

# 水源地生態研究会の経過と成果

Progress report of the Watershed Ecology Research Group

研究第三部 嘱託研究員 一 柳 英 隆  
研究第三部長 天 野 邦 彦  
大阪市立自然史博物館 館長 谷 田 一 三  
兵庫県立大学 教授 江 崎 保 男

ダムが生みだす生態系を科学的に把握し、水源地域の保全のあり方を探求することを目的とする「水源地生態研究会」は、水源地生態研究会議の10年間の活動を受けて2008年に設立された。水源地生態研究会は、2つの委員会（水域を中心的な対象とする水圏生態研究委員会と、陸域を中心的な対象とする陸上生態研究委員会）を設置し、研究を進めている。この2委員会の目標は、ダム湖の陸水学的特徴の理解、新しく形成されたダム湖生態系の目標と管理、ダムが下流河川生態系におよぼす影響と緩和策構築、水生生物の移動分断の影響の定量的解析、集水域がダム湖に与える影響の把握、ダム湖が周辺森林に与える影響の把握、水源地生態研究に有用なデータベースの構築が主要な目的である。本稿ではこの研究会の成果の概要を紹介した。  
キーワード：水源地生態研究会、ダム湖と河川の生態系、応用生態工学、水源地域

The Watershed Ecology Research Group was established in 2008 for the scientific researches on the effects of dams on rivers and surrounding areas and looking for an ideal state of the watershed areas for the conservation of biologically diverse river basins. Two research committees were formed within the research group. One committee mainly deals with aquatic ecosystems and the other with terrestrial ecosystems. The following subjects have been studied in the two committees: limonological feature of reservoirs; dam influences to downstream ecosystem and the mitigation of influences; fragmentation of aquatic organism populations and the viability of these populations; the ecosystem interaction between reservoirs and their surrounding forests or other catchment; construction of the database for the ecology of watersheds and reservoirs.

Key words : Watershed Ecology Research Group, ecosystem of dam lakes and dammed rivers, ecology and civil engineering, watershed area

## 1. はじめに

ダムが生みだす生態系を科学的に把握し、水源地域の保全のあり方を探求することを目的とする「水源地生態研究会」は、1998年から10年間にわたり活動した「水源地生態研究会議」を継承し、2008年5月に設立された。同研究会は、2008年度から2012年度までの5年間の成果について、2013年度にとりまとめを行った。2014年度には、それを受けて、目標の見直しと組織の改編を行い、活動を継続している。

本稿では、水源地生態研究会のこれまでの活動についてまとめる。まず、水源地生態研究会の前身である水源地生態研究会議の発足から水源地生態研究会に引き継ぐまでの状況を概観する。次に、水源地生態研究会について、目標、体制、現在までの成果等について総括する。

なお、本稿では、個人の敬称は割愛させていただ

た。また、査読を受けた論文の一覧を巻末に掲載した。煩雑になることを避けるため、本文中では、一部の図書などを除き個々の論文の引用は行わなかった。

## 2. 水源地生態研究会議の経過と成果

水源地生態研究会議の設立時およびその後の経緯については、『水源地生態研究会議の概要：ダムをとりまく自然』（水源地生態研究会議、2005）に一部記載がある。また、『水源地生態研究会議10周年報告書』（未公表資料）にも覚え書きがある。ここでは、それらをもとにまとめることにする。

### (1) 水源地生態研究会議設立の背景

1997年に環境影響評価法が成立した。同年には河川法も改正され、河川管理の目的に河川環境の整備と保全が加えられた。法整備に対応する上でも、河川に

おける人為的改変の環境影響評価や自然環境保全への取り組みが重要になった。しかし、自然環境保全を図るための基礎となる、河川生態系に関する知見、特に人為的に改変を行なった場合の生態システムの応答については、十分な知識がなかった。

このような状況のもと、広く自然環境一般について、人為的改変の及ぼす影響評価や保全・復元の具体的な手法の開発などについて取り組んでいくために、生態学と土木工学の境界分野の学問を確立することを目指し、応用生態工学研究会が1997年に設立された(2003年からは応用生態工学会)。

河川分野では、建設省河川局(現・国土交通省水管理・国土保全局)の支援を得て、河川生態学術研究会が1996年に発足した。この研究会により、河川を中心とした生態系の捉え方、保全対策のあり方などの研究・意見交換が実際の河川の現場において事業に係る形で生態学と土木工学の研究者が連携して推し進められるようになった。ただし、この研究会の主なフィールドは、国土交通省の直轄区間である大河川の中下流域が中心であった。

水源地生態研究会議は、ダム建設が河川生態系に与える環境影響評価や、ダムを含む水源地域についての環境保全対策の研究を総合的に議論する場として、ダムに関連した生態学的活動を始めつつあった4組織(森林生態研究委員会、希少猛禽類生態研究委員会、貯水池生態研究委員会、流況変動研究委員会)を統合する形で、財団法人ダム水源地環境整備センター(現・一般財団法人水源地環境センター)により、1998年に設立された。この会議は、各研究委員会がそれぞれの研究活動を行い、その情報や意見の交換、この分野の発展の方向性等の議論の場としての役割を担った。会議には、特別顧問(橘川次郎：クイーンズランド大学名誉教授)が置かれ、特別顧問は運営や研究の方向性などについてのアドバイスを行った。

## (2) 各研究委員会の設立経緯・活動・成果

### a) 森林生態研究委員会

ダムと森林の関係について考えた場合、ダム建設という人為的インパクトに対する森林生態系の応答などの動態を、自然変動も含めた上で、何に着目し、どのように評価すればよいかを研究することを目的として設立された。委員長は小野勇一(当時・九州大学名誉教授)が務めた。

この委員会は、活動当初は、個々の委員がそれぞれのテーマをそれぞれのフィールドにおいて研究した。その主な成果は以下のようなものであった。中型哺乳

類のテン*Martes melampus*を指標とした研究では、テンの採餌や移動などは河畔林に密着していることがわかった。ブナ*Fagus crenata*林のギャップ(高木が倒れるなどして樹冠に隙間が空き、林床まで光が差し込むようになった空間)に関する研究では、森林の群落構造を三次元的に定量化する方法が示され、ギャップというモザイク構造が生物群集に与える影響が示された。ダム下流における河畔林に関する研究では、河畔に生育する木本の生活史と洪水攪乱の関係が明らかにされ、それを利用したモデルによりダムによる流量調節が河畔林の更新動態に与える影響が予測された。

7年目からは、試験湛水が開始される嘉瀬川ダム(佐賀県)を共通のフィールドとして、ダム湛水によって水域-陸域の構造が改変されることによる周辺の生物多様性や生態系への影響に関する研究、および全国のダムの既存データを利用した研究が進められた。前者としては、トンボ類の生息適地モデルを利用したダム湛水の影響評価、ダム建設に伴う水没地の森林を土壌ごと移植して資源として活かす方法の検討と実施、森林性哺乳類テンのDNA分析からみた個体群動態の解析が行われた。後者のデータ活用研究としては、大型有機物片(倒流木)の単位面積あたりの流出量が中規模流域で最大化すること等が明らかにされた。

### b) 希少猛禽類生態研究委員会

森林生態系のうち特に、食物連鎖の最上位に位置する希少猛禽類に着目し、その生態、特に生息環境について研究するものである。森林生態研究を希少猛禽類に特化したものと考えられるが、当時、イヌワシ*Aquila chrysaetos*、クマタカ*Spizaetus nipalensis*、オオタカ*Accipiter gentilis*等の希少猛禽類の生息に対する事業の影響については、社会的に大きな関心を持たれており、その緊急性・特殊性から、1997年に他の委員会に先行してダム水源地環境整備センター内に「希少猛禽類生態研究会」として設立されていた。水源地生態研究会議設立を契機として、改めてこれを特に委員会として名称を変更した。委員長は、阿部學(当時・新潟大学教授)が務めた。

この研究委員会では、クマタカを中心とした希少猛禽類の基礎生態調査、特に餌動物現存量から見た生息場評価が中心に行われた。その結果、巣に設置したカメラ映像の解析から、クマタカは従来餌と考えられていたノウサギ*Lepus brachyurus*、ヤマドリ*Syrnaticus soemmerringii*、ヘビ類以外にも多様な動物を捕食していることがわかった。また、餌動物であるヤマドリの密度推定としてヤマドリ用に修正したライントランセクト法が提案された。さらに、空中写真から植生高を

算出し、現地調査により植生高と大型猛禽類の重要な餌であるノウサギの餌植物の現存量の推定式を作成して、それらを合わせることで、広範囲かつその歴史の変遷を含めて、ノウサギの餌量を推定する方法が示された。それにより、餌動物として重要なノウサギの餌量が過去と比較して減少していることがわかった。

#### c) 貯水池生態研究委員会

近畿地方ダム等管理フォローアップ委員会を契機としてスタートした研究委員会であり、プランクトン・付着藻類・底生動物相が水質を指標するように、確認される生物相から環境を評価すべく、鳥類（とくにカモ類などの水鳥）の利用行動などを指標としてダム湖の環境および生態学的な評価を行なう手法について研究することを目的として設立された。委員長は、山岸哲（当時・京都大学教授）が務めた。

地形的な特性として、ダム湖はV字谷に形成される場合が多く、浅い水域が少ないために、自然湖沼とは異なり、ダム貯水池をおもに休息に利用している陸上及び水面採食型カモ類以外に、浅い水域に潜る水底採食型のカモ類は分布できず、自然湖沼に比べてダム湖のカモ類の種多様性は低いことが明らかにされた。

5年目からは、流域やダム貯水池内の水生生物相や物質循環に焦点をあて、大気や下流など流域生態系への影響を見積もりつつ、炭素・窒素安定同位体比やガス態の物質を指標とした貯水池生態系の診断、生態系の機能群をとりいれた物質動態のモデルの構築、自然湖沼との比較によるダム貯水池生態系の特性の解析などを進めた。それらの解析結果を用い、生産と分解のバランスが取れている生態系を健全と仮定し、それにより下流生態系の健全性を維持するためのダム湖放流水の上限・下限水質が提案された。安定同位体比分析を指標とした解析を行うことで貯水池生態系の富栄養化とそのプロセスを評価出来ることがわかった。その指標としては魚食性魚類の窒素安定同位体比が有効であることが示された。また、地球温暖化ガスで還元的な環境で生成するメタンが過度に富栄養化した貯水池からは自然湖沼よりも多く放出されていることがわかった。メタンの放出量が湖の健全度の指標になりうることを期待された。

#### d) 流況変動研究委員会

近畿地方ダム等管理フォローアップ委員会を契機としてスタートした研究組織である。ダム建設後の下流河川の流況の変化と、それに伴う生物や生物環境への影響を評価する方法の検討が大きな課題となっており、河川が多様な生物の生育・生息環境として機能するために必要な流況変動のあり方や、それを可能にする

ダムからの放流方式の実現可能性について研究するものとして設立された。この研究には1997年に試験湛水を開始した比奈知ダム（奈良県）が当初のフィールドとして用いられた。また、時期を重ねるように、富郷ダム（愛媛県）も1999年試験湛水を開始することになっており、河床の状況や生物群集など湛水前後の河川生態系の比較や、試験湛水時の低流量時と終了時の高流量時の生態系比較ができることが期待された。そのため、比奈知ダムを対象とするグループとともに、富郷ダムを対象とするグループを形成し、その相互議論により、より現象の一般化と理解を深めていくことが期待された。水源地生態研究会議設立を契機に、この2ダムの相互議論の場として、流況変動研究委員会は設立された。委員長は、池淵周一（当時・京都大学教授）が務めた。

比奈知ダム、富郷ダムの湛水初期のモニタリングにより、下流調査地点での、河道形状の変化、河床材の粗粒化、底生動物相の初期的な変化が明らかにされた。とくに、試験湛水中の流量低下により、流水性生物が減少し、試験湛水終了時の放流により流水性生物の回復が認められた。また、底生動物の各種の密度には、調査時の環境条件とともに、過去に受けた水理変数の履歴（攪乱）が影響しているようであり、この知見を反映して、局所的な過去の流れ強さを取り入れた底生動物密度を予測する統計学的モデルが作成された。

5年目からは、複数のダムを対象として研究を進め、特に、ダム下流河川の生態系に対する流況・流砂変化の影響の一般化を目指した。ここでは、流況・流砂の変化率の大小からダムを類型化した。また、ダム下流の底生動物群集は、密度が上昇し、多様性が低下するケースが多いことなどが明らかにされた。

### (3) 水源地生態研究会議の成果の公表

水源地生態研究会議は毎年1回実施されていたが、会議の開催に時期を合わせて公開のセミナー「水源地生態研究セミナー」を実施した。このセミナーは、成果の公表のみでなく、4つの研究委員会に属さない研究者を招くことで水源地生態研究を推進させる狙いも合わせて持つものであった。セミナーは、関係する研究者が多く集まる応用生態工学研究会（現・応用生態工学会）の大会に隣接する日程で行われることが多かった。毎回200-300名の参加があった。

各研究の成果は、学術雑誌等に論文として公表されている。関係した研究が含まれる論文は、4研究委員会あわせて、103編（うち、査読付き雑誌51編）である。

また、京都大学学術出版会からシリーズ『ダムと環

境の科学』を刊行し、成果を広く一般に公表した。同シリーズとしては、おもに流況変動研究委員会が中心となった『Ⅰ. ダム下流生態系』(池淵, 2008)、貯水池生態研究委員会が中心となった『Ⅱ. ダム湖生態系と流域環境保全』(大森・一柳, 2011)の2冊を続けて刊行した。

### 3. 水源地生態研究会の活動と成果

#### (1) 水源地生態研究会の発足とその目標

2007年度、水源地生態研究会議の報告書をまとめると同時に、新たな水源地生態研究の枠組みについての議論が行われた。これは、水源地域の生態研究においてさらなる研究開発の必要性がある課題もあることから、水源地生態研究会議からの継続性を認識しつつ、より発展させることを意図したものである。この議論は、当初、水源地生態研究会議の特別顧問、4委員長、それに事務局の財団法人ダム水源地環境整備センターを中心に行われた。この結果、水源地生態研究会議の貯水池生態研究委員会と流況変動研究委員会という水圏生態系の課題、森林生態研究委員会と希少猛禽類生態研究委員会という陸上生態系の課題の連携と課題調整を促進させることを意図して、水源地生態研究会議の4つの委員会を、水圏生態研究委員会と陸上生態研究委員会という2つの委員会組織に統合することとなった。それぞれの委員会の委員長は、谷田一三、江崎保男が務めることとなった。また、水源地生態研究会議の委員長を中心にしたアドバイザー体制を構築し、研究活動や運営についての助言を受けられるようにした。

アドバイザー、委員長、研究グループ長(後述)、財団法人ダム水源地環境整備センターが集まった発足会議を2008年5月に行い、水圏生態研究委員会と陸上生態研究委員会をあわせた水源地生態研究会が発足した。その発足会議の席上、規約に記載する研究会の目的を「ダムが生み出す生態系を科学的に把握し、水源地域の保全のあり方を探求すること」とした。ここで、ダムが生み出す生態系の科学的把握には、ダムや貯水池の存在、運用によって変質する生態系の評価だけでなく、新しく生み出された生態系の理解も含まれている。

各委員会では、以下のような目標を立てた。

#### 【水圏生態研究委員会の目標】

■ダム湖を自然湖沼と比較した場合の陸水学的特殊性を理解し、ダム湖陸水学を構築する。

- ・ダム湖の水理・水文的特性の把握
- ・ダム湖の生物相・群集構造の特性の把握
- 新しく形成されたダム湖生態系のあるべき姿を論議し、生態系管理を提案する。
- ・ダム湖の生態系管理・ダム湖内生物の個体群管理のモデルケースの提示
- ・ダム湖の湖岸帯生態系管理手法の提示
- ダムが下流河川生態系におよぼす影響および、その緩和策を評価する枠組みを構築する。
- ・ダムによる流況改変・流砂改変・POM(粒状有機物)改変・水質改変・水温レジーム改変の実態把握とその類型化
- ・流況改変・流砂改変・POM改変・水質改変・水温レジーム改変の下流への影響の定量化とモデル化
- ・下流への影響範囲とそれに関わる要因の定量化
- ・下流の水理生態環境の改善策とその効果を把握する指標および評価方法の提示
- 水生生物の移動分断の影響を定量化し、流域における絶滅回避のための目標を設定する。
- ・移動分断の影響の定量化と改善目標の設定

#### 【陸上生態研究委員会の目標】

- 集水域森林がダム湖に与える影響を把握する。
- ・集水域特性とダム湖の水質・堆砂・流木・生物の関係の定量化
- ダム湖が周辺森林に与える影響を把握する。
- ・ダム湖と周辺森林の物質的・生物学的な相互作用の解明
- ・生物多様性を補償あるいは促進するためのエコトーン管理の評価と提案
- ・湛水域の形成および周辺道路建設などが森林生物群集に与える影響の評価と緩和策の具体例の提示

#### 【両委員会にまたがる目標】

- 水源地生態研究に有用なデータベースを構築する。
- ・河川水辺の国勢調査など既存情報のデータベース化、およびデータベースの維持保管と公開
- ・各ダムで行われているデータ取得方法の改善策の提案

この目標を達成するために、実働的に研究を進める組織として両委員会の下に研究グループを配置した(図-1)。研究グループは、特定の課題を研究する、あるいは同じダムをフィールドで研究するものを一つの

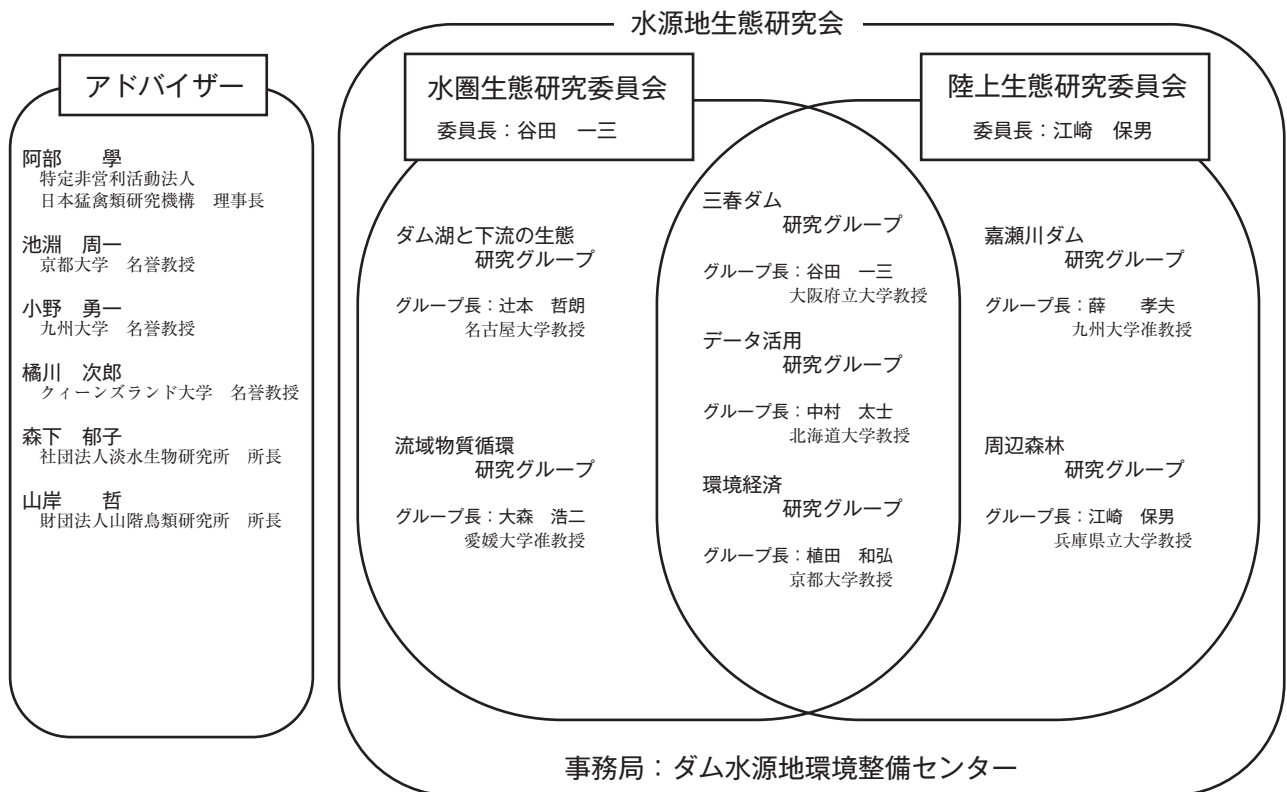


図-1 水源地生態研究会の体制。アドバイザー、グループ長の所属、名称は、2009年（環境経済研究グループ設立時）のもの。

研究グループとした。水源地生態研究会設立当初は、以下の6グループで研究を開始した。

**ダム湖と下流の生態研究グループ**：ダムの下流生態系への影響の評価、および影響を軽減する方策の評価に関する普遍的な仕組みをつくる。

**流域物質循環研究グループ**：河川にダムができることを流域レベルで評価する枠組みを作る。

**三春ダム研究グループ**：試験湛水以来、さまざまなデータの蓄積がある三春ダム（福島県）において、三春ダムをフィールドとして研究する。とくにダム湖沿岸帯生態系とダム湖内生態系に焦点をあてる。

**データ活用研究グループ**：全国のダムで取得されているデータをデータベース化し、横断的な解析を行う。

**嘉瀬川ダム研究グループ**：試験湛水が開始される嘉瀬川ダム（佐賀県）において、試験湛水前後の変化、初期的におこる変化、試験湛水を利用した研究を行う。

**周辺森林研究グループ**：ダム湖と周辺森林の相互作用を解明する。

さらに、水源地域の生態系を保全するためには、ダムが河川生態系をどのように改変しているのか、また

各種の保全施策がどの程度効果があるのかについて、科学的評価のみではなく、それぞれの水源地域のあるべき姿を想定し、利害関係者間の意思決定と合意形成が必要という認識のもと、人文社会学系の研究の必要性が考えられた。そのため、以下の1グループの追加が研究会発足1年後に行われた。

**環境経済研究グループ**：社会的な意思決定の手助けになるよう、河川の持つ生態系サービスとダム事業によるそれらへの影響の経済的評価を行う。

これら、7グループ総勢47名の研究者により、研究が進められ、5年で研究成果のとりまとめが行われた。

## (2) 水源地生態研究会5年間の成果

### a) ダム湖と下流の生態研究グループ

「水源地生態研究会議」の「流況変動研究委員会」の研究内容を一部引き継いでいる。ただし流況変動研究委員会が新規のダム建設が下流河道に及ぼす影響とダムの水位操作による人工洪水の下流河道への影響に重点を置いてきたのに対して、さらに視座を広げ、ダム湖とその操作を水理・土砂環境と生物群集からなるダム下流生態系への変換装置として捉えるとともに、下流河道そのものも、生態系（水理、土砂、生物群集）

の変換装置とみなし、その機能を解明してきた。具体的には、以下の成果があがった。

**ダムフィルター（変換装置）機能：**ダム・貯水池を、水系に存在するフラックス変換装置として捉え、その特徴を明らかにした。全国のダム貯水池のデータ分析から、ダム貯水池生態系を、回転率と貯水池サイズで貯水型と流水型に大区分されることに着目し、それに応じたフィルター効果（下流へのフラックスの変化）を認識した。堆砂が進行する貯水池や新しい流水型治水専用ダムやバイパスダムについても検討した。とくに上下流での炭素窒素安定同位体比分析から貯水型では植物プランクトンが生産され流下POMとして下流に供給されていることが実証された。一方全国のダムのデータから、ダムの上・下流でのフラックス（流量、濁度、水温、POMなど）の違いを分析、ダムのフィルター効果のカテゴリー分類と関連づけた。

**ダム直下における生態系への影響：**ダム直下ではダムによるフラックス変化の影響を大きく受ける。まず、付着藻類の現存量変化を表す支配方程式を提案し、これにより要因ごとにそれに影響する感度を検討できるようにした。実際のいくつかのダム上下流における付着藻類の現存量を推定し上下流の現存量の変化要因について分析を行った。今回対象としたダムにおいては、流量および河床材料が、現存量の主な変化要因となっていた。底生魚類については現地調査のCCA（正準対応分析）解析により、ダム直下、支流流入、土砂還元における河床底質環境の違いが群集組成に違いをもたらすこと、また種によっては成長段階で影響がことなることを明らかにした。

ダム貯水池で生産されたPOMがダム下流での食物網構造を変質させていることが最近指摘されている。阿木川ダム（岐阜県）において採取された底生動物、POM、付着藻類、魚類のサンプルを用いて安定同位体分析を行うことにより、貯水池で生産された植物プランクトンのダム上下流での食物網構造における役割を評価した。また、ダム直下の水温レジームの変化に着目して、流入・放流水温の相違が濾過食底生動物（トビケラ類）の生活環（発育パラメータ）に与える影響についての研究が比奈知ダム（三重県）において行われ、ダム湖により変化した水温の発育速度・成長速度への影響を評価した。

**ダム下流での景観変化に伴う生態系変化：**ダム運用による流量レジーム、流砂量の変化は下流河道の河床低下、河床材料の粗粒化をひきおこすことがあるが、それらの変化と相まって河道内に様々な景観（地形、表層粒度、植生の空間的塊りの構造）を作り出す。地

形変化、表層粒度の変化、植生の動態と水理環境の変化パターンとの関係を明らかにし、移動床水理的な記述を可能とした。

砂州地形の変化に着目すると、流況変化とも相俟ってとくに水際に形成されるタマリなどの景観が変化し、それらを生息場としてきたタナゴ類が影響を受けることがわかった。この知見に基づいて、木津川下流をフィールドに河道の経年変化がどのようにタナゴ類の生息適性を圧迫してきたかを明らかにした。一方、アユ*Plecoglossus altivelis*などの産卵床の適性は瀬の河床構造の柔らかさに依存することから、出水に伴う瀬への新しい土砂堆積がポイントであることを指摘した。

河道を通過する各種物質のフラックスは流程に沿って変化する。この変化は、各種物質が通過する流程の景観や性状に依存する。とくに貯水池で生産された植物プランクトンなどの湖沼由来有機物の流程変化を調べその減耗率と河道断面の特徴との関係を明らかにした。また、水路実験を通して比重が小さなPOMの捕捉は植生域への砂の堆積に巻き込まれる仕組みとして理解された。これらを通して、ダムによる景観変化の代表例である植生の役割が認識された。

**ダム下流生態系の保全手段：**この研究グループでは、ダムが建設される上・中流域の河川生態系を景観とフラックスという視点で系統的に理解することに努め、ダムをフラックスの改変装置と見る視点で研究を進めてきた。それをもとに、ダム下流河道の保全策の概念を整理した。ダム下流河道の河川生態系機能の確保または保全のためには、フラックス管理と景観管理の両方の手段がある。フラックスはダムの水位と流量管理のなかで、流況や流砂などのフラックスの是正の可能性を探るものである。一方、フラックスの調整は下流景観の修復に役立つがそれには相当の時間を要するので、必要な場合には景観それ自体の直接改善（レストレーション）が必要となる場合もある。

#### b) 流域物質循環研究グループ

物質循環の研究に関しては、「水源地生態研究会議」の「貯水池生態研究委員会」の研究内容を一部引き継いでいる。ダム湖とその上下流河川についての生態系モデルを構築するとともに、ダムとダム湖による魚類などの動物個体群の分断を、現地調査とモデルの両面から解明してきた。具体的には、以下の成果があがった。

**ダム湖およびダムの流域物質循環に対する影響評価法の確立：**生産と分解がバランスしていることが生態系として健全であるという設定のもと、健全性に影響を

与えうる要因を、ダム湖および河川の概念的な生態系モデルを構築することで検討した。このモデルは、生物の各種摂食機能群の量を基軸として、懸濁態や無機態の窒素やリンの動態を解析している。それにより、ダム湖では動物プランクトン密度の維持、ダム下流河川では機能的多様性（藻類捕食者と懸濁物捕食者の存在）が健全性維持に重要であることが示された。また、モデル解析の結果、河川においてもレジームシフトが存在することが推測され、レジームシフトを起こさない物質負荷量がダム湖から放流する限界水質になると考えられた。流域の水循環・物質循環解析では、吉野川流域における、水循環、生元素の動態を解析した。小流域ごとの水の起源割合を、溶存態ケイ素をトレーサーとして算出し、これを基に流域からの全窒素の負荷源を見積もった。全窒素は自然由来と比較して、人間活動による負荷の割合が最も大きいことがわかった。ダムからの負荷は人間活動による負荷よりも遥かに少なく、吉野川水系においては池田ダム以降の中下流の全窒素濃度に対して希釈効果をもたらしていると考えられた。

**ダムによる分断化・孤立化・陸封化された魚類個体群の存続性解析：**四国北西部河川における魚類個体群の分断化と存続性を現地におけるそれぞれの魚種の生息の有無から推定した。溪流性のアマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae* では、集水面積が1km<sup>2</sup>を下回ると絶滅する確率が高くなると推定された。ヒナイシドジョウ *Cobitis shikokuensis* では、横断工作物で挟まれた流路長が1kmを下回ると絶滅する確率が高くなると考えられた。両側回遊性のカジカ *Cottus* sp. については、最下流の堰までの流程において湧水等により夏季最高水温が26℃を下回る河川だけに生息が確認された。両側回遊性のオオヨシノボリ *Rhinogobius fluviatilis* については、陸封された場合、貯水池の上流河川で高密度になった。なお、ヨシノボリ類に関しては、場所によっては、貯水池を利用して回遊しているのか、それとも、海への回遊が維持されているのかが判断しにくい場合もある。そのような場所の個体については、耳石のストロンチウム・カルシウム濃度分布 (Sr/Ca) を分析することにより海への往来の有無を判別した。また、ポテンシャルマップ（生息可能区域）による分布と簡便な個体群存続可能性分析を合わせることで、ダム等河川横断工作物の魚類に対する影響（局所絶滅する可能性が高い場所）を評価する手法を提案した。

### c) 三春ダム研究グループ

1998年に竣工した福島県の三春ダムをフィールドとして研究を進めた。水位変動帯に形成されたエコ

トーンに着目し、タチヤナギ *Salix subfragilis* 林を中心とする湿地生態系の成立要因、構造、動態を研究し、ダムの水位操作に伴って変動するダイナミックエコトーン的重要性を明らかにした。また、ダム湖とその底生動物を中心に、陸水生態学的な研究を進めた。具体的には、以下の成果があがった。

**ダム湖の陸水学的特性整理：**ダム湖底生動物データと水温・溶存酸素の鉛直プロファイルの精査を行い、古典的陸水学的手法で、ダム湖の陸水環境を理解することを試みた。深底部の底生動物資料の再検討については、日本各地のダム湖から採取された標本を精査・再検討した。その結果、いずれのダム湖でもユリミズ *Limnodrilus hoffmeisteri*、イトミミズ *Tubifex tubifex* の両者、あるいはどちらかが優占することを確認した。この基本的な組成は、天然湖沼と大きな相違はないことが明らかになった。

**水位変動帯の生態系：**水位変動帯に生育する樹種（ヤナギ類 *Salix*）の優占種決定においては、水位低下時期と種子散布時期の重なり、および周辺個体からの種子散布数の多さが重要であることがわかった。水位変動帯のタチヤナギ林の動態に関して継続調査を実施した。ダムの試験湛水時に形成されたヤナギ林については、新しい萌芽は限定的であった。また、湖岸帯植生が発達した場合、それが水没・枯死することで栄養塩をダム湖水に供給するために、水質への影響が懸念される場合もある。水位変動帯の植生と栄養塩の動態についての研究では、イタチハギ *Amorpha frutcosa*（マメ科）など窒素固定をする場合には、水質に与える影響は無視できないと推定された。

**水位変動帯（エコトーン）の生態機能：**干出時には、ピットホールやマレーゼトラップなどによる採集で、無脊椎動物群集のインベントリーと時間的な動態を把握するための、資料を集積してきた。ピットホールでは、ゴミムシ類、ハネカクシ類などの多様な歩行性甲虫が得られた。水没時にはギンブナ *Carassius auratus langsdorfii* などの在来魚類による利用をテレメトリー調査で確認し、フナ類の産卵場と稚魚生息場としての機能が明らかになった。また、フナ類については、微量金属元素などをマーカーとして移動などの行動解析を実施し、その手法の開発と適用に成功した。

**外来種駆除法の開発：**特定外来種であるオオクチバス *Micropterus salmoides* を中心的なターゲットとして、段階的水位変動操作と吊り下げ式人工産卵装置の試用を実施し、繁殖抑制の効果を確認した。段階的水位変動操作は、夏期の洪水貯留準備水位に低下させる際、水位を低下させることで湖岸近くに形成された産卵床

を干しあげるものである。人工産卵装置は、産卵に適した基質を湖水中につるし、本来湖底に産卵するオオクチバスを誘導・産卵させ、卵を回収することでの繁殖抑制を狙っている。人工産卵床は、水位が変動するというダム湖の特性に合わせ、変動しても干上がらない網場など既設の施設を利用した捕獲方法がとられた。これら2つの方法は、水位変動があるダム湖特有の方法といえる。

#### d) データ活用研究グループ

ダム湖および集水域を対象とする全国横断的な資料の収集と解析を行なった。具体的には、以下の成果があがった。

**データベースの構築：**環境に関するデータベースについては、国土交通省や環境省等の利用可能なデータをできる限り収集・整理し、他のメンバーが使える形に加工することができた。生物情報としてもっとも整備されているのは河川水辺の国勢調査であるが、単純な入力ミスの修正やシノニムの整理を行い、魚類、鳥類については、データベースはほぼ完成した。また、ダム湖のプランクトンについては、過去の検討から、誤同定と推定されるものが含まれていること、同定精度がダム間で異なることが判明していたが、それらについて精度管理できるようなシステムを提案した。具体的には、全国のダムから採水したプランクトンを専門家が直接同定し、写真等も整備してダム湖出現種の同定についてマニュアルを作成した。この成果はすでに河川水辺の国勢調査に活用されている。

**データベースを利用した全国的な解析：**ダム湖への大型有機物片（倒流木）の供給が、流域面積、降水等から予測可能であることを明示した。とくに、日本国内では、緯度により同じ降水量であっても流出パターンが異なることを明らかにした。カモ類については、全国の水鳥とダム湖地形の関係を解析し、浅場が多いダムほど水鳥の多様性や個体数が多くなることを示した。ただし、オシドリ *Aix galericulata* など森林で採食する種に関しては、浅場の面積と個体数は関係がなかった。

#### e) 嘉瀬川ダム研究グループ

嘉瀬川ダム研究グループは、研究期間中に試験湛水が実施された佐賀県の嘉瀬川ダムを研究対象とした。試験湛水をはさむ5年間に、ダム周辺森林および流入・流出河川の生態系について、事前・試験湛水中・事後の比較を可能にする地道な資料収集を行い、ダム運用前後の生態系変化の比較に資するデータが得られた。具体的には、以下の成果が得られた。

**ダム建設前後の生物相変化の予測：**魚類と昆虫類に関

しては、ダム湛水後に出現（定着）する種の予測をするモデルが構築された。このモデルについては、今後のモニタリングにより検証可能である。湛水後に出現・定着する生物に関する予測モデルは、ダムを管理していくうえで重要である。たとえば、特定外来種などの定着が予測される場合には、その対策を事前に強化することができる。また、有用魚種の導入が図られる場合には、その成否を事前に検討することもできる。

**試験湛水初期の水位上昇と下降に対応する動物の生息状況の把握：**水位が上昇した後、水位が低下した後の動物相のモニタリングからは、動物相はすぐにはもとにもどらないことがわかった。たとえば、森林性哺乳類のテンは水位上昇時には水際まで利用するものの、水位が下降した後では干出した場所をすぐには利用するようにならなかった。魚類に関しては、ダム上流端で流水が止水になって止水性の魚類が移入した後、流水にもどっても止水性の魚類はそこに留まった。これらは、生物の場所の記憶や生息場の水没による改変、近くに止水があるなどのやや大きな空間的スケールの影響などによると考えられる。

**試験湛水がトリガーとなる事象の把握：**サーチャージ水位付近が止水になることは通常の水管理においては稀である。試験湛水ではゆっくり水位があげられ、サーチャージ水位で1日保持される。このことにより止水性魚の移入ができ、その後上述のように残存することになった。一方、試験湛水時には、下流河川において極端に平滑な流況が継続することにより樹木の実生が定着し、樹林化のトリガーになるとの仮説を立てたが、それは少なくとも嘉瀬川では起こらなかった。

**水・栄養塩類・POMのダム湛水による変化の定量化：**水・栄養塩類・粒状有機物のダム湛水による変化をモニタリングした。流域レベルの人為負荷のうちのダムの影響度を定量的に評価できるようになった。

#### f) 周辺森林研究グループ

周辺森林研究グループは、寒河江ダム（山形県）をフィールドとし、50mに達する大きな水位変動を持つ寒河江ダムの河川流入部に形成されるデルタ湿地に着目し、その生態機能、特に水位変動にともなって毎年起こる水域-陸域間のダイナミックな栄養交換とその季節変化を明らかにした。このことは、三春ダム研究グループのエコトーン研究とともに、ダム湖のダイナミックエコトーン的重要性を明らかにしたと同時に、今後の周辺森林研究の発展の基盤を築いた。具体的には、以下の成果があがった。

**水位変動帯の物理的・化学的特性：**ダム湖エコトーン、とくにダム湖の河川流入部に形成されるデルタにおけ



る堆積土砂及び土壌環境特性の空間分布を明らかにした。水位低下にともない、エコトーンの一部には流水環境が形成され、上流の細かい土砂と軽い有機物が掃流され、流下方向に堆積物の粒径分布と有機物量とに顕著な変化が現れる。水位低下により土砂が干出しても、30cm以深の微細有機物含量の多い堆積層は、干出後50日を経ても好氣的になりにくいことを確認し、このような堆積層では大気への直接的なメタン生成が生じていることを明らかにした。

**ダム湖エコトーンの植生動態：**ダム湖エコトーンの定点観測と現地調査により、水位が低下すると植生が急速に発達することを確認し、200日以上冠水する場所でも草本群落の発達がみられることを明らかにした。また、掘削土砂の発芽実験、および湿地の掘削部における継続観察により、水位変動帯の植生の発達には埋土種子からの発芽が重要であることを示した。

**ダム湖エコトーンの動物群集：**エコトーン干出時の植生区分ごとに無脊椎動物調査を行い、昆虫を主体とする無脊椎動物群集が植生と水分条件に規定されていること、また年によって、その(特にコオロギ科昆虫)密度は大きく変動することがわかった。鳥類群集は、草原性の種にダム湖上流河川で確認される典型的な河川性のものの一部が一時的に加わるに過ぎないことが明らかになった。また、水位変動帯からの物質の持ち出しに大きく寄与する鳥類は確認できなかった。哺乳類に関しては、エコトーンを少なくとも数種の哺乳類が利用しており、たとえば、アカネズミ *Apodemus speciosus* はそこで植物種子や昆虫を食べていることが確認された。しかし、周辺森林と比較した場合、密度はかなり低いと推定された。また寒河江ダムにおいては水位変動帯の哺乳類による利用は他のダムの水位変動帯と比較しても頻度が低いと考えられた。エコトーンの水域側では、止水から流水に季節的に変化することによって水生昆虫相が変化することが確認された。炭素および窒素の安定同位体比解析の結果、水位変動帯上流部では8月および10月のいずれの時期にも河床の生物膜が、優占種類であるカゲロウ類の主な餌資源となっていたが、止水域に近い地点では陸域由来の有機物も食物網に取り込まれている可能性が示された。

**ダム湖エコトーンの食物網：**エコトーンでは、春から秋にかけて水位が低下し、これに合わせて止水環境と流水環境が併存することにより、食物網構造の多様化と食物連鎖長の短縮が起きていた。食物網の起点となる水中堆積物の形成要因を分解実験により検出したところ、上流河川からの流下物が主要な因子であり、こ

れに上流端で形成されるエコトーン由来の動植物が続いていた。寒河江ダム上流端では、内部生産系に加え、エコトーン由来と河川由来という、外部からの複数の有機物供給ルートが存在することにより多様な食物網が形成されており、それが河川やダム湖内に比して高い魚類多様性の維持に繋がっていると推察された。

#### g) 環境経済研究グループ

ダム事業の経済評価について、生態系影響を含めて行う方法を検討して、費用便益分析と多基準分析をあわせて、ダム事業の意志決定手段として利用する道筋を示した。具体的には、以下の成果があがった。

**費用便益分析：**すでに費用便益分析はマニュアル化され、ダム事業についても応用されてきた経緯がある。ここでは、ダムの環境・生態系影響を経済学的に評価する手法について、最新の学術的動向を精査した上で、コンジョイント分析と呼ばれる非市場評価法に着目した。これは、従来の費用便益分析でもしばしば検討されてきた仮想評価法(CVM; Contingent Valuation Method)を発展させたもので、多属性をもつ対象を評価するために開発されたものである。ダムは一般に多面的な機能を持つと同時に、経済・産業への影響から生活の安全、自然環境など、多面的な影響をあたえるものであるため、CVMよりもコンジョイント分析のほうがよりふさわしいと考えられた。また、住民が(1)ダム影響についての科学的な解説を受けたいという評価をおこなう、(2)科学的な解説なしで、すでに身につけている知見のみで評価をおこなう、という2通りの調査を行ったところ、この2つの方法の違いによって評価結果が異なることが示された。このことは、住民に適切な科学的知見を適切に提供することによって、ダムに対する評価が変わってくることを含意し、科学的知見を発信する科学者には大きな責任と役割があることが認識された。

**多基準分析：**費用便益分析は経済学的観点、すなわち効率性の観点を中心に据えた評価手法であるのに対して、多基準分析は経済的効率性だけでなく、社会的あるいは環境的観点を基準に含めた評価枠組みを提供する手法として、欧州を中心に注目を集めている手法である。我が国のダム事業にもとづいて、費用便益分析と多基準分析の同時実施を試みながら、事業評価手順としての統一を検討した。

#### (3) 水源地生態研究会の成果の公表

水源地生態研究セミナーおよびシンポジウムを、応用生態工学会の大会開催に合わせて、福岡(2008年)、東京(2009年)、大阪(2013年)で、実施した。また、

応用生態工学会大阪大会(2013年)では、ダム下流・三春・周辺森林・嘉瀬川グループが合同で、「ダム下流生態系」と「ダム湖エコトーン」に関する2つの自由集会を開催した。

各研究の成果は、学術雑誌等に論文として公表されている。関係した研究が含まれる論文(ただし、2014年3月までに公表されたもの)は、7研究グループあわせて、89編(うち、査読付き雑誌63編:付録1参照)である。

また、京都大学学術出版会からシリーズ『ダムと環境の科学』を水源地生態研究会議での出版に引き続き行った。水源地生態研究会議・貯水池生態研究委員会が中心となった『Ⅱ. ダム湖生態系と流域環境保全』(大森・一柳, 2011)には、流域物質循環研究グループの成果を一部含めた。三春ダム研究グループ、嘉瀬川ダム研究グループ、周辺森林研究グループのダム湖水位変動帯エコトーンの成果に関しては、『Ⅲ. エコトーンと環境創出』(谷田ほか, 2014)として刊行した。

三春ダム研究グループは、2013年10月に三春町で開催された「さくら湖自然環境フォーラム」において、現地観察会を含む研究紹介を行い、地元の方々に研究会の成果を伝えた。

#### 4. おわりに

水源地生態研究会は、2008年度から2012年度までの研究活動の成果を2013年度に総括し、2014年度からは一部研究会の体制を変更して研究を継続している。水源地生態研究会議の10年および水源地生態研究会の5年間では、現象の把握・診断に関する研究が比較的多くを占めていた。この様な認識に立ち、2014年度からの水源地生態研究会では、次のステップに進む意味でも、規約における目的に、従来から記されていた「ダムが生みだす生態系を科学的に把握し、水源地地域の保全のあり方を探求する」ことに加え、「成果は実際のダムの環境問題の解決に資することに留意」という文が加えた。また、谷田と江崎は、水源地生態研究会5年間を総括した報告書の総括において、こ

れからの主要な課題として、1) ダム湖陸水学の確立; 1970-80年代に行われた地域やタイプの違ったダム湖間の比較、2) ダム湖やダム下流河川における温暖化の影響と適応策、3) 各地で計画・建設されている、いわゆる「流水型ダム」における土砂水理や生物群集を組み込んだ研究を上げている。時代背景やダム事業の変化により、必要とされる知見も変化している。これらを考慮し、2014年度からは研究グループの構成を一部改編し、各研究グループの目標を再設定している。その新たな体制や活動については、稿を改めて報告する予定である。

また、ダム湖と水源地域に形成される新たな生態系についての科学的知見を統合し、その成果を地域の環境保全と社会の発展・再生に活用することが、水源地生態研究会の目的であるが、本稿で挙げた成果が、どの程度ダム管理の現場に活かされたか、あるいは当初設立時の目的であった河川改変時の生態系の応答関係について、どの程度発展をもたらしたかという追跡と分析もされるべきだろう。それにより、研究会の新たな課題設定や(広報等を含めた)成果の活用も議論されなければならない。

#### 謝辞

ここで記した水源地生態研究会議および水源地生態研究会の成果は、それぞれ、委員長、グループ長のリーダーシップのもと、研究活動を行った委員によるものである。関係したすべての方々に感謝したい。

#### 参考文献

- 1) 池淵周一(編著)(2008)『ダムと環境の科学 I ダム下流生態系』京都大学学術出版会。
- 2) 大森浩二・一柳英隆(編著)(2011)『ダムと環境の科学 II ダム湖生態系と流域環境保全』京都大学学術出版会。
- 3) 水源地生態研究会議(2005)『水源地生態研究会議の概要: ダムをとりまく自然』財団法人ダム水源地環境整備センター。
- 4) 谷田一三・江崎保男・一柳英隆(2014)『ダムと環境の科学 III エコトーンと環境創出』京都大学学術出版会。

付録-1 水源地生態研究会の2008-2012年度の関連して発表された査読付き論文(2014年3月までに公表されたもの)

ダム湖と下流の生態研究グループ

- 五島暢太・田代 喬・辻本哲郎(2011) 構成地質の異なる流域から産出される河床材料の磨耗・破碎とそれが硫化に伴う細粒化に及ぼす影響. 河川技術論文集 17: 65-70.
- 五島暢太・田代 喬・辻本哲郎(2012) 流域地質の異なる河川における石礫の磨耗・破碎現象のモデル化に基づく河床材料の縦断変化に関する研究. 土木学会論文集 B1 (水工学) 68 (4) :I\_907-I\_912
- Hyodo, M., Takemon, Y. and Sumi, T. (2013) Need for analyzing spatiotemporal patterns of river-corridor habitat structure in sediment management, *Advances in River Sediment Research - Fukuoka et al. (eds)*, pp.1557-1567.
- 兵藤誠・竹門康弘・角哲也・栗津陽介・鄧朝暉(2014) 洪水時の地形の浸食堆積履歴が河川生息場の好適性に及ぼす影響. 土木学会論文集 B1 (水工学) 70 (4) :1345-1350.
- 小林草平・竹門康弘・角哲也・富阪和秀・山崎友也・米田格・堤大三(2013) ハイドロフォンによるダム流入土砂量把握の高度化に関する研究. 河川技術論文集 19: 147-152.
- 溝口祐太・戸田祐嗣・辻本哲郎(2011) 粗粒有機物の供給・分解・輸送過程を考慮した河川水系一貫物質循環解析. 水工学論文集 55: 1333-1338.
- Mochizuki, S., Kayaba, Y. and Tanida, K. (2008) Responses of benthic invertebrates in an experimental channel to artificial flushes. *Hydrobiologia* 603: 73-81.
- 尾花まき子・内田考洋・辻本哲郎(2012) 河道内植生域での土砂堆積と粒状有機物捕捉について. 河川技術論文集 18: 47-52.
- Ock, G. and Takemon, Y. (2010) Estimation of transport distance of fine particulate organic matter in relation to channel morphology in tailwaters of the Lake Biwa and reservoir dams. *Landscape and Ecological Engineering*, 6: 161-169. DOI: 10.1007/s11355-009-0099-y
- Ock, G. and Takemon, Y. (2013) Effect of reservoir-derived plankton released from dams on particulate organic matter composition in a tailwater river (Uji River, Japan): source partitioning using stable isotopes of carbon and nitrogen. *Ecohydrology*, Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/eco.1448
- Ock, G., Sumi, T. and Takemon, Y. (2013) Sediment replenishment to downstream reaches below dams: implementation perspectives, *Hydrological Research Letters* 7 (3) :54-59.
- 角 哲也(2013) 流水型ダムの歴史と現状の課題. 水利科学 57 (3) :12-32.
- 角 哲也・石田裕哉・佐竹宣憲(2012) IC タグを用いた流水型ダム貯水池内における土砂移動特性の把握. 土木学会論文集 B1 (水工学) 68 (4) :I\_1171-I\_1176.
- 高橋真司・渡辺幸三・竹門康弘・大村達夫(2012) 高精度 GPS を用いた河川ハビタット構造の定量化と底生動物の種多様性保全への活用. 応用生態工学 15: 121-130.
- 竹門康弘(2012) 河川の生息場研究の歴史・課題・展望. 水環境学会誌 35A (4) :110-113.
- 竹門康弘・小林草平・崔 美景・寺田匡徳・竹林洋史・角 哲也(2013) 河川の横断測量データに基づく水面比高分布を用いた生息場評価法. 河川技術論文集 19: 519-524.
- 田代 喬・登立公平・辻本哲郎(2008) 流域地質構造が河床材料特性の流下方向変化に及ぼす影響. 河川技術論文集 14: 121-126.
- 田代 喬・奥田千賀子・辻本哲郎(2014) 底生魚の生息場所からみたダム下流の河床のアーマー化と土砂還元による機能の回復. 土木学会論文集 B1 (水工学) 70 (4) :I\_1321-I\_1326.
- 田代 喬・白垣裕美子・辻本哲郎(2012) 河川流況および地すべり地形に着目したダム上流域における土砂流出に関する考察. 河川技術論文集 18: 399-404.
- 田代 喬・高木 良・辻本哲郎(2010) 山地流域における土砂生産特性に表層地質構成が及ぼす影響. 水工学論文集 54: 667-672.
- 田代 喬・栃木宏之・高岡広樹・辻本哲郎(2010) 集水域特性からみたダム上流域における土砂生産の評価. 河川技術論文集 15: 71-76.
- 戸田祐嗣・溝口祐太・野尻晃平・山下貴正・辻本哲郎(2013) 河川連続体仮説と洪水パルス説を統合した河川水系一貫物質循環解析. 土木学会論文集 B1 (水工学) 69 (4) :I\_1687-I\_1692.
- Watanabe, K., Monaghan, M.T., Takemon, Y. and Omura, T. (2010) Dispersal ability determines the genetic effects of habitat fragmentation caused by reservoirs in three species of aquatic insect. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 574-579. DOI: 10.1002/aqc.1124

流域物質循環研究グループ

- Kawanishi, R., Inoue, M., Takagi, M., Miyake, Y. and Shimizu, T. (2011) Habitat factors affecting the distribution and abundance of spinous loach, *Cobitis shikokuensis*, in southwestern Japan. *Ichthyological Research* 58: 202-208.
- Omori, K., Ohnishi, H., Hamaoka, H., Kunihiro, T., Ito, S., Kuwae, M., Hata, H., Miller, T.W. and Iguchi, K. (2012) Speciation of fluvial forms from amphidromous forms of migratory populations. *Ecological Modelling*, 243: 89-94.
- 山田佳裕・三戸勇吾(2011) 効率的な灌漑が行なわれている流域における河口堰貯水域の窒素・リン濃度とその変動. 陸水学雑誌 72: 59-66.
- 高木基裕・関家一平・柴川涼平・清水孝昭・川西亮太・井上幹生(2012) 愛媛県加茂川・中山川におけるヨシノボリ類個体群のダム隔離による遺伝的影響. 応用生態工学 15: 161-170.
- 高木基裕・柴川涼平・清水孝昭・大森浩二・井上幹生(2013) 吉野川におけるオヨシノボリ個体群の遺伝的分化および陸封化. 応用生態工学 16: 13-22.
- 高木基裕・矢野論・柴川涼平・清水孝昭・大原健一・角崎嘉史・川西亮太・井上幹生(2011) 愛媛県・重信川水系の石手川ダムに

おけるオオヨシノボリの陸封化と遺伝的分化. 応用生態工学 14: 35-44.

Yamada, Y., Mito, Y. and Nakashima, N. (2010) Organic pollution in dammed river water in a low-precipitation region of Japan. *Limnology* 11 : 267-272.

山田佳裕・三戸勇吾・堤裕昭降 (2011) 水量の少ない地域に置ける水質汚濁の著しい河川から沿岸海域への有機物の供給. 沿岸海洋研究 49: 79-89.

山田佳裕・中島沙知 (2010) 炭素・窒素安定同位体自然存在比からみた吉野川の水質汚濁. 応用生態工学会 13: 25-36.

### 三春ダム研究グループ

Azami, K., Fukuyama, A., Asaeda, T., Takechi, Y., Nakazawa, S. and Tanida, K. (2013) Conditions of establishment for the *Salix* community at lower than normal water levels along a dam reservoir shoreline. *Landscape and Ecological Engineering* 9:227-238.

石崎陽子・野田香織・渡邊 泉・東 信行 (2011) 微量元素分析によるダム湖内生息魚類の生息場所判別手法の検討. 土木学会論文集 G 67: III\_311- III\_316.

熊沢一正・大杉奉功・西田守一・浅見和弘・鎌田健太郎・沖津二郎・中井克樹・五十嵐崇博・船橋昇治・岩見洋一・中沢重一 (2012) ダム湖の水位低下を利用した定置網による外来魚捕獲とその効果. 応用生態工学 15: 171-185.

土岐範彦・大杉奉功・中沢重一・鎌田健太郎・熊沢一正・浅見和弘・中井克樹 (2013) オオクチバスが優占する前貯水池の魚類群集構造と水抜きによる駆除とその後の変化. 応用生態工学 16: 37-50.

梅田信・柴田光彦・牛島健・田中仁 (2010) 三春ダムの植物プランクトンと濁質堆積を中心とした物質循環解析. 環境工学論文集 47: 175-183.

### データ活用研究グループ

Fremier, A.K., Seo, J.I. and Nakamura, F. (2010) Watershed controls on the export of large wood from stream corridors. *Geomorphology* 117: 33-43.

Nagayama, S., Kawaguchi, Y., Nakano, D. and Nakamura, F. (2009) Summer microhabitat partitioning by different size classes of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in habitats formed by installed large wood in a large lowland river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 42-51.

Nagayama, S. and Nakamura, F. (2010) Fish habitat rehabilitation using wood in the world. *Landscape and Ecological Engineering* 6: 289-305.

Nagayama, S., Nakamura, F., Kawaguchi, Y. and Nakano, D. (2012) Effects of configuration of instream wood on autumn and winter habitat use by fish in a large meandering reach. *Hydrobiologia* 680: 159-170.

Nakamura, F., Fuke, N. and Kubo, M. (2012) Contributions of large wood to the initial establishment and diversity of riparian vegetation in a bar-braided temperate river. *Plant Ecology* 213: 735-747.

新山優子 (2012) 藍藻類ユレモ目の新分類体系の紹介. 陸水学雑誌 73: 187-196.

新山優子・辻彰洋 (2013) 藍藻ネンジュモ目の浮遊性種の分類学的変更と類似種の比較 (総説). 陸水学会誌 74:153-164.

Seo, J. I. and Nakamura, F. (2009) Scale-dependent controls upon the fluvial export of large wood from river catchments. *Earth Surface Processes and Landforms* 34: 786-800.

Seo, J. I., Nakamura, F., Akasaka, T., Ichiyangi, H and Chun, K. W. (2012) Large wood export regulated by the pattern and intensity of precipitation along a latitudinal gradient in the Japanese archipelago. *Water Resources Research* 48, W03510, doi:10.1029/2011WR010880.

Seo, J. I., Nakamura, F. and Chun, K. W. (2010) Dynamics of large wood at the watershed scale: a perspective on current research limits and future directions. *Landscape and Ecological Engineering* 6: 271-287.

Seo, J. I., Nakamura, F., Nakano, D., Ichiyangi, H and Chun, K. W. (2008) Factors controlling the fluvial export of large woody debris, and its contribution to organic carbon budgets at watershed scales. *Water Resources Research* 44, W04428, doi:10.1029/2007WR006453

Tuji, A. and Niiyama, Y. (2013) . Morphology and molecular phylogenetics of *Sphaerospermopsis oumiana* (M.Watan.) Tuji et Niiyama compared with *Sphaerospermopsis torques-reginae* (Komárek) Werner et al. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. B*, 39: 101-105.

Tuji, A. and Williams, D. M. (2013) . Examination of Types in the *Fragilaria vaucheriae-intermedia* Species Complex. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. B*, 39: 1-9.

### 嘉瀬川ダム研究グループ

井原高志・乾隆帝・大畑剛史・鬼倉徳雄 (2011) ダム湖流入河川における国内外来魚ハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris* の産卵環境. 生物地理学会会報 66: 41-48.

西田守一・浅見和弘・荒井秋晴 (2014) 三春ダム貯水池湖岸における水位変動域のアカネズミ (*Apodemus speciosus*) による利用. 応用生態工学 16: 107-117.

大串浩一郎・鶴田芳昭 (2009) GIS を用いた有明海流入河川流域の流出・負荷モデルの構築. 河川技術論文集 15:201-206.

大串浩一郎・鶴田芳昭 (2011) GIS と現地調査による佐賀東部水田地帯の水・物質の動態に関する研究. 水工学論文集 54:1357-1362.

鬼倉徳雄・井原高志・乾隆帝 (2013) ダム湖における淡水魚類の分布予測: 嘉瀬川ダムの外来魚定着・在来魚絶滅リスク評価. 生物地理学会会報 68:11-12.

Supit, C. and Ohgushi, K. (2012) Prediction of Dam Construction Impacts on Annual and Peak Flow Rates in Kase River Basin,

Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, 56: I\_121-I\_126.

田悟和巳・荒井秋晴・松村 弘・中村匡聡・足立高行・桑原佳子 (2013) 糞から抽出された DNA を用いたテン *Martes melampus* の個体数推定. 哺乳類科学 53:311-320.

#### 周辺森林研究グループ

増山貴明・吉村千洋・藤井学・伊藤潤・大谷絵利佳 (2011) 寒河江ダム貯水池と流入河川のエコトーンにおける堆積土砂と土壤環境特性の空間分布. 応用生態工学 14: 103-114.

沼宮内信之・武浪秀子・白井明夫・一柳英隆・江崎保男 (2011) 寒河江ダム上流端で初夏に干出する湿地土砂から芽生えた植物の種組成. 東北植物研究 16:53-58.

Ida, H. Hotta, M. and Ezaki, Y. (2013) A bagging experiment to evaluate the effect of predispersal predation exclusion on nut viability in beech (*Fagus crenata* Blume) . Japanese Journal of Forest Environment 55:133-137.

#### 環境経済研究グループ

蔡佩宜・籠橋一輝・佐藤真行・植田和弘 (2014) ダム建設問題をめぐる社会的合意形成とその阻害要因：設楽ダム計画を事例として. 水資源・環境研究 27: 1-12.

蔡佩宜・佐藤真行・籠橋一輝・植田和弘 (2012) 水資源管理計画の代替案評価における社会的多基準分析の適用：矢作川と豊川を事例として. 環境情報科学論文集 26: 31-35.

#### その他（研究グループをまたがるもの）

林義雄・谷田一三 (2008) ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) の 遺伝的集団構造に対するダム湖の影響：神奈川県酒匂川水系での検討. 応用生態工学 11: 153-159.