# ま　え　が　き

横浜市内の川や海は、昭和30年代から始まった高度経済成長や人口の都市集中化によって水質汚濁が進み、かつて魚影も見られなくなるような時期がありました。このため、本市の公害対策審議会は、水質環境の目標として「魚がすみ、釣りや水遊びの楽しめる海や川を市民の手に取りもどせる」よう、昭和50年７月、市長に建議しました。建議の中で、これまでに使用されてきた水質汚濁の専門的な評価手法のほかに、市民が身近に観察することができる魚類やサワガニ等の小動物、藻類など生物により感覚的に水質を評価する手法を取入れました。これは、市民が川や海の汚れを市民自身で判断できて、水辺の環境に関心を深めていただくために用いられたものであります。

その後、法令等による指導や規制の措置、下水道の整備、普及などによって、10数年前の非常に汚れていたときに比べますと、徐々にきれいになってきており、魚類ももどりつつあります。一方、市民の間では、魚の放流や川の清掃など水辺に関連した催しが繰り広げられ、身近な生活環境を楽しみ、快適で質の高い生活環境を求める意識も高まってきています。

このような状況の下で、これからの川や海を考えるとき、各水域ごとに地域特性や市民の利用目的を考慮した水辺の環境と生物相との関係を示す新たな生物指標が求められます。

公害研究所では、市内の生物相に造詣の深い先生方にご参加いただき「水域生物指標検討会」を昭和61年度に設置、２年間にわたり水質汚濁の状況の指標となる生物について検討してきました。この報告書は、その成果を取りまとめたものであります。

この報告書が新たな生物指標の作成の資料として活用されるとともに、さらに市民の皆様方に水辺の環境への関心を高めていただき、水質浄化の一役を担えれば幸いと存じます。

終わりにあたり、検討会に参加していただきました先生方のご協力とご助言に対し、深く感謝の意を表します。

平成元年３月

横浜市公害研究所長　　森　田　一　成

# 目　　次

# 第一部　生物指標の研究概要

# 1．研究目的及び研究体制

## 1－1　研究目的

昭和50年に横浜市水域における水質環境目標「魚がすみ、釣りや水遊びが楽しめる海や川を市民の手に取りもどせること」を実現するために生物指標と水質達成目標が設定された。生物指標とは生物によって環境の状況を間接的に知る方法であり、それに用いられる生物が指標生物と呼ばれる。

この生物指標は、河川については魚類、小動物、藻類・その他を、海域については魚類、その他の動物及び藻類を選定し、これらの生物を５段階に区分することによって感覚的に生物と水質との関係がわかるようにしたものである。生物指標は、理化学分析による水質評価とは異なり、市民になじみやすい水質汚濁の評価指標として活用されている。この生物指標が設定されてから既に13年余を経過し、その間に市民の水辺への関心の高まりとともに水域の形態や水質と、そこに生息する生物との関係についての調査研究が数多く実施されその成果が発表されてきた。このため現行の生物指標を見直し、内容をより充実させ、実状に即した生物指標の検討が望まれるところとなった。すなわち水域環境については、地域環境にあった見方、たとえば、河川では源流、上流、中流、下流というような区分、海域は干潟、岸壁、内湾などの区分とそこに生息する生物の特徴を考慮することである。また対象として取り上げる生物の種類についても検討する必要がある。

これらの観点から新たな生物指標を作成するために指標生物の選定、評価法等の基礎的検討を行った。

## 1－2　研究体制

横浜市公害研究所に「水域生物指標検討会」を設け検討を行った。委嘱した専門家及び担当した職員はつぎのとおりである。

| | | |
|---|---|---|
| 桑原　連 | 東京大学農学部水産学科助手 | （海の底生動物） |
| 小林紀雄 | 旭技術研究所研究員 | （川の底生動物） |
| 田中次郎 | 国立科学博物館 | （海　　藻） |
| 鳥海三郎 | 横浜市立東高等学校教諭 | （海のプランクトン） |
| 中田　勝 | 神奈川県自然保護センター研究員 | （川の水草） |
| 林　公義 | 横須賀市人文自然博物館学芸員 | （海の魚類） |
| 風呂田利夫 | 東邦大学理学部生物学科講師 | （海岸動物） |

横浜市公害研究所　米山悦夫、山口敬義、石井哲夫（現下水道局）、樋口文夫、福嶋悟、水尾寛己、畠中潤一郎
横浜市公害対策局水質課　平本俊明、阿久津卓

## 1－3　検討経過

水域生物指標検討会を昭和61、62年度に各６回開催した。昭和61年度は生物指標に関する対象生物ごとに基礎資料の整理、指標生物の選択を行った。昭和62年度は、従来の生物指標の問題点の整理、水域形態区分、水質区分の検討、観察のしやすさと指標性の有無による指標生物の選定を行い、更に、生物指標の調査法、評価法等について検討した。

# 2．本市の既存の生物指標

## 2－1　はじめに

横浜市は、昭和30年代から公害対策について取り組んできた。当時、大気は汚れ、海や川は本来の機能を失い、公害は市民の健康にとって大きな脅威となっていた。横浜市と公害を発生する恐れのある企業との間の公害防止契約の締結[1]、その後の公害関連法律、条例の整備があり、また、衛生局公害センターから公害対策局の独立（昭和46年）など機構の整備、予算、職員の充実を図るなど公害対策がより強力に推し進められるようになり公害は改善の方向に向かった。

当時の深刻な時期には、市内の河川は川底に真っ黒なヘドロが堆積し、魚影は見られず魚がすめる状態ではなかった。そのような状況下で昭和48年、「横浜市総合計画」[2]で公害対策の長期計画が策定された。この長期計画で横浜市の水質環境目標を「魚がすみ、釣りや水遊びが楽しめる海や川を市民の手に取りもどせること」とした。水質環境目標を実際に達成することを目指していく上で、横浜市公害対策審議会水質部会において、「ＢＯＤ△△ ppm、ＣＯＤ△△ ppm」と表すだけでは、市民になじみにくいし、水質のイメージは浮かばない、もっとわかりやすい表現はないか、そこに生息する生き物を指標に示すことができないか等の意見がでた。検討の中で、「市民が海や川の水質汚濁状況を監視する、あるいは、水質汚濁を防止する上で、身近な魚などの生物を指標とした方がより関心度が高まり効果がある」ということで、具体的な水質環境目標としてＢＯＤ、ＣＯＤのような理化学分析項目の外に、生き物を指標とする生物指標を加えることとした。[3]

この頃、環境の指標として水生昆虫[4]や藻類[5]を用いた河川の水質汚濁判定や大気汚染指標としてのアサガオ調査[6]など、生物を用いる手法が実施されるようになった。また、水俣、新潟での有機水銀公害[7]などを契機として、われわれの周囲の生物の観察、生物の異変の早期発見の必要性が認識されるようになった時期でもあった。

## 2－2　既存の生物指標設定の経過

生物を利用して、川の汚れを調査する方法は、国内では津田松苗ら[4]により1960年代に紹介されたが、行政で水域環境目標として生物を取り入れたのは、水質汚濁に係る環境基準（昭和46年環境庁告示第59号）[8]で生活環境基準の水域類型の「利用目的の適応性」の項で水産１級～３級との関連を示し、魚類が取り上げられたのが最初である。

本市が生物指標設定を試みた昭和49年頃においては、河川については津田松苗[4]、福島博[5]らにより成果が出され、ある程度具体化しやすい状況もあったが、海域に関しては情報が乏しいためにかなり困難であった。

また、水質環境目標の指標としての生物の選定にあたっては、対象とする地域の環境及び生物相の情報を欠かすことはできない。横浜市内で実施された生物相の調査として、昭和38年から現下水道局が行った市内河川調査[9]、現公害対策局が行った昭和45、46年の平潟湾の水質[10]及びマハゼ病害調査[11]、昭和46年の横浜市沿岸プランクトン調査[12]などがあったが、これらは本市水域の断片的な調査であった。その後、昭和49年に実施した生物相調査[13]は既存の生物指標策定のベースとなったものであり、河川については鶴見川、帷子川、大岡川、境川、柏尾川の５河川14地点を対象として藻類、底生動物、魚類等について調査した。海域についてはプランクトン、底生動物、魚類について調査した。このときの生物相調査はその

表—1　汚水生物学的指標生物（河川）

| 生物学的水質階級 | | 貧腐水域 | β中腐水域 | α 中 腐 水 域 | | 強腐水域 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BOD (mg／l) | | ～～～～～～ 2 | ～～～～～～ 5 | ～～～～～～ 8 | ～～～～～～ 10 | ～～～～～～ |
| 感 覚 指 標 | | 大変きれい | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| 魚類 | スナヤツメ | ＋＋ | － | | | |
| | ヤマメ | ＋＋ | | | | |
| | ニジマス | ＋＋ | | | | |
| | アユ | ＋　＋ | ＋　＋ | | | |
| | ヤリタナゴ | ＋ | ＋＋ | | | |
| | モツゴ | | ＋ | ＋＋ | ＋＋ | |
| | ウグイ | ＋　＋ | ＋　＋ | | | |
| | オイカワ | ＋ | ＋＋ | ＋ | | |
| | コイ | － | ＋ | ＋＋ | － | |
| | フナ | － | ＋ | ＋＋ | ＋＋ | |
| | ホトケドジョウ | ＋＋ | － | | | |
| | シマドジョウ | ＋＋ | | | | |
| | ナマズ | | | ＋＋ | | |
| | ギバチ | ＋＋ | ＋ | | | |
| | ウナギ | ＋ | ＋＋ | － | | |
| | メダカ | ＋ | ＋＋ | － | | |
| | カダヤシ | | | ＋ | ＋＋ | ＋ |
| | グッピー | | | － | ＋＋ | ＋ |
| | セイゴ | ＋ | ＋＋ | － | | |
| | フッコ | ＋ | ＋＋ | － | | |
| | マハゼ | ＋＋ | ＋＋ | － | | |
| 小動物 | プラナリア | ＋＋ | | | | |
| | イトミミズ | | | ＋ | ＋ | ＋＋ |
| | シマイシビル | | | ＋ | ＋＋ | ＋ |
| | カワニナ | ＋ | ＋ | ＋＋ | | |
| | マシジミ | ＋ | ＋＋ | | | |
| | サカマキガイ | | | － | ＋ | ＋＋ |
| | サワガニ | ＋＋ | ＋ | | | |
| | アメリカザリガニ | － | ＋ | ＋ | ＋ | |

（つづき）

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 小動物 | スジエビ | ＋＋ | ＋ | | | |
| | ミズムシ類 | | | ＋ | ＋＋ | ＋ |
| | ヨコエビ類 | ＋＋ | ＋ | | | |
| | ゲンゴロウ | ＋ | ＋ | ＋＋ | | |
| | コカゲロウ(幼虫)類 | ＋ | ＋＋ | | | |
| | ヒラタカゲロウ（幼虫） | ＋＋ | | | | |
| | トビケラ（幼虫） | ＋ | ＋＋ | | | |
| | アミカ | ＋＋ | | | | |
| | シギアブ | ＋＋ | − | | | |
| | 赤色ユスリカ（幼虫） | | | ＋ | ＋＋ | − |
| | ホシチョウバエ（幼虫） | | | | ＋ | ＋＋ |
| 藻類他 | セキショウモ | ＋＋ | | | | |
| | フウセンモ | | | ＋＋ | ＋ | − |
| | ツルギミドロ | ＋＋ | | | | |
| | カワシオグサ | ＋＋ | ＋ | | | |
| | ナミチャヅツケイソウ | − | ＋＋ | ＋ | | |
| | オスイハリケイソウ | | ＋ | ＋＋ | − | |
| | コナミドリ | | ＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | ミドリムシ | | | ＋ | ＋＋ | − |
| | ミズワタ | | | | ＋ | ＋＋ |
| | 白色硫黄細菌 | | | | | ＋＋ |
| 生物相の推移 | 鶴見川(亀の子橋) | 〜〜〜〜 S.35 〜〜 S.45 〜〜 S.50 〜〜 | | | | |
| | 帷子川(和田橋) | 〜〜〜〜 S.30 〜〜 S.35 〜〜 S.40 〜 S.50 | | | | |
| | 大岡川(清水橋) | 〜〜〜〜 S.30 〜〜 S.35 〜〜 S.40 〜 S.50 | | | | |
| | 境川（高島橋） | 〜〜〜〜 S.30 〜〜〜〜 S.40 〜 S.50 | | | | |

＋＋：多量に出現、あるいは頻繁に出現

＋　：ある程度出現

−　：少量に出現、あるいは時々出現

表―2　汚水生物学的指標生物（海域）

| 透明度（m） | | ～～～～～～10～～～～～～7～～～～～～3～～～～～～1～～～～～～ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| COD（mg／l） | | ～～～～～～1～～～～～～2～～～～～～3～～～～～～5～～～～～～ | | | | |
| 感覚指標 | | 大変きれい | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| 魚類 | ヒラメ | ＋＋ | ＋ | － | | |
| | アイナメ | － | ＋＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | メバル | ＋＋ | ＋＋ | － | | |
| | マコガレイ | － | ＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | キス | ＋＋ | ＋＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | クロダイ | ＋＋ | ＋＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | イシモチ | － | ＋ | ＋＋ | ＋＋ | |
| | カタクチイワシ | ＋ | ＋ | ＋ | ＋ | ＋ |
| | ベラ（キュウセン） | ＋＋ | ＋ | | | |
| | マダイ | ＋＋ | ＋＋ | - | | |
| | コノシロ | ＋ | ＋＋ | ＋＋ | － | |
| | カサゴ | ＋＋ | ＋＋ | | | |
| | ゴンズイ | ＋＋ | ＋ | － | | |
| | カワハギ | ＋＋ | ＋＋ | － | | |
| | トラフグ | ＋＋ | | | | |
| | マアジ | ＋＋ | ＋＋ | ＋ | | |
| | メイタガレイ | ＋ | ＋＋ | ＋ | | |
| | イシガレイ | ＋ | ＋＋ | ＋＋ | ＋ | |
| 動物 | クルマエビ | － | － | ＋＋ | ＋ | |
| | シャコ | － | ＋ | ＋＋ | ＋ | |
| | アカエビ | － | ＋ | ＋ | | |
| | ワタリガニ | － | ＋ | ＋＋ | | |
| | ヤリイカ | ＋＋ | ＋ | | | |
| | マダコ | ＋＋ | ＋＋ | － | | |
| | トリガイ | － | － | ＋＋ | ＋＋ | |
| | アカガイ | | | ＋ | ＋ | ＋ |
| | シズクガイ | | | ＋ | ＋ | ＋＋ |

（つづき）

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 海域 | テングサ | ＋＋ | － | | | |
| | ワカメ | ＋＋ | － | | | |
| | ヒトエグサ | | ＋＋ | | | |
| | ハネモ | | ＋＋ | | | |
| | アマモ | | ＋＋ | | | |
| | アマノリ類 | － | ＋ | ＋＋ | | |
| | アナアオサ | | ＋ | ＋＋ | | |
| | ウスバアオノリ | | ＋ | ＋ | ＋＋ | |
| | ヒビミドロ | － | ＋ | ＋ | ＋＋ | |
| | ネダシグサ | | | | － | ＋＋ |
| 横浜市沿岸海域の生物相の推移 | | ～～～～～～S.20 | ～～～～S.30 | ～～～～S.40 | ～～～～S.50 | ～～～～～～ |

＋＋：多量に出現、あるいは頻繁に出現

＋　：ある程度出現

－　：少量に出現、あるいは時々出現

横浜市沿岸海域の生物相の推移：本牧沖、中の瀬付近を対象に推定

後も引続きほぼ3年毎に調査が実施されている。

既存の生物指標[3]は、この時の調査結果を参考としているが、情報量としては乏しい面もあり、その他神奈川県内の生物相の調査結果[14]、東京湾総合調査結果[15]も参考にした。また漁業共同組合、神奈川県水産試験場の協力に負うところが多かった。さらに、中村守純（淡水魚）、四竈安正（魚類全般）、水野信彦（淡水魚）、田端健二（全体）、福島博（付着藻類、プランクトン）、津田松苗（資料提供）、松本浩一（河川の底生動物）、大野通胤（河川の底生動物）、綿貫知彦（河川全体）、北森良之助（海の底生動物）、岩本康三（海藻）、信太一夫・長崎義一他（海全体）、唐沢栄・舘野周之（全体）の諸氏らの多大な協力をいただいた。

上記のような

1）市内河川・海域の生物相調査結果

2）神奈川県内の生物相に関する情報

3）水質環境と生物指標に関する情報

4）各生物相の専門家の意見

などの情報を整理し、指標となり得る生物を表－1、表－2にリストアップした。これを基に代表的なものを抽出し生物指標の検討を進めた。

この表を作成するに当たっては、水質と水質イメージとの関係について、経験的なものをベースに、河川・海域ともに感覚的な５段階の基準を想定した。この基準と指標生物との関係については、河川では水泳や釣りの実施状況、魚類の生息状況の変遷[13]、水質データを参考にして関連性を示し区分した。さらに、指標生物と感覚指標の区分の指標として、ＢＯＤを用いて、生物相間の関連性を検討した。海については魚類の生息状況の変遷を参考とし、透明度及びＣＯＤを指標に各生物相間の関連性を検討した。

まず、河川については、「大変きれい」は飲み水として使える水質。「きれい」は泳いでみたくなる水、泳げた頃の水。「やや汚れている」は泳ぐのには抵抗があるが、水遊びはできる。「汚れている」は見た目にも濁っており水に入ろうとは思わない。「非常に汚れている」では底質はヘドロで、イトミミズがみられ、手も触れたくない、悪臭もある水質を想定した。

つぎに、海域については「大変きれい」は非常に透き通った水、例えば外洋の水。「きれい」は比較的澄んでいて遊泳できそうな水、その当時の観音崎、三崎の海。「やや汚れている」は、やや濁っている感じで透明感がやや薄れるが、泳げないこともない水質で、当時の中の瀬、金沢湾あたり。「汚れている」は、透明感も悪いことが多く、泳ぐ気にならない水質で、当時の本牧、根岸湾あたり。「非常に汚れている」は、濁っていて、手で触る気も起こらない水質、当時の横浜港内、大黒運河あたりの水を想定した。

## ２－３　既存の生物指標の特徴

既存の生物指標は表－３、表－４、図－１、図－２に示すとおりである。河川、海域それぞれについて、感覚指標を５段階に分けている。

河川の感覚指標は生物学的水質階級との関連では、感覚指標「大変きれい」は生物学的水質階級「貧腐水域」、ＢＯＤ２ppm以下、「きれい」は「β中腐水域」で、ＢＯＤ２～５ppm、「やや汚れている」から「汚れている」は「α中腐水域」で、ＢＯＤ５～10ppm 、「非常に汚れている」は「β強腐水域」でＢＯＤ10ppm以上としている。

海域については栄養段階からの区分はあるが、河川ほど統一されていないため、透明度、ＣＯＤとの関連からまとめている。感覚指標「大変きれい」は透明度10m以上、ＣＯＤ１ppm以下、「きれい」は透明度10～７ｍ、ＣＯＤ１～２ppm、「やや汚れている」は透明度７～３ｍ、ＣＯＤで２～３ppm、「汚れている」は透明度３～１ｍ、ＣＯＤで３～５ppm、「非常に汚れている」は透明度１ｍ未満、ＣＯＤ５ppm以上の関係で区分している。

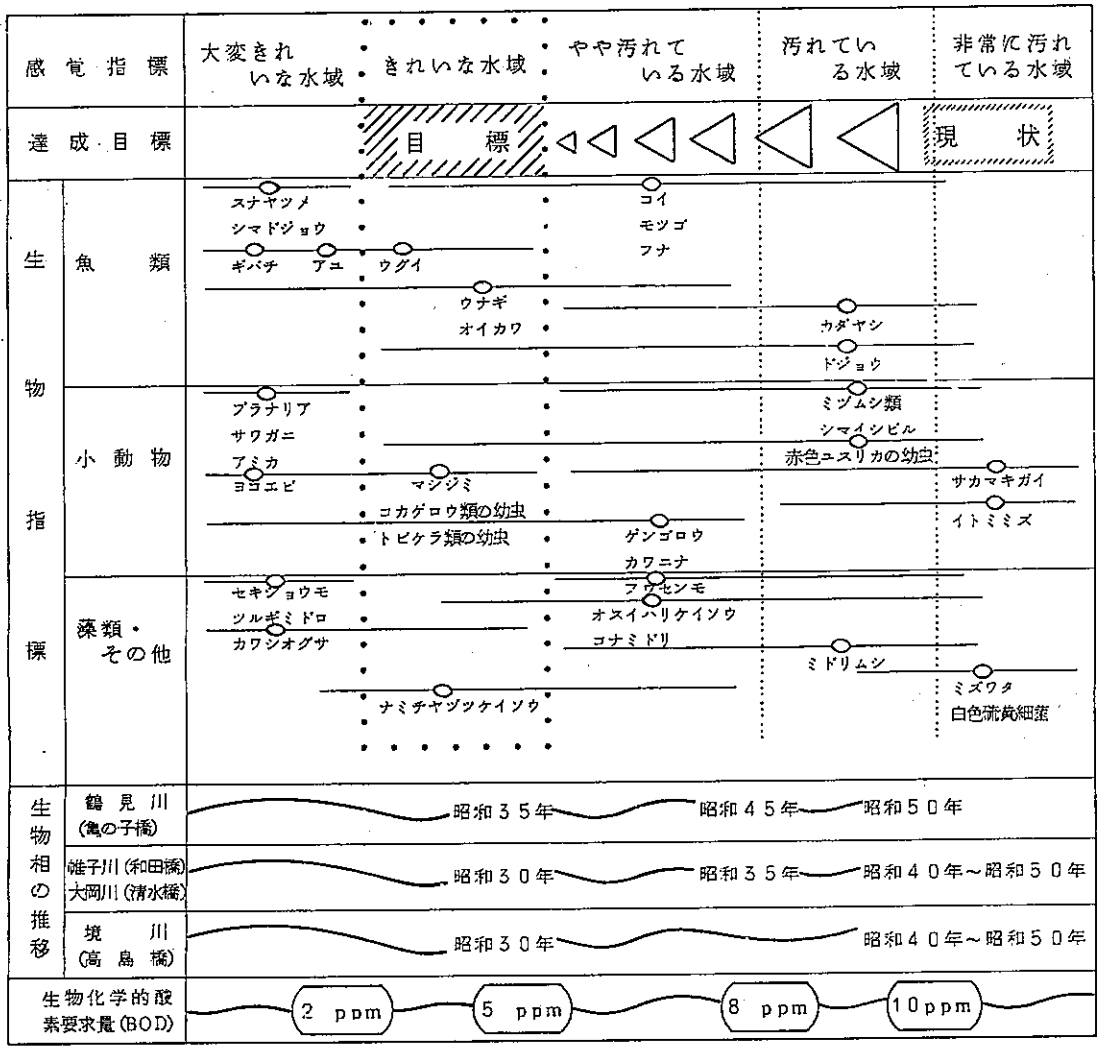
生物をこのような感覚指標区分との関係において区分したのは、水質と生物との間にみられる関係として、汚濁耐性種と非汚濁耐性種がみられ、また汚濁状況により生息する生物の種類が変化するという関係がみられる[4]ことを応用し、そこに生息する生物から逆に水質汚濁状況を示そうとしたことによる。

本市で設定した指標生物は表－３、表－４に示したように、河川については、魚類12種、小動物14種、藻類・その他10種であり、海については魚類10種、その他の動物８種、藻類８種を選定した。指標生物の設定にあたっては、市民になじみやすく、分類が容易で、なるべく大型で肉眼による観察が可能なものなどを配慮した。

## ２－４　既存の生物指標の問題点

既存の生物指標は、昭和50年７月設定以来既に13年余を経過した。本市の生物指標は神戸市とともに

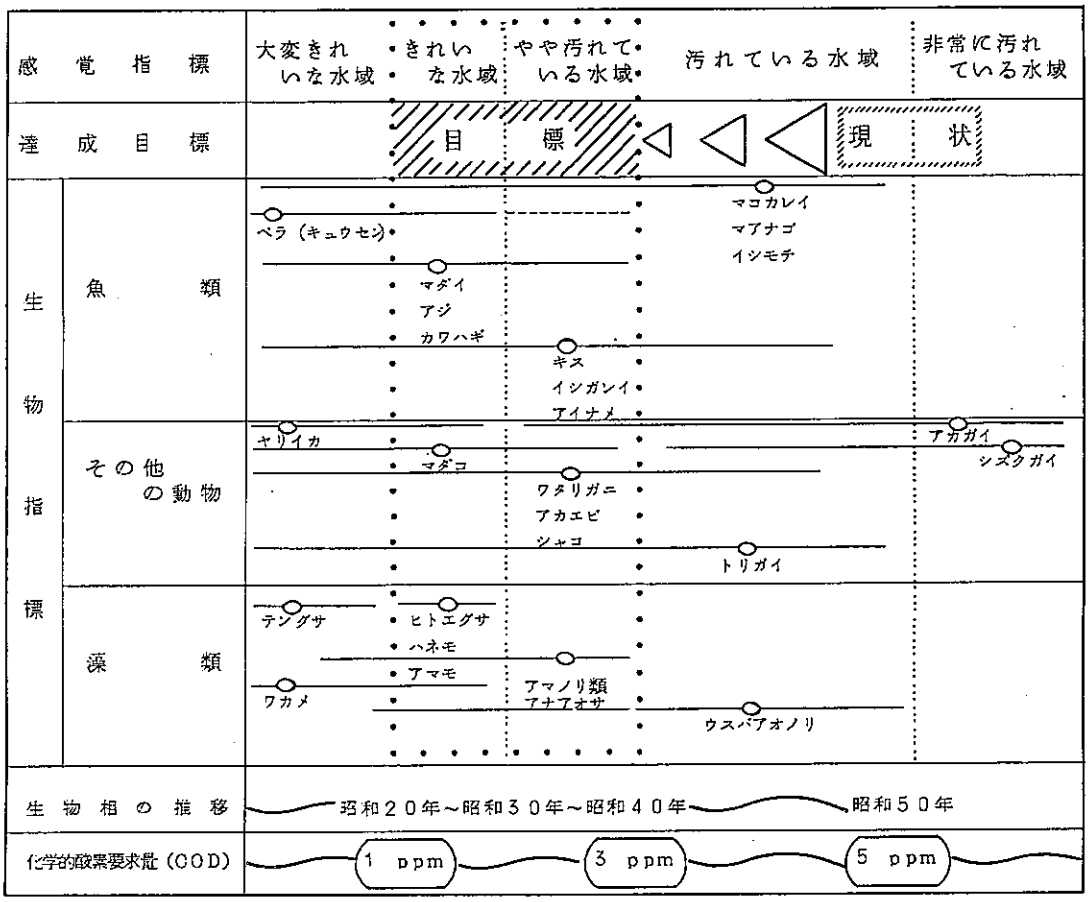
表—3　横浜市水域における生物指標（河川）




備考 1.　生物指標の欄に掲げる魚類，小動物，藻類・その他については，概ね—○—線の範囲において生息することを示し，○印の水域においてよく見られることを示す。

2.　濃い破線で囲んだ部分は，横浜市の達成目標である。

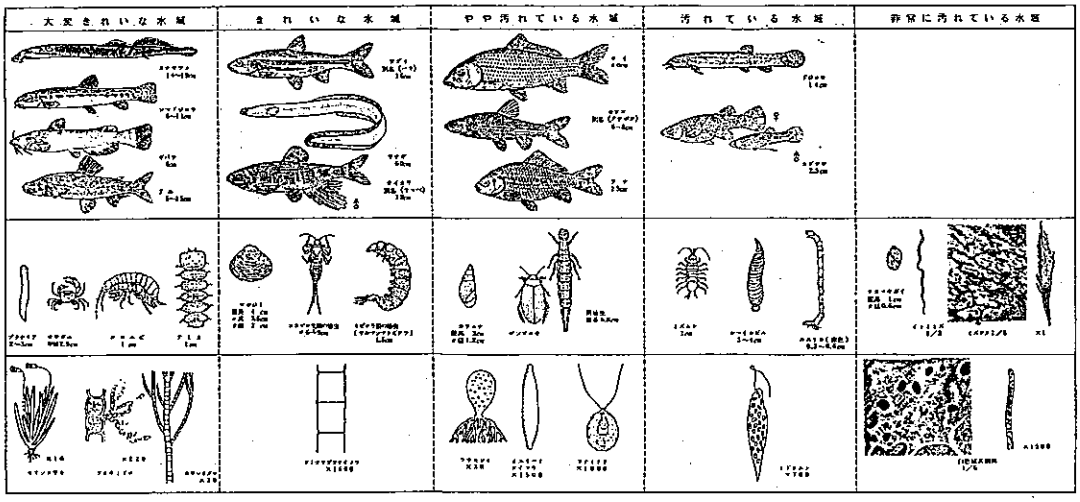
表—4　横浜市水域における生物指標（海域）



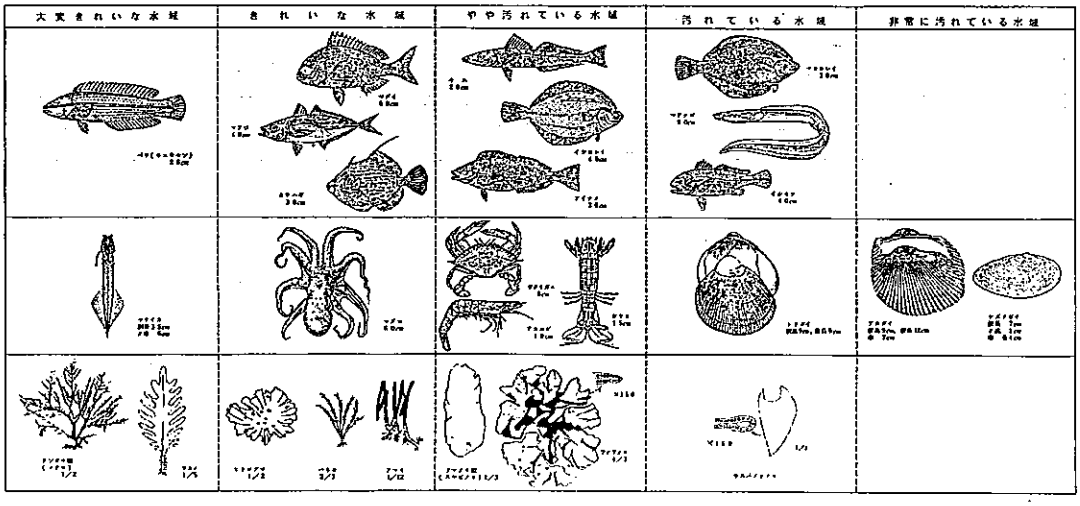

備考 1.　生物指標の欄に掲げる魚類，その他の動物及び藻類については，概ね—○—線の範囲において生息することを示し，○印の水域においてよく見られることを示す。但し，海産魚類の分布については，水質以外の水深，水温，底質及び潮流等に支配されることが多い。

2.　濃い破線で囲んだ部分は，横浜市の達成目標である。

## 図—1 河川の生物指標




## 図—2 海域の生物指標



先鞭をつけたものであったが、本市の既存の生物指標は、市内の生物相の情報や水質環境と生物との関係に関する情報が少ない時期に作成されたものであった。　しかし近年では市内の水域環境も、徐々に改善されてきており、またその後各自治体でも同様の生物指標を採用するところとなり、生物指標に関する数多くの検討資料が入手できるようになってきたことに加え、地域特性に応じた生物指標が望まれその内容を見直すべき時期にきている。　指標生物についていえば、生物の生息条件は、水質による影響との関連だけで相互に限定されるわけではなく、河川では、護岸の形態や河床の状態、流速など、海域では、干潟か、岸壁か、内湾か、あるいは潮流との関係、底質の状態によっても影響を受ける。また、移動範囲の広い生物の場合はさらに難しくなる、季節的な問題もある。などの諸点についてどれだけ配慮できるかが課題である。

## 2－5　他都市、国の生物指標

わが国で最初に生物指標を設定したのは神戸市（昭和48年）である。神戸市の生物指標では河川、湖沼、海域別の指標生物が選定されている。次いで横浜市が河川と海域の生物指標を、そして上田市が河川の生物指標を設定した。その後、多くの自治体が生物指標を設定するようになり、国においても河川の底生動物を対象とした生物指標の設定にいたった。表－5に昭和60年までに刊行された印刷物等で生物指標あるいは指標生物の表が載っているものを示した。これによれば、河川を対象にしたものが多く、海域あるいは湖沼を対象としたものは少ない。

河川の生物指標では底生動物を指標生物として選定している例が11ともっとも多い。次いで魚類、藻類が多く選定されている。その他に水草、細菌類等も指標生物として選定されている。このように底生動物が指標生物として利用される例が多いが、これは生物指標の活用が環境保全あるいは環境回復のための啓発を目的としているため、目で捉えられ、容易に採集することのできる生物として底生動物が適しているためである。また、他の生物群も生態系の中でそれぞれ重要な役割を持っており、これらが指標生物として採用されている意義は大きい。

底生動物のうち、指標生物として採用されているのは65種（分類レベルは異なる）である。それのなかで、サワガニとイトミミズ・類がそれぞれ10例と最も多くの生物指標で指標種となっている。その他に指標種として選定されている例が多いものとしてサカマキガイ、ミズムシ、カワゲラ・類、ユスリカ・赤色、ヒラタドロムシ・類、シマイシビル、カワニナ、ヘビトンボ・類、トビケラ・類があげられる（表－6）。魚類は30種が指標生物として採用され、そのうちオイカワ、フナ、コイ、アユ、ヤマメ、ドジョウ、モツゴが採用されている例が多い（表－7）。藻類は46種が指標生物として選定され、そのうちハリケイソウ（Nitzschia palea）、コバンケイソウ（Cocconeis placentula）、フネケイソウ（Navicula minima）が選定されている例が多い（表－8）。

海域の生物指標では魚類、小動物、藻類等が指標生物として選定され、湖沼の生物指標でも魚類、小動物、浮遊藻類が指標生物となっている。

表－5　我が国の生物指標

| パンフレット等の表題 | 発行年 | 発行機関 |
|---|---|---|
| 水と生物「生物指標」 | S48年 | 神戸市環境局 |
| 横浜市水域における水質環境目標 | S50年 | 横浜市 |
| 簡単な環境の測定法 | S50年 | 上田市 |
| 生物を用いた河川のやさしい水質判定法 | S56年 | 長野県環境部公害規制課・長崎県衛生公害研究所 |
| 川と生物・ゆたかな川の自然環境をもとめて | S56年 | 沼津市 |
| 生物から見た河川の環境診断法 | S56年 | 埼玉県公害センター |
| だれにでもわかる水生生物による水質判定の手引書 | S58年 | 相模原市・相模原の河川をきれいにする会 |
| 川の中のいきもの | S58年 | 東京都環境保全局水質保全部 |
| リバーウオッチング・水生生物でわかるかながわの川 | S60年 | 神奈川県環境部 |
| 生きもので調べる川の水質 | S60年 | 川崎市 |
| 水生生物による水質の調査法・川のいきものから水質を調べよう | S60年 | 環境庁水質保全局 |
| 東京湾のいきもの | S60年 | 東京都環境保全局水質保全部 |

表－6　底生動物（河川）の指標種

サワガニ(10)、イトミミズ・類(10)、サカマキガイ（9）、ミズムシ（9）、カワゲラ・類（8）、ユスリカ・赤色（8）ヒラタドロムシ・類（8）シマイシビル（7）、カワニナ（6）、ヘビトンボ・類（6）トビケラ・類（6）、ウズムシ・類（5）、ヨコエビ（4）、カゲロウ・類（4）、ヒラタカゲロウ・類（4）、コカゲロウ・類（4）、ヒル類（3）、モノアラガイ（3）、ナガレトビケラ類（3）、ホシチョウバエ（3）、ブユ・類（3）、マダラカゲロウ類（3）、ヒメモノアラガイ（2）、シジミ類（2）、ゲンゴロウ（2）、アメリカザリガニ（2）、サホコカゲロウ（2）、エルモンヒラタカゲロウ（2）、オオマダラカゲロウ（2）、シマトビケラ・類（2）ヤマトビケラ類（2）、ヒゲナガカワトビケラ（2）、ウルマーシマトビケラ（2）、アミカ（2）、ハバビロビル（1）、タニシ（1）、ヒメタニシ（1）、ヒラマキミズマイマイ（1）、カワコザラガイ（1）、マシジミ（1）、ヌマエビ（1）、タイコウチ（1）、ミズスマシ（1）、*ca.* ヒメカゲロウ（1）、チラカゲロウ（1）、フタスジモンカゲロウ（1）、シロタニガワカゲロウ（1）、カゲロウ類・ヒラタカゲロウ類、サホコカゲロウを除く（1）、ヤゴ（1）、サナエトンボ類（1）、コオニヤンマ（1）、ヒメサナエ（1）、オオヤマカワゲラ（1）、モンカワゲラ（1）、フタツメカワゲラ（1）、オオクラカケカワゲラ（1）、トビケラ類・ナガレトビケラ類、ヤマトビケラ類を除く（1）、ニンギョウトビケラ（1）、コガタシマトビケラ（1）、ガガンボ（1）、セスジユスリカ（1）、ユスリカ（1）、シギアブ（1）、シマハナアブ（1）、カジカ（1）

（　）内は選定されている数

表－7　魚類（河川）の指標種

オイカワ（6）、フナ（6）、コイ（5）、アユ（5）、ウグイ（5）、ヤマメ（4）、ドジョウ（4）、モツゴ（4）、イワナ（2）、カジカ（2）、シマドジョウ（2）、アマゴ（2）、ギバチ（1）、ウナギ（1）、スナヤツメ（1）、カダヤシ（1）、ヒメマス（1）、マス（1）、アブラハヤ（1）、タナゴ（1）、タモロコ（1）、ホトケドジョウ（1）、タカハヤ（1）、カワムツ（1）、メダカ（1）、サケ（1）、ナマズ（1）、カマツカ（1）、ヨシノボリ（1）、ニジマス（1）

（　）内は選定されている数

表－8　藻類（河川）の指標種

ハリケイソウ Nitzschia palea（5），コバンケイソウ Cocconeis placentula（3），フネケイソウ Navicula minima（3），ビロウドランソウ Homoeothrix janthina（2），マガリケイソウ Achnanthes lineariformis（2），クチビルケイソウ Cymbella ventricosa（2），イタケイソウ Diatoma vulgare（2），クサビケイソウ Gomphonema parvulum（2），クサビケイソウ Gomphonema tetrastigmatum（2），チャヅツケイソウ Melosira varians（2），フネケイソウ Navicula gregaria（2），フネケイソウ Navicula yuraensis（2），ハリケイソウ Nitzschia frustulum v. perpusilla（2），ハネケイソウ Pinnularia braunii（2），ナガケイソウ Synedra ulna（2），マガリクサビケイソウ Rhoicosphenia curvata（2），コナミドリ Chlamydomonas sp.（2），ツルギミドロ Doraparnaldia sp.（2），コンボウランソウ Chamaesiphon polymorphus（1），ユレモ Oscillatoria sp.（1），ベニマダラ Hildenbrandia sp.（1），フウセンモ Botrydium sp.（1），マガリケイソウ Achnanthes lanceolata（1），ハラケイソウ Ceratoneis arcus v. hattoriana（1），ハラケイソウ Ceratoneis arcus v.vaucheriae（1），クチビルケイソウ Cymbella turgidula v. nipponica（1），イタケイソウ Diatoma hiemale v.mesodon（1），オウギケイソウ Meridion circulare v. constricta（1），フネケイソウ Navicula cryptocephala（1），フネケイソウ Navicula mularis（1），フネケイソウ Navicula mutica（1），フネケイソウ Navicula pupula（1），フネケイソウ Navicula seminulum（1），フネケイソウ Navicula tribiatilis（1），フネケイソウ Navicula viridula（1），ハリケイソウ Nitzschia amphibia（1），オオバンケイソウ Surirella angustata（1），オオバンケイソウ Surirella ovata（1），ナガケイソウ Synedra ulna v.oxyrhynchus（1），ミドリムシ Euglena sp.（1），タマミドリ Chlorococcum sp.（1），シオグサ Cladophora cryspata（1），クンショウモ Pediastrum sp.（1），キヌミドロ Stigeoclonium sp.（1）

（　）内は選定されている数

# 3．生物指標の検討

## 3－1　はじめに

横浜市内の河川、海域には多種類の生物が分布している。例えば「横浜の川と海の生物－第4報（1986）」によれば河川では魚類23種、底生動物 128種、藻類 144種などの分布が記録され、海域では魚類 134種、底生動物82種、海岸動物77種、付着動物37種などが記録されている。横浜の河川、海域に過去に生息、生育していた種、あるいは将来これらの環境の水質が改善されることにより生息、成育可能となる種を加えればさらに相当数にのぼるであろう。既存の生物指標（昭和50年設定）においても水質汚濁の指標とすべき生物はこれらの生物の中から選択されていた。

今回の指標生物の選定に当たってはこれらの生物のうち現存している種を中心に各生物の種類ごとに分布の特徴、水質汚濁との関係などを整理し、指標としての妥当性を検討した。

## 3－2　解析手順と生物指標のフレーム

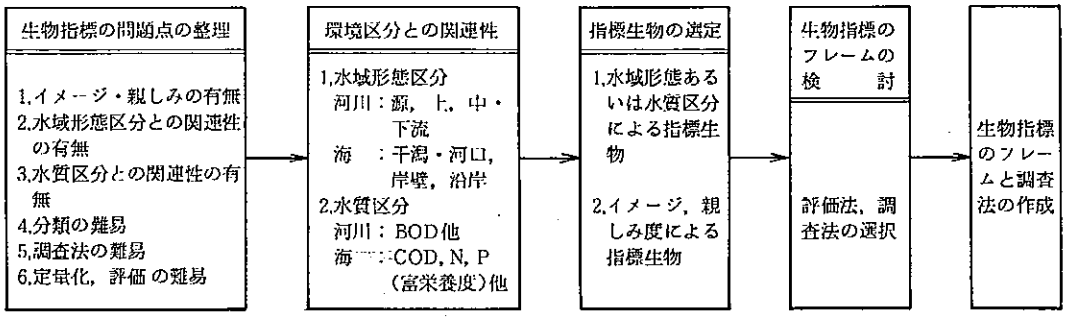
その手順、生物指標のフレームを図－3、表－9に示した。生物指標の解析手順は、対象生物群ごとにイメージ、親しみの有無、分類の難易、水域形態、水質区分との関連性の有無等について整理した。この中で水域形態区分と水質区分などの環境区分と生物との関連性を重視し、市内の河川・海域の生物相調査結果を基に検討を進めた。水域の形態区分については、河川を源流－上流、上流－下流の二区分、海域を干潟、岸壁、内湾の三区分とした。水質は、河川をＢＯＤ、海域をＣＯＤによって4階級に区分した。次にこれらの区分と生物との関連性について検討し、指標種を選定していった。指標種は、水域形態区分及び水質区分に基づいて生息範囲及び生息可能な範囲で示すようにした。評価法は汚濁が進行するにしたがって、指標種が少なくなるあるいは指標種の優占度が変化することを利用する。評価は水質をイメージとしてとらえる感覚的な表現を用いることとした。なお水域形態からのイメージは今後の検討課題とした。指標生物の調査法は、できるだけ簡易な方法を選択するように心がけた。

今回の生物指標の特徴は、既存のものに比べ、河川・海域の形態区分を明確にし、生息の場との関係で指標種を選定したことである。また水質区分を現状に適合させ「大変きれい」を「きれい」な水域に含め5階級を4階級にした。さらに各生物群の指標生物を用いて水質状況を実際に評価するための調査法を示した。

生物の種類は、河川では既存の生物指標では魚類、小動物、藻類・その他と区分されていたものを、今回は魚類、底生動物、藻類、水草の4種類を取り上げることとした。また海域では魚類、その他の動物、藻類としていたものを、今回は魚類、海岸動物、底生動物、海草、プランクトンの5種類とした。ここでは海岸動物をイソギンチャク、カニ、カイなどの腔腸・節足・軟体動物などとし、底生動物はゴカイなどの環形動物とした。河川の水草、海域のプランクトンは既存のものにはなく、今回新たに採用したものである。

ここでは、先に述べたように、現存する種を中心に水質の現況との関係を基に考察したものであり、一般の市民にとっては馴染みが薄い種も含まれている。啓発を目的として生物指標を設定する際には以下に掲げる種のほか、水質が回復したとき生息、生育が可能となる種も加えて対象とし、馴染みやすさ、親しみやすさを配慮して指標種を適宜取捨選択する必要があると考える。

図－3　生物指標解析のフローチャート




表－9　生物指標のフレーム

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生物的評価 | 腐水階級による評価 | 貧腐水域 | β中腐水域 | α中腐水域 | β強腐水域 | α強腐水域 |
| 感覚的評価 | 水のイメージによる評価 | 大変きれい | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| | 水域形態イメージによる評価 | 非常に良い | やや良い | やや悪い | 悪い | 非常に悪い |
| | 〔水域形態区分〕 | 〔選定された指標生物〕 | | | | |
| 河川 | 源流域 | | | | | |
| | 上流域 | | | | | |
| | 中・下流域 | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生物的評価 | 栄養階級による評価 | 貧栄養域 | 富栄養域 | 過栄養域 | | |
| 感覚的評価 | 水のイメージによる評価 | 大変きれい | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| | 水域形態イメージによる評価 | 非常に良い | やや良い | やや悪い | 悪い | 非常に悪い |
| | 〔水域形態区分〕 | 〔選定された指標生物〕 | | | | |
| 海 | 干潟・河口域 | | | | | |
| | 岸壁 | | | | | |
| | 内湾 | | | | | |

## 3－3　河川の生物指標

横浜市内の河川は低い丘陵台地にその源流をもち、水量が少なく、河川延長が短い。また、河川形態は単純であるなどの地形的特徴をもっている。これらの水域形態と生物の生息範囲との関係では、種類によって水域形態と関係あるもの，ないもの等が存在し、水域形態区分を細分して指標種の選定、指標化を行うことが必ずしも適切ではないことが明らかとなった。また水域形態区分の区域を広げて、また人間の親水性に基づく川の利用方法を加味して考えれば、より実状に即した生物指標の検討が可能と思われる。そこで、今回は、源流－上流までの区域を対象とした生物指標、上流－下流までの区域を対象とした生物指標の２つに区分した。感覚指標は“きれい”、“~~ややきれい~~”、“やや汚れている”、“汚れている”、“非常に汚れている”の４階級とした。ＢＯＤ値との対応は“きれい”が5mg/l以下、“やや汚れている”が 5～10mg/l、“汚れている”が10～20mg/l、“非常に汚れている”が20mg/l以上とした。先に設定された生物指標の「非常にきれい」は、ここでは“きれい”の階級に含めた。その理由は感覚評価とＢＯＤ値との対応関係で、「非常にきれい」がＢＯＤ値 0～2mg/l、「きれい」が 2～5mg/l、であるが、この両者の境界値が、生物の出現状況からみたとき必ずしも明確になっていないためである。生物指標の目的は指標となる生物種の数、量、組成等から水域環境を評価するものであり、ＢＯＤ値との対応関係は必ずしも厳密なものではない。

選定した指標種を以下に示す。

１）源流から上流の指標種（表－10）

魚類　４種、底生動物　32種、藻類　30種、水草　３種

２）上流、中流、下流の指標種（表－11）

魚類　７種、底生動物　28種、藻類　30種、水草　３種

指標種が通常に生息する範囲を実線で示し、生息可能な範囲を点線で示した。

## 3－4　海域の生物指標

市内の沿岸域は埋立が進み、自然の海岸線はもはやみられない。市民が直接海に接し、親しめる場所は平潟湾、金沢湾の人工海浜、山下公園、本牧海づり公園等限られた区域である。今回は、これらの現状の沿岸域の利用の実態を考慮して水域形態を干潟、岸壁、内湾の３つに区分し、指標種の選定、指標化の検討を行った。生物の生息域と水域形態との関係が明確である生物種は必ずしも多くはなかったが、主な生活域として利用する頻度が高い水域に注目して取り扱った。感覚指標は東京湾の水質特性を考慮して、富栄養域の“きれい”、過栄養域の“やや汚れている”、“汚れている”、“非常に汚れている”の４階級とした。ＣＯＤ値との対応は“きれい”が 1～ 3mg/l、“やや汚れている”が 3～ 5mg/l、“汚れている”が 5～10mg/l、“非常に汚れている”が10mg/l以上とした。

沿岸域の水域形態ごとに選定した指標種を以下に示す。

１）干潟の指標種（表－12）

魚類　18種、海岸動物　７種、底生動物　２種、海藻　３種

２）岸壁の指標種（表－13）

魚類　15種、海岸動物　16種、底生動物　なし、海藻　４種

３）内湾の指標種（表－14）

魚類　13種、海岸動物　７種、底生動物　４種、海藻　なし、プランクトン　５種

指標種が通常に生息する範囲を実線で示し、生息可能な範囲を点線で示した。

### 3－5　昭和50年と今回の指標生物の比較

指標生物の比較表を表15、16に示した。

指標種の選定の過程が異なるので一概に比較することはできないが、河川では今回、現状と生態的位置づけ等を反映して魚類の指標種の数は減少したが、底生動物、藻類は増加した。海域は、今回、現状と海岸形態等を考慮したので各生物群の指標種の数は増加した。

## 文　献


1）横浜市公害対策局：公害との戦い、18－38(1977).

2）横浜市：横浜市総合計画1985、(1973).

3）横浜市：横浜市水域における水質管理目標、1－30(1975).

4）津田松苗：汚水生物学、1－258(1964),北隆館.

5）福島博：生物学的水質判定，横浜市大論叢（自然科学編）20(1)、33－92(1968).

6）全国都道府県・読売新聞社：アサガオによる光化学スモッグ観察全国調査結果報告（1975).

7）水俣病裁判、法律時報臨時増刊２月号、1－393(1973).

8）昭和46年環境庁告示第59号：水質汚濁に係る環境基準について、(1971).

9）横浜市土木局下水道部：横浜市内河川水質調査報告、昭和38、39年、1－77(1965).

10）横浜市公害対策局：平潟湾水質汚濁調査報告、昭和46年６月、1－51(1971).

11）横浜市公害センター：平潟湾マハゼ病害調査、昭和45年９月、1－95(1970).

12）横浜市公害対策局：横浜沿岸東京湾の水質汚濁と微細プランクトン（予報）、昭和47年７月、1－5(1972).

13）横浜市公害対策局：横浜市内河川・海域の水質汚濁と生物、昭和49年(1974).

14）神奈川県：藻類植生と水質汚濁、1－90(1973).

15）１都３県公害防止協議会：東京湾総合調査報告書、昭和47年８月(1982).


１．研究目的及び研究体制、３．指標生物の検討

担当　樋口文夫・福嶋悟・水尾寛己・畠中潤一郎・米山悦夫・山口敬義

２．本市の既存の生物指標

担当　水尾寛己・福嶋悟・樋口文夫・阿久津卓

表－10　源流―上流の生物指標

| 項目 | 指　標　種 | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
|---|---|---|---|---|---|
| 魚類 | ホトケドジョウ | | | | |
| | シマドジョウ | | | | |
| | アブラハヤ | | | | |
| | ドジョウ | | | | |
| 底生動物 | ホタルトビケラ | | | | |
| | カワトンボ | | | | |
| | ヤマトフタツメカワゲラ | | | | |
| | クロヒメガガンボの一種 | | | | |
| | フサオナシカワゲラの一種 | | | | |
| | オニヤンマ | | | | |
| | ヨシノコカゲロウ | | | | |
| | オナシカワゲラの一種 | | | | |
| | サワガニ | | | | |
| | ヘビトンボ | | | | |
| | フタスジモンカゲロウ | | | | |
| | オオクママダラカゲロウ | | | | |
| | サホコカゲロウ | | | | |
| | ナミウズムシ | | | | |
| | アゴトゲヨコエビ | | | | |
| | カワニナ | | | | |
| | シロハラコカゲロウ | | | | |
| | ツノマユブユ類 | | | | |
| | コガタシマトビケラ | | | | |
| | ヤマサナエ | | | | |
| | ガガンボ類 | | | | |
| | ヤマトクロスジヘビトンボ | | | | |
| | サホコカゲロウ（褐色型） | | | | |
| | アメリカザリガニ | | | | |
| | シマイシビル | | | | |
| | ミズムシ | | | | |
| | ツヤユスリカ類 | | | | |
| | サカマキガイ | | | | |
| | エラミミズ | | | | |
| | ユスリカの一種 | | | | |
| | イトミミズ類 | | | | |
| | セスジユスリカ | | | | |

（つづき）

| 項目 | 指　標　種 | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
|---|---|---|---|---|---|
| 藻類 | ベニイトモ | | | | |
| | マガリケイソウ | | | | |
| | コバンケイソウ | | | | |
| | チャヅツケイソウ | | | | |
| | オウギケイソウ | | | | |
| | フネケイソウ※1 | | | | |
| | ハリケイソウ※1 | | | | |
| | ハリケイソウ※2 | | | | |
| | マガリクサビケイソウ | | | | |
| | オオバンケイソウ※1 | | | | |
| | ビロウドランソウ | | | | |
| | フネケイソウ※2 | | | | |
| | フネケイソウ※3 | | | | |
| | ハリケイソウ※3 | | | | |
| | ナガケイソウ | | | | |
| | クサビケイソウ※1 | | | | |
| | クサビケイソウ※2 | | | | |
| | クサビケイソウ※3 | | | | |
| | フネケイソウ※4 | | | | |
| | フネケイソウ※5 | | | | |
| | ハリケイソウ※4 | | | | |
| | ハリケイソウ※5 | | | | |
| | オオバンケイソウ※2 | | | | |
| | クサビケイソウ※4 | | | | |
| | フネケイソウ※6 | | | | |
| | ハリケイソウ※6 | | | | |
| | フネケイソウ※7 | | | | |
| | フネケイソウ※8 | | | | |
| | フネケイソウ※9 | | | | |
| | ハネケイソウ | | | | |
| 水草 | オランダガラシ | | | | |
| | マツモ | | | | |
| | エビモ | | | | |

表－11　上流―下流の生物指標

| 項目 | 指　標　種 | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
|---|---|---|---|---|---|
| 魚類 | ギバチ | | | | |
| | シマドジョウ | | | | |
| | ウグイ | | | | |
| | アブラハヤ | | | | |
| | カマツカ | | | | |
| | オイカワ | | | | |
| | フナ類 | | | | |
| 底生動物 | ホタルトビケ | | | | |
| | カワトンボ | | | | |
| | ヤマトフタツメカワゲラ | | | | |
| | クロヒメガガンボの一種 | | | | |
| | オニヤンマ | | | | |
| | ヨシノコカゲロウ | | | | |
| | サワガニ | | | | |
| | ヘビトンボ | | | | |
| | フタスジモンカゲロウ | | | | |
| | オオクママダラカゲロウ | | | | |
| | サホコカゲロウ | | | | |
| | ナミウズムシ | | | | |
| | カワニナ | | | | |
| | シロハラコカゲロウ | | | | |
| | コガタシマトビケラ | | | | |
| | ヤマサナエ | | | | |
| | ガガンボ類 | | | | |
| | サホコカゲロウ（褐色型） | | | | |
| | アメリカザリガニ | | | | |
| | シマイシビル | | | | |
| | ミズムシ | | | | |
| | ツヤユスリカ類 | | | | |
| | サカマキガイ | | | | |
| | エラミミズ | | | | |
| | ユスリカの一種 | | | | |
| | イトミミズ類 | | | | |
| | セスジユスリカ | | | | |
| | チョウバエの一種 | | | | |

（つづき）

| 項目 | 指　標　種 | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
|---|---|---|---|---|---|
| 藻類 | ベニイトモ | | | | |
| | マガリケイソウ | | | | |
| | コバンケイソウ | | | | |
| | チャヅツケイソウ | | | | |
| | オウギケイソウ | | | | |
| | フネケイソウ※1 | | | | |
| | ハリケイソウ※1 | | | | |
| | ハリケイソウ※2 | | | | |
| | マガリクサビケイソウ | | | | |
| | オオバンケイソウ※1 | | | | |
| | ビロウドランソウ | | | | |
| | フネケイソウ※2 | | | | |
| | フネケイソウ※3 | | | | |
| | ハリケイソウ※3 | | | | |
| | ナガケイソウ | | | | |
| | クサビケイソウ※1 | | | | |
| | クサビケイソウ※2 | | | | |
| | クサビケイソウ※3 | | | | |
| | フネケイソウ※4 | | | | |
| | フネケイソウ※5 | | | | |
| | ハリケイソウ※4 | | | | |
| | ハリケイソウ※5 | | | | |
| | オオバンケイソウ※2 | | | | |
| | クサビケイソウ※4 | | | | |
| | フネケイソウ※6 | | | | |
| | ハリケイソウ※6 | | | | |
| | フネケイソウ※7 | | | | |
| | フネケイソウ※8 | | | | |
| | フネケイソウ※9 | | | | |
| | ハネケイソウ | | | | |
| 水草 | オランダガラシ | | | | |
| | マツモ | | | | |
| | エビモ | | | | |

表－12 干潟の生物指標

| 項目 | 指標種 | 富栄養域 | 過栄養域 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| 魚類 | ヨウジウオ | | | | |
| | ビリンゴ | | | | |
| | ミミズハゼ | | | | |
| | コチ | | | | |
| | クサフグ | | | | |
| | クロサギ | | | | |
| | シマイサキ | | | | |
| | ヒメハゼ | | | | |
| | マサゴハゼ | | | | |
| | コトヒキ | | | | |
| | シマハゼ | | | | |
| | スジハゼ | | | | |
| | チチブ | | | | |
| | アシシロハゼ | | | | |
| | ボラ | | | | |
| | アミメハギ | | | | |
| | マハゼ | | | | |
| | アベハゼ | | | | |
| 底生動物 | ミズヒキゴカイ | | | | |
| | ハナオカカギゴカイ | | | | |
| 海岸動物 | オサガニ | | | | |
| | マテガイ | | | | |
| | バカガイ | | | | |
| | ニホンスナモグリ | | | | |
| | シオフキガイ | | | | |
| | アサリ | | | | |
| | ケフサイソガニ | | | | |
| 海藻 | オオオゴノリ | | | | |
| | アナアオサ | | | | |
| | ハネモ | | | | |

表－13　岸壁の生物指標

| 項目 | 指　標　種 | 富栄養域 | 過　栄　養　域 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| 魚類 | ウミタナゴ | | | | |
| | オヤビッチャ | | | | |
| | クサフグ | | | | |
| | ヒイラギ | | | | |
| | キュウセン | | | | |
| | イソギンポ | | | | |
| | ナベカ | | | | |
| | ダイナンギンポ | | | | |
| | クジメ | | | | |
| | アサヒアナハゼ | | | | |
| | コトヒキ | | | | |
| | シマハゼ | | | | |
| | アイナメ | | | | |
| | ボラ | | | | |
| | アミメハギ | | | | |
| 海岸動物 | ヨロイイソギンチャク | | | | |
| | カメノテ | | | | |
| | マツバガイ | | | | |
| | 石灰藻類 | | | | |
| | ダイダイイソカイメン | | | | |
| | ヒザラガイ | | | | |
| | コシダカガンガラ | | | | |
| | タテジマイソギンチャク | | | | |
| | イソガニ | | | | |
| | コウロエンカワヒバリガイ | | | | |
| | ムラサキイガイ | | | | |
| | シロボヤ | | | | |
| | フジツボ類 | | | | |
| | ケフサイソガニ | | | | |
| | タマキビガイ | | | | |
| | マガキ | | | | |
| 海藻 | マクサ | | | | |
| | ワカメ | | | | |
| | ベニスナコ | | | | |
| | ムカデノリ | | | | |

表－14　内湾の生物指表

| 項目 | 指標種 | 富栄養域 | 過栄養域 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | きれい | やや汚れている | 汚れている | 非常に汚れている |
| 魚類 | アユ | | | | |
| | シロギス | | | | |
| | マアジ | | | | |
| | スズキ | | | | |
| | クロダイ | | | | |
| | ネズミゴチ | | | | |
| | マコガレイ | | | | |
| | イシガレイ | | | | |
| | カワハギ | | | | |
| | ウマヅラハギ | | | | |
| | アイナメ | | | | |
| | ハタタテヌメリ | | | | |
| | マハゼ | | | | |
| 底生動物 | ミズヒキゴカイ | | | | |
| | Paraprionospio Form CI | | | | |
| | Prionospio cirrifera | | | | |
| | ハナオカカギゴカイ | | | | |
| 海岸動物 | コウロエンカワヒバリガイ | | | | |
| | ムラサキイガイ | | | | |
| | フジツボ類 | | | | |
| | ケフサイソガニ | | | | |
| | タマキビガイ | | | | |
| | マガキ | | | | |
| | アサリ | | | | |
| プランクトン | 珪藻 | | | | |
| | Skeletonema costatum | | | | |
| | Eucampia zoodiacus | | | | |
| | 渦鞭毛藻 | | | | |
| | Prorocentrum triestinum | | | | |
| | ラフィド藻 | | | | |
| | Heterosigma akashiwo | | | | |
| | 繊毛虫 | | | | |
| | Mesodinium rubrum | | | | |

注（表１０,１１）

| | | |
|---|---|---|
| フネケイソウ※１ | Navicula | yuraensis |
| フネケイソウ※２ | Navicula | cryptocephala |
| フネケイソウ※３ | Navicula | gregaria |
| フネケイソウ※４ | Navicula | frugalis |
| フネケイソウ※５ | Navicula | symmetrica |
| フネケイソウ※６ | Navicula | veneta |
| フネケイソウ※７ | Navicula | goeppertiana |
| フネケイソウ※８ | Navicula | pupula |
| フネケイソウ※９ | Navicula | seminulum |
| ハリケイソウ※１ | Nitzschia | dissipata |
| ハリケイソウ※２ | Nitzschia | linearis |
| ハリ　イソウ※３ | Nitzschia | acicularis |
| ハリケイソウ※４ | Nitzschia | amphibia |
| ハリケイソウ※５ | Nitzschia | inconspicua |
| ハリケイソウ※６ | Nitzschia | palea |
| オオバンケイソウ※１ | Surirella | ovata v. pinnata |
| オオバンケイソウ※２ | Surirella | angusta |
| クサビケイソウ※１ | Gomphonema | angustatum |
| クサビケイソウ※２ | Gomphonema | pseudoaugur |
| クサビケイソウ※３ | Gomphonema | intricatum v. pumila |
| クサビケイソウ※４ | Gomphonema | parvulum |

表―15　指標生物（河川）の比較表

| 指　標　種 | 昭和50年 | 今回 |
|---|---|---|
| 〔魚類〕 | | |
| スナヤツメ | ○ | |
| ウナギ | ○ | |
| ニジマス | ○ | |
| ヤマメ | ○ | |
| アユ | ○ | |
| ヤリタナゴ | ○ | |
| カマツカ | | ○ |
| モツゴ | ○ | |
| ウグイ | ○ | ○ |
| アブラハヤ | | ○ |
| オイカワ | ○ | ○ |
| コイ | ○ | |
| フナ（類） | ○ | ○ |
| ドジョウ | ○ | ○ |
| シマドジョウ | ○ | ○ |
| ホトケドジョウ | ○ | ○ |
| ナマズ | ○ | |
| ギバチ | ○ | ○ |
| メダカ | ○ | |
| カダヤシ | ○ | |
| グッピー | ○ | |
| セイゴ・フッコ | ○ | |
| マハゼ | ○ | |
| 〔底生動物〕 | | |
| プラナリア（ナミウズムシ） | ○ | ○ |
| エラミミズ | | ○ |
| イトミミズ類 | ○ | ○ |
| シマイシビル | ○ | ○ |
| カワニナ | ○ | ○ |
| サカマキガイ | ○ | ○ |
| マシジミ | ○ | |
| ミズムシ | ○ | ○ |
| アゴトゲヨコエビ（ヨコエビ類） | (○) | ○ |
| スジエビ | ○ | |
| サワガニ | ○ | ○ |
| アメリカザリガニ | ○ | ○ |

| 指　標　種 | 昭和50年 | 今回 |
|---|---|---|
| コカゲロウ類（ヨシノコカゲロウ・シロハラコカゲロウ） | ○ | (○) |
| サホコカゲロウ | | ○ |
| サホコカゲロウ（褐色型） | | ○ |
| ヒラタカゲロウ | ○ | |
| フタスジモンカゲロウ | | ○ |
| オオクママダラカゲロウ | | ○ |
| カワトンボ | | ○ |
| ヤマサナエ | | ○ |
| オニヤンマ | | ○ |
| カワゲラ類（ヤマトフタツメカワゲラ，フサオナシカワゲラ・オナシカワゲラの一種） | | (○) |
| ヘビトンボ類（ヤマトクロスジヘビトンボ・ヘビトンボ） | | (○) |
| コガタシマトビラ（トビケラ類） | (○) | ○ |
| ホタルトビケラ | | ○ |
| ゲンゴロウ | ○ | |
| ガガンボ類 | | ○ |
| クロヒメガガンボの一種 | | ○ |
| チョウバエの一種（ホシチョウバエ） | (○) | ○ |
| ツノマユブユ類 | | ○ |
| シギアブ | ○ | |
| アミカ | ○ | |
| ツヤユスリカ類 | | ○ |
| ユスリカの一種 | | ○ |
| セスジユスリカ | (○) | ○ |
| 〔藻類・他〕 | | |
| ビロウドランソウ | | ○ |
| セキショウモ | ○ | |
| フウセンモ | ○ | |
| ベニイトモ | | ○ |
| チャヅツケイソウ（ナミチャヅツケイソウ） | (○) | ○ |
| ナガケイソウ | | ○ |
| オウギケイソウ | | ○ |
| マガリケイソウ | | ○ |
| コバンケイソウ | | ○ |
| マガリクサビケイソウ | | ○ |

| 指　標　種 | 昭和50年 | 今回 |
|---|---|---|
| フネケイソウ※1～※9 | | ○ |
| ハネケイソウ | | ○ |
| クサビケイソウ※1～※4 | | ○ |
| ハリケイソウ※1～※6（オスイハリケイソウ） | (○) | ○ |
| オオバンケイソウ※1～※2 | | ○ |
| ツルギミドロ | ○ | |
| カワシオグサ | ○ | |
| コナミドリ | ○ | |
| ミドリムシ | ○ | |
| ミズワタ | ○ | |
| 白色硫黄細菌 | ○ | |
| オランダガラシ | | ○ |
| マツモ | | ○ |
| エビモ | | ○ |

表―16　指標生物（海域）の比較表

| 指標種 | 昭和50年 | 今回 | 指標種 | 昭和50年 | 今回 | 指標種 | 昭和50年 | 今回 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 〔魚類〕 | | | アサヒアナハゼ | | ○ | アカガイ | ○ | |
| コノシロ | ○ | | ネズミゴチ | | ○ | トリガイ | ○ | |
| カタクチイワシ | ○ | | ハタタテヌメリ | | ○ | アサリ | | ○ |
| アユ | | ○ | ヒラメ | ○ | | シズクガイ | ○ | |
| ゴンズイ | ○ | | メイタガレイ | ○ | | マテガイ | | ○ |
| ヨウジウオ | | ○ | マコガレイ | ○ | ○ | シオフキガイ | | ○ |
| ボラ | | ○ | イシガレイ | ○ | ○ | バカガイ | | ○ |
| スズキ | | ○ | カワハギ | ○ | ○ | スミイカ | ○ | |
| キス（シロギス） | ○ | ○ | ウマヅラハギ | | ○ | ヤリイカ | ○ | |
| マアジ | ○ | ○ | アミメハギ | | ○ | マダコ | ○ | |
| ヒイラギ | | ○ | クサフグ | | ○ | シロボヤ | | ○ |
| シログチ（イシモチ） | ○ | | トラフグ | ○ | | 〔海藻〕 | | |
| クロサギ | | ○ | マアナゴ | ○ | | テングサ類 | ○ | |
| シマイサキ | | ○ | 〔小動物〕 | | | ワカメ | ○ | ○ |
| コトヒキ | | ○ | ダイダイイソカイメン | | ○ | ヒトエグサ | ○ | |
| マダイ | ○ | | ヨロイイソギンチャク | | ○ | ハネモ | ○ | ○ |
| クロダイ | ○ | ○ | タテジマイソギンチャク | | ○ | アマモ | ○ | |
| ウミタナゴ | | ○ | ハナオカカギゴカイ | | ○ | アマノリ類 | ○ | |
| オヤビッチャ | | ○ | Paraprionospio Form CI | | ○ | アナアオサ | ○ | ○ |
| ベラ（キュウセン） | ○ | ○ | Prionospio cirrifera | | ○ | ウスバアオノリ | ○ | |
| スジハゼ | | ○ | ミズヒキゴカイ | | ○ | ヒビミドロ | ○ | |
| ヒメハゼ | | ○ | フジツボ類 | | ○ | ネダシグサ | ○ | |
| アベハゼ | | ○ | カメノテ | | ○ | マクサ | | ○ |
| マサゴハゼ | | ○ | クルマエビ | ○ | | オオオゴノリ | | ○ |
| チチブ | | ○ | アカエビ | ○ | | ベニスナゴ | | ○ |
| シマハゼ | | ○ | ニホンスナモグリ | | ○ | ムカデノリ | | ○ |
| ビリンゴ | | ○ | ガザミ（ワタリガニ） | ○ | | 〔プランクトン〕 | | |
| マハゼ | | ○ | オサガニ | | ○ | Skeletonema costaum | | ○ |
| アシシロハゼ | | ○ | イソガニ | | ○ | Eucampia zoodiacus | | ○ |
| ミミズハゼ | | ○ | ケフサイソガニ | | ○ | Prorocentrum triestinum | | ○ |
| イソギンポ | | ○ | シャコ | ○ | | Heterosigma akashiwo | | ○ |
| ナベカ | | ○ | ヒザラガイ | | ○ | Mesodinium rubrum | | ○ |
| ダイナンギンポ | | ○ | マツバガイ | | ○ | | | |
| メバル | ○ | | コシダカガンガラ | | ○ | | | |
| カサゴ | ○ | | タマキビガイ | | ○ | | | |
| クジメ | | ○ | コウロエンカワヒバリガイ | | ○ | | | |
| アイナメ | | ○ | ムラサキイガイ | | ○ | | | |
| コチ | | ○ | マガキ | | ○ | | | |