

# 水源地生態研究会の平成28年度成果

The 2016 progress report of Watershed Ecology Research Group

研究第三部 上席主任研究員 一柳 英 隆  
研究第三部長 原 田 昌 直  
兵庫県立大学 教授 江 崎 保 男  
大阪市立自然史博物館 館長 谷 田 一 三

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、2008年に設立された組織である。この研究会では、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、研究を進めているが、2013年度に前期5ヶ年(2008-2012年度)の成果をとりまとめ、組織の一部改変を行った。2014年度からは、「ダム湖生態系研究グループ」、「ダム下流生態系研究グループ」、「周辺森林研究グループ」、「分断影響研究グループ」、「初期変化研究グループ」、および「データ活用研究グループ」の6グループ体制で研究を再開している。本稿では、2014年度から5年間の計画として進めている研究の3年目となる2016年度の成果概要について報告する。

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 impacts of dams on rivers and surrounding ecosystems, 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 of which mainly dealing with aquatic ecosystems and another with terrestrial ecosystems. In 2013, the research group reported the study results during 2008 - 2012 and the organization was restructured. The following subjects have been studied from 2014: limnological feature of reservoirs; influences of dams on the downstream ecosystem and mitigation of the influences; ecological interaction between reservoirs and their surrounding forests; fragmentation of aquatic organism populations and the viability of the populations; changes of reservoir and surrounding ecosystems at the initial impoundment; and, construction of databases on ecology of watersheds and reservoirs. In this report we show result summaries of 2016.

Key words : Watershed Ecology Research Group, ecosystem of dam lakes and dammed rivers, ecology and civil engineering, study results, 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。2008～2012年度の研究会の経緯および成果概要は、本所報において既に報告したとおりである（一柳ほか、2015）。2013年度には組織を一部改編し、2014年度から研究活動を再開している。

本稿では、2014年度からの研究活動の3年目にあたる2016年度の成果の概要を紹介する。

なお、ここで紹介する研究成果概要は、各グループ

から年度報告されたものから抜粋している。研究成果は、研究を行った各委員に帰属するものの、本稿自体の文章責任は、著者らにあることを申し添える。

## 2. 水源地生態研究会（2014-2018年度）の組織

水源地生態研究会は、2008～2012年度の活動をうけて組織を改編し、水域を扱う水圏生態研究委員会と、ダム湖周辺の陸上を扱う陸上生態研究委員会に属する6グループ体制となった（一柳ほか、2016）。

- ・ダム湖生態系研究グループ（水圏生態研究委員会）：ダム湖生態系の特性を把握し、生態系の管理手法を提案する。
- ・ダム下流生態系研究グループ（水圏生態研究委員

会)：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手法を提案する。

- ・周辺森林研究グループ(陸上生態研究委員会)：ダム事業が周辺陸域に及ぼす影響を把握する。
- ・分断影響研究グループ(水圏生態研究委員会)：ダムにより分断化された生物個体群への影響を評価する。
- ・初期変化研究グループ(水圏生態研究委員会・陸上生態研究委員会)：試験湛水後に初期的に起こる変化を把握する。
- ・データ活用研究グループ(水圏生態研究委員会・陸上生態研究委員会)：ダム水源地上に関するデータベースを構築管理し、それを用いた全国的な比較研究を行う。

研究期間は2014～2018年度とし、5年間で成果をまとめることとしている。

### 3. 2016年度の研究進捗・成果

#### a) ダム湖生態系研究グループ

ダム湖本体およびそのエコトーンは、(自然湖沼と比較すると)湖の地形や運用などに由来する特殊な陸水学的・生態学的特性を持つと考えられる。ダム湖生態系研究グループでは、ダム湖の水循環、陸水学的特性、生物群集について明らかにすることを目的として研究を進めている。また、ダム湖沿岸植生の発達要因、沿岸植生の生態系機能、水位変動の湖沼生物群集に対する直接的・間接的影響を研究する。これらをもとにダム湖や沿岸エコトーンの生態系管理について提案することを目指している。調査は、おもに三春ダム(福島県)で行っている。

ダム湖内の研究としては、ダム湖内微流速の観測、曝気循環が一次生産に与える影響、溶存態有機物の動態、下流生態系も含む重金属の動態、ダムの循環と深底部底生動物量の研究が行われた。

ダム湖内の流動特性に関する研究としては、植物プランクトンや洪水濁水などの微粒子の浮遊沈降挙動に影響すると考えられる流速変動分布の計測手法についての検討を行った。微細な流速の分布はある程度把握できるものの、現地における正確な計測については課題があり、手法論的な検討が必要であることがわかった。

曝気循環が一次生産に与える影響としては、曝気による水の流動・循環を想定し、実験室内において様々な明暗サイクルでダム湖水の一次生産量を測定した。

ごく短いサイクルの場合には、純一次生産量は低いものの、サイクルが長くなると一次生産量が多くなった。このことから、大きな泡による早いサイクルでの循環が一次生産量を低下させるためには必要であると推測された。

ダム湖内の溶存態有機物については、ダム湖および上下流河川における溶存有機物の変化と水道利用における消毒副生成物の生成ポテンシャルとの関係を推定した。その結果、三春ダムにおいては、湖沼内での有機物動態や生物生産により消毒副生成物の生成量が変化することが示唆された。

ダム湖上流、ダム湖、ダム下流における重金属の分析を三春ダムとともに、目屋ダム(青森県)、浅瀬石川ダム(青森県)でも行った。Mo、Fe、Cuはいずれも、ダム直下で濃度が高く、下流に行くに従って濃度が低くなった。これらの元素の濃度はMn濃度と正の関係があった。Mn酸化物による吸着・共沈機構がメカニズムとして考えられた。三春ダムは河川水の測定結果から全体的に元素濃度が低いことが特徴として見られ、前貯水池があることで土砂が本貯水池内に堆積しにくくなることで、貧酸素化になって還元環境になった時に本貯水池湖底から溶出する元素が少ないのではないかと考えられた。

ダム湖底の底生動物については、深底部に見られる底生動物の量的情報を集約し自然湖沼と比較した。ダム湖、自然湖沼とも、中栄養の段階で高まる傾向が見られた。また、水温の鉛直分布の季節変化から、ダム湖の湖水の循環様式をおおまかに推測した結果、北緯36度以北でも多数の温暖一回循環湖が分布している可能性が指摘された。また、湖底の溶存酸素量の季節変化から、底層水が通年混合しない部分循環湖の存在も指摘された。

沿岸帯・水位変動帯については、過去に、ヤナギ林の成立要因やその遷移、魚類による利用を明らかにしたが、衰退がつづくヤナギ林の遷移の把握とその要因を追跡している。仮説の一つとして水没が植物ストレスを与えていることが挙げられるが、抗酸化酵素の活性などから評価する手法を検討し、植物のストレスレベルの評価として利用できそうなことを明らかにした。

水位変動帯の外来種アレチウリの除去方法の検討では、アレチウリの分布が拡大していること、アレチウリは鉛直12m以上伸長し、ヤナギ類を完全に被覆しうることが明らかになった。種子の発芽実験から、成熟前の冠水により発芽能力が低下することが認められ、早いうち(10月)の貯水位上昇によりアレチウリの繁

茂は抑制可能であると推測された。

#### b) ダム下流生態系研究グループ

ダム下流生態系研究グループは、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仕組みをつくることを目的としている。河川は、水だけでなく土砂やその他物質が、時間的に変動しながら流下している（要素の経路と輸送量＝フラックス）。ダムがあると、ダム貯水池、ダムの運用、ダム下流の河道景観の特徴に応じてこのフラックスは変化すると考えられる（フィルター効果）。これらのフラックスと生態系の機能やサービスとの関係を定量化することにより、ダムの影響評価と影響軽減策評価が可能になる。

##### 〈流下POMのダムによるフィルターと生成〉

矢作川（ダム直列）において、多地点（ダム上、ダム下、次のダム湛水域の上）で流下POMを調査し、ダム湖のフィルター効果（沈降、生産）、中間河道における変化を評価した。最上流の矢作川ダムは、POMやSSの補足に大きな働きが認められ、他の回転率の大きなダムは、沈降・生成にあまり寄与していなかった（ダム下流サイトでは、ダム湖からの動植物プランクトンが見られることもあるが、小規模な水の回転率が高いダムの下流では少なかった）。

##### 〈アユ摂食を指標としたダム下流における土砂供給の評価〉

置き土を意識し、細粒分の増加による生態系影響を、アユの摂食から評価した。大きな礫におけるアユの摂食は、細粒分からの露出部分が50mmを下回ると低下するものの、50mm以上であれば、摂食に影響は少なく、土砂供給により早瀬、平瀬に砂が堆積する際の閾値として有効な知見と考えられた。

##### 〈河道地形管理〉

生態機能—河床地形—管理（土砂供給・流況・川幅）をつなぐ方策の検討を進めている。木津川流域における過去の土砂移動量と当時の生息場面積から、土砂フラックスと生態機能の関係式を作成し、複数の生態系指標（タナゴなどたまりに生息する種の生息場、アユの産卵場）において最適な土砂量を推定した。生態系の複数の指標において、最適となる土砂量が異なる場合、局所的な対応で両立することも可能であることを示した。

#### c) 周辺森林研究グループ

ダム湖には周辺森林から、おもに河川を通じて、大量の有機物が流れ込む。その一方ダム湖からは、これ

ら有機物起源の栄養塩が生物によって陸上にもちだされていると推測される。湖内では陸上あるいは河川起源のデトリタス（落ち葉や死体などの生きていない有機物）が腐食連鎖を通じて栄養塩に分解されて陸生・水生の植物体に移行し、それを陸上・水生昆虫が食い、さらにこれらが鳥や魚に食われて最終的に周辺森林に戻ると考えられる。周辺森林研究グループは、こういった栄養塩の動きをとおして、ダム湖と周辺森林の相互作用を解明することを目的としている。

水生昆虫の羽化調査については、菅生ダム（兵庫県）において、ダム上流、ダム湖、ダム直下流、ダム下流の羽化個体数・湿重量の季節変動を明らかにした。全体としては、春から初夏に羽化個体数が多くなったが、季節性には場所による変異が見られた。夏にはダム直下流が多く（おもにトビケラ、カゲロウ、ハエ目）、冬にはダム湖（おもにハエ目）が多かった。

陸上動物による水生昆虫の利用については、水生昆虫調査と同じ菅生ダムで調査を開始し、鳥類の捕獲と採血によって安定同位体比分析用の試料を得た。また候補となる無脊椎動物を採集した。これらは、今後分析する。

#### d) 分断影響研究グループ

ダムによる水生生物の移動分断は、ダム湖と自然湖沼を比較した場合の本質的な違いであると考えられる。移動分断により水生生物個体群の孤立化を進め、また、ダムの存在や管理の影響によってハビタットが変質することと合わさって、水生生物の局所個体群、ひいては流域個体群に影響すると考えられる。分断影響研究グループでは、ダム等による分断の影響について実態を把握すること、個体群存続性に関するモデルを作成すること、また、ダムの分断化が流域個体群に与えるいろいろなレベルにおける影響を定量化したハザードマップ作成を試みる。これに基づきダムが存在する流域での個体群管理方針を提案することを目的としている。

ダムによって分断化、孤立化、陸封化された魚類個体群の存続性を明らかにする現場調査を四国吉野川水系の新宮ダム湖および柳瀬ダム湖の流入河川となる銅山川周辺河川である中の川、上小川およびダム湖流入銅山川上流域において行った。調査前に、カワムツの生息分布面積を温度選好性に基づくポテンシャルマップにより推定した。個体群存続のために必要な500個体を下回る個体群サイズと予測される場所を特定し（簡易PVA法）、実際の生息の有無とを比較した。その結果、簡易PVA法に基づく予測により、ある程度

個体群の存続の有無を評価できることが明らかになった。今後、簡易PVA法の有効性の確認と改良をさらに検討する。

また、孤立化した集団のDNA解析に基づく集団遺伝学的分析をおこなった。現在、個体群有効サイズの推定を行っている。

#### e) 初期変化研究グループ

ダム事業では、堤体工事が終了するとダム湖に貯水する。最初は、試験湛水として行われるが、その際、貯水することに伴い、ダム湖、河川、周辺陸上の生態系に大きな影響をあたえらる。初期変化研究グループでは、ダムの最初の湛水直後、および数年以内という時間スケールで起こる現象に焦点をあてる。調査は、嘉瀬川ダム（佐賀県；2010年10月試験湛水開始、2012年4月管理開始）で行っている。

##### 〈流入河川の魚類相の変化〉

試験湛水後のダム湖流入河川において、魚類相の変化を追跡している。2010年の試験湛水前、タカハヤとカワムツで占められた調査地は、湛水をきっかけにその様相に変化を見せ、オイカワ、ムギツク等が加わり、上中流の魚類と中下流の魚類が混在する魚類相を維持している。2013年秋から14年春にかけて、その割合はほぼ1:1であったが、14年秋以降、中下流の魚類の出現割合が大幅に減少した。16年における中下流の魚の割合は1割にも満たず極めて少ない個体数となった。今後、中下流の魚類の消失が起り、試験湛水以前の魚類相に戻る可能性がある。

##### 〈周辺の哺乳類利用〉

テンを中心とした哺乳類に関しては、嘉瀬川ダムのダム湖周辺における糞採取調査を継続している。糞の採取数からみると、ダムの本格工事後に減少した糞数は、6年経って開始直前に近い状態に回復しつつあると判断された。また、主な糞分布域がダム工事前から変化しているが、これは森林の林齢の変化や付け替え道路建設や利用による開放地の増加により餌となる実をつける植物の分布が変化したことによると推測された。

##### 〈周辺陸域昆虫相調査〉

嘉瀬川ダムにおいて試験湛水時に水没した地域（浸水域）とそれに隣接する水没しなかった地域（非浸水域）において、アオキミタマバエによるアオキの実への虫こぶ形成率の調査を実施した結果、虫こぶ形成率には顕著な差は認められなかったものの、虫こぶ形成率は浸水域で64.4%であったのに対し、非浸水域では96.5%と有意に高かった。したがって、浸水域に

おける一時的な植生の消失と植物の再定着が、昆虫からの寄生の回避に寄与している可能性が考えられた。

##### 〈水環境〉

ダムの試験湛水以降の水量・水質・底質などに関する初期変化の過程を調査し、他のダムのケースと比較することにより嘉瀬川ダム貯水池の位置づけを明確にするとともに、今後のダム貯水池の管理手法の改良を検討している。平成28年度は、試験湛水から6年間の現地観測データを基に、嘉瀬川ダム貯水池の水質特性を検討した。嘉瀬川ダム上流約4kmに設置の副ダムの貯水池と本ダム貯水池、そして流入・流出河川の水質の経年変化を分析した。副ダムの貯水池では、出水の影響を顕著に受け、貯水池容量が小さいためにクロロフィルa、総窒素、総リン、SSなどの変動が大きく、特に懸濁態リンが副ダム下層で多く測定された。副ダム貯水池は、本ダム貯水池の安定した水質確保のための緩衝作用をしていると考えられる。

##### 〈粒状有機物〉

ダム建設による上下流での有機物の質の変化に着目した調査を継続している。ダムの建設によるダム湖内の水の滞留時間、受光面積の増大により河川水中の栄養塩が一次生産により固定化されていることが明らかとなった。また、盛んな光合成に伴う大気中の二酸化炭素の利用によってPOMの $\delta^{13}\text{C}$ が上昇していた。一方ダム建設直後は、ダム下流でPOMの $\delta^{13}\text{C}$ が減少する現象が見られており、ダム湖内に溶存態で存在する炭素の供給源が運用後数年で変化している可能性が示唆された。それぞれのSOMの起源をPOMおよび付着藻類としてその構成比を安定同位体比より求めたところ本川ではその多くをPOMが占めていた。砂河川である嘉瀬川では、不安定な基質により付着藻類が発達しにくく、有機物起源として付着藻類の寄与が少なくなる可能性があるが、ダムの建設によるダム下流の粗粒化により、有機物の供給形態が変化する可能性も示唆された。

##### 〈社会的な変化とその波及影響〉

全戸が移転した地区で、かつ残存する民有林がある（旧）西畑瀬地区、（旧）大野地区を事例として選び、水没を免れて現地に残された農地や山林をどのように利用管理しているかの実態把握を行った。大野地区のような残存農地は、付け替え道路で下流部からの時間が短縮されたため、日帰りでの作業が可能となったことによって維持されていることがわかる。「山の米がおいしい」ということが自給用の米のために通耕する者の動機となっているようである。一方、西畑瀬地区のようなアクセスの悪い山林は、とくに山林から離れ

て住んでいる移転者の関心を離れ、放置されていく危険性が最も高いと考えられる。

#### f) データ活用研究グループ

全国には数千にのぼる貯水ダムがあり、各管理部署は流量、水位、水温・水質、ダム湖や周辺に生息する生物相などのデータを継続的に取得している。これらのデータを集約して整理することで、全国レベルの横断的な解析が可能になる。データ活用研究グループは、各事務所に分散しているこれらの貴重なデータをデータベース化すること、そして全国レベルの解析を行うこと、管理事務所でのデータ取得方法に対する提案することを目的としている。

データベースの構築・整理・更新については、2008-2012年に収集・整理した、1) 流域のGISデータ、2) 各ダムの環境データ、3) 生物データ、の追加・更新を2014年度以降も継続している。2015年度からは、河川環境解析に利用しうる魚類形質データベースを作成した。これは、河川水辺の国勢調査掲載種について、形態的・生態的な形質を掲載したものである。2016年度には、利用しやすさを考慮し、主要図鑑との名称を対応できるようにした。また、底生動物についても、属レベルでの形質データベース作成に着手した。

ダムによるLW(大型有機物片)貯留量のマクロ解析からも推測された傾向を検証するため、四国の魚梁瀬、初瀬、永瀬ダム流域と、北海道の定山溪、桂沢、大雪ダム流域で調査を実施した。その結果、LW河道内滞留量は、北日本で高く、南日本で低い値を示すなど、LWの流出について、北日本のtransport-limited、南日本のsupply-limitedの傾向を裏付けた結果が得られた。

土砂流出についても全国ダムの貯砂データから同様な解析を行い。同じ降雨量で比べると北日本の方が南日本より土砂流出量が大きい結果が得られた。但し、土砂流出に影響する降雨量は、LWにくらべて小さいことが明らかになった。さらに、流木流出量を左右する樹林化や河床低下傾向についても解析し、砂・礫河川ともに河川による差はあるものの、全国レベルで経年的に河床低下と樹林化が進んでいることが明らかになった。

河道の樹林化に伴う鳥類相の変化については、河川水辺の国勢調査等を中心に解析し、砂礫性鳥類が減り、森林性鳥類が増えている実態が明らかになった。さらに、砂礫性鳥類が多い河川が、糸魚川静岡構造線に代表される地質的に脆く、大量の土砂を生産する区域(北陸・中部地方)に集中することが明らかになった。本

年度は、砂礫性、森林鳥類に対して影響を与えるマクロ、景観、および局所要因の抽出、ならびにこれら要因のデータセットを、気候値メッシュ2000、数値標高モデル(DEM)、国土数値情報(ダム)、高解像度土地利用土地被覆図(JAXA)を使い作成したが、未だ完成はしていない。

魚類では、種数等でみた場合、ダムの影響は検出されないことが多い。生態的・形態的な形質は、個体数より情報量が多く、変化に対して敏感だと考えられる。形質の多様性がダムの上下流でどのように変化しているかを解析した。群集間の形質類似性評価は、群集内での種間形質距離の平均と上下流を混合した際の種間形質距離の平均の比較により行った。高緯度のダムでは形質類似性が低くなる傾向があることがわかった。種の指数では検出できなかった影響が形質を考慮することで検出された。

近年発達しつつある環境DNAの、ダム湖や周辺における生物相把握手法としての有効性を検討している。2015年度から2016年度にかけ、ダム内のどのような地点において、どのような季節に採水することが適切かを検討するために三春ダム、大川ダム、菅生ダムの岸と岸から離れた水深がある地点でそれぞれ1年間にわたってサンプリングを行った。その結果、全体として気温の高い時期ほど検出率が高まること、また、繁殖期にあたる初夏にも検出率が高まること、魚種によっては岸の検出率が高まることなどが明らかになった。この結果を利用して、2016年度の夏には2014年度と同じ30のダムにおいて検討を行ったところ、オオクチバス、コクチバス、ブルーギルの3種について、いずれも生息情報と環境DNAの結果の一致率が85～90%程度と良く一致した。これらのことから、環境DNAの検出は夏場に採水を行う、あるいは対象種の繁殖期に採水を行うことが良いと考えられる。

## 4. 成果の公表・アウトリーチ

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は水源地生態研究会の目的の一つである。ダムによってもたらされる河川や周辺の生態系の科学的理解がその基礎となるが、研究成果がダム管理の現場で活用されることに大きな意義がある。そのため、水源地生態研究会の成果公表・アウトリーチとしては、学術的な成果を積み上げるといふ面で研究者集団に対するものとともに、ダムの管理に携わる実務者に対するものの2面を想定している。

研究者集団に対するものとしては、現在まで、研究の成果を論文（一柳ほか（2015）の付表公表論文リスト参照）の公表や書籍（池淵、2008；大森・一柳、2011；谷田ほか、2014）の刊行を行ってきた。2013年度から、もっとも関連が深い学会である応用生態工学会の大会において、自由集会・研究集会を企画し、水源地生態研究会の成果を報告している。2013年度から実施したものは以下のとおりである。

#### 応用生態工学会 大阪大会（2013年）

- ・集会名「ダム下流生態系」  
日時：2013年9月19日 9：30～11：30  
企画者：辻本哲郎・一柳英隆
- ・集会名「ダム湖エコトーン（水位変動帯）の応用生態工学」  
日時：2013年9月19日 16：00～18：00  
企画者：浅見和弘・一柳英隆・谷田一三・江崎保男

#### 応用生態工学会 東京大会（2014年）

- ・集会名「ダムによる水生生物個体群の分断と陸封」  
日時：2014年9月18日 16：00～18：00  
企画者：大森浩二・井上幹生・一柳英隆
- ・集会名「ダム湖における外来魚対策」  
日時：2014年9月19日 16:00-18:30  
企画者：浅見和弘・大杉奉功・中井克樹・谷田一三

#### 応用生態工学会 郡山大会（2015年）

- ・集会名「応用生態工学からダム管理を考える」  
日時：2015年9月11日 15:30-18:00  
企画者：谷田一三・一柳英隆

2016年度も、以下の集会を企画・実施した。

#### 応用生態工学会 東京大会（2016年）

- ・集会名「ダム下流河川の生物群集の特性とその要因」  
日時：2016年9月2日 9:00-11:00  
企画者：谷田一三・一柳英隆

ダム管理に携わる実務者に対するものとしては、2016年度からセミナーを実施している。これは、研究成果を、ダム管理に直接携わる職員や技術者に向けて発信するとともに、相互的な議論により認識の共通化を図ることを試みるものである。2016年度に実施

したセミナーは、以下の2件である。

- ・セミナー名「ダム湖生態系に関するセミナー：ダム湖沿岸帯（エコトーン）の生態系とその管理」  
日時：2016年11月22日 13:30-17:00  
場所：TKP仙台カンファレンスセンター（仙台市）
- ・セミナー名「ダム下流の土砂・河床地形管理に関するセミナー」  
日時：平成29年1月26日 14:30-17:30  
場所：TKP新大阪カンファレンスセンター（大阪市）

それぞれ、ダム湖生態系研究グループ、ダム下流生態系研究グループが中心となって行った。それぞれ、ダム管理者（国土交通省、自治体、水資源機構、電力会社）、コンサルタント会社勤務者等、各セミナー、68名、126名の参加があった。

## 5. おわりに

水源地生態研究会は、2018年度まで研究をおこない、2019年度年中には、総合的なとりまとめを行う予定である。今後も、水源地生態系に関する研究成果をあげつつ、その成果を水源地環境の向上に活用してもらう工夫を続けていきたい。

## 謝辞

ここで記した研究成果は、それぞれ、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) 一柳英隆・天野邦彦・谷田一三・江崎保男（2015）水源地生態研究会の経過と成果。平成26年度水源地環境技術研究所所報 pp.61-73. 水源地環境センター。
- 2) 一柳英隆・天野邦彦・谷田一三・江崎保男（2016）水源地生態研究会の2015年度の成果。平成27年度水源地環境技術研究所所報 pp.63-70. 水源地環境センター。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 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。