福岡県保健環境研究所年報第46号，96－99，2019

短報

福岡県版簡易スコア法を用いた非専門家による生物学的水質環境評価の精度検証

石間妙子・中島 淳

生物学的水質環境評価とは、指標となる水生生物の出現状況によって水質汚濁の状態を評価する手法である。福岡県では、小学生や一般県民向けとして本県独自の簡易スコア法を開発し、20年以上にわたり環境教育の現場で活用している。本報では、福岡県版簡易スコア法の評価精度の検証を目的に、2012－2018年に行政職員を対象に実施した本スコア法の研修（水生生物講座）において、非専門家が評価を行った結果を分析した。7年間で33班分の結果が得られ、捕獲された指標種の数は平均11.42種類（/33種類）、評価点は平均4.39点（5点満点）であった。捕獲種類数は年や班によるばらつきが大きかったものの、最終的な評価はすべての年及び班で同じランクとなった。この結果から、福岡県版簡易スコア法は、非専門家でも高い精度で評価が行える手法であることが明らかとなった。

［キーワード：底生動物、生物学的評価法、水質、福岡県版簡易スコア法］

1　はじめに

生物学的水質環境評価とは、特定の指標生物に対してスコアを与え、これら指標生物の生息状況から水質の状況を定量的に評価する方法である。一般的に、採水による化学的水質評価が瞬間値の評価に留まるのに対して、指標生物を用いた水質評価は、一定期間の累積的な影響が評価でき、水質の有機的・無機的汚濁だけでなく水環境による生態影響を総合的に評価できるという利点がある[1]。また、親しみやすい生物を評価に用いることで、生物多様性保全を含む環境問題の啓発にも有用である。

このような背景を受け、これまで世界的に水生生物を用いた様々な水質評価手法が開発されてきた[2,3]。中でもイギリスのBMWPスコア法（Biological Monitoring Working Party Score System）[4]は、各生物の水質への選好性を基にスコアを決める方法で、肉眼で識別できないような微小生物は対象とせず、科レベルまでの同定を基本とし、捕獲個体数も考慮しない単純な方法であることから、市民や自治体職員などの非専門家でも比較的簡便に評価できる方法として着目されている[1]。

日本においては、BMWP スコア法を参考にした「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）」が 1992 年に公表された[5]。これに基づき、全国 35 の地方自治体研究機関が、日本各地の計 242 地点で生物学的水質環境評価を行い、これらの結果を基にスコアを改定した「日本版平均スコア法」（ASPT 法：Average Score Per Taxon Method）を発表した[6]。本報告を参考に、2017 年には環境省から「水生生物による水質評価法マニュアル－日本版平均スコア法－」が公表されている[7]。本手法は、指標種となりうる大型底生動物の各分類群に対して、1－10 点の固有のスコアを付与し、採集された各指標種のスコアの合計点や平均点から水質評価を行う方法である。実際の調査では、調査者間で同定や採集個体数などに差が見られても、最終的な評価値には有意差が認められないという報告[8]や、スコアと BOD や TOC などの有機汚濁指標との間に強い相関があるという報告[9, 10]、より詳細な種同定を必要とする他の評価手法と遜色ない結果が得られるという報告[11]などがあり、簡便ながら精度の高い方法として知られている。

福岡県では、この日本版平均スコア法を土台に、県内でよくみられる33種類の指標種を選定し、小学校中学年でも使用できるよう各指標種のスコアを1－5点になるよう改良した、「福岡県版簡易スコア法」を1996年に公表した[12]（図1）。以後、20年以上にわたり県内の水辺の観察会における主要な教材として使用されている。しかしながら、これまで、利用対象である非専門家が用いた場合に適切に評価ができているのか、検証は行われていない。そこで本報では、行政職員向け研修（水生生物講座）において、非専

図１　福岡県版簡易スコア法に用いる下敷き

福岡県保健環境研究所　（〒818-0135　太宰府市大字向佐野 39）

門家である行政職員が本手法を用いて調査を行った結果を分析し、その有用性について考察を行った。

２　方法

福岡県版簡易スコア法では、まず、たも網を用いたキックスイープ法と、礫の裏に付着した生物の見つけ採りを一定時間行い、肉眼的に水生生物の捕獲を行う。捕獲した生物は、図1の下敷きを参考に33種類の分類群に区分し、各分類群のスコア（例 : サワガニ5点、コカゲロウ科3点など）の合計点を捕獲種類数で除することで、最終的な平均点を評価点として算出する。評価点が3.5点以上であればきれいな水（I）、2.5－3.4点であればやや汚れた水（II）、1.5－2.4点であれば汚れた水（III）、1.4点以下であれば大変汚れた水（IV）と判定される。

本報で用いたデータは、2012年から2018年にかけて、毎年5月に開催される福岡県環境保全課主催の水生生物講座において、受講者である行政職員が前述の方法で調査を行ったデータである。本講座では、午前中に座学として生物多様性保全の概論、河川における環境問題、水生生物を用いた水質環境評価法の概論と手順、水辺の観察会における安全管理の講義を行う。その後、午後に実習として、4－5名の班編成で、筑後川水系宝満川上流（筑紫野市立竜岩自然の家に隣接した渓流）において水生生物を捕獲し、受講者自身で指標種の同定及びスコアの算出を行っている。なお、本講座では約45分間の採集を行っており、7年間の講座のカリキュラムに大きな変更はない。また、実習地点の河川環境に大きな変化は生じておらず、直線距離約4 kmの下流に位置する環境基準点（岩本橋）においても、水素イオン濃度（pH）、BOD、COD、浮遊物質量（SS）等の数値は横ばいであり環境基準Aを満たしていた[13]。このことから、本報のデータは、時期、地点、環境、受講者の専門性のいずれも同一であるとして分析を行った。

３　結果及び考察

7年間の講座で計33班分のデータが得られた。年度あたりの班編成と各班の調査結果を表1に示す。7年間で最も高頻度で検出されたのはヒゲナガカワトビケラ科（5点）の32回で、次いでカワゲラ科、ヨコエビ科、サワガニ科（いずれも5点）の30回であった。各班の捕獲種類数の平均値±SDは11.4±2.1種類とばらつきが大きかった。一方、最終

表 1　各班が同定した分類群のリストと種類数及び総合評価

実施年月日・班		2012/5/29						2013/5/31				2014/5/27			2015/5/19				
生物名・点数		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5
チラカゲロウ科	5				○			○	○	○	○	○	○	○		○	○		○
カワトンボ科	5		○	○	○	○	○	○	○						○				○
ムカシトンボ科	5	○		○	○				○	○				○			○		○
オナシカワゲラ科	5						○				○				○				
カワゲラ科	5	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
ヒゲナガカワトビケラ科	5	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ナガレトビケラ科	5				○				○			○	○	○	○		○		
携巣性トビケラの仲間	5		○		○			○	○		○	○					○		
ヨコエビ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
サワガニ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○
ヒラタカゲロウ科	4	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	
マダラカゲロウ科	4	○	○	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○
モンカゲロウ科	4		○	○			○	○	○			○	○				○	○	○
サナエトンボ科	4			○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
ナベブタムシ科	4																		
ヘビトンボ科	4			○				○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	
ヒラタドロムシ科	4																		
ホタル科	4									○		○							
ガガンボ科	4																		
プラナリアの仲間	4					○		○	○	○							○		
カワニナ科	4	○		○			○	○		○	○	○	○	○			○	○	
コカゲロウ科	3				○			○	○	○	○	○	○						
カワカゲロウ科	3			○					○						○				
オニヤンマ科	3																		
シマトビケラ科	3												○			○	○		
その他のユスリカ	3		○			○							○		○				
シジミガイ科	3																		
モノアラガイ科	2																		
ヒルの仲間	2										○							○	
ミズムシ科	2																		
赤いユスリカ	1																		
サカマキガイ科	1																		
イトミミズの仲間	1																		
捕獲種類数		8	10	12	12	10	9	15	17	13	13	15	15	12	10	9	14	11	9
合計点		37	45	52	56	44	41	66	75	57	56	66	63	55	43	40	62	46	43
評価点		4.6	4.5	4.3	4.7	4.4	4.6	4.4	4.4	4.4	4.3	4.4	4.2	4.6	4.3	4.4	4.4	4.2	4.8
評価		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

表1　各班が同定した分類群のリストと種類数及び総合評価　つづき

生物名・点数 ＼ 実施年月日・班		2016/5/24					2017/5/9					2018/5/8					出現回数
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	(/33)
チラカゲロウ科	5	○	○	○											○	○	16
カワトンボ科	5	○		○		○	○							○			14
ムカシトンボ科	5			○		○		○									11
オナシカワゲラ科	5							○									4
カワゲラ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	30
ヒゲナガカワトビケラ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	32
ナガレトビケラ科	5							○									8
携巣性トビケラの仲間	5	○	○									○					10
ヨコエビ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	30
サワガニ科	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	30
ヒラタカゲロウ科	4	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○		28
マダラカゲロウ科	4		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	28
モンカゲロウ科	4	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○		○	21
サナエトンボ科	4	○			○	○	○		○		○	○		○			22
ナベブタムシ科	4																0
ヘビトンボ科	4		○	○		○	○				○		○				17
ヒラタドロムシ科	4																0
ホタル科	4					○			○							○	5
ガガンボ科	4					○											1
プラナリアの仲間	4	○									○	○					8
カワニナ科	4	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	24
コカゲロウ科	3		○					○		○		○	○	○		○	14
カワカゲロウ科	3											○	○				5
オニヤンマ科	3															○	1
シマトビケラ科	3				○		○	○	○		○		○		○		10
その他のユスリカ	3									○					○		6
シジミガイ科	3																0
モノアラガイ科	2																0
ヒルの仲間	2																2
ミズムシ科	2																0
赤いユスリカ	1																0
サカマキガイ科	1																0
イトミミズの仲間	1																0
捕獲種類数		12	12	11	10	11	10	12	11	8	12	11	11	11	10	11	平均 11種類
合計点		55	53	51	43	50	44	53	47	32	51	45	44	48	43	47	平均 50点
評価点		4.6	4.4	4.6	4.3	4.5	4.4	4.4	4.3	4.0	4.3	4.1	4.0	4.4	4.3	4.3	平均 4.4点
評価		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

的な評価点の平均値±SDは4.4±0.2点で、捕獲種類数と比べるとばらつきが小さい傾向がみられた。このように、班による値の差はみられたものの、結果としていずれの班も、評価点に基づく判定はきれいな水（I）となった（表1）。Tukeyの多重比較法により、捕獲種類数と評価点を年別に比較したところ、捕獲種類数は2012年と2013年、2012年と2014年、2013年と2015－2018年の間に有意差が認められ、評価点は2012年と2018年の間に有意差が認められた（図2）。また、同じ年内でのSDは、捕獲種類数は0.4－2.1、評価点は0.0－0.2であった。上記の結果より、班によって同じ年でも捕獲種類数にばらつきがあることが明らかとなったことから、捕獲種類数の差、つまり捕獲技術や努力量の差によって評価結果が異なるかどうかを明らかにするため、捕獲種類数と評価点の相関関係をPearsonの積率相関係数により解析した。その結果、捕獲種類数と評価点の間には有意な相関関係は認められず、重相関係数も極めて低い値であった（Pearson 積率相関係数: r^2=0.029, t =-0.301, p =0.765）（図3）。このことから、捕獲種類数は評価結果に大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。

以上のことから、福岡県版簡易スコア法は、調査年や班

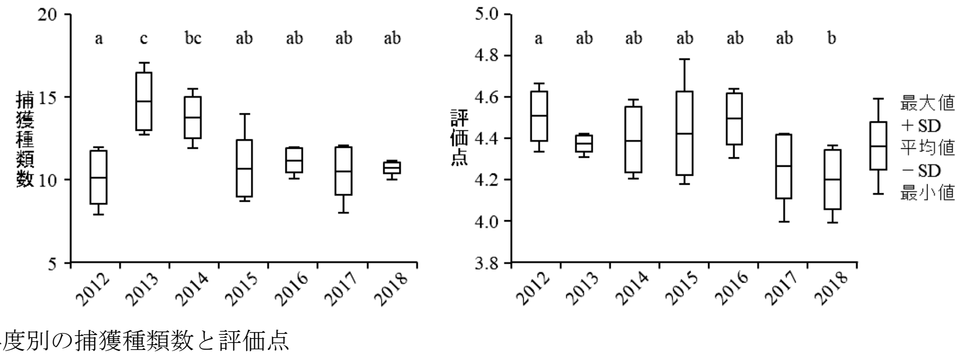

図2　年度別の捕獲種類数と評価点

図中のアルファベットは、Tukey の多重比較により有意差（P <0.05)が認められたものを異なるアルファベットで示した。

によって捕獲種類数に差が見られる場合でも、安定した評価結果が得られる手法であることが示唆された。

ただし、本研修では複数人での班行動を行ったため、捕獲技術や努力量の個人差が相殺され、評価点や最終的な判定ランクに影響を及ぼさなかった可能性がある。個人での評価においては、捕獲技術の差が大きくなり、捕獲種類数が著しく低い場合に評価点が他と異なってくる可能性が考えられる。また、本簡易スコア法の基礎となったASPT法は、捕獲種類数が著しく少ない場所では、評価点が予測値よりも高くなるという報告がある[14]。このような条件下においても本簡易スコア法の精度が担保できるかどうか、さらなる検証が必要である。

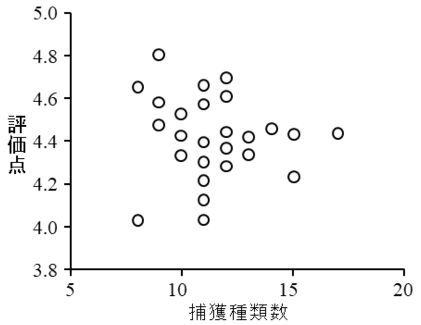

図3　捕獲種類数と最終評価点の散布図

4　まとめ

本研究による同一時期・同一地点における7年間の評価結果から、各班の捕獲種類数や最終的な評価点には、年による差異や班によるある程度のばらつきが認められるものの、最終的な判定ランクはすべて同じ結果になることが明らかとなった。このことから、福岡県版簡易スコア法は、非専門家であっても河川の水質環境の評価を高い精度で行える有効な方法であることが示唆された。

文献

1) 緒方健，谷田一三：河川環境の指標生物学，P. 114，2010,（北隆館，東京）.

2) N. De Pauw and G. Vanhooren: *Hydrobiologia*, 100, 153-168, 1983.

3) W. L. Hilsenhoff: *Journal of the North American Benthological Society*, 7, 65-68, 1988.

4) P. D. Armitage *et al.*: *Water Research*, 17, 333-347, 1983.

5) 環境庁：大型底生動物による河川環境評価のための調査マニュアル（案），1992,（環境庁，東京）.

6) 山崎正敏ら：全国公害研会誌, 21, 114-145, 1996.

7) 環境省水大気環境局：水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法ー，2017,（環境省，東京）

8) 牧野和夫ら：全国公害研会誌, 21, 147-154, 1996.

9) 猪股秀子ら：全国環境研会誌, 35, 174-178, 2010.

10) 菅野猛ら：全国環境研会誌, 34, 187-192, 2009.

11) 坂田裕介ら：全国環境研会誌, 42, 176-183, 2017.

12) 福岡県保健環境部：生き物からみた福岡県の河川，1996,（福岡県，福岡）

13) 福岡県環境部：公共用水域水質測定結果，http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/koukyouyousuiiki.html（2019/7/11アクセス）

14) 糠澤桂ら：土木学会論文集B1, 72, 433-438, 2016.

（英文要旨）

Reliability of the evaluation method of freshwater quality based on macrobenthos invertebrate communities

Taeko ISHIMA and Jun NAKAJIMA

Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,

Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan

The communities of macrobenthos invertebrate in river has been used for assigning scores to freshwater quality. For promotion of environmental education for children, the evaluation method of freshwater quality using macrobenthos was improved simplified for the river in Fukuoka prefecture (Fukuoka simple score method). To evaluate the reliability of the Fukuoka simple score method, 33 research data conducted by non-specialist in the same site and same season from 2012-2018 were examined. For seven years, mean±SE of indicator taxonomic group and final score detected by 33 research data were 11.42±0.36 out of 33 group, and 4.39±0.03 on five-point scale. In spite of the number of indicator taxonomic group vary widely, the result of water quality evaluation in all research data were judged as same rank. This result indicated that the reliability of the Fukuoka simple score method is high for evaluating the water quality.

[Key words ; macrobenthos, water quality, simple scheme, ASPT]