

大型底生動物を用いた河川環境評価  
—日本版平均スコア法の再検討と展開—

野 崎 隆 夫

水環境学会誌 第35巻 第4号 (2012)

pp. 118～121 別刷

社団法人 日本水環境学会

# 大型底生動物を用いた河川環境評価 —日本版平均スコア法の再検討と展開—\*

野 崎 隆 夫

## 1. はじめに

故津田松苗博士（当時奈良女子大学）が、生物学的な水質評価法をわが国に最初に紹介してから半世紀が過ぎようとしている<sup>1)</sup>。その間に、「川に住む生き物を使って水の汚れを調べる」という考え方は、関係機関はもとより小中学生から一般市民にまで広く認知されるようになった。夏になれば、各地で開催される「水辺教室」や「せせらぎ教室」などの名の下で、環境省と国土交通省が作成した「水生生物による簡易水質調査法（以下、簡易水質調査法とする）」や、地方自治体が独自に作成したマニュアルを用いて調査がなされている。環境問題に関心を持つ市民の増加と、それにとまなう自治体等の環境学習事業への取り組みの成果であろう。

一方、河川環境をモニタリングするための生物調査は、各地の地方自治体研究機関で盛んに行われてきたが、その方法はさまざまで、長期にわたって同一方法で行われている例はそれほど多くないようである。継続してこそ意味のあるモニタリングが定期的に行われたいのは、近年の財政事情からだけではなく、標準化された公定法といえる手法がないことも一因と思われる。

著者は在職中、「大型底生動物による河川水域環境評価手法の標準化」に関わる仕事を多くの地方自治体研究者とともに<sup>2)</sup>、その経緯と内容についてはすでに本誌でも紹介したことがある<sup>3)</sup>。しかし、そこで開発された手法はその後公定法としては認知されないままに、すでに20年近くの時が経ってしまった。そして、その間著者は長期間この生物指標に関する業務から離れていたこともあり、新たに解説を加えるほどの材料をあまり持ち合わせないが、環境省委託の「水生生物等による水域特性評価手法検討委員会（以下、委員会とする）」に参加しており、その中で前記手法の改定や普及などにも関わっていることから、敢えてその内容も含めて紹介させていただくこととする。



Takao Nozaki

昭和47年 静岡薬科大学卒業（現静岡県立大学薬学部）  
同年 神奈川県公害センター（現神奈川県環境科学センター）  
平成22年 同退職  
博士（農学）

## 2. 日本における生物学的な水質評価法

### 2.1 標準化に向けての経緯

津田<sup>1)</sup>が日本に最初に紹介した生物学的な水質評価法は、ヨーロッパで発展した汚水生物体系（Saprobien system）に基づくもので、水域を4階級（貧腐水性、 $\beta$ -中腐水性、 $\alpha$ -中腐水性、強腐水性）に分け、それぞれに生息する生物種をあらかじめ決めておいた上で、調査河川に生息する生物から、その水域の階級を判定するものである。今、市民が中心になって行っている簡易水質調査法は、まさにこの評価法の簡略版といえる。その後、Pantle-Buck法やBeck-津田法など、評価結果を数値化する方法を含めさまざまな方法が紹介されたが<sup>4-6)</sup>、いずれも日本の標準法とはならなかった。さらにこれらの方法は、汚水生物系列表に載せられた“種”を基準としており、この汚水生物系列表への割り当ては客観的ではないという根本的な指摘<sup>7)</sup>を始め、Beck-津田法のように種数が結果に反映する方法は同定精度の影響を受けること<sup>8,9)</sup>や、分類学の進展とともに従来1種と考えられていた種が複数種を含みそれぞれの指標性が異なる場合があること<sup>10)</sup>などの問題点が指摘されている。

研究者ごとに異なると言ってもよいほどさまざまな手法が提案されていた当時、安野<sup>8)</sup>や渡辺<sup>7)</sup>は日本における生物学的な水質評価法の標準化の必要性を述べた。これらの提案を受け、全国公害研協議会のもと4地方公害研究所（神奈川県、石川県、兵庫県、福岡県）が、当時の環境庁水質保全局の委託事業として、イギリスのBMWP法<sup>11)</sup>を参考に「大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル（案）」<sup>12)</sup>を作成した<sup>3,13)</sup>。さらにここで開発された手法は、全国35の地方自治体研究機関の参加を得て、日本各地の河川で試行され、集めたデータを解析したうえで改訂された<sup>2)</sup>。

その手法の詳細については、緒方・谷田<sup>14)</sup>が「日本版平均スコア法」として解説しているので省略するが、生物の同定を分類の専門家でなくても可能なように“科”レベルにとどめ、出現した科に与えられたスコアを加算した総スコアを算出し、それを出現した科数で割った平均スコア（以下、ASPT（Average Score Per Taxon）とする）で評価するものである。さらに微小種を対象にせず、出現した科の個体数を数えなくてよいことなど、サンプリングやサンプルの処理法を簡便にして、地方自治体の現場で用いる上での実用性を重視したものである<sup>2,3)</sup>。

### 2.2 BMWPスコア法

汚水生物体系に基づかない生物指数は、イングランドのトレント川の河川管理のために開発されたトレント生

\* Biological Assessment Based on Macroinvertebrate Communities -Average Score System for Japanese Rivers-

物指数<sup>15)</sup>をベースに、ヨーロッパ各国で改良され進化した<sup>13,16)</sup>。イギリス本国では、1976年に環境省が作った Biological Monitoring Working Party により改良が進められ、その頭文字を取った BMWP スコア法が標準法として認められ今日に至っている<sup>17)</sup>。

この方法の特徴は、底生動物の採集を3分間川底をキックしながら柄付きの網ですくい取り、生物の同定を科のレベルまでにとどめ、個体数も数えなくてよいという非常に簡便な方法を採用していることである。評価も採集された動物の各科に与えられたスコアを合計した総スコア (BMWP スコアと呼ばれる) やその総スコアを出現した科の総数で除した ASPT で行う。この ASPT は季節変動やサンプルサイズによる影響が総スコアより小さいことが示され、調査地点の理化学的環境要因から推定した予測値と実測値の比が汚染の影響の指標として使える可能性も指摘されている<sup>18)</sup>。

この BMWP スコア法は、イギリス以外でもその国の生物相の特徴に合わせて、対象とする科やそのスコアを変えた手法が使われてきた (BMWP' : スペイン<sup>19,20)</sup>, BMWP<sup>THAI</sup> : タイ<sup>21)</sup>, BMWP (PL) : ポーランド<sup>22)</sup>)。いずれも従来法や理化学分析結果などとの比較も含めて検討され、簡便であるだけでなく水質評価の強力なツールとなりうることが示されている。

### 2.3 日本版平均スコア法

すでに渡辺<sup>7)</sup>が指摘しているように、BMWP 法もその科のスコアの付け方は科学的とはいえない。日本版平均スコア法もこの点では同様で、スコアの決め方は経験則に基づくが、その時点での最大限のデータを基に客観的な基準で各科のスコアは決められた<sup>2)</sup>。また、調査未経験者を対象にこの手法を実施し、サンプリング回数および同定作業における個人誤差についても検討されているので<sup>23)</sup>、十分実用的な指標といえよう<sup>3)</sup>。

前述したように、この方法は公定法としては認知されないまま時を経たが、最近でも地方自治体研究機関の調査で使用され<sup>24-26)</sup>、従来法で行われた調査結果との間で一定の整合性を保てることも示されている<sup>24)</sup>。また、高知県では本法を用いて調査を行ってきた<sup>27)</sup>ほか、独自に採集法やスコア表を改変して計算した ASPT を取り入れた清流基準を条例で制定している<sup>28,29)</sup>。

さらに、国土交通省によって平成5年度から行われている全国の一級河川を対象とした「河川水辺の国勢調査」<sup>30)</sup>でも、ASPT を用いた解析がなされている。宮市と並木<sup>31)</sup>は、この調査の平成6年度から11年度にかけてのデータを解析し、EPT 値 (清水を好むカゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の合計種数) とともに、ASPT から見た全国の河川の状況をあらわす地図を作成した。地域の河川を継続的にモニタリングするためにはもちろん、全国の河川を同一基準で一望するためにも有効な手法と考えられる。

### 2.4 改訂作業

ここまで述べてきたように、「日本版平均スコア法」は非常にシンプルな方法であるが、従来法に劣らぬ結果が得られ、現行でも十分現場の使用に耐えている。しかしながら、本法が開発された当時からすでに20年近くが経ち、その間に対象とする底生動物の分類学は進歩し

た。河川の底生動物中で多くを占める水生昆虫についても、当時準拠していた「日本産水生昆虫検索図説」<sup>32)</sup>は改訂され、現在では「日本産水生昆虫」<sup>33)</sup>が使用されている。そのため、例えば前者でエグリトビケラ科とされていた科が、エグリトビケラ科、コエグリトビケラ科、クロツトビケラ科、ニンギョウトビケラ科の4科に分割されるなどの整理が行われ、現在の分類学的知見に合わせたスコアを設定する必要性が生じていた。

このような状況を踏まえ、前記「委員会」において最新の分類学の情報を反映したスコア表の作成作業を行った。そこでは、この間に蓄積された生物相データ (とくに「河川水辺の国勢調査」<sup>30)</sup>) を使うことによって、一部の科のスコア値の追加や修正も行い、表1に示す改訂スコア表 (案) を作成した。科の分割やデータの増加によって新たに10分類群のスコアを定めるとともに、10分類群についてはスコアの値を下げ、4分類群についてはスコアの値を上げた。スコアを設定した分類群が全体で71と従来のスコア表より増えることにより、総スコア値は従来のスコア表で計算した結果より増加することになるが、ASPT を用いて評価する分には問題ないと考えている。

なお、現時点でもいまだ十分なデータがないためにスコア値の設定ができない科が多数あり、将来データが蓄積されたときには、再び改訂されることもあると思われる。そのようなときに、未来のデータとの整合性を図ることができるよう、調査に際してはスコア値が設定されていない科の出現状況も記録しておいた方がよいであろう。

## 3. 今後の展望

日本版平均スコア法はこれまで公定法とはならなかったものの、予想以上に利用され、実用性も証明されつつあると思える。さらに、近年増加した環境問題に関心を持つ市民の中には、環境学習の要素が強い簡易水質調査法では飽きたらず、より精度の高く数値化できる手法で河川環境を調べたいと考える人も増えていると思われる。そのようなとき、比較的簡単な訓練で実施可能な本法は適しており、現在委員会でも普及版の作成を急いでいる。

渡辺<sup>7)</sup>は、生物学的水質評価法を、人の健康を守るための集団検診における第一次検診のように用いることを提案した。自治体研究機関は多くの化学系研究員を擁するとはいえ、多くの地点で多様な化学物質の常時監視をすることは困難であり、第一次検診で異常がみられた地点のみ精密に検査するほうが明らかに合理的であろう。異常値を発見するためなら、簡便な方法で迅速に結果を出せる方法に越したことはない。そして、地域の河川においてすばやく異常を検知し、対策を講じるためには、自治体職員が行う定期調査だけでなく、広く市民も使える方法の普及は重要と考えられる。

## 4. おわりに

日本版平均スコア法が開発されてから20年近くが経ち、その間の分類学上の変更を反映させるためのスコア表の改訂作業が行われた。しかし、わが国における河川底生動物の分類学は、一定の進歩は見られるとはいえ欧

表1 改訂スコア表(案)

○:スコアを新設, △:スコアを上昇, ▽:スコアを下降

分類群名	スコア	分類群名	スコア
カゲロウ目 Ephemeroptera		チョウ目 Lepidoptera	
▽ フタオカゲロウ科 Siphonuridae	8	ツトガ科 Crambidae	7
○ ガガンボカゲロウ科 Dipteromimidae	10	コウチュウ目 Coleoptera	
○ ヒメフタオカゲロウ科 Ameletidae	8	ゲンゴロウ科 Dytiscidae	5
▽ チラカゲロウ科 Isonychiidae	8	ミズスマシ科 Gyrinidae	8
ヒラタカゲロウ科 Heptageniidae	9	ガムシ科 Hydrophilidae	4
コカゲロウ科 Baetidae	6	ヒラタドROMシ科 Psephenidae	8
トビロカゲロウ科 Leptophlebiidae	9	ドROMシ科 Dryopidae	8
▽ マダラカゲロウ科 Ephemerellidae	8	ヒメドROMシ科 Elmidae	8
ヒメシロカゲロウ科 Caenidae	7	ホタル科 Lampyridae	6
カワカゲロウ科 Potamanthidae	8	ハエ目 Diptera	
▽ モンカゲロウ科 Ephemeridae	8	ガガンボ科 Tipulidae	8
シロイロカゲロウ科 Polymitarcyidae	8	アミカ科 Blephariceridae	10
トンボ目 Odonata		チョウバエ科 Psychodidae	1
▽ カワトンボ科 Calopterygidae	6	ブユ科 Simuliidae	7
ムカシトンボ科 Epiophlebiidae	9	△ ユスリカ科(ユスリカ族:腹鰓有) Chironomidae	2
サナエトンボ科 Gomphidae	7	△ ユスリカ科(その他:腹鰓無) Chironomidae	6
オニヤンマ科 Cordulegastridae	3	ヌカカ科 Ceratopogonidae	7
カワゲラ目 Plecoptera		▽ アブ科 Tabanidae	6
オナシカワゲラ科 Nemouridae	6	ナガレアブ科 Athericidae	8
アミメカワゲラ科 Perlodidae	9	ウズムシ目 Tricladida	
カワゲラ科 Perlidae	9	サンカクアタマウズムシ科 Dugesidae	7
ミドリカワゲラ科 Chloroperlidae	9	ニナ目 Mesogastropoda	
カメムシ目 Hemiptera		カワニナ科 Pleuroceridae	8
ナベブタムシ科 Aphelocheiridae	7	モノアラガイ目 Basommatophora	
ヘビトンボ目 Megaloptera		モノアラガイ科 Lymnaeidae	3
ヘビトンボ科 Corydalidae	9	サカマキガイ科 Physidae	1
トビケラ目 Trichoptera		ヒラマキガイ科 Planorbidae	2
ヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae	9	カワコザラガイ科 Ancyliidae	2
カワトビケラ科 Philopotamidae	9	ハマグリ目 Veneroida	
クダトビケラ科 Psychomyiidae	8	△ シジミガイ科 Corbiculidae	3
△ イワトビケラ科 Polycentropodidae	9	ミミズ綱 Oligochaeta	
シマトビケラ科 Hydropsychidae	7	○ ミミズ綱(エラミミズ) Oligochaeta	1
ナガレトビケラ科 Rhyacophilidae	9	○ ミミズ綱(その他) Oligochaeta	4
○ カワリナガレトビケラ科 Hydobiosidae	9	ヒル綱 Hirudinea	2
ヤマトビケラ科 Glossosomatidae	9	ヨコエビ目 Amphipoda	
ヒメトビケラ科 Hydroptilidae	4	▽ ヨコエビ科 Gammaridae	8
カクスイトビケラ科 Brachycentridae	10	○ キタヨコエビ科 Anisogammaridae	8
▽ エグリトビケラ科 Limnephilidae	8	○ アゴナガヨコエビ科 Pontogeneiidae	8
○ コエグリトビケラ科 Apataniidae	9	ワラジムシ目 Isopoda	
○ クロツツトビケラ科 Uenoidae	10	ミズムシ科 Asellidae	2
○ ニンギョウトビケラ科 Goeridae	7	エビ目 Decapoda	
カクツツトビケラ科 Lepidostomatidae	9	サワガニ科 Potamidae	8
▽ ケトビケラ科 Sericostomatidae	9		
▽ ヒゲナガトビケラ科 Leptoceridae	8		

米に比べいまだ遅れている。生息環境などの生態に関する情報が乏しいグループも少なくない。地域の河川環境を監視し、よりよい水環境を創造していくためには、生物指標を用いたモニタリングだけでなく、そこに生息する生物の基礎的な研究は必須であり、それを支える自治体研究機関の役割は今後も重要であると思う。

本稿を執筆するにあたり、神奈川県環境科学センター井上充博士、並びに大阪府立大学大学院谷田一三教授には、文献の入手等でたいへんお世話になりました。深く感謝いたします。

参 考 文 献

1) 津田松苗(1964)汚水生物学, 258pp., 北隆館, 東京.  
 2) 山崎正敏, 野崎隆夫, 藤澤明子, 小川剛(1996)河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究-全国公害研協議会環

生物部会共同研究成果報告-, 全国公害研会誌, 21, 114-145.  
 3) 野崎隆夫, 山崎正敏(1995)大型底生動物による河川環境評価法簡易化の試み, 水環境学会誌, 18, 943-947.  
 4) 津田松苗, 森下郁子(1974)生物による水質調査法, 156pp., 山海堂, 東京.  
 5) 御勢久右衛門(1978)Zelinka-Marvanによる肉眼的底生動物のザプロビ値, インディケーター値適用への試み, 日本水処理生物誌, 14, 9-17.  
 6) 森下郁子(1985)生物モニタリングの考え方, 159pp., 山海堂, 東京.  
 7) 渡辺直(1987)生物学的水質評価法の意義と今後の方向, 水, 29(15), 18-22.  
 8) 安野正之(1987)河川の水質を評価する生物指標の最近の動向, 水域における生物指標の問題点と将来(安野正之・岩熊敏夫編), pp.123-133, 国立公害研究所, 茨城.  
 9) 谷田一三(2011)日本における河川環境の生物モニタリングについて, 「河川環境の指標生物学」(谷田一三編), pp.142-151, 北隆館, 東京.

- 10) 野崎隆夫 (2011) 環境指標としてのトビケラとその研究の現状, 「河川環境の指標生物学」(谷田一三編), pp.12-18, 北隆館, 東京.
- 11) Hawkes, H. A. (1997) Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water Research*, **32**, 964-968.
- 12) 環境庁水質保全局 (1992) 大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル (案), 21pp, 環境庁, 東京.
- 13) 渡辺直 (1995) 水生生物による河川の水質評価 - 歴史と課題 -, 水環境学会誌, **18**, 932-937.
- 14) 緒方健, 谷田一三 (2011) 水生昆虫から河川環境を判定する - 日本版平均スコア法の紹介 -, 「河川環境の指標生物学」(谷田一三編), pp.114-119, 北隆館, 東京.
- 15) Woodiwiss, F. C. (1964) The biological system of stream classification used by the Trent River Board, *Chemistry & Industry*, **11**, 443-447.
- 16) Metcalfe, J. L. (1989) Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe, *Environmental Pollution*, **60**, 101-139.
- 17) Marson, C. F. (2002) *Biology of Freshwater Pollution*, 4th Ed., 387pp., Pearson Education Limited, Harlow, Essex.
- 18) Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. and Furse, M. T. (1983) The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites, *Water Research*, **17**, 333-347.
- 19) Zamora-Muñoz, C. Sainz-Cantero, C. E., Sanchez-Ortega, A. and Alba-Tercedor, J. (1995) Are biological indices BMWP' and ASPT' and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variation, *Water Research*, **29**, 285-290.
- 20) Zamora-Muñoz, C. and Alba-Tercedor, J. (1996) Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods, *Journal of the North American Benthological Society*, **15**, 332-352.
- 21) Mustow, S. E. (2002) Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score, *Hydrobiologia*, **479**, 191-229.
- 22) Czerniawska-Kusza, I. (2005) Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment, *Limnologica*, **35**, 169-176.
- 23) 牧野和夫, 山崎正敏, 石綿進一, 野崎隆夫 (1996) 「大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル (案)」の精度に関する検討, 全国公害研会誌, **21**, 147-154.
- 24) 渡辺真美子, 大橋禎恵, 小林有一 (2007) 底生動物による河川水域環境評価に関する研究, 栃木県保健環境センター年報, **12**, 69-75.
- 25) 藤岡敏修, 山本淳, 鷹野洋 (2007) 県内河川における底生動物相調査, 岡山県環境保健センター年報, **31**, 1-3.
- 26) 鳥居高明, 齋藤和久, 樋村正雄 (2011) 相模川水系の底生動物相および底生動物群集を用いた水系の類型化, 神奈川自然誌資料, (32), 91-100.
- 27) 堀内泰男 (2002) 物部川における底生動物相による水質評価, 高知県環境研究センター所報, **19**, 45-63.
- 28) 堀内泰男, 藤村茂夫, 西森一誠 (2004) 四万十川清流基準調査について, 全国環境研会誌, **29**, 51-56.
- 29) 高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室 (2005) 四万十川清流基準調査, 28pp., 高知県, 高知.
- 30) 国土交通省, 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査), <http://www3.river.go.jp/index.htm> (2012年1月時点).
- 31) 宮市哲, 並木嘉男 (2011) 全国レベルの水質環境と生物指標 - 河川水辺の国勢調査と水質データベースの統合 -, 「河川環境の指標生物学」(谷田一三編), pp.120-128 + 図版I-II, 北隆館, 東京.
- 32) 川合禎次編 (1985) 日本産水生昆虫検索図説, 409pp., 東海大学出版会, 東京.
- 33) 川合禎次, 谷田一三編 (2005) 日本産水生昆虫 - 科・属・種への検索 1342pp., 東海大学出版会, 神奈川.