住民による水質監視

——生物指標による簡易調査法*——

桜井善雄

1. はじめに

公共水域の水質保全には、法令・行政面の整備や水質改善技術の進歩が必要なことはいうまでもないが、同時に身近な水域に対する地域住民の関心を啓発してゆくことも大切な課題である。特に近年わが国の各地にみられるように、人々の日常生活に由来する排水が、水域の主要な汚染源となっているような場合には、住民参加の意義と効果は一層大きい。

このような、住民による、主として河川を対象とした水質監視の活動を、技術の容易さ、結果の信頼性と有用性、経費が少なくすむ、などの点からみて、最も効果的に行える方法は、水中に生息する肉眼的な大きさの生物を指標とする水質判定法であろう。

この方法は、一般住民だけでなく、小・中学校などの教育に採用すれば、理科教育の面だけでなく、環境全般に対する意識を高める上でも有効である。

ここでは、上記のような諸点に着目して、1984年度から環境庁（水質保全局）が中心になって進めてきた「水生生物による水質の簡易調査法」の策定の経過と内容、ならびにこれまで全国的に調査を行ってきた成果や問題点などについて概要を述べる。

2. 生物指標による水質の簡易調査法

今世紀のはじめに Kolkwitz & Marsson が提唱した汚水生物学の体系に基づいて、その水域に生息する生物の種（あるいは生物群集）の特性から水質を判定

する方法については、その後80年以上にわたり多数の研究成果が蓄積され、世界の各国で水質の監視に利用されて成果をあげてきた。

しかし、この方法を適用する場合、たとえ対象を肉眼的な大きさの生物だけに限っても、その水域で採取されるすべての種を問題にすることは、専門の研究者といえども容易なことではなく、一般住民や学童にはとても無理である。

そのため、指標とする生物の種を限定し、その効果や結果の信頼性を落とすことなく手法を簡易化することが試みられてきた（例えば Mellanby, 1974）。本邦におけるこのような方法の提唱は、おそらく汚水生物体系をわが国に広く紹介し、普及させたことで功績のあった津田（1961）を嚆矢とするが、その後も、主として肉眼的な底生動物を指標生物とする簡易調査法に限れば、津田・森下（1974）、桜井・渡辺（1975）、渡辺（1980）などの提案がある。

またこれらのほかにも、1970年代後半頃から、水質汚濁防止に関する全国的な関心の高まりを反映して、全国各地の地方自治体において、独自の指標生物の系列を用いた調査法がつくられ、行政機関あるいは市民・学童等により調査が行われている。そのための指針の作成や実施には、おそらく各地の大学や自治体研究機関の生物学研究者による、少なからぬ努力と協力があつたものと思われる。このような調査指針のうち1977～86年の間に発行されたものから、後に述べる環境庁の調査指針に準拠したものを除いた、16機関による20の例について、指標として採用されている底生動物をまとめたところ、昆虫綱8目97taxaを含む10綱149taxaとなった（環境庁水質保全局・水質管理計画調査委員会, 1987）。それらのうち5つ以上の指針に採用されている taxa を表1に示した。

3. 環境庁による簡易調査法指針の作成

環境庁水質保全局は、1975～78年の4年間にわたり、生物指標（簡易法ではない）を用いて全国の33の主要河川の調査を実施したが、これをさらに行政組織の調査・研究機関を対象として一般化するため、翌1979年から3年間にわたり水質生物環境指標調査に関する基

Yoshio Sakurai

昭和23年 上田繊維専門学校卒業

同年 上田繊維専門学校

44年 信州大学助教授

60年 信州大学教授

農学博士

〔趣味〕 テニス 野山歩き

* Application of Simple Biological Monitoring Method for Watching Water Quality by Civilians and School Children, 昭和62年10月23日受理

表1 地方自治体の簡易調査法の指針に採用されている指標生物^(注)

指標生物名	回数	モノアラガイ	9	ヨコエビ	6
		コガタシマトビケラ	9	エルモンヒラタカゲロウ	6
ミズムシ	17	トビケラ類	9	シロタニガワカゲロウ	6
サワガニ	17	ヒル類	8	ヒラタカゲロウ類	6
イトミミズ	16	ヒゲナガカワトビケラ	8	シマトビケラ類	6
サカマキガイ	16	アメリカザリガニ	7	ホシチョウバエ	6
カワゲラ類	15	コカゲロウ類	7	マシジミ	5
ヘビトンボ	15	カゲロウ類	7	チラカゲロウ	5
ヒラタドROMシ	15	ナガレトビケラ類	7	サホコカゲロウ	5
カワニナ	13	ブユ類	7	マダラカゲロウ類	5
赤色ユスリカ	13	ブラナリア	6	ユスリカ	5
シマイシビル	10	エラミミズ	6		

注) 1977～86年に発行された20例中で5つ以上の指針に採用されているものを示す。

本問題の検討委員会と調査方法の検討委員会を設け、基礎的な理論と手法について整理を行った。これらの成果を踏まえて、同局は1981年度に簡易調査法をとり上げ、全国の自治体に対して、その実施状況や要望等についてアンケート調査を行うと同時に、全国で統一的に実施するための簡易調査法の指針（案）を作成した。そして翌1983年に、この指針（案）の作成に参画した8人の研究者を中心として、同案を用いて8つの都府県で試行的に調査を実施し、その結果を参考にして、翌年度から全国的に実施するための指針「水生生物による水質の簡易調査法」の内容について検討を行った。この検討の過程では、指標生物の選定、現場の河川における調査手法、結果の判定などの諸問題について、委員の間で、専門分野の研究成果や見解に基づいて、厳しい討議と検討が繰り返された。その結果と簡易調査法の理論的根拠については、渡辺ら(1984)が詳しく報告している。この報告によって、本法の特徴を要約すれば、下記ようになる。

- (1) 指標生物は、環境の指標性、いいかえれば環境の選択性が明確であり、わが国に広く分布するとともに、専門家でなくても容易に正しく同定できる生物または生物群とする。
- (2) 指標生物は肉眼的に判別可能な（ただしルーベは用いる）河川の底生動物に限り、特定の種の存否によらず、その水域に生息する底生動物群集の中で指標生物たりうる特性を備えた、なるべく多くの生物の情報を総合して、水質を判断する。
- (3) 優占的に出現する指標種を重視する。群集の中である種が優占的に存在することは、水域の環境に対する顕著な反応であって、指標価値が高いと考えられる。
- (4) 指標生物を採集・調査する時期と条件をある程度

統一する。そうすることによって年ごと、あるいは地点間の比較が可能となる。

(5) 指標生物から判定される水質の特性は、これまでの汚水生物体系の慣習ののっとり、4階級に分類して表記する。

(6) 適用水域を、当面、河川の内陸部、すなわち淡水域に限る。

以上の諸項の中で、この調査法にとって最も重要な意義をもつものは、指標生物の体系である。そのため、本法の指標生物の選定には、わが国の各地で行われた多数の研究成果に基づいて、御勢（1978, 1982）がまとめた Zelinka & Marvan（1961）の方式による底生動物のサブロビ値とインディケーター価値に関する報告を、最も重要なよりどころとした。

4. 簡易調査法の指標生物

以上のような過程を経て、1984年度の全国的な調査のために選定された指標生物を、表2のA欄左に示し

表2 簡易調査法の指標生物

水質階級	A. 環境庁		B. 建設省
	1984年度	1985年度以降	1987年度
I きれいな水	サワガニ カワゲラ類 カワニナ ヘビトンボ	1. ウズムシ類 2. サワガニ 3. ブユ類 4. カワゲラ類 5. ナガレトビケラ ヤマトビケラ類 6. ヒムタカゲロウ類 7. ヘビトンボ類	カワゲラ アメリカ ブユ サワガニ (ナガレトビケラ) (ヒゲナガカワトビケラ)
	カゲロウ類 トビケラ類 (注)	8. 5以外のトビケラ類 9. 6, 11以外のカゲロウ類	
II 少し汚れた水	コガタシマトビケラ トンボ類 ヒラタドROMシ モノアラガイ類	10. ヒラタドROMシ	ヒラタドROMシ イシマキガイ カワニナ (ゲンジボタル) (オオシマトビケラ) (コガタシマトビケラ) (セタシジミ) (ヤマトシジミ)
III きたない水	ヒル類 ミズムシ サホコカゲロウ	11. サホコカゲロウ 12. ヒル類 13. ミズムシ	シマイシビル タニシ ミズムシ フジツボ イソコップムシ ニホンドロソコエビ
	赤いユスリカ ミズワタ (注)	14. サカマキガイ	
IV 大変きたない水	イトミミズ類 サカマキガイ ハナアブ	15. セスジュスリカ 16. イトミミズ類	オオユスリカ ハナアブ イトミミズ ゴカイ サカマキガイ アメリカザリガニ

(注) 上下2つの階級に共通な指標生物であることを示す。

た。表2のように、指標生物は、サワガニ、ミズムシなどのように1つの種を用いたものもあるが、個々の種の判別が困難でかつ多くの種が類似した指標性をもつものは、分類上の目、科等を一括し、・・類として採用してある。なおこの段階では、汚水細菌（主として *Sphaerotilus*）のフロックであるミズワタも指標生物とされている。

この指標生物の体系によって1984年度の全国的な調査が行われたが、集約されたその調査結果やまた実施の過程で聞かれた問題点等について、さらに新規のメンバーを加えた委員会によって検討が加えられ、指標生物の体系について一部手直しを行った。その結果が1985年から今日まで環境庁の調査指針に用いられている表2のA欄右の指標生物である。ここでは、1984年度の指標生物から、ほとんど出現しないもの（ハナアブ類）、幅広い環境に出現する傾向のあるもの（トンボ類、モノアラガイ類、カワニナ類）、判別がかなり難しいもの（コガタシマトビケラ）、および底生動物ではないミズワタを除くとともに、カゲロウ類、トビケラ類の中から清水性の種を分離した。さらに階級Ⅰには、ヒル類との誤認をなくするためにウズムシ類を新たに採用するとともに、清流に広くみられるブユ類も加えた。また赤いユスリカという表現を廃し、汚水性で尾鰭をもつ点で判定容易な、セスジユスリカに改めた。

表2のB欄には、さらに、建設省河川局が1987年度から独自の調査指針に用いている指標生物が示されている。これは、図1のように同局が直轄する河川下流の流程にはしばしば汽水域が含まれるため、汽水性の指標生物が必要であることと、厳密な水質判定は多少犠牲にしても、わかりやすく親しみやすい生物をとり入れるためとされている。しかし後に述べるように、この指標生物についてはかなりの批判がある。

5. 調査の実施

河川を対象とした生物指標による水質調査は、1984年から1986年度までは、さきに述べた環境庁が作った調査指針を共通に用いて、環境庁水質保全局と建設省河川局が、全国の河川で、毎年6月初旬の環境週間を中心とし、さらに小・中学校や高校の夏休みの期間等を利用して実施した。この場合における調査の実施と調査結果の回収・整理の体制を図1に示した。

調査を実施する現場の指導体制は、各地多様であるが、末端自治体の教育委員会や環境担当部局の職員が参加者数人～十数人に対して1人の割合で誘導や指導に当るほか、関係地域の学校の教師や大学・研究所等の研究者が、依頼されて指導に当たった場合もある。

調査の実施前には、自治体の担当機関によって、あ

注) 調査河川の区分 (1) 1級河川の建設大臣直轄区間
.....地方建設局(河川関係事務所)
(2) (1)以外の河川都道府県

図1 生物指標による全国河川水質調査の体制

らかじめ地点の設定、場所の適否、安全、参加者の移動方法、器具、調査指針、その他について準備されていることが多い。そのため、これまでのところ、全国的に作業は順調に進められており、問題になるような事故もなく、次節に述べるような成果をあげてきた。

なお、１日に調査できる地点の数は、参加者の年齢や人数、熟練の程度、対象水域の性質などにより違うが、児童・生徒の場合は１日に２～４地点、一般市民の場合でも多くて６地点が限度のようである。

6. 調査の結果と成果

表3は1984年から3年間における調査河川・地点の数、および参加した人と団体の数をまとめたものである。2、3不参加の都県があるとはいえ、北海道から沖縄まで全国にわたって、これだけの人々が生物指標による河川の水質調査に参加したということは、わが国の環境保全史上画期的なできごとといえよう。

参加した人々は、ほとんどが水中の生物や調査のものに積極的な興味と関心をもち、初めてみる川の生物の多様さや地点によるその変化に驚きを示し、今後自主的にもっと詳しい調査をしたいという希望を述べる者もかなりあった。また、小・中学生などでは、夏休みの自由研究やクラブ活動にこの調査を取り入れ、地域の河川の水質地図をつくって発表したりして、研究コンクールなどで上位に入賞したという例も各地にみられた。

全国で調査された全地点がどんな水質階級に属しているかをまとめたのが、表4である。これによれば、階級Ⅰ（きれいな水）に属する地点が圧倒的に多い。しかし、この調査は、全国の河川の実態を全体的に把握すべく計画的に行われたものではなく、現段階では、どちらかといえば人々の環境意識の啓発を目的として実施されているため、表4の水質階級に対する頻度分

表3 調査した河川・地点数および参加者・参加団体数

年度	調査を実施した 都道府県数	河川数	地点数	参加者数 (人)	参 加 団 体 数			
					合 計	小・中学校	高校・短大・大学	各種団体
1984	39	652	2,250	9,687	774	321	157	266
1985	45	1,036	4,489	17,051	1,187	598	244	345
1986	46	1,188	4,391	23,031	1,418	785	238	395

表4 生物指標により判定された水質階級の各年度における出現割合(%)

年度	I	I～II	II	II～III	III	III～IV	IV	その他
1984	31.5	18.0	24.8	1.9	14.2	1.5	3.5	4.7
1985	63.3	10.3	3.2	0.5	13.9	1.2	4.6	3.1
1986	60.1	9.2	4.1	0.5	15.4	1.8	4.2	4.8

布が、そのままわが国の河川の現状を示しているともみることにはできない。

なお、表4の数値には、注意すべき点がみられる。それは、1984年に比べて、指標生物を改訂した1985年以後において、階級Iの割合が増え、階級IIの割合が減少していることである。これはおそらく、表2に示されているような、これら2つの階級の指標生物数の増減によるものと考えられ、今後検討を要する問題である。

7. 簡易調査法に対する批判と問題点

1984年以後今日まで、生物指標の簡易法によって河川の水質を調査してきた過程で、さまざまな批判あるいは問題点がでてきた。それらの主要なものを列挙する。

○調査法全体について

- 1) 低学年の児童には指標生物が小さすぎて判別が難しい場合がある。魚、鳥、トンボ(成虫)などもとり入れた、もっと魅力的な指標があってもいいのではないか。
- 2) もっと簡易な、判別しやすい少数の指標生物による「超簡易法」は作れないか。
- 3) 本来連続的に変化する水の汚濁の程度を、4つの階級に分ける根拠はどこにあるか。簡易法では、汚濁の程度を連続した点数で表すことはできないか。
- 4) 指導者の養成が必要である。また、この方法の理論的根拠についても説明した「指導要綱」のようなものは作れないか。
- 5) 1987年度に建設省が主催した調査では、これまでと違った指標生物によるテキストが使われているが、国の機関が同時に実施するのに、このようなことは混乱を招きかねない。もとのように一本化すべきである。また、建設省の指標生物には、指標性のはっきりしない生物が使われている。
- 6) 調査の目的が、水域全体の現状を把握するための

のか、啓蒙のためののか、はっきりしない。

○指標生物について

- 1) トビケラのなかの区別が難しい。
- 2) ミズワタは底生動物ではないが、階級IIとIIIの区別に有効であった。復活できないか。
- 3) 階級Iの指標生物の数が、相対的に多すぎる。
- 4) 2つの階級にまたがる指標生物は、その意味がよくのみこめない。
- 5) 優占種の判定基準がはっきりしない。
- 6) サワガニは、海岸近くの川では、アシハラガニ、ヒライソガニ、モクズガニなどと混同されやすい。
- 7) ウズムシ類を一括してIの指標にするのは不適当である。ナミウズムシはII～III階級ではないか。
- 8) 階級の判定がつかず、I～IVという場合はどう考えるのか。

以上のような批判や問題点の中には、すでに指標生物や調査法の検討の際に取り上げられたものもあるし、またすでに提案に沿う方向で環境庁によって作業が進められているものもある。さらに、中には本法の一層の改善について重要な示唆を与える指摘もある。ここで個々の問題点について私見を述べることは差し控え、さらに多くの意見を集約した上で、よりよい手法にすべく努力すべきものとする。この分野に関係ある各位の御教示と御援助をお願いする次第である。

文 献

- 1) 御勢久右衛門(1978)日本水処理生物誌, 14, 9～17.
- 2) 御勢久右衛門(1982)文部省科学研究報告集, B-121-R-12-10, 9～16.
- 3) 環境庁水質保全局・水質管理計画調査委員会(1987)水生生物による水質調査法改訂検討, pp.147, 日本の水をきれいにする会, 東京.
- 4) Mellanby, K. (1974) *Env. Poll.*, 6, 161～173.
- 5) 桜井善雄, 渡辺義人(1975)上田市の生活環境, pp.152, 上田市.
- 6) 津田松苗(1961)松江由行編, 水質汚濁調査指針, pp.384, 恒星社厚生閣, 東京.
- 7) 津田松苗, 森下郁子(1974)生物による水質調査法, pp.238, 山海堂, 東京.
- 8) 渡辺仁治(1980)日本水産資源保護協会編, 新編水質汚濁調査指針, pp.552, 恒星社厚生閣, 東京.
- 9) 渡辺仁治ほか(1984)公害と対策, 20, 1224～1228.