

底生生物及び魚類を用いた水環境評価手法の検討

Examination of the Water Environment index With Aquatic Organisms and Fish of River

小林 弘明
岩渕 美香

Hiroaki KOBAYASHI
Mika IWABUCHI

要旨

川崎市では、「川崎市環境基本計画」及び「川崎市水環境保全計画」に基づき、市内河川に生息する底生生物の調査を実施している。これらの調査結果は、環境普及啓発冊子「川の生きもの」の基礎資料として用いられる他、川崎市水環境保全計画における水環境を評価する資料として用いられている。

今回、1979 年より 2011 年までの約 30 年にわたる水生生物調査結果を集計し、結果から市内河川に適応可能な水環境評価手法を数種検討した。その結果、底生生物を用いた評価手法では、①ASPT 値を用いた手法、②カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の科数と出現数をカウントする手法、③「川の生きもの」で使われている評価手法、魚類を用いた評価手法では、在来種、又は、希少種の存在するところでは、希少種の種数をカウントする手法が適切だと考えられた。

キーワード： 水質、魚類、水生生物、底生生物

Key words: Water quality, Fish, Aquatic organisms, Benthic animals

1 はじめに

本研究所では、「川崎市環境基本計画」、「川崎市水環境保全計画」に基づき、公共用水域の水質評価、水環境評価、生息生物の情報収集等を目的として、市内河川等において河川水生生物調査等を実施している。これらの調査結果は、市民への環境普及啓発冊子「川の生きもの」の作成のため、また、川崎市環境保全計画における水環境を評価する基礎資料として用いられている。水環境保全計画に記されている評価方法は、その前身である「川崎市河川水質管理計画（平成5年策定）」での指標（魚類のみ）が用いられており、「川崎市水環境保全計画」を策定する際に、当指標が河川環境評価に対して適切であるかの議論もなされていた。

魚類は、餌の不足や河川水質変化などの環境変化が起きると、回遊し、生息地を移動することが可能であるが、底生生物は、生息に適した環境でなければ定着することができず、また、魚類と比べ移動範囲は狭いため、河川環境の変化により影響を受けやすい。しかし、「(旧) 川崎市水質管理計画」では、底生生物による評価はしておらず、今回の「川崎市水環境保全計画」では、「底生生物（種別個体数）」が指標として示されたものの、評価方法は提示されていない。

そこで、川崎市が行った 1979 年から 2011 年までの約 30 年に亘る底生生物及び魚類の調査結果を用いて、数種類の水環境評価方法について検討したので報告する。

2 底生生物及び魚類の経年変化の把握

前報文では、河川環境の主要な項目である水質が向上することにより、生息する生物科数や種数に増加傾向が見て取れることを述べた。今回は、先の結果から 1979 年

から 2011 年までの底生生物科数及び魚類種数の経年変化について再度まとめた。なお、底生生物は 1979 年から 2011 年までのデータを、魚類は 1980 年から 2011 年までのデータを用いた。底生生物や魚類の同定は、年度によって精度が異なるため、底生生物については、科で分類をしておいた。魚類については、種で分類した。なお、フナ類、ヨシノボリ類に関しては、分類が非常に困難であるため、種の分類ではなく、フナ類、ヨシノボリ類とした。1979 年から 2011 年までの底生生物科数及び魚類種数の経年変化を図 1、図 2 に示した。

底生生物の確認科数は、1979 年から 2011 年まで増減はあるものの、おおよそ増加傾向が確認できる。

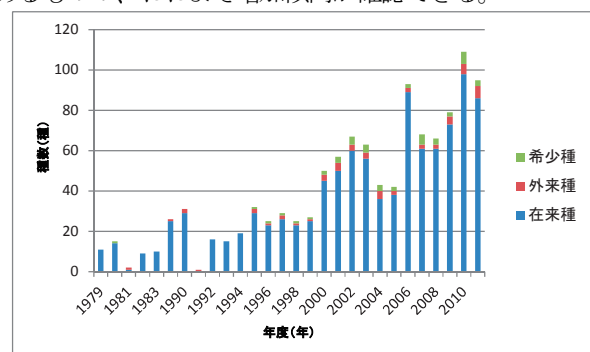


図 1 底生生物科数の経年変化

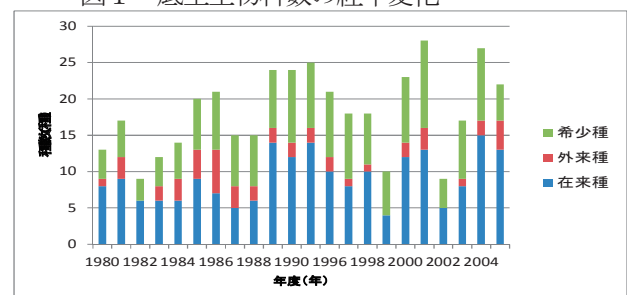


図 2 魚類種数の経年変化

魚類の確認種数は、1990 年まで横ばいに推移し、2000 年にかけて微増したその後は、2～3 年毎に増減を繰り返しているものの概ね増加傾向にある。また、若干希少種の確認種数が増加している。

生物種や構成比の遷移は、5～10 年で起こる¹⁾とされているため、底生生物科数、魚類種数の変遷、構成比を詳細に把握するために、期間を約 5 年間隔に分け、底生生物科数、魚類種数の推移を確認した（図 3、図 4）。

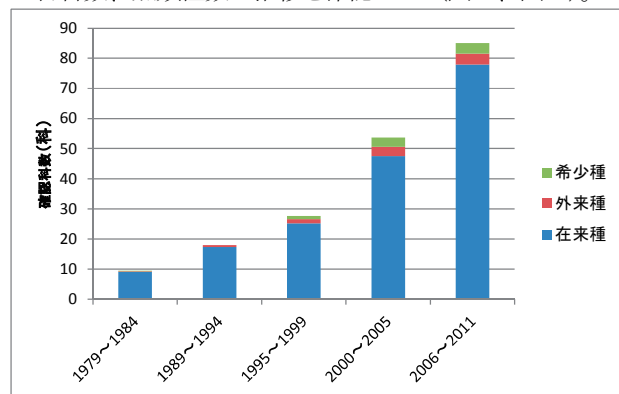


図3 底生生物科数の経年変化

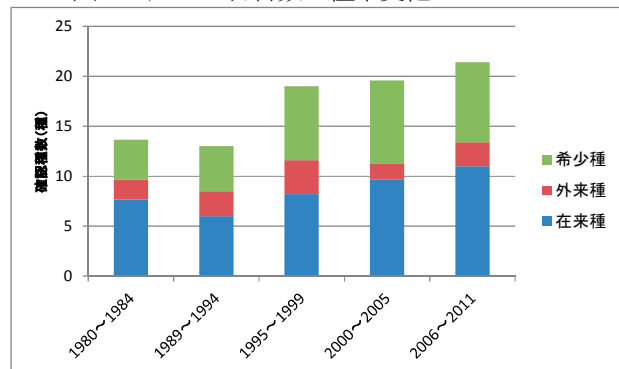


図4 魚類種数の経年変化

魚類は、図4のようにおおそ5年ごとの期間で種数、構成比が変化しており、底生生物でも、1979年から1983年と比較し、科数が大幅に増加しているなど、現在の川崎市の河川環境を平成5年に作成された「川崎市水質管理計画」等の指標を用いて評価するには、必ずしも一致しない可能性がある。

そこで、これら底生生物科数及び魚種数の1979年から2011年までの推移と合致し、且つ適切に河川環境を評価する手法を検討した。

3 評価手法の検討

3.1 検討項目

底生生物、魚類について、以下に示す評価手法が市内河川評価に適しているかどうかを検討した。

【底生生物】

- ・ETP 手法
- ・生物多様性指数を用いた評価
- ・平均スコア値（以下 ASPT 値と言う）
- ・水質階級評価

- ・「川の生きもの」を用いた評価
- ・ヒゲナガカワトビケラを用いた評価

【魚類】

- ・魚類種数による評価

3.2 評価手法の検討結果

3.2.1 底生生物

3.2.1.1 ETP 手法を用いた評価

まずは、ETP 手法を用いた水環境評価について検討を行った。ここで言う ETP 手法とは、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の種数の合計値を用いて河川を評価する手法である。即ち、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の種数が多ければ、河川環境として適切なものであるとの評価である。

ETP 手法では、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目を種まで同定する必要があるため、ここではこれまで研究所で同定してきたカゲロウ目 9 種、カワゲラ目 2 種、トビケラ目 10 種の指数を算出し、5つの期間（1979 年～1984 年、1989 年～1994 年、1995 年～1999 年、2000 年～2005 年、2006 年～2011 年）にわけ、図5、図6、図7に示した。ここで言う指数とは、期間内のその生物の確認回数を同期間中に実施した調査回数で除した値とした。つまり、当該期間中の1回の調査で見つかる割合である。

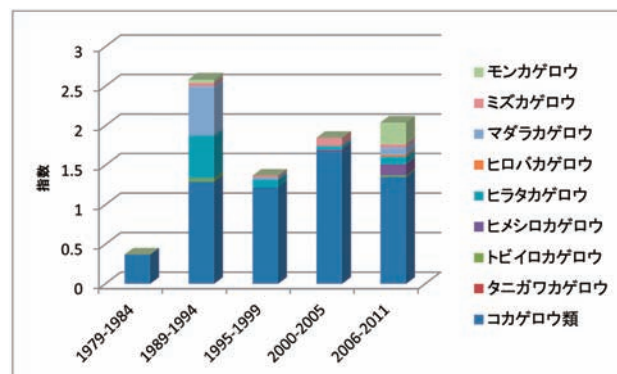


図5 カゲロウ目の指数の経年変化

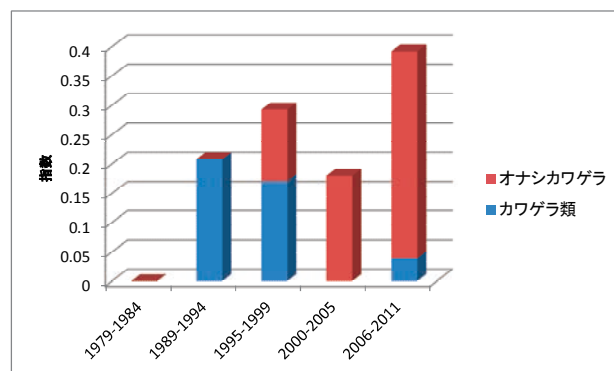


図6 カワゲラ目の指数の経年変化

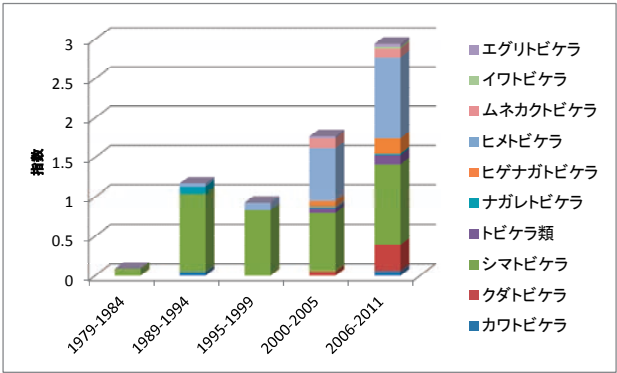


図7 トビケラ目の指数の経年変化

図5～図7に示すとおり、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目全てにおいて、1979年～2011年にかけて指数が増加傾向にあることが確認できた。また、カゲロウ目、トビケラ目では、年度を経ることで確認される科数も概ね増加傾向を示した。

ETPを用いた評価手法では、年度を経ていくに従って指数、種数が増加傾向を示していることから、同手法は、図3で示した生物科数の経年変化と同じ傾向を示しているため、評価手法として用いることが可能であると思われる。

3.2.1.2 ASPT 値と水質

次に ASPT 値を用いた評価手法を検討した。ASPT 値とは、底生生物の生活環境に対して1から10までの点数(スコア)を振り分け、調査地点の生物の生息環境を評価するものである。ASPT 値による評価では、10点満点で点数が高いほど、生物にとって適正な生息環境であるとされている。まず、ASPT 値と河川水質との関係について調べるため、各調査地点において ASPT 値を算出し、市内の測定計画で測定している河川の汚濁指標である BOD との関係を図8に示した。

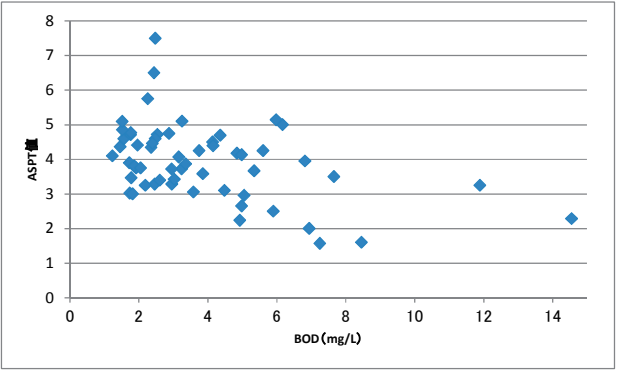


図8 ASPT 値と BOD の関係

ASPT 値と水質汚濁指標である BOD の関係を見ると、図8に示すとおり、BOD が減少すると ASPT 値が高くなる傾向があり、概ね反比例の関係であった。BOD は、河川環境の重要な項目の一つであり、ASPT 値とも上記のような関係性が見て取れる。そのため、河川環境評価に ASPT 値を用いることが可能であることが示唆された。

3.2.1.3 ASPT 値と指数の算出

期間毎に底生生物(全205科)の指数を算出し、5以

下のスコア生物、6以上のスコア生物の指数、ASPT 値の期間平均値を算出し、図9に示した。

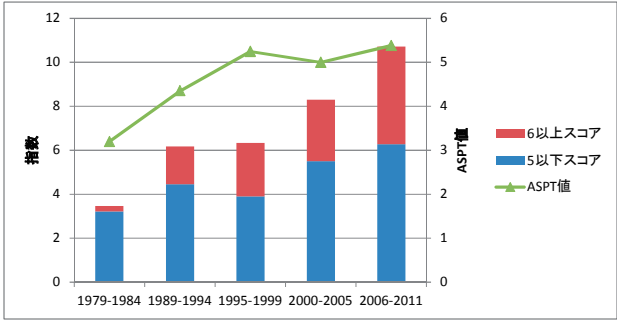


図9 スコアと指数の関係

6以上のスコア生物は、1989年から2011年まで種数が増加しており、その比率が増加していることが確認できる。また、ASPT 値も概ね増加傾向が確認できる。これらのことから、図3で示した確認科数の増加と同じ傾向が確認できるため、ASPT 値を用いて河川環境評価を行うことが可能であると考えられる。

3.2.1.4 「川の生きもの」を用いた評価方法の検討

「川の生きもの」²⁾を用いた評価手法は、公害研究所が実施した調査の中で蓄積してきた結果から経験的に作成した評価方法であり、ASPT 値や出現頻度の算出など煩雑な作業が必要ないのが特徴である。現在、川崎市が発行している「川の生きもの」では、底生生物と水質との関係を表1のように表している。

表1 「川の生きもの」の評価手法

とてもきれい(BODが5mg/L以下)	きれい(BODが5.1～10mg/L)	やや汚れている(BODが10.1～20mg/L)	汚れている(BODが20.1mg/L以上)
ヒラカゲロウ ヒゲナガトビケラ タニガワカゲロウ オナシカワガ カワゲラ類 ハブロンボ コオニヤンマ サワガニ ウスミシ ガフニ	コカゲロウ類 コガタシマトビケラ ヒメトビケラ オニヤンマ ヨコエビ ガガンボ類 ヒラタドROMシ	コヤマトンボ ミズムシ シマイシビル モノアラガイ	赤色ユスリカ ホシチョウバエ イトミミズ類 サカマキガイ

そこで、「川の生きもの」で示されている「とてもきれい」、「きれい」、「やや汚れている」、「汚れている」に記載されている生物の指数を算出し、各々の指数の合計値を図10に示した。

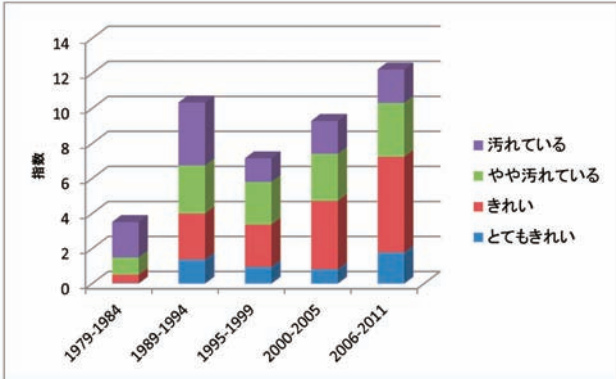


図10 「川の生きもの」生物割合

1979年～1984年と比較し、2006～2011年には「汚れている」、「やや汚れている」の生物群の全体に占める割合が減少し、「きれい」の生物群が増加していることが確認できる。次に「とてもきれい」、「きれい」に該当する生物に関し、種ごとに指数を算出し、図11、図12に示した。

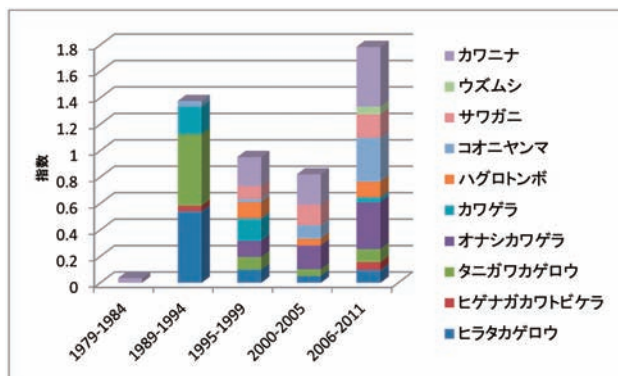


図11 「とてもきれい」の生物の指数

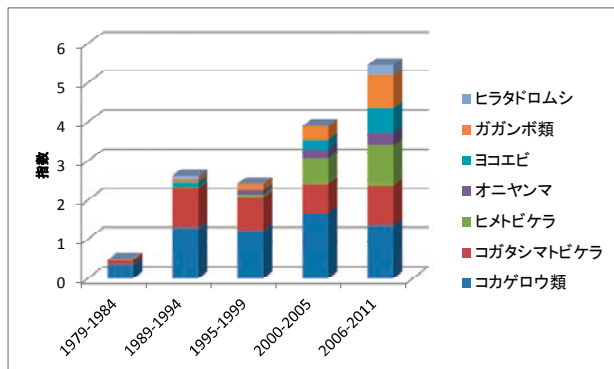


図12 「きれい」の生物の指数

「きれい」の生物の指数は、上昇しており、「とてもきれい」の生物の指数は、1989～1994年から2002～2005年までは減少しているが、2006～2011年には再び増加していた。種数でみると、「とてもきれい」、「きれい」の生物種数は1989年から増加傾向が見られた。これは、図3で示した生物科数の増加と似通っており、「とてもきれい」、「きれい」に該当する生物種の出現率をモニタリングするだけでも十分に水環境を評価することが可能であることが確認された。

3.2.1.5 水質階級を用いた評価方法の検討

環境省では、全国水生生物調査の際に表2に示した「水質階級」を用いて底生生物から河川環境を評価する手法を薦めている。この水質階級を用いた評価手法は、各階級に割振られた生物が出現したものを1点とし、更に、最も数が多かったものにはもう1点加点し、水質階級ごとに合計し、最も点数が大きい水質階級をその地点の水質と判定する手法である。

そこで水質階級Ⅰ～Ⅳに示されている底生生物の指数を算出し、図13に示した。

表2 水質階級を用いた評価手法

水質階級Ⅰ	水質階級Ⅱ	水質階級Ⅲ	水質階級Ⅳ
アミカ	イシマキガイ	イソコツムシ	アメリカザリガニ
ウズムシ	オオシマトビケラ	タイコウチ	エラミズ
カワゲラ	カワニナ	タニシ	サカマキガイ
サワガニ	ゲンジボタル	ニホンドロソコエビ	セスジスリカ
ナガレトビケラ	コオニヤンマ	ヒル	チョウバエ
ヒラタカゲロウ	コガタシマトビケラ	ミズカマキリ	
ブユ	スジエビ	ミズムシ	
ヘビトンボ	ヒラタドROMシ		
ヤマトビケラ	ヤマトシジミ		

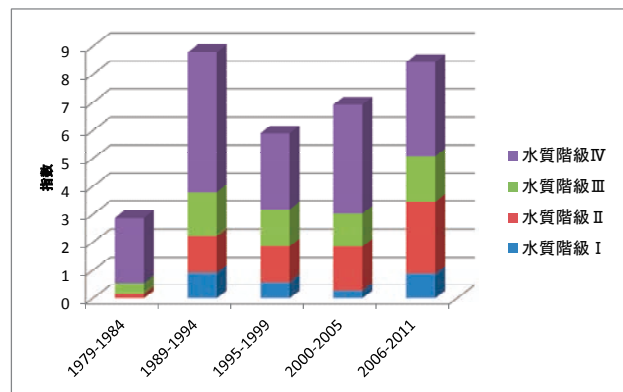


図13 水質階級の生物割合

図13のとおり水質階級を用いた評価手法では、1995～1999年から2006～2011年にかけて水質階級Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの生物指数が増加しているものの、構成比としては1995～1999年以降ほぼ変化していない。そこでより詳細に生物種の構成を確認するため、各水質階級の生物種についての指数の経年変化を図14、図15、図16に示した。

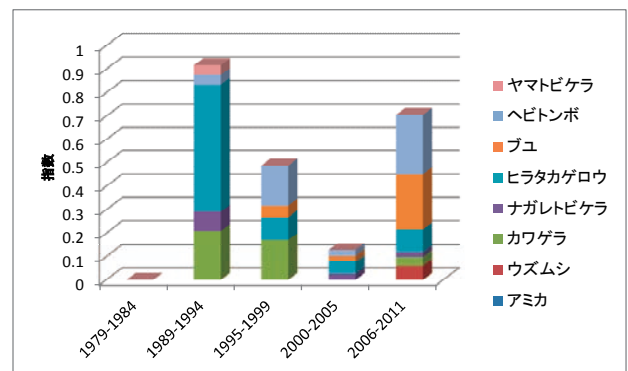


図14 水質階級Ⅰの生物の指数

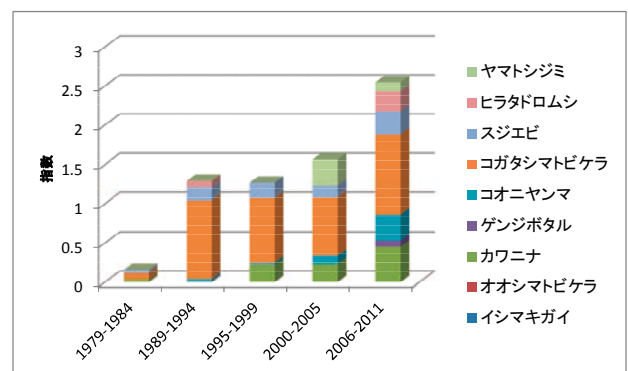


図15 水質階級Ⅱの生物の指数

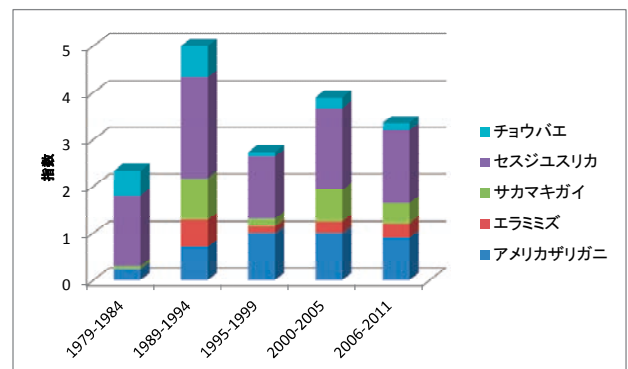


図16 水質階級Ⅳの生物の指数

水質階級Ⅰでは、種数は増加しているものの、指数は減少、増加を繰り返している。水質階級Ⅱでは、種数、指数ともに増加傾向を示している。水質階級Ⅳでは、種数は増えておらず、指数も一定の傾向は見取れない。特に水質階級Ⅰ、Ⅱでは、指標生物が市内河川で確認できず、指数の算出ができないものが多く確認された。本評価方法は全国的な調査で使用されているものの市内河川の水環境の評価に用いるには必ずしも適しているとは言いがたいと思われる。

3.2.1.6 ヒゲナガカワトビケラの推移を用いた評価手法

次にヒゲナガカワトビケラを用いた評価手法の検討を行った。ヒゲナガカワトビケラは、営巣形態が特殊であり、非常に安定した水環境である場合は、多く確認でき、生物相の極相を示しているといわれている。¹⁾つまり、ヒゲナガカワトビケラの生息個体数を確認することにより、水環境の安定を見る指標として用いることが可能である。

そこで、1979年から2011年度までのヒゲナガカワトビケラの指数の推移を図17に示す。

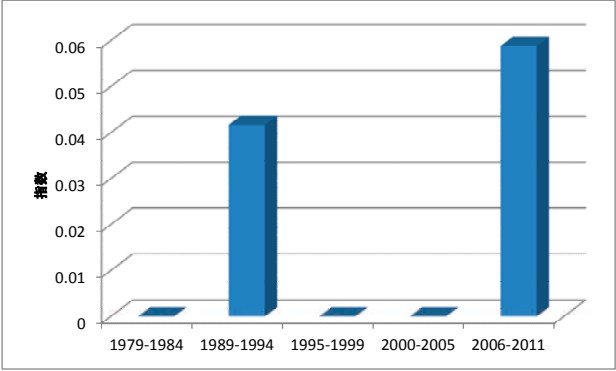


図17 ヒゲナガカワトビケラの指数

指数で見ると1989～1994年と比較して、2006～2011年では大幅に増加しており、図3の生物種数と類似している。しかし、ヒゲナガカワトビケラは、出現数が低く、ある特定の地点でのみ確認されていること、市内河川で広く確認されていないことから指標生物として用いることは不適であると思われる。

3.2.2 魚類種数による評価方法の検討

川崎市水環境保全計画では、表3に示すように河川を4つの水域に分け、それぞれ指標となる魚類を定め、河川を評価している。

表3 川崎市水環境保全計画評価方法

対象水域	指標(水生生物)
AA目標水域	多様な生物が生息できる水環境
A目標水域	
B目標水域	ドジョウ、モツゴ、コイ、フナ等の魚類が生息できる水環境
C目標水域	コイ、フナが生息でき不快感のない水環境

この評価手法では、魚類が多種であることが水質指標の評価が高いものとされている。

そこで、コイ、フナ、ドジョウ、モツゴについて底生生物と同様に指数を算出し、図18に示した。

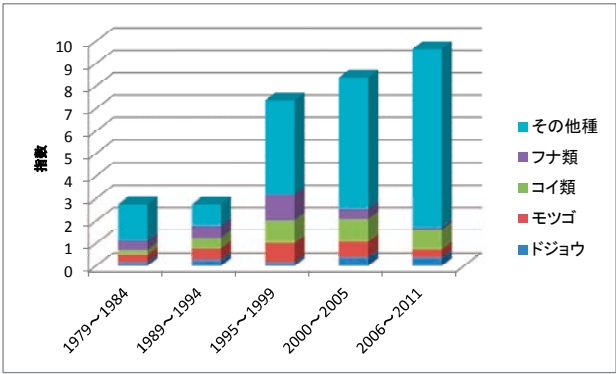


図18 指標生物の指数

1989～1994年では、フナ、コイ、モツゴ、ドジョウの比率が大きかったが、2006～2011年では比率が減少した。C目標水域の指標生物であるコイ、特にフナの構成比が減少し、その他の多くの種が確認できるようになっているため、河川環境が改善されてきたとも考えられる。1989年ではフナを水質指標生物として用いることができたが、出現比率が変わってしまった2000年以降は、新しい指標生物を用いる必要があると考えられる。

そこで、魚類における在来種、希少種、外来種の比率の変化を図19に示した。

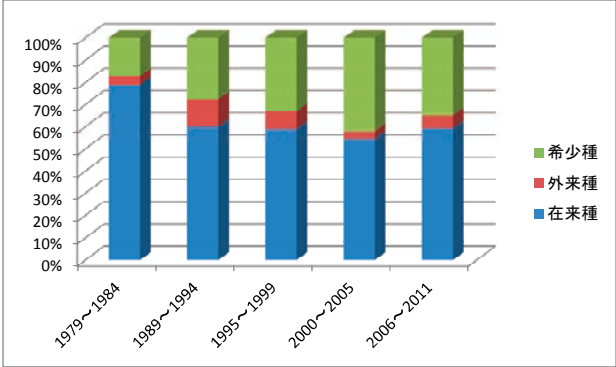


図19 希少種、外来種、在来種の割合

1989～1994年では、全体に占める外来種の割合が高かったが、徐々に減少している。一方で、希少種の割合が増えていた。希少種は、1989～1994年から2006～2011年までの間に全体に占める割合はほぼ変わっていないこと、図3で示した確認種数の変化から、水質指標生物として希少種を用いることも可能であると考えられる。

そこで、希少種の種類の出現率の変化を図20に示した。

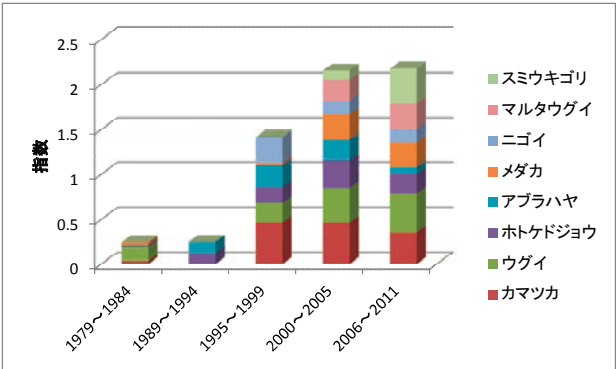


図20 希少種の指数の変化

希少種の種別で見ると、コイの比率は年々下がっている、希少種の種数が増え、構成比が変わってきているのが確認できる。つまり、川崎市の河川が多種の希少種が生息できる環境になってきているといえる。そこで、また、図3、図19から在来種の確認種数も増加していることが確認できる。魚類を用いた河川環境評価を行う際には、希少種が生息する地点では、生物指標として希少種の種数を計数することにより評価でき、在来種のみが存在する地点では、在来種の種数をカウントする手法が適切であると考えられる。

4 まとめ

市内河川における底生生物及び魚類調査結果から水環境を評価する手法を検討した結果、次のことがわかった。

(1) 底生生物から水環境を評価する場合は、①ASPT 値を用いた水環境評価手法、②簡易な評価手法としてカゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の科数と出現を見る方法、③専門的な知識が必要ではない「川の生きもの」で示されている評価方法が市内河川の評価においては適切であると考えられる。

(2) 魚類を用いた評価手法に関しては、希少種及び在来種数である魚類の種数をカウントすることが市内河川では評価手法として適切であると考えられる。

今後、市内河川の水環境を評価していく上で、河川水質の変化や生息する底生生物及び魚類の変化等に合わせ、評価手法を検討し、時代にあった評価手法を確立していくことが必要であると思われる。また、評価手法の適否を検討するには、生物分布等を適切に把握し、長期間に亘りデータを蓄積していく必要がある。そのため、継続的に川崎市内河川の底生生物、魚類の調査を実施していく必要がある。

文献

- 1) 川崎市：川崎市水環境保全計画（平成24年10月策定）、第2章 川崎市の水環境の変遷と現状 (3) これまでの水環境の取組
- 2) 川崎市：「み一つけた！川の生きもの」、川崎市環境総合研究所 平成21年3月