

河川性底生動物の干上がり避難場所の解明

四国建設コンサルタント 正会員 森本彩夏
水資源機構 正会員 吉村研人 愛媛大学大学院 正会員 三宅洋

1. はじめに

河川流量の減少によって生じる干上がりは、生息場所の縮小・消失や生息場所環境の改変を介して、河川性底生動物の量や群集構造に強い影響を及ぼす事が知られている。底生動物はその影響を回避・低減できる場所、すなわち干上がり攪乱時にも表流水が存在する干上がり避難場所を利用すると考えられている。避難場所の利用は、間欠河川に生息する底生動物群集の干上がりへの耐性または復元性を高めることが示唆されている。例えば、幼虫の遊泳や成虫の飛行などによる高い分散能力をもつ底生動物の一部の種では、干上がり発生時に表流水が存在する場所へ一時的に避難し、干上がり解消時に再移入をする事が報告されている。底生動物が河川食物網で重要な機能を有していることを考慮すると、底生動物の干上がり避難場所の保全は、間欠河川における生態系保全において重要であると考えられる。

間欠河川における干上がり避難場所を特定した実証的研究は多くない。実際の河川管理において重要な河川区間スケールでは、上下流に位置する恒常流区間、低水時でも表流水が残存する間欠流区間内の孤立淵、または区間内に流入する支流が干上がり避難場所の候補となり得る。しかし、既存研究は比較的大きな水系スケールを対象としており、個々の間欠流区間を対象とした研究は見られない。

そこで、本研究は間欠流区間（瀬切れ区間）を対象として、干上がり発生時の潜在的な各避難場所と、干上がり解消後の間欠流区間で調査を実施することにより、底生動物の干上がり避難場所を特定し、それらの相対的な重要性を評価することを目的とした。干上がり解消後の群集構造を発生時と比較することにより、解消後に間欠流区間内に移入した底生動物がいずれの避難場所候補に由来するかを明らかにした。

2. 方法

本研究は2014年9月および10月に愛媛県を流れる重信川中流域に位置する瀬切れ区間およびその周辺で調査を行った。1回目の調査は長期間の干上がり発生中に実施した。間欠流区間の上流および下流に位置する恒常流区間の瀬（PU1-2, PD1-2）、間欠流区間内に位置する3箇所の孤立淵（P1-3）、間欠流区間に流入する7箇所の支流（T1-T7）の計14箇所を調査地とした（図1）。2回目の調査は出水による表流水の回復が見られた24日後に実施した。国土交通省が設置する河口から10-15 kmの各キロポスト周辺に存在する代表的な瀬、計6箇所（I1-6）を調査地とした（図1）。

各調査地に、縦断方向の延長に応じて16-20 mの調査区間を設定し、等間隔に5本の横断側線を設けた。最上流および最下流の2本を除く3本の横断測線上の流心部で底生動物サンプルを採取した。各底生動物サンプルに含まれる礫を無作為に1つ選び、付着藻類サンプルを採取した。各横断測線に沿って等間隔に設けた3地点で物理的環境を測定し記録した。さらに、河川水サンプルを採取するとともに、水温（℃）、溶存酸素量（ mg l^{-1} ）、pH、電気伝導度（ mS cm^{-1} ）、位置情報を測定した。

サンプルに含まれる底生動物を可能な限り下位の分類群まで同定し、計数した。河川水サンプルについては、オートアナライザーを使用し、硝酸態窒素量（ mg l^{-1} ）、亜硝酸態窒素量（ mg l^{-1} ）、アンモニア態窒素量

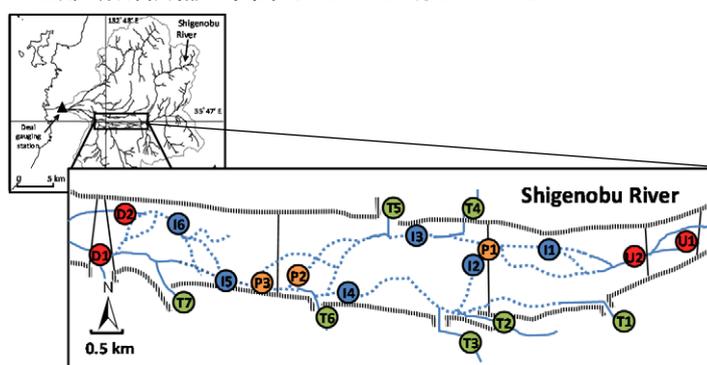


図1 重信川流域および調査区間の地図。実線は恒常的な表流水が見られた流路を、破線は干上がり時に表流水が消失する流路を表す。

(mg l^{-1})およびリン酸態リン量(mg l^{-1})を計測した。付着藻類サンプルからクロロフィル *a* 量($\text{chl. } a \text{ mg m}^{-2}$)を測定した。

各調査地における底生動物の群集構造を比較するために、非計量的多次元尺度法 (Non-metric multidimensional scaling, NMS) による序列化解析を行った。

3. 結果および考察

干上がり発生時の避難場所候補における解析の結果、NMS の各軸は底生動物の異なる群集構造特性を表していることが明らかになった。NMS 第 2 軸の値はコカゲロウ科のような高い遊泳能力をもつ分類群との間に強い正の相関関係が、ミズムシおよび双翅目のような移動能力の低い分類群との間に強い負の相関関係が見られた。よって NMS 第 2 軸の値の増加は、移動能力の高い分類群の優占を表すものと解釈された。NMS 第 3 軸の値はユスリカ亜科およびエリユスリカ亜科のように、多くの河川で優占する分類群との間に正の相関が、移動能力が高いキブネタニガワカゲロウや間欠流区間で特徴的に見られる甲虫目分類群との間に負の相関が見られた。よって、NMS 第 3 軸は河川で一般的に優占する分類群の優占と、干上がり攪乱に適応した分類群の減少を表すものと解釈された。

NMS の各軸について 2 次元プロットを行った結果、恒常流区間、孤立淵および支流は明瞭に分離されたことから、各避難場所候補には異なる底生動物群集が成立していることが明らかになった。本流 (恒常流区間および孤立淵) と支流の調査地は NMS 第 2 軸により分けられた (図 2)。よって、本流では移動能力の高い分類群が、支流を生息場所としている分類群は移動能力が低い分類群が優占していると解釈できる。一方、恒常流区間の調査地 (U, D) および孤立淵 (P) は NMS 第 3 軸により分離された。前者は多くの河川で優占する分類群、P では干上がり攪乱に適応した底生動物が優占することが示された。

NMS 第 2 軸および第 3 軸の 2 次元プロットでは、干上がり解消後の間欠流区間内調査地 (I) は、恒常流区間 (U, D) および孤立淵 (P) と重複する位置にプロットされた (図 2)。よって、間欠流区間への再移入源は、支流ではなく、本流内に位置する恒常的水塊であると考えられる。本研究の結果は、流量変動に伴う間欠流区間内の底生動物動態には、本流に位置する干上がり避難場所からの移入と、その後の低水進行にともなう底生動物群集の遷移という 2 つのプロセスが重要であることを示唆している。

4. まとめおよび今後の課題

本研究により、間欠河川においては、本流に位置する上流恒常流区間および孤立淵が利用可能性の高い干上がり避難場所であるということが示唆された。本流恒常流区間および孤立淵の避難場所機能を高める方策としては、間欠流区間への表流水の供給を長時間化することが考えられる。しかし、利水量の削減は、少なくとも短期的には現実的ではない。ただし孤立淵には、深いほど干上がりが進行しても長期的に残存するという性質がある。よって、間欠流区間に深い孤立淵が多く存在するようになれば、避難場所としての機能を向上させることができるだろう。ここで本研究で調査地とした孤立淵に注目すると、最も水深の大きな孤立淵 (P1) は、横断構造物 (床固め) に造成した魚道の下流に形成されていた。この事例から、低水敷内に長期的に存続しうる構造物を設け、出水時の水理的な営力を利用して深掘れを生じさせることが孤立淵を造成する有効な方策であると考えられる。人工的な構造物の設置は河川環境の改変を引き起こすが、前記の通り流量回復は難しいことから、短期的に避難場所機能を促進するために実現性の高い案であると考えられる。

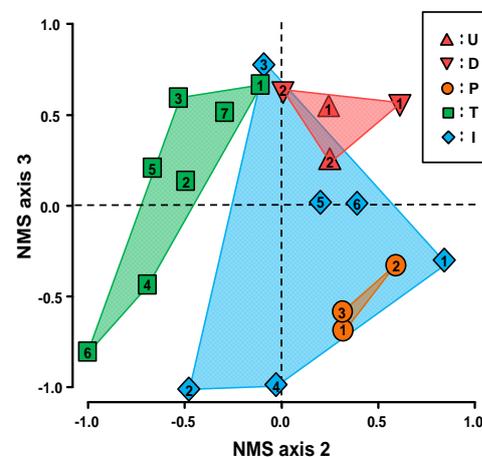


図 2 底生動物の相対個体数に基づく非計量的多次元尺度法により得られた各調査地の 2 次元プロット。図中の数字は調査地番号を示す。