

底生動物を指標とした河川環境評価に関する研究

前橋工科大学大学院 学生会員 林丈男
前橋工科大学 正会員 土屋十圀

1. 研究の目的

河川の生態系において底生動物は一次消費者である。生態系ピラミッドの下位にあたる底生動物は生態系の豊かさを示す重要な指標となる。底生動物は自然的・人為的な影響を受けやすい。又、水質汚濁に対する耐性は種類毎に異なり河川環境により棲み分けを行う。移動性が小さいため河川の比較的長期間の水質状態を表しやすい。そこで本研究では底生動物を指標とした生物学的水質評価、生活型による分類から生息環境の評価を行う。また、定量的な生息環境を導くIFIM²⁾（魚類生息環境評価）手法を用い、底生動物における最適流量の算定を行う。ダムが存在する河川とダムの存在しない河川で比較を行い、生物にとっての良好な生息環境の解明を目的とする。

2. 調査地点の概要

利根川水系赤谷川は群馬県利根郡新治村を流れる一級河川で、流路延長 29.5km、流域面積 189.0 km²である。調査地点は St.1 湯宿地区（標高約 580m）、St.2 須川川合流点（標高約 550m）の 2 地点を調査した。調査地点詳細を図-1 に示す。烏川は群馬県倉渕村から埼玉県本庄市で利根川と合流する一級河川であり、延長 61.8km、流域面積 470.0 km²である。調査地点は上流より St.1 川浦小学校付近（標高約 580m）、St.2 倉渕中学校付近（標高約 540m）の 2 地点で調査を行った。調査地点詳細を図-2 に示す。底生動物の物理的生息環境を考慮するため両河川の標高が等しい地点を調査対象とする。

3. 調査概要

(1) 底生動物調査

各調査地点においてコドラート（50cm×50cm）をサーバーネットにより平瀬、早瀬でそれぞれ 2 回採取し、その平均値を採用した。

(2) 物理的環境調査

各調査地点で流量調査、横断測量調査、河床砂礫の粒径分布調査を行った。

4. 底生動物による河川環境評価

赤谷川では 5 網 12 目 36 科 77 種、St.1 平瀬において 734 匹、早瀬で 348 匹、St.2 平瀬で 731 匹、早瀬で 362 匹を確認した。烏川では 5 網 11 目 32 科 67 種が確認された。St.1 平瀬では 731 匹、早瀬では 840 匹、St.2 平瀬では 1140 匹、早瀬では 1695 匹が確認された。本研究では生物学的水質階級評価法である Z-M 法（出現



図-1 赤谷川調査地点



図-2 烏川調査地点

表-1 優占種

河川名	地点	Z-M 法	優占種	相対優占度 (%)
赤谷川	St.1	平瀬 OS	チャバネヒゲナガカワトビケラ	35
		早瀬 OS	ヒゲナガカワトビケラ	53
	St.2	平瀬 OS	ヒゲナガカワトビケラ	23
		早瀬 OS	ヒゲナガカワトビケラ	23
烏川	St.1	平瀬 OS	ナカハラシマトビケラ	18
		早瀬 OS	キタガミトビケラ	18
	St.2	平瀬 OS	ナカハラシマトビケラ	16
		早瀬 OS	ナカハラシマトビケラ	12

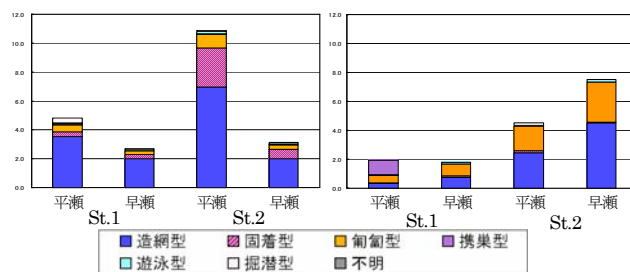


図-3 赤谷川生活型分類

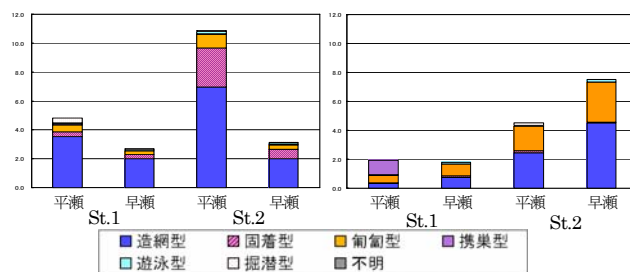


図-4 烏川生活型分類

個体数、種類数を考慮し、サプロビ値とインデケーター価値から水質階級を決定する評価法）と優占種法（最も現存量の高い種を求める評価法）を用いて評価を行う。生物学的水質階級評価法の結果を表 1 に示す。Z-M 法の結果より、全地点で OS の水質階級と評価できる。また、赤谷川では大型の造網種であるヒゲナガカワトビケラ属が優占種である。烏川では小型のトビケラ属が優占種である。

また、底生動物は生活様式の特徴から 6 つのグループに分類することができる。これらを生活型⁴⁾と呼び、その特徴は生息する場と深く結びついており、環境に適したものがその場において優占する。生活型分類を行った結果を図-3、4 に示す。造網型が占める全体の割合は、赤谷川 St.1 平瀬、早瀬共に約 75%、St.2 で 64%、烏川 St.1 で約 35%、St.2 で約 55% となった。匍匐型が占める全体の割合は赤谷川 St.1 平瀬、早瀬共に約 10%、St.2 で約 10%、烏川 St.1 平瀬、早瀬はそれぞれ 54%、34%、St.2 では共に約 36% となった。

5. IFIM 計算手順

IFIM²⁾ (Instream Flow Incremental Methodology) は

キーワード : 底生動物, IFIM, 最適流量, 生物学的水質判断, 粒径分布

前橋工科大学建設工学科 Tel: 0272657355 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 760-1

特定生物の生息環境に必要な河川流量を求めて河川の維持流量を設定する手法である。

水理計算のため生息環境の評価範囲を横断面に設定する。評価指標（流速、水深、底質）に応じて各断面面積（ a_i ）をいくつかのセルに分割する。与えられた流量に対し各横断面のセル内での流速と水深を計算する。底生動物の選好曲線（各水理量と生息量との関係を示す曲線）を使用し、式(1)により各セルのWUA（重み付利用可能面積）を求める。

$$WUA = \sum (WUA)_i = \sum [P(v_i) \times P(d_i) \times P(s_i) \times a_i] \quad (1)$$

$P(v_i)$ ：セル*i*における底生動物の生息量と流速の関係関数

$P(d_i)$ ：セル*i*における底生動物の生息量と水深の関係関数

$P(s_i)$ ：セル*i*における底生動物の生息量と底質の関係関数

6. IFIMの解析結果と考察

粒径分布調査から得た粒径加積曲線を図-5、6に示す。表-2に示した平均係数 $U_c \geq 10$ 、曲率係数 $1 \leq U' < 3$ を満たしたのは烏川で、「粒径幅の広い」³⁾粒径分布と言える。赤谷川は「分級された」³⁾と評価される。

IFIM解析を行った結果を図-7、8に示す。最適流量は赤谷川St.1では $2.1(\text{m}^3/\text{s})$ 、St.2では $4.7(\text{m}^3/\text{s})$ となった。烏川ではSt.1で $0.4(\text{m}^3/\text{s})$ 、St.2で $1.7(\text{m}^3/\text{s})$ となった。表-2に示した実流量と比較するとダムのある赤谷川St.1では約7倍、St.2では約4倍の流量が最適流量という結果を得た。St.1の最適流量である $2.2(\text{m}^3/\text{s})$ は赤谷川の年間流況における275日低水流量に相当する。また、St.2の最適流量である $4.7(\text{m}^3/\text{s})$ は185日平水流量に相当する。一方、ダムのない烏川では実流量と最適流量がほぼ等しくなり生息環境は最適な条件であると言える。

7. ダムの有無による評価

(1) 底生動物を指標とした比較

烏川に生息しており赤谷川では見られなかった底生動物は、流れの速い浮石状の間に生息するオオマダラカゲロウなどの上流部に生息する汚濁耐性が弱い底生動物であった。赤谷川に生息しており烏川では見られなかったのはヒラタドロムシ属などの汚濁耐性が高い底生動物であった。ダムが存在する赤谷川では造網型（特に流量変動の耐性に弱い大型種）が優占し、その相対優占度が高いことが特徴として挙げられる。津田仮説⁴⁾によると攪乱後、まず優占種となるのは匍匐型の種であり、やがて造網型の種が増殖し始め匍匐型との共生を経て造網種が大部分を占める極相になると言われている。そのことからダムにより河川の攪乱が制御されているため極めて極性⁴⁾が進行した状況であると推察できる。

ダムが存在しない烏川において、St.1では造網型より匍匐型が占める割合が高く、攪乱後の極性に至るまでの過程であると考えられる。St.2では造網型、匍

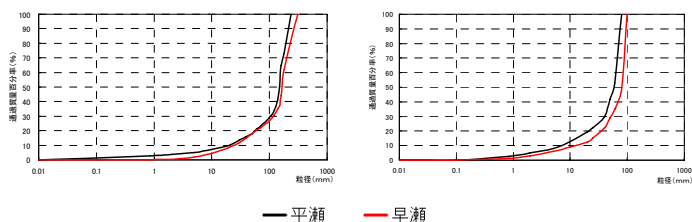


図-5 赤谷川粒径加積曲線

図-6 烏川粒径加積曲線

表-2 環境調査結果

河川名	地点	流量 (m^3/s)	流水面積 (m^2)	粒径調査結果	D50 (mm)	平均係数 U_c	曲率係数 U'_c
赤谷川	St.1	平瀬	0.23	赤谷川	平瀬	153.15	11.93
		早瀬	0.44		早瀬	7.05	3.9
	St.2	平瀬	1.32		平瀬	72.50	12.45
		早瀬	1.14		早瀬	71.55	10.92
烏川	St.1	平瀬	0.43	烏川	平瀬	72.50	12.45
		早瀬	0.50		早瀬	71.55	10.92
	St.2	平瀬	2.15		平瀬	72.50	12.45
		早瀬	2.43		早瀬	71.55	10.92

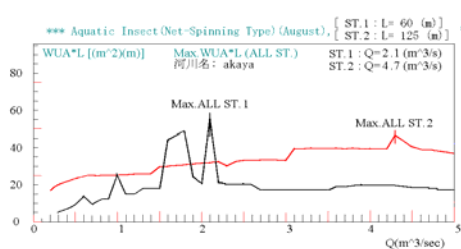


図-7 赤谷川流量変化に伴う WUA-L 図

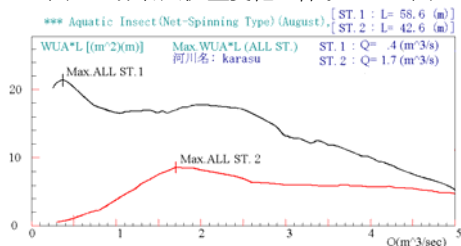


図-8 烏川流量変化に伴う WUA-L 図

匍匐型が占める割合が共に高く、亜極性から極性への変換点であると考えられる。

(2) 粒径分布による比較

表-2に示した平均粒径(D50)は、烏川が赤谷川の半以下となった。また、曲率係数からも粒径幅が狭いのは明らかである。赤谷川ではダムが存在するため洪水が制御されている。そのため上流からの土砂供給が少なく、小粒径の土砂が送流されたことが起因したものと推測される。

(3) IFIMによる比較

烏川では最適流量と実際の流量が等しく、赤谷川では IFIM による最適流量に比べ、実流量が小さい結果となった。波形に着目するとダムのない烏川では滑らかな曲線を得たのと対極に、ダムのある赤谷川では直線的な波形となったのが特徴的である。

参考文献

- 1) 玉井信行、水野信彦、中村俊六：河川生態環境工学-魚類生態と河川計画- 東京大学出版会 1993 pp. 10
- 2) 川村三郎：魚類生息環境の水理学 リバーフロント整備センター pp. 174
- 3) 土木学会：土質試験のてびき(改訂版) pp. 24
- 4) 津田松苗、伊勢久右衛門：川の瀬における水生昆虫の遷移、生理生態 1946 pp. 12