

「石の下にも3年」水生昆虫生活史を解明

～地下を含めた河川環境保全への貢献に期待～

ポイント

- ・ カワゲラ科水生昆虫一種の生活史を幼虫～成虫期について長期観測に成功。
- ・ 幼虫期の3年を川底地下で過ごし、夏季に羽化成虫期を過ごすことを発見。
- ・ 地下を含めた河川生物多様性の解明と保全の進展に期待。

概要

北海道大学大学院地球環境科学研究院の根岸淳二郎准教授らの研究グループは、北海道東部十勝川支流札内川において、川底地下に生息するカワゲラ科昆虫一種（イシカリミドリカワゲラ）の生活史と食物網における餌資源の長期観測に成功しました。

長期観測の結果、孵化直後の本種幼虫は11月頃から地下30～50センチの深度に現れ、その後、約2年半かけて成長した後に成虫として羽化することが明らかになりました。羽化成虫は6月と7月に河畔で多く見られ、羽化のタイミングは河川水温の高い年に早まる傾向が確認されました。成虫は最大10日程度で寿命を終えるので、成虫の河川での産卵後、計約3年程度を地下で幼虫として過ごすと考えられます。

また、食物網構造の解析から、川底地下で共存するその他の動物（ユスリカ科幼虫やミミズ類）を通年捕食する2次消費者であることも明らかになりました。本研究の成果により、河川地下の動物群集の動態や生物多様性の解明と効果的な保全に一步近づくことが期待されます。

なお、本研究成果は、2022年9月27日（火）公開のHydrobiologia誌にオンライン掲載されました。



体長約15mmのイシカリミドリカワゲラの成虫（左）と
河川地下で採取された水生幼虫（右）

【背景】

身近な自然の代表である河川は水質劣化、構造改変、水温上昇など環境ストレスを受けています。水資源やレクリエーション提供などの多様な自然の便益を引き続き得るためには、河川の自然の構造や生物間の繋がりを深く理解した上で、生物相の生息環境にも配慮して河川を管理・利用していくことが重要です。理解が不十分な代表的な事象として、河川の地下領域（川底の石の下、つまり土砂の中）の生物相の挙動が挙げられます（図1）。河川地下に昆虫を含む生物が生息することは知られていますが、国内での事例は稀有であり、生活史の詳細については世界的に情報が著しく不足しています。

【研究手法】

河川地下の情報不足の原因の一つとして、調査が物理的に困難であることが挙げられます。本研究では、国土交通省帯広河川事務所の継続的な協力を得て、重機を用い、川底内に土砂トラップあるいは塩ビパイプ観測装置を設置し（図2）、5年以上に渡り、厳冬期にあたる1月・2月も含む異なる季節で水生無脊椎動物を採取しました。

また、河畔に設置したトラップで羽化水生昆虫成虫を採取しました。十勝川支流札内川において、カワゲラ科の在来種イシカリミドリカワゲラ（*Alloperla ishikariana* Kohno, 1953）を測定対象としました。炭素・窒素安定同位体比分析*¹を用いて食物網の構造を明らかにし、顕微鏡下の体サイズ測定により成長速度の推定や年齢構造の把握を行いました。

【研究成果】

孵化直後と考えられる本種の幼虫（体長5mm以下）が11月頃から地下30–50cmの深度に現れました。体サイズの時系列精査に基づき、生活史ステージの異なる3世代が秋・冬期に確認できました（図3）。約2年半かけて成長した後に夏季（6月と7月）に羽化し、河畔で交尾する過程が明らかになりました。

成虫は最大10日程度で寿命を終えるので、成虫の河川での産卵後、計約3年程度を地下で幼虫として過ごす生活史が世界で初めて明らかになりました。食物網構造の解析から、川底地下で共存するその他の動物（ユスリカ科幼虫やミミズ類）を通年捕食する2次消費者であることも明らかになりました（図4）。更に、成虫羽化のタイミングは河川水温の高い年に早まる傾向や、その他複数種の水生昆虫幼虫が河川地下の石の下にその生息場を依存していることが確認されました。

【今後への期待】

河川河床の表面（石の上）に生息する水生昆虫幼虫の生息環境や生活史に関する情報は豊富です。一方、国内の関連図書・図鑑などでは、カワゲラ科の一部の種の水生幼虫の生息場所は“河川地下と推察される”との記述が多く見られます。これは、採取される成虫数に対して十分な数の幼虫が見つかっていない経緯が考えられます。本研究の成果により、石の下の暗闇で辛抱強く成虫ステージを待つ幼虫の生きざまが解明されました。その他の河川地下依存種の生活史や役割を解明する更なる研究の推進に寄与するでしょう。また、温暖化による水生動物生活史への影響予測にも活用できそうです。今後、河川地下の動物群集の動態や生物多様性の解明と効果的な保全に一步近づくことが期待されます。

【謝辞】

国土交通省帯広河川事務所には調査地での観測装置設置において多大なご支援を頂きました。また、科学研究費補助金 基盤研究 B（18H03408）および河川砂防技術研究開発公募による助成を受けて行わ

れました。

論文情報

論文名 Three years in the dark: life history and trophic traits of the hyporheic stonefly, *Alloperla ishikariana* Kohno, 1953 (Plecoptera, Chloroperlidae) (闇の中で3年間：河床間隙性イシカリミドリカワゲラの生活史と栄養特性)

著者名 J. N. Negishi¹、M. K. Alam²、M. A. T. M. T. Rahman²、R. Kawanishi^{1(当時),6}、H. Uno^{3(当時),1}、G. Yoshinari⁴、K. Tojo⁵ (1北海道大学大学院地球環境科学研究院、2北海道大学大学院環境科学院、3京大大学生態学研究センター、4いであ株式会社環境創造研究所、5信州大学学術研究院理学系生物科学領域、6北海道教育大学釧路校)

雑誌名 Hydrobiologia (水圏科学の専門誌)

D O I 10.1007/s10750-022-04976-9

公表日 2022年9月27日(火)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院地球環境科学研究院 准教授 根岸淳二郎(ねぎしじゅんじろう)

T E L 011-706-2210 F A X 011-706-4867 メール negishi@ees.hokudai.ac.jp

U R L <https://northland.noor.jp/watershedHP/>

配信元

北海道大学社会共創部広報課(〒060-0808 北海道札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

信州大学総務部総務課広報室(〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1)

T E L 0263-37-3056 F A X 0236-37-2182 メール shinhp@shinshu-u.ac.jp

北海道教育大学釧路校総務グループ(〒085-8580 北海道釧路市城山1-15-55)

T E L 0154-44-3239 F A X 0154-44-3218 メール kus-somu@j.hokkyodai.ac.jp

【参考図】

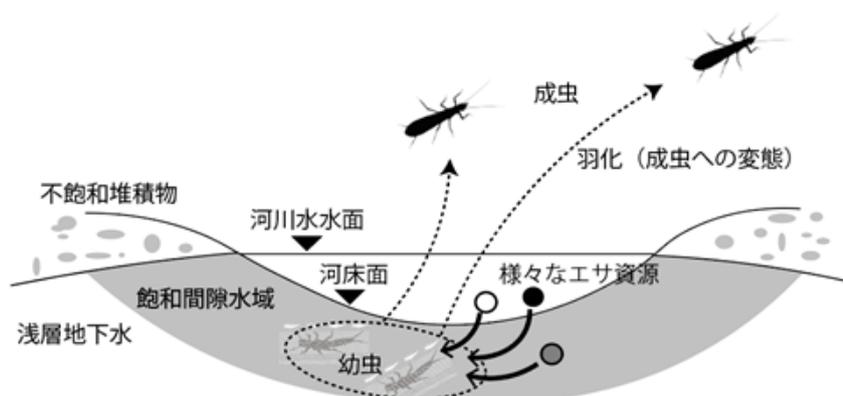


図1. 河川の地下領域(川底の石や土砂の中;飽和間隙水域*)の横断概念図。昆虫の幼虫などが生息。

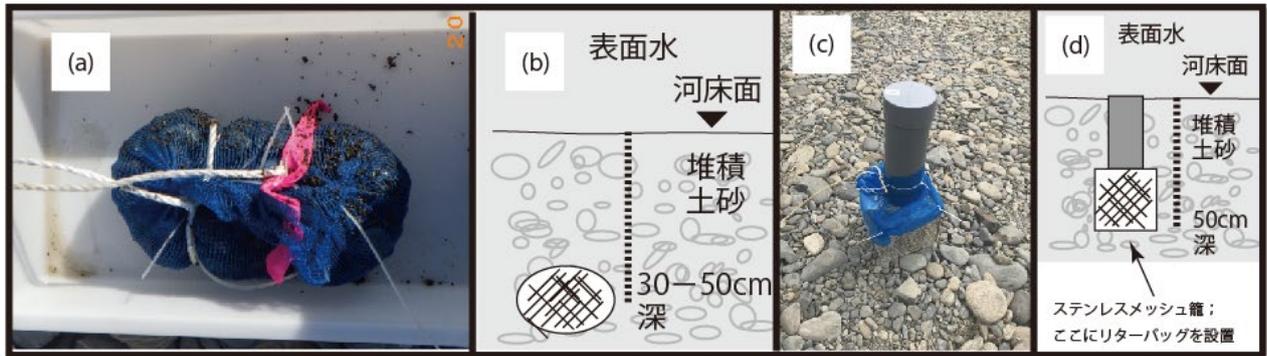


図 2. 川底内に設置する土砂トラップ (a,b) と塩ビパイプ観測装置 (c,d)。

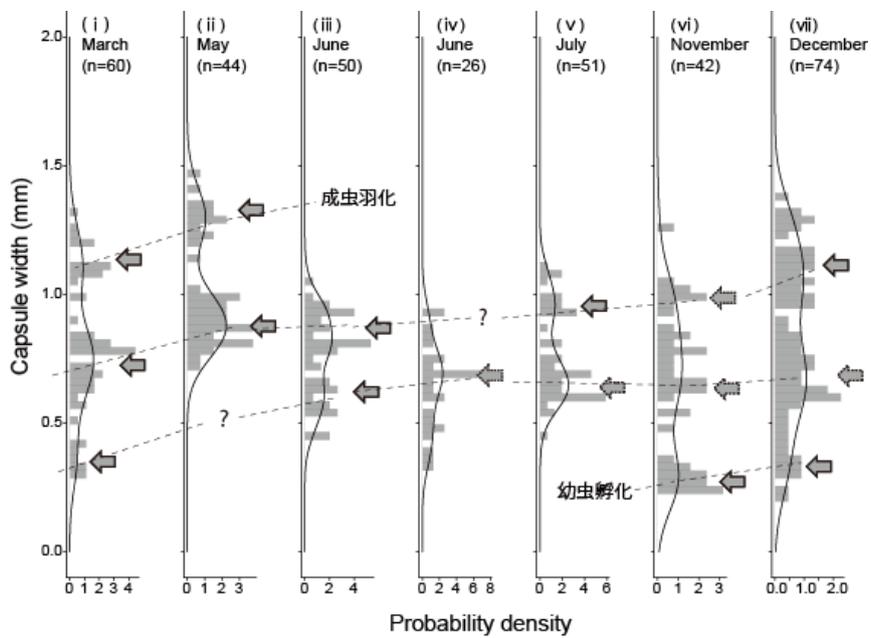


図 3. 体サイズ (capsule width; 頭部幅で測定) から秋・冬季における生活史ステージの異なる 3 世代を確認 (矢印が各世代、点線が各世代の成長過程を示す)。

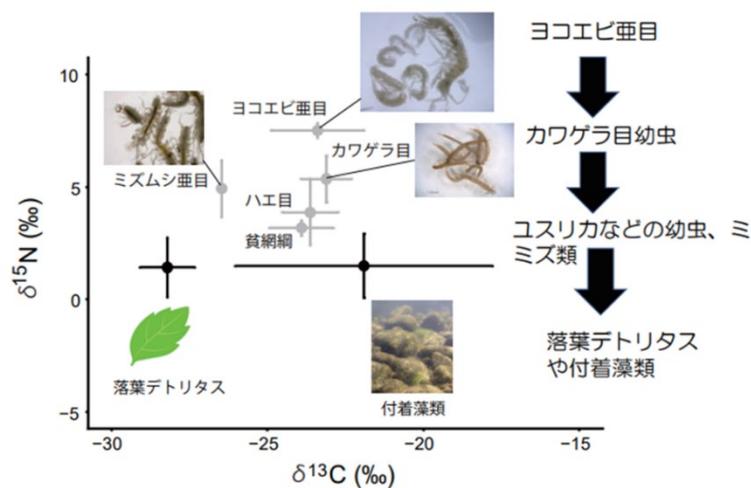


図4. 炭素安定同位体比（横軸）と窒素安定同位体比（縦軸）により可視化された食物網で対象種（カワゲラ目幼虫）は2次消費者と判断。

【用語解説】

- * 1 炭素・窒素安定同位体比分析 … 地球上の元素（例えば、炭素や窒素）には、元素の性質を示す「陽子」の数は同じで、「中性子」の数が異なるため、全体の重さ（＝質量数）が異なる原子（同位体）が存在する。陽子と中性子の数のバランスが良い同位体は、安定な状態で存在し続ける。一方で、バランスが悪い同位体は放射線を出して安定な原子核に変化する（こちらは放射性同位体と呼ばれる）。安定状態の窒素・炭素同位体について、生物組織内の比率を機器で測定することによって、生物間の被食・捕食関係を可視化する技術・分析を炭素・窒素安定同位体比分析と言う。
- * 2 飽和間隙水域 … 河川の表面を流れる河川水と地下を流れる地下水が混合する領域を指す水文地形学分野での専門用語である。水質などの環境条件が特異的になる。その結果、窒素成分などの状態変化が著しく、環境適応した特徴的な生物が生息する。