

25. 水温環境の変化が水生昆虫群集に与える影響

新井 涼允^{1*}・糠澤 桂¹・風間 聡¹・竹門 康弘²

¹東北大学大学院工学研究科（〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06）

²京都大学大学院工学研究科（〒611-0011 宇治市五ヶ庄官有地）

* E-mail: arai@kaigan.civil.tohoku.ac.jp

宮城県中央部に位置する名取川流域の河川源流域において、水温の測定および水生昆虫群集の採集を行うことにより、水温と水生昆虫群集の定量的関係性を評価した。

得られた主な結果として、水生昆虫群集間における群集構造の類似性を表すSorensen類似度指数Cは、水温差が大きくなるにつれて有意に減少した($R^2=0.11, p<0.001$)。また、カワゲラ目の個体数密度は水温が上昇するにつれて有意に減少した($R^2=0.12, p<0.01$)。特に最高水温とカワゲラ目の個体数密度は負の強い相関関係を示した($R^2=0.92, p<0.001$)。

Key Words : Headwater, Similarity index, Population density, Plecoptera, Maximum water temperature

1. はじめに

河川物理環境の中において水生昆虫群集に与える水温の影響は大きい¹⁾。これまでに水生昆虫群集と水温の関係性を観測データを基に評価する研究は多く行われているが²⁾、複雑な物理環境により構成される現地の河川環境において正確に水温の影響を検知することは困難である。一方、室内実験により水温が水生昆虫に与える影響はしばしば測定されているが³⁾、これら研究は実験対象が単一の種に限定されるため、群集全体への水温の影響は理解されない。

一般的に山間部における河川源流域は、森林地域に分布することが多いため、その森林と森林土壌の効果により、年間を通じて降雨による流出作用が緩和され⁴⁾、水質が一定に保たれる⁵⁾。一方、水温は、異なる源流域においても標高や季節の変化に応じて大きく変動する。以上より、異なる標高・季節の源流域において調査することによって、水温の変化が水生昆虫群集に与える影響を正確に把握することが可能である。

本研究は、異なる時期・標高の河川源流域において、水生昆虫群集および水温を測定した。最終的には、河川水温が水生昆虫群集に与える影響を定量的に評価し、その因果関係を明らかにすることを目的とする。

2. 研究対象流域

本研究では、宮城県中央部に位置する名取川流域内の源流域において、それぞれ標高の異なる全10地点の調査地点を設定した(図-1)。それぞれの調査地点は山地森林内を流れる類似した水勢および勾配を有する河川次数1の河川に位置している。また調査地点周辺には人家がなく、調査地点の上流側には砂防ダムや治山ダムなどの河川構造物は設置されていない。

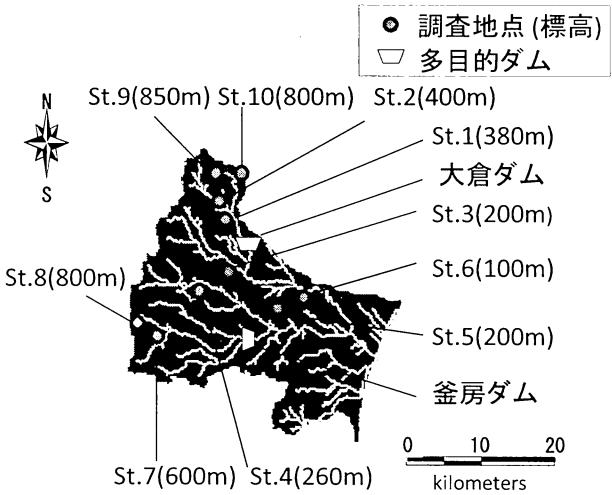


図-1 調査地点

3. 方法

(1) 調査方法

水生昆虫群集の採集と水温測定を含む現地調査は、2011年と2012年に行った。2011年の調査期間は7～10月であり、毎月1回行った。2011年における調査地点は全3地点(St.3, St.7, St.8)である。2012年の調査期間は5～10月であり、2011年と同様に毎月1回行った。調査地点は5月の時点においてSt.9, St.10を除く全8地点、6月以降は全10地点とした。

水生昆虫群集は、定量サンプリングにより採集した。コドラード付きサーバーネット(30cm×30cm, メッシュサイズ250μm)を河床に設置し、区画内の石礫に固着する種はブラシを使用して採集し、砂層に生息する種は河床間隙層を掘り起こしてネットに捕捉し、なるべく全ての水生昆虫を採集するようにした。各地点において2回サンプリングした水生昆虫群集の合計を、その地点のサンプルデータとした。また、各地点において水生昆虫群集のサンプリングと同日に、水温の測定を行った。デジタル水温計を用いて河川の表層水温を測定した。

サンプリングした水生昆虫群集を実験室に持ち帰りその日のうちに99.5%エタノールによって固定した。サンプルを、150倍の実体顕微鏡を用いて日本産水生昆虫検索図鑑⁶⁾に従い可能な限り細かい分類レベル(種・属・科)に同定し、それらをまとめて分類群とした。その後、サンプルごとに水生昆虫の分類群数、分類群ごとの個体数密度を計測した。個体数密度は、サンプルごとに得られた個体数を、サンプリングを行った単位面積(0.18m²)により割ることから求められる。

(2) 類似度指数

各地点間の群集構造の類似性を、Sorensenの類似度指数Cを用いて評価した。類似度指数Cは0～1の間の値をとり、1の場合には相互の種構成と出現比率は同一となる。 a はサンプルA中の分類群数、 b はサンプルB中の分類群数、 j は両サンプルに共通する分類群数としたとき、類似度指数Cを以下の式から算出した。

$$C = \frac{2j}{a+b} \quad (1)$$

4. 結果と考察

(1) 類似度指数と水温差の関係

本研究により得られた全期間におけるSorensenの群集類似度Cと水温差の関係を図-2に示した。群集類似度C

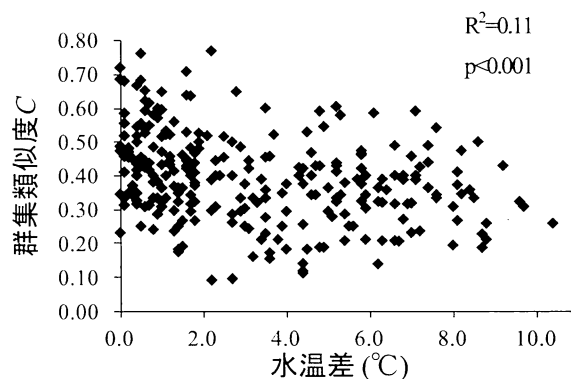


図-2 Sorensen 群集類似度 C と水温差の関係

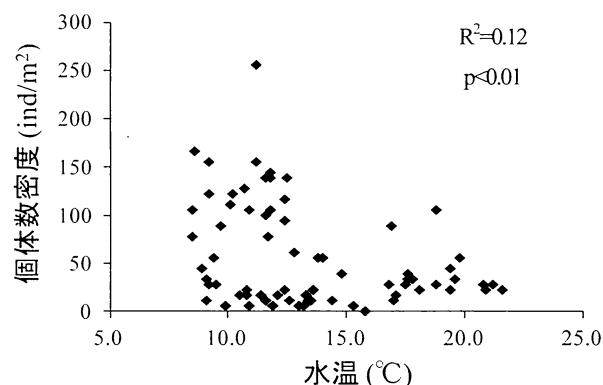


図-3 カワゲラ目の個体数密度と水温の関係

と水温差は2地点間のサンプルを比較することにより求めた。また、分類群ごとの孵化、羽化時期の相異に起因して採集時期の違いが引き起こす水生昆虫相のバイアスの影響を除外するため、2地点間の比較は同年、同月におけるサンプル間において行った。図-2によると水温差が大きくなるにつれて、群集類似度Cの有意な減少が分かる($R^2=0.11$, $p<0.01$)。これは生息場における水温環境の違いにより、季節に関係なく水生昆虫群集の種構成が変化することを意味する。このことから、河川の水温が将来的に上昇する場合、水温上昇の大きさに応じて、そこに本来生息していた水生昆虫群集の種構成の変化が予測される。また、この結果は、多くの分類群が水温の制限を受けながら、選択的に水温環境の異なる生息場に定着したことにより、水温勾配に沿って水生昆虫相が変遷した事実を示唆している。

(2) カワゲラ目の個体数密度と水温の関係

カワゲラ目に関して、水温が上昇するにつれて個体数密度が有意に低下することを示した($R^2=0.12$, $p<0.01$) (図-3)。一般的にカワゲラ目は、冷涼な環境において生息することが知られている⁷⁾。その中でも、本研究において得られたカワゲラ目の中には特に冷涼な環境を選好することが知られている分類群(モンカワゲラ属、ユビオナシカ

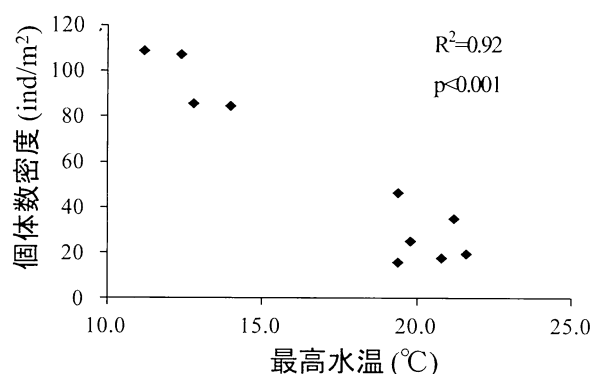


図-4 カワゲラ目の月平均個体数密度と最高水温の関係

ワゲラ属、トワダカワゲラ)が多く存在した⁶⁾。本研究においてはモンカワゲラ属、ユビオナシカワゲラ属、トワダカワゲラが、それぞれ全カワゲラ目の25.5%(572 ind/m²)、13.6%(306 ind/m²)、5.0%(111 ind/m²)を占めた。これらの分類群が、水温上昇に伴う個体数密度の減少に大きく寄与したことが考えられる。

また、最高水温が各地点において得られたカワゲラ目の月平均個体数密度に与える影響を評価した結果、有意な負の強い相関関係が得られた($R^2=0.92$, $p<0.001$) (図-4)。チェコのジラバリ川において、夏季にダム放流が行われ、ダム下流域の最高水温が低下した。これに起因し、カワゲラ目の個体数密度は、ダム放流が行われる前より約18~40倍に増加した⁸⁾。以上より、カワゲラ目は特に最高水温が低い環境を選好することが考えられる。

参考文献

- 1) Stevens L. E., Shannon J. P. & Blinn D. W. : Colorado River benthic ecology in Grand Chyon, Arizona, USA: dam, tributary and geomorphological influences. , Regulated Rivers: Research & Management 13: 129-149, 1997.
- 2) Takemon Y : Timing of Ephemera strigata. In , Mayflies and Stoneflies (ed. I. C. Campbell), pp. 61-70. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1990.
- 3) Arden R. Gaufin and Stephen Hem : Laboratory Studies on Tolerance of Aquatic Insects to Heated Waters, Journal of the Kansas Entomological Society Vol. 44, No. 2, pp. 240-24, 1971.
- 4) 久保田多余子 : 森林の洪水防止機能を評価する試み, 森林総合研究所所報, 3, 8~9, 2002.
- 5) 山田毅 : 森林流域における溪流水質, 森林総合研究所四国支所四国情報, 27, 2002.
- 6) 川合禎次 (編) : 日本産水生昆虫 - 科・属・種への検索, 東海大出版会, 2005.
- 7) Zwick, P., 2004: Key to the West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica 34, 315-348.
- 8) Hekesic J. & Sedlak E. : Downstream effect of impoundments on stoneflies, case study of an epipotamal reach of the Jihlava River, Czech Republic. Regulated Rivers, Research & Management 10, 39-49. 1995.