

エクセルギー効率を用いた佐波川・芦田川の河川生態環境評価

山口大学大学院	正会員	赤松良久
山口大学大学院	学生会員	○高村紀彰
山口大学	非会員	馬場裕貴

1. 結論

生物多様性への関心が高まりつつある今日、河川及び流域全体の生態系の健全性を定量的に評価することが必要とされている。しかし、既存の BOD(Biochemical Oxygen Demand)等の水質では河川生態系の健全性の評価には不十分である。

そこで、本研究では、河川におけるエネルギー収支に着目した河川生態環境評価手法を、中国地方の一級河川である山口県佐波川と広島県芦田川に適用し、その有効性について検討する。



図-1 佐波川の観測地点

2. エクセルギー効率に基づく河川生態環境評価法

本研究では、河川内の特定地点における生態系健全性の評価手法として、生態系内のエクセルギー（有効エネルギー）に着目した評価法を用いる。本研究で用いるエクセルギー効率 η は、系内に存在する有機物及び有機体の総エクセルギー（河床堆積有機物 Ex_d 、付着藻類 Ex_a 、底生生物 Ex_i 、魚類 Ex_f ）を系外から供給されるエクセルギー（出水によって系内に供給されたエクセルギー Ex_{id} 、出水後から定常状態になるまでに供給された光エクセルギー Ex_s ）で除し以下のように表わされる。

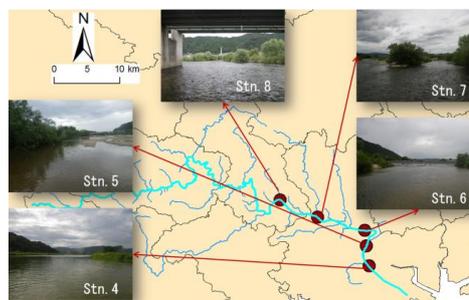


図-2 芦田川の観測地点

$$\eta = \frac{Ex_d + Ex_a + Ex_i + Ex_f}{Ex_{id} + Ex_s} \tag{1}$$

エクセルギー効率 η は、出水によって 1 に戻り時間の経過とともに減少していく。この時、生態系の健全性が保たれている系では、供給されるエクセルギーが系内の生態系で効率良く利用されるため、 η の減少が小さくなる。ここでの出水とは、河床の付着藻類が十分に剥離する程度のものとする。

3. 現地河川への適用

3-1. 現地観測概要

佐波川及び芦田川に対して、1.5 カ月に 1 回程度観測を行った。佐波川の観測地点を図-1 に、芦田川の観測地点を図-2 に示す。観測地点では、1m×1m のコドラード内の河床堆積有機物・藻類・底生生物を採取し、乾燥重量及び強熱減量を計測した。また、水深・流速・水質についても同時に測定した。

3-2. 観測結果

図-3 に佐波川および芦田川の各観測地点でのエクセルギー効率を示す。佐波川の観測日直近の出水日は、Stn.2, Stn.5 では 4/11, 7/15, 8/14, Stn.3 では 4/12, 4/26, 7/17, 8/14, Stn.4 では 4/11,4/26,7/15,8/14 である。また、芦田川の観測日直近の出水日は Stn.4~7 では 7/15, 7/20, 11/19, Stn.8 では 7/8, 11/19 である。いずれの河川においても、出水からの経過日数が小さいほど、高いエクセルギー効率をとっていることが分かる。また、芦田川の Stn.4~Stn.6 に関しては、河床が砂であった為、藻類及び底生生物は存在しなかった。佐波川においては、藻類・底生生物の現存量が多い Stn.2 及び Stn.4 で高いエクセルギー効率をとることが

キーワード エクセルギー効率, 河川生態環境評価, 生物多様性
 連絡先 〒755-861 1山口県宇部市常盤台2-16-1 TEL 083-685-9342 FAX 083-685-9301

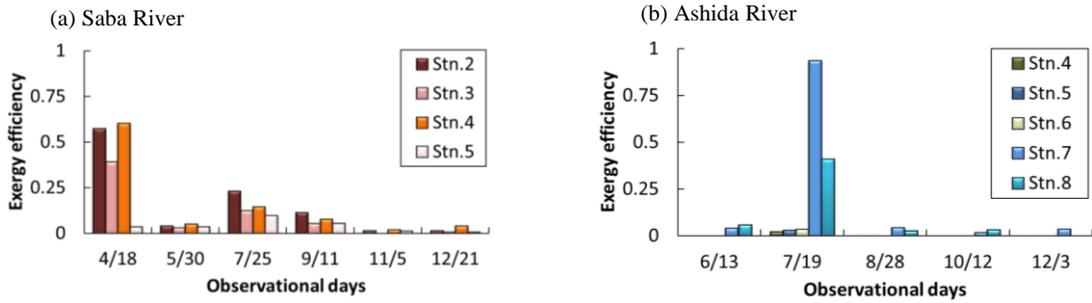


図-3 佐波川および芦田川のエクセルギー効率

分かる。芦田川においては、藻類・底生生物が存在しない Stn.4～Stn.6 で低い値を、それらが存在する Stn.7, Stn.8 では高い値を示している。

4. エクセルギー効率による河川生態環境評価考察

4-1. エクセルギー効率の推移

エクセルギー効率の推移については、河床堆積有機物・藻類・底生生物の現存量を予測し、単位時間当りの日射量を計算することで算出した。底生生物の現存量は、観測値を線形補間してその現存量を予測した。河床堆積有機物・藻類の現存量は、観測値を線形で補間するが、観測日間に出水があった場合には現存量が0になると考え、その予測値を算出した。図-4 に予測された佐波川のエクセルギー効率の時系列変化を示す。出水の頻度が高い観測地点ではエクセルギー効率が低い値で推移している事が分かる。また、佐波川および芦田川の各観測地点の観測期間の平均のエクセルギー効率を表-1 に示す。

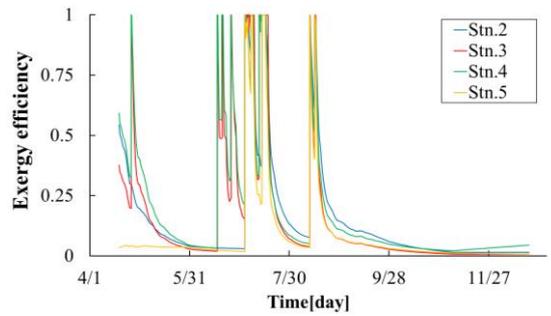


図-4 佐波川のエクセルギー効率の時系列変化

表-1 各地点の観測期間平均のエクセルギー効率

Saba River	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5	
		0.147	0.157	0.188	0.090
Asida River	Stn.4	Stn.5	Stn.6	Stn.7	Stn.8
		0.039	0.039	0.040	0.143

4-2. 有効性の検証

佐波川および芦田川の各観測地点におけるエクセルギー効率と全窒素 (T-N) および底生動物の Simpson の多様度指数の比較を図-5 に示す。なお、エクセルギー効率は表-1 に示された平均値を、T-N は観測期間中の平均値を用いた。底生生物の Simpson 多様度指数は 国土交通省河川水辺の国勢調査の結果をもとに算出した。T-N が高いところではエクセルギー効率の値が低く、多様度指数の高いところではエクセルギー効率が高い値をとっていることから、エクセルギー効率では水質および生物多様性による評価と全体的な傾向は一致している。図-6 にエクセルギー効率と T-N の流下方向への変化を示す。Stn.4 と Stn.5 では T-N ではほとんど違いが見られないが、エクセルギー効率では明確な違いがあることがわかる。

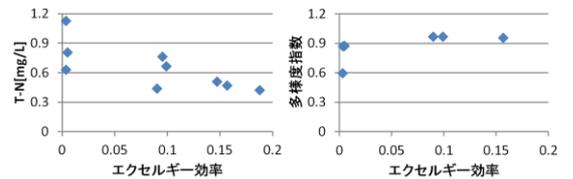


図-5 エクセルギー効率と T-N および多様度指数の比較

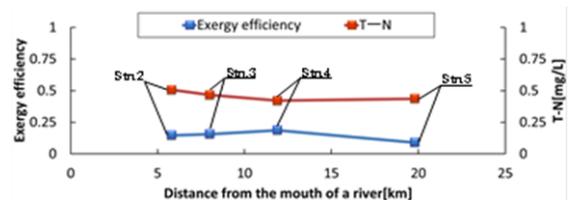


図-6 佐波川における T-N とエクセルギー効率の比較

5. まとめ

エクセルギー効率を指標として河川生態系の健全性を定量的に評価することが可能であることが示された。また、従来の水質や生物多様性では表せない河川生態環境の違いを表現可能であることも明らかとなった。