

東洋大学川越キャンパス内でホタルを発生させる試み

東洋大学工学部 学生員 村田 泰宏
 東洋大学工学部 吉田 昌史
 東洋大学工学部 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

近年、ホタルに対する関心は高まっており、保護活動も活発である。しかし、保護活動は未だ失敗例も多くホタルを自然発生させる試みは困難な状況が続いている。

ゲンジホタルの生態は空・水・陸に跨ることから水辺環境のバロメータと呼ばれ、環境問題が注目されている昨今では、ホタルが生息しているということは我々人間にとって好ましい水辺であるとの評価を受ける。

そこで、環境問題を身近で考えるため、東洋大学川越キャンパス内でゲンジホタルを自然発生させ、それを定着させることを考えた。そのために先ず、ホタルが生息する河川、及び生息しない河川のデータを収集解析し、ゲンジホタル生息のための水質条件・水理条件・環境条件式を求めた。その結果を参照してキャンパス内の大越庭園内のせせらぎの改良、及びホタルの幼虫の放流をした。

2. ゲンジホタルの生息条件

ゲンジホタルの生息条件を表-1 のような項目で検討する¹⁾。

3. データ解析

3.1 データ解析概要

カワニナ、ゲンジホタルの幼虫は指標生物であり、主に「-中腐水性水域」に生息する²⁾。この「-中腐水性水域」は、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型であればゲンジホタルは生息していると仮定すると共に、東洋大学川越キャンパス内のせせらぎに多く含まれる鉄について解析した。また、水理条件、環境条件はゲンジホタルの実際に棲む水辺を参考にした。

3.2 解析方法

解析は数量化 類を用いた。データ区分の基準、目的変数はホタルの「生息可能性 有」を 1、「生息可能性 無」を 2 とした。

水質条件: 類型 C 型でゲンジホタルの幼虫、カワニナが生息可能であるが、ここでは大腸菌群数を重視して類型 B 型を基準に用い、また、説明変数は、pH、BOD、SS、DO、大腸菌、鉄とし 表-3 のように区分した。

水理条件: 資料を参考に、水深など 4 アイテムを 3 カテゴリーに分けた。表-4

環境条件: 水理条件と同様に照度など 5 アイテムを 2 カテゴリーに分けた。表-5

表-1 ゲンジホタルの生息条件¹⁾

水理条件: 流速・流量・水深・法面勾配
水際線・川幅・水路形状
水質条件: 水質 (BOD、COD、pH、DO等)
水温・濁り
環境条件: 水路周辺の樹木・土壌・植生
空間パターン・護岸・底質・照度

表-2 河川的生活環境項目とその基準²⁾

類型	基準値				
	水素イオン濃度 (pH)	生物化学的酸素要求量 (BOD)	浮遊物質 (SS)	溶存酸素量 (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	50MPN/100ml以下
A	6.5以上 8.5以下	2mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000MPN/100ml以下
B	6.5以上 8.5以下	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	5,000MPN/100ml以下
C	6.5以上 8.5以下	5mg/l以下	50mg/l以下	5mg/l以上	-
D	6.0以上 8.5以下	8mg/l以下	100mg/l以下	2mg/l以上	-
E	6.0以上 8.5以下	10mg/l以下	ゴミ等の浮遊が認められないこと	2mg/l以上	-

表-3 水質条件

アイテム(i)	pH	BOD	SS	DO	大腸菌	鉄
カテゴリー(i)	1	2	3	4	5	6
カテゴリー-1	6.5~8.5	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	6000mpn/100以下	0.3mg/l以下
カテゴリー-2	範囲外	4mg/l以上	26mg/l以上	4mg/l以下	6001mpn/100以上	0.4mg/l以上

表-4 水理条件

アイテム(i)	水深	流速	川幅	護岸角度
カテゴリー(i)	1	2	3	4
カテゴリー-1	19cm以下	9cm/s以下	1m以下	緩
カテゴリー-2	20~40cm	10~40cm/s	1~3m	急
カテゴリー-3	41cm以上	41cm/s以上	3m以上	やや急

表-5 環境条件

アイテム(i)	土・木	石	コンクリート	岸辺に木	照度
カテゴリー(i)	1	2	3	4	5
カテゴリー-1	有	有	有	有	0.1lx以下
カテゴリー-2	無	無	無	無	0.1lx以上

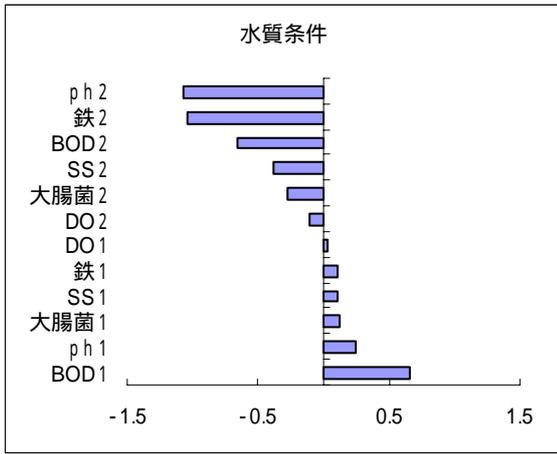


図-1 カテゴリーグラフ(水質条件)

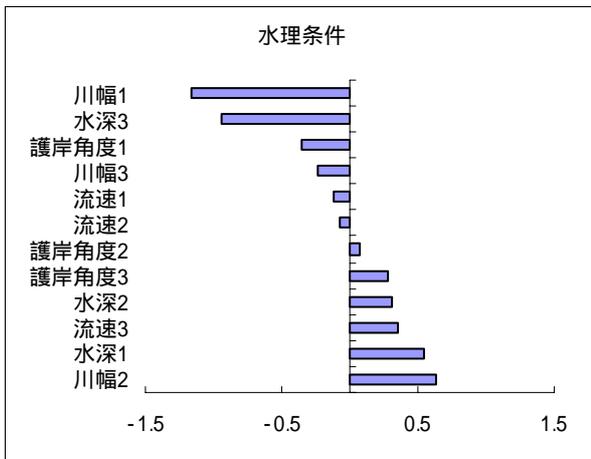


図-2 カテゴリーグラフ(水理条件)

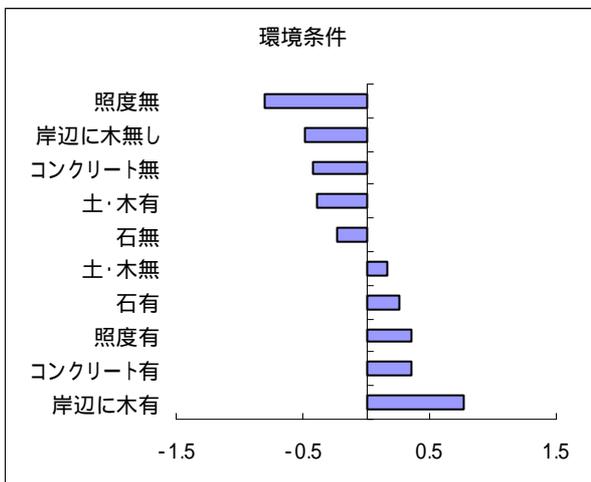


図-3 カテゴリーグラフ(環境条件)

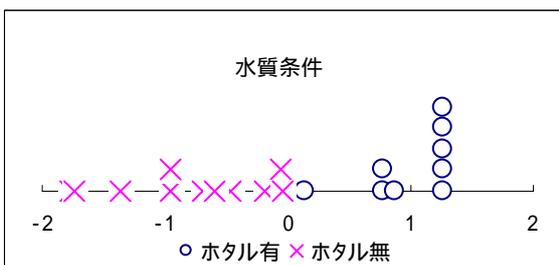


図-4 サンプルスコア表(水質条件)

4. 解析結果

解析結果は、解析の精度を表す相関比²が水質条件 0.5558、水理条件 0.7971、環境条件 0.622、判別率³が水質条件 86.3%、水理条件 100.0%、環境条件 84.6% でこの解析精度は「良い」と判断できる。

ゲンジボタルの生息に強く関係しているものはカテゴリースコアの値、図-1、図-2、図-3 より水質条件ではBOD、水理条件では川幅、環境条件では護岸の木である事が分かった。

また、解析より得られたカテゴリースコアを係数にして求められるゲンジボタル生息の可否を判定する判別式 $Y=x_{ij}$ は³⁾

水質条件 Y_a

$$Y_a = +0.2384x_{11} - 1.0730x_{12} + 0.6624x_{21} - 0.6624x_{22} + 0.1141x_{31} - 0.3879x_{32} + 0.0248x_{41} - 0.1116x_{42} + 0.1296x_{51} - 0.2777x_{52} + 0.1038x_{61} - 1.0376x_{62} \quad (1)$$

水理条件 Y_b

$$Y_b = +0.5432x_{11} + 0.3076x_{12} - 0.9457x_{13} - 0.1109x_{21} - 0.0681x_{22} + 0.3497x_{23} - 1.1561x_{31} + 0.6327x_{32} - 0.2402x_{33} - 0.3474x_{41} + 0.0757x_{42} + 0.2846x_{43} \quad (2)$$

環境条件 Y_c

$$Y_c = -0.3925x_{11} + 0.1750x_{12} + 0.2690x_{21} - 0.2305x_{22} + 0.3614x_{31} - 0.4216x_{32} + 0.7726x_{41} - 0.4829x_{42} + 0.3593x_{51} - 0.8085x_{52} \quad (3)$$

となった。 $Y_a > 0$ 、 $Y_b > 0$ 、 $Y_c > 0$ が成立するとホタル生息が可ということになる。この式を用いてサンプルスコアと推定群(ホタルの有無を示す)を計算した一例が図-4 である。ゼロを境にしてプラス、マイナスがきれいに分かれていることから判別がうまくいっているといえる。

5. 考察

生息の可否を判定する式(1)、(2)、(3)を東洋大学川越キャンパス内のせせらぎに当てはめると、サンプルスコアは水質条件 +0.1317 水理条件 -1.0711、環境条件 +0.5867 となり水質条件と環境条件においてはホタルが生息可能と判定された。生息不可能と判定された水理条件を見ると流速、川幅、護岸角度に対するカテゴリースコアがマイナスの値となっていたので、結果としてサンプルスコアがマイナスとなった。

今後は条件式のカテゴリ、カテゴリースコアを更に詳細に検討し、その結果を参考に、大越庭園のせせらぎを改修しホタルの飛び環境作りを進めていきたい。

【参考文献】

- 1) 植村美香・石川貴子・首藤要介・福井吉孝:ゲンジボタルの生息について、水工学論文集、第47巻、pp1117-1122
- 2) 環境基本法 生活環境項目
- 3) 有馬哲、石村貞夫:多変量解析のはなし、東京図書刊、1987