

## 河川最下流部の調査による集水域特性が底生動物群集に及ぼす影響の把握

愛媛大学大学院 学生会員 ○中島 健吾, 愛媛大学 二神 真介  
愛媛大学大学院 正会員 三宅 洋

## 1. はじめに

集水域特性は、流出する河川に成立する生態系の特性を決定する支配的要因として注目を集めている。例えば、自然要因である集水域の降水量や地質は河川内の物理化学的環境に強い影響を及ぼす。一方、集水域における人間活動要因も河川環境に強い影響を及ぼすことが知られている。近年の研究により、集水域の都市化または農地化などの土地被覆の変化が、河川生物の多様性の低下や生態系の健全性の低下をもたらす例が数多く報告されている。ここで、河川水は河川ネットワークを河口に向かって流下することを考慮すると、河川最下流部は集水域全体の特性を反映する部分であると考えられる。よって、河川最下流部は多数河川の調査において最も優先的に調査地が設定されるべき地点であると考えられる。そこで本研究では、多数河川の最下流部で河川環境および底生動物に関する調査を行い、集水域特性が河川性底生動物群集に及ぼす影響を広域的に把握することを目的とした。

## 2. 方法

調査は、2007年9月18日から21日にかけて愛媛県中予・南予地方を流れる計29河川で、2008年9月8日および9日に愛媛県東予地方を流れる計21河川で行った。河川ごとに、一年を通して海水の影響が及ばないと考えられる本流の最下流点にそれぞれ1地点の調査地を設け、流心部で水質分析用の河川水サンプルを採取した。同様に、流心部の3地点で底生動物サンプルを採取した。底生動物サンプルの採取後に、付着藻類サンプルを採取し、電気伝導度 ( $\text{mS cm}^{-1}$ )、溶存酸素量 ( $\text{mg l}^{-1}$ )、pH、流速 ( $\text{cm s}^{-1}$ )、川幅 (m)、底質粗度、水面勾配および流量を計測した。

底生動物は可能な限り下位の分類階級まで同定・計数した。底生動物の餌資源量として、付着藻類量 ( $\text{chl. } a \text{ mg m}^{-2}$ ) および堆積粒状有機物量 ( $\text{AFDM g m}^{-2}$ ) を求めた。河川水サンプルから、硝酸態窒素濃度 ( $\text{NO}_3\text{-N mg l}^{-1}$ )、亜硝酸態窒素濃度 ( $\text{NO}_2\text{-N mg l}^{-1}$ )、アンモニア態窒素濃度 ( $\text{NH}_4\text{-N mg l}^{-1}$ ) およびリン酸態リン濃度 ( $\text{PO}_4\text{-P mg l}^{-1}$ ) を求めた。地理情報システム (GIS) を用いた解析を行い、各調査地の集水域特性を算出した。各サンプルにおける底生動物の群集構造を、非計量的多次元尺度法 (NMS) により解析した。

## 3. 結果および考察

全サンプルを合計して、21,374 個体、129 分類群の底生動物が採取された。NMS により 3 つの軸が得られた。NMS 第 1 軸は各サンプルにおける各分類群の相対個体数変動の 36.0% を、NMS 第 2 軸は 16.5% を、NMS 第 3 軸は 18.8% を説明し、最終的なストレス (適合性の乏しさ) は 19.56 であった。ここで本研究では、多くの集水域特性変数との間に相関関係が見られた NMS 第 3 軸に着目する。NMS 第 3 軸の値は、ユスリカ亜科およびミミズ綱と正の相関関係が見られ、主にカゲロウ目およびトビケラ目に属する底生動物との間に負の相関関係が見られた (表 1)。ミミズ綱は粒径の小さな砂やシルトの堆積するよどんだ生息場所環境に多く生息している。また、カゲロウ目およびトビケラ目の底生動物はミミズ綱およびユスリカ亜科と比較して、清潔な環境で多く見られることが知られている。よって、NMS 第 3 軸の値の増加は、止水的で汚濁した環境を選好する底生動物が優占することを表わしていると解

表 1. NMS 第 3 軸の値との間に相関関係が見られた各底生動物分類群の相関係数。

| 分類群         | NMS第3軸 |
|-------------|--------|
| ミミズ綱        | 0.538  |
| ユスリカ亜科      | 0.191  |
| ミズムシ        | -0.131 |
| カイミジンコ目     | -0.143 |
| ヨシノコカゲロウ    | -0.146 |
| ヒメシロカゲロウ属   | -0.170 |
| アカマダラカゲロウ   | -0.257 |
| サホコカゲロウ     | -0.262 |
| イシワタマダラカゲロウ | -0.328 |
| コガタシマトビケラ属  | -0.339 |
| モンユスリカ亜科    | -0.372 |

積できる。

NMS 第 3 軸の値は集水域における水田および果樹園の面積割合との間に正の相関関係が見られた (表 2)。また、NMS 第 3 軸の値は調査地における硝酸態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度、アンモニア態窒素濃度およびリン酸態リン濃度との間に正の相関関係が見られた (表 3)。水田および果樹園からは河川に多くの栄養塩が流入することが知られている。また、亜硝酸イオンおよびアンモニウムイオンは著しく汚濁が進行した嫌気的な環境で発生することが知られている。つまり、農業的な土地利用の強度が高い河川では、農業排水の流入により栄養塩濃度が上昇し、汚濁した生息場所環境を好む底生動物が多く生息していたものと解釈できる。

NMS 第 3 軸の値は集水域の平均勾配との間に負の相関関係が見られた (表 2)。また、NMS 第 3 軸の値は調査地における堆積粒状有機物量との間に正の相関関係が、溶存酸素量、流速および底質粗度との間には負の相関関係が見られた (表 3)。集水域の勾配が緩やかであると一般的に調査地の流速は減少すると考えられる。また、流速の低下は、粒径の小さな砂およびシルトや粒状有機物の河床への沈殿を促進するとともに、溶存酸素量の低下をもたらすことにより、止水的な河川環境を創出すると考えられる。よって、勾配が小さな集水域を持つ河川では、流速の低下により、止水性の生息場所環境を好む底生動物が多く生息していたと解釈できる。

NMS 第 3 軸の値は集水域における堆積物の面積割合との間に正の相関関係が見られ、火成岩および変成岩の面積割合との間に負の相関関係が見られた (表 2)。また、NMS 第 3 軸の値は調査地の底質粗度との間に負の相関関係が見られた (表 3)。堆積物は、火成岩、変成岩、堆積岩などが破碎し、洪積作用や沖積作用により堆積したものであるため、一般的に他の地質と比べ粒径が小さい成分により構成されていると考えられる。よって、集水域が堆積物により広く覆われている調査地では、河床材料のサイズが小さくなり、粒径の小さな砂や泥の堆積が見られる止水性の生息場所環境を好む底生動物が多く生息していたものと解釈できる。

4. 結論および今後の課題

本研究では、集水域特性と生息場所環境および底生動物との間に密接な関係があることを明らかにした。特に、集水域の土地利用が河川内の水質および底生動物の餌資源環境の改変を介し、底生動物の群集構造に強い影響を及ぼしていることが示された。集水域における人間活動の影響を最も強く反映していると考えられる NMS 第 3 軸の値が大きい領域に配置された、高山川 (調査地番号 27)、大谷川 (22)、僧都川 (2)、浅川 (32) および喜木川 (15) は人間による土地利用の影響を強く受け、汚濁が進行していることが考えられた (図 1)。一方、NMS 第 3 軸の値が小さい領域に配置された森川 (21)、大和川 (18)、肱川 (19)、田淵川 (17)、国領川 (45) および立岩川 (29) は、人間による土地利用の影響が少なく、比較的清潔な環境にあるものと思われる (図 1)。今後は、本研究にて特に汚濁が進行していることが推測されたような河川にて、河川ネットワーク内の多地点で集水域特性と底生動物群集との対応関係を明らかにし、最下流部で見られた対応関係が生じる過程を明らかにしていく必要があるものと思われる。

表 2. NMS 第 3 軸の値との間に相関関係が見られた各集水域特性変数の相関係数。

| 集水域特性    | NMS第3軸 |
|----------|--------|
| 果樹園の面積割合 | 0.340  |
| 年間平均気温   | 0.318  |
| 水田の面積割合  | 0.250  |
| 堆積物の面積割合 | 0.201  |
| 火成岩の面積割合 | -0.248 |
| 変成岩の面積割合 | -0.280 |
| 植林地の面積割合 | -0.309 |
| 集水域勾配    | -0.320 |

表 3. NMS 第 3 軸の値との間に相関関係が見られた各生息場所環境変数の相関係数。

| 生息場所環境     | NMS第3軸 |
|------------|--------|
| 亜硝酸態窒素濃度   | 0.511  |
| リン酸態リン濃度   | 0.424  |
| 電気伝導度      | 0.348  |
| アンモニア態窒素濃度 | 0.313  |
| 堆積粒状有機物量   | 0.296  |
| 硝酸態窒素濃度    | 0.197  |
| 流速         | -0.204 |
| 底質粗度       | -0.253 |
| 溶存酸素量      | -0.256 |

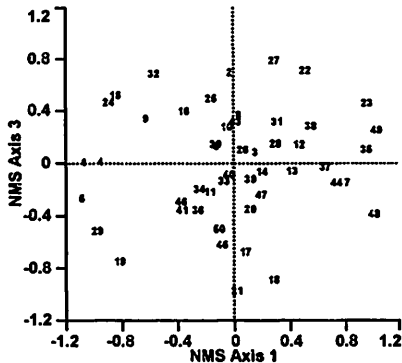


図 1. 各サンプルにおける NMS の結果に基づく各調査地についての二次元プロット。