

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 学生会員 林丈男
前橋工科大学 正会員 土屋十園

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を調査することは生態系の豊かさを示す指標となる。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。魚類ほど移動性が大きくないため河川の比較的長期間の水質状態を表しやすい。以上の理由から、河川環境の評価を行うことができる。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を行い生態環境の評価を行う。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。ダムのある河川とダムのない河川で比較を行い、生物にとっての良好な生息環境はどのような条件下であるかを明らかにすることを目的とする。

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 189.0km²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。烏川は倉渕村の鼻曲山東面から高崎を経て、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)をサーパ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

各調査地点の平瀬、早瀬で流量調査、横断測量調査、河床砂礫の粒径分布調査を行った。

4. 生物学的水質階級判定法

(i) 優占種法¹⁾

最も現存量の高い種を求める評価法



図-1 赤谷川調査地点



図-2 烏川調査地点

表-1 優占の結果

河川名	地点名	種名	個体数	湿重量	相対優占度(%)	水質階級
赤谷川	St.1	平瀬 チャバネヒゲナガカワトビケラ	40	0.835	35	OS(=)
		早瀬 ヒゲナガカワトビケラ	8	0.71	53	OS(=)
	St.2	平瀬 ヒゲナガカワトビケラ	131	0.56	23	OS(=)
		早瀬 ヒゲナガカワトビケラ	23	0.56	23	OS(=)
烏川	St.1	平瀬 ナカハラシマトビケラ	104	0.25	18	OS(-)
		早瀬 キタガミトビケラ	83	0.73	18	OS(-)
	St.2	平瀬 ナカハラシマトビケラ	179	0.39	16	OS(-)
		早瀬 ナカハラシマトビケラ	393	0.98	12	OS(-)

表-2 生物学的水質調査結果

河川名	地点名	シンプソン指数	ホリューション・インデックスによる解析結果	Z-M法による解析結果
赤谷川	St.1	平瀬 0.886	βms	OS(=)
		早瀬 0.906	OS(+)	OS(+)
	St.2	平瀬 0.898	OS(+)	OS(+)
		早瀬 0.933	OS(+)	OS(=)
烏川	St.1	平瀬 0.926	OS(=)	OS(-)
		早瀬 0.918	OS(=)	OS(-)
	St.2	平瀬 0.926	OS(-)	OS(-)
		早瀬 0.907	OS(-)	OS(-)

(ii) シンプソン指数¹⁾

生物の多様性を定量化する評価法

(iii) ポリューション・インデックス^{1) 3)}

出現個体数を考慮した評価手法で汚濁耐性を汚濁指数で示し、8 区分の水質階級に分別する評価法。

(iv) Z-M法³⁾

出現個体数、種類数を考慮した評価手法で、サプロビ値(底生動物の生息水質の分散度)とインデケーター価値(汚濁耐性を示す指数)を用い、評定平均(Sap)の値が最も高い水質階級をその地点の水質階級と決定する評価法。

5. 生物学的水質評価

赤谷川では 5 網 12 目 36 科 77 種、烏川では 5 網 11 目 32 科 67 種が確認された。本研究において、OS に区分される水質階級で特に清冽を OS(-)、 βms に近いものを OS(+)、その中間を OS(=)と判別する。表-2 に示すポリューション・インデックスにおいて赤谷川の St.1 平瀬で βms を示したのは汚濁耐性が βms を示すエラブタマダラカゲロウ、アカマダラカゲロウの個体数が多かったためである。生物学的水質評価手法の結果を総合的に判断すると赤谷川は全ての地点で OS(+)、烏川では OS(-)と評価される。

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 土屋研究室 Tel:0272657355 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 760-1

6. IFIM 計算手順

IFIM⁴⁾(Instream Flow Incremental Methodology)は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。

計算手順とし、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(ai)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

7. 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-3、4に示す。表-3に示した平均係数 $U_c \geq 10$ 、曲率係数 $U'c$ が1~3を共に満たしたのは烏川のSt.1で、これは「粒径幅の広い」⁵⁾粒径分布と言える。これ以外は「分級された」⁵⁾と判断される。横断測量で得た断面データと表-3に示す84%粒径をプログラムに入力し、図-5、6に示す各地点のWUA-L図を得た。

最適流量は赤谷川 St.1 では2.1(m³/s)、St.2では4.7(m³/s)となった。烏川ではSt.1で0.4(m³/s)、St.2で1.7(m³/s)となった。表-3に示した実際の流量と比較すると赤谷川 St.1では実流量の約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(m³/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(m³/s)は185日平水流量に相当する。烏川では実際の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。

8. ダムの有無による評価

(1) 生物学的水質評価による比較

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隙に生息するオオマダラカゲロウやヨシノコカゲロウなどの上流部に生息する汚濁耐性が低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底生動物はキイロカワカゲロウ、ヒラタドロムシ属の一種など、汚濁耐性が β_{ms} を示す底生動物であった。赤谷川では表-1から放流による流量変動の耐性が高い造網型の大型種が優占し、その相対優占度が高いことから放流による大きな流量変動が底生動物全体の生息環境の大きなストレスであると推測される。

(2) 粒径分布による比較

表-3に示した平均粒径(D50)は、烏川が赤谷川の半

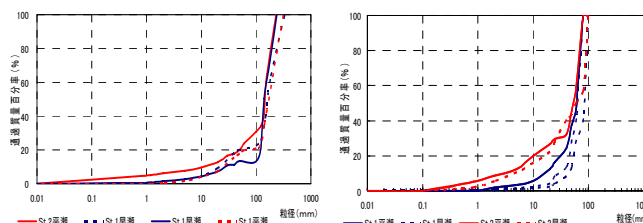


図-3 赤谷川粒径加積曲線

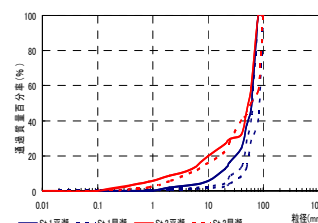


図-4 烏川粒径加積曲線

表-3 環境調査結果

河川名	地点	D50 (mm)	D84 (mm)	平均係数 U_c	曲率係数 $U'c$	平均流速 (m/s)	流量 (m ³ /s)	流水面積 (m ²)
赤谷川	St.1 平瀬	154.7	189	16.1	5.6	0.14	0.23	1.67
	早瀬	180.4	210	7.8	4.1	0.33	0.44	1.31
	St.2 平瀬	151.6	200	7.8	5.4	0.27	1.32	4.88
	早瀬	170.9	250	6.4	3.7	0.41	1.14	2.77
烏川	St.1 平瀬	61.8	73	4.2	2.1	0.15	0.43	2.74
	早瀬	83.2	94	2.1	1.0	0.30	0.50	1.67
	St.2 平瀬	52.4	71	20.7	3.6	0.39	2.15	5.47
	早瀬	59.9	96	19.8	1.6	0.35	2.43	6.98

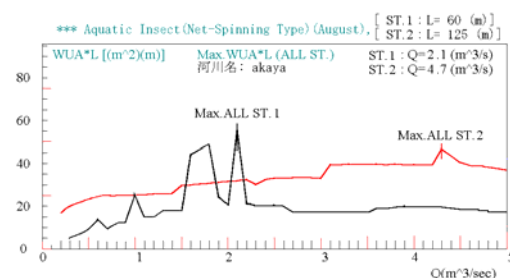


図-5 赤谷川流量変化に伴う WUA-L 図

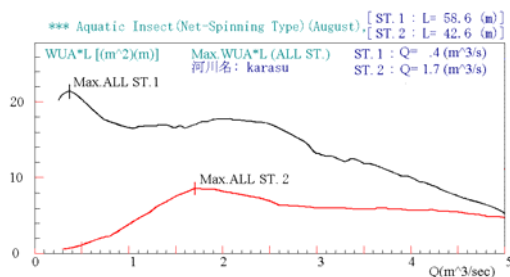


図-6 烏川流量変化に伴う WUA-L 図

分以下となった。表-3に示した曲率係数からも粒径幅が狭いのは明らかである。これは洪水により土砂が削られ粒径が小さくなったと推測される。

(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、赤谷川では実際の流量と IFIM による最適流量との差が生じた。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。これは各地点に存在する空間スケール(平瀬、早瀬)が起因しており、スケール間の構造の変化が乏しいためであると推測される。

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 P.12 - 東京大学出版会 1993
- 2) 河合真由美：底生動物を対象とした河川生息環境評価に関する研究、前橋工科大学卒業論文 2005
- 3) 肉眼的底生動物による汚水生物学的水質指数
- 4) 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
- 5) 土木学会：土質試験のてびき(改訂版)