節でも比較的高い濃度で推移する農薬であった。このように、濃度範囲別の検出頻度パターンはそれぞれの農薬濃度の季節変化の違いをよく表していた。

## 3-3 複合汚染の状況

### 3-3-1 農薬系統別の検出頻度およびその季節変化

各農薬の複合汚染の状況を調べる前に、まず、今回検

出された18種類の農薬を殺虫剤、殺菌剤、除草剤の3系統に分けて、それらの地点毎・月毎の検出頻度の特徴を検討した。図-4に各地点における農薬系統別の検出頻度を示す。

検出頻度の最も高い地点はSt.3であった。その検出頻度は75であり、次いで、St.1とSt.2のそれがともに約70を示した。St.4からSt.6まで検出頻度は順に低下し、St.6のそれは最も少なく47であった。このように検出頻度は地点によって異なっていたが、農薬系統別の検出割合については地点間で大きな違いはみられなかった。全地点の平均検出割合は、殺虫剤56%、殺菌剤5%、除草剤39%であった。検出割合は、殺虫剤が最も多く、殺菌剤は他の系統の農薬に比べて極端に少なかった。

次に、全地点における農薬系統別検出頻度の季節変化について調べた(図-5)。殺虫剤は夏季を中心にほぼ年間を通して検出された。殺菌剤の多くは7月と8月に検出されており、夏季に集中的に散布されていることがうかがえる。除草剤の検出頻度は殺虫剤のそれと類似した季節変化を示すが、夏季以外の季節に検出される頻度は殺虫剤の場合に比べて低かった。このように、農薬は系統別に異なる季節変化を示した。

### 3-3-2 同時に検出される農薬の種類数

河川水を複合的に汚染している農薬の種類はどのくらいあるのかについて調べた。図-6に同一検体から同時に検出された農薬の種類数(以下、同時検出種類数という)の地点毎・月毎の分布を示す。

図-6によれば、同時検出種類数はほとんどの地点で夏季なかでも7月に最も多く、順に、春季・秋季、そして冬季と続いた。St.6については、同時検出種類数が6月と7月とで逆転しているほかは、他地点と変わらない季節変化を示した。このように、同時検出種類数の季節変化は、全地点でほぼ同じ傾向を示した。

そこで、同時検出種類数別の頻度(図-7)をみると、同時検出種類数は0から13の範囲にあり、3から6までの頻度が多かった。同時検出種類数が10を超えているものは計10検体あり、それらは全て夏季の3ヶ月間のものであった。そのうち、13種類の農薬が検出された1検体と、12種類の農薬が検出された5検体のうち4検体の計5検体は、7月の検体であった。このように、7月には

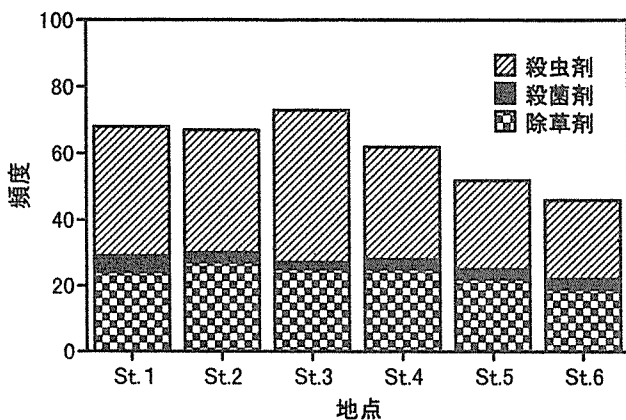


図-4 各地点における農薬系統別の検出頻度

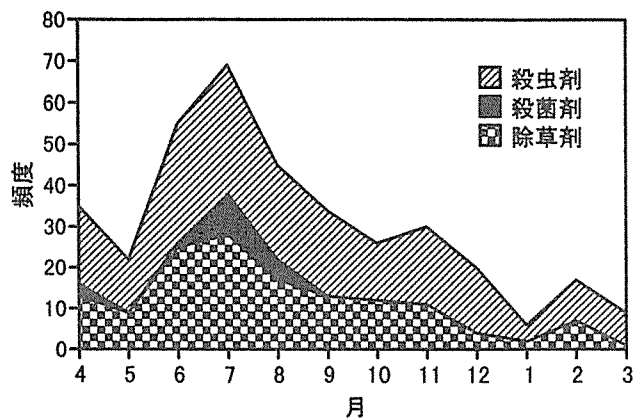


図-5 全地点の農薬系統別検出頻度の季節変化



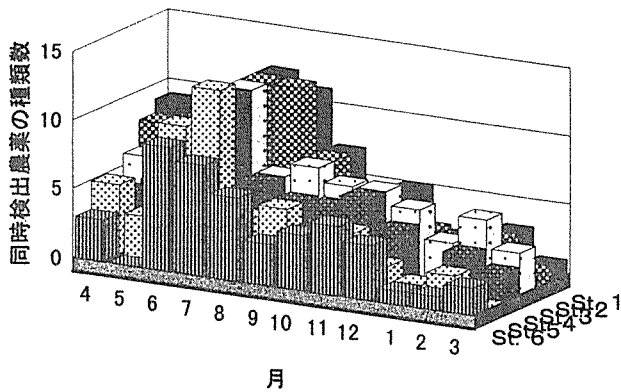


図-6 各地点・各月における同時検出農薬の種類数

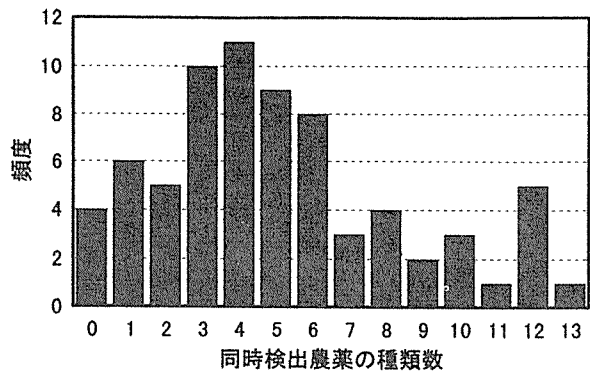


図-7 同時検出農薬の種類数別の頻度分布

同時検出種類数が12以上を示す場合が多かった。

### 3-3-3 同時検出農薬の季節変化

これまでに得られた結果を考慮して、季節毎の農薬の複合汚染の状況を検討した。図-8に農薬 ( $n \geq 5$ ) の種類別検出頻度の季節変化を示す。なお、図中に示した各農薬の模様濃淡はそれぞれの農薬の濃度に相対的に対応するようにしてある。

図-6を概観すると、検出頻度の季節変化は2つの特徴ある農薬のグループに大別される。1つは、ほぼ年間を通して検出される農薬であり、もう1つは、年間の限定された時期に検出される農薬である。

前者には、殺虫剤のDiazinon, Fenitrothion, Chlorpyrifos, および除草剤のSimazine, Atrazineの計5種類の農薬が該当した。夏季にやや高い濃度を示すFenitrothionを除き、いずれも年間を通して低濃度で推移する農薬であった。後者については、夏季に検出される農薬と、夏季とそれ以外の季節にも検出される農薬に分けられた。夏季に検出される農薬は、いずれも比較的高濃度を示す次の5種類の水田農薬であった；殺虫剤のFenthion, 殺菌剤のIprobenfos, 除草剤のMolinate, SimetryneおよびThiobencarb。夏季以外にも検出される農薬として、殺虫剤のFenobucarbは夏季と秋季に検出され、Dichlorvosは春季から秋季にかけて検出された。

このように、ほぼ年間を通して検出される5種類の農薬をベースとして、春季から秋季にかけては1~2種類の農薬が加わり計6~7種類となり、夏季にはさらに5種類の農薬が加わって計11~12種類の農薬が河川水中に

存在する。ここには示さなかったが、4検体が検出された殺菌剤のMepronilはそのうち3検体が7月に検出された。したがって、これを加えると夏季には最高で13種類の農薬によって、河川水は複合的に汚染されているわけである。

一方、農薬の毒性値に関与する主な環境要因としては、水温と溶存酸素濃度(DO)が挙げられる<sup>13)</sup>。例えば、有機リン殺虫剤などの毒性は水温と正の相関がある。また、DOが低下すると水生生物の呼吸活動が盛んになり、それに応じて物質は多く取り込まれ、毒性が増加する。河川では、夏季に水温は高まりDOは低下することから<sup>14)</sup>、これらの環境要因は、多種類の農薬が比較的高濃度で存在する夏季に、農薬の毒性をさらに高める方向で働いていることに留意すべきである。

最後に、今回の調査で農薬の濃度レベルと複合汚染の概況を把握できた。しかし、はじめに述べたように、化学物質リスク総合評価を行うために環境濃度を把握しておく必要のある項目は多い。また、外因性内分泌かく乱化学物質については、2万種類の農薬のうち884種類に活性があると報告されており<sup>15)</sup>、今後さらに多くの化学物質がリストアップされる可能性も高い。このように多くの化学物質を個々に調べることはむずかしい。スクリーニング手法を主体とし、それに個々の化学物質の分析法を組み合わせ対応していくことが、化学物質リスク総合評価を効率的・系統的に進めていく上で有効であると考えられる。そのためには、それぞれの水域の特性を考慮した上で、調査地点や調査時期およびその間隔を設

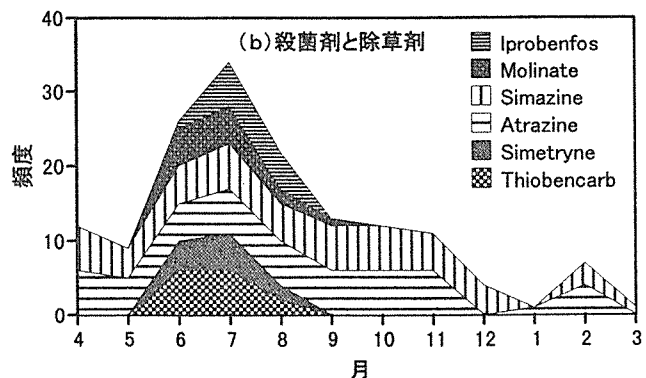
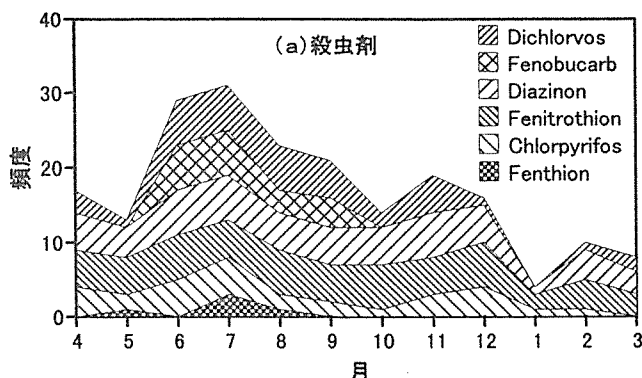


図-8 農薬( $n \geq 5$ )の種類別検出頻度の季節変化

定し、また、定量限界値をどこまで求める必要があるのかなどを見極めて調査を実施することが肝要であろう。

#### 4. まとめ

横浜市内河川の6地点において、40種類の農薬の汚染状況を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 40種類の対象農薬のうち、殺虫剤7種類、殺菌剤4種類、除草剤7種類の合計3系統18種類の農薬が検出された。
- 2) 調査した6地点のうち、3地点は他の3地点に比べて農薬の検出頻度、濃度とも高かった。しかし、農薬の系統別の検出割合は全地点ともほぼ同じであった。
- 3) 濃度範囲別の検出頻度パターンから各農薬の濃度の季節変化を推察することができた。
- 4) 防疫・公衆衛生目的および公園・緑地用途の農薬はほぼ年間を通して低濃度で推移した。水田農薬は夏季に高濃度で検出された。そのほか、春季から秋季にかけて比較的高濃度に検出される農薬もあった。
- 5) 主要農薬の汚染状況の季節変化については、ほぼ年間を通して検出される5種類の農薬をベースに、夏季前後には水田農薬など7～8種類が加わり計12～13種類の農薬が河川水中に存在していた。

#### 謝辞

試料採取に協力していただいた神奈川県薬剤師会・公害衛生試験所の方々に感謝いたします。

#### 文献

- 1) 早水輝好(1993)水質環境基準の改定について、水環境学会誌, 16, 224-230.
- 2) 環境庁リスク対策検討会監修(1997)環境ホルモン, 外因性内分泌攪乱化学物質問題に関する研究班中間報

告書, 67-68, 環境新聞社

- 3) 資源環境対策編集室(1998)水環境リスク300項目 - 環境基準, 要監視項目, 要調査項目への流れ, 資源環境対策, 34, 828-833.
- 4) 茂岡忠義(1991)農薬の水生生態系への影響評価, 水質汚濁研究, 14, 88-91.
- 5) 畠山成久, 白石寛明, 浜田篤信(1991)霞ヶ浦水系河川のヌカエビ生物試験による農薬毒性の季節変動, 水質汚濁研究, 14, 460-468.
- 6) 笹川容宏, 松井三郎, 山田春美(1996)琵琶湖南湖流域における水田除草剤の流出に関する調査, 水環境学会誌, 19, 547-556.
- 7) 沼辺明博, 井上隆信, 海老瀬潜一(1992)田圃地河川における水稻移植後の農薬流出量の評価, 水環境学会誌, 15, 662-671.
- 8) 福島実(1991)農薬の環境中での流れと挙動 - 地域水系を例として -, 水質汚濁研究, 14, 79-83.
- 9) 丸論(1985)千葉県内河川の農薬モニタリング, 生態化学, 8(3), 3-10.
- 10) 山口之彦, 福島実, 藤田忠雄, 山田明男(1991)淀川水系における農薬の分布および季節変動, 環境化学, 1, 56-63.
- 11) 森田昌敏, 寺沢潤一(1991)農薬の物性, 水質汚濁研究, 14, 75-78.
- 12) 化学工業日報(1990)農薬の手引, 化学工業日報社.
- 13) 瀧本善之(1991)農薬の水系環境に及ぼす影響, 水質汚濁研究, 14, 527-531.
- 14) 神奈川県(1997)平成8年度公共用水域及び地下水の水質測定結果.
- 15) 井口泰泉(1998)環境ホルモン問題にどう挑むか, 科学, 68, 529-538, 岩波書店.

## 横浜市内の水田排水中の農薬調査 (第3報)

初貝 留美 (横浜市環境科学研究所)  
下村 光一郎 (横浜市環境科学研究所)  
飯塚 貞男 (横浜市環境科学研究所)  
山口 一誠 (横浜市環境保全局水質地盤課)

### Monitoring of the agricultural chemicals in the water from the rice field in Yokohama

Rumi Hatsugai (Yokohama Environmental Reserch Institute)  
Kouichirou Shimomura (Yokohama Environmental Reserch Institute)  
Sadao Iizuka (Yokohama Environmental Reserch Institute)  
Issei Yamaguchi (Yokohama Environmental Protection Bureau)

キーワード：農薬

#### 要旨

平成8年度に横浜市内の31の中小河川水中の農薬調査を行い4種類の農薬が検出された。平成9年度には農薬の流入源の一つである水田排水中の農薬調査を行い、8種類の農薬が検出され、そのうち4種類は河川水中で検出されたものであった。さらに平成10年度は調査対象の農薬を41種類に広げ、再度同じ水田で調査した。その結果、殺虫剤のフェンチオン、ダイアジノン、ジクロロボス、フェノカルブ、フェニトロチオン、イソキサチオン、殺菌剤のイプロベンホス、イソプロチオラン、除草剤のベンチオカーブ、モリネート、シメトリン、エスプロカルブ、プロモブチド、プレチラクロールの14種類の農薬が検出された。

#### 1. はじめに

横浜市内の水田は鶴見川、恩田川、境川沿いによく見かけられるが、その面積は年々減少しており、平成9年度の面積は341ヘクタールで、昭和51年の約半分となっている<sup>1)</sup>。水田では殺虫剤や除草剤などの農薬が目的に応じて使用されている。現在農薬の水質汚濁の基準として環境庁では、4種類を環境基準項目、12種類を要監視項目、27種類を水質評価指針項目に指定し、これら計43種類の農薬について、それぞれ公共用水域における基準値や指針値を設定している。

横浜市では「公共用水域の測定計画」に基づいて、河川、海域の環境基準項目の4種類の農薬を調査対象とし定められた調査地点で定期的に測定している<sup>2)</sup>。

筆者らは、平成8年度に調査対象の農薬を環境基準項目及び要監視項目の中から13種類を選び横浜市内河川水中の農薬調査を行った。その結果、ダイアジノン、フェニトロチオン、ジクロロボス、イプロベンホスを検出した<sup>3)</sup>。平成9年度には調査対象を15種類にして農薬の排出源の一つである水田排水の調査を行ない、河川水中で検出された農薬のほかにフェンチオン、イソキサチオン、シマジン、モリネートを検出した<sup>4)</sup>。

そこで本年度は、調査対象の農薬をさらに増やし、環境基準項目、要監視項目、水質評価指針項目及び水田等でよく使用されている農薬の中から分析可能な41種類を

選び<sup>5)、6)</sup>、平成9年度と同じ水田で再調査を行ったので報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2-1 調査対象農薬

環境基準項目、要監視項目、水質評価指針項目及び神奈川県病害虫防除基準<sup>7)</sup>等の農薬の中から、ガスクロマトグラフ-質量分析装置や高速液体クロマトグラフ分析装置で一斉分析可能な41種類を調査対象農薬として表-1に示した。

##### 2-2 調査地点及び調査時期

①調査地点：寺家地区の3地点、恩田地区の1地点及び矢指地区の1地点。(図-1)

②調査期間：98年4月上旬から9月下旬まで毎週1回、計24回採水・分析。

##### 2-3 分析方法

上水試験方法

#### 3. 調査地点の概要

##### ① 矢指地区

矢指地区は横浜市の中西部に位置し(図-1)「矢指市民の森」がありまた矢指川の源流部でもある。矢指川は水田に沿って流れ、帷子川と合流し東京湾に注がれる。水田の用水は矢指川から取水し、水田を通った水は矢指川に排出されていた。

採水地点は矢指川に排出する地点とした。田植えは5月の下旬から行われていたが、平成9年と比較すると休耕田や水田が畑となっているところがあった。

②恩田地区

恩田地区は横浜市の北西部に位置し、水田は奈良川と恩田川の合流した地点にある(図-1)。水田の用水は、恩田川から汲み上げ、水田を通った水は恩田川と奈良川に排出する。採水地点は、排水が奈良川に排出する地点とした。田植えは5月下旬から行われていた。

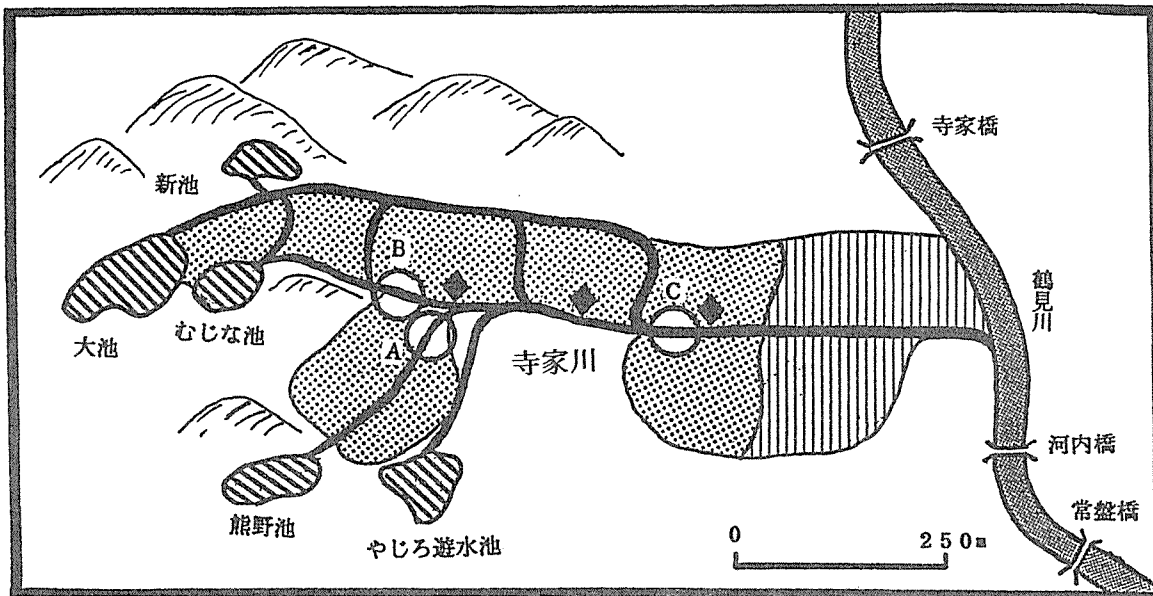
③寺家地区

寺家地区は横浜市の北部にあり、自然が残され「寺家ふるさと村」として市民の憩いの場所として知られている(図-1)。中央に寺家川が流れ、それに沿って水田がある。寺家川には4つの水門があり、田植えの時期の5月下旬から水門を閉じ農業用水路となる。水田の水はここから引き入れ、水田を通った水は寺家川にもどる。

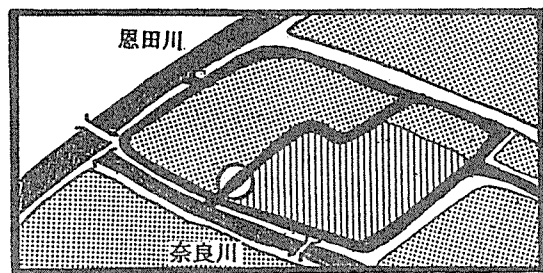
採水地点のA地点は水田排水が寺家川に排出する地点、B地点、C地点は寺家川の水門の直前とした。

凡例

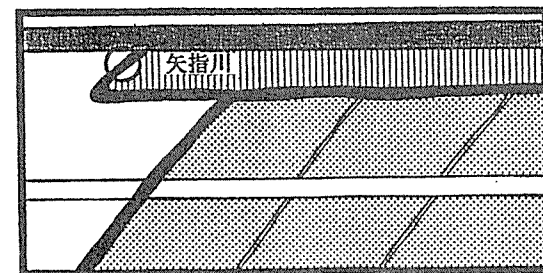
- : 調査地点
- : 水路
- ▨ : 水田
- ▩ : 池
- ▧ : 池
- ▤ : 休耕田
- ◆ : 水門



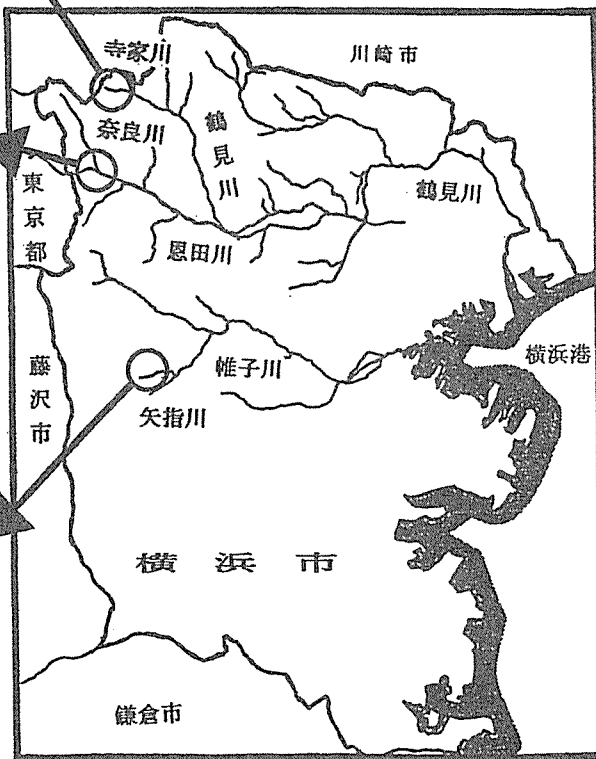
寺家地区



恩田地区



矢指地区



全体図

図-1 調査地点

## 4 結果及び考察

### 4-1 農薬の検出状況

各調査地点で検出された農薬の種類を表-2、濃度を表-3に示した。検出された農薬は14種類であった。

延べ検出回数が最も多かったのは図-2に示したように殺菌剤のイプロベンフォスで次いで除草剤のベンチオカーブ、モリネート、シメトリン、殺虫剤のフェンチオンの順であった。また5つの調査地点すべてから検出された農薬はフェンチオンで、4つの調査地点で検出された農薬はイプロベンフォス、ダイアジノン、それとベンチオカーブであった。これらを調査地点別にみた。

#### 4-1-1 矢指地区

矢指地区で検出された農薬は2種類あり、除草剤のベンチオカーブが3回、殺虫剤のフェンチオンが2回それぞれ検出された(図-3,4)。6,7月以外の調査日では検出されなかった。最も濃度が高かったのはベンチオカーブの $9.0\mu\text{g}/\text{l}$ であった。その他は全て $1\mu\text{g}/\text{l}$ 以下であり、環境基準値や指針値を超えた農薬はなかった。

#### 4-1-2 恩田地区

恩田地区では5種類が検出された。殺虫剤のフェンチオン、ダイアジノン、フェニトロチオン、除草剤のエスプロカルブと殺菌剤のイプロベンフォスであった。検出頻度の高かったのは、イプロベンフォスの5回で次いでダイアジノン、フェンチオンが3回検出されており(図-5,6,7)、この3種類が同時に検出された調査日が7月に2回あった。フェニトロチオン、エスプロカルブは6月に1回検出された。最も濃度が高かったのはダイアジノンの $1.4\mu\text{g}/\text{l}$ であり、環境基準値や指針値を超えた農薬はなかった。

農薬名	種類	回数	検出状況
フェンチオン	殺虫剤	19	★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
ダイアジノン	除草剤	11	★★★★★★★★★★★★★★
イプロベンフォス	殺菌剤	10	★★★★★★★★★★
ベンチオカーブ	除草剤	7	★★★★★★
フェニトロチオン	殺虫剤	3	★★★
イソキサチオン	殺虫剤	2	★★
イプロベンフォス	殺菌剤	24	★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
イソキサチオン	殺虫剤	1	★
ベンチオカーブ	除草剤	23	★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
モリネート	除草剤	22	★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
シメトリン	除草剤	20	★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
エスプロカルブ	除草剤	12	★★★★★★★★★★★★★★
プロエチフ	殺虫剤	3	★★★
フルチアゾル	殺菌剤	1	★

図-2 検出頻度

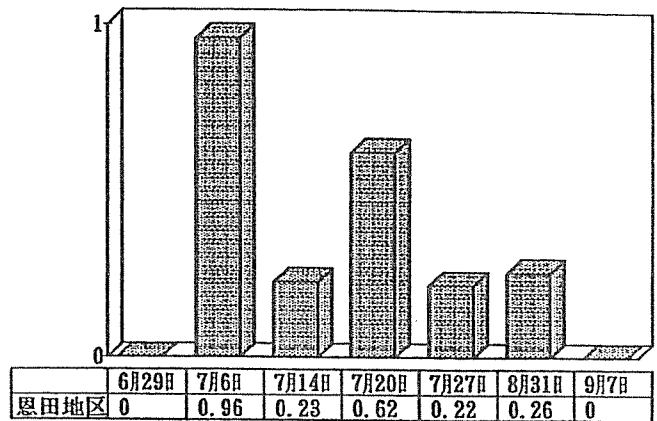


図-5 イプロベンフォス (恩田地区)

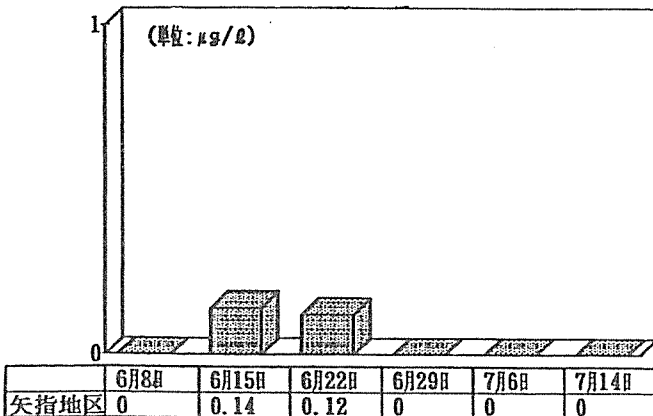


図-3 フェンチオン (矢指地区)

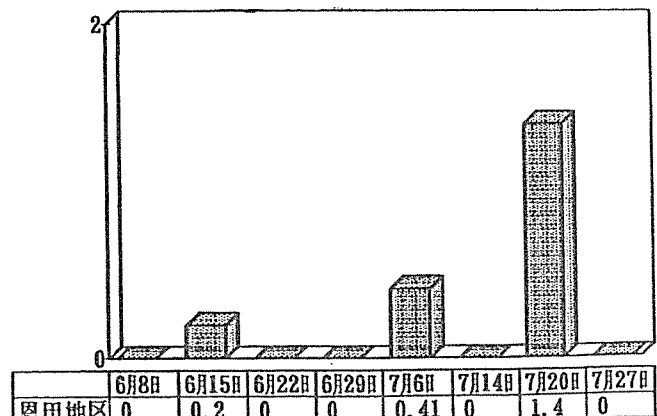


図-6 ダイアジノン (恩田地区)

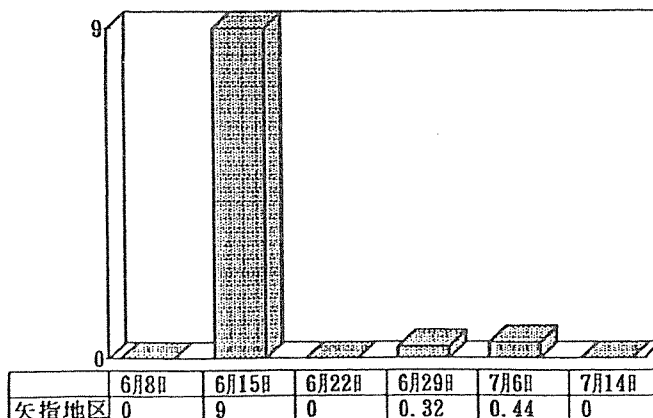


図-4 ベンチオカーブ (矢指地区)

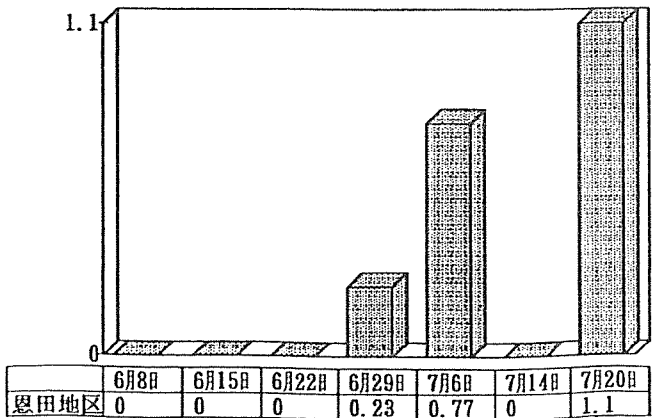


図-7 フェンチオン (恩田地区)

表-1 調査対象農薬

殺虫剤	殺菌剤	除草剤	
フェニトロチオン	イソプロチオラン	クロロニトロフェン	メチルダイムロ
フェンチオン	クロロタロニル	モリネート	ブタミフォス
ダイアジノン	イプロベンフォス	ベンチオカーブ	オキサジアゾン
エチルチオメトン	オキシシメトリン	メフェナセット	レナシル
フェノカルブ	チウラム	シメトリン	アシュラム
ジクロロボス	フルトラニル	シマジン	ベンスリド
イソキサチオン	イソプロチオラン	ブタクロル	スエップ
マラチオン	フサライド	エスプロカルブ	アトラジン
クロルピリホス	メプロニル	メコプロップ	プロピザミド
パラチオン	イプロジン	プレチラクロル	プロモブチド
		テルブカルブ	

表-2 検出された農薬の種類

	種類	項目	単位(μg/l) 基準値/指針値
フェンチオン	殺虫剤	*	*
ダイアジノン		要監視項目	5 以下
ジクロロボス		要監視項目	10 以下
フェノカルブ		要監視項目	3 以下
フェニトロチオン		要監視項目	8 以下
イソキサチオン		要監視項目	20 以下
イプロベンフォス	殺菌剤	要監視項目	8 以下
イソプロチオラン		要監視項目	40 以下
ベンチオカーブ	除草剤	環境基準項目	20 以下
モリネート		水質評価指針項目	5 以下
シメトリン		水質評価指針項目	60 以下
エスプロカルブ		水質評価指針項目	10 以下
プロモブチド		水質評価指針項目	40 以下
プレチラクロル		水質評価指針項目	40 以下

\* : 項目に指定されていない

表-3 検出された農薬の濃度 ① (単位: μg/l)

4月6日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ					
シメトリン					
ジクロロボス	0.31	0.43			
ダイアジノン					
ベンチオカーブ					
フェニトロチオン					
フェンチオン					
プレチラクロル					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート					

5月27日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ					
シメトリン		1.2			
ジクロロボス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ			0.15		
フェニトロチオン					
フェンチオン		0.14			
プレチラクロル					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート		21	0.23		



表-3 検出された農薬の濃度 ② (単位:  $\mu\text{g}/\text{l}$ )

6月8日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ					
シメトリン					
ジクロロポス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ		0.61	0.83		
フェニトロチオン				0.12	
フェンチオン					
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート	1.2	0.73	0.34		

6月15日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ	1.3	5.4	2.7	0.12	
シメトリン	1.8	0.51	0.22		
ジクロロポス					
ダイアジノン		0.18		0.20	
ベンチオカーブ	6.2	8.0	9.0		9.0
フェニトロチオン					
フェンチオン		0.10			0.14
フルトラニル					
プレチラクロール					
プロモブチド			0.20		
フェノカルブ	2.2	3.6	1.8		
モリネート	14	1.3	0.62		

6月22日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス	1.8	5.3	2.1		
エスプロカルブ			0.4		
シメトリン	11	7.0	4.9		
ジクロロポス	0.72	0.52	0.34		
ダイアジノン	0.21	0.83	0.34		
ベンチオカーブ	0.80	2.7	4.2		
フェニトロチオン					
フェンチオン	0.13	0.15	0.26		0.12
プレチラクロール			0.32		
プロモブチド			0.33		
フェノカルブ			0.90		
モリネート	30	18	10		

6月29日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン	0.41				
イソプロチオラン					
イプロベンフォス	0.21	0.33	0.21		
エスプロカルブ			0.18		
シメトリン	78	2.9	5.4		
ジクロロポス	0.13	0.17	0.11		
ダイアジノン	0.15	0.26	0.14		
ベンチオカーブ	14	4.1	2.5		0.32
フェニトロチオン					
フェンチオン	0.62	0.33	0.41	0.23	
プレチラクロール					
プロモブチド		0.16			
フェノカルブ					
モリネート	44	2.5	8.0		

表-3 検出された農薬の濃度 ③ (単位:  $\mu\text{g}/\text{L}$ )

7月6日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン	0.26				
イソプロチオラン			0.86		
イプロベンフォス	0.41	1.0	0.56	0.96	
エスプロカルブ					
シメトリン	0.24	0.67	12.6		
ジクロロボス					
ダイアジノン	0.26			0.41	
ベンチオカーブ	0.82	0.84	0.93		0.44
フェニトロチオン	0.53				
フェンチオン	610	1.5	0.26	0.77	
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート	16	0.52	4.1		

7月14日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス	0.54	0.92	2.6	0.23	
エスプロカルブ		0.12			
シメトリン	0.41	0.22	0.28		
ジクロロボス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ	0.32		1.4		
フェニトロチオン					
フェンチオン			1.2		
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ	0.62	0.42	2.3		
モリネート	1.6	0.13	0.65		

7月20日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス	0.32	0.12	0.29	0.52	
エスプロカルブ		0.15	0.13		
シメトリン	1.7	0.12	0.14		
ジクロロボス					
ダイアジノン				1.4	
ベンチオカーブ			0.16		
フェニトロチオン					
フェンチオン				1.1	
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート	1.5				

7月27日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス	0.25	0.12	0.13	0.22	
エスプロカルブ		0.26	0.11		
シメトリン	0.25				
ジクロロボス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ			0.42		
フェニトロチオン					
フェンチオン	0.74				
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート	0.12				

表-3 検出された農薬の濃度 ④ (単位:  $\mu\text{g}/\text{L}$ )

8月3日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス			0.12		
エスプロカルブ			0.14		
シメトリン					
ジクロロポス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ			0.23		
フェニトロチオン					
フェンチオン	1.2				
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート					

8月24日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ					
シメトリン					
ジクロロポス			0.60		
ダイアジノン					
ベンチオカーブ					
フェニトロチオン			0.91		
フェンチオン					
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート					

8月31日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス				0.26	
エスプロカルブ					
シメトリン					
ジクロロポス					
ダイアジノン					
ベンチオカーブ					
フェニトロチオン					
フェンチオン					
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート					

9月7日

	寺家 A	寺家 B	寺家 C	恩田地区	矢指地区
イソキサチオン					
イソプロチオラン					
イプロベンフォス					
エスプロカルブ					
シメトリン					
ジクロロポス	0.53				
ダイアジノン					
ベンチオカーブ					
フェニトロチオン					
フェンチオン					
プレチラクロール					
プロモブチド					
フェノカルブ					
モリネート					

#### 4-1-3 寺家地区

寺家地区では検出された農薬の種類は矢指、恩田地区に比べてはるかに多かった。検出された農薬は表-2に示すように14種類であった。これは寺家川が水門を閉じ農業用水路となるためと考えられた。3つの調査地点(A, B, C)で検出された農薬を分類別(殺虫剤, 殺菌剤, 除草剤)にみた。

##### ① 殺虫剤

検出された殺虫剤は、フェンチオン、ダイアジノン、ジクロロボス、フェノカルブ、フェニトロチオン、イソキサチオンの6種類であった(図-8~13)。

ダイアジノン、ジクロロボスは6月に3調査地点すべてで検出された。またダイアジノンは今回の調査でも7月以降は検出されなかったがジクロロボスは4月と9月にも検出された(図-8, 9)。

イソキサチオンとフェニトロチオンは頻度は少ないが検出され(図-10, 11), またフェノカルブは3調査地点同時に検出された調査日が2回あった(図-12)。

フェンチオンは検出期間が長く、5月から8月まで検出され、6月から7月にかけて3調査地点とも検出された(図-13)。最も濃度が高かったのは7月6日のA調査地点のフェンチオンが $610 \mu\text{g}/\ell$ であった。また延べ検出頻度の最も高かったのはフェンチオンで次いでジクロロボス、ダイアジノンの順であった。6種類の殺虫剤がすべて検出された調査日はなかったが、6月と7月に4種類検出された調査日があった。なお検出された6種類の殺虫剤で濃度が環境基準値や指針値を超えたものはなかった。

##### ② 殺菌剤

殺菌剤は、イプロベンフォスとイソプロチオランの2種類が検出された(図-14, 15)。

イプロベンフォスは検出期間が長く、6月から8月にかけて全ての調査日に検出され、最も濃度が高かったのは6月のB調査地点の $5.3 \mu\text{g}/\ell$ であった。またイソプロチオランは7月のC調査地点で検出されただけであった。この2つの殺菌剤はいずれも指針値の濃度以下であった。

殺虫剤や除草剤と比較して検出された種類は少なく、調査対象としたオキシシン銅、フルトラニル、チウラム等などは検出されなかった。

##### ③ 除草剤

6種類の除草剤が検出された。検出されたのはモリネート、ベンチオカーブ、シメトリン、エスプロカルブ、プロモブチドそれとプレチラクロールであった(図-16~21)。

モリネートは殺虫剤、殺菌剤を含め寺家地区で検出された農薬の中で最も検出頻度が高く、5月から7月の調査まで検出され、6月と7月の調査では3調査地点とも検出された。この時期の寺家川は農業用水路となつてはいるが、検出された値をモリネートの公共用水域の評価指針値 $5 \mu\text{g}/\ell$ と比べると、この値を超えたのは延べ8回あり、最も濃度が高かったのは6月29日のA調査地点の $44 \mu\text{g}/\ell$ であった(図-16)。

ベンチオカーブはモリネートと同様に5月から8月まで高い頻度で検出され、最も高かったのは6月29日のA調査地点の $14 \mu\text{g}/\ell$ であった(図-17)。

シメトリンはモリネートに次ぐ高い頻度で5月から7月まで検出され6月のA調査地点では $78 \mu\text{g}/\ell$ と評価指針値の $60 \mu\text{g}/\ell$ を超えていた(図-18)。

エスプロカルブは6月の調査で3調査地点で検出され、8月の調査まで検出された(図-19)。

また検出頻度は低かったがプロモブチドが3回、プレチラクロールが1回、いずれも6月の調査でそれぞれ検出された(図-20, 21)。

6種類の除草剤がすべて検出された調査日は6月に1回、5種類検出されたのは6月に2回、4種類が7月に3回あった。

(単位:  $\mu\text{g}/\ell$ )

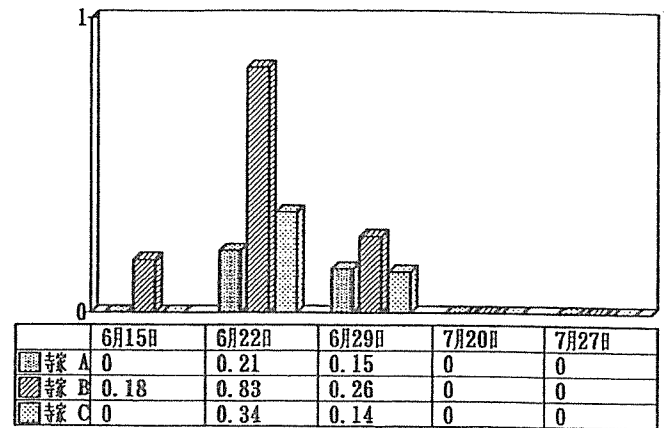


図-8 ダイアジノン (寺家地区)

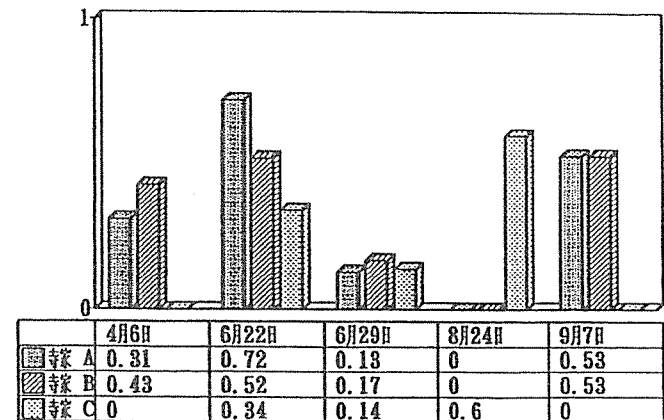


図-9 ジクロロボス (寺家地区)

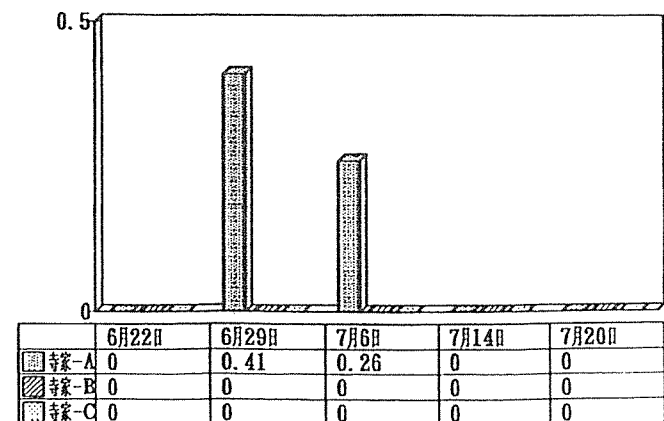
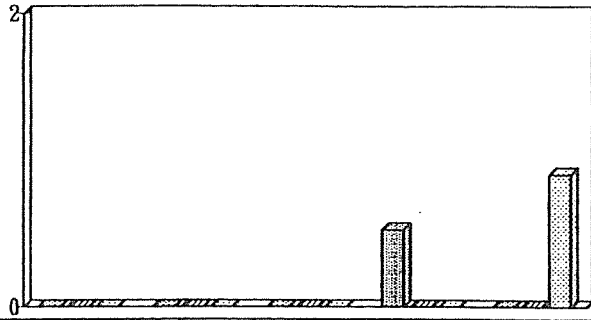


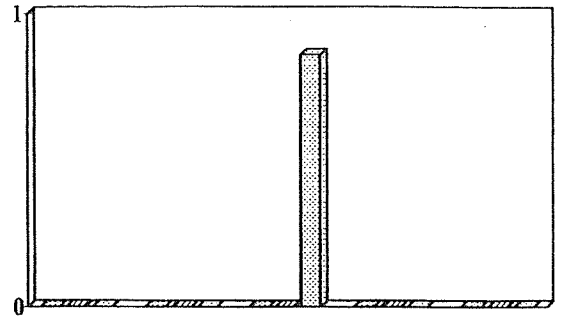
図-10 イソキサチオン (寺家地区)

(単位:  $\mu\text{g}/\text{L}$ )



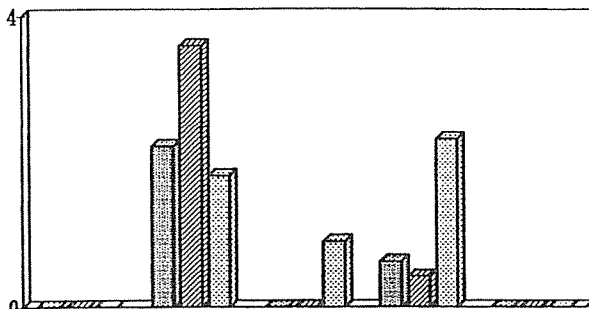
	6月8日	6月22日	6月29日	7月6日	8月24日
寺家-A	0	0	0	0.53	0
寺家-B	0	0	0	0	0
寺家-C	0	0	0	0	0.91

図-11 フェニトロチオン (寺家地区)



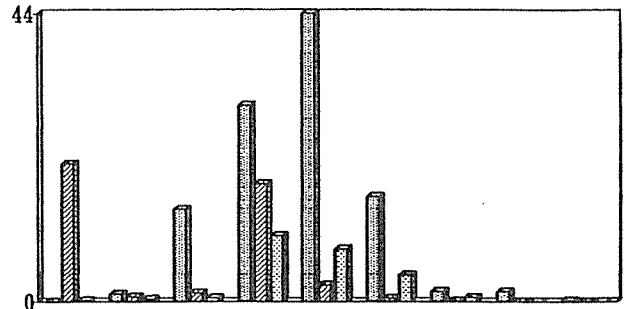
	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月20日
寺家 A	0	0	0	0	0
寺家 B	0	0	0	0	0
寺家 C	0	0	0.86	0	0

図-15 イソプロチオラン (寺家地区)



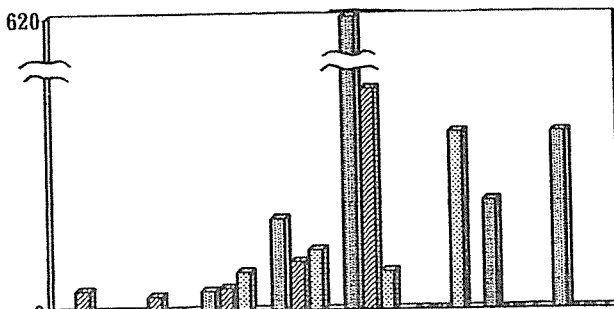
	6月8日	6月15日	6月22日	7月14日	7月20日
寺家 A	0	2.2	0	0.62	0
寺家 B	0	3.6	0	0.42	0
寺家 C	0	1.8	0.9	2.3	0

図-12 フェノカルブ (寺家地区)



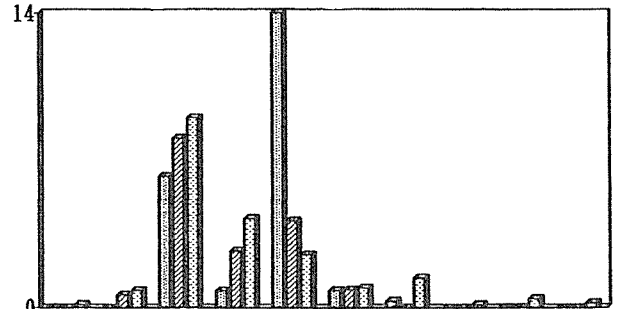
	5月27日	6月8日	6月15日	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月20日	7月27日
寺家 A	0	1.2	14	30	44	16	1.6	1.5	0.12
寺家 B	21	0.73	1.3	18	2.5	0.52	0.14	0	0
寺家 C	0.23	0.34	0.62	10	8	4.1	0.65	0	0

図-16 モリネート (寺家地区)



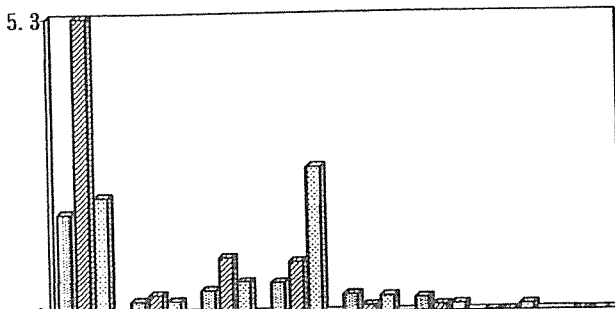
	5月27日	6月15日	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月27日	8月3日
寺家 A	0	0	0.13	0.62	610	0	0.74	1.2
寺家 B	0.14	0.1	0.15	0.33	1.5	0	0	0
寺家 C	0	0	0.26	0.41	0.26	1.2	0	0

図-13 フェニトロチオン (寺家地区)



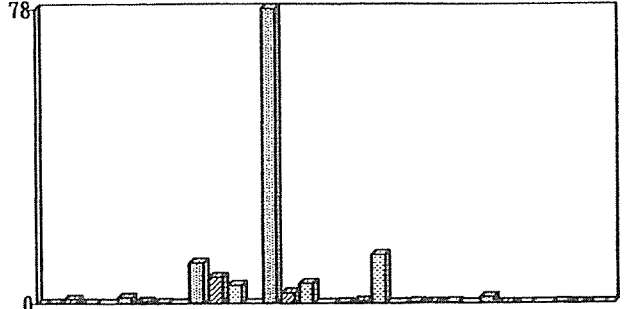
	5月27日	6月8日	6月15日	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月20日	7月27日	8月3日
寺家 A	0	0	6.2	0.8	14	0.82	0.32	0	0	0
寺家 B	0	0.61	8	2.7	4.1	0.84	0	0	0	0
寺家 C	0.15	0.83	9	4.2	2.5	0.93	1.4	0.16	0.42	0.23

図-17 ベンチオカーブ (寺家地区)



	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月20日	7月27日	8月3日	8月31日
寺家 A	1.8	0.21	0.41	0.54	0.32	0.25	0	0
寺家 B	5.3	0.33	1	0.92	0.12	0.12	0	0
寺家 C	2.1	0.21	0.56	2.6	0.29	0.13	0.12	0

図-14 イプロベンフォス (寺家地区)



	5月27日	6月15日	6月22日	6月29日	7月6日	7月14日	7月20日	7月27日
寺家 A	0	1.8	11	78	0.24	0.41	1.7	0.25
寺家 B	1.2	0.51	7	2.9	0.67	0.22	0.12	0
寺家 C	0	0.22	4.9	5.4	13	0.28	0.14	0

図-18 シメトリン (寺家地区)

(単位:  $\mu\text{g}/\text{L}$ )

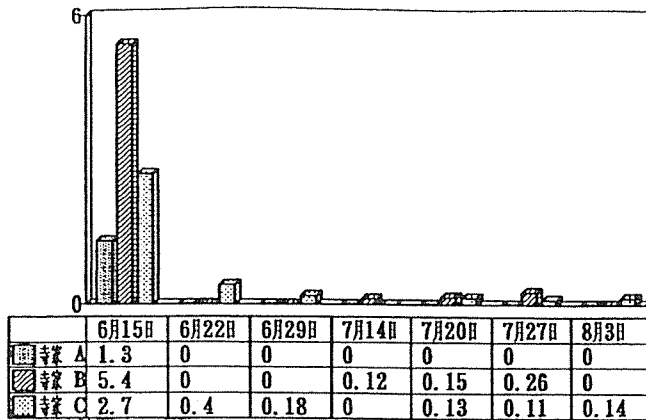


図-19 エスプロカルブ (寺家地区)

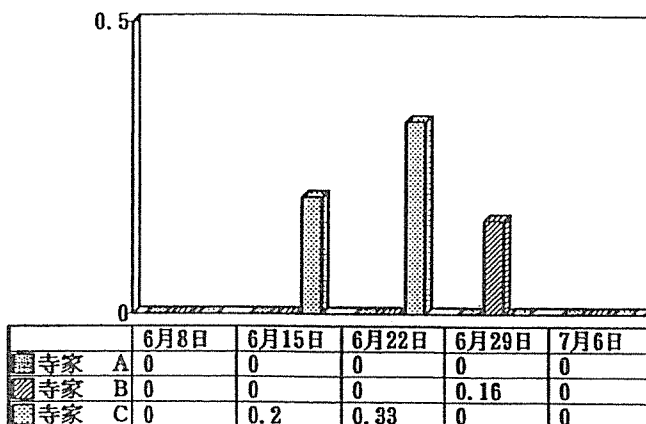


図-20 プロモブチド (寺家地区)

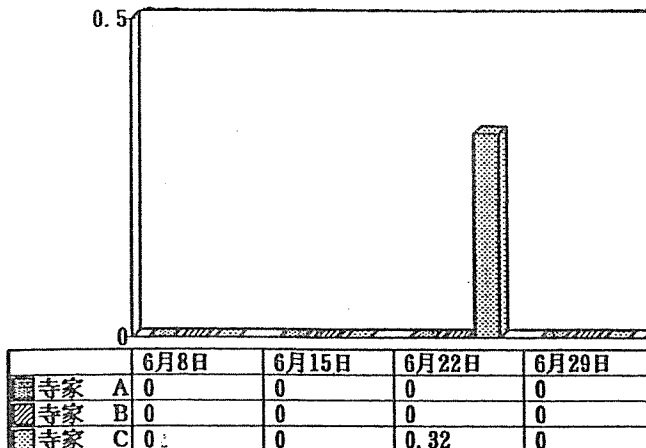


図-21 プレチラクロール (寺家地区)

## 5. まとめ

農薬に関する環境基準項目、要監視項目及び水質評価指針等から41種類の農薬を調査対象として水田排水中の調査を行った。調査期間は1998年4月から9月までとし毎週1回採水、分析して次のことがわかった。

- 1) 前回の調査で検出された7種類のほかにイソプロチオラン、エスプロカルブ、シメトリン、ベンチオカーブ、プレチラクロール、プロモブチド、フェノカルブの14種類の農薬が検出された。
- 2) 延べ検出頻度が最も高かったのは殺菌剤のイプロベンフォスであった。そのほか除草剤のベンチオカーブ、モリネート、シメトリン、殺虫剤のフェンチオンが高い頻度で検出された。
- 3) 農薬の排出源の一つである水田排水中の農薬の種類と検出時期が把握できた。今後は横浜市内の河川水中の農薬についても再度調査する方針である。

## 参考文献

- 1) 横浜市：横浜市統計書，平成10年度
- 2) 横浜市環境保全局：横浜市公共用水域及び地下水の水質測定結果，1996
- 3) 初貝留美，下村光一郎，飯塚貞男，若林信夫：横浜市内の河川水中の農薬調査，横浜市環境科学研究所報，第21号，123～128，1997
- 4) 初貝留美，下村光一郎，飯塚貞男，山口一誠：横浜市内の水田排水の農薬調査（第2報），横浜市環境科学研究所報，第22号，56～62，1998
- 5) 吉澤正：千葉県公共用水域における農薬汚染実態調査，用水と廃水，Vol. 37，No. 9，691～699，1995
- 6) 次田啓二 他：福井県内河川における農薬汚染実態調査（第2報），福井県環境科学センター年報，25，94～97，1995
- 7) 神奈川県農政部農業技術課：神奈川県病害虫雑草防除基準，平成9年度版



# 横浜市内河川における河床堆積物の性状調査 (第2報)

## — 帷子川水系 —

小市佳延, 福嶋 悟 (横浜市環境科学研究所)

### Character of river bed sediments in Yokohama city (2nd)

#### — Katabira river —

Yoshinobu Koichi, Satoshi Fukushima  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: 河成堆積物, 底質調査, 付着物

#### 要 旨

横浜市中心部の帷子川水系において、河床の底質および付着物の性状を1996年度の夏・冬季に調査した。その結果、底質ではChl.a以外の微細泥率等の測定項目はほとんどの地点で冬季に増加する傾向がみられた。源流域の底質はChl.aがきわめて低く、これは日照の少ない環境でかつ河床が酸化鉄膜で覆われているために付着藻類が生育しないためと思われた。有機物分解進行度の指標であるC/N値は、底質では11.0~26.5と高く、分解の進んだ地点が多いものと思われた。付着物のC/N値は大部分の地点で6.0~8.8と低く、生育中の微生物等で構成されていると考えられた。河床がコンクリートブロックでできた地点では、夏季の付着物、底質は共に藻類由来の有機物に富んでいた。

#### 1. はじめに

公共用水域では、県の測定計画や市独自の中小河川調査などによって水質については定期的に市内全域のデータが多数得られている。ところが、河床に堆積している底質や付着物については調査の数も少なく、データも未整備である。河床堆積物はその上部を流れる水質中の懸濁物質が沈降・堆積したものや水中の栄養物・栄養塩を摂取して生長した生物群等で構成されており、降雨による増水時には掃流・浮上して水質汚濁源の一つになるため、データとして把握しておく必要があると思われる。

今回は横浜市中心部を流れる帷子川について、水質測定点を中心に河床堆積物の理化学的調査を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2-1 調査地点

帷子川は横浜市中心部を流れる全長約20kmの2級河川である。旭区上川井の丘陵地に源を発し、二俣川、今井川等の支川と合流しながら西区で数本の派川に分かれた後、横浜駅西口付近で再び1本となって横浜港に注いでいる。源流部には農耕地・ゴルフ場が広がり、緑が残っているが、中流域は住宅地、下流域は住宅・商業地となっている。

帷子川水系の1996年度の水質調査<sup>1)</sup>ではBODは5mg/l前後が中心で、このうち二俣川は9.5mg/lと高い。また、感潮域の水道橋では3.1mg/lと低くなっている。

調査地点である帷子川水系の9地点を図-1および表

1に示す。K-6は源流域、K-2~5は本流の地点で、このうちK-5は感潮域にあたる。

##### 2-2 調査期日および試料採取方法

調査は1996年夏(8月12,23日)および1997年冬(2月12日)に行った。

各地点における河床堆積物として、底質および付着物を採取した。試料採取方法は前報<sup>2)</sup>のとおりである。

##### 2-3 試料調整法および測定項目

試料の調整方法および測定項目は前報<sup>2)</sup>と同じである。

#### 3. 結果と考察

##### 3-1 底質

##### 3-1-1 粒径割合, 微細泥率

底質を粒径2-1mm, 1-0.075mm, 0.075mm以下の3種類に分け、それぞれの割合を求めた結果を図-2に示す。

本流のK-2では夏季の粒径0.075mm以下の割合、すなわち微細泥率が58%と高いのが認められる。しかし、冬季は11%まで減少している。その他の本流の地点K-3~5では微細泥率が夏季には7%前後だったのが冬季には19~27%と大きく増加している。半年の間に上流から流下してきたものが流速低下と共に沈積したものと思われる。このうちK-5は冬季に砂分の粒径2-1mmの割合も18%に増加しており、上流やK-9のある今井川から流下してきたものが感潮域のK-5あたりに沈降したと思われる。

支流のK-8もK-9同様、粒径2-1mmの割合が30%以上と高いのが認められる。両地点とも河床は砂礫質である。微

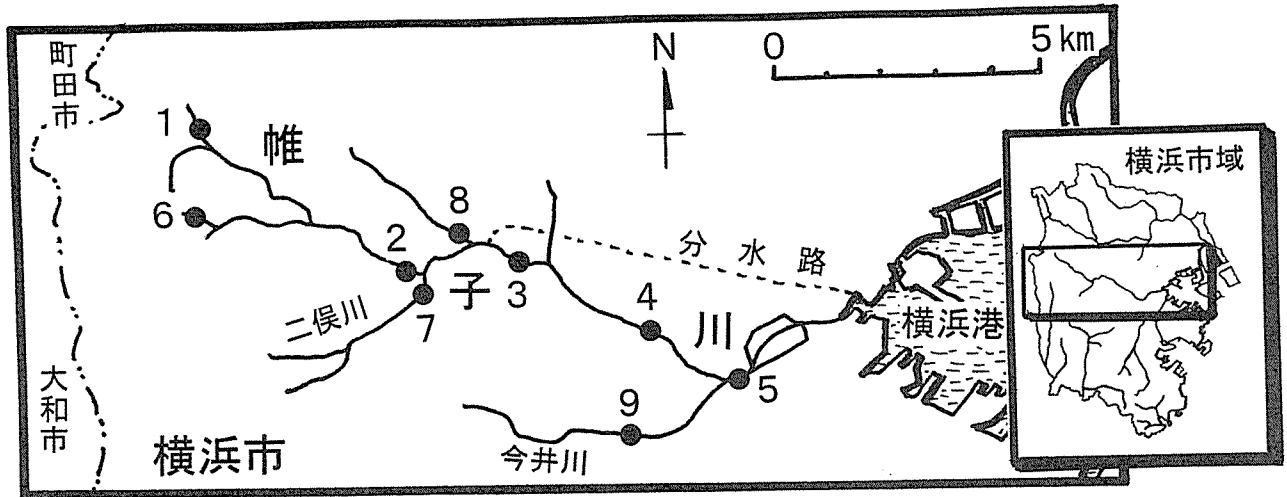


図-1 調査地点図

表-1 調査地点

地点	地点名	支川名	河床状態
K-1	大貫橋上流		砂泥、三面コンクリート
K-2	今川橋		砂礫
K-3	学校橋		砂礫、礫ブロック
K-4	星川橋		砂礫
K-5	水道橋		砂泥
K-6	程ヶ谷カトリ横	矢指川	砂泥
K-7	下川橋	二俣川	コンクリートブロック
K-8	浜串橋	中堀川	砂礫、岩盤
K-9	瀬戸ヶ谷中橋	今井川	砂礫

細泥率は夏季2%台、冬季6%前後と低い。

3-1-2 IL, T-C, T-N, T-P, Chl.a

IL等の結果を図-3に示す。IL, T-C, T-N, T-PはK-2, 6を除くと、夏季より冬季の方が高い傾向がみられる。

夏季はK-2を除くと、IL 2.0~5.4%, T-C 6.6~17.2 mg/g, T-N 0.25~1.0mg/g, T-P 0.27~0.58mg/g,

Chl.a 0.001~0.045mg/gであり、これらは前報<sup>2)</sup>の鶴見川の大部分の地点と同一の範囲にある。K-2はIL 7.9%, T-C 26.8mg/g, T-N 1.7mg/g, T-P 0.95mg/g, Chl.a 0.021mg/gで、前章の微細泥率と共に高い値となっているのが認められる。K-2は川幅15mほどの平坦な地点であり、上流では河川改修工事が行われていた。その影響で微細泥粒子が多く、そのためにIL等が高くなったものと思われる。

冬季はIL 3.2~6.7%, T-C 9.3~27.9mg/g, T-N 0.82~2.5mg/g, T-P 0.46~1.2 mg/g, Chl.a 0.001~0.12 mg/gの範囲にある。この中でK-3が最も高いのが認められる。K-3は水深40cm程度の浅い淵の下流に礫を河床全面に貼った人工河床のあるところで、水量の減少した冬季は微細粒子の底質が堆積しやすいと考えられる。K-8,9は各項目の値が小さい。両地点とも河床が砂礫質であり、微細泥粒子が少ないためと思われる。K-6はK-8,9よりやや大きい値で、夏・冬季ともほぼ同一の値である。また、Chl.a以外の値は前回の鶴見川流域と同程度である。K-6は帷子川の源流域にあたり、林の中の日照のない谷間に

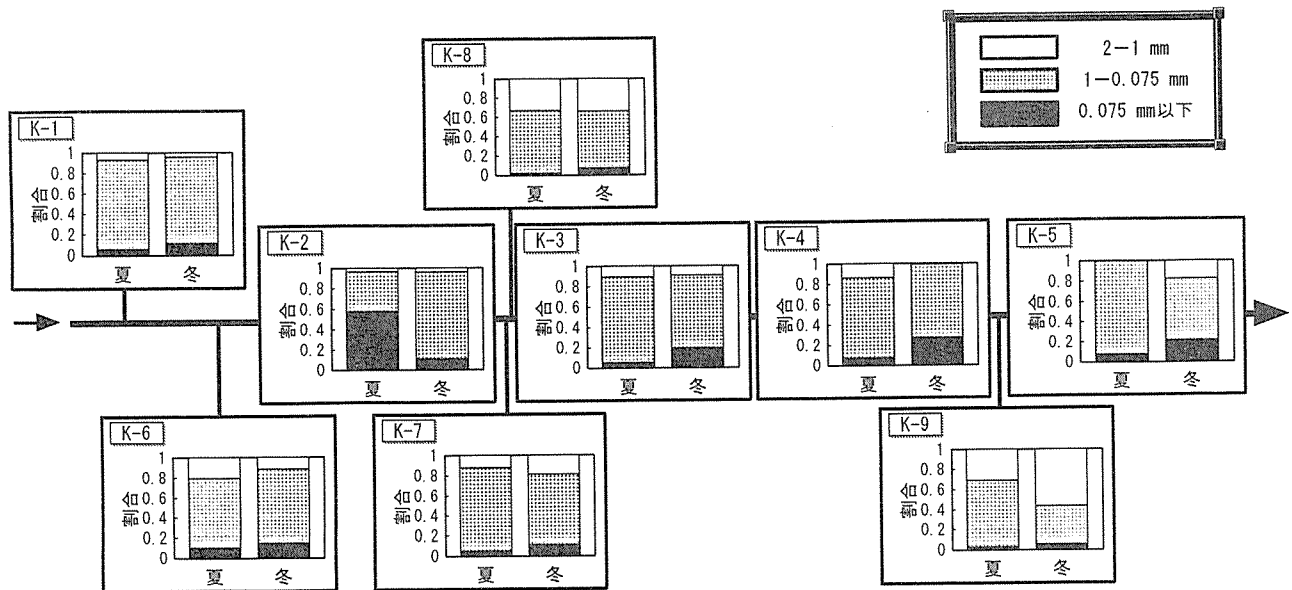


図-2 底質の粒径割合

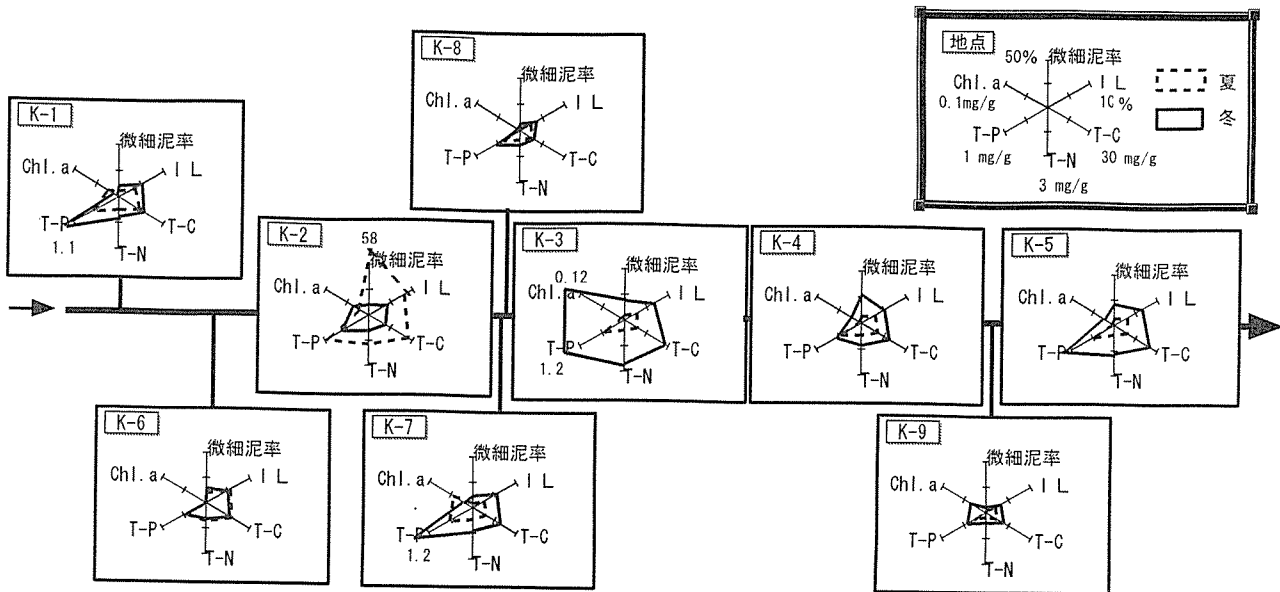


図-3 底質の測定結果

あり、流れも緩やかで季節変化に乏しいと思われる。さらに鉄分の多い湧き水により河床が酸化鉄膜で覆われている。このため藻類が生育しにくく、したがってChl. aが底質にも少ないと思われる。

### 3-1-3 C/N値

有機物分解の進行度の指標とみられるC/N値<sup>3, 4)</sup>を図-4に示す。

各地点の中では、K-9が夏季21.5、冬季19.6と全地点中最も高いのが認められる。源流域のK-6も比較的高く、夏・冬季とも16.5前後である。これらの地点では有機物分解が進んでいるものと思われる。

全体として、夏季のC/N値は13.0~26.5、冬季は11.0~19.6と夏季の方が高い傾向にあることから、夏季の方が分解が進んでいると思われる。また、前回の鶴見川調査ではC/N値が10以下の地点が半数近くみられたが、今回の帷子川ではみられない。帷子川流域では下水道の普及

率も100%近くになっており、大規模な排水源もないために分解初期の有機物が少ないと思われる。

### 3-1-4 N/P値<sup>5, 6)</sup>

富栄養化の傾向を知る手がかりになるとと思われるN/P値を図-4に示す。

夏季は0.9~2.3、冬季は1.1~2.3の範囲であり、他の河川<sup>4, 7)</sup>と同程度である。N/P値が2を上回るのは冬季のK-3, 4、および夏・冬季のK-6である。また、図示していないが、粒度別では0.075mm以下の微細泥ででも1.2~2.7であり、鶴見川のようなきわめて高い値はみられない。

### 3-1-5 藻類寄与率

有機物成分中の付着藻類由来の割合である藻類寄与率<sup>8)</sup>を図-4に示す。

源流のK-6は夏・冬季とも0.1%前後と低く、ほとんど藻類由来の有機物がないと思われる。

夏季はK-1が4.8%、K-7が12.0%と高い他は2%以下で

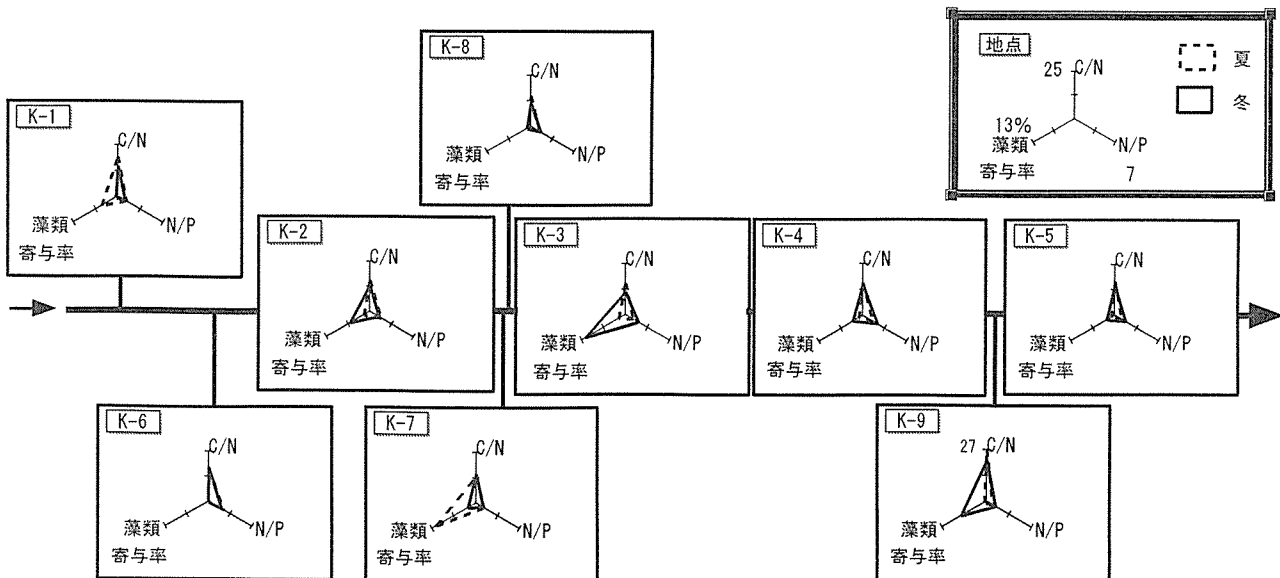


図-4 底質のC/N値, N/P値, 藻類寄与率

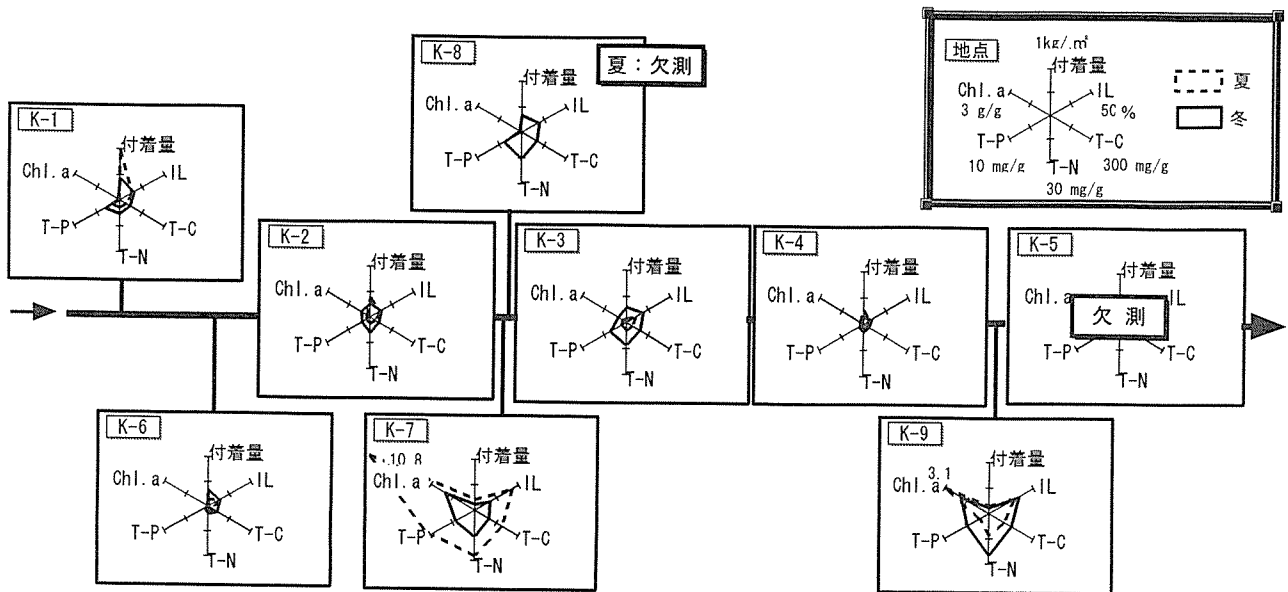


図-5 付着物の測定結果

あるのが認められる。K-7は河床がコンクリートブロックで出来ており、剥離した藻類が蓄積しやすい構造となっている。

冬季はK-3が11.8%，K-2，9が6.0，7.5%と高い他は0.2~3.0%である。冬季の方が夏季にくらべて高い傾向がある。このうちK-3は微細泥が多くなっており、その由来が剥離藻であると考えられる。

### 3-2 付着物

調査地点のうち、K-5および夏季のK-8は付着物の基質となる手頃な石等がなかったため、欠測とした。

#### 3-2-1 付着量，IL，T-C，T-N，T-P，Chl.a

付着量等の測定結果を図-5に示す。付着量は0.07~0.97kg/m<sup>2</sup>，ILは6.1~42.3%，T-Cは25.4~188mg/g，T-Nは2.19~27.2mg/g，T-Pは0.74~9.61mg/g，Chl.aは0.008~10.8mg/gの範囲にある。これらを底質と比較すると，IL等の濃度項目は底質にくらべて高いが，とり

わけChl.aは底質の4~240倍と高いのが認められる。

K-1は付着量が全地点中最も高く，夏季0.97kg/m<sup>2</sup>，冬季0.43kg/m<sup>2</sup>である。その一方でChl.aの値は0.1mg/g前後と低い。K-1は幅1.5m程度の三面コンクリート水路であり，日照もあまり良くない。堆積量もかなりあることから付着藻類が生育するには適さないと思われる。

本流のK-2~5ではK-3が最も各種濃度が高い。K-3では冬季が夏季を上回り，それぞれの値は夏季の1.9~4.0倍となっているのが認められる。冬季のK-3は底質も濃度が高かったところであり，降雨があるとすぐに増水する帷子川の中では比較的流速などが安定した環境にあったと考えられる。対してK-4は，付着量以外の項目は本流の中では最も低く，このうちIL 6.1~8.2%，T-C 25.4~33.3 mg/gは全地点中最低であるのが認められる。

源流域のK-6はT-N，T-P，Chl.aが全地点中最も低く，それぞれ2.8~3.8mg/g，0.62~0.74mg/g，0.008~

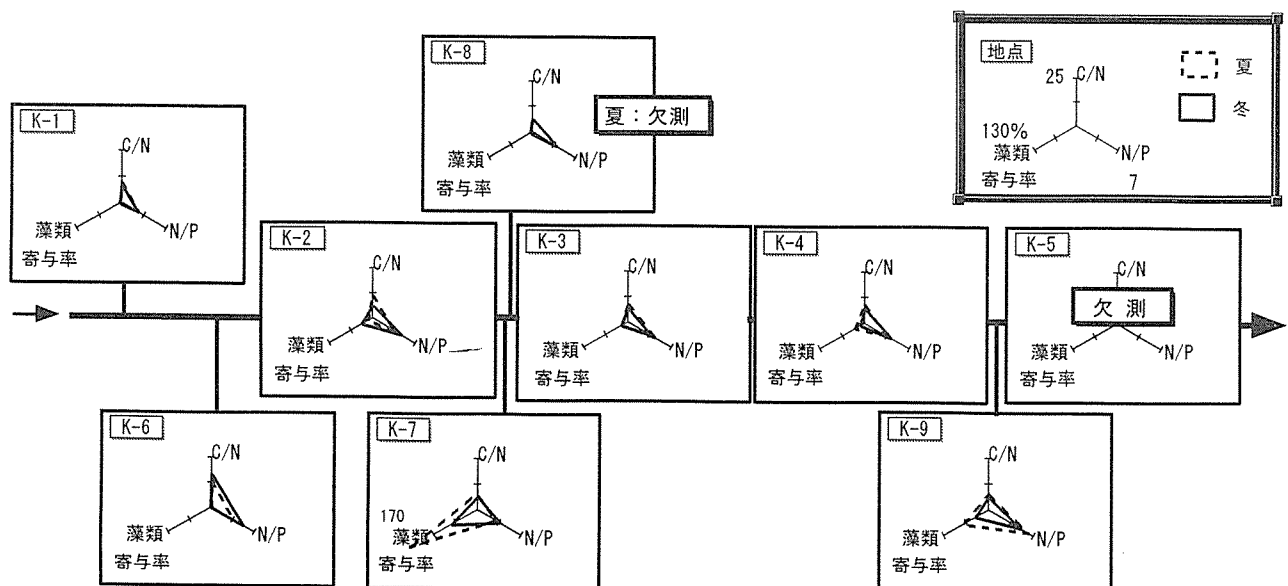


図-6 付着物のC/N値，N/P値，藻類寄与率

0.045mg/gである。とくにChl.aの値が低い。これは他の地点の底質と同じ程度であり、日照に恵まれていないためと思われる。

K-7は付着量は少ないものの、夏季はIL等の濃度が全地点中最も高いのが認められる。とくにChl.aは10.8mg/gと高く、これは前回調査の鶴見川でも見られなかった値である。また、冬季もChl.aだけは2.0mg/gと他の地点と比較して高いのが認められ、付着藻類が生育しやすい箇所と考えられる。

K-9はK-7と同様に付着量は少ないが、他の濃度項目がK-7に次いで大きいのが認められる。ただし、夏季はChl.aが冬季をやや上回るものの、他は冬季よりは低い値となっている。

### 3-2-2 C/N値

付着物のC/N値を図-6に示す。

夏季のC/N値は6.9~12.8、冬季は6.0~16.4の範囲にある。このうちC/N値が10以上なのは、K-2の夏季、K-6の夏・冬季で、それぞれ11.4、12.8および16.4である。これらは比較的有機物の分解が進行した段階にあることを示しており、とくに源流のK-6では付着物の新陳代謝があまり活発でないことを推測させる。K-1のC/N値は夏季9.9、冬季8.6でやや高い。付着量が多いことから、分解の進んだ流下物が混在していると思われる。その他の地点ではC/N値が6.0~8.8であることから、付着物は微生物や藻類の生体がほとんどと考えられる。

### 3-2-3 N/P値

付着物のN/P値を図-6に示す。

N/P値は2.4~6.3で、このうちK-1は2.5前後と最も低い。この値は同じ調査の底質の最高値に近い値である。微生物や植物プランクトンのN/P値約7に近いのは、K-

6(冬)の5.1、K-9の6.3および5.1があげられる。このうちK-9はC/N値も6.0~7.7と低いことから、この付着物は生育中の細菌・付着藻等で大部分が構成されていると思われる。

### 3-2-4 藻類寄与率

藻類寄与率の計算結果を図-6に示す。

付着物中の有機物成分への藻類寄与率はK-7の夏季が最も高く、170%となるのが認められる。100%を超えたのは計算式中の係数を低めにしたため、付着藻類の細胞中のChl.a量が通常より多く、活発な時期にあたると思われる。K-7はまた冬季も78.4%と全地点中群を抜いて高い。K-7は水質BODが年平均9.5mg/lと帷子川水系の中では高く、藻類の生育に必要な栄養塩も高いと思われる。さらに、K-7は川幅10mほどのコンクリブロック床で、なおかつ日当たりも良いという条件が重なったことが要因と思われる。

K-9もK-7に次いで藻類寄与率が高く、夏季73.9%、冬季39.2%である。河床は砂礫質で、水深や流速もあまりないことが付着藻類の生育に適しているのかもしれない。

それらにひきかえ、K-1,6,8は藻類寄与率が7%以下であり、特に源流のK-6は0.4%および2.3%と通常の底質と同程度である。これは調査地点が林の中の水路であり、山陰となって日照が望めないことが原因と思われる。K-1も5%前後と少なく、C/N値も低いことから、生育中の細菌・微生物や未分解の有機物が多いと考えられる。

### 3-3 底質と付着物の関係

付着物は流速の増加や成長サイクルの過程で剥離すると流下した後、沈降して新たな底質となる。そこで両者の関係をみるために、粒度別の底質と付着物の濃度相関図を図-7に示す。

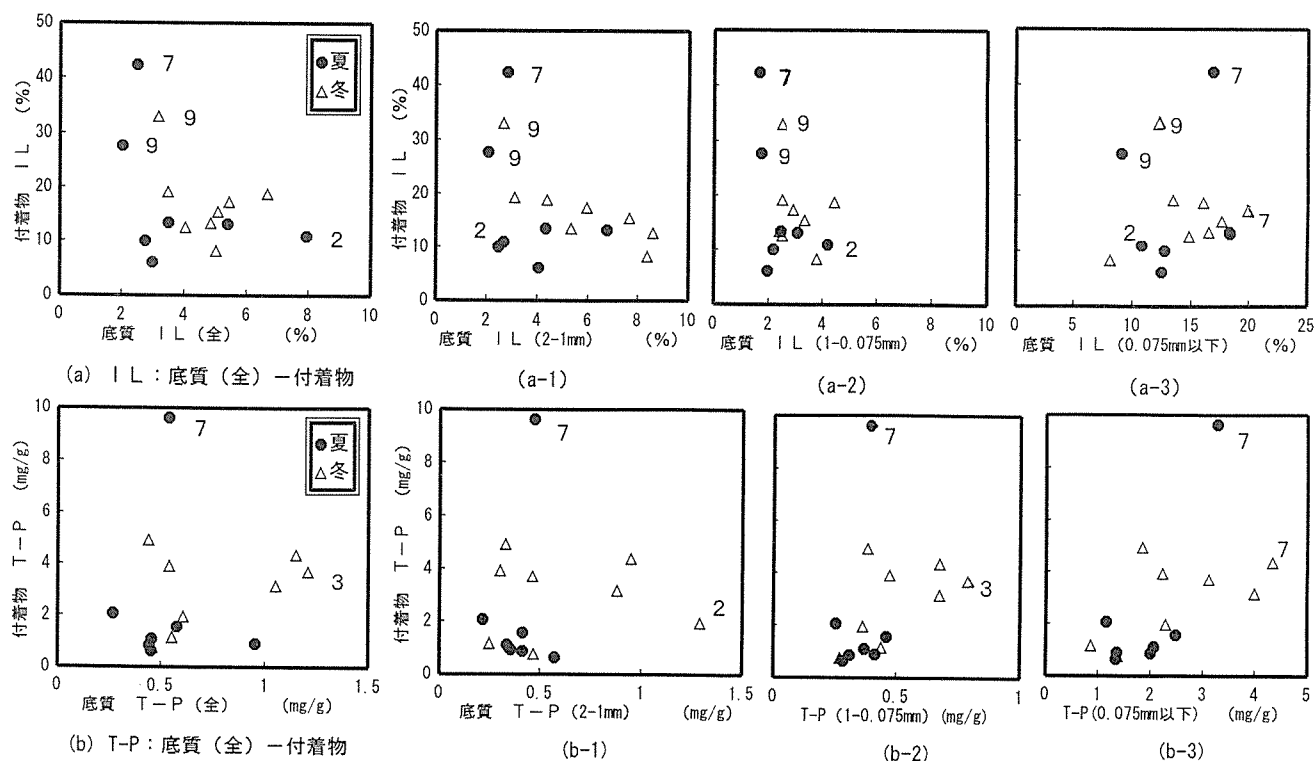


図-7 底質と付着物の関係

ILについて図-7(a)をみると、底質全量と付着物の関係は全体に分布している。このうち、K-7(夏)とK-9(夏・冬)の3点は底質より付着物のILが突出しているのが認められる。粒度別の底質と付着物の間では、粒径2-1mm、および1-0.075mmとは相関が全くみられないが、粒径0.075mm以下とは右肩上がりの分布になっており、相関関係が改善されているのが認められる。

T-Pについても同様で、底質全量や粒径2-1mmと付着物とは相関はみられないが、粒径1-0.075mm、粒径0.075mm以下になるにつれて相関が良くなっていく傾向が認められる。

このようなことから、付着物は底質の粒径0.075mm以下の成分となることが推測される。

また、底質の粒度別の濃度範囲を比較すると、ILでは粒径0.075mm以下が7.7~20%で最も高く、つぎに粒径2-1mmの2.1~8.6%で、最も低いのは1-0.075mmの1.7~4.4%である。粒径の大きな2-1mmの方が1-0.075mmよりも濃度が高い現象は、前回の鶴見川でもみられたものであり、植物小片等の有機物比率の高いものが粒径2-1mmの画分に混入していると思われる。

#### 4. まとめ

横浜市中部の帷子川水系において、河床の底質および付着物の性状を夏・冬季に調査した結果、以下のような知見が得られた。

1) 底質ではChl.a以外の微細泥率等の測定項目はほとんどの地点で冬季に増加する傾向がみられた。

2) 源流域の底質は、Chl.a以外の値は前回調査した鶴見川源流と同程度であり、Chl.aはきわめて低い値であったが、これはその地点が日照も少なく、河床が酸化鉄膜で覆われているために付着藻類が生育しないためと思われた。

3) 有機物分解進行度の指標であるC/N値は、底質では11.0~26.5と高く、分解の進んだ地点が多いものと思われた。付着物では大部分の地点で6.0~8.8と低く、生育中の微生物等で構成されていると考えられた。

4) 河床がコンクリートブロックのK-7では、付着物の藻類寄与率が170%および79%と高いことからほとんどが付着藻類と考えられた。また、底質も夏季は藻類寄与率が12%と高いことから剥離藻に富んでるものと思われた。

5) 河床が砂礫であるK-9では付着物の藻類寄与率が74%および39%と比較的高く、N/P値は6.3~5.1、C/N値も6.0~7.7と生体に近い値であることから、付着物は生育中の細菌・付着藻で構成されていると思われた。

6) 底質の微細泥部分と付着物はIL等の濃度で比例する傾向がみられ、剥離した付着物が底質の微細泥になるものと思われた。

#### 文 献

- 1) 横浜市環境保全局：横浜市公共用水域及び地下水の水質測定結果報告書（平成8年度）、23&64(1998)。
- 2) 小市佳延、福嶋 悟：横浜市内河川における河床堆積物の性状調査（第1報）－鶴見川水系－、横浜市環境科学研究所報、22、63-68(1998)。
- 3) 対馬和浩、工藤精一、千代森光仁：県南公共用水域における底質の特性、青森県公害センター所報、9、82-86(1989)。
- 4) 小山忠四郎：生物地球化学－環境科学への基礎と応用、東海大学出版会、68-98(1980)。
- 5) 井上隆信、海老瀬潜一：河床付着生物膜現存量の周年変化と降雨に伴う剥離量の評価、水環境学会誌、16、507-515(1993)。
- 6) 亀田安竹、木下正明：閉鎖性水域底質中の栄養塩類について、公害と対策、14、852-858(1978)。
- 7) 岡崎 勉、新井妥子、高橋基之、蓮沼弘行、山川徹郎、粕谷敏明、森田善一：河川環境における栄養塩類（窒素・磷）の動向－中川－、埼玉県公害センター研究報告、22、23-31(1995)。
- 8) 小市佳延、福嶋 悟、初貝留美、酒井 学：都市河川における河床汚濁物質の動態調査（第1報）－鶴見川－、横浜市環境科学研究所報、17、113-121(1993)。



# 横浜市内河川における河床堆積物の性状調査 (第3報)

## —大岡川水系—

小市佳延, 福嶋 悟 (横浜市環境科学研究所)

### Character of river bed sediments in Yokohama city (3rd)

#### — Ooka river —

Yoshinobu Koichi, Satoshi Fukushima  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: 河成堆積物, 底質調査, 付着物

#### 要 旨

横浜市内南東部の大岡川水系において、河床の底質および付着物の性状を夏・冬季に調査した。その結果、上中流の底質ではILが1%台になるなど各項目の値が低く、これは水質がきれいなためと思われた。一方、感潮域の底質は冬季に微細泥率が57%まで増加し、Chl.a以外の項目は大岡川の中で最高となったが、これは上流からの流下物が沈積したためと思われた。付着物のChl.aは1.0mg/g前後が主で、前回調査の鶴見川・帷子川の約2倍であった。その他の項目は同程度であった。また、付着物中の藻類寄与率は30~70%が主で、鶴見川・帷子川より高いことから、付着藻類が他の河川よりも優先的に生育していると思われた。

#### 1. はじめに

横浜市内の河川では、県の測定計画や市独自の中小河川調査などによって水質については定期的にデータが多数得られている。さらに、横浜市では長年にわたって生物相調査や生態調査も行っており、この中で魚類・底生動物・付着藻類等の詳細調査の一環として水質も測定されている。ところが、水質と関連があると思われる河床に堆積している底質や付着物については調査の数も少なく、データも未整備である。

今回は横浜市南東部を流れる大岡川について、水質測定点や生物調査の地点で河床堆積物の理化学的調査を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2-1 調査地点

大岡川は横浜市南東部を流れる全長約15kmの2級河川である。円海山南東域の氷取沢を源として北へ流れ、日野川と合流後みなとみらい21地区で横浜港に注いでいる。下流域では中村川と堀割川に分かれ、それぞれ横浜港、根岸湾に注いでいる。さらに、流域の宅地化に伴う降雨時の治水対策として、中流域で日野川、大岡川を横断する分水路が設けられている。

源流域は緑地保全域であるが、上流域は住宅地、中流域は住宅・商業地、下流域は住宅・商業地・官庁街とほぼ全域にわたって市街化が進んでいる。

流域は早くから下水道普及率が100%近くあり、水質は市内でもきれいな部類にはいる。生物相調査等の水質測

定結果<sup>1, 2)</sup>によると、源流域ではBODは1mg/l以下、上中流域から感潮域まで0.6~3.1mg/lと低い。

調査地点の大岡川水系の6地点を図-1および表-1に示す。0-1~5は本流の地点で、このうち0-5は感潮域にあたる。

##### 2-2 調査期日および試料採取方法

調査は1996年夏(8月7, 23日)および1997年冬(2月25日)に行った。

各地点における河床堆積物として、底質および付着物を採取した。試料採取方法は既報<sup>3)</sup>のとおりである。

##### 2-3 試料調整法および測定項目

試料の調整方法および測定項目は既報<sup>3)</sup>と同じである。

#### 3. 結果と考察

##### 3-1 底質

##### 3-1-1 粒径割合, 微細泥率

底質を粒径2-1mm, 1-0.075mm, 0.075mm以下の3種類に分け、それぞれの割合を求めた結果を図-2に示す。

源流の0-1は粒径0.075mm以下の割合、すなわち微細泥率が低く、夏季3.5%, 冬季7.6%である。また、粒径2-1mmの割合は夏季の8.0%が冬季になると20%に増加するのが認められる。0-2, 3についても0-1同様に微細泥率が2.0~3.8%と低く、粒径2-1mmの割合も7.1~18%であり、冬季に増加する傾向がみられる。0-4では粒径2-1mmの割合が夏季30%, 冬季50%と全地点中最も高いのが認められる。微細泥率も夏季は29%と高いが、冬季は一転して2.5%まで低下する。微細泥成分は下流に

表-1 調査地点

地点	地点名	支川名	河床状態
0-1	氷取沢		砂礫, 岩盤
0-2	陣屋橋		砂礫
0-3	曲田橋		砂礫
0-4	青木橋上流		砂礫
0-5	井戸ヶ谷橋		砂泥
0-6	高橋	日野川	砂, 三面コンクリート

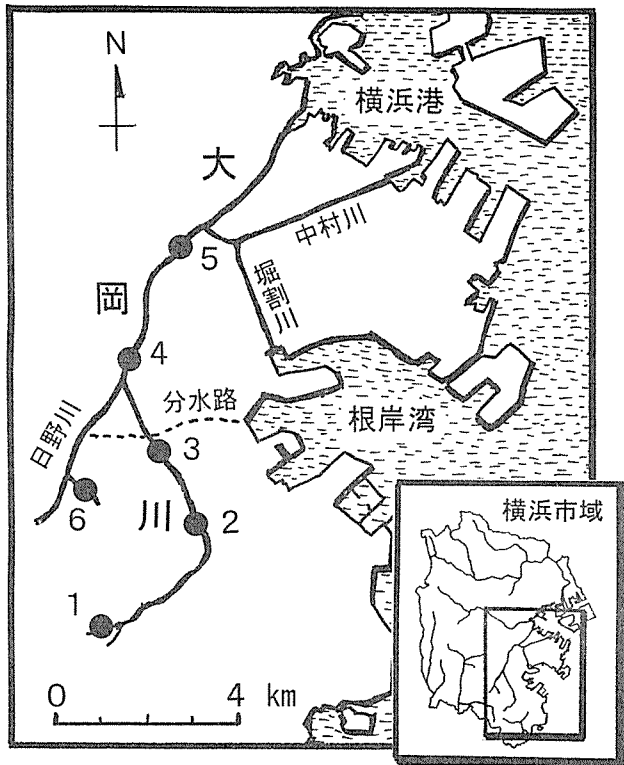


図-1 調査地点図

流されたものと思われる。0-5では粒径2-1mmの割合は1%以下である。夏季は1-0.075mmの割合が98%と大部分を占め、冬季は微細泥率が57%まで増加するのが認められる。0-5は感潮域で流速が遅いため、流下してきた懸濁物が沈積しやすいと考えられる。またこの値は以前調査した鶴見川の一本橋の47%を上回るものである。0-6では微細泥率が9%前後であり、本流の上・中流地点と比較するとやや高い値である。粒径2-1mmの割合は冬季に29%まで増加しているのが認められる。これは他の地点でも見られた現象である。

3-1-2 IL, T-C, T-N, T-P, Chl.a  
ILやT-C等の結果を図-3に示す。

0-1では、夏季はT-Cを除いて全地点中最も低く、IL 1.1%, T-C 2.41mg/g, T-N 0.126mg/g, T-P 0.189mg/g, Chl.a 0.0004mg/gである。特にChl.aが他の地点の10分の1以下と低い。冬季は夏季の約2倍で、Chl.aに限っては約50倍の0.017mg/gまで増加するのが認められる。0-1は源流域の林の中にある沢で、夏は上空が木

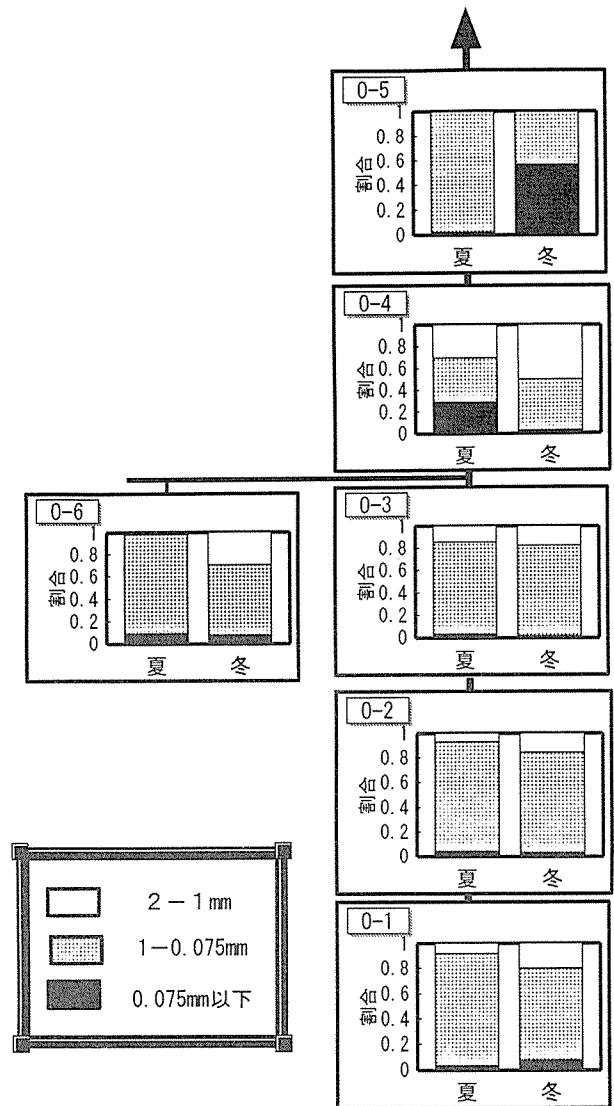


図-2 底質の粒径割合

々の葉に遮られて日当たりが悪いが、冬になると葉が落ちて日当たりも良くなる環境にある。このことが底質中のChl.a濃度の差に現れたと思われる。

0-2, 3では0-1同様に各項目の値が小さいのが認められる。いずれも水質のBODが3mg/l以下ときれいであり、河床が砂礫質で微細泥があまりないことによると思われる。

0-4では夏季の値が高く、IL 6.2%, T-C 22.8mg/g, T-N 2.32mg/g, T-P 0.863mg/g, Chl.a 0.115mg/gである。0-4は親水構造に改修した箇所で大石が点在する砂礫質の河床であり、水深も5~10cmと浅い。このため夏季には微細泥が礫間に捕捉されていたと思われる。冬季は一転して低くなるが、微細泥の割合が低くなったことと関係すると思われる。

0-5では夏季の値は、Chl.a以外は源流の0-1(夏)と1, 2を争う小ささである。冬季はChl.a以外はIL 7.8%, T-C 35.0mg/g, T-N 2.37mg/g, T-P 0.856mg/gと全地点中最も高いのが認められる。0-5は水深のある感潮域であり、上流より流下してきた懸濁物が沈積したものと思われる。

0-6では夏季・冬季ともほぼ同一の値であるのが認

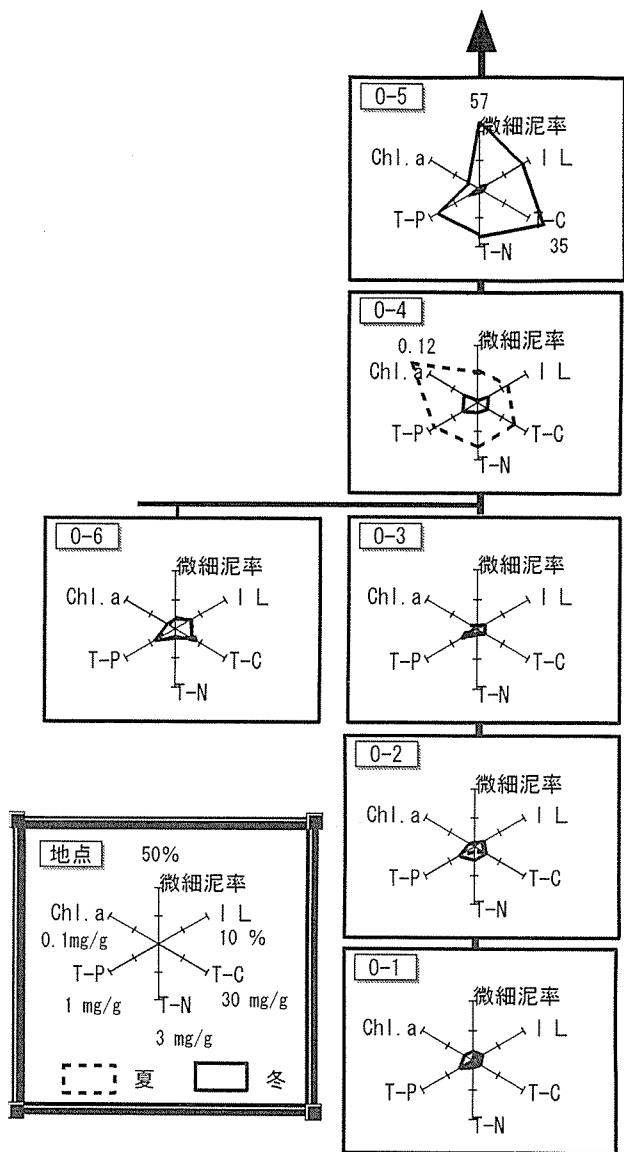


図-3 底質の測定結果

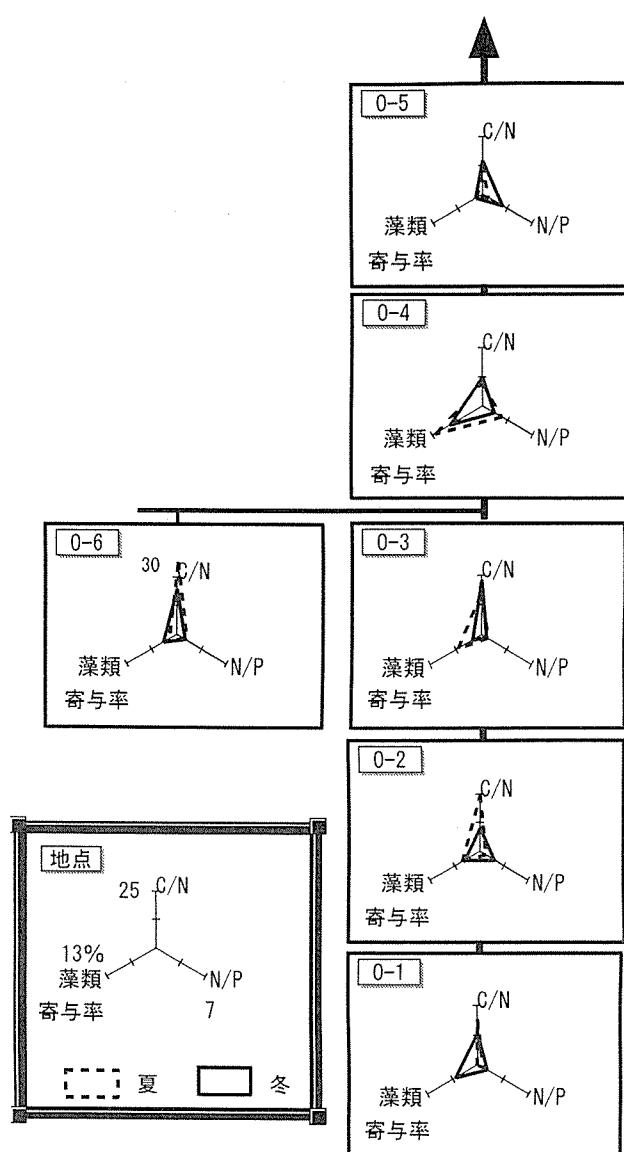


図-4 底質のC/N値, N/P値, 藻類寄与率

められる。IL約3%, T-C 11mg/g前後などは全地点中2番目に大きい値であるが、前報<sup>4)</sup>の帷子川調査とくらべるとやや小さい値となる。

### 3-1-3 C/N値, N/P値, 藻類寄与率

C/N値<sup>5, 6)</sup>, N/P値<sup>7, 8)</sup>, 藻類寄与率<sup>9)</sup>を図-4に示す。

有機物分解の指標となるC/N値は9.8~30.4で、帷子川と同様に比較的高い値となり、10以下の地点はほとんどみられない。また冬季は10.2~23.3であり、夏季の9.8~30.4より低い傾向にある。冬季は分解が遅いと思われる。富栄養化の傾向を示すN/P値は0.7~2.8であるが、夏季は1以下が多いのに対し、冬季はほとんどが1.2以上と高めの値である。有機物への藻類寄与率は0.2~12.4%で前回までの鶴見川・帷子川の結果と同一の範囲にある。

0-1では夏季の藻類寄与率が0.2%と全地点中最も低いのが認められる。これは前述のように夏季は木々の葉に覆われ、日照がほとんどあたらないため、藻類の生育がみられないことによると思われる。

0-2では夏季のC/N値が24.6と本流の中では高く、

分解の進んだ底質と考えられる。

0-3では夏・冬季ともC/N値が18以上と高く、またN/P値は0.8前後と低いのが認められる。ここも分解の進んだ底質と考えられる。

0-4ではC/N値が10前後と低く、一方藻類寄与率が10%前後と高いのが認められる。ここは比較的大きな石が点在する砂泥質の河床のため、剥離した付着藻が堆積しやすくなっているためと思われる。

0-5になると、C/N値は13前後であるが、藻類寄与率は2%以下と低くなり、0-4のような藻類由来の有機物は少ないか、あるいはChl.aの分解速度は他の成分よりも早い<sup>10)</sup>のために、0-5へ辿り着くまでに藻類由来物でもChl.aは少なくなっていると考えられる。また冬季にはN/P値が2.8と高くなっているのが認められる。図-3で示したように有機物の量が多くなっており、蓄積の生じた閉鎖的な環境になったと考えられる。

0-6ではC/N値が夏季30.4, 冬季19.8とかなり高く、有機物分解の進んだ底質と思われる。

### 3-2 付着物

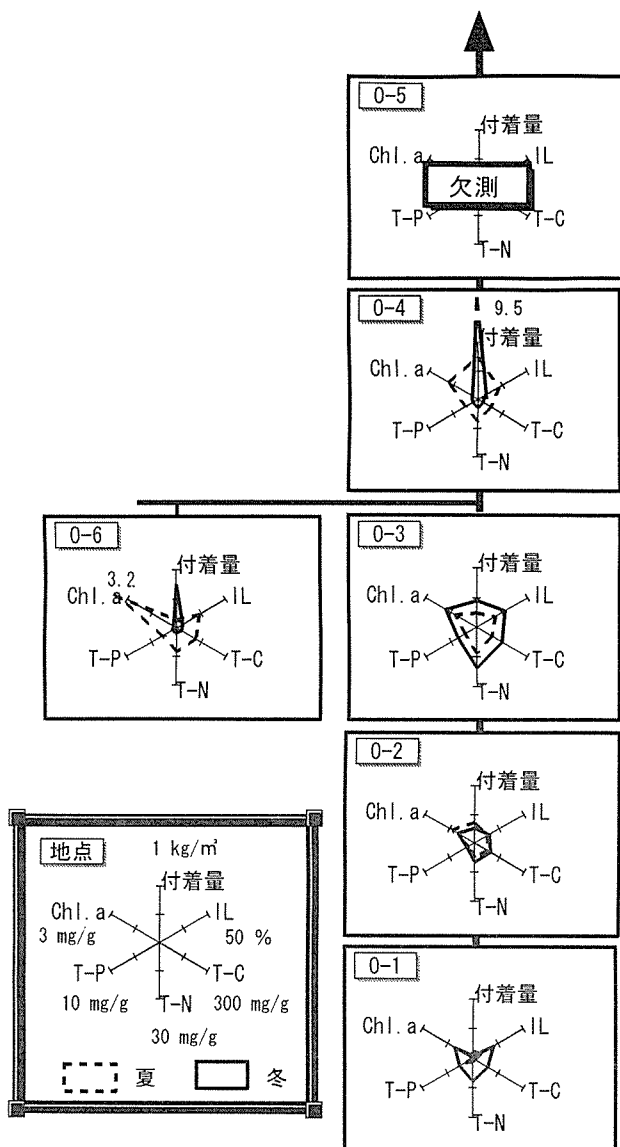


図-5 付着物の測定結果

調査地点のうち、0-5は両岸が護岸された水深のある感潮域であり、基質となる石等を採取できない構造となっているので欠測とした。

3-2-1 付着量, IL, T-C, T-N, T-P, Chl.a  
付着量等の測定結果を図-5に示す。付着量は0.05~9.5kg/m<sup>2</sup>, ILは5.9~27.8%, T-Cは15.2~149mg/g, T-Nは1.57~20.6mg/g, T-Pは0.92~3.61mg/g, Chl.a 0.018~3.17mg/gの範囲にある。

付着量のうち突出した9.5kg/m<sup>2</sup>を除くと、T-Pまでは前回までの鶴見川や帷子川の付着物と同程度の値である。Chl.aは鶴見川や帷子川ではおよそ0.5mg/gの値を中心としていたのに対し、大岡川はそのほぼ倍以上の値が主となっているのが認められる。

0-1では夏季の各項目の値が低い。一方、冬季は付着量は夏季同様少ないが、他の項目はILが20.3%等、下流の0-2と同程度の値に増加するのが認められる。これは夏季が葉陰になっていたのに対し、冬季は葉が落ちて日照が改善され、藻類が生長したためと考えられる。

0-2では夏季と冬季がほぼ同一の値で、付着量約

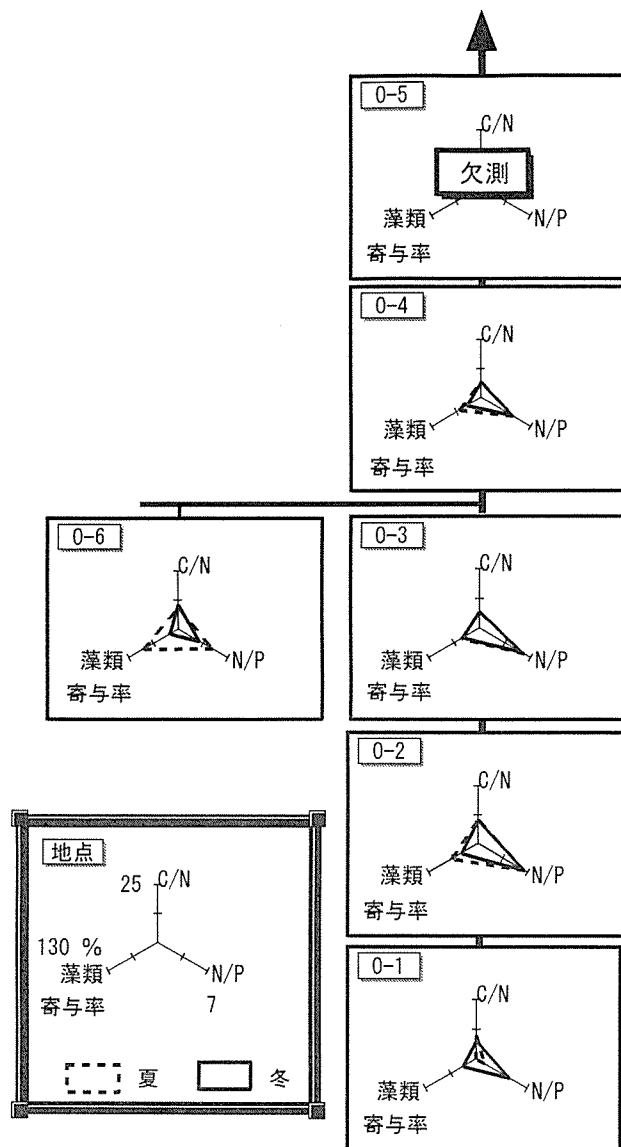


図-6 付着物のC/N値, N/P値, 藻類寄与率

0.3kg/m<sup>2</sup>, IL約15%, T-C約85mg/g等である。付着量やChl.aは夏季の方が3割ほど高いのが認められる。

0-3では冬季のIL, T-C, T-N, T-Pが全地点で最高の値で、それぞれ27.8%, 149mg/g, 20.6mg/g, 3.61mg/gである。夏季は各項目とも冬季の約2/3の値であるのが認められる。

0-4では付着量が他の地点にくらべて大きく、夏季は0.76kg/m<sup>2</sup>, また冬季は9.5kg/m<sup>2</sup>と抜き出ている。夏季は他の項目も高く、有機物が含まれた付着物であるのに対し、冬季のIL等の濃度項目は低い。冬季の付着物には無機物の土壌などが含まれていると思われる。

0-6では夏季は付着量が小さいが、Chl.aが3.17mg/gと全地点中最高であり、付着藻類の存在が大きいと思われる。冬季は付着量が0.75kg/m<sup>2</sup>と大きい、IL等の他の項目は小さいのが認められる。これは0-4の冬季と同じ傾向であり、無機質土壌が堆積した結果と考えられる。

3-2-2 C/N値, N/P値, 藻類寄与率

付着物のC/N値等を図-6に示す。大岡川の付着物の

C/N値は6.8~10.6であり、底質のC/N値が前述のように9.8~30.4と高いのに対し、低いのが認められる。また鶴見川や帷子川の付着物にみられたような13前後のような高い値となる地点はないのが特徴である。N/P値は1.1~6.5であり、他の河川同様底質よりは高い値となっている。藻類寄与率は1.5~92.2%と幅広く、特に夏季は地点によって大きく異なるのが認められる。それでもほとんどが30~70%であり、これは鶴見川や帷子川本流よりも高い。大岡川の水質がきれいなために、付着藻類が他の河川よりも優先的に生育していると思われる。

O-1では夏季のN/P値、藻類寄与率が低く、特に藻類寄与率は1.5%と極めて低いのが認められる。この値は一般に付着物より低い底質と比較しても低い部類に入る。日照不足のために付着藻類が育たないためと思われる。C/N値は9.7で、有機物成分は分解初期にあたりと考えられる。冬季には藻類寄与率は34.6%まで増加し、同じくN/P値も4.55と増加する一方、C/N値は7.49と低下するの

が認められる。これらは植物プランクトン等の生体のN/P値約7やC/N値4~9に近くなることから、付着藻類が生長して1/3ほどを占めていると考えられる。O-2ではN/P値が夏・冬季とも6.5と高く、藻類寄与率も夏季69%、冬季45%と高いのが認められる。ただ、C/N値が10前後とやや高いことから、付着物には生長中の付着藻以外にも有機分解の進んだ堆積物が含まれていると考えられる。

O-3, 4はC/N値が7前後、藻類寄与率も40~60%と比較的高い。付着藻類や細菌等、生育中の有機物が中心となった付着物と思われる。

O-6の夏季は付着量は少ないが、藻類寄与率が92.2%と高く、付着物の有機成分のほとんどが付着藻類由来のものと考えられる。冬季は一転して藻類寄与率は22.7%まで低下し、C/N値も10.6と高くなる。藻類に代わって細菌類が大半を占める構成になったと思われる。

#### 4. まとめ

横浜市南東部の大岡川水系において、河床の底質および付着物の性状を夏・冬季に調査した結果、以下のような知見が得られた。

1) 上中流のO-1~3の底質ではILが1%台になるなど各項目の値が低く、これは水質がきれいなためと思われる。

2) 感潮域のO-5の底質は冬季に微細泥率が57%まで増加し、Chl.a以外の項目は大岡川の中で最高となった。これは上流からの流下物が沈積したものと思われた。

3) 源流域のO-1では底質および付着物とも夏季にChl.aがきわめて低いのに対し、冬季は他の地点と同程度になったが、これは木々の葉で覆われていたのが冬季には落葉して日照が改善されたためと思われた。

4) 付着物のChl.aは1.0mg/g前後が主で、前回調査の鶴見川・帷子川の約2倍であった。その他の項目は同程度であった。

5) 付着物中の藻類寄与率は30~70%が主で、鶴見川・帷子川より高いことから、付着藻類が他の河川よりも優先的に生育していると思われた。

#### 文 献

1) 横浜市環境保全局：横浜市公共用水域及び地下水の水質測定結果報告書（平成8年度），23&64(1998)。

2) 横浜市環境保全局：横浜の川と海の生物（第8報・河川編），環境保全資料No.186，57-65(1998)。

3) 小市佳延，福嶋 悟：横浜市内河川における河床堆積物の性状調査（第1報）-鶴見川水系-，横浜市環境科学研究所報，22，63-68(1998)。

4) 小市佳延，福嶋 悟：横浜市内河川における河床堆積物の性状調査（第2報）-帷子川水系-，横浜市環境科学研究所報，23， - (1999)。

5) 対馬和浩，工藤精一，千代森光仁：県南公共用水域における底質の特性，青森県公害センター所報，9，82-86(1989)。

6) 小山忠四郎：生物地球化学-環境科学への基礎と応用，東海大学出版会，68-98(1980)。

7) 井上隆信，海老瀬潜一：河床付着生物膜現存量の周年変化と降雨に伴う剥離量の評価，水環境学会誌，16，507-515(1993)。

8) 亀田安竹，木下正明：閉鎖性水域底質中の栄養塩類について，公害と対策，14，852-858(1978)。

9) 小市佳延，福嶋 悟，初貝留美，酒井 学：都市河川における河床汚濁物質の動態調査（第1報）-鶴見川-，横浜市環境科学研究所報，17，113-121(1993)。

10) 相崎守弘，高村典子：植物プランクトンの分解による栄養塩の回帰，国立公害研究所研究報告，96，29-44(1986)。

# 横浜市における酸性雨モニタリング調査

## — 東アジア酸性雨モニタリングネットワークによる手法からみた検討 —

梅田てるみ (横浜市環境科学研究所)

加藤 善徳 (横浜市環境科学研究所)

### Survey of Acid Rain in Yokohama City

Terumi Umeda (Yokohama Environmental Research Institute)

Yosinori Katou (Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：酸性雨、湿性沈着物、乾性沈着物

#### 要 旨

東アジア地域における酸性雨の実態把握とその対策に向けて、東アジア酸性雨モニタリングネットワークによるモニタリングが2000年から開始される予定になっている。このネットワークでは、湿性、乾性分別採取によるモニタリング方法が採用される見込みとなっている。そこで、当研究所がこれまで実施してきた酸性雨の観測結果を、東アジアモニタリングネットワークのスタイルに合わせ、湿性・乾性沈着量の面から取りまとめた。その結果、次のことがわかった。

(1) 1997年の調査の結果、1997年の降水の平均pHは4.62、湿性による $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、TA (Total Acid,  $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- + \text{Cl}^-$ )の沈着量は46.6, 30.3, 12.6, 90meq/m<sup>2</sup>/年であった。

(2) 1997年の $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、TAの乾性沈着量は水張り式が19.5, 8.1, 0.0, 27meq/m<sup>2</sup>/年、水無し式が16.4, 14.8, 0.0, 31meq/m<sup>2</sup>/年であった。

(3) 経年的には湿性沈着物は、pHが4.6前後、TAも100meq/m<sup>2</sup>/年前後と国内では依然高レベルのまま推移しているが、乾性沈着物については水張り式、水無し式ともTA、 $\text{SO}_4^{2-}$ が1993年以降減少してきており、改善傾向がみられている。

#### 1. はじめに

現在、東アジアでは、急激な工業化の進展に伴い、大気汚染や酸性雨による影響が非常に懸念される状況となっており、2000年には、各国が協力して、その実態の把握と対策に向けて、東アジア酸性雨モニタリングネットワークが正式稼働することが決まっている。

大気汚染物質の長距離輸送・沈着モデルの評価や、酸性物質による生態系等への影響把握のためには、湿性沈着量（降水による沈着物量）のみならず、乾性沈着量（非降水時の沈着物量）の把握が不可欠であることから、当ネットワークでは、湿性・乾性両方の沈着物をモニタリングしていくことにしている<sup>1)</sup>。

一方、横浜市環境科学研究所では、これに先駆け、1984年より降水（湿性沈着物）の観測を、1986年より乾性沈着物の観測を行ってきている。

ここでは、これらの観測結果を、東アジア酸性雨モニタリングネットワークのスタイルに合わせ、沈着量の面から取りまとめた。以下、1997年の結果を中心に報告する。

#### 2. 調査内容

##### (1) 調査地点及び調査期間

1997年1月～1997年12月の1年間、横浜市環境科学研究所屋上（横浜市磯子区滝頭）で実施した。

##### (2) 採取方法

湿性、乾性沈着物の採取は表-1に示す湿性、乾性分別採取装置（小笠原計器 US-400）を用いた。湿性（降水）沈着物は一降水毎、降り始め初期1mmと一降水全量を採取した。乾性沈着物は代理表面法<sup>2)</sup>により水張り式（バケツに水を張る）、水無し式（水を張らない）の2つの方法で1ヶ月単位で採取した。

なお、乾性沈着物は、その測定法が未だ標準化されておらず、現在、種々の測定法が検討されている段階である。このうち、本調査の水張り式はガス吸着により沈着量が過大評価されること、水無し式は沈着物が再飛散しロスする恐れが指摘<sup>3)</sup>されており、ここでは2つの方法を併用している。

##### (3) 分析方法

分析項目、分析方法は表-2に示す通りである。

#### 3. 結果および考察

##### 3-1 降水量

図-1に本調査（磯子）の降水の貯水量から求めた年間降水量と横浜地方気象台（約4Km離れた距離）の年間降水量を示した。

磯子の年間降水量は横浜地方気象台とほぼ一致していた。

1997年の磯子の年間降水量は1162mmであった。これは



横浜の平年値<sup>4), 5)</sup> (1569mm) と比べかなり少なかった。図-1 に示すように、最近の横浜の降水量はやや減少傾向を示している。

初期1mm降水の最低pHについても1987～1992年の一時期やや低下傾向を示していたが、特に最近はその傾向はみられていない。

### 3-2 pH

図-2 に一降水全量、初期1mm降水のpHの最高値、最低値、平均値を示した。

#### (1) 一降水全量

1997年の一降水全量の最高pHは6.47、最低pHは3.81、降水量で重みづけした平均pHは4.62であった。一降水全量の平均pHは1984年以来、4.6前後のほぼ横ばいで推移しているが、1997年もこの傾向は変わらなかった。なお、1987～1994年の一時期、最低pHがやや低下傾向を示したが、最近はその傾向は特にみられていない。

#### (2) 初期1mm降水

1997年の初期1mm降水の最高pHは6.95、最低pHは3.62、加重平均pHは4.37であった。初期1mmの平均pHは一降水全量に比べると0.25程低かった。

初期1mmの平均pHは1984年以来、4.3前後で推移しているが、1997年もこの傾向は特に変わらなかった。なお、

### 3-3 湿性沈着量

表-3 に湿性による各成分の沈着物の測定結果を示した。表には $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ の酸性物質の総和をTA (Total Acid) として示した。また、 $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ 比をN/S比として示した。以下、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 等の酸性雨原因物質の沈着量を中心に述べる。

1997年の湿性による $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、TAの年間沈着量は、それぞれ46.6、30.3、12.6、90meq/m<sup>2</sup>/年であった。また、N/S比は0.65であった。

図-3 に $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、TAの経年変化を示したが、TAは1984年以来ほぼ100meq/m<sup>2</sup>/年前後で推移しており、1997年もほぼ同様であった。しかし、TAの成分組成は最近変化してきており、N/S比でみると、その値は1990年以降明確に増大傾向となっている。これは、最近の横浜の降水がややNO<sub>x</sub>の影響が強まっていることを示している。

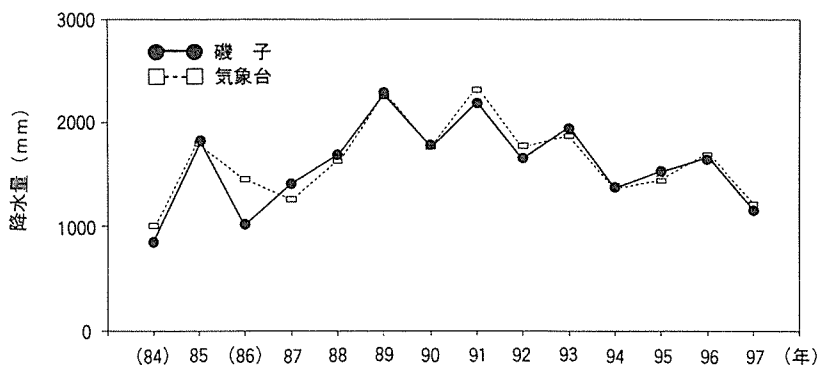


図-1 降水量の経年推移  
(磯子の1984年1月～4月及び1986年3月～5月は欠測)

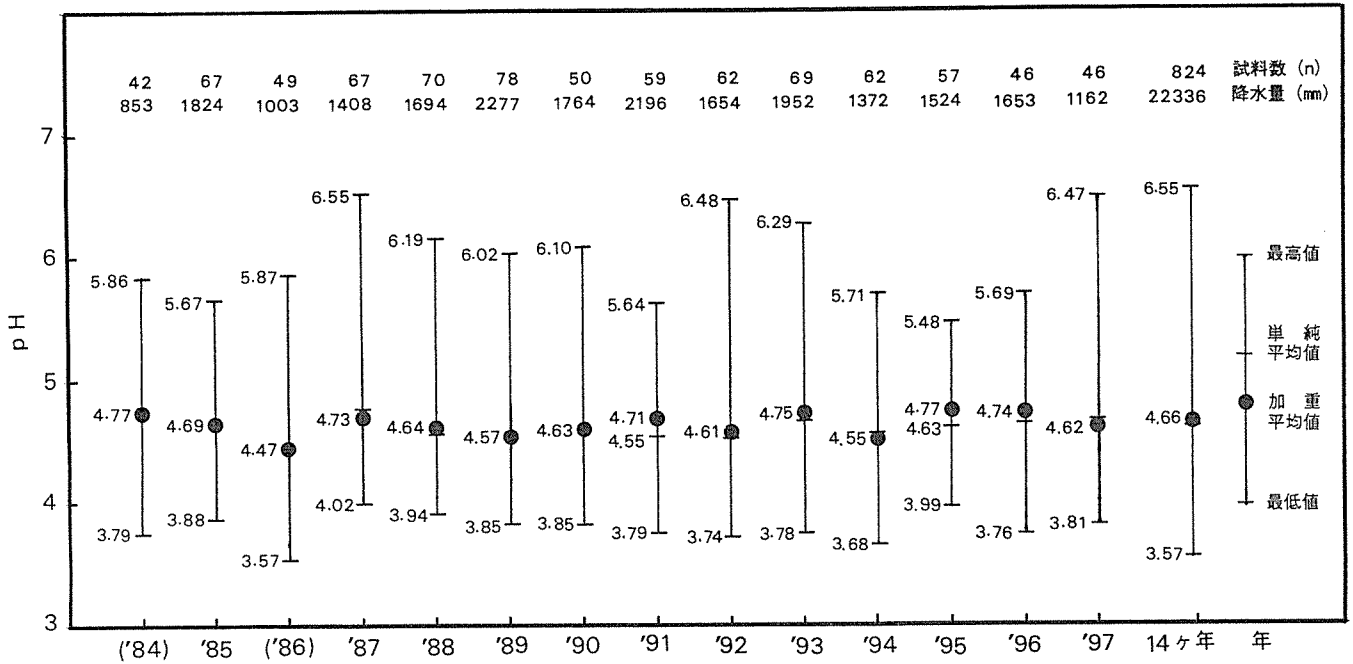
表-1 湿性、乾性沈着物の採取装置

		湿性	乾性	
			水張り	水無し
装置・型式		小笠原 US-400	小笠原 US-400	小笠原 US-400
採取部	材質	ステンレス製 テフロンコーティング*	ステンレス製 テフロンコーティング*	ステンレス製 テフロンコーティング*
	口径	200mm	197mm	197mm
	深さ	—	250mm	250mm
採取単位		一降水毎	1ヶ月毎	1ヶ月毎

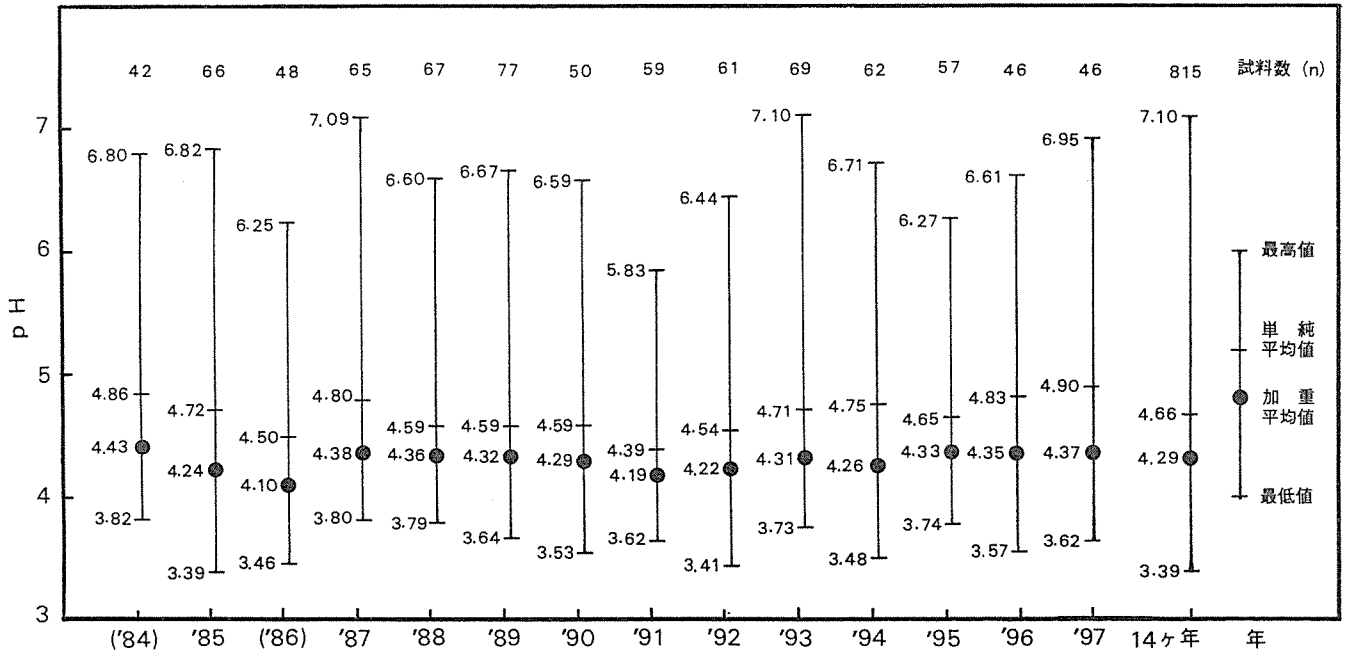
表-2 分析項目及び分析方法

分析項目	分析方法
pH	ガラス電極法
導電率 (EC)	電気伝導度法
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	イオンクロマトグラフ法
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>	イオンクロマトグラフ法

一降水全量



初期 1 mm 降水



図一 2 降水 pH の経年推移

(単純平均値は各降水の pH 値の算術平均値、加重平均値は各降水の pH を水素イオン濃度に換算し、降水量で重み付けした平均値を pH に再変換した値である。1984年1月～4月及び1986年3月～5月は欠測である。)

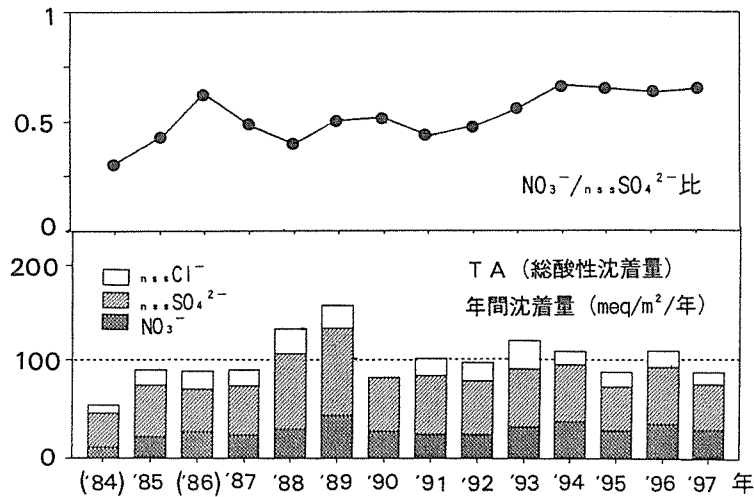
表一 3 湿性沈着量

	降水量 mm	pH	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	TA	N/S比
				meq/m <sup>2</sup> /年													
(1984年)	853	4.77	14.4	37.7	10.8	26.8	24.4	1.03	15.7	6.0	5.0	35.8	8.4	5.3	55	0.30	
1985年	1824	4.69	36.9	58.1	22.4	67.9	38.3	1.79	45.2	16.5	13.3	52.7	14.9	14.4	90	0.43	
(1986年)	1003	4.47	34.3	46.3	27.6	42.3	41.7	3.08	20.4	9.0	50.0	43.8	18.3	8.1	90	0.63	
1987年	1408	4.73	26.5	53.1	24.4	45.9	40.0	4.36	25.7	10.0	6.7	50.1	15.8	8.8	90	0.49	
1988年	1694	4.64	38.9	80.8	30.7	59.2	47.8	1.79	29.6	12.0	8.3	77.3	24.5	10.6	132	0.40	
1989年	2277	4.57	61.9	95.4	45.2	85.9	71.1	2.82	52.6	25.0	19.2	89.1	24.2	22.6	159	0.51	
1990年	1764	4.63	41.6	66.3	28.4	110.7	37.2	2.82	95.2	29.0	26.7	54.8	0.0	24.6	83	0.52	
1991年	2196	4.71	42.8	64.2	25.8	62.0	60.0	1.79	38.3	22.0	15.0	59.6	17.1	20.2	103	0.43	
1992年	1654	4.61	40.2	59.6	25.8	73.5	54.4	1.79	47.0	20.0	12.5	54.0	18.5	17.8	98	0.48	
1993年	1952	4.75	34.4	63.5	33.1	69.3	61.7	2.05	33.9	26.5	11.7	59.5	29.5	24.9	122	0.56	
1994年	1372	4.55	38.6	62.1	38.7	54.4	47.8	1.03	34.8	24.0	11.7	57.9	13.6	22.4	110	0.67	
1995年	1524	4.77	25.9	49.2	29.2	58.0	45.0	1.54	36.5	17.5	10.0	44.8	15.2	15.8	89	0.65	
1996年	1653	4.74	30.2	62.9	36.8	66.5	56.7	1.79	42.6	25.5	10.8	57.8	16.5	23.5	111	0.64	
1997年	1162	4.62	27.8	52.3	30.3	68.2	45.0	1.54	47.4	19.0	13.3	46.6	12.6	16.8	90	0.65	
年平均	1707	4.66	37.1	64.0	30.9	68.5	50.4	2.09	44.1	20.6	13.3	58.7	16.9	18.6	106	0.53	

注1) ( ) は欠測のある年を示す。1984年は1月～4月、1986年は3月～5月が欠測。

注2) n.s.XはNa<sup>+</sup>をすべて海塩起源とした場合のその成分の非海塩起源を示す。

注3) TAは酸性沈着物質の総量 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+n.s.Cl<sup>-</sup>)を示す。N/S比はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>当量比を示す。



図一 3 湿性沈着物の経年推移

### 3-4 乾性沈着量

表一 4, 表一 5 に水張り, 水無し式による各成分の乾性沈着物の測定結果を示した。表中に年間の測定月数を示したが, 機器のメンテナンス, 他の調査への機器の使用等により, 水張り, 水無し式の測定ともかなり欠測があった。ここでは, 測定値を, 測定値×(12) / (測定月数) で年間値に補正して以下の検討を行った。ただし, 欠測期間が半年以上あるものは除いた。

#### (1) 水張り式

1997年の水張り式による n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, n.s.Cl<sup>-</sup>, TA の年間補正沈着量はそれぞれ 19.5, 8.1, 0.0, 27meq/m<sup>2</sup>/年であった。

図一 4 に n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, n.s.Cl<sup>-</sup>, TA の経年変化を示

したが, 水張り式による乾性のTAの沈着量は1993年以降, 急激な減少傾向を示している。成分別では, n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, n.s.Cl<sup>-</sup>の減少が多く, 特に n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の減少が大きい。

#### (2) 水無し式

1997年の水無し式による n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, n.s.Cl<sup>-</sup>, TA の年間沈着量はそれぞれ 16.4, 14.8, 0.0, 31meq/m<sup>2</sup>/年であった。

図一 5 に n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, n.s.Cl<sup>-</sup>, TA の経年変化を示したが, 水無し式でも, TAは水張り式同様, 最近かなり減少してきており, 特に n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の減少が大きくなっている。この n.s.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の減少の要因は1992年に軽油中の硫黄分が0.4%から0.2%に規制強化された効果と考えられる。

表一 4 水張り式による乾性沈着量

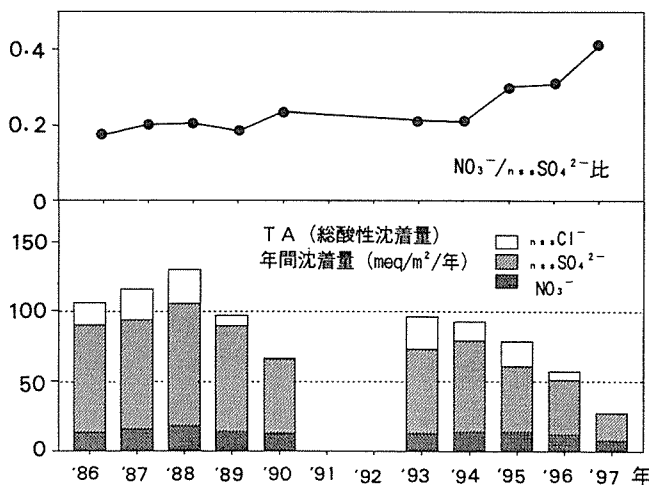
測定月数	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	∑SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	∑Cl <sup>-</sup>	∑Ca <sup>2+</sup>	TA	N/S比	
	meq/m <sup>2</sup> /年													
(1986年)	7	45.3	7.9	17.3	15.8	1.00	6.8	25.2	4.3	44.5	9.4	24.9	62	0.18
1987年	12	80.2	15.9	47.2	22.4	3.02	21.6	82.2	14.5	77.6	21.8	81.2	115	0.20
1988年	12	89.4	18.0	46.6	32.1	1.83	19.0	67.9	15.6	87.1	24.3	67.1	129	0.21
(1989年)	10	65.5	11.7	31.9	33.0	1.59	22.2	60.7	10.6	62.8	5.9	59.6	80	0.19
1990年	12	56.3	12.7	35.6	6.9	1.68	29.4	63.5	12.6	52.7	1.0	62.1	66	0.24
(1991年)	1	1.5	0.4	0.6	0.4	0.06	0.4	2.1	0.2	1.5	0.2	2.1	2	0.25
(1992年)	4	33.1	9.6	27.3	11.7	0.97	11.1	26.5	9.6	31.8	14.3	26.0	56	0.30
(1993年)	10	51.7	10.7	34.0	11.5	1.66	12.5	53.4	17.4	50.2	19.3	52.8	80	0.21
(1994年)	11	61.9	12.7	32.2	10.3	1.85	16.9	50.1	10.6	59.9	12.4	49.3	85	0.21
1995年	12	51.9	14.2	65.6	11.0	11.1	41.1	53.4	18.1	46.9	17.5	51.5	79	0.30
(1996年)	11	38.6	11.1	31.6	7.9	1.71	22.3	55.7	15.9	35.9	5.5	54.7	52	0.31
(1997年)	8	19.5	5.4	60.7	5.4	5.15	53.9	40.0	17.3	13.0	0.0	37.5	18	0.41
年平均	12	69.4	15.2	48.7	18.1	4.42	27.8	66.7	15.2	66.1	16.2	65.5	97	0.23

注1) ( ) は欠測のある年を示す。1986年は1年のうち5ヶ月、1989年と1993年は2ヶ月、1991年は11ヶ月、1992年は8ヶ月、1994年と1996年は1ヶ月、1997年は4ヶ月が欠測。注2) ∑XはNa<sup>+</sup>をすべて海塩起源とした場合のその成分の非海塩起源を示す。注3) TAは酸性沈着物質の総量 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+∑SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+∑Cl<sup>-</sup>) を示す。N/S比はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/∑SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>当量比を示す。注4) 年平均の欄には欠測のない4ヶ年 (1987, 88, 90, 95年) の平均値を示した。

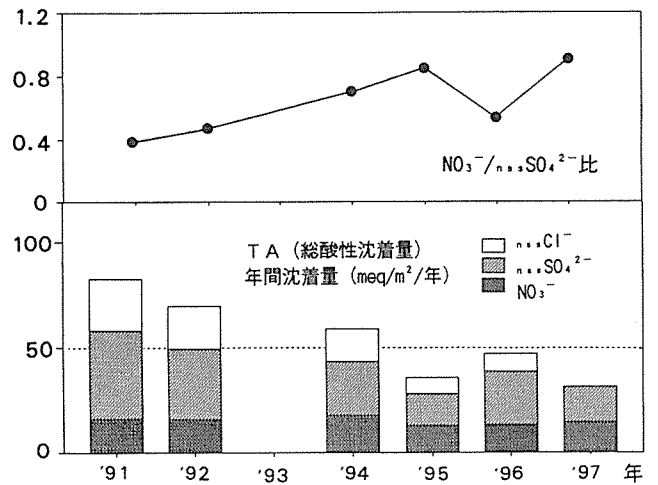
表一 5 水無し式による乾性沈着量

測定月数	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	∑SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	∑Cl <sup>-</sup>	∑Ca <sup>2+</sup>	TA	N/S比	
	meq/m <sup>2</sup> /年													
(1991年)	8	30.2	10.8	40.5	6.42	1.38	20.6	30.3	14.3	27.7	16.7	29.4	55	0.39
(1992年)	6	18.5	7.9	26.7	4.23	1.00	14.1	21.6	9.9	16.8	10.2	21.0	35	0.47
(1993年)	1	1.0	0.5	1.6	0.58	0.08	0.8	1.6	0.3	0.9	0.7	1.6	2	0.61
1994年	12	27.8	17.9	38.0	5.87	1.78	19.9	38.9	13.7	25.4	15.4	38.0	59	0.70
1995年	12	17.2	13.0	26.4	4.78	2.02	16.4	33.0	7.4	15.2	7.4	32.3	36	0.85
1996年	12	27.1	13.5	29.0	6.79	1.38	17.3	48.6	12.1	25.1	8.7	47.8	47	0.54
1997年	12	18.5	14.8	19.8	2.79	1.31	18.0	40.6	5.8	16.4	0.0	39.8	31	0.91
年平均	12	22.7	14.8	28.3	5.06	1.62	17.9	40.3	9.7	20.5	7.9	39.5	43	0.72

注1) ( ) は欠測のある年を示す。1991年は1年のうち4ヶ月、1992年は6ヶ月、1993年は11ヶ月が欠測。注2) ∑XはNa<sup>+</sup>をすべて海塩起源とした場合のその成分の非海塩起源を示す。注3) TAは酸性沈着物質の総量 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+∑SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+∑Cl<sup>-</sup>) を示す。N/S比はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/∑SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>当量比を示す。注4) 年平均の欄には欠測のない4ヶ年 (1994~97年) の平均値を示した。



図一 4 水張り式による乾性沈着物の経年推移  
(沈着量は(測定値)×(12)/(測定月数)で年間値に補正した値。ただし、測定期間が6ヶ月未満の年は欠測とした。)



図一 5 水無し式による乾性沈着物の経年推移  
(沈着量は(測定値)×(12)/(測定月数)で年間値に補正した値。ただし、測定期間が6ヶ月未満の年は欠測とした。)

#### 4. 全国との比較

環境庁では、酸性雨対策調査の一環として、国内各地で湿性沈着物、乾性沈着物（水無し式）の測定を行っている<sup>6)・7)</sup>。ここでは全国平均（46地点、1994～95年度）と本市の結果（1994～1995年）を比較した。

##### (1) pH

国内各地の降水pH（一降水全量）は4.5～5.8の範囲にあり、全国平均pHは4.8となっている。横浜のpHは4.65で、全地点の平均値より0.1程低く、やや酸性度が強かった。

##### (2) 湿性沈着量

$\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ は横浜が $51.4\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 、全国平均が $43.3\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であり、横浜が約1.2倍多かった。 $\text{NO}_3^-$ は横浜が $34.0\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 、全国平均が $20.8\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であり、横浜が約1.6倍多かった。

##### (3) 乾性沈着量

$\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ は横浜が $20.3\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 、全国平均が $11.5\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であり、横浜が約1.8倍多かった。 $\text{NO}_3^-$ は横浜が $15.5\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 、全国平均が $6.23\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であり、横浜が約2.5倍多かった。

以上のように、横浜は降水pHがやや低く、酸性物質の沈着量が湿性、乾性ともに多い地域であり、横浜は国内ではやや強いレベルの酸性雨が降っているといえる。

#### 5. まとめ

横浜市磯子で1997年の1年間、湿性（降水）及び乾性による酸性物質の沈着量の測定を行った。その結果、以下のことがわかった。

(1) 1997年の降水の年平均pHは4.62であった。経年的にはpHは1984年以来4.6前後の横ばいで推移しており、依然、国内ではやや低pHレベルとなっている。

(2) 1997年の湿性による $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ 、TA (Total Acid,  $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ )の沈着量は46.6、

30.3、12.6、 $90\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であった。経年的には湿性のTAは1984年以来、 $100\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 前後のほぼ横ばいであり、国内では依然高レベルのまま推移している。

(3) 1997年の乾性による $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ 、TAの沈着量は、水張り式が19.5、8.1、0.0、 $27\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ 、水無し式が16.4、14.8、0.0、 $31\text{meq}/\text{m}^2/\text{年}$ であった。

経年的には水張り、水無し式ともTA、 $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ が1993年以降かなり減少してきており、乾性沈着物については改善傾向がみられている。

#### 6. 今後の課題

以上、横浜市内では、乾性沈着物は改善してきているものの、湿性沈着物については依然として高レベルであり、広域汚染、広域輸送等による影響も考えられることから、今後も、東アジア酸性雨モニタリングネットワークの動向を注視しながら、これらと同一手法により引き続き酸性雨を監視していく必要がある。

#### 文 献

- 1) 環境庁、新潟県、新潟市：第3回東アジア酸性雨モニタリングネットワークに関する専門家会合報告書（1995）。
- 2) 酸性雨対策検討会大気分科会：酸性雨に関する資料集、77-87（1990）。
- 3) 環境庁大気保全局：酸性雨等調査マニュアル（改訂版）（平成2年3月）。
- 4) 横浜地方気象台：神奈川県気象月報、1997年1月～12月。
- 5) 横浜地方気象台：神奈川県気象年報、1997年。
- 6) 環境庁・酸性雨対策検討会：第3次酸性雨対策調査中間取りまとめ（平成9年4月）。
- 7) 横浜市環境科学研究所：横浜市における湿性酸性雨に関する調査研究報告書（Ⅱ）－酸性雨による器物影響－、p 21-32（1998年12月）。

# 降雨に伴うゴルフ場からの農薬の流出

二宮勝幸, 大場栄次 (横浜市環境科学研究所)

若林信夫 (横浜市環境保全局)

## Run-off of fungicides from golf course by rainfall

Katsuyuki Ninomiya, Eiji Ohba

Nobuo Wakabayashi (Yokohama City Environmental Protection bureau)

### 要 旨

市内のゴルフ場において、降雨後の約1週間にわたり連続して農薬濃度の経時変化を調べた。対象農薬は調査期間の直前に散布されたブラウザー水和剤 (Flutolanil: 25%, Metalaxyl: 3%, Propiconazole: 2%) の3種類の殺菌剤である。Flutolanilは当初の約  $3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  から徐々に低下していき、2日目以降は  $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  前後で推移した。MetalaxylはFlutolanilとほぼ同様な濃度変化を示し、当初の  $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  から  $0.02 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  へ低下した。Propiconazoleは前2者とは異なる経時変化を示し、2日目に  $0.25 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 、そして6日目に  $0.02 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  を検出するのみであった。

キーワード: 農薬, 殺菌剤, 降雨流出, ゴルフ場, 調整池

### 1. はじめに

環境庁は、1990年5月に21種類の農薬について、ゴルフ場の排水に含まれる農薬濃度の暫定指導指針値を示した<sup>1)</sup>。そして、1991年7月には9種類の農薬を追加して計30種類の農薬について暫定指導指針値を設定した<sup>2)</sup>。そのため、各自治体は、これらゴルフ場で使用されている農薬について、監視・指導を行っている。

しかし、各農薬の物理化学的性質や分解性などによって、流出特性は異なる。また、ゴルフ場では対象農薬以外の農薬も使用されており、それらの農薬の流出実態を把握しておくことは必要であろう。

一方、ゴルフ場は、芝の管理などを目的として表層土の入れ替えや暗渠等の設置がなされている。そのため、一般の農耕地よりも透水性・排水性を高めた構造となっており、降雨時に農薬は流出しやすいと考えられる。

そこで、本報告では、市内のAゴルフ場の調整池において、降雨に伴う3種類の殺菌剤の流出特性を調べた。

### 2. 方法

#### 2-1 調査方法

調査地点は市内Aゴルフ場の最終調整池の排出口付近である。そこに、外部を遮光し内部を氷冷したNKS社製モデルS-4081型自動採水器を設置し、1994年6月20日10時から28日10時まで6時間間隔で採水した。水質試料はほぼ毎日回収し、分析に供した。散布農薬は3種類の殺菌剤を含むブラウザー水和剤 (Flutolanil: 25%, Metalaxyl: 3%, Propiconazole: 2%) であり、6月20日6時ごろに散布された。なお、農薬散布前の20日8時に採水し、その水質試料について分析した。

#### 2-2 分析方法

##### 2-2-1 標準および試薬

Flutolanil, Metalaxyl, およびPropiconazoleの標準

品をアセトンで希釈して標準原液を調整し、それらを混合してGC/MS測定用の混合標準溶液を作成した。抽出などに用いた試薬は残留農薬試験用である。

#### 2-2-2 前処理

水試料1Lを分液ロートに取り、塩化ナトリウム50gとジクロロメタン100mlを加えて、10分間抽出した。ジクロロメタン層を別の分液ロートに移し、水層はさらにジクロロメタン50mlを加えて抽出した。その抽出液を先の抽出液に加え、無水硫酸ナトリウムで脱水した後、KD濃縮器により3ml程度に濃縮し、さらに窒素パーズにより0.5mlまで濃縮した。

#### 2-3-3 GC/MS分析

前処理で得られた濃縮液の  $1 \mu\text{l}$  をGC/MSに注入し、TICを測定した。TIC上の各農薬のピークの同定は基本的には表-1に示した定量イオンと確認イオンを用いて行った。定量は各農薬の定量イオンから得られるマスプロファイルの該当ピークの面積値を用いて行った。定量下限値は  $0.01 \mu\text{g}/\text{l}$  である。以下に、装置条件を示す。

【ガスクロマトグラフ条件】

カラム : DB-5、30m×0.25mm I.D., 膜厚0.25  $\mu\text{m}$

温度条件 :  $40^\circ\text{C}$  (2min) -  $5^\circ\text{C}/\text{min}$  -  $240^\circ\text{C}$  (8min)

キャリアーガス : He、 $2\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$

機種 : HP5890

表-1 農薬の定量イオンと確認イオン

農薬名	定量イオン	確認イオン
Flutolanil	173	323
Metalaxyl	249	206
Propiconazole	173	259

【マススペクトロメーター部】

イオン化エネルギー：70eV

イオン化電流：200 μA

機種：VG AutoSpec

3. 結果と考察

3-1 Propiconazoleの測定結果について

3種類の殺菌剤のうちPropiconazoleについては、TIC上で2つのピークが認められた。その2つのピークのマススペクトルを調べたところ、両者とも同じマススペクトルを示した。Propiconazoleの構造式(図-1)から推定すると、2つのピークはそれぞれPropiconazoleの異性体のものであると考えられる。したがって、Propiconazoleの2つの異性体は併せて定量した。

3-2 降雨量および栄養塩濃度の経時変化

図-2に降雨量および栄養塩濃度の経時変化を示す。なお、6月20日8時に示した43.5mmの降雨量は、調査開始前の6月19日から続いた降雨の累積雨量である。

農薬散布後の降雨量は、20日16時まで合計5mm程度であり、その後は24日に0.5mm、25日に1mmであった。したがって、主に調査開始前の降雨が今回の調査結果に影響を及ぼしていると考えられる。

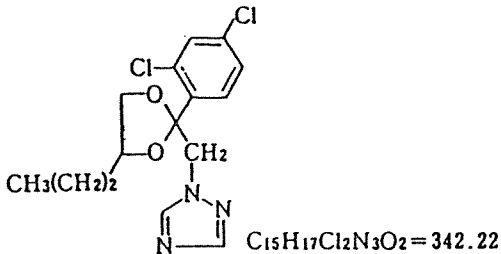


図-1 Propiconazoleの構造式

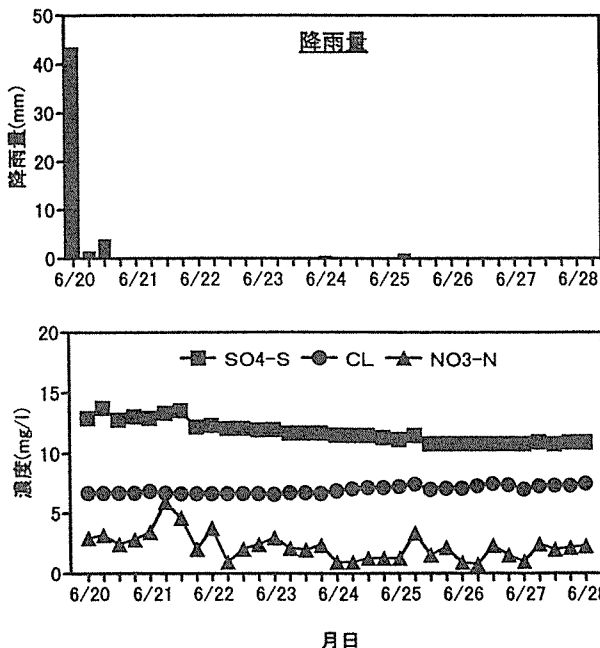


図-2 降雨量および栄養塩濃度の経時変化

栄養塩濃度はそれぞれ異なる経時変化を示した。SO<sub>4</sub>-Sは徐々に減少しているが、NO<sub>3</sub>-Nは変動幅が大きい。一方、CLはわずかに増加している。NO<sub>3</sub>-Nは降雨や地中からの影響が比較的大きい成分であり、CLは人為的な影響の大きい成分である。したがって、SO<sub>4</sub>-Sの経時変化からみると、この調査期間中に降雨によって調整池の水質は少しずつ希釈されていったと推察される。

3-3 農薬濃度の経時変化

プラウザー水和剤の流出特性を調査した事例はあるが、その主成分のFlutolanilについてのみ測定されており<sup>3)</sup>、3成分とも測定した例はない。図-3にそれら3成分の濃度の経時変化を示す。

個々の成分の経時変化についてみると、Flutolanilは6月20日8時に約3 μg・l<sup>-1</sup>を示し、それから徐々に低下していき、22日以降は0.5 μg・l<sup>-1</sup>前後で推移した。これは、Flutolanilのゴルフ場使用農薬暫定指導指針値の2 mg・l<sup>-1</sup>よりもかなり低い濃度であった。Metalaxylは、Flutolanilよりも濃度レベルは低いもののそれと同様な経時変化を示し、当初の0.1 μg・l<sup>-1</sup>前後から22日以降は約0.02 μg・l<sup>-1</sup>で推移した。Propiconazoleは前二者とは異なる経時変化を示し、22日に0.25 μg・l<sup>-1</sup>、そして26日に0.02 μg・l<sup>-1</sup>

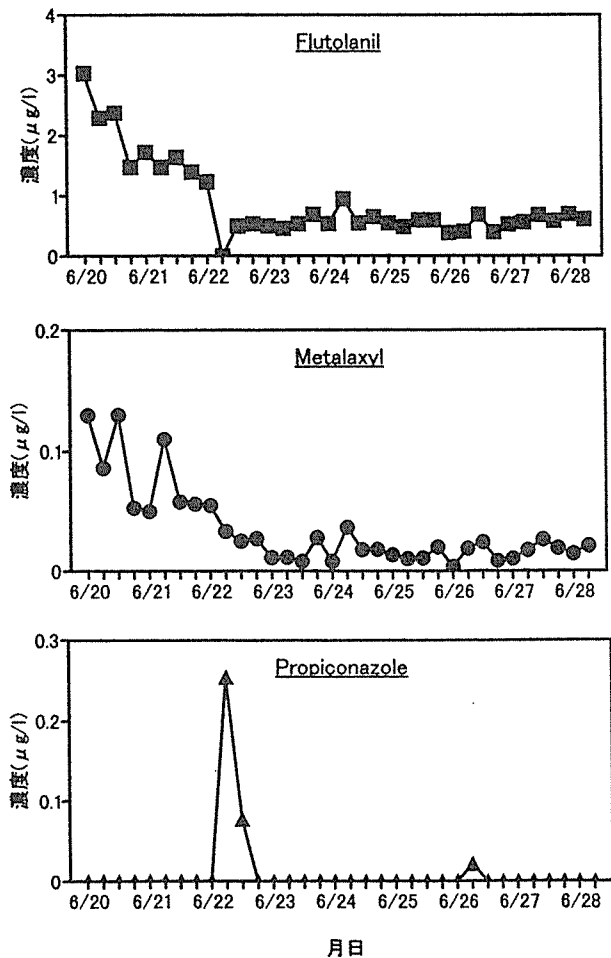


図-3 各農薬濃度の経時変化



g・l<sup>-1</sup>を検出するのみであった。

Flutolanilについては、多くの調査事例があり、高頻度で長期間にわたって検出されている<sup>4,5,6,7,8,9</sup>。グリーンに散布されたFlutolanilは降雨や散水により徐々に下層に移行すること<sup>10,11</sup>、そして土壤中において好気的あるいは微好気的な条件下でも比較的安定であること<sup>12</sup>などが影響して、比較的長期間にわたって調整池に流出していると考えられる。

全国のゴルフ場の調整池におけるFlutolanilの濃度は最高濃度として1.4~32 μg・l<sup>-1</sup>と報告されている<sup>13</sup>。今回の調査では、最高3 μg・l<sup>-1</sup>であったことから、ほぼ全国の濃度レベルと同じといえる。ただし、農薬の散布量や散布時期および降雨の程度などによって、農薬の流出特性は大きく影響される可能性が高いことに留意する必要がある。

Metalaxylについては、芝を植栽した土壌カラムに除草剤を散布した後、散水灌がいし溶出の挙動を調べた結果、Metalaxylの溶出量は比較的大きかったという報告がある<sup>14</sup>。また、ゴルフ場模擬グリーンにおける地下排水にともなう農薬の流出を調べた結果、Metalaxylなどが検出されたとの報告もある<sup>15</sup>。今回の調査でも同様な結果が得られていることから、Metalaxylは徐々に流出してきたものと考えられる。なお、ブラウザー水和剤中のFlutolanilとMetalaxylの含量比は約8.3であるが、今回の調査の22日以降におけるほぼ一定濃度で推移している期間の両者の濃度比は約25であった。このように量比からみると、調整池ではFlutolanilはMetalaxylに比べて高濃度で検出された。これは、先に示したようにFlutolanilが比較的安定なことや浸透しやすいことなどが影響している可能性が高い。

Propiconazoleについての調査報告は見あたらない。今回の調査結果によると、PropiconazoleはFlutolanilやMetalaxylのように継続的に濃度推移する傾向は認められなかった。この理由として、Propiconazoleが土壌中で分解しやすいこと、土壌に吸着しやすいことなどが考えられる。その物理化学的性質や流出特性などについてみていく必要がある。

#### 4. まとめ

市内ゴルフ場の調整池において、降雨後の農薬の流出特性を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) ブラウザー水和剤の3種類の殺菌剤のうち、Flutolanilは当初の約3 μg・l<sup>-1</sup>から徐々に低下していき、2日目以降は0.5 μg・l<sup>-1</sup>前後で推移した。Metalaxylも、Flutolanilと同様な経時変化を示し、当初の0.1 μg・l<sup>-1</sup>から0.02 μg・l<sup>-1</sup>へ低下した。
- 2) ブラウザー水和剤中のFlutolanilとMetalaxylの含量比は約8.3であるが、今回の調査の2日目以降におけるほぼ一定濃度で推移している期間の濃度比は約25であった。このように量比からみると、調整池ではFlutolanilはMetalaxylに比べて高濃度で検出された。
- 3) Propiconazoleについては、前2者とは異なる経時変化を示し、2日目に0.25 μg・l<sup>-1</sup>、そして6日目に0.02 μg

・l<sup>-1</sup>を検出するのみであった。

#### 謝辞

調査に協力していただいたAカントリークラブの支配人および関係各位に感謝いたします。

#### 文献

- 1) 環境庁水質保全局(1990)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2年5月24日、環水土第77号。
- 2) 環境庁水質保全局(1991)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の一部改正について、平成3年7月30日、環水土第109号。
- 3) 沼辺明博, 村田清康, 永洞真一郎(1996)ゴルフ場に散布された殺菌剤の流出特性, 北海道環境科学研究センター所報, 23, 79-80。
- 4) 大野健治, 石黒靖尚, 鳥羽峰樹, 田中義人, 北森成治(1993)ゴルフ場使用農薬の流出実態調査, 福岡県保健環境研究所年報, 21, 70-75。
- 5) 南由美子, 北野肇一, 加藤充哉(1994)ゴルフ場排水に含まれる農薬調査(第1報), 石川県保健環境センター年報, 32, 218-224。
- 6) 高島京子, 中村敬, 藤本直美, 大垣光治(1996)ゴルフ場農薬に係る水質調査について, 徳島県保健環境センター年報, 14, 83-86。
- 7) 大野健治, 石黒靖尚, 鳥羽峰樹, 田中義人, 北森成治(1992)環境中の農薬—ゴルフ場の農薬汚染, 第25回日本水環境学会年会講演集, 42-43。
- 8) 家合浩明, 鈴木典子, 村山等, 土田由里子, 岩浪春輝(1991)ゴルフ場から排出される農薬の経時変化, 新潟県衛生公害研究所報, 119-123。
- 9) 山形県環境保全センター(1996)ゴルフ場農薬による水質環境汚染実態調査結果, 山形県環境保全センター年報, 4, 38-41。
- 10) 高石豊, 中野武, 藤森一男(1993)ゴルフ場農薬の土壌中における挙動, 環境化学, 3, 344-345。
- 11) 寺沢潤一, 武田洋一, 掛川英男, 月岡忠(1992)ゴルフ場における農薬流出について, 第26回日本水環境学会年会講演集, 422-423。
- 12) 鈴木俊也, 近藤治美, 稲葉美佐子, 矢口久美子, 田村行弘(1997)ゴルフ場土壌を用いた農薬の容器内分解実験, 第31回日本水環境学会年会講演集, 84。
- 13) 伏脇裕一, 浦野紘平(1993)ゴルフ場農薬による環境汚染の現状と今後の動向, 用水と廃水, 35, 805-817。
- 14) Starrett S.K., Christians N.E. and Al Austin T. (1996) Movement of pesticides under two irrigation regimes applied to turfgrass, J. Environ. Qual., 25, 566-571。
- 15) 酒井隆, 石塚千司, 島津是之, 大城和文, 内山武夫, 広田秀憲(1994)ゴルフ場模擬グリーンにおける地下排水にともなう農薬の流出とその経年変化, 芝草研究, 22, 197-207。

## 横浜市内河川の魚類における寄生虫の感染状況

水尾寛己(横浜市環境科学研究所)、岩下 誠(東京大学)、斎藤秀行  
中島 優、広瀬一美(日本大学)、小川和夫(東京大学)、樋口文夫  
福嶋 悟(横浜市環境科学研究所)

### Studies on the Helminth Fauna of the freshwater Fishes in Yokohama Area

Hiromi Mizuo(Yokohama Environmental Science Research Institute)、Makoto Iwashita(University of Tokyo)  
Hideyuki Saito、Suguru Nakajima、Hitomi Hirose(Nihon University)、Kazuo Ogawa(University of Tokyo)  
Fumio Higuchi、Satoshi Fukushima(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：環境指標、宿主、公衆衛生、寄生虫

#### 要旨

「自然環境の回復と生態系に関する研究」の一環として1996年度に、横浜市内4水系の魚類の寄生虫種の実態把握、河川間での比較、環境指標種としての検討、公衆衛生面での問題点などについて調査した。本報告では、調査の概要について紹介した。検査に供した魚は5科11種で、その内アユ、マハゼ、ボラを除く8魚種から寄生虫が確認された。

確認された寄生虫は、原虫類1種、単生虫類3種、吸虫類3種、糸虫類2種、線虫類2種、鉤頭虫類1種であった。また、人体に寄生すると報告のある *Centrocestus armatus*、*Metagonimus* sp. の2種がアブラハヤとホトケドジョウから確認され、通常食用には供さないけれども、生食しないように注意を要すると思われた。

#### 1 はじめに

市内河川の魚類相は一時は水質悪化により危機的状況と化したけれども、その後の水質浄化に向けての取り組みにより徐々に回復し、又、一時は直線的コンクリート護岸と化した河川環境も生き物の生息を配慮した環境へと改善されてきている。

横浜市では、3年に1回の頻度で河川・海域の生物相調査をおこなっている。水域の生物の種類や量は、水質や環境の変化により減少したり増加したりする。そのため、生物の種類や量は、その水質や生息環境の指標となる。

生物相の調査項目としては、魚類、藻類、底生生物、水生生物で、水質の回復の傾向が生物相からも明らかになってきている。しかし、河川に生息している生物が健康的かという、疾病や寄生虫のついた魚なども調査時に見られる状況である。寄生虫は自由生活生物と同様に環境とのかかわり合いが密接であり、環境指標種としての可能性を持っている。また、最近川は川の親水性が配慮され、生き物と人の共生をめざす取り組みなどにより生き物との接触も多くなってきており、それらに寄生する生物の実態把握も市民の健康と安全面からも必要になってきていると思われる。

そこで、筆者らは、「自然環境の回復と生態系に関する研究」の一環として1996年度に、横浜市内4水系の魚類の寄生虫種の実態把握、河川間での比較、環境指標種としての検討、公衆衛生面での問題点などについて調査したのでそれらの概要について報告する。

#### 2 調査方法

調査は、図-1に示すように横浜市内の大岡川、帷子川、境川、鶴見川の4水系の上流域及び中・下流域の計15地点で、平成8年7月20日から24日、10月20日におこなった。また、平成9年1月13日に補足調査をおこなった。

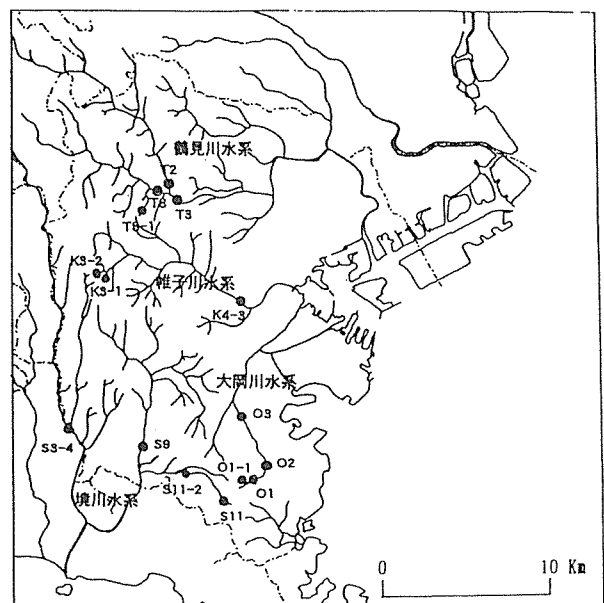


図-1 調査地点

採集は手網（目合い5mm×5mm）及び投網（目合い10mm×10mm）を使用した。採集魚は直ちにクーラーボックスに収容し、日本大学生物資源科学科魚医学研究室へ搬入して検査に供した。

水質項目及び測定方法は表-1に示す通りである。

寄生虫の検査は実体顕微鏡下で体表、鱗における単生虫類、吸虫類のメタセルカリアの寄生の有無を観察した。

吸虫類のメタセルカリアの鰓寄生の有無については光学顕微鏡で観察した。次に腹腔内、消化管内寄生虫の有無を観察した。

表-1 水質等の項目及び測定項目

項目	測定法
気温	水銀棒状温度計（現場測定）
水温	水銀棒状温度計（現場測定）
流速	浮標（現場測定）
pH	比色法（現場測定）
DO（溶存酸素）	JIS K 1024(カラー変法)
BOD（生物化学的酸素要求量）	JIS K 102
EC（測定）	電気伝導度計（東亜電波科学）（現場測定）
EC（25℃）	EC（測定）の25℃での換算値

### 3 結果

#### 3-1 概況

調査地点の水質は表-2に示す通りである。有機汚濁の指標であるBODと比較すると、鶴見川水系の1地点T-8を除いて各水系とも5mg/l以内であった。また、大岡川水系、帷子川水系、境川の上・中流域（S-11, S-11-2）鶴見川の源・中流域（T-8-1, T-3）のBODについては3mg/l以内で比較的低い値であった。

寄生虫の検査結果は表-3に示す通りで、検査に供した魚は5科11種で、アユ、マハゼ、ボラを除く8魚種から寄生虫が確認された。

確認された寄生虫は、原虫類1種、単生虫類3種、吸虫類3種、条虫類2種、線虫類2種、鉤頭虫類1種であった。

寄生虫の種類が最も多く観察された魚種は、ホトケドジョウで7種、ついでアブラハヤの6種であった。一方少ない魚種はギンブナ、モツゴで、それぞれ1種の寄生虫しか観察されなかった。

全体的に各地点で数多く採集され、優占種とみなされる魚種については共通な寄生虫が観察されるが、特定の地点でのみ出現する種も見られた。

#### 3-2 各調査地点における宿主別寄生虫出現状況

大岡川では、アブラハヤに4種類、ホトケドジョウに2種類、シマドジョウに2種類の寄生虫が見られた。帷

子川では、ホトケドジョウに3種類、ドジョウに1種類の寄生虫が見られた。境川では、アブラハヤに4種類、オイカワに3種類、ギンブナに1種類、タモロコに1種類の寄生虫が見られた。鶴見川では、ギンブナに2種類、ドジョウに2種類、ホトケドジョウに2種類、モツゴに1種類の寄生虫が見られた。

#### 3-3 環境指標としての寄生虫

寄生虫の分布は、宿主（中間、終宿主のいずれも）の分布に依存するために、寄生虫だけでなく宿主となる生物の分布を含めて考察が必要である。例えば帷子川の2地点K3-1とK3-2は水質データ上はほとんど差がないけれども、条虫類の*Proteocephalus* sp.がK3-1のホトケドジョウでは確認されたが、K3-2では確認されなかった。条虫類はケンミジンコなど橈脚類が第1中間宿主であり、K3-2で確認されなかったのは両岸コンクリートで淀みが形成されにくいいため、ケンミジンコが生息できる環境が少なかったことと関係していると思われる。

以上のように、環境指標として寄生虫を評価しようとする場合、宿主の生活環境も含めてとらえる必要がある。

#### 3-4 公衆衛生上の問題

本調査で、人体に寄生すると報告のある*Centrocestus armatus*、*Metagonimus* sp.の2種が確認されている。ともに宿主はアブラハヤとホトケドジョウで通常食用には供さないけれども、川遊びや観察会などで魚を捕獲しても、生食しないなどの注意が必要である。

#### おわりに

これらの研究の詳細については、今後発行を予定している「自然環境の回復と生態系に関する研究報告書」（仮称）で述べる予定である。

最後に、本研究のサンプリングや前処理に際して、協力して下さった日本大学生物資源学部海洋生物科学科魚医学研究室の学生の方々に感謝致します。

#### 参考文献

- 小川和夫：5. 単生虫病，魚病学（感染症・寄生虫病編）江草周三編，新水産学全集，恒星社厚生閣，pp.403, 1983.
- 金田彰二・福嶋悟：横浜市内河川における底生動物相，横浜の海と川の生物（第7報・河川編），横浜市環境保全局，環境保全資料No117，127-235，1997.
- 小宮義孝：日本および近接地域のメタセルカリア，日本における寄生虫学の研究5，目黒寄生虫館，1-310，1965.
- 樋口文夫・水尾寛己・近藤卓哉：横浜の淡水魚類相調査報告，横浜の川と海の生物（第7報・河川編），横浜市環境保全局，環境保全資料No.117，77-126，1997.

表-2 各調査地点の水質

水系	調査地点	河川形態	川幅 (m)	水深 (cm)	流速 (cm/s)	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	EC (測定) EC (25°C)	
大岡川水系	O-1-1(氷取沢左)	源流域	0.5	30	19	26.6	21.7	7.6	7.3	0.7	330	357
	O-1(氷取沢)	上流域	3	40	26	26.7	19.6	7.2	7.2	1.1	950	1078
	O-2(陣屋橋)	上流域	4	30	4	29.1	26.6	8	14.2	2.5	785	754
	O-3(日下橋)	中流域	4	40	48	28.4	25.8	8	11.6	2	560	563
帷子川水系	K-3-1(矢指)	源流域	1	50	45	31.1	19.3	7	7.2	0.4	180	206
	K-3-2(程ヶ谷CC横)	源流域	1	40	33	28.7	18	7.2	8.1	0.2	150	176
	K-4-3(星川橋)	下流域	12	50	63	30.7	22.1	7.6	7.5	2.5	300	322
境川水系	S-3-4(俣野堰下)	下流域	20	50	60	32.4	29.4	7.6	7.3	3.1	450	399
	S-9(S下水処理場下)	中流域	10	40	67	32.3	28.8	7.2	9.4	4.4	560	507
	S-11(杉之木橋上流)	上流域	0.8	15	32	28.6	19.6	8	8.2	0.7	960	1090
	S-11-2(天神橋)	中流域	6	50	27	31.5	27.1	8	9.2	1.5	980	929
鶴見川水系	T-2(千代橋)	中流域	13	80	63	33.5	29.6	7.8	9.5	3.4	260	230
	T-3(落合橋)	中流域	20	100	37	32.4	27.3	7	6.9	1.6	480	452
	T-8(都橋)	中流域	15	80	67	33.6	31.8	7.6	7.8	5.1	460	382
	T-8-1(台村)	源流域	0.4	15	40	33.1	21	7.4	7.8	0.8	280	307

EC : 電気伝導度

表-3 各調査地点における宿主別寄生虫出現状況

寄生虫種名	宿主名	調査地点														
		大岡川水系			帷子川水系			境川水系			鶴見川水系					
		O-1-1	O-1	O-2	O-3	K-3-1	K-3-2	K-4-3	S-3-4	S-9	S-11	S-11-2	T-2	T-3	T-8	T-8-1
<i>Myxobolus dermatobius</i>	ホトケドジョウ	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Gyrodactylus</i> spp.	ギンブナ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ホトケドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	シマドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Diplozoön</i> sp.	アブラハヤ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	オイカワ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Diplozoön nipponicum</i>	ギンブナ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Centrocestus armatus</i>	アブラハヤ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ホトケドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Metagonimus</i> sp.	アブラハヤ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	モツゴ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Macrolecithus gotoi</i>	ドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	シマドジョウ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● 寄生虫の感染が見られた

○ 寄生虫の感染は見られない

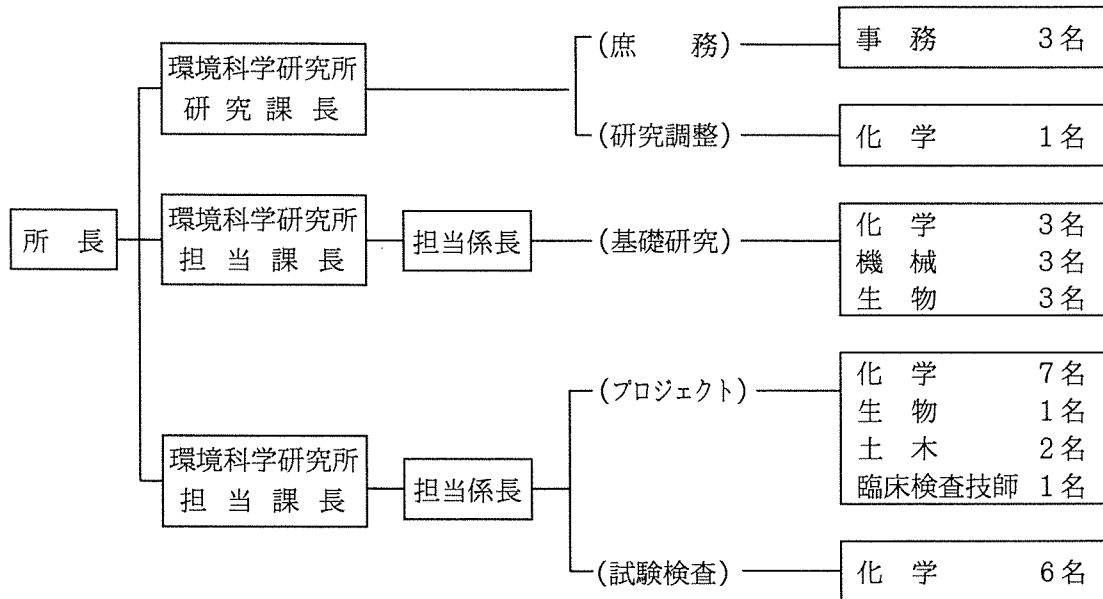
表-3 各調査地点における宿主別寄生虫出現状況 (続き)

寄生虫種名	宿主名	調査地点														
		大岡川水系			帷子川水系			境川水系			鶴見川水系					
		O-1-1	O-1	O-2	O-3	K-3-1	K-3-2	K-4-3	S-3-4	S-9	S-11	S-11-2	T-2	T-3	T-8	T-8-1
<i>Proteocephalus</i>	ホトケドジョウ	○	○	○	○	○	●									○
sp.																
<i>Pseudophyllidea</i>	アブラハヤ	○	○	○	●					○						
gen. sp.																
<i>Pseudocapillaria</i>	オイカワ								○			●				
sp.	タモロコ								●							
未定線虫	ホトケドジョウ	○	○	○	○	○										●
<i>Acanthocephalus</i>	アブラハヤ	○	○	○	○					●						
<i>opthalichthydis</i>	オイカワ								○			●				

● 寄生虫の感染が見られた

○ 寄生虫の感染は見られない

1. 人員及び組織



(平成10年5月1日現在)

2. 主要機器一覧表

品名	規格	数量	配置
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL製 JMS-700	1式	ガス・蛍光X線室
走査型電子顕微鏡	日立 S-4500A	1式	電子顕微鏡室
同上用X線分析装置	EDAX DX-4	1式	電子顕微鏡室
蛍光X線分析装置	リガク RIX2000	1式	ガス・蛍光X線室
原子吸光度計	日立 Z-8000	1式	原子吸光室
ガスクロマトグラフ分析装置	HP6890, 島津 GC-14A ECD 外	5式	ガスクロマトグラフ室
液体クロマトグラフ	島津 LC-6A	2式	ガス・蛍光X線室
同上用蛍光モニター	日立 F-1150	1台	ガス・蛍光X線室
スモークチャンバー		1台	標準ガス調製室
分光光度計	日立 U2000	1式	液クロマト室
水銀分析計	柳本AMD-F2	1式	原子吸光室
超軟X線発生装置	SOFTEX-CSM-2	1式	ガス・蛍光X線室
標準粒子発生装置	東京高周波電気炉 SRF-305W	1式	グアイオン等分析室
標準ガス精密希釈装置	製鉄化学工業 SDS-401	1式	標準ガス調製室
窒素酸化物自動記録計	MONITOR RABS MODEL-8440 外	3台	都市環境研究室
オキシダント自動記録計	電気化学	1台	都市環境研究室
風向風速計	海上電機 WA-200 外	2台	都市環境研究室
イオン濃度測定装置	オリオン 801A 型	1台	都市環境研究室
多チャンネルデジタル騒音計	リオン SV-70 型の改良型	1台	音環境研究室
データレコーダ	ソニー PC204, 208	2台	音環境研究室
騒音振動解析装置	ONO CF-360	1式	音環境研究室
慢性毒性試験装置(魚用)	関東工機製作所製 外	2式	生物研究室
電子計算機	SUN SPARC station10 外	1式	中央データ処理室
微粒子自動計測器	ロイコ社 MODEL226	1式	大気試験室
攪拌実験装置	佐竹化学機械工業製	1式	処理実験室
標準圧密試験器(3連型)	丸東 S43-3 UL-1	1台	地盤環境研究室
ソイルミキサー	丸東 SE-27	1台	地盤環境研究室
一軸圧縮試験装置	丸東 SG-2033	1式	地盤環境研究室
凝縮核モニター	日本化学工業 MODEL 3020	1台	大気試験室
14チャンネルデータレコーダ	ソニー UN61430W	1台	音環境研究室
イオンクロマトグラフ	DIONEX Series4000i	1台	都市環境研究室



品 名	規 格	数 量	配 置
全有機炭素分析計	ベックマン MODEL 915-B	1台	原子吸光室
高精度オゾン計	紀本電子工業製	1台	都市環境研究室
高精度弾性波速度測定装置	丸東製作所製	1台	地盤環境研究室
炭素・水素・窒素 (CHN) 分析計	柳本CHNコーダー MT-3型	1台	元素分析室
同上用オートサンプラー	ヤナコMTA-5	1台	元素分析室
電気炉	西村工業製	1台	水質試験室
三軸圧密試験記録装置	理研電子製	1台	地盤環境研究室
1/3 オクターブ実時間自動分析装置	リオン SA-27	1式	音環境研究室
凍結濃縮装置	大洋科学工業 FC-6	1式	液クロマト室
水生植物による水処理実験装置	当研究所設計	1台	処理実験室
圧密自動記録装置	理研電子 MODEL DACT-6	1式	地盤環境実験室
風向別制御装置	日本公害防止技術センター WDP-100	1式	屋上
ハーフソナル・ダストモニタリングシステム	柴田科学 PDS-1	1式	標準ガス調製室
コンビジットサンプラー	日科機 S-4081	1式	原子吸光室
データ収録分析装置	理研電子製	1式	地盤環境実験室
粒度分布測定装置	島津 SA-CP3L	1式	実験室 (4 F)
パン型製粒機		1台	屋上
超低温ミクロトーム	共栄オリンパス クライオトーム	1個	実験準備室
揮発成分混合ガス発生装置	紀本電子製 SS-1002	1式	元素分析室
高精度自動体積計	エステック VM-100	1式	処理実験室
環境物理測定装置	RM-5220	1式	生物研究室
騒音振動動作図装置	日本ヒューレット・パッカート 7550B 外	1式	音環境研究室
分光光度計	日本分光 V-550 外	2式	大気試験室
農業分析装置	HP5890・HP1090 外	1式	ガスクロマトグラフ室
オートアナライザー (HPLC 分析装置)	DIONEX DX-120	1式	実験準備室
騒音振動データ処理機	ヒューレット・パッカート社 モデル 712/100	1式	音環境研究室
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL 製 AUTOMASS II	1式	ガスマス・蛍光 X線室
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL 製 AUTOMASS II	1式	微量ガス分析室
原子吸光光度計	日立 Z-5700	1式	原子吸光室
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL 製 JMS-700	1式	ダイキリン等分析室

3. 平成9年度 予 算 額

(単位：千円)

科 目	金 額	付 記
共 済 費	1,850	社会保険料 1,850
貸 金	10,375	
報 償 費	640	
旅 費	1,409	普通旅費 1,391
需 用 費	41,083	消耗品費 11,583
		燃料費 245
		食糧費 481
		印刷製本費 2,900
		光熱水費 21,463
		修繕料 4,411
役 務 費	2,727	通信運搬費 1,355
		手数料 1,349
		筆耕翻訳料 23
委 託 料	75,970	調査委託料 39,982
		清掃その他委託料 35,988
使用料及び 賃 借 料	72,213	
工事請負費	1,620	
備品購入費	10,942	
負担金補助 及び交付金	370	会費及び負担金 370
計	219,199	

管 理 運 営 費	74,894
試 験 検 査 費	6,716
主 要 機 器 維 持	5,831
調 査 研 究 事 業 費	22,500
機 器 等 整 備	6,480
事 業 費	
施 設 改 修 工 事 費	1,620
環 境 教 育 啓 発 等	32,928
そ の 他 事 業 費	
大 型 機 器 更 新	34,660
整 備 事 業 費	
ガスクロマトグラフ	21,068
質 量 計 更 新 事 業	
農 薬 分 析 装 置 導 入	8,344
原 子 吸 光 分 析 装 置	4,158
導 入	
計	219,199

平成10年度 予算額

(単位：千円)

科目	金額	付記
共済費	1,918	社会保険料 1,918
賃金	10,396	
報償費	752	
旅費	1,101	普通旅費 1,083
需用費	46,801	消耗品費 15,448
		燃料費 245
		食糧費 234
		印刷製本費 3,477
		光熱水費 23,774
		修繕料 3,623
役務費	2,345	通信運搬費 1,418
		手数料 904
		筆耕翻訳料 21
委託料	84,845	調査委託料 46,130
		清掃その他委託料 38,715
使用料及び賃借料	82,232	
工事請負費	43,340	
備品購入費	16,413	
負担金補助及び交付金	370	会費及び負担金 370
公課費	0	
計	290,513	

管理運営費	71,748
試験検査費	9,166
主要機器維持管理運営費	5,326
調査研究事業費	38,332
環境庁受託事業費	38,000
機器等整備事業費	3,184
施設改修工事費	519
ダイオキシン等析室整備工事費	42,821
環境教育啓発等その他事業費	13,187
大型機器更新整備事業費	68,230
計	290,513

#### 4. 学会等研究発表

学会大会名	年月	題名	発表者・共同研究者
第 21 回環境・公害研究 合同発表会	1997. 6	視覚障害者の歩行と音環境	○鹿島教昭・村林亜希, 田村明弘・ 太田篤史(横浜国大)
	1997. 6	廃油エマルジョン塗料及び充填剤の開発研究	○野木一男
全公研関東甲信静支部騒 音振動専門部会	1997. 7	視覚障害者の歩行と音環境	○鹿島教昭・村林亜希
環境科学研究所研究発表 会(平成9年度第1回)	1997. 8	横浜市内での年末年始における浮遊粒子状物 質調査	○白砂裕一郎
	1997. 8	横浜市における湿性,乾性降下物の $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ 比の経年変化	○加藤善徳
	1997. 8	水生植物による水質浄化	○遠田和雄・森本敏昭
	1997. 8	修景用水として下水処理水を流している江川 の付着藻類群集	○福島悟
International Congress of Acid Snow and Rain, Niigata, Oct. 6th-8th	1997. 8	Multi-elemental analysis of soluble and insoluble component in fresh surface snow on mountains	○ K.Saitoh, Y.Iwata, K.Kawabata, K.Hirano, M.Takahashi
全公研関東甲信静支部水 質専門部会	1997. 9	横浜市内事業所のセレン廃水処理実験調査	○下村光一郎
日本騒音制御工学会研究 発表会	1997. 9	視覚障害者の屋外歩行時における情報の利用 —アンケート調査による心理構造の探求—	○太田篤史・田村明弘(横浜国 大), 鹿島教昭
	1997. 9	音環境に関する地域住民の意識 その4—音 環境を視点とする住宅地の地域計画に向けて	○鹿島教昭, 田村明弘(横浜国 大), 貝島熱紀(東芝)
第 38 回大気環境学会年 会	1997. 9	屋内,屋外における銅腐食酸可溶性成分の組成 とその挙動 $-\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{NO}_3^-$ の挙動の違い—	○加藤善徳, 梅田てるみ
	1997. 9	酸性雨等によるブロンズ像の影響調査—白色 生成物の被覆率による評価—	○梅田てるみ, 加藤善徳
	1997. 9	水冷却法による凝縮性ダスト採取装置の改良	○佐俣満夫, 数野賢治(横浜市環境 保全局)
	1997. 9	フィルター光透過法による燃焼排ガスダスト 濃度の簡易測定法	○佐俣満夫, 金岡千嘉男(金沢 大), 白井忠(東京ゾイレック)
	1997. 9	人工衛星データを用いた地表温度の推定モデ ル	○佐俣満夫
	1997. 9	都市大気中のベンゼン等炭化水素濃度の挙動	○前田裕行
	1997. 9	神奈川県における最近の炭化水素組成の地域 傾向について	○前田裕行ほか(神奈川県臨海地区 大気汚染調査協議会:神奈川県, 横浜市, 川崎市, 横須賀市)
1997. 9	二酸化窒素用拡散型簡易サンプラーの開発と 測定法に関する研究	○平野耕一郎	
日本騒音制御工学会研究 部会「環境振動予測手法 の現状と適用事例」研究 報告会	1997.10	環境振動予測手法を用いた適用事例—工場設 備振動—	○鹿島教昭
MERA97 International Conference on Environment-Behavior Studies for the 21 Century	1997.11	Visually handicapped pedestrians' psychological structure about the usage of the information for route cognition	○ A. Ota, A. Tamura (Yokohama national University) and N. Kashima
環境科学研究所研究発表 会(平成9年度第2回)	1997.12	エコアップの思想と技術	○森清和

大気環境学会環境大気質調査手法分科会第7回研究会 第21回環境セミナー 第15回環境庁環境科学セミナー 日本生態学会大会第45回 第32回日本水環境学会	1997.12	廃油エマルジョン塗料並びに充填剤を利用したごみ焼却場ボイラーチューブの水洗洗浄	○野木一男
	1997.12	河川の人為的改変による魚類生態への影響調査	○樋口文夫
	1997.12	視覚障害者の音環境	○鹿島教昭
	1997.12	環境大気計測器校正用ガスの調製	○平野耕一郎
	1998.1	酸性雨のはなし	○梅田てるみ
	1998.3	密封生態系を用いた化学物質の生態影響試験	○酒井 学
1998.3	谷戸におけるヌカエビの生息場所と生活史	○樋口文夫・福嶋悟・水尾寛己・前川渡	
1998.3	植物プランクトンの増殖に伴う水中 N/P 比の理論変化および東京湾における N/P 比の季節別分布の解析	○二宮勝幸, 柏木宣久(文部省統数研), 安藤晴夫(東京都環科研), 小倉久子(千葉県水保研)	

## 5. 雑誌等投稿

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
地域の音環境計画	1997.4	鹿島教昭	第1部3.4.1 道路騒音

[要旨] (社)日本騒音制御工学会が編集し出版した「地域の音環境計画」の第1部の音環境影響予測評価手法のうち、日本音響学会が提示し広く道路交通騒音の中央値を予測する式、いわゆる音響学会式を解説し、その利用法、利用条件を明示すると共にその利用条件外での適用法をも示し、かつ統計量であるいくつかの中央値から物理量であるエネルギー平均値を求めるという矛盾も提示した。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
地域の音環境計画	1997.4	鹿島教昭	第3部2.5 植物の影響

[要旨] (社)日本騒音制御工学会が編集し出版した「地域の音環境計画」の第3部の騒音の伝搬特性と予測の第2章で植物の影響を示した。1940年代に Eyring<sup>9)</sup>がパナマのジャングルで研究したのが初期、60年代から70年代にかけて常緑及び落葉の樹林地や畑地を利用して音の減衰が調べられ、その後は世界的にこの種の研究が活発になった。現在明らかにされた基本的な植物影響は、(1)音の減衰は低周波数では認められず、約1000 Hz以上で周波数と共に増大するが、幹、枝、特に葉の散乱効果が大きな要因と考えられ、葉量による音の減衰量は当研究所の研究結果から概ね計算可となっている。(2)樹林地等の大規模調査で1000Hz以下において20dB程度の大減衰が得られるが、それは音源からの直接音と地表面からの反射音との干渉に因る超過減衰であり、植物の直接的効果ではない。(3)特定の周波数において、植物の存在が原因の音の増幅現象が認められる。その原因の一つは超過減衰の消滅であるが他の原因も研究されている。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
水環境学会誌	1997.7	二宮勝幸, 柏木宣久(文部省統数研), 安藤晴夫(東京都環科研), 小倉久子(千葉県水保研)	東京湾における溶存性無機態窒素およびリンの空間濃度分布の季節別特徴

[要旨] 東京湾内41地点の5年間の公共用水域水質測定結果に統計的手法を適用して上下層における季節毎の硝酸態とアンモニア態窒素およびリン酸態リンの濃度分布を作成し、それらの特徴を明らかにした。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
大気環境学会誌	1997.7	斎藤勝美, 平野耕一郎, 児玉仁	白神山地における大気環境中ガス状物質濃度とその特徴

[要旨] 秋田県と青森県の県境に位置する白神山地における標高約1000m地点で、大気汚染物質について調査した。観測期間中のSO<sub>2</sub>, NO及びNO<sub>2</sub>濃度は、定量限界以下で、白神山地の大気質には周辺地域からの汚染物質の影響は

認められなかった。この結果は世界各地の大気中窒素酸化物のバックグラウンド濃度と比較しても低いレベルにあり、白神山地の大気質は世界的に見ても陸地での清浄な地域と考えられた。O<sub>3</sub> は大気的清浄な山岳地域において観測したO<sub>3</sub>濃度とほぼ一致し、季節的な変動も同様な傾向であった。CO<sub>2</sub>以外は日変動や季節による違いはみられなかったが、CO<sub>2</sub>は日変動と季節による変動があった。今回行ったCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oおよびフロン類の測定は、試料採取がスポット的な方法であったが、気象庁が綾里で連続観測している値と比較すると、いずれの物質もやや低い値を示していた。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
全国公害研究会誌	1997, 9	樋口文夫, 水尾寛己, 福嶋悟, 前川渡	多自然型改修区と未改修区におけるオイカワとアブラハヤの分布様式の比較

[要旨] いたち川の未改修区と多自然型改修区のオイカワ、アブラハヤの分布様式を比較した。両区の比較では未改修区でアブラハヤ、改修区でオイカワの生息密度が高かった。季節変動は、アブラハヤは、周年、河畔林があり隠れ家のある深い淵に分布し、オイカワは春から秋にかけて開かれた瀬、淵、冬場は隠れ家のある深い淵に生息場所を変えた。またアブラハヤは生長による生息場所移動は顕著ではないが、オイカワは上流から下流、そして上流へと生長にもなって回遊していると考えられた。以上から、多様な魚類群集を再生させるための環境要素を指摘した。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
日本騒音制御工学会技術レポート第20号 環境振動予測手法の現状と適用事例	1997.10	鹿島教昭	環境振動予測手法を用いた適用事例－工場設備振動－

[要旨] 振動伝搬の基本的予測式のパラメータは土質の密度・振動伝搬速度・内部減衰定数であり、内部減衰定数は周波数の関数で表されている事、実用式として 1/3 オクターブ中心周波数の基準加速度レベルを用いた環境庁の予測式がある事、またアセスメントにおけるそれらの利用実態を明示すると共に、アセスメント評価書の不備、例えば機械設備の設置位置が不明、内部減衰定数を周波数の関数とした予測があっても振動スペクトルが不明等を指摘した。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
化学工学論文集	1998. 3	佐俣満夫, 金岡千嘉男 (金沢大・工)	非等速吸引による粒子濃度測定誤差におよぼすノズル形状の影響

[要旨] ダクト中の粒子をサンプリングした場合の非等速吸引による粒子濃度の影響について、粘性流中での数値解析を行った。その結果、ノズルの厚さの相違による影響は小さく、むしろノズル先端の形状による影響の方が大きかった。慣性パラメータが 1.0 より小さくなると、粒子の軌跡はノズル先端周辺の流れの変化の影響を受けるため、複数の限界粒子軌跡がみられるようになり、その領域では非等速吸引誤差は不安定となるため評価が難しくなることがわかった。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
平成8年度関東粒子状物質合同調査報告書	1998. 3	新井久雄, 白砂裕一郎	炭素成分濃度

[要旨] 一都三県公害防止協議会のもとで、一都七県三市の自治体により、広域的に関東地域の浮遊粒子状物質の共同調査を行った。この調査は夏期と冬期、正月前後時に行い、浮遊粒子状物質中の炭素成分や水溶性成分、金属成分、多環芳香族炭化水素などを分析した。また、自動車等の発生源からの寄与を推定した。当研究所では、浮遊粒子状物質中の炭素成分の分析を担当し、調査結果報告書の作成において炭素成分濃度について執筆を行った。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
平成9年度酸性雨調査報告書	1998. 3	加藤善徳, 梅田てるみ, 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会	気象からみた降水の汚染機構

[要旨] 平成9年の梅雨期、関東甲信越静地域の1都11県1市で酸性雨の共同調査を実施した。その結果について気象の面から解析した。

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
酸性雨共同調査結果報告書	1998. 3	加藤善徳, 梅田てるみ, 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会	短期精密調査(1)－気象からみ

[要 旨] 関東甲信越静地域 of 1 都 11 県 1 市では、昭和 56 年度より酸性雨の共同調査を実施している。ここで得られた 14 年間の降水データ及び気象観測データ等をもとに、気象要因（前線の位置、低気圧の有無等）と降水の汚染度の関係について解析し、降水の汚染機構をパターン別に分類した。

## 6. 環境科学研究所発行資料目録

資料番号	件 名	発行年月	体 裁 等
No. 1	明日の都市を照らす	1977. 3	A4. 16 頁 (パンフレット)
2	窒素酸化物特殊発生源調査報告書（環境庁大気保全局委託調査）	1977. 3	B5. 49 頁
3	横浜市公害研究所報創刊号	1977. 11	B5. 56 頁
3	公募論文集・クルマ社会をどうするか －明日の都市環境を考える－	1977. 11	B5. 136 頁
4	第 1 回公害セミナー会議録・クルマ社会をどうするか －明日の都市環境を考える－	1978. 3	B5. 96 頁
5	昭和 52 年度環境庁委託業務結果報告書 非特定重大障害物質発生源対策調査（アスベスト発生施設）	1978. 3	B5. 36 頁
6	横浜市公害研究所報第 2 号	1978. 3	B5. 236 頁
7	中間報告 横浜市における自動車公害に関する基礎研究	1978. 8	B5. 195 頁
8	横浜市公害研究所報第 3 号	1978. 12	B5. 156 頁
9	第 2 回公害セミナー会議録・合成洗剤	1979. 3	B5. 89 頁
10	自動車公害に関する意識調査－国道一号線三ツ沢・松本地区、1978 年 3 月実施、単純集計結果（第 1 報）－	1979. 3	B5. 112 頁
11	大気中の炭化水素濃度調査及び各種発生源施設からの排出実態調査結果	1979. 3	B5. 66 頁
12	第 3 回公害セミナー論文集・川、よこはまに水辺をもとめて	1979. 8	B5. 85 頁
13	横浜市における自動車公害に関する基礎研究	1979. 9	B5. 201 頁
14	横浜市公害研究所報第 4 号	1979. 12	B5. 205 頁
14	第 3 回公害セミナー会議録・川、よこはまに水辺をもとめて	1980. 3	B5. 101 頁
15	横浜市地域環境大気調査報告書（昭和 54 年度環境庁委託調査）	1980. 8	B5. 72 頁
16	非特定重大障害物質発生源等対策調査（ベンゼン取扱施設）	1980. 3	B5. 31 頁
17	沿道環境整備対策のための基礎調査報告書－三ツ沢地区対象－	1980. 3	B5. 84 頁
18	魚類の健康評価に関する研究(1)（昭和 53 年度）	1981. 2	B5. 20 頁
19	魚類の健康評価に関する研究(2)（昭和 54 年度）	1981. 2	B5. 51 頁
20	横浜市公害研究所報第 5 号	1980. 12	B5. 236 頁
21	帯水層層序確定のための地質調査	1981. 3	B5. 32 頁 付図 4 枚
22	第 4 回公害セミナー資料提言要旨	1981. 3	B5. 18 頁
23	第 4 回公害セミナー資料・調査研究事業のあらまし	1981. 3	B5. 41 頁
24	－		
25	地域交通環境に関する意識調査 －金沢 4 区、1980 年 11 月実施－	1981. 3	B5. 46 頁
26	第 4 回公害セミナー会議録・80 年代の環境政策の課題		
27	低周波空気振動実態調査報告書	1981. 3	B5. 115 頁
28	有機ハロゲン化合物の分解と消長 －有機塩素化合物特に PCB の環境中における動態について－	1981. 3	B5. 163 頁 B5. 98 頁
29	第 5 回公害セミナー公募論文集・よこはまに自然をもとめて		
30	横浜市公害研究所報第 6 号	1981. 8	B5. 150 頁
31	横浜市自動車問題研究会第二報告書 －横浜の物流と自動車公害に対する調査研究－	1981. 12	B5. 211 頁 B5. 227 頁



資料番号	件名	発行年月	体裁等
No. 32	排水処理技術維持管理マニュアルー凝集処理編ー	1982. 3	B5. 116 頁
33	固定発生源から排出されるばいじん（粒度分布）調査報告書	1982. 3	B5. 133 頁
34	第 5 回公害セミナー会議録・よこはまに自然をもとめて	1982. 3	B5. 123 頁
35	魚類の健康評価に関する研究(3)	1982. 3	B5. 34 頁
36	魚類指標による排水評価のための技術要領	1982. 3	B5. 30 頁
37	横浜市深層地下水調査中間報告書	1982. 3	B5. 44 頁 付図 2 枚
38	横浜市自動車問題研究会第一報告書 ー地域交通環境とまちづくりー	1982. 3	B5. 124 頁
39	横浜市緑区及び戸塚区における道路交通騒音と交通量調査報告書	1982. 3	B5. 440 頁
40	会下谷の雑木林の生物相とその季節変化 (横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 3	B5. 11 頁
41	自動車騒音公害対策模型実験ー車線内遮音壁ー	1982. 7	B5. 87 頁
42	第 6 回公害セミナー資料 大気汚染 ー青空はよみがえったか、この横浜にー	1982. 8	B5. 31 頁
43	会下谷の雑木林の生物相とその季節変化 (横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 11	B5. 143 頁
44	横浜市公害研究所報第 7 号	1982. 11	B5. 105 頁
45	第 6 回公害セミナー会議録 大気汚染 ー青空はよみがえったか、この横浜にー	1983. 1	B5. 99 頁
46	浮遊粉じん・ばいじんに関する総合調査報告書	1983. 1	B5. 187 頁
47	南関東地域での光化学大気汚染に関する総合調査報告書	1983. 2	B5. 177 頁
48	こども自然公園環境調査報告書	1983. 2	B5. 155 頁 付図 4 枚
49	道路周辺の植樹帯による物理的及び心理的減音効果に関する研究 ー中間報告ー	1983. 3	B5. 106 頁
50	横浜市南部沿岸地域の軟弱地盤調査図 付図 1ー5	1983. 3	B2.
51	調査研究事業のあらまし	1983. 3	B5. 34 頁
52	都市自然に関する社会科学研究（よこはま都市自然行動計画）	1983. 11	B5. 226 頁
53	第 7 回公害セミナー公募論文集 身近な水辺とまちづくりー「よこはまの川と池」再発見ー	1983. 11	B5. 149 頁
54	横浜市公害研究所報第 8 号	1983. 12	B5. 157 頁
55	排水処理施設維持管理マニュアルー生物処理編ー	1983. 12	B5. 132 頁
56	魚類の健康評価に関する研究(4)	1984. 1	B5. 67 頁
57	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書	1984. 2	B5. 183 頁
58	第 7 回公害セミナー会議録 身近な水辺とまちづくりー「よこはまの川と池」再発見ー	1984. 2	B5. 135 頁
59	横浜市南部沿岸地域軟弱地盤調査報告書	1984. 2	B5. 56 頁 付図 6 枚
60	横浜のホタル生息地（1983 年度版）	1984. 3	B5. 49 頁
61	第 8 回公害セミナー公募論文集 いま 横浜の海は ー水質、生物、水ぎわ……ー	1984. 11	B5. 105 頁
62	横浜市公害研究所報第 9 号	1984. 12	B5. 193 頁
63	横浜市南部丘陵 舞岡川源流域の水文調査	1984. 12	B5. 120 頁
64	排水処理施設維持管理マニュアルーイオン交換処理編ー	1985. 1	B5. 134 頁
65	第 8 回公害セミナー会議録 いま 横浜の海は ー水質、生物、水ぎわ……ー	1985. 2	B5. 133 頁
66	道路周辺の植樹帯による物理的及び心理的減音効果に関する研究 ー総合報告ー	1985. 3	B5. 173 頁
67	横浜市公害研究所報第 10 号	1985. 12	B5. 190 頁
68	平潟湾・金沢湾周辺水域環境調査報告	1986. 3	B5. 149 頁
69	魚類指標による工場排水規制手法に関する研究	1986. 2	B5. 192 頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
No. 70	第9回公害セミナー会議録 静かなまちづくりをめざして—道路緑化と騒音—	1986. 2	B5. 179頁
71	ホテルの生息環境づくり～技術マニュアル試案～	1986. 2	B5. 121頁
72	第10回公害セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1986. 11	B5. 174頁
73	横浜市公害研究所報第11号	1987. 3	B5. 216頁
74	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書・第2報	1987. 3	B5. 275頁
75	排水処理施設維持管理マニュアル—汚泥処理編—	1987. 3	B5. 132頁
76	10年のあゆみ・横浜市公害研究所設立10周年記念誌	1987. 3	B5. 203頁
77	第10回公害セミナー会議録 調べてみよう・身近な環境—水,みどり,まち……—	1987. 3	B5. 127頁
78	横浜市軟弱地盤層調査報告書(土地質試験データ図) 横浜市地盤環境図 横浜市地盤環境図	1987. 3	B5. 217頁 B2. (付図1) AO付図2～10
79	横浜市公害研究所資料室図書目録	1987. 3	B5. 328頁
80	第11回公害セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1987. 11	B5. 89頁
81	横浜市公害研究所報第12号	1988. 3	B5. 161頁
82	第11回公害セミナー会議録 調べてみよう・身近な環境—水,みどり,まち……—	1988. 3	B5. 139頁
83	横浜市軟弱地盤層調査報告書 (軟弱地盤構造と地盤沈下特性)	1988. 3	B5. 103頁
84	横浜市軟弱地盤層調査報告書 (縦断面地質柱状図,水準点変動図集)	1988. 3	B5. 162頁
85	植樹帯による歩道環境改善効果に関する調査研究 —横浜市磯子区産業道路沿道植樹帯設置事業のケーススタディー—	1988. 3	B5. 148頁
86	第12回公害セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1988. 11	B5. 133頁
87	横浜市公害研究所報第13号	1989. 3	B5. 210頁
88	水域生物指標に関する研究報告	1989. 3	B5. 348頁
89	浮遊粉じんの発生源推定に関する調査報告書	1989. 3	B5. 195頁
90	第12回公害セミナー会議録 調べてみよう・身近な環境—水,みどり,まち……—	1989. 3	B5. 39頁
91	魚の死亡事故の原因究明に関する研究報告書	1991. 3	B5. 125頁
92	第13回公害セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1989. 12	B5. 137頁
93	横浜市公害研究所報第14号	1990. 3	B5. 212頁
94	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書・第3報	1990. 3	B5. 166頁
95	第14回環境セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1990. 11	B5. 102頁
96	横浜市公害研究所報第15号	1991. 3	B5. 226頁
97	自然観察ワークシート～横浜の都市自然を調べる～	1991. 3	B5. 115頁
98	トンボ生息環境づくり調査報告書	1991. 3	B5. 210頁
99	第15回環境セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1991. 11	B5. 174頁
100	横浜市環境科学研究所報第16号	1992. 3	B5. 164頁
101	環境科学研究所業務案内リーフレット	1992. 2	B5. 4頁
102	横浜港の水質・底質汚濁に関する調査報告書	1992. 3	B5. 133頁
103	第16回環境セミナー公募作品集 調べてみよう,身近な環境—水,みどり,まち……—	1992. 12	B5. 108頁
104	横浜市環境科学研究所報第17号	1993. 3	B5. 232頁
105	横浜市の陸域生物による環境モニタリング調査報告書	1993. 3	B5. 77頁
106	鶴見川・帷子川水系生態調査報告書	1993. 3	B5. 268頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
No. 107	酸性雨に関する調査研究報告書	1993. 3	B5. 218頁
108	第17回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1993. 12	A4. 105頁
109	横浜市環境科学研究所報第18号	1994. 3	A4. 164頁
110	エコロジカル・ライフスタイルの政策科学的研究	1994. 3	A4. 118頁
111	キシヨウブによる水質浄化法-実験報告書-	1994. 3	A4. 121頁
112	第18回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1994. 12	A4. 71頁
113	エコロジカル・ライフスタイルの政策科学的研究 パートII	1994. 12	A4. 175頁
114	横浜市環境科学研究所報第19号	1995. 3	A4. 153頁
115	横浜市民の音環境に関する意識調査	1995. 3	A4. 130頁
116	横浜港, 生物と環境の変遷 -底質柱状試料中の生物化石調査-	1995. 3	A4. 90頁
117	東京湾の富栄養化に関する調査報告書	1995. 3	A4. 110頁
118	第2回陸域生物による環境モニタリング調査	1995. 3	A4. 70頁
119	第19回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1995. 12	A4. 117頁
120	横浜市環境科学研究所報第20号	1996. 3	A4. 100頁
121	エコロジカルライフスタイルの政策科学的研究(III)	1996. 3	A4. 84頁
122	多環芳香族炭化水素(PAHs)に関する調査研究報告書	1996. 3	A4. 130頁
123	大岡川・境川水系生態調査報告書	1996. 3	A4. 200頁
124	横浜の酸性雨 -よりよい環境をめざして-	1996. 6	A4. 6頁
125	酸性雨のはなし	1996. 12	A4. 8頁
126	第20回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1996. 12	A4. 91頁
127	横浜市環境科学研究所報第21号	1997. 3	A4. 141頁
129	酸性雨に関する調査研究報告書(II) -酸性雨による器物影響-	1997. 3	A4. 88頁
131	有害大気汚染物質の沿道実態調査報告書 -環境庁委託報告書-	1997. 3	A4. 60頁
132	第21回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1998. 1	A4. 109頁
133	横浜市環境科学研究所報第22号	1998. 3	A4. 115頁
134	第22回環境セミナー公募作品集 調べてみよう, 身近な環境-水, みどり, まち……-	1999. 1	A4. 104頁
135	酸性雨に関する調査研究報告書(II) -酸性雨による器物影響-(改訂版)	1998. 12	A4. 142頁
136	横浜市環境科学研究所報第23号	1999. 3	A4. 65頁

# 横浜市環境科学研究所報作成および執筆要領

所報編集委員会

## <作成要領>

### 1. 目的

横浜市環境科学研究所は調査研究，試験検査等の成果を広く公表し，環境保全に汲みするために，毎年度1回定期的に「横浜市環境科学研究所報」を発行する。

### 2. 編集

横浜市環境科学研究所報編集委員会（以下編集委員会という）は執筆要領にもとづいて投稿されたものを編集する。

### 3. 執筆者

執筆者は当研究所所属の職員であることを原則とする。

### 4. 所報の編成

所報の編成は，次のものからなるものとする。

- (1) 巻頭文
- (2) 業務報告編（報文，短報）
- (3) 調査・研究編
- (4) 学会発表，雑誌等投稿，発行資料編
- (5) 紹介編
- (6) 資料編
- (7) 編集後記
- (8) その他

### 5. 巻頭文

「まえがき」，「特別寄稿」および「目次」からなる。

- (1) まえがき

所長が所報発行にあたってのあいさつなどを記述する。

- (2) 特別寄稿

所報にふさわしい論説等が提供された場合はそのつど登載する。

- (3) 目次

登載各論文および資料などの表題を頁数とともに記載する。

### 6. 調査・研究編の内容

データの解析および理論的解析から得られた知見，発想，対策などを取りまとめたものとする。

なお，内容的には，論文の体裁をととのえていることの他に，次の項目のいずれかを具備していることが必要である。

- (1) 取り上げた対象に新しい特色があること。
- (2) 用いた手法に新しい特色があること。

- (3) 今後の調査・研究、試験・検査、分析などに取り入れる十分な価値があること。
- (4) 行政上の技術的判断に有用な情報を与えること。
- (5) 既往論文との相違、問題点の指摘を行っていること。
- (6) 現象の解明に貢献していること。

## 7. 学会発表, 雑誌等投稿, 発行資料編

環境科学研究所が業務の一環として行った学会発表, 雑誌等投稿, 研究所発行資料等を取りまとめて報告する。

### (1) 学会等研究発表

学会大会名, 西暦年月, 題名, 発表者・共同研究者を記載する。

### (2) 雑誌名, 報告書名, 書籍名

雑誌名, 西暦年月, 執筆者, 題名, 500字以内の要旨を記載する。

### (3) 横浜市環境科学研究所発行資料

資料番号, 報告書名, 編著者名, 西暦発行年月, 1,000字以内の要旨を記載する。

## 8. 紹介編

環境科学研究所が業務の一環として行ったもののうち, 次のものを紹介する。

### (1) 受託調査の紹介

調査研究計画に直接関係するもののうち, 受託調査について, その目的および概要を記載する。

### (2) 行政, 市民等からの依頼処理紹介

調査研究, 試験検査にかかわる技術的指導, 情報提供等について, その目的, 概要を記載する。

### (3) 広報活動

インターネット等で紹介した広報活動を記載する。

### (4) その他

上記のいずれにも属さない事項で, 編集委員会が必要と認めたものについて概要を収録する。

## 9. 資料編

研究所の人員構成および主要機器, 予算額, 研究所発行資料目録等を紹介する。

## 10. 編集後記, その他

編集後記とおくづけをさすものである。編集後記は, 所報編集委員会による当該所報編集上での感想, 今後の問題点等をレビューして記載する。おくづけは所報の戸籍をなすもので, 統一的方法を用いて記載するものとする。

## < 執筆要領 >

### 1. 目的

本要領は, 横浜市環境科学研究所報発行に関する原稿執筆の際の指針として定めるものである。

### 2. 提出原稿

(1) 報文または短報とし, 閲覧用原稿及び完全版下原稿を提出するものとする。執筆に関する各々の定めは別表1に示すとおりとする。

(2) 図表および写真は全幅をはみ出さない範囲とし, 鮮明に書いた完全版下を提出するものとする。

別表1 所報執筆要項

	項目	基準, 要領等	
閲覧用原稿	閲覧	編集委員会, 所長, その他	
	印刷書式 (本文のみ)	A-4 版たて, 25 文字×27 行 上下マージン各 30mm, 左マージン 30mm, 右マージン 80mm	
	表紙	右肩上に“横浜市環境科学研究所報第 号発行年” 上半分にタイトル, サブタイトル, 氏名, 所属 下半分に英文のタイトル, サブタイトル, 氏名, 所属	
	見出し	見出しは通し番号を付ける。キーワード, 要旨, 文献には番号をつけない 見出し例) キーワード 要旨 1.はじめに 2.方法 3.結果 4.考察 5.まとめ 文献	
	見出し順位	1. □1-1. □1-1-1. □(1)	
	文体	…である調	
	用字, 用語	常用漢字表, 現代仮名遣い, 送り仮名の付け方の定めによる	
	句読点, カッコ	全角使用 (,), (。)	
	英文, 文献の句読点と引用例	半角使用 (,), (.) 右上カタカッコ 1)	
	数字, 英字等	半角入力	
	単位	原則として「SI」単位とする	
	図表・写真	A4 版, 別添すること	
	完全版下原稿	原稿の長さ	報文 刷り上がり 8 ページ以内 (図表, 文献を含む) 短報 刷り上がり 4 ページ以内 (図表, 文献を含む)
		印刷書式	A4 版たて 54 文字×54 行, 9 ポイント (一段組) 25 文字, 中央間隔任意 (二段組) 左右マージン 18mm, 上下マージン 20mm
研究所報 号発行年 (通称「柱」)		右上スミ, 8 ポイント明朝体	
タイトル文字		14 ポイント, ゴシック体	
サブタイトル文字		タイトルの下, 12 ポイント, ゴシック体	
氏名・所属		サブタイトルの下に 2 列書き 10 ポイント, ゴシック体	
英文タイトル		氏名・所属の下, 12 ポイント, ローマン体	
英文サブタイトル		英文タイトルの下, 10 ポイント, ローマン体	
英字氏名・所属		英文サブタイトルの下, 10 ポイント, ローマン体	
要旨		1 段組 54 文字, 9 ポイント, 明朝体	
キーワード		5 語以内, JICST 科学技術用語シソーラス 9 ポイント, ゴシック体	
本文		2 段組, 9 ポイント, 明朝体	
見出し文字		10 ポイント, ゴシック体	
図表・写真		版下組み込み タイトル文字は 10 ポイント, ゴシック体	
本文中の図表・写真の利用	ゴシック体, ボールド		

る。文字数字等に関する定めは別表 1 を参照のこと。

### 3. 校正

校正は執筆者による責任校正とする。ただし、所報全体の統一性から校正の必要があると認められたものについては、編集委員会が具体的方法を別途指示するものとする。

### 4. 引用文献

(1) 引用文献は、引用箇所の右肩に1), 2)のように通し番号で示し、番号順に本文の末尾に一括して次の事項を記すものとする。

①雑誌：著者名，題名，雑誌名，巻数または号数，頁，年号

(巻号はゴシック体，英文雑誌名はイタリック体，年号は西暦でカッコ書きとする)

例1:二宮勝幸，酒井学：分解反応モデルによるテトラクロロエチレンおよびその分解物質の挙動解析，水環境学会誌，16，p742-746 (1993)

例2:Sheath, R. G. and J. A. Hambrook: Mechanical adaptation to flow in freshwater red algae, *J. Phycol.*, 24, p107-111 (1988)

②単行本：編著者名，書名，版数，出版社名，頁 (年号)

例1:日本下水道協会：下水試験方法1985年版，p420-424 (1985)

例2:Duthie, H. G. and P. B. Hamilton: Studies on periphyton community dynamics of acidic streams using track autoradiography, in *Periphyton of Freshwater Ecosystems*, Wetzel, R. G. (Ed), Junk, p185-188 (1983).

(2) 編著者名は、原則として、全員記載する。

(3) 引用する文献は、原則として、公表された印刷物とする。

(1998.9作成)



◇ 編集後記 ◇

今年度から新しい組織で再出発することになり、何かと忙しいなかで所報の第23号を発行することができました。所報は旧年度の内容を掲載していることから、今回の所報も従来通りの構成となっています。また、前号から論文等の執筆者が完全版下を作成することになりましたが、より統一性を高め読みやすい所報にすべく執筆要領を改訂しました。

今後とも体裁だけでなく内容の一層の充実を図っていきたいと考えています。本書が環境科学に関心を持たれる方々にご活用いただければ、幸いと存じます。

所報第23号編集委員会

小座間 国 雄

杉 本 実

鹿 島 教 昭

松 島 裕 子

福 島 悟

加 藤 善 徳

二 宮 勝 幸

小 市 佳 延

坂 井 清

白 砂 裕一郎

倉 林 輝 世