

令和元年6月13日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2014～2018

課題番号：26310301

研究課題名(和文)量・質・エネルギー・環境を考慮した水利用の評価手法と合理的な水利調整の開発

研究課題名(英文) Study on unified evaluation frameworks for various water uses, considering quantity, quality, energy and environment

研究代表者

小林 久 (Kobayashi, Hisashi)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号：80292481

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：発電、農業、漁業等の多様な水利を対象に、機能を量、質、エネルギー的消費と河川環境維持に分け、それぞれを評価し、水利調整のあり方について考察した。調査対象とした米原市姉川の水利に関しては、「姉川における利水と調整の歴史」を取りまとめた。取水による減水の魚類・底生生物に及ぼす影響を調査し、減水の影響を定量的に示すとともに、平面2次元流モデルによる流況推測に基づき、水深、流速、底質を魚類選好性の環境因子とする生息場評価と利用可能面積から取水の魚類生息場へ与える影響を定量化するアプローチを開発した。また、ダム撤去政策の分析から水利政策の評価に既得権の位置づけを明らかにすることの重要性を指摘した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

循環する水の利用は、地域の社会および生存の基盤を構成する重要な資源で、水の占有が社会的合意と社会秩序形成と密接な関係があることを、農業水利間での調整、発電水利追加時の調整などの実際の経緯の把握、取りまとめを通して示すことができた。また、河川環境の評価に関して魚類生息場の評価手法を提示し、水利にともなう取水による減水の影響評価に適用できる科学的支援の可能性を示した。さらに、利水調整などにおいて既得権が大きな課題・制約になってきたことを明らかにしたうえで、水政策の検討において、既得権の位置づけを明らかにすることの重要性を示した。

研究成果の概要(英文)：We studied an applicable water use to adjust framework by considering the functions of water use in quantity, quality and energy consumptions, and river environment maintenance. The water use adjustment process and method of Ane River in Maibara City were studied and compiled as the "History of water use and adjustment in Ane River". The effects of water reduction due to water intake on fish and benthic organisms are investigated, and it was quantitatively clarified that the effects of water reduction on fish size. Continuously, the river flow was simulated by using a two-dimensional flow model depth, and an approach has been developed to quantify the impact of river water reduction due to water intake on fish habitat in both quality habitat place and its available area. In addition, the importance of clarifying the position of vested rights in the evaluation of water use policy was also pointed out from the analysis of dam removal policy.

研究分野：農村計画学

キーワード：水機能 水利秩序 水利権 河川環境 水力

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 水利用は暮らしに直結し、多様で多数の関係者が関わる調整といった社会的な合意による資源占有の側面をもち、水利調整には資源分配としての合理的な説明が必要となる。一方で、水利用は水循環の一部を構成するので、その合理性は水循環の健全性や循環過程における有効性という切り口を含めて評価することが求められていると考えられた。

(2) 水力など再生可能エネルギー資源を利用する権利が地域にあるとする考え方が条例制定などを通して示され、個別の利用に対してどのような地域資源の所有権利用権と保全の考え方が必要か、合理的な分配はどのような考え方に基づくべきかなどについて検討することが求められていると考えられた。

(3) 水資源の利用に関しては、渇水や洪水などに影響されること、一方で水環境や地域社会に影響を及ぼすことなどから、影響の定量化・評価や制度的な問題抽出・改善方策に関する知見の蓄積が、合理的な水利調整のあり方を検討する上で重要であると考えられた。

2. 研究の目的

本研究は、多様な水利用を量的（かんがい、飲用など）、質的（希釈、排水汚濁など）、エネルギー的（水力など）な消費などに分類した上で、次のような課題を設定して、環境・社会性を統合した合理的な水利調整のあり方について考察することを目的とした。

(1) 水利による影響を河川環境維持の観点から調査分析する。

(2) 競合・共生の実態把握を行って水利の社会的影響について考察する。

(3) 各種水利・水の機能劣化・富化評価の考え方を提示する。

(4) 水利用における制約や原則などを検討する。

(5) 水循環の健全性や循環過程における有効性と観点からの合理的な水利調整のあり方を考究する。

3. 研究の方法

農業水利と水力発電の水利調整の実態を確実に把握できる現地の協力体制整備が行えることを前提に調査対象地を選定し、(1)～(4)の検討を行って、新たな水利用が追加される場合の水利調整のあり方を検討する。

(1) 河川環境の調査・分析：適切な調査区間を設定し、季節、流量変動や魚類の産卵期などを考慮して、生物、河川・流況に関する調査を行い、取水による影響の分析に資するデータを蓄積する。

(2) 水利の変遷と調整過程の把握：水利の変遷や調整、競合する発電水利の追加にともなう調整過程について調査・把握するとともに、ワークショップ等の開催を含め地域の水利関係者から水利の問題・解決策などを聞き取る。

(3) 水利の影響の定量化：河川調査の結果を用いて取水の河川環境に及ぼす影響を定量化する手法について検討する。

(4) 水政策の分析評価における社会・経済的視点：ダム撤去など既存水利に対する水政策の変更などを対象に、利用実態に対する影響を調査し、合理的な水利調整について考察する。

4. 研究成果

(1) 河川環境・生物の調査

農業用水および発電用水の取水の影響を受ける滋賀県米原市の姉川の中・上流部を対象に選定し、資料調査および聞き取り調査に基づき、観測・観察を行う2点を設定して、河川測量、異なる時期の流況調査と魚類・底生生物調査を行うとともに、水位計および魚類、鳥類の行動を観察するためのビデオレコーダを設置して連続観察を行った。

流況調査、河川測量データは、流れを再現するためのシミュレーションモデル整備に使用した(図1)。

生物調査・観察結果は、取水による減水の影響の検討に使用した。底生生物の生息に及ぼす減水の影響は種構成や密度ともに明確な影響は確認できなかった。

しかし、魚類に関しては、優占種であるタカハヤと底生魚のカワヨシノボリの肥満度の算定

と胃内容分析から、取水に伴う減水の影響が大きい区間で肥満度の低下、空胃率の上昇が見られることなどを明らかにした(図2)。

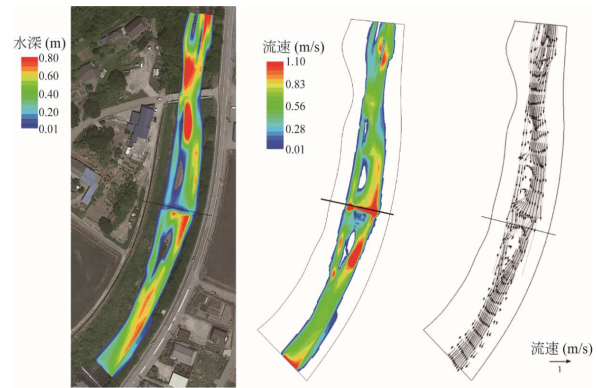


図1の流れのシミュレーション結果

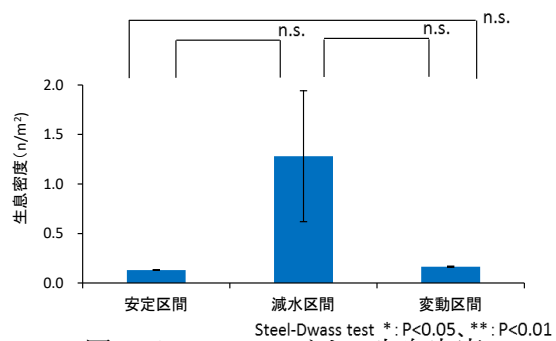


図2 カワヨシノボリの生息密度 (採捕日:2016, 10/14-15)

(2) 水利の変遷と調整過程の把握

姉川の主要な取水施設である出雲井堰を主対象に、許認可手続き、工事管理、維持管理の体制、関係者の水利調整に関わる制度、慣行、他の水利との調整などに関する資料収集、聞き取りを行い、地域の水利調整過程を整理した。農業水利に関しては、水利調整の慣行を農業水利調整令という法制度を活用することで地域の確認事項として制定することで、利水全域において最適利用できるようにしたことを明らかにした。

さらに、他の水利との調整として、用水量不足時の譲水のルール化、用水途中からの分水の合意、渇水期の取水施設運用の権利保有などが義務を負う契約書の締結により実装されていたことを示した。

また、流域内の明治以降の水力発電の導入状況を主に資料収集により把握して、発電水利の追加にともなう水利調整の過程を整理し、これらの農業水利間の契約が更新されたこと、発電のための取水により取水ができなくなった農業用水に対する発電用水路(鉄管)からの分水が契約されたことなどを把握して、水利調整にさまざまな方法があること、法制度に基づく調整が有効であることなどを明らかにした。

地区別の詳細な利水状況の調査結果を含めて、把握した内容は「姉川における利水と調整の歴史」(姉川沿岸土地改良区)としてとりまとめた。

(3) 水利の影響の定量化

利水による影響は、主に取水による減水の魚類生息場に対する影響の分析を通して検討した。河川環境・生物調査で収集したデータに基づき、第一に平面2次元流モデルにより流況を推測した(図1)。次に、調査結果からカワヨシノボリとカワムツを対象魚に選定し、魚類選好性の環境因子として、水深、流速、底質を選び、対象区間の対象魚の生息場としての質を、生息場適性指数(HSI)を用いて評価した。さらに、重み付き利用可能面積(WUA)により区間全体の生息場としての質と量を表すことで、取水による減水が河川の魚類生息場へ与える影響を定量化した(図3)。魚類生息場評価の結果、発電取水の影響が大きい区間、農業用取水の影響が強い区間を推計することができた。また、採捕結果と魚類生息場評価結果はおおむね一致し、採捕個体数が少なかったカワムツは多かったカワヨシノボリに比べて、利用可能面積が少ない傾向のあることが確認され、魚種により適した流量に明確な違いがあることが明らかになった。これらの結果からは、生息場適性指数(HSI)と重み付き利用可能面積(WUA)を用いた魚類生息場評価の手法が、発電、農業などの取水の影響評価に対する科学的支援の可能性を示していると考えられた。

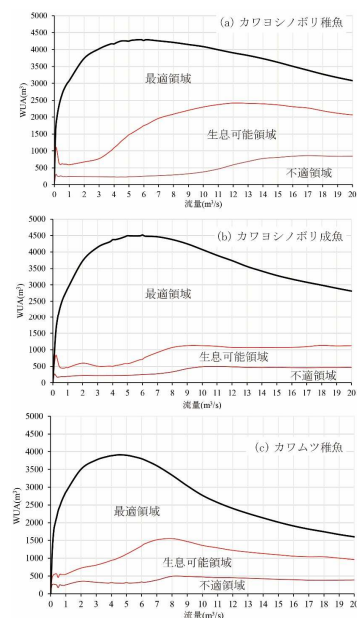


図3 流量-WUA 関係(太線)・HSI による生息場の分類

(4) 水政策の分析評価における社会・経済的視点の検討

第一に、わが国の水資源の制度や政策はどのように形成されたかについて検討し、利水政策においては、戦後旧建設省が河川政策の中央集権化を推し進めようとした反面、農業水利を監督した旧農林省はその流れに抵抗してきた。建設省と農林省はどのように交渉し、既得権がどのように保護されたのかを明らかにした。また排水政策において、排水政策を先行させていた地方はどのように中央集権化に従いあるいは逆手にとって、自身の排水政策を形成していったのかを公文書を利用しつつ明らかにした。

第二に、水資源の制度や政策はどのようにその利用実態に影響を与えているかに関して分析を行い、日本の河川政策(明治の旧河川法から昭和の新河川法)は、既得権としての農業水利への改革に踏み込むことができなかつた、そのため、既得権の権利を侵害することなく新規水量を開発することのできる多目的ダム開発に依存することになった。ダム開発への依存は、河川政策の不完全さに由来する。それと同時に、国家がこのダム開発に牽引してきた。これが、日本の河川政策の制度上の特徴である。こういった特徴をもつわが国の河川政策は、過剰なダム開発をもたらしていると批判されてきた。ダム開発費などのデータを用いた重回帰分析によって、確かに、ダム開発費の上昇や、既得権保護のための不特定用水ダムの開発コストがそうでない開発コストよりも有意に高かったこと、河川総合開発事業(補助事業含む)の開発コストが他の開発コストよりも有意に高かったことを示した。

第三に、わが国の水政策史・ダムに依拠した水資源開発の経済的帰結およびアメリカのダム撤去という既得権の改革の実態把握に基づき、水政策が新しくつくられ、変更されたとき、既得権が完全に取り払われることはなく、むしろ既得権を取り込む形で政策がつけられることが一般的であったことを明らかにした。その上で、既得権の位置づけを明らかにすることが、水政策の分析評価においてきわめて重要な論点になることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

- ① 前田滋哉・小林佳奈・皆川明子・小林久・吉田貢士・黒田久雄 (2019) : 農業用水取水の影響を受ける河川区間の魚類生息場評価、応用水文 31、31-40. 査読付き
- ② Koji Nodal (2018) "Institutional Economics as Theory of Policy Change: Impact of Past Policy Failures on Present Policy." *Journal of Economic Issues*, 52(1), 117-135, doi:10.1080/00213624.2018.1430945) 査読付き
- ③ Koji Nodal (2018) "Governance, rights, and resource development costs of water: lessons from post-war Japan." *Water Policy*, 20 (1) 189-201, doi: 10.2166/wp.2017.178.査読付き
- ④ 野田浩二 (2017) 「環境政策の哲学: なぜ旧制度派経済学は既得権を重視したのか」『一橋経済学』11 (1)、15-23. 査読なし
- ⑤ Koji Nodal (2015) "Water Pollution Control History in Japan, Effluent Standards, and Central-Local Government Relations", *Water History*, 7(3): 337-356, link.springer.com/article/10.1007/s12685-014-0122-6. 査読付き
- ⑥ 野田浩二 (2015) 「水政策過程分析の意義と可能性」『水資源・環境学会』28巻1号、16-23. 査読なし(依頼論文)
- ⑦ 野田浩二 (2015) 「有価証券報告書にみる水力発電所建設補償費等の推計」『東京経大学会誌(経済学)』第285号、27-43頁 査読なし
- ⑧ 小林久 (2015) 地域による地域のためのエネルギー戦略 -小水力、森林バイオマスの利用と農山村の生存-、環境技術 44(6)、298-303. 査読なし
- ⑨ 小林久 (2014) 再生可能エネルギーに関連する法制度の規制緩和の働き -農山漁村の豊かな地域社会形成に貢献する地域資源利用の視点から、農業と経済 80(3)、139-146. 査読なし〔学会発表〕(計14件)
- ① 小林久 (2017) 最近の日本における小水力開発、日フィリピン小水力ワークショップ 2016 (招待講演) (高松)
- ② 前田滋哉・曲渕光・吉田貢士・黒田久雄(2017) 農業用排水路における魚巢と魚溜での乱流特性と魚の推定消費エネルギー、農業農村工学会講演会
- ③ 高木翔太・前田滋哉・吉田貢士・黒田久雄 (2017) 魚巢・魚溜を有する排水路の堆砂状況調査と流砂の数値計算、農業農村工学会講演会
- ④ Ishizaki, S., Maeda, S., Minagawa, A., Noda, K., Kobayashi, H., Yoshida, K., Kuroda, H. (2017) Effect of upstream discharge regulation on fish habitat in the Ane River, 37th IHAR World Congress, Kuala Lumpur (Malaysia)
- ⑤ 野田浩二・前田滋哉・皆川明子・和田一哉・小林久 (2016) アメリカ合衆国におけるダム撤去の社会政治構造、年度農業農村工学会 (仙台)
- ⑥ 小林久 (2016) 水利の水機能と合理的な水利調整へのアプローチ、農業農村工学会 (仙台)
- ⑦ 前田滋哉 (2016) ダム撤去が河川環境に及ぼす影響の評価法に関する課題-Savage Rapids ダムの事例を中心として-、農業農村工学会 (仙台)
- ⑧ 石崎周・前田滋哉・皆川明子他 (2016) 河川における流れの数値解析による魚類生息環境の評価、農業農村工学会 (仙台)
- ⑨ 石崎周・前田滋哉・皆川明子他 (2016) 姉川中流部における流量変化が魚類生息環境に与える影響、農業農村工学会 (長野)

- ⑩ 前田滋哉・谷川響・吉田貢士・黒田久雄（2015）魚の推定消費エネルギーを用いた農業用排水路における人工魚巢の有効性評価、農業農村工学会（岡山）
- ⑪ Maeda, S., Tanigawa, H., Yoshida, K. and Kuroda, H. (2015) valuation of ecohydraulic effectiveness of an artificial fish nest in an agricultural drainage canal, E-proceedings of the 36th IHAR World Congress（オランダ）
- ⑫ Maeda, S., Yoshida, K. and Kuroda, H. (2014) Grey fuzzy optimization of total nitrogen load allocation to nonpoint sources in watershed, 11th International Conference on Hydrosience & Engineering (ICHE2014)（ハンブルグ）
- ⑬ 前田滋哉・吉田貢士・黒田久雄（2014）区間計画法を用いた面源排出負荷量の多目的最適化、農業農村工学会（新潟）
- ⑭ 小林久（2014）水の機能と社会的役割、水利用のエネルギーと水のエネルギー利用、環境科学会（つくば）
- 〔図書〕（計2件）
- ① 小林久・金田剛一（編著）、オーム社、事例に学ぶ小水力発電、2015、194
- ② 小林久、日本評論社（諸富徹編）、再生可能エネルギーと地域再生、2015、235

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：前田 滋哉
ローマ字氏名：Maeda, Shigeya
所属研究機関名：茨城大学
部局名：農学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：00346074

研究分担者氏名：野田 浩二
ローマ字氏名：Noda, Koji
所属研究機関名：東京経済大学
部局名：経済学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：30468821

研究分担者氏名：皆川 明子
ローマ字氏名：Minagawa, Akiko
所属研究機関名：滋賀県立大学
部局名：環境科学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：70603968

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：