環境研資料
No. 154

ISSN 0918-5720

横浜市環境科学研究所報

第 30 号

ANNUAL REPORT OF
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE
No.30

２００６年３月

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

ま　え　が　き

今日、私たちをとりまく環境問題は、工場等からの排ガス、騒音、排水など従来からの問題に加えて、ダイオキシン類や環境ホルモン等の微量な有害化学物質による環境汚染の問題、自動車からの排出ガスや近隣騒音等の都市生活型の問題、都市におけるヒートアイランド現象の問題、地球温暖化や酸性雨など地球規模の問題まで複雑多岐にわたっています。そして、これらの環境問題については、継続した科学的調査・研究が求められています。

平成１７年度、横浜市では３４年ぶりとなる局の再編を行い、より広範囲な視野から環境問題に対応するため、環境保全局、緑政局、下水道局を統合し環境創造局が誕生しました。これに伴い、環境科学研究所に監視センター及び下水道技術開発担当を統合し、水と緑の分野を含め、これまで以上に幅広い領域で調査研究に取り組むことが求められています。

今回の所報第３０号は、平成１６年度の調査研究を中心にまとめたものです。今後とも、より一層充実したものにしていきたいと考えておりますので、皆様から調査研究に関するご意見を賜れれば幸いと思います。

平成１８年３月

横浜市環境科学研究所長

小　柳　高　好

目　　　次

まえがき

Ⅰ　業務報告編

業務報告 …… 1

環境科学研究所の沿革

試験検査業務

調査研究業務概要

啓発事業

Ⅱ　調査研究編

報文

基礎研究

・分水路取水庭の河川機能に及ぼす影響に関する研究 …… 10

・東京湾で観察された、渦鞭毛藻 *Alexandrium minutum* Halim …… 20

・横浜市の地下水帯水層調査（第２報）－2004年度調査結果－ …… 24

・視覚障害者と健常者の環境音認知の比較（その２） …… 28

プロジェクト研究

・境川・柏尾川水系における環境ホルモンとその関連物質の環境調査 …… 40

・鶴見川における農薬調査について …… 46

・横浜市内の温湿度分布調査－2005年の結果－ …… 50

・横浜市における熱環境マップの作成について …… 56

・パネル式壁面緑化の温度低減効果 …… 60

・最近10年間の横浜の酸性雨の状況（1995～2004年） …… 63

・横浜市内における生物生息空間に関する一考察 …… 70

Ⅲ　資料編

人員及び組織 …… 75

主要機器一覧表 …… 75

学会等研究発表 …… 77

雑誌等投稿 …… 78

環境科学研究所発行資料目録 …… 79

施設見学者等一覧 …… 83

環境教室等講師派遣一覧 …… 84

編集後記 …… 85

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月に機構改革により名称が横浜市環境科学研究所に変わりました。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、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ともない、監視センター及び下水道局技術開発担当が新たに加わった組織になりました。

2. 試験検査業務

平成１６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に伴う検体を887、また、事故・苦情に伴う検体を54、合計941検体（*）の試験検査を実施しました。

＊１検体当たり、複数の物質を分析

3. 調査研究業務概要（平成１６年度）

3-1. 基礎研究

大気環境に関する研究
- 自動測定機の精度に関する研究
- 自動車排ガスによる局地汚染の改善策に関する研究

水質汚濁対策推進に関する研究
- 分水路取水庭の河川機能に及ぼす影響に関する研究

水域環境の改善に関する研究
- 谷戸の自然環境指標生物分布特性に関する研究
- 谷戸の源流域における生態系特性と維持機能の研究
- 横浜港の水質改善に関する研究

地盤環境に関する研究
- 市域地盤の地域特性の把握と検討、地盤情報活用システムの構築

音環境に関する研究
- 大音響の宣伝放送における騒音問題と影響に関する研究

3-2. プロジェクト研究

ダイオキシン類調査研究事業
- 横浜市内におけるダイオキシン類濃度モニタリング調査
- ダイオキシン類緊急不特定調査
- ダイオキシン類精度管理調査

環境ホルモンに関する研究
- モニタリング調査及び帷子川ＰＣＢ調査
- 境川・柏尾川詳細調査

都市持続に関する研究
- ヒートアイランドに関する研究
- 酸性雨のモニタリング調査及びその影響調査

環境共生都市に関する研究
- 水と緑の資源を生かした環境と共生したまちづくりに関する研究

（各調査研究業務概要はP.2〜9に記載）

4. 啓発事業

4-1. 環境セミナー

昭和52年度から、環境・公害問題を市民とともに考えていく場として環境セミナーを開催しています。

4-1-1. 第28回環境セミナー市民環境研究発表会

期　日／平成17年2月19日（土）
会　場／横浜情報文化センター6階ホール
内　容／作品発表(18編)、講演、研究報告
　　　　司会：渡部允氏(ジャーナリスト)
講　演／「妖怪、神様と身近な自然」
　　　　講師：並木直美（ランドスケープアーキテクト）
環境○×クイズ／「みんなステージに上がって挑戦しよう」
　　　　西高、福田、角田、平澤　（環境科学研究所職員）
参加者／325人

4-1-2. 環境セミナー「野外教室」

身近な環境について調査、観察方法を体験しながら学んでもらう教室を行いました。

期　日／平成16年8月20日(金)
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／23人

4-1-3. 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.83〜84　参照)

５．監視センター業務

監視センターでは、大気汚染・水質汚濁等の環境状況を監視しています。

5-1. オンラインシステムによる常時監視

大気汚染、水質汚濁について、環境及び発生源工場の常時監視を行っており、光化学スモッグ発生時、魚浮上事故、油流出事故時などの緊急時対応をとっています。

5-2. その他の環境測定（常時監視システムを補完）

二酸化窒素濃度の汚染分布、有害大気汚染物質、河川・海域・地下水の水質、道路交通騒音、鉄道騒音・振動などの測定のほか、航空機騒音と放射線の連続測定を行っています。

６．下水道技術開発業務

市民生活を豊かにする快適な水環境の保全や資源循環型社会などへの対応を図るため、課題となるテーマについて技術開発・調査研究を行っています。

現在は、下水の高度処理の効率化に関する検討や汚泥焼却灰の資源化に関する研究・開発を進めています。

また、民間企業との共同により、汚泥消化ガスの高効率化や焼却灰中の重金属溶出抑制技術などについても、研究を行っています。

調査研究名	大気環境に関する研究 自動測定機の精度に関する研究
部　門	基礎研究

［目的］
本市の大気汚染常時監視局においては窒素酸化物およびオキシダント自動測定機を湿式から乾式に現在更新しつつあるため、日本の常時監視測定において稼働歴の浅い乾式測定機について、その機器管理に関する研究を行う。また、固定発生源に使用されるVOCs測定機に関して測定精度の知見が日本で十分でないことから、市販および開発中の測定機について試験検討する。

［方法］
機器性能検査用標準ガス調整装置を用いて各種の乾式測定機に対し性能特性を十分に試験検討し、このデータを基に測定機の改善改良を進める。
固定発生源の排ガス測定に用いられる各種VOCs測定機についてVOCs標準ガスによる稼働試験を行い、このデータを基に各種測定機に対する性能評価や改良を進める。

［結果］
①　受領性能試験： 購入した窒素酸化物自動測定機、オゾン自動測定機および浮遊粒子状物質自動測定機についてJISの性能試験項目等を確認し、不備な箇所を整備後、測定局に適正配備した。
②　オゾン計の動的校正：オキシダント自動計測器等の動的較正において用いられる二次標準の紫外線吸収式オゾン自動測定機に対して測定指示値の目盛を較正した。
③　VOCs標準ガスに関する研究：有害炭化水素標準ガスのうち、平成１６年度は ベンゼン、トルエン、キシレン等の蒸気拡散法による実用濃度としてVOCs標準ガスの精度について確認した。
④　固定発生源に使用されるVOCs測定機に関して感度特性などを調査し、FID方式及び触媒燃焼法NDIR方式の測定機について、TVOC測定における実用性と機器性能を確認した。

調査研究名	大気環境に関する研究 自動車排ガス対策に関する調査研究 自動車排ガスによる局地汚染の改善策に関する研究
部 門	基礎研究

［目的］
これまで自動車排出ガス汚染対策として各種施策が実施されてきたが、道路近傍など自動車による環境汚染の著しい地域においては未だ十分に改善されず、自動車排ガス測定局では窒素酸化物（NOx）、浮遊粒子状物質（SPM）の環境基準達成率は低い。平成15年度ディーゼル車走行規制として、新たに自動車ＮＯｘ・ＰＭ法が成立したことをうけ、横浜市内の自動車排出ガス汚染の著しい地域における同法の効果、把握を目的とし調査研究を行った。

［方法］
局地的環境汚染対策に関する調査として、横浜市内における自動車による環境汚染度の高い地点においてＰM2.5（SPM中2.5μm以下の微小粒子）等の測定を行った。大気中微小粒子状物質に対するディーゼル排気微粒子（DEP）の寄与率を把握するため、ＰM2.5中の炭素成分、ＰＡＨｓ（多環芳香族炭化水素）、高沸点炭化水素等について分析を行った。

［結果］
ＰM2.5重量濃度測定の結果、ディーゼル車走行規制前の平成14年度と比較して15、16年度は低下傾向がみられた。
また、ＰM2.5中の成分をみると、ディーゼル車による影響を知る上で指標とされる元素状炭素（黒煙、DrySootの主要成分）、ＰＡＨｓ中のＢ(a)Ｐ（ベンゾ(a)ピレン）は、平日の自動車走行台数の多い測定時と土、日曜日の少ない測定時の分析値ではその差が小さくなってきており、車両規制の効果によるものと考えられた。
局地的汚染状況を知る目的で、自動車走行台数の多い幹線道路の直近および道路端から50m地点、対象地点として一般大気環境地点で測定を行い距離減衰を調べた。その結果、道路端から50m地点では道路直近のＰM2.5濃度より約３０％低下した。また道路端50m地点と一般大気環境地点の差は小さく数％であった。比較的交通量の多い道路あるいは走行台数は少ないが渋滞率の高い道路の近傍では、沿道から数十mの範囲でＳＰＭ濃度及びその成分濃度は高いという結果が得られた。道路沿道から50m以上離れた地点では一般大気環境濃度とほぼ同程度となる事がわかったが、首都圏外からみれば、横浜をはじめとする首都圏内でいう一般大気環境は発生源的平均濃度の高さがあり、いずれの地点も風致地域や清浄地域ではないという事に留意する必要がある。

調査研究名	水質汚濁対策推進に関する研究 「分水路取水庭の河川機能に及ぼす影響に関する研究」
部 門	基礎研究

［目的］

都市河川の河川形態や構造物が水質・藻類・魚類等に及ぼす影響を明らかにし、より良好な水環境の維持・向上に向けた河川構造、管理方法の検討に必要な資料を得ることを目的とする。今回は大岡川水系の分水路取水庭について、水質、底質、付着物、シオグサおよび魚類への影響調査を行う。

［方法］

調査地域は、大岡川分水路との分岐点である２ヶ所の取水庭を中心に、その上下流および合流後の計７地点とし、調査を年4回行った。

取水庭は定常時は停滞水域となっていることから、SS沈降等による水質や底質等への影響を検討した。また、増水時の分水路による水位のコントロールが、景観を損ねるシオグサの生育状況に及ぼす影響を検討した。さらに、分水路取水庭等の存在が魚類の種移動、分散に及ぼす影響を検討した。

［結果］

①日野川の取水庭で水質の BOD が上流より約４割減少したことから、滞留することで浄化作用が働いたとみられた。

②２ヶ所の分水路取水庭の底質は笹下川の方が微細泥率や強熱減量等が高く、源流域からの土壌や植物由来の有機物が多いためと考えられた。

③冬季に行われた分水路取水庭での浚渫によって流出した土砂が下流の河床に堆積したとみられた。

④分水路取水庭の上流側と下流側では共に河床から５～10cm の高さの石にはシオグサが生育していたが、５cm 以下の石では生育せず、流砂の影響が認められた。

⑤シオグサの植被度は分水路の上流側と下流側で明瞭な相違はなく、上流側と下流側で共に水位変動の影響を受けることが示された。

⑥魚類の出現種類数は、両河川の分水路取水庭とも上流より下流地点の方が多かった。移動様式との関係では通し回遊魚ではあまり影響を受けていないものと思われた。

調査研究名	水域環境の改善に関する研究 －谷戸の自然環境指標生物分布特性に関する研究－
部 門	基礎研究

［目的］

都市河川を生物の良好な生息環境に回復・維持するためには、水質の改善、生物の生息に適した河川構造の形成が必要である。良好な生物生息環境が形成されている河川には、源流域や感潮域から分布を拡大した生物が生息するようになり、多様な生物群集が形成されるようになる。源流域は河川の固有水量の維持と共に、生物の生息環境、河川への生物供給の場として重要な環境となっている。そこで、流域にある源流域が生物の生息環境として良好なものであるかを明らかにするため、谷戸の自然環境を指標する生物を対象としてその分布状況を検討する。

［方法］

帷子川水系の源流域の谷戸30箇所所で、環境省が絶滅危惧種としている魚類のホトケドジョウ、藻類のモズク類の分布状況を調査した。モズク類は水温が低下した時期に出現するため、調査は主に冬季から早春季に行い、それぞれの谷戸では広い範囲を対象とした。

［結果］

帷子川の流域は都市化が進んでいるが、検討対象とした30箇所の源流域のうち、ホトケドジョウは17箇所で確認された。モズク類は13箇所で確認され、８箇所で両生物が確認された。ホトケドジョウが生息する環境は砂泥質の流れであるのに対して、モズク類は石や岩盤などに生育する。両生物の分布状況から、多く源流域のある谷戸では自然環境が保全されているが湧水量が少なく、ホトケドジョウの生息に適した砂泥質の流れが多いが、石や岩盤のある谷戸もかなりあることが示された。また、両生物が確認された谷戸は、多様な生物群集が保全される良好な環境を保っている谷戸が多くあることが確認された、帷子川で確認されたモズクは、ほとんどの谷戸では湧水点付近に生育する種類で、湧水点からある程度下流側で生育するモズク類が確認された谷戸は１箇所のみであり、帷子川流域の谷戸の多くは規模が小さいことが示された。

調査研究名

水域環境の改善に関する研究
谷戸の源流域における生態系特性と維持機能の研究

部 門

基礎研究

［目的］

河川流域に点在する谷戸は、都市河川の水量を保ち、生物生息の場、他への生物種の供給場所であるとともに人間にとって安らぎの場所でもある。都市にとって谷戸の水、緑空間はますますその重要性を増してくるものと思われる。そのため谷戸生態系の特性、維持機能を調査研究することは、今後、生物多様性が維持された谷戸を保全、復元していく上で必要なことと考える。ここでは谷戸の水路に生息する魚類群集等の組成、河川形態との関係、魚類の水路と川との季節的な移動、分散様式を解析する。

［方法］

鶴見川本川と支川のＡ川とその流域にある谷戸を対象に、河川形態調査、生息環境調査、魚類相調査を１８地点で行なった。

［結果］

谷戸水路の形態は、各谷戸に２本の水路が存在し、三面コンクリート張り等、人為的に改変されている区域が多く、堰が設置されている。しかし自然護岸、底質が維持されている区域も存在する。Ａ川の形態は多自然型に改修されている。鶴見川の出現魚種は８種、Ａ川は 13 種、谷戸水路では４種であり、Ａ川の出現魚種が多いものとなっていた。Ａ川での優占種はオイカワ、ヨシノボリ類で、谷戸水路ではホトケドジョウであった。谷戸水路にはホトケドジョウが周年出現し、春になるとふ化後の稚魚が多数出現していた。水路と川との合流点はいずれも高い落差工となっており、相互の移動、分散が可能かどうか、これら河川構造物との関係と絶滅危惧種であるホトケドジョウの生息条件、繁殖場所の特定等が今後の検討課題である。

調査研究名

水域環境の改善に関する研究
横浜港の水質改善に関する研究

部 門

基礎研究

［目的］

横浜港の水辺生態系の保全や再生を図るためには、横浜港独自の再生へ向けた取り組みと同時に、東京湾岸関連自治体、省庁との連携した取り組みも進めていく必要がある。本研究では、横浜港独自の再生へ向けた取り組みの一つとして、カキなど付着生物による水質浄化について検討した。また、東京湾岸自治体と連携して、東京湾の水質及び赤潮の発生状況を把握した。

［方法］

付着生物による水質浄化に関する研究では、横浜港内にある閉鎖的な日本丸ドック内岸壁の付着生物についての潜水調査や月１から２回の頻度での水質調査を行なった。また、東京湾岸自治体の研究機関と連携した水質及び赤潮プランクトンの調査を、横浜港水域４地点について、人工衛星の運航日に合わせて月に１から２回の頻度で行なった。

［結果］

潜水調査から、付着生物は表層から 2.5mまではカキが多く分布し、それより以深ではユウレイボヤが多く分布していることが明らかになった。日本丸ドック内・外の水質調査からは、平成 15 年度の結果と同様に、ﾄﾞｯｸ内の透明度がﾄﾞｯｸ外に比べて良好な結果が得られた。ﾄﾞｯｸ内の透明度がドック外に比べて良いのは、カキなどによる水質浄化機能が寄与していると推定されるが、ユウレイボヤによる浄化への寄与については今後の課題であった。

水質及び赤潮プランクトンの調査では、8 月 8 日から 20 日にかけて横浜市本牧、南本牧周辺水域に青潮が発生し、メバル、ウミタナゴなど魚貝類に被害も見られた。死亡原因については、本牧常時測定局のデータから貧酸素状態を確認するとともに、気象情報によれば南西の風が吹いていたことなどから、貧酸素水塊が湧昇することにより青潮が発生したと推定した。同様な現象は同時期に東京湾奥、東京都側でも見られた。東京湾の西岸側での貧酸素水の湧昇による青潮の発生は珍しく、今後は、貧酸素水塊についての把握も重要と考えられた。

調査研究名

地盤環境に関する研究
市域地盤の地域特性の把握と検討
地盤情報活用システムの構築

部 門

基礎研究

［目的］

水循環の保全および地下水適正利用に関する事業や災害対策では、地盤の地域特性の把握が重要視されている。

本研究では、地盤構造と地下水に注目した市域地盤の地域特性把握のため各種調査および資料収集を行う。

また、その調査結果等のデータベース化および市民へ向けた情報提供の仕組みを検討するものである。

［方法］

・市域地盤の地域特性調査の実施。
・土質検索システム（横浜市の各種事業で行われた地盤調査結果の集約と庁内提供）の運用。
・地下水位観測井（35 箇所）のデータ回収および保守点検。
・地盤情報活用システム構築に伴う情報提供のあり方についての検討

［結果］

水循環に関するデータの収集として、①主に帷子川および大岡川流域の地下水・湧水の採水および分析（揚水井：13 箇所、湧水：7 箇所）②三保・新治、恩田地区の源流域水環境基礎調査を調査主体である環境保全局水質地盤課（現：環境創造局環境活動事業課）と共同で行った。

土質検索システムの運用として、土質データの庁内配布（平成 10 年度～平成 15 年度に実施された調査結果）および平成 16 年度に実施された土質調査報告書の集約（委託件数：71 件、柱状図本数：376 本）を行った。

地盤情報活用システム構築に関連して、庁内ネットワーク上で地盤情報提供のサンプルホームページを作成し、市民への情報提供について意見募集を行った。

調査研究名

音環境に関する研究
大音響の宣伝放送における騒音問題と影響に関する研究

部 門

基礎研究

［目的］　現在、横浜市内の繁華街における宣伝と音楽放送は、必要以上に大きな音を出している地域があると思われる。殊に一部の地下街では、音がこもってしまうにも拘わらず騒々しい大音響を出し続けているが、苦情が少ない、一過性である、近隣に住宅が無い等の理由で概ね野放し状態であり、実態は把握されていない。この状況は都市の成熟度を疑われ望ましいものではなく、これら繁華街の音環境の実態を把握し、無用な音情報の削除から都市の静穏化に資する。

［方法］　市内を代表する 8 地区（A～H）を選定し、1）　耳による音環境の観察と音の聞こえる範囲の地図化　2）　騒音レベルによるランク付け　3）　周波数分析結果の比較から地区の特徴を把握した。

［結果］　等価騒音レベルの比較から、雑多な拡声器音が主な A 地区（74.4dB）、大型ビジョン音のみの B 地区（72.3dB）が 70dB を超え騒がしく、多数の小さなスピーカの小音で広範囲をカバーする G 地区（61.4dB）が最低で、他は 65dB 前後であった。A 地区のレベルは西区浅間下交差点ほどの騒音レベルであり、拡声器に起因する 250～3150Hz の各周波数音が主音となり、それらが 20dB の狭い変動範囲で常時聞こえていた。対して人声が主の E 地区では、630Hz を中心とした音が 30dB の広い範囲で変動していた。また、A 地区は屋外だが各所で数種の低質で区別困難な音を残響と雑踏の中で耳にし、通行人しかいない B 地区では大音響の響きばかりが聞こえ他の音は聞こえない状況であった。結果として A、B 地区は無駄な音が多い。

調査研究名	ダイオキシン類研究事業 横浜市内におけるダイオキシン類濃度モニタリング調査
部　門	プロジェクト研究

［目的］

「ダイオキシン類対策特別措置法」に基づき、ダイオキシン類濃度モニタリング調査を、各媒体について市内の各地点において実施する。

［方法］

①一般大気環境モニタリング調査 ： 平成16年度調査は、市内18地点（全区）において、平成16年5月、8月、11月及び平成17年1～2月の4季節，それぞれ7日間連続で、環境大気試料を採取した。

②公共用水域のダイオキシン類濃度調査 ：公共用水域水質測定計画に基づく市内の各河川・海域の調査地点の底質を対象に調査を実施した。河川では、平成16年9月に11地点、海域では、平成16年8月に7地点で調査を行った。

［結果］

①一般大気環境：市内18地点の年平均値は、0.034～0.087 pg-TEQ/m^{3}の範囲で、全体の平均値は0.054 pg-TEQ/m^{3}であった。今年度の市内平均値は昨年度（平成15年度）の市内平均値0.059 pg-TEQ/m^{3}よりさらに低くなった。なお、各地点の年平均値はすべて環境基準（0.6 pg-TEQ/m^3）を大きく下回っていた。

②河川・海域の底質：河川底質の測定値は0.64～16 pg-TEQ/g-dryの範囲で、全体の平均値は5.5 pg-TEQ/g-dryであった。また、海域底質の測定値は3.6～29 pg-TEQ/g-dryの範囲で、平均値は17 pg-TEQ/g-dryであった。各地点の底質測定値はすべて環境基準値（150 pg-TEQ/g-dry）を大きく下回っていた。

調査研究名	ダイオキシン類研究事業 ダイオキシン類緊急不特定調査 －大門川のダイオキシン類調査－
部 門	プロジェクト研究

［目的］

複数の産業廃棄物焼却施設が立地している瀬谷区北町周辺を流れる大門川では、毎年実施している環境調査で環境基準値（1pg-TEQ/l）を超えている地点があることが明らかとなっている。そのため、本年度も汚染状況を把握するため大門川の環境調査を継続実施する。

［方法］

大門川環境調査：平成16年12月に瀬谷区北町周辺の大門川6地点で水質の調査を実施した。

［結果］

大門川のダイオキシン類濃度は、水質6地点で0.18～1.0　pg-TEQ/lの範囲であり、いずれの地点においても環境基準（1pg-TEQ/l）を満足した。産業廃棄物処理業者への指導により、産業廃棄物処理業者が施設の改修を行ったため、改善の傾向が見られた。

調査研究名	ダイオキシン類研究事業 ダイオキシン類精度管理調査 －①環境省環境測定分析統一精度管理調査及び②庁内関係局分析精度管理担当者会議－
部 門	プロジェクト研究

［目的］

①環境省環境測定分析統一精度管理調査：本調査は、毎年、環境測定分析に従事する諸機関の信頼性確保及び精度の向上等を図ることを目的として環境省が実施しており、当研究所も分析技術の向上と公表データの信頼性を確保するために参加している。

②庁内関係局分析精度管理担当者会議：ダイオキシン類分析を外部委託している庁内関係局が、分析業務の精度管理点検により、測定値の信頼性を確保するため、当研究所が中心となって担当者連絡会を運営する。

［方法］

①平成16年9月に配布された試料（土壌試料）について、指定分析方法に従って測定した。

②庁内関係局の担当者が、ダイオキシン類分析の外部委託における精度管理上の事項について、定期的に問題点・意見等を情報交換する。当研究所が技術的重要事項の集約と外部委託分析における精度管理マニュアルを作成し、公表データの信頼性を確保する。

［結果］

①参加機関は、計182機関（回答機関数180）で、当研究所で分析したデータの信頼性に問題はなかった。また、本調査に参加して得られた各種データは、分析技術の向上と信頼性確保に生かすことができた。

②4局担当者連絡会議を開催し、当研究所で得られた精度管理に関する技術情報の解説と外部委託に関する問題点を整理するとともに、情報交換を行った。また、外部委託に関する「横浜市ダイオキシン類分析委託に関する精度管理マニュアル」を作成した。

調査研究名	化学物質対策に関する研究 環境ホルモンに関する研究 －平成１６年度モニタリング調査および帷子川ＰＣＢ調査－
部 門	プロジェクト研究

［目的］

市内水域の環境ホルモン濃度を把握するため、平成11年度から13年度までの３カ年をかけて、環境ホルモンと疑われる約60物質について水質と底質を対象に実態調査を行った。この実態調査で高頻度に検出された物質を対象に平成14年度から水質のモニタリング調査を実施している。平成16年度は水質のモニタリング調査を継続するとともに、ＧＣ／ＭＳを用いたエストロゲンの分析方法についても検討した。また、ＰＣＢの低塩素化物が特異的に高い地点が認められた帷子川について水質と底質を対象に６地点でＰＣＢの実態調査を実施した。

［方法］

①調査対象物質：ノニルフェノール、ビスフェノールＡ、17β－エストラジオール、ＰＣＢ等

②調査地点および時期：モニタリング調査は夏季９地点と冬季６地点、ＰＣＢ調査は秋季に帷子川水系６地点

③分析方法：「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル」及び「下水試験方法追補前提版2002年版」に準拠

［結果］

モニタリング調査：ノニルフェノールや17β－エストラジオールなどについては経年的に濃度がやや減少あるいは横ばい傾向を示したが、ビスフェノールＡについては濃度が上昇傾向を示す地点が認められたことから、今後も濃度推移を監視していく必要がある。

ＧＣ／ＭＳによるエストロゲンの分析方法：メチル誘導体化前の脱水乾固条件が回収率に大きく影響するため、その最適条件を求めた。この方法を冬季のモニタリング調査などに適用したところ、満足な結果が得られた。

ＰＣＢ実態調査：前年度調査の１地点以外に低塩素化物が特異的に高い地点は認められなかったことから、その地点では過去の低塩素化ＰＣＢによる汚染の影響が残っていたことが一因として考えられた。

調査研究名	化学物質対策に関する研究 環境ホルモンに関する研究 －境川・柏尾川詳細調査－
部 門	プロジェクト研究

［目的］

環境ホルモンと確定されたノニルフェノールは様々な用途で使用されているが、なかでもノニルフェノールエトキシレート系界面活性剤の原料として使用されている割合が多い。その界面活性剤が河川水中や下水処理の過程で分解され、エトキシレート鎖の短くなったノニルフェノールエトキシレートや、エトキシレート基の末端が酸化されたノニルフェノールエトキシ酢酸、そして最終的にノニルフェノールが生成されることが指摘されている。そこで、河川水中のノニルフェノールエトキシレートおよびその分解生成物質の濃度レベルや挙動を把握するため、境川・柏尾川水系において環境調査を実施し、その測定結果について検討した。

［方法］

境川２地点と柏尾川２地点の計４地点において, 河川水中のノニルフェノールエトキシレート(エトキシレート鎖の数：１～15)およびノニルフェノールエトキシ酢酸(同：１～10)を対象に2004年11月に環境調査を実施した。

［結果］

ノニルフェノールエトキシレートとノニルフェノールエトキシ酢酸はともにほとんどの地点でエトキシレート鎖数が１から３の化合物が大半を占め、ノニルフェノールエトキシレートよりもノニルフェノールエトキシ酢酸のほうが高い濃度を示した。短鎖化と酸化が進んでいるためと考えられる。一方，１地点では、エトキシレート鎖数が４以上のノニルフェノールエトキシレートも比較的多く検出され、また、エトキシレート鎖数が６から10までのノニルフェノールエトキシ酢酸が他地点よりもやや高い濃度で検出された。この地点の上流から、ノニルフェノールエトキシレート系界面活性剤が一時的に排出されたことなど影響していると考えられる。一方、前回調査した鶴見川の測定結果に比べて境川・柏尾川では両物質ともやや低い濃度を示した。

調査研究名	都市持続に関する研究 ヒートアイランドに関する研究
部 門	プロジェクト研究

［目的］

近年、横浜市における熱による都市環境は悪化しつつあり、特に臨海部の市街化地域や横浜市北東部では夏期には郊外より気温が高くなるなど横浜市においてもヒートアイランドが生じていることがわかっている。そのため、横浜市内の気温観測網を整備するとともにヒートアイランド対策技術としての屋上緑化やすず風（保水性）舗装での温度低減効果を調査した。

［方法］

① 気温観測調査
　市内31ヵ所の小学校の百葉箱中で気温観測を行い、横浜市内の気温分布図を作成した。

② 港北区役所屋上緑化での温度低減効果の観測機器の整備
　港北区役所の屋上緑化に大気気温計、地中温度計、雨量計、日射量計、風向風速計を設置し、屋上緑化による温度低減効果を観測した。

③ 研究所、神大寺小学校及び豊岡小学校に温度低減効果観測のための壁面緑化の設置
　研究所では下垂れ式、小学校では登坂式の壁面緑化を設置した。

④ 普及啓発用に壁面緑化マニュアルを作成した。

［結果］

① 気温観測調査
　夏期の平均気温の分布から鶴見区から中区にかけての臨海市街部と市内北東部及び南西部にそれぞれ気温が高くなる地域がみられ、熱帯夜の出現日数は臨海市街部に集中しているなど横浜市でのヒートアイランド現象の特徴が明らかにされた。

② 港北区役所屋上緑化での観測結果
　夏期の港北区役所屋上緑化の温度低減効果を観測した結果、屋上コンクリート表面では最高50℃に達したが、緑化部分の地中３cmでは最高でも40℃であり、地中20cmでは最高でも30℃程度と屋上緑化による温度低減効果が確かめられた。

調査研究名　　都市持続に関する研究
酸性雨に関する研究
－酸性雨のモニタリング及びその影響調査－

部　門　　プロジェクト研究

［目的］　現在、日本では欧米並の酸性雨が降り続いており、さらに急速に工業化を進める東アジア近隣諸国からの影響も懸念されている。一方、2000年9月からは三宅島火山から酸性雨の主要な原因物質であるSO_2ガスが大量に放出され始め大きな問題となっている。このため、横浜市環境科学研究所では、1984年から継続して酸性雨の監視及び被害の未然防止を目的として種々の影響調査を行ってきている。2004年は酸性雨のモニタリングおよび器物への影響を調べるため金属試験板溶出試験を実施した。

［方法］

①酸性雨のモニタリング：横浜市磯子で2004年1月～12月の1年間、自動雨水採取装置により雨水（湿性沈着物）、乾性沈着物を分別採取、これらのpH及び$_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-、$_{nss}Cl^-$の酸性雨原因物質、$_{nss}Ca^{2+}$、NH_4^+の中和物質等を分析。

②器物影響調査：横浜市磯子で2004年1月～12月の1年間、簡易雨水採取器に試験板(ブロンズ、銅、炭素鋼)を取り付け、ヶ月単位で雨水を採取、pH、酸性雨原因物質、中和物質、溶出金属(Cu、Pb、Zn、Fe）を測定。

［結果］

①酸性雨のモニタリング：2004 年の雨水の年平均 pH は初期 1mm が 4.31、一降水全量が 4.69、湿性の $_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-、$_{nss}Cl^-$、$_{nss}Ca^{2+}$、NH_4^+の年間沈着量はそれぞれ 66、34、13、15、56（meq/m²/年）、乾性の $_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-、$_{nss}Cl^-$、$_{nss}Ca^{2+}$、NH_4^+の年間沈着量はそれぞれ 11、10、3、21、0.7（meq/m²/年）であった。三宅島火山ガス放出以降（2000 年）、湿性の $_{nss}SO_4^{2-}$沈着量の増加、pH の低下がみられているが、本年も火山ガス放出前に比べ、湿性の $nssSO_4^{2-}$沈着量の増加、pH の低下がみられており、依然としてまだ火山ガスの影響がうかがえる。

②器物影響調査：当該期間は三宅島火山ガス放出後5年目に当たるが、火山ガス放出前1年間(1999年9月～2000年8月)に比べ、$_{nss}SO_4^{2-}$の年間沈着量は約1.4倍多く、ほぼこれに対応してブロンズ板からのCu、Pb、Znの溶出量、銅板からのCuの溶出量、炭素鋼板からのFeの溶出量も火山ガス放出前に比べ1.3倍程度多くなっていた。

調査研究名　　環境共生都市に関する研究
「水と緑の資源を生かした環境と共生したまちづくりに関する研究」

部 門　　プロジェクト研究

［目的］

横浜市の魅力ある都市環境を未来に引継ぎ、更に自然環境と共生できる社会へと育てていくためには、現存する貴重な自然環境を保全しつつ、人と生き物、都市と自然がバランス良く共存共栄していくための指針づくりなどの取組が急務とされて いる。そこで、「まちづくり」という視点から調査研究を行い、横浜らしい環境共生都市の在り方について基本的な考え方とその達成に向けた方策をとりまとめる。

［方法］

①　地域特性が表現できるように横浜市内をいくつかのブロックに分割して検討した。ブロック割に際しては、河川流域をベースとして上流、中流、下流の基本流域ブロックに分割した後、更に土地利用状況等を考慮して複数の小ブロックに分割した。

②　分割した各河川流域や基本流域ブロックごとに８項目の将来像（生物多様性・健全な生態系、植生、水質と水生生物、水資源と循環、緑との関わり、エネルギー、都市景観の形成）を掲げて、これに対する現状評価を行った。

③　現状評価手法の課題を改善し、設定された将来像を達成するための方策を検討した。

④　方策推進の総合的なアウトプットとして、横浜市内全域の「新・水と緑のネットワーク図」を提示した。

⑤　帷子川水系をモデルとして、現状評価に基づく詳細な方策（作図を含む）の検討を行った。

［結果］

本研究３カ年に渡る成果として、横浜らしい環境共生都市の在り方についての基本的な考え方と、その達成に向けた方策をとりまとめた。

検討にあたっては、下記の事項が課題として挙げられた。

①　現状評価において重要である身近な動植物の生息、分布状況に関する基礎データが不足していること。

②　現存する貴重な自然環境の保全及び新たな自然環境の創出、環境共生のための仕組みづくりには、新たな法的手段を含めた強力な推進体制の確立が必須であること。

③　都市計画や地域地区を含めた全庁的な取組みや調整が必要であること。

分水路取水庭の河川機能に及ぼす影響に関する研究

小市佳延、福嶋　悟、樋口文夫、下村光一郎（横浜市環境科学研究所）

Research on effects in river function of getting water gardens

Yoshinobu Koichi, Satoshi Fukushima, Fumio Higuchi, Kouichirou Shimomura
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：水質調査，底質、シオグサ、魚類、取水庭

要　旨

都市河川の大岡川水系において治水用の分水路取水庭を中心として水質・底質・付着物・シオグサ・魚類の調査を行った。その結果、日野川の取水庭で水質の BOD が上流より約 4 割減少し、滞留による浄化作用がみられた。２箇所の分水路取水庭の底質は源流域からの土壌や植物由来有機物の多寡によるとみられる違いがみられた。また、冬季の取水庭の浚渫によって流出した土砂が下流の河床に堆積した形跡がみられた。シオグサは、分水路取水庭の上流側と下流側では共に河床から５～10㎝ の高さの石には生育していたが、５㎝ 以下の石では生育せず、流砂の影響が示され、水位変動の影響も受けることが認められた。魚類の出現種類数は、大岡川本川(笹下川)および日野川の分水路取水庭とも上流より下流地点の方が多かった。移動、分散様式との関係では通し回遊魚ではあまり影響を受けていないものと思われた。

１．はじめに

かつて都市河川は治水対策を最優先に、直線化し、護岸をコンクリートで固め、落差工を設けるなどさまざまな構造物が造られてきた。その結果、水辺空間の喪失、水生生物の生息域の減少が起こった。

河川水質の改善は下水道普及に負うところが大きいが、河川構造によっては、河川内に新たな汚濁源が出現することもある。落差工や堰等によって生じた停滞水域では、降雨時に流入した土砂・ごみ等が沈降堆積し、腐敗・分解することで底質の悪化を招く恐れがある。また、分解物が水中に溶け出したり、大気中に拡散すると、悪臭の原因となる可能性もある。

また､多くの河川でシオグサなどの糸状緑藻類の異常増殖が問題となっている[1)]。河川流量の安定化や富栄養化がシオグサの増加する主な要因となり[2)]、ダム下流河川で多く生育していることが報告されている[3～6)]。糸状緑藻類の増加は河川生態系や人間活動にさまざまな影響を及ぼす[7)]。河川藻類の増加は不快感を生じさせ[8～10)]、視覚的な評価を低下させる[11・12)]。糸状緑藻類が多くなると藻類群集の現存量は明瞭に増加し[7)]、河川空間における景観を著しく変化あるいは悪化させることが指摘されている[13・14)]。横浜市内の河川でもシオグサの大量発生について苦情があったが、景観の悪化がその背景となったと思われる。本調査の対象となった大岡川でも、糸状緑藻類のシオグサ（*Cladophora* sp.）が広範囲に生育している。

横浜市内の大岡川には治水対策用の大規模施設である分水路がある。分岐点となる取水庭は２ヶ所に設置され、堰等の構造的条件により、定常時には停滞水域となっており、水質等への影響が考えられる。一方、降水（大雨注意報・大雨警報の発令時）により河川流量が多くなる時には、水門を閉ざして河川水を分水路に流し、下流側の洪水を防ぐ役割を果たしている。分水路による水位のコントロールが、シオグサの生育状況に及ぼす影響を明らかにする必要があると考えられる。また、大岡川に多く設置されている落差工等の河川構造物では、魚種によって移動、分散に影響を受けていることが明らかになっており[15)]､分水路取水庭についても魚類に対する影響を解析する必要があると考えられる。

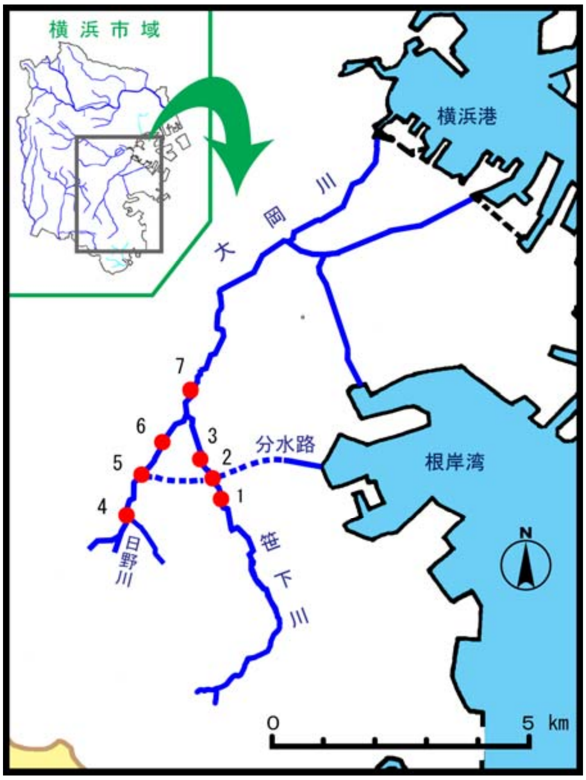
そこで今回、より良好な水環境の維持・向上に向けた河川構造や管理方法の検討に必要な資料を得ることを目的として、大岡川において分水路取水庭が水質・底質・付着物・シオグサ・魚類に及ぼす影響を明らかにする調査を行ったので、その結果について報告する。

２．調査方法

２－１　調査地域

大岡川は**図－１**に示すように横浜市南東部に位置する都市河川である。円海山を源とした本流（笹下川）は北上し、西からの日野川と上大岡付近で合流した後、蒔田付近で再び中村川・掘割川に分かれ、本流は横浜港に注ぐ全長 12 ㎞の二級河川である。そのほかに治水対策用の分水路がある。大岡川下流は古くからの市街地であるが､昭和 30 年代から上流域で大規模な宅地開発が始まると下流域で浸水が起きるようになった。しかし、川幅を広げることが困難だったために、分水路によって増水時の河川水を根岸湾に迂回させる方式が採られ、昭和 56 年に完成したものである。

調査対象地域は、分水路との分岐点である取水庭（**写**



図－１　大岡川調査地点図

真－１、２）を中心に、その上下流に選定した。笹下川の調査地点 St. 1 は曲田橋で、川幅は約 5m あり、両岸はコンクリート、河床は礫砂である。St. 2 は分水路の取水庭で、川幅は約 30m と広い。停滞水域となっており、大きな鯉等が群れている。下流側には水門があり、定常時は水門の下から水が流れているため、魚類等の往来も比較的自由になっている。St. 3 の関の橋は、川幅約３m、両岸は土およびコンクリートで、河道内に植物が繁茂している。河床は礫砂である。St. 4 は日野川の高橋付近で、川幅約６m、両岸はコンクリート、河床は玉石を千鳥状に埋め込んだコンクリートである。St. 5 の川渡橋付近は分水路の始点となる取水庭で、両岸は垂直のコンクリート壁でできており、川幅は最大で約 35m と広くなっている。定常時の水路幅は約 10m である。St. 6 の下根橋上流は川幅 3m で、両岸はコンクリート、河床は礫砂である。St. 7 は笹下川・日野川の合流点よりやや下流の青木橋で、川幅は約５m ある。流れに変化をつけるために河道内に大石を配したり、両岸の高水敷を石積みの遊歩道としている。河床は砂礫・岩盤である。

２－２　試料採取方法および調査期日

調査は四季毎に年４回行い、水質、底質、付着物、付着藻類および魚類等を調査した。水質試料は表面水を採水した。底質試料は、流れの緩やかなところの表層泥を数カ所採取して混合した。付着物試料は流れのあるところの平坦な礫を採取し、表面の付着物をブラシで擦り落として試料とし、擦り落とした面積を記録した。底質および付着物の試料調整は環境省の底質調査法[16]に準じた。

魚類採集は、D 型フレームネット（網目 1.5×1.5mm）、投網（16 節、900 目）を用いて行なった。調査時間は、

写真－１　笹下川の分水路取水庭
下流方向を望む。右側が分水路で、直下で左から来た日野川分水路と合流し、根岸湾へ流出する。

写真－２　日野川の分水路取水庭
下流方向を望む。右奥が分水路で、地下トンネルで笹下川の分水路に通じる。

一地点約 20 分、調査人員は１～２人で行なった。

なお、調査期日は次のとおりである。

春季：　2004 年６月 10 日
夏季：　2004 年９月８日
秋季：　2004 年 11 月 11 日
冬季：　2005 年２月２日

２－３　調査項目および測定方法

調査項目および測定方法を**表－１**に示す。なお、流量は、河川横断方向の数点について水深・間隔・流速を測定し、河川断面積と流速から算出した。底質の微細泥率は粒径 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。付着物は 0.5 ㎜目のステンレス製ふるいを用いてシオグサとその他に分離した。

シオグサの分布状況については、それが生育する石の河床からの高さと、植被度から検討した。シオグサの植被度は５段階で検討された例[13・14]があるが、群体が大きくなると糸状体が長くなるために、植被度の評価が容易でなくなり誤差が生じやすくなる。そのため、ここでは植被度を、基質となっている石の表面のほぼ全体に生育している状況を３、半分以上の面積を占める状況を２、

表－１　測定項目と測定方法

項　目	測　定　方　法
【 環境 】	
水温	携帯型pH計：東亜電波 HM-12P
pH	携帯型pH計：東亜電波 HM-12P
透視度	1ｍ 透視度計
電気伝導率（EC）	携帯型EC計：東亜電波 CM-14P
酸化還元電位（Eh）	携帯型ORP計：東亜電波 RM-20Pで測定後、換算
相対照度	携帯型デジタル照度計：TOPCON IM-5
泥温	携帯型ORP計：東亜電波 RM-20P
流速	携帯型電磁流速計：東邦計測 TK-105D
水深	折れ尺
【 水質 】	
溶存酸素（DO）	ウインクラー-アジ化ナトリウム変法（JIS K0102）
生物化学的酸素要求量（BOD）	20℃・5日間、ウインクラー-アジ化ナトリウム変法（JIS K0102）
全窒素（T-N）	紫外吸光光度法（JIS K0102）
アンモニア態窒素（NH4-N）	インドフェノール青吸光光度法（JIS K0102）
亜硝酸態窒素（NO2-N）	イオンクロマトグラフ法（JIS K0102）
硝酸態窒素（NO3-N）	イオンクロマトグラフ法（JIS K0102）
全無機態窒素（TIN）	NH4-N + NO2-N + NO3-N
全リン（T-P）	ペルオキソ二硫酸カリウム分解、アスコルビン酸-モリブデン青法（JIS K0102）
リン酸態リン（PO4-P）	アスコルビン酸-モリブデン青法（JIS K0102）
【 底質 】	
微細泥率	2mm目および0.075mm目のふるいを用いた湿式ふるい法
強熱減量（IL）	600℃、2時間後の減量
全リン（T-P）	硫酸・過酸化水素分解後、アスコルビン酸－モリブデン青法
クロロフィルa（Chl.a）	湿泥についてStrickland and Parsonsの方法[17]
【 付着物 】	
付着量	採取面積と乾重量から換算
強熱減量（IL）	600℃、2時間後の減量
全リン（T-P）	硫酸・過酸化水素分解後、アスコルビン酸－モリブデン青法

部分的に生育している状況を１として３段階で評価した。

魚類については、採捕した個体は種の同定とともにノギスで標準体長を測定し、その後に放流した。

３．結果と考察

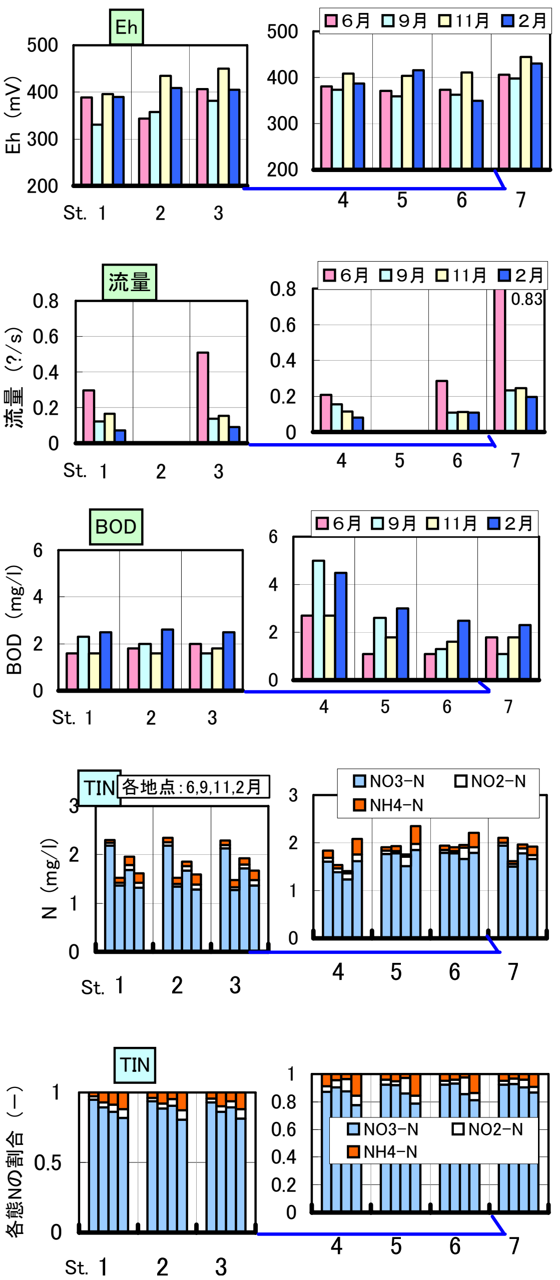
３－１　水質

調査の結果を**表－２**、**図－２**に示す。

pH は笹下川の St.３や合流後の St.７でやや低く、7.7 前後だった。また、笹下川（St.1～３）より日野川（St.4～６）の方が pH が高い傾向がみられた。

この傾向は EC でもみられ、笹下川の平均値が 46～49mS/m に対し、日野川は 59～63mS/m と高かった。

Eh は笹下川の分水路取水庭 St.２で６、９月に 344mV、358mV と他よりやや低い値がみられた。



図－２　水質のおもな結果

表－２　水質の結果　　：　平均値±標準偏差

St.	地点名	wt.　（℃）	pH　（－）	EC（mS/m）	Eh　（mV）	流量　（?/s）	DO　（mg/l）	BOD　（mg/l）
1	曲田橋	18.0 ± 8.4	8.17 ±0.33	48.3 ± 8.2	377 ± 30	0.16 ±0.10	10.8 ± 2.5	2.0 ± 0.5
2	取水庭	18.3 ± 9.1	8.03 ±0.32	49.3 ±10.0	387 ± 43	― ± ―	9.8 ± 1.6	2.0 ± 0.4
3	関之橋	17.1 ± 8.5	7.75 ±0.35	46.4 ± 9.1	411 ± 29	0.22 ±0.19	8.3 ± 1.8	2.0 ± 0.4
4	高　橋	19.1 ± 7.1	8.10 ±0.19	62.9 ± 7.2	388 ± 15	0.14 ±0.05	9.7 ± 0.5	3.7 ± 1.2
5	川渡橋付近	20.0 ± 8.5	8.47 ±0.23	60.8 ± 4.6	388 ± 27	― ± ―	10.9 ± 1.3	2.1 ± 0.8
6	下根橋上流	19.5 ± 8.8	8.42 ±0.15	59.1 ± 3.8	374 ± 26	0.15 ±0.09	10.3 ± 2.1	1.6 ± 0.6
7	青木橋	16.9 ± 8.4	7.66 ±0.18	51.0 ± 9.5	419 ± 22	0.37 ±0.30	9.6 ± 1.9	1.8 ± 0.5

St.	地点名	T-N　（mg/l）	TIN　（mg/l）	NH4-N　（mg/l）	NO2-N　（mg/l）	NO3-N　（mg/l）	T-P　（mg/l）	PO4-P　（mg/l）
1	曲田橋	2.26 ±0.27	1.85 ±0.36	0.13 ±0.06	0.08 ± 0.03	1.63 ±0.40	0.083 ±0.017	0.033 ±0.009
2	取水庭	2.13 ±0.30	1.83 ±0.37	0.13 ±0.05	0.08 ± 0.02	1.62 ±0.42	0.077 ±0.023	0.029 ±0.011
3	関之橋	2.17 ±0.28	1.84 ±0.35	0.14 ±0.04	0.08 ± 0.03	1.62 ±0.39	0.071 ±0.021	0.035 ±0.020
4	高　橋	2.29 ±0.37	1.71 ±0.31	0.15 ±0.13	0.11 ± 0.04	1.46 ±0.19	0.078 ±0.007	0.029 ±0.012
5	川渡橋付近	2.42 ±0.49	1.99 ±0.25	0.15 ±0.15	0.11 ± 0.07	1.73 ±0.15	0.070 ±0.018	0.031 ±0.009
6	下根橋上流	2.32 ±0.29	2.00 ±0.14	0.13 ±0.11	0.11 ± 0.08	1.76 ±0.06	0.093 ±0.046	0.036 ±0.008
7	青木橋	2.24 ±0.23	1.90 ±0.21	0.10 ±0.05	0.07 ± 0.02	1.72 ±0.19	0.087 ±0.013	0.047 ±0.015

流量は６月が最も多く、２月が最も少なかった。２月の流量は６月の１／2.5～１／４程度である。下水道の普及により生活排水等が流入しなくなった影響で、流量は降水量に左右されやすい傾向がみられた。

DO は平均値で 8.3～10.9mg/l で、停滞水域である取水庭の St.２、５で極端に低くなるようなことはなかった。ただ、取水庭下流の St.３では 8.3mg/l とやや低く、St.２とは約 1.5mg/l の差があった。DO 飽和度に換算すると、St.２の表面水は平均で 104%に対して St.３では 83%であることから、その原因として停滞水域下層の水で DO が消費され、それが流出してきた可能性も考えられる。

BOD は日野川の St.4 で環境基準値の 3.0mg/l を超えることがあった。下水道が普及してきたとはいえ、事業場等における雨水系と汚水系の誤接続等によって排水が河川に流入し、その影響で BOD が高くなった可能性も考えられる。日野川では St.4 ～6の間で BOD が漸減する傾向がみられた。St.5 では St.4 の約４割減となっており、停滞水域での自浄効果がみられたものと思われる。

NH_4－N は平均値では St.１～６はほぼ同一で、St.７が低かった。季節的には各地点とも冬季の２月が高く、0.17～0.37mg/l であった。このとき、TIN に占める NH_4－N の割合は９～16%であり、他の季節より高い傾向がみられた。

NO_3－N は笹下川の St.１～３では地点間の差はなく、６月が高かった。一方、日野川では St.４でやや低く、St.５、６で高くなるのが認められた。TIN に占める NO_3－N の割合は冬季が低く、86～91%であった。

T－N は日野川（St.４～６）の２月に約３mg/l と高くなったものの、平均値では他の地点と大きな差はなかった。大岡川の最高でも３mg/l という値は下水処理場放流水の流入する鶴見川の約 5～９mg/l[18]や柏尾川の約２～11mg/l[19]とくらべると低いレベルにある。

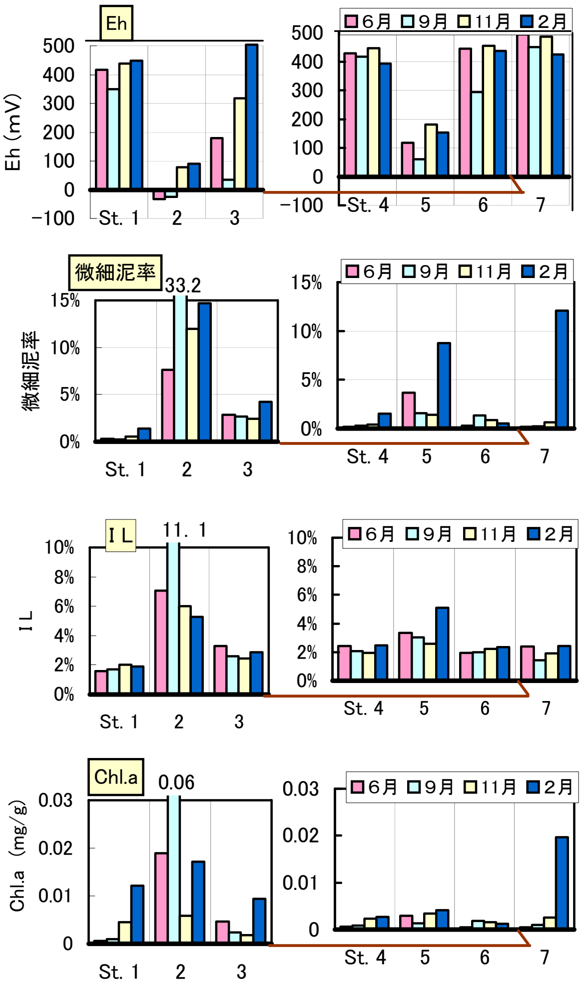
T－P、PO_4－P は平均値で 0.03～0.09mg/l であり、T－N と同様に低く、地点間の差も小さかった。

以上より、取水庭の水質への影響としては St.５で BOD が約４割減少したが取水庭 St.2 で Eh がやや低くなることがあり、その下流で DO がやや低くなったことがあげられる。

３－２　底質

底質調査の結果を**表－３**、**図－３**に示す。

Eh は取水庭の St.２、５で平均値が約 30、130mＶと低かった。特に St.２の６、９月は図－３に示すように負の値であった。St.３も平均 260mＶとやや低く、これら以外の地点の 400mＶとは明らかな差がみられた。St.3 では



図－３　底質のおもな結果

St.2 から流出した底質等の影響を受けたものと思われる。

微細泥率は取水庭の St.２が最も高く、平均値は 16.9%であった。もう一方の取水庭である St.５の平均値は 3.8%であった。St.２のある笹下川の源流は円海山氷取沢であり、そこの土壌・枯葉等が増水時に流れ込む傾向がある。枯葉は分解により微細化される。一方、日野川の源流は住宅地となっていて水路もコンクリート三面構造が多く、枯葉等の植物由来物質は少ない傾向にある。取水庭のそれぞれの上流の地点 St.１、４では微細泥率は 0.6%と低く、増水時に微細泥粒子が下流に流されたものと考えられる。St.５では図－３に示すように２月に微細泥率が約 9%と突出しているのが認められた。調査当時、同地点で浚渫工事中であったことから、河道内の底質が混和されていて通常よりも微細泥の多い底質が採取され

表－３　底質の結果　　：　平均値±標準偏差

St.	地点名	泥温（℃）	Eh（mV）	微細泥率（%）	ＩＬ（%）	T-P（mg/g）	Chl.a（mg/g）
1	曲田橋	18.1 ± 8.7	414 ± 45	0.6 ± 0.5	1.8 ±0.2	0.448 ± 0.199	0.0046 ± 0.0053
2	取水庭	17.4 ± 8.2	28 ± 65	16.9 ±11.3	7.4 ±2.6	0.680 ± 0.239	0.0256 ± 0.0239
3	関之橋	18.1 ± 7.8	259 ±200	3.0 ± 0.8	2.8 ±0.4	0.448 ± 0.029	0.0045 ± 0.0035
4	高　橋	19.6 ± 7.7	421 ± 22	0.6 ± 0.6	2.2 ±0.3	0.362 ± 0.012	0.0016 ± 0.0011
5	川渡橋付近	20.0 ± 8.8	128 ± 52	3.8 ± 3.4	3.5 ±1.1	0.474 ± 0.093	0.0030 ± 0.0012
6	下根橋上流	19.2 ± 9.1	407 ± 76	0.8 ± 0.5	2.1 ±0.2	0.343 ± 0.017	0.0013 ± 0.0006
7	青木橋	16.8 ± 8.7	464 ± 32	3.3 ± 5.9	2.0 ±0.5	0.363 ± 0.062	0.0059 ± 0.0092

たものと考えられる。最下流の St. 7 でも２月には一転して微細泥率が約 12%と高くなっており、上流の取水庭における浚渫の影響によって微細泥が流れ着いたものと考えられる。

IL は取水庭の St. 2 で高く、平均で 7.4%であったのに対し、同じ取水庭の St. 5 では約 3.5%と低いのが認められた。他の地点では 2～３%で、St. 3 がわずかながら高かった。停滞水域である取水庭 St. 2 には有機物に富んだ底質が堆積していたと考えられる。有機物に富んだ底質として源流域や池内の底質があげられる。これらの IL は以前調査した源流域の底質で 13～31%[20]、池内の底質で２～17%であり[21]、源流域からの土壌・底質が流れ着き、取水庭に蓄積したとすれば今回の結果は妥当な値と考えられる。

T－P は取水庭の St. 2 でやや高くて、平均 0.68mg/g であった。一方の St. 5 では平均値が 0.47mg/g であり、日野川 3 地点の中ではもっとも高いが、笹下川の St. 1 、3 と同レベルであった。

Chl.a は取水庭の St. 2 で高く、平均で他の地点の４倍以上の値となっていた。冬季には笹下川の St.1 、３でも Chl.a が高く、さらに最下流の St. 7 も高いのが認められた。St.2 での浚渫時に浮上流出した底質が St. 7 まで流下堆積したと考えられる。

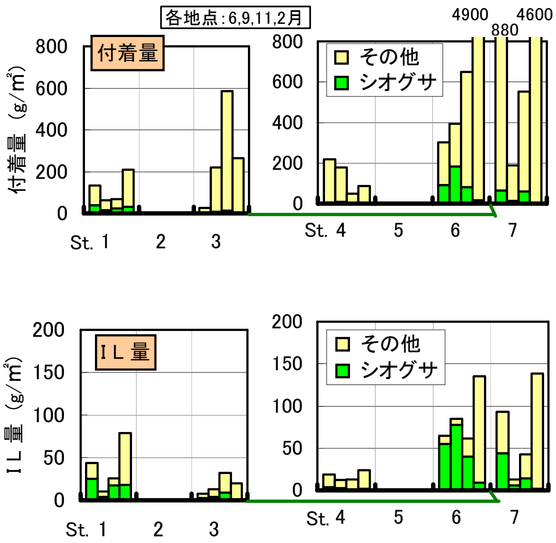
以上から、取水庭 St. 2 の底質は源流域の土壌や植物由来の有機物が多く、生物分解も盛んに行われている。このため、微細粒子が多い。もうひとつの取水庭 St. 5 の底質は St. 2 ほど有機物が含まれていないが、滞留することで、やや分解が行われていたと考えられる。

３－３　付着物

付着物調査の結果を**表－４**、**図－４**に示す。なお、取水庭の St. 2 、5 では付着物採取に適する基質がなかったため、欠測とした。

付着物の IL、T－P は St. 1 がもっとも高く、ついで St. 4 が高かった。いずれも取水庭の上流である。付着量は反対に St. 1 および 4 で少ない傾向が認められた。

糸状緑藻類のシオグサが多く生育していたことから、



図－４　付着物のおもな結果

付着物の構成成分をシオグサとその他に区分することにした。

笹下川では取水庭上流の St. 1 でシオグサが多く、付着量は平均で約 27g/m²あり、全付着量の 25%を占めていた。対して下流の St. 3 ではシオグサは少なく、平均値は約７ g/m²で全付着量に占める割合も５%であった。

日野川では笹下川とは反対で、取水庭上流の St. 4 ではシオグサは少なく、下流の St. 6 でシオグサが多かった。St. 6 のシオグサの付着量の平均値は 93g/m²で St. 1 の３倍強にあたり、また全付着物の 22%を占めていた。St. 6 は調査地点中シオグサがもっとも多くみられたところだが、２月には 16g/m²と少なくなった。水温低下や、取水庭での浚渫工事の影響とみられる土砂が堆積したことでシオグサの付着量が減少したものと考えられる。

３－４　シオグサ（*Cladophora* sp.）

３－４－1　シオグサの分布状況

図－５に 2004 年９月と 11 月におけるシオグサが生育していた石と、生育が確認されなかった石それぞれ５個

表－４　付着物の結果　　：　平均値±標準偏差

St.	地点名	全IL (%)	全T-P (mg/g)	全付着量 (g/m²)	付着量（g/m²） シオグサ	その他	全IL量 (g/m²)	全T-P量 (g/m²)
1	曲田橋	30.9 ± 10.3	3.31 ±1.30	119 ± 68	27.4 ± 10.5	91 ± 62	39.5 ± 29.4	0.442 ± 0.415
2	取水庭	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －
3	関之橋	12.2 ± 12.0	1.42 ±1.01	274 ± 233	6.7 ± 5.8	267 ± 228	18.1 ± 10.5	0.242 ± 0.129
4	高橋付近	17.7 ± 11.4	2.35 ±1.74	133 ± 79	4.5 ± 3.9	128 ± 75	17.1 ± 5.3	0.233 ± 0.124
5	川渡橋付近	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －
6	下根橋上流	13.8 ± 9.3	1.25 ±0.63	1560 ± 2230	93.0 ± 68.7	1470 ± 2280	86.4 ± 34.0	1.08 ± 0.93
7	青木橋	7.1 ± 3.2	0.90 ±0.29	1570 ± 2070	34.6 ± 30.8	1530 ± 2090	72.0 ± 55.4	1.03 ± 0.97

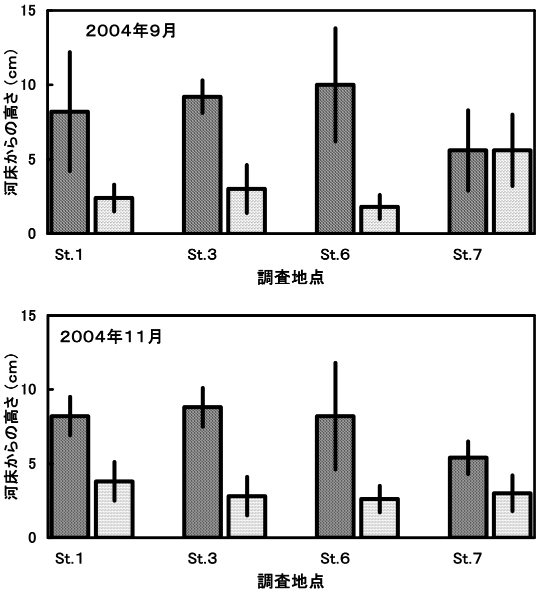
St.	地点名	付着量の構成比（%） シオグサ	その他	ILの構成比（%） シオグサ	その他	T-Pの構成比（%） シオグサ	その他
1	曲田橋	25.7 ± 8.2	74.3 ± 8.2	46.3 ± 19.4	53.7 ± 19.4	34.6 ± 14.5	65.4 ± 14.5
2	取水庭	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －
3	関之橋	5.0 ± 5.7	95.0 ± 5.7	22.1 ± 13.8	77.9 ± 13.8	12.1 ± 9.1	87.9 ± 9.1
4	高橋付近	2.8 ± 2.0	97.2 ± 2.0	12.9 ± 10.7	87.1 ± 10.7	6.8 ± 5.8	93.2 ± 5.8
5	川渡橋付近	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －	－ ± －
6	下根橋上流	22.4 ±20.2	77.6 ±20.2	62.2 ± 38.7	37.8 ± 38.7	49.8 ± 37.8	50.2 ± 37.8
7	青木橋	6.1 ± 4.4	93.9 ± 4.4	31.1 ± 20.6	68.9 ± 20.6	21.4 ± 15.4	78.6 ± 15.4

写真－３　シオグサの生育状況（９月）

の河床からの高さをまとめた。河床からの高さによりシオグサの生育状況（**写真－３**）が異なっており、分水路取水庭上流側の St. 1 では、河床から５～10cm の高さの石には生育していたのに対して、5 cm 以下の石では生育していなかった。また、分水路取水庭上流側と同じ傾向が、下流側の St. 3 、St. 6 、St. 7 でも認められた。ただし、笹下川と日野川が合流し、流量が多くなる下流側の大岡川の St. 7 では、他の地点より石が小さいため、河床からの高さが低い傾向があるが、９月には同じ程度の高さの石でもシオグサが付着しているものと、付着していないものとがあった。我が国の河川で代表的な糸状藍藻類と珪藻類で構成される藻類群集では、流砂の影響を受ける川底に近い高さの基質の現存量は少ない状態で維持される[22)]。基部細胞で基質に固着するシオグサが、河床に近い位置で生育していないことは、河床面でのシオグサの生育に流砂が強く影響を及ぼしていることを示している。

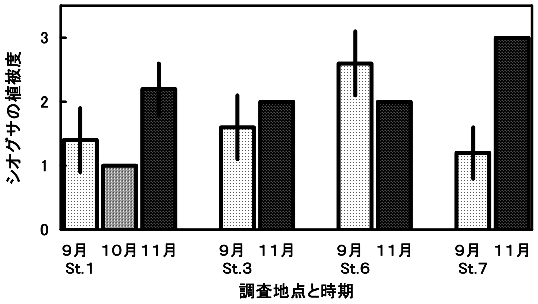
３－４－２　出水のシオグサ分布への影響

河床から５～10cm の高さの石における植被度を**図－６**に示したが、９月と 11 月の両調査時で分水路取水庭の上流側と下流側で明瞭な相違は認められなかった。両調査時の植被度を比較すると、11 月にやや大きい傾向が認められる。**図－７**に９月から 11 月までの間の降水量（横浜市日吉アメダス地点）と、St. 1 付近の水位（１日における最大値）をまとめた。この期間に、分水路への導水により上流側と下流側で流況が異なったのは、台風 22



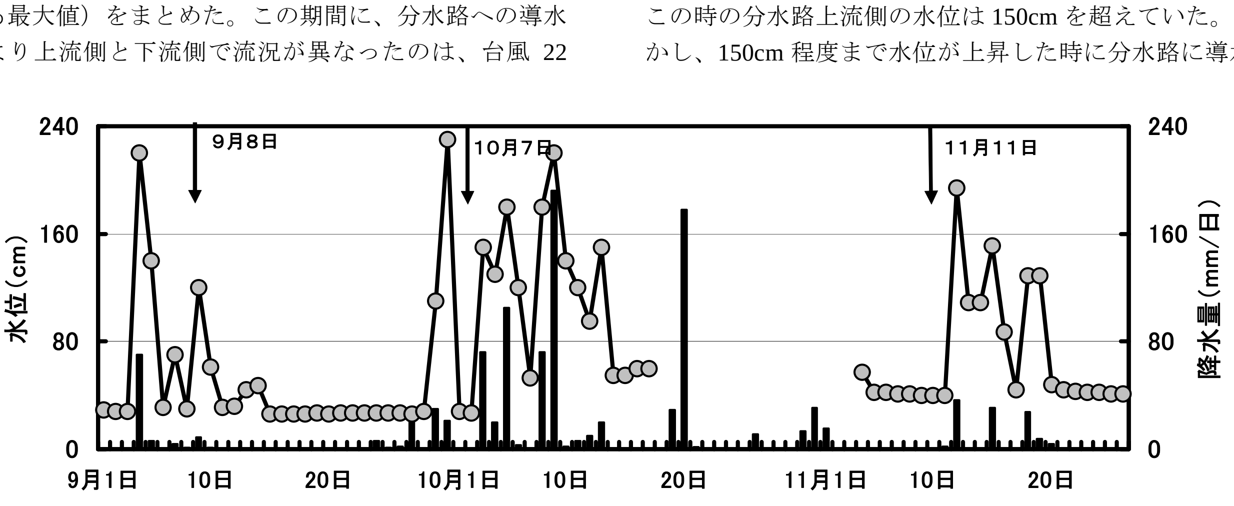
図－５　シオグサの生育の有無と石表面の高さとの関係（n=5）

■ シオグサが生育していた石
□ 〃　生育していない石



図－６　　シオグサの植被度
（n=5、植被度：石表面のほぼ全体に生育＝３、半分以上の面積に生育＝２、部分的に生育＝１）

号と 23 号などの影響による３回と降水量から推定され、この時の分水路上流側の水位は 150cm を超えていた。しかし、150cm 程度まで水位が上昇した時に分水路に導水



図－７　大岡川（St. 1 付近）の水位（日最大水位：折れ線グラフ）と降水量（日吉：アメダス測定地点：棒グラフ）

されなかった時もある。９月の調査日の４日前には降雨により水位が上昇した。また、分水路取水庭の上流側と下流側の流量に大きな変化はなかったと考えられる。それに対して、11 月は調査直前の水位は安定していた。両調査時における植被度の相違、10 月の水位が上昇した直後の St. 1 におけるシオグサの植被度が小さかったことは、分水路取水庭の上流側だけでなく下流側でも、シオグサの現存量は水位変動の影響を受けていることを示している。大岡川は典型的な都市河川で、流域内の降水の多くが河川に流入し､流域の自然度が高い河川に比べて、降水時の水位変動が大きいことが、このような結果に反映されていると考えられる。河床から高い位置にシオグサが生育することについて、基質の大きさと生育状況との関係でも類似の傾向が認められている [23・24]。河川の水流が糸状緑藻類に及ぼす影響の大きさを､基質の移動、砂の移動、流速の増大の順に３段階に区分している [25]。大岡川におけるシオグサの分布状況は、調査期間中に、台風による出水があったが、基質の移動によりシオグサが極めて大きな影響を受けるような攪乱はなく、砂の移動による影響を受けていると評価できるが、その影響は分水路取水庭の上流側と下流側とで異なることはなかった。横浜市内の小河川では、河床がコンクリート張りとなっているところで、しばしば水路一面にシオグサが多量に生育している。このような小河川では、上流からの砂の供給がほとんどないため、シオグサの減少には出水による流速の増大が寄与するが、その影響は小さく、その結果シオグサが異常に多く生育するようになる。

３－４－３　出水と付着物との関係

降雨の影響を強く受けていた９月に、シオグサの有機物量に比べて、シオグサ以外の藻類や懸濁態の有機物を合わせた有機物量、無機物量は少なくなっている（**図－４**)。シオグサの糸状体に付着していた珪藻類などの藻類や、立体構造となって発達した群集内に蓄積された有機物や無機物が､大きな流速により掃流されたためである。群集内の有機物や無機物が掃流されると、藻類群集の成長速度は大きくなり、現存量の最大値も大きくなる [26]。無機物や有機物が減少すると、シオグサ群集全体に光が当たるようになり、栄養物質の摂取にも有利な環境となる。このような生育環境の変化は、シオグサの発達を促進させる。大岡川では９月の水温は 25℃を超え、11 月は 16～19℃であった。シオグサの一種 *Cladophora glomerata* の生産速度は 15℃で最大となり､20℃は大きく低下する [27]。大岡川でも春以降にシオグサが多くなることから、類似の温度で生産速度が大きくなると思われ、９月から 11 月までの間の大岡川の水温は、シオグサの生産に好適ではないと考えられる。11 月における植被度は期間中の水温も反映されたものである。

３－５　魚類

３－５－１　出現魚種

今回､確認された魚種は､全体で６科 16 種(イロゴイ、属も含める)、生活型区分では、純淡水魚がコイ、イロゴイ、フナ属、アブラハヤ、タカハヤ、モツゴ、ドジョウ、シマドジョウ、メダカの９種、通し回遊魚がマルタ、アユ、スミウキゴリ、ウキゴリ、ヌマチチブの５種、いずれも両側回遊魚である。周縁性淡水魚はボラ、マハゼの２種であった。この中でタカハヤは国内他地域からの移入種である [28]。

地点別、季節別の出現魚種リストと体長の平均値±標準偏差、採集個体数を表－５に示した。

笹下川の St.1 は、アブラハヤ、タカハヤ、シマドジョウ、アユ、スミウキゴリの４科５種、下流の St.3 はコイ、フナ属、モツゴ、ドジョウ、アユ、メダカ、スミウキゴリ、ウキゴリの５科８種が出現した。季節別では 9 月に多くの種類が出現し、2 月は少なかった。分水路の取水庭の St.2 では９月にマルタ、コイが出現していた。

日野川は、上流の St.4 がドジョウ、スミウキゴリの２科２種、取水庭の St.5 がドジョウ、スミウキゴリ、マハゼの２科３種、下流の St.6 がコイ、マルタ、ボラ、メダカ、スミウキゴリ、マハゼの４科６種が出現した。季節別では 9 月に多くの種類が出現し、2 月は上流が出現しなかった。

両河川の合流点下流の St.7 は、コイ、マルタ、ドジョウ、ボラ、メダカ、スミウキゴリ、ウキゴリ、マハゼ、ヌマチチブの５科９種、季節別では９月に多く、２月に少なかった。

採集個体数からみると笹下川の St.1 では季節によりアブラハヤが多く採集され、またスミウキゴリは上、下流地点で多く採集されていた。日野川はスミウキゴリが St.4、５で多く採集されていた。これらスミウキゴリの６月の体長組成は、前報 [15] で報告した結果からみるとほとんどが当才魚であった。

以上、両河川とも分水路取水庭の上流地点は、下流地点に比して出現種類数が少なかった。

３－５－２　魚類の移動、分散

前報 [15]、2003 年～2004 年の調査では、日野川を除いて全体で 30 種が確認されている｡また魚種の流程分布の特徴、移動、分散の範囲では、純淡水魚が季節により上流から下流への一方向的移動、分散が行なわれ、双方向的移動、分散では通し回遊魚、その中でも落差工等の障害物を乗り越えて上流まで遡上する魚種､スミウキゴリ、アユ等が報告されている。これらの魚種はいずれも分水路取水庭を通じて移動してきたものと推測される。また笹下川の最下流に設置されている落差工（分水路取水庭より約 0.6km 上流）まではヌマチチブ等が遡上してきていた。

笹下川、日野川は分水路取水庭までは落差工等の河川構造物はない。しかし日野川では、上流に出現する魚種が３種だけであり、採集個体数が多いのは通し回遊魚の２種だけであった。これは上流の河川形態と関係しているものと思われる。日野川の流域には笹下川の源流のような多様な生物種が保全されている場所がないことと上流は、河川形態が底面までコンクリートで固定されており、生息場所がなく、また水量も少ないこと等が影響しているものと考える。下流では、浅い平瀬が連続し、St.6 で始めて右暗渠からの流入水の加入により深みが形成されており、そこにはコイ、アユ、マルタ等が出現していた。

今回の結果から、分水路取水庭の影響を魚類の移動、

表－５　　大岡川分水路前後の出現魚種（体長±標準偏差、標本数）

No.	学名	種名	L.T	St.1				St.2	St.3				St.4			
				6月	9月	11月	2月	9月	6月	9月	11月	2月	6月	9月	11月	2月
1	*Cyprinus carpio*	コイ	G	—	—	—	Ob	Ob	—	—	Ob	Ob	—	Ob	—	—
2	*Cyprinus carpio*	イロゴイ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	*Carassius sp.*	フナ属	G	—	—	—	—	—	—	21.7±3.2(3)	—	—	—	—	—	—
4	*Phoxinus lagowskii steindachneri*	アブラハヤ	G	83.3±11.0(22)	88.0 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	*Phoxinus oxycephalus jouyi*	タカハヤ	G	73.5±2.1(2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	*Tribolodon brandti*	マルタ	D	—	—	—	—	100.7±5.6(10)	—	—	—	—	—	—	—	—
7	*Pseudorasbora parva*	モツゴ	G	—	—	—	—	—	—	38.0 (1)	47.7±19.1(3)	—	—	—	—	—
8	*Misgurnus anguillicaudatus*	ドジョウ	G	—	—	—	—	—	—	124.0 (1)	65.0 (1)	—	74.0 (1)	43.0 (1)	—	—
9	*Cobitis biwae*	シマドジョウ	G	—	48.0 (1)	40.0 (1)	48.8 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	*Plecoglossus altivelis altivelis*	アユ	D	—	119.5±26.2(2)	—	—	—	—	127.0 (1)	—	—	—	—	—	—
11	*Mugil cephalus cephalus*	ボラ	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	*Oryzias latipes*	メダカ	G	—	—	—	—	—	—	22.8±3.2(11)	25.4±2.4(7)	30.9 (1)	—	—	—	—
13	*Gymnogobius petschiliensis*	スミウキゴリ	D	34.0±3.2(16)	61.0±1.7(3)	60.0 (1)	—		31.8±5.0(21)	58.0 (1)	—	—	42.7±4.8(22)	56.0±6.5(5)	67.0 (1)	—
14	*Gymnogobius urotaenia*	ウキゴリ	D	—	—	—	—	—	44.3±15.4(3)	—	—	—	—	—	—	—
15	*Acanthogobius flavimanus*	マハゼ	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	*Tridentiger brevispinis*	ヌマチチブ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		種類数		3	4	2	2	2	2	6	4	2	2	3	1	0

注） L.T:生活型、G:純淡水魚、D:通し回遊魚、P:周縁性淡水魚、Ob:目視観察

No.	学名	種名	L.T	St.5				St.6				St.7			
				6月	9月	11月	2月	6月	9月	11月	2月	6月	9月	11月	2月
1	*Cyprinus carpio*	コイ	G	—	—	—	—	Ob	Ob	Ob	Ob	Ob	—	—	Ob
2	*Cyprinus carpio*	イロゴイ	G	—	—	—	—	—	—	—	Ob	—	—	—	—
3	*Carassius sp.*	フナ属	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	*Phoxinus lagowskii steindachneri*	アブラハヤ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	*Phoxinus oxycephalus jouyi*	タカハヤ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	*Tribolodon brandti*	マルタ	D	—	—	—	—	—	103.0±5.7(12)	—	—	—	90.3±7.7(6)	117.0±4.2(2)	—
7	*Pseudorasbora parva*	モツゴ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	*Misgurnus anguillicaudatus*	ドジョウ	G	—	49.0 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	64.0 (1)	—
9	*Cobitis biwae*	シマドジョウ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	*Plecoglossus altivelis altivelis*	アユ	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	*Mugil cephalus cephalus*	ボラ	P	—	—	—	—	—	—	Ob	—	—	107.5±0.7(2)	112.7±8.8(12)	—
12	*Oryzias latipes*	メダカ	G	—	—	—	—	—	21.0±7.1(2)	—	—	—	—	26.0±4.2(2)	28.9±0.1(2)
13	*Gymnogobius petschiliensis*	スミウキゴリ	D	43.4±5.0(13)	65.1±11.0(41)	70.0±5.7(2)	—	49.5±20.9(10)	80.0 (1)	78.0 (1)	—	29.8±3.0(116)	58.5±2.1(2)	69.0±8.9(3)	—
14	*Gymnogobius urotaenia*	ウキゴリ	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.0 (1)	—	—
15	*Acanthogobius flavimanus*	マハゼ	P	—	93.3±12.6(8)	—	—	—	—	116.0 (1)	—	—	89.0±8.3(4)	101.0 (1)	—
16	*Tridentiger brevispinis*	ヌマチチブ	G	—	—	—	—	—	—	—	—	54.6 (1)	52.0 (1)	89.0 (1)	89.3 (1)
		種類数		1	3	1	0	2	4	4	2	3	6	7	3

分散様式からみると、純淡水魚では明確ではないが、通し回遊魚は影響が比較的少ないと思われた。それは、分水路の水門が定常水位の時には開放になっており、落差が少ないことによる。

そもそも、分水路の機能は洪水時の流出量をカットして海へと放流するものである[29]。河川は増水、氾濫を繰り返しており、大岡川では10月に多くの降雨量が記録され、水位が増加していた。魚類は増水時に遊泳能力[30]が低い個体は、流下し、高い個体は落差の消失により上流へと遡上していく種類もあるものと考える。流下した個体は分水路等を通じて海へと流され減耗していくものと思われる。ちなみに笹下川の分水路取水庭の水位が２～３ｍの増水、日野川では１ｍ以下のわずかな増水で分水路へと流出していくことが双方の取水庭の構造、水位痕跡から推測された。しかし、どの程度の魚類が流下し、また分水路合流点での落差の違いによる衝撃等の影響[31]を受けているのかは不明である。また、日野川の上流では分水路取水庭を含めて安定した生息場所、増水時の避難場所の再生が望まれる。

４．まとめ

横浜市南東部の大岡川において分水路取水庭を中心として水質・底質・付着物・付着藻類・魚類等の調査を行ったところ、以下のような知見が得られた。

１）日野川の取水庭で水質のBODが上流より約4割減少したことから、滞留することで浄化作用が働いたとみられた。

２）２箇所の分水路取水庭の底質は笹下川のSt.２の方が微細泥率やIL等が高く、源流域からの土壌や植物由来の有機物が多いためと考えられた。

３）冬季に行われた分水路取水庭での浚渫によって流出した土砂が下流の河床に堆積したものとみられた。

４）付着物中の藻類としてシオグサが特異的に多くみられる地点があり、付着量の４割強を占めることもあった。

５）分水路取水庭の上流側と下流側では共に河床から５～10㎝の高さの石にはシオグサが生育していたが、５㎝以下の石では生育せず、流砂の影響が認められた。

６）シオグサの植被度は分水路の上流側と下流側で明瞭な相違はなく、上流側と下流側で共に水位変動の影響を受けることが示された。

７）魚類の出現種類数は、両河川の分水路取水庭とも上流より下流地点の方が多かった。移動様式との関係では通し回遊魚ではあまり影響を受けていないものと思われた。

文　献

１）福嶋悟：川の新たな問題となっている流量の安定化と藻類、自然共生研究センターARRC NEWS、№.5、3（2002）.

２）Dodds, W. K. and Gudder, D. A.：The ecology of *Cladophora*, J. Phycol., 28, 415－427（1992）.

３）Blinn, D. W., Shannon, J. P., Benenati, P. L. and Wilson, K. P.：Algal ecology tailwater stream communities: The Colorado River below Glen Canyon Dam, Alizona, J. Phycol., 34, 734－740（1998）.

４）Benenati, E. P., Shannon, J. P., Blinn, D. W., Wilson, K. P. and Hueftle, S. J.：Reservoir－river linkages: Lale Powell and the Colorado River, Arizona, J. N. Am. Benthol. Soc., 19, 742－755（2000）.

５）内田朝子、藤居勇、山戸孝浩：矢作川における大型糸状緑藻類の時空間変動、矢作川研究、６、113－124（2002）.

６）内田朝子、近藤和広、竹内康之、永田直人：矢作川、豊川、長良川における大型糸状緑藻の発生状況、矢作川研究、８、89－98（2004）.

７）野崎健太郎、内田朝子：河川における糸状緑藻の大発生、矢作川研究、４、159－168（2000）.

８）Biggs, B.：Algae, A blooming nuisance in rivers, Soil & Water, 21, 27－31（1985）.

９）Horner, R. R., Welch, E. B. and Veenstra, R. B.：Development of nuisance periphytic algae in laboratory streams in relation to enrichment and velocity, Wetzel, R. G. (ed.), Periphyton of Freshwater Ecosystems, Dr. Junk Publishers, The Hague, 121－134（1983）.

10）Welch, E. B., Jacoby, J. M., Horner, R. R. and Seeley, M. R.：Nuisance biomass levels of periphytic algae in streams, Hydrobiologia, 157, 161－168（1988）.

11）皆川朋子、福嶋悟、萱場祐一：河川流量管理のための河床付着物の視覚的評価に関する研究、河川技術論文集、11、553－558（2005）.

12）福嶋悟、皆川朋子：藻類と川の風景、第８回日本水環境学会シンポジウム講演集、54（2005）.

13）野崎健太郎、神松幸弘、山本敏哉、後藤直成、三田村緒佐武：矢作川中流域における糸状緑藻 *Cladophora glomerata* の光合成活性、矢作川研究、７、169－176（2003）.

14）田代喬、辻本哲郎：矢作川中流における付着藻類の増殖・剥離過程に関する群落動態モデルを用いた数理解析、矢作川研究、８、65－74（2004）.

15）樋口文夫、福嶋　悟、宇都誠一郎：大岡川の河川構造物が魚類流程分布に与える影響に関する調査研究、横浜市環境科学研究所報、29、30-57（2005）.

16）環境庁水質保全局：底質調査方法、２－４(1998).

17）J.D.H.Strickland, T.R.Parsons：A Practical Handbook of Seawater Analysys, *Bull.Fish.Res.Bd.Can.*, 167, 185－192（1972）.

18）小市佳延、福嶋悟、下村光一郎：河川における環境基準達成のための要因に関する研究（第３報)－鶴見川－、横浜市環境科学研究所報、29、11－19（2005）.

19）小市佳延、福嶋悟：河川における環境基準達成のための要因に関する研究（第２報）－柏尾川水系－、横浜市環境科学研究所報、28、11－19（2004）.

20）福嶋悟、樋口文夫、小市佳延、下村光一郎、水尾寛己、赤池繁、中島高志：瀬谷狢窪公園(横浜市)の水域生態系、29、20－29（2005）.

21）横浜市環境科学研究所：二ッ池(鶴見区)生物調査報告書、41－44（2004）.

22）皆川朋子、福嶋悟、天野邦彦：土砂投入が付着藻類

に及ぼす影響－多摩川永田地区を事例に－、河川技術論文集、10、477－482（2004）.
23）Dodds, W. K.：Factors associated with dominance of the filamentous green alga *Cladophora glomerata*, Wat. Res., 25, 1325－1332（1991）.
24）岡田久子、渡辺泰徳：浅い河川における礫サイズと *Cladophora glomerata* の分布の関係、日本陸水学会第69回大会講演要旨集、75（2004）.
25）辻本哲郎、北村忠紀、加藤万貴、田代喬：低攪乱礫床での大型糸状藻類の異常繁茂のシナリオ、河川技術論文集、８、67－72（2002）.
26）皆川朋子、福嶋悟、萱場祐一、尾澤卓思：出水と川床付着物の剥離に関する実験的検討、応用生態工学研究会第６回大会講演要旨集、7－10（2002）.
27）野崎健太郎：矢作川中流域から採集された糸状緑藻 *Cladophora glomerata* の光合成活性と水温との関係（予報）、矢作川研究、８、85－88（2004）.
28）樋口文夫、渡辺勝敏：横浜市を流れる河川におけるアブラハヤの遺伝的多様性と交雑、魚類学雑誌、52、41－46（2005）.
29）横浜市下水道局：横浜の川、66（1995）.
30）（財）ダム水源地環境整備センター編：最新 魚道の設計－魚道と関連施設－、信山社サイテック、東京、581（1998）.
31）佐川志郎、近藤智、渡辺雅敏、三沢勝也、中森達：床固工の改良が落下魚類の生存率へ与える影響、応用生態工学、６、121～129（2004）.

東京湾で観察された、渦鞭毛藻*Alexandrium minutum* Halim

水尾 寛己（横浜市環境科学研究所）
鳥海　三郎（横浜市栄区本郷台4-12-6）

An armored dinoflagellate, *Alexandrium minutum* Halim collected from Tokyo Bay

Hiromi Mizuo(Yokohama Environmental Science Research Institute)
Saburo Toriumi(4-12-6, Hongôdai ,Sakae-Ku, Yokohama City)

キーワード ： 有毒渦鞭毛，渦鞭毛藻，赤潮，東京湾

要旨

横浜市では、1987年から赤潮発生時期を中心に毎年、プランクトン調査を実施している。この調査の中で1999年に渦鞭毛藻の*Alexandrium* 属の種が初めて東京湾、横浜市沿岸で観察された。*Alexandrium* 属の種の中には有害プランクトンもあることが知られているが、幸いにも、その後2005年までの調査では、*Alexandrium* 属のこの種は確認されていない。本報では、1999年に観察された*Alexandrium* 属の種の特徴と、出現時の水質状況について報告する。

1.はじめに

東京湾におけるプランクトンについては、 小達、 小久保(1964)によれば、朝倉(1907)の赤潮についての報告が最初の文献である。その後も、この湾におけるプランクトンについては、 主に赤潮の研究と共に進められたようである。今日では、 赤潮発生は湾の富栄養化が大きな要因の一つとされている。 東京湾の汚染に伴って、 水質と赤潮プランクトンについては1972年頃より東京都と千葉県が定期的に調査している。横浜市でも水質については、1972年頃から定期的に調査し、プランクトンについては1976年、1984年に調査し、1987年から赤潮発生時期を中心に毎年、調査している。この調査の中で 渦鞭毛藻の*Alexandrium* 属の種が1999年に初めて東京湾、横浜市沿岸で観察された。1999年以前に観察されなかったことについては色々な原因が考えられるが、筆者らはその一因は東京湾の富栄養化が進みすぎて、この種の出現が阻まれていたのではないかと考えている（ 保坂、1990、 鳥海ら、1999 ）。

ここでは、観察された*Alexandrium* 属の種の特徴、及び出現時の水質状況について報告する。

2. 観察された*Alexandrium* 属の種の特徴

2-1. 採集時期、場所

プランクトンは、ポリバケツにより表層の海水から採集した。調査地点は横浜市沿岸の St. 1 (扇島沖)、St.2（多摩川沖）、Ｓt. 6 (本牧沖）、St. K（金沢湾）の4地点（図1）で、1999年８月26日と９月10日に調査を行った。

8月26日の調査試料の内、金沢湾を除いた３地点の試料から*Alexandrium* 属の種が観察された。

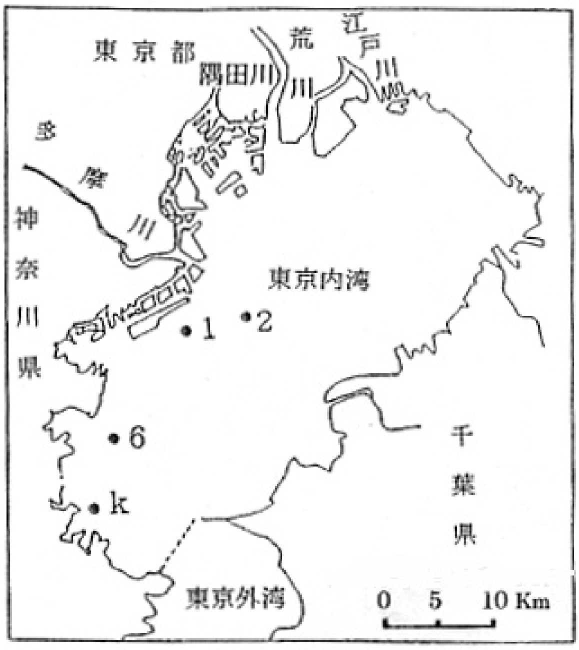


図１　調査地点

2-2. 観察結果

採集された種の細胞は光合成色素を有し、 外形はほ

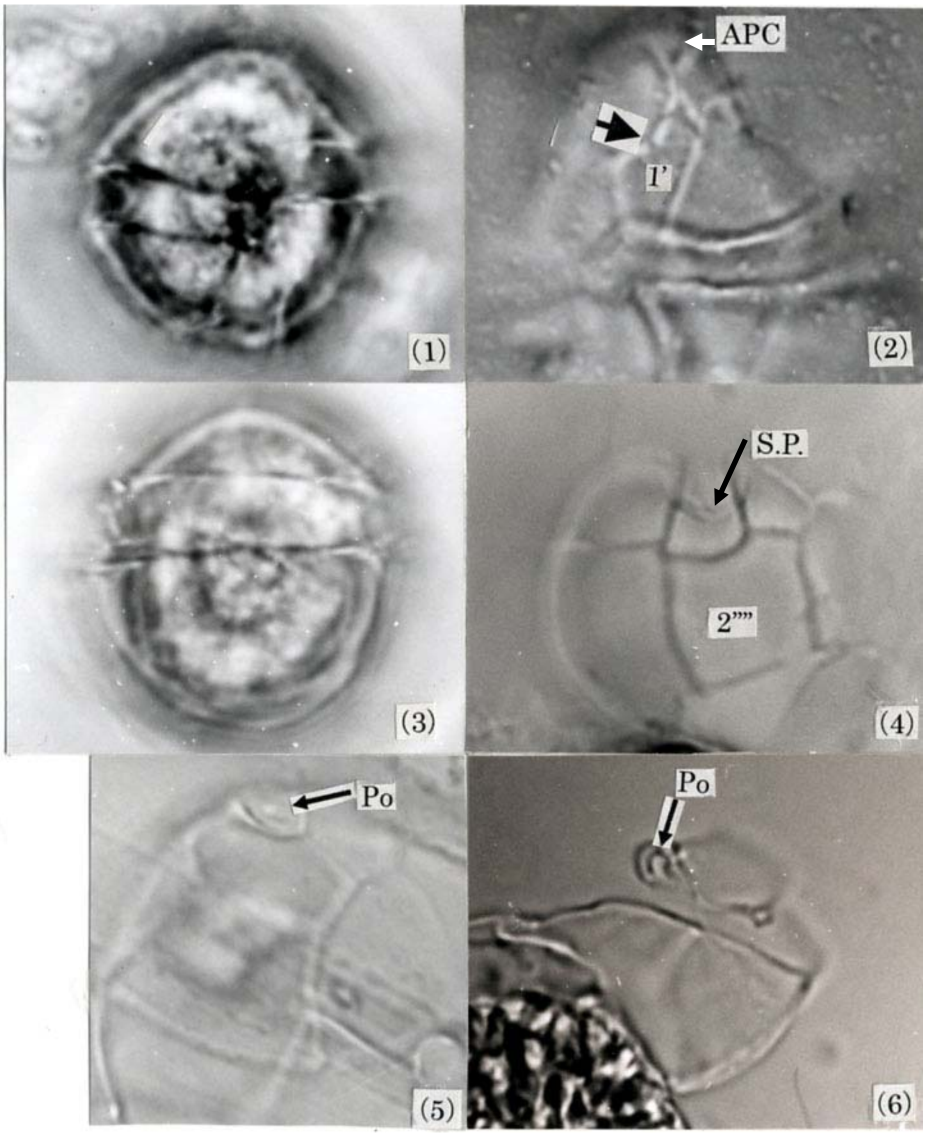


図2　渦鞭毛藻*Alexandrium minutum*　Halim

（1）腹面　（2）展開した上殻鎧板、第１頂板（1'）と腹腔（VP）；矢印のところ、頂孔板（APC）

（3）背面　（4）展開した下殻鎧板、殻鎧板（plate）2''''、後縦溝板（S.P.）、S.P.は後部接続溝を欠く

（5）、（6）展開した上殻鎧板、　頂孔板にある頂孔（Po）

ぼ卵形 (図2(1)、(3))、上殻は三角錐状、下殻はほぼ半円形状で底部はやや平坦である。細胞長 21-24 μm、幅 13-20 μm.上殻の頂端に三角形状の頂孔板（APC）があり、その中心に釣り針状の頂孔(Po)がある。

頂孔板は前部接続孔を欠いている。　頂孔板は4枚の頂板に囲まれている。頂孔板1'　は菱形で、その先端は頂孔板から離れていて、その右側の縫合線のほぼ中央内側に腹孔(図2(2))が存在する。　前帯板は６枚の鎧板から構成されている。横溝はほぼ細胞の中央にあり、その幅位の段差があるが、重なりはみられない。

縦溝はやや幅広く、横溝から細胞の後端までのびていて、前部縦溝板、左前部縦溝板、右前部縦溝板、左後部縦溝板、右後部縦溝板、前部中縦溝板と後部縦溝板の7枚の小板から構成されている。後部縦溝板(s.p.)には後部接続孔はみられない(図2(4))。　筆者らは上記の特長から考えて、この種は Balech(1989)の記載した *Alexandrium Minutum* Halim と同定した。国内で、この種の報告はYuki(1994)が三重県的矢湾より報告したのが最初である。

3. この種と同時に観察されたプランクトン

3-1. 1999年８月26日に出現したプランクトンと水質

プランクトン優占種5種を表1、水質を表2に示した。優占5種以外に見られた主なプランクトンは、　珪藻類の *Pseudo-nitzschia pungens*、渦鞭毛藻類の *Ceratium furca*、*C. fusus*、　*C. macroceros*、　*Dinophysis caudate* *Prorocentrum micans*、*P. minimum*、*Protoperidinium* spp

表 1 *Alexandrium minutum* **とプランクトン優占5種**

	St. 1	St. 2	St. 6	St. K
Alexandrium minutum	70	60	30	0
Chaetceros spp.	130	30	20	
Coscinodiscus spp.	240	230	370	190
Talassiosira spp.	1600	1250	2590	670
Prorocentrum minimum	160	120	70	20
Eutreptiella sp.	300	120	60	20

1ｍｌ中の個体数、1999年8月26日採集

表 2　1999年8月26日における東京湾の水質

	St. 1	St. 2	St. 6	St. K
水温(℃)	28.0	28.0	28.2	28.4
pH	8.7	8.9	8.9	8.9
塩分 (%)	1.69	1.82	1.85	2.02
透明度(m)	1.5	1.5	1.5	1.5
ｸﾛﾛﾌｨﾙa(μg/l)	65.1	60.6	68.7	62.0

表 3　1999年8月26日、St.1、St.K における水深別水温、塩分

地点	項目　／水深(m)	0.5	2.5	5.0	10	15	20
St.1	水温(℃)	28.0	28.0	27.9	23.8	22.0	21.2
	塩分(%)	1.69	1.81	1.84	3.19	3.32	3.35
St.K	水温(℃)	28.4	28.2	28.1	24.5	21.5	20.0
	塩分 (%)	2.05	2.13	2.14	3.06	3.34	3.40

繊毛虫類の*Mesodinium rubrum* .であった。

1999年8月26日 の観察で上記の数の *A.minutum* が見られた。優占５種以外の種において、東京湾では通常観察されない*C. macroceros* が観察され、湾外からの流入が示唆されたが、表2と表3に示す表層の塩分濃度結果からは、湾外からの海水の影響よりも、湾奥の河川水の影響が大きいように思われた。

表3の水深別、水温、塩分濃度の結果からは、*A. minutum* が見られたSｔ.1の表層水温は、水深5mまで水温が２８℃前後で15m以深に比べて６℃以上高く、また表層塩分濃度は下層に比べて低いことから、夏季に典型的な表層と下層での成層構造を示していた。

3-2. 1999年９月９日のプランクトンと水質

塩分濃度の低かった扇島沖(St.1)において *A. minutum* の数が多かったことから、 比較的塩分濃度が低いところを好み、 増殖が見られるかどうかを調べるために、その一週間後の9月9日に再度同一地点の調査を行った。

プランクトンについては、表4 に示すように定性的な結果であるが、*A. minutum* は1個体も観察されなかった。

また8月26日に見られた種の中、珪藻類の *Thalassiosira spp*、 渦鞭毛藻類のA. *macroceros*、*Dinophysis caudata Prorocentrum micans*、*P. minimum* 繊毛虫類の*Mesodinium rubrum*、 ユーグレナ藻類の *Eutreptiella* sp. は見られなかった。

9月9日の水質は表5に示すように、8月26日の水質に比べて塩分濃度は0.5～１％の範囲で高い値を示したが、St.1の塩分濃度は2.24%で淡水の影響は残っていた。

表 4　1999年9月9日に出現したプランクトン

	St.1	St.2	St.6	St.K
Chaetceros spp.	○		○	○
Coscinodiscus spp.	○	○	○	○
Ceratium furca	○		○	○
Ceratium fusus			○	
Ceratium trichoceres	○	○	○	○
Nitzschia pungens		○	○	
Protoperidinium sp.		○		
Copepoda	○			

定性分析　○;出現

表 5　1999年9月9日における東京湾の表層水質

	St. 1	St. 2	St. 6	St. K
水温(℃)	27.1	27.0	26.3	26.5
pH	8.4	8.5	8.5	8.5
塩分(%)	2.24	2.64	2.85	2.85
透明度(m)	1.1	4.0	2.0	3.0
ｸﾛﾛﾌｨﾙa(μg/l)	90.6	11.3	43.0	44.4

St.1のクロロフィルa濃度は8月26日に比べて高く、同時に透明度は1.1mと低かったが、他の３地点のクロロフィルa濃度は8月26日に比べて低く、同時に透明度は高くなっていた。

4.　結果の考察

扇島沖(St.1)の８月26日と９月９日 の水質状況を比較すると、*A. minutum* は，比較的塩分濃度が低いところを好むことが推測できる。この種は東京湾以外も、 我が国で見られるようである (福代ら、1997)。

東京湾では、 この種以外の *Alexandrium tamarense* が佐藤(1987) により、1984年6月の末に木更津沖で少数観察されて、その後、Han and Terazaki(1993)、鳥海（2000）が観察している。なお、 *A. minutum* は麻痺性貝毒の原因種とされているが(Hallegraeff、1988) 、今回採集された株についての毒性は不明である。毒素を持つ株の場合には １ ml 中 数個体でも貝が毒化するといわれるほどの毒性があるといわれている。そのため、1999年から今まで継続的に*A.minutum*の出現を監視し続けてきたが、その後は確認されなかった。しかし、富栄養化が著しかった頃に確認されていなかったプランクトン、渦鞭毛藻の *Alexandrium* 属の*A. tamarense*が確認されたり、黄金色藻の*Dictyocha fibula* (佐藤(1987)、鳥海(1994)） 渦鞭毛藻の*Gonyaulax verior*（鳥海(1994)）、*Gonyaulax spinifera* (鳥海(1994)) *Gyrodinium instriatum* (鳥海(2001)）、*Fibrocapsa japonica*（本田(1991)）、*Mesodinium rubrum*(東京都（1984）、鳥海1994）)、ハプト藻の*Gephyrocapsa oceanica*（井上 (1993)）、*Emiliania huxleyi*（井上（1999））などが出現してきていることからも、今後とも*Alexandrium* 属の種が出現する可能性は否定できない。

以上から、 有害プランクトンである *A. minutum* は、東京湾では未だ増殖するに適した環境であるとは考えにくいが、*Alexandrium* 属については、継続的に監視していく必要がある。

謝辞

本調査にご協力して下さった横浜市港湾局の港務艇「ひばり」の関係者各位に深く感謝致します。

文献

1)Balech, E.: Redescription of *Alexandrium minutum* Halim (Dinophyceae) type species of the genus *Alexandrium*, Phycologia **28**,206-211,1989.

2)小達　和子、小久保 清: プランクトンに関する文献目録 I ,海洋科学,**6**, 187-211, 1964.

3)福代　康夫・井上 博明・高山　晴義 : 渦鞭毛藻綱, 千原　光雄・村野　正昭編,日本産海洋プランクトン検索図鑑.東海大学出版会, pp.31-125, 1997.

4)佐藤　正春: 東京湾のプランクトン,水質汚濁研究, **10** 475-478,1987.

5)Hallegraeff, G.M., Steffensen, D.A. and Wetherbee, R.: Three estuarine Australian dinoflagellates theat can produce paralytic shellfish toxins., J. Plankton.Res.,**10**, 533-541,1988.

6)保坂 三継: 東京湾における*Gymnodinium Nagasakiense* Takayama et Adachi の出現,Bull.Plankton Soc.Japan,**37,** 69-75,1990.

7)Mung-Soo Han and Makoto Terazaki: A toxic Dinofla -gellate bloom of *Alexandrium tamarense (Lebour)* Balech in Tokyo Bay, J.Plankton.Res., **15**,1425-1428, 1993.

8)鳥海 三郎・水尾 寛巳・畠中 潤一郎: 横浜市沿岸域のプランクトンの特徴, 東京湾の富栄養化に関する報告書. 横浜市環境科学研究所,環境研資料**117,** 63-78, 1995.

9)鳥海 三郎・水尾 寛巳・二宮 勝幸: 横浜市沿岸のプランクトン相調査,環境保全資料**188,**横浜の川と海の生物, 第8報海域編,横浜市環境保全局,153-175,1999.

10)Katsushisa Yuki: First report of *Alexandrium minutum* Halim(Dinophyceae)from Japan,Jpn.J.PHycool.(Sourui),**42**, 425-430,1994.

横浜市の地下水帯水層調査（第２報）

－ 2004 年度調査結果 －

角田定孝、井上友博
（横浜市環境科学研究所）

Survey of Groundwater Aquifer in Yokohama City (2nd Report)

- Results of a Survey in the 2004 Fiscal Year -

Sadataka Tsunoda, Tomohiro Inoue
(Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：地下水、帯水層、水質組成

要　旨

当研究所では、地下水帯水層に関する調査を３か年計画で行っている。2004 年度はその第２年次として本市南部地域（帷子川流域、大岡川流域および金沢湾低地）の調査を実施した。

本調査により、地下水の水質組成から帷子川流域では第１帯水層の自由地下水と第２帯水層以深の被圧地下水との区別が明らかとなったが、大岡川流域および金沢湾低地では水質組成から地下水帯水層の区別ができなかった。

今後、第３年次の調査をもって、これらの水質組成の地域特性と地下水帯水層との関係について、総合的に明らかにする必要がある。

1. はじめに

水循環系の一部である地下水を取り巻く状況は刻々と変化している[1)]が、未だ地下水について未解明な点が多い。

横浜市環境科学研究所では、健全な水循環系の確保のため、あるいは今後の適正な地下水利用を考える基礎資料として、本市における地下水帯水層に関する調査を３か年計画で行っている。

本稿では、第２年次の 2004 年度調査について報告する。

2. 調査内容

本調査は 2003 年度から３か年の調査計画とし、第２年次の 2004 年度は本市南部地域（帷子川流域、大岡川流域および金沢湾低地）を調査地域とした。

調査地域と年次推移は**表−１**のとおりである。

表−１　調査地域と年次推移

年次	調査地域
第１年次 （2003 年度）	北部地域 （鶴見川流域）
第２年次 （2004 年度）	南部地域 （帷子川・大岡川流域）
第３年次 （2005 年度）	西部地域 （柏尾川・境川流域）

2-1. 資料文献調査

前年度調査に引き続き、地下水調査への足掛かりとして、湧水、井戸（浅井戸、深井戸）に関する資料調査を行った。

特に、「横浜市生活環境の保全等に関する条例」に係る届出等の資料を、被圧地下水を採取している井戸資料として今年度新たに採用した。

2-2. 採水調査

2-1. 資料文献調査に基づき、西区・保土ヶ谷区・旭区にまたがる帷子川流域、中区・磯子区・港南区にかけての大岡川流域、および金沢湾低地を採水調査の対象地として設定した。

なお、井戸水との比較対照として、各地域を代表する湧水も調査対象に加えた。

調査地域及び調査対象は、**図−１**及び**表−２**のとおりである。

各調査対象について、2005（平成 17）年３月 17 日～３月 31 日の間に採水を行った。採取した試料について、現地測定項目以外は持ち帰り、速やかに水質分析を行った。

図-１　調査地域

表-２　調査対象

No.	井戸水・湧水の別	地域名
1	湧水	中区日ノ出町
2	湧水	中区打越
3	井戸水	西区老松町
4	湧水	港南区日野中央
5	井戸水	港南区港南台
6	井戸水	磯子区磯子
7	井戸水	金沢区昭和町
8	井戸水	金沢区鳥浜町
9	湧水	金沢区富岡東
10	井戸水	金沢区富岡東
11	井戸水	金沢区六浦東
12	井戸水	保土ヶ谷区常盤台
13	井戸水	旭区白根
14	湧水	旭区白根
15	井戸水	保土ヶ谷区狩場町
16	井戸水	旭区上白根町
17	井戸水	旭区上川井町
18	湧水	旭区中希望ヶ丘
19	湧水	旭区今宿町
20	井戸水	旭区白根

3.結果と考察

3-1.井戸構造と被圧水頭調査結果

採水調査を実施した調査対象井戸の構造と被圧水頭を**表-３**に示す。

各井戸のストレーナーは、T.P.37.3m から T.P.-188.6m の間に分布している。T.P.とは東京湾中等潮位を示す。

今回の調査対象には、第１帯水層である自由地下水を取水している井戸が１井（No.6）、旧河川敷の伏流水を採取している井戸が１井（No.20）存在する。その他は第２帯水層以深の相模層群または上総層群の地層中から取水している井戸である。

また、被圧水頭は地盤内で地下水が受けている水圧を水位で表示したものであり、「横浜市生活環境の保全等に関する条例」に規定されている「地下水揚水量・水位測定結果報告」より、2005 年１月～６月の静止水位の平均値を採用した。同じ帯水層に存在する地下水は、被圧水頭の高低差に従って流動することから、地下水の流動性を考える上で重要な資料となる。

今回の調査対象では被圧水頭は T.P.28.5m から T.P.-47.6m の間に分布し、各井戸間には大きな水頭差があるが、これらの井戸が複数の帯水層から取水しているためと考えられる。

3-2.地下水の水質測定・分析結果

次に、採水調査による各井戸及び湧水の水質測定・分析結果を**表-４**に示す。

現地測定結果より、水温は 12.1℃から 19.8℃の間に分布し、平均は 16.2℃であった。水温が 12℃台であった No.4 と No.14 はいずれも湧水であり、湧出点から流れ下った地点で測定・採水したため、気温の影響を受け水温が低下したものと考えられる。　電気伝導度は、118.9μS/cm から 2940μS/cm の間に分布し、平均は 651.7μS/cm であった。

電気伝導度が2000μS/cmを超える地下水は２ヶ所あり、一方の No.8 は埋立地内の井戸で塩水化が示唆され、他方の No.3 は丘陵地の井戸であるが検水に若干の着色があり溶存イオン量が他の地下水よりも多い、という傾向が見られた。　また、BOD は定量限界以下から 7.4mg/l の間に分布し、平均は 1.45 mg/l であった。BOD が 7.4 mg/l であった No.12 井戸は、ストレーナーが T.P.-17.3m から T.P.-143.8m まで 4 段にわたり広く設置された井戸であり、外観上若干の着色が見られた地下水であった。

近隣では、帷子川対岸の No.3,No.15 井戸で調査を行っているが、いずれも BOD が 1.0mg/l 未満であり、着色が認められないことから、帷子川を境に帯水層が区分されているものと推察される。

表-3　調査対象井戸の構造

No.	管頭高 T.P.(m)	井戸深度 (m)	ストレーナー深度 T.P.(m)	H17上期水位 T.P.(m)
3	40.0	100	16.3～5.3,-22.4～-39.0,-44.6～-50.1	-2.2
5	80.0	150	11.0～-15.0	49.3
6	4.0	6	2.5～-1.9	1.5
7	2.5	120	-49.5～-77.0,-93.0～-109.5	2.2
8	2.5	200	-102.0～-113.0,-124.0～-129.5	-47.6
10	52.5	130	15.5～-12.1,-34.5～-39.6,-56.5～-61.6,-67.1～-72.6	13.5
11	1.4	150	-98.6～-148.6	-4.3
12	49.7	211	-17.3～-28.3,-33.8～-44.8,-83.3～-121.8,-138.3～-143.8	4.1
13	55.3	150	37.3～26.3,4.3～-6.7,-23.2～-45.2	28.5
15	55.0	115	-32.0～-59.5	23.9
16	80.0	116	1.0～-10.0,-16.0～-27.0	35.2
17	60.0	254	-37.4～-43.3,-48.7～-66.7,-71.9～-77.8 -137.7～-143.7,-165.4～-177.2,-182.7～-188.6	28.7
20	28.5	26	25.5～15.5,9.5～3.5	26.2

表-4　地下水の水質測定・分析結果

No.	水温 ℃	pH	EC μS/m	外観	臭気	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Na^+ mg/l	K^+ mg/l	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	HCO_3^- mg/l	NO_3^- mg/l	NO_2^- mg/l	NH_4^- mg/l	BOD mg/l	Mn^{2+} mg/l	Fe^{2+} mg/l	T-Fe mg/l	SiO_2 mg/l	T-N mg/l	T-P mg/l
1	16.0	6.9	329	無色透明	無臭	14	42	17	1.5	26	12	98	19.8	0.012	<0.1	1.4	<0.005	<0.05	<0.02	16	5.4216	0.031
2	16.5	6.5	341	無色透明	無臭	14	49	26	1.3	22	10	73	40.3	<0.1	<0.1	0.8	<0.005	<0.05	<0.02	12	10.166	0.01
3	17.5	8.2	2750	淡茶褐色透明	無臭	5.3	4.9	110	8.6	11	4.1	340	0.894	0.043	4.4	0.7	0.03	着色	0.05	21	4.2921	0.77
4	12.8	7.7	236	無色透明	無臭	13	15	13	1.5	22	5.6	73	4.57	<0.1	<0.1	0.3	<0.005	<0.05	0.053	14	1.5135	<0.001
5	16.6	8.0	503	無色透明	無臭	8.8	41	10	4.2	35	8.4	120	0.041	<0.1	<0.1	1.2	<0.005	<0.05	<0.02	25	0.4292	0.091
6	16.8	6.9	612	無色透明	無臭	30	200	44	7.1	46	14	85	11.9	<0.1	<0.1	0.7	<0.005	<0.05	<0.02	20	2.9367	0.03
7	16.5	8.2	278	無色透明	無臭	4	8.9	8.8	3.8	33	7.3	140	0.244	<0.1	0.36	0.9	<0.005	<0.05	0.022	21	0.6777	0.022
8	17.6	7.9	2940	淡黄褐色透明	無臭	920	61	320	24	91	39	190	0.061	0.046	7.1	1.7	0.067	0.12	0.16	21	7.6806	1.1
9	17.3	6.8	665	淡黄褐色透明	土壌臭	1.9	1.9	40	7.3	55	12	400	0.097	1.6	0.64	<0.1	0.86	2.3	10	14	1.4232	0.19
10	14.9	7.5	343	微黄褐色透明	無臭	15	30	22	4.2	25	11	140	6.58	<0.1	<0.1	2.5	0.011	0.09	0.18	18	2.4849	0.058
11	19.8	7.6	813	無色透明	微腐敗臭	8.5	80	12	2.8	50	18	210	0.055	<0.1	1.3	0.4	<0.005	0.31	0.56	21	1.7394	0.026
12	17.0	8.2	396	微黄色透明	無臭	3.5	0.47	61	9.5	7.7	2.8	250	0.729	0.031	3.9	7.4	0.02	0.14	0.22	18	4.0662	0.41
13	16.4	7.8	336	無色透明	無臭	3.4	1.9	9.3	4.4	26	5.8	150	0.465	<0.1	1.1	1.1	0.09	<0.05	0.087	30	1.1521	0.11
14	12.1	6.8	119	無色透明	無臭	7.6	4.6	5.3	0.45	10	6.2	61	7.97	<0.1	0.96	0.6	<0.005	0.1	0.13	12	2.6	0.004
15	14.7	7.5	419	無色透明	無臭	5.6	6.3	17	6.7	18	6.4	130	7.04	<0.1	<0.1	0.7	<0.005	<0.05	<0.02	24	1.6943	0.14
16	17.2	8.1	297	無色透明	無臭	2.8	0.1	12	8.3	30	6.7	190	2.3	<0.1	2.4	5.1	0.04	0.05	0.1	26	2.7108	0.1
17	17.8	8.0	343	微褐色透明	無臭	6.9	0.29	46	10	15	4.4	210	0.52	1.5	3.3	<0.1	0.04	<0.05	0.11	24	3.9533	0.29
18	13.9	7.0	205	無色透明	無臭	13	12	11	0.26	14	5.3	61	20.7	0.445	<0.1	1.5	0.025	0.09	0.2	8.4	5.2635	0.011
19	15.9	7.3	617	無色透明	無臭	22	90	17	2.8	63	7.3	260	2.67	0.018	<0.1	0.3	0.28	<0.05	0.034	12	2.3945	0.001
20	16.5	7.7	492	無色透明	無臭	37	27	22	12	43	13	240	0.942	0.013	3.5	1.7	0.18	0.23	0.49	24	3.8403	0.077

図-２　地下水の水質組成図（ヘキサダイヤグラム）

3-3.地下水帯水層と水質組成

地下水の水質分析結果より、水中の主要イオン成分を六角形のヘキサダイヤグラムで表した水質組成図を**図-２**に示す。

2003 年度の調査報告では、地下水の水質組成を以下の３グループに分類している。

① $Ca(HCO_3)_2$型を示すＡグループ

② $NaHCO_3$型を示すＢグループ

③ Ａ・Ｂの中間型を示すグループ

表-５　地下水の水質組成

水質組成	湧水	井戸水
Ａグループ $Ca(HCO_3)_2$型	No.4, No.14, No.18	
Ｂグループ $NaHCO_3$型		No.3, No.8, No.12, No.17
A･B 中間型	No.1, No.2, No.9, No.19	No.5, No.6, No.7, No.9, No.10, No11, No.13, No.15, No.16, No.19, No.20

2004 年度の調査においては、**表-５**に示す通り、Ａ グループには No.4, No.14, No.18 の湧水、Ｂグループには No.3, No.8, No.12, No.17 の井戸水、残りは全て Ａ・Ｂ中間型グループに分類される。

4.まとめ

2004 年度調査においては、地下水の水質組成Ａグループは第１帯水層（自由地下水）の湧水であり、Ｂ グループは帷子川流域の第２帯水層以深（被圧地下水）から採取される井戸水であり、両者の区別が明らかとなった。

一方の中間型グループには湧水、井戸水どちらも当てはまり、大岡川流域および金沢湾低地の地下水は帯水層の深度にかかわらずこのグループに属すことが明らかとなった。しかし、各地下水それぞれに電気伝導度や BOD など、ヘキサダイヤグラムでは表現できない水質上の特性が認められ、ここに水質組成上の地域特性があると考えられる。

今後、第３年次の調査をもって、これらの水質組成の地域特性と地下水帯水層との因果関係について再度考察を試み、総合的に明らかにする必要がある。

参考文献

1）角田定孝、井上友博：横浜市の地下水帯水層調査（第１報）、横浜市環境科学研究所所報、**29**、p58-64（2005）

視覚障害者と健常者の環境音認知の比較（その2）

鹿島教昭（横浜市環境科学研究所）*[1]、
田村明弘*[2]、太田篤史*[3]（横浜国大工学部建設学科）
小松和広（相模鉄道株式会社）*[4]
鈴木和子*[5]（横浜市立盲学校）、小澤繁之*[6]（横浜市視覚障害者福祉協会）

Environmental Sound Cognition Comparison between the visually challenged and ordinary people：Part2

＊1：Kashima Noriaki (Yokohama Environmental Research Institute)
＊2：Tamura Akihiro (Faculty of Engineering, Yokohama National Univ.)
＊3：Ota Atsushi (Faculty of Engineering, Yokohama National Univ.)
＊4：Komatsu Kazuhiro(SAGAMI RAILWAY Co.Ltd.）
＊5：Suzuki Kazuko (Yokohama City School for the Visually Impaired)
＊6：Ozawa Shigeyuki(Yokohama Association of the Blind)

キーワード：視覚障害者、街頭音、聴覚情報、信号音、ダミーヘッド、認知

要旨　視覚障害者は戸外を歩行する場合、多くは介護者が付くが一人歩きをする方々もかなりいる。彼らは当然のことながら街の音情報、即ち聴覚情報に多くを頼って歩行せざるを得ない。今回、筆者らは街の音環境を或る程度は3次元的に把握可能と思われるダミーヘッドを用いたステレオ録音で街頭音を収録し、その20種を無響室内でヘッドホンを通して再生し、視覚障害者5人と健常者5人が認知する音を調査した。視覚障害者の認知音種は健常者に比し多く、正しく認知する傾向にあるが、社会との接触度で認知数に個人差がある。視覚障害者は音種を具体的に把握しようと努め、不明瞭な音種には誤った概念を持たぬようにする傾向が窺えるが、健常者は一般的表現で音種を指摘する。視覚障害者は買物や生命に関わる生活に不可欠な音（レジ袋、売り声等）を騒がしい中でも認知し、静穏な場においては健常者に比し小さな音でも認知する。但し、これも社会生活との接触度が認知に影響するようで個人差は大きい。車の音の認知に視覚障害者と健常者間に差は認められないが、音からイメージする空間が公園内や歩行者天国内などであると、両者共に車（の音）の認知が不可能、或いは不要となり認知し難くなる。視覚障害者は三次元空間から来る音の相互の関連を再構成し自らを三次元内に定位しようと努めるが、健常者は単に音が存在することを認知するに留まり再構成力が弱い。

1. はじめに

平成12年11月に障害者や高齢者の社会進出・参加を促進する目的として、「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」（通称、交通バリアフリー法）が施行され、各所でバリアフリー化が進められている。顕著な施設・施策は駅のエスカレータや道路・通路の段差解消などで、主に肢体不自由者への対応である。

視覚障害者への支援施設も整備されつつあり、屋内では聴覚情報として音声案内が、例えば静穏が要求される博物館内の展示物の説明や本市の区役所内の案内等で普及しつつある。屋外においても、音響式信号機の信号音の全国的統一化が決定され、また種々の音声案内が研究開発中ではあるが、多くは視覚障害者を誘導する目的である。

筆者らはこの誘導ではなく、視覚障害者の自立的歩行の支援を目的として、視覚障害者の音環境や歩行実験に関する研究結果を報じてきた[1-7]。それらの主眼は、彼らの歩行にとって如何なる聴覚情報が重要か、その情報からどのようにして歩行中の場をイメージするのかを把握し、彼らが頭に描く地図、即ちメンタルマップをより正確に作り上げる支援にある。同時に他の目的は、現行の視覚障害者への情報提示の方法がスピーカを通してであり、それがしばしば騒音問題を惹起しているが、その問題を解決し都市に静穏を取り戻すことである。静かであればあるほど、視覚障害者が利用可能な信号音は騒音にならない程度の音にまで、更には微細な音にまで深まり、彼らの歩行は容易になる。信号音の研究開発は近年急速に進められている[8]。

音環境に関して今回、街中での歩行を念頭に街頭音を対象とし、前報[6]の欠点であるモノラル録音をダミーヘッド（人間の頭の形状をした人形の両耳で録音する装置、CORTEX MANIKIN MK-1）を用いたステレオ録音とし、その街頭音を視覚障害者と健常者に無響室内で聞かせ、被験者の反応を調査し、前報[6]同様の分析を行った。ダミーヘッド（以下ダミーと省略）を用いた理由は、

モノラル録音では実際に3次元空間から聞こえてくる音が無く、被験者は空間のイメージを形成し得ないためである。なお、録音時のダミーの身長は、人の立位を想定した地上1.6mである。

本報では分析結果の中から、主に被験者らの音の認知の特徴と比較を報告する。

2. 録音地区の選定

視覚障害者の歩行にとって最も枢要な事項は身の安全であるが、進行方向を正しく認識し環境内における自己の位置を正確に把握することもまた重要である。車や人の流れに沿うと歩行方向の把握が容易となり、3次元空間からの聴覚情報の上手な利用も方向の正しい認知に有効であり、また、或る場所に常在する音は自己の定位に重要な信号音である[1-7]。これらの正確な把握は身の安全にも繋がる。

米国の都市計画者であるLynch[9]がその著書「都市のイメージ」で、都市のイメージ形成に重要な5要素としてパス(道路)、エッジ(縁)、ディストリクト(地域)、ノード(接合点、集中点)、ランドマーク(目印)を挙げているが、その中のパスとノードは上記の流れと定在する信号音にもたとえられる。視覚障害者が空間をイメージする際にもそれらは基本となるであろう。そこで、今回はこれらの音種を様々に含む地区を選定し、各地区で街頭音を約10分間録音した。

3. 街頭音の聴取実験方法

3-1　被験者

表－1に視覚障害者5名の属性を示すが、簡単な聞き取りから得た障害程度、失明時期、日常の外出状況である。全員が全盲であるが早期全盲と後期全盲の区分は佐藤[10]に倣い、視覚的経験（視覚表象）が無い者、即ち6歳未満での失明を早期全盲としている。なお、視覚表象を多面的に持つ者ほど健常者の心理や日常行動に近いとされるが、これまでの筆者らの調査から、個々人の日常生活における経験の多少が大きく左右するようであり、佐藤[10]も述べているように早期・後期の区分は一概には言えない。

視覚障害者のR氏を除き全員が通勤や通学でほぼ毎日外出し、R氏もボランティアの助けを受けながら頻繁に外出している。P、Q、T氏らは未知の場所へも単独で出掛けているが、多くの場合は完全な単独ではなく介護者付きやタクシー利用等が多い。

聴力は無響室内においてオージオメータを用い、125Hz～8000Hzまでの7つのオクターブ帯域で調べた結果であり、聴力異常者は認められなかった。

表－2に健常者の属性を示す。5名全員が学生であり、聴力異常者はいない。

3-2　実験手順

実験前に被験者に対して、後述する提示音からどのような空間をイメージするかが調査の目的であり、音の種類の正否を問うものではないと伝えている。

約10分間にわたりデジタルオーディオテープに録音した35地区の収録音から、地区の特徴を表現していると考えられる連続する1分間だけを抽出し20地区の提示音を作成した。

表－1　被験者(視覚障害者)の属性

	性	年齢	障害程度	外出状況、使用器具等	聴力異常
P	男	33	後期全盲、左眼光覚＊1、生後1～2ヶ月から障害（白線が見える程度）、小学校時に失明、視覚表象＊2なし	単独でほぼ毎日通勤(未知の場所へも)、触地図は理解不可、太陽光で方角を考慮、白杖	なし
Q	女	34	後期全盲、先天性緑内障、14歳で失明、視覚表象あり（色、星など）	ほぼ毎日外出（未知の場所へも）、経路のメンタルマップは描く、白杖、かつてソニックガイド使用（故障で中断）	なし
R	女	31	早期全盲、左眼光覚、未熟児網膜症、視覚表象なし	ボランティアと頻繁に外出、未知の場所へは基本的に単独歩行なし、白杖、点字板、PHS	なし
S	女	18	早期全盲、左眼光覚、未熟網膜症	毎日通学（学校－最寄り駅間のみ）、未知の場所への単独歩行なし、メンタルマップ描かず、白杖	なし
T	女	43	後期全盲、生来の障害、17歳で失明	単独で毎日通勤・外出（未知の場所へも）、立体感・距離感はあまりなし、白杖	なし

注1）光覚：暗室内で瞳孔に光を射れ明暗が判別可の視力を持つ障害

注2）視覚表象：視覚的経験の記憶（心象とも）の有無、個人差は有るが約3歳から5歳までの失明では視覚表象が残らないと考えられている。

表－2　被験者(健常者)の属性

	性	年齢	聴力異常
A	男	22	なし
B	男	22	なし
C	女	21	なし
D	男	23	なし
E	男	22	なし

無響室内でヘッドホンを用いて提示音をランダムに再生し、視覚障害者と目隠しをした健常者に聞かせ、「どのような音が聞こえたか」「道路構成はどのような感じか」「周辺環境はどのような感じか」等の質問に対する自由な内観報告を受けながら発話を録音した。被験者の発話は後のデータ整理と分析に用いた。

なお、実験において、無響室内の被験者は1人であり、再生音レベルはほぼ現場のレベルである。

3-3　呈示音

表－3に20地区の街頭で録音した提示音の概要を、録音場所と録音時の周辺状況、及び録音された音の種類として示す。空間のイメージ形成には録音場所の周辺状況が重要要素となるが、本報では主として音の認知を扱うので、**図－1**に提示音13の録音状況のみを示す。

表－3　提示音の概要

<table>
<tr><td rowspan="2">提示音</td><td>録音場所</td></tr>
<tr><td>状況と提示音に含まれる音</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>保土ケ谷区天王町1丁目1－4</td></tr>
<tr><td>　交通量の激しい片側2車線の国道16号を左右に見る歩道上。左から右に進む交通は渋滞。右手にバス停、その50mほど先に片側2車線の道路と交差する信号機付き交差点。
　音：車、バスのドア、バイク、バス待ちの人の声、足音少し、笛、トラック</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>保土ケ谷区花見台4（保土ケ谷公園）</td></tr>
<tr><td>　公園内の噴水を見る方向でその前。噴水とダミー間には通行人。録音時に幼稚園児が遠足に来園、しかし後方には無し。右の30ｍほど先に園内を通過する道路。その交通量は1分間に5、6台通る程度。
　音：噴水、子供の声、子供の足音、大人の声、自転車、車、バイク、鳥の声、子供の紙袋</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>神奈川区沢渡57</td></tr>
<tr><td>　住宅街内の一方通行の道路の片側で住宅の壁側。道路の対面側には植え込みと駐車場。道路は抜け道で交通量はかなりある。
　音：鳥の声、車、犬の声、子供の声</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>保土ケ谷区岩間町1丁目5</td></tr>
<tr><td>　片側2車線の交通量の多い道路を右に見る歩道上。私鉄駅が右後方80ｍほど、40ｍほど後方に左右方向に線路が高架上。20ｍほど前方に片側1車線の道路と交差する音響式信号機の交差点。右側道路の対面側にはバス停、その先は天王町駅前公園。左側には建物、少し前方は駐車場。録音時、歩道の人通りは少ない。
　音：音響式信号機、バスのドア、車、カーステレオの音楽、電車、バイク、自転車、人の声、カラスの声、トラック、バスのブレーキ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td>保土ケ谷区神戸町134（横浜ビジネスパーク）</td></tr>
<tr><td>　パーク外周の西南側入り口付近歩道上、右側のパーク駐車場から時々遮断機の音。歩道の人通りは少ない。左側は片側１車線の道路で交通量はかなり多め。右手に伸びた道路は200mほど先で私鉄線路と踏切りで交差、踏切の音は聞こえ、電車の通過音は小さい。周囲は建物が粗。
　音：車、駐車場の遮断機、踏切、電車(微小)、箒で掃く音、鳥の声、足音</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>保土ケ谷区花見台4（保土ケ谷公園）</td></tr>
<tr><td>　公園内を通過する道路の歩道、道路の対面側に野球場を見る。道路は片側1車線だが交通量は多め、目の前は横断歩道、左の3ｍほど先にバス停。左右に続く歩道の左側は舗装してあり、右側は土の地面。後方は森、ダミーのすぐ右から降下する階段。左後方のテニスコートから打音。歩道の通行人は少ないが、自転車や走る人が通過。
　音：バス、バスのドア、トラック、車、テニス、足音、人の走る音、鳥の声、金属音</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>保土ケ谷区宮田町1丁目3-6</td></tr>
<tr><td>　歩行者天国の商店街内の十字路、右側は自転車多数が停車中で人は通れず。録音時は特別セールで大混雑。十字路の交差点中央部に段ボールの山があり客の対面歩行が図られている。
　音：人声、足音、レジ袋、音楽･歌、犬の声、店の呼び込み、遠くの車の音(低い音)、ダンボール箱開封</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td>西区平沼1丁目35</td></tr>
<tr><td>　片側2車線の跨線橋の歩道上。前後方向に車が流れ、前方に進む車は渋滞中。橋下を左右方向に電車。駅に近く電車速度は遅いが、常時電車が通過し踏切音は頻繁。
　音：踏切、車、バイク、トラック、電車、自転車</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td>保土ケ谷区権太坂1丁目42-12</td></tr>
<tr><td>　住宅街内の十字路の角。前方に左右方向に道路、右の前後方向に道路。右斜め後ろの角だけは空き地。人は殆どいない。交通量は1分間に1台通る程度。
　音：鳥の声、車、子供の声、バイク、開扉のようなカシャカシャ、バイクのウインカ、大人の声</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td>保土ケ谷区常盤台79（横浜国立大学）</td></tr>
<tr><td>　大学内で右側に前後方向の通り、授業の合間でかなりの人が歩行中。左は小さな林、右の道路対面は中央図書館。
　音：足音、話し声、自転車、鳥の声</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11</td><td>保土ケ谷区常盤台79（横浜国立大学へ入る陸橋）</td></tr>
<tr><td>　国道1号に架かる陸橋の歩道上、ほぼ南向きで道路の進行方向。橋下の車は左右方向に通過、左側には信号、右側で道路が南方向にカーブ。夕方で陸橋を走る車は殆ど無く、人の通行は1人のみ。
　音：車（エンジン、タイヤ）、虫の声、足音、バイク、トラック</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12</td><td>神奈川区三ツ沢西町16（豊顕寺市民の森入口近く）</td></tr>
<tr><td>　国道1号から南に約150m、更に南の市民の森と住宅地の境でほぼ国道向き。左側に前後方向に階段、通行人は1分間に3、4人ほど。右側や後側は木が繁茂、多数の鳥がいる。前方の住宅地には工場･作業場、左奥は寺だが寺らしき音は聞こえない。
　音：飛行機、車、鳥の声、足音、子供の声、工場(重機やカシャンカシャン)、バスのクラクション、大型車のバック、木の葉擦れ</td></tr>
</table>

13	保土ケ谷区西久保町12（西久保公園）
	高層住宅に囲まれた公園入口で、右に前後方向に道路、後ろに左右方向に道路。200mほど前方にJRの踏切、電車が高速で左から右に通過。左の150mほど先で私鉄電車が高架上を通過、駅を発したばかりで速度は遅い。左前方の公園内では催事の直後で鉄パイプの足場を片づけ。子供も遊んでいる。 音：踏切、布団叩き、電車1、電車2、自転車、子供の声、車、足音、レジ袋、犬の声、鉄パイプの足場をくずす音、話し声
14	中区元町1丁目31
	北方25mほどの商店街とその先の首都高速道路を見る狭い脇道の右端。女性とバイクが前から後方に行く。5mほど後方にコインランドリ、その内外で男性が会話中。右前方から音楽、周囲が建物故に良く響く。前後とも25mほど先に左右方向に道路があり、車が時々通る。 音：ハイヒール、話し声、車、バイク、店から流れる音楽、鈴の音、バイクのウインカ
15	保土ケ谷区天王町1丁目2-3
	国道16号を東北に見る商店街の北端で左側に一方通行の道路を見る歩道の右端。交通量は1分間に3、4台程度、買い物客が1分間に10人弱。左斜め後方に店内放送をするパチンコ屋、右側はシャッタが閉まった店。前方には左右に交差する道路があり、その一画先が国道16号。 音：話し声、車、レジ袋、子供の声、足音、自転車、プラスチック類を踏む音、バイク、パチンコ屋の店内放送
16	西区高島2丁目（横浜駅東口ポルタ地下商店街）
	地下街の中、前方を左右方向に、左側を前後方向に人の流れ。通行人は多い。右側は店の壁だが音楽。 音：足音、話し声、音楽、カシャカシャという店の搬入音、電子音、レジ袋
17	西区浅間町5丁目388-1
	片側2車線の国道16号をやや西南から左右に見る洪福寺交差点。右に見る道路の歩道の右端。左側の洋服屋から音楽。左右方向の流れは殆ど無いが、最後に少し入っている程度。 音：店からの音楽、自転車、話し声、バイク、車、足音、トラック、トラックのクラクション
18	神奈川区三ツ沢西町16（三ッ沢せせらぎ緑道）
	国道1号の南側にある工場横の緑道。緑道の左端に西北に向く。左に小川が前後方向に流れ、木が繁茂。ダミーの左に小川の落差、大きな水音。通行人は1分間に3人ほど。90mほど後方に南北に道路があり、車の通行量は1分間に2、3台。工場は常に作業中。 音：飛行機、車、水の落下音、鳥の声、足音、工場の重機の音、サイレン、トラックの荷台を開ける音
19	保土ケ谷区星川3丁目
	高架で左右方向に通る国道1号の下。右（東北）向き約50、60m先に私鉄がほぼ南西に通過。右の前後方向道路と左斜め後ろから来る道路が前方で合流、両道路は片側1車線だが交通量は多い。左の道路の対面は壁。 音：バイクのウインカ、電車、車、ブレーキ、バイク、高架上の車、自転車、トラック、踏切
20	保土ケ谷区境木町54（境木第2公園）
	住宅街内の公園の側道（1車線）を左に見る歩道上。側道の向こうの公園内では、子供のブランコ遊びと走り回り。側道の交通量は1分間に5，6台。右側は住宅、前方の家で脚立を用いた庭木の剪定。 音：子供の話し声、ボールつき、子供の走りまわり、ブランコ、バイク、鳥の声、車、脚立、話し声

4. 結果と考察

4-1　認知音種の指摘数の比較

被験者の発話から、提示音毎に認知された音種を視覚障害者の指摘数の降順に整理し**表－4**に示す。「車」は道路を走る自動車の一般的な表現であり、交通量が多い場合や自家用車のみの通過に相当する。しかし、「バス、トラック」などと車種で区別する発話の場合はそれらの表現を採用している。但し、「車」の発話にもバスやトラックは含まれるはずであり、厳密な区分ではない。

カッコ内に示される音種は擬音語で表現されたもので、個人間では微妙に表現が異なるが明らかに同一音の場合は表に示す表現にまとめている。同様にトラックか大きな車といった発話では「トラック」に、スクータは「バイク」にまとめてある。

視覚障害者5人の総指摘数は374、対して健常者のそれは350とやや少ない。総指摘数の一人当たりの平均値は各々74.8と70である。しかし個々に見ると、視覚障害者のP氏の指摘数は平均的だが、Q氏は83、T氏は96と平均に比しかなり多く、R氏の55とS氏の64は平均よりもかなり少ない。これに対し健常者全員は殆ど平均値に近い指摘数である。

図－1　呈示音13の収録風景

視覚障害者の指摘数に差が認められる理由として、日

表-4　被験者の指摘音種（網掛けは誤認知を示す）

提示音	音　種	P	Q	R	S	T	小計	A	B	C	D	E	小計	計
1	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	バスのドア		1	1	1	1	4			1		1	2	6
	話し声	1	1	1			3		1				1	4
	バイク	1				1	2	1		1			2	4
	トラック	1					1	1					1	2
	スピーカ音声					1	1						0	1
	笛						0				1		1	1
	クラクション						0			1			1	1
	小計	4	3	3	2	4	16	3	2	4	2	2	13	29
2	子供の声	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	足音	1	1	1	1	1	5	1	1		1	1	4	9
	車	1	1			1	3	1	1	1	1	1	5	8
	噴水	1		1			2						0	2
	鳥		1			1	2						0	2
	子供の持つ紙袋		1			1	2						0	2
	女性の声					1	1						0	1
	男性の声					1	1						0	1
	ボール転動			1			1						0	1
	(ザー)						0				1		1	1
	川						0			1			1	1
	水						0	1					1	1
	小計	4	5	4	2	7	22	4	3	3	4	3	17	39
3	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	犬	1	1	1	1	1	5	1		1	1	1	4	9
	鳥	1	1		1	1	4				1		1	5
	子供の声			1			1	1	1		1	1	4	5
	赤子の声		1				1						0	1
	電車						0		1				1	1
	小計	3	4	3	3	3	16	3	3	2	4	3	15	31
4	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	音響式信号	1	1	1	1		4	1					1	5
	バスのドア		1	1			2		1	1	1	1	4	6
	自転車				1	1	2						0	2
	話し声					1	1		1				1	2
	カラス					1	1				1	1	2	3
	バスブレーキ			1			1				1		1	2
	バス乗降			1			1						0	1
	電車		1				1						0	1
	排気ブレーキ					1	1						0	1
	ブザー					1	1						0	1
	トラック						0			1			1	1
	バイク						0	1		1			2	2
	小計	2	4	5	3	6	20	3	3	4	4	3	17	37
5	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	踏切	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	(カチャカチャ)		1		1	1	3						0	3
	箒		1			1	2	1					1	3
	足音		1	1			2						0	2
	缶の整理	1					1					1	1	2
	鳥					1	1						0	1
	工事						0				1		1	1
	電車						0			1			1	1
	小計	3	5	3	3	5	19	3	2	3	3	3	14	33
6	バス停車	1	1	1	1	1	5	1	1		1	1	4	9
	テニス	1	1	1	1	1	5						0	5
	トラック	1		1	1	1	4			1		1	2	6
	走る足音	1	1	1			3	1	1		1	1	4	7
	バスのドア	1				1	2	1	1			1	3	5
	人声	1				1	2						0	2
	鳥		1			1	2						0	2
	車		1				1		1	1	1	1	4	5
	子供の声					1	1		1		1		2	3
	足音						0	1	1	1	1		4	4

	金属音						0		1				1	1
	小計	6	5	4	3	7	25	4	7	3	5	5	24	49
7	歌・音楽	1	1	1	1	1	5	1	1	1		1	4	9
	レジ袋	1	1	1	1	1	5	1		1			2	7
	売り声	1	1		1	1	4	1				1	2	6
	人声		1		1	1	3		1				1	4
	人の流れ・足音	1		1			2	1	1	1	1	1	5	7
	犬		1	1			2			1	1		2	4
	段ボール箱開封				1		1						0	1
	荷積み		1				1						0	1
	金銭授受					1	1						0	1
	子供の声						0		1				1	1
	花火						0		1				1	1
	豆の流れ						0				1		1	1
	小計	4	6	4	5	5	24	4	5	4	3	3	19	43
8	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	踏切	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	電車	1	1	1	1	1	5	1	1		1	1	4	9
	人			1			1						0	1
	大型車						0					1	1	1
	自転車						0	1		1			2	2
	小計	3	3	4	3	3	16	4	3	3	3	4	17	33
9	バイク	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	車	1	1		1	1	4	1		1	1	1	4	8
	鳥	1	1			1	3	1	1		1	1	4	7
	子供の声	1				1	2	1	1		1	1	4	6
	人声	1	1				2			1			1	3
	(カチャカチャ)		1		1		2						0	2
	人の流れ			1			1						0	1
	バイクのウィンカ					1	1						0	1
	軽トラック						0		1				1	1
	門を開ける						0	1					1	1
	小計	5	5	2	3	5	20	5	4	3	4	4	20	40
10	人の流れ・足音	1	1	1	1	1	5		1	1	1	1	4	9
	人声	1	1			1	3	1	1	1	1	1	5	8
	小石・砂利				1	1	2						0	2
	鳥	1					1		1				1	2
	物音		1				1						0	1
	ローラスケート						0		1				1	1
	自転車の鍵						0					1	1	1
	自転車						0	1					1	1
	小計	3	3	1	2	3	12	2	4	2	2	3	13	25
11	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	虫		1				1		1		1	1	3	4
	足音		1				1			1			1	2
	タイヤ	1					1						0	1
	(パチン)	1					1						0	1
	スコップ掘削						0		1				1	1
	新幹線						0		1				1	1
	トラック						0	1					1	1
	小計	3	3	1	1	1	9	2	4	2	2	2	12	21
12	足音	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	鳥	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	子供の声	1	1			1	3						0	3
	飛行機				1	1	2		1	1	1		3	5
	車					1	1		1				1	2
	話し声	1					1		1		1		2	3
	クラクション					1	1	1					1	2
	(カチカチ)				1		1						0	1
	(サー)風？		1				1						0	1
	物を叩く音					1	1						0	1
	建設工事						0					1	1	1
	川						0			1			1	1
	小計	4	4	2	4	7	21	3	5	4	4	3	19	40
13	電車1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	子供の声	1	1	1		1	4	1	1	1	1	1	5	9

	車	1	1		1	1	4	1	1	1	1	1	5	9
	電車2	1	1		1	1	4				1	1	2	6
	自転車	1			1	1	3			1	1	1	3	6
	足音			1	1		2						0	2
	(バタンバタン)		1		1		2						0	2
	踏切			1			1		1	1			2	3
	話し声				1		1						0	1
	(パチパチ)火花？	1					1						0	1
	布団叩き					1	1						0	1
	(カタカタ)					1	1						0	1
	物の開け閉め						0	1					1	1
	レジ袋						0	1					1	1
	小計	6	5	4	7	7	29	5	4	5	5	5	24	53
14	音楽･歌	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	足音	1	1	1	1	1	5	1			1		2	7
	車	1	1		1	1	4	1	1	1		1	4	8
	バイク		1	1	1	1	4	1	1		1	1	4	8
	人声	1	1		1		3	1	1	1	1	1	5	8
	(チチチ)		1				1						0	1
	歩行者の鈴					1	1						0	1
	バイクのウィンカ					1	1						0	1
	小計	4	6	3	5	6	24	5	4	3	4	4	20	44
15	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	足音	1	1	1		1	4	1					1	5
	スピーカ音声		1		1	1	3	1	1	1			3	6
	レジ袋	1	1			1	3	1					1	4
	子供の声	1				1	2		1	1	1	1	4	6
	人声				1	1	2			1		1	2	4
	バイク	1				1	2	1			1		2	4
	自転車				1		1						0	1
	パチンコ屋の放送		1				1						0	1
	何かを倒す音					1	1						0	1
	何かを折る音						0		1				1	1
	(チリチリ)						0				1		1	1
	小計	5	5	2	4	8	24	5	4	4	4	3	20	44
16	音楽	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	人の流れ		1	1	1	1	4					1	1	5
	人声	1				1	2		1	1			2	4
	足音	1					1	1	1	1	1		4	5
	金属音					1	1		1			1	2	3
	レジ袋		1				1						0	1
	電子音						0		1				1	1
	女性の声						0		1				1	1
	シャッタ開閉						0	1			1		2	2
	小計	3	3	2	2	4	14	3	6	3	3	3	18	32
17	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	トラック		1			1	2		1			1	2	4
	音楽		1			1	2		1	1		1	3	5
	人声	1	1				2		1				1	3
	人			1	1		2	1		1		1	3	5
	クラクション				1	1	2						0	2
	足音					1	1				1		1	2
	子供の声						0				1		1	1
	自転車						0			1			1	1
	小計	2	4	2	3	5	16	2	4	4	3	4	17	33
18	水	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	足音	1	1	1	1	1	5	1			1	1	3	8
	車	1	1			1	3	1			1	1	3	6
	鳥		1			1	2						0	2
	飛行機	1					1					1	1	2
	工事			1			1						0	1
	トラック				1		1						0	1
	自転車					1	1						0	1
	救急車のサイレン					1	1						0	1
	トラックのドア						0		1				1	1
	機械						0		1				1	1

	ランドセル						0		1				1	1
	シャッタ						0					1	1	1
	ごみ収集車						0			1			1	1
	窓開く						0			1			1	1
	門の開閉						0	1					1	1
	小計	4	4	3	3	6	20	4	4	3	3	5	19	39
19	車	1	1	1	1	1	5	1		1	1	1	4	9
	電車	1	1		1		3					1	1	4
	ウィンカー	1					1						0	1
	(カチャカチャ)		1				1						0	1
	トンカチ						0		1				1	1
	波						0		1				1	1
	バイク						0		1				1	1
	トラック						0				1		1	1
	ブレーキ						0	1					1	1
	小計	3	3	1	2	1	10	2	3	1	2	2	10	20
20	車	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	10
	子供の声	1	1	1	1		4	1		1	1	1	4	8
	(カチャカチャ)		1		1		2						0	2
	鳥	1				1	2						0	2
	ブランコ					1	1		1		1		2	3
	子供の走り	1					1		1				1	2
	ボール	1					1	1		1	1		3	4
	バイク				1		1	1			1		2	3
	作業						0		1				1	1
	自転車						0					1	1	1
	人声						0				1		1	1
	バス						0			1			1	1
	車の発進						0			1			1	1
	小　計	5	3	2	4	3	17	4	4	5	6	3	22	39
計		76	83	55	64	96	374	70	78	65	70	67	350	724
5人の平均							74.8						70	
	誤認知数	1	0	1	0	2	4	2	9	6	3	4	24	28
	誤認知率	0.013	0	0.018	0	0.021	0.011	0.029	0.115	0.092	0.043	0.060	0.069	0.039

常での経験が大きく左右すると考えるのは妥当であり、R、Sの両氏は他の3氏に比べ未知の場所への単独行動が少なく、歩行において音情報を自身で判断せずに介護者などの誘導に任せ切る機会が少なくない点が挙げられる。

4-2　音種の誤認知とその特徴

4-2-1　誤認知

実験の性質上、聞き慣れた明確な音種を別にすれば、被験者は経験と想像で音種を判断せざるを得ない。ここでは、提示音に含まれている音種を実態と異なる音と認知した場合、また含まれていない音を固有名詞で特定するような発話をした場合を誤認知として計数する。但し、擬音で表現した場合は誤りとはしない。誤認知は前記表－4の網掛け部分である。

提示音1において、T氏とC氏は各々録音に無いスピーカ音声とクラクションを挙げている。これらは誤認知である。提示音2では、R氏がボールが転がる音を誤って認知している。この提示音2には視覚障害者が信号音として利用しやすい噴水の音が含まれている。視覚障害者の二人は「噴水」と明確に判断したが、健常者のA、C、D氏らはそれぞれ擬音（ザー）、川、水と抽象的な答えに終わり、音からのイメージが具現化されていない。このような状況は他の提示音にも言えるが、この抽象表現は誤認知に計数していない。

提示音5では駐車場の遮断機音をP氏とE氏が缶の整理などと間違え、D氏は工事音としている。提示音7はセール中の歩行者天国の商店街で、常にレジ袋の音が録音されており、視覚障害者の全員が正しく判断しているが、健常者のB氏は花火かと、またD氏は豆が流れている音のようと全く誤っている。前報[6)]で明らかになったように、視覚障害者は生活の必要から商店を認知するために、物売りの声や釣り銭の音、レジ袋の音に敏感であり、健常者とはそれらの音に対する注意度が異なる。

提示音15において、プラスチック状の物を踏む音が収録されており、これをT氏とB氏のみが認知し、各々「棒を倒す」「木を折る」と表現しているが、これは誤認知とはしない。

以上のような操作を各提示音で実施した結果が先の表－4の誤認知である。視覚障害者の誤認知数は総指摘数374中僅かに4であるが、健常者のそれは総指摘数350中24である。総指摘数は視覚障害者の方が大だが誤認知数は小さく、それだけ健常者よりは正確に音種を判断している。

4-2-2　誤認知の特徴

健常者の中で最大の指摘数を示した人物ではあるが、B氏は提示音10でローラスケート、同11でスコップでの掘削、新幹線、同18でランドセル、同19でトンカチ、波、また同20ではディーゼル乗用車の音等をバス、車の発進

と、録音されていない音種を挙げている。このように健常者は、録音されていない音を誤認知のまま挙げる傾向にある。しかも或る提示音に含まれる音種間の脈絡が弱い傾向にある。

視覚障害者は、音種が不明な場合は先の提示音5の遮断機の如く擬音（表－4）を用いて断定を避ける傾向にあり、誤った概念を持たぬよう意を払っている様子が窺える。視覚障害者の中で指摘数最大（96件）のT氏の誤認知は2件であり、指摘数の少ないR（55件）、S氏（64件）の誤認知は共にゼロである。

4-3　認知音の特徴

4-3-1　複数の視覚障害者のみ認知

提示音に含まれる明瞭な音、例えば街頭音を代表する車、地区特有な踏切や音楽などは視覚障害者、健常者の区別無く指摘されている。そこで、視覚障害者の複数が認知し健常者全員が認知し得ていない音種を、提示音毎に認知者と共に**表－5**に示す（擬音と、提示音2の噴水は健常者が水の存在を認知している故に除く）。

提示音4と17は比較的騒がしい場所であるが、各提示音において2名の視覚障害者が自転車、クラクションを認知している。他の提示音は全て公園やそれと見做せる静かな場所である。つまり、静穏な環境では視覚障害者は健常者が気付かない小さな音を認知し得ることを示しており、鳥、足音、人声といった一般的名称の他に、以下に示すような具体的な名称を挙げている。

・呈示音2　子供の持つ紙袋

子供の持つ紙袋は子供の移動と紙袋の移動の同時性を視覚障害者が把握していることを示す。

・呈示音2、6、18、20　鳥

静かな場所で鳴き声に気付いている。

・呈示音5、13　足音

足音は具体的表現が困難だが、視覚障害者にとって進むべき方向を知る上で非常に重要である[6]。

・呈示音6　テニス

視覚障害者全員が認知しているが、前報[6]同様に視覚障害者は健常者よりも気付き易く、その音種から自らは運動公園、或いはその近くにいると自己を定位する。

・呈示音10　小石・砂利

歩行者の通行する足音のみならず路面に注意が向いたことを意味する。

・呈示音12　子供の声

人声だけの指摘ではなく、子供の声と具体的である。

視覚障害者が単に音を認知するだけではなく具体的名称を挙げるのは、自らが置かれた場を様々な音の総合化から具体化し、より明確にしようとする視覚障害者の意識下の作用であって、例えば提示音2では、公園か、多数の児童か、遠足か、といったイメージの展開の後に子供が持つ紙袋にも行き着くものと判断される。一方、健常者も子供の存在に気付いているが、健常者にとっては、紙袋の音は聞こえてはいたが子供との関係は弱く、何らイメージを想起させない聴覚情報として聞き逃されている。

表－5　複数の視覚障害者のみの認知音種
（健常者は認知せず）

呈示音	音　種	備　考
2	鳥(Q、T)、子供の持つ紙袋(Q、T)	保土ケ谷公園内
4	自転車(S、T)	公園を右に見る交差点近く
5	足音(Q、R)	横浜ビジネスパーク
6	テニス(全員)、人声(P、T)、鳥(Q、T)	保土ケ谷公園内の一般道
10	小石･砂利(S、T)	横浜国立大学内
12	子供の声(P、Q、T)	市民の森入口近く
13	足音(R、S)	西久保公園入口
17	クラクション(S、T)	国道の交差点
18	鳥(Q、T)	緑道
20	鳥(P、T)	境木第2公園横

注）カッコ内は被験者記号

ここで注意すべきは、外出経験の多いT氏は延べ10音種を認知しているのに対して、比較的外出が少ないS氏とR氏の認知は各々2音種と4音種とやはり少ない。健常者が気付かない音をS氏もR氏も認知はしているものの、この少なさは戸外での単独歩行には不利である。

4-3-2　複数の健常者のみ認知

健常者の複数のみが認知し、視覚障害者が認知していない音種は、提示音4のバイク（A、B氏）、同6の足音（E氏以外）、同8の自転車（A、C氏）、及び同16のシャッタ（A、D氏）である。なお、シャッタは誤認知であり、実際は荷を搬入する台車の音である。

提示音6では3名の視覚障害者が走る足音を認知しており、そちらに注意が向けられ足音を認知しなかった可能性がある。他の提示音はかなり騒がしい場所の音であり、被験者の多くが認知し得た音種は少ない。提示音4では視覚障害者、健常者共に車、同8では両者共に同じ音種の3種（車、踏切、電車）で自転車は少数、同16では視覚障害者が音楽と人の流れ、健常者が音楽と足音の各2種であり、認知音は比較的明瞭な音に限られている。視覚障害者と健常者の認知音種に特別な差は認められない。

しかし、複数の視覚障害者のみに認知された音種の総数は表－5から30であるのに対し、複数の健常者のみが認知した音種の総数は12であり、前者は後者より遙かに多い。この比較は厳密ではないが、視覚障害者の音への鋭敏性の一端を示している。

4-3-3　視覚障害者の認知が優勢

ここでは、視覚障害者の4名以上が認知し、健常者の認知者数が1或いは2という音種を対象として例示する。

先ず提示音1ではバスのドア（視覚障害者4名、健常者2名）だが、健常者は喧騒にとらわれ気付き難かったと思われ、視覚障害者は微細な音にも注意を払っていると推測される。提示音3では鳥（視覚障害者4名、健常者1名）であり、これは前述の静穏な場所で視覚障害者が微細な音に気付く事実と同一である。

提示音4では、音響式信号にT氏以外の視覚障害者の4名と、健常者の1名が認知している。前報[6]においてもこの音種は呈示されたが、その際には信号音が明瞭だったために視覚障害者と健常者の認知に差は認められなかった。今回の信号音は交通騒音を主とした街頭音に潜在する音のため、認知に大きな差が生じている。前者にとっては日常的に利用し生命に関わる音種故に、注意度は別格と言えよう。T氏は音響式信号との発話はせず「ブザー」と述べており、実はこれが音響式信号であり、音を認知している。普段利用する音と異なっていたか、音響式信号との言葉が発せられなかったか、何れかの可能性が高い。この音種に対する認知数の両者間での差異は興味深く、健常者は信号の付き物と聞き流しているか、日常的に聴覚情報となっていない感がする。

提示音7のレジ袋の認知は視覚障害者の5名と健常者の2名、売り声の認知は視覚障害者の4名と健常者の2名である。これは既に4-2項で述べたように、視覚障害者の商店への高い注意度の再現である。

提示音13では視覚障害者の4名と健常者の2名が電車2を認知しているが、これについては4-5項に記す。

4-3-4　一人の視覚障害者のみの認知

視覚障害者1名だけが認知した音種を観察すると、提示音7にあるように段ボール箱の開閉、荷積み、金銭授受などの指摘が示すように具体的である。提示音4のバスの乗降、排気ブレーキ、同9のバイクのウィンカ、同11のタイヤ、同13の布団叩き、同14の歩行者の鈴、同16のレジ袋などもそれらの例である。このように視覚障害者は音源を具体的に把握しようと努めている様子が窺える。やはり視覚の無い不利を克服する必要性からであろう。但し、ここでの音種は偶然に或る人が気付いたに過ぎないと思われる。

逆に健常者1名のみが認知した音も存在するが、一般名詞で表現される音種が多い。特殊音は提示音1の笛、同6の金属音、同16の電子音であるが、やはり偶然に傾注された結果であろう。

4-4　車の認知

呈示音は街頭での録音故に、多くの場合に車の認知率は高い。**表—6**は車の音が録音されていたにも拘わらず、認知できなかった被験者を示す。同表の呈示音は19を除けば全てが静穏な街頭音であり、車の音は遠くに聞こえるか或いは交通量が少ない。

表－6　車を認知しなかった被験者

呈示音	視覚障害者	健常者
2	R、S	
6	P、R、S、T	A
7	P、Q、R、S、R	A、B、C、D、E
9	R	
12	P、Q、R、S	A、C、D、E
13	R	
14	R	D
18	R、S	B、C、D
19		B

注）提示音9でB氏は軽トラックと発話

・呈示音2

児童が遠足に来ているようで公園ではと判断しR、Sの両氏は車は無いと判断したと推測される。

・呈示音6

車を認知しなかった者は健常者では1名のみだが、視覚障害者は4名である。これは録音場所がバス停近辺であったため、視覚障害者も健常者も全員がバスやトラックを挙げてはいるのだが、視覚障害者は大型車に気を取られ一般車の認知は困難だったようである。

・呈示音7

歩行者天国の商店街であり、そのような場所に車は通らないという先入観に因って、交通音が聞き取れなかった可能性が高い。被験者の判断理由は上記の公園などと同等であろう。

・呈示音9と13

比較的閑静な場所であり、通過車が1台のみであったために、R氏のみが認知していない。表－6にあるようにR氏はしばしば車の音を聞き逃しており、車の音に慣れていない可能性がある。なお呈示音9で、B氏は車とは発話せず軽トラックと述べており誤認知であるが、ここでは1台のみの通過故に認知としてある。

・呈示音12と18

各々市民の森入口付近と緑道での録音であり、静かな雰囲気を与えるが故に車に気付いていない被験者が多い。これらから車の無い場所という先入観は、視覚障害者も健常者も別なく、車の認知が不要になる、或いは車の音を聞こえなくさせると言える。

・呈示音14

商店街の脇道で車は殆ど通らないが、話し声が良く聞こえ、音楽を流している店もある。しかし10mほど離れた道を車は通過している。ここでR氏とD氏は交通音を認知していない。R氏はショッピングモールのような所とし、D氏は商店街であると判断している。ここでもその先入観から車の音が聞こえて来ない。

・呈示音19

B氏のみ車を認知していない。ここは高架道路の下で車の音は甚だしい。しかしB氏はスクータの音、及びその動きに関して注意を払っていた様子が発話に窺え、スクータに傾注し過ぎ他の車にまで注意が向かない状況のようである。また波の音が聞こえる気がするとも発言している。音が籠もる空間であるので、そのような籠もり音を波と勘違いした可能性はある。この提示音において、B氏の認知音種間に脈絡は無い。氏の地区のイメージ構成が混乱に陥った可能性がある。

以上のように、車の認知に関しては視覚障害者と健常者との間に大きな隔たりは認められず、車が無いはずと考えてしまうような場所では両者共に車が認知不要、或いは不可能になる。

4-5　電車の認知

電車の音が録音された提示音は4、5、8、13及び19で

あるが、提示音4、5では各1名のみが認知し、同8では1名のみ認知していない。これは認知の難易度が素直に結果に出ているだけである。提示音19（高架道路橋の下）では視覚障害者の3名と健常者の1名が認知しているが、騒がしい街頭音である呈示音1におけるバスのドアや、同様な呈示音4における音響式信号のように、視覚障害者の認知が健常者より高い。

提示音13はJRと私鉄の2路線に挟まれた位置であり（図ー2）、各路線を意味する2種類の電車音が収録されている。その2種類の音の認知状況と、どの方向から聞こえてきたかを尋ねた結果を表ー7に示す。

視覚障害者のP、Q、S、Tの4氏は2種類の音の違いを認知しており、R氏は1種類の音のみを認知している。一方、健常者のD氏とE氏のみが2種類の音の違いを認知し、他の3氏は1種類だけである。2種類の音を認知した全ての被験者が2路線の存在を述べ、その中のD氏のみが同一高架軌道上を相異する2路線が走行しているとし、他の5名全てが、2路線が被験者から見て同一方向にないと判断の強弱は有るものの認知している。従って、視覚障害者の方が現実に適合した認知をしている。

2路線の方向の差異を認知した視覚障害者の4名は各自が2路線の空間における構成をイメージしている。例えばP氏は「電車の通る線路があって、新幹線とか線路が直角方向にあって、右側にはそのガードをくぐる道路が…」と、T氏は「あれは電車かな、新幹線かな、何か走ってる音がした。それとガードの下みたいな音、道路よりも高い所を電車が走っているようなそんな感じ」と各々が路線の関係をイメージし、更にはそれらと道路との関係などを3次元的に再構成していく。そのような構成を可能とする健常者はE氏のみで、2種類の電車音を認知したD氏でも「（同じ）高架の上を2種類の列車が走っているな」と判断しており、地区の構成形態はP、Q、S、T、Eの5氏よりも数段低下している。勿論、R、A、B、Cの4氏の構成形態はD氏より更に劣化している。

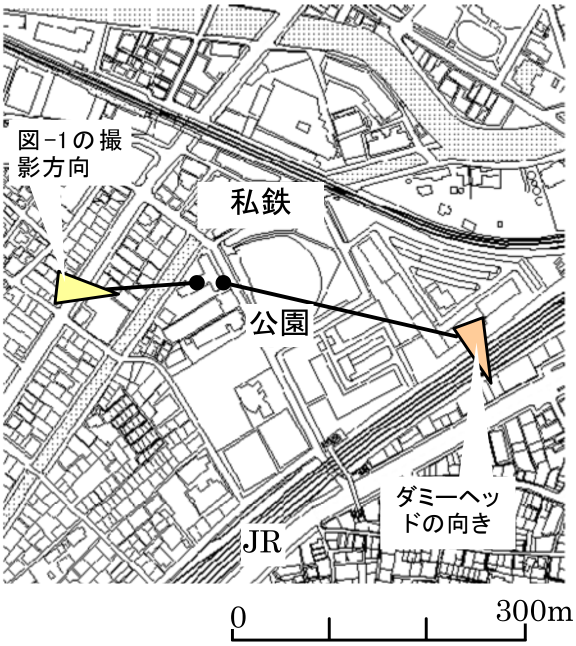
従って、街の微細な各種の音を確実に多面的に認知できるほど、被験者の空間における自己の定位は正確に具体的になる。街が騒がしくあれば、彼らが地区のイメージ構成に用いる3次元の音種が減少し、地区のイメージは不正確となる。これは視覚障害者の自己定位や歩行方向の把握・確認に極めて悪影響を及ぼす。やはり街は、視覚障害者にとっても健常者にとっても、基本的に静かでなければならない。

この提示音13の結果から、やはり視覚障害者は音の認知に鋭敏である、或いは音の認知に長けていると言える。

5. まとめ

街中で録音した街頭音20種を無響室内で視覚障害者5名と健常者5名に個別に呈示し、彼らが認知する提示音中の音種を調べて考察を加えた。但し呈示前に、街頭音を聴取してどのような空間をイメージするかが調査目的であると示唆した。

1) 視覚障害者の認知音種は健常者に比し多く、しかも音種を正しく認知する傾向にあるが、視覚障害者の認知数は社会との接触の濃淡で個人差が生まれている。対して、健常者の認知数には大きな差異が無い。
2) 視覚障害者は音種を正確に具体的に把握しようと努め、不明瞭な音種については誤った概念を持たぬよう不明なままにする傾向が窺える。一方、健常者は一般（抽象）的表現で音種を指摘する傾向にある。
3) 騒がしい中にあっても、視覚障害者は生活に不可欠な音を認知する。例えば買物に関わるレジ袋や売り声、生命に関わる音響式信号などである。
4) 静穏な場において、視覚障害者は健常者に比し小さな音でも認知するが、これも社会生活との関わりの濃淡が認知に影響すると考えられ、個人差は大きい。
5) 車の音の認知に視覚障害者と健常者間に差は認められない。しかし、音から構成する空間が公園内や歩行者天国内などとイメージすると、両者共に車（の音）の認知が不可能、或いは不要となり、認知し難くなる。
6) 視覚障害者は三次元空間から来る音の相互の関連を再構成し、自らの位置を三次元的に定位しようと努める。対して健常者は単に音が存在することを認知するに止まり、音種間の脈絡が薄い。従って、音から空間を把握する能力は視覚障害者が長けている。



図ー2　呈示音13の収録地点概況

表ー7　２路線とその方向の差異の認知

被験者	JR	私鉄	方向の差異
P	○	○	○
Q	○	○	○
R	○	×	ー
S	○	○	○
T	○	○	○
A	○	×	ー
B	○	×	ー
C	○	×	ー
D	○	○	×
E	○	○	○

6. おわりに

視覚障害者が戸外において自身の位置を能動的に定めることは常在する信号音と白杖に依拠する言わば点情報であり、圧倒的多数に利用される点字ブロックは線情報ではあるが多くは誘導である。しかし街の音環境が作り出す情報は3次元の空間情報であり、それは彼等が歩行者や車の流れに沿って進行方向を決めるために役立ち、突然の大音響で失った自己の位置と、進むべき方向の再確認にも役立っていることは、これまでの我々の研究で明らかになっている。しかしその利用の巧拙は個人により差異のあることも事実である。即ち、街の音情報（信号音）を用いて3次元空間内で自己を定位し正しいメンタルマップを描けば、視覚障害者の歩行の自由度は増す。

関[8)]も述べているように、そのような信号音の配置が都市計画に望まれるが、現在の街では様々な音と音情報が錯綜し、視覚障害者はその乱雑な中から信号音を見出している。信号音はスピーカ音声による指示である必要はないが、信号音の街中における適切な配置が今後の課題である。最近は騒音制御工学者が視覚障害者の音環境の研究を蓄積しだしており[11-13)]、研究の発展と、結果として快適な街の音環境の出現が期待される。

参考文献

1) 太田篤史、田村明弘、鹿島教昭：視覚障害者と地域音環境のあり方についての基礎的考察、音響学会講演論文集、pp.729-730(1993、10).

2) 太田篤史、田村明弘、鹿島教昭：視覚障害者と地域音環境のあり方についての基礎的考察　その2、騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.229-232(1994、10).

3) 鹿島教昭、田村明弘、太田篤史、清家　聡：視覚障害者の歩行実験における音情報の利用、音響学会講

4) 鹿島教昭、田村明弘、太田篤史：視覚障害者の音環境、横浜市環境科学研究所報、No.21、pp.51-58(1997.3).

5) 鹿島教昭、黒沢亜希、田村明弘、太田篤史、清家聡：視覚障害者の歩行実験—音環境と空間認知—、横浜市環境科学研究所報、 No.25、 pp.24-33(2001.3).

6) 鹿島教昭、田村明弘、太田篤史、鈴木和子、小澤繁之：視覚障害者と健常者の環境音認知の比較、横浜市環境科学研究所報　第26号、pp.68-78(2002.3).

7) 鹿島教昭、田村明弘、太田篤史、安藤祐子、鈴木和子、小澤繁之：音声情報装置を用いた視覚障害者の歩行実験、横浜市環境科学研究所報　第26号、pp.79-89(2002.3).

8) 関　喜一：視覚障害者にやさしい街の音創り、音響学会誌、54、pp.387-392(1998.5).

9) Kevin Lynch、丹下健三・富田玲子訳：都市のイメージ、pp.56-113(岩波書店、東京、1968).

10) 佐藤泰正編著：視覚障害心理学、(学芸図書、東京、1987).

11) 永幡幸司、山内勝也、上田麻理、岩宮眞一郎：視覚障害者が音響信号及び盲導鈴に求める音量について、騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.237-240(2005、9).

12) 山内勝也、永幡幸司、上田麻理、岩宮眞一郎：店舗のBGMが視覚障害者の音情報取得に与える影響、騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.241-244(2005、9).

13) 上田麻理、豊田信之、岩宮眞一郎：雨音が視覚障害者の歩行に及ぼす影響、騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.245-248(2005、9).

境川・柏尾川水系における環境ホルモンとその関連物質の環境調査

二宮勝幸
（横浜市環境科学研究所）

Behavior of Endocrine Disrupting Chemicals and the related substances in Sakai River and Kasio River

Katsuyuki Ninomiya
(Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：環境ホルモン、エストロゲン、ノニルフェノールエトキシレート、河川、総女性ホルモン様作用強度

要　旨

境川・柏尾川水系において環境ホルモンとエストロゲンおよびノニルフェノール系界面活性剤等を対象に環境調査を実施した。環境ホルモンと確定されたノニルフェノール、オクチルフェノールおよびビスフェノールＡが予測無影響濃度を超える地点はなかった。エストロゲンについては、河川の流下過程で 17β-エストラジオールは酸化され減少するが、その酸化生成物質であるエストロンに変化することが認められた。各物質の 17β－エストラジオール（E2）の活性と比較した E2 比活性値と各物質濃度を掛け合わせて合計した総女性ホルモン様作用強度を求めたところ、総女性ホルモン様作用強度は下水処理場の下流で高く、寄与率の 90%前後をエストロンと 17β-エストラジオールで占めていたが、寄与率の大部分をビスフェノールＡが占める地点もあった。しかし、生物影響があるとされる総女性ホルモン様作用強度が 10ng/l を超える地点はなかった。界面活性剤等に関しては、ノニルフェノールエトキシレートとノニルフェノールエトキシ酢酸はともにほとんどの地点でエチレンオキシド基の付加モル数が１から４の化合物が大半を占め、また、前者よりも後者のほうが２倍前後高い濃度を示した。

１．はじめに

これまでに、ノニルフェノール、オクチルフェノールおよびビスフェノールＡの３物質が魚類に対して内分泌攪乱物質（環境ホルモン）であると確定され、それぞれの予測無影響濃度は 0.608μg/l、0.992μg/l および 24.7μg/l あるいは 47μg/l と公表された[1)]。また、o,p’-DDT も環境ホルモンと確定され、その無影響濃度は 0.0145μg/l と想定されたが、その環境中濃度の最高値は無影響濃度を下回っており、現実的なリスクは低いと指摘されている[2)]。

水環境中には、これら環境ホルモンとともに天然の女性ホルモンであるエストロゲンも微量ながら存在し、その代表的な物質である 17β-エストラジオールやエストロンの活性は環境ホルモンに比べて大きいため、その影響は無視できない。実際に、下水処理場の下流からは、エストロゲンが検出され、コイへの影響の可能性も報告されている[3)]。

一方、ノニルフェノールは界面活性剤のノニルフェノールエトキシレートから生成される可能性が指摘されている[4)]。また、ノニルフェノールエトキシレートのエトキシレート基の末端が酸化されたノニルフェノールエトキシ酢酸が生成され、その分解過程からもノニルフェノールが生成されると指摘されている[4)]。したがって、環境中に存在するノニルフェノールなどによる生態リスクを評価するためには、ノニルフェノールだけではなく同時にその親物質であるノニルフェノールエトキシレートおよび分解生成物のノニルフェノールエトキシ酢酸についても調べておく必要がある。

そこで､境川･柏尾川水系の 10 地点において o,p’-DDT を除く環境ホルモンとエストロゲンを対象に詳細調査を実施した。また、そのうちの４地点についてはノニルフェノールエトキシレートとノニルフェノールエトキシ酢酸についても測定した。本報告では、それらの調査結果について述べる

２．方法

2-1　調査地点および調査時期

環境ホルモンとエストロゲンの調査地点は，図１に示した境川本流４地点（鶴間橋、新道大橋、高鎌橋、東西橋）とその支流・和泉川１地点（鍋屋橋）および柏尾川２地点（吉倉橋、鷹匠橋）とその支流・阿久和川、平戸永谷川、いたち川の各１地点（トーヨー橋、渡戸橋、いたち川橋）の計 10 地点である。なお、境川と柏尾川は下流の藤沢市で合流している。

ノニルフェノール系界面活性剤等の調査地点は、上記 10 地点のうち、境川の鶴間橋と高鎌橋、柏尾川の吉倉橋と鷹匠橋の計４地点である。

なお、エストロゲンの主な排出源である下水処理場については、境川には鶴間橋と新道大橋の間に大和市の北部浄化センターと中部浄化センターがあり、柏尾川には吉倉橋と鷹匠橋の間に栄第二水再生センター、いたち川橋の上流に栄第一水再生センターがある。

調査は、平成 16 年 11 月に実施した。

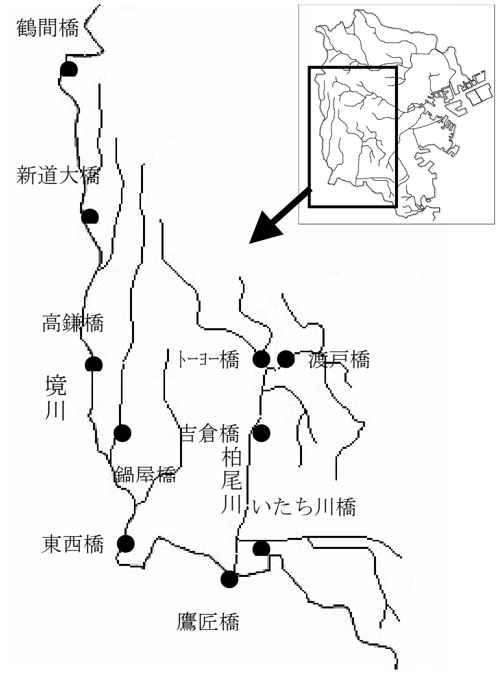


図１　調査地点

2-2　対象物質

環境ホルモン：ノニルフェノール（NP）
　　　　　　　オクチルフェノール（OP）
　　　　　　　ビスフェノールＡ(BPA)
エストロゲン：エストロン(E1)
　　　　　　　17β-エストラジオール(βE2)
界面活性剤等:ノニルフェノールエトキシレート(NPnEO)
　　　　　　　ノニルフェノールエトキシ酢酸（NPnEC）

2-3　分析方法

NP、OP、および BPA については、「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル」（環境省）[5] に準じて分析した。

E1 とβE2 の分析は、「要調査項目等調査マニュアル」（環境省）[6] のメチル誘導体化・高分解能 GC/MS-SIM 法により行った。ただし、メチル誘導体化前の脱水乾固条件が回収率に大きく影響するため[7]、その最適条件について詳しく検討した。その結果、窒素ラインの途中に25cm の過塩素酸マグネシウム管を接続して十分に脱水した窒素を、１試料当たり約 400ml/min の通気速度で55℃に加熱した試料管に 40 分間吹き付けることとした。

NPnEO および NPnEC については、エトキシレートの鎖数別にそれぞれｎ＝１～15 およびｎ＝１～10 の化合物を対象として、「下水試験方法追補前提版 2002 年版」（日本下水道協会）[8] の LC/MS/MS 法による分析を委託により行った。

３．結果と考察

3-1　調査結果

3-1-1　環境ホルモン

調査結果を表１に示す。なお、表１の調査地点は、境川と柏尾川に分けて、それぞれ上流から下流に向けて配置してある。

NP は ND～0.27μg/l の濃度範囲にあった。水系別にみると、境川では全地点で不検出であったが、柏尾川では５地点中４地点で検出され、上流のトーヨー橋で最も高い値を示した。しかし、魚への予測無影響濃度 0.608μg/l を超える地点はなく[1]、平成 11 年度に実施した実態調査の結果(0.2～0.4μg/l)に比べて濃度は低下した[9]。

OP は 10 地点中３地点で検出され、その濃度は検出限界値をやや上回る 0.01～0.08μg/l の範囲にあった。これは環境省による OP の予測無影響濃度 0.992μg/l を１桁下回っている[1]。また、OP は NP のように水系による大きな違いは認められず、いずれも上流で検出されていた。用途や排出源などが両者で異なっているためと考えられる。

BPA は全地点で検出されており、境川に比べて柏尾川のほうで濃度が高く、最高濃度は渡戸橋の 15μg/l であった。これは、BPA の予測無影響濃度 24.7μg/l あるいは 47μg/l よりも低いが[1]、これまでに実施したモニタリング調査のなかで最も高い値である。渡戸橋の下流に位置する吉倉橋で BPA 濃度は 5.6μg/l、さらに下流の鷹匠橋では 0.17μg/l を示した。このように、流下にともない BPA 濃度は低下するが、鷹匠橋における濃度は希釈や分解等の作用で予測される濃度よりも低いと思われた。そのことを検証するため、負荷量計算により鷹匠橋にお

表１　調査結果

水域名	河川名	地点名	NP (μg/l)	OP (μg/l)	BPA (μg/l)	E1 (ng/l)	βE2 (ng/l)
境川	境川	鶴間橋	ND	0.08	0.03	0.5	0.2
	境川	新道大橋	ND	0.01	0.04	9.5	1.9
	境川	高鎌橋	ND	ND	0.04	7.2	0.9
	和泉川	鍋屋橋	ND	ND	1.00	0.7	0.1
	境川	東西橋	ND	ND	0.08	6.6	0.3
柏尾川	阿久和川	トーヨー橋	0.27	0.02	1.1	3.6	0.1
	平戸永谷川	渡戸橋	0.07	ND	15	1.6	0.3
	柏尾川	吉倉橋	0.06	ND	5.6	1.2	0.2
	いたち川	いたち川橋	ND	ND	0.05	0.9	0.2
	柏尾川	鷹匠橋	0.06	ND	0.17	5.3	1.0
		平均値*	0.06	0.01	2.3	3.7	0.5

ND：検出限界値以下　　＊：NDがある場合は、ND値の1/2の値を用いて平均値を算出した。

ける濃度を推定することを試みた。

鷹匠橋における負荷量は、吉倉橋といたち川橋における負荷量、吉倉橋の下流に位置する下水処理場からの負荷量、および他の小河川等からの負荷量の和として表される。まず、流量[10、11]は、鷹匠橋では3.5m^3/sである。また、吉倉橋で0.69m^3/s、いたち川橋で0.82m^3/s、下水処理場の放流水で約1.67m^3/sであり、これらの合計流量は3.18m^3/sとなった。この合計流量と鷹匠橋での流量3.5m^3/sとの差0.32m^3/sは、他の小河川等由来のものとした。一方、各調査地点のBPA濃度は表１の通りであるが、下水処理場の放流水のBPA濃度は0.03μg/l以下である[12]。ここで、下水処理場の放流水および他の小河川のBPA濃度を0.03μg/lと仮定し、上記の流量と濃度を用いて鷹匠橋におけるBPA濃度を算出した結果、1.13μg/lが得られた。この濃度は、実測濃度0.17μg/lよりも１桁高い。したがって、鷹匠橋におけるBPAの実測濃度が推定濃度よりも低かった理由として、渡戸橋の上流からBPA濃度の高い排水が一時的に流入し、その水塊は吉倉橋まで流れてきたが、鷹匠橋までは到達していなかったことが考えられる。

境川については、支流の鍋屋橋におけるBPA濃度が1μg/lを示し、他の４地点での濃度（0.03～0.08μg/l）よりも２桁高かった。

このように、河川水から一時的ながら比較的高濃度のBPAが検出され、また、地点によってBPA濃度の違いが大きいことから、BPAについては今後も注意して濃度推移を監視していく必要がある。

3-1-2　エストロゲン

まず、境川についてみると、E1濃度は最上流の鶴間橋で0.5ng/lと最も低く、その下流の新道大橋では逆に9.5ng/lと最高値を示した。後者は、両橋の間に位置する２つの下水処理場の放流水による影響を受けているためと考えられる。E1濃度は、新道大橋の下流の高鎌橋で7.2ng/l、東西橋で6.6ng/lと徐々に低下していった。βE2は、E1よりも濃度レベルは低いが、下流に向けてE1とほぼ同様に低下した。

次に、柏尾川では、E1濃度は鷹匠橋で5.3ng/lと最も高く、次いで、トーヨー橋の3.6ng/lであった。前者はその上流の下水処理場による影響と考えられるが、後者についてはその上流に下水処理場はなく原因はわからなかった。E1濃度が最も低かったのは、いたち川橋の0.9ng/lであった。βE2は、E1とほぼ同様な濃度変化を示した。

このように、E1とβE2の挙動は密接に関連していることから、それらの散布図を用いて両者の関係を調べた（図２）。両者の相関係数は0.81と比較的高く、傾きが約５の比例関係が認められるが、３地点については E1がβE2よりも相対的に高い濃度を示した。それらの地点は、E1濃度の高い順に、境川の高鎌橋（図中の記号で◆）、東西橋（同▲）および柏尾川のトーヨー橋（同■）である。前２者はE1が最高値9.5ng/lを示した新道大橋の下流に位置している。βE2に対するE1の比率は、新道大橋で5.0であるのに対し、下流の高鎌橋で8.0、東西橋では22と高まっていった。このように、流下過程でβE2

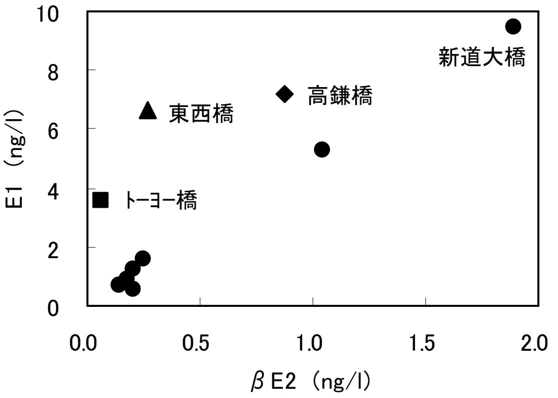


図２　E1とβE2の散布図

は減少するが、相対的にE1は増加して行った。また、新道大橋と同様に下水処理水の影響が大きい柏尾川の鷹匠橋における比率は5.3となり、新道大橋のそれに近い値を示した。したがって、下水処理場の直接的な影響を受けている水域ではβE2に対する E1の比率は５前後の値をとり、そこから下流に向けて増加していくと考えられる。βE2は酸化されて減少するが、その酸化生成物質である E1は逆に増加するという報告がある[13]。また、エストロゲン抱合体の生分解に関しては、βE2の抱合体からβE2およびE1が生成され、E1の抱合体からはE1が生成されると指摘されている[14]。したがって、今回の調査において、E1とβE2の比率が流下にともない増加した原因として、βE2からE1への酸化による変換とともに、エストロゲン抱合体の脱抱合や分解なども複雑に関与していると考えられる。今後は、エストロゲンの遊離体だけでなく抱合体についても併せて検討していく必要があろう。

一方、トーヨー橋における比率は36と全地点のなかで最も高かった。この理由として、トーヨー橋の上流に下水処理場はないことから、何らかの原因で時間の経過した古い屎尿等が一時的に流れてきたことなどが想定される。

3-1-3　総女性ホルモン様作用強度

環境ホルモンとエストロゲンを含めた複数物質による生物影響を評価するため、総女性ホルモン様作用強度を求めた（図３）。総女性ホルモン様作用強度は、ある物質のβE2に対する活性値（E2比活性値）に、調査結果の濃度を乗じてE2換算濃度（ng/l）とし、それらを調査地点ごとに総和したものである。なお、E2比活性値は、前報と同様に、レポーター遺伝子アッセイ法の酵母のメダカERによる値を用いた[15]。また、図４には総女性ホルモン様作用強度を100%とした場合の各物質の寄与率を示す。

まず、境川についてみると（図３）、総女性ホルモン様作用強度は新道大橋の3.6ng/lが最も高く、次いで高鎌橋の2.2ng/l、東西橋の1.5ng/l、鶴間橋の0.7ng/l、そして鍋屋橋の0.6ng/lの順となった。図４から、上位の３地点では、寄与率の90%以上をE1とβE2が占めており、上流から下流に向かって、E1の寄与率は増加し、βE2のそれは逆に減少した。これは、先に述べたように、βE2からE1への酸化によってβE2に比べてE1が相対的

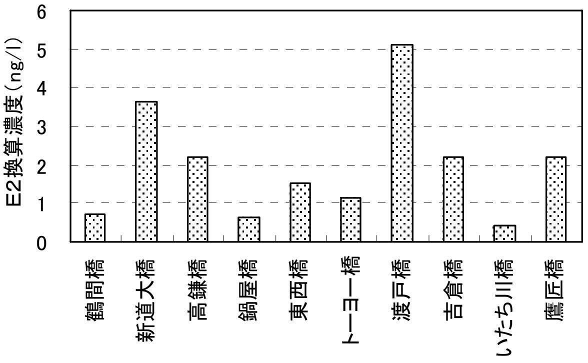


図３　総女性ホルモン様作用強度

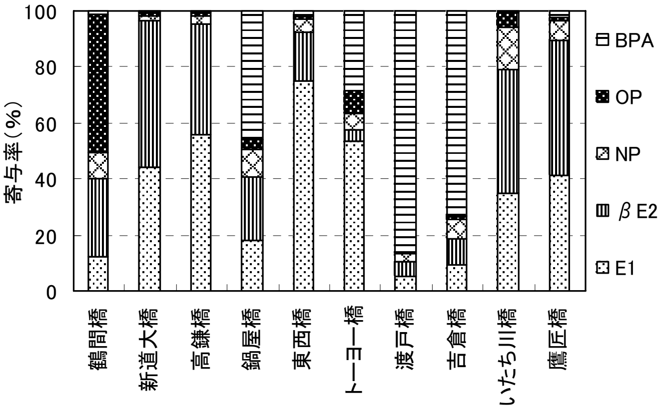


図４　総女性ホルモン様作用強度の各物質の寄与率

に多くなることに起因している。したがって、河川水をより酸化的な条件にすることができれば、総女性ホルモン様作用強度を低減することが可能となろう。

下水処理水の影響がほとんどない下位の２地点では、E1 とβE2 の寄与率はあわせて 40%程度であるが、鶴間橋では OP の寄与率が 49%、そして、鍋屋橋では BPA の寄与率が 46%を示しており、環境ホルモンの寄与が大きくなった。

次に、柏尾川では、渡戸橋における総女性ホルモン様作用強度が最も高く、5.1ng/l を示した。しかし、そこでの寄与率は BPA が 86%を占め、E1 とβE2 をあわせた寄与率は 10%と少なかった。先に述べたように、比較的高濃度の BPA 排水の影響を受けたためである。次いで総女性ホルモン様作用強度が高い地点は吉倉橋と鷹匠橋で、総女性ホルモン様作用強度はともに 2.2ng/l であった。しかし、BPA の高濃度排水の影響が及んでいる吉倉橋における寄与率は、BPA が 73%を占めたのに対して、下水処理水の影響が大きい鷹匠橋では E1 とβE2 の寄与率が 89%を占め、BPA の寄与率は２%程度であった。一方、いたち川橋の総女性ホルモン様作用強度は 0.4ng/l を示し、全調査地点のなかで最も低かった。

なお、総女性ホルモン様作用強度が 10ng/l を超えると、魚への影響の可能性が指摘されているが[3]、今回の調査ではそれを超える地点はなかった。

3-2　ノニルフェノール系界面活性剤等

3-2-1　鎖数別のモル濃度分布

NPnEO と NPnEC のエトキシレート基の分解程度をみるため、鎖数別の濃度分布について調べた。図５に NPnEO

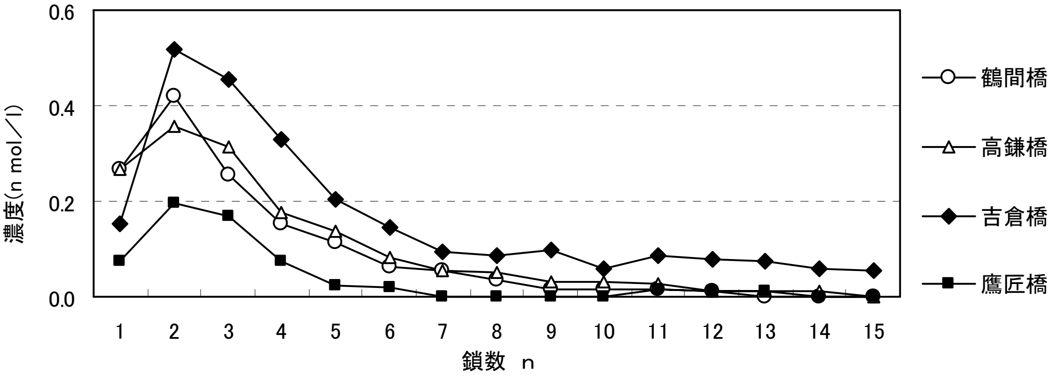


図5 NPnEOのモル濃度分布

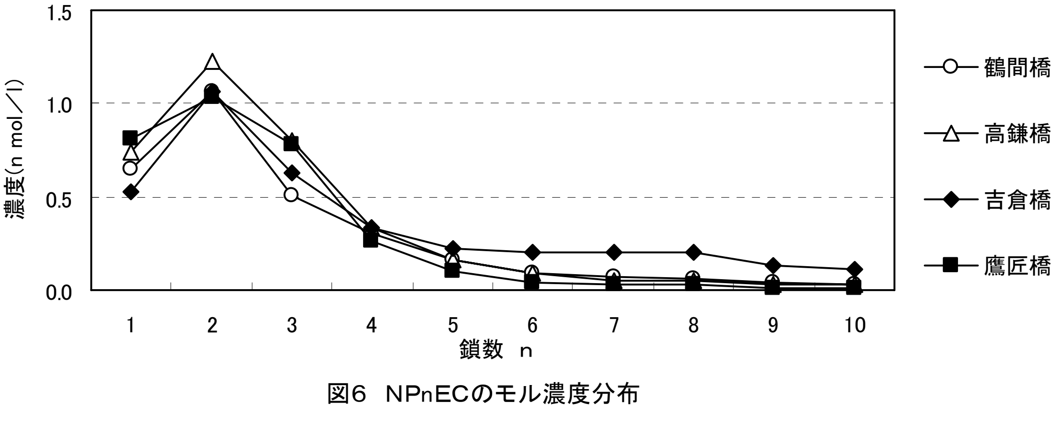


図6 NPnECのモル濃度分布

の鎖数別のモル濃度分布、図６にはNPnECの鎖数別のモル濃度分布を示す（以降、NPnEOとNPnECについてはモル濃度単位で表す）。なお、図中では、境川の鶴間橋と高鎌橋は白抜きの記号、柏尾川の吉倉橋と鷹匠橋は黒塗りの記号で区別して示した。

最初にNPnEOについてみると（図５）、全地点でNP1EOからNP4EOまでの短鎖の化合物のほうが高鎖の化合物に比べて高い濃度分布を示し、それらのうち、NP2EOの濃度が最も高く、その濃度範囲は0.19nmol/l から0.52nmol/l であった。この濃度分布パターンは2002年度に実施した鶴見川調査の結果[16]とほぼ同じであった。これは、NPnEO系洗剤が鎖数８程度の化合物を最大濃度とする分布で構成されており、それが下水処理や河川の流下過程などで分解するが、短鎖のNPnEOよりも高鎖のNPnEOのほうが大きな分解速度をもつことに起因している[17]。

一方、吉倉橋におけるNPnEO濃度は高鎖数側でも他の３地点のそれに比べて相対的に高かった。その地点より上流で分解のあまり進んでいないNPnEO系界面活性剤を含む排水が流入したためと考えられる。これとほぼ同様な濃度分布パターンは鶴見川調査[16]でも認められている。

NPnEO系界面活性剤については、業界により代替品に変更する努力がなされているが、比較的高鎖数のNPnEOが今回の調査や鶴見川調査[16]以外に他都市の環境調査[18、19]でも検出される場合があることから、今後も注意していく必要がある。

次に、NPnEC（図６）は、全地点でNP2EC濃度が最も高く、次いでNP1ECとNP3EC、NP4ECの順であり、鎖数が５以上の化合物は低濃度であった。このように短鎖のNPnECがほとんどを占める分布はNPnEOの場合と類似していた。しかし、NP2ECの濃度範囲は1.0nmol/l から1.2nmol/l で、NP2EOよりも２倍以上高かった。この理由として、NPnEOとNPnECの分解速度に違いがあり、NPnEOからNPnECへの形態変化は主に短鎖の化合物で進行していること[20]、活性汚泥への吸着特性は短鎖のNPnECよりも短鎖のNPnEOのほうが高いので下水処理などの過程で水系からNPnEOが除去されやすいこと[21]などが考えられる。

４地点のうち吉倉橋では、高鎖のNPnECが相対的に高い濃度を示した。これは、NPnEOの場合とほぼ同じ濃度分布パターンであり、やはり上流から比較的新しいNPnEO系界面活性剤を含む排水が流入した影響と考えられる。そこで、調査地点ごとの高鎖のNPnEC濃度の違いを調べるため、NP6EC～NP10ECの平均濃度を求めた。その平均濃度は、吉倉橋を除く３地点で0.03nmol/l～0.06nmol/l の範囲であるのに対して、吉倉橋では0.17nmol/l と数倍高かった。

3-2-2　NP換算濃度と平均鎖数

各調査地点におけるNPnEOとNPnECによる汚染の特徴を２つの指標（NP換算濃度と平均鎖数）によって評価した[16]。すなわち、NPnEOは河川水中や下水処理の過程で分解を受けNPnECを生成しそしてNPに変化していくが[4]、NPnEOおよびNPnECがそれぞれ全てNPまで変換すると仮定した場合、NPnEOとNPnECがNPに変換する最大濃度（NP換算濃度）を定義できる。また、調査地点によって、NPnEOとNPnECの鎖数別分布に違いが認められることから、次式で表されるように、各調査地点においてNPnEOおよびNPnECの平均的な鎖数（平均鎖数）が定義できる。

$$平均鎖数 = \frac{\sum_{n=1} n \times i_n}{\sum_{n=1} i_n}$$

ここで，nはエチレンオキシド基の数（鎖数），i_nは鎖数がn個の化合物のモル濃度を表す。また、NPnEOの場合は、n=1,2,・・,15 、NPnECの場合は、n=1,2,・・,10である。

図７および図８に、各調査地点におけるNPnEOおよびNPnECのNP換算濃度と平均鎖数を示す。

まず、図７から、NPnEOのNP換算濃度は0.13nmol/l から0.55nmol/l までの範囲にあり、吉倉橋で最も高く、次いで、高鎌橋、鶴間橋、鷹匠橋の順であった。このように、NPnEOのNP換算濃度はNPnEO系洗剤の影響が認められた吉倉橋で最大値を示すが、その下流に位置する同じ境川水系の鷹匠橋では最小値となった。BPAの項で述べたように、吉倉橋では比較的高濃度のBPA含有排水による影響を受けていたが、あわせてNPnEO系界面活性剤を含有する排水の影響も受けていた可能性が高い。一方、NPnEOの平均鎖数は、吉倉橋以外の３地点で3.3から3.8までの値を示すが、高鎖数のNPnEOが比較的多く存在する吉倉橋のそれは5.3と他地点よりも高かった。

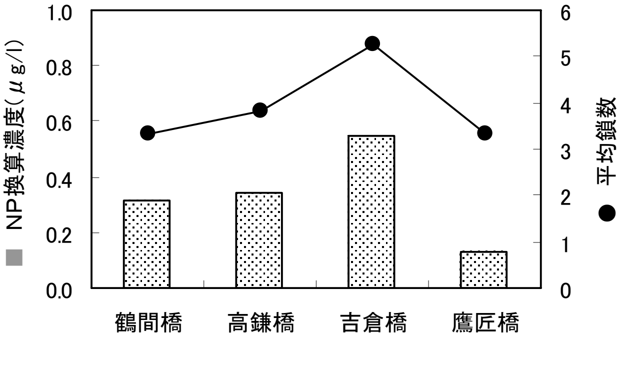


図７　NPnEOのNP換算濃度と平均鎖数

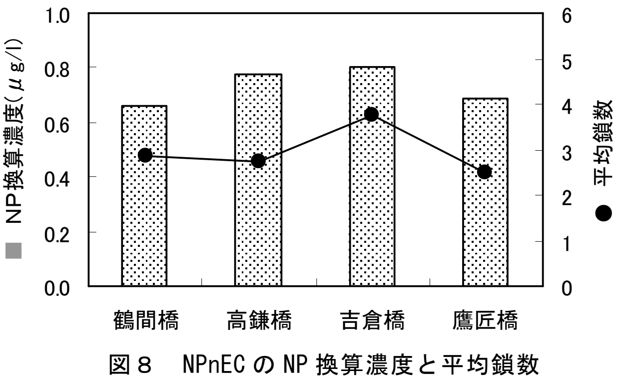


図８　NPnECのNP換算濃度と平均鎖数

次に、NPnEC についてみると（図８）、その NP 換算濃度は、0.66nmol/ｌから 0.80nmol/ｌまでの範囲にあった。NP 換算濃度は吉倉橋で最も高いが、NPnEO の場合とは異なり、４地点間で大きな差はみられなかった。また、NPnEC の平均鎖数は、吉倉橋以外の３地点で 2.5 から 2.9 までを示すが、吉倉橋のそれは 3.7 と他地点に比べて高かった。今回の調査結果と鶴見川調査結果 [16] とを比較すると、平均鎖数については、両結果に大きな差はみられず、2.5 前後の値を示したが、NP 換算濃度は今回調査結果よりも鶴見川調査結果（1.2nmol/ｌ～2.5nmol/ｌ）のほうが２～３倍ほど高かった。NP 換算濃度が鶴見川調査結果と異なるのは、両河川での流域人口や土地利用形態の違いのほか下水処理場の数や位置などの違いも影響していると考えられる。

NPnEO や NPnEC から NP の生成の可能性が指摘されているが、今回調査の４地点における NP 濃度は N.D. から 0.06 μg/l までの検出限界付近の狭い範囲にあることから（表１）、NP と NPnEO および NPnEC の関係については言及できなかった。

４．まとめ

境川・柏尾川水系において環境ホルモン等を対象に環境調査を実施した結果、以下のことが明らかとなった。

1）NP、OP および BPA については予測無影響濃度を超える地点はなかった。ただし、BPA は柏尾川の上流で一時的に比較的高濃度の BPA を含む排水の影響を受けている可能性があった。

2）E1 とβE2 は下水処理場の下流で比較的濃度は高く、そこから下流に向かって希釈作用等により濃度は低下していくが、βE2 に対する E1 の比率は増加した。これは、流下過程でβE2 から E1 への酸化による変換が起こるため、前者よりも後者のほうが相対的に多くなったと考えられた。

3)総女性ホルモン様作用強度は下水処理場の影響のある地点で高く、寄与率の 90%前後を E1 とβE2 で占めていたが、比較的高濃度の BPA 排水の影響を受けている地点では、BPA の寄与率が大部分を占めた。しかし、生物への影響の可能性が指摘されている総女性ホルモン様作用強度が 10ng/l を超える地点はなかった。

4) NPnEO と NPnEC はともにほとんどの地点で鎖数が１から４の化合物が大半を占めていたが、高鎖数の NPnEO と NPnEC が比較的高濃度で検出された地点もあった。この原因として、その上流から NPnEO 系洗剤を含む排水が一時的に排出された可能性が高い。

引用文献

1）環境省環境保健部環境安全課：内分泌攪乱化学物質問題検討会資料.

2）環境省環境保健部環境安全課：平成 17 年度第１回 ExTEND2005 作用・影響評価検討会・資料 3-1.

3）和波一夫、嶋津暉之、宮下雄博、田村基：多摩川などの環境ホルモン問題に関する研究（その８）都内河川におけるコイの精巣等の調査（総まとめ）、東京都環境科学研究所年報、45－55（2002).

4）磯部友彦、高田秀重：水環境中におけるノニルフェノールの挙動と環境影響、水環境学会誌、203-208（2001).

5）環境庁水質保全局水質管理課：外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル（水質、底質、水生生物）(1998).

6）環境省：要調査項目等調査マニュアル

7）笠井信善、水畑剛、中山将人：環境中の化学物質の測定法に関する研究（第３報）－固層抽出法による環境水中のエストラジオール類の分析－、富山県環境科学センター年報、30(2)、18-22（2002).

8）日本下水道協会：下水試験方法（追補前提版）-2002 年版-.

9）横浜市環境科学研究所：横浜市内河川・海域における環境ホルモン実態調査報告書、環境研資料 No.149 (2003).

10）神奈川県：平成 16 年度神奈川県水質調査年表、平成 18 年.

11）横浜市環境創造局：水質試験年報（平成 16 年度)、平成 17 年.

12）横浜市資料：第８回横浜市ダイオキシン類・環境ホルモン等調査検討委員会資料、平成 15 年８月.

13）松井三郎、足立淳、松田知成、滝上英孝、清水芳久：天然および人工エストロゲンの下水道と環境中での挙動、季刊化学総説 No.50、日本化学会編、pp. 86-92、学会出版センター(2001).

14）伊藤伸一、上村仁：河川水中でのエストロゲン及びその抱合体の生分解、水道協会雑誌、71(11)、26-34 (2002).

15）倉林輝世、二宮勝幸：鶴見川水系における総女性ホルモン様作用の変動、横浜市環境科学研究所報、29、65－69（2004).

16）二宮勝幸、倉林輝世：鶴見川におけるノニルフェノール関連物質の挙動、横浜市環境科学研究所報、28、46－51（2004).

17)環境省ホームページ：
http://www.env.go.jp/chemi/end/kento1302/mat05-17/mat05-17.pdf

18）八十島誠、小森行也、田中宏明：水環境におけるノニルフェノールエトキシレートおよびその分解生成物の存在状態、第 11 回環境化学討論会、224-225（2002).

19）山崎正夫、木瀬晴美、松井道子、安藤晴夫：河川水及び下水処理排水中の非イオン界面活性剤のエチレンオキシド鎖長別組成について、東京都環境科学研究所年報、102-106（2001).

20）林慎也、山田一裕、西村修、平塚二郎、金主絃、斎藤茂雄、田中仁志、須藤隆一：ノニルフェノールエトキシレート同族体の生分解特性の評価、第 36 回日本水環境学会年会講演集、307（2002).

21）岡安祐司、小森行也、鈴木穣、田中宏明、八十島誠：活性汚泥処理におけるノニルフェノールエトキシレートからのノニルフェノールの生成、水環境学会誌、28(11)、671-676（2005).

鶴見川における農薬調査について

酒井　学　（横浜市環境科学研究所）

Investigation of Pesticides in the Tsurumi River

Manabu Sakai (Yokohama Environmental Research Institute)

キーワード：農薬、河川水、除草剤、ミジンコ

要旨

平成16年6月、横浜市の鶴見川（千代橋、亀の子橋）において農薬調査を行ったところ、モリネート、シメトリン、メフェナセット、ブロモブチドなどの除草剤及び殺菌剤（イプロベンホス）が検出されたが、環境基準値、指針値等を超えるものは認められなかった。また、河川水にミジンコ急性毒性試験を適用した結果、48時間後の遊泳阻害率は全て0%で、急性毒性は認められなかった。

１．はじめに

現在、難分解性、蓄積性を有する農薬は、使用が禁止されているが、農地や緑地で散布した農薬の一部は、分解前に河川や海域に流出することが知られている。化学物質の管理を推進し、リスクコミュニケーションの活性化を促す、「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、PRTR法）においても、100種類を超える農薬が対象となっており、その中で80種類以上の農薬が横浜市内の環境中に排出されていると推定される[1,2]。しかし、これら農薬は届出対象外の排出量が多く、環境実態は不明な点が残されている。

鶴見川は、横浜市内を流れる河川の中で、最も流域面積が広く、流域に水田、畑等の農地や、緑地、公園等が存在し、過去の調査で数種の農薬が検出されたことがある[3-5]。また、環境省の平成16年度化学物質環境実態調査では、殺虫剤（ピリダフェンチオン）が調査対象物質に選定され、横浜市内の鶴見川（亀の子橋）が調査地点の一つとなった[6]。これらをうけて、平成16年６月、鶴見川（亀の子橋、千代橋）でGC/MS法で測定可能な農薬モニタリング調査を行った。あわせて、農薬を含む河川で有用とされるバイオアッセイ試験（ミジンコ毒性試験）を実施した[7-11]。

２．調査方法

２－１　試料採取

平成16年６月８日及び６月30日に千代橋（横浜市緑区、都筑区）、亀の子橋（横浜市港北区）で河川水の採取を行った。流域の下水普及率は90%以上で、千代橋上流に町田市及び川崎市の下水処理場、千代橋と亀の子橋の間に横浜市の下水処理場があり、亀の子橋の低水流量の60%以上が下水処理水である[12]。

２－２　農薬分析

河川水１Ｌをph5に調整し、固相抽出カートリッジ(Sep-pak PS-2)を用いて抽出操作を行った。その後、酢酸エチルを用いた溶出操作、無水硫酸ナトリウムによる脱水操作、窒素ガスを用いた濃縮操作を経て、GC-MS(アジレント5973N、カラム：DB-5ms（内径0.25mm、長さ30m))及びGC-FPD(アジレント6890N、カラム：DB-5(内径0.32mm、長さ30m))による分析を行った。

なお、今回分析対象とした農薬は以下の通りであり、PRTR法の対象外の農薬も含まれている。(PRTR法の対象物質は、物質名に下線を加えた)

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

除草剤：モリネート、シマジン、シメトリン、チオベンカルブ、メフェナセット、トリフルラリン、アトラジン、プロピザミド、エスプロカルブ、ペンディメタリン、ブタミホス、プレチラクロール、ピリブチカルブ、アラクロール、テニルクロール、メチルダイムロン、ブタクロール、ブロモブチド、ナプロパミド、ニトロフェン、ベンフレセート、ビフェノックス、オキサジアゾン、ピペロホス、MCC、テルブカルブ、クロルニトロフェン

殺菌剤：クロロタロニル、イプロベンホス、イソプロチオラン、EDDP、ジフェノコナゾール、PCNB、トルクロホスメチル、フサライド、フルトラニル、クロロネブ、ペンシクロン、メプロニル、プロシミドン

２－３　ミジンコ急性毒性試験

OECDの方法に従い、河川水をpH6.8に調整し、１試料につき生後24時間以内のオオミジンコ(*Daphnia magna*)５匹４

連（合計20匹）を用いた。20℃、16時間明－8時間暗の照明付インキュベーターで暴露試験を実施し、24及び48時間後の生死及び遊泳阻害を観察した[13]。

なお、オオミジンコは、国立環境研究所より譲渡され（*D. magna* clone A）、その後、当研究所で飼育したものである。

３．結果及び考察

３－１　農薬分析結果

河川水中の農薬を一斉分析し、検出された７種類の農薬濃度を表－１に示した。表に示した以外の６２種類の農薬は、いずれの調査でも定量限界（0.05μg/L）以下の濃度であった。

千代橋、亀の子橋ともに、モリネート、シメトリン、チオベンカルブ、メフェナセット、ブロモブチドといった水田で春～初夏に使用される除草剤が検出され、これらは流域の水田に由来すると考えられた[4]。また、イプロベンホスも、稲の殺菌に用いられることが多く、水田の影響が考えられた。

なお、いずれの濃度も、水質環境基準値、公共用水域等における指針値などを下回る濃度であった。

３－２　PRTRデータとの比較

鶴見川（亀の子橋）で検出された濃度（６月８日と６月30日の平均値）とPRTR法に基づく横浜市の年間排出量（平成15年度の届出及び届出外を合わせた横浜市全体の推計値）[1]との比較を表―２に示した。表には、定量限界以下であった殺虫剤（フェニトロチオン、ジクロルボス、ダイジノン）も加えた。モリネート及びシメトリンは、横浜市全体の排出量が年間20kg以下と推計され、排出量が少ないにもかかわらず[1,2]、６月８日、６月30日のいずれの試料からも検出され、平均濃度はモリネートが0.29μg/L、シメトリンが0.30μg/Lとなった。

一方、横浜市全体の年間排出量が1000kg以上[1,2]と推定されるフェニトロチオン、ジクロルボス、ダイアジノンは全て検出限界以下の濃度であった。

表―1　農薬測定結果及び環境基準値、指針値

	物質名	千代橋 採取日		亀の子橋 採取日		環境基準値、指針値
		H16.6.8	H16.6.30	H16.6.8	H16.6.30	
除草剤	モリネート	0.38 μg/L	0.06 μg/L	0.35 μg/L	0.23 μg/L	5 μg/L(a)
	シメトリン	0.21 μg/L	0.11 μg/L	0.23 μg/L	0.36 μg/L	60 μg/L(a)
	チオベンカルブ	0.20 μg/L	0.08 μg/L	0.12 μg/L	ND	20 μg/L(b)
	ブロモブチド	0.05 μg/L	0.07 μg/L	0.28 μg/L	0.09 μg/L	40 μg/L(a)
	メフェナセット	0.18 μg/L	0.06 μg/L	0.25 μg/L	ND	9 μg/L(a)
	ピリブチカルブ	0.05 μg/L	ND	ND	ND	200 μg/L(c)
殺菌剤	イプロベンホス	0.09 μg/L	ND	ND	0.13 μg/L	8 μg/L(d)

ND: 定量限界(0.05 μg/L)以下
上記（7種類）以外の測定対象農薬(62種類）は全て定量限界以下

（注）環境基準値、指針値欄
(a) 公共用水域等における農薬の水質評価指針値
(b) 人の健康に関する水質環境基準値
(c) 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
(d) 人の健康に関する要監視項目としての指針値

表―2　鶴見川(亀の子橋)の農薬濃度と横浜市における排出量について

		亀の子橋の農薬濃度（μg/L）(平成16年6月8日と6月30日の平均)	PRTRデータ（平成15年度、横浜市全体の環境排出量）(kg)
除草剤	モリネート	0.29	6.83
	シメトリン	0.30	18
	チオベンカルブ	0.06	199
	ブロモブチド	0.19	法律の対象外
	メフェナセット	0.13	38.9
	ピリブチカルブ	ND	35.2
殺菌剤	イプロベンホス	0.07	16.7
殺虫剤	ジクロルボス	ND	3290
	フェニトロチオン	ND	3240
	ダイアジノン	ND	1700

ND: 定量限界以下(0.05 μg/L)

３－３　過去の調査結果との比較

千代橋におけるモリネート、シメトリン、チオベンカルブについて、過去の６月の調査結果との比較を表―３に示した。モリネートの場合、平成16年の濃度は、平成２年の1/10以下の濃度であり[3]、平成10年６月と比較しても1/2以下の低い濃度であった[5]。なお、PRTR法に基づく環境排出量の公表が平成13年度以降の関係もあり[1]、平成16年の濃度が平成２年、平成10年より低い理由は、明らかでなかった。シメトリン及びチオベンカルブの場合、平成10年と16年を比較すると、平成16年６月８日の試料は、平成10年の試料とほぼ同じ濃度レベルであった。平成２年の試料は、分析装置の関係で、測定定量限界が１μg/Lであるため、シメトリン及びチオベンカルブの濃度に関する比較は困難であった。

３－４　ミジンコ急性毒性試験

ミジンコ毒性試験は、農薬を含む河川水に対するバイオアッセイとして有用と報告されている[7-11]。そこで、鶴見川の河川水にミジンコ急性毒性試験を適用したところ、いずれも遊泳阻害や死亡は認められなかった。（表―４に48時間後のミジンコ遊泳阻害率を示した。参考に横浜市舞岡川[7] 及び横浜市磯子区雨水[14]の結果も合わせて示した。）

これは、ミジンコに対して影響が大きいとされるジクロルボス、フェニトロチオン等の有機リン系殺虫剤が、舞岡川や磯子区の雨水からは検出されたが、今回の鶴見川河川水では定量限界以下であったことが原因と考えられ、また、今回測定対象としていない農薬（LC/MS等を用いて分析する種類、カルバリル、パラコート等）についても、ミジンコの無影響濃度以下であることを示唆していた。

４．まとめ

平成16年６月、横浜市内の鶴見川で農薬調査を実施したところ、市内の年間排出量が1000kgを超えるフェニトロチオン、ジクロルボス、ダイアジノンはいずれの調査においても定量限界以下であった。一方、排出量が比較的少ないと推定される（横浜市における年間排出量について、チオベンカルブは199kg、モリネート、シメトリン、メフェナセット等は100kg以下）除草剤及び殺菌剤が検出された。

河川水にバイオアッセイ試験（ミジンコ急性毒性試験）を適用したが、遊泳阻害は認められず、今回測定対象とした農薬だけでなく、測定していない農薬も含めて、無影響濃度（ミジンコに関する）以下と示唆された。

表―３ 鶴見川「（千代橋）におけるモリネート、シメトリン、チオベンカルブの濃度変化

	鶴見川			
	千代橋			
	平成2年	平成10年	平成16年	
	6月21日	6月23日	6月8日	6月30日
モリネート	6 μg/L	1.5 μg/L	0.38 μg/L	0.06 μg/L
シメトリン	ND	0.20 μg/L	0.21 μg/L	0.11 μg/L
チオベンカルブ	ND	0.27 μg/L	0.20 μg/L	0.08 μg/L

ND: 1 μg/L以下（平成２年調査時）

表―４　ミジンコ急性毒性試験結果

	鶴見川				舞岡川	雨水
	千代橋		亀の子橋		かるがも橋	横浜市磯子区
	平成16年6月8日	平成16年6月30日	平成16年6月8日	平成16年6月30日	平成12年6月19日	平成13年6月13-14日
48時間後のミジンコ遊泳阻害率	0%	0%	0%	0%	100% a)	100% b)

a) 繁殖試験の２日後の死亡率(100%)より　参考資料7)
a) 繁殖試験の２日後の死亡率(100%)より　参考資料14)

参考資料

1)神奈川県環境科学センター:ホームページ「かながわPRTR情報室」
(http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/prtr/H16data/hyouji6.asp)(2006)

2)横浜国立大学環境安全工学研究室、エコケミストリー研究会：ホームページ
(http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecochemi/PRTR2003/PRTR-search.html) (2006)

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)環境省環境保健部環境安全課：平成１７年度版 化学物質環境実態調査―化学物質と環境―, (2006).

7)Manabu Sakai：Use of chronic tests with *Daphnia magna* for examination of diluted river water, Ecotoxicology Environmental Safety, **53**, 376-381 (2002).

8)菊地幹夫、佐々木裕子、若林明子、渡辺のぶ子、大田黒幹夫：ミジンコを用いたバイオアッセイによる農薬汚染スクリーニング調査, 東京都環境科学研究所報, 93-98 (1996).

9)佐々木裕子、菊地幹夫、芳住登紀子、木瀬晴美、松井道子、渡辺のぶ子、志村眞理、大田黒幹夫、若林明子：水環境中の有害化学物質把握のためのバイオアッセイと化学分析, 東京都環境科学研究所報, 93-100 (1998).

10)中原亜紀子、濱本哲郎：オオミジンコを用いた市内河川水の有害性評価, 福岡市保環研報, **28**, 69-73 (2003).

11)野見山晴美、中原亜紀子、中牟田啓子：ミジンコおよび藻類を用いた市内河川水のバイオアッセイ, 福岡市保環研報, **30**, 101-107 (2005).

12)国土交通省京浜工事事務所:ホームページ
(http://www.keihin.ktr.mlit.go.jp/suisitu/tsurumi/index.htm) (2006)

13)OECD: Guideline for Testing of Chemicals 202, 1984.

14)Manabu Sakai: Determination of pesticides and chronic test with *Daphnia magna* for rainwater samples, J. Environ. Sci. Health, **B37**, 247-254 (2002).

横浜市内の温湿度分布調査

－2005 年の結果－

平澤佐都子、佐俣満夫、井上友博、福田亜佐子、（横浜市環境科学研究所）

Distributions of atmosphere temperature and humidity in Yokohama area

-Results of a year of 2005-

Satoko Hirasawa, Mitsuo Samata,Tomohiro Inoue,Asako Fukuda
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード:ヒートアイランド、気温、湿度

要旨

2005 年にヒートアイランド調査として市内温度観測網の増設を実施した。昨年度の約 2 倍にあたる市内 63 地点で気温観測を行い、30 地点で湿度観測を行った。その結果、より詳細な温湿度分布図が得られた。

気温分布については、夏期（7、8 月）平均気温で最大 2.1℃の地域差が見られ、ヒートアイランド現象が生じていることが確認された。日中の分布を示す日最高気温では、市内の中心部と北東部が相対的に高く、夜間の分布を示す日最低気温では臨海部が高くなる傾向がみられた。これは、2003 年、2004 年の観測結果から明らかになった傾向と一致しており、横浜市の夏期の気温分布の特徴といえる。

さらに、市内の湿度分布図を作成し、その特徴についてまとめた。湿度分布についても、気温分布と同様に日変化があることが確認され、日中は中心部を含めた北部の湿度が低く、夜間は北東部から中心部にかけての地域の湿度が低いという傾向が明らかとなり、ヒートアイランド現象の影響として、夏期では気温が高くなる地域では、一般に湿度が低くなる傾向が認められた。また、個々の観測地点によって温湿度の時刻変動の傾向は異なることが示された。

1. はじめに

大都市のヒートアイランド現象については、近年、熱汚染という環境問題として認識されており、国を初め、東京、大阪など自治体でその対策の取り組みが始められている。横浜市においても、現在ヒートアイランド対策取組方針作成に向けての検討が進められている。

当研究所では 2002 年 7 月から横浜市内 14 地点で気温分布調査を開始し、2003 年 6 月に調査地点を 31 地点に増設した。昨年度までの調査 [1), 2)] によって、夏期の平均気温分布では港北区などの横浜市北東部に比較的高温になる地域が出現するなど市内の気温分布については一定の傾向を見出した。

その後、2005 年 6 月に 63 地点へとさらに観測網の整備を行った。前年と比較して、気温については約 2 倍、湿度については約 3 倍となる観測地点を増設したことによって、より詳細な温湿度分布図が得られた。生活空間の快適性を考慮することを目的として、前報 [2)] で気温と湿度の観測結果を基に体感指標の一つである不快指数について検討を行ったが、その過程において、より詳細な湿度分布と気温分布との比較が必要なことが示唆された。そこで、本報では、2005 年の夏期の温湿度分布の比較を中心に報告を行う。

2. 観測方法

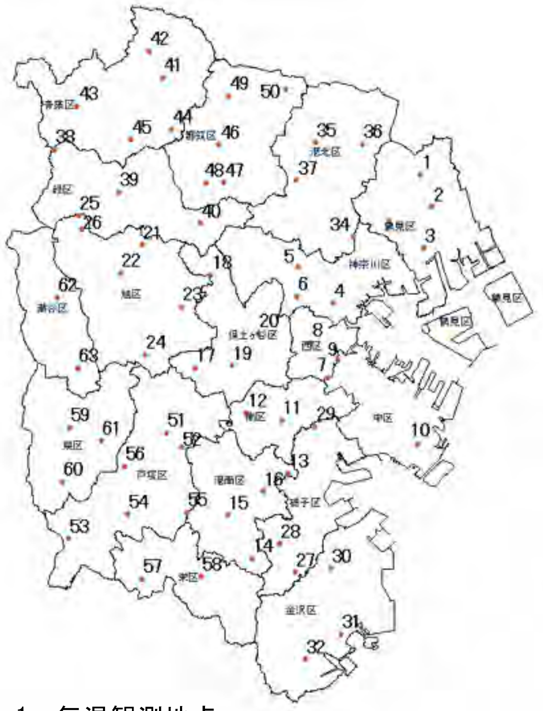
横浜市内の小学校の百葉箱内にデータロガー付サーミスター式温度計（タスコジャパン㈱製 TMS70DA 温度ロガー)、データロガー付サーミスター式温湿度計（タスコジャパン㈱製 TMS70UR 温湿度ロガー、日置電機(株)製 3641 温湿度ロガー）のいずれかを設置した。

市内の精密な気温分布を得るために、2005 年では市内を 2.5km メッシュに区切り、概ねメッシュ毎に 1 地点の観測地点となるよう 62 地点を設置した。環境科学研究所を加え全体で 63 地点である。

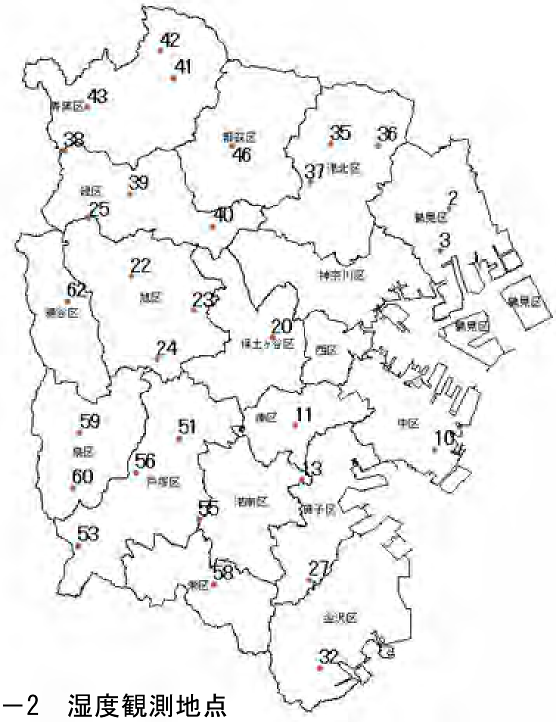
2003 年～2005 年の調査共に 1 時間毎の瞬時値の気温および湿度をロガーに蓄積し、数ヶ月に 1 度パソコンでデータを回収した。

温度観測地点の位置を図-1 に、湿度観測地点の位置を図-2 に示し、観測項目について表-1 に示す。

気温・湿度等の分布図は、Kriging 法による空間補間を行い、GIS ソフト（ArcGIS）により作成した。



図－1　気温観測地点



図－2　湿度観測地点

表－1　観測項目

NO	区	設置小学校	H17設置	観測項目		
				温度	湿度	雨量
1	鶴見	末吉小学校		○		
2		豊岡小学校	●	○	○	
3		生麦小学校		○	○	○
4	神奈川	青木小学校	●	○		
5		神大寺小学校	●	○		
6		三ツ沢小学校	●	○		
7	西	東小学校	●	○		
8		平沼小学校		○		
9	中	本町小学校		○		
10		本牧南小学校		○	○	○
11	南	大岡小学校		○	○	
12		六つ川小学校	●	○		
13	港南	上大岡小学校	●	○	○	
14		港南台第一小学校	●	○		
15		野庭東小学校		○		
16		南台小学校		○		
17	保土ケ谷	今井小学校	●	○		
18		上菅田小学校		○		
19		初音が丘小学校	●	○		
20		星川小学校		○	○	○
21	旭	大池小学校		○		
22		都岡小学校		○	○	
23		鶴ヶ峯小学校	●	○	○	
24		万騎が原小学校		○	○	○
25		若葉台北小学校	●	○	○	
26		若葉台東小学校	●	○		
27	磯子	氷取沢小学校		○	○	○
28		洋光台第二小学校	●	○		
29		横浜市環境科学研究所		○		
30	金沢	富岡小学校		○		
31		文庫小学校	●	○		
32		六浦小学校		○	○	
33	港北	菊名小学校	●	○		
34		港北小学校	●	○		
35		新吉田小学校		○	○	○
36		綱島東小学校	●	○	○	
37		新羽小学校		○	○	
38	緑	長津田第二小学校	●	○	○	
39		新治小学校		○	○	○
40		緑小学校		○	○	
41	青葉	あざみ野第二小学校	●	○	○	
42		荏子田小学校		○	○	
43		恩田小学校		○	○	○
44		東市ヶ尾小学校	●	○		
45		藤が丘小学校	●	○		
46	都筑	茅ヶ崎台小学校		○	○	
47		都田小学校	●	○		
48		都田西小学校	●	○		
49		都筑小学校	●	○		
50		山田小学校	●	○		
51	戸塚	秋葉小学校		○	○	
52		柏尾小学校	●	○		
53		俣野小学校	●	○	○	
54		南戸塚小学校		○		
55		南舞岡小学校		○	○	○
56		矢部小学校	●	○	○	
57	栄	笠間小学校	●	○		
58		本郷小学校		○	○	
59	泉	和泉小学校		○	○	○
60		下和泉小学校	●	○	○	
61		東中田小学校	●	○		
62	瀬谷	相沢小学校		○	○	
63		原小学校	●	○		

＊　NOは観測地点図の番号と一致

3. 結果と考察

2005 年 7 月 1 日から 8 月 31 日までの期間における温湿度分布について検討を行った。なお、観測機器の不調等の事情により上記の期間では、気温は 59 地点、湿度は 27 地点で観測を行った。

3-1　気温分布　: 夏の日最高気温と日最低気温

日最高気温・日最低気温の平均値の分布を図-3 および図-4 に示す。

地域差でみると日最高気温では、最大 2.7℃の差がみられ、日最低気温では最大 2.0℃の差、平均気温では最大 2.1℃、熱帯夜日数では 24 日の差がみられ、ヒートアイランド現象が確認された。

前報[2]で2004年の夏期の気温分布の特徴について報告したが、2005 年についても同様に、日中の分布の特徴を示す日最高気温では市内の中心部と北東部が相対的に高い値を示す一方、夜間の分布を示す日最低気温では臨海部が高くなる傾向がみられた。

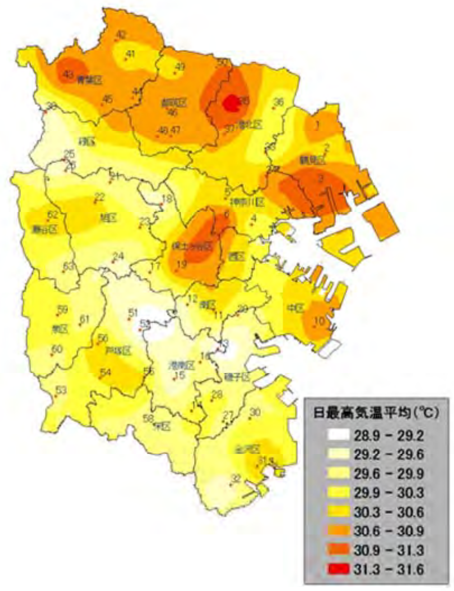
東京都でも気温分布調査を行っており、夜間は東京湾沿岸部などの都心部の気温が上昇し、日中になると内陸部に高温域が移動すると報告している[3]。

3-2　湿度分布 : 平均相対湿度分布図

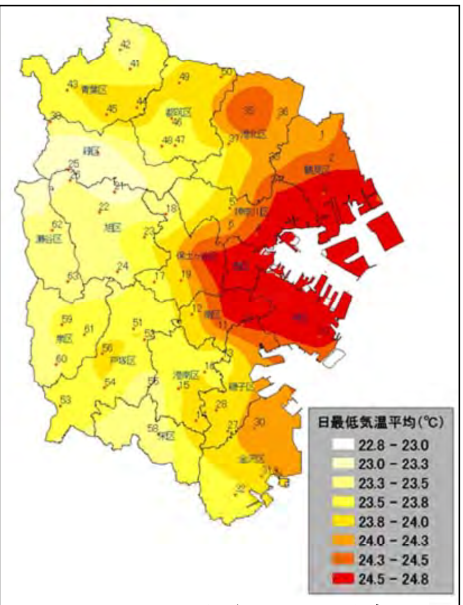
図-5 に平均相対湿度分布図、図-6 に平均気温分布及び、図-7 に土地利用図を示す。濃い陰影部が気温の高い地域および湿度の低い地域を示す。

図-5 から 7 について比較を行ったところ、市街化されている地域ほど気温が高く湿度が低くなり、森林域は気温が低く湿度が高くなる傾向がみられた。

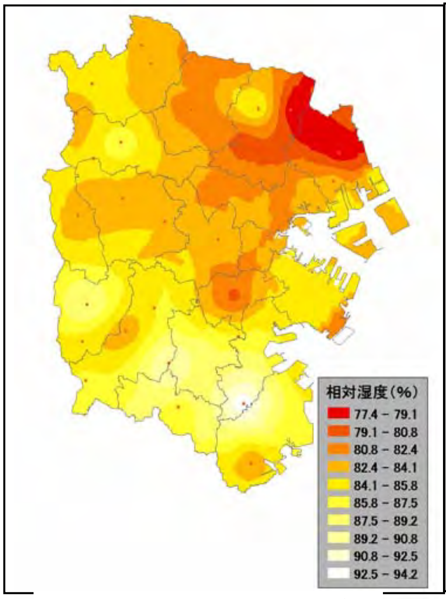
ヒートアイランドの影響として、湿度の低下が報告されており、原因としては、地表面被覆の人工化や緑の減少により大気中への水の蒸発散量が少なくなるためと考えられている。[4] 今回の結果から横浜市内でも同様の傾向が認められた。以下にこれらの傾向について詳細に検討する。



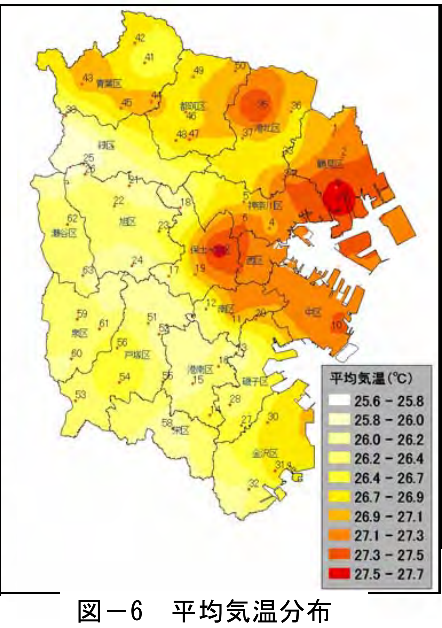
図－3　日最高気温平均分



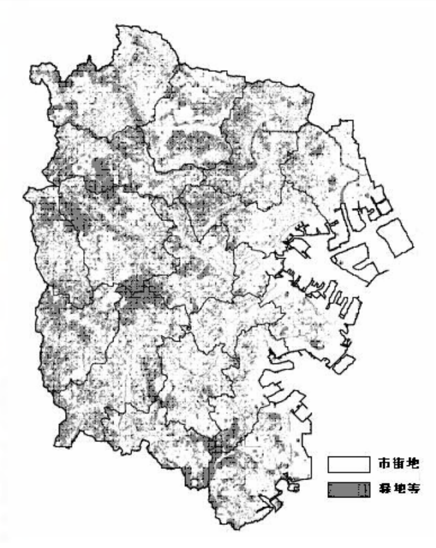
図－4　日最低気温平均分布



図－5　平均相対湿度分布



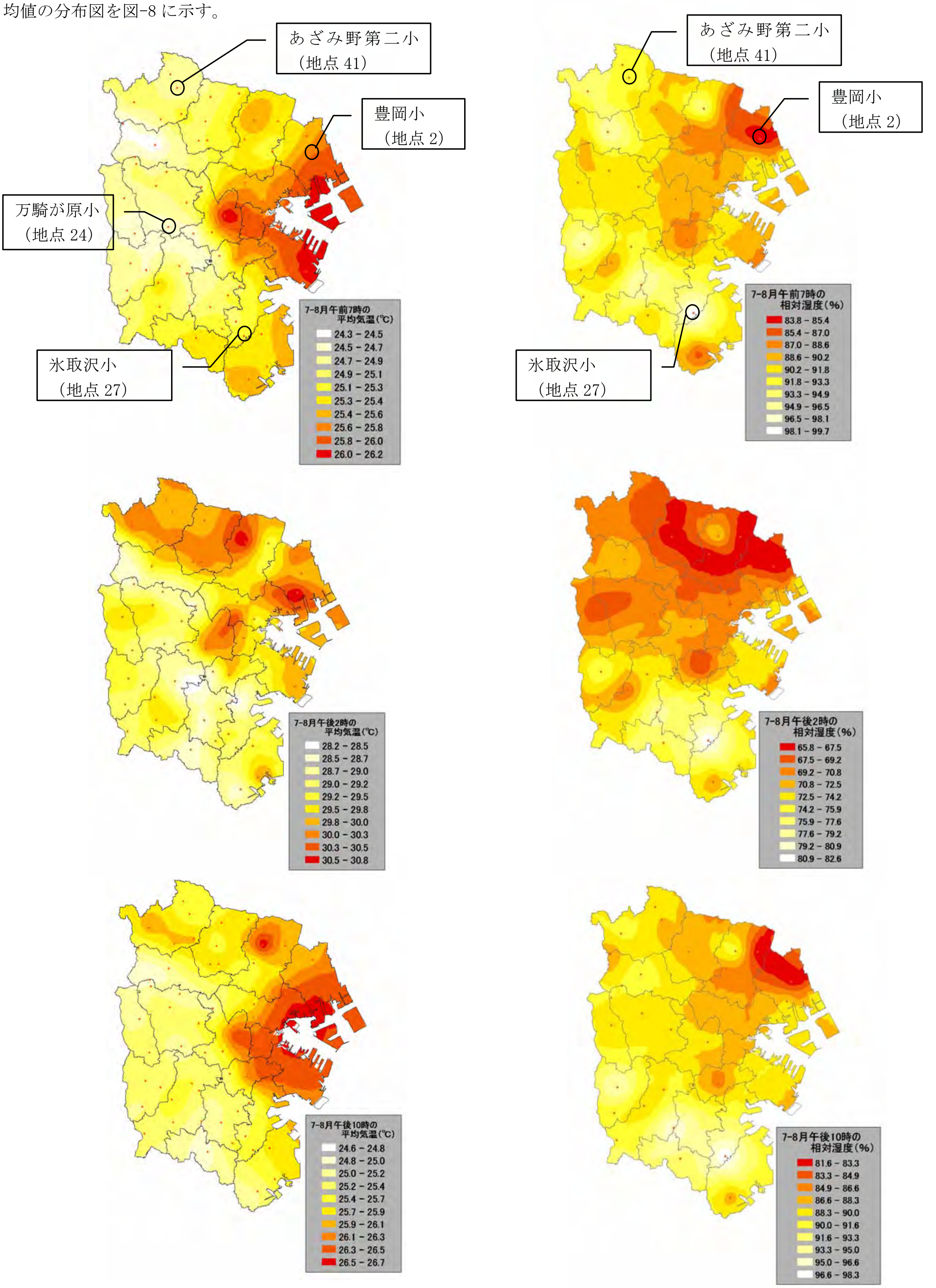
図－6　平均気温分布



図－7　横浜市の土地利用図
（10m ﾒｯｼｭ数値地図情報
：国土地理院）

3-3　気温分布および湿度分布の時刻変動

午前 7 時、午後 2 時、午後 10 時の気温と相対湿度の平均値の分布図を図-8 に示す。



図－8　午前 7 時（上段）、午後 2 時（中段）、午後 10 時（下段）の平均気温分布（左）および相対湿度分布（右）
濃い陰影部が気温の高い地域および湿度の低い地域を示す。

気温分布の時刻変動については、午前 7 時では、臨海部を中心に高温域が広がっていたが、午後 2 時では中心部と北東部へと高温域が移動している。午後 10 時では北東部に若干の高温域が見られるものの、再び臨海部を中心に気温が高くなっている。

湿度分布の時刻変動については、午前 7 時では、北東部から中心部にかけて低湿度域が広がっているが、午後 2 時では中心部を含めた北部へと低湿度域が移動している。午後 10 時では、気温分布の場合と同様に午前 7 時の分布に近い状態となっている。

湿度分布についても、気温分布と同様に特有な日変化の傾向がみられ、気温分布での気温の高い地域の日変化と湿度分布での湿度の低い地域の日変化の傾向が一致していた。

また、今回の観測では、西区、神奈川区等の臨海部での湿度の観測地点が少なく、臨海地域の湿度についての評価が困難であった。来年度の観測では、臨海地域の湿度観測網の整備を行う予定である。

この結果より、森林域や都市部での気温と湿度の日変化について、代表的な観測地点の気温と湿度の時刻変動を用いて検討した。平均気温の時刻変動について比較したものを図-9 に、平均相対湿度について比較したものを図-10 に示す。

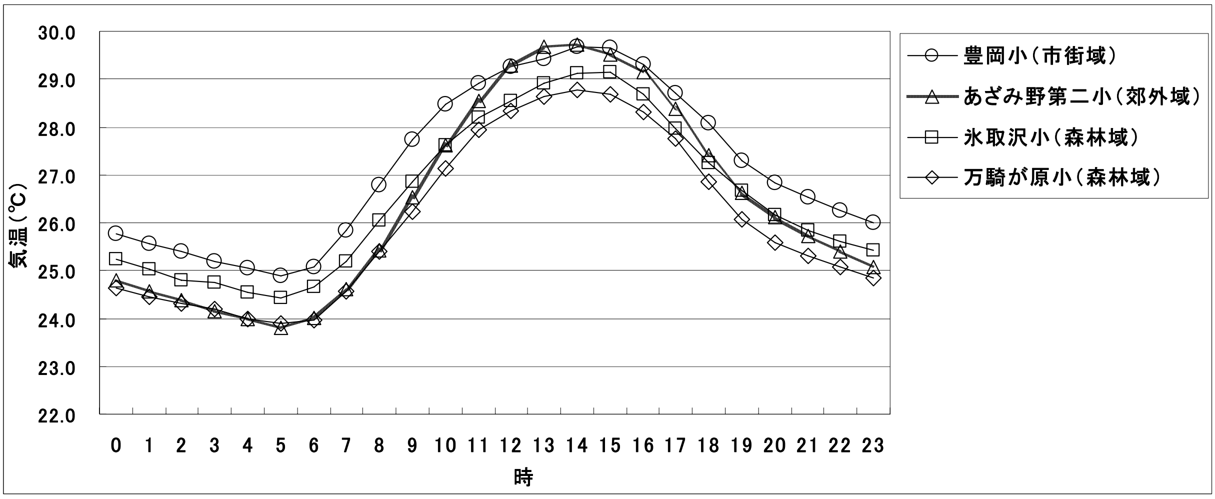
気温と湿度の時刻変動を検討した結果、前述したように、ヒートアイランド現象の影響として、概ね次のような 3 つの傾向が認められた。

ｉ） 北東部の高温域に位置する豊岡小学校では、気温は相対的に夜間、昼間ともに高く、この傾向は都心部の平沼小学校でも同様であった。
湿度は、森林域など他の地域に比べて夜間、昼間ともに低くなっている。

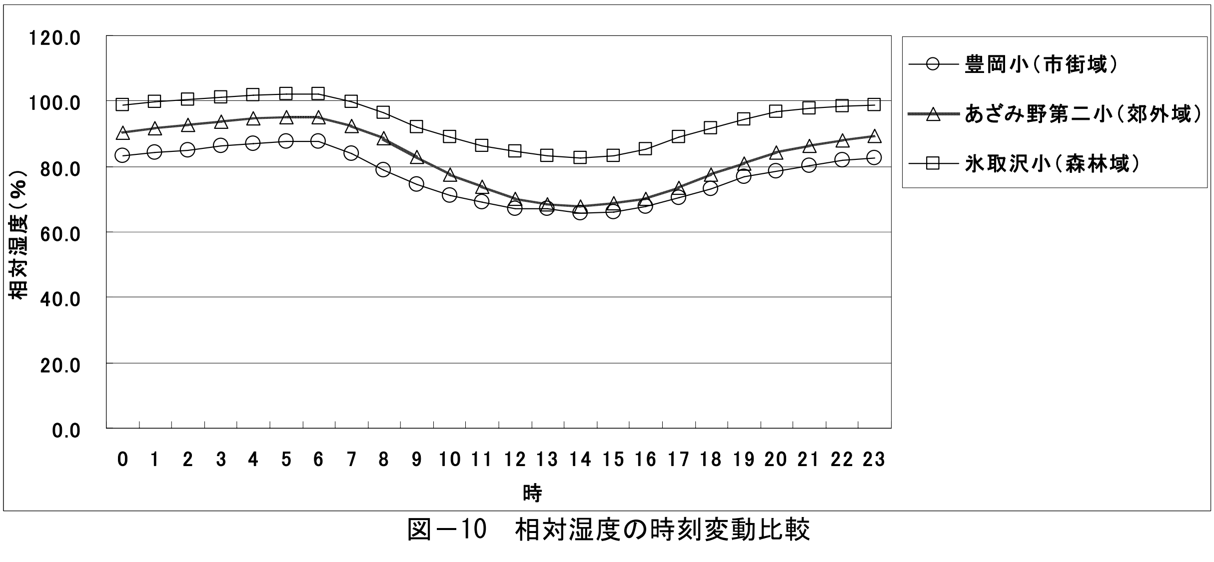
ⅱ）大規模な緑地の近傍に位置する万騎が原小学校では、気温は夜間、昼間ともに低くなっている。同様に森林域に位置する氷取沢小学校では、昼間の気温は低いが、夜間の気温は万騎が原小学校より高く豊岡小学校より低い値となっている。
また、湿度については、氷取沢小学校の観測結果は、市街域など他の地域に比べて、夜間、昼間ともに高い値となっている。

ⅲ）北西部の郊外域に位置するあざみの第二小学校では、気温は、昼間は高温域にある豊岡小学校等と同程度まで上がるが、夜間は森林域の万騎が原小学校と同程度まで下がる。
湿度は、昼間は市街域の豊岡小学校と同程度まで下がり、夜間は森林域の万騎が原小学校より低く、豊岡小学校より高い値となっている。

以上、気温と湿度の時刻変動を検討した結果、前述したように、ヒートアイランド現象の影響として、気温が高くなる地域では、逆に湿度は低くなる傾向が確認された。また、ｉ）～ⅲ）で述べたように個々の観測地点によって温湿度の時刻変動の傾向が異なることも示された。



図－9　平均気温の時刻変動比較



図－10　相対湿度の時刻変動比較

４.まとめ

（１）夏期の気温分布について、日中は市内中心部と北東部が高く、夜間は臨海部が高くなるという傾向が見られ、2003 年以降の夏期の観測の一貫した傾向であった。

（２）夏期の湿度分布について、日中は中心部を含めた北部の湿度が低く、夜間は北東部から中心部にかけての地域の湿度が低いという傾向が明らかとなった。

（３）夏期の気温分布と同様に、夏期の湿度分布にも日変化が確認され、湿度の低い地域と、気温の高い地域の日変化の傾向が一致していた。

（４）夏期の気温と湿度の時刻変動を検討した結果、ヒートアイランド現象の影響として、気温が高くなる地域では、逆に湿度は低くなることが確認され、個々の観測地点によって温湿度の時刻変動の傾向が異なることも示された。

文献

1)福田、佐俣：横浜市内の気温分布調査-2002 年～2003 年の結果、横浜市環境科学研究所所報、**28**、58-62(2004)

2)福田、佐俣:横浜市内の気温分布調査-2004 年の結果、横浜市環境科学研究所所報、**28**、78-83(2005)

3)安藤、塩田ら：東京都区部における夏期の気温分布について、日本地理学会 2003 年春季大会

4)環境省:平成 15 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書、(2005)

5)伊藤、宇田川、三上:東京都内の気温分布について（その１）、東京都環境科学研究所年報、35-45(1994)

6)気象ハンドブック：気象ハンドブック編集委員会編

7)東京堂出版：気象の事典

8)横浜市：第 81 回横浜市統計書、(2003)

9) 木内豪：屋外空間における温冷感指標に関する研究，天気，Vol.48，No.9，11-21，2001

横浜市における熱環境マップの作成について

佐俣満夫、井上友博、福田亜佐子、平澤佐都子（横浜市環境科学研究所）

On the Method making out Heat Environmental Mapping at Yokohama City

Mitsuo samata,Tomohiro Inoue,Asako Fukuda,Satoko Hirasawa
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：ヒートアイランド、シミュレーション、クリマアトラス、熱環境マップ

要旨

横浜市ではヒートアイランド現象の取組としてヒートアイランド対策取組方針を作成している。この取組方針作成に当たり、気温分布や人工排熱、地表面の被覆状況などを盛り込んだ横浜市内での熱環境マップを作成する必要があった。またこの熱環境マップの作成のために人工排熱量の調査やヒートアイランドシミュレーション等を行った。その結果、熱環境マップでは市内を 8 つの特徴を持った地域に分類することができたので、その作成過程の概要を述べる。

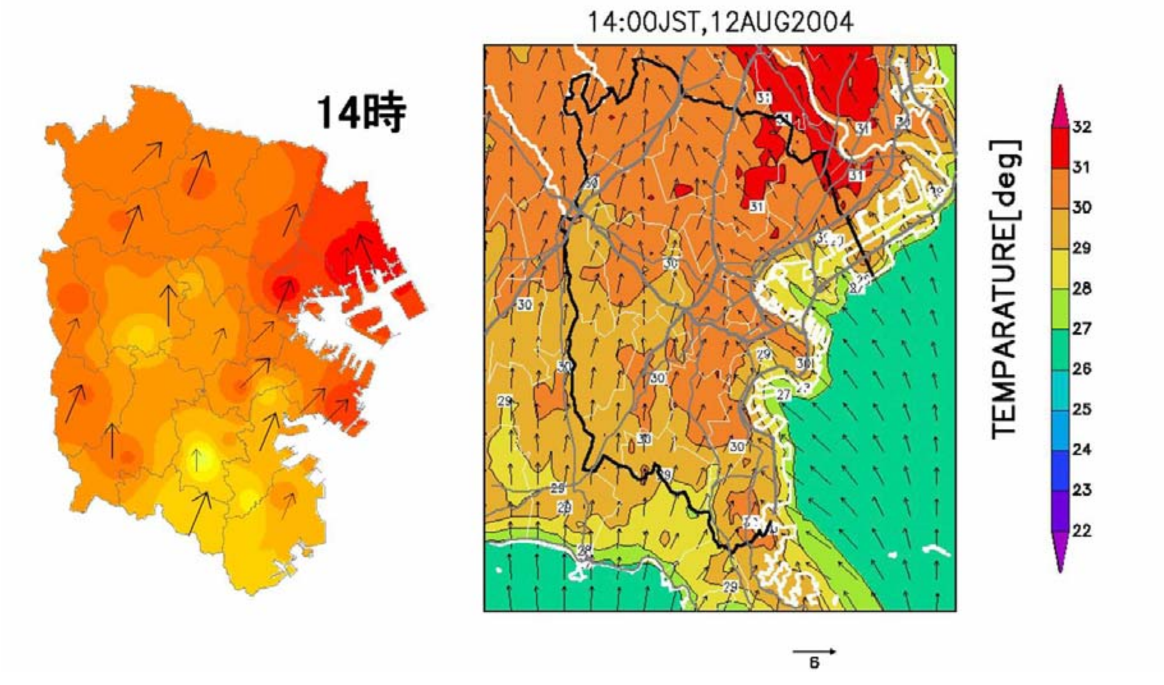
1.　はじめに

横浜市ヒートアイランド対策取組方針策定に当り、市内の気温分布、地形などの影響因子や人工排熱、建物の密集度合い、緑の分布などの対策に関連する因子などを類型化した市内の熱環境マップを作成する必要があった。気温等の実測データはその観測時期の気候変動の影響を強く受けているため、夏季での一般的な気温分布を得る目的で別途シミュレーションを行った。環境科学研究所では横浜市内の人工排熱量の調査（平成 16 年度委託事業）結果を基にヒートアイランドシミュレーション（平成 17 年度委託事業）を行い、これらのデータを基にして横浜市の熱環境マップを作成した。

2.　ヒートアイランドシミュレーションの概要

シミュレーションには独立行政法人建築研究所の開発した都市気候予測モデル（Urban Climate Simulation System）（以下 UCSS モデルという）を用いた。UCSS モデルは都市内の熱環境を比較的良く評価できることから国や東京都などでも用いられている。

UCSS モデルは気象庁 RSM-GPV データを用いて、初めに LOCALS モデルにより日本列島規模の気候を解析し、それを関東地方規模、横浜市規模の３段階により細かく解析する方法を取っているため、どの地域での解析にも互換性がある。シミュレーションは日本列島全域が高気圧に覆



図ー１　シミュレーション結果と実測値の比較（2005 年 8 月 12 日 14 時）
（矢印は風向風速を示す）

われ、関東地方が典型的な夏日となっている 2004 年 8 月 12 日の 24 時間について行った。解析最小領域は 500m メッシュとし、入力データは気象データの他、顕熱・潜熱の人工排熱、建物、樹木、標高などの GIS データの 500m メッシュ毎の値を用いた。解析結果は昼間の午前中は朝方に海から陸への風とともに熱源の多い臨海部から気温が上昇し、その後夏季の横浜では一般的にみられる相模湾からの南風が主流となることを示していた。午後にはこの南風とは別に東京湾からの東風が吹き込み、相模湾からの風と東京湾からの風の収束帯が内陸部から臨海部にかけて遷移して形成され、それに伴い臨海部で主に発生した熱が北東部に運ばれ、地形などの影響により滞留する様子が再現されている。図-1 に 14 時でのシミュレーション結果と当日実測された気温と風向風速の分布を示すが、両者は概ね一致したパターンを示していた。

3. 熱環境マップの作成手法の概要

熱環境マップとは気温分布のようなヒートアイランドの実態、地表面の被覆状況、人工排熱などのヒートアイランド強度に影響する地域因子を抽出した今後のヒートアイランド対策の施策作りの基本となる環境地図である。東京都でのヒートアイランド対策ガイドラインでは建物状況、人工排熱などの影響因子間の主成分分析から東京都での熱環境マップを作成している [1)]。

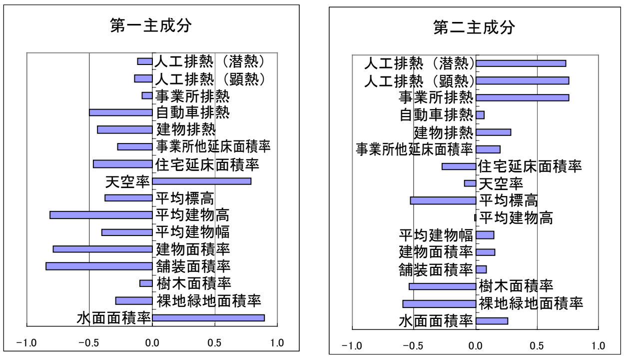


図-2 主成分分析により類型化された第一主成分及び第二主成分

3-1 横浜市での主成分分析

横浜市でも東京都と同様に人工排熱や建物面積率などのヒートアイランドに影響する因子を用いて主成分分析を試みた（図-2 参照）。主成分分析で統計的に類型化された主成分の評価は経験的判断となる。図-2 に主成分分析により類型化された第一主成分及び第二主成分の結果を示す。これより第一主成分では天空率と水面面積比率を除いた 14 因子すべてがマイナスの値となっている。これはマイナス値をもつ 14 因子は同じ類型族に属することを示しており、第一主成分は都市化に関する類型化と考えられた。第二主成分では人工排熱、建物面積率等が正値をもち、標高、草地、樹木等の面積率、天空率等が負値をもつことから第二主成分は開発行為による類型化と考えられた。しかし、第三主成分以下では人工排熱と標高、天空率、樹木面積率などの本来相反すべき因子が同じ類型族に分類されており明確な評価は困難だった。主成分の寄与率をみると第二主成分までで 50%程度であるが、分類の不明確な第三主成分以下が 50%も存在した。これは横浜市の場合、住居と事業所あるいは小さな緑地などが混在している割合が多く、これらの地域は第三主成分以下に属するためと考えられた。横浜市内ではこれらの混在地域の割合が多いため、ヒートアイランドの類型化に当ってはこれらの混在地域の類型化は不可欠であることから、市内を主成分分析によって類型化することには限界があることがわかった。

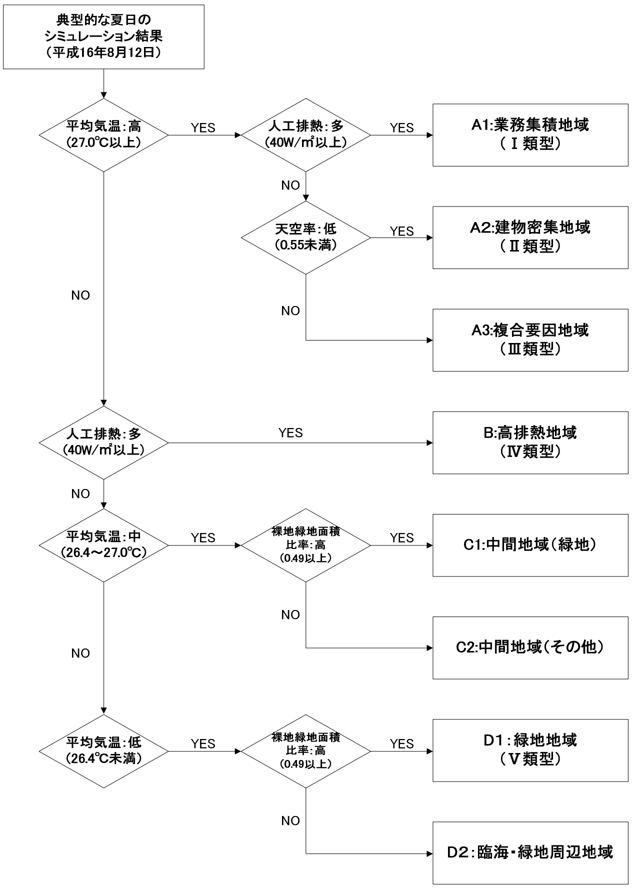


図-3 類型化のためのフロー図

3－2 類型化による熱環境マップ

熱環境マップは市内のヒートアイランドの状況を総合的に評価するための環境気候図（クリマアトラス）の１つであるから、現状、影響、対策などの把握できるものでなければならない。3-1 で述べたように横浜市では主成分分析による類型化は困難と考えられたので、上記の内容を考慮して熱環境マップを次のような手法で作成した。ヒートアイランド現象の実態因子としてシミュレーションより得られた 24 時間平均の気温、対策のための因子として人工排熱量、都市化及び開発化に関する因子として天空率（天空率が小さいほど建物密集度が大きく、都市化が進んでいる）、自然の残存度に関する因子として裸地・緑地面積率（この面積率が大きいほどヒートアイランド負荷が小さい）の４つの因子を選びそれぞれの因子の 500m メッシュ値の累積度数分布を基に地域を分類した。

４つの因子による類型化のフロー図を図-3 に示す。分類のための中心となる因子を平均気温としてこれを高、中、低に分類し、高温域をさらに人工排熱と天空率により分類した。高温域は分類によって業務集積地域、建物密集地域、

複合要因地域に分かれた。次に中、低温域の内人工排熱の多い地域を高排熱地域とし、さらに中間の気温の地域を裸地緑地面積比率の高、低により中間地域の緑地とその他に分類した。最後に低温地域を裸地緑地面積比率により緑地地域と臨海・緑地周辺地域に分類した。この類型化により横浜市内は８種類の地域にそれぞれ分類することができた。

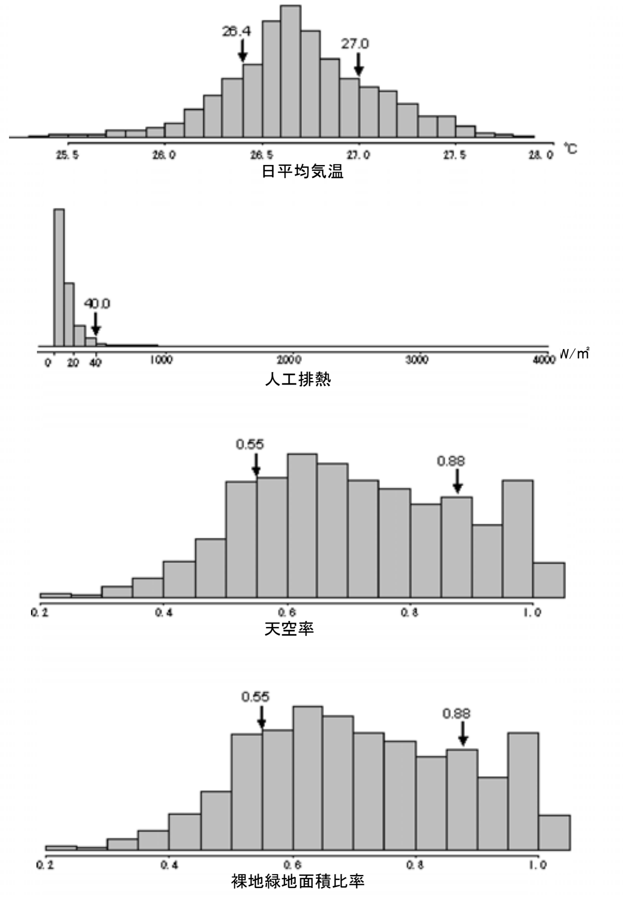


図-4　平均気温、人工排熱、天空率、裸地緑地面積率の頻度分布

平均気温の高、中、低などの各因子の分類のための値を決定するためには、頻度分布の標準偏差などの統計値を用いる方法もあるが、熱環境マップには市民の理解のしやすさ、行政での活用性、対策のしやすさなどさまざまな要因が含まれているため、それらを考慮しここでは市内の全メッシュ数の内何パーセントの地域（このパーセントは市内に占める面積割合にほぼ等しいので、以下これを面積率とよぶ）がその分類地域を占めるかを目安にした。図-４に平均気温、人工排熱、天空率、裸地緑地面積率の全メッシュの頻度分布を示す。横軸は各因子のメッシュでの値を示し、棒グラフの面積はその値でのメッシュの割合（＝面積率）を示している。また図中の数値は以下で述べる面積率より計算された各因子の分類値である。これより例えば平均気温の場合、低温域の面積率を決めれば何℃で分ければよいかが算出できる。平均気温では頻度分布の内面積率 20%以下を低温域、80%以上を高温域とした。図-4 より面積率 20%、80%での平均気温の値はそれぞれ 26.4℃、27.0℃である。つまり平均気温 27.0℃以上をもつ高温域のメッシュは全メッシュの内 20%存在することになる。他の因子は図-4 より頻度分布のパターンを考慮して天空率では 20%（分類値：0.55）で分け、裸地緑地面積率では 80%（分類値：0.49）で分けた。人工排熱は分布が著しく偏っていたため 95%（分類値：40w/m^2）で分けた。作成された横浜市の熱環境マップを図-5 に示す。図-5 より気温が高く人工排熱も多い業務集積地域は中区、西区を中心に存在し、その周辺に建物密集地域が広く分布している様子がわかる。また臨海部には多くの高排熱地域が点在し、逆にヒートアイランド負荷の小さい緑地は本市の緑の７大拠点を中心に分布している。さらに港北区などに分布する複合要因地域は気温は高いが必ずしも人工排熱の多くない地域であり、この地域での高温は 2.で述べたように風や地形などの複合的要因によるものと推測された。以上、市内のヒートアイランドの状況は概ねこの地図によって評価できるものと考えられた。

文献

１）東京都環境部編：東京都ヒートアイランド対策ガイドライン（2005）

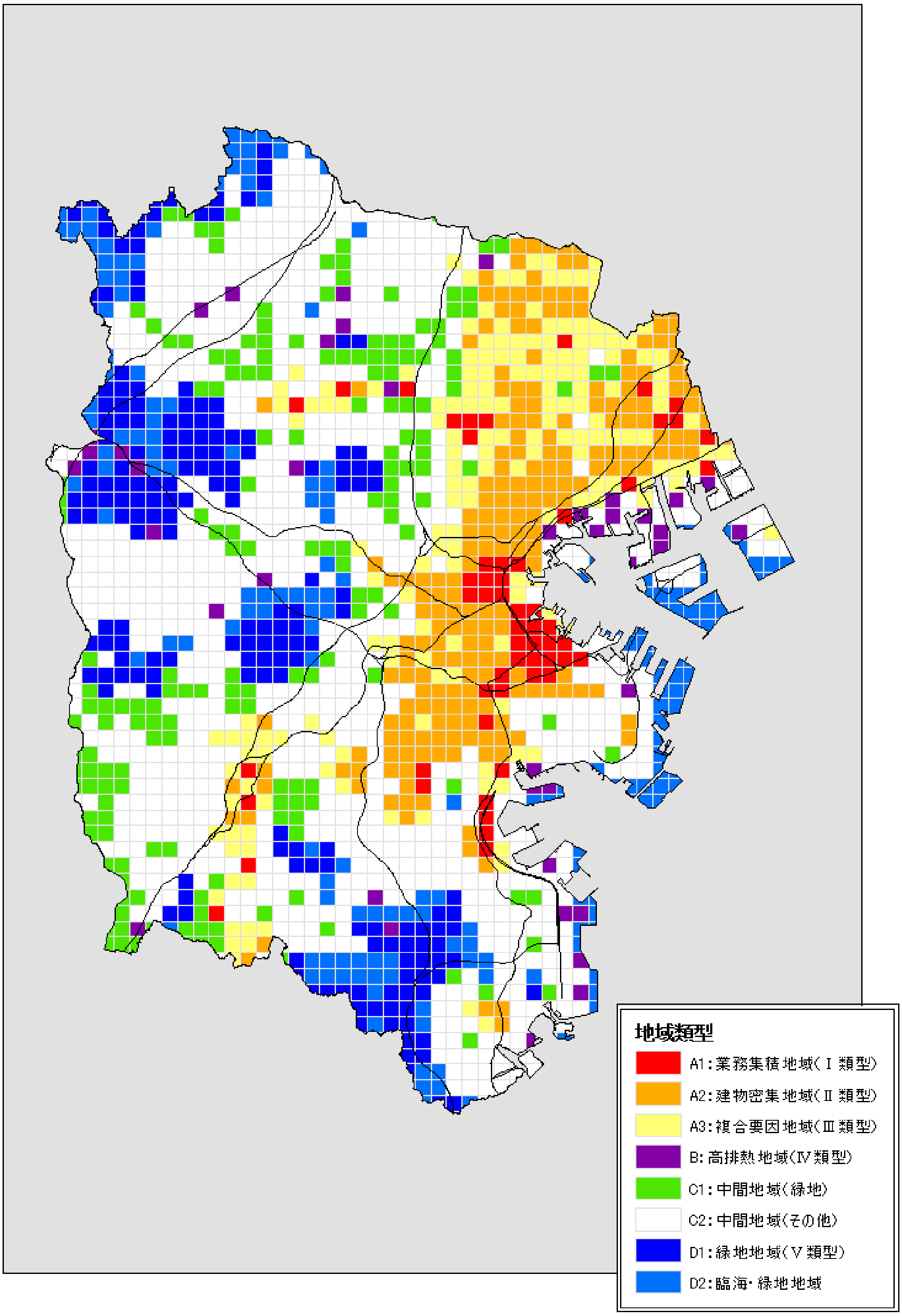


図-5　横浜市における熱環境マップ
（図中の曲線は主な幹線道路を示す）

パネル式壁面緑化の温度低減効果

佐俣満夫、平澤佐都子、福田亜佐子（横浜市環境科学研究所）

The measurement of Temperature fallen by the tree-planting of Panels type for Surface of a wall.

Mitsuo Samata,Satoko Hirasawa,Asako Fukuda
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：ヒートアイランド、壁面緑化、温度、測定

要旨

近年、都市部でのヒートアイランド対策として壁面緑化が普及しつつある。多種類ある壁面緑化のうちでパネル式は温度の遮断効果が大きいと考えられている。そこで市内の水再生センターに設置されたパネル式壁面緑化（50m2）について 2005 年夏期に温度低減効果を測定した。測定により以下のような結果が得られた。

１） 夏期の晴天日ではコンクリート面に比べて最大 10℃程度の温度低減効果が認められたが、夏期１ヶ月での平均では 2～3℃程度であった。

２） 壁面緑化では垂直に設置される場合が多いので、日射方向との関係で温度低減効果が大きく異なることが推測された。

３） 代表的な晴天日について港北区役所屋上緑化と今回の壁面緑化で得られたデータとの比較により、パネル式壁面緑化の温度低減効果は屋上緑化の芝生の地中 3cm 程度の位置での効果とほぼ等しかった。

1. はじめに

都市でのヒートアイランド対策技術として都市化の著しい市街地での緑化が上げられる。しかし、市街化が進むほど土地のより効率的な利用が促進されるため、市街地では裸地や緑地が減少する傾向にある。このような市街地では建物空間自身の有効利用が重要となり、建物の屋上緑化や壁面緑化がヒートアイランド対策の１つとして期待されている。屋上緑化は屋上の積載重量等さまざまな制約があり、一般の家屋では困難な場合があるが、壁面緑化はほとんどの家屋で設置可能なので、本市においてもその普及が期待されている。当研究所では壁面緑化の普及事業の一環として「壁面緑化マニュアル」を作成したが[1)]、壁面緑化の方法には大別して登はん形、下垂れ形、パネル形に分けられる。これらの壁面緑化の温度低減効果のデータは重要にも係わらず未だ観測数が少ない[2)]。

そこで壁面緑化の中でも構造上最も温度低減効果の期待されるパネル式壁面緑化を市内の水再生センターの１ヶ所に設置し、夏季での温度低減効果を観測した。

2. パネル式壁面緑化の概要

パネル方式（緑化パネル 30x30cm,504 個）の壁面緑化を栄第一水再生センターの入り口道路面の建物 $50m^2$ に設置した（写真-1）。なお、壁面緑化は東向きに設置されている。植物の種類は常緑で環境変化に強いアメリカツルマサキである。灌水は自動灌水装置を用いて行い、水遣りの水はセンターの最終処理水を用いた。なお、本壁面緑化一式はレンタル方式（（株）杉孝）であり、栄第一水再生センターには平成 17 年７月～18 年３月まで設置した。

写真-1　壁面緑化風景

3. 観測方法

温度の観測にはデーターロガー式温度計（タスコ製）を用いた。温度センサーは緑化表面、パネル裏側のコンクリート面に配置した。また壁面緑化建物

と同じ方向を持った近接の建物のコンクリート表面の温度も観測した。観測期間は 2005 年 8 月 10 日～9 月 10 日の一ヶ月間である。なお、夏季の代表的な一日の温度変化を観察するため 9 月 2 日（晴天日）には日中の赤外線カメラ観測を行った。

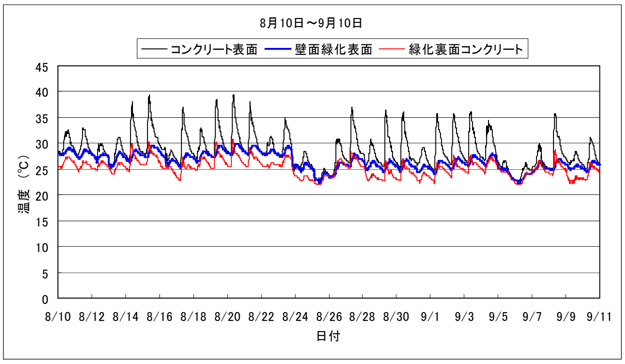


図-1　夏季 1 ヶ月間でのコンクリート表面、壁面緑化表面及び壁面緑化裏面コンクリート面の温度の経時変化

4.　結果と考察

4-1　夏期一ヶ月間の温度の変化

図-1 に 2005 年 8 月 10 日～9 月 10 日のコンクリート表面、壁面緑化表面及び壁面緑化裏側コンクリート面での各温度の経時変化を示す。得られた温度データの中で最も日変化が大きく、１日の最高温度の高いのはコンクリート表面温度であり、晴天日でのコンクリート表面では１日に２０℃以上温度が変化するが、壁面緑化の表面や裏面ではせいぜい 5℃以内に止まっている。これより壁面緑化は日射によってもコンクリートほどには昇温しないことがわかる。観測期間（1 ヶ月）でのコンクリート表面、壁面緑化表面及び壁面緑化裏側コンクリート面の平均温度はそれぞれ 28.6℃、26.5℃、25.2℃であり、コンクリート表面温度と壁面緑化表面温度の差は 2.1℃であった。図-1 よりパネル式の壁面緑化では 1 日の温度低減効果としては晴天日では日中最大 10℃程度みられるが、夏期 1 ヶ月での平均では 2～3℃程度の温度低減効果があるものと考えられた。

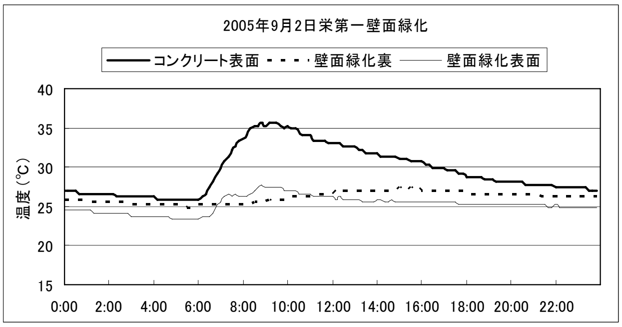


図-2　コンクリート表面、壁面緑化表面及び裏面での温度の日変化（2005 年 9 月 2 日）

4－2　夏期の代表的な日変化

夏期の代表的な晴天日（2005 年 9 月 2 日）での観測温度の日変化を図-2 に示す。一日の温度の変化幅が最も大きいものがコンクリート表面の変化であり、明け方 6 時頃に 25.9℃と最低となるが、その直後から日射と共に急激に上昇し、１０時頃には 35.7℃とその日の最高温度に達し、その後は徐々に下降する傾向を持つ。このコンクリート表面温度の変化傾向は壁面緑化の設置方向と太陽の上昇位置とが密接に関係しているものと考えられる。

即ち、このコンクリート面や壁面緑化は東方向に垂直に設置されているため、夏季には午前中の前半までに強い日射を直接受けることになる。しかし、壁面緑化表面では日射の影響はコンクリート表面ほど強くなく 10 時でも 27℃程度であった。壁面緑化の表面と裏面での温度変化を比べると午前中日射の強い 7 時～11 時の間を除き壁面緑化の表面より裏面のほうが温度が高くなっている。これは図-1 に示すような夏季の一般的な傾向（緑化表面より裏面の方が温度が低い傾向）とは異なり、灌水装置により緑化表面は常に保水されているが、日射の強い日には風や日射による蒸発潜熱輸送が裏面より大きいためと考えられる。

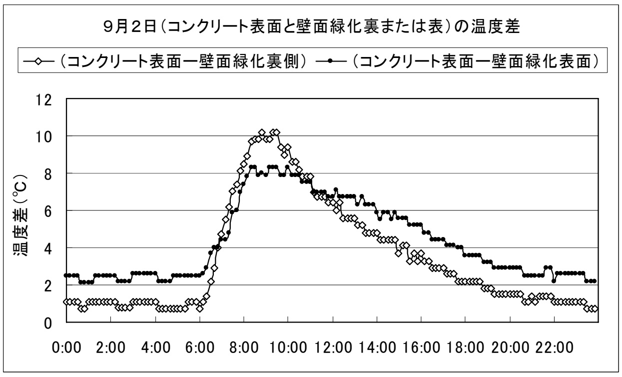


図-3　コンクリート表面と壁面緑化表面及び裏面の温度差の日変化（2005 年 9 月 2 日）

次に、9 月 2 日においてコンクリート表面温度から壁面緑化のそれぞれの面の温度を引いたグラフを図-3 に示す。この温度差の最高値は壁面緑化表面で 8.3℃であり、裏面で 10.2℃であった。他都市でのデータでも壁面緑化の温度低減効果は最高でも 5～10℃程度であることから推測すると、パネル式としては妥当な値と考えられた [2)]。なお、壁面緑化の表面と裏面の温度変化の違いの傾向は図-2 より図-3 の方がより明確に認められる。

次に、10 時での壁面緑化表面の赤外線画像を図-4 に示す。パネル式の場合、植えられた植栽が途中から上方へ

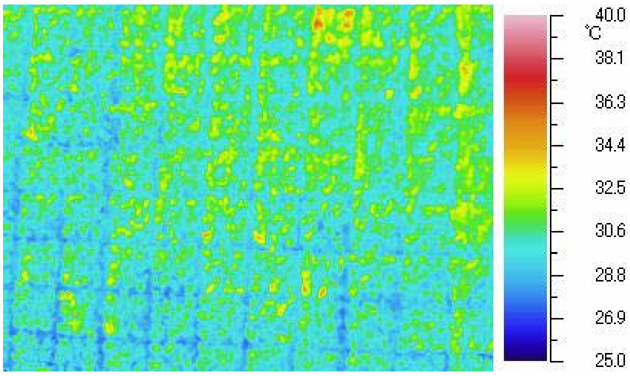


図-4　壁面緑化表面の赤外線画像（色の濃い部分ほど温度が低い）

伸びようとするため、表面構造は複雑となり、それを受けるようにして温度の分布も均一ではない。葉の先端部分は 34℃程度で高く、根元で 31～32℃、パネル材（保

水部）で 30℃以下であった。

4-3 夏期での壁面緑化と屋上緑化での温度低減効果の比較

港北区役所の屋上緑化でも温度観測を行っているので、2005 年 9 月 2 日のデータを基に今回のパネル式壁面緑化と比較を試みた。港北区役所屋上緑化温度データより、コンクリート表面温度―緑化地中 3ｃｍ温度＝温度差 A, コンクリート表面温度―緑化地中 10ｃｍ温度＝温度差 B, コンクリート表面温度―緑化地中 20ｃｍ温度＝温度差 C,とすると、9 月 2 日の港北区役所屋上緑化での各地中位置での温度低減効果を図-5 に示す。図よりコンクリート表面との温度差の最大値はいずれの地中位置でも 14 時頃に出現し、温度差 A で最大 10.4℃、温度差 B で最大 17.5℃、温度差 C で最大 18.8℃であった。図-3 と図-5 を比較すると壁面緑化で得られる温度低減効果は屋上緑化での地中 3cm 程度で得られる効果に相当することがわかる。なお、温度の変化パターンは屋上緑化と壁面緑化でかなり異なった傾向を示すが、これは 4-2 で述べたようにその緑化された構造物と太陽との位置関係が大きく異なるためと考えられる。

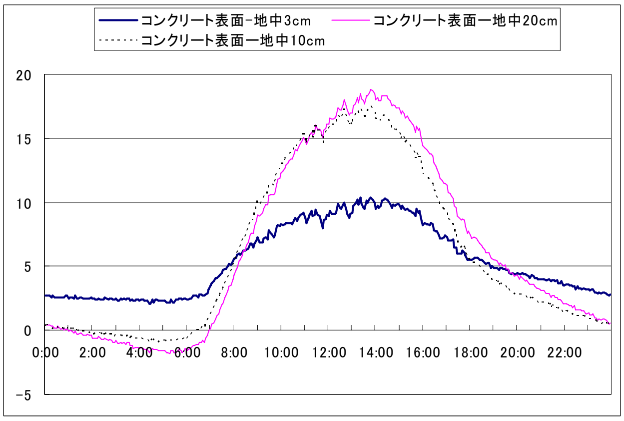


図-5　港北区役所屋上緑化での屋上コンクリート面と緑化地中３，１０，２０ｃｍとの温度差（2005 年 9 月 2 日）

5.　おわりに

市内の水再生センターに設置されたパネル式壁面緑化（50m²）について 2005 年夏期に温度低減効果を測定した結果、以下の知見が得られた。

1）夏期の晴天日ではコンクリート面に比べて最大 10℃程度の温度低減効果が認められたが、夏期１ヶ月での平均では 2～3℃程度であった。

2）壁面緑化では垂直に設置される場合が多いので、日射方向との関係で温度低減効果が大きく異なることが推測された。

3）代表的な晴天日について港北区役所屋上緑化と今回の壁面緑化で得られたデータとの比較により、パネル式壁面緑化の温度低減効果は屋上緑化の芝生の地中 3cm 程度の位置での効果とほぼ等しかった。

参考文献

１）壁面緑化マニュアル、横浜市環境科学研究所編（2005）

２）橋本、渋谷：壁面緑化の効果検証と実態調査、東京都農業試験場編（2005）

最近 10 年間の横浜の酸性雨の状況
（1995～2004 年）

加藤善徳（横浜市環境科学研究所）

Survey of Acid Rain in Yokohama City.
－Rain acidity data from January1995 to December 2004－

Yoshinori Katou(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：酸性雨、湿性沈着物、火山ガス

要旨

1995 年～2004 年までの 10 年間の横浜市磯子における年平均降水量は 1736㎜、年平均 pH は初期 1㎜ 降水が 4.20（最低値 2.98）、一降水全量が 4.66（最低値 3.04）であった。また、年平均湿性沈着量は、酸性成分では $_{nss}SO_4^{2-}$が 65.5eq/㎡/年、NO_3^-が 36.5meq/㎡/年、$_{nss}Cl^-$が 18.3meq/㎡/年、これらの総量である AP が 120meq/㎡/年、中和成分では NH_4^+が 62.3meq/㎡/年、$_{nss}Ca^{2+}$が 19.0meq/㎡/年、これらの総量である NP が 81.3meq/㎡/年であった。

経年的には、2000 年 9 月に三宅島から火山ガスが大量に放出し始めてから、$_{nss}SO_4^{2-}$沈着量が急増、強酸性の降水が多発し、pH が急激に低下した。その後、徐々に回復傾向はみられているが、火山ガス放出後、5 年経過した 2004 年現在も、依然として火山ガスの影響がみられている。また、これら結果と環境省による全国 48 地点の調査結果（2002 年度）を比較したところ、横浜は以前より、全国の中ではやや強いレベルの酸性雨となっていたが、三宅島火山ガスが放出し始めた 2000 年以降は$_{nss}SO_4^{2-}$が急増したため、AP が全国 4 位に相当する強いレベルの酸性雨の地域となっていることが明らかとなった。

１．はじめに

環境省が報告しているように[1]、現在、我が国では森林・湖沼等の被害がみられる欧米と同レベルの酸性雨が降り続いている状況にあり、今後は急速に工業化を進める東アジア近隣諸国からの影響も懸念されている。この東アジアの問題については、2001 年 1 月に『東アジア酸性雨モニタリングネットワーク』が正式稼働し、酸性雨対策に向けての国際的な取り組みが開始されたところである。一方、人為的なものではないが、2000 年 9 月からは三宅島火山から SO_2 ガスが大量に放出され始めており[2]、関東南部を中心とした地域で大きな問題となっている

横浜市環境科学研究所では、1984 年から酸性雨の長期モニタリング、酸性雨に関する調査研究を実施してきている。これまでの結果[3)-7)]から、横浜では国内の中でやや強いレベルの酸性雨が降り続いていること、市内の森林土壌は道路近傍を中心に一部地点で酸性化が生じていること、市内のブロンズ像等の屋外器物に酸性雨の被害が生じていること等が明らかになっており、さらに、最近の状況としては、三宅島火山ガスの影響が加わったことにより、器物への酸性雨の影響が加速している[8)]ことも明らかになっている。

ここでは、横浜市磯子で 1995～2004 年の間、実施した酸性雨モニタリング調査結果を解析し、その結果と環境省による全国調査結果の比較を行うことにより、最近 10 年間の横浜の酸性雨の状況を明らかにした。

２．調査内容

（１）測定期間：1995 年 1 月～2004 年 12 月

（２）測定地点：横浜市環境科学研究所屋上（横浜市磯子区滝頭、以下、磯子とする）

（３）測定項目

pH、湿性沈着量（降水によるイオン成分の沈着量）

（４）測定方法

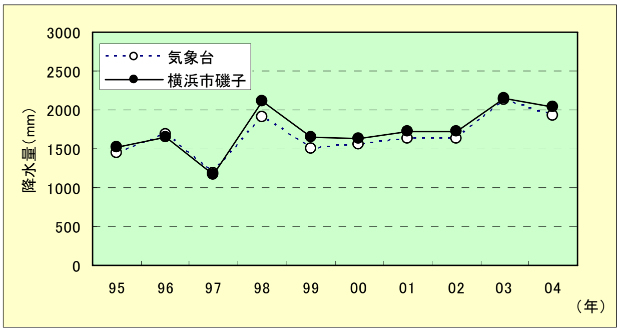
自動雨水採取装置（小笠原計器製作所 US-3300 型（口径 20cm）及び US300（口径 35.7cm））を用い、一雨毎、降り始め初期 1 ㎜ 目と一降水全量（降り始めから降り終わりまで一括採取）を採取した。

（５）分析項目及び分析方法

採取した試料は、湿性沈着モニタリング手引書[9)]に従い、pH、導電率(EC)、SO_4^{2-}、NO_3^-、Cl^-、NH_4^+、Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}を表－１に示す方法で分析した。分析結果は同手引き書に基づいた精度管理を行い算出している。

表－１　分析項目及び分析方法

分析項目	分析方法
pH	ガラス電極法
導電率(EC)	電気伝導度法
Na^+, K^+, NH_4^+	イオンクロマトグラフ法
Ca^{2+}, Mg^{2+}	イオンクロマトグラフ法
SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-	イオンクロマトグラフ法



図－１　磯子と気象台における降水量の経年変化

３．結果と考察

３－１　降水量

1995～2004 年の 10 年間で年間約 60～80、計 637 の降水を採取した。降水量はこれらの貯水量から算出している。表－２に降水量の測定結果を示す。図－１に貯水量から算出した磯子の年間降水量と横浜地方気象台（磯子の北東約 4km、以下、気象台）の年間降水量 [10,11] の経年変化を示す。磯子と気象台の降水量はほぼ一致しており、気象台を基準に考えると、磯子での降水はほぼ正確に採取されていたものと判断できる。次に降水量の変化についてみると、1995、1996 年及び 1999～2002 年はほぼ平年並み（平年値 [12]（1622.5mm））、1997 年はやや少なめ（平年値より約 30％少ない）、1998、2003、2004 年はやや多め（平年値より約 20～30％多い）であった。

３－２　ｐＨ

３－２－１　10 年間の最高、最低、平均値

図－２に 1995～2004 年までの 10 年間における降水毎の pH、月平均 pH の変化を示す。また、表－２に年平均の pH を示す。10 年間の初期１mm の最低値は 2.98（2001 年６月５日）、最高値は 7.45（2002 年３月 22 日）、平均値は 4.20 であった。一方、一降水全量の最低値は 3.04（2003 年７月 10 日）、最高値は 6.84(2000 年 12 月５日)、降水量で重みづけした平均値は 4.66 であった。10 年間で 637 の降水試料を得たが、このうち、酸性雨とされる pH5.6 以下の降水は初期 1mm が 507（全体の 80％）、一降水全量が 615（同 97％）であり、一降水全量としてはほとんどが酸性雨であった。また、pH4 未満の特に酸性度の強い降水（以下、強酸性降水と呼ぶ）は、初期 1mm が 134（全体の 21％）、一降水全量が 42（同 7％）であった。

３－２－２　経年変化

2000 年９月より三宅島から大量の火山ガスが放出され始めたが [2]、図－２にみられるように、この時期を境に強酸性降水が頻繁に出現する状況となった。このうち，2001 年６月５日の降水は、初期 1mm の pH が 2.98（磯子の初期 1mm の観測史上最低値)、一降水全量の pH が 3.25 という極めて酸性度の強い降水であった。この日は、埼玉県所沢市（pH3.02）[13]、川崎市（pH3.2）[14] など、周辺各地でも低 pH の降水が観測されている。また、2003 年７月 10 日の降水も初期 1mm、一降水全量がともに pH3.04（磯子の一降水全量の観測史上最低値）という非常に酸性度の強い降水であった。図-３はこれら強酸性降水の出現数を経年的に示したものである。これより、1995～1999 年の５年間の強酸性降水の出現数は初期 1mm が 6～7 回/年（平均 6.4 回/年)、一降水全量が 1～2 回/年（平均 1.2 回/年）とほぼ一定したものだったが、2000 以降になると急増し、2000～2004 年の間は、初期 1mm が 14～26 回/年（平均 20.4 回/年)、一降水全量が 5～9 回/年（平均 7.2 回/年）となった。

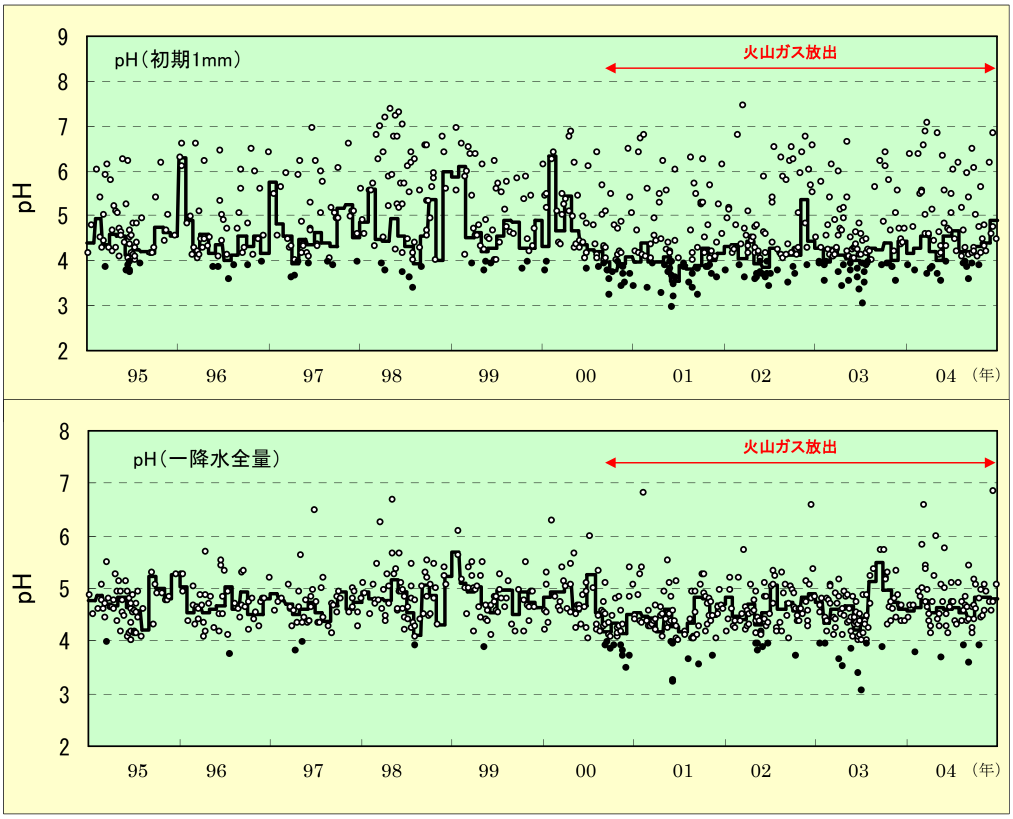
表-2　降水量、pH 及び湿性沈着量の測定結果

	pH		降水量	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Mg^{2+}	NO_3^-	Cl^-	$_{nss}Ca^{2+}$	$_{nss}SO_4^{2-}$	$_{nss}Cl^-$	AP	NP	N/S 比
	初期 1mm	一降水	mm	meq/m²/年												
1995 年	4.33(3.74)	4.77(3.99)	1524	26.0	45.1	1.6	36.7	10.6	29.2	58.1	16.0	44.7	15.4	89.3	61.1	0.65
1996 年	4.35(3.57)	4.74(3.76)	1653	30.2	57.3	2.1	42.5	10.5	36.9	66.5	23.7	57.9	18.9	114	81.0	0.64
1997 年	4.37(3.62)	4.62(3.81)	1162	27.8	42.8	1.5	45.4	13.3	28.9	64.9	16.2	44.4	13.4	86.7	59.0	0.65
1998 年	4.47(3.40)	4.83(3.90)	2114	31.2	74.1	2.1	75.1	22.2	44.9	120	35.2	64.9	32.7	143	109	0.69
1999 年	4.46(3.78)	4.84(3.89)	1651	24.0	58.9	1.3	42.1	12.3	33.7	72.6	14.2	47.5	23.5	105	73.1	0.71
2000 年	4.16(3.24)	4.47(3.49)	1635	54.6	59.5	1.7	51.5	11.9	34.9	98.9	14.5	72.7	38.9	147	74.0	0.48
2001 年	3.92(2.98)	4.49(3.21)	1721	55.4	72.1	2.2	81.6	16.3	39.5	107	17.4	87.6	16.5	144	89.5	0.45
2002 年	4.14(3.45)	4.62(3.71)	1730	41.5	73.3	2.4	99.7	22.0	43.0	128	24.1	84.4	12.0	139	97.4	0.51
2003 年	4.10(3.04)	4.69(3.04)	2139	43.6	82.9	2.0	51.8	10.1	39.4	63.6	12.9	83.4	4.8	128	95.8	0.47
2004 年	4.31(3.53)	4.69(3.57)	2035	41.9	57.3	3.4	143	33.2	34.9	169	15.8	67.2	7.3	109	73.1	0.52
平均	4.20(2.98)	4.66(3.04)	1736	37.6	62.3	2.0	66.9	16.2	36.5	94.9	19.0	65.5	18.3	120	81.3	0.58

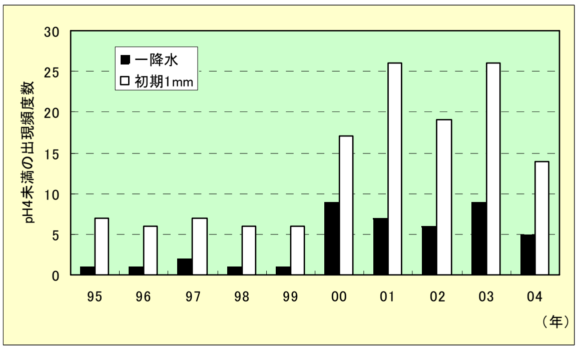
注 1)pH の(　)は最低値を示す。注 2)nssX は Na^+をすべて海塩起源と仮定した場合のその成分の非海塩起源(non sea salt)を示す。

注 3)N/S 比は $NO_3^-/_{nss}SO_4^{2-}$当量比を示す。注 4)平均は 1995 年～2004 年の 10 年の平均。

注 5)AP は酸性成分の総量(酸性度ポテンシャル：$_{nss}SO_4^{2-}+NO_3^-+_{nss}Cl^-$)，NP は中和成分の総量(中和ポテンシャル：$NH_4^++_{nss}Ca^{2+}$)を示す。



図－２　1995～2004 年の間の降水毎の pH、月平均の pH の変化（●は pH4 未満）



図－３　強酸性降水（pH4 未満）の出現数

2000 年以降の中では、2004 年が、初期 1mm が 14 回/年、一降水全量が 5 回/年とやや少ないが、2000 年以前に比べるとまだかなり多くなっている。一般に酸性度が増すほど器物等への影響が大きくなるが、このうち、一降水全量の強酸性降水については、後続降水で希釈されることがないので、器物等に沈着した場合、濃縮されて影響がさらに増していくと考えられるのでこれらについては特に注意する必要がある。

次に、降水毎の pH を月平均、年平均値にして経年的にみていくと（表－２、図－２）、2000 年以前の 5 年間は、年平均値としては、初期 1mm が pH 4.4 前後、一降水全量が pH 4.8 前後のほぼ横ばいで推移していたが、2000 年 9 月からは急激に低下し、一時期は初期 1mm の pH が月平均で 3.54、年平均で 3.92、一降水全量の pH が 月平均で 4.15、年平均で 4.47 まで低下した。その後は、やや回復傾向がみられているが、2004 年時点においても火山ガス放出前に比べるとまだかなり低くなっている。

３－３　湿性沈着量

３－３－１　10 年間の平均値

表－２に湿性沈着量の測定結果を示す。湿性沈着量の算出は一降水全量の［成分濃度］×［降水量］で求め、単位は年間における 1 ㎡当たりの mg 当量としている。ここで nss とは、非海塩起源（non sea salt：海塩起源以外のもの）を示し、その算出は、雨水中の Na+をすべて海塩由来と仮定して海水の成分組成をもとに算出している。算出した非海塩起源の値が負となった場合は 0 として取り扱っている。以下、酸性雨の原因成分（以下、酸性成分とする）である $_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-、$_{nss}Cl^-$、これを抑制する成分（以下、中和成分とする）である NH_4^+、$_{nss}Ca^{2+}$ の結果を述べる。

10 年間の酸性成分の年平均湿性沈着量は $_{nss}SO_4^{2-}$が 65.5meq/㎡/年、NO_3^-が 36.5meq/㎡/年、$_{nss}Cl^-$が 18.3meq/㎡/年、これらの総量である AP[15]（酸性度ポテンシャル）は 120meq/㎡/年であった。AP に占める各成分の割合は、$_{nss}SO_4^{2-}$が約 5 割、NO_3^-が約 3 割、$_{nss}Cl^-$が約 2 割であった。一方、中和成分は、NH_4^+が 62.3meq/㎡/年、$_{nss}Ca^{2+}$が 19.0meq/㎡/年、これらの総量である NP[15]（中和ポテンシャル）は 81.3meq/㎡/年であった。NP に占める割合は、NH_4^+が約 8 割、$_{nss}Ca^{2+}$が約 2 割であった。

３－３－２　経年変化

図－４に 1995～2004 年までの 10 年間における酸性、中和各成分の月平均及び年平均湿性沈着量の変化を示す。

（１）酸性成分

（ア）$_{nss}SO_4^{2-}$

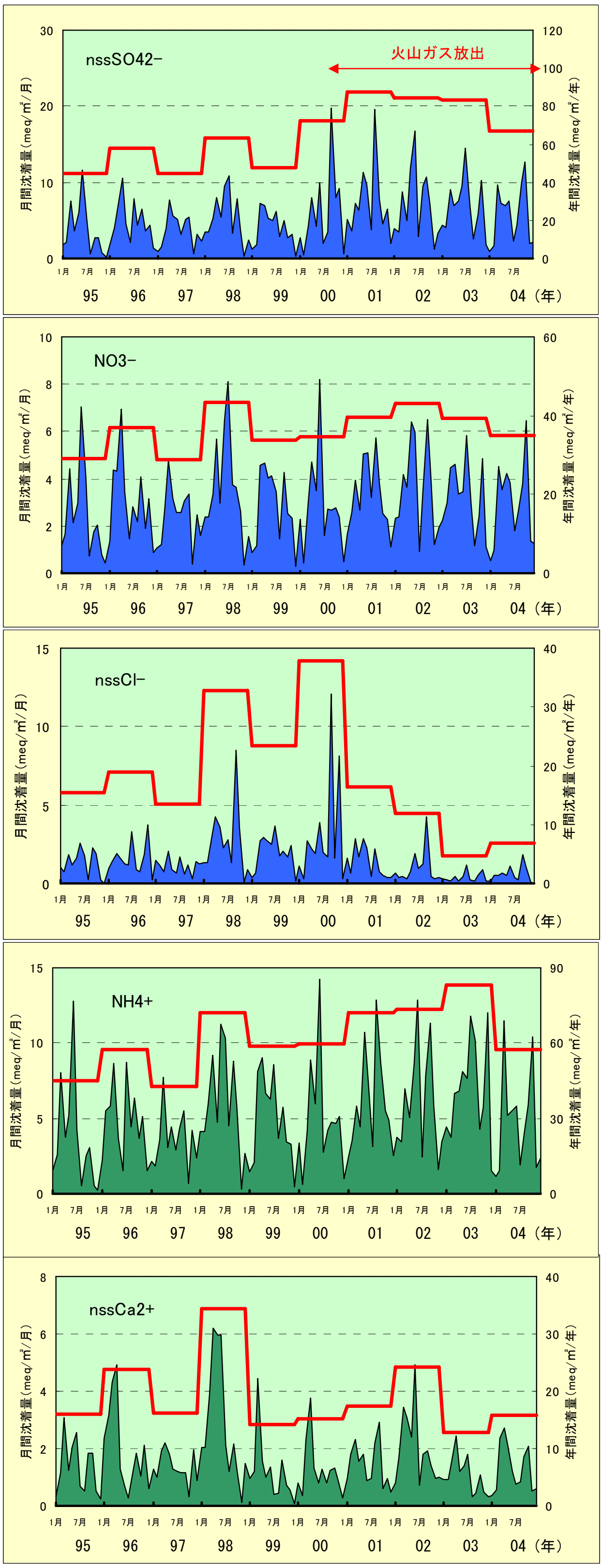
$_{nss}SO_4^{2-}$は夏期に多く冬期に少ない季節変動を示した。経年的には2000年以前の5年間は50meq/㎡/年 前後(平均51.9meq/㎡/年)でほぼ横ばいで推移していたが、2000年以降は急激に増大した。この主な原因は三宅島火山ガスの影響であることがすでに明らかになっている[16,17]。ここで、2000 年以前の 5 年平均の $_{nss}SO_4^{2-}$ 沈着量を基準にして、2000 年以降のそれと比べてみると、2000 年は 1.4 倍、2001 年は 1.7 倍、2002 年は 1.6 倍、2003 年は 1.6 倍、2004 年は 1.3 倍となった。2000 年以降 5 年間の平均とでは 1.5 倍であった。湿性沈着量はその地域周辺の汚染物質、三宅島火山ガスを含む他地域からの汚染物質の流入、これら物質の大気、雲、雨中での取り込み過程、生成過程や、気象条件等にも影響され、その寄与を見積もるのは簡単ではない。しかし、上記したこれらの比は三宅島火山ガスの影響をみるある程度の目安になるものと思われる。すなわち、これでみると、2000 年以降の磯子の $_{nss}SO_4^{2-}$ 量は三宅島火山ガスの影響によりおよそ5割程度増加していたものと推測される。三宅島火山からの SO_2 ガスガス放出量は 2004 年現在、2000～5000 トン/日であり、最盛時に比べると約 1/10 程度に減少している[18]。しかし、減少しているとはいえ、この量はまだ日本から排出される人為起源全体量にほぼ相当するものであり、また、関東南部地域は比較的三宅島に近くその影響を受けやすい地域であることから、今後も注意深く監視していく必要がある。

（イ）NO_3^-

NO_3^-は $_{nss}SO_4^{2-}$の変動に類似し（r＝0.80)、夏期に多く冬期に少ない季節変動を示した。経年的には横ばいないしは漸増であった。$_{nss}SO_4^{2-}$のように 2000 年以降に急増することはなかった。なお、現在、関東地域ではここ 10 年、NO_3^-の前駆物質ある NO_X の大気中での濃度が低下傾向を示しており、NO_3^-の傾向とは異にしている。NO_3^-の生成には、その汚染物質の量だけでなく、生成過程、取り込み過程、気象等、様々な要因があるので詳細な検討が必要ではあるが、他地域からの流入等も考慮する必要があるだろう。

（ウ）$_{nss}Cl^-$

$_{nss}Cl^-$は $_{nss}SO_4^{2-}$や NO_3^-の変動とはあまり類似していなかった（$_{nss}SO_4^{2-}$との相関 r＝0.47)。経年的には 1995～2000 年までは増加傾向を示し、特に 2000 年は非常に多く、NO_3^-を上回る量となった。しかし、2000 年以降は一転して減少傾向となった。$_{nss}Cl^-$の主な起源は、人為起源はゴミ等の燃焼の際の塩化物であり、自然起源は火山からの HCl ガスの放出である。2000 年以前では火山ガスの影響はほとんどなかったものと考えられるが、2000 年以降は火山ガスの影響があったことが明らかとなっている[16)、19]。磯子では特に 2000 年の 9 月、11 月にこの影響が大きくみられ、これらで 2000 年の $_{nss}Cl^-$の沈着量の約 5 割を占めていたことが明らかとなっている[16]。これより、2000 年の人為起源による $_{nss}Cl^-$沈着量は多く見積もっても年間沈着量の半分程度とみられる。したがって、人為起源だけによる $_{nss}Cl^-$の減少傾向は 1998 年頃から始まったものと考えられる。この時期はダイオキシン対策が本格化し始めた時期であり、その対策効果が降水成分



図－４　酸性、中和各成分の月間及び年間沈着量の変化（1995～2004 年）

の組成にも現れてきているものと思われる。

（２）中和成分

（ア）NH_4^+

NH_4^+は$_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-の変動に類似し（$_{nss}SO_4^{2-}$との相関ｒ＝0.85）、夏期に多く冬期に少ない季節変動を示した。経年的にはここ 10 年間、増加傾向となっている。NH_4^+は酸性物質を中和する役割を果たすが、一方、地表に沈着すると土壌微生物により硝酸イオンに変換され、土壌酸性化の働きを示す。このため、ヨーロッパではアンモニアは窒素酸化物、硫黄酸化物と同様に非常に重要視されている。NH_4^+の動向については、今後も注視していく必要がある。

（イ）$_{nss}Ca^{2+}$

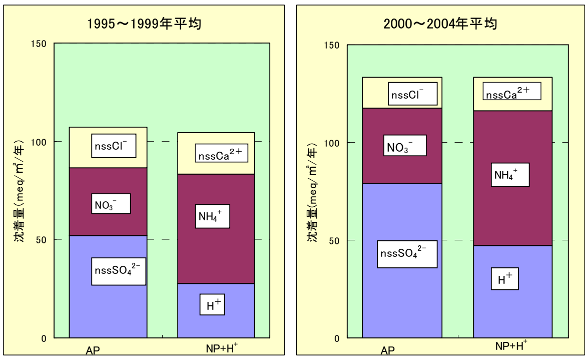
$_{nss}Ca^{2+}$は$_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^-等の変動とは類似せず（$_{nss}SO_4^{2-}$との相関ｒ＝0.45）、春先に多くなる季節変動を示した。これは、冬から春は季節風が強いため$_{nss}Ca^{2+}$の発生源である土壌粒子が大気中に非常に多く舞い上がることが大きく原因していると考えられる。この土壌には、一部中国から運ばれてくる黄砂もあると考えられる。経年的には 1998 年が特に多く、1996 年、2002 年もやや多く、他は 15 meq/㎡/年 前後で推移した。

３－３－３　2000 年以前と以降の成分組成の比較

これまで述べたように、2000 年以前と以降では、降水の組成に明らかな違いがみられた。ここではこれらを整理してみる。図－５に 2000 年以前 5 年間と 2000 年以降 5 年間の湿性沈着物中の「AP」と「NP+H$^+$」の成分組成を比較して示す。図にみられるように、2000 年以前、以降とも「AP」と「NP+H$^+$」はほぼ一致していた。これより、これらは主に降水中でH^+-SO_4^{2-}、H^+- NO_3^-、H^+- Cl^-、NH_4^+-SO_4^{2-}、NH_4^+- NO_3^-、NH_4^+- Cl^-、Ca^{2+}-SO_4^{2-}、Ca^{2+}- NO_3^-、Ca^{2+}-Cl^-の形で存在しているものと考えられる。一方、2000 年以前、以降を比較すると、大きな変動はSO_4^{2-}、H^+、NH_4^+の増加であった。すなわち、2000 年以降はH^+-SO_4^{2-}、NH_4^+-SO_4^{2-}の形のものが増加していたことがわかる。H^+-SO_4^{2-}の増加の原因は言うまでもなく、三宅島火山ガスの影響であり、火山ガスから放出された SO_2 ガスが雲や雨に取り込まれ、H^+-SO_4^{2-}となって降水の pH を低下させたことを示している。一方、NH_4^+- SO_4^{2-}の増加は火山ガスから放出された SO_2 ガスの一部が NH_3 ガスと塩を形成して雲や雨に取り込まれたものと考えられるが、それがどの時点で生じていたのか、すでに三宅島で塩の形になっていたものが多かったのか、本州にきてからなのかはこれからの課題である。いずれにせよ、NH_4^+が少なかったらば pH は非常に低く、強酸性降水がより一層多発していたものと思われる。

３－４　全国調査との比較

環境省では、酸性雨の実態の把握と被害の未然防止を目的として、都市、田園地域、遠隔地等全国約 50 地点で酸性雨のモニタリング調査（以下、全国調査とする）を行っている。ここでは、これらの結果[20]を用いて磯子との比較を行う。比較データは最新データである 2002 年度



図－５　2000 年以前と以降の成分組成

の結果とし、磯子のデータはこれに合わせ、暦年から年度に算出し直している。

表－３に 2002 年度における磯子と全国調査の結果を示す。2002 年度調査は 48 地点で実施されているが、このうち、欠測等により年間値が有効判定基準で棄却されたものが 15 地点あり、これらは参考値として取り扱われている。表には、筆者による参考値を除いた 33 地点の結果を算出したものも示したが、全国 48 地点と全国 33 地点の値に大きな違いはないので、以下の比較は全国 48 地点の結果を用いた。

以下、各成分の比較結果を述べる。

（１）降水量、pH

降水量は全国調査の最大（以下、全国最大とする）が屋久島の 4127mm、全国調査の最小（以下、全国最小とする）が倉敷の 757mm、全国調査の平均（以下、全国平均とする）が 1693mm であった。磯子は 1908mm であり、全国平均の 1.13 倍であった。pH は全国最大が宇部の 6.00、全国最小が倉橋島の 4.34、全国平均が 4.79 であった。磯子は 4.63 であり、全国平均より 0.16 低かった。

（２）酸性成分沈着量

$_{nss}SO_4^{2-}$は全国最大が屋久島の 105 meq/㎡/年、全国最小が小笠原の 10.3 meq/㎡/年、全国平均が 46.8 meq/㎡/年であった。磯子は 85.8 meq/㎡/年であり、全国平均の 1.8 倍、小笠原の 8.3 倍と非常に多かった。NO_3^-は全国最大が屋久島の 57.1 meq/㎡/年、全国最小が小笠原の 3.1 meq/㎡/年、全国平均が 24.2 meq/㎡/年であった。磯子は 43.8 meq/㎡/年であり、全国平均の 1.8 倍、小笠原の 14.1 倍と$_{nss}SO_4^{2-}$と同様、非常に多かった。

（３）中和成分沈着量

NH_4^+は全国最大が立山の 56.7 meq/㎡/年、全国最小が小笠原の 6.85 meq/㎡/年、全国平均が 28.5 meq/㎡/年であった。磯子は 73.9 meq/㎡/年であり、全国最大の立山より多く、全国平均の 2.6 倍、小笠原の 10.8 倍であった。NH_4^+が全国最大となったのは 3-3-3 で述べたように、三宅島火山ガスにより$_{nss}SO_4^{2-}$が増大し、それに伴うNH_4^+塩の生成がかなり影響していたものと考えられる。$_{nss}Ca^{2+}$は全国最大が宇部の 38.5 meq/㎡/年、全国最小が尾瀬の 4.0 meq/㎡/年、全国平均が 11.7 meq/㎡/年であった。磯子は 21.6 meq/㎡/年であり、全国平均の 1.9 倍、尾瀬の 5.4 倍とNH_4^+と同様、非常に多かった。

（４）AP、NP

図-６に磯子及び全国48地点のAPとNPを示す。なお、全国調査では $_{nss}Cl^-$ は算出されていないので、ここでのAPは $_{nss}SO_4^{2-}$ と NO_3^- の和としている。$_{nss}Cl^-$ は $_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^- に比べ少量であり、比較の上で大きな支障はない。
APは全国最大が屋久島の162 meq/㎡/年、最小が小笠原の13.4 meq/㎡/年、全国平均が71.0 meq/㎡/年であった。磯子は以前より $_{nss}SO_4^{2-}$、NO_3^- が多かったが、三宅島火山ガスの影響が加わったため、さらに $_{nss}SO_4^{2-}$ が多くなり、図-７にみられるように、APとしては130 meq/㎡/年となり、全国最大レベルとなった。一方、NPは全国最大が立山の82.7 meq/㎡/年、最小が大分久住の14.9meq/㎡/年、全国平均が40.2 meq/㎡/年であった。磯子は NH_4^+、$_{nss}Ca^{2+}$ が多く、特に NH_4^+ が多く、NPとしては95.5 meq/㎡/年となり、全国最大値となった。

以上、各成分の比較結果を簡単に述べたが、磯子はAPが全国最大レベルだったが、pHは4.63で全国平均よりやや低いレベルにとどまっていた。これは言うまでもなく、NPが全国最大であったためである。このことは、宇部のAPが全国平均に近い値にもかかわらず、pHが6.00と全国最高値を示したのは、APに対しNPが多いため（特に $_{nss}Ca^{2+}$ が多い）であり、倉橋島のAPが磯子に比べ少ないにもかかわらず,pHが4.34と全国最低値を示すのは、NPが非常に小さいからであることからもよくわかる。

このように、pHはAPとNPの差を示しているのにすぎないので、酸性雨の状況を評価するには、pH、AP、NP等を総合的に考慮して判断する必要がある。APの点から言えば、磯子（横浜）は、以前より、全国の中ではやや強いレベルの酸性雨であったが、2000年以降、三宅島の影響が加わったことにより全国の中で最も強いレベルの酸性雨の地域となっているといえよう。

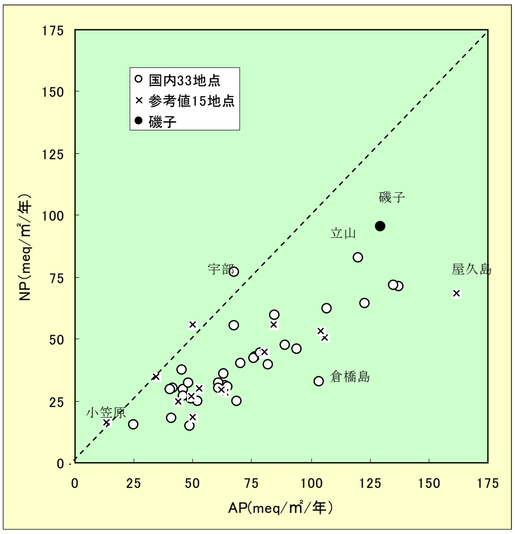
４．まとめ

1995～2004年までの10年間、横浜市磯子で実施した酸性雨モニタリング調査結果を解析、さらに、これらの結果と環境省による全国調査結果を比較した結果、以下のことが明らかとなった。

（１）10年間の磯子における年間平均降水量は1736mm、年平均pHは初期1mm降水が4.20（最低値2.98）、一降水全量が4.66（最低値3.04）、年平均湿性沈着量は $_{nss}SO_4^{2-}$ が65meq/㎡/年、NO_3^- が37meq/㎡/年、$_{nss}Cl^-$ が19meq/㎡/年、NH_4^+ が62meq/㎡/年、$_{nss}Ca^{2+}$ が19meq/㎡/年であった。

（２）経年的には、2000年９月に三宅島から火山ガスが大量に放出し始めてから、湿性の $_{nss}SO_4^{2-}$ 沈着量が急増、pH4未満の強酸性降水が頻繁に出現し、pHが急激に低下した。その後、徐々に回復傾向はみられているが、火山ガス放出後、５年目に当たる2004年現在においても、依然として火山ガスの影響がまだかなりみられている。

（３）上記の結果と環境省による全国調査結果を比較したところ、横浜市磯子は以前より、全国の中ではやや強いレベルの酸性雨であったが、三宅島火山ガスが放出し始めた2000年以降は全国の中では最も強いレベルの酸性雨の地域となっていることが明らかとなった。



図－６　磯子と国内48地点のAPとNP

表-3　横浜市磯子と日本各地の降水のpH、湿性沈着量の比較(2002年度)

地点		降水量	pH	H^+	NO_3^-	$_{nss}SO_4^{2-}$	NH_4^+	$_{nss}Ca^{2+}$	AP	NP	N/S比
		mm		meq/m²/年							
横浜市磯子		1908	4.63	45.1	43.8	85.8	73.9	21.6	130	95.5	0.51
全国調査（48地点）	平均値	1693	4.79	32.0	24.2	46.8	28.5	11.7	71.0	40.2	0.52
	最大値	4127	6.00	73.1	57.1	105	56.7	38.5	162	82.7	0.78
	最小値	757	4.34	1.2	3.1	10.3	6.9	4.0	13.4	14.9	0.27
全国調査（33地点）	平均値	1638	4.71	31.8	24.7	47.4	28.9	11.9	72.1	40.8	0.53
	最大値	3250	6.00	69.4	51.9	87.1	56.7	38.5	138	82.7	0.71
	最小値	757	4.34	1.2	9.1	15.7	8.3	5.1	24.8	14.9	0.27

注1）AP＝$_{nss}SO_4^{2-}$＋NO_3^-、NP＝NH_4^++$_{nss}Ca^{2+}$

注2）全国調査48地点のうち、年間値が有効判定基準で棄却されたものが15地点あり、参考値として取り扱われている。

注3）全国調査（48地点）の値は参考値を含み、全国調査（33地点）の値は参考値を除いている。

文　献

1) 環境省酸性雨対策検討会：第4次酸性雨対策調査取りまとめ（平成14年9月).

2) 気象庁：三宅島の火山活動に関する火山噴火予知連絡会統一見解(平成14年5月23日).

3) 横浜市環境科学研究所：酸性雨に関する調査研究報告（1993年3月）

4) 横浜市環境科学研究所：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－（1998).

5) 加藤善徳、梅田てるみ：横浜の森林土壌の酸性化の実態と酸中和能(1)－スギ林､広葉樹林､林外土壌の調査－、横浜市環境科学研究所報第26号、129-138(2002).

6) 加藤善徳、梅田てるみ：横浜の森林土壌の酸性化の実態と酸中和能(2)－人工酸性雨･カラム試験による酸中和能の測定－、横浜市環境科学研究所報第 29 号、102-108(2005).

7) 加藤善徳、梅田てるみ：横浜の森林土壌の酸性化の実態と酸中和能(3)－市内森林土壌の酸中和能（ANC）の状況－､横浜市環境科学研究所報第29号､109-112(2005).

8) 梅田てるみ、加藤善徳：酸性雨等による金属材料への影響調査－三宅島火山ガス放出後の金属溶出量，腐食量の状況－、大気環境学会誌、第39巻、第1号、11－20（2004).

9) 環境庁大気規制課：湿性沈着モニタリング手引書（平成10年5月).

10) 横浜地方気象台編集：神奈川気象月報、(1995 年 1月～1998年12月）

11) 気象庁編集：気象庁月報、(1999年1月～2004年12月).

12) 気象庁編集：気象庁観測平年値(2001年4月).

13) 埼玉県環境防災部青空再生課：酸性雨等についての情報、埼玉県環境防災部青空再生課：酸性雨等についての情報、http://www.kankyou.pref.saitama.jp./jj/jj0101/jj010100414001.htm(2001).

14)川崎市環境局公害部大気課：酸性雨状況（平成13年6月報告)､http://www.city.kawasaki.jp/30/30taiki/home/ame/ame200106.htm(2001).

15)鶴田治雄：東アジアの酸性雨、科学、Vo.59、No。5、305-315(1989).

16) 加藤善徳、梅田てるみ：三宅島火山ガスによる酸性雨への影響、横浜市環境科学研究所報第 25 号、38－46（2001).

17)松本利恵、唐牛聖文、米持真一、村野健太郎：三宅島火山ガスによる高濃度二酸化硫黄および硫酸性強酸性雨の観測、大気環境学会誌、37(6)、357-373(2002).

18) 気象庁：三宅島の火山活動に関する火山噴火予知連絡会拡大幹事会見解(平成16年12月27日).

19)田子博、今井克江、大谷仁巳、嶋田好孝：赤城山の霧水に及ぼす三宅島噴火の影響、大気環境学会誌、38(5)、339-346(2003).

20)環境省：酸性雨対策調査総合とりまとめデータ集、昭和58年度～平成14年度.

横浜市内における生物生息空間に関する一考察

小野勝義、西高幸作（横浜市環境科学研究所）

A study of habitation space factor for creatures in Yokohama

Katsuyoshi Ono , Kohsaku Nishitaka
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：生物生息空間、環境特性、環境の多様性、環境構成要素、生物出現種数

要旨

横浜市内における生物に配慮した環境への改善、又は生物生息空間の連結化（ネットワーク化）、市街地への自然的環境や生き物の誘導に係る施策検討に寄与するため、「まち・生き物・自然が融合する環境づくりに関する研究」に着手した。今回は、当該研究のための予備調査の一環として実施された生物調査、並びに過去において実施された陸域生物相調査の結果に基づき、環境特性（環境の構成要素や多様性など）とそこに生息する生き物との関連性や傾向等について解析し考察を行った。

解析の結果、樹林地や草地、水辺空間の有無など環境特性の違いにより、鳥類や昆虫類の出現種数に大きな違いが見られたこと、環境の多様性に生物出現種数が連動する傾向があること、昆虫類は鳥類に比べて大規模樹林地への依存性が低いことなどが確認された。また、今後研究を行うにあたり、調査の方向性や解析上留意すべきポイントなど、いくつかの知見を得ることができた。

1　はじめに

横浜市域では、1960年代からの急速な都市化の進展に伴い、市街地の拡大が進み、山林や田畑等が減少し、多くの緑地が失われてきた。[1)]

その一方で、安らぎや疲労回復の効果など、自然環境が人間にもたらす、いくつかの効果・効用が科学的に裏付けされるとともに、各種世論調査結果からは、多くの人が緑豊かな自然とふれあうことのできる環境や機会を求めていることが分かる。[2) 3)]

こうした中、「環境基本法」(1993年)に基づき国が策定した「環境基本計画」(1994年)では、四つの長期目標が定められ、その一つとして「自然との共生」が掲げられていることから分かるとおり、健全な生態系を維持、回復し、自然と人間との共生を確保することが、環境保全施策を進める上での重要な課題と位置付けられ、将来の世代に良質な都市環境を引き継ぐためには、「環境と共生したまちづくりの推進」が必要であるとされている。

また、横浜市においては、複雑化・多様化した環境問題に対応するため、「横浜市環境の保全及び創造に関する基本条例」(1995年)を制定した。この条例を踏まえ、環境施策を推進するに当たっての基本的な計画となる「横浜市環境管理計画」(1996年)を策定し、自然環境の保全及び快適環境の創造を重要な課題として位置付けた。

さらに近年では、法律や市の制度により、緑地保全地区の指定や市民の森の設置など、市内の自然環境の保全（量的確保）に努め、「環境エコアップマスタープラン」の策定や生物の生息しやすい多様性のある環境を備えた公園、樹林等の整備など、生物に配慮した環境の改善施策（質的向上）を推進してきたものの、生物生息空間は現在においてもなお減少傾向にある。

生物生息空間の確保に関する一般原則としては、草地や水辺など環境を構成する要素を多様に組み合わせたり、地形の起伏や植生の階層、多孔質の空間を確保するなど、多様な環境を整えることが重要であるとされており[4)]、緑地面積が大きく、緑地間の連結性が高いほど、そこに生息する生物種数や個体数は増加する傾向にあることが多くの研究から明らかにされている。[5)]

しかし、本市のように土地利用が発達し高度化した市街地においては、緑地等の十分な量を確保することが難しいことから、より多様な環境の整備と、より効果的な配置が求められているものの、これらに関連する具体的情報や知見、中でも市街地内に孤立する生物生息空間に関する情報量については、極めて少ないのが現状である。

このような状況を踏まえ、横浜市内における生物に配慮した環境への改善、又は生物生息空間の連結化（ネットワーク化）、市街地への自然的環境や生き物の誘導に係る施策検討に寄与するため、「まち・生き物・自然が融合する環境づくりに関する研究」を進めるべく予備調査等の事前準備に傾注しているところである。今回は、当該研究のための予備調査の一環として実施された生物調査、並びに過去において実施された陸域生物相調査の結果に基づき、環境特性（環境の構成要素や多様性など）とそこに生息する生き物との関連性や傾向等について解析、考察を行ったので報告する。

2　調査方法

2-1　環境構成要素間の比較

横浜市域に生息する生き物はどのような環境を好むのか、又はどのような環境に多くの生き物を見ることができるのだろうか。1997～1998年に実施された「横浜市陸域の生物相・生態系調査」[6)]（以下「陸域生物相調査」という）のデータに基づき、樹林地や草地、水辺空間などの環境を構成するエリア（要素）ごとに、そこで見られる生き物について比較検討を行った。なお、データの比較にあたっては、水辺空間の有無に起因する影響をなくすため、水辺が隣接する「樹林地」および「草地」は原則除外した。また、比較対象とする生物種については、身近と感じられる生き物で、かつデータ数の充実している鳥類と昆虫類を選定した。

2-2　大規模樹林地からの距離と環境構成要素に着目した比較

横浜市内には、多様な動植物相が生息する大規模樹林地として、円海山周辺や戸塚区舞岡町などに代表される「緑の7大拠点」が存在している。それらの大拠点から近い箇所（概ね3km以内）と離れた箇所、つまり「距離」の影響と対象地の「環境構成要素」の違いに着目して、どのような生き物が見られるか比較検討を行った。

2-3　市街地における生物生息空間の比較

市街地の中に点在する孤立林や社寺林等を対象として生物相調査を実施し、環境特性の違いとそこに見られる生き物との相関や傾向についてデータの比較検討を行い、市街地の中に孤立する身近な生物生息空間においては、どのような環境に多くの生き物を見ることができるのか考察した。

調査地点は表1に示すとおり7箇所を選定した。選定に当たっての条件は、①市街地の中に孤立する空間であること、②大きさが概ね2～3ha程度の規模であること、③大規模樹林地からの距離が5km以上離れていること、（もえぎ野を除く）とした。

表1　調査地点

	反町公園	子安台公園	神ノ木公園	總持寺	茅ヶ崎（公園予定地）	篠原園地	もえぎ野（公園・樹林）
所在地	神奈川区 反町一丁目	神奈川区 子安台一丁目	神奈川区 神ノ木台	鶴見区 鶴見二丁目	都筑区茅ヶ崎 東一丁目	港北区 篠原台	青葉区 もえぎ野
規模（ha）	2.4	2.8	2.2	2.4	2.5	2.1	3.2

一方、環境特性については、選定された7箇所の調査地で大きく差がみられるよう配慮した。すなわち、環境特性として最も単調で都市環境や人との接点が多いと考えられる反町公園（神奈川区・写真１）から、多様な地形や植生環境、生き物の生息場所の確保に配慮された水辺空間を有するもえぎ野ふれあいの樹林及びもえぎ野公園（青葉区・写真２）まで、様々な環境特性を持つ区域を対象とした。調査項目については、過去に実施された陸域生物相調査に準じて表2のとおりとした。

写真1　反町公園

写真2　もえぎ野公園・ふれあいの樹林

表2　調査項目及び調査方法等

調査項目	調査日	調査方法
植物相	2004年11月・	調査地踏査
ほ乳類	2004年10月・	調査地踏査及び痕跡調査
両性・は虫類	2004年10月・	調査地踏査及び痕跡調査
鳥類	2004年10月12月	ロードサイドセンサス及び定点観察
昆虫類	2004年10月・	スウィーピング法、ルッキング法等
クモ類	2004年11月・	スウィーピング法、ルッキング法等
土壌動物	2004年11月・	地表下10cm土壌の2mm以上動物を選別

3　結果

3-1　環境構成要素間の比較

陸域生物相調査データを基に、樹林地や草地、水辺空間などの環境を構成する要素ごとに見られる生き物の種数等について比較してみた。

鳥類の比較結果を図1に示す。樹林地で見られる鳥類の種数については、落葉広葉樹林と常緑広葉樹林が12～15種類と多く、次いで針葉樹林、竹林と低くなっている。草地の種数も、13種類と比較的多く、落葉、常緑広葉樹林とともに大切な生息場所となっていることがわかる。出現個体数についても同様の傾向が見られ、竹林は鳥類にとってあまり快適な生息空間ではないと想定される。

同様に昆虫類の比較結果を図2に示す。種数については、水辺空間を備えた落葉広葉樹林の45種類から竹林の9種類まで幅広く変化し、環境構成要素間の差は、鳥類と比べ、より明確に現れている。昆虫相の特徴としては、水辺植物群落のトンボ類の種数が他のエリアと比べ多いことが分かる。

このような環境構成要素間の比較は、一般によく用いられる解析手法であるが、今回は既存のデータを活用したことから、調査地点の大きさや大規模樹林地からの距離、周辺環境の状況などの条件設定にバラツキが生じた。

しかし、このような条件設定における影響を考慮して

も、環境構成要素と生き物の関係について一定の傾向を確認することができた。

ただし、実際の生物生息空間は、いくつもの環境構成要素を複合的に有している場合が多く、単一的な環境特性に関する情報のみでは不十分と考えられる。したがって、今後の研究においてはこの点に十分配慮し、樹林地や草地、水辺空間の有無等、環境の組合せ又は複合性を取り入れた場合の効果や情報収集を行うなど、実際の環境保全・創造に関する施策へ活用するための知見を得るための工夫が必要であると感じられた。

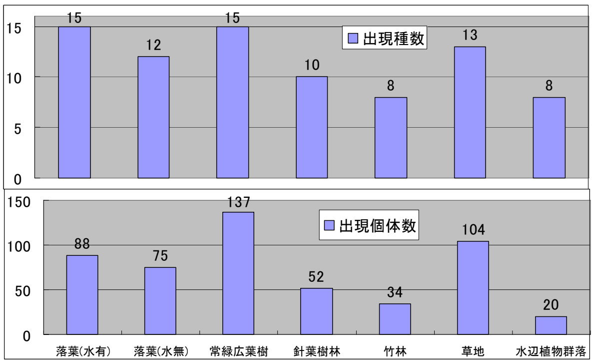


図１　　環境構成要素間の鳥類種数等の比較

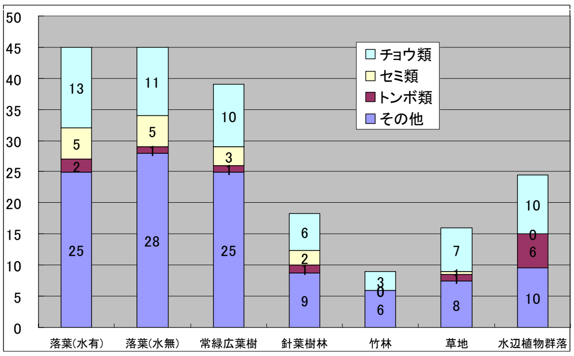


図２　　環境構成要素間の昆虫類種数の比較

3-2　大規模樹林地からの距離と環境構成要素に着目した比較

大規模樹林地からの距離とそこに生息する生き物の種数等について比較した。前述したとおり、環境構成要素間で種数等に差が生じることから、原則、対象を落葉広葉樹林と常緑広葉樹林、すなわち樹林の「質」に着目して比較検討を行った。

昆虫類の比較結果を図3に示す。種数については、大規模樹林地から概ね3km以内の近い樹林地と、それ以上の距離にある離れた樹林地との特徴に明確な差は出なかったが、多様な環境と単調な環境を比較した場合、その差は顕著に表れた。

この結果より、昆虫類の生息環境としては大規模拠点からの距離よりも、環境の多様性や人為的な土地の改変等の影響が大きく左右するものと想定される。したがって、たとえ市街地内であっても多様性に富んだ質の良い環境を整え、人の入り込まない生物保護エリアを設定することにより、昆虫類の出現種数を増加させることは十分可能であると推察できる。

次に、鳥類の結果を図4に示す。種数については、大規模樹林地とその周辺の樹林地で14種類、大規模樹林地から離れた樹林地、単調な環境で12種類であり、全体として大きな差は見られない。

また、出現個体数については、「大規模樹林地」の個体数が少なく、「単調な環境」の個体数が圧倒的に多くなっている。これは、出現種の内訳をみると、公園などの「単調な環境」では、「ドバト」、「スズメ」、「ヒヨドリ」などのいわゆる「都市鳥」が多いためである。こうした都市環境に順応した鳥の存在が、単調な環境における出現個体数の増加要因となっている。

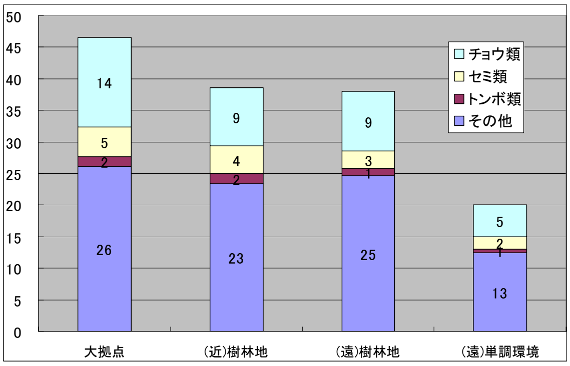


図３　　大規模樹林地からの距離と昆虫類種数の比較

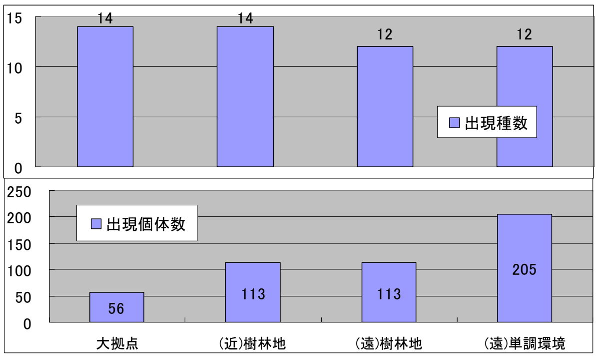


図４　　大規模樹林地からの距離と鳥類種数等の比較

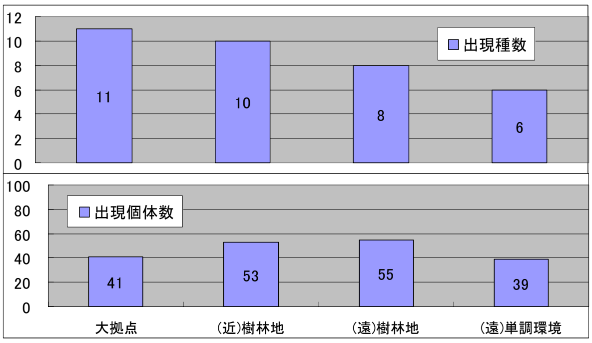


図５　　大規模樹林地からの距離と鳥類種数等の比較
（都市鳥を除く）

ここで、都市鳥を除いて比較を行ってみた。図５に示すとおり、種数については、「大規模樹林地」から市街地の「単調な環境」に向かって減少するという一定の傾向が表れた。

以上のことから、鳥類については、昆虫類と比べ、大規模樹林地への依存性が高いと考えられるが、今回のように、単純な距離情報だけでは情報量が不十分であり、郊外部から市街地へ生き物を誘導するための回廊や飛び石的に点在する緑地空間の状況を考慮するなど、今後の研究では大規模樹林地との連結性を視野に入れた調査、並びに情報収集を進めていく必要がある。

3-3　市街地における生物生息空間の比較

3-3-1　環境多様性の比較

はじめに、7箇所の調査地点について、環境の多様性を比較してみる。

環境の多様性に係る比較項目としては、草地や水辺空間などの環境構成要素の数や地形の起伏、植物相の出現種数、植生階層構造、多孔質空間等の状況など、多くの項目を挙げることができる。

そこで、生き物はそこに生育する植物相に基本的に依存すると言われていること、客観的数値の把握が容易であることなどの理由から、植物相の出現種数を用いて、各調査地点の多様性を比較してみた。

その結果を図6に示す。草本類の出現種数については、反町公園が18種類と一番少なく、子安台公園、神ノ木公園の順で増加し、もえぎ野樹林では86種類の草本類が見られた。木本類、シダ類についても、同様な傾向が得られている。

植物相の出現種数以外については、客観的数値による比較が難しいことから、概況による比較を行った。その結果を表3に示す。相対的な捉え方ではあるが、植物相の出現種数による比較結果と同じように、反町公園からもえぎ野樹林に向かって多様性が高くなる傾向が確認できた。

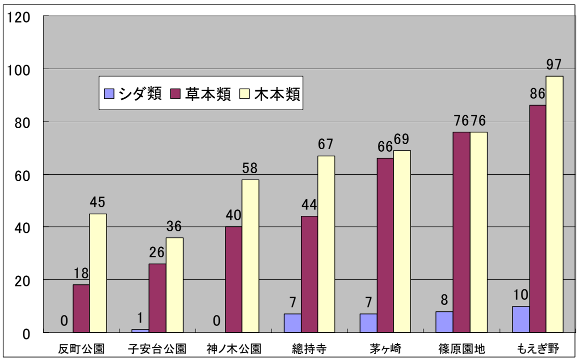


図6 各調査地点の植物相出現種数比較

表３　調査地点の概況比較

	反町公園	子安台公園	神ノ木公園	總持寺	茅ヶ崎（公園予定地）	篠原園地	もえぎ野（公園・樹林）
環境構成要素							
樹林環境	△	△	○	○	○	○	○
草地環境			△(芝)		○		
水辺環境	△					○	○
斜面や起伏		○	○	○	○	○	○
植生階層構造							
高木あり	○	○	○	○	○	○	○
中木あり			○	○	○	○	○
低木や下草	△	○	○	○	○	○	○
○の数（△は0.5）	2.5	3.5	5.5	5	6	6	6

3-3-2　鳥類比較

次に、調査地点ごとに見られる鳥類の種数等について比較し、その結果を図7に示した。

鳥類の出現種数については、7調査地点の中で多様な環境と分類される「もえぎ野樹林」が23種類と高い数値を示している。環境の多様性の低下とともに鳥類の出現種数も低下し、反町公園では11種類となっている。

一方、出現個体数については、これとは逆の傾向を示しているが、これは、前述した都市鳥の影響によるものである。都市鳥を除いたものを図8に示す。

都市環境に順応していない鳥類にとっては、「多様な環境」を生息場所として求める傾向があると推測される。

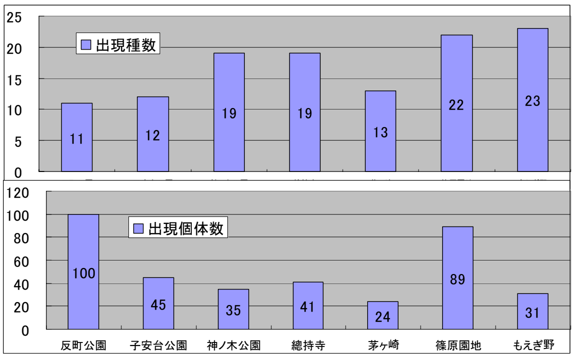


図7　各調査地点の鳥類種数等比較

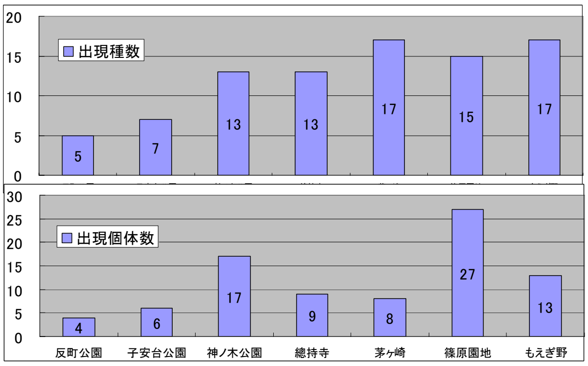
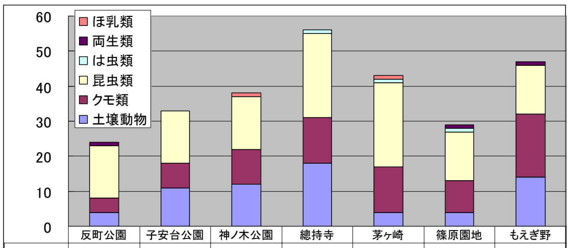


図8　各調査地点の鳥類種数等比較（都市鳥を除く）

3-3-3　その他の生き物比較

その他の生き物の出現種数について比較した結果を図9に示す。



	反町公園	子安台公園	神ノ木公園	總持寺	茅ヶ崎	篠原園地	もえぎ野
ほ乳類	0	0	1	0	1	0	0
両生類	1	0	0	0	0	1	1
は虫類	0	0	0	1	1	1	0
昆虫類	15	15	15	24	24	14	14
クモ類	4	7	10	13	13	9	18
土壌動物	4	11	12	18	4	4	14

図9　各調査地点のその他生物の種数比較

總持寺では一見多くの土壌動物が見られるが、これは

ヤスデやムカデを中心とした倍脚綱・唇脚綱が突出して確認された結果であり、多様性を伴うものではないと判断できる。土壌動物の調査手法については、調査範囲全体を調べることが難しく、数カ所の土壌をサンプリングするポイント調査となることから、サンプリング場所の選定基準について今後の課題が残る。

一方、昆虫類では、總持寺や茅ヶ崎城址公園予定地で出現種数が多くなっているが、これはいずれも人が入り込めないよう管理されていることに起因すると推察される。このことからも、土に由来する昆虫類は、人の歩行や通過による土壌表面の締め固めや、土地の改変等が大きく生息環境を左右すると考えられる。

個々の調査項目に着目すると、出現種数の傾向にバラツキは見られるものの、その他生物の全体を通してみた場合、環境の多様性の増加とともに出現種数が増加する傾向がうかがえる。

4　おわりに

この調査が事前の予備調査という位置付けではあるものの、樹林地や草地、水辺空間など、環境の種類の違いにより、生き物の出現種数に大きな差が見られること、昆虫類は鳥類に比べて大規模樹林地への依存性が低いこと、環境の多様性の増加とともに、生物出現種数も増加する傾向にあることなど、具体的データに基づいた一定の傾向を確認することができた。

ただし、生き物が好む生息場所・生息条件は生物種ごとに千差万別であることから、個々の生物種について出現増加要因を解析していくには、多くの時間とデータ収集が必要となる。

そこで、今後の調査の方向性としては、一調査地点内を草地や水辺などの環境を構成する要素ごとに区分して調査することで、環境の組合せやその大きさ等と生物出現種数との相関について解析を深めるなど、調査手法に工夫を加え、「生物多様性の高い環境・生き物にとって良質な環境とは何か」に答えていきたいと考える。

さらに、大規模樹林地からの距離の影響やその連結性に関する調査検討と併せて、市街地における自然的環境の創造や整備に反映できる情報、自然と共生するまちづくりに向けた知見を提供していきたいと考える。

文献

1) 横浜市：ヨコハマ エコアップマニュアル、(1993)

2) 横浜市：平成16年度横浜市民意識調査、(2004)

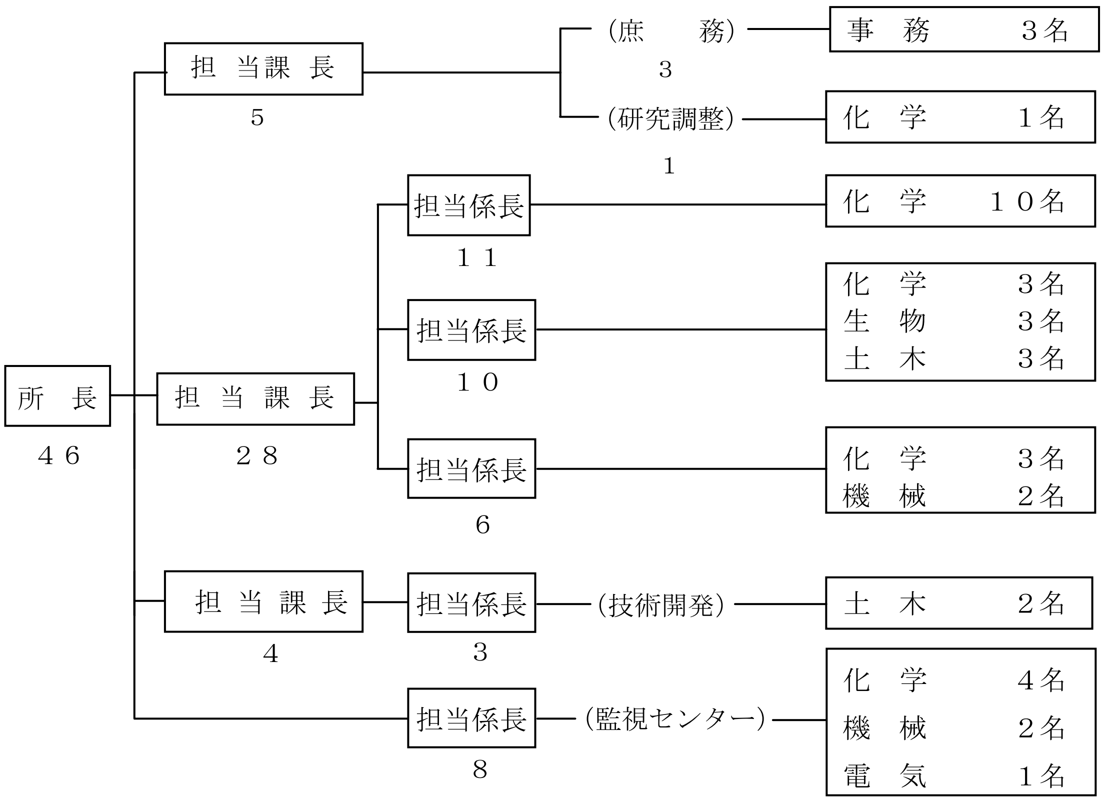
3) 総理府：自然の保護と利用に関する世論調査、(1997)

4) 神奈川県：自然にやさしい技術100事例ー人と自然との共生をめざしてー、(1994)

5) 都市緑化技術開発機構：都市のエコロジカルネットワークー人と自然が共生する次世代都市づくりガイドー、(2000)

6) 横浜市：横浜市陸域の生物相・生態系調査報告書、(1999)

１．人員及び組織



（平成17年4月1日現在）

２．主要機器一覧表

品　名	規　格	数　量	配　置
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL製　JMS-700	１式	ﾀﾞｲｵｷｼﾝ等分析室
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ス　RA-3	１式	液クロマト室
原子吸光光度計	パーキンエルマ-　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
ﾊﾟｰｿﾅﾙ・ﾀﾞｽﾄﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞｼｽﾃﾑ	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
ﾏｲｸﾛｳｪﾙﾌﾟﾚｰﾄ測定用吸光光度計	ﾅﾙｼﾞｪﾇﾝｸｲﾝﾀｰﾅｼｮﾅﾙ　ｲﾑﾉﾐﾆ　NJ-2300	１式	実験室（４Ｆ）
データレコーダ	ソニー　PC204,208	２台	音環境研究室
２ｃｈＦＦＴ分析器	小野測器　CF-360	１式	音環境研究室
広帯域 1/3 ｵｸﾀｰﾌﾞ実時間分析器	リオン　SA-27	１式	音環境研究室

騒音振動作図装置	日本ﾋｭｰﾚｯﾄﾊﾟｯｶｰﾄﾞ 7550B	１式	音環境研究室
騒音振動データ処理機	ﾋｭｰﾚｯﾄﾊﾟｯｶｰﾄﾞ 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	３台	音環境研究室
ｵｰﾄｱﾅﾗｲｻﾞｰ（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	ｶﾞｽｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌ室
農薬分析装置	アジレント 5973N 外	３式	ｶﾞｽｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌ室
イオンクロマトグラフ	DIONEX DX-320	１台	都市環境研究室
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
ｻｰﾏﾙﾃﾞｿｰﾌﾟｼｮﾝｶﾞｽｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌ	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）

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
日本騒音制御工学会春期研究発表会	2004. 4	環境振動に関する自治体へのアンケート調査(その2)	○鹿島教昭、塩田正純（飛島建設技研）、福原博篤（騒音防止協会）、由衛純一・大野崇・平野高司（環境省大気生活室）
日本気象学会2004年度春季学術大会	2004. 5	東京湾における水温平面分布とその変遷	○安藤晴夫・川井利雄（東京都環科研）、柏木宣久（統計数理研）、二宮勝幸、小倉久子（千葉県環境研究セ）
日本珪藻学会第25回大会	2004. 5	大気暴露が珪藻類の優占する付着藻類群集の遷移に及ぼす影響	○福嶋悟、皆川朋子（土木研自然共生セ）
	〃	横浜市内河川における珪藻群集の長期的モニタリング(1973～2002年)・第２報	○福嶋悟
横浜市内水域生物相調査報告会	2004. 5	水質環境・付着藻類	○福嶋悟
平成16年度神奈川県市環境・公害研究機関合同発表会	2004. 6	2003年に横浜市沿岸を中心に発生した赤潮	○水尾寛己・下村光一郎、鳥海三郎・岡敬一（神奈川県環科セ）、小野寺・若林・阿久津（横浜市環保局）
〃	〃	横浜の酸性雨の状況－ここ10年間の状況－	○加藤善徳
2004年度・河川技術に関するシンポジウム	2004. 6	土砂投入が付着藻類に及ぼす影響 -多摩川永田地区を事例に-	○皆川朋子（土木研自然共生セ）、天野邦彦（土木研）、福嶋悟
平成16年度全環研関東甲信静支部騒音振動専門部会	2004. 7	環境振動に関する自治体へのアンケート調査(その2)	○鹿島教昭、塩田正純(飛島建設技研)、福原博篤(騒音防止協会)、由衛純一・大野崇・平野高司(環境省大気生活室)
第15回(平成16年度第1回)環境科学研究所研究発表会	2004. 8	横浜市のヒートアイランドの現状－2002年～2003年の結果－	○福田亜佐子
〃	〃	横浜の酸性雨の状況－ここ10年間の状況－	○加藤善徳
〃	〃	神奈川県、横浜市、川崎市によるPM2.5対策共同調査結果－PM2.5中の有機成分について－	○白砂裕一郎
〃	〃	東京湾、横浜市沿岸水域で発生している赤潮	○水尾寛己
平成16年度全環研協議会関東甲信静支部大気専門部会	2004. 9	横浜市内における環境大気中ダイオキシン類濃度について－同族体組成からみた地域特性－	○前田裕行・白浜武四郎・加藤美一、越智洋之（横浜市環保局）
第10回バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会	2004. 9	環境中の農薬濃度とミジンコを用いた試験について	○酒井学
平成16年度全環研協議会関東甲信静支部水質専門部会	2004. 9	都市における川の生きものの季節性はどうなっているか	○福嶋悟
The Third International Workshop on Marine Remote Sensing in Northwest Pacific Region	2004.10	Estimation of Chlorophyll-a Concentration with Satellite Remote Sensing	○Hiromi Mizuo,Yoshifumi Yasuoka(Univ. of Tokyo),Shinichi Aoki(Toyohashi Univ. of Tech.),Keiichi Oka,(Kanagawa ERC),Toshirou Sugimura(Remote Sensing Technology Center of Japan)

第42回日本甲殻類学会大会	2004.11	横浜市域と三浦半島に分布するヌカエビ集団のアロザイム分析による遺伝学的・形態学的特徴	○樋口文夫、益子計夫（帝京大学）
第16回(平成16年度第２回)環境科学研究所研究発表会	2005. 1	横浜市における化学物質の汚染状況について	○酒井学
〃	〃	横浜市内の硝酸、亜硝酸、アンモニア性窒素の汚染実態調査結果	○飯塚貞男
〃	〃	川の水温変化と生物分布	○福嶋悟
〃	〃	地下水の帯水層と水質に関する一考察	○角田定孝
平成16年度土砂管理推進検討委員会	2005. 1	ダム下流河川における藻類対策手法	○福嶋悟
第20回全国環境研究所交流シンポジウム「生物指標・モニタリングー生物を用いて環境を測るー」	2005. 2	藻類による河川の水環境評価	○福嶋悟
国土交通省川辺川ダム砂防事務所・河川環境に関する講演会	2005. 2	河川における藻類生育特性と対策技術	○福嶋悟
水環境学会第39回年会	2005. 3	東京湾水質の長期変動― 一都二県公共用水域水質測定結果の解析―	○小倉久子（千葉県環研セ）、安藤晴夫（東京都環科研）、柏木宣久（統計数理研）、二宮勝幸

４．雑誌等投稿

雑　誌　名　等	発行年月	執　　筆　　者	題　　名
河川技術論文集第10巻	2004. 6	皆川朋子（土木研究所自然共生研究セ）、福嶋悟、天野邦彦（土木研究所）	土砂投入が付着藻類に及ぼす影響 －多摩川永田地区を事例に－

［要　旨］　流砂の影響により河川の藻類現存量は小さくなるが、河床面から高い位置の流砂量は河床付近に比べて少なく、藻類現存量への影響も小さいことを明らかにした。

雑　誌　名　等	発行年月	執　　筆　　者	題　　名
日本珪藻学会誌第20巻	2004.12	福嶋悟	都市河川の珪藻群集における季節性の再生

［要　旨］　下水処理水の影響により河川水温は1980年代中途以降に明瞭に上昇しており、このようなところでは冷水性珪藻は出現しない。それに対して、下水処理水が流入しないところで、冬季平均の水温が10度以下に低下した状態が４～５年続くようになると、冷水性種が出現するようになることを明らかにした。

雑　誌　名　等	発行年月	執　　筆　　者	題　　名
平成16年度環境省委託業務結果報告書　振動評価手法のあり方に関する検討調査	2005.3	鹿島教昭	第5章　振動苦情の発生と対応の実態

［要　旨］　振動苦情の過半が測定されず、しかも敷地境界で測定された鉛直方向の振動は大半が基準内であり、従って測定データの多くは苦情解決に用いらない無駄なデーとなっている。苦情があっても基準内という矛盾は家屋内で被害者が感じる振動を測定しない現行法にある。家屋内では水平方向の増幅量が鉛直方向より大きく、今後はこの家屋内増幅を詳細に測定し被害感との相関を科学的に把握する必要がある。

雑　誌　名　等	発行年月	執　　筆　　者	題　　名
酸性雨調査報告書－関東地方環境対策推進本部大気環境部会－	2005.3	加藤善徳	金属腐食調査

［要　旨］　関東周辺地域で金属板を長期暴露し、その腐食状況を調査した結果、炭素鋼板の腐食は寒侯期に比べ暖侯期に大きく、降水量、H^+、SO_4^{2-}、NO_3^-降下量と強い相関があることが明らかとなった。

５．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　ー青空はよみがえったか，この横浜にー	1982. 8	B5. 31頁
43	会下谷の雑木林の生物相とその季節変化 (横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 11	B5. 143頁
44	横浜市公害研究所報第7号	1982. 11	B5. 105頁
45	第6回公害セミナー会議録 大気汚染　ー青空はよみがえったか，この横浜にー	1983. 1	B5. 99頁
46	浮遊粉じん・ばいじんに関する総合調査報告書	1983. 1	B5. 187頁
47	南関東地域での光化学大気汚染に関する総合調査報告書	1983. 2	B5. 177頁
48	こども自然公園環境調査報告書	1983. 2	B5. 155頁 付図4枚
49	道路周辺の植樹帯による物理的及び心理的騒音効果に関する研究 ー中間報告ー	1983. 3	B5. 106頁
50	横浜市南部沿岸地域の軟弱地盤調査図　　付図1ー5	1983. 3	B2.
51	調査研究事業のあらまし	1983. 3	B5. 34頁
52	都市自然に関する社会科学的研究	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ー「よこはまの川と池」再発見ー	1983. 11	B5 149頁
54	横浜市公害研究所報第8号	1983. 12	B5. 157頁
55	排水処理技術維持管理マニュアルー生物処理編ー	1983. 12	B5. 132頁
56	魚類の健康評価に関する研究(4)	1984. 1	B5. 67頁
57	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書	1984. 2	B5. 183頁
58	第7回公害セミナー会議録 身近な水辺とまちづくりー「よこはまの川と池」再発見ー	1984. 2	B5. 135頁
59	横浜市南部沿岸地域軟弱地盤調査報告書	1984. 2	B5. 56頁 付図6枚
60	横浜のホタル生息地（1983年度版）	1984. 3	B5. 49頁
61	第8回公害セミナー公募論文集 いま　横浜の海は　ー水質，生物，水ぎわ……ー	1984. 11	B5. 105頁
62	横浜市公害研究所報第9号	1984. 12	B5. 193頁
63	横浜市南部丘陵　舞岡川源流域の水分調査	1984. 12	B5. 120頁
64	排水処理施設維持管理マニュアルーイオン交換処理編ー	1985. 3	B5. 134頁
65	第8回公害セミナー会議録 いま　横浜の海は　ー水質，生物，水ぎわ……ー	1985. 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 ー総合報告ー	1985. 3	B5. 173頁
67	横浜市公害研究所報第10号	1985. 12	B5. 190頁
68	平潟湾・金沢湾周辺水域環境調査報告	1986. 3	B5. 149頁
69	魚類指標による工場排水規制手法に関する研究	1986. 2	B5. 192頁
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ー道路緑化と騒音ー	1986. 2	B5. 179頁
71	ホタ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ー水・みどり・まち…ー	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ー汚泥処理編ー	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，身近な環境ー水，みどり，まち…ー	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ー水・みどり・まち…ー	1987. 11	B5. 89頁

資料番号	件　　　　　　　　　名	発 行 年 月	体　裁　等
81	横浜市公害研究所報第12号	1988. 3	B5. 161頁
82	第11回公害セミナー会議録	1988. 3	B5. 139頁
	調べてみよう，身近な環境－水，みどり，まち…－		
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	1988. 3	B5. 148頁
	－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		
86	第12回公害セミナー公募作品集	1988. 11	B5. 133頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－		
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	1989. 3	B5. 39頁
	調べてみよう，身近な環境－水，みどり，まち…－		
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	1989. 12	B5. 137頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－		
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	1990. 11	B5. 102頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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	1991. 11	B5. 174頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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	1992. 12	B5. 108頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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	1993. 12	A4. 105頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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	1994. 12	A4. 71頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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	1995. 12	A4. 117頁
	調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち－		
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

資料番号	件　　名	発行年月	体裁等
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ー水・みどり・まちー	1996. 12	A4. 91頁
127	横浜市環境科学研究所報第21号	1997. 3	A4. 141頁
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 ）ー酸性雨による器物影響ー	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　ー環境庁委託報告書ー	1997. 3	A4. 60頁
132	第21回環境セミナー公募作品集 　調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	1998. 1	A4. 109頁
133	横浜市環境科学研究所報第22号	1998. 3	A4. 115頁
134	第22回環境セミナー公募作品集 　調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	1999. 1	A4. 104頁
135	酸性雨に関する調査研究報告書（ II ） 　ー酸性雨による器物影響ー　（ 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ー水・みどり・まち・・・ー	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ー水・みどり・まち・・・ー	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	新低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ー水・みどり・まち・・・ー	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ー水・みどり・まち・・・ー	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	2003. 3	A4. 50頁
	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ー水・みどり・まち・・・ー	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ー水・みどり・まち・・・ー	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

６．施設見学者等一覧

日付	団体名等	内　　　　容	人数
H16.4.22	新潟県栃尾市立刈谷田中学校	首都圏の環境問題と分析見学（講義及び見学）	5
H16.5.12	宮城県桃生郡河南町立河南西中学校	ヒートアイランド及び大気汚染について（講義及び見学）	4
H16.5.12	山形県山形市立第十中学校	ヒートアイランド現象及び環境問題について（講義及び見学）	3
H16.5.27	横浜市医師会看護専門学校①	環境問題と汚染対策等について（講義及び見学）	37
H16.6.3	横浜市医師会看護専門学校②	環境問題と汚染対策等について（講義及び見学）	37
H16.6.16	湘南学園高校	水質汚濁（特に赤潮）について（講義）	7
H16.6.24	一般市民	酸性雨について（講義及び見学）	2
H16.7.13	磯子区環境を考える会	磯子区内における大気汚染（窒素酸化物等）の状況、大岡川源流の生き物、エコシティについて（講義）	20
H16.7.21	神奈川県立横浜緑ヶ丘高校	酸性雨・ヒートアイランド等の都市環境問題と屋上緑化やビオトープなどの対策について（講義及び見学）	7
H16.7.28	広島県立府中高校	環境ホルモン、ダイオキシン、農薬、揮発性有機塩素化合物について（講義及び見学）	11
H16.7.29	磯子小学校職員	ヒートアイランド、環境ホルモン、水生生物、ダイオキシン、エコアップの講義。シンプルサンプラー、水質試験キット、酸性雨の測定の実施体験。	18
H16.8.6	神奈川学園高校	ヒートアイランド現象、酸性雨等について（講義）	6
H16.8.23	中国訪問団	ヒートアイランド、大気汚染、ダイオキシン、酸性雨等について（講義、見学）	8
H16.8.26	明治大学附属中野八王子中学	酸性雨について（講義及び見学）	4
H16.12.27	神奈川県立柏陽高校	酸性雨などの環境問題について（講義及び見学）	3
H16.12.28	湘南白百合学園中学	大気汚染（Nox等）の現状について（講義及び見学）	3
H17.1.13	横浜税関	化学物質及び都市持続に係る研究について（講義及び見学）	12
H17.1.26	横浜市立岡村中学校	公害発生のメカニズムと人体への影響について（講義及び見学）	10
H17.1.28	横浜市立岡村小学校	水辺の生物指標について（講義及び見学）	18
H17.2.9	JICA/CITYNET研修生	環境教育、大気環境計測について（講義及び見学）	6
H17.2.10	横浜市立根岸小学校	大気汚染について（講義及び見学）	6
H17.2.21	横浜市立滝頭小学校	河川水の汚染物質の測定方法について	1
H17.2.22	南区消費生活推進委員	ダイオキシン等大気汚染について	8
H17.2.24	横浜国大付属中学校	電子顕微鏡、騒音測定、生物相、ヒートアイランド、酸性雨、ダイオキシンについて（職業体験学習）	1
合計	24		237

◇ 編 集 後 記 ◇

研究所発足以来、毎年刊行してきました所報もここに「第３０号」をとりまとめることができました。内容は、「業務報告編」、「調査研究編」及び「資料編」です。

局の再編に伴い、研究所も新しい体制となりましたが、今後とも、新たな視点から編集委員会等で議論をし、一層の充実を図っていきたいと考えています。

所報第３０号編集委員会
山内　泉
中村 英治
伊熊 信男
平野 耕一郎
松島 裕子
鹿島 教昭
二宮 勝幸
加藤 善徳
小市 佳延
坂井　清
西高 幸作
角田 定孝
若林 信夫