

ゲンジボタル生息の環境条件について

○東洋大学大学院 工学研究科
東洋大学 工学部 環境建設学科
東洋大学 工学部 環境建設学科
埼玉県立いずみ高等学校 教諭
東洋大学 工学部

学生会員 植村 三香
石川 貴子
海老沢優枝
甲山 貴之
正会員 福井 吉孝

1. はじめに

近年、ホタルは水辺環境のバロメータとして注目され、ホタル保護への活動は活発である。しかし、その保護活動には未だ失敗例も多く、ホタルを自然発生させる活動は困難な状況が続いている。この状況は、ホタルの生息環境条件が複数存在し、その条件の数値化が困難であることに寄因している。

本研究は、前報¹⁾に引き続き、ゲンジボタルの数ある生息環境条件の中でも、水質について注目した。東京都・神奈川県・埼玉県・栃木県・群馬県においてホタルが生息する河川、及び生息しない河川の水質データを解析し、核となるホタル生息のための水質条件を求め、前回の結果との比較検討を行った。

2. データ解析

2.1 データ解析概要

ゲンジボタルの唯一の餌はカワニナである。このことから、カワニナが「生息する」場合でも、ゲンジボタルは「生息する、生息しない」ということが考えられる。

また、カワニナは、指標生物であり、主に「β - 中腐水性水域」に生息する。²⁾ この「β - 中腐水性水域」は、昭和46年12月28日環境庁告示第59号「生活環境の保全に関する環境基準（河川）」では、類型Cに該当する。このことより、本研究では、類型Cであれば、カワニナは生息していると仮定した。

表-1 河川的生活環境項目とその基準^{4~8)}

項目 類型	基準値					生息する主な生物
	水素イオン濃度 pH	生物化学的酸素要求量 BOD	浮遊物質量 SS	溶解酸素量 DO	大腸菌群数	
AA	6.5以上 8.5以下	1mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	5000MPN/100ml以下	ガモカガ類 サワガニ
A	6.5以上 8.5以下	2mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	5000MPN/100ml以下	ヤマメ イナ
B	6.5以上 8.5以下	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	5000MPN/100ml以下	シノビゲテラアユ サケオイガフウブイ
C	6.5以上 8.5以下	5mg/l以下	50mg/l以下	5mg/l以上	基準無し	コイケンゴロウ フナ ゲンナヒル類
D	6.0以上 8.5以下	8mg/l以下	100mg/l以下	2mg/l以上	基準無し	ミズムシドジョウ ユスリカ
E	6.0以上 8.5以下	10mg/l以下	この等の基準が認められていない	2mg/l以上	基準無し	イモミズ類 サカマキガイ

ホタルが生息する地域のデータは、実際にゲンジボタルが自然発生している河川へ行き、測定したデータ

を用いた。また、ホタルが生息しない地域は、東京都、神奈川県、埼玉県、栃木県、群馬県のホタルが生息しないがカワニナの生息可能である類型B～Cの河川を選択した。^{4~8)}

そして、これらのデータを用い東洋大学川越キャンパス内の大越庭園におけるホタル生息の可能性の有無を求めようとした。

2.2 データ区分

解析は数量化 類を用いた。データ区分の基準は、類型C以上でカワニナは生息可能であるので、ここでは河川類型Bを基準に用い、目的変数はホタルの「生息有」、「生息無」とし、カテゴリーが「有」であればグループ1、「無」であればグループ2とした。また、説明変数は、pH、BOD、SS、DO、大腸菌群数とし、それぞれ類型B基準範囲内であればグループ1、範囲外であればグループ2というようにデータをダミー化して解析を行った。

表-2 解析項目とその基準

	目的変数	説明変数				
カテゴリ	ホタル	ph	BOD	SS	DO	大腸菌群
1	ホタル有	範囲内	範囲内	範囲内	範囲内	範囲内
2	ホタル無	範囲外	範囲外	範囲外	範囲外	範囲外

表-3 今回解析に利用したデータ一覧

地区名	蚩有無	pH	BOD	SS	DO	大腸菌	河川類型
横浜	有	7.6	1.4	1	9.3	1.80E+01	-
羽村	有	7.6	0.5	25	10.3	2.00E+00	-
嵐山	有	7.9	28	6	10.8	7.00E+00	-
江南	有	7.8	21	8	10.7	1.00E+01	-
坂戸	有	7.5	25	3	10.0	0.00E+00	-
塩原	有	8.0	0.9	2	7.0	3.90E+03	-
調布	無	7.5	9.0	2	5.0	1.10E+04	-
立川	無	7.4	11.7	1	4.0	2.00E+04	C
寒川	無	7.5	6.0	22	6.4	6.00E+04	B
茅ヶ崎	無	7.6	6.5	19	4.8	3.30E+04	C
八潮	無	7.4	5.2	15	6.4	9.30E+03	C
吉見	無	8.5	5.5	14	9.5	3.90E+06	C
本庄	無	7.4	5.0	11	4.8	1.50E+07	C
草加	無	7.4	7.1	43	4.9	3.40E+04	B
鴻巣	無	7.9	1.2	51	9.9	1.60E+04	C
川里村	無	7.4	7.3	14	6.5	2.20E+05	B
杉戸	無	7.3	4.3	26	7.0	1.20E+05	C
国分寺	無	7.6	1.9	12	10.3	1.30E+05	C
藤岡	無	7.6	4.1	21	9.9	1.60E+05	B
高崎	無	8.1	3.7	18	11.0	1.10E+04	B
桐生	無	7.7	1.1	3	9.9	1.20E+04	C
大越庭園	-	6.4	1.0	8	3.2	0.00E+00	-

Keyword：ゲンジボタル、水質、数量化 類

連絡先：〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100

049-239-1404

Fax 049-231-4482

3. 解析結果

解析結果は、解析の精度を表す相関比は、前回の $\eta^2 = 0.5086$ から $\eta^2 = 0.8532$ に上がった。また、実績群と推定群の一致度を示す判別率の中率は 86.4% から 95.2% に上がった。これらは今回の測定では、生息地の大腸菌群数が減少したことにより、ホタルが生息する場所と生息しない場所においての大腸菌群数がはっきりと分かれたことが理由と考えられる。

今回の解析からも、ゲンジボタルの生息に強く関係している水質項目はレンジの値より大腸菌群数、BOD の順である事が分かった。このことにより河川への生活廃水の大量流入が大腸菌群の増加を呼び、ホタルの生息に大きな影響を与えていると考えられる。

表-4 レンジ表

説明変数i	項目名	前回		今回	
		レンジ	順位	レンジ	順位
1	pH	0.5480	5位	0.0088	5位
2	BOD	1.0646	2位	0.4831	2位
3	SS	0.6876	3位	0.0527	4位
4	DO	0.6457	4位	0.3514	3位
5	大腸菌群	1.1763	1位	1.7656	1位

また、ゲンジボタル生息を判定する線型判別式 Y は、カテゴリースコアより、

$$Y = +0.0008 X_{11} - 0.0079 X_{12} + 0.2991 X_{21} - 0.1840 X_{22} + 0.0075 X_{31} - 0.0452 X_{32} + 0.0837 X_{41} - 0.2677 X_{42} + 1.2611 X_{51} - 0.5044 X_{52} \quad (1)$$

となった。 X_{ij} はダミー変数を示す。その韻字 i は説明変数を表し、 j は範囲内であればグループ 1、範囲外であればグループ 2 を表している。

(1) 式の各説明変数において、該当するダミー変数には 1 を、該当しないダミー変数には 0 を代入することにより、サンプルスコアと推定群（推定のグループ 1 または、2）を求めることが出来る（図-1、表-5）。図-1 は、X 軸がサンプルスコア、Y 軸がそのサンプルの数を表す。この(1)式より求めたサンプルスコアは、ホタル生息可であれば正数、ホタル生息不可であれば負数として求められる。この図-1 より ○ と × がきれいに分かれていることから数量化 類による判別解析が上手くいっていると言える。

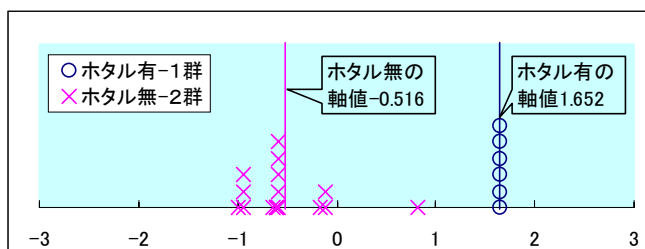


図-1 サンプルスコア

表-5 の**印を付けた 2 ヶ所でのように、前回の解析では、ホタルが実際は生息していないのに生息可と判定された所が今回ははっきりと生息不可となった。そして、前回やや生息可能性ありを示した*印も、はっきりとホタル生息不可と判定される結果となった。これは今回の測定で大腸菌群数が減少した結果、(1)式の中の下線を施した項の値が、Y の値に大きな影響を与えるようになったことが原因であると考えられる。一方、大越庭園については、ホタルの生息が不可から可と逆転した。

表-5 ホタル生息の有無 - 確率(%)

回答No.	前回			今回		
	生有=1	生無=2	推定群	生有=1	生無=2	推定群
横浜市	25.3	74.7	2	91.3	8.7	1
羽村市	92.5	7.5	1	91.3	8.7	1
嵐山町	65.1	34.9	1	91.3	8.7	1
江南町	65.1	34.9	1	91.3	8.7	1
坂戸市	92.5	7.5	1	91.3	8.7	1
塩原町	92.5	7.5	1	91.3	8.7	1
調布市	10.8	89.2	2	3.6	96.4	2
立川市	25.3	74.7	2	3.6	96.4	2
寒川町	12.4	87.6	2	7.4	92.6	2
茅ヶ崎市	* 65.1	34.9	** 1	3.6	96.4	2
八潮市	25.3	74.7	2	7.3	92.7	2
吉見町	10.8	89.2	2	7.4	92.6	2
本庄市	25.3	74.7	2	7.4	92.6	2
草加市	12.4	87.6	2	3.2	96.8	2
鴻巣市	3.9	96.1	2	16.9	83.1	2
川里村	25.3	74.7	2	7.4	92.6	2
杉戸町	10.8	89.2	2	6.7	93.3	2
国分寺町	* 38.3	61.7	* 2	18.6	81.4	2
藤岡町	25.3	74.7	2	7.3	92.7	2
高崎市	10.1	89.9	2	7.4	92.6	2
桐生市	* 65.1	34.9	** 1	18.6	81.4	2
大越庭園	* 44.3	55.7	2	63.2	36.8	** 1

4. 考察

前報¹⁾では、現在ホタルが生息していない場所においても、生息出来る可能性が高い場所があることがわかった。しかし今回の解析では、そのような場所は認められなかった。大越庭園（東洋大学川越キャンパス内）の解析結果は、前回とは異なり「生息可能」という結果となった。この原因としては、今回の測定において現に生息している場所での大腸菌群数が大幅に減ったことが考えられる。このことにより、ホタルの生息に関する水質条件では、大腸菌群が支配的であることが今回さらに判った。

【参考文献】

- 1) 植村三香・甲山貴之・福井吉孝：水質からみたホタルの実態調査と自然発生の条件について、関東支部技術研究発表会講演概要集 Vol. 29
- 2) (財)河川環境管理財団：河川整備基金事業 河川における水質環境向上のための総合対策に関する研究論文集(2001) p159
- 3) 中島重旗：土木技術者の陸水環境調査法、森北出版株式会社 4～8) 東京都、神奈川県、埼玉県、栃木県、群馬県：平成 11 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果等
- 9) 有馬 哲、石村貞夫：多変量解析のはなし、東京図書刊
- 10) 菅 民郎：多変量解析の実践(下)、現代数学社
- 11) 植村三香・天野広裕・福井吉孝：ホタルを通してみた河川の環境解析、関東支部技術研究発表会講演概要集 Vol. 28
- 12) 大場信義：日本の昆虫 ゲンジボタル、文一総合出版
- 13) 遊磨正秀：ホタルの水、人の水、著評論社