

国内河川における攪乱レジームと底生動物相の関係

愛媛大学大学院 学生会員 ○渡辺裕也 水資源機構 正会員 吉村研人
帯広畜産大学 非会員 赤坂卓美 東京大学 非会員 森照貴
愛媛大学大学院 正会員 三宅洋

1. はじめに

流量変動にともなう物理的攪乱は、生物個体の除去や生息場所環境の改変により河川生物群集に支配的な影響を及ぼすことが知られている。河川の経時的な流量変動様式を流量レジーム、これにより規定される物理的攪乱の生起状況を攪乱レジームという。攪乱レジームは、攪乱の規模、頻度、持続時間、タイミングおよび変化率の5要素に分解して捉えることができる。攪乱レジームの各要素について多くの水文指標が提案されており、これらを利用した流況解析研究が数多く行われている。流量・攪乱レジームと河川生物との関係を対象とした研究も行われており、攪乱レジームは底生動物の群集構造の決定要因であることが示されているが、対象とする地域や空間的スケールによりその影響の程度が異なる点には注意が必要である。

本研究は日本全国の河川の長期流量データより多数の水文指標を算出し、国内河川を流量レジームにより分類することを目的とした。さらに、底生動物に関する既存の広域データを利用し、地域による群集構成の違いを考慮した攪乱レジームと底生動物相との関係を広域的に把握することを目的とした。この際、空間的スケールが解析結果に及ぼす影響も検討した。

2. 方法

国土交通省の水文水質データベースに含まれる全国 2078 流量観測所の流量データを解析に利用した。まず、日平均流量を各流量観測所について算出した。次に、データの利用可能性を検討し、解析対象期間を 1992 年から 2011 年の 20 年間、解析対象地点を 418 地点とした。各流量観測所について、122 種類の水文指標（例えば、年間平均流量、平均出水時間など）を算出した。これらの水文指標について主成分分析（PCA）を行い、流量レジーム特性を少数の変数で表現した。このとき、broken-stick 法を用いて有意な PC 軸を選定した。さらに、有意となった各 PC 軸の値を変数とする k-means 法によるクラスター解析を行い流量観測所を分類した。分割数は Calinski の基準により決定した。

生物データには、河川水辺の国勢調査（水国）の河川版の底生動物調査の在不在データを用いた。調査地によって異なっていた分類レベルを統一した。上記流量観測所と水国調査地点のマッチングを行い、流量観測所と水国調査地点を一对一で対応させた。さらに、汽水域に位置する水国調査地点を解析から除外したところ、解析対象の水国調査地点は 285 地点となった。Ward 法による階層的クラスター解析により水国調査地点を分類するとともに、非計量的多次元尺度法（NMDS）による群集構造の解析を実施した。NMDS は、全水国調査地点を用いて行なうとともに、空間的スケールが解析結果に及ぼす影響を検討するため、クラスター解析によって水国調査地点を分類して得られた底生動物相グループ内でも行なった。

3. 結果

broken-stick 法を用いた PCA により、6 軸が得られた。これら PC1-6 軸を用いてクラスター解析を行った結果、流量観測所を 8 つの水文学的グループに分類することができた。

全ての水国調査地点を対象とした NMDS により 3 軸が得られた。解析対象地点を NMDS の各軸についてプロットし水文学的グループと底生動物相との関係を検討した結果、全ての水文学的グループの領域は重複しており、水文学的グループによる明瞭な底生動物相の違いは見られなかった（図 1）。

クラスター解析により水国調査地点を7つの底生動物相グループに分類した(図2)。全地点を用いたNMDSや各底生動物相グループの地理的分布より、地史的影響による地域間での種構成の違いが主な要因となって底生動物相グループが形成されたことが読み取れた。次に、底生動物相グループ内でNMDSを行なうことにより地史的影響の軽減を図った結果を検討した。30地点以上を含む底生動物相グループ1, 2, 4および7について個別にNMDSによる群集構造解析を行なった結果、いずれの底生動物相グループについても3軸が得られた。底生動物相グループ1および4では、全ての水文学的グループの領域が重複していた。一方、底生動物相グループ2および7では、分離してプロットされた水文学的グループが見られた。

攪乱レジームと底生動物相との対応が最も明瞭に見られた底生動物相グループ2内でNMDSを行なった結果に注目すると(図3)、NMDS第1軸は流水性の分類群と正の相関が見られ、緩流性の分類群と負の相関が見られた。攪乱レベルの高いグループである水文学的グループ5がNMDSの第1軸の値が大きな領域にプロットされ、攪乱レベルの低いグループである水文学的グループ6がNMDSの第1軸の値が小さな領域にプロットされたことから、攪乱レベルの高いグループでは流水性の分類群が優占し、攪乱レベルの低いグループでは緩流性の分類群が優占していた。流水環境への適応は、出水攪乱への耐性を高めると考えられるため、底生動物相グループ2内では、底生動物相と攪乱レジームの対応が見られたと言える。

4. 結論

全国レベルでは見られなかった攪乱レジームと底生動物相との対応が、底生動物相グループ内、つまり、生物区内で解析を行うことにより明らかになった。生物区によって、攪乱レジームと底生動物相との関係性が異なるため、底生動物を保全するためには、生物区の違いを考慮した流量管理を行なう必要があると考えられる。

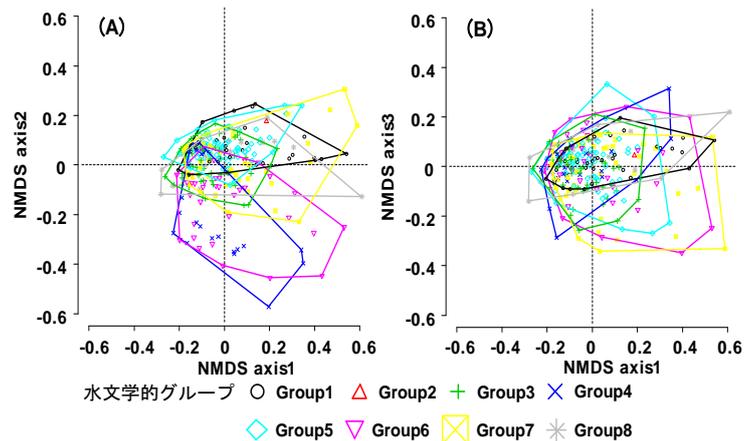


図1 全地点を対象とした非計量的多次元尺度法の結果に基づく2次元プロット。(A) NMDS第1軸とNMDS第2軸および(B) NMDS第1軸とNMDS第3軸についてプロットした。水文学的グループによる分類結果を示した。



図2 水国調査地点の分類結果。

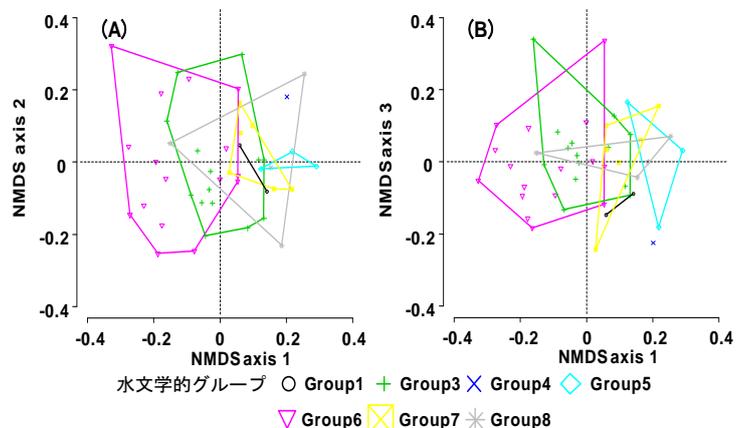


図3 底生動物相グループ2の地点を対象とした非計量的多次元尺度法の結果に基づく2次元プロット。(A) NMDS第1軸とNMDS第2軸および(B) NMDS第1軸とNMDS第3軸についてプロットした。水文学的グループによる分類結果を示した。