

## 応用生態研究助成

# WEC応用生態研究助成：令和4年度の概要

Ecology and Civil Engineering Research Fund of Water Resources  
Environment Center: Summary of 2022

研究第三部 首席主任研究員 一柳 英隆  
研究第三部 首席主任研究員 細井 啓示  
前・研究第三部長 渡邊 茂  
研究第三部長 安達 孝実

一般財団法人水源地環境整備センターは、ダムに係わる生態環境について調査・研究の促進を図ることを目的として、公募研究助成「WEC 応用生態研究助成」を実施している。令和4年度には、継続研究3件、新規研究3件の計6件の研究に対して助成し、このうち3件の研究助成が終了した。

**キーワード：WEC応用生態研究助成、概況報告**

Water Resources Environment Center offers the research grant, "Ecology and Civil Engineering Research Fund of Water Resources Environment Center", with the aim of enhancing scientific research on natural surroundings of the reservoir. In 2022, we funded five research projects, three continuing research projects and three newly adopted projects. Three of them have been completed.

**Key words : Ecology and Civil Engineering Research Fund of Water Resources Environment Center, summary report**

## 1. はじめに

一般財団法人水源地環境整備センターは、ダムに係わる生態環境についての公募研究助成「WEC応用生態研究助成」を行っている。この助成は、平成17年度を第1回として、毎年募集し、令和4年度で第18回を数えた。

本報告では、令和4年度に完了した研究について紹介する。

## 2. 制度概要

「WEC応用生態研究助成」は、ダムに係わる生態環境について調査・研究の促進を図り、その研究成果の公表により社会へ還元することを目的としている。毎年1回の公募で、ダムに関わる調査・研究における課題を設定し、その課題に適応した研究に対して助成している。令和4年度募集課題は、「ダム貯水池に係わる生態系・水環境（上下流・周辺を含む。）に関する研究」であった。助成対象は、「大学、高等専門学校等の学校、独立行政法人等の法人、地方公共団体、公益法人、民間企業、NPO法人およびこれらに付属する機関に所属する研究者で、十分な遂行能力を有する者」であり、とくに若手や民間組織の研究者の応募を歓迎している。

募集は、毎年2～4月に行われ、外部審査員による審査を経て、5月に採択研究を決める。研究期間は1～2年、助成金額は研究1件につき単年度最大100万円、2年間の研究については総額最大150万円である。

本助成は、この分野の発展に寄与するため、助成者に対して、応用生態工学会等での発表を義務づけている。また、水源地環境センターが事務局を務める「水源地生態研究会」等の研究者、国土交通省関連研究機関や水源地環境研究センターの職員が参加する発表会を行い、完了研究の報告を受けている。成果報告に対しては、今後の研究の発展を考慮し、外部審査委員からなる研究助成審査委員会で審査し、助成対象者にコメントしている。

## 3. 令和4年度完了研究

令和4年度は、前年度からの継続研究3件にあわせ、新たに3件の採択をし、合計6件の助成を行った。このうち、3件（いずれも2ヶ年度の研究）の助成が終了した。この3件の完了した研究の発表会は、令和5年9月29日に一般財団法人水源地環境センターの会議室で行われた。

以下にその3件を紹介する。これらの研究成果概要については、本所報pp.81—83を参照していただきたい。

#### a) 助成番号 2021-01

この助成は、信州大学理学部の笠原里恵氏の「天然のダム湖である諏訪湖における動物プランクトンから魚食性鳥類までの食物網の現状把握と過去との比較」と題する研究に対して行われたものである。

諏訪湖は、現在では水位がダムの管理されている湖である。また、古くから陸水学的研究が多く行われてきている。この研究では、現在の動物プランクトンから大型魚食性鳥類までの捕食-被食関係を明らかにし、過去との比較を行って、生態系の変遷を把握しようとするものである。本研究から、ワカサギは湖水内に多く生息する動物プランクトンを利用しながらも時期によって発生する大型のミジンコも柔軟に利用しており、存在量に影響を受けつつ相対的に大きなプランクトンを採食している可能性が示唆される等、諏訪湖の生態系に関する様々な知見が得られた。

審査委員会においては、プランクトン-魚類-鳥類にわたる食物網について季節変化も含めた結果が得られており、多くの成果があったと評価された。発表会においては、湖における生態系変遷について、もっとも重要な要因はなにかということ等について議論がなされた。

#### b) 助成番号 2021-02

この助成は、徳島大学大学院社会産業理工学研究部の河口洋一氏の「コウモリ類によるダム周辺環境の利用実態の評価-ダムはコウモリにとっての好適生息地となり得るか?」と題する研究に対して行われたものである。

ダムが建設されると、ダム湖が創出される等大きな環境変化がある。また、ダムの下流では、ダム湖への堆砂等により、下流河川の土砂の減少や変質が生じる。その対策として、土砂還元(置き土)などが行われている。本研究の調査地である那賀川は日本のダムでもっとも多量の置き土が行われている河川である。それらの環境変化は、河川内の生態系だけでなく、隣接する生態系にも波及的に影響が及んでいるはずである。この研究では、ダムによりもたらされる環境変化(ダム湖の創出や下流変化)が波及的に陸上生物(河川から羽化する昆虫を食べるコウモリ類)にまで影響を及ぼすのかどうかを解析している。その結果、ダム湖は河川よりもコウモリの利用が少ないこと、ダム下流の土砂減少区は、ダム上流河川の土砂がある区間よりもよく利用されること等が明らかになった。

審査委員会では、水域環境の違いにより、昆虫数とコウモリ各種群の採餌活動量が地点間で異なること明

らかにしたこと等、多くの成果があがったと評価された。発表会においては、河川環境のダムに由来する地点間の違いと、もともとの上流から下流への変化との分離について、事前データがない場合の要因の分離と影響の検出の方法について議論がなされた。

#### c) 助成番号 2021-03

この助成は、東京工業大学環境・社会理工学院の吉村千洋氏の「ダム湖表層における光化学反応の解明と有機汚染物質分解過程のモデル化」と題する研究に対して行われたものである。

水域の表層では太陽光照射による光化学反応が生じている。光化学反応は、水環境中における有機物の分解にも影響する。この研究では、ダム湖表層における光化学反応を明らかにし、そのプロセスを組み込んだ水質モデルをつくることを目的としている。ダム湖の表層から採水し、水質特性を測定した上で太陽光により生成されるラジカル(一重項酸素、励起三重項溶存有機物)の量子収率を実験的に測定し、その反応を組み込んだモデルが作成されている。そのモデルを用いた解析により、温躍層の有無や深さにより、有機化学物質の分解速度や濃度が決定されることが定量的に示された。また、富栄養化による表層での植物プランクトン増殖は、光競合の結果として有機汚染物質の光分解プロセスによる自浄作用を低下させることも定量的に示された。

審査委員会においては、分解に関わるラジカル生成が有機物指標となる水の光学特性と関係していることを解明し、そこから得られる関係式を用いて光分解のダム湖での影響を調べたことについて、すでに国際誌に論文が掲載されていることなどを含め、評価された。発表会においては、有機物分解の全体における光分解の役割やダム湖管理への適用について議論がなされた。

## 4. おわりに

WEC応用生態研究助成における過去の課題や概要については、WEBで公開している。

<http://www.wec.or.jp/support/season/result/index.html>

WEC応用生態研究助成は、令和5年度も3件の新規研究を採択した。今後も、ダムに関わる応用生態工学的研究が発展するよう、助成のあり方を引き続き検討していく予定である。

# 天然のダム湖である諏訪湖における動物プランクトンから魚食性鳥類までの食物網の現状把握と過去との比較

信州大学理学部 笠原里恵

## 1. 目的

本研究の目的は、長野県中部に位置する諏訪湖において、動物プランクトンから大型魚食性鳥類までの捕食-被食関係を明らかにし、過去との比較から諏訪湖の生態系の現状を理解することである。本研究では、諏訪湖において重要な商用魚となっているワカサギと、その捕食者となりうるオオクチバスに着目し、高次の捕食者としてはカワウを、ワカサギの食物としては動物プランクトンとさらにその食物となる植物プランクトンを対象にし、捕食-被食の関係から諏訪湖の生態系の現状を把握しようと試みた。

## 2. 方法

魚類の調査は2020年夏から2021年秋実施し、投網もしくは長野県水産試験場諏訪支場もしくは諏訪湖漁業組合から試料を提供いただき、胃内容物の観察を行った。併せて背肉を脱脂したのち、窒素と炭素の安定同位体比分析を実施した。同時期に諏訪湖内の動物プランクトンと植物プランクトンを採取し、魚類同様に安定同位体比分析をおこなった。魚食性鳥類の食性調査は、ねぐら下から糞を採取し、糞から抽出した遺伝子の塩基配列をDNAメタバーコーディングによって決定し、アメリカ国立生物工学情報センターが提供する生物全般を対象とした塩基配列のデータベースであるNCBIでのBLAST検索などから、最終的に種同定を行なった。

## 3. 成果

本研究から、ワカサギは湖水内に多く生息する動物プランクトンを利用しながらも時期によって発生する大型のミジンコも柔軟に利用しており、存在量に影響を受けつつ相対的に大きなプランクトンを採食している可能性が示唆された。また本研究からは、これまで知見が少なかった産卵前時期のワカサギの食物としてユスリカ幼虫の重要性も示唆された。オオクチバスについては活動性の低い冬季にはワカサギ以外の魚種を主な食物としている可能性が示唆された。一方で諏訪湖周辺にねぐらをとるカワウでは、夏から冬にかけて高頻度にワカサギを利用している可能性があり、この時期はねぐらにおける個体数も年間でも最も多かった。その後厳冬期からワカサギの産卵期に相当する早春にかけてはカワウの数は減少し、またワカサギ以外の魚類を利用している可能性が示唆された。

## 4. 今後の展望

本研究から、ワカサギを中心とした諏訪湖の捕食-被食関係の一端を得ることができた。水産資源であるワカサギについては食物の年次変動を明らかにすることが、オオクチバスについては年間を通じた食性の把握を通してワカサギや湖内の生き物への影響を引き続き調査することが必要であろう。加えて、今後はカワウ以外の魚食性鳥類によるワカサギや湖内の生物の利用の程度も明らかにすることで、年変化や季節変化を踏まえた、より詳細な生き物同士のつながりを明らかにすることができると思われる。

# コウモリ類によるダム周辺環境の利用実態の評価 —ダムはコウモリにとっての好適生息地となり得るか？

徳島大学大学院社会産業理工学研究部 河口洋一

## 1. 目的

本研究では、ダム運用の影響下にある水辺環境においてコウモリ類の活動量を明らかにすることを目的とし、徳島県那賀川流域のダム湖とダム下流河川、およびダムによる影響を受けていない河川区間に、それぞれ音声録音装置を設置し、飛来したコウモリの分類群を同定した上で、採餌活動量を環境間で比較した。また、水辺から羽化する飛翔性昆虫の発生量とコウモリの活動量との関係を明らかにするため、マレーズトラップにより昆虫類を採集し、環境間で個体数の違いを比較するとともに、コウモリの活動量との相関関係を解析した。

## 2. 方法

野外調査は、徳島県南部を流れる那賀川上流域で行った。那賀川に設置されている川口ダム、長安口ダム、小見野々ダムを対象に、ダム湖と下流河川に1地点ずつ、さらに、上流域にダムのない河川区間（自然区間）に2地点、合計8地点の調査サイトを設けた。コウモリ相を把握する目的で実施した2021年の調査結果を踏まえ、2022年6-8月に、毎月原則7日間、各サイトに音声録音装置とマレーズトラップを設置した。

## 3. 成果

音声解析の結果、キクガシラコウモリ属2種に加え、4科6属のコウモリ類が確認された（音声データの総数：181536 ファイル）。そのうち、最も出現頻度の高かった2種群の採餌活動量は、ダム湖よりも河川区間の方が多かった。特にホオヒゲコウモリ属の採餌活動量は、自然区間よりもダム下流河川で多い傾向もみられ、ダムの影響を受けた河川区間が出産・哺育期の重要な採餌環境となっている可能性が示唆された。同時期に採集された水生昆虫（総捕獲数：32423匹）は、ハエ目とトビケラ目で全体の98%を占めていた。調査サイトによるばらつきが大きく、環境間で採集個体数に有意な違いは認められなかったが、分類群組成についてみると、ダム下流河川ではトビケラ目の占める割合が高いという特徴がみられた。本研究では、コウモリ類の採餌活動量と昆虫個体数との間に有意な相関関係はみられなかった。

## 4. 今後の展望

調査地の一つである長安口ダムでは、置土によるダム下流河川への土砂還元を実施しており、このことが他の調査区間と異なる水生昆虫群集を形成し、コウモリの採餌活動量にも影響している可能性がみえつつある。今後は土砂還元による効果に注目しつつ、コウモリが餌昆虫の個体数だけでなく、組成に反応している可能性についても検討が必要である。

# ダム湖表層における光化学反応の解明と 有機汚染物質分解過程のモデル化

東京工業大学環境・社会理工学院 吉村千洋

## 1. 目的

自然水域の表層では太陽光照射による光化学反応が生じている。この反応では直接的な光分解だけでなく各種ラジカルも生成されるため、自然由来の有機物、有機汚染物質、微生物などに作用し、水環境中における物質循環や微生物の消長に影響している。しかし、ダム貯水池における光化学反応、特にラジカル生成に対する水質や貯水池特性の影響は未解明である。そこで、本研究ではダム貯水池表層における光化学反応を解明し、そのプロセスを明示的に組み込んだ水質モデルを開発することを目的とした。

## 2. 方法

全国50のダム貯水池の表層水を対象として、それらの水質特性を測定した上で、太陽光により生成されるラジカル（一重項酸素、励起三重項溶存有機物）の量子収率を実験的に測定した。その上で、量子収率と水質特性の対応関係を定式化し、既存の光化学反応モデル（APEX）に組み込むことで、有機汚染物質の分解速度を定量評価した。さらに、湖沼水質モデルMyLake（鉛直次元）にAPEXを組み込むことで、光化学反応を含めて有機汚染物質の濃度を再現する水質モデルを開発した。

## 3. 成果

ダム貯水池の一重項酸素の量子収率は平均で $2.55 \times 10^{-2}$ 、励起三重項溶存有機物の量子収率は平均で $61.2 \text{ M}^{-1}$ であった。これらと水質特性との関係を定式化したところ、一重項酸素の量子収率は吸光特性や蛍光特性を示す指標と高い相関を示し、重回帰式やランダムフォレストモデルにより精度良く推測できることが示された（決定係数0.86以上）。これらのモデルにより、比較的簡単な光学分析で得られる水質データから量子収率を推定することが可能となり、量子収率から各ラジカルの定常濃度や有機物の分解速度などを推定できるようにした。そして、光化学反応を明示的に計算する湖沼水質モデル（MyLake-Photo）を世界で始めて開発した。本モデルを用いた応答分析の結果、水温躍層の有無や深さにより、有機化学物質の分解速度や濃度が決定されることが定量的に示された。また、富栄養化による表層での植物プランクトン増殖は、光競合の結果として有機汚染物質の光分解プロセスによる自浄作用を低下させることも定量的に示された。

## 4. 今後の展望

本研究の成果により、各ダム貯水池における有機化学物質の除去能力およびその能力と環境条件の対応などを定量評価することが可能となった。さらに、ダム貯水池表層における水面遮蔽や環境変化が引き起こす光化学反応の変化の予測にも応用可能である。一方、ダム貯水池には河川流入部からダム堤体まで空間的な広がりがあるため、今後はダム貯水池における光化学反応の空間的な分布を解明・モデル化することも、物質動態、自浄作用、微生物の不活化の解明を進めるために重要である。