

水質およびエクセルギー効率による佐波川の河川環境評価

山口大学大学院生 学生会員 ○睦田 昌平
 山口大学大学院准教授 正会員 赤松 良久
 山口大学学術研究員 非会員 乾 隆帝

1. 結論

地球環境や生物多様性への関心が高まりつつある今日において、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求められている。しかし、現在主流となっている BOD(Biochemical Oxygen Demand)等の水質を用いた評価法では不十分である。

そこで、本研究では、中国地方の一級河川である佐波川(山口県)において、水質およびエクセルギー(有効エネルギー)効率に着目した河川環境評価を行う。

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の健全性の評価手法として、生態系内のエクセ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 , 底生動物 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) で除したもので表わされる。(式(1))

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

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為、 η の減少が小さくなる。生態系の健全性が損なわれている系では η が低い値で推移する。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をいう。

また、系内に存在する有機物及び有機体の総エクセルギーを算出する際に、各乾燥重量に乗ずる係数があり、藻類ではデトリタスの 3.4 倍、底生動物では 144 倍、魚類では 344 倍と、生態系上位者ほどエ

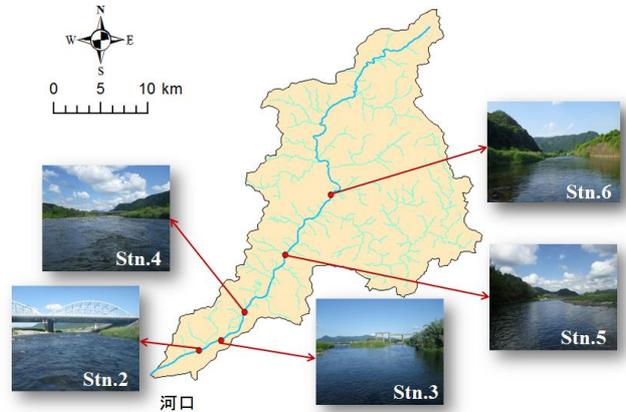


図-1 佐波川観測地点

クセルギーが大きくなる。

3. 現地河川への適用及びその結果

3-1. 現地観測概要

佐波川を対象河川として、2013年6月から2013年12月にかけて2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・付着藻類・底生動物を採取し、乾燥重量及び強熱減量を計測した。また、水深・流速・水質(T-N, T-P, NO₃+NO₂-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P, DO, pH, TDS)を測定した。さらに、魚類調査も実施した。8月11日から13日にかけて、各観測地点で潜水目視調査を行い、魚類の個体数を記録して調査面積で除することにより、魚類の密度を算出した。さらに、佐波川水系内の3

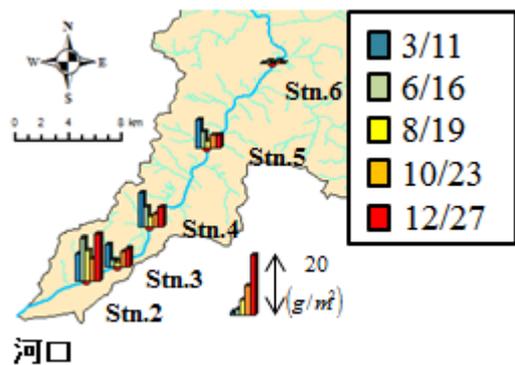


図-2 河床堆積有機物量の時系列変化

キーワード 河川生態環境評価 エクセルギー効率 佐波川

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9342

地点において、電気ショッカー（LR-24 型、スミスルート社）を用いて実際に魚類を捕獲して体重を測定することにより、各種の1個体当たりの平均体重を算出した。求めた魚類の密度と平均体重を乗じて、各観測地点の魚類の単位面積当たりの重量を算出した。

3-2. 観測結果

各観測地点における河床堆積有機物、付着藻類量、底生動物量の時系列変化をそれぞれ図-2, 3, 4 に示す。河床堆積物は Stn.2、藻類は Stn.3、底生生物は Stn.2 と Stn.4 で多い傾向が見られた。また、魚類に関しては、Stn.3 と Stn.4 での単位面積当たりの重量が高い値を示した。

これらの観測データを元に算出したエクセルギー効率を図-5 に示す。佐波川の観測日直近の出水日は、2012年8月14日、2013年5月29日、7月6日、9月5日、10月25日であった。図-5 から読み取れるように、出水からの経過日数が小さいほど、エクセルギー効率が高い値になることが分かる。

佐波川では、全ての観測日で Stn.2 と Stn.4 が他の地点と比べて高いエクセルギー効率を示している。その要因として、底生動物と魚類が多く生息していることが挙げられる。

4. 水質とエクセルギー効率による評価の比較

佐波川各観測地点における観測期間中の T-N の平均値とエクセルギー効率の平均値の比較を図-6 に示す。一般に T-N が高いほど水質が悪化していると考えられ、佐波川の T-N は生物の生息に悪影響を与えるほど高い値ではない。また、河口からの距離で見ても T-N はあまり変化がないが、佐波川のエクセルギー効率は Stn.4 および Stn.5 の値が大きく変化している。このことから、エクセルギー効率は水質で表すことができない河川の生態系の健全性の違いを評価することが可能であると言える。

5. まとめ

本研究では、佐波川に対してエクセルギー効率を用いた河川生態環境評価を適用した。この結果、エクセルギー効率を用いて河川生態系の健全性を相対的に評価することが可能であることが明らかになった。また、水質では表せない観測地点ごとの河川生態系の健全性の違いを、エクセルギー効率によって表現可能であることが示された。

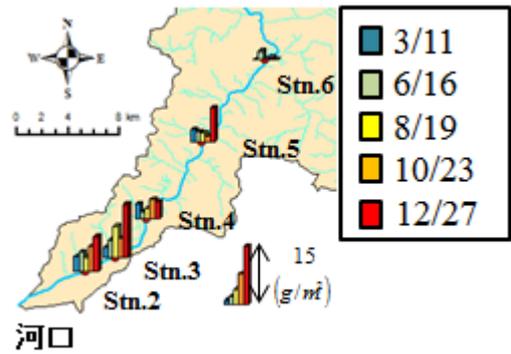


図-3 付着藻類量の時系列変化

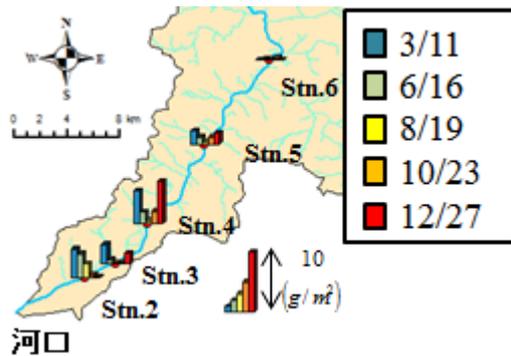


図-4 底生動物量の時系列変化



図-5 佐波川のエクセルギー効率

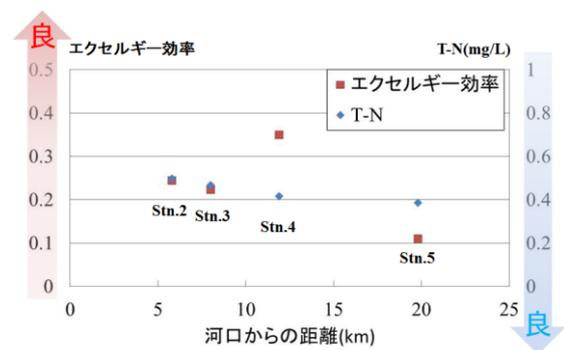


図-6 佐波川の T-N とエクセルギー効率の平均値の比較