

# 出水攪乱が底生動物に及ぼす影響の河川間比較

愛媛大学大学院 学生会員 ○潮見 礼也

愛媛大学 非会員 仁子 明英 愛媛大学大学院 正会員 三宅 洋

## 1. 背景

流量増加に伴い発生する出水攪乱は河川における代表的な物理的攪乱である。出水攪乱は、底生動物の生息場所環境を改変するとともに、直接的な排除により底生動物の生息密度を低下させる。底生動物量の減少の程度は、主に出水攪乱の強度により決定され、この攪乱強度が高くなるほど底生動物の減少率は高くなる。

流域内外の多地点を考慮すると、底生動物の減少率は、集水域特性および生息場所環境特性の影響を受けると考えられる。また、集水域特性は生息場所環境に影響を及ぼすため、底生動物の減少率を間接的に決定する可能性もある。さらに、底生動物は種によって物理的攪乱に対する耐性が異なるため、底生動物相が異なる河川では出水攪乱による底生動物の減少率が異なることも考えられる。しかしながら、集水域特性、生息場所環境特性または底生動物相が、出水攪乱による底生動物量の減少率に及ぼす影響を把握した研究はほとんど見られない。

そこで本研究は、愛媛県の8河川14調査地にて大規模出水攪乱の発生前後に調査を行い、集水域特性、生息場所環境特性および底生動物相が出水攪乱による底生動物量の減少率に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

本研究は2011年の夏季に愛媛県を流れる8河川で調査を行った。各河川の集水域面積が3 km<sup>2</sup>および10 km<sup>2</sup>の地点に調査地を設けた。2011年9月2日の台風12号と9月20日の台風15号による大規模出水発生前後に、各調査地で同様の調査を実施した。

各調査地で河川水を採取した後に、瀬の流心部の3地点で底生動物を採取した。各底生動物サンプルに含まれる礫を無作為に1つ選択し、付着藻類サンプルを採取した。その後、底生動物サンプル採取後に、底生動物を採取した3地点で流速 (cm s<sup>-1</sup>)、水深 (m)、および流路幅 (m) を計測し、底質粗度および埋込度を計測した。さらに、各調査地の両岸の護岸の有無および各地点上空における河畔林による樹冠鬱閉の有無を目視により確認し、記録した。各調査地で氾濫原幅 (m)、河床勾配、流量 (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)、溶存酸素量 (mg l<sup>-1</sup>)、pH および電気伝導度 (mS cm<sup>-1</sup>)、を計測した。

底生動物は可能な限り下位の分類階級まで同定し、計数した。河川水サンプルをオートアナライザーを用いて分析し、硝酸態窒素濃度 (mg l<sup>-1</sup>)、亜硝酸態窒素濃度 (mg l<sup>-1</sup>)、アンモニア態窒素濃度 (mg l<sup>-1</sup>) およびリン酸態リン濃度 (mg l<sup>-1</sup>) を求めた。付着藻類サンプルからクロロフィル *a* 量 (chl. *a* mg m<sup>-2</sup>) を測定した。地理情報システム (GIS) を用いた解析を行い、各調査地の集水域面積、集水域地形、気候特性、土地被覆の面積割合および地質の面積割合を算出した。

出水攪乱による底生動物の減少率の決定要因を明らかにするために、底生動物の生息密度の減少率を応答変数、集水域変数および生息場所環境変数を説明変数として一般化線形モデル (GLM) による解析を行った。各調査地における底生動物の群集構造を、非計量的多次元尺度法 (Non-metric multidimensional scaling, NMS) により解析した。出水攪乱前後に採取された底生動物の各調査地における相対個体数を解析に用いた。また、出水攪乱前後における底生動物の群集構造の差を検定するために Analysis of Similarities (ANOSIM) による解析を行った。非計量的多次元尺度法は PC-ORD 4.25 を、GLM、ANOSIM は R 2.10.0 を用いて行った。

### 3. 結果および考察

生息密度は出水攪乱後に全調査地で減少していたが、調査地間で減少率は大きく異なっていた（図1）。例えば、河内川の3 km<sup>2</sup>の調査地では出水攪乱により生息密度は大きく減少していたが（減少率：0.958）、大川の10 km<sup>2</sup>の調査地では変化が少なかった（減少率：0.354）。

底生動物量の減少率は集水域特性によって強く制御されていることが示された。AICによる各集水域特性を説明変数としたモデル選択の結果、減少率の最適モデルには集水域の最高標高と、二次林、自然林、土地利用および変成岩の面積割合が説明変数として取り込まれた（表1）。このことより、出水攪乱による底生動物の減少率は、集水域の自然特性および人間活動特性の双方の影響を受けていたものと考えられた。

一方、減少率は各生息場所環境変数によっても制御されていることが示唆された。AICによる各生息場所環境変数を説明変数としたモデル選択の結果、減少率の最適モデルには水面勾配、護岸、河畔林、水深および底質粗度が説明変数として取り込まれた（表1）。このことより、攪乱による底生動物の減少率は、水面勾配等の自然特性に加え、護岸のような人為的改変の影響も受けていることが明らかになった。

非計量的多次元尺度法により3つの軸が得られた。攪乱前後における各調査地をこれらの軸についてプロットした結果、攪乱前後でプロット位置はあまり変化していなかった（図2）。また、ANOSIMによる解析の結果でも、底生動物の群集構造には出水攪乱前後で有意な差は見られなかった（ $P=0.28$ ）。以上より、本研究において、底生動物群集を構成する多くの分類群は、出水攪乱の発生によりその個体数が同程度ずつ減少

表1 減少率の決定要因。AICに基づくモデル選択により得られた最適モデル。

Response variable	Explanatory variable	Coefficient (Estimate ± SE)	T value	Model R <sup>2</sup>	P
Reduction rate	Catching characteristics				
	Intercept	-0.110 ± 0.290	-0.379	0.524	< 0.001
	High Elevation	$7.397 \times 10^{-4} \pm 3.295 \times 10^{-4}$	2.245		
	Secondary	0.249 ± 0.142	1.756		
	NatForest	18.981 ± 4.008	4.736		
	Land use	0.312 ± 0.221	3.947		
	Metarmorphic	0.222 ± 0.073	3.034		
	Habitat characteristics				
	Intercept	-1.077 ± 0.370	-2.908	0.235	0.002
	SurfSlope	9.977 ± 2.497	3.996		
	Protection	0.653 ± 0.254	2.567		
	Riparian	-0.332 ± 0.152	-2.182		
	Depth	-0.033 ± 0.012	-2.830		
	Subs	0.085 ± 0.046	1.845		

したものと考えられた。

### 4. まとめおよび今後の課題

本研究は集水域における人間活動および生息場所の人為的改変が出水攪乱の強度を改変していることを明らかにした。本研究のような、時間的変化を考慮した調査を行うことにより河川生物相の形成過程を把握することが可能である。今後も本研究のように、河川の動的性質を考慮し、人間活動の影響を把握していく必要があると考えられる。

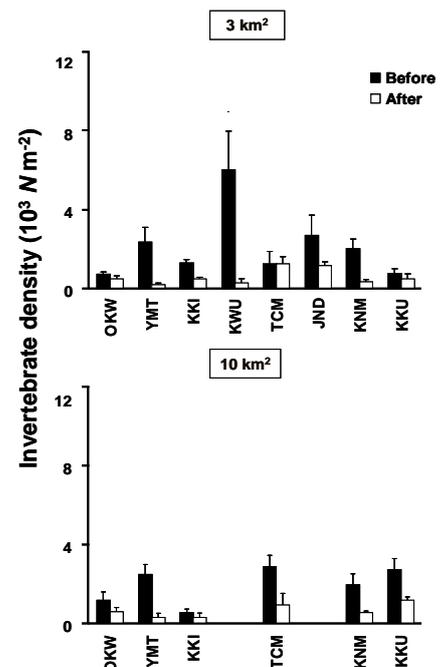


図1 各調査地における出水攪乱前後の底生動物の生息密度。

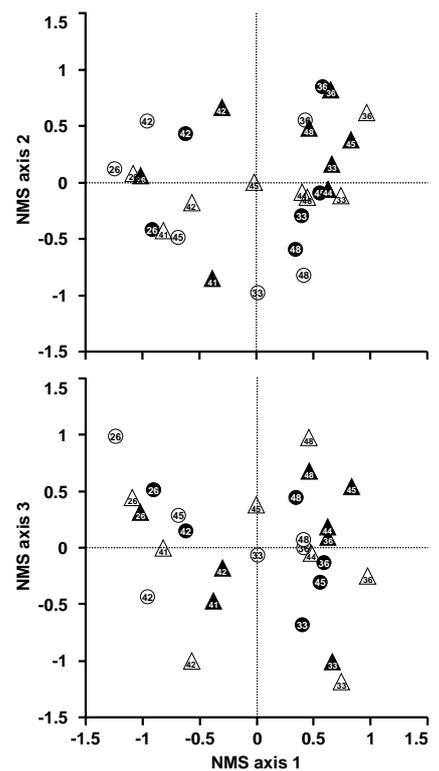


図2 非計量的多次元尺度法の結果に基づく2次元プロット。三角と丸はそれぞれ集水域面積が3 km<sup>2</sup>, 10 km<sup>2</sup>の調査地を、白色と黒色はそれぞれ出水前、出水後を示す。