

見えない自然を守る？：河原の下の生態系とその保全意義

河川生態系の仕組み

河川は、私たちが通常目にする地表面を流れる“表面水”と砂利で構成された河床に加えて、河床の地下に広がる水域（河床間隙水域）や河畔の森林が相互に作用して維持されている生態系です。良い水質が維持され、豊かな生物が生息する河川の姿はこのような作用によって安定的に支えられています。この相互作用系において、水生昆虫に代表される小型の無脊椎動物は極めて重要な役割を果たします。ここでの“見えない自然”は、川の地下に広がる地下水域のことを指します。上流から集められた様々な人間活動の影響を集積する河川生態系は、その生物多様性やそこから得られる便益の劣化の程度が著しいことが知られています。良質な自然環境を維持しながら、河川管理を今後行っていくためには、この複雑な相互作用系の仕組みを包括的に理解することが重要です。そこで必要になるのが、この“見えない自然”を可視化することです。近年の研究成果を交えて以下のようなことを説明します。

見えない自然

河床や河原（砂州）の地下部には堆積土砂の中を水が流れており、河川水が伏流、河川外部から流入している地下水が流入、そしてそれらが混合する領域として河床間隙水域が存在します（図1）。河床間隙水域の存在や生態系における重要性は40年以上前から指摘されており、水生昆虫の一部が生息することや物質循環に大きな役割を果たすことが明らかにされてきました。しかし、河川生物に関する河床間隙水域の研究事例数は、見える範囲である表面水での事例数に比較すると圧倒的に少ないです。これは、河床間隙水域が目に見えない領域であること、またその生物相や環境条件の測定が物理的に極めて困難であることが大きな理由となっています。

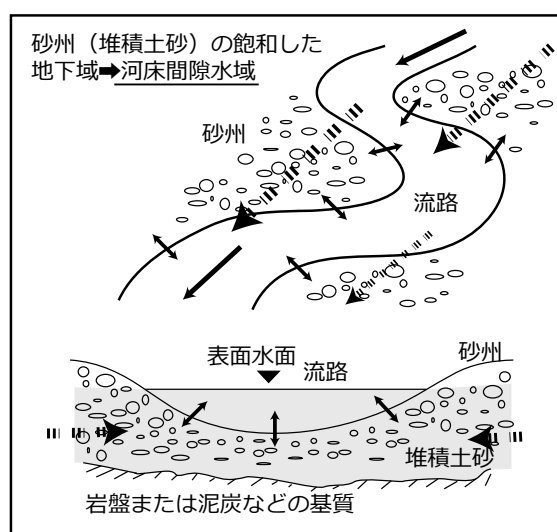


図1

便利な指標種

自然環境のおおよその状態を把握するために特定の指標生物に注目することは一般的です。河床間隙水域の動物相を特徴付ける代表的な種はいないかと考えました。表面水の動物は、網で比較的簡単に捕獲して観察することが可能ですが、地下はそのように簡単には行きません。世界中で様々な方法が採られていますが、ここでは、土砂をネットで包んだ土砂トラップを作成し、50センチの深度に埋設して、数か月後に回収することにより動物相を得る方法を用いました。想像していたより数多くの動物が見つかりました。特に、イシカリミドリカワゲラという昆虫の一種が河床間隙水域で多く見つかり、河床間隙水域を特徴付ける種であると判断されました。成虫は名前のおり美しい緑色になりますが(図2)、幼虫は色素が少なくクリーム色をしています。地下生態系に見られる生物は一般的に色素が欠けていることが多く、外部の光に曝されていないことがその原因と考えられます。



図2

生活史

河床間隙水域という特殊な生息場所に依存する生き物が何年生きるのか、という単純な質問にも、これまでの科学では答えることができていませんでした。前述の土砂トラップを用いてイシカリミドリカワゲラを一年間通して回収することを地道に重ねることで、個体の大きさ構成やその時間変化から、答えが得られました。本種は、3年間地下に暮らし、地上に羽化し交尾し次世代に命を繋いでいることが明らかになりました。カワゲラの仲間では、3-4年生きる種はあまり報告されておらず、餌となる資源量があり多くないことでゆっくりと成長することが影響しているのかもしれない。

動物のつながり

自然界の成り立ちを理解するために、生物間の食う・食われる関係（食物連鎖あるいは食物網）は大事な一歩です。通常、動物の胃内容を観察することで食べている物が推定できます。ただし、小さな動物では極めて困難であり、また、食べているものがどの程度、体内に吸収利用されているかは分かりません。一方で、微量な体組織の安定同位体の組成を機械で測定する安定同位体比分析という手法を用いて明らかにすることができます。炭素安定同位体比は、異なる一次生産者において特有の値を示し、また、窒素安定同位体比は、捕食者において被食者のそれよりも一定値で高い値へ上昇します。この法則に基づくと、被食捕食関係を通して関連がある生物を、その栄養段階、そして基盤となる炭素資源の両者が可視化された図に表現することができるのです。この結果、イシカリミドリカワゲラが二次消費者として下位生物との中間栄養段階に位置することが分かりました。

見えない領域の生物多様性

イシカリミドリカワゲラの他にも、数種が河床間隙水域に依存している傾向が、見えて来ました。次なる重要な問は、「この見えない領域の多様性はどの程度河川の無脊椎動物の種多様性にとって重要なのか？」ということです。この問いは、北海道内の複数河川で横断的に実施し、20%程度の貢献をしていること、さらに、一部の河川で環境劣化によってこの貢献が低下していることが分かってきました。この知見を基に、地下域を含めた河川生態系全体の健全度を可視化することにチャレンジしています。

可視化技術開発

見えない世界を可視化する可能性を秘めた技術として環境 DNA が近年注目を集めています。生物が存在する環境中の水に含まれる生物の DNA 断片（環境 DNA）を測ることで、間接的に生態系の状態を把握できるという考え方から生まれた夢のような技術です（図 3）。地下の世界も、水を採ることは比較的簡単ですので、この技術を適用すれば広域・高解像度の可視化に大きく近づけると期待されます。一方で、水から得られる情報の精

度を確かめるために、やはり、答え合わせが必要になります。この答え合わせのために、複数地点に簡易な井戸を設置して、地下の世界を直接、繰り返し測定する試みも行っています。

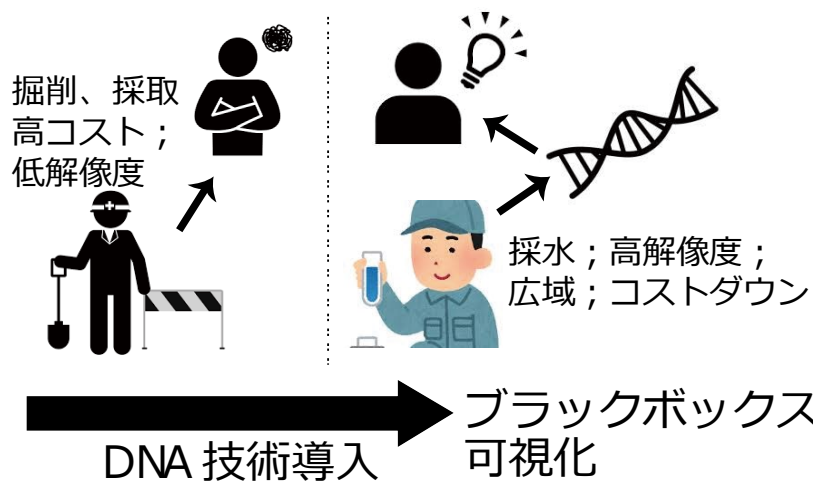


図3