

溪流における減水が生態系に及ぼす影響とその評価に関する研究

九州大学工学部	学生会員	大山 璃久
九州大学大学院工学研究院	非会員	一柳 英隆
九州大学大学院工学研究院	正会員	林 博徳
熊本大学工学部	正会員	皆川 朋子
福岡県保健環境研究所	非会員	中島 淳
九州大学大学院工学研究院	フェロー会員	島谷 幸宏

1. 背景および目的

現在、世界中で化石燃料に代表される枯渇性エネルギーから持続可能なエネルギー変換の必要性が指摘されている。国内においても枯渇性エネルギーに代わる自然エネルギーの導入、技術の発展が期待されている。中でも発電単価が安く、発電量も安定している小水力発電に対しては注目度が高く、今後多くの場所で小水力発電施設の導入が進むと思われる。小水力発電では、砂防堰堤などを用いて取水するため、河道本流に一定の減水区間が生じる。減水は、減水区間において様々な物理環境、生物環境に変化、影響を及ぼすものと思われる。この減水による生態系の変質に対する対策として、「維持流量」の設定が行われており、 100km^2 あたり $0.1\sim 0.3\text{m}^3/\text{s}$ の維持流量の確保が国土交通省からの通達として出されている¹⁾。しかし、これは必ずしも科学的な強い根拠をもって策定された値ではない。海外では底生生物を対象とした研究が見られ、数か月程度の実験的な減水が、付着藻類、底生生物へ与える影響を評価しているものの^{2,3)}、日本の河川での影響は明らかにされていない。とくに長期的な影響は不明である。そこで本研究では、現在稼働している小水力発電施設の減水区間と、減水がない自然区間との比較を行うことで、日本の小溪流における取水に伴う減水に対する物理環境と生物環境への影響、関係性を定量的に明らかにすることを目的として研究を行った。

2. 調査地

研究対象地は鳥取県を流れる一級河川千代川の支流加地川とした。加地川には1994年から稼働している加地発電所が存在し、発電施設取水口の上下流に調査対象区間を設けた。下流側に減水区間、上流側に自然区間をとり、調査区間延長はそれぞれ150mとした(図1)。なお、本調査は2012年11月26-29日にかけて実施し、



図1 調査対象地

調査時の流量は、自然区間が $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 、減水区間が $0.92\text{m}^3/\text{s}$ であった。

3. 調査方法

3-1 ハビタット分類

溪流は大きな岩から小さな石まで様々な粒径、それに伴った水深、流速が存在する。本研究では、形状、岩の大きさなどをもとにして4つの特徴だったハビタット(瀬、カスケード、プール、よどみ)に分類した(図2)。



図2 ハビタット分類 (赤：瀬，青：よどみ，緑：カスケード，橙：プール)

3-2 物理環境調査

減水区間および自然区間において分類したハビタットごとに $1\text{m}\times 1\text{m}$ 四方のコドラートを5地点ずつ、各区間20地点の計40地点設定した。その各コドラート内の3点で水深、流速を計測した。

3-3 生物調査

上記のコドラートにおいて、メッシュサイズ 0.25mm のDフレームネットを用いて1分間キック&スイープ法によって採集を行った。サンプルはエタノール固定・保存し、研究室に持ち帰った後、含まれる底生動物(大型無脊椎動物)を同定した。

4. 調査結果

4-1 物理環境

減水区間、自然区間それぞれで得られたハビタットごとの水深を折れ線グラフおよび流速を棒グラフとして図3に示した。減水区間と自然区間で大きな差は認められなかった。ただし、減水区間では瀬とプールにおいてやや流速が遅くなる傾向があった。

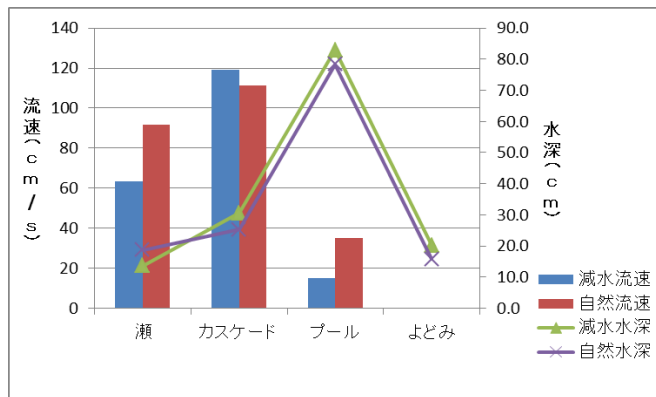


図3 流速・水深

4-2 底生動物密度と群集組成

ハビタットごとの底生動物密度を図4に示した。密度はすべてのハビタットで自然区間のほうが大きかった。また、ハビタットごとの出現種の群集組成をユークリッド平均距離に基づきUPGMAによってクラスターリングし、デンドログラムを図5に示した。減水区間と自然区間と比較した場合、同じハビタットの群集組性は類似し、すべて同じクラスターに含まれた。また出現種に関して、特に顕著であったものが、瀬におけるヒラタカゲロウ科、カスケードでのアミカ科、よどみでのモンカゲロウ科および、トンボ類の幼生であった。

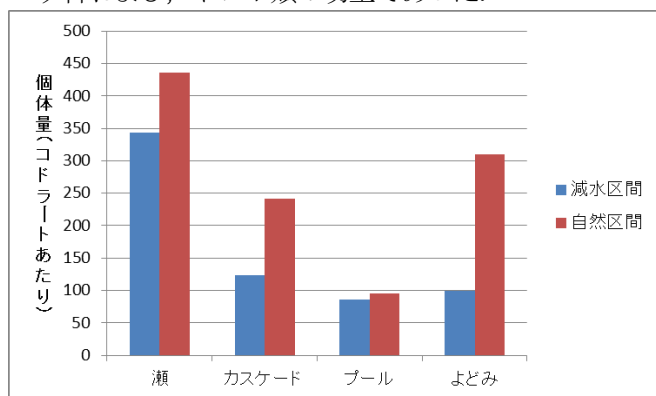


図4 ハビタットごとの平均個体数

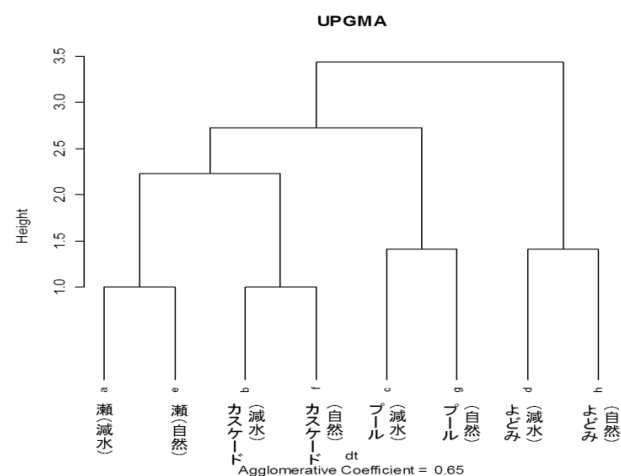


図5 底生動物群集構造のデンドログラム

5. 考察と今後の課題（減水区間と自然区間の比較）

5-1 出現生物種

図5より、群集組成レベルの比較では、減水区間と自然区間の間には、大きな差が見られないことが分かる。この傾向は、取水が行われて全体の流量が減少しても、各々の生物が好むハビタットが維持されていれば、群衆レベルでの影響は小さいことと示唆するものと思われる。

5-2 減水、自然区間における密度差

本研究では、自然区間の密度が、減水区間の密度より大きいという結果が得られたが、各地点における密度をもとにT検定を行った結果、平均密度には統計的な有意差は認められなかった。一方、既往研究では、減水後では、流量減少に伴い水面幅が狭くなり、水生昆虫の生息範囲も狭まるので、一時的に生物が水面内に密集するため密度は増加するとの報告がある³⁾。本調査地では、取水を開始後数年が経過した後に調査を実施したので、生物が本来の自然密度分布に落ちついていたため、各区間における密度に差はなかったと考えられる。しかし、本研究では、区間内全体の総個体量を評価できていない。故に、今後においては区間内でのハビタット面積を計測することで、対象区間全体のハビタット別個体量や調査区間全体での生物総量等を比較していく必要がある。

5-3 取水に伴う流量減少が生態系へ与える影響度

本研究の調査結果では、小水力発電に伴う流量減少は、底生動物の生息に大きな影響を与えないことが示唆された。しかし、一般に河川およびダムでは一定の維持流量が定められており、その維持流量以下になると、生物の種数や個体数の減少などの影響が生じるとされている。本研究対象河川加地川の、取水量は $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 程度であり、平水流量時の約50%に相当する。減水量の割合によっては、生物への影響も変化することが予想される。今後の課題としては、取水割合の異なる河川で本研究と同様の調査を行い、減水割合と生物の応答について明らかにすることがあげられる。さらには、水生生物のほかにも魚類、鳥類等への影響評価も行っていく必要がある。また、本研究では1季節のみでの評価となった。昆虫、魚類などは春、夏になると活発に活動するため、各シーズンにおけるデータをもとに評価を行う必要がある。

本調査時は一定期間降雨が続いた後の調査であったので、流量が自然区間で $1.0\text{m}^3/\text{s}$ と豊水流量よりも大きい値となっている（加地川の豊水流量： $0.45\text{m}^3/\text{s}$ 、平水流量： $0.26\text{m}^3/\text{s}$ 、低水流量： $0.18\text{m}^3/\text{s}$ 、渇水流量： $0.10\text{m}^3/\text{s}$ ）。正確な評価を行うためには、物理環境についても、年間の変動について把握評価する必要がある。

6. 参考文献

- 1) 国土交通省 河川環境課(2007):正常流量検討の手引き
- 2) A. B. W. James, Z. S. Dewson, and R. G. Death(2006):The effect of experimental flow reductions on macroinvertebrate drift in natural and streamside channels
- 3) Z. S. Dewson, A. B. W. James and R. G. Death(2007):Invertebrate responses to short-term water abstraction in small New Zealand streams