

B-33 ホタルの生息場に関する環境要因の抽出と評価に関する研究

—根尾川水系 席田・真桑用水周辺を対象として—

岐阜工業高等専門学校 専攻科 建設工学専攻 ○ 山下道子

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 和田 清・角野晴彦

濃尾淡水魚ネットワーク 寺町 茂

1. はじめに

近年、生態系の保全・再生を目的とした多自然型川づくりが推進され、魚類や水生昆虫などの生息場所を確保したビオトープ化が行われている。水中から陸上に生活史を移行させる昆虫の再生産過程を高めるためには、水際のエコトーン（移行帯）の機能を強化することが必要である。ゲンジボタルは、通常5月に蛹から成虫に羽化し、6月の産卵期を経て孵化した幼生は水中生活に移行する。その後、越冬して4月には上陸し土壌中で蛹となる。また、ゲンジボタルの餌料生物はカワニナなどの貝類であり、それは付着藻類を餌としている。したがって、水際のエコトーンのどのような機能が水生生物の生息場を向上させるかを把握し、その機能を環境創出などに適用することは重要である。本研究では、自然の豊かさの指標として用いられているホタル類（ゲンジ・ヘイケ）を対象にして、根尾川水系席田・真桑用水周辺の水質・水理環境、餌料生物環境、土壌環境・植生の被覆状況などの現地調査を行い、生息場に関する基本的な要因を抽出することを目的としている。また、下水処理水を利用する「せせらぎ人工水路」において、ホタル類の再生産が行われるためのミティゲーション予備実験を行い、生息場の強化策を検討するものである。

2. 調査方法および分析方法

調査対象は、ホタル類の生息量が多数確認されている席田用水および真桑用水周辺、生息場を新たに創出する「せせらぎ人工水路」である。調査項目は、①地形測量（線形、落差工など）、②水理特性量（流速・水深など）の計測、③水質モニタリング装置を用いた自動計測、④イオンクロマトグラフィによる水質分析、⑤水生生物量（ホタルの幼虫、貝類など）調査、⑥データロガーによる水温・土中温度の計測、⑦植生の被覆状態の違いによる照度変化、⑧赤外線カメラによるエコトーンの熱環境計測、⑨陸上植生調査などである。

定期的に採水したサンプルは、UV 分光光度計、イオンクロマトグラフィなどによる水質分析を行った。分光光度計を用いてリン酸態リン、アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、硬度（全硬度、カルシウム硬度）を、また T-P（全リン）、D-P（溶存態リン）、P-P（懸濁態リン）をペルオキシ二硫酸カリウム分解法で、T-N（全窒素）、D-N（溶存態窒素）、P-N（懸濁態窒素）をアルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウム分解・紫外線吸光法で各濃度を測定し、イオンクロマトグラフィにおいて陽イオン（ Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ）、陰イオン（ PO_4^{3-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} ）成分を分析した。使用機器は、水質モニタリング装置（W-22XD 型, HORIBA 製）、水温データロガー（ONSET 製）、イオンクロマトグラフィ（PIA-1000 型, 島津製）、分光光度計（UVmini-1240 型, 島津製）である。

3. 結果および考察

3.1 ホタル成虫の生息量の空間分布と経年変動

図-1 は席田用水および真桑用水周辺で行われたホタル調査の地点を示している。根尾川からの取水は、中央の糸貫川、西側の真桑用水、東側の席田用水に分流されている。図-2 は 1998 年から 2003 年における席田用水、真桑用水、糸貫川水系のホタル類（ゲンジ・ヘイケ）の飛翔数を、目視観測（5 月中旬～6 月中旬、21:00～0:00）で計測された累積量を示したものである¹⁾。同図から、真桑用水系の大和園西、ホタル公園において確認数が多い。席田用水上流域のデータは併記されていないが、例年多くの個体数が確認されている。また、常時流量が少なく生活排水の影響が大きい糸貫川ではホタル類の生息はほとんど確認されていない。これらのことから、席田用水や真桑用水の上流域においてホタルの生息環境の適性は高いことがわかる。

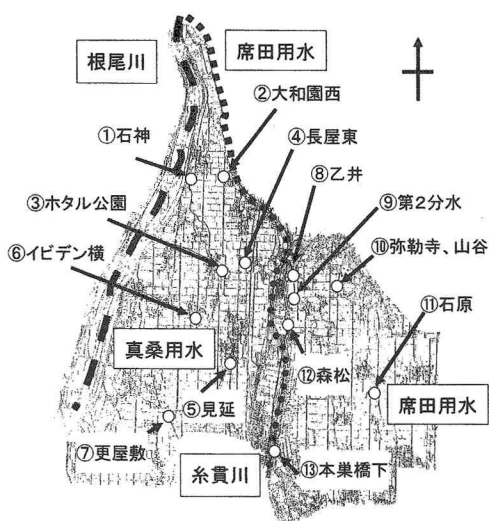


図-1 ホタルの生息調査地点

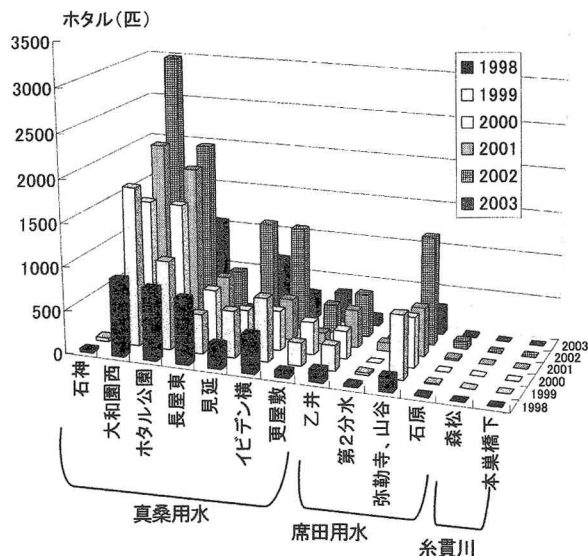


図-2 ホタル飛翔確認数 (1998-2003 年)

3.2 ホタルの餌料環境と水質特性

図-3 は、2001～2003 年の 3 年間におけるホタル (成虫) の飛翔確認数とその餌料生物であるカワニナの生息個体数 (各年 2 月、調査地点 30m 区間をタモ網にて採捕) の関係を示したものである。同図から、決定係数は各年とも 0.8 以上となり、ホタル類 (成虫) とカワニナの個体数には高い相関があることが確認された。ゲンジボタルの幼虫は巻貝のカワニナを餌とし、ホタルの幼虫が卵から孵化した 6～7 月には小サイズのカワニナ (2～4mm) が多数必要となる²⁾。したがって、カワニナの個体数の増減が、ゲンジボタルの初期減耗や再生産過程を支配していることがわかる。

図-4 は席田用水、真桑用水 (大和園西)、板屋川 (せせらぎ人工水路西) で採水したサンプルを、イオンクロマトグラフィによって分析した結果の一例である。同図から、珪藻類の繁殖に必要な Mg^{2+} (珪酸塩)、カワニナなどの貝類に必要な Ca^{2+} (石灰岩層) が席田用水、大和園西 (真桑用水) において多く含まれている。また、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} については、板屋川に比べて席田・真桑用水の方が生活排水による栄養塩類の流入の影響は小さく、貝類の生息に適していると考えられる。また、底生生物量を用いて Biotic Index、Pollution Index を算定し、生物学的水質階級を判定すると、席田・真桑用水の上流域では β 中腐水性と判定された。優占種などからも調査地点は清冽よりもやや汚濁が進んだ水質であることが確認されている。これらのことから、水中生活の多くを過ごすホタル幼生期には、餌料生物環境が特に重要であり、水質に対するカワニナやモノアラガイなどの感受性を考慮して、その生息基盤を確立することが必要である。

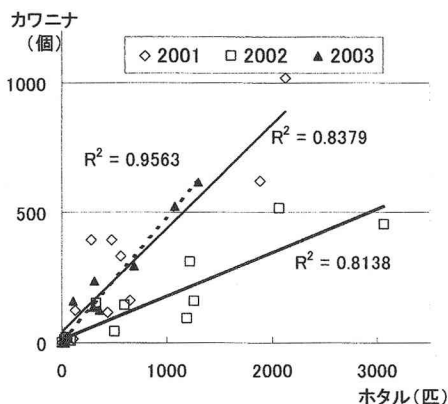


図-3 ホタル (成虫) とカワニナの個体数

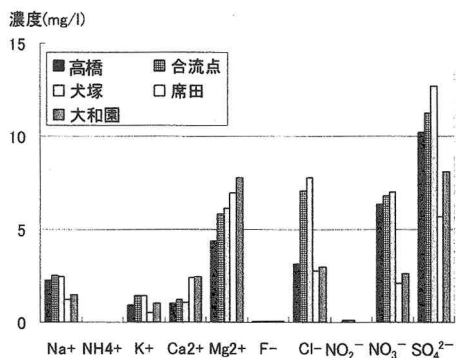


図-4 イオンクロマトグラフィによる分析結果

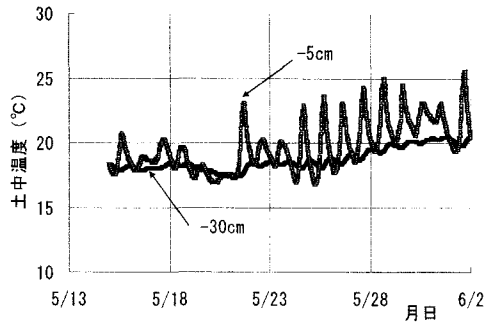


図-5 土中の温度変化（真桑用水）

3.3 土壤環境と植生の被覆状況

成虫に変態する前段階の蛹の状態では土壤環境が重要となる。図-5 は、真桑用水・大和園西の法面（水面上約 1m）における土中温度の鉛直変化を示したものである。同図から、粘土質の土中温度は深くなるにつれて時間変動が少なくなること、蛹時（5月）の土中温度は 20℃程度となることがわかる。

さらに、ホタルの成虫段階では、植生の被覆状況が

生息環境に関連する。席田用水ではサクラ並木が点在し、両岸が自然玉石積みの多孔質な空間で形成されている。また、真桑用水では樹木はなくイネ科の植物が多く繁茂し、部分的に園芸品種や帰化植物の生育が確認されている。夏季における樹冠や水際植生のカバー効果を把握するために、照度、赤外線カメラの計測を行った。その照度の鉛直変化を示したものが図-6 である。同図から、100,000lux 程度もある高い日射は、植生カバー効果によって地表面上では 300lux 程度にまで激減することが確認できる。このように、水際の植生帯は、温暖期には日光を遮断し安定した照度、温度、湿度を形成し、冬期には土壤を保温する効果をもたらすと考えられる。また、多年草は春になると新しい根を伸ばして土をほぐし、地表から 15cm 程度土中に侵入する蛹にとって良好な土壤構造になると期待できる。

3.4 せせらぎ人工水路における物理環境特性

水道水を通水した予備実験を「せせらぎ人工水路」において実施した。水路法面には間伐材チップが設置され、植栽された樹木の密度が疎な状態であることなどから、植生のカバー効果は期待できず、蛹段階における土壤環境が悪化することが予想された。また、図-7 に示したように、水路内の流量が少なく水深も浅いために、真桑用水に比べて最大 10℃程度も水温上昇が生じている。赤外線画像からも、流水や植生繁茂による冷却効果が弱いことが確認されている。これはホタルの幼生だけでなく餌料生物環境が悪化する可能性があり、熱環境に視点を置いて水理・土壤環境を整え、エコトーンの機能を強化する必要がある。

4. おわりに

ゲンジボタルの生活史（卵→幼虫→蛹→成虫）において、幼虫期の水中生活の安定した水質条件（高い溶存酸素量、生活排水の弱混入など）、餌料生物の確保、蛹化に適した土壤、岸边環境（成虫期の飛翔空間、水際のコケ類・植生への産卵など）の確保などが必要であることが指摘された。また、調査地点の平均流速、護岸形状、河床、水際植生、酸素供給量などを調べた結果、コンクリート護岸であっても、水温・水質、河床材料、十分な溶存酸素量、草木類の繁茂が多ければホタルの飛翔数も高いことが確認されている。貝類の生息条件とともに、エコトーンとしての岸边の生息環境をいかに強化するかが生態系保全として重要である。

参考文献：1) 寺町 茂：ホタルに何を学ぶか、pp.1～9、2003。2) 大場信義：ゲンジボタル、pp.1～198、1988。