

原著

水生昆虫類を用いた平均スコア法による止水性湿地の生物多様性指標

中島 淳・上野由里代*・井上大輔*・須田隆一

県内60地点の止水性湿地において得られた75種類の水生昆虫類（コウチュウ目、カメムシ目）の分布データに基づいて、止水性湿地の生物多様性評価を行うための平均スコア法による指標の開発を行った。出現地点数、レッドリストランクなどを参考に各種に1-5点を配点しスコア表を作成し、それに基づいて60地点における平均スコアを求めて種数とスコアの関係を調べた。その結果、高スコアとなった地点は種数が多い地点と、種数は少ないものの希少種が生息する地点となった。一方で、低スコアとなった地点は種数が少なく希少種が生息しない地点となった。このことから、本スコア法が止水性湿地の生物多様性評価を行うための新たな指標として有用であると考えられた。

[キーワード：環境指標、水生コウチュウ、水生カメムシ、環境教育]

1 はじめに

生物を用いて環境の健全度を評価する手法についてはこれまでに多くのものが考案されており、生物種の生態的・生理的特徴を活用したIBI¹⁾や、環境選択性に基づくHEP²⁾、種ごとの水質選好性に基づいたBMWPスコア法³⁾、生物と環境構造の両面から評価を行う水辺のすこやかさ指標⁴⁾、土壌動物を用いた自然の豊かさ指標⁵⁾などが知られている。また、近年では生物多様性の程度を評価する指標の開発が進められており、都市の生物多様性指標といったものも発表されている⁶⁾⁷⁾。

福岡県では2012年度に生物多様性地域戦略を策定し、2013年度から行動計画の実施に入っている⁸⁾。その中で都市や河川、ため池、水田、森林などの生物多様性の状況がわかる指標を開発し、市町村やNPOなどが行う生物多様性評価や取組の進捗状況の把握などを支援し、保全の取組を促進することが明記されている。また、2018年度からは第2期行動計画が実施され、県民への生物多様性に関する知識の普及啓発や、教育・学習機会を活用した啓発が重要な課題として位置づけられている⁸⁾。福岡県における環境教材としては、BMWPスコア法を参考に開発された日本版平均スコア法⁹⁾を改良した福岡県版簡易スコア法¹⁰⁾や、淡水魚類を用いた平均スコア法¹¹⁾が広く活用されているものの、これまで止水性湿地（ため池、湿地ビオトープ、水田など）の生物多様性の状況の評価する簡易な指標は開発されていなかった。

そこで、本研究では実際の分布データを用いて止水性湿地における生物多様性評価が簡易に実施可能な平均スコア法を開発し、あわせてその実用性について検討を行ったのでここに報告する。

2 方法

2・1 水生昆虫リストの作成

2014-2016年の6-10月に、県内の止水性湿地30地点において生物相調査を行った。調査はタモ網（幅約40cm、目合い約1mm）を用いて行い、岸部の抽水植物群落を中心に、満遍なく15-30分程度の採集を行った。得られた水生生物は可能な限り現場で同定、記録した。また、このほかに県内各地の30地点の止水性湿地において2000年代以降に同様の方法で実施された精度の高い調査記録を加え、合計60地点（図1）における水生昆虫（コウチュウ目、カメムシ目）の分布データを整備した。種の同定は川合及び谷田¹²⁾、井上及び中島¹³⁾に従った。なお、この60地点の平均標高は101.4mで、最も低い地点の標高は0m、最も高い地点の標高は539mであった。

2・2 スコア表の作成とスコアの検証

平均スコア法とはあらかじめ得点を与えた指標種の一覧であるスコア表を作成しておき、環境を評価したい場所で採集された指標種の組成からそれぞれの指標種のスコアを合計し、合計スコアを種数で割って平均点を求め、その平均点の高低で評価を行う手法である¹¹⁾。福岡県で現在使われている環境教育教材では、すでに同手法を用いたものが活用されていることから、今回も平均スコア法による指標を作成することとした。

福岡県保健環境研究所（〒818-0135 太宰府市大字向佐野39）

*NPO 法人北九州・魚部

（〒803-0814 北九州市小倉北区大手町 2-12）

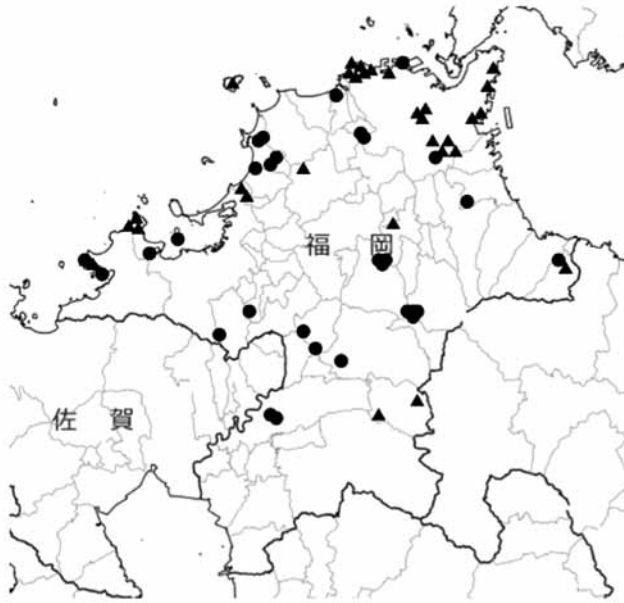


図1 今回の調査地点 (●) と追加地点 (▲)

まず、得られた60地点の止水性湿地における水生昆虫の分布データに基づいて、スコア表の作成を行った。福岡県で先行して用いられている2種類のスコア法にあわせて各指標種に5段階のスコアを付与した。スコアの配点は中島及び鬼倉¹¹⁾を参考に、出現地点数、及び福岡県レッドデータブック (RDB) 2014¹⁴⁾、環境省レッドリスト (RL) 2018¹⁵⁾、近隣県でのRLのランクを用いた。近隣県のRLとして、今回は水生昆虫類の調査・評価精度が高い熊本県RL¹⁶⁾のランクを用いた。以上のデータに基づいて、各スコアは以下のように配点、付与した：5点 (出現1地点、もしくはいずれかのRDB・RLで絶滅危惧IA類 (CR)、もしくはすべてのRDB・RLに掲載)、4点 (出現2地点以上10地点以下、もしくはいずれかのRDB・RLで絶滅危惧IB類 (EN)、もしくは2つのRDB・RLに掲載)、3点 (出現11地点以上20地点以下、もしくは1つのRDB・RLに掲載)、2点 (出現21地点以上30地点以下)、1点 (出現31地点以上)。

次に、得られたスコア表に基づいて60地点の採点を行い、スコアと種数の関係を調べて、本スコアの生物多様性指標としての妥当性について検討を行った。

3 結果及び考察

3・1 水生昆虫調査の結果

県内60地点の止水性湿地 (ため池、自然湿地、水田) において水生昆虫類 (コウチュウ目、カメムシ目) 83種が確認された。確認された種のうち福岡県RDB2014¹⁴⁾において絶滅危惧IA類であったものが3種、絶滅危惧IB類であったものが12種、絶滅危惧II類であったものが12種、準絶滅危惧であったものが12種、情報不足であったものが2種であった。外来種は確認されなかった。

3・2 スコア表の作成

得られた60地点の止水性湿地における水生昆虫の分布データに基づいて、スコア表の作成を行った。確認された83種のうち、コマルケシゲンゴロウとマルケシゲンゴロウ、セスジゲンゴロウとカンムリセスジゲンゴロウとテラニシセスジゲンゴロウ、ハイイロチビズムシとクロチビズムシ、アサヒナコミズムシとエサキコミズムシとオモナガコミズムシ、ホッケミズムシとオオミズムシとナガミズムシについてはそれぞれ形態的に類似しており、現場での同定が困難である。そのため、一般的な環境指標種として使用することが難しいことから、それぞれコマルケシゲンゴロウ種群、セスジゲンゴロウ種群、チビズムシ種群、コミズムシ種群、ミズムシ種群とし (表1)、合計75種類を指標化の対象種としてリスト化した。

次いでこれら75種類について先に示した方法に基づいて5段階のスコアを付与した。その結果、5点が23種、4点が33種、3点が10種、2点が7種、1点が2種となった。なお、前述したように種群としてひとまとめにした分類群については、それぞれの種のうちで最も高いRDB・RLランクを採用した。以上の作業により、水生昆虫75種類を対象にしたスコア表を作成した (表2)。

表1 各種群に含まれる種名とそのレッドリストランク

種群名	種名	福岡県RDB	熊本県RL	環境省RL
マルケシゲンゴロウ種群	コマルケシゲンゴロウ	NT		NT
	マルケシゲンゴロウ	VU	CR	NT
セスジゲンゴロウ種群	セスジゲンゴロウ		VU	VU
	カンムリセスジゲンゴロウ	VU	CR	
	テラニシセスジゲンゴロウ	VU		
チビズムシ種群	ハイイロチビズムシ			
	クロチビズムシ			
コミズムシ種群	アサヒナコミズムシ			
	エサキコミズムシ			
	オモナガコミズムシ	VU		
ミズムシ種群	ホッケミズムシ	EN		NT
	オオミズムシ	VU		NT
	ナガミズムシ	EN		NT

3・3 作成したスコアの検証

得られたスコア表に基づいて、60地点の止水性湿地を採点した。全地点の種類の数の平均±標準偏差は11.5±10.1種類、スコアの平均±標準偏差は3.0±0.7点であった。

次いでスコアと種類数の関係を調べたところ、種類数が多い地点はいずれも3点以上の高スコアに、種類数が少ない地点はそのスコアが大きくばらつく傾向が認められた (図2)。この結果から、少なくとも種数が豊富であるという観点から種の多様性を適切に評価できているものと考えられた。一方、種類数が平均値を大きく下回る地点でもスコアが4.0点以上になる地点が3地点存在した (図2のA)。これらの地点で出現した種は、シマケシゲンゴロウ、セスジゲンゴロウ種群、チュウブホソガムシ、ミヤタケダルマガムシ、ムナビロツヤドロムシであった。これらの種は県

表2 採集した水生昆虫類とその出現地点数、及び各種のレッドリストランクとスコアの一覧

種名	出現地点数	福岡県RDB	熊本県RL	環境省RL	スコア
1 クビボソコガシラミズムシ	1	NT	-	DD	5
2 キイロコガシラミズムシ	8	NT	CR	VU	5
3 マダラコガシラミズムシ	2	VU	CR	VU	5
4 ムツボシツヤコツブゲンゴロウ	1	CR	CR	VU	5
5 チビマルケシゲンゴロウ	2	-	CR	-	5
6 ヤギマルケシゲンゴロウ	1	CR	-	NT	5
7 コマルケシゲンゴロウ種群 ^{a)}	12	VU	CR	NT	5
8 オオマルケシゲンゴロウ	7	VU	EN	NT	5
9 アンピンチビゲンゴロウ	1	-	-	-	5
10 シマケンゲンゴロウ	3	VU	CR	-	5
11 コウベツブゲンゴロウ	1	EN	VU	NT	5
12 セスジゲンゴロウ種群 ^{b)}	10	VU	CR	-	5
13 ヒコサンセスジゲンゴロウ	1	EN	CR	-	5
14 チンメルマンセスジゲンゴロウ	5	NT	CR	-	5
15 シマゲンゴロウ	3	EN	VU	NT	5
16 クロゲンゴロウ	3	EN	EN	NT	5
17 オオミズスマシ	2	NT	VU	NT	5
18 チュウブホソガムシ	4	VU	EN	VU	5
19 ミユキシジミガムシ	2	EN	VU	NT	5
20 チビマルガムシ	3	DD	CR	-	5
21 マルヒラタガムシ	3	EN	VU	NT	5
22 コガムシ	6	VU	VU	DD	5
23 コバンムシ	1	CR	-	EN	5
24 コガシラミズムシ	10	-	-	-	4
25 ヒメコガシラミズムシ	7	-	-	-	4
26 キボシチビコツブゲンゴロウ	4	EN	-	EN	4
27 ムモンチビコツブゲンゴロウ	2	EN	-	VU	4
28 ケシゲンゴロウ	5	NT	-	NT	4
29 チャイロチビゲンゴロウ	6	-	-	-	4
30 マルチビゲンゴロウ	4	VU	-	NT	4
31 ホソマルチビゲンゴロウ	14	NT	-	DD	4
32 ツブゲンゴロウ	7	-	-	-	4
33 ルイスツブゲンゴロウ	3	NT	-	VU	4
34 ホソセスジゲンゴロウ	6	-	NT	-	4
35 クロズマメゲンゴロウ	4	-	-	-	4
36 チャイロマメゲンゴロウ	7	-	VU	-	4
37 キベリクロヒメゲンゴロウ	7	-	-	-	4
38 ウスイロシマゲンゴロウ	26	NT	VU	-	4
39 コガタノゲンゴロウ	19	VU	-	VU	4
40 ミズスマシ	2	EN	-	VU	4
41 ミヤタケダルマガムシ	7	-	-	-	4
42 チビシジミガムシ	2	DD	-	-	4
43 コモンシジミガムシ	2	-	-	-	4
44 チビヒラタガムシ	8	-	-	-	4
45 キベリヒラタガムシ	7	-	-	-	4
46 ガムシ	3	EN	-	NT	4
47 トゲバゴマフガムシ	5	-	-	-	4
48 ヤマトゴマフガムシ	2	-	-	-	4
49 ゴマフガムシ	2	-	-	-	4
50 マメガムシ	5	-	-	-	4
51 ムナビロツヤドROMシ	4	-	-	-	4
52 チビコマツモムシ	3	-	-	-	4
53 ヒメマルミズムシ	4	-	-	-	4
54 コオイムシ	12	NT	-	NT	4
55 ミズムシ種群 ^{c)}	12	EN	-	NT	4
56 ミヤケミズムシ	5	NT	-	NT	4
57 コツブゲンゴロウ	20	-	-	-	3
58 ヒメゲンゴロウ	13	-	-	-	3
59 コシマゲンゴロウ	10	-	-	-	3
60 ルイスヒラタガムシ	14	-	-	-	3
61 スジヒラタガムシ	21	-	-	NT	3
62 タマガムシ	16	-	-	-	3
63 タイコウチ	15	-	-	-	3
64 ミズカマキリ	11	NT	-	-	3
65 ヒメミズカマキリ	15	-	VU	-	3
66 コミズムシ種群 ^{d)}	16	VU	-	-	3
67 チビゲンゴロウ	21	-	-	-	2
68 マメゲンゴロウ	25	-	-	-	2
69 ハイイロゲンゴロウ	23	-	-	-	2
70 キイロヒラタガムシ	26	-	-	-	2
71 コマツモムシ	25	-	-	-	2
72 マルミズムシ	21	-	-	-	2
73 チビミズムシ種群 ^{e)}	23	-	-	-	2
74 ヒメガムシ	36	-	-	-	1
75 マツモムシ	31	-	-	-	1

^{a)}コマルケシゲンゴロウ（福岡県NT、環境省NT）、マルケシゲンゴロウ（福岡県VU、熊本県CR、環境省NT）を含む；^{b)}セスジゲンゴロウ（熊本県VU）、カンムリセスジゲンゴロウ（福岡県VU、熊本県CR）、テラニシセスジゲンゴロウ（福岡県VU）を含む；^{c)}ホッケミズムシ（福岡県EN、環境省NT）、オオミズムシ（福岡県VU、環境省NT）、ナガミズムシ（福岡県EN、環境省NT）を含む；^{d)}アサヒナコミズムシ、エサキコミズムシ、オモナガコミズムシ（福岡県VU）を含む；^{e)}ハイイロチビミズムシ、クロチビミズムシを含む。CRは絶滅危惧IA類、ENは絶滅危惧IB類、VUは絶滅危惧II類、NTは準絶滅危惧、DDは情報不足の略号。

内では沿岸域や干上がりやすいごく浅い湿地、山間の緩流を伴う湿地など、やや特殊な生息環境を利用することが知られている¹³⁾。したがって、これらの地点は種数こそ少ないものの、生態系の多様性の観点からは重要な湿地環境と言える。

これらの結果から、本スコア法は種数が多く種多様性が高い地点と、種数は少ないものの特殊な湿地環境を好む種が生息する地点がそれぞれ高スコアになり、その一方で、種数が少なく特殊性が低い湿地環境は低スコアになることが明らかとなった。以上より、本スコア法は種の多様性保全上重要な地点と、生態系の多様性保全上重要な地点の両方を、適切に評価できていると考えられた。

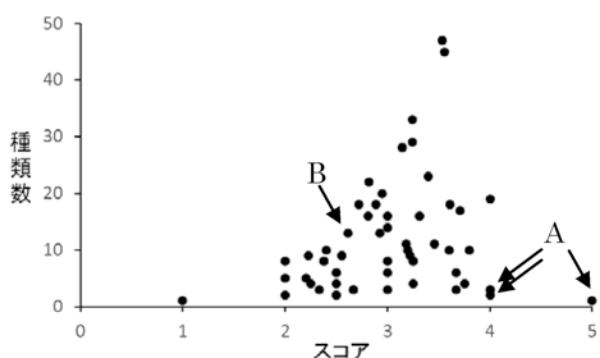


図2 スコアと種数の関係

3・4 平均スコアのランク基準

福岡県で現在用いている2種類のスコア法では、環境教育現場で簡易に環境の状況を把握するために、便宜的に4段階の基準を設けている。すなわち、福岡県版簡易スコア法¹⁰⁾では平均スコア3.5点以上を“(I) きれいな水”、同2.5-3.4点を“(II) やや汚れた水”、同1.5-2.4点を“(III) 汚れた水”、同1.4点以下を“(IV) 大変汚れた水”としている。また、淡水魚を用いた平均スコア法¹¹⁾では、平均スコア3.0点以上を“(I) とても豊かな自然が残る環境”、同2.5-2.9点を“(II) 豊かな自然が残る環境”、同2.0-2.4点を“(III) 自然が失われつつある環境”、同1.9点以下を“(IV) 自然がかなり失われた環境”としている。したがって、今回作成したスコア法についても同様の4段階のランク基準を設定することで、よりわかりやすくなり、環境教育等における利便性が高まることが期待される。

今回の調査データでは全60地点でのスコアの平均値が3.0点であったことから、この値よりも高いスコアの地点は生物多様性保全上重要な良好な湿地環境であると判断できる。一方で、全60地点の平均種類数は11.5種であり、この値を基準として種類数12以上の地点のうちで最も低

スコアであった地点を調べると、そのスコアは2.6点(図2のB)であった。一般的にはある地域の平均的な種数を下回る状況は湿地環境が悪化しつつある状況を示していることから、スコア2.5点前後を判定基準にすれば湿地環境の良否を判断できると考えられる。

以上のことから平均スコア3.0点以上を“(I) とても豊かな湿地環境”、同2.5-2.9点を“(II) 豊かな湿地環境”、同2.0-2.4点を“(III) 自然が失われつつある湿地環境”、同1.9点以下を“(IV) 自然がかなり失われた湿地環境”と設定することが妥当である。しかしながら、このスコア区分については実際の湿地環境構造の特徴や、同所的にみられる他の分類群の情報などを考慮して、その妥当性を科学的に検証していく必要がある。

4 まとめ

本研究では種の組成のみから止水性湿地の生物多様性評価が簡易に可能な指標の開発を試み、その目的を概ね達成することができた。本手法の最も重要な特徴は(1)種数の多い地点、(2)種数は少ないが希少種が生息する重要な地点、がいずれも良好な環境として評価可能という点にある。これにより、生物多様性保全上重要な“種の多様性”と“生態系の多様性”の両方の視点から適切に生物多様性の状況の評価することができる。また、本手法は平均スコア法による簡易なものであることから、非専門家でも取扱いが容易であり、行政機関主催の観察会などでの活用が期待される。加えて、造成した湿地ビオトープの健全性評価など、科学的な調査手法としての活用も可能であろう。ただし、止水性湿地は水生昆虫類のほかにも、鳥類、両生類、魚類などの動物や水生植物にとっても重要な生息・生育場所であることから、これらの分類群の生息・生育状況に対してそのまま生物多様性指標として適用することが妥当であるかについては、さらなる検証が必要である。

文献

- 1) J. R. Karr: *Ecol. Appl.*, 1, 66-84, 1991.
- 2) 田中 章: HEP入門 ハビタット評価手続きマニュアル, 2006, (朝倉書店, 東京) .
- 3) P. D. Armitage *et al.*: *Water Res.*, 17, 333-347, 1983.
- 4) 環境省: 水辺のすこやかさ指標 (みずしるべ), <https://www.env.go.jp/water/wsi/> (2018/6/20アクセス) .
- 5) 青木淳一: やさしい土壌動物のしらべかた, 2005, (合同出版, 東京) .
- 6) 国土交通省都市局公園緑地・景観課: 都市における生物多様性指標 (簡易版), 2016, (国土交通省, 東京) .
- 7) 大石善隆: 日緑工誌, 36(3), 381-382, 2011.
- 8) 福岡県: 福岡県生物多様性戦略第2期行動計画, 2018,

- (福岡県, 福岡) .
- 9) 山崎正敏ら：全国公害研究会誌, 21, 114-145, 1996.
- 10) 山崎正敏, 緒方 健：川の生き物観察ガイドブック, 2002, (福岡県, 福岡) .
- 11) 中島 淳, 鬼倉徳雄：水環境学会誌, 35, 81-88, 2012.
- 12) 川合禎次, 谷田一三：日本産水生昆虫 科・属・種への検索 第二版, 2018, (東海大学出版部, 秦野) .
- 13) 井上大輔, 中島 淳：福岡県の水生昆虫図鑑, 2009, (福岡県立北九州高校魚部, 北九州) .
- 14) 福岡県：福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック2014, 2014, (福岡県, 福岡) .
- 15) 環境省：環境省レッドリスト2018昆虫類, <https://www.env.go.jp/press/files/jp/109188.pdf> (2018/6/20アクセス) .
- 16) 熊本県：熊本県の保護上重要な野生動植物リスト-レッドリスト 2014- 昆虫類, http://www.pref.kumamoto.jp/common/UploadFileOutput.aspx?c_id=3&id=6105&sub_id=1&flid=18&dan_id=1 (2018/6/20アクセス) .

Biodiversity Index for Stillwater Wetlands Using Average Score per Taxon (ASPT) on the Basis of Aquatic Insects in Fukuoka Prefecture, Japan

Jun NAKAJIMA, Yuriyo UENO*, Daisuke INOUE* & Ryuichi SUDA

Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,

Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan

**NPO Kitakyushu Gyobu,*

Otemachi 2-12, Kokurakita-ku, Kitakyushu 803-0814, Japan

We developed an average score per taxon (ASPT) method for evaluating biodiversity based on the distribution data of 75 kinds of aquatic insects (Coleoptera and Hemiptera) obtained in still-water wetlands (ponds, swamps, and paddy fields) at 60 locations in Fukuoka prefecture. Based on the number of appearance and red list rank, we assigned 1 to 5 points to each species and created a score table. An average score of 60 points was obtained based on the score table, and evaluation of the relationship between species number and score revealed that high scores corresponded to wetlands with high species diversity or with low species diversity with rare species present. Based on these findings, the scoring method is considered useful as a new biological indicator for evaluation of the situation of biodiversity of still-water wetlands.

[Key words ; Environmental indicator, Aquatic beetles, Aquatic bugs, Environmental education]