

環境研資料

No. 14

横浜市環境科学研究所報

第 35 号

ANNUAL REPORT OF
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE
No.35

2011年3月

横浜市環境科学研究所

YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE

目 次

まえがき

I 業務報告編

業務報告	1
研究概要	2

II 調査研究編

報文

・横浜市緑区新治地区における明治期から平成期にかけての植生の変遷	7
・横浜港の底層環境調査 ー鶴見川河口周辺ー	15
・潮位変動による貧酸素水塊の挙動への影響	23
・赤潮の発生抑制因子に関する基礎調査	30
・東京湾西岸域における海水温の上昇と季節のずれ	34
・鶴見川における農薬調査について(平成21年度)	41
・横浜市におけるPRTR対象物質の大気環境調査	47

III 資料編

人員及び組織	51
主要機器一覧表	51
学会等研究発表	53
雑誌等投稿	54
記者発表一覧	55
環境科学研究所発行資料目録	56
施設見学者等一覧	60
環境教室等講師派遣一覧	61

編集後記	63
------------	----

まえがき

3月11日に発生した東日本大震災により亡くなられた方々のご冥福をお祈りし、また、被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

この未曾有の災害は、日本国内に限らず世界中に衝撃をもって伝えられました。「がんばろう日本」を合言葉にそれぞれの関係機関・団体では復旧・復興に努めていますが、環境問題の解決も重要な課題の一つとなっています。

これまで国内の環境問題、特に本市においては、大気・水質・騒音、等といったいわゆる典型7公害が主なものでしたが、近年では自動車排ガスや生活騒音といった市民自身が原因者となる問題、さらにはヒートアイランド現象、生物多様性、地球温暖化問題といった複雑でよりグローバルな問題へと広がりをを見せています。これらの問題は一朝一夕に解決できることではなく、今後とも、市民・事業者・行政が連携して施策を進めていくことが必要です。

一方、今回の大震災では、従来とは全く異質なもの、すなわち放射能というこれまで一般の環境問題として捉えられていなかったことが、市民にとっては最も重要な健康問題、環境問題として受け止められています。今回の大震災を契機とした放射能問題は、自治体だけで解決できることではなく、国や発生源である事業者の責任の下で対処しなければならないことですが、環境問題を取り扱う研究所としては、可能な限り市民の不安を取り除き安全な市民生活を送れるよう努めなければならないところです。

環境科学研究所では、調査研究・試験検査・環境監視などの事業を通して、本市の環境施策を推進するための裏づけとなる科学的根拠を提供する役割を担ってきましたが、環境問題もその時代によって市民から求められるものが変化しており、それに応じた対応をしていく必要があります。

これまでも、アスベストやダイオキシンといった社会問題になった事柄に対して、当研究所で調査を行い、本市の良好な環境を保全するための一翼を担ってきましたが、今後とも時代の要請に応じた事業を進めていきたいと考えています。

本所報は、当研究所の事業成果を取りまとめたものですが、皆様にご高覧をいただき、ご助言・ご指導をいただければ幸いです。

平成23年3月

横浜市環境科学研究所長
橘 一 秀

I 業 務 報 告 編

業務報告

1 環境科学研究所の沿革

横浜市環境科学研究所は、昭和 51 年 4 月に横浜市公害研究所として設立され、平成 3 年 6 月に名称を横浜市環境科学研究所としました。大気、騒音・振動、水質、地盤沈下、社会科学の各部門に分かれ、各種調査研究をはじめ、市の規制・指導等に反映させるための試験検査業務や環境監視に用いる自動測定機等の精度管理などさまざまな事業を行ってきました。

平成 10 年 5 月には複雑多様化する環境問題に柔軟に対応できるように、今までの、大気や水質部門などの現象対応型組織から、ヒートアイランド対策研究や化学物質対策研究などの機能対応型組織とするため、研究調整、調査研究(基礎研究・プロジェクト研究)、試験検査などに組織を整備しました。

また、平成 17 年 4 月には、環境保全局、緑政局、下水道局の 3 局再編による環境創造局の発足に伴い、環境監視センター及び下水道技術開発担当を統合し機能を拡充するとともに、調査研究テーマに基づく組織編成としました。

平成 21 年 4 月には、市の環境政策との連携を推進するため、環境科学研究所は環境創造局企画部に組織再編し、環境監視センターは、環境保全部環境管理課の所管となりました。

2 試験検査業務

平成 21 年度は、一般環境大気中の揮発性有機化合物のモニタリングや工場・事業場への立入検査等に伴う検査を 667 検体、また事故・苦情に伴う検査を 193 検体、合計 860 検体(*)の試験検査を実施しました。

* 1 検体あたり、複数の項目を分析

3 調査研究業務概要(平成 21 年度)

【地球温暖化・ヒートアイランド】

◇ヒートアイランドに関する研究

【地下水・水循環】

◇地下水・水循環に関する研究

【生物多様性】

◇横浜港の水質改善に関する研究

◇多自然型水・緑整備事業の環境への効果に関する研究

◇生物生息状況モニタリング調査 —海域生物相調査—

◇横浜の基本植生図の G I S 化

【きれいな海づくり事業】

◇山下公園前海域における水質浄化実験

【大気環境】

◇酸性雨モニタリング調査

【有害化学物質】

◇有害化学物質調査

◇化学物質環境実態調査

【下水道技術開発】

◇水処理・汚泥処理に関する調査研究

(各調査研究業務概要は P. 2～6 に記載)

4 啓発事業

4-1 第 5 回 こどもエコフォーラム

市内の児童生徒が自ら行った環境に関する調査や活動の報告などを発表する場を提供する「第 5 回こどもエコフォーラム」を開催しました。このフォーラムは、平成 17 年度に第 1 回を開催し、児童生徒が日頃から良好な環境について考え、環境に対する豊かな感性を育むとともに、主体的に環境活動を実践できるようにしていくことを目的として、教育委員会小中学校教育課と共催で実施しています。

内容は、児童生徒から出された環境に関する小中学生による作品の発表(調査結果、活動報告、提言)・展示を中心とし、環境活動団体や当研究所等のワークショップも実施しました。今回は、こどもエコフォーラムのテーマ曲に、前回のフォーラムに参加した児童生徒から寄せられた詩をもとに作成した歌詞をつけたエコフォーラムテーマソングを参加者全員で合唱しました。

期日/平成 22 年 2 月 27 日(土)

会場/横浜サイエンスフロンティア高等学校

内容/作品発表(15 編)、音楽演奏

ワークショップ(12 団体)

講評:松永 昌幸(鎌倉女子短期大学教授)

参加者/600 人

4-2 「いたち川 生きもの観察会」

身近な川の環境について、実際に川に入り、川の生きものの採集や川のよごれ具合などについて観察・実習し、川の環境を考えるきっかけとするために実施しています。調査や観察方法を体験しながら楽しく学んでいただきました。

期日/平成 21 年 7 月 29 日(水)

場所/いたち川(栄区日東橋付近)

内容/魚、川の虫、水質などの調査方法の体験学習

参加者/45 人

4-3 施設見学、環境教室等

環境月間(6 月)の施設公開をはじめ、随時、学校や市民団体等の施設見学を受け入れ、研究業務の紹介を行っています。また、区役所・市民団体等からの依頼を受けて、環境教室や自然観察会への講師派遣も行っています。(資料編 p. 60～62 参照)

研究分野	ヒートアイランドに関する研究
研究名称	地球温暖化・ヒートアイランド
<p>[目的] 市内の気温観測結果を基にして、夏季の気温分布図を作成しヒートアイランド現象の把握を行うと共に、河川で生じる冷気が周辺住宅地等に広がる影響についてシミュレーションを行う。さらに保水性や遮熱性材質等によるクールスポット効果を評価するための簡易ツールの開発研究を行う。</p> <p>[方法] ① 気温観測調査 市内 69 か所の小学校の百葉箱を活用して気温観測を行い、横浜市内の夏季（7、8月）の気温分布を作成。 ② 中小河川での冷気シミュレーション 中小河川の湾曲部での冷気の広がりについてシミュレーションを行った。シミュレーションは大岡川中流の南区 2ヶ所を選んだ。 ③ 保水性舗装、遮熱性塗装等のクールスポット効果評価のための簡易ツールの開発 ヒートアイランド対策技術としての保水性舗装及び遮熱性塗装等によるクールスポット効果を評価するための簡易ツールを東京工業大学との共同研究により開発。</p> <p>[結果] 2009 年夏季の気温分布による夏季の平均気温の最高は 26.7℃であり、2008 年より涼しい夏となった。熱帯夜日数（最大 27 日）、真夏日日数（最大 38 日）は 2008 年よりいずれも少なかった。 南区の大岡川の湾曲部 2ヶ所を選び夏季の実測データを入力値として C F D シミュレーションを実施した。その結果、河川に直角方向からの風による冷気の広がりには小さいが、河川と平行な風は後方に冷気の広がりをもたらすことがわかった。 東京工業大学で開発したシミュレーターを基に横浜市内での保水性舗装や遮熱性塗装をデータベース化したツールを付加した簡易ツールを開発した。</p>	

研究分野	地下水・水循環
研究名称	地盤情報の集約と提供 持続可能な地下水利用に関する研究等
<p>[目的] 地盤地下水環境に関する情報を環境保全や各種公共事業に役立てるため、横浜市域の地質や地盤構造、地下水に関する調査研究を行なう。</p> <p>[方法] ・横浜市の各種事業で行われた地盤調査結果の集約、情報提供 ・地盤沈下、地下水位のモニタリング ・横浜の基本植生図の G I S 化</p> <p>[結果] ・平成 21 年度に実施された土質調査報告書を集約（委託件数：14 件、柱状図本数：49 本）し、整理した。 土質調査データは市内等の依頼に基づき情報提供（件数：11 件、柱状図本数：8086 本）を行った。 ・地盤沈下観測所（5 箇所）、地下水位観測井（20 箇所）のデータ回収および保守点検を行なった。 ・横浜国立大学との共同研究で、鶴見区・南区・磯子区・港南区・保土ヶ谷区・都筑区（一部）・戸塚区・栄区の「横浜の基本植生図（明治）の G I S 化」を行った。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	沿岸域の水質改善に関する研究
<p>[目的] 富栄養化した横浜市沿岸や感潮域における水質、底質、赤潮状況などの調査を行い、水環境保全・再生に必要な問題点を明らかにし、行政施策に有効な情報を提供することを目的とする。</p> <p>[方法] 沿岸域における赤潮調査は、1～2回/月の頻度で行った。 鶴見川河口周辺の運河などで水質、底質、底生生物の調査を2009年6月、9月に行い、底層環境について検討した。</p> <p>[結果] 沿岸域の赤潮調査では、春～夏に赤潮が発生し、経年的に底層で貧酸素状態にあることが確認された。 鶴見川河口周辺では、水質は6月に赤潮状態だったが、鶴見川河口部では流入河川水のためにその影響が小さかった。9月は小運河や河口で底層 DO が低く、特に入江川河口では青潮が観測された。青潮のみられた入江川河口の底質は嫌気度が高く、COD や全硫化物も高かった。底生生物は有機汚濁指標種が9種、ホンビノスガイなどの外来種も多く観察された。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	多自然型水・緑整備事業の環境への効果に関する研究
<p>[目的] 多自然型河川整備、河川構造物の改変、魚道設置等の水・緑整備事業が多く展開されているが、より効果的の事業とするために、事業により創造された環境について生物的に適切に評価を行い、新たな事業や効率的な管理に反映させると共に、地域住民等に対しても事業効果の適切な情報提供を行うための基礎資料とすることを目的とした。</p> <p>[方法] 多自然型整備河川として梅田川を対象として、改修後の物理的環境要因の変化と魚類回復との関係を把握するために平成21年に調査を行った。また、境川、帷子川水系を対象に、アユ等の魚類分布調査を行い、堰、落差工等の河川構造物との関係を検討した。さらに特定河川について産卵場等の調査を行った。</p> <p>[結果] 多自然型整備が進められた梅田川の魚類回復状況は、開放区、水面下のカバー区、人工区の中で、水面下の隠れ家の存在を示すカバー区で多くの魚種が出現した。生息密度の季節変化では、オイカワ、アブラハヤが夏季に高い値を示したが、秋の増水時以後、低い値となった。カワヨシノボリは周年出現していた。物理的環境要因との関係では、オイカワは小礫率、流れ幅等、アブラハヤが水際照度、流速等、カワヨシノボリは土丹率、カバー面積との関係が強く、魚種による生活場利用の違いが示唆された。アユの分布調査は、境川水系では本川で、平成20年に確認された地点で確認されなかった。柏尾川は下流で確認されたが、上流の阿久和川で今回、アユが確認されず、新たに設置された構造物の影響があったものと推測した。帷子川は、前回と同様な地点まで確認された。大岡川のアユについては、産卵場調査を行い、下流の限られた場所で産卵が行われていることが明らかになった。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	生物生息状況モニタリング調査 ー海域生物相調査ー
<p>[目的]</p> <p>海域生物相調査は1973年から原則として3年ごとに実施しているモニタリング調査であり、横浜市における海域生物の生息状況の変遷を長期にわたり把握してきた。本調査では、海域の生物生息状況を明らかにし、生物指標によって水質状況を評価するとともに、生物の現状や変遷を示すことで、多くの市民の方々に海への関心を高めていただくことを目的としている。</p> <p>[方法]</p> <p>河口・海岸域調査は、鶴見川河口、山下公園、堀割川河口、海の公園（金沢湾）、野島公園（金沢湾）、夕照橋（平潟湾）、野島水路（平潟湾）の計7か所を対象とした。河口・海岸域調査での海藻・海草は平成21年6月と10月と翌年1月（補足調査）に、海岸動物と魚類は10月に実施した。内湾調査は横浜港沖、根岸湾沖および金沢湾を対象に、6月と10月に魚類とプランクトンの調査を実施した。</p> <p>[結果]</p> <p>平成21年度は12回（36年）目の調査にあたる。海藻・海草は46種が確認され、この中には県レッドデータ種のコアマモが含まれる。また、内湾では魚類35種が確認されている。海岸動物については節足動物のアメリカフジツボや軟体動物のコウロエンカワヒバリガイ等の外来種も確認された。</p> <p>生物指標による水質評価では、岸壁は山下公園、堀割川河口および野島公園で「きれい」、鶴見川河口で「やや汚れている」と評価された。干潟では野島水路で「きれい」、内湾では調査した3海域とも「きれい」と評価された。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	「きれいな海づくり」事業
<p>[目的]</p> <p>横浜港の水環境は公共下水道整備などにより大幅に改善されてきましたが、依然として赤潮の発生や悪臭などの課題を抱えています。昔のようなきれいな海を取り戻すためには、海底の浚渫や覆砂などの整備に加えて、更に海が本来もっている自浄作用（海域の生物などによる水質浄化）を高めるとともに、海域に流入する水に対する市民の関心と環境意識を高めることが重要です。</p> <p>環境創造局では、市民・事業者とともに水環境を考え横浜港の更なる水環境改善を進めるため、山下公園前面海域の一部で海域生物による浄化実験を行いました。</p> <p>[方法]</p> <p>山下公園前の海域約6ヘクタールを「海域浄化のショーケース」として指定し、赤潮や降雨時の濁水などの外乱を最小にするため、海域浄化実験施設内に水中スクリーンを配置し、水質浄化及び底質改善を図るため生物付着基盤を設置するなど、海中生物の浄化能力を活用した水質浄化実験を行いました。</p> <p>* 設置期間：平成21年7月13日から平成21年9月25日まで</p> <p>[結果]</p> <p>山下公園前の海域に内側水中スクリーン（生物の多い海域）と、外側スクリーン（生物の少ない海域）で水質浄化について検討しました。また、水深や光量、生物付着基盤の材質などが生物相に及ぼす影響を調査し、生物が多様で浄化能力の高い海域を作るために基礎データの収集を行いました。垂下式スクリーンが的確に機能した場合、赤潮などの濁水の防除効果のあること、生物量の多い内側スクリーン内の水質は、生物の少ない外側スクリーン内よりも水質の良いことなどが分かりました。</p> <p>また、水中スクリーンは、海面付近を漂う汚濁成分が侵入することを防ぎ、仕切られた内側の海域の浄化には有効でした。平成21年8月22日と23日には水中スクリーンで仕切られた海面内において「2009横浜国際トライアスロン大会」の水泳競技が行われました。しかし、スクリーンの維持管理を考えると設置する場所や目的を考慮する必要があると思われます。</p> <p>生物付着基盤は、生息環境の改善につながったと考えられます。生物海域の水質浄化を推進するためには、水深が浅く溶存酸素量の確保できる場所に設置することで多くの付着生物が得られると考えられました。</p> <p>このことから、海域生物が水質浄化に強く寄与しており、生物の多様性が重要であることが分かりました。</p>	

研究分野	大 気 環 境
研究名称	酸性雨モニタリング調査
[目的]	<p>大気汚染による酸性雨の影響は、近年の東アジア地域における急速な工業化の進展により、広範囲に渡ると懸念されている。横浜は以前から都市・工業地帯の汚染の影響を受け、日本の中ではやや強いレベルの酸性雨となっていたが、平成12年(2000年)9月からは三宅島火山ガス(SO₂ガス)の影響が加わったため、急激に酸性度が強まり、世界で最も酸性雨が強い東欧、北米、中国重慶等の地域と同レベルとなった。横浜市環境科学研究所では酸性雨の監視及び被害の未然防止を目的として、1984年から継続して酸性雨モニタリング調査を行っている。</p>
[方法]	<p>横浜市磯子で平成21年(2009年)4月～平成22年(2010年)3月の1年間、自動雨水採取装置を用いて降水を採取し、pHを測定した。降水は、初期1mm降水(降り始め1mm目までの雨)及び一降水全量(降り始めから降り終わりまでの一雨)の2種を採取した。採取単位は原則として降水ごととし、降水と降水の間隔が3時間以上の場合は別の降水とみなした。なお、初期1mm降水は、降水の初期性状を調べるために採取した。大気中の物質の取り込みは初期降水に多く、後続の降水は少ないため、一降水全量のpHは初期降雨のpHより高くなる場合が多い。</p>
[結果]	<p>火山ガス放出前10年間の平均pHは、初期1mm降水4.33、一降水全量4.73であったが、火山ガス放出後1年間の平均pHは、初期1mm降水3.88、一降水全量4.31であった。その後徐々に回復傾向がみられており、平成21年度(2009年度)の平均pHは、初期1mm降水4.28、一降水全量4.82であった。</p>

研究分野	有害化学物質
研究名称	化学物質リスク管理に関する研究
[目的]	<p>化学物質による環境リスクの低減を図るため、環境実態が明らかでない化学物質やモニタリングが必要とされる化学物質の環境調査を実施し、その残留状況を把握することを目的とする。</p>
[方法]	<p>1 環境省委託化学物質環境実態調査 (1) 環境省の化学物質環境実態調査(委託調査)に参加し、水質・底質・生物・大気試料中の化学物質について調査を行った。 (2) 精度管理調査(環境省)に参加した。 (3) 化学物質の分析法の開発、検討を行った。 2 有害化学物質調査 鶴見川(亀の子橋、千代橋、都橋、寺家、奈良川、しらとり川)にて、農薬82種類の調査を行った。</p>
[結果]	<p>1 環境省委託化学物質環境実態調査 水質、底質、生物(ムラサキガイ)、大気試料中の有害化学物質の環境実態調査に参加した。21年度の結果は取りまとめ中である。20年度の結果、PCB類、DDT類等が横浜市内の環境中から検出され、ほぼ前年度と同じレベルであった。また、1-メトキシ-2-ニトロベンゼンについて、精度管理調査に参加するとともに、鶴見川亀の子橋及び横浜港の水質試料の分析を行った。 2 有害化学物質調査 鶴見川から27種類が検出された。公共用水域等における基準値、指針値が設定されている農薬について、基準値、指針値を超えるものは認められなかった。また、国立環境研究所との共同研究により、鶴見川の河川水を用いてオオミジンコ繁殖試験を行った結果、夏季の試料で産仔数に影響が認められた。</p>

研究分野	下水道技術開発
研究名称	水処理・汚泥処理に関する調査研究
<p>【目的】</p> <p>市民生活を豊かにする快適な水環境の保全のための処理水質の向上や効率的・効果的な処理方法の確立に向けて、水処理や汚泥処理に関する研究などを行っている。</p> <p>現在は主に、下水処理水である再生水の水質改善を目的とした消毒技術について、消毒の確実性と効率性に関する研究を行っている。</p>	
<p>【方法】</p> <p>実験タンク（375L）付きマイクロバブル発生装置を用いて、都筑水再生センターの処理水とオゾンとを反応させ、既存の再生水とオゾンマイクロバブルを用いた場合の消毒性能の比較を行った。</p>	
<p>【結果】</p> <p>「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」（平成17年4月、国土交通省）による「親水用水基準」を満足するための水質を得るには、オゾン注入率10mg/lが必要で、細菌類(大腸菌、レジオネラ属菌及びノロウイルス等)の不活化にはオゾン注入率4mg/lが必要であることが確認できた。</p> <p>今後は施設の更新時の実機導入を見据えて、実施設のオゾン反応槽の縮小モデルを用いた実証実験を行い、設計条件等の設定、維持管理費等の算出を行う予定である。</p>	

Ⅱ 調 査 研 究 編

横浜市緑区新治地区における明治期から平成期にかけての植生の変遷

井上 智、石川孝之
(横浜市環境科学研究所)

The change of vegetation from the Meiji era to today around Niiharu area, Midori Ward,
Yokohama City

Satoshi Inouye, Takayuki Ishikawa
(Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：土地利用変化、時系列分析、植生図、GIS、横浜市

要 旨

横浜市緑区の新治市民の森の保全管理計画が平成 22 年度に策定される。その基礎資料に活用する目的で、新治市民の森周辺の自然環境の変遷を植生図で追跡した。明治期と昭和期の植生図を GIS 化して、既に GIS 化されている平成期の植生図と比較した。新治市民の森周辺において、樹林地は明治期から平成期まで総面積の約 50% で推移していた。各年代の樹林地の特色は、明治期はマツ林の存在、昭和期はスギ・ヒノキ林の拡大、平成期は落葉広葉樹林の再拡大である。本結果の一部は、保全管理計画のゾーニング策定と目標植生決定の基礎資料として活用された。

1. はじめに

ヒートアイランド対策や生物多様性の観点から、横浜市全域の自然環境の変遷を把握することは重要である。一方、横浜市内に残されている緑を保全する観点から、市民の森や公園などに調査対象地域を絞り、その地域の自然環境の変遷を調査して、保全管理計画に結び付けていくことも重要である。そこで、各年代の植生図から横浜の植生の変遷を追跡して、自然環境の変遷を把握することにした。

平成期植生図は紙媒体と電子媒体で存在するが、それ以前の植生図は電子媒体で存在しない。そこで、横浜国立大学教育人間科学部原田洋教授との共同研究により、明治期と昭和期の植生図を GIS 化して、各年代の植生図から植生の変遷を追跡している^{1,2)}。

横浜市緑区の新治市民の森の保全管理計画が平成 22 年度に策定される。その基礎資料に活用する目的で、新治市民の森周辺の自然環境の変遷を、明治期（明治 15 年）、昭和期（昭和 46 年）、平成期（平成 9 年）の植生図から、植生の変遷について調査した。

2. 調査地域

2-1 概要

調査地域は横浜市緑区の新治恵みの里事業指定予定区域とした（図 1）。この地域は、横浜の緑の 10 大拠点の一つである三保・新治地区の一面である。低地の水田や畑、台地の樹林地からなる谷戸地域と、恩田川・梅田川沿いに広がる水田を含めた約 160ha の地域である（写真 1・2）。新治恵みの里事業指定予定区域内に、新治市民の森事業指定区域（67.2ha）

や新治里山公園（15.3ha）が存在する。なお、新治市民の森事業指定区域と新治里山公園は、一部重複している。

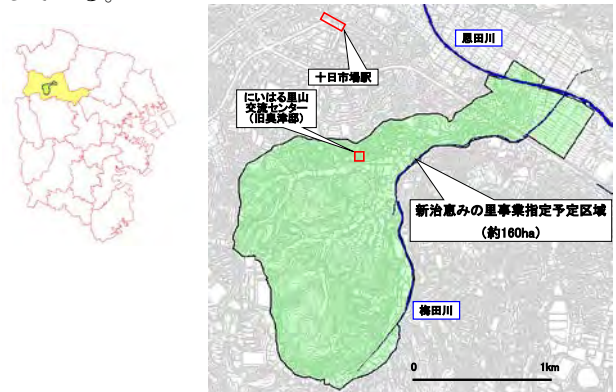


図 1 調査地域



写真 1 新治市民の森の谷戸田



写真2 新治恵みの里農業振興地域の水田



写真3 にいはる里山交流センター
(旧奥津邸)

2-2 新治市民の森と新治里山公園

市民の森制度は、横浜市独自の緑地を保全する制度で、昭和46年度から開始して現在31か所(約451ha)指定されている。緑を守り育てるとともに、山林所有者の協力により、市民の憩いの場として利用されている。

新治市民の森は、平成12年3月に開園した。横浜市緑区のはぼ真ん中、JR横浜線十日市場駅から徒歩約20分に位置している。この森を含む一帯は、北の森と総称される横浜市内屈指の緑地帯である。低地の水田や畑、台地の樹林地からなる谷戸の景観は、横浜の原風景を今に残している。

新治市民の森は平成22年3月に開園10周年を迎え、この節目の年に新治市民の森保全管理計画を策定することになった。保全管理計画策定にあたっては、新治市民の森と隣接する新治里山公園予定地も一体的に検討することにした。保全管理計画策定のため、横浜市とNPO法人と市民にアドバイザーを加えた検討会を立ち上げ、この検討会の中で計画の素案を作成することにした。

現在、一部開園した新治里山公園は、指定管理者のNPO法人が管理している。にいはる里山交流センター(旧奥津邸)(写真3)を活動の拠点とし、様々

なイベントを企画・運営している。

2-3 生物多様性ホットスポット

生物多様性が非常に高いにも関わらず絶滅危惧種や希少種が集中して分布している地域を、生物多様性ホットスポットという。図2に、神奈川県内の生物多様性ホットスポットの分布得点の分布図を示す³⁾。大きく濃い丸ほど分布得点が高く、絶滅危惧種や希少種が集中して分布していることを示している。

勝山³⁾によると、神奈川県では丹沢の標高1,000m以上の地域と、箱根(仙石原・神山・金時山・芦ノ湖西岸など)から湯河原にかけて、RDB種(レッドデータブックに掲載されている種)の出現頻度が高い場所が集中し、神奈川県内最大の生物多様性ホットスポットになっている。次いで、藤野北部の生藤山から陣馬山周辺、南足柄市、横浜市緑区南部から旭区北部にかけての地域、登戸周辺、逗子・葉山・三浦半島南端などに生物多様性ホットスポットが存在する。

さらに、勝山⁴⁾によると、横浜市緑区南部から旭区北部にかけての生物多様性ホットスポットの存在は、この地域の里山に絶滅危惧種や希少種が多いことを示している。この地域で記録のあるRDB種は66種あるが、そのうち28種は湿地性、16種は草地性の種で、全体の3分の2を占める。谷戸奥の湧水と湿地、谷戸田、ため池など、里山の水辺環境は湿地性の種の貴重な生息地である。また、水田と背後の丘陵との間の土手は定期的に草刈りが行われ、細長い草地として維持されてきた。特に北向き斜面は雑木林により水田が日陰にならないように、幅広く草地になっていた。このような小規模な草地を里草地というが、ここは草地性種の貴重な生息環境である。

このため、新治市民の森や三保市民の森などを含む横浜市北部の拠点緑地の里山の保全は、神奈川県内の生物多様性の保全にとって重要であると指摘している。

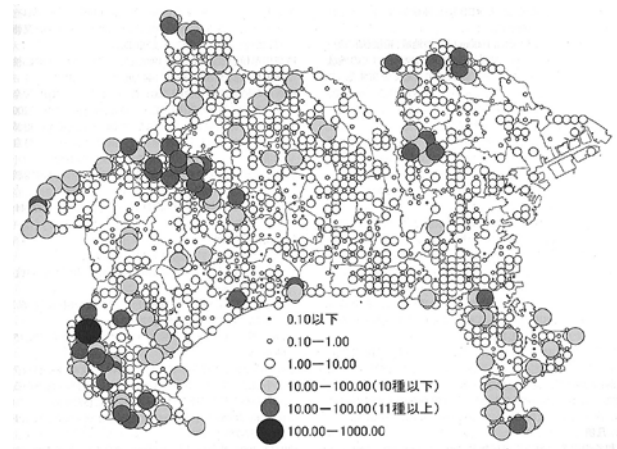


図2 神奈川県内の生物多様性ホットスポット
(勝山³⁾より引用)

3. 方法

3-1 明治期植生図（明治 15 年）

原田ら（未発表）が作成した紙媒体の「明治前期の横浜市域の植生図」を使用した。作成方法は、原田ら⁵⁾と同様の方法であった。明治期植生図は、明治 15 年測量の「第一軍管地方 2 万分 1 迅速測図」、通称「迅速測図」と呼ばれる地図と、その原図となった「迅速測図原図」等を基に作成している。

Sprague⁶⁾は、「迅速測図」は土地利用変化の研究のために極めて重要な役割を果たしてくれていると、指摘している。

3-2 昭和期植生図（昭和 46 年）

宮脇⁷⁾が作成した紙媒体の「横浜市現存植生図-1」を使用した。

3-3 平成期植生図（平成 9 年）

横浜市環境保全局発行の「横浜市地域環境特性図（第 3 版）」のうち、紙媒体の緑区植生図と、電子データ（ARC/INFO フォーマット形式）を使用した。電子データは MapWindowGIS ソフトウェアに取り込み、解析した。

3-4 潜在自然植生図

宮脇⁷⁾が作成した「横浜市潜在自然植生図-1」を使用した。

3-5 GIS 化手法

紙媒体の明治期植生図と昭和期植生図と潜在自然植生図を GIS 化する際、フリーソフトの MapWindowGIS（Gary Watry, COPAS-FSU）を主に使用した。

紙媒体の植生図を GIS 化する手順は、川崎ら⁸⁾の方法に準じて行った。まず紙媒体の植生図をスキャナによりデジタル化する。次に、デジタル化した植生図に位置情報を登録する（ジオリファレンス）。そして、ジオリファレンスした植生図を背景に植生区分毎の多角形（ポリゴン）を作成する（デジタルライジング）。最後に、植生区分毎のポリゴンの属性値を決定して入力する。

3-6 植生凡例の統一

明治期と昭和期と平成期の植生図は、それぞれ植生の分類区分が異なる。各年代の植生図を比較する関係上、植生凡例を 9 区分に統一し、植生図を再編集した。

3-7 住民聞き取り調査結果による検証

植生図の比較による植生の変遷を検証するため、対象地域内の農家に対する聞き取り調査結果⁹⁾（横浜市環境創造局みどりアップ推進課、2010）より、別表 1 を作成した。

明治期から平成期にかけての植生の変遷の検証に、これらの情報を活用した。

4. 結果と考察

4-1 植生凡例の統一

明治期と昭和期と平成期の植生図は、それぞれ植生の分類区分が異なる。明治期植生図の凡例は 14 区分、昭和期植生図では 37 区分、平成期植生図では 45 区分に分類されている。

各年代の植生図を比較する関係上、植生凡例の統一を行わなければならない。今回は、広葉樹林、マツ林、スギ・ヒノキ・(サワラ)林、竹林、草地 1（水辺植物）、草地 2（その他）、畑・果樹園、水田、市街地・その他の 9 区分にまとめた（表 1）。なお昭和期と平成期の植生図では、広葉樹林を落葉広葉樹林と常緑広葉樹林に細分化し、10 区分とした。

4-2 明治期の植生の特徴

新治地区の明治期植生図と調査面積に対する植生区分（9 区分）の割合を円グラフで、図 3 に示す。

明治期の植生の特徴は、マツ林が存在していたことである。昭和期と平成期にはマツ林は存在していない。

別表 1 によれば、昭和前期にはマツは主に燃料として利用されていた。マツ葉を集めて風呂や煮炊きに使用したり、薪としても火力が強く重宝された。また、マツは植林されていた。

明治期から昭和前期にかけて生活様式は基本的に変わらないと考えられるため、明治期にマツ林が存在していたとする本結果と一致する。

恒川ら¹⁰⁾は、多摩丘陵鶴見川流域における里山の変貌について報告している。1880 年代の樹林地の植生別構成比では、クヌギ・コナラ林が 71%、アカマツ林が 27%、スギ・ヒノキ林が 2% だった。現在と比較して、アカマツ林が占める割合が高く、農家がアカマツを積極的に利用していたと指摘している。

原田¹¹⁾は、明治期にマツ林が広い面積を占めていた理由を、以下のように推測した。江戸時代の 1700 年頃から薪や炭の需要増加に伴い、広葉樹林の伐採が過度に行われ、土地が持つ潜在的な地力が急速に衰えた。そこで、マツのなかでも特にアカマツは貧養な瘠地でも生育可能で成長が早いため、植林が盛んに行われた。このため、マツ林が拡大していった。

四手井¹²⁾は、マツ林はヒトの社会生活に密着して、しだいにすみ家を広げ、多方面でヒトに利用され、ヒトの社会に入り込んでいったと指摘している。

マツは陽の光を強く要求する陽樹で、安定した極相林の中では生育できない、典型的な先駆植物である。特にアカマツは貧養、乾燥な地であっても明るい陽光地であれば、生育できる¹¹⁾。

昭和前期まではヒトが森林の伐採を繰り返し、たび重なる低木の伐採や落ち葉掻きおよび山火事などによって、アカマツの競争相手となる広葉樹の生育地を攪乱していた¹¹⁾。

マツの生態的特性と人為作用により、広葉樹の生育地をアカマツ林が占めるようになり、アカマツ林の分布が拡大したと推測した。

表 1 明治期・昭和期・平成期の植生凡例の統一

明治期植生図	昭和期植生図	平成期植生図	統一した区分	
広葉樹林	イロハモミジケヤキ群集	イロハモミジケヤキ群集	落葉広葉樹林	
	カサゲーハンノキ群集	ハンノキ群集		
	オニシバリコナラ群集	オニシバリコナラ群集		
	クスギコナラ群集	クスギコナラ群集		
	シラカシ群集	シラカシ群集		
	オシマザクラ群集	オシマザクラ群集		
	落葉広葉樹植栽地	落葉広葉樹植栽地		
	マサキトベラ群集	マサキトベラ群集		常緑広葉樹林
	ヤブコウジースダジイ群集及びイノデタブ群集	ヤブコウジースダジイ群集 イノデタブ群集		
	ホソバカナワラビースダジイ群集	ホソバカナワラビースダジイ群集		
シラカシ群集 ケヤキ亜群集	シラカシ群集 ケヤキ亜群集			
シラカシ群集 典型亜群集	シラカシ群集 典型亜群集	常緑広葉樹林		
シラカシ群集 モミ亜群集	シラカシ群集 モミ亜群集			
クスノキ植林	クスノキ植林	常緑広葉樹植栽地		
常緑広葉樹植栽地	常緑広葉樹植栽地			
マツ林	クロマツ植林 アカマツ植林	クロマツ植林 アカマツ植林	マツ林	
スギ・ヒノキ林	スギ・ヒノキ・サワラ植林	スギ・ヒノキ・サワラ植林	スギ・ヒノキ・(サワラ)林	
竹林	モウソウチク・マダケ林	モウソウチク・マダケ林	竹林	
草地1:ヨシ草地	オギ群集他(冠水植物群集)	オオバクサオオギ群集 他(冠水植物群集)	草地1(水辺植物)	
	ミノハニーアンボソ群集(耕作放棄水田雑草群集) ウラギクラス(塩沼地植生) ウキクサクラス、ヒルムシロクラス(開放水域植物群集)	スギナ・ヨシ群集 他(耕作放棄水田雑草群集)		
草地2:その他		ブタクサオオバクサ群集 他(河辺敷地雑草群集)	草地2(その他)	
		オヒシバアキメシバ群集 他(造成跡地雑草群集)		
		オオクサキビホウキギク群集 他(埋立地雑草群集)		
	ニワホコリーカゼグサ群集(踏跡群集)	カゼグサオオバクサ群集 他(踏跡群集)		
	シバ群(ゴルフ場を含む)	ヒロハシバ群集 他(外来放草吹付地)		
	ヒメムカシヨモギオオアレチノギク群集(耕作放棄畑雑草群集)	シバ群集		
		オオイトナクワリーシロザ群集(耕作放棄畑雑草群集)		
	アズマネザサーススキ群集	メダケ群集		
	クスノキナムグラ群集	アズマネザサーススキ群集		
	ベニバナボロギクダンゴボロギク群集(伐跡群集)	クサギアカガシワ群集		
イノギクニハチジョウススキ群集(海岸断崖地植生)	クス群集			
ハナグルマコウボウムギ群集(海岸砂丘植生)	イノギクニハチジョウススキ群集			
果樹園	常緑果樹園(ミカン他)	常緑果樹園	畑・果樹園	
	落葉果樹園(クリ、ナシ)	落葉果樹園		
畑	カラスビシャクニシキソウ群集(畑地雑草群集)	カラスビシャクニシキソウ群集(畑地雑草群集)	畑・果樹園	
桑畑				
茶畑			畑・果樹園	
		苗圃	畑・果樹園	
		牧草地		
水田	ウリカワコナギ群集(水田雑草群集)	ウリカワコナギ群集(水田雑草群集)	水田	
集落	市街地及び裸地	市街地	市街地・その他	
	住宅地(緑の植栽:イヌツゲ、モチノキ、スダジイ、モッコクなどが多い地域)	緑の多い住宅地等		
	工場地	緑の多い住宅地内の樹林地(樹種不特定)		
		工場地	市街地・その他	
		造成裸地		
		人工海浜		
荒地				
塩田				
砂礫地				
不明				
水域	開放水域	開放水域		
沼地				

新治地区の明治期植生図では、草地の記載がみられなかった。

しかし、スプレイグら^{13, 14)}は、明治初期の茨城県牛久・岡見地区の60%以上が林地や草地として利用され、江戸時代から営まれていた自給自足の農業が持続するためには、広大な肥料や燃料の供給地が必要であったと推測している。

また、養父¹⁵⁾は、江戸時代から明治・大正、第二次世界大戦まで、林野面積全体の10~15%、250~400万haが、主に刈敷や牛馬の餌を得るための草山であったと指摘している。

これらの指摘と別表1の山で草刈りを行っていたという情報から、明治期に新治地区において草地が存在しなかったとは考えにくい。

明治期植生図の基になった「迅速測図」は軍用視点からのまとめ¹⁶⁾のため土地利用図的な性格が強いことや、「迅速測図」の植生記載が測図者の判断によって異なる¹⁷⁾ことが考えられるため、新治地区に草地の記載がなかったと推測される。

4-3 昭和期の植生の特徴

新治地区の昭和期植生図と調査面積に対する植生区分(10区分)の割合を円グラフで、図4に示す。

昭和期(昭和46年)には、明治期に存在していたマツ林が消滅している。戦後の1960年以降のエネルギー革命により、燃料としてのマツの需要がなくなった¹¹⁾。このため、マツ林に対する人為作用がほとんどなくなり、マツ林を放置することにより、落葉広葉樹林へと遷移したと推測した。マツノザイセンチュウや大気汚染によるマツ枯れの影響も考えられる。また、別表1から戦時中に防空壕築造のためにマツを供出したことを確認している。

従来から存在していた落葉広葉樹林や、マツ林消滅後に遷移したと推測した落葉広葉樹林を伐採して、スギ・ヒノキ・サワラを植林した。このため、樹林地として面積は減っていないが、質的には針葉樹林の占める割合が高くなっている。

明治期に確認できなかった水辺植物群落以外の草地が見られるが、これはササ・ススキで、樹林の伐採後または畑の放棄後に侵入したと推測した。昭和

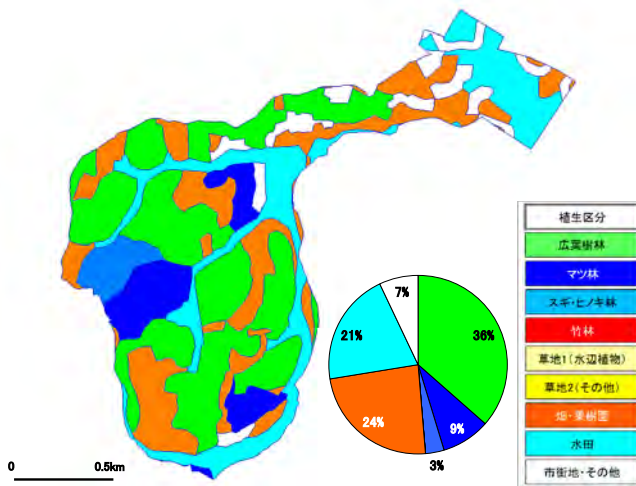


図3 明治期植生図と植生別面積割合

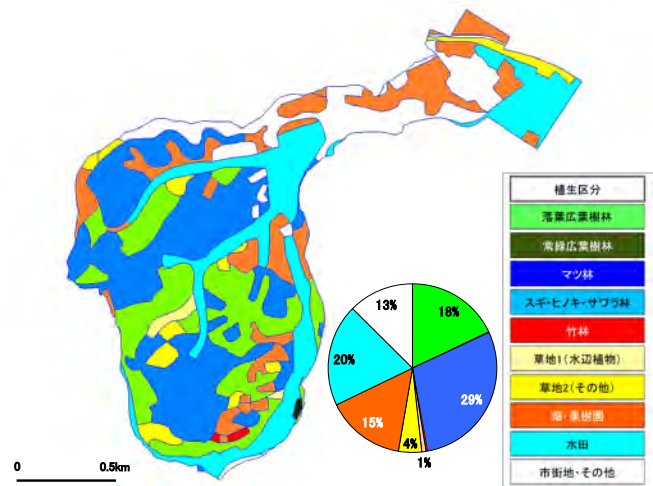


図4 昭和期植生図と植生別面積割合

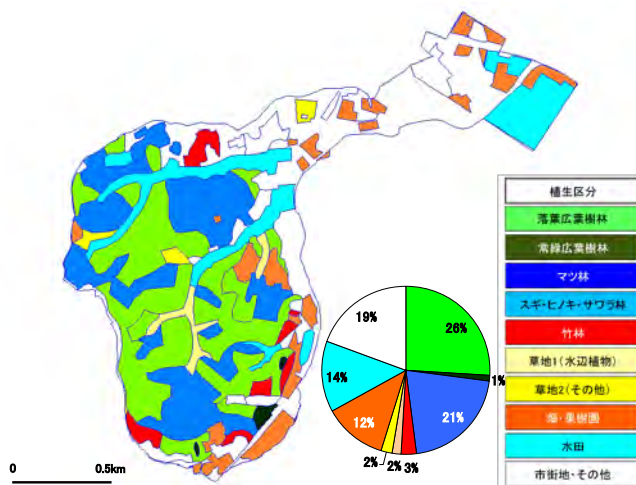


図5 平成期植生図と植生別面積割合

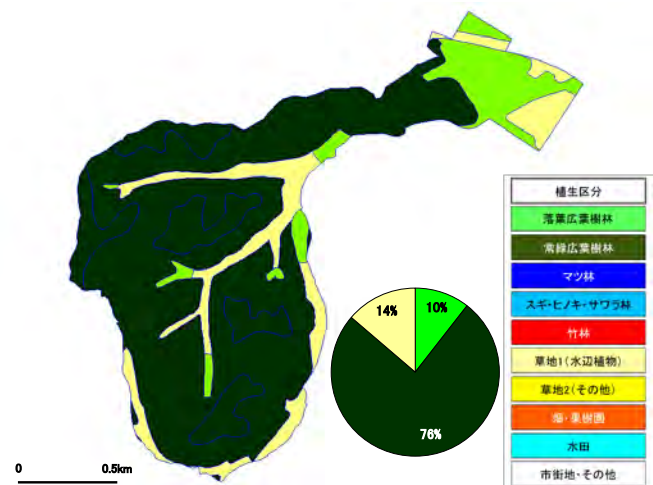


図6 潜在自然植生図と植生別面積割合

期のササ・ススキの草地は、遷移の途中段階で、ヒトが利用目的で形成した草地ではない。

一般的には、昭和前期まで萱場（かやば）や秣場（まぐさば）といった草地は、村で共同管理していた入会地だった。この入会地は、ヒトが利用目的で管理していた草地である。別表1から、新治地区には入会地は存在せず、山のほとんどは地主4軒の所有地であったことを確認している。

4-4 平成期の植生の特徴

新治地区の平成期植生図と調査面積に対する植生区分（10区分）の割合を円グラフで、図5に示す。

平成期では、スギ・ヒノキ・サワラ林から落葉広葉樹林へ変遷していた。これは、スギ・ヒノキ・サワラ林の伐採後に草地、更に落葉広葉樹林へと遷移したためと推測した。竹林の拡大が見られたが、草地への侵入と樹林地の伐採後への侵入によるものと推測した。

かつては、水辺植物群落を開墾して水田を広げていったが、平成期では水田が放棄され、水辺植物群落や竹林、畑・果樹園へと変遷している。

また、面積はわずかであるが落葉広葉樹林の中に

常緑広葉樹林も見られる。遷移が進んで、極相林へと移行しつつあると推測した。

4-5 潜在自然植生

新治地区の潜在自然植生の植生図と調査面積に対する植生区分（10区分）の割合を円グラフで、図6に示す。

潜在自然植生図とは、ヒトの影響を一切停止したとき、その立地に生じると判定される自然植生を示した植生図である。

新治地区では、シラカシ群集ケヤキ亜群集とシラカシ群集典型亜群集の常緑広葉樹林が約75%を占めた。残りの25%は、低地にはカサスゲーハンノキ群落及びヨシーハンノキ群落の水辺植物、低地に隣接してクヌギーハンノキ群落の落葉広葉樹林だった。

平成期の樹林地は落葉広葉樹林やスギ・ヒノキ・サワラの針葉樹林がほとんどである。しかし、樹林地を管理せず放置すれば、シラカシを中心とした常緑広葉樹林へと遷移していくと予想される。

4-6 明治期から平成期の植生の変遷

新治地区における明治期と昭和期、平成期の調査

面積に対する植生区分の割合を、図7に示す。

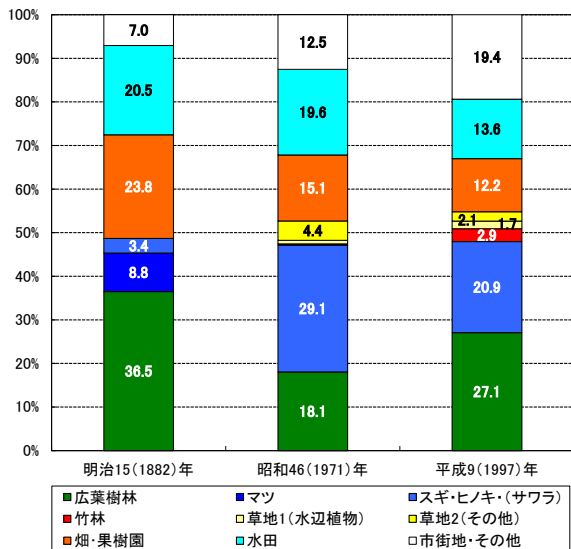


図7 明治期から平成期への植生の変遷

明治期から平成期では、畑・果樹園と水田が減少し、市街地・その他が拡大している。畑・果樹園は明治期 24%、昭和期 15%、平成期 12%で、同様に水田は 21%、20%、14%だった。市街地・その他は、明治期 7%、昭和期 13%、平成期 19%だった。

平成 21 年に調査した新治市民の森の植生図(未発表：横浜市環境創造局みどりアップ推進課)によると、平成 9 年時点の水田はわずかしか残存しておらず、竹林や畑・果樹園へと変遷していた。

広葉樹林と針葉樹林を併せた樹林地の面積は、明治期から平成期にかけて約 50%でほとんど変化していない。

広葉樹林のうち落葉広葉樹林、いわゆる雑木林は、かつてヒトが森林資源を収奪していたと表現される程、ヒトに十分に活用されていた。

別表 1 から、昭和前期には新治地区では、クヌギは計画的に 10~12 年周期で伐採し萌芽再生して、伐採したクヌギは炭窯で炭を焼き売却していたことを確認している。

横浜の他の地域では、川瀬¹⁸⁾が横浜市旭区のこども自然公園周辺の土地利用の変遷の聞き取り調査を行っている。昭和 20~30 年代は雑木林の材の部分は炭や薪に、落ち葉はそのまま堆肥に、下草刈りして得た干草は燃やして灰、または積んで堆肥にというように、十分利用されながら管理されていた。そのため、雑木林は 6~7 周年周期で伐採・更新していた。

菅野^{19)、20)}は、横浜市港北区会谷下(えげやと)の雑木林の変遷について報告している。戦前から昭和 35 年頃までは、林内のクヌギ、コナラなどは推定 4~5 年の間隔で伐採され、薪炭用に用いられていた。林内の下草も燃料として推定年 1 回ほど刈り取られていた。従って林内の見通しはよく、蔓植物は少なく、樹高の高いクヌギ、コナラなどはあまりみられなかった。

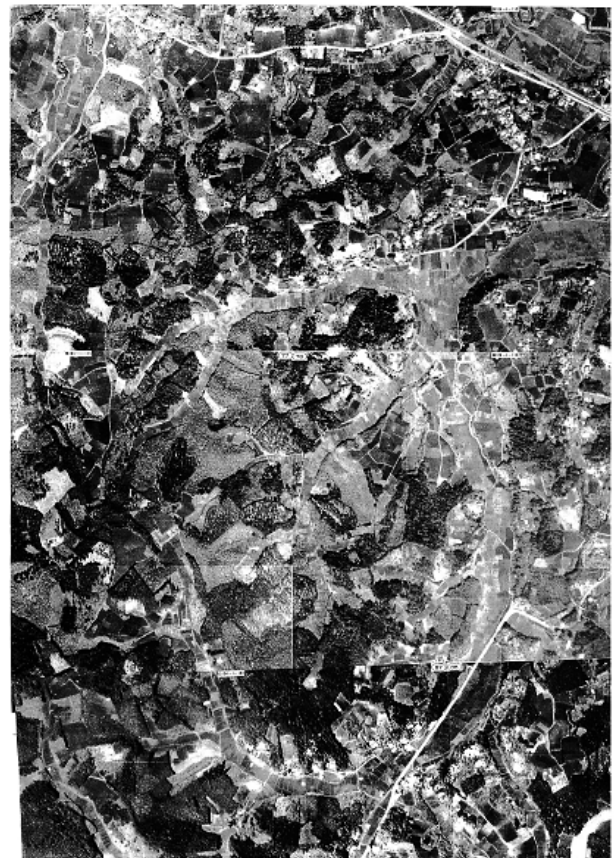


写真 4 米軍撮影空中写真

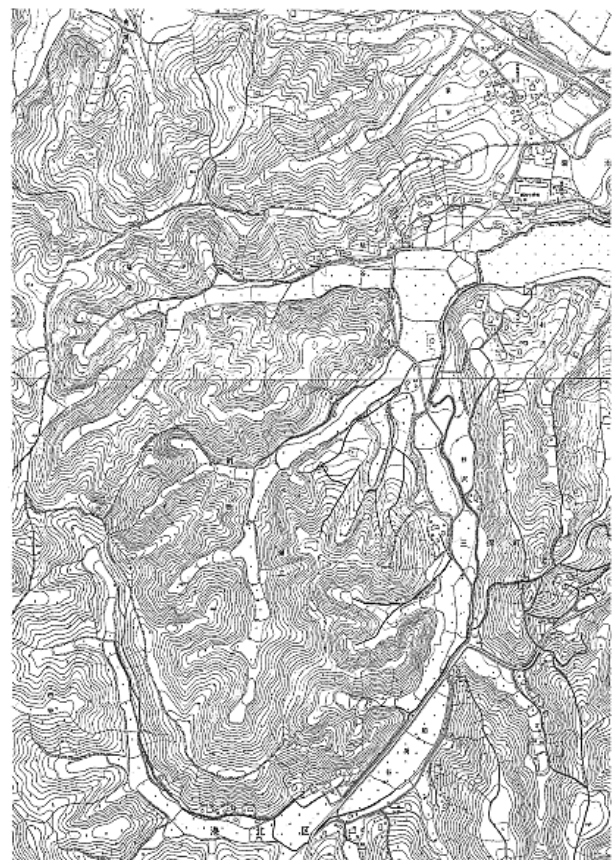


図 8 昭和 29 年測図地形図

現在の落葉広葉樹林はヒトが積極的に利用しておらず、コナラ・クヌギなどの樹高は15mを超えるような雑木林を形成しているが、かつての落葉広葉樹林は現在と比較して、樹高も低く幹も細く、質的に貧弱ではなかったかと推測した。

5. おわりに

かつて里山では、薪炭林などに長期利用するためヒトの手が適度に入り生態系も豊かに保たれていた。現在、この里山をヒトと自然との関係のモデルにしていこうという取組がみられる。

平成22年10月に名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)で、日本政府はSATOYAMA イニシアティブを持続可能な自然の利用方法として、世界に提唱した。

養父²¹⁾は、里地里山を次のように定義している。

水と空気、土、萱場(かやば)や雑木林から屋敷、納屋、牛馬小屋、畑、果樹園、竹林、植林、溜池、小川、水田、土手、畔など、一連の環境要素が一つになりになった暮らしの場である。

別表1から、新治地区では昭和前期には、養父が定義した里地里山と同様の景観であったことを確認できた。

現在、新治地区では新治市民の森において行政・NPO法人・愛護会を中心とした検討会により、現地調査や検討会を重ねて、保全管理計画を策定中である。保全管理計画のゾーニング策定と目標植生決定の基礎資料として、本結果の一部が活用された。

丸山²²⁾は、里山の性格を日常性、関係性、多様性、風土性の四つの点に見てとり、里山の保全の意義を訴えている。

新治市民の森を中心とした新治恵みの里事業指定予定区域が、現在の生物多様性に富んだ里地里山地域として保全されることを期待する。

本研究は今後、米軍撮影空中写真(写真4)と地形図²³⁾(図8)から、昭和前期の植生図の作成を検討している。

空中写真から現在の新治市民の森周辺は、樹林地より灌木や草草が広がっていたと推測される。

この昭和前期の植生図を作成して、地元住民への

別表1 新治地区在住の農家からの聞き取り調査結果
(新治市民の森保全管理計画準備講座実施委託報告書⁹⁾より一部引用)

項目	情報
森林	<p>新治地区は森林と耕作地を含めて90町歩(=89.1ha)あった 山は3山あり、ほとんどは地主4軒の所有地で新治地区には入会地は存在しなかった もやたき(=ヒコバエ)や間伐材、薪等は地主所有の山からもらっていた クヌギは10~12年より早くても遅くても芽吹きが悪くなるので、10~12年周期で伐採して萌芽更新した 戦時中に防空壕を作るのにマツを供出した 十日市場住宅造成と霧が丘の大火事で、30町歩(=29.7ha)の森林を伐採した マツ、スギ、ヒノキは神奈川県から購入して植林していた 材木を伐採するのは秋の彼岸から春の彼岸の間で、木の水分の少ない時期に伐採した ふゆき(=スギ)は注文が入ってから伐採して子安の造船所にも卸していた 米、塩、酒、サカキを供えてから山入りし、伐採した 山の道具はカシを材料にして自分達で作った 山の仕事に牛を使った 材木を牛で引っ張って山から道路まで降ろし、牛車で新横浜まで材木を運んだ</p>
水田・畑	<p>米と麦と桑畑で生計を立てていたが、戦争末期と終戦直後は食料難のためサツマイモを栽培した 現在と比べて桑畑が多く、5~6軒の農家で共同桑園を管理していた 戦前は桑畑を中心に米と麦、戦中から終戦直後はサツマイモと陸稲、戦後はスギ林と土地利用は変化していった 農地の周りはクヌギ等の雑木林で、農地にかかる枝は木障刈り(こさがり)して日光を確保した 梅雨時期の6~7月に水田周辺の草刈をして田植えを行い、それから山の草刈をした 馬は人糞取りに使い、戸部まで3~4時間かけて人糞尿を取りに行き、下肥にした 馬のない農家は、東神奈川まで大八車で人糞尿を取りに行き、下肥にした 落葉やササを燃やし灰にして、肥料とした</p>
炭焼き	<p>炭にする木はほとんどがクヌギで、コナラやカシも炭にした クリやオラの炭をサクラ炭と呼んでいた クヌギやコナラの生木は水分が多いため炭にする重量が減ってしまうが、サクラ炭は水分による目減りが少なかった 炭は黒炭で、長さは1尺2寸(=36.4cm)に揃えた 炭焼きは1窯に薪100把(一把=片手を伸ばした長さの二倍)入れ、薪100把で炭30俵出来た 雑木林1反(=0.1ha)で、炭窯3窯分の炭が出来た 地主所有の炭窯は2窯あり、地主から借りて7軒で炭を焼いていた 炭を焼くのに約一週間かかった 鶴見川向こうの炭屋に炭を卸していた 昭和30年頃まで炭焼きを商売にしていた人もいた</p>
生活	<p>生糸は貴重な現金収入だった 男松(=クロマツ)のマツ葉を背負い子(しよいこ)に拾い、風呂や煮炊きの燃やし木にした 豆腐屋で油揚げを揚げるときにマツ葉を使っていた 薪はマツが火力も強く一番良かった 春に木の芽が吹くまで薪拾いをした ドドメやアケビ、自然薯を収穫した 雑木林を良く手入れしていたので、自然薯の頭を残しておけば、2~3年後にまた収穫できた エビネ、ギンラン、シュラン、クマガイソウ、オミナエシ、オカオグルマ、ヤマユリが咲いていた 水田の木障刈り(こさがり)をしなくなって、畔の花は少なくなった</p>

詳細な聞き取り調査を行えば、戦後間もなくの新治地区の土地利用状況の詳細が明らかになることが期待される。

引用文献

- 1) 井上智、石川孝之：横浜東部地域における GIS を活用した明治前期の植生図化と植生の変遷、横浜市環境科学研究所報、34、p9-15 (2010)
- 2) 井上智、石川孝之：GIS を活用した横浜の植生の変遷、第 34 回環境・公害研究合同発表会講演要旨集、神奈川県市環境・公害研究機関協議会、p21-24 (2010)
- 3) 勝山輝男、田中徳久、木場英久：維管束植物、神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006 高桑正敏・勝山輝男・木場英久編、神奈川県立生命の星・地球博物館、p37-130 (2006)
- 4) 勝山輝男：よこはま里山再考 レッドデータブックから見たよこはまの里山、里山と暮らしをつなぐのらくらぶ、21、p1 (2007)
- 5) 原田洋、原田敦子：横浜本牧地域の明治期前期の植生景観、生態環境研究、4 (1)、p23-31 (1997)
- 6) David S. SPRAGUE、岩崎亘典：迅速測図に見る農業的土地利用の変遷：歴史 GIS の構築と活用、システム農学、23(1)、p33-40 (2007)
- 7) 宮脇昭：横浜市の植生 - 都市の環境保全とみどりの環境創造に対する植物社会学的基礎研究 -、横浜市、(1972)
- 8) 川崎昭如、吉田聡：図解 ArcGIS Part2 - GIS 実践に向けてのステップアップ -、古今書院、p17-38 (2006)
- 9) 新治市民の森保全管理計画準備講座実施委託報告書、横浜市、(2010)
- 10) 恒川篤史、別所力：関東地方における里山の変貌 - 多摩丘陵鶴見川流域を例に、里山の環境学 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編、東京大学出版会、p51-60 (2001)
- 11) 原田洋、磯谷達宏：マツとシイ、岩波書店、p1-77 (2000)
- 12) 四手井綱英：もりやはやし 日本森林誌、筑摩書房、p40-48 (2009)
- 13) デイビッド スプレイグ、後藤徹寛、守山弘：迅速測図の GIS 解析による明治初期の農村土地利用の分析、平成 12 年度日本造園学会研究発表論文集、63 (5)、p771-774
- 14) デイビッド・スプレイグ、岩崎亘典：迅速測図をはじめとする各種地図の GIS 解析による茨城県南部における農村土地利用の時系列変化の研究、ランドスケープ研究、72(5)、p623-626 (2009)
- 15) 養父志乃夫：里地里山文化論 下 循環型社会の暮らしと生態系、農山漁村文化協会、p13-39 (2009)
- 16) 井口悦男：歴史地理・植生 - 明治前期における関東平野の土地利用相 -、明治前期測量 2 万分 1 フランス式彩色地図 CD-ROM 版解説書、紀伊國屋書店、p99-106 (1998)
- 17) 小椋純一：植生からよむ日本人の暮らし 明治期を中心に、雄山閣、p47-74 (1996)
- 18) 川瀬博：博士論文 都市自然の変遷および評価に関する研究 - 横浜市を事例として -、p12-14 (2001)
- 19) 菅野徹：会下谷の雑木林の生物相とその季節変化 (横浜市の旧市街に残る小雑木林)、横浜市公害研究所、(1982)
- 20) 菅野徹：孤立林の動・植物、エコロジーガイド 里山の自然 田端英雄編、保育社、p72-76 (1997)
- 21) 養父志乃夫：里地里山文化論 上 循環型社会の基層と形成、農山漁村文化協会、p8-13 (2009)
- 22) 丸山徳次：里山の環境倫理 - 環境倫理学の新展開、里山学のすすめ - 〈文化としての自然〉再生にむけて 丸山徳次・宮浦富保編、昭和堂、p88-113 (2007)
- 23) 三千分一地形図荏田七号・三千分一地形図鶴ガ峯一号、神奈川県庁・横浜市建設局、(1954)

横浜港の底層環境調査 — 鶴見川河口周辺 —

小市佳延、二宮勝幸、阿久津卓(横浜市環境科学研究所)、下村光一郎、犬飼まり子(現・横浜市環境創造局)、西栄二郎(横浜国立大学)、坂本昭夫(海をつくる会)、杉原(村上)奈央子(東京大学大学院)、水尾寛己(観音崎自然博物館)

Investigation of bottom environment in port of Yokohama

— the area of around the mouth of Turumi river —

Yoshinobu Koichi, Katsuyuki Ninomiya, Takashi Akutsu (Yokohama Environmental Science Research Institute), Kouichiroh Shimomura, Mariko Inukai (Yokohama Environmental Planning Bureau), Eijiroh Nishi (Yokohama National University), Akio Sakamoto (The Sea Beautification Society), Naoko Murakami-Sugihara (Graduate School, The University of Tokyo), Hiromi Mizuo (Kannonzaki Natural History Museum)

キーワード：貧酸素、河口、底質、底生生物

要 旨

富栄養化が進行している東京湾の西岸にある横浜港の鶴見川河口周辺7地点において2009年6、9月に水質、底質および底生生物の調査を行い、底層環境の現状について検討した。水質は6月に赤潮状態だったが、鶴見川河口部では流入河川水のためにその影響が小さかった。9月は小運河や河口で底層DOが低く、特に入江川河口では青潮が観測された。青潮のみられた入江川河口の底質は嫌気度が高く、CODや全硫化物T-Sも高かった。底生生物は有機汚濁指標種が9種、ホンビノスガイなどの外来種も多く観察された。新種のウメタテケヤリムシが羽田沖以外で初めて記録された。水産用水基準による底質評価では「汚染底質」と判定され、七都府県市底質環境評価区分では「環境保全度I」の低い評価が大半であった。

1. はじめに

富栄養化した東京湾では、春から秋にかけて赤潮や貧酸素水塊が発生し、魚や貝等の水生生物の生息に影響を及ぼしている。過去にも魚介類が大量に死んだことがある¹⁾。

東京湾の富栄養化状態を改善するために、2003年から10年計画で行う「東京湾再生のための行動計画」が東京湾再生推進会議により策定された²⁾。この中では国や関係自治体による水質改善の取り組みとして、『流入負荷削減』、『海域環境改善』、『モニタリングを行うこと』が決められている。

東京湾の『モニタリング』としては、年一回夏に行う「東京湾水質一斉調査」³⁾がある。これは大学や市民団体、企業が参加し、東京湾流入河川の陸域まで含めた大規模な調査である。定期的なものとしては毎月一回の「東京湾海況情報」⁴⁾や、春～秋に毎週一回程度の「貧酸素水塊速報」⁵⁾などを提供する観測網があり、千葉灯標の海上観測局や観測船・漁船等の情報から赤潮や貧酸素水塊などの分布状況を推測し、漁業などに活用している。しかし、東京湾に直接面していない運河や淡水の流入する河口などでは沖合とは赤潮等の挙動が異なると考えられる。

今回、横浜港に注ぐ鶴見川の周辺において水質・底質

等を調査したところ、いくつかの知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

2-1 調査地域

今回の調査は、横浜港の北東で東京湾に流入する鶴

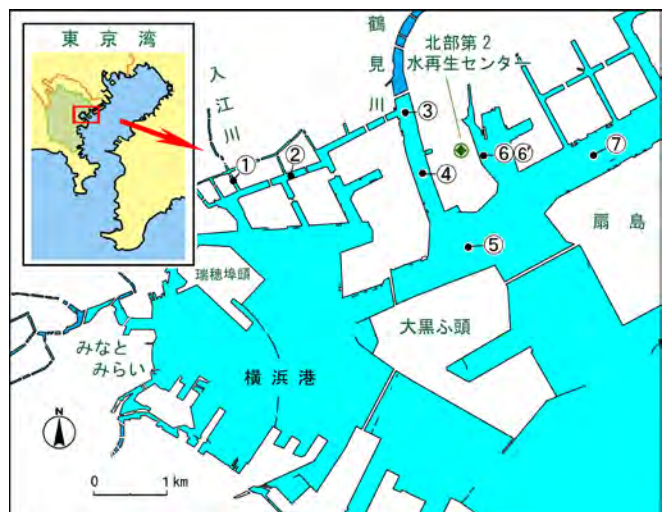


図-1 調査地点図 (St.)

見川の河口を含む恵比寿町～扇島間で行った。調査地点を図-1に示す。

入江川は鶴見川の西方にある中小河川で、St. 1はその河口にあたる。幅約30mの水路で、周囲は工場である。St. 2は幅約100mの恵比寿運河である。St. 3は鶴見川大橋の南側にあたり、水深が2m前後と調査地点中最も浅い。St. 4はSt. 3の下流約800mで、9月の調査時には浚渫船が作業を行っていた。St. 5は鶴見川河口部と大黒ふ頭の間点にあたり、水深は15mで調査地点中最も深い。St. 6は下水処理場の近くで、岸近くは水深2m程度と浅いものの、岸から離れるとすぐに深くなる。9月の調査時は作業船が係留していたため、St. 6の東約30m沖合いを採取地点St. 6'とした。入り江の奥にはドック、浅瀬がある。St. 7は幅約500mの京浜運河にあたり、大型船が航行する。川崎市との境近くで、水深は13mである。

2-2 試料採取方法および調査期日

調査は港湾局港務艇「ひばり」にて調査地点に行き、船上より水質・底質・底生生物用試料を採取した。表層水はバケツを用いて採水し、底層水（海底上1m）はリゴ-B号透明採水器を用いて採水した。底質および底生生物用試料はエックマンバージ採泥器を用いて採取した。

水質試料はDOふらんビンおよびポリビンに分取し、DOはただちに固定液を用いて固定した。底質試料はバットで均一に混合後、硫化物用容器およびポリ容器に分取し、クーラーボックスにて冷暗状態で保存運搬した。底生生物用試料は、採泥器で採取した泥を網目1mmの篩でふるい、室内にて選別した。選別した底生生物は室内で観察した後、10%海水ホルマリンで固定し、後に70%アルコール中で保存した。

調査期日は2009年6月1日、9月3日である。6月1日は小潮にあたり、調査時は上げ潮、また9月3日は大潮で、調査時は引き潮から干潮であった。

2-3 調査項目および測定方法

水質、底質の調査項目および測定方法を表-1に示す。底質の試料調整は環境省の底質調査法⁶⁾に準じた。底質の粒度組成は砂分率、泥分率に大別し、それぞれ粒径2~0.075mm、粒径0.075mm以下の試料が粒径2mm以下の試料に占める割合とした。

底生生物は選別後、双眼実体顕微鏡および光学顕微鏡を使用して種の同定⁷⁻¹⁷⁾ならびに個体数の計測を行った。分類学的情報が不足している群や虫体が破損していて分類・同定に必要な形質が観察できない場合は属までまたは科までの同定にとどめた。

3. 結果と考察

3-1 水質

水質の調査結果の一部を表-2および図-2に示す。

水深はSt. 1、3では2、3mと浅く、St. 2、4もやや浅く、約4mであった。St. 5、7では13m以上と深い。St. 6付近は岸から離れると急に深くなっている。水温は水深の深い地点で6月に表層水と底層水の差が3℃以上あり、成層構造が形成されたものと考えられる。

透明度は6月にはSt. 3~7で1.6m以下であった。9月は透明度がSt. 1、3、4では1.5m付近であった。9月のSt. 1では海面が白濁し、周囲では硫黄臭が漂ってい

表-1 調査項目および測定方法

項目	測定方法
【水質】	
水温	防滴型温度計:カスタム CT-280WR
水深	超音波測定法
透明度	白色セッキ板
pH	pH計:堀場 F-52
塩分濃度	屈折計:アタゴ S/Mill
濁度	濁度計:セントラル科学 TB50
溶存酸素(DO)	ウインクラール-アジ化ナトリウム変法(JIS K0102)
化学的酸素消費量(COD)	100℃過マンガン酸カリウム法(JIS K0102)
クロロフィルa(Chl.a)	グラスフィルターを過後N、N-ジメチルホルムアミド抽出、分光光度計によるUNESCO法
【底質】	
泥温	携帯型ORP計:東亜電波 RM-20P
酸化還元電位(Eh)	携帯型ORP計:東亜電波 RM-20Pで測定後、換算
粒度組成 <砂分率>	2mm目および0.075mm目のふるいを用いた湿式ふるい法
<泥分率>	100-砂分率(%)
強熱減量(IL)	粒径2mm以下試料について600℃、2時間後の減量
砂分のIL	粒径2-0.075mm試料について600℃、2時間後の減量
泥分のIL	砂分率とIL、砂分ILから算出
COD	アルカリ性過マンガン酸カリウム法(底質調査方法)
全硫化物(T-S)	現場固定後、検知管法:ガステック ヘドロテック-S

表-2 水質の結果

項目 地点	水深 (m)	水温 (℃)	透明度 (m)	pH	塩分 (psu)	濁度 (mg/l)	DO (mg/l)	COD (mg/l)	Chl.a (μg/l)	
6月	St.1上	3.3	21.3	2.5	7.43	22.0	0.0	3.6	7.4	28.0
	下		21.7		7.82	28.0	1.8	3.2	3.2	6.8
	St.2上	4.1	21.7	2.2	7.76	25.0	0.6	5.6	4.0	28.0
	下		21.6		7.94	30.0	1.0	3.8	2.6	4.1
	St.3上	2.5	21.5	1.3	7.77	20.0	3.4	4.6	3.8	11.1
	下		21.3		7.75	25.0	3.1	4.4	3.4	4.6
	St.4上	3.7	21.5	1.5	7.26	27.0	3.0	6.8	4.2	21.1
	下		21.1		7.70	27.0	1.4	5.4	3.8	18.0
	St.5上	15.0	20.9	1.5	8.12	25.0	9.1	8.6	6.2	76.3
	下		17.6		7.94	35.1	2.8	5.0	2.0	2.3
	St.6上	5.7	21.6	1.6	8.10	27.0	7.3	9.0	7.2	60.6
	下		20.7		8.12	29.0	0.8	6.6	3.8	10.5
	St.7上	13.9	20.7	1.5	8.21	27.5	5.2	9.2	7.8	52.3
	下		16.9		7.92	36.0	2.8	5.4	1.2	2.2
9月	St.1上	2.5	25.8	1.5	7.65	27.0	4.2	0.6	3.3	2.6
	下		26.3		7.70	28.0	4.2	0.7	2.9	3.3
	St.2上	3.3	26.5	>3.5	7.90	26.0	1.2	4.0	2.5	6.1
	下		26.7		8.05	29.5	1.2	3.1	2.1	5.7
	St.3上	1.9	25.1	1.5	7.75	21.0	2.6	2.8	4.1	2.6
	下		26.0		7.91	26.0	1.9	2.2	2.3	4.0
	St.4上	3.7	25.5	1.3	7.69	20.0	7.4	3.0	2.9	3.3
	下		25.8		7.85	25.0	5.2	2.2	2.3	3.3
	St.5上	15.7	25.1	2.0	8.08	24.0	2.9	5.4	3.7	11.8
	下		22.8		8.15	32.5	2.5	4.1	2.1	5.6
	St.6上	15.3	25.1	3.2	8.13	27.0	1.3	5.4	2.9	6.0
	下		23.9		8.25	31.0	0.8	4.8	1.7	5.2
	St.7上	12.9	24.6	3.0	8.23	28.0	0.7	6.4	3.9	13.6
	下		23.0		8.22	31.0	2.0	5.2	1.9	4.6

* 上=表層、下=底層

た。これは青潮現象によるものと考えられた。閉鎖性海域中長期ビジョンによると、東京湾のこの区域の透明度目標は親水利用目標の「親水b類型」(釣り、散策、眺望に利用)にあたり、年間75%値が2m以上となっている¹⁸⁾。6月は鶴見川より東で2mに達しておらず、また9月は入江川・鶴見川河口では達していない。

Chl.aは6月のSt. 5~7では、表層で50μg/l以上であった。神奈川県や千葉県・東京都の赤潮判定基準(透明度2(1.5)m以下、Chl.a 50μg/l以上)¹⁹⁾から、これら

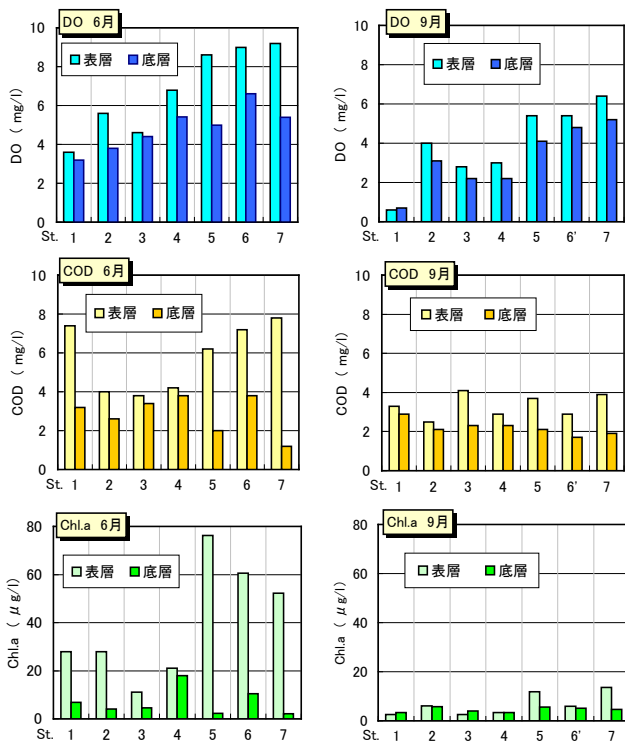


図-2 水質の結果(一部)

の地点ではほぼ赤潮状態にあったと考えられる。St. 1、2でもChl.aが約 30 μg/lとやや高い。一方、St. 3、4ではChl.aの値はSt.5等とくらべてやや低く、鶴見川の流入水の影響が出ているものと考えられる。9月は、Chl.aは3~14 μg/lと低く、赤潮ではない。底層でのChl.aは表層より低い。

DOは表層よりも底層で低く、6月のSt. 1、2や9月のSt. 1~5では底層DOが水産用水基準値である4.3mg/l以下で、特に9月はSt. 1で1 mg/l以下になるなど貧酸素化の傾向が強い。閉鎖性海域中長期ビジョンによる東京湾の底層DO目標ではこの区域は無生物解消目標(e類型)が適用され、目標値は2mg/l以上である¹⁸⁾。St.1の9月の底層DOはこの目標に達していない。公共用水域水質測定計画によると、6月4日の京浜運河扇町のDOは表層 10.4 mg/l、底層 2.5mg/l、一方6月3日の鶴見川河口先でのDOは表層 6.8mg/l、底層 5.3mg/lであった²⁰⁾。京浜運河の底層で貧酸素化が進んでいたとみられる。9月3日の京浜運河扇町のDOは表層 5.2 mg/l、底層 3.9mg/l、9月2日の鶴見川河口先でのDOは表層 4.3mg/l、底層 4.1mg/lであった。底層のDO値は今回調査と同程度である。また、東京湾の多地点における底層DOデータ等から湾内のDO分布を類推する「貧酸素水塊速報⁵⁾」でも扇島沖の底層では9月7日に3 mg/l程度と推定されており、9月上旬には1mg/l以下のほぼ無酸素の水塊が東京湾北部に分布し、東京湾内湾全域で貧酸素水塊が分布していた。今回の底層DOの結果もこれらに連動するような傾向がみられた。

CODは表層では3~8 mg/lに対して底層では1~4 mg/lであり、表層は底層より高い。また、9月より6月の方がCODが高いが、6月には表層に赤潮プランクトンなどが多く、これらがCODの原因物質になっている

と考えられる。

地点別で特異的なのはSt. 1の入江川河口で、他の地点にくらべてDOが低く、特に9月は青潮現象が認められた。

3-2 底質

底質の調査結果を表-3、図-3に示す。

酸化還元電位Ehは-30~-220mVで、St. 3や7をのぞいて嫌気度が高い傾向が認められる。

粒度組成はほとんどの地点で泥分の割合が多く、St. 3および6月のSt. 1、6を除くと泥分率は70%以上となる。特にSt. 4、5および9月のSt. 7では泥分率が約90%あり、鶴見川河口から京浜運河にかけて泥分(シルト・粘土)が多く堆積していると推測される。

強熱減量ILは9月のSt. 1が16%と最も高く、St. 4も13%あり、河口で高い傾向がみられる。佐々木らの調査でも横浜内港のILは14%以上、鶴見川河口のSt. 5付近が11%程度となっている²¹⁾。また1986年頃の横浜港底質調査ではSt. 2、4、5付近でも調査を行っており、ILはそれぞれ15、13、10%であった²²⁾。今回、恵比寿運河のSt. 2のILは10%前後であるから、1986年頃より低くなっている。これに対して鶴見川河口のSt. 4、5は1986年頃とあまり変わらない。

粒度別のILでは、粒径2~0.075mmの砂分ILで地点別の差が大きい。また、6月よりも9月の方が高い傾向がみられる。9月のSt. 1では砂分ILが13%あり、またSt. 4も15%前後と高い。これらの地点では植物片が多くみられたことから、入江川や鶴見川から運ばれてきた落葉等が細分化されていたものと考えられる。

有機汚濁指標であるCODは9月のSt.1が75mg/gと地点中最も高く、St. 4も55mg/gとそれについて高い。St. 7ではやや低い傾向がみられた。

全硫化物T-Sは9月のSt.1、6'が9mg/g、7mg/gと他の地点に突出して高い。一方、京浜運河のSt. 7ではT-Sは1mg/g前後と低い。硫化物を生成する硫酸還元細菌は有機物に富む嫌気的環境に多い²³⁾といわれている。9月のSt. 1はCODの値から、入江川からの有機汚濁物質が堆

表-3 底質の結果

項目 地点	泥温 (°C)	Eh (mV)	粒度組成			COD (mg/g)	T-S (mg/g)			
			砂分率 (%)	泥分率 (%)	IL (%)					
6月	St.1	21.2	-221	59.0	41.0	7.8	2.6	15.3	30.4	4.79
	St.2	21.2	-153	26.5	73.5	9.1	3.7	11.0	34.2	2.31
	St.3	21.1	-93	38.3	61.7	9.9	4.2	13.4	29.2	2.25
	St.4	20.2	-150	12.7	87.3	13.3	13.1	13.3	56.5	4.14
	St.5	17.5	-143	9.8	90.2	10.5	5.2	11.1	43.7	2.83
	St.6	20.1	-112	45.6	54.4	6.9	3.8	9.4	24.3	1.72
	St.7	17.7	-12	16.1	83.9	8.6	4.2	9.5	25.3	0.97
9月	St.1	25.6	-196	20.5	79.5	15.5	12.6	16.3	74.7	9.04
	St.2	25.6	-181	12.9	87.1	11.3	7.1	12.0	43.3	4.87
	St.3	25.8	-31	26.2	73.8	11.0	6.5	12.6	39.8	2.62
	St.4	24.7	-91	7.4	92.6	13.4	17.3	13.1	54.6	4.85
	St.5	21.5	-170	6.8	93.2	11.1	10.9	11.1	37.0	4.14
	St.6'	20.2	-207	14.9	85.1	12.4	8.0	13.1	53.5	7.33
	St.7	22.2	*	9.0	91.0	9.3	7.6	9.4	35.5	1.45

*:欠測

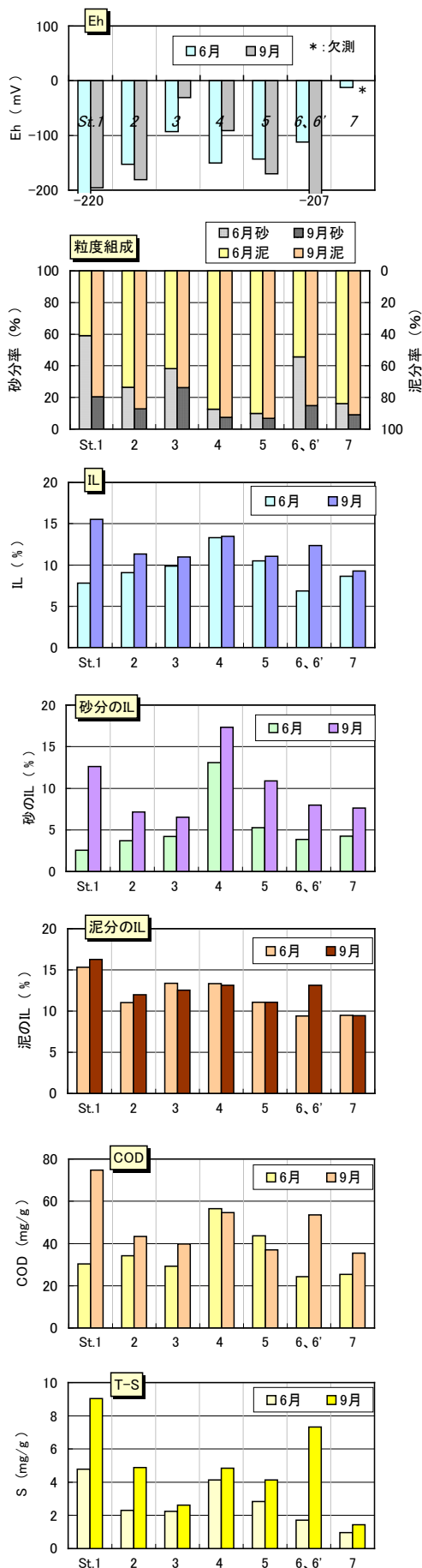


図-3 底質の結果

積した箇所と考えられる。この有機物が嫌気分解される過程で硫化水素が生成され、硫化水素の多くが硫化鉄として底泥中に蓄積されてSt. 1で硫化物が特異的に高濃度になったものと考えられる。

地点別の特徴としては、入江川河口のSt. 1では9月に泥分が増え、ILやCODなども6月の2倍近く高くなっている。鶴見川のSt. 3～5の中ではSt. 3がもっとも嫌気度が低く、泥分率も低い。一方、そのすぐ下流の水深も同様のSt. 4では泥分率が約90%と高いため、微細粒子が堆積する場所と考えられる。下水処理場近くのSt. 6、6'は急傾斜の地形にあたり、水深約15mのSt. 6'では水深6mのSt. 6より嫌気度が高く、CODやT-Sなども高い。京浜運河のSt. 7は水深14m前後であるが、泥分率が90%近くあるもののT-Sは1mg/gと低い。同程度の水深であるSt. 5では、T-Sは3～4mg/gであり、ILなどもやや高いことから、St. 5は鶴見川からの流下物の影響を受けていると考えられる。

3-3 底生生物

底生生物の出現種、個体数を表-4に示す。出現種は二枚貝類8種、巻貝類1種、多毛類18種の計27種であった。各地点で2から21種が出現し、個体数は3～140とばらつきがあった。優占種はチヨノハナガイ、シズクガイであり、14地点中、前種が10地点、後種が11地点で出現していた。他に半数の7地点以上で出現が確認できたのは、アサリ(7地点)、ホンビノスガイ(7地点)アラムシロガイ(9地点)、シノブハネエラスピオ(8地点)、アシナガゴカイ(9地点)、イトゴカイ(7地点)、ハナオカカギゴカイ(8地点)の7種である。これら出現頻度の高い9種のうち、チヨノハナガイとシズクガイ、シノブハネエラスピオは20個体以上が複数回1地点で採集され、密度が高い傾向にあるが、他の種では10個体以上の出現はホンビノスガイで2回(13個体、17個体)、アサリで2回(10個体、11個体)出現したのみで、ほとんどの出現は10個体以下と密度は低かった。

今回の調査で有機汚濁指標種^{24, 25)}と考えられる種が9種採集された。それらはシズクガイ、チヨノハナガイ、スベスベハネエラスピオ、シノブハネエラスピオ、アシナガゴカイ、イトゴカイ、ミズヒキゴカイ、ハナオカカギゴカイ、ウミイサゴムシである。今回の調査でもっとも多く出現したシズクガイは各地で有機汚濁指標種としての研究例がある²⁶⁾。図-3より、底質の有機汚濁指標であるCODはSt. 1(9月)、4、6'(9月)において高く、St. 6、7(共に6月)で若干低い傾向にある。図-4に示した底質CODと有機汚濁指標種数の分布をみると、最も値の高いSt. 1(9月)で1種、次いで値が高いSt. 4で5種(6月)および7種(9月)、St. 6'(9月)で8種、CODの比較的低い6月のSt. 6で5種、St. 7でも4種が出現している。CODが高い地点で有機汚濁指標種が多い傾向はないものの、底質CODが24～57mg/gの範囲で有機汚濁指標種が優占する底生生物群集の出現が確認された。強熱減量ILが高く、COD、全硫化物T-Sも高いSt. 1ではアシナガゴカイとイトゴカイ、アサリしか観察されず、多様性そのものが低くなっていると考えられる。

表-4 底生生物の出現状況

属、種	6月							9月								
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6'	St.7		
二枚貝	チヨノハナガイ		1		4	7	26	24		1		4	9	14	9	
	シズクガイ		3	1	2	15	17	33		10		20	37	7	43	
	アサリ	1			6	3		10			11	6			3	
	ヒメシラトリ							2			1				1	
	ホンビノスガイ			9	17	7		1		2	9	13				
	ミドリイガイ			5												
	ムラサキイガイ					2						3				
サルボウ				2						4	1			1		
巻貝	アラムシロガイ		1	3			2	2	1	2	3			2	2	
多毛類	<i>Eumida cf. sanguinea</i>							3								
	シノブハネエラスピオ			2	20			31	6			7	15	20	6	
	スベスベハネエラスピオ							2					4	2		
	ドロオニスピオ		1					2	1						3	
	マダラウロコムシ							2							1	
	アシナガゴカイ	1	2	1					2	1	1		1	1	1	
	オウギゴカイ										1					
	イトゴカイ	2				4	2			2		2	1	2		
	ミズヒキゴカイ			3	1						2	6	2	2		
	チロリ		1			1			6							
	<i>Glycine wironi</i> チャメチヨリ								4						1	
	ハナオカカゴカイ		2	3	2			8		1		3	3	5		
	ウミイサゴムシ						2	15				1	1	4		
	<i>Spiochaetopterus</i> sp.					1			2				1		2	1
	ウメタテケヤリムシ								4						2	
	オクダケヤリムシ								2						1	
アマクサケヤリムシ								1								
ハネダケヤリムシ <i>Euchone</i> sp.								2							2	
総出現種類数	3	10	9	10	4	19	7		2	6	8	12	9	20	6	
総出現個体数	4	28	36	46	26	140	70		3	17	32	67	73	76	62	

■ : 有機汚濁指標種

■ : 有機汚濁指標種・外来種

■ : 外来種

今回の調査で外来種と考えられる4種(ホンビノスガイ、ミドリイガイ、ムラサキイガイ、アシナガゴカイ)が観察された。これらのうち、アシナガゴカイは外来種と考えられ¹⁵⁾かつ有機汚濁指標種と考えられる。ホンビノスガイは近年、横浜港で定着が確認され^{27、28)}、有機汚濁指標種と考えられる²⁸⁾。

東京湾内の他の干潟や浅海の底生生物相²⁹⁻³²⁾と比較すると、多毛類の多様性は低くはなく、貝類の多様性は低い。水産重要種のアサリは少なく、他方、近年市場に出回るようになったホンビノスガイ(商品名シロハマグリ)は運河の中(St. 2、3、4)で優占する傾向にあった。本種の原因地である北米東海岸での分布域は12m以浅であるとされており³³⁾、本調査においても水深が12mを超えるSt. 5やSt. 7では生存個体は見つからなかった。一方でSt. 1は水深が3.3mと浅いにも関わらず本種は見られなかった。この要因として、他の地点にくらべて底質の全硫化物T-Sが高く、酸化還元電位Ehが低いことから、嫌気度が高かったことが考えられる。

今回の結果を鶴見川河口周辺地区の南西に位置する横浜港みなとみらい地区での底生生物³⁴⁾と比較すると、多毛類の多様性は高く、貝類のそれについてはほぼ同様である。みなとみらい地区では有機汚濁が進行し、それに伴い有機汚濁指標種の増加が報告されている³⁴⁾。今回調査した鶴見川河口周辺地区では、有機汚濁がさらに進行し、青潮が観

察されたSt. 1のような汚濁海域や、St. 1やSt. 4のように植物片の流入があったり、St. 5のように鶴見川の硫化物の影響を受ける底質環境があり、底生生物の多様性がみなとみらい地区よりも高い可能性がある。

今回の調査で、ウメタテケヤリムシ *Paradialychone edomae*、オクダケヤリムシ *Dialychone okudai*、アマクサケヤリムシ *Paradialychone cincta*の3種が原記載地(それぞれ東京湾羽田沖、北海道沿岸、有明海)³⁵⁾以外で初め

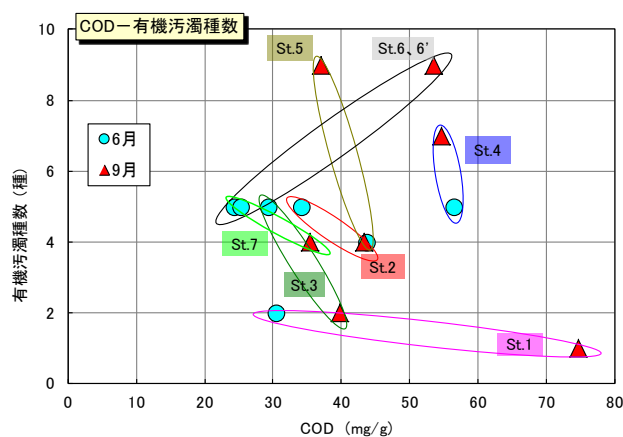


図-4 底質 COD と有機汚濁種数の関係

て記録された。ハネダケヤリムシも羽田沖以外で初記録である（西、未発表）。

3-4 水産用水基準による底質評価

(社)日本水産資源保護協会の水産用水基準では、過酷な夏に底生生物の生息状況に影響する底層水のDOと底質の状態との間に相関関係があることを応用して、底質の全硫化物T-SとCODの値について望ましい底質の基準を設定している。昭和58年(1983年)の改訂版では底質を3段階に分けている³⁶⁾。今回の調査についてあてはめた結果を図-5に示す。

Aランクの「正常泥」はない。St.1~6はCランクの「汚染泥」と判定される。St.7は6月にBランクの「汚染初期泥」、9月には「汚染泥」と判定された。St.3、6の6月CODは汚染初期泥値にあたるが、T-Sが高いため、「汚染泥」と判定された。St.1の9月はT-Sが高く、「汚染泥」としての位置が高いのが認められる。

さらに2000年版の水産用水基準では、COD、IL、泥

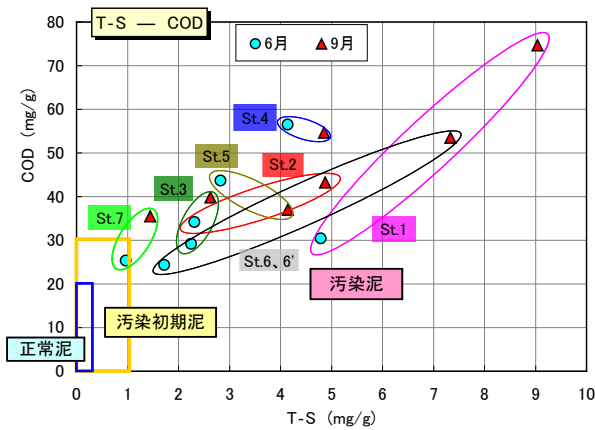


図-5 水産用水基準による底質の結果

表-5 水産用水基準による合成指標値の結果

No.		合成指標			
		I _{sed-1}	I _{sed-2}	I _{sed-3}	I _{sed-4}
6月	St.1	4.01	3.64	3.95	3.50
	St.2	2.04	1.72	2.37	1.98
	St.3	1.80	1.73	1.90	1.80
	St.4	4.66	4.08	5.21	4.50
	St.5	3.57	3.09	3.53	2.97
	St.6	0.69	0.44	1.07	0.78
	St.7	1.15	1.08	0.96	0.88
9月	St.1	9.94	8.98	10.38	9.21
	St.2	5.12	4.74	5.40	4.93
	St.3	2.66	2.36	2.88	2.53
	St.4	5.34	4.84	5.91	5.29
	St.5	4.30	4.10	4.59	4.33
	St.6	6.91	6.31	8.08	7.31
	St.7	2.16	1.82	1.93	1.54

合成指標 $I_{sed-1} = f(COD, TS, MC, H')$
 $I_{sed-2} = f(IL, TS, MC, H')$ TS:全硫化物
 $I_{sed-3} = f(COD, TS, MC)$ MC:泥分率
 $I_{sed-4} = f(IL, TS, MC)$ H':多様性指数

分率、全硫化物、マクロベントス群集の多様性指数の中から3~4項目を用いた合成指標を4種類提案しており、指標の値が負であれば「正常な底質」、正であれば「汚染された底質」としている³⁷⁾。

今回の調査について算出した合成指標4種の結果を表-5に示す。合成指標ではI_{sed-1}~4は全地点で正の値であり、「汚染された底質」にあたる。値としては6月よりも9月が大きい。特に9月のSt.1が9~10と大きく、6月のSt.6、7では1程度と小さい。

今回調査した地点は魚介類や底生生物にとって厳しい生息環境にあると考えられる。

3-5 七都府市底質環境評価区分による底質評価

東京湾に関わる自治体で構成する八都府市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会は底生生物等による底質の評価方法を定めている³⁸⁾。

今回の調査について、底質の強熱減量と底生生物の分類の結果から算出した各項目の評点・評価区分を表-6に示す。どの地点も甲殻類は出現しなかったため、その項目は0点となっている。6月の底質環境評価区分はSt.

表-6 底質環境評価の項目別得点と評価区分*

項目	評点	①	②	③	④	評点の合計 ①+②+③+④	環境評価区分
		底生生物の総出現種類数	総出現種類に占める甲殻類比率	底質の強熱減量	上位三種の優占率による評価		
6月	St.1	1	0	2	3	6	II
	St.2	2	0	2	2	6	II
	St.3	1	0	2	2	5	I
	St.4	2	0	1	2	5	I
	St.5	1	0	1	2	4	I
	St.6	2	0	2	1	5	I
	St.7	1	0	2	1	4	I
9月	St.1	1	0	0	1	2	0
	St.2	1	0	1	2	4	I
	St.3	1	0	1	3	5	I
	St.4	2	0	1	1	4	I
	St.5	1	0	1	1	3	I
	St.6'	3	0	1	1	5	I
	St.7	1	0	2	1	4	I

* 環境保全度IV(14~15点): 環境が良好で保全されている。多様な底生生物が生息しており、底質は砂質で、好氣的である。

* 環境保全度III(10~13点): 環境は概ね良好に保全されている夏季に底層水の溶存酸素が減少するなど生息環境が一時的に悪化する場合もみられる。

* 環境保全度II(6~9点): 底質の有機汚濁が進んでおり、貧酸素水域になる場合がある。底生生物は汚濁に耐える種が優占する。

* 環境保全度I(3~5点): 一時的に無酸素水域になり、底質の多くは黒色のヘドロ状である。底生生物は汚濁に耐える種が中心で種数、個体数とも少ない。

* 環境保全度0(0~2点): 溶存酸素はほとんどなく、生物は生息していない。底質は黒色でヘドロ状である。

1 および2で「環境保全度Ⅱ」（貧酸素化水域、汚濁耐性種優占）、他の地点で「環境保全度Ⅰ」（一時的に無酸素水域、汚濁耐性種が主、種・数が少）である。9月のSt. 1、2では評価が下がったが、他の地点は6月と同一である。

「東京湾再生のための行動計画」では、市民に施策の効果を実感してもらうアピールポイント7箇所の評価にこの環境評価法を採用している。その中で、みなとみらい地区の目標は「Ⅱ」であり²⁾、これを今回の結果に適用するならば、半分以上でいまだ達成されていない。「Ⅰ」の評価は2007年の横浜港内の新港地区前面や山下公園前³⁹⁾、2008年の帷子川河口、みなとみらいや瑞穂ふ頭周辺³³⁾と同一である。

4. まとめ

鶴見川河口周辺7地点で、底層環境を中心に2009年6、9月に水質、底質、底生生物の調査をしたところ、以下のような知見が得られた。

1) 水質は6月には赤潮状態だったが、流入河川水のために鶴見川河口部ではその影響が小さいと思われた。9月は小運河や河口で底層DOが低く、特にSt.1の入江川河口では青潮が観測された。

2) St.1の入江川河口の底質は嫌気度が強く、青潮の見られた9月はCODやT-Sが高かった。St.6'の下水処理場先の底質も深部では同様の傾向がみられた。

3) 底生生物については、有機汚濁指標種が9種観察された。底質の有機汚濁が進行するのに伴い、これらの指標種が優占するようになったと考えられる。ホンビノスガイなどの外来種も多く観察され、河口域での分布拡大が懸念される。2009年に新種記載された多毛類ケヤリムシ科のウメタテケヤリムシ *Paradialychone edomae* が原記載地の羽田沖以外で初めて記録された。

4) 水産用水基準による底質評価では、夏に著しい貧酸素状態を引き起こす恐れのある「汚染底質」と判定された。

5) 七都県市底質環境評価区分では、「環境保全度Ⅰ」（一時的に無酸素、汚濁耐性種が主、種・数が少ない）の低い評価が過半数を占めた。

謝辞

本調査に協力していただいた横浜市港湾局港務艇「ひばり」の乗務員の方々に、心から感謝の意を表します。

文献

- 1) 古川恵太、中山恵介、水尾寛己：2003年東京湾に発生した繊毛虫 *Mesodinium rubrum* による赤潮と水生生物の大量死の連関に関する調査事例、沿岸域学会誌、18、No.4、67-77 (2006)
- 2) 東京湾再生推進会議：東京湾再生のための行動計画、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/SAISEI/council/council_index.htm、36pp (2003)
- 3) 東京湾再生推進会議：東京湾水質一斉調査、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/Monitoring/General_survey/

- 4) 千葉県水産総合研究センター漁場環境研究室：東京湾海況情報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/laboratory/fisheries/04jouhou/04tkinf/04tkinflame.html>
- 5) 千葉県水産総合研究センター、千葉県農林水産技術会議、神奈川県水産技術センター、内湾底びき網研究会連合会：貧酸素水塊速報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/laboratory/fisheries/04jouhou/04tkod/04tkodflame.html>
- 6) 環境庁：底質調査方法、2-4 (1988)
- 7) 西栄二郎、田中克彦：神奈川近海の干潟・汽水域に産する環形動物多毛類、神奈川自然誌資料、28、101-107 (2007)
- 8) 西栄二郎、加藤哲哉：環形動物多毛類の移入と移出の現状、日本ベントス学会誌、59、83-95 (2004)
- 9) 西栄二郎、田中克彦：多摩川河口川崎市側の干潟における底生生物相、神奈川自然誌資料、27、77-80 (2006)
- 10) 西栄二郎、田中克彦、森敬介、藤岡義三：博多湾と東京湾の干潟から採集された日本初記録のヒガタケヤリムシ（新種）*Laonome albicingillum*（多毛綱・ケヤリムシ科）、南紀生物、47(2)、115-118 (2005)
- 11) Glasby, C. J. & H. L. Hsieh: New species and new records of the *Perinereis nuntia* species group (Nereidae: Polychaeta) from Taiwan and other Indo-West Pacific shores. *Zoological Studies*, 45, 553-577 (2006)
- 12) 横山寿：Paraprionospio 属多毛類の分類と系統、海洋と生物、172、487-494 (2007)
- 13) 西栄二郎・田中克彦：外来種としての多毛類、海を渡る海洋生物、60-66、東海大学出版会、東京 (2009)
- 14) Blake, J., A., J. P. Grassle & K. J. Eckelbarger: *Capitella teleta*, a new species designation for the opportunistic and experimental *Capitella* sp. I, with a review of the literature for confirmed records. *Zoosymposia*, 2, 25-53 (2009)
- 15) 山西良平、佐藤正典：環形動物門多毛類、182-192、浅海域生態系調査（干潟調査）報告書、環境省自然環境局生物多様性センター、235pp (2007)
- 16) Yokoyama H : A revision of the genus *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, 151, 253-384 (2007)
- 17) Nishi E., K. Tanaka, Y. Fujioka & M. Sato: Reinstatement of *Sigambra hanaokai* (Kitamori, 1960) (Polychaeta, Pilargidae), with a literature overview of the genus, *Zootaxa*, 1653, 57-68 (2007)
- 18) 環境省、閉鎖性海域中長期ビジョン策定に係る懇談会：閉鎖性海域中長期ビジョン、92pp (2010)
- 19) 東京湾岸自治体環境保全会議：東京湾水質調査報告書（平成20年度）、48 (2010)
- 20) 横浜市環境創造局：公共用水域の水質年間測定結果（2009年度）、<http://www.city.yokohama.lg.jp/me/kankyuu/mamoru/kanshi/wplan09/>
- 21) 佐々木淳、角田篤：横浜港における底質環境特性に関する現地調査、海洋開発論文集、23、1147-1152 (2007)
- 22) 横浜市環境科学研究所：横浜港の水質・底質汚濁に関する調査報告書（環境研資料No. 102）、35-76 (1992)
- 23) 日本海洋学会：沿岸環境調査マニュアルⅡ〔水質・

- 微生物篇]、恒星社厚生閣、東京、305-307 (1990)
- 24) 北森良之介：環境指標としての底生動物（2）—指標生物を中心に—、共立出版、東京、265-273 (1975)
- 25) 津田松苗、菊池泰二：環境と生物指標 2—水界編—、日本生態学会環境問題専門委員会編、共立出版、東京、310pp (1975)
- 26) 齋藤肇：富栄養海域における汚染指標二枚貝のシズクガイの個体群動態に関する研究、水産総合研究センター研究報告、16、29-95 (2006)
- 27) 西栄二郎、坂本昭夫、水尾寛己、小市佳延、下村光一郎：横浜港内で採集された外来大型二枚貝ホンビノスガイについて、神奈川自然誌資料、29、181-183 (2008)
- 28) 西栄二郎、坂本昭夫、水尾寛己、小市佳延、下村光一郎、下迫健一郎、室井雅弘、渡部昌治：横浜港内で定着が確認された外来大型二枚貝ホンビノスガイ、神奈川自然誌資料、30、51-53 (2009)
- 29) 榎本輝樹、西栄二郎、田中克彦、中山聖子、多留聖典、飯島明子、高崎隆志：東京湾内湾横浜沿岸と小櫃川河口干潟の底生生物、特に多毛類を中心とした生物相の動態について、第6回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム発表論文集、47-52 (2007)
- 30) 榎本輝樹、西栄二郎、田中克彦、中山聖子、多留聖典、須藤治、林紀男、飯島明子、高崎隆志：東京湾内湾の干潟・汽水域の多毛類相とその生態学的解析、第6回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム発表論文集、53-58 (2007)
- 31) 西栄二郎、榎本輝樹、多留聖典、中山聖子、風間（若林）真紀、文珠正哲、陶山典子、会田真理子、佐藤雅典、田中克彦、E.K.クプリヤノバ：羽田空港再拡張工事に伴う環境アセスメント調査で明らかにされた環形動物多毛類の多様性、第21回海洋工学シンポジウム講演論文集、OES-21-191、1-8pp. (2009)
- 32) 西栄二郎・植田育男・坂本昭夫・杉原奈央子・下迫健一郎・眞田将平、横浜港湾空港技術調査事務所に造成された人工干潟とその周辺における多毛類を中心とした底生生物相、神奈川自然誌資料、31、29-33 (2010)
- 33) J. N. Kraeuter and M. Castagna: Biology of hard clam, 11pp, Elsevier (2000)
- 34) 小市佳延、下村光一郎、犬飼まり子、水尾寛己、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査—みなとみらい〜瑞穂地区—、横浜市環境科学研究所報、34、16-23 (2010)
- 35) Nishi, E., K. Tanaka, M. A. Tover-Hernandez & A. Giangrande: *Dialychnone*, *Jasmineira* and *Paradialychnone* (Annelida: Polychaeta: Sabellidae) from Japan and adjacent waters, including four new species descriptions. *Zootaxa*, 2167, 1-24 (2009).
- 36) (社)日本水産資源保護協会：水産用水基準 (1995年版)、66-68 (1995)
- 37) (社)日本水産資源保護協会：水産用水基準 (2000年版)、88-91 (2000)
- 38) 七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会：東京湾における底生生物調査指針および底生生物等による底質評価方法、全国公害研会誌、25、55-61 (2000)
- 39) 小市佳延、水尾寛己、下村光一郎、高野善彦、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査—浚渫覆砂工区—、横浜市環境科学研究所報、33、31-38 (2009)

潮位変動による貧酸素水塊の挙動への影響

二宮勝幸（横浜市環境科学研究所）

佐藤寛行（環境保全部環境管理課監視センター）

Effect of tidal current on movement of hypoxia in the west side of Tokyo Bay

Katsuyuki Ninomiya (Yokohama Environmental Science Research Institute)

Hiroyuki Satou (Yokohama City Environmental Observation Center)

キーワード：東京湾、低酸素水塊、挙動、潮位、水温

要旨

横浜市沿岸 2 地点における観測ブイによる 8 月の水質連続観測データと東京湾西岸の公共用水域水質測定計画 9 地点における 18 年間の毎月の下層データを用いて、潮位と水質の関係について考察した。連続観測データから、南西風が 5 m/s を超えて連吹する期間に低水温・高塩分・低溶存酸素の水塊が上下層で観測された。この理由として、強風によって深層の貧酸素水塊が湧昇してきたことが挙げられる。また、下層では潮位変動に対応して満潮時に貧酸素水塊そして干潮時に溶存酸素の豊富な水塊が観測される場合と、そのような現象が観測されない場合があった。この理由として、躍層を境に上下の水塊が潮位変動に対応して移動し、また、その境に位置する水深が地点によって異なることなどが影響していると考えられた。一方、水質測定計画の下層データから、水深の浅い水域では夏季に比較的高濃度の磷酸態リンを含有する貧酸素水塊が観測されるが、水深の深い水域では比較的清浄な外洋水の流入の影響があることが示唆された。

1. はじめに

東京湾では、夏季を中心に底層の溶存酸素濃度 (DO) が低下し貧酸素水塊が形成され^{1, 2)}、また、経年的にも溶存酸素は低下傾向を示していることから³⁾、生物の生息への悪影響が懸念される^{4, 5)}。

貧酸素水塊は、成層の強化による上下層間の溶存酸素の移動の低下や下層に沈降する植物プランクトン遺骸および底質中有機物等の微生物分解による溶存酸素の消費などによって形成される。一方、貧酸素水塊は海流などの影響によって移動することなどが指摘されている^{6, 7)}。このような貧酸素水塊の移動の状況を長期の連続観測によって詳細に解析することは生物生息への影響を把握する上で重要であると考えられる。

ここでは、横浜市沿岸 2 地点における測定局の連続水質データを用いて、潮位変動と気象変化による貧酸素水塊の挙動への影響を検討した。また、東京湾西岸における公共用水域水質測定計画の毎月の下層水質データを用いて、DO の変動要因等について考察した。

2. 使用データ

2-1 測定局の連続観測データ

観測地点：根岸沖および大黒の 2 地点 (図 1)

期 間：1997 年 8 月 1 日～23 日

測定間隔：1 時間

測定水深：根岸沖(上層：海面下 1 m、下層：海面下 13m)、大黒(上層：海面下 1 m、下層：海面下 8 m)

測定項目：水温 (WT : °C)、塩化物イオン (CL : g/l、以降は塩化物という)、溶存酸素 (DO : mg/l)

なお、大黒は鶴見川河口に近接しているため、淡水の影響を強く受けている。

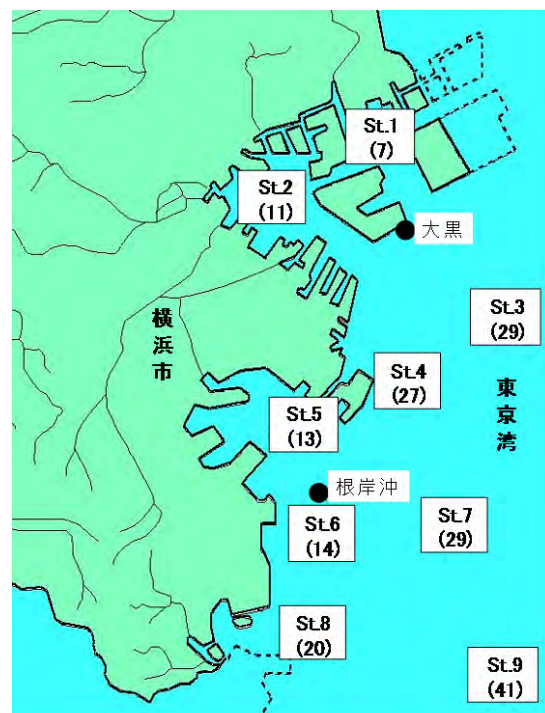


図 1 測定地点 (水深 : m)

2-2 公共用水域水質測定計画の毎月データ⁸⁾

期 間：1980年4月～1998年3月の毎月1回のデータ

地 点：東京湾西岸の9地点（図1）

図中には括弧内に水深（m）を示した。

測定水深：下層（海底上1mの位置）

測定項目：水温、塩分、DO、リン酸態リン（ $PO_4\text{-P}$ ）

2-3 その他のデータ

2-3-1 東京湾晴海の潮位データ⁹⁾

2-3-2 横浜地方気象台の気象データ¹⁰⁾

3. 結果と考察

3-1 水質観測ブイによる連続水質データの解析

3-1-1 気象・潮位と水質の経時変化の概要

図2に8月1日から23日までの気象と水質の経時変化を示した。

まず、気象についてみると、降雨は5日と14日ともに約5mm、23日に約40mmあり、それに伴い日照時間は5日および14日から16日にかけて短くなった。気温は日照時間が短い日に日間変動幅が小さくなる傾向を

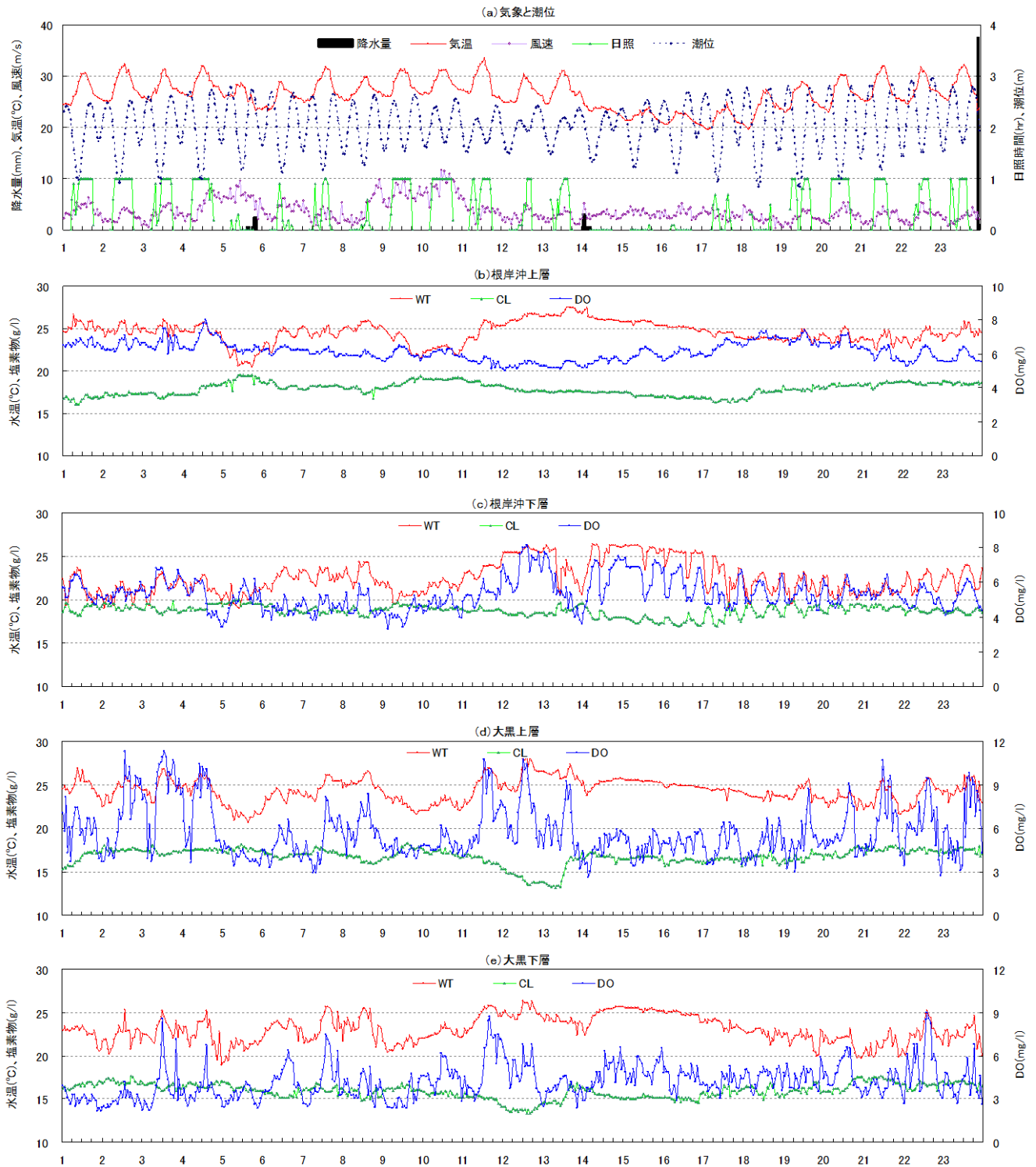


図2 気象と水質の経時変化(1997年8月1日～23日)

示した。風速が5 m/sを超えた日は4～5日と8～10日の2回あった。潮汐については、当初は大潮であったが、12日前後を中心に小潮となり、その後再度大潮となった。

次に、根岸沖の水質については、水温は上下層ともにほぼ同じ長周期の変動パターンを示したが、1日あるいは半日の短周期変動は上層よりも下層のほうが変動幅は大きい傾向がみられた。塩化物は上層に比べて下層で短周期の変動幅がやや大きく、その傾向は特に17日以降で顕著であった。DOは、水温などと同様に上層に比べて

下層で短周期変動の幅が大きかった。また、下層のDOは水温とほぼ同位相の変動を、塩化物とは逆位相の変動を示した。下層DOは3 mg/Lを下回ることにはなかった。なお、DO濃度によって貧酸素水塊か低酸素水塊かを定義する場合があるが⁶⁾、ここでは貧酸素水塊に統一した。

最後に、大黒の水質は根岸沖の水質に比べて変動幅が大きく、また、変動幅は下層より上層のほうが大きかった。これは大黒が鶴見川の河川水による影響を受けやすい水域であることが一因になっていると考えられた。

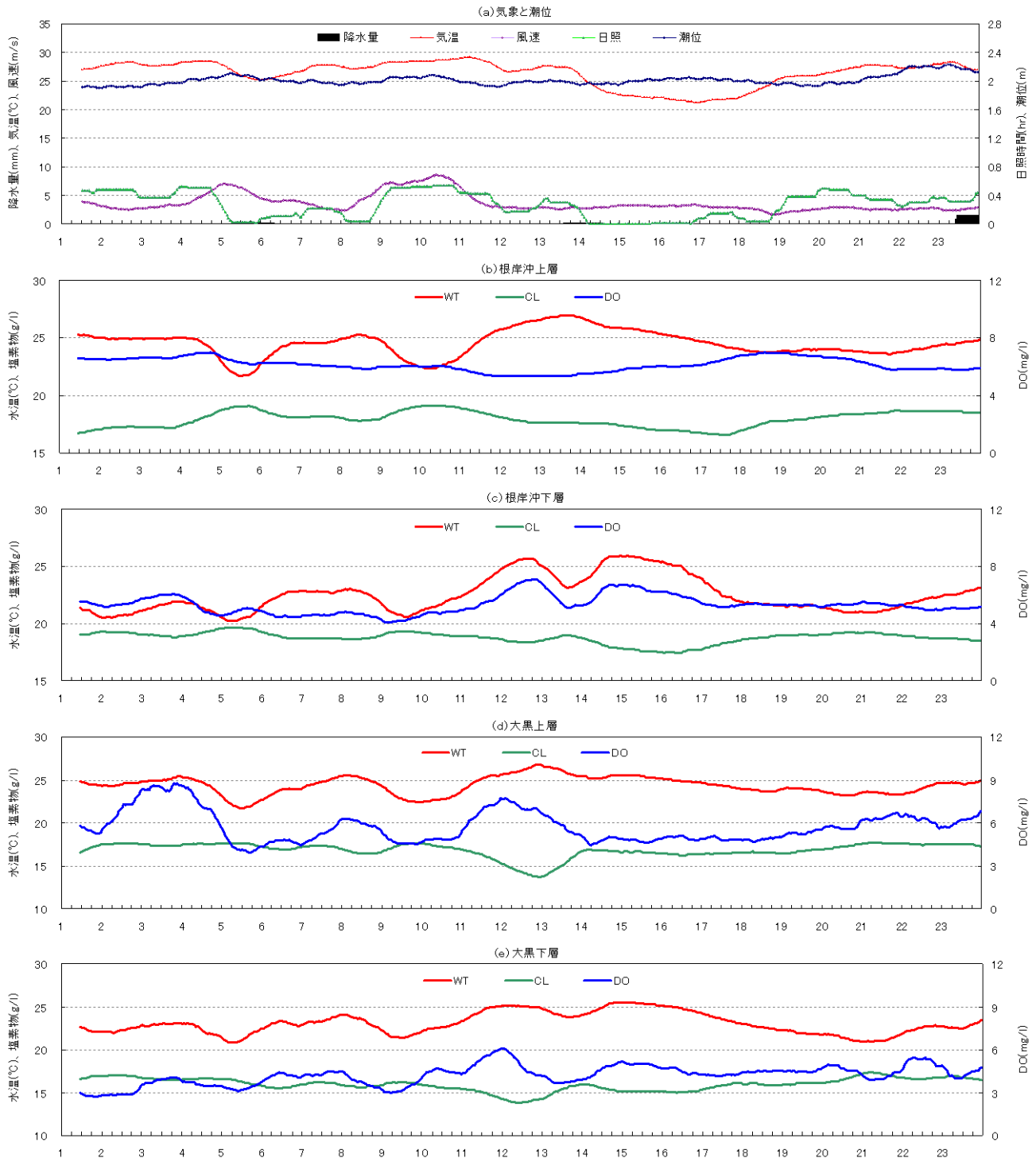


図3 気象の24時間移動平均と水質の25時間移動平均

3-1-2 気象の24時間移動平均および潮位と水質の25時間移動平均

気象と潮位の変化による水質の長周期変動への影響を調べるため、図3に8月1日から23日までの気象の24時間移動平均と潮位と水質の25時間移動平均を示した。

水質についてみると、水温は5日と9～10日に根岸沖・大黒の上下層ともに低下し、同時に塩化物は上昇した。両期間で共通することは、風速が5 m/sを超え、南西風が卓越していたことである。東京湾の西岸では南偏風が強吹した時期にほぼ対応して、低温・低DO・高塩分の底層水が観測されることから、南偏風は湧昇現象の発生に深く関わっていることが指摘されている^{11, 12)}。そのため、潮位は少し上昇したと推察される。また、両期間のDOが根岸沖の下層と大黒の上下層で低下したが、これは底層の貧酸素水塊が湧昇したことを裏付けるものである。なお、根岸沖の上層で同じ現象が明確に認められなかった理由のひとつとして、根岸沖の水深は大黒のそれよりも深いため、上層まで外洋水の影響が及ばなかったことが考えられた。

一方、小潮に相当する13日前後も根岸沖と大黒の下層は低水温・高塩分・低DOを示した。しかし、それらの上層では、同様な傾向が見られなかった。海流などの影響により底層水が移動してきたためと考えられるが、その原因はわからなかった⁷⁾。17日以降は、大潮となり、また、天候の比較的安定した日が続いた。

3-1-3 17日～21日における潮位と水質の時系列

(a) 相互相関係数

潮位変動と水質変動との関連を詳細に調べるため、天候の比較的安定した17日から21日までの5日間における潮位に対する水質の相互相関係数について検討した(図4)。

根岸沖と大黒の上下層のうち、潮位と水質の変動が密接に関連しているのは根岸沖の下層であった。根岸沖下層では、潮位に対して塩化物は同位相、水温とDOは約6時間遅れであり、いずれも相関係数は0.5以上を示した。夏季の東京湾では、中層部に10m前後の貧酸素水塊が認められることから⁷⁾、その水塊が潮位変動に対応して移動を繰り返していることなどが考えられた^{12, 13)}。

大黒の下層については、塩化物は潮位と同位相であるが、相関係数は小さく、また、水温とDOは4、5時間遅れで相関係数も小さかった。

このように、下層における潮位変動と水質変動の関係は根岸沖と大黒とで異なった。東京湾内における低酸素水塊の動きは、水塊独自による部分(水塊の消長)と海域全体の動きによる部分(海流)とが複合した形での経時変化とみられると指摘されている⁷⁾。また、夏季の東京湾では、湾外からの外洋水の流入に伴い、底層の貧酸素水塊が中層に上昇し、その後の外洋水の流出に伴って、再び底層に戻る過程が観測されている⁶⁾。さらに、夏季にDOが水温・塩分躍層を境に減少することがしばしば観測されるが、躍層以深でDOが低くなる理由は易分解性有機物が生分解を受けながら沈降して酸素が消費されるためと考えられている¹⁴⁾。したがって、根岸沖と大黒の夏季の下層における潮位変動と水質変動の関係の違いは両地点における水深や地形および底質の汚染状況等が異なるためと推察された。

(b) 塩化物に対する水温とDOの関係

潮位変動は水質変動に影響を及ぼし、塩化物の変動とよく対応してことから、17日から21日までの5日間における塩化物と水温およびDOの関係について検討した(図5)。

根岸沖と大黒の上層における塩化物と水温およびDO

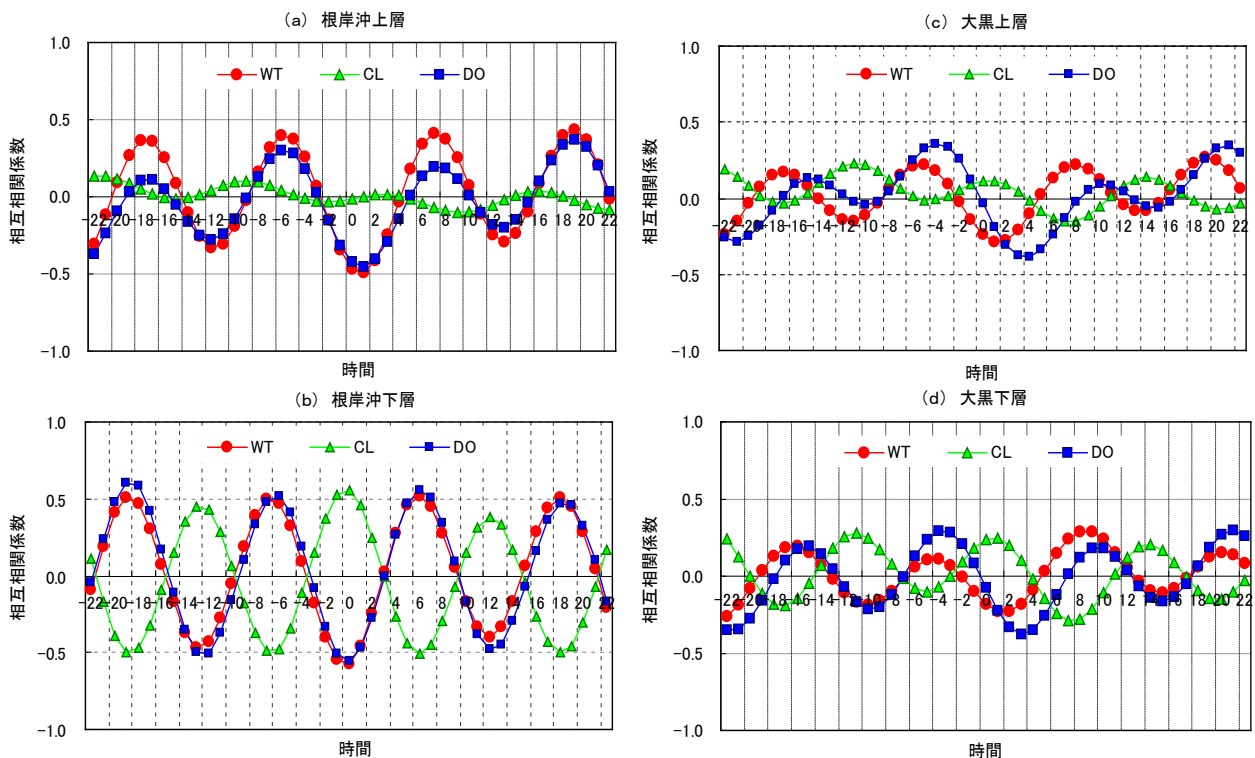


図4 潮位に対する水質の相互相関係数

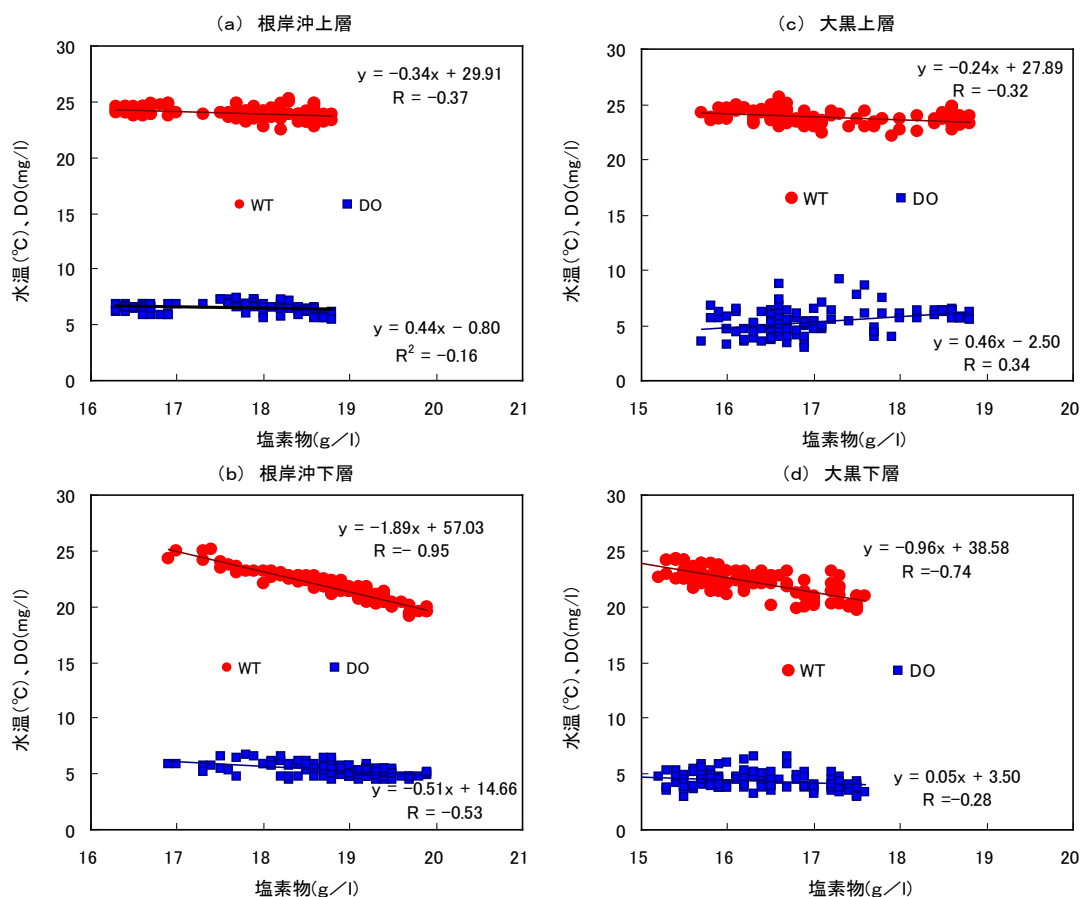


図5 塩化物と水温およびDOの関係

の相関係数は絶対値として0.4以下で小さかった。一方、下層における塩化物と水温の相関係数は根岸沖で-0.95、大黒で-0.74であり、ともに負の高い相関を示した。しかし、下層における塩化物とDOの相関係数は根岸沖で-0.53であるのに対して、大黒では-0.28と小さかった。この違いは、先述したように両地点における水深や地形等が影響しているためと考えられた。

このように、地点による潮位変動に伴う貧酸素水塊の影響程度の違いは、塩化物に対する水質の関係を調べることによって予測できると考えられた。

3-2 公共用水域水質測定計画の水質データの解析

水質測定計画地点(図1)の水質データを用いて3-1-3(b)と同様の解析を行った。ただし、水質測定計画では塩化物を測定していないので、その代わりに塩分を用いた。

図6(a)、(b)および(c)に月別の塩分と水温、DOおよび PO_4-P の相関係数を示した。ただし、解析対象地点は河口域のSt.1を除く8地点とし、水深が25m以下の地点(左図:St.2、5、6、8)と25m以上の地点(右図:St.3、4、7、9)に分けた。月別に区分したのは、成層構造の発達程度や潮位変動の強弱が季節ごと(月別)に異なり、その違いが相関係数に反映されると考えたからである。また、 PO_4-P を加えた理由は、成層構造の発達にともない底質から PO_4-P が溶出してくるので^{6、15)}、潮位変動によって水温やDOと同様な挙動を示すと推察されたからである。

3-2-1 水温との相関係数

まず、水深が25m以下についてみると(図6(a-1))、St.2とSt.5における塩分と水温の相関係数は夏季に-0.5前後の負値、冬季に小さな正值をとる傾向を示した。この夏季の負値は自動観測ブイの結果と一致したことから、この2地点は、低水温・高塩分・低DOの水塊の影響を受けやすいと考えられた。一方、冬季に相関係数が正值を示したのは、夏季とは逆に上層水温よりも外洋水由来の下層水温のほうが高いためと考えられた²⁾。

St.6とSt.8については、塩分と水温の相関係数はほぼ年間を通して負値を示した。この原因はわからないが、潮位変動による水温への影響が前2地点とは異なることを示唆している。

次に、水深が25m以上の地点では(図6(a-2))、St.7とSt.9における塩分と水温の相関係数は、St.2とSt.5の場合と同様に、夏季に負値、冬季に正值をとる傾向を示した。St.3も8、9月を除けば、同様の傾向を示した。しかし、St.4はそれら3地点とは異なり、一定の傾向を示さなかった。St.9、St.7、St.3は湾口から続いている海底溪谷の線上にあるが、St.4はそれから少し外れて沿岸に近い(図1)。したがって、地形や潮位変動に伴う海水の流れの違いなどが影響してSt.4は他の3地点とは異なる結果になったと推察された。

3-2-2 DOとの相関係数

水深の浅い地点の塩分とDOの相関係数(図6(b-1))は、水温の場合とほぼ同様に、St.2とSt.5は夏季に-

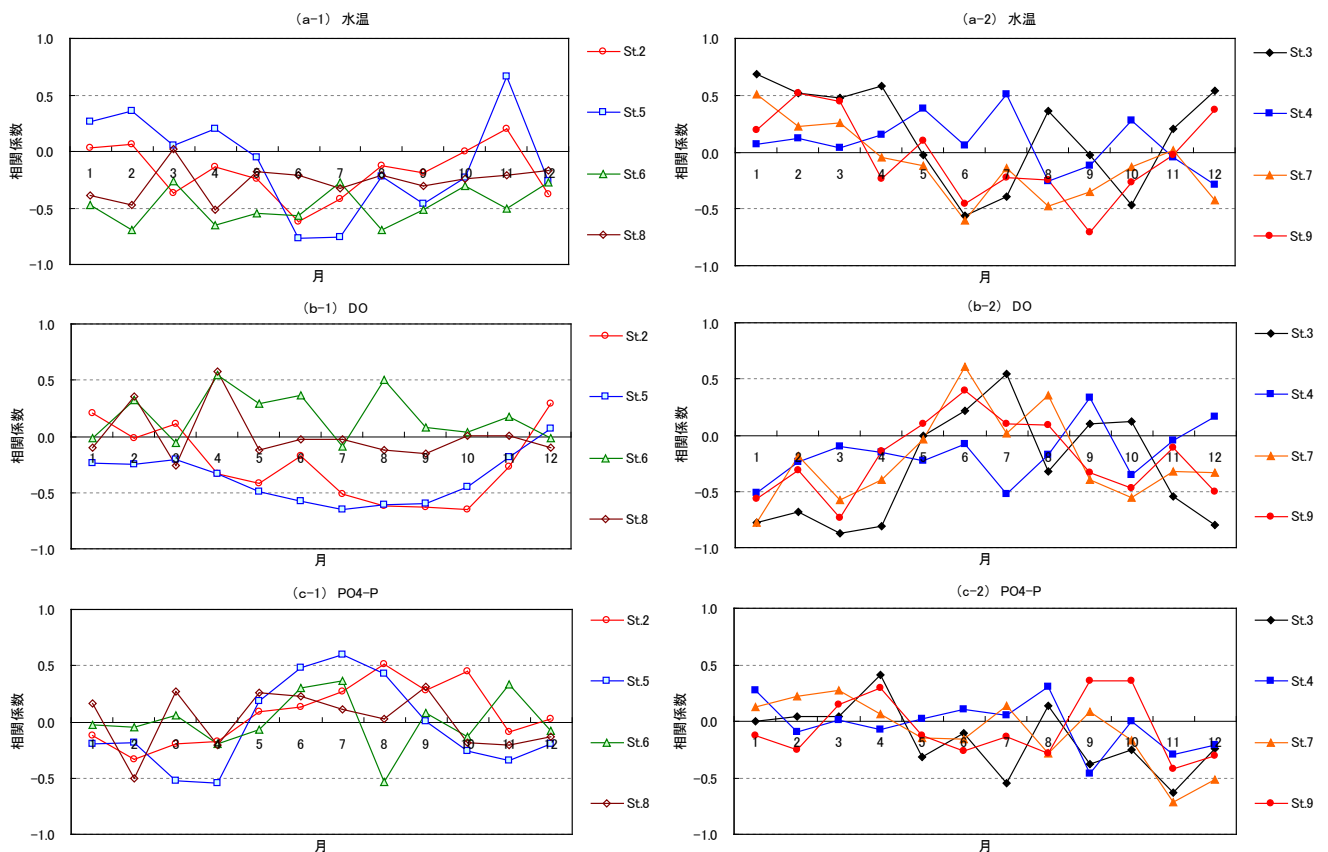


図6 測定計画地点の下層における塩分と水温、DO、および PO_4-P の月別相関係数

0.5以下の負値を示すが、St. 6とSt. 8はそのような傾向はみられなかった。したがって、前2地点は夏季に低水温・低DO・高塩分の水塊による影響を受けやすい水域であるが、後2地点はそのような水塊の影響を受けにくい水域であると推察された。

一方、水深の深い地点の塩分とDOの相関係数（図6 (b-2)）は夏季に0.5前後の正值を示した。その傾向は、特に沖合域の3地点（St. 3、St. 7、St. 9）で顕著であった。これら3地点では夏季に高DOの外洋水が流入しているためと考えられた²⁾。

3-2-3 PO_4-P との相関係数

水深の浅い地点では（図6 (c-1)）、塩分と PO_4-P の相関係数は夏季に0.5前後の正值を示した。成層構造の発達した夏季に底質などから溶出した PO_4-P が高塩分の底層水に多く含まれているためと考えられた¹⁵⁾。なお、St. 6とSt. 8では、先述したように塩分とDOの相関係数は明確に負値を示さないが、塩分と PO_4-P の相関係数は0.3前後の正值を示した。この理由として、プランクトン遺骸等が沈降して躍層以下の深度に到達すれば、その分解過程で十分に酸素を消費しなくても PO_4-P はある程度生成されているためと考えられた。

一方、水深の深い地点では（図6 (c-2)）、浅い地点のような傾向は認められなかった。前項で述べたように、これらの地点では比較的清浄な外洋水が流入していることが示唆される。

このように、夏季には躍層以深の貧酸素水塊と比較的清浄な外洋水が深度や地形の違いなどに対応

して水域毎にまた時期により異なる影響を与えていると考えられた。

4. まとめ

東京湾西岸域における8月の上下層の連続観測データと公共用水域水質測定計画の18年間の毎月の下層データを用いて、潮位と水質との関係を解析した。

連続観測の水質データから、

- 1) 南西風が 5 m/s を超えて吹くすると、根岸沖と大黒では低水温・高塩分・低DOの底層水が上下層で観測された。ただし、風による影響の無い時でも、両地点の下層で底層水が観測される場合があった。
- 2) 根岸沖の下層では潮位変動に対応して低水温・高塩分・低DOの水塊の移動が繰り返されていたが、そのような現象は大黒では明確にみられなかった。この理由として、水深や地形等の違いが影響していると考えられた。
- 3) 根岸沖の下層における潮位と水質の相互相関係数から、潮位と塩化物は同位相、潮位と水温およびDOはともに逆位相で変動することが明らかとなった。

一方、水質測定計画の下層水質データから、

- 4) 塩分と水質の月別相関係数を調べた結果、水深の浅い地点では夏季における塩分と水温およびDOの相関係数は負値、 PO_4-P の相関係数は正值を示した。これは、成層構造の発達した夏季に躍層より下に存在する低水温・高塩分・低DO・高 PO_4-P の水塊が流入していることを示唆している。
- 5) 水深の深いほとんどの地点で、夏季に塩分と水温の

相関係数は負値を示したが、DOの相関係数は正值、P04-Pの相関係数はほぼゼロであった。それらの水域では、比較的清浄な外洋水が流入していると考えられた。

参考文献

- 1) 二宮勝幸、柏木宣久、安藤晴夫：：東京湾におけるCODとDOの空間濃度分布の季節別特徴、水環境学会誌、19、741～748(1996).
- 2) 二宮勝幸、水尾寛巳、柏木宣久、安藤晴夫、小倉久子、飯村晃、岡敬一、吉田謙一、飯島恵：温暖化と東京湾の水環境－水温と水質との関係－、横浜市環境科学研究所報、33、58-67(2009).
- 3) 安藤晴夫、柏木宣久、二宮勝幸、小倉久子、川井利雄：1980年度以降の東京湾の水質汚濁状況の変遷について、東京都環境科学研究所年報、141-150(2005).
- 4) 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物(第11報・海域編)、38-42(2007).
- 5) 矢沢敬三・池田文雄：東京湾における低酸素水の分布および、シャコと溶存酸素量との関係、神水試研報、第9号、95-100(1988).
- 6) 柳哲雄：総説 貧酸素水塊の生成・維持・変動・消滅機構と化学・生物的影響、海の研究、13(5)、451-460(2004).
- 7) 小林良則：溶存酸素量の鉛直分布から見た東京湾沿岸域における低酸素水塊の動き、神奈川県水産試験場研究年報、15、1-5(1994).
- 8) 神奈川県：神奈川県水質調査年表(1980年度-1997年度).
- 9) 気象業務支援センター：潮汐観測、毎時潮位、1997年.
- 10) 気象庁：気象統計情報、過去の気象データ検索、1997年.
- 11) 森川雅行、村上和男：成層期から対流期へ移行する東京湾の流動特性、第32回海岸工学講演会論文集、762-766(1985).
- 12) 岩田静夫、清水顕太郎、柿野純、田辺伸、仲村文夫、古畑和哉：東京湾柴沖と船橋沖における水温、塩分、DOの短期変化の関係、神水研報第1号、15-19(1996).
- 13) 岩田静夫、池田文雄、清水詞道、小泉喜嗣、松山優治：東京湾川崎沖底層での溶存酸素量の連続測定結果について、神水試研報、第14号、61-64(1993).
- 14) 野村英明、石戸義人、石丸隆、村野正昭：富栄養型内湾の東京湾における従属栄養性細菌密度の時空間分布、海の研究、16(5)、349-360(2007).
- 15) 二宮勝幸、柏木宣久、安藤晴夫、小倉久子：：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、水環境学会誌、20、457-467(1997).

赤潮の発生抑制因子に関する基礎調査

二宮勝幸、小市佳延、阿久津卓（横浜市環境科学研究所）
犬飼まり子、下村光一郎（横浜市環境創造局）

A study on effect of reducing red tides by herbicide in Tokyo bay

Katsuyuki Ninomiya, Yoshinobu Koichi, Suguru Akutu
(Yokohama Environmental Science Research Institute)
Mariko Inukai, Kouichiroh Shimomura
(Yokohama City Environmental Planning Bureau)

キーワード：農薬、LC/MS、多成分同時分析法、水質、環境調査

要旨

5種類の農薬（Diuron、Daimuron、Isouron、Fenobucarb、Tebuthiuron）を対象に鶴見川縦断調査と海域調査を実施した。鶴見川縦断調査では、平均濃度は2.2～86.1ng/lの範囲にあり、DiuronとDaimuronの2農薬は濃度・検出率ともに高かった。Diuron、IsouronおよびTebuthiuronは上流から河口に向かって濃度が上昇するが、水田用途のDaimuronは逆に河口よりも上流や中流で高い濃度を示した。Diuronは河川水中での分解が遅く、また、畑用などの農薬用途以外に船底塗料としても使用されているため、海域でも濃度が低下しないと考えられた。一方、海域調査では、5種の農薬のうち、DiuronとIsouronとDaimuronは高い頻度で検出され、そのうちDiuronが最大207μg/lの濃度を検出した。出現した植物プランクトンの優先種は*Skeletonema costatum*など珪藻6種、*Gymnodinium spp.*など渦鞭毛藻3種およびラフィド藻2種であったが、5種類の農薬による植物プランクトンの増殖への影響はみられなかった。

1. はじめに

前報¹⁾では、LC/MSによる分析対象農薬について環境調査を実施した結果、約40種類の農薬が検出され、そのなかでも尿素系除草剤が海域でも比較的高頻度、高濃度で検出された。

これら除草剤は海域における植物プランクトンの増殖を抑制させる性質をもつと予想されることから、除草剤による赤潮の発生抑制を調べておくことは重要と考えられる。

そこで、まず、農薬の環境中での挙動を調べるため河川の縦断調査を実施した。次に、海域調査を実施し、それら農薬による赤潮の発生抑制の可能性について検討した。

2. 調査方法

2-1 農薬の分析方法等

調査対象農薬は、Tebuthiuron、Isouron、Diuron、Fenobucarb、Daimuronの5種類である。このうち、Fenobucarbは殺虫剤で、他の4種はいずれも尿素系除草剤である。農薬の分析方法は既報²⁾に従った。

2-2 調査地点と調査時期

河川調査（鶴見川縦断調査）地点は鶴見川11地点（地点番号：R-1～R-11）、海域調査地点は横浜市沿岸4地点

（地点番号：S-1～S-4）である（図1）。表1には調査地点の地点番号と地点名を示した。

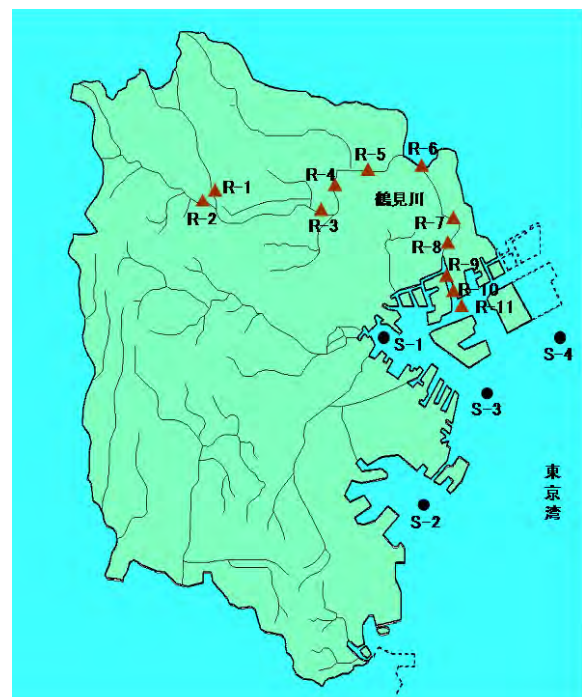


図1 調査地点

表 1 調査地点名

	地点番号	地点名
河川	R-1	千代橋
	R-2	都橋
	R-3	亀の子橋
	R-4	新羽橋
	R-5	大綱橋
	R-6	末吉橋
	R-7	鶴見橋
	R-8	臨港鶴見橋
	R-9	鶴見大橋
	R-10	中間海域
	R-11	鶴見河口先
海域	S-1	山下公園前
	S-2	根岸湾口
	S-3	横浜港沖
	S-4	扇島沖

鶴見川縦断調査は2009年5月から6月にかけて実施し、また、海域調査は5月から11月までの間に計9回実施した。

なお、海域調査では、植物プランクトンの同定と細胞数の計測もあわせて実施した。

3. 結果及び考察

3-1 鶴見川縦断調査

3-1-1 鶴見川縦断調査結果の概要

表2に鶴見川縦断調査における農薬濃度と検出率を示した。

平均濃度は2.2~86.1ng/lの範囲にあり、比較的低濃度であった。濃度は高い順にDiuronが最も高い濃度を示

表 3 海域調査における農薬の平均値と検出率

農薬名	濃度 (ng/l)			検出率 (%)
	平均値	最大値	最小値	
Tebuthiuron	2.2	4.4	0.8	82
Isouron	5.2	9.9	2.0	100
Diuron	86.1	148.2	46.4	100
Fenobucarb	2.6	6.9	1.0	91
Daimuron	31.9	119.9	10.8	100

し、次いで、Daimuron、Isouron、Fenobucarb、Tebuthiuronの順であった。最大濃度と最小濃度も同順であり、上位2農薬の最大濃度は3桁と他の農薬よりも2桁高い値を示した。検出率はいずれも80%以上を示し、Diuron、Daimuron、Isouronの3農薬は100%検出された。このようにDiuronとDaimuronの2農薬は濃度・検出率ともに高かった。

3-1-2 鶴見川縦断調査結果の特徴

河口位置からの距離と農薬濃度の関係について調べるため、図2に鶴見川縦断調査結果を示した。

上流から河口に向かって濃度が上昇する農薬はDiuron、Isouron および Tebuthiuron であったが、Daimuron と Fenobucarb は河口よりも上流や中流のほうで高い濃度を示した。この違いは使用形態や水溶解度等の物性などが異なるためと考えられた。なかでも、Daimuron は上流の R-1 と R-2 とで大きく異なった。この理由として、R-2 に比べて R-1 の周辺のほうが田畑が多く、Daimuron の用途は主として水田用であることなどが挙げられる。塩分についてみると、R-1 から R-5 まではほとんど0であるが、R-6 以降は河口に向かって高くなり、R-11 で約 25 と最も高かった。

Tebuthiuron、Isouron および Diuron について、塩分の急激な上昇がみられる河口の R-10 と R-11 の変化をみると、Tebuthiuron と Isouron は低下するが、Diuron はやや上昇した。これは、前報でも述べたように、Diuron は畑用などの農薬用途以外に船底塗料としても使用されていること³⁾、また、河川水中では分解が進みにくいこと⁴⁾などのため、海域でも濃度が低下しないと考えられた³⁾。

3-2 海域調査

3-2-1 海域調査結果の概要

表3に海域調査における農薬濃度と検出率、表4に各調査日毎の植物プランクトンの優先種とその細胞数を示した。なお、植物プランクトンは細胞数の合計が $500 \times 10^6 / m^3$ を超えた優先種を記載した。

農薬濃度の平均値はDiuronが最も高く59ng/lを示したのに対し、他の4種の農薬は10ng/l以下であった。また、Diuronの最大値は鶴見川縦断調査結果のそれより

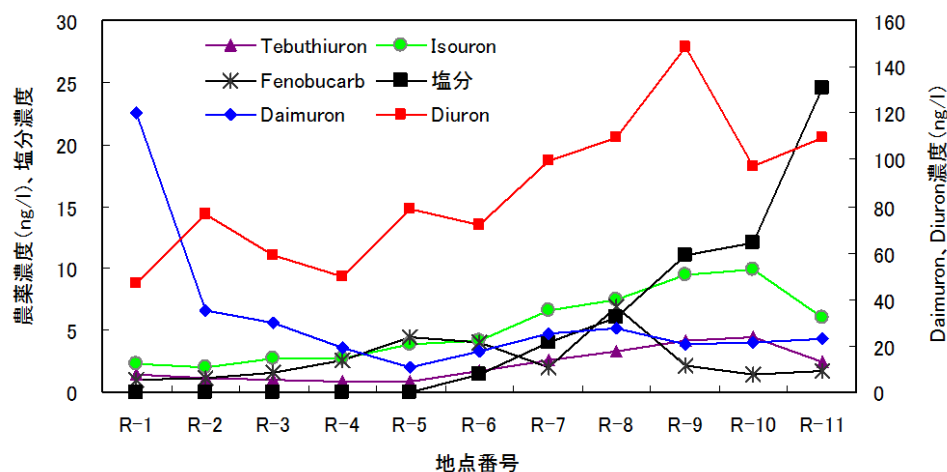


図 2 鶴見川縦断調査の結果

も約 60ng/l 高かった。検出率については、Diuron が 100%、Isouron が 89%、Daimuron が 78%の順であった。これら 3 農薬は鶴見川縦断調査ではいずれも 100%の検出率であったが、海域調査における検出率は Diuron が 100%、Isouron が 89%、Daimuron が 78%となった。

なお、今回調査の 5 農薬は環境基準項目ではないが、このうち Fenobucarb は要監視項目である。その目標値は 30 μg/l であり、鶴見川縦断調査と海域調査ともにそれを超過することはなかった。

表 4 から、植物プランクトンの優先種は珪藻 6 種、渦鞭毛藻 3 種およびラフィド藻 2 種であった。細胞数の合計が最も多い種は *Skeletonema costatum* であり、次いで *Pseudo-nitzschia spp.*、*Ceratauina spp.*の順であり、これら 3 種はいずれも珪藻であった。*Skeletonema costatum* は 9 回の調査日のうち 3 回 (5/11、6/22、9/7) で優先種となった。また、渦鞭毛藻では、細胞数の合計が多かったのは *Gymnodinium spp.*、*prorocentrum triestinum*、*prorocentrum minimum* であり、そのうち *Gymnodinium spp.*は 5/25 に、*prorocentrum triestinum* は 6/8 に優先種となった。ラフィ

ド藻は各調査日も優先種とはならなかった。

この調査結果で特徴的なことは、優先種が珪藻である日はほとんどの場合に渦鞭毛藻の細胞数が少なく、逆に、優先種が渦鞭毛藻である日はほとんどの場合に珪藻の細胞数が少ないことである。すなわち、両種が同時に優先種になる日はほとんどなかった。

3-2-2 クロロフィル a (Chl-a) と農薬との関係

農薬による赤潮発生への影響を調べるため、表 5 に Chl-a 等と農薬の相関係数を示した。

表 5 によると、農薬と塩分の相関係数は、水田用農薬の Daimuron を除いて、-0.5 以下の比較的大きな負の相関係数を示した。これら 4 種の農薬は河川に由来する傾向が大きいと推察された。しかし、Chl-a と農薬の相関係数はいずれも 0~0.4 の範囲の比較的小きな正の値を示した。農薬が植物プランクの発生抑制に寄与しているならば、それらの相関係数は負値を示すはずだが、そうはならなかった。

3-2-3 各地点における農薬と Chl-a の経時変化

全地点のデータを用いた場合は、農薬による赤潮の発生抑制への影響がみられなかったため、地点別に Chl-a と農薬の経時変化を調べた (図 3)。

まず、S-1 についてみると、Chl-a が 50 μg/l 以上の比較的高濃度を示した日は、6 月 8 日、7 月 6 日および 9 月 7 日であった。この三日間の共通点として、Isouron と Fenobucarb が他の日に比べて低濃度であることであった。また、Isouron が高濃度を示す 5 月 11 日と 6 月 22 日の Chl-a は低い濃度であった。しかし、5 月 25 日や 8 月 4 日などにおける Isouron は低濃度でかつ Chl-a も

表 3 海域調査における農薬の平均値と検出率

農薬名	濃度 (ng/l)			検出率 (%)
	平均値	最大値	最小値	
Tebuthiuron	1.1	2.8	0.2	53
Isouron	3.7	23.1	0.6	89
Diuron	59.0	207.3	12.4	100
Fenobucarb	1.5	8.8	0.2	44
Daimuron	8.9	27.3	0.3	78

表 4 各調査日の植物プランクトン優先種とその細胞数

学名		5/11	5/25	6/8	6/22	7/6	8/6	9/7	10/13	11/9	合計
珪藻	<i>Thaassiosira spp.</i>	0	173	0	300	10	325	0	0	10	818
	<i>Chaetoceros spp.</i>	80	37	5	430	10	0	100	0	106	768
	<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	28	153	0	660	8,390	25	400	0	20	9,676
	<i>Ceratauina spp.</i>	412	0	0	410	0	30	4,610	0	78	5,540
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	1,032	423	0	470	0	0	100	0	4	2,029
	<i>Skeletonema costatum</i>	45,073	113	100	4,350	50	20	51,540	0	158	101,404
渦鞭毛藻	<i>Gymnodinium spp.</i>	197	4,270	230	0	480	65	0	0	0	5,242
	<i>prorocentrum minimum</i>	16	34	890	1,430	0	5	0	0	0	2,375
	<i>prorocentrum triestinum</i>	0	30	4,655	10	0	0	40	0	0	4,735
ラフィド藻	<i>Heterocapsa spp.</i>	0	70	15	200	370	5	130	0	0	790
	<i>Heterosigma akashiwo</i>	8	20	430	0	0	10	90	22	0	580
合計		46,846	5,323	6,325	8,260	9,310	485	57,010	22	376	133,957

表 5 海域調査における各項目間の相関係数

	水温	塩分	Chl-a	Tebuthiuron	Isouron	Diuron	Fenobucarb	Daimuron
水温	1.00							
塩分	-0.33	1.00						
Chl-a	0.18	0.07	1.00					
Tebuthiuron	0.48	-0.63	0.21	1.00				
Isouron	0.08	-0.67	-0.01	0.40	1.00			
Diuron	0.37	-0.72	0.26	0.61	0.71	1.00		
Fenobucarb	0.29	-0.56	0.02	0.78	0.27	0.54	1.00	
Daimuron	0.05	-0.09	0.36	0.50	0.02	0.25	0.51	1.00

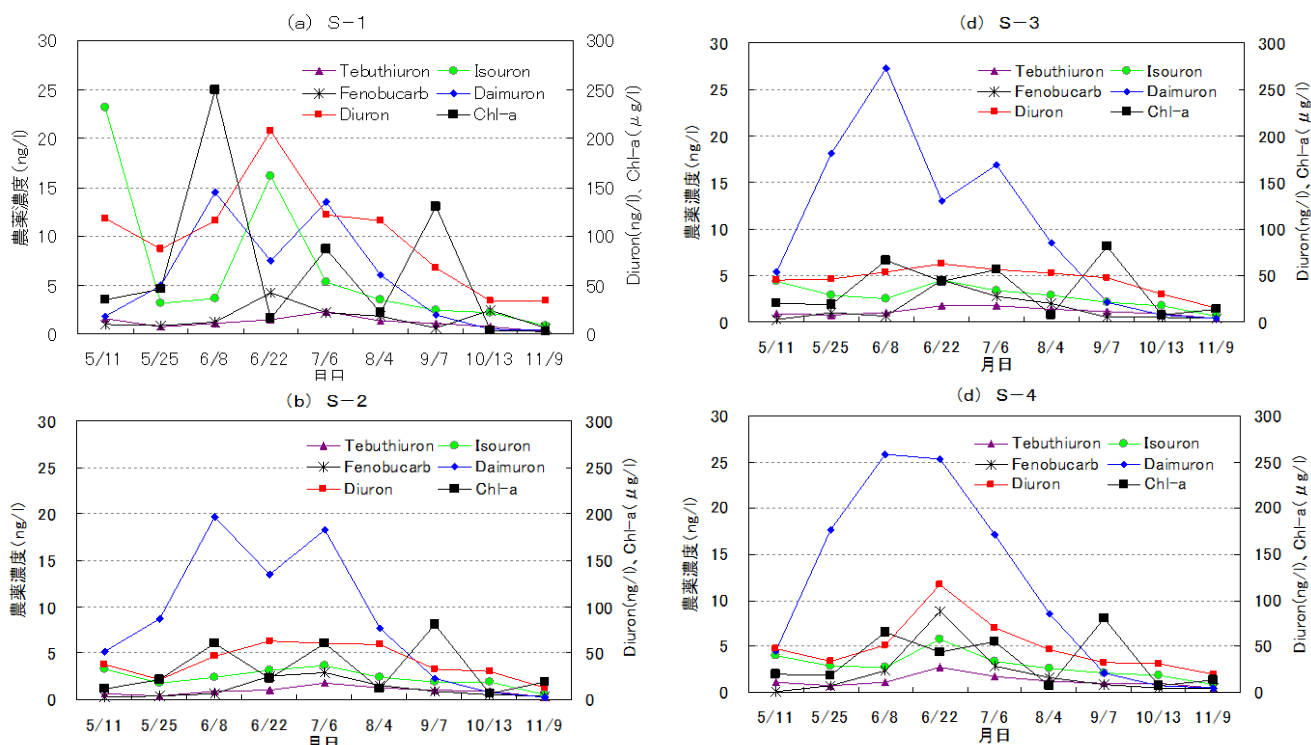


図3 各地点における農薬とChl-aの経時変化

低濃度であった。このようにChl-aと農薬の関係は調査日ごとに異なった。

農薬に対する影響程度は植物プランクトンの種類毎に異なると予想されることから、各調査日における植物プランクトン種と農薬との関係について検討した。Chl-aが高濃度を示した6月8日、7月6日および9月7日における植物プランクトンの優先種はそれぞれ *prorocentrum triestinum* (渦鞭毛藻)、*Pseudo-nitzschia spp.* (珪藻)、*Skeletonema costatum* (珪藻)であり、調査日毎に異なった。また、Isouronが高濃度でChl-aが低濃度を示した5月11日と6月22日における優先種はともに *Skeletonema costatum* (珪藻)であった。したがって、農薬の多寡が各植物プランクトンの増殖に影響を与えているという関係はみられなかった。

他地点についても同様に検討したが、農薬による植物プランクトンの増殖への影響は認められなかった。

このような結果になったのは、これらの農薬が植物プランクトンの増殖を抑制する能力が弱いこと、あるいは、農薬濃度がこれら植物プランクトンの増殖に影響する閾値を下回っていることなどが考えられた。

4. まとめ

5種類の農薬を対象に鶴見川縦断調査と海域調査を実施し、農薬の環境中での動態と植物プランクトンの成長抑制効果について基礎的な検討を行った。

まず、鶴見川縦断調査結果から、

- 1) 平均濃度は2.2~86.1ng/lの範囲にあり、DiuronとDaimuronの2農薬は濃度・検出率ともに高かった。
- 2) Diuron、IsouronおよびTebuthiuronは上流から河口に向かって濃度が上昇するが、水田用途のDaimuronは逆に河口よりも上流や中流のほうで高い濃度を示した。

3) Diuronは畑用などの農薬用途以外に船底塗料としても使用され、また、河川水中で分解が進みにくいこと、海域でも濃度が低下しないと考えられた。

次に、海域調査結果から、

- 4) 対象農薬5種のうち、DiuronとIsouronとDaimuronは高い頻度で検出され、そのうちDiuronが最大207μg/l検出された。
- 5) 出現した植物プランクトンの優先種は珪藻6種、渦鞭毛藻3種およびラフィド藻2種であった。細胞数の多い種は *Skeletonema costatum*、次いで *Pseudo-nitzschia spp.*、*Cerataulina spp.*の順であり、これら3種はいずれも珪藻であった。
- 6) 5種類の農薬による植物プランクトンの増殖への影響はみられなかった。

文献

- 1) 二宮勝幸、犬飼まり子、小市佳延、下村光一郎：市内河川・海域におけるLC/MS測定対象農薬の環境調査、横浜市環境科学研究所報、34、61-64(2010)。
- 2) 二宮勝幸：LC/MSを用いた農薬の多成分同時分析法、横浜市環境科学研究所報、33、86-90(2009)。
- 3) 常政典貴、中富光信、山岡雄一郎、宮野高光、花尾香奈恵、片岡真喜夫、橋本和久、上野博昭、今村光徳、久保田昭利、岡村秀雄：広島湾北部における有機スズ代替船底防汚剤による海域汚染状況について、広島市衛生研究所年報、24、64-67(2005)。
- 4) 佐久川弘、田原康作、青木一兼、荒井直朋、中谷暢丈、竹田一彦：広島県河川水中における除草剤ジウロンの濃度、分解速度、半減期、分解産物に関する研究、地球化学、44、1-15(2010)。

東京湾西岸域における海水温の上昇と季節のずれ

二宮勝幸（横浜市環境科学研究所）
 柏木宣久（統計数理研究所）
 岡敬一（神奈川県環境科学センター）

Elevated water temperature and shifted seasonal temperature variations in the west side of Tokyo Bay

Katsuyuki Ninomiya (Yokohama Environmental Science Research Institute)
 Nobuhisa Kashiwagi (The Institute of Statistical Mathematics)
 Keiichi Oka (Kanagawa Environmental Research Center)

キーワード：温暖化、東京湾、水温、重回帰、季節のずれ

要旨

東京湾西岸9地点における20年間の公共用水域水質測定結果の水温データおよび横浜地方気象台の気温データに、ダミー変数を用いた重回帰分析を適用してトレンドを推定し、その推定値等から季節のずれを試算した。季節のずれ日数 Δd （日）の算出式として、20年間の上昇温度を ΔT （ $^{\circ}\text{C}$ ）、季節変化の傾き S （ $^{\circ}\text{C}/\text{日}$ ）とすると、 $\Delta d = 30.4 \times \Delta T / S$ が導出された。水温のトレンドは上層で $0.051^{\circ}\text{C}/\text{年} \sim 0.104^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、下層で $0.057^{\circ}\text{C}/\text{年} \sim 0.098^{\circ}\text{C}/\text{年}$ の範囲であった。ずれ日数は上層で半月程度、下層で20日程度であり、それぞれ春は早まり秋は遅くなった。また、上下層ともに春季のほうが秋季よりも長かった。夏季と冬季については、20年間の上昇温度は夏季・冬季ともに上層に比べて下層が高く、また、上下層ともに夏季に比べて冬季が高かった。気温については、ずれ日数は春季で10日、秋季で5日であった。水温の上昇は、赤潮の発生時期および貧酸素水塊の形成時期を早め、年間を通してそれらの期間が長くなっていること、下層のDOの消費を促進させ、経年的なDO低下量の5割程度を占めることが示唆された。また、水温の上昇は、ノリの生長を遅らせ、熱帯原産のミドリイガイや死滅回遊魚等の越冬の可能性を高めていると考えられた。

1. はじめに

前報では、毎月の水温データのトレンドをより正確に求める統計手法として、ダミー変数を用いた重回帰が有用であること、また、東京湾の上層水温は上昇傾向にあることなどを明らかにした¹⁾。

一方、温暖化等による気温の上昇は桜の開花の早まりやカエデの紅葉の遅れなど季節のずれを生じさせる^{2, 3, 4)}。季節のずれ日数は温暖化の影響を評価する上でわかりやすい指標であるが、温度データのみから求めることができれば様々な分野で活用できる。そのため、季節のずれ日数をダミー変数を用いた重回帰を適用して得られたトレンド等から算出する方法を考えた。

ここでは、東京湾西岸海域における公共用水域水質測定計画の毎月の水温データに重回帰分析を適用して水温のトレンドを推定した。また、季節毎の水温データに重回帰分析を適用して季節のずれ日数を試算するとともに、水温の上昇が水質や生物に及ぼす影響について考察した。

2. 方法

2-1 使用データ

次の東京湾の公共用水域水質測定結果⁵⁾の水温、クロロ

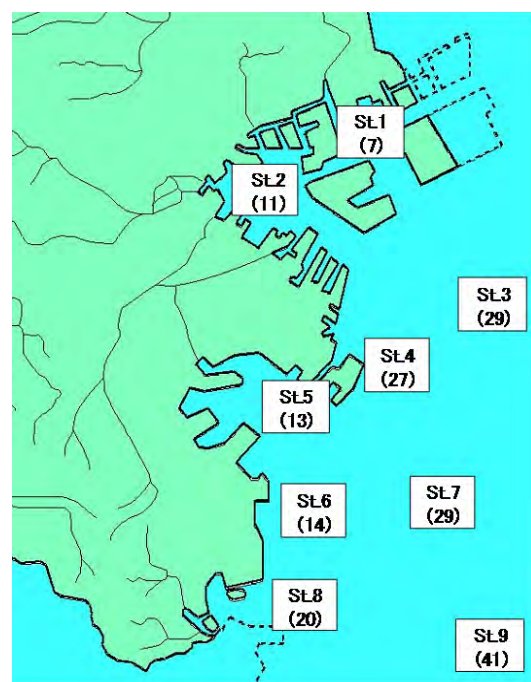


図1 測定地点（水深：m）

フィル a (Chl-a) および溶存酸素濃度 (DO) を用いた。
 期 間: 1985 年 4 月～2005 年 3 月の毎月上旬のデータ
 地 点: 横浜市西岸域 9 地点 (図 1)
 図中には括弧内に水深を示した。
 測定水深: 上層 (海面下 0.5m の位置)
 下層 (海底上 1m の位置)

なお、参考資料として、横浜地方気象台の気温 (該当月上旬を中心としてその前後の旬を含めた気温の平均値)⁶⁾ を用いた。

2-2 トレンドの推定方法

前報で示したダミー変数を用いた重回帰分析による方法を用いた¹⁾。

具体的には、公共用水域水質測定結果の水温データをトレンド成分、季節成分および採水日時の変化にともなう変動成分などの基本成分に分解して、それら基本成分に適切なダミー変数を含む説明変数を選択した。それに重回帰分析を適用してトレンドを推定し、赤池の情報量基準 (AIC)⁷⁾ により最適な Model を求めた。

2-3 季節のずれ日数の算出方法

2-3-1 季節のずれ日数 Δd (日) の計算式

図 2 は、初年度 (1985 年度) の水温の季節変化と、20 年経過し水温が ΔT °C 上昇したと仮定し、その上昇温度を強調した場合の最終年度 (2004 年度) の水温の季節変化を表した模式図である。

水温の上昇期間に当たる春季についてみると、水温が ΔT °C 上昇した最終年度の温度は初年度の Δm 月ずれた時点の温度に相当するので、季節変化の傾き S (°C/月) は次式のように定義できる。

$$S = \frac{\Delta T}{\Delta m} \quad (1)$$

一方、ひと月の平均日数は 365 日 / 12 か月 = 30.4 であるから、次式が得られる。

$$\Delta d = 30.4 \times \frac{\Delta T}{S} \quad (2)$$

図 2 において、春季の Δm の矢印は左向きすなわち春が早まり、秋季では逆 (右) 向きすなわち秋が遅くなることを示している。

なお、図 2 から推察されるように、季節のずれは春季と秋季について生じるものであり、夏季と冬季については当てはまらない。夏季と冬季については、20 年間の上昇温

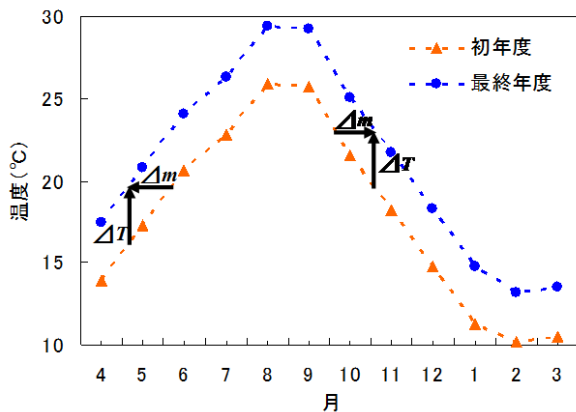


図 2 水温の季節変化の推移

度を比較・検討することとした。

2-3-2 季節変化の特徴と各季節の期間の設定

(2)式を使って、季節のずれ日数を算出するためには、季節変化の傾きと 20 年間の上昇温度 (以降、断りがない限り「上昇温度」という) の 2 つのパラメータを求める必要がある。そのため、春季と秋季のそれぞれについて季節変化の傾きがほぼ同じ値を取る期間を選択し、その平均値を求めることとした。また、上昇温度については、季節変化の傾きがほぼ同じ期間は上昇温度もほぼ同じと仮定して、上昇温度の平均値を求めた。

(a) 季節変化の特徴

春季と秋季の季節変化の傾きがほぼ同じ期間を選択するため、まず、各地点における季節変化の特徴について検討した。図 3 (a) および (b) に各地点の上層および下層における 20 年間の平均値を用いた季節変化を示した。

上層は、どの地点もほぼ同様な季節変化を示し、8～9月に最も高く2～3月に最も低かった。一方、季節変化の傾きの絶対値は春季と秋季では少し異なっていた。

下層は、水温の変動幅が上層の場合よりも小さく、また、地点により季節変化のパターンは異なっておりほぼ 2 群に大別できた。第 1 群は St. 1、St. 2、St. 5、St. 6 および St. 8 の 5 地点であり、第 2 群は St. 3、St. 4、St. 7 および St. 9 の 4 地点である。第 1 群の最高水温は 9 月にあり、上層の最高水温よりも約 1 か月遅れていた。第 2 群の最高水温および最低水温は第 1 群のそれらより

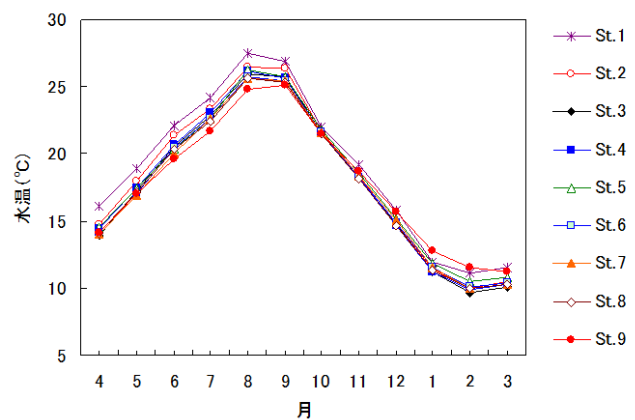


図 3 (a) 上層水温の季節変化 (20 年間平均値)

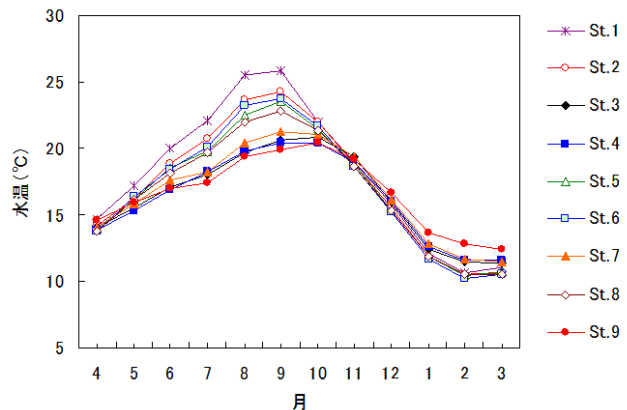


図 3 (b) 下層水温の季節変化 (20 年間平均値)

もさらに遅れる傾向がみられた。図1によると、水深は第1群では25m以下、第2群では25m以上である。したがって、季節変化のパターンが2群で異なる理由の一つとして、水深の深い地点ほど塩分濃度は高く、外洋水の影響を受けやすいことが考えられた⁸⁾。

(b) 各季節の期間の設定

図3から、各季節の期間については、春季は「3月～6月」(以降、春期という。)、秋季は「10月～1月」(以降、秋期という。))のいずれも4か月間とした。秋期を「10月～1月」としたのは、図2から上層や下層の浅い地点では9月から水温は低下するが、下層の水深の深い地点では10月から低下するため、水深の深い地点に合わせたためである。

夏季と冬季の期間については、図3から、それぞれ最高温度、最低温度を示す「8月～9月」(以降、夏期という。))、「2月～3月」(以降、冬期という。))のいずれも2か月とした。

3. 結果と考察

3-1 毎月データによる水温のトレンド

図4に毎月データに重回帰を適用して推定されたトレンドを示した。

上層のトレンドは0.051～0.104℃/年の範囲にあった。図1と対比してみると、河口域のSt.1を除き、トレンドは湾奥部のほうが湾口部に比べて高く、また、沿岸域に比べて沖合域で高い傾向を示した。他の報告によれば、日本近海域における水温のトレンドは、0.01～0.1℃/年程度の範囲にある^{9、10、11)}。東京湾西岸域のトレンドもほぼその範囲にあった。

下層のトレンドは0.057～0.098℃/年の範囲にあり、上層のそれとほぼ同じ値と分布傾向を示した。この理由として、比較的水深の浅い地点は上層水の影響を受け、深い地点は外洋水の影響を受けたことなどが考えられた¹²⁾。

20年間の上昇温度としては、上層で1.03～2.08℃、下層で1.13～1.96℃であった。上下層とも、この20年間に約1～2℃上昇したといえる。

一方、横浜地方気象台の気温のトレンドは0.050℃/年となり、水温のトレンドよりも低い傾向を示した。

3-2 春期と秋期における季節のずれ日数

図5(a)および(b)に春季と秋季における季節のずれ日数を示した。

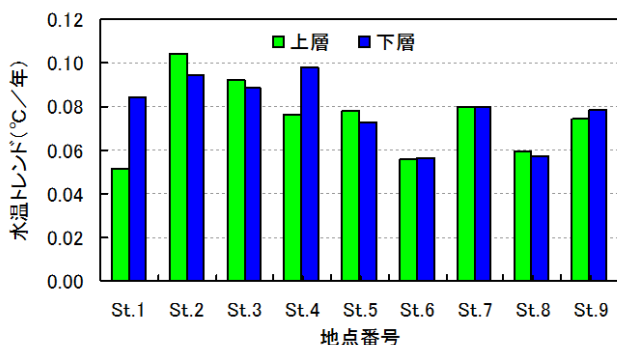


図4 毎月データによる水温のトレンド

3-2-1 春期

上層のずれ日数は8日から19日の範囲にあった。ずれ日数は湾奥部のほうが湾口部よりも長く、また、沖合域のほうが沿岸域よりもやや長い傾向を示した。東京湾における季節別の水温分布⁸⁾と同様な分布であった。

下層のずれ日数は14日から37日の範囲にあり、最も長い地点はSt.9、次いでSt.7、St.3、St.4の順であった。これら4地点の水深は25m以上あり(図1)、ずれ日数は水深の深い順に対応していた。この理由については後述する。

3-2-2 秋期

上層のずれ日数は8日から16日の範囲にあり、湾口部方面では沿岸域よりも沖合域のほうがやや長かった。

下層のずれ日数は12日から22日の範囲にあり、全地点で上層のそれよりも長かった。一方、ずれ日数は春期の下層の場合に比べて短く、その傾向は水深の深い沖合域で顕著であった。

3-2-3 ずれ日数の影響因子

2つのパラメータ(季節変化の傾きSと上昇温度 ΔT)がずれ日数 Δd に与える影響を調べるため、全地点における上下層の水温の平均値および気温を用いて検討した(表1)。

まず、季節別にずれ日数をみると、春期のずれ日数は、上層で16日、下層で21日であり、下層が上層よりも5

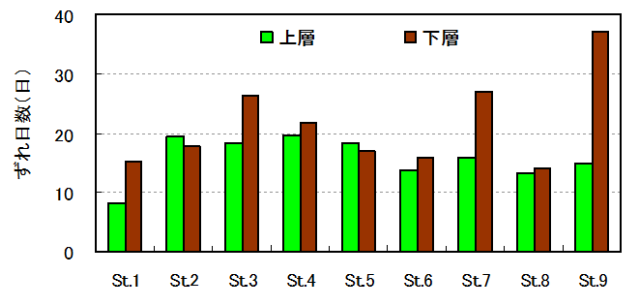


図5(a) 春期におけるずれ日数

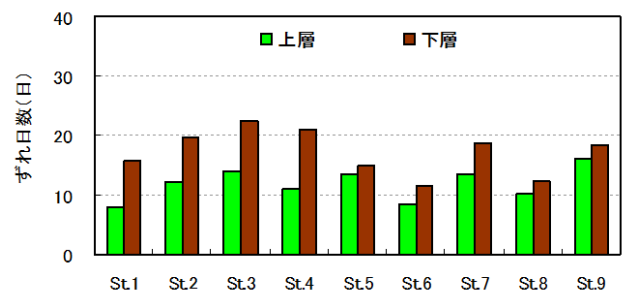


図5(b) 秋期におけるずれ日数

表1 春期と秋期におけるずれ日数と影響因子

	Δd (日)		ΔT (°C)/ S (°C/月)	
	春期	秋期	春期	秋期
上層水温	16	12	1.7/3.4	1.3/3.3
下層水温	21	17	1.5/2.3	1.7/3.0
気温	10	5	1.3/4.2	0.7/4.3

日長かった。秋期のずれ日数も下層が上層よりも5日長かった。ずれ日数に大きな影響を及ぼす因子は、春期は季節変化の傾き S 、秋期は上昇温度 ΔT であった。春期は、**図3**から季節変化の傾き S が大きい順に、上層、水深の浅い下層、水深の深い下層となっていることが影響していると考えられた。

次に、上下層別にみると、上下層とも、ずれ日数は春期のほうが秋期よりも4日長かった。ずれ日数に大きな影響を及ぼす因子は、上層は上昇温度 ΔT であり、下層は季節変化の傾き S であった。

このように季節別および上下層別でずれ日数に違いを生じさせる因子は異なった。この理由として、春期は成層構造の形成期であるのに対して、秋期は上下層が混合する循環期間であることが影響していると考えられた。

最後に、気温についてみると、ずれ日数は春期で10日、秋期で5日であり、上下層の場合と同様に春期のほうが秋期よりも長かった。しかし、気温のずれ日数は上層のそれと比べて春期と秋期にそれぞれ6日、7日短かった。気温と水温の測定頻度の違いが影響していることも考えられるので、今後検討していく必要がある。

3-3 夏期と冬期における水温と気温

表2に、上下層水温の全地点平均値および気温を用いて、夏期と冬期における初年度と最終年度の温度および上昇温度を示した。なお、夏期と冬期における温度は、それぞれ年間の最高温度と最低温度である。

上下層水温と気温の最終年度の温度を比較すると、夏期の最高気温は高い順に気温、上層水温、下層水温であり、冬期の最低水温は低い順に気温、上層水温、下層水温であった。すなわち、この順で年間の温度変動幅は大きく、特に冬における下層水温は気温よりも5℃以上高かった。

一方、夏期における上昇温度は上層で1.07℃、下層で1.35℃であり、冬期では上層で1.26℃、下層で1.40℃であった。上昇温度は上下層ともに冬期のほうが夏期よりも高く、また、夏期・冬期ともに下層のほうが上層よりも高い傾向を示した。近年、日本の内湾では外洋水の影響が増してきていることが指摘されている^{13, 14, 15)}。したがって、東京湾西岸域でも同様に水温のトレンドが上層よりも下層で高まってきており、注意して監視していく必要があると考えられた。

表2 季節別の初年度と最終年度の温度および上昇温度

	年度	夏期	冬期
上層水温	初年度	25.5	9.7
	最終年度	26.6	10.9
	[終一初]差	1.1	1.3
下層水温	初年度	21.9	10.3
	最終年度	23.2	11.7
	[終一初]差	1.4	1.4
気温	初年度	26.3	5.6
	最終年度	26.8	6.3
	[終一初]差	0.5	0.7

3-4 水温上昇による水質・生物への影響

3-4-1 水質への影響

(a) 赤潮の発生時期

赤潮の発生因子のなかでも、水温の影響は大きく¹⁶⁾、クロロフィル a (Chl-a) が 500mg/m³以上の値を示す特異的な赤潮の発生時期は6月に集中する¹⁷⁾。

図6に上層におけるChl-aの20年間の平均値の季節変化を示した。**図3(a)**と対比してみると、Chl-aの最大値は水温が約20℃を示す6月であった。したがって、水温が約20℃に達する時期に赤潮が最も発生し易くなると推察された⁸⁾。

表1から、特異的な赤潮の発生時期は半月ほど早まり6月から5月に移っている可能性が高い。しかし、今回使用したデータは毎月1回のものであることから、それを捉えきれていないとは言えない。また、水温の高い時期はChl-aも高いことから(**図3(a)**と**図6**)、年間を通してみるとChl-aの高い期間が長くなっていると推察された。ただし、赤潮の発生と密接に関連する栄養塩濃度は以前に比べて低下してきていることから、その推移の状況を考慮して検証する必要がある。

(b) 貧酸素水塊の形成

図7に下層におけるDOの20年間の平均値の季節変化を示した。

DOは3月から8月頃までほぼ一定の割合で低下している。**図3(b)**と対比してみると、下層DOは春期に水温

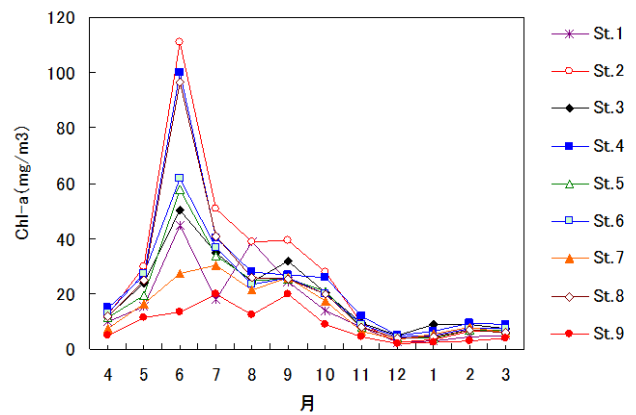


図6 上層 Chl-a の季節変化 (20年間平均値)

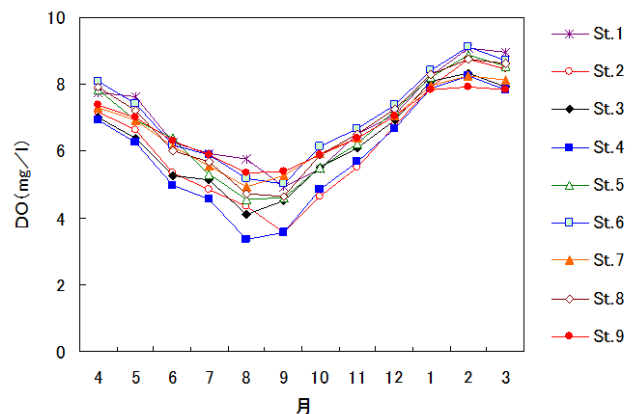


図7 下層 DO の季節変化 (20年間平均値)

の上昇とともに低下し、秋期には水温の低下とともに上昇した。下層におけるずれ日数(表 1)によると、水温の上昇は春期に貧酸素水塊の形成を平均して 21 日程度早め、秋期に貧酸素水塊の崩壊を平均して 17 日程度遅くさせると推察されることから、年間を通してみると、貧酸素水塊が形成される期間が 1 か月以上長くなっていることが示唆された。なお、水温は成層構造の発達と崩壊および嫌気性微生物の活性に寄与しており、下層 DO を変動させる要因である。また、下層における DO の消費には、水温だけでなく上層からの植物プランクトン遺骸沈降物や底質中の有機物などの多寡も寄与している。

そこで、下層 DO の低下させる要因として、水温上昇に由来するもの(水温由来)と上層からの沈降物などに由来するもの(その他由来)の 2 つに分けて検討した。

成層構造の発達と崩壊は上下層の海水の密度差によって決まり、密度を規定する因子は水温と塩分である⁷⁾。水温はこの 20 年間で上下層ともほぼ同じトレンドを示した。塩分についても重回帰によりトレンドを求めたところ、上下層とも統計的に有意な差は認められなかった。このことは、20 年間で水温と塩分が成層構造の強弱に影響を与えていないことを示唆している。したがって、20 年間の下層 DO のトレンドに影響を与える水温要因は、主として微生物の活性化によるものと考えられた。

一方、水温由来による 20 年間の DO 低下量は前述の季節変化における水温と DO の関係から推定できる。図 8 に下層における水温と DO の関係を示した。全地点で負の相関が認められた。春期と秋期では、それぞれ水温が

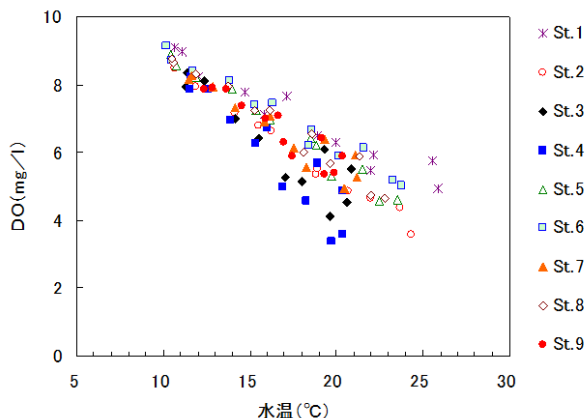


図 8 下層における水温と DO の関係

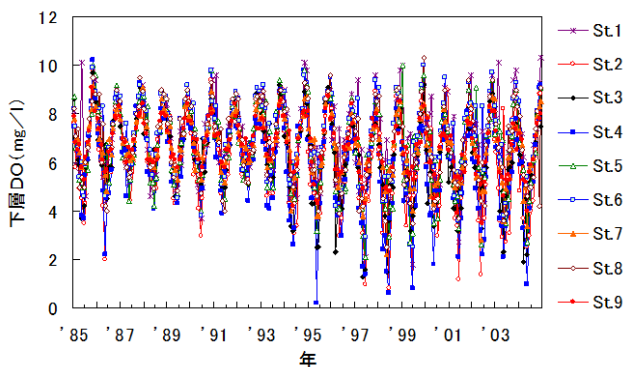


図 9 下層 DO の毎月の時系列

上昇と下降という異なる変化を示すので、それら季節別に水温と DO の相関係数を求めたところ、両季節とも全地点で -0.96 以上あった。それらの単回帰係数 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} / ^\circ\text{C}$) に 20 年間の水温上昇温度を乗算した値は水温由来による 20 年間の DO の低下量と解釈できる。

一方、図 9 に示した下層 DO の毎月の時系列データに重回帰を適用して推定された DO のトレンド ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} / \text{年}$) に 20 (年間) を乗算した値は水温由来による DO 低下量とその他由来による DO 低下量を合算したものの(全 DO 低下量)と考えられる。したがって、全 DO 低下量から水温由来の DO 低下量を差し引いた値はその他由来による DO 低下量となる。図 10 は、春期および秋期における水温由来の DO 低下量とその他由来の DO 低下量の積層図である。ただし、DO の重回帰によるトレンドについては、春期の St. 1 と秋期の St. 6 は統計的に 5% の危険率で棄却された。また、春期の St. 1 の全 DO 低下量はプラス値となったので、図示しなかった。

まず、春期についてみると、St. 1 を除いて全 DO 低下量は $0.72 \sim 1.89 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ の範囲にあり、平均して $1.14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。なかでも、St. 3 および St. 4 は全 DO 変化量が $1.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以上を示し、その他の地点に比べて 2 倍程度大きかった。また、この 2 地点における全 DO 低下量に占める他要因 DO 低下量は 6 割程度あり、他地点よりも高い傾向を示した。同様な傾向は St. 2 や St. 8 でも認められた。全地点で平均すると、水温由来とその他由来の DO 低下量はそれぞれ 5 割程度であった。

次に、秋期の全 DO 低下量は $0.40 \sim 1.48 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ の範囲にあり、平均して $0.90 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。秋期は春期とほぼ同じ傾向がみられるが、St. 3 や St. 6 は春期に比べて全 DO 低下量、特にその他由来の DO 低下量が小さ

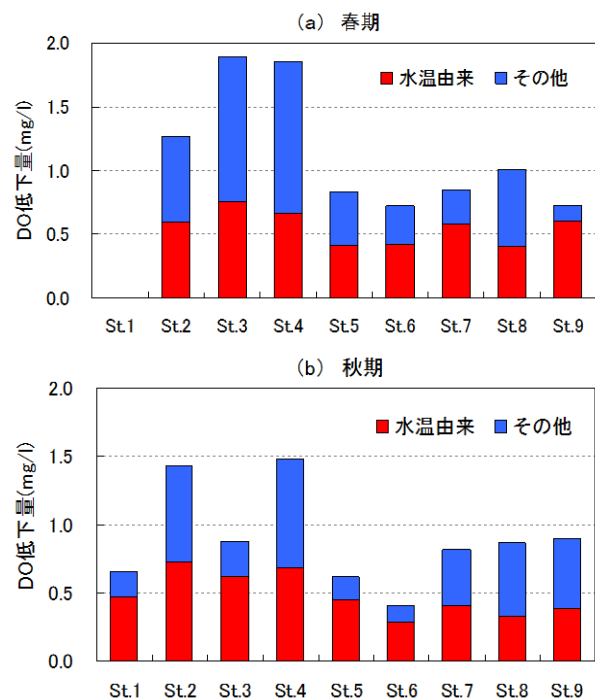


図 10 春期と秋期における 20 年間の下層 DO 低下量に対する水温上昇由来の下層 DO 低下量の割合 (春期の St. 1 と秋期の St. 6 は 5% 危険率で棄却)

くなった。それらとは逆に、St. 7と St. 9その他由来のDO低下量の割合が春期より高まった。このような春期と秋期とで少し異なる結果が得られたのは、それぞれ水温の上昇と下降および成層構造の発達と崩壊という異なる環境条件にあることなどが影響しているためと考えられるが、今後の検討課題である。

このように、下層DOの消費による貧酸素水塊の形成には、上層からの植物プランクトン遺骸降下物や底質中の有機物に起因するものに加えて、経年的な水温の上昇による影響も無視できないことが示唆された。汚染物質ではない水温が下層DOの低下を促進させていると言える。今後は貧酸素水塊を低減する水環境施策を展開していく上で、下層DOの低下要因を水温由来とその他由来とに区別して評価していくことが重要である。

3-4-2 生物への影響

(a) ノリ

ノリの生長は水温等の影響を大きく受ける。養殖ノリの生長は秋季の水温降下により18℃以下になると安定化するが、近年この温度に達する時期が東京湾の千葉県側では1970、1980年代に比べて10日程遅くなっていることが指摘されている⁹⁾。また、瀬戸内海では、海苔育苗の開始時期が1990年に比べて2000年以降では約2週間遅れており、24℃未満までの水温が低下する時期の後退と一致していることが指摘されている¹⁸⁾。

先述したように、秋期における上層水温のずれ日数は8～19日であった(図5(b))。解析対象期間の違いはあるが、このずれ日数は東京湾の千葉県側と瀬戸内海におけるずれ日数の範囲内にあった。このように、水温データから算出したずれ日数は、ノリ養殖の海域毎あるいは海域内の地点毎の違いなどを検討する上で活用できると考えられた。

(b) ミドリイガイ

ミドリイガイは岸壁やブイなどの海面上層付近に付着して生息しており、一般的にミドリイガイは水温が10℃程度を下回ると死滅すると指摘されている¹⁹⁾。

冬期の上層水温は初年度の9.7℃から最終年度10.9℃まで上昇したこと(表2)、ミドリイガイの越冬の可能性が高まってきている。

なお、ミドリイガイの越冬には、日内あるいは数日間における水温変動も影響する²⁰⁾が、今回使用した水温データは毎月1回の頻度で測定されたものである。ミドリイガイの越冬の可能性をさらに精度良く評価するためには、高頻度で測定された水温データを使用して検討していく必要がある。

(c) 死滅回遊魚

死滅回遊魚とは、例えば、本来熱帯・亜熱帯の海域に分布する魚が黒潮に乗って本州沿岸に運ばれて来るが、日本の夏を過ごすことはできても、冬の水温低下などにより死滅する魚を言う²¹⁾。

表2によれば、冬期における最終年度の平均水温は上層では10.9℃、下層では11.7℃であった。このように平均水温は上層よりも下層のほうが高く、また、上昇温度も上層の1.26℃に対して下層は1.40℃であり、下層のほうが高かった。したがって、亜熱帯性や熱帯性の魚などは下層のほうで越冬する可能性が高く、また、越冬して

生息できる魚種が増えてくることが示唆された。

4. まとめ

東京湾9地点の水温データにダミー変数を用いた重回帰分析を適用してトレンドを推定するとともに、季節のずれ日数を試算し、得られた結果について考察した。

- 1) 水温のトレンドは上層で0.051～0.104℃/年、下層で0.057～0.098℃/年の範囲にあった。
- 2) 季節のずれ日数 Δd (日)の算出式として、20年間の上昇温度を ΔT (℃)、季節変化の傾き S (℃/日)とすると、 $\Delta d = 30.4 \times \Delta T / S$ が導出された。
- 3) ずれ日数は春期の上層で8～19日、下層で14～37日の範囲にあり、それぞれ春は早まった。秋期の上層では8～16日、下層で12～22日の範囲にあり、それぞれ秋は遅くなった。また、春期の上層では湾奥部から湾口部に向かってずれ日数は短くなるが、下層では水深の深い地点ほど長い傾向を示した。秋期のずれ日数は上下層ともに水深の深い地点ほど長かった。
- 4) 夏期と冬期における20年間の上昇温度は上下層ともに夏期に比べて冬期が高く、夏期・冬期ともに上層に比べて下層が高い傾向を示した。
- 5) 気温については、ずれ日数は春期で10日、秋期で5日となり、上下層水温と同様に春期のほうが長かった。20年間に気温は夏期で0.5℃、冬期で0.7℃上昇した。
- 6) 水温の上昇トレンドは、赤潮の発生時期および貧酸素水塊の形成時期を早め、年間を通してみるとそれらの期間が1月程度長くなっていることが示唆された。また、温暖化等による水温の上昇トレンドは下層DOの低下要因として無視できず、20年間における全DO低下量の5割程度を占めていると考えられた。
- 7) 水温上昇による生物への影響として、ノリの生長期を遅れさせること、そして、熱帯原産のミドリイガイや死滅回遊魚等の越冬の可能性を高めていることが示唆された。

参考文献

- 1) 二宮勝幸、柏木宣久、岡敬一、岩渕美香、飯島恵：東京湾西部海域における表層水温のトレンドーダミー変数を用いた重回帰分析による推定ー、横浜市環境科学研究所報、34、46-51(2010)。
- 2) 青野靖之・守屋千晶：休眠解除を考慮したソメイヨシノの開花日推定モデルの一般化、農業気象、59、165-177(2003)。
- 3) 初鹿宏壮、橋本淳一、折谷禎一、山崎敬久、溝口俊明、土原義弘、木戸瑞佳、中村篤博：富山県における地球温暖化に関する調査研究(概要)、富山県環境科学センター年報、35、76-77(2007)。
- 4) 佐俣満夫、石橋国男：横浜市こども植物園における気温変動による植物開花日の経年変化、横浜市環境科学研究所報、32、27-32(2008)。
- 5) 神奈川県環境部：昭和60年度-平成16年度版、神奈川県水質調査年表(1985-2004)。
- 6) 気象庁：過去の気象データ
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

- 7) Akaike H: Likelihood and the Bayes procedure, *Trabajos de Estadística*, **31**, 143~166(1980).
- 8) 二宮勝幸、水尾寛巳、柏木宣久、安藤晴夫、小倉久子、飯村晃、岡敬一、吉田謙一、飯島恵：温暖化と東京湾の水環境－水温と水質との関係－、横浜市環境科学研究所報、**33**、58-67(2009).
- 9) 千葉県水産総合研究センター：東京湾における水温の長期的変動
www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/shikenkenkyuu/documents/55_1.pdf
- 10) 服部幸和、西海暢展、中村智：大阪府水域における水温の経年変化と分布について、第17回環境化学討論会、156-157(2008).
- 11) 原田和弘、西川哲也：兵庫県瀬戸内海における温暖化現象、第17回環境化学討論会、154-155(2008).
- 12) 気象庁：海面水温
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/index2.html
- 13) 安藤晴夫、柏木宣久、二宮勝幸、小倉久子、山崎正夫：東京湾における水温の長期変動傾向について、海の研究、**12**(4)、407~413(2003).
- 14) 近藤明希子、磯部篤彦、篠原満寿美：福岡湾における水温長期変動とその要因、海の研究、**14**(3)、399-409(2005).
- 15) 佐藤利幸、神菌真人：豊前海の水温・塩分変動と漁獲量の変動、福岡水海技セ研報、**16**、121-127(2006).
- 16) 中村泰男、渡辺信：*Chattonella antiqua* の増殖に及ぼす温度、塩分、pH の効果、国立公害研究所研究報告、**63**、79-85(1984).
- 17) 横浜市環境科学研究所：東京湾の富栄養化に関する調査報告書、環境研資料 No. 117、(1995).
- 18) 原田和弘、西川哲也：兵庫県瀬戸内海における温暖化現象、第17回環境化学討論会、154-155(2008).
- 19) 植田育男、西榮二郎、眞田将平、下迫健一郎：横浜港内の干潟におけるミドリイガイの越冬時温度条件、神奈川自然誌資料、**31**、13-18(2010).
- 20) <http://www.sizenken.biodic.go.jp/pc/ikimono/thema/05/setsumeikaiyu.html>

鶴見川における農薬調査について(平成21年度)

酒井 学 (横浜市環境科学研究所)

Investigation of Pesticides in the Tsurumi River (April 2009-March 2010)

Manabu Sakai (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: 農薬、河川水

要旨

横浜市内を流れる鶴見川6地点で82種類の農薬を調査した結果、ブロマシル(除草剤)、イプロベンホス(殺菌剤)、フェニトロチオン(殺虫剤)等、27種類の農薬が検出されたが、環境基準値、指針値等を超える濃度は検出されなかった。検出回数の多い農薬は、ブロマシルであり、96試料中、58試料から検出されたが、その濃度は、 $0.5\mu\text{g/L}$ 以下であった。フェニトロチオン、ジクロルボス、ダイアジノン等の殺虫剤は、指針値以下であったが、予測無影響濃度よりも高い濃度が検出されており、生態系への影響が推察される結果であった。

1. はじめに

農薬は、効率的な生産活動や緑地等の管理に有用であるが、環境中に排出された場合、低濃度でも周辺環境へ影響を及ぼすおそれがある物質として、環境基準値、公共用水域における水質評価指針値、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値、水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値など、基準値や指針値が設定されているものが多い。また、人の健康や生態系に影響を及ぼすおそれがある物質として、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化学物質排出把握管理促進法)」において、第1種指定化学物質にフェニトロチオン、ダイアジノン、ジクロルボス等が指定され、更にシアナジン、テブコナゾール、ブタクロール、ブロマシル等が平成20年の改正で追加されるなど、環境リスクを考える上で重要な物質である^{1,2)}。しかし、農薬の場合、化学物質排出把握管理促進法の届出外排出量が多いため、農薬の出荷量、作付面積等から環境排出量を推計しており、環境実態について明らかでない部分も多い。そこで、横浜市環境科学研究所では、流域面積が広く、市内の代表的河川である鶴見川で農薬のモニタリング調査を行っており³⁻¹⁰⁾、今回平成21年度の調査結果の報告を行う。

2. 調査方法

2-1 試料採取

亀の子橋(鶴見川、横浜市港北区)、千代橋(鶴見川、横浜市緑区、都筑区)、都橋(鶴見川支流恩田川、横浜市緑区)、寺家(鶴見川支流寺家川・宮前橋より上流100m、横浜市青葉区)、奈良川(鶴見川支流奈良川と恩田川の合流点より奈良川側100m、横浜市青葉区)、しらとり川(鶴見川支流しらとり川と恩田川の合流点よりしらとり川側流路、横浜市青葉区)において、平成21年4月から平成22年3月まで、毎月1~2回(6月から9月は月2回、そ

他の月は月1回)、試料採取を行った。寺家及び奈良川は流域に水田・畑が多い地域である。一方、しらとり川流域は、水田が少なく、住宅地や商業施設が多くなっている。

2-2 農薬分析

分析方法は以前の報告に準じ、GC/MSによる一斉分析を行った^{5,6)}。

なお、今回調査対象とした農薬は以下の82種類である。
除草剤: アトラジン、アメトリン、アラクロール、エスプロカルブ、オキサジアゾン、カフェンストール、キノクラミン(ACN)、クロロニトロフェン、シアナジン、ジクロベニル(DBN)、シハロホップブチル、シマジン、ジメタメトリン、シメトリン、ジメピペレート、チオベンカルブ、テニルクロール、テルブカルブ、トリフルラリン、ナプロパミド、ピフェノックス、ピペロホス、ピリブチカルブ、ピリミノバックメチル、ブタクロール、ブタミホス、プレチラクロール、プロピザミド、ブロマシル、プロモブチド、ペンディメタリン、ベンフレセート、メチルダイムロン、メフェナセット、モリネート、レナシル

殺菌剤: イソプロチオラン、イプロベンホス、クロロタロニル、クロロネブ、ジフェノコナゾール、テブコナゾール、トルクロホスメチル、フサライド、フルトラニル、プロシミドン、ペンシクロン、マイクロブタニル、メタミノストロピン、メタラキシル、メプロニル、EDDP、PCNB

殺虫剤: イソキサチオン、エチルチオメトン、エトフェンプロックス、クロルピリホス、クロルピリホスメチル、ジクロルボス、ダイアジノン、テブフェンピラド、パラチオン、ハルフェンプロックス、ピラクロホス、ピリダフェンチオン、ピリプロキシフェン、ピリミホスメチル、フィプロニル、フェニトロチオン、フェノブカルブ、フェンチオン、フェントエート、ブプロフェジン、プロチオホス、 α -ベンゾエピン、 β -ベンゾエピン、

ホサロン、マラチオン、メチダチオン、メチルパラチオン、EPN

成長調整剤：パクロボトラゾール

3. 結果及び考察

表-1に河川水中の農薬分析結果を示し、表-2に検出された27種類の濃度範囲、「水質汚濁に係る環境基準値及び指針値」、「公共用水域等における水質評価指針値」、「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値」、「水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値」¹¹⁾、「生態リスク初期評価に基づく予測無影響濃度」を示した。82種の農薬の中で、表-1に示した以外は定量限界(0.05 µg/L)未満の濃度であった。

はじめに除草剤の結果であるが、今回の調査では、アメトリン、エスプロカルブ、カフェンストロール、キノクラミン、シアナジン、ジクロベニル、シメトリン、ピリブチカルブ、ブタクロール、プレチラクロール、ブロマシル、プロモブチド、メフェナセット、モリネートの14種類が検出され、指針値等が設定されている除草剤について、これらの濃度を超えるものは認められなかった。以前の調査と比較すると、今年度はシアナジン、ジクロベニル、ブタクロールが新たに検出されたが、シアナジン、ジクロベニルは1試料のみであり、ブタクロールも平成21年6月3日の都橋及び亀の子橋の2試料と、検出試料数は少なかった。一方、17年度5試料⁷⁾、18年度6試料⁸⁾から検出されていた除草剤のチオベンカルブは、昨年度同様いずれの場所からも検出されなかった。図-1に、平成17年~21年6月の寺家における、チオベンカルブ、ピリブチカルブ、プロモブチドの濃度をグラフに示した⁷⁻¹⁰⁾。いずれも水田用除草剤であり、チオベンカルブは平成17年、18年に検出されていたが、平成19年以降検出されていない。かながわのPRTRによると、チオベンカルブの横浜市全体の推定排出量は、平成19年度以降急激に減少しており(図-2)¹²⁾、鶴見川流域においても、使用が減少していると思われる。ピリブチカルブは、過去にもしばしば検出されて

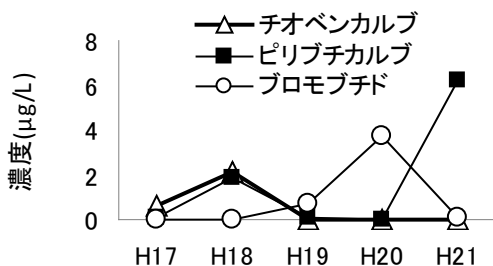


図-1 寺家の除草剤濃度の変化

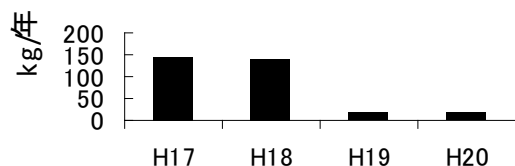
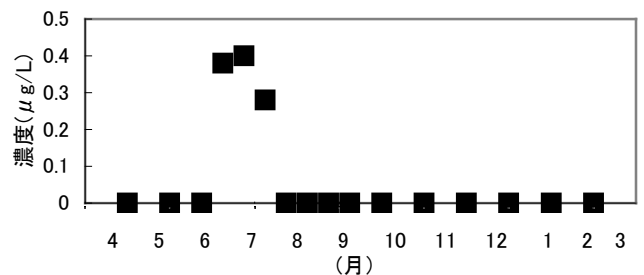


図-2 横浜市内におけるチオベンカルブの環境への排出量(推定量)

いたが、21年度は過去5年間の調査で最も高い濃度(6.2 µg/L)であった。かながわのPRTRによると、ピリブチカルブの横浜市全体の年間排出量は、平成17~20年度に0.53~1.0kgと少なく¹²⁾、排出量と濃度との相関は明らかでなかった。プロモブチドは平成17、18年度は寺家から検出されず、平成20年度3.7 µg/Lとなったが、本年度は0.06 µg/Lであった。

次に寺家における除草剤のメフェナセット及びしらとり川のプロマシル濃度を月別に示した(図-3)。その結果、寺家では6~7月にメフェナセットが検出され、プロマシルは年間を通して検出されなかったが、しらとり川では、メフェナセットが検出されず、プロマシルがほぼ1年間(7月21日の試料以外の試料)検出されており、除草剤の種類及び年間の濃度変化のパターンが全く異なっていた。これは、寺家の流域には水田が多いのに対し、しらとり川の流域には、住宅地や商業施設が多いといった土地利用の違いが関係しているものと思われる。

(a)寺家のメフェナセット濃度



(b)しらとり川のプロマシル濃度

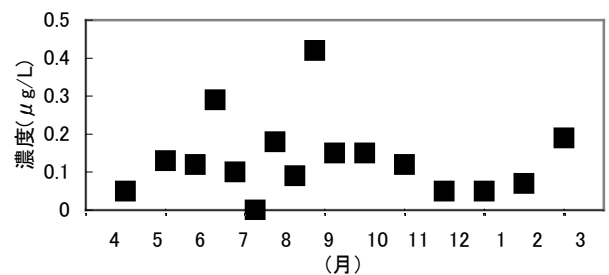


図-3 メフェナセット及びプロマシルの濃度変化

(a) 寺家 (メフェナセットのみ、プロマシルは不検出)

(b) しらとり川 (プロマシルのみ、メフェナセットは不検出)

殺菌剤に関しては、イソプロチオラン、イプロベンホス、EDDP、テブコナゾールの4種類が検出された。この中で、イプロベンホスは、しらとり川以外の5地点から検出され、検出された試料数(10試料)が多く、最高濃度(5.5 µg/L)も他の殺菌剤より高い濃度であった。イプロベンホスは、稲用の殺菌剤であり、20年度も寺家で7月に2.9 µg/L検出されており¹⁰⁾、一時的に、河川へ流出したと思われる

た。

殺虫剤に関しては、イソキサチオン、ジクロロボス、ダイアジノン、フィプロニル、フェニトロチオン、フェノブカルブ、フェンチオン、マラチオンの8種類が検出された。フィプロニルは、奈良川を除いた5地点、21試料から検出され、検出試料の数は多かったが、濃度は最高で0.09 μ g/Lであった。フェニトロチオンは、調査を行った6地点全てから検出(合計19試料)され、最高濃度は、平成21年6月3日亀の子橋で、1.6 μ g/Lであった。この濃度は、平成20年度の最高濃度(20年12月の都橋、2.8 μ g/L)¹⁰⁾より低く、環境基準(要監視項目)の指針値(3 μ g/L)を満たすものであるが、化学物質ファクトシート¹⁾に記載された予測無影響濃度(0.00021 μ g/L)と比較すると(水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値は設定されていない)、予測無影響濃度の1000倍を超える濃度であった。

ジクロロボスの検出濃度は、0.76~0.05 μ g/L、ダイアジノンの検出濃度は、1.2~0.05 μ g/Lであり、各々環境基準(要監視項目)の指針値(ジクロロボス8 μ g/L、ダイアジノン5 μ g/L)を満たすものであるが、化学物質ファクトシートに記載された予測無影響濃度(ジクロロボス0.0013 μ g/L、ダイアジノン0.00026 μ g/L)と比較すると(水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値は設定されていない)、予測無影響濃度の100倍を超える濃度となっていた。

国立環境研究所の多田らが、平成21年6月3日の鶴見川・亀の子橋の試料(殺虫剤濃度:フェニトロチオン1.6 μ g/L、フィプロニル0.07 μ g/L)を用いてオオミジンコの繁殖試験を実施した結果、オオミジンコの死亡が認められ、平成21年6月3日の寺家(殺虫剤濃度:フィプロニル0.08 μ g/L)及びしらとり川の試料(殺虫剤:不検出)ではオオミジンコが産仔を行い、産仔数も対照と差が認められなかったと報告している¹³⁾。また、平成21年7月6日のしらとり川(イソキサチオン0.10 μ g/L、ジクロロボス0.10 μ g/L、フェニトロチオン0.07 μ g/L)の試料を用いて、同様にオオミジンコの繁殖試験を行った結果、オオミジンコの産仔数の減少が認められたと報告しており¹³⁾、殺虫剤の生態系への影響が推察されるものであった。

4. まとめ

横浜市内の鶴見川で農薬調査を実施した結果、平成21年度は27種類が検出された。17、18年度には、複数の試料で検出されていた水田用除草剤のチオベンカルブが20年度同様不検出となり、使用している除草剤の種類の変更が推察された。シメトリン、メフェナセット等の水田用除草剤は、しらとり川を除く地点から、初夏に検出さ

れたが、秋以降は定量限界以下の濃度となった。一方、除草剤のプロマシルは、検出回数が多く、寺家以外の地点から年間を通して検出された。

殺虫剤では、ジクロロボス、フィプロニル、フェニトロチオン、ダイアジノン等が検出された。ジクロロボス、フェニトロチオン、ダイアジノンの最高濃度は、環境基準(要監視項目の指針値)を下回る濃度であったが、化学物質ファクトシートに記載されている予測無影響濃度を上回る濃度であり、生態系への影響が推察される結果となった。

参考資料及び注

- 1) 環境省:化学物質ファクトシート、2010.
- 2) 経済産業省化学物質管理課:
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html
- 3) 酒井 学、二宮勝幸:横浜市内河川の農薬モニタリング、横浜市公害研究所年報、**15**、135-141 (1991).
- 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中の農薬調査(第3報)、横浜市環境科学研究所報、**23**、16-25 (1999).
- 5) 酒井 学:横浜市内河川の農薬調査について、横浜市環境科学研究所報、**24**、101-106 (2000).
- 6) 酒井 学:鶴見川における農薬調査について、横浜市環境科学研究所報、**30**、46-49 (2006).
- 7) 酒井 学:鶴見川における農薬調査について(II)、横浜市環境科学研究所報、**31**、102-107 (2007).
- 8) 酒井 学:鶴見川における農薬調査について(平成18年度)、横浜市環境科学研究所報、**32**、98-103 (2008).
- 9) 酒井 学:鶴見川における農薬調査について(平成19年度)、横浜市環境科学研究所報、**33**、80-85 (2009).
- 10) 酒井 学:鶴見川における農薬調査について(平成20年度)、横浜市環境科学研究所報、**34**、65-69 (2010).
- 11) 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値は、上流の流域面積が概ね百平方キロメートルであり、上流の農地の面積が、水田にあっては概ね五百ヘクタール、畑地等にあっては概ね七百五十ヘクタールである地点を基準にしており、今回は参考値として掲載した。
- 12) 神奈川県環境科学センター:かながわ PRTR 情報室、<http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/prtr/>
- 13) 多田 満、小神野 豊、酒井 学、石母田 誠、宮原裕一:河川水を用いたオオミジンコの繁殖試験に関する研究、日本生態学会第57回全国大会、2010.

表-1 鶴見川の農業調査結果（検出された物質、 $\mu\text{g/L}$ ）

		調査地点					
物質名		寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
(1) 平成21年4月13日							
除草剤	アメトリン	nd	0.07	nd	nd	0.21	nd
	プロマシル	nd	nd	0.05	nd	0.14	nd
殺虫剤	ジクロルボス	nd	nd	nd	nd	0.07	nd
	フィプロニル	nd	nd	nd	0.06	nd	0.05
(2) 平成21年5月11、14日							
物質名		寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	キノクラミン	nd	nd	nd	0.06	nd	nd
	プロマシル	nd	0.13	0.13	0.07	0.12	0.12
殺菌剤	テブコナゾール	nd	nd	nd	0.06	nd	nd
	ジクロルボス	nd	nd	nd	0.36	nd	nd
殺虫剤	フィプロニル	nd	nd	nd	0.05	nd	0.05
	フェニトロチオン	nd	0.14	nd	nd	0.14	0.07
	マラチオン	nd	nd	0.05	nd	nd	nd
(3) 平成21年6月3日							
物質名		寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	カフェンストロール	nd	nd	nd	0.06	nd	0.06
	キノクラミン	nd	0.73	nd	nd	nd	0.06
	ピリブチカルブ	6.2	nd	nd	nd	nd	nd
	ブタクロール	nd	nd	nd	nd	0.18	0.06
	プレチラクロール	nd	nd	nd	nd	0.07	nd
	プロマシル	nd	0.09	0.12	0.10	0.16	0.09
	プロモブチド	0.06	0.12	nd	0.07	0.14	0.11
	メフェナセット	nd	0.49	nd	0.05	0.15	0.10
殺虫剤	フィプロニル	0.08	nd	nd	nd	nd	0.07
	フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.06	1.6
	フェンチオン	nd	0.42	nd	nd	0.10	nd
(4) 平成21年6月25日							
物質名		寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	エスプロカルブ	0.27	nd	nd	nd	nd	nd
	シメトリン	nd	nd	nd	0.08	0.29	0.13
	プレチラクロール	nd	nd	nd	nd	0.10	nd
	プロマシル	nd	0.09	0.29	0.14	0.24	0.26
	プロモブチド	nd	nd	nd	0.15	0.93	0.36
	メフェナセット	0.38	0.21	nd	0.07	0.07	0.07
	モリネート	nd	0.05	nd	0.24	1.3	0.39
殺菌剤	イプロベンホス	0.35	nd	nd	0.07	nd	nd
	EDDP	nd	nd	nd	0.15	nd	nd
殺虫剤	ジクロルボス	nd	nd	nd	nd	0.05	nd
	ダイアジノン	0.14	nd	nd	nd	nd	nd
	マラチオン	nd	nd	1.3	0.07	nd	nd
	フェンチオン	nd	nd	nd	0.08	0.07	nd
(5) 平成21年7月6日							
物質名		寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
殺菌剤	エスプロカルブ	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
	キノクラミン	nd	3.3	nd	nd	0.37	0.14
	シアナジン	nd	1.2	nd	nd	nd	nd
	ジクロベニル	nd	0.49	nd	nd	nd	nd
	シメトリン	nd	nd	nd	nd	0.06	0.08
	プロマシル	nd	0.28	0.10	0.06	0.09	0.08
	プロモブチド	0.20	nd	nd	nd	0.13	0.14
	メフェナセット	0.40	0.45	nd	nd	nd	nd
	モリネート	nd	nd	nd	0.10	0.14	0.16
	イプロベンホス	0.16	nd	nd	nd	nd	nd
殺虫剤	EDDP	0.17	nd	nd	nd	nd	nd
	イソキサチオン	nd	nd	0.10	nd	nd	nd
	ジクロルボス	nd	nd	0.10	nd	nd	nd
	フィプロニル	0.09	nd	nd	nd	0.05	0.09
	フェニトロチオン	0.10	0.44	0.07	0.05	0.10	0.05
マラチオン	nd	0.16	nd	nd	0.05	nd	

(6) 平成21年7月21日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	nd	nd	nd	0.06	nd
	ブロモブチド	0.07	nd	nd	nd	nd	nd
	メフェナセット	0.28	nd	nd	nd	nd	nd
殺菌剤	イソプロチオラン	2.4	nd	nd	nd	nd	0.05
	イプロベンホス	2.5	nd	nd	nd	nd	0.05
殺虫剤	ダイアジノン	0.08	nd	nd	nd	nd	nd
	フィプロニル	0.05	nd	nd	0.05	nd	0.08
	フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.05	0.60
	フェノブカルブ	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
	フェンチオン	nd	nd	nd	nd	0.12	0.05

(7) 平成21年8月3日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.13	0.18	0.09	0.10	0.08
殺菌剤	イプロベンホス	0.05	5.5	nd	nd	0.62	0.27
	テブコナゾール	nd	nd	0.64	nd	nd	nd
殺虫剤	ダイアジノン	nd	1.2	nd	nd	0.13	0.05
成長調整剤	パクロブトラゾール	nd	1.1	nd	nd	0.26	nd

(8) 平成21年8月18日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	nd	0.09	nd	0.08	nd
殺菌剤	イプロベンホス	0.25	nd	nd	nd	nd	nd
殺虫剤	フィプロニル	nd	nd	nd	0.08	nd	0.07
	フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.20	nd

(9) 平成21年9月1日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.18	0.42	0.37	0.25	0.36

(10) 平成21年9月15日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	nd	0.15	0.05	0.13	nd
殺虫剤	ジクロルボス	nd	nd	nd	0.76	nd	nd
	フィプロニル	nd	nd	nd	0.07	nd	0.08
	フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.64	0.09

(11) 平成21年10月20日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	nd	0.15	nd	0.15	nd
殺虫剤	フィプロニル	nd	nd	nd	0.07	0.05	0.07

(12) 平成21年11月4日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.06	0.12	nd	0.10	0.05
殺虫剤	フィプロニル	nd	nd	nd	nd	nd	0.06

(13) 平成21年12月2日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.08	0.06	nd	0.08	nd
殺虫剤	フィプロニル	nd	nd	nd	0.05	nd	nd

(14) 平成22年1月6日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	nd	0.05	nd	0.05	nd
殺虫剤	フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.05	0.05

(15) 平成22年2月3日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.07	0.07	0.06	0.08	nd
殺虫剤	フェニトロチオン	nd	nd	0.10	nd	nd	nd

(16) 平成22年3月9日

	物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
除草剤	プロマシル	nd	0.12	0.19	0.10	0.15	0.07
殺虫剤	ジクロルボス	nd	nd	nd	0.05	nd	nd

単位：μg/L、定量下限0.05μg/L
 nd: 不検出、定量下限を超えた農薬のみ表示

表-2 検出された物質の環境基準値、指針値及び予測無影響濃度

物質名	検出された濃度範囲 ($\mu\text{g/L}$)	基準値もしくは指針値 ($\mu\text{g/L}$)	予測無影響濃度 ($\mu\text{g/L}$)	
アメトリン	0.21~0.07	—	—	
エスプロカルブ	0.27~0.05	10 ^c , 15 ^e	—	
カフェンストロール	0.06	70 ^d	—	
キノクラミン	3.3~0.06	6.3 ^e	—	
シアナジン	1.2	—	—	
ジクロベニル	0.49	—	—	
シメトリン	0.29~0.06	60 ^c , 6.2 ^e	—	
除草剤	ピリブチカルブ	6.2	230 ^d , 10 ^e	—
ブタクロール	0.18~0.06	—	—	
プレチラクロール	0.10~0.07	40 ^c	—	
ブロマシル	0.42~0.05	—	—	
ブロモブチド	0.93~0.07	40 ^c , 480 ^e	—	
メフェナセット	0.40~0.07	9 ^c , 32 ^e	—	
モリネート	1.3~0.05	5 ^c	—	
イソキサチオン	0.10	8 ^b , 80 ^d	1.3 ^f	
ジクロルボス	0.76~0.05	8 ^b	0.0013 ^f	
ダイアジノン	1.2~0.05	5 ^b , 50 ^d	0.00026 ^f	
殺虫剤	フィプロニル	0.09~0.05	—	—
フェニトロチオン	1.6~0.05	3 ^b , 30 ^d	0.00021 ^f	
フェノブカルブ	0.05	30 ^b	0.0030 ^f	
フェンチオン	0.42~0.05	—	—	
馬拉チオン	1.3~0.05	10 ^c	—	
イソプロチオラン	2.4~0.05	40 ^b , 2600 ^d , 920 ^e	10 ^f	
殺菌剤	イプロベンホス	5.5~0.05	8 ^b , 270 ^e	1.0 ^f
テブコナゾール	0.64~0.06	770 ^d	—	
EDDP	0.17~0.15	6 ^c	—	
成長調整剤	パクロボトラゾール	1.1~0.26	—	—

a: 水質汚濁に係る環境基準値

b: 指針値（要監視項目）

c: 公共用水域等における水質評価指針値

d: 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値

e: 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値¹³⁾

f: 生態リスク初期評価の予測無影響影響濃度²⁾

—: 環境基準値、指針値等が未設定 あるいは予測無影響濃度が未報告

横浜市における PRTR 対象物質の大気環境調査

2007～2008 年度の調査結果

佐々木怜子¹ 白砂裕一郎¹ 鈴木麻菜¹ 山口雄二²

(1 : 横浜市環境科学研究所, 2 : 環境保全部環境監視センター)

Survey of PRTR Chemicals in ambient air of Yokohama City, 2007-2008

Satoko Sasaki Yuichiro Shirasuna Mana Suzuki Yuji Yamaguchi
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード : PRTR 大気環境調査

要旨

1999 年(平成 11 年)7 月に「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化管法)」が法制化され、これにより 2001 年(平成 13 年)から対象事業者は、対象物質の環境中への排出量等を把握し、2002 年(平成 14 年)から国への届出が実施されている。本報では、横浜市における環境大気中への排出量の多い第一種指定化学物質の 4 物質(トルエン、キシレン、エチルベンゼン、p-ジクロロベンゼン)の大気環境濃度を報告する。その結果、既報^{1, 2)}を含めた 2002～2008 年度の PRTR 排出量と環境濃度には相関が認められず、4 物質ともに室内空気濃度指針値以下であった。また 1998 年、1999 年の環境省の全国調査³⁾と本調査を比較すると、トルエン、キシレン、p-ジクロロベンゼンにおいては最大値を含め濃度範囲内であったが、エチルベンゼンにおいては最大値が濃度範囲を超えていた。

1 諸言

1999 年(平成 11 年)7 月に、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的として「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化管法)」が公布された。これに基づき、2001 年(平成 13 年)に PRTR(化学物質排出移動量届出)制度及び MSDS(化学物質等安全データシート)制度が導入された。これらは、どのような発生源からどれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握、集計し、公表する仕組みで、人や生態系に有害な恐れがある化学物質を一定以上取り扱う事業者は、毎年度化学物質の環境中への排出量等について、所在地の自治体を経由して国に届け出ることが義務付けられた。横浜市においても 2001 年から届出者の排出量等の集計結果を取りまとめている。

PRTR 対象物質のうち、横浜市内における 2007～2008 年度の排出量の上位 10 物質を、神奈川県環境科学センターの集計結果⁴⁾をもとに 図 1 および 図 2 に示した。また、表 1 には対象物質の横浜市と全国の環境排出量、用途及び室内空気濃度指針値を示した。2007 年の全国集計結果では、排出量 1 位がトルエン、2 位がキシレン、3 位がエチルベンゼン、p-ジクロロベンゼンが 6 位となっている。また 2008 年の全国集計結果では、排出量 1 位がトルエン、2 位がキシレン、3 位がエチルベンゼン、p-ジクロロベンゼンが 8 位となっている。エチルベンゼンと p-ジクロロベンゼンにおいては横浜市の排出量と全国の排出量とでは傾向が異なっている。

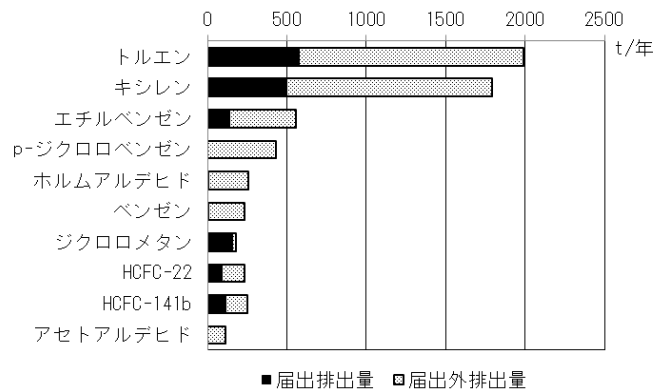


図 1 PRTR 対象物質 (2007 年度横浜市)

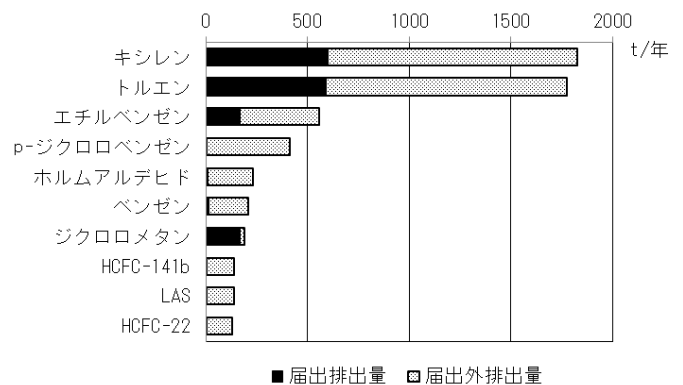


図 2 PRTR 対象物質 (2008 年度横浜市)

表 1 調査物質環境排出量等

物質名	環境排出量 (t/年)		用途 ^{a)}	室内空気濃度指針値 ^{b)}
	横浜市	全国		
トルエン	1990 (2007年)	163892 (2007年)	溶剤、有機顔料、合成クレゾール、可塑剤などの合成原料、家庭で使われる塗料や接着剤、自動車排ガスにも含まれる	260 μg/m ³
	1780 (2008年)	139702 (2008年)		
キシレン	1790 (2007年)	103781 (2007年)	染料、有機顔料、香料などの原料、農業、印刷インキなどの溶剤、家庭で使われる塗料や接着剤、自動車排ガスにも含まれる	870 μg/m ³
	1820 (2008年)	92693 (2008年)		
p-ジクロロベンゼン	432 (2007年)	14841 (2007年)	家庭で使われる衣類の防虫剤、住居用の消臭剤の主成分、殺虫剤や染料の原料	240 μg/m ³
	410 (2008年)	12755 (2008年)		
エチルベンゼン	559 (2007年)	32665 (2007年)	合成中間体、溶剤、希釈剤、家庭で使われる塗料や接着剤、自動車排ガスにも含まれる	3800 μg/m ³
	553 (2008年)	29247 (2008年)		

a)PRTRについてもっとよく知っていただくために「市民・事業者のためのガイドブック」平成16年度届出データ(平成15年度排出状況の集計結果)

b)厚生労働省 医薬食品局化学物質安全対策室

測定地点名	主要固定発生源の方位と距離	主要道路の方位と距離
鶴見区潮田交流プラザ	E~SW 0.5kmに京浜工業地帯	SSE 0.3kmに東京大師横浜線 SSE 0.3km首都高速横浜羽田空港線
中区本牧	S 0.3kmに石油精製工場	S 200mに首都高速湾岸線および市道本牧170号線
緑区三保小学校	特になし	特になし
戸塚区矢沢交差点	特になし	E 6mに国道1号(横浜新道)
磯子区滝頭	SE 1kmに根岸湾工業地帯	E 5mに国道16号

表 2 調査地点の概況

今回、PRTR 対象物質のうち横浜市内における排出量の上位 4 物質であるトルエン、キシレン、p-ジクロロベンゼンおよびエチルベンゼンについて、2007~2008 年度の大気環境中濃度を報告する。

2 調査

2-1 地点及び期間

2-1-1 地点

一般環境大気測定局として鶴見区潮田交流プラザ、中区本牧および緑区三保小学校、自動車排出ガス測定局として戸塚区矢沢交差点及び磯子区滝頭(以下略称、潮田、本牧、三保、矢沢、滝頭とする)の計 5 地点で実施した。地点を図 3 に示す。



図 3 調査地点

2-1-2 期間

2007 年 4 月から 2009 年 3 月まで毎月 1 回、合計 24 回のモニタリング調査を実施した。また表 1 に示した調査対象物質が、事業所や移動体等から各地点への排出されることが考えられるため、各地点周辺の概況を表 2⁵⁾ に示した。

2-2 試料採取

容量 6.0L のステンレス容器(キャニスター)を加熱洗浄後に十分減圧し、大気を 3ml/min の流量で 24 時間連続採取した。

2-3 分析方法および測定装置

2-3-1 分析方法

「有害大気汚染物質モニタリング測定方法マニュアル」⁶⁾の容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法(多成分同時測定方法)に従った。

またキシレンについては、o-キシレンと m,p-キシレンの 3 物質の濃度を合計した値をキシレン濃度とした。

2-3-2 測定装置

○2007 年 4 月~2008 年 9 月

キャニスター洗浄装置: CCS-1 Au

試料濃縮・加熱脱着装置: Tekmar AUTOCan

GC/MS: GC6890, JIM-AM SUN200 型

○2008 年 10 月~2009 年 3 月

キャニスター洗浄装置: AERO TURBO CLEANER

試料濃縮・加熱脱着装置: AERO タワーシステム

ACS-2100

GC/MS: GCMS-QP2010 Plus

4 結果

2007～2008年度の5地点（潮田、本牧、三保、矢沢、滝頭）における年平均値、最大値および最小値を表3に示した。年平均値については2007年度および2008年度ともに調査地点間の差が数 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と大きな差はなく、横ばい傾向を示した。1998年および1999年の環境省が実施した全国調査の結果と比べると、2007年度は4物質ともに最大値が全国調査の濃度範囲を超えることはなかったが、2008年度は滝頭において、エチルベンゼンのみ最大値が濃度範囲を超えていた。室内空気濃度指針値については、4物質ともに指針値以下であった。

さらに各調査物質の月別ごとの結果を図4に示した。図4より2007年度においては、p-ジクロロベンゼンを除いて1月が、2008年度においては11月が最も濃度が高い傾向にあった。

また図5には、既報と合わせて2002～2008年度の3地点（潮田、三保、矢沢）における排出量と大気中環境濃度の推移を示した。排出量と大気中環境濃度の相関については、ピアソンの積率相関係数を用いた。その結果、4物質ともに相関は認められなかった。

4-1 トルエン

2007年度、2008年度の年平均値（5地点平均）はそれぞれ $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、2007年度の最大値は1月で $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は7月の $4.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2008年度の最大値は11月で $27\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は8月の $5.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

4-2 キシレン

2007年度、2008年度の年平均値（5地点平均）はそれぞれ $4.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、2007年度の最大値は1月で $8.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は8月の $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2008年度の最大値は11月で $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は1月の $3.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

4-3 エチルベンゼン

2007年度、2008年度の年平均値（5地点平均）はそれぞれ $2.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、2007年度の最大値は1月で $5.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は8月の $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2008年度の最大値は1月で $7.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は1月の $1.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

4-4 p-ジクロロベンゼン

2007年度、2008年度の年平均値（5地点平均）はそれぞれ $1.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、2007年度の最大値は5月で $2.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は3月の $0.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2008年度の最大値は11月で $2.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は1月の $0.29\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

5 まとめ

横浜市内における5地点の年平均値は、2007年度および2008年度ともに横ばい傾向を示していた。また1998年度、1999年度の環境省の全国調査と本調査を比較すると、トルエン、キシレン、p-ジクロロベンゼンにおいては、最大値が全国調査の濃度範囲内であった。エチルベンゼンにおいては、最大値が濃度範囲を超えていた。室内空気濃度指針値は、4物質ともに指針値以下であった。

また、排出量と大気中環境濃度には相関が認められなかった。これは、本調査は毎月1回であるため、気象条件等に左右されやすいためと考えられる。精度を高めるためには、同月内での調査回数を増やす、連続分析を実施する等の改善対策を考える必要がある。

今後も継続的にデータを採取することで、有害大気汚染物質の削減対策等に役立つと考えている。

表3 調査対象物質の年平均値、最大値、最小値（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

測定地点名	年度	トルエン			キシレン			エチルベンゼン			p-ジクロロベンゼン		
		年平均	最大	最小	年平均	最大	最小	年平均	最大	最小	年平均	最大	最小
鶴見区潮田交流プラザ	2007	9.9	24	3.7	3.8	11	1.7	3.0	7.7	1.1	1.4	2.7	0.45
	2008	9.6	24	2.8	4.3	8.3	2.5	3.5	6.8	1.9	1.6	2.8	0.49
中区本牧	2007	7.1	14	2.5	3.9	7.1	1.2	2.9	7.3	0.78	0.68	1.5	0.19
	2008	10	29	3.4	5.7	12	2.2	4.7	11	1.4	0.77	1.9	0.18
緑区三保小学校	2007	9.0	18	3.7	3.0	5.3	1.2	2.0	3.4	1.0	1.3	2.2	0.23
	2008	11	26	3.6	3.6	11	1.3	2.5	7.0	1.0	1.5	2.9	0.22
戸塚区矢沢交差点	2007	13	23	4.0	4.7	8.7	1.9	2.7	5.2	0.90	1.2	2.4	0.24
	2008	12	34	4.7	4.1	13	1.6	2.6	8.7	1.1	1.2	2.6	0.21
磯子区滝頭	2007	13	29	4.8	5.8	13	2.7	3.8	8.5	1.9	1.5	3.0	0.26
	2008	16	39	8.2	7.9	15	2.9	6.2	11	1.9	1.5	3.7	0.35
年平均値（5地点平均）	2007	10	21	4.1	4.2	8.8	2.2	2.9	5.7	1.3	1.2	2.3	0.27
	2008	12	27	5.9	5.1	11	3.0	3.9	7.7	1.9	1.3	2.4	0.29
全国調査*	1998		85	1.1		45	0.88						
	1999								10	0.089		17	0.16

*9～11月の天候の安定した時期に、連続した3日間において、一日一回、原則午前10時開始、24時間採取を行った。

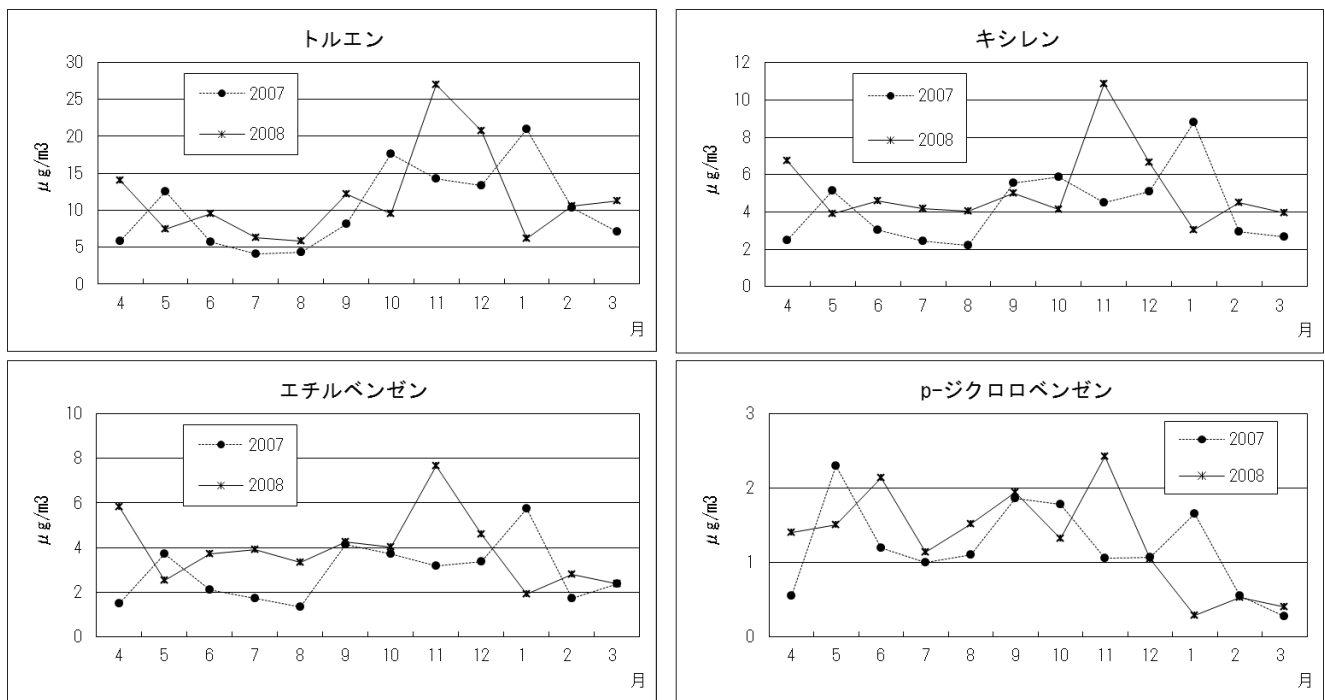


図4 調査対象物質の月別濃度

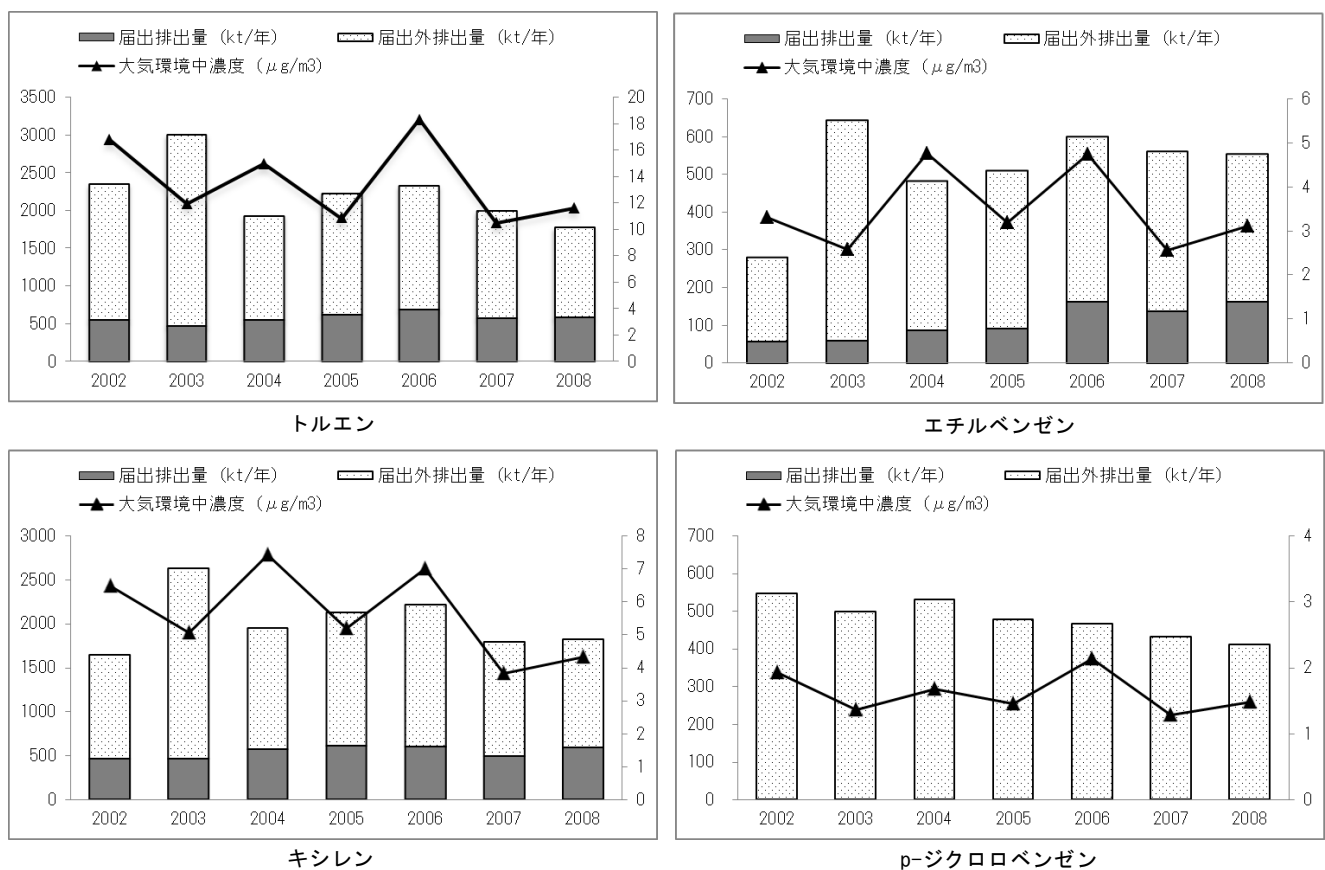


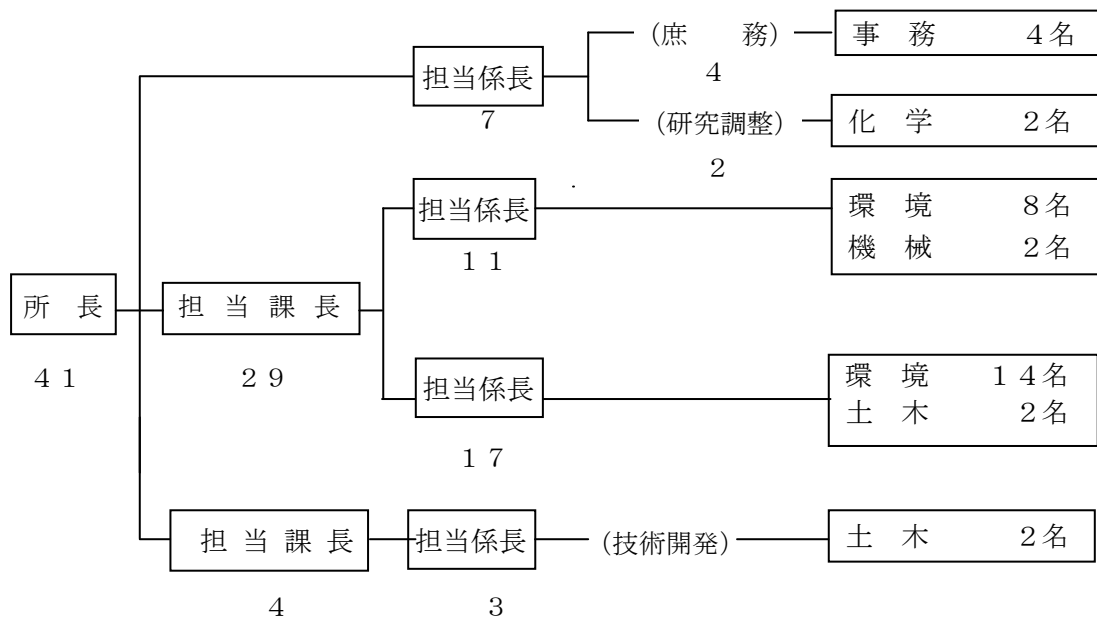
図5 排出量と大気中環境濃度と関係

6 参考文献

- 1) 平澤佐都子, 坂井清: 横浜市環境研究所報第 29 号, 120-125 (2005)
- 2) 桐栄恵美子, 白砂裕一郎, 榎本怜子, 山口雄二: 横浜市環境研究所報第 33 号, 75-79 (2009)
- 3) 環境省環境保健部環境安全課: 「化学物質と環境」1999 年度, 2000 年度
- 4) 神奈川県環境科学センターかながわ PRTR 情報室 <http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/prtr/>
- 5) 横浜市環境創造局: 横浜市大気汚染調査報告書第 49 報, 2-3 (2008)
- 6) 環境庁大気保全局大気規制課: 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (1997)

III 資料編

1. 人員及び組織



(平成22年4月現在)

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-800 D	1式	ガイオン等分析室
走査型電子顕微鏡	日立 S-4700	1式	電子顕微鏡室
同上用 X線分析装置	EDAX	1式	電子顕微鏡室
分光光度計	日立 U2000	1式	液クロマト室
全有機炭素分析計	ベックマン MODEL 915-B	1台	液クロマト室
凍結濃縮装置	大洋科学工業 FC-6	1式	液クロマト室
水銀分析計	日本インスツルメンツ RA-3	1式	液クロマト室
原子吸光光度計	パーキンエルマー アナリスト 300	1式	原子吸光室
高周波プラズマ質量分析装置	島津 ICPM-8500	1式	原子吸光室
高周波プラズマ発光分光分析装置	島津 ICPS-7000	1式	原子吸光室
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
電気炉	ADVANTEC KL-280 外	2台	分解室(3F)
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
石英ガラスチャンバー	ダイレック	1台	標準ガス調製室
パーソナル・タストモニタリングシステム	柴田科学 PDS-1	1台	標準ガス調製室
液体クロマトグラフ	島津 LC-6A	2式	元素分析室
同上用蛍光モニター	日立 F-1150	1台	元素分析室
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
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
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL製 JMS-700D	1式	ガスマス室
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GCMS-QP2010	1式	ガスマス室
マイクロウェーブ測定用吸光光度計	ナルビエヌクインターナショナル イムニ NJ-2300	1式	実験室(4F)
データレコーダ	ソニー PC208	1台	音環境研究室
2c h F F T 分析器	小野測器 CF-360	1式	音環境研究室
広帯域 1/3 オクターブ 実時間分析器	リオン SA-27	1式	音環境研究室
騒音振動作図装置	日本ヒューレット・パッカド 7550B	1式	音環境研究室
騒音振動データ処理機	ヒューレット・パッカド モデル 712/100	1式	音環境研究室
広帯域精密騒音計	小野測器 LA-5110	2台	音環境研究室
オートアナライザー(HPLC分析装置)	DIONEX DX-120	1式	実験準備室
ガスクロマトグラフ分析装置	HP6890, 島津 GC-14A 外	5式	ガスクロマトグラフ室
農薬分析装置	アジレント 5973N 外	3式	ガスクロマトグラフ室
イオンクロマトグラフ	DIONEX DX-320	1台	都市環境研究室

品名	規格	数量	配置
高速液体クロマトグラフ	HP 1090	1式	都市環境研究室
分光光度計	日本分光 V-550 外	1式	大気試験室
ポータブル窒素酸化物測定器	MEXA-120 NOx	1式	大気試験室
サマルテソープシヨカ`スクロマトグラフ	パーキンエルマー ATD-400	1式	大気試験室
科学技術計算システム	富士通 GRANPOWER 5000 外	1台	中央データ処理室
薬品管理システム	関東化学 IASO 2000	1式	中央データ処理室
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL 製 AUTOMASS Sun	1式	微量ガス分析室
自動雨水採取装置	小笠原 US-330+300 型	1式	屋 上
風向風速計	海上電機 WA-200 外	1式	屋 上
β線式浮遊粒子状物質自動測定器	DKK DUB-32	1式	屋 上
高精度自動体積計	エステック VM-100	1式	処理実験室
6ペンレコーダー	理化電機	1台	標準ガス調製室
光透過式スモークメーター	堀場製作所	1台	器材庫(5F)
直挿型NO _x 分析計	堀場 MEXA-120 NO _x	1台	器材庫(5F)
高精度オゾン計	紀本電子工業製	1台	器材庫(5F)
コンポジットサンプラー	日科機 S-4081	1台	器材庫(5F)
風向別制御装置	日本公害防止技術センター WDP-100	1台	器材庫(5F)

(平成19年4月現在)

3. 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33回環境・公害研究合同発表会(1県2市)	2009.6	横浜の川の生物と水環境	○福嶋 悟・犬飼まり子・樋口文夫 水尾寛己・下村光一郎
〃	〃	緑のカーテンによる省エネ及びCO2削減効果の試算	○佐俣満夫・福田亜佐子
第15回日本環境毒性学会・バイオアッセイ研究会合同発表会	2009.10	鶴見川における農薬調査について	○酒井 学
平成21年度環境創造局職員業務研究改善事例発表会	2009.11	「鉱物類から環境を考える」—新たなふれあい体験型環境教育実施事例 第2報—	○前田裕行
〃	〃	「今年の夏は涼しかった」—平成21年夏のヒートアイランド観測結果について	○奥津千里・佐俣満夫・白砂裕一郎 下村光一郎
〃	〃	「横浜の源流域の生き物たち」—緑の七大拠点の調査結果—	○加藤良昭
〃	〃	河川感潮域の水質・底質調査結果—大岡川—	○小市佳延・下村光一郎・水尾寛己
〃	〃	大気中アルデヒド類測定におけるオゾン除去法の検討	○榎本怜子・山口茂美・桐栄恵美子 白砂裕一郎
〃	〃	横浜市沿岸の赤潮発生状況	○犬飼まり子・下村光一郎・小市佳延
〃	〃	G I Sを活用した横浜の植生景観の変遷	○井上 智・石川孝之
〃	〃	「地盤View」の活用方法と利用状況	○正木千里
〃	〃	熱流体シミュレーションによる河川周辺の熱環境について	○桐栄恵美子・佐俣満夫
〃	〃	東京湾の富栄養化と底質の影響	○二宮勝幸、都環境科学研究所、千葉県環境研究センター、統計数理研究所 川崎市公害研究所
〃	〃	アユは横浜のどの川で繁殖しているのか？	○樋口文夫・福嶋 悟・犬飼まり子
〃	〃	化学物質環境実態調査について	○酒井 学
平成22年度環境科学セミナー	2010. 1	チオりん酸O,O-ジメチル-O-(3-メチル-4-メチルチオフェニル) 別名：フェンチオンの分析(底質)	○酒井 学
第1回生物多様性に関する取組事例発表会	2010. 2	横浜の源流域環境	○加藤 良昭
〃	〃	GISを活用した横浜の植生景観の変遷(事例紹介)	○井上 智・石川 孝之
日本生態学会第57回大会	2010. 3	河川水を用いたオオミジンコの繁殖影響に関する研究	○多田 満・小野神 豊(国立環境研究所)、酒井 学、石母田 誠・宮原裕一(信州大)
新治市民の森10周年記念フォーラム	2010. 3	新治地域の植生変遷	○井上 智・石川 孝之

4. 雑誌等投稿

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
化学物質と環境 平成 20 年度化学物質分析法開発調査報告書	2009.12	酒井 学	チオリン酸 <i>O,O</i> -ジメチル- <i>O</i> -(3-メチル-4-メチルチオフェニル) 別名：フェンチオンの分析 (底質)

[要 旨] 底質中のフェンチオンの測定についての検討を行った。湿泥 20g にフェンチオン-*d*6 を 10ng 添加し、アセトニトリル 25mL で抽出を行い、塩化ナトリウム水溶液を加えた後、ヘキサンに転溶した。KD 濃縮後、活性炭カートリッジ、シリカカートリッジ等で前処理し、GC/MS で測定することにより、検出下限 0.21ng/g-dry で測定可能であった。

5. 記者発表一覧

■ 平成21年度 環境科学研究所

発表日	発表内容
平成21年7月10日	フォーラム「昔のようなきれいな海を創ろう！」の開催について
平成21年7月13日	横浜市内でアユの産卵、ふ化が定着
平成21年7月21日	大気環境中のアスベスト濃度について(平成21年度春季調査結果)
平成21年10月22日	今年の夏は涼しかった!? ～平成21年度夏のヒートアイランド観測結果をお知らせします～
平成21年10月26日	大気環境中のアスベスト濃度について(平成21年度夏季調査結果)
平成22年1月19日	大気環境中のアスベスト濃度について(平成21年度秋季調査結果)
平成22年2月25日	第5回 こどもエコフォーラム つなごう! 広げよう! 環境を守る力
平成22年3月11日	環境創造局「きれいな海づくり事業」第1回懇談会について
平成22年3月23日	大気環境中のアスベスト濃度について(平成21年度調査結果)

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
	明日の都市を照らす	1977. 3	A4. 16頁 (パンフレット)
No. 1	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
2	横浜市公害研究所報創刊号	1977. 11	B5. 56頁
3	公募論文・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等対策調査(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. 8	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	1980. 3	B5. 204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. 5	B5. 72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. 3	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. 12	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年代の環境対策の課題	1981. 3	B5. 115頁
27	低周波空気振動実態調査報告書	1981. 3	B5. 163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. 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	1981. 8	B5. 150頁
30	横浜市公害研究所報第6号	1981. 12	B5. 211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. 227頁
32	排水処理技術維持管理マニュアル—凝集処理編—	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—地域交通環境とまちづくり—	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—車線内遮音壁—	1982. 7	B5. 87頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
42	第6回公害セミナー資料 大気汚染－青空はよみがえったか、この横浜に－	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－青空はよみがえったか、この横浜に－	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騒音効果に関する研究 －中間報告－	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1-5	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	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－「よこはまの川と池」再発見－	1983. 11	B5 149頁
54	横浜市公害研究所報第8号	1983. 12	B5. 157頁
55	排水処理技術維持管理マニュアル－生物処理編－	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－「よこはまの川と池」再発見－	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－水質, 生物, 水ぎわ……－	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 舞岡川源流域の水分調査	1984. 12	B5. 120頁
64	排水処理施設維持管理マニュアル－イオン交換処理編－	1985. 3	B5. 134頁
65	第8回公害セミナー会議録 いま 横浜の海は－水質, 生物, 水ぎわ……－	1985. 1	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 －総合報告－	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
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) A0. (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

資料番号	件名	発行年月	体裁等
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	1989. 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
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	キショ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. 136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. 87頁
117	東京湾の富栄養化に関する調査報告書	1995. 3	A4. 133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. 55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. 83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

資料番号	件名	発行年月	体裁等
127	横浜市環境科学研究所報第 21 号	1997. 3	A4. 141 頁
128	短期曝露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中の NO, NO2 及び SO2 濃度の測定方法 (YERI METHOD - 1996)	1997. 3	A4. 13 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
130	長期曝露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中の NO, NO2 及び SO2 濃度の測定方法 (YERI METHOD - 1997-1)	1997. 7	A4.
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 -	1996. 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・・・・	1997. 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
137	エコシティ研究報告書	1999. 3	A4. 頁
138	第 23 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・・・・	2000. 1	A4. 76 頁
139	横浜市環境科学研究所報第 24 号	2000. 3	A4. 116 頁
140	揮発性有機塩素化合物による地下水汚染に関する調査研究報告書	2000. 3	A4. 98 頁
141	第 24 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・・・・	2001. 1	A4. 112 頁
142	横浜市環境科学研究所報第 25 号	2001. 3	A4. 110 頁
143	新騒音化技術の適用研究	2001. 3	A4. 66 頁
144	第 25 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・・・・	2002. 1	A4. 135 頁
145	横浜市環境科学研究所報第 26 号	2002. 3	A4. 192 頁
146	横浜型エコシティ研究	2002. 3	A4. 118 頁
147	第 26 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・・・・	2003. 1	A4. 141 頁
148	横浜市環境科学研究所報第 27 号	2003. 3	A4. 90 頁
149	環境ホルモンに関する環境調査報告書 横浜市地盤環境調査報告書 (ボーリング柱状図集、地質断面図・土質試験データ・地下水位観測データ集、ボーリング調査位置及び軟弱地盤分布図、地形地質図)	2003. 3	A4. 550 頁 A4. 243 頁 A0. 2 枚
150	第 27 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・・・・	2004. 2	A4. 114 頁
151	横浜市環境科学研究所報第 28 号	2004. 3	A4. 87 頁
152	第 28 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・・・・	2005. 2	A4. 141 頁
153	横浜市環境科学研究所報第 29 号	2005. 3	A4. 153 頁
154	横浜市環境科学研究所報第 30 号	2006. 3	A4. 86 頁
155	第 1 回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう! 広げよう! 環境を守るカー	2006. 2	A4. 83 頁
156	第 2 回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう! 広げよう! 環境を守るカー	2007. 2	A4. 72 頁
157	横浜市環境科学研究所報第 31 号	2007. 3	A4. 155 頁
158	横浜市環境科学研究所報第 32 号	2008. 3	A4. 150 頁
159	第 3 回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう! 広げよう! 環境を守るカー	2008. 2	A4. 49 頁
160	第 4 回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう! 広げよう! 環境を守るカー	2009. 2	A4. 50 頁
161	横浜市環境科学研究所報第 33 号	2009. 3	A4. 116 頁
162	横浜の源流域環境	2009. 3	A4. 140 頁
163	第 4 回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう! 広げよう! 環境を守るカー	2010. 2	A4. 56 頁

7. 施設見学者等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H21. 6. 4	横浜市医師会看護専門学校（第1回）	横浜市の環境の現状と汚染対策	39
H21. 6. 5	横浜国立大学国際総合科学部	環境生命フィールドワーク	46
H21. 6. 5	横浜国立大学人間教育学部1年生	横浜市の環境調査・研究について	51
H21. 6. 17	環境科学研究所施設公開	主要な研究の説明と施設見学	150
H21. 6. 18	横浜市医師会看護専門学校（第2回）	横浜市の環境の現状と汚染対策	39
H21. 8. 26	茅ヶ崎市立梅田中学校生徒	赤潮について	2
H21. 10. 9	転入・新採用職員	ヒートアイランド、アスベスト、河川の調査研究について	41
H21. 11. 4	県立横浜清陵総合高校生徒	「コミュニケーション」授業に関する訪問	1
H21. 11. 5	県立深沢高校生徒	ヒートアイランド、河川と海の生物、化学物質等について	8
H21. 12. 1	磯子区消費生活推進委員会	ヒートアイランド、きれいな海づくり等について	55
H22. 1. 28	横浜市立岡村中学校2年生 職業体験	ヒートアイランド、水生生物、化学物質等について	15
合計	11		447

8. 環境教室等講師派遣一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H21. 5. 29	神奈川大学 環境行政特論 講義	公害対策とその未然防止	200
H21. 6. 12	環境・公害合同研究発表会	横浜の川の生物と水環境、緑のカーテンによる省エネ及びCO ₂ 削減効果の試算	220
H21. 6. 14	茅ヶ崎公園自然生態園	小学生プランクトン教室	10
H21. 6. 26	神奈川大学 環境行政特論 講義	環境アセスメント、現状と課題	200
H21. 7. 2	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	暑くなる街 ―よこはまの今―	230
H21. 7. 5	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	川の生きもの ―帷子川でアユが誕生―	220
H21. 7. 12	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	谷戸の生きもの ―ホテルの話―	200
H21. 7. 18	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	暑くなる街 ―よこはまの今―	220
H21. 7. 19	「昔のようなきれいな海をつくろう！」フォーラム	山下公園浄化実験等	100
H21. 7. 20	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	「化学物質」について	200
H21. 7. 21	出前講座（舞岡小学校4年）	よこはま・源流・いきものがたり	40
H21. 7. 24	出前講座（本牧小学校）	暑くなる街 ―よこはまの今―	25
H21. 7. 29	いたち川自然観察会 （栄区地域振興課と共同実施）	いたち川の生物観察、水質調査等	65
H21. 7. 30	横浜国立大学 地球環境行政特論 講義	石（鉱物）と宝石の世界	51
H21. 8. 15	ヒルサイドイベント こども環境ミニ講座	石と私たちの環境	150
H21. 8. 21	栄第二水再生センター	源流の生き物 ―ホテルたち―	6
H21. 8. 21	横浜国立大学 地球環境行政特論 講義	源流の生きもの	46
H21. 9. 8	出前講座（石川小学校4年）	暑くなる街 ―よこはまの今―	61
H21. 9. 8	出前講座（岩崎小学校3年）	よこはま・源流・いきものがたり	78
H21. 9. 14	出前講座（南吉田小学校5年、6年）	暑くなる街 ―よこはまの今―	201
H21. 9. 16	出前講座（笹山小学校6年）	暑くなる街 ―よこはまの今―	34
H21. 10. 3, 4	横浜国立大学 地球環境行政特論 講義	公害対策とその未然防止	50
H21. 10. 5	出前講座（都田小学校5年）	化学物質と水の中の生きもの	77
H21. 10. 9	横浜国立大学 環境講座	公害と環境保全（水環境、海の浄化実験）	30
H21. 10. 17	神奈川大学大学院 講義	戦略的環境アセスメントと開発計画	8
H21. 10. 18	神奈川大学大学院 演習	戦略的環境アセスメントと開発計画実習	6
H21. 10. 20	出前講座（洋光台第四小学校6年）	鉱物と私たちの環境	79

日付	団体名等	内 容	人数
H21. 10. 26	出前講座（富岡小学校3年）	よこはま・源流・いきものがたり	108
H21. 11. 5	出前講座（いずみ野小学校6年）	鉱物と私たちの環境	67
H21. 11. 11	出前講座（いずみ野小学校6年）	化学物質と水の中の生きもの	67
H21. 12. 18	横浜市立大学 環境講座	環境に関する調査研究	30
H22. 1. 7	横浜市立横浜総合高校 環境教育講演	横浜市におけるきれいな海づくり事業	750
H22. 1. 9	「きれいな海づくり事業」イベントワークショップ	きかせてください 横浜の海	36
H22. 2. 27	第5回こどもエコフォーラム	よこはまのホタル	602
H22. 3. 7	第三管区海上保安本部 講習会	横浜市におけるきれいな海づくり事業	16
合計	30		4,283

◇編集後記◇

ここに、横浜市環境科学研究所報第35号を無事とりまとめることができました。掲載した研究成果が環境の保全や創造に貢献することを期待しながら、原稿の編集を行いました。

多様化する環境問題に対応し研究成果を効果的に環境施策につなげていくためには、社会現象に対応した時機を得た調査研究が求められています。一方、現在の環境問題を考えるときに、永年にわたり積み上げてきた環境情報が貴重な財産となっていることも改めて認識することができました。

今後とも、環境科学研究所の研究成果を伝える手段として所報の充実を図り、積極的に情報発信を行い、皆さんが活用してくださる所報を編集していきたいと考えております。

所報第35号編集委員会

小松 弘明
杉山 未来
井上 智
小市 佳延
渾川 直子
佐俣 満夫
白砂 裕一郎
平野 耕一郎
米山 利行

横浜市環境科学研究所報・第35号

2011年3月

編集・発行 横浜市環境科学研究所

〒235-0012 横浜市磯子区滝頭 1-2-15

電話 045-752-2605

FAX 045-752-2609

<http://www.city.yokohama.jp/me/kankyou/mamoru/kenkyu/>