

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、河川におけるエネルギー収支に着目した河川環境評価手法を、中国地方の一級河川である佐波川(山口県)と近畿地方の一級河川である揖保川(兵庫県)に適用し、河川生態環境評価を行う。

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(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、底生生物では144倍、魚類では344倍と、生態系上位者ほどエ

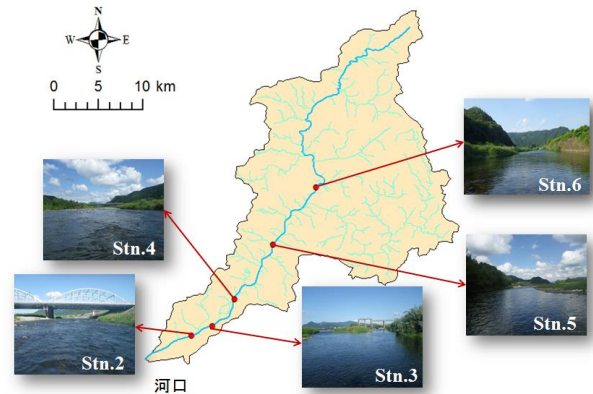


図-1 佐波川観測地点

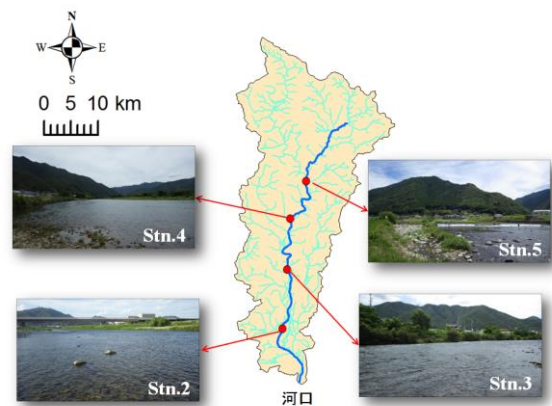


図-2 揖保川観測地点

クセルギーが大きい事を示している。

3. 現地河川への適用及びその結果

3-1. 現地観測概要

佐波川及び揖保川を対象として、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、揖保川の観測地点を図-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(T-N, T-P, NO₃+NO₂-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P, DO, pH, TDS)を測定した。

佐波川においては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

観測を行った結果、佐波川の河床堆積物は 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、魚類調査を行った結果、Stn.3 と Stn.4 で単位面積当たりの重量が高い値を示した。揖保川の河床堆積物は Stn.2, Stn.4, Stn.5 で、藻類は下流ほど多い傾向が見られた。揖保川の底生生物は全体的に少ない傾向にあった。

観測データを元に算出したエクセルギー効率を図-3(佐波川)、図-4(揖保川)に示す。佐波川の今年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-3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、エクセルギー効率は高い値をとっていることが分かる。

佐波川においては、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とっている。その要因として、底生生物と魚類が多く生息していることが挙げられる。

揖保川の今年の観測日直近の出水日は、7月5日、9月16日、10月25日である。出水からの経過日数が少ない7月19日が他の観測日に比べ、高いエクセルギー効率となった。また、10月8日のエクセルギー効率が低いのは、9月15日の台風18号の影響で河床変動が起こり、底生生物量が減少したためと考えられる。また、揖保川におけるエクセルギー効率が佐波川に比べて全体的に低いのは、魚類を考慮していないためであると考えられる。

4. 水質との比較

佐波川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-5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 はほとんど変化がないが、佐波川のエクセルギー効

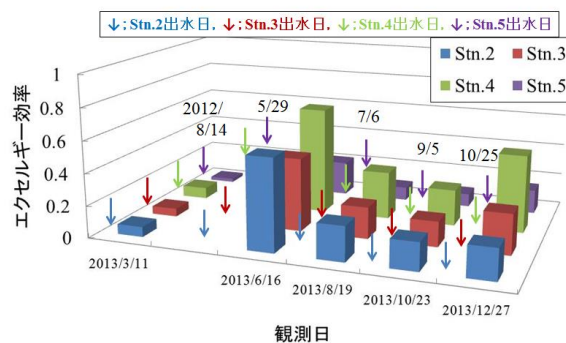


図-3 佐波川のエクセルギー効率

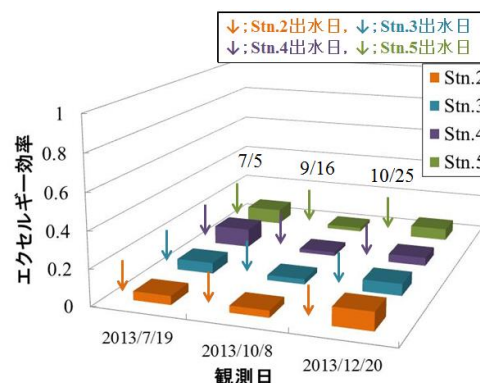


図-4 揖保川のエクセルギー効率

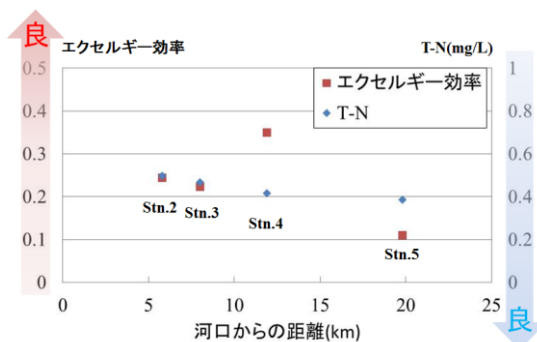


図-5 佐波川の T-N とエクセルギー効率の平均値の比較

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、佐波川と揖保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。