

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 25 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651026

研究課題名(和文) 小溪流に設置した小水力発電施設が生態系に及ぼす影響と評価に関する研究

研究課題名(英文) Flow reduction impact on mountain ecosystem caused by small hydropower plant

研究代表者

島谷 幸宏 (SHIMATANI, YUKIHIRO)

九州大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：40380571

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小水力発電の減少が生態系に与える影響を定量的に評価した。加茂川(取水率50%)において、減水による底生動物現存量、及び生物の群集構造への影響はなかった。加茂川(取水率78%)において、減水によってハビタットによっては減水区間にて底生動物個体量、及び分類群数が減少した。減水により高流速地点が消失し、流速が速い、飛沫帯の発生するハビタットの減少、そしてそのようなハビタットを好む種の現存量低下につながる。鳥類に着目すると、夏季に比べ、平常流量の少ない冬季において取水による減水の影響が大きくなる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Due to the recent energy problems in Japan, renewable energy, especially micro-hydropower generation has attracted much attention. However, there are few researches about impacts of micro-hydropower generation plants on mountainous riverine ecosystems in Japan. In the present study, we evaluated how water abstraction associated with micro-hydropower plants change the community structure of benthic animals, riverine birds, and the physical habitats in four mountain streams.

1. Community structure of benthic animals in all habitats didn't change significantly by flow reduction in the Kaji River, but some changed in the Kamo River. That difference of impact was caused by the structures of each intake weir. 2. In Kawatsuki River, fast spots and species which like fast spot were decreased in impact reach. 3. In Midori River, riverine birds are more influenced significantly in winter than in summer by flow reduction.

研究分野：河川環境

キーワード：小水力 溪流 環境影響 底生動物 維持流量

1. 研究開始当初の背景

自然エネルギーへの転換が大きな社会的な課題となっており、今後小水力発電は急速に普及拡大するものと考えられる。一般的な流れ込み式の小水力発電では、勾配のある溪流河川から取水堰を用いて取水し、導水によって落差を生じさせ発電機を回すことで発電する。このとき流量が減少する区間が発生し、その区間では流量減少に伴って水域面積や局所の流速や水深が変化し、それが生息する生物に影響を与えると考えられる。国土交通省は「正常流量検討の手引き」として、動植物の生息や景観等に配慮して正常流量を検討するガイドラインを示しているが、動植物の生息に必要な流量、水理条件については科学的知見に乏しいのが現状である。わが国ではこれまで、大規模ダム建設が生態系に与える影響として、主に水質、流量の平滑化、流砂の遮断と粗粒化等が注目されてきた。谷田・竹門はダムによる流量減少が底生動物の群集構造に与える影響として、生息可能面積の減少、高流速環境の消失や減少により生物多様性や生産性の減少を引き起こすことを示唆している。海外では James らが、減水の大型無脊椎動物に与える影響を報告しているが、減水の期間が短く、減水開始後の一時的な攪乱の影響を捉えている可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、減水後長期が経過している取水率の異なる2本の河川における影響度の比較、取水開始事前後における物理・生物環境の変化、及び生態系において上位である鳥類を対象とした取水・放水による流量変動の影響を通して、減水が実際に溪流生態系や生物多様性にどのような影響を与えるのかを定量的に評価し、小水力発電設置における留意事項の提示を目的とする。

3. 研究の方法

鳥取県を流れる一級河川千代川水系の支流である加地川、および岡山県を流れる一級河川吉野川水系である加茂川を対象地として行った。取水率は湯水流量比で加地川が50%、加茂川が78%である。各河川において、取水により流量が減少している区間を「減水区間」、取水堰上流側に減水の起こっていない区間を「対照区間」として設定した。各区間延長はそれぞれ150mである。流況や粒径、景観的な特徴をもとに調査対象区間を Grant らの研究を参考に、加地川では4種類のハビタット(カスケード、瀬、プール、よどみ)に分類した。加茂川では、より詳細に7種類のハビタット(ステップ、カスケード、早瀬、平瀬、プール、かけあがりの瀬、よどみ)に分類した。各調査区間において、底生動物調査及び流速、水深の計測、河床材料の記録を行った。

2014年4月に流れ込み式発電が稼働し川から取水を行っている福岡県糸島市を流れる川付川を対象に、取水がない区間を Reference 区間、減水がある区間を Impact 区間として、7種のハビタット(ステップ、カスケード、早瀬、平瀬、かけあがりの瀬、プール、よどみ)に分類し、底生動物調査、物理環境尾調査を行った。取水率は57%である。

熊本県山都町を流れる1級河川緑川水系緑川を対象河川として Impact 区間、Reference 区間とし各区間にそれぞれ6台のビデオカメラを設置し、日の出直後2時間(採餌が最も盛んと考えられる時間帯)を撮影、採餌頻度を記録した(3回:2013年12月,2014年7月,12月)。

各区間の河道内におけるカワガラスを含む鳥類の糞の個数をカウントした。

ビデオ撮影にて鳥類が採餌のために潜水を行ったポイントを記録し、現地にて潜水地点の物理環境(流速、水深、河床材粒径、潜水地点から最も近い石の距離)を測定した。

また、採餌頻度の高い 80m 区間の地形測量を行った。測定した物理環境データをもとに一般化線形モデルにより採餌選好モデル式を作成、および測量データをもとに 2 次元水理モデルを用いて減水環境を表現した。さらに水理モデル、および選好モデル式を組み合わせることで区間全体の採餌選好度を WUA 換算した。取水率は夏季が 66%、冬季が 82%である。

4. 研究成果

加地川では、プールの流速について対照区間がコントロール区間に比べ有意に大きい。加茂川では、かけあがりの流速、カスケードの水深について対照区間の方が有意に大きかった。河床材料割合に関して、加茂川において、ステップ、カスケードにおける減水区間の岩盤の割合、およびプール、よどみにおける対照区間の砂の割合がもう一方の区間に比べ大きい。

底生動物群集に関して、分類した各ハビタット地点内で出現した生物の分類群数、個体数を図 1 ~ 4 に示す。加地川において、すべてのハビタット種に関して対照区間と減水区間で生物の分類群数の有意な差はなかった。また、よどみにおいて対照区間の

生物密度が減水区間に比べ有意に小さかった。加茂川において、分類群数はステップ、カスケード、平瀬、早瀬、よどみに関して対照区間の方が減水区間より有意に多かった。また、密度はステップ、カスケード、早瀬、よどみに関して減水区間に比べ、対照区間に

対して有意に大きかった。

加地川では分類群数が減少していなかったが、加茂川ではいくつかのハビタットにて分類群数が減少していた。加茂川における各ハビタットについて特に抜け落ちた種に着目する。特に対照区間に比べ減水区間で大きく個体数が減少した種はフタスジモンカゲロウ、ミドリカワゲラ（よどみ）であった。ミドリカワゲラ、フタスジモンカゲロウの減少に関して、両種は流れの遅い砂泥底を生息適地としている。河床粒径の結果より、プール、及びよどみにおける砂等の小さな粒径割合が減少している。以上より、ミドリカワゲラ、フタスジモンカゲロウの 2 種の生息適地が減少したため、現存量が減少したと考えられる。加茂川における減水区間の砂割合が少なかった要因は加茂川における取水堰が大規模砂防ダムで

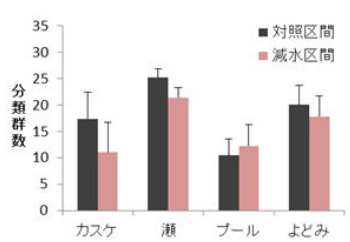


図 1 加地川 出現生物分類群数

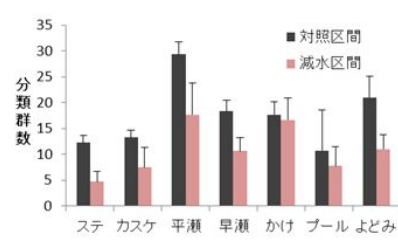


図 2 加茂川 出現生物分類群数

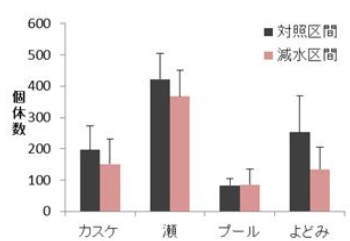


図 3 加地川 出現生物個体数

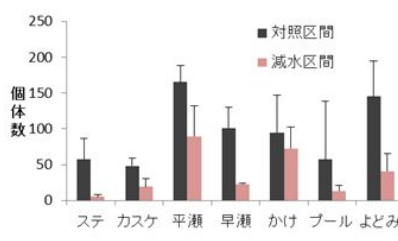


図 4 加茂川 出現生物個体数

あり、下流への土砂供給を大きく制限していたと考えられる。

川付川における各ハビタットにおける底生動物群集の Taxa 数、及び密度を図 5、図 6 に示す。Taxa 数に関して、に比べ、Reference 区間のステップ, Impact 区間の早瀬において取水前後で有意に増加してい

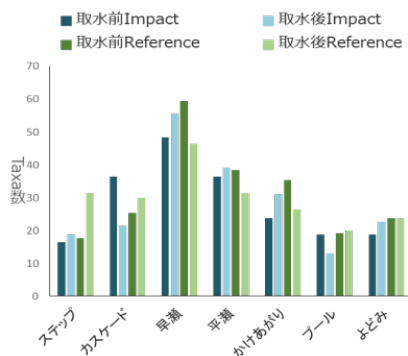


図 5 Taxa 数

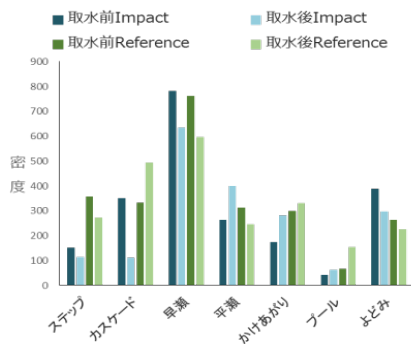


図 6 密度

た。また、密度に関して、Impact 区間のカスケードにおいて、取水前後で有意に減少していた。また、Impact 区間のステップ、カスケード、かけあがりにおいて取水前後の群集構造非類似度が大きかった。

物理環境に関して、Impact 区間の取水前後の流速、水深の関係を図 7 に示す。Impact 区間ステップ、カスケードにおいては取水前のほうが取水後、水深に関して、Impact 区間のステップ、カスケードにおいて取水前のほうが取水後に比べて大きかった。水深に関して、ステップ、早瀬

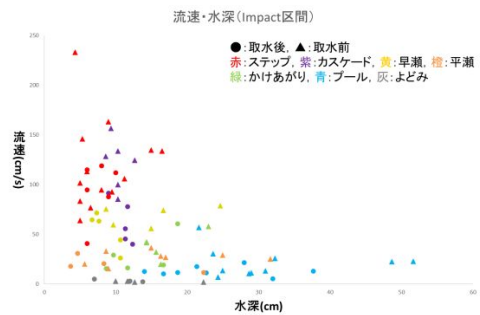


図 7 Impact 区間における流速・水深において Reference 区間よりも Impact 区間において減少の応答が大きかった。

以下に考察を述べる。本章では、流速が速いとされるハ

ビタット（ステップ、カスケード）において取水に伴う減水によって流速が小さくなる傾向が見られ、同ハビタットにおける底生動物群集構造も減水前後で大きく異なっていた。各ハビタットで確認された生物種に着目すると、ステップ、カスケードでは急流、あるいは飛沫帯を好む種が減少していることも明らかとなった。以上の結果より、減水により高流速地点の消失が起こり、ハビタットの多様性が失われ、ハビタット消失に伴い特定種の個体数減少につながったことが考えられる。

緑川におけるビデオ調査、及び糞数カウント調査における結果を図 8、9 に示す。ビデオ調査結果より、夏季は区間によって採餌頻度の違いはなかったが、冬季は Reference 区間に比べ Impact 区間における採餌が少なかった。糞調査において冬

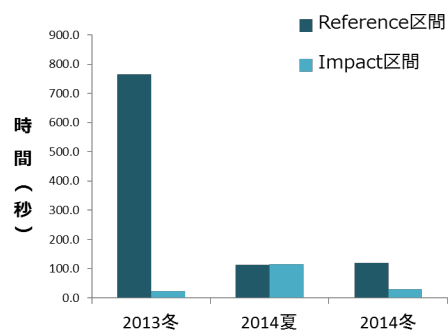


図 8 河道内滞在時間

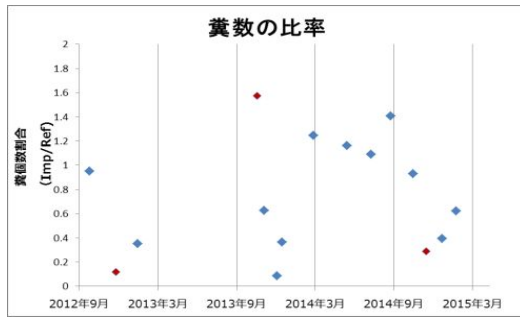


図9 糞数の比率

冬季は Impact 区間における糞数が Reference 区間に比べて少なかった。一方で夏季は Reference 区間と Impact 区間における糞の数は同程度であった。

作成した選好モデル式，および2次元水理計算モデルにより，流量変動による採餌選好面積の算出を行った結果を図10に示す。夏季の平常流量：2.02t，冬季の平常流量は1.62t，それぞれ取水量は1.33tであった。この時減水による採餌選好総面積の減少量は夏季が152.4 m²，冬季が220.5 m²となり，冬季における減少量が夏季に比べ大きかった。

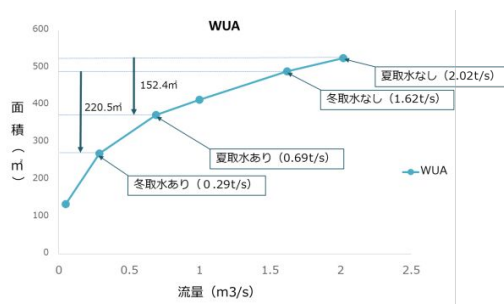


図10 WUA (重み付き利用可能面積)

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 4 件)

大山璃久，一柳英隆，林博徳，皆川朋子，中島淳，島谷幸宏，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，平成24年度 西部支部研究発表会，熊本市，2013年3月

大山璃久，一柳英隆，林博徳，佐藤辰郎，皆川朋子，中島淳，島谷幸宏，小水力発電のた

めの取水が溪流生態系に与える影響 ～鳥取県加地川加地発電所の事例～，応用生態工学会第17回，大阪府，2013年9月

大山璃久，一柳英隆，佐藤辰郎，島谷幸宏，小水力発電による減水がカワガラスの採餌行動に与える影響について -熊本県緑川を事例として- 応用生態工学会第18回，東京都，2014年9月

Riku Oyama, Tasturo Sato, Hidetaka Ichianagi, Hironori Hayashi, Yukihiro Shimatani, EVALUATION OF FLOW REDUCTION IMPACT ON RIVERINE ECOSYSTEM CAUSED BY MYCRO HYDROPOWER GENERATION, URBIO2014, Incheon, Korea, 2014. 10

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島谷幸宏 (Yukihiro Shimatani)

研究者番号：40380571