

ベッコウトンボの生息環境

山口県環境保健研究センター

福永 健一

Investigation of Habitat for *Libellula angelina*

Kenichi Fukunaga

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Public Health

はじめに

これまでの水質保全行政において、工場等に係る排水規制の効果により水質の回復は、ある程度認められる。

しかし、水環境を含む生態系については未だに回復されていないのが現状である。

現在、日本の野生生物相は森林や草原の消滅や改変、池沼や河川の改変、水質の汚濁と汚染等人間活動によって、その豊かさを急速に失いつつある。

そこで、絶滅危惧種であり、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」に指定されているベッコウトンボ*Libellula angelina*を指標とし、水環境とその生息等とのかかわりを調査した。

その結果を数量化理論II類及びIII類を用い解析^{1~6)}を試みた。

ベッコウトンボの生態及び生息域

平地のヨシやガマの生育する池沼に生息し、幼虫期間は約1年で、4月の終わり頃より羽化が始まり、6月中旬まで成虫が見られる。

ベッコウトンボの名称は、未熟成虫の体色が褐色の地に黒色の斑紋があり、翅にも黒色の大きな斑紋があり鼈甲に似ていることに由来する。

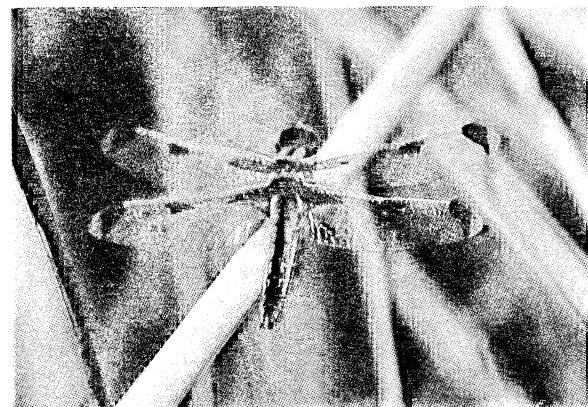


図1 ベッコウトンボ (♂, 平成13年5月3日撮影)

環境省編レッドデータブックの絶滅危惧種I類(CR+EN)でもあり、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」で、昆虫として最初の国内希少野生動植物種に1994年に指定された。^{7~11)}

ベッコウトンボは、我が国において静岡、山口、福岡、佐賀、大分、及び鹿児島の六県で生息が確認されているが、生息地が保護されているのは、これらのうち、静岡の桶ヶ谷沼と鹿児島の蘭牟田池だけであり、現在、確実な発生を繰り返しているのは桶ヶ谷沼だけであるといわれている。^{8),9)}

調査方法

1 調査時期

平成13年ベッコウトンボが出現する可能性のある4月上旬から6月上旬の晴天日に実施した。

2 調査地域

ベッコウトンボの生息地を含む植生の異なる瀬戸内側及び山間地の4市3町3村にある計30ヶ所の池沼を選定した。

3 調査項目（アイテム）

30ヶ所の池沼の水質（水温、PH、COD、溶存酸素及び電気伝導度）及び植生等（水草の種類¹²⁾、水草間の間隔、水草の繁茂化、広さ、深さ、透明度、底質の状態、ヨツボシトンボ生息の有無及びベッコウトンボ生息の有無）の計14アイテムを調査した。

解析方法

解析方法としては数量化理論を用いたが、これは、いくつかの調査項目を無理に一つの変数として扱わないでカテゴリーに分解して、その一つ一つに適切なウェイトを計算して与える方法である。

その場合、「重回帰分析」、「判別分析」、「主成分分析」は、それぞれ「数量化理論I類」、「数量化理論II類」、「数量化理論III類」に対応する。

従って、ここでは、各アイテムをカテゴリーに分解して、先ず数量化理論III類によりベッコウトンボの生息等と関連のあるアイテム・カテゴリーを抽出し、抽出したアイテム・カテゴリーについてベッコウトンボの生息等を外的基準にし、他のアイテム・カテゴリーを説明変数として数量化理論II類により解析した。

結果及び考察

1 数量化理論III類による解析

先ず、全アイテム（14アイテム）について数量化理論III類による主成分分析で解析した結果、ベッコウトンボと関連するアイテムは、①水草の種類、②水草間の間隔、③水草の繁茂化、④広さ、⑤深さ、⑥透明度、⑦底質の状態、⑧ヨツボシトンボ生息の有無、であった。

次に、これらアイテムについて数量化理論III類により解析したカテゴリーースコアを表1に、その布臵を図2に、それぞれ示す。

表1 数量化III類によるカテゴリーースコア

アイテム	カテゴリー	略号	カテゴリーースコア	
			第I相関軸	第II相関軸
池沼の広さ (m ²)	100~2000	広1	0.7707	-0.3751
	2000~5000	広2	-0.7233	0.3806
	5000~	広3	-0.6363	0.2875
池沼の深さ (m)	0.2~0.6	深1	-0.9087	0.3094
	0.6~1.0	深2	1.1143	-2.0528
	1.0~	深3	2.3666	2.1224
ヨツボシトンボ	い る	ヨ1	-0.2354	-0.1954
	い ない	ヨ2	1.5301	1.2705
ベッコウトンボ	生息地	ベ1	-2.7124	0.7042
	飛来地	ベ2	-0.7997	1.9308
	い ない	ベ3	0.6592	-0.3210
透 明 性	かなり透明	透1	0.9572	2.9484
	透 明	透2	-1.0196	0.5189
	不透明	透3	0.7058	-1.7907
底質の状態	腐泥あり	腐1	-0.3841	-0.6377
	腐泥なし	腐2	1.9209	3.1886
水草の種類	ガ マ	水 草1	-0.9978	0.0087
	その他	水 草2	1.4967	-0.0131
水草の繁茂化	池沼全体	水草全1	-1.5813	-0.2676
	その 他	水草全2	1.0542	0.1784
水草間の間隔	間隔あり	水草間1	-0.2264	0.5732
	間隔なし	水草間2	1.1321	-2.8660
相 関 係 数			0.5983	0.4596

第I相関軸（相関係数：0.5983）は、ベッコウトンボ生息等の有無を、第II相関軸（相関係数：0.4596）は池沼の水環境の質を表している。

この表1及び図2から、主としてベッコウトンボ生息

等の有無を三つのグループ [I], [II], [III] に分類できる。

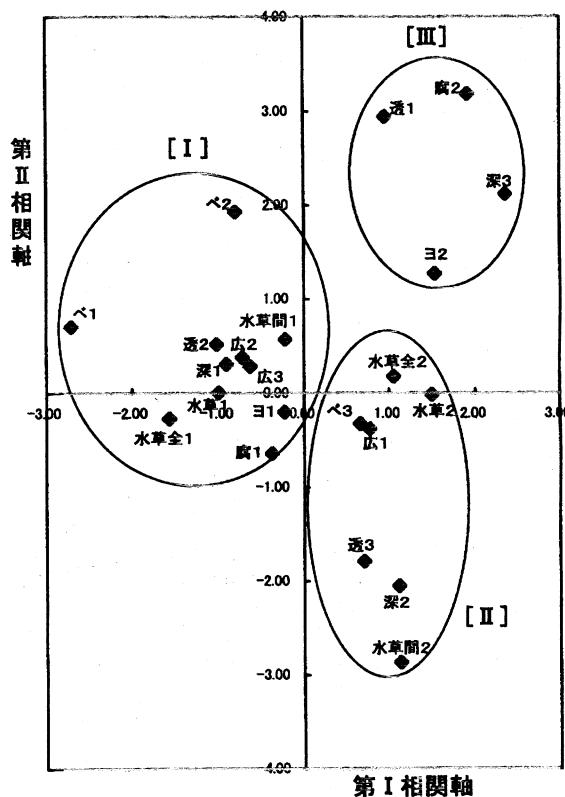


図2 数量化III類によるカテゴリーースコアの布臵

[I]：ベッコウトンボの生息地及び飛来地の水環境が第II象限から第III象限に布臵されている。この水環境としては、①池沼の広さが2000 m²以上であること、②水草の繁茂が池沼全体にはびこっていること、③池沼の水に、ある程度の透明性があること、④水草間に開水面があること、⑤水草はガマであること、⑥池沼の深さが60 cm未満であること、である。

[II]：ベッコウトンボの生息及び飛来が確認されない水環境が第IV象限から第I象限に布臵されている。

この水環境としては、①池沼の広さが2000 m²未満であること、②水草の繁茂が池沼の一部しかはびこっていないこと、③池沼の水の透明性が悪いこと、④水草間に開水面がないこと、⑤水草がガマ以外であること、⑥池沼の深さが60 cmから100 cm未満であること、である。

[III]：農業用水として常時整備されているため池の水環境が第I象限に布臵されている。水環境としては当然のことながら、①池沼の水の透明性が非常に良いこと、②池沼の深さが1m以上あること、③底質に腐泥がないこと、であり、このような水環境ではヨツボシトンボさえもいない。

以上のように、数量化理論III類による解析でベッコ

ウトンボの生息地等の水環境が明確に区分された。

2 数量化理論II類による解析

数量化理論III類による水環境の解析でベッコウトンボの生息環境が明確に区分されたが、これと同様なアイテム・カテゴリーを用い、数量化理論II類による判別分析を行った。そのカテゴリー・スコアを表2に、サンプルスコアを表3に、それぞれ示す。

表2 数量化II類によるカテゴリー・スコア

アイテム	カテゴリー	スコア	偏相関係数
池沼の広さ (m)	100~2000	0.5222	
	2000~5000	-0.5083	0.4447*
	5000~	-0.4169	
池沼の深さ (m)	0.2~0.6	-0.0487	
	0.6~1.0	0.0413	0.0425
	1.0~	0.1591	
ヨツボシトンボ	いる	-0.0829	
	いない	0.5393	0.1831
透明性	かなり透明	-0.1167	
	透明	-0.3583	0.2830
	不透明	0.4368	
底質の状態	腐泥あり	-0.0449	
	腐泥なし	0.2247	0.0744
水草の種類	ガマ	0.2298	
	その他	-0.3448	0.1485
水草の繁茂化	池沼全体	-0.7240	
	その他	0.4827	0.4120*
水草間の間隔	間隔あり	-0.0970	
	間隔なし	0.4850	0.1910
判別的中率		85%	
相関比		0.7558**	

注) ** ; P < 0.01, * ; P < 0.05

表2及び表3のデータを種々検討した結果、次のこと
が言える。

- (1) 相関比は0.7558で1%有意であり、ベッコウトンボの生息地と関連を示す各アイテムの偏相関係数は、池沼の広さ(0.4447, P < 0.05), 水草の繁茂化(0.4120, P < 0.05), 透明性(0.2830), 水草間の間隔(0.1910)の順であった。
- (2) 各アイテムのカテゴリー・スコアからベッコウトンボの生息環境は、①池沼の広さは2000m以上あること、②水草は池沼全域に繁茂すること、③透明性は、かなり透明でも不透明でも生息環境としては適当ではないこと、④水草間の間隔は適度に必要であること、であった。
- (3) 生息実態調査結果において、ベッコウトンボはガ

マが繁茂していた池沼でしか生息は見られない。

このことは、表2に示す水草の種類に係るカテゴリー・スコアの値の結果と異なる。この原因は色々な要因が重なり見かけ上、低くなったものと考えられる。

- (4) また、池沼の深さ及び底質の状態においても偏相関係数が小さいが、この原因も(3)と同様であると考えられる。

表3 数量化II類によるサンプルスコア

調査箇所番号	所在地町村	生息等区分	箇所スコア
A-1	A市	生息地	-1.5432
A-2	"	生息・飛来なし	-0.1659
B-3	B市	生息地	-1.5432
B-4	"	生息地	-1.6346
B-5	"	飛来地	0.0281
B-6	"	生息・飛来なし	1.4954
B-7	"	生息・飛来なし	0.4575
B-8	"	生息・飛来なし	0.4575
B-9	"	生息・飛来なし	1.1141
B-10	"	生息・飛来なし	1.2041
B-11	"	生息・飛来なし	1.9233
C-12	C市	生息地	-1.5432
C-13	"	生息・飛来なし	-0.6040
D-14	D町	生息地	-1.6346
D-15	"	飛来地	-1.3930
D-16	"	生息・飛来なし	0.2933
D-17	"	生息・飛来なし	-0.5249
D-18	"	生息・飛来なし	-0.1919
D-19	"	生息・飛来なし	0.1181
D-20	"	生息・飛来なし	1.6133
D-21	"	生息・飛来なし	0.1912
D-22	"	生息・飛来なし	0.9133
D-23	"	生息・飛来なし	0.2886
E-24	E町	生息・飛来なし	0.4588
F-25	F市	生息・飛来なし	0.4588
G-26	G村	生息・飛来なし	-0.6040
H-27	H村	生息・飛来なし	0.3674
H-28	"	生息・飛来なし	0.8920
I-29	I町	生息・飛来なし	-0.2888
J-30	J村	生息・飛来なし	-0.6040

- (5) 次に、ベッコウトンボの生息地及び飛来地とそれ以外の箇所スコアの平均値についてt検定を行った。¹³⁾その結果、1%危険率で有意の差が認められた。さらに、生息地と飛来地とが箇所スコア上においても区分された。

- (6) 最後に、箇所スコアから生息地及び飛来地の的中率を求めたところ、85%(6例/7例)の的中率であった。外れた1例については、1km以内にベッコウトンボの大量発生地があり、このことが影響しているものと考えられる。

まとめ及び今後の課題

- 1 水環境とベッコウトンボについて数量化理論Ⅲ類及びⅡ類により解析した結果、ベッコウトンボの生息地における水環境を数量化することができた。この結果はベッコウトンボ個体群を保全するための一助となり得るものと考える。
- 2 これまでの環境保全行政においては、水質、周辺の環境、生物を個々に評価してきた。このことが、急激に貴重な生物が絶滅に瀕してきた原因の一つと考えられる。例えば、水質情報は1次元的、水生生物は2次元的情報しか与えてくれず、今後は、トンボ等を含めた3次元的情報をもたらしてくれる生物を水環境の調査対象として加え、多次元的解析により情報を一元化し、今後の環境保全行政に活用することが重要であると考えられる。
- 3 多次元的解析を適用し貴重な生物を遵守することは種の多様性を保全することにつながり、そのための行政及び研究分野を早急に立ち上げる必要があるものと考えられる。
- 4 過去に、ベッコウトンボが生息していた池沼については、これら結果を参考にし、池沼を修復することにより、ベッコウトンボが復活する可能性も考えられる。
- 5 今回、ベッコウトンボの生息地に係る日本海側の池沼については、調査を実施していない。今後、ベッコウトンボの日本海側への生息について、この数量化理論による結果を活用し確認調査を実施したい。

文 献

- 1) 小林龍一：数量化理論入門。第1版、日科技連出版社（1981）
- 2) 柳井晴夫、岩坪秀一：複雑さに挑む科学。第1版、講談社（1976）
- 3) 柳井晴夫、高根芳雄：多変量解析法。第4版、朝倉書店（1979）
- 4) M. G. ケンドール：多変量解析の基礎。初版、サイエンス社（1978）
- 5) 奥野忠一ほか：多変量解析法。初版、日科技連出版社（1971）
- 6) 奥野忠一ほか：統多変量解析法。初版、日科技連出版社（1976）
- 7) 環境省編 新RDB種情報検索
http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_top.html
- 8) 環境庁：日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—無脊椎動物編。初版（1992）
- 9) シグナル。No. 8.『特集②』10. 1996
<http://plaza11.mbn.or.jp/~signal/bekko.htm>
- 10) 松本和夫：絶滅が危ぶまれるトンボ類(2).
昆虫と自然 36(7), 2~4 (2001)
- 11) 石田昇三ほか：日本産トンボ幼虫・検索図説。初版、東海大学出版会（1988）
- 12) 角野康郎：日本水草図鑑。初版、文一総合出版。（1996）
- 13) 立川清：例解統計学。第25版、第一出版（1978）
- 14) 「山口県環境基本計画」やまぐち環境創造プラン（1999）