

環境指標となる水生生物を用いた環境調査法の確立

生物から大阪の自然を知る会

代表 中井 一郎

大阪府

1. はじめに

近年、小中高校生や一般市民の間で、地球環境や地域環境に対する関心が高まっている。しかし、一方で、環境の評価法には難しいものが多く、小中高校生や一般市民には取り扱いにくい点が少なくない。本会会員の多くを占める高校生物教師の集まりである大阪府高等学校生物教育研究会（以後高生研という）では、1988年から比較的分類が容易な小型水生動物を使った水質環境調査の方向を模索してきた。本会では、それを一歩進めて、身近で同定も平易な水生生物を使って、簡便な方法で地域の水環境の目安が得られるような環境調査法の確立を目指した。この研究は、2002年度から小中学校で、2003年度からは高校で導入される新教育課程で取り上げられる総合的な学習の時間のあり方についての教材開発が進む中、本研究が総合的な学習の時間における取り組みの1つとして活用できるのではないかと考えている。

2. 調査研究活動

これまでの高生研での調査結果を確認し、再検討する立場から、1999年夏にも高校の生物部や生物科教員による水の中の生き物調べと簡易水質検査を実施した。まず、大阪府下のすべての高校に呼びかけ、調査協力校を募った。各校の生物部員あるいは生物科教員はそれぞれ身近な河川に出向いて、そこで分類が容易で環境指標となる生物の存否調査と、簡易水質検査を実施した。調査対象となった生物（図1）および化学的水質項目は次の通りである。

- ①サワガニ ②カゲロウ・カワゲラ類
- ③トビケラ類 ④ヘビトンボ類

- ⑤カワニナ類 ⑥ミズムシ
- ⑦ヒル類 ⑧サカマキガイ
- ⑨イトミミズ類 ⑩赤いユスリカ類

①科学的酸素要求量 COD

②アンモニア態窒素

③リン酸態リン

なお、化学的水質については、共立理化学研究所のバックテストを利用したが、一部の地点では、水質検査機器やバイエルメディカル社の試験紙も実験的に使用した。このほか付着藻類や小型水生動物・淡水魚・化学的水質について、各会員が得意分野について独自の調査を行った。

府下18校から調査協力の申し出があり、これらの学校に対して7月3日に調査法の講習会を行った。その後、7月下旬から9月上旬にかけて調査活動を行い、府下で158地点の調査を行った。その結果は、本会会員によって集約・分析したのち、12月には高生研と共催で検討会を実施した。また、調査結果の一部は、1月に開かれた高生研の会員研究発表会で発表され、今夏の高等学校生物教育会全国大会でも発表の予定である。

生物調査結果の一例として、良好な水質環境の指標となるサワガニ、中程度の汚濁の指標となるヒル類、高い汚濁の指標となる赤いユスリカ類の分布を図2～4に示す。また、化学的水質検査結果の一例として、CODの測定結果を4段階の階級として表したものを図5に示した。1999年は調査期間前の降水量が例年より多く、増水による生物の流下・化学的水質の測定値の低下が見られた。しかし一般に、きれいな水にしかすめない生物の存在は、府北部の北摂地区ならびに南東部の南河

内地区・南部の泉州地区の山間部にのみ確認され、化学的水質の良好な地点も、ほぼこの地域に集中した。逆に府中央部などの都市化の進んだところでは、耐汚濁性の高い生物のみが存在するか生物が見られない状況であり、いずれの化学的水質検査項目も高い値を示した。ただ、先述のように増水による希釈によって、例えば化学的酸素要求量の値が50ppm以上の地点の数は、濁水で水質汚濁が目立った1994年には127地点中54地点もあったが、1999年には155地点（3地点はCOD調査を実施せず）中6地点にすぎなかった。

生物調査の結果から、高生研で従来から実施している方法による生物的水質階級の判定を行った。この判定では、図1にも示したように、サワガニおよびカゲロウ・カワゲラ類、トビケラ類、ヘビトンボ類・カワニナ類の5つを水質階級Aの、ヘビトンボ類およびカワニナ類、ミズムシ、ヒル類を水質階級Bの、ミズムシおよびヒル類、サカマキガイ、イトミミズ類を水質階級Cの、サカマキガイおよびイトミミズ類、赤いユスリカ類を水質階級Dの指標とした。そして、指標生物の存在種類数が最も多い階級を、その地点の水質階級とした。なお、各階級の種類数が同じ場合はふつうはよりきれいな階級と見なし、出現種類数が少ない場合のみより汚れた階級と見なすという多様性指数の考え方を考慮した判定を行った。その結果を、図6に示した。1999年の判定結果は、全般的に昨年までの調査結果と大きな相違はなく、化学的水質とは異なる結果となった。確かに調査時点での各地の水環境はやや改善していたが、ほとんどの地点でその改善は一過性の増水によるものであり、年間を通じての水環境の改善が見られるようには感じられなかった。逆に、河川改修などによって、水環境の悪化が懸念されるところがいくつかあった。このように見ていくと、化学的水質はその時点での水質環境を数量的に表現できる点で優れているが、長い時間の水環境の積算によって決まる

生物による判定の方が、よりその地点の総合的な状況を示しているように思われた。

一方で、従来の判定の問題点も明らかとなってきた。調査活動の継続の結果、調査者の力量が向上するにつれて、カゲロウ・カワゲラ類やトビケラ類などの確認率に、増加の傾向が見られるようになってきた。これは水質の改善によるものではなく、小さな個体を識別する能力が向上したことによるものと思われる。これらの種類は、生物の種の同定が容易でなく、中高生などの調査では一群の生物として扱うのが適当であろうとの判断で、調査を行ってきた。ところが小型種には耐汚濁性の高い種があり、小型個体の識別技術の向上は水質階級の判定を狂わせる要因ともなってきた。現時点での判断では、夏季の調査では、3mm以下の個体について調査対象から外するのが適当と思われる。残念ながら、今年の調査では、調査結果集約の時点では、3mm以下の個体を除いた水質判定を想定していなかったため、この判断が正しいかどうかの結論は出せない。今後の調査研究活動によって、その妥当性を明らかにしていきたい。

また、化学的水質については、化学的酸素要求量・アンモニア態窒素・リン酸態リン以外にも、亜硝酸態窒素など複数の項目について、環境評価に有効なものはないかとの検討を行った。さらに、バックテスト以外の方法で簡潔に行える方法も検討した。その結果、亜硝酸態窒素については、アンモニア態窒素同様に有機汚濁の指標として適当という結論に達したが、ほかの項目には指標性の不明確さや測定の高コストさに問題があるように思われた。亜硝酸態窒素を使ったバックテストによる調査も一部地点で実施したが、亜硝酸態窒素がアンモニア態窒素と硝酸態窒素の間の中間体であることから、その測定値は必ずしも大きくなく、バックテストの測定範囲では自然水の有機汚濁の程度を判定するのにそぐわないと考えられた。また、バックテストのほかに、アクアチェックという試

験紙およびシンプルバックという検査キットについてもその使用の簡便性や信頼性について検証した。いずれもその信頼性はバックテストと変わらなかったが、アクアチェックについては、リン酸態リンの測定範囲では、自然水の有機汚濁の程度を判定するのにそぐわないと考えられた。アンモニア態窒素の測定には、安価で利用できる点でバックテストよりよい面もあった。シンプルバックについては、化学的酸素要求量での使用が可能だが、検査項目ごとに使用する方法を変えることが適当かどうか検討の余地がある。なお、検査方法として、水質検査機器や従来の適定などの方法も考慮した。前者は高価な機器の割には測定項目が限られており、測定値の信頼度も今ひとつであった。また後者は、簡便な方法ではなかった。

さらに、小型水生動物以外にも環境指標となり平易に調査できる生物はないか検討した。河川の石などに付着するいわゆる付着藻類は、従来から専門家による水質判定にはよく用いられてきた。しかし、その種の同定は難しく、中高校生の調査での環境評価は難しかった。そこで、細かな種ではなく、大まかな分類だけである程度水質環境を反映した指標として利用する方法はないか検討した。その結果、カサネランソウ、ベニマダラ、ツヅミモ、サヤミドロ、カタサヤユレモ、アミミドロ、ミドリムシなどいくつかのグループの存在はある程度水質環境の指標となることがわかってきた（図7）。同様の調査・検討は、淡水魚についても行っているところである。

3. 普及啓蒙活動

本研究は、環境指標となる生物を用いて、水質環境を評価しようと言う試みであるが、それぞれの専門家による調査などによる評価より劣っていることは否めない。むしろこのような方法での調査は、小中高生や一般市民などに、身近な水環境を再度見直してもらうきっかけになることをめざした啓蒙活動の色彩も少なくない。そこで実際に

小中高校生や一般市民の活動として実施可能かどうか、問題点があるとすればどのような点があるかを検証するため、さまざまな場においてこの調査を試してみた。高校生に対しては、本研究における調査活動自体がその検証となっており、生物部や科学部の部員などでは十分に調査や結果の分析が可能であることがわかっている。また、一般の高校生や中学生についても会員の属する一部の学校で自由研究や探究活動の名の下に実施した調査から、本研究のレベルであれば内容の把握にも問題がないことがわかった。

小学生については、本会会員に小学校教員が含まれないため、その理解の程度が十分につかめなかった。そこで、本研究に先立つ1999年2月には河内松原市立河合小学校からの依頼もあって、6年生を対象に本調査を含めた指標生物による水環境調査について、2時間の授業を行った。また、1999年6月と7月には、能勢町立田尻小学校からの依頼に基づき、4・5年生を対象にそれぞれ2時間ずつ授業を行った。6月の授業は、梅雨の降雨のため、近くの田尻川で採集した生き物を使った教室でのレクチャー（図8）となり、7月には実際に小学校近くの田尻川に出向いて採集・調査を行った（図9）。その結果小学生でも中学年以上であれば、ある程度の指導者がおれば、調査のねらいや結果の評価・把握は可能であることがわかった。ただ、小学生の場合、河川での調査中に大人の考えられないような行動をとる者もあり、十分な数の大人による監視下での調査が望まれた。

以上の結果を踏まえて、調査法の解説書の作成をめざした。現在、とりあえず中高校生ならびに一般市民向けのわかりやすい解説書の作成中であり、次に小学校高学年程度向けの解説書に作成を考えている。これらの活動をきっかけに、一人でも多くの人々が、私たち自身のまわりにある身近な水環境を見直すことになれば幸いである。

参考文献

阿部ひとみ（1972）田原川・宇治川の付着藻類、淀川水系生物調査報告第1報，p.34.

大阪府高等学校生物教育研究会環境教育研究部会（1997）生物から見た大阪の陸水、大阪府高等学校生物教育研究会.

大阪府農林水産部水産課（1993）大阪府下の川と魚－河川漁業権漁場の生物生態調査報告書1992年調査－、大阪府.

岡本恒美（1989～1993）安威川の生物調査1～5、理化研報 No. 1～5、茨木工業高校.

河合禎貞（1985）日本産水生昆虫検索図説、東海大学出版会.

西条八束，三田村猪佐武（1995）新編湖沼調査法、古今書院.

左巻健男，市川智史（1999）誰にでもできる環境調査マニュアル、東京書籍.

造力武彦（1976）宇治川における付着珪藻と水質の関係、陸水学雑誌，37-1、p.29-36.

谷幸三（1995）水生生物の観察、トンボ出版.

中井一郎（1998）河川の水生生物調査、新しい生物実験の開発Ⅱ，大阪府高等学校生物教育研究会.

日本自然保護協会（1994）指標生物－自然をみるものさし－、平凡社.

みどりと生き物のマップづくり会議（2000）メッシュマップ大阪市の生き物、大阪市環境保健局.

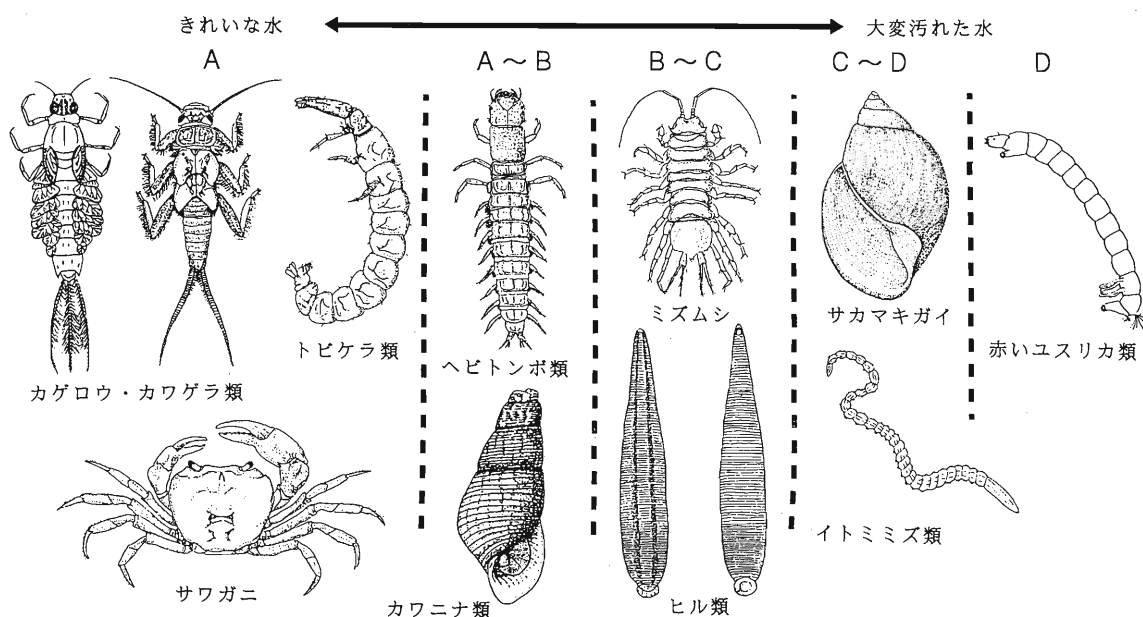
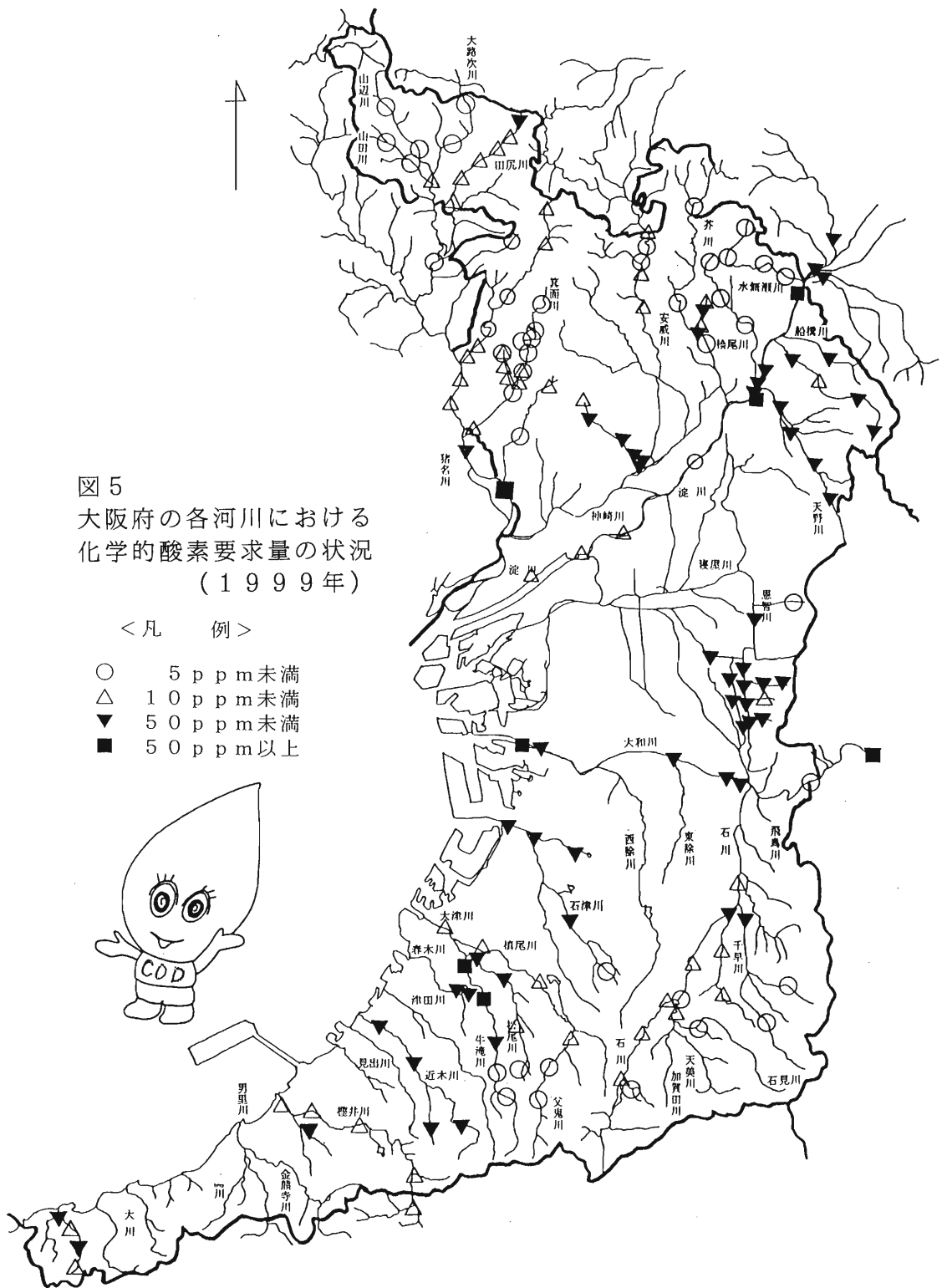


図1 水質の指標となる小型水性動物



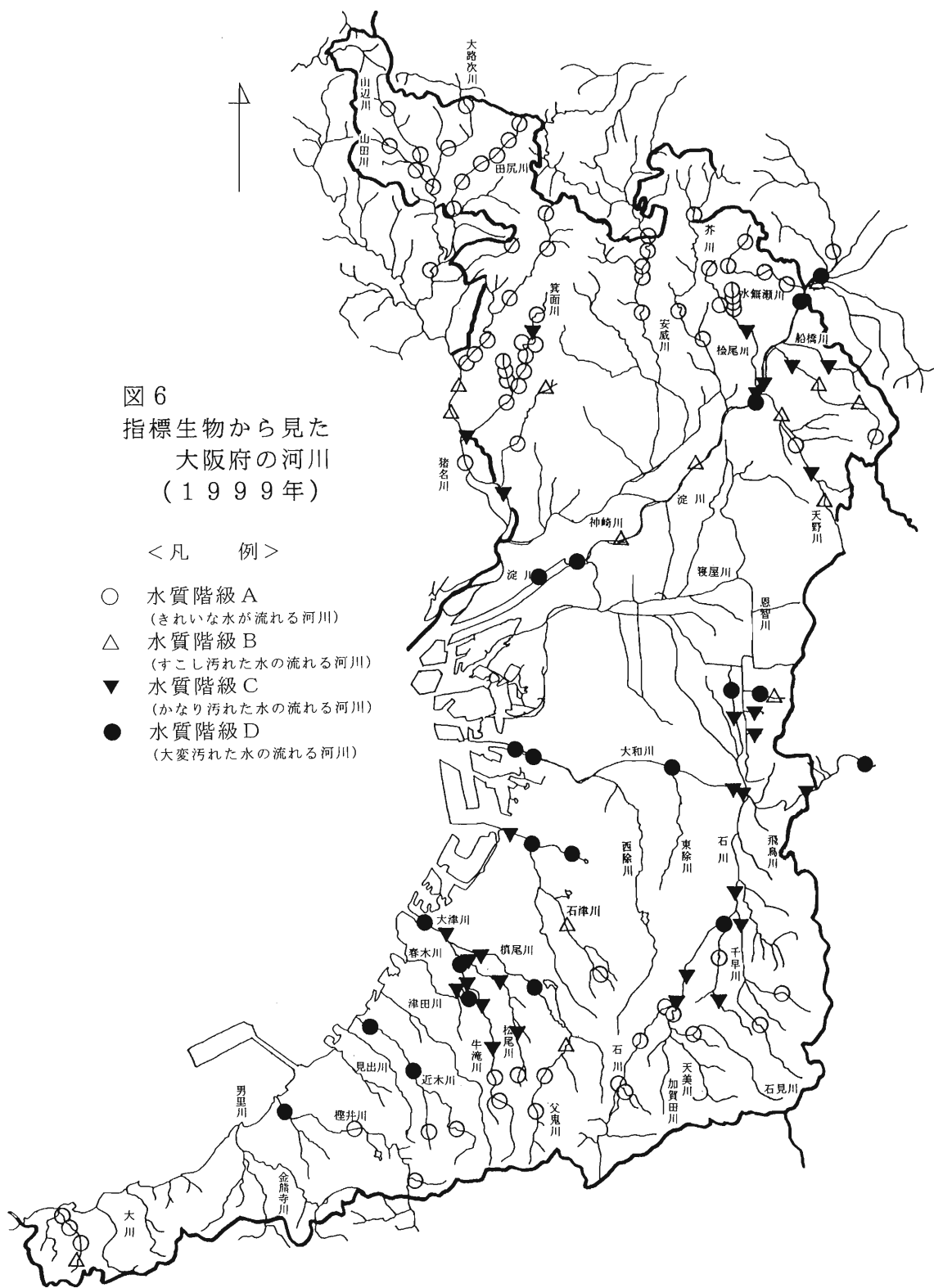
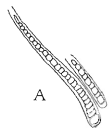
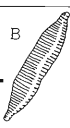
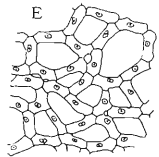


図 6
指標生物から見た
大阪府の河川
(1999年)

< 凡 例 >

- 水質階級 A
(きれいな水が流れる河川)
- △ 水質階級 B
(すこし汚れた水の流れる河川)
- ▼ 水質階級 C
(かなり汚れた水の流れる河川)
- 水質階級 D
(大変汚れた水の流れる河川)

付着藻類の種類	大変きれいな水域	きれいな水域	少し汚れた水域	汚れた水域	大変汚れた水域
藍藻類 ビロウドランソウ ユレモ サヤユレモ カタサヤユレモ ネンジュモ ニセネンジュモ カサネランソウ	 A				
珪藻類 クチビルケイソウ ハネケイソウ ハリケイソウ コパンケイソウ ナガケイソウ					 B
紅藻類 ベニマダラ ベニイトモ カワモスク オオイシソウ					 C
緑藻類 ツツミモ ツルギミドロ サヤミドロ フシナシミドロ カワシオグサ アオミドロ アミミドロ イカダモ	 D				 E
ミドリムシ類 ミドリムシ					

————— 主たる分布域
 - - - - - 分布域

図7 付着藻類の種類と水質階級

A：ビロウドランソウ，B：クチビルケイソウ，C：ベニマダラ，D：ツツミモ，E：アミミドロ



図8 小学校4年生に対する
水の中の生き物と水環境の授業
(能勢町立田尻小学校、1999年6月18日)

図9 小学校4・5年生に対する
水の中の生き物と水環境の授業
(能勢町立田尻川にて、1999年7月12日)

