

応用生態研究助成

平成28年度WEC応用生態研究助成の概要

Ecology and Civil Engineering Research Fund of Water Resources
Environment Center: Summary Report of 2016

研究第三部 上席主任研究員 一柳 英隆
研究第三部 上席主任研究員 濱上 征一郎
研究第三部長 原田 昌直

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。平成28年度には、継続研究5件、新規研究3件の計8件の研究に対して助成し、このうち6件の研究の助成が終了した。

キーワード：WEC応用生態研究助成、概況報告

Water Resources Environment Center carries out the research aid, "Ecology and Civil Engineering Research Fund of Water Resources Environment Center", for the purpose of enhancing scientific research on natural surroundings of the reservoir. In 2016, we funded 8 studies, including 5 continuous studies and 3 new-adopted. Six of them have finished in March, 2017.

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、平成28年度で第12回を数えた。

本報告では、平成28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。平成28年度の指定課題は、「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」と「応用生態工学的アプローチを考慮したダム貯水池に係わる土砂動態に関する研究」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月に採択が決まる。研究期間は1～2年で、助成金額は、研究1件につき、単年度最大100万円、2年研究の場合には、2年で総額最大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、30名ほど参加する発表会を行っている。成果報告に対しては、今後の研究の発展を考慮し、外部審査委員のコメントを助成対象者に返している。

3. 平成28年度完了研究

(1) 平成28年度完了研究

平成28年度は、前年度からの継続研究5件にあわせ、新たに3件の採択をし、合計8件の助成を行った。このうち、6件の助成が年度末に終了した。この6件のうち5件（助成番号2015-01～05）は、平成27年度に採択され、2ヶ年度の研究を行ったものであり、1件（助成番号2016-01）は、平成28年度に採択された1ヶ年度の研究を行ったものである。以下にその6件を紹介

介する。これらの研究成果概要については、本所報 pp.103—108を参照して欲しい。

a) 助成番号 2015-01

この助成は、北海道大学大学院農学研究院の石山信雄氏の「河川ネットワークと流況特性を考慮した新たな流域再生スキームの検討」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、ELR2017（日本景観生態学会、本緑化学会、応用生態工学会の3学会合同大会）において発表された。

b) 助成番号 2015-02

この助成は、九州大学大学院農学研究院の笠原玉青氏の「ダム貯水池下流における河川間隙水域の環境に関する研究」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、応用生態工学会第20回大会（2016）、日本生態学会第64回大会（2017）、および Society for Freshwater Science Annual Meeting（2017）において発表された。

c) 助成番号 2015-03

この助成は、弘前大学農学生命科学部の工藤誠也氏の「微量元素および安定同位体比分析による河川物質循環の生物プロセスにおけるダムの影響評価」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、応用生態工学会第20回大会（2016）において発表された。

d) 助成番号 2015-04

この助成は、椛山女学園大学教育学部の野崎健太郎氏の「御嶽山噴火による火山灰の流入が河川生物の生息状況と生息場所改変に及ぼす影響の解析」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、応用生態工学会第20回大会（2016）において発表された。また、すでに論文として以下のものが公表されている。

谷口智雅（2016）2014年御嶽山噴火が陸水に及ぼす影響。陸の水, 74: 1-3.

田代 喬（2016）御嶽山麓を流れる木曾川水系王滝川の水環境：自然災害と水資源開発の影響。陸の水, 74: 5-11.

Nozaki, K. (2016) Autumn and winter periphyton biomass in the Ohtakigawa River watershed 1 year after the 2014 eruption of Mount Ontake. Rikunomizu, 74: 13-21.

Onoda, Y. and Y. Kayaba (2016) Comparison of fish fauna in a river that received pyroclastic flow from the volcanic eruption of Mt. Ontake in 2014

with that in neighboring rivers. Rikunomizu, 74: 23-28.

Onoda, Y. (2016) Rediscovery of Japanese charr in the Denjogawa River and its tributary in 2016 after a disturbance from the Ontake Landslide in 1984: significance of a tributary as a refugium from disturbance. Rikunomizu, 74: 29-34.

田代喬・勝寄泰代・野崎健太郎（2017）崩壊地を含む流域の地質・地形特性が山地河道の階段状河床形態に及ぼす影響。河川技術論文集, 23: 525-530.

e) 助成番号 2015-05

この助成は、高知大学教育研究部総合科学系の福田達哉氏の「ダムによる水量調節が河川沿いに生育が特化した植物の生育に与える影響の評価」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、2017年の応用生態工学会の大会における発表が予定されている。

f) 助成番号 2016-01

この助成は、近畿大学農学部の河内香織氏の「土砂還元事業による河床材料粒径の変化が造巢性トビケラの巣材選択に与える影響」と題する研究に対して行われたものである。

この研究の成果は、応用生態工学会第20回大会（2016）および17th International Symposium on River and Lake Environment and 3rd International Symposium on Aquatic Botany（2017）において発表された。

(2) 平成28年度完了研究の発表会

平成28年度に終了した研究のうち5件の発表会を平成29年8月28日に一般財団法人水源地環境センターで行った。水源地環境センター研究顧問、水源地生態研究会メンバー、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課、国立研究開発法人土木研究所、水源地環境センターから参加があった。

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、その成果である公表された論文のリストについては、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、平成28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。

河川ネットワークと流況特性を考慮した 新たな流域再生スキームの検討

北海道大学大学院農学研究院 石山 信雄

1. 目的

近年、流域再生の一環として「ダム撤去」が世界的に注目され、撤去箇所の優先順位付け手法の発展が必要視されている。従来の研究では、こうした優先順位付けは、「連結性の向上」の視点からしか評価されて来なかったが、流量調節が実施されているダムの場合、ダム撤去により下流の流況（＝生息場の質）も大きく変化する。このことから、より効果的な流域再生を実施していくには、「連結性」と「流況」の両軸からダム撤去時の再生効果の評価、再生地の優先順位付けを行っていく必要があるだろう。そこで本研究では、ネットワーク解析と水文モデルを統合し、新たな流域再生スキームを提示することを目的とした。

2. 方法

対象地は長良川・揖斐川水系とした。2015、2016年の9月下旬～11月上旬に計61セグメントにおいて魚類調査を実施し、標高、河川次数、セグメント長、河畔の土地利用率、堰堤密度、流況指標（高水および低水の頻度、持続時間）を用いて、ロジスティック回帰により種分布モデルを作成した。作成した最終モデルの残差内に空間的自己相関がないことをMoran's Iコログラムにより確認した。流域スケールでの流況分布はGeomorphology-Based Hydrological Model (Yang et al. 2002)を用いて推定した。本研究では、ダム撤去前後での流域スケールでのHabitat Availabilityの変化を評価するため、Integral Index of Connectivity (IIC: Pascual-Hortal&Saura 2006)を用いた。各セグメント

の質の指標に前述の種分布モデルで得た確率を採用し、ネットワーク構造と各セグメントの質を考慮した現状のIICを算出した。さらに、多目的ダムである流域内の3つのダムを対象に撤去するダムの組み合わせを変えた計8つのシナリオを作成し、各シナリオ下での流況および連結性の変化に基づき、IICの変化率を算出した。最後に、従来手法（連結性の変化のみを考慮）でもIICを算出し、本手法の評価結果と比較検証を行った。尚、対象ダムの合計貯水量は流域内の全ダムの総貯水量の9割以上を占めている。

3. 成果

ロジスティック回帰により計3種の分布モデルを作成した。本手法と従来手法間でシナリオ分析を実施した結果、主に以下2点が明らかとなった：①従来の連結性のみに着目した評価ではダム撤去時の流域再生効果を過小評価してしまう可能性がある、②対象種によっては、本手法と従来手法間で撤去すべき優先順位が異なる。以上より本研究は、今後のダム管理に着目した流域再生を検討する上で、連結性と流況を考慮した本評価手法が有用であることを示した。

4. 今後の展望

我が国の現状では、ダム撤去の推進は容易ではない。しかし、流況と連結性変化に着目した本研究成果は、ダム運用による流況改善や魚道設置といった部分的プロセス再生の評価にも応用可能であり、実際の流域管理現場への応用が今後期待される。

ダム貯水池下流においての 河川間隙水域の環境に関する研究

九州大学大学院農学研究院 笠原玉青

1. 目的

流路とつながりを強く持つ河川間隙水域を含めて、ダム貯水池が下流生態系へ及ぼす影響に関して研究した例はほとんど無い。河川間隙水域は、河川水が一時的に間隙水域へ伏流することにより地下に広がるエコトーンで、河川生物に生息場や避難場所を提供したり、河川における物質循環に大きな役割をもつとして注目を集めている。ダム貯水池が河川生態系に与える影響を踏まえて管理を行っていく上で、河川間隙水域への影響も把握することは不可欠である。そこで、本研究では有機物の分解に着目し、ダム直下流域の流路と河川間隙水域の有機物分解速度を季節ごとに測定し、貯水池がもたらす影響を評価することを目的とした。

2. 方法

福岡県の山地渓流域に存在する犬鳴ダム、猪野ダムと新建川の砂防堰堤に調査地を設置し、ダム下流と上流地点を比較した。犬鳴ダムに関しては、ダムを上流に持たない支流にも対照地を設けた。有機物分解速度は、Cotton-strip Assay法を用いて、河床と河川間隙水域で測定した。水温や硝酸態窒素濃度、水生昆虫の貢献度などの流路・河床環境を合わせて、分解速度の季節性やダム上下流の違いを考察した。

3. 成果

有機物分解速度は、河床と河川間隙水域、ダム貯水池の上・下流のすべての調査地点において、水温の高い夏に速く、水温の低い冬に遅い季節性を持ち、分解速度は水温と正の相関を示した。しかし、上流や自然支流に比べると、常に水温が高かったダム下流の方が分解速度が遅かった。ダム下流では、硝酸態窒素濃度が低く、水生昆虫の貢献度も低く、それらが分解速度の低下につながったと考えられた。河床と河川間隙水域を比べると、冬や秋は分解速度の差が小さく、春から夏にかけて河床の分解速度が早くなり差が大きくなることがわかった。このように、河床・河川間隙水域ともに、ダム下流では分解速度が遅いく、河川間隙水域の分解速度は河床に比べて遅い傾向にあるが、季節によっては河床と同程度の分解速度をもつことが分かった。

4. 今後の展望

本研究では有機物の分解速度に着目したが、ダム貯水池をもつ渓流域における有機物の流れや、溪流生物の餌資源としての有機物の動態を理解するには、貯留体系も把握する必要がある。本研究結果を踏まえ、河川間隙水域も含めた有機物の貯留—分解体系の理解を一層深め、環境保全も目的に加えた溪流河川管理につなげていきたい。

微量元素および安定同位体比分析による 河川物質循環の生物プロセスにおけるダムの影響評価

弘前大学農学生命科学部 工藤誠也

1. 目的

我国の流域生態系における物質循環は、ダムから影響を受け変化している。本研究では、魚類・水生昆虫・河川水などを対象として、その微量元素と炭素窒素安定同位体比に注目した。これらを指標とすることで、物質循環構造にダムが与えている効果の評価を試みた。

調査地とした岩木川流域では、2015年まで稼働していた目屋ダム（青森県西目屋村）の機能が2016年に津軽ダムへと移された。本研究はダム切り替え前後の2カ年度にわたって設計されており、その間に生じた環境変化や生物学的プロセスを解明することを目的とした。

2. 方法

青森県岩木川流域の津軽ダム周辺（ダム湖上流で流入する河川およびダム堤体から下流側へ約21kmの区間）を調査地とした。魚類（カジカ大卵型）、水生昆虫、FPOM（粒状有機物）、河川水などの試料を採取し、集めた試料について炭素窒素安定同位体比分析（IR-MSを使用）と微量元素分析（ICP-MSを使用）を行った。

3. 成果

FPOM、水生昆虫、魚類の炭素安定同位体比は、ダム直下で大きく低下していることが分かった。この現象は、ダム湖の存在によって炭素の供給源が変化するプロセス（すなわち、陸上植物や付着藻類に由来する河川上流域の炭素供給から、ダム湖内生産物によるそれへと切り替わる）が可視化されたものと考えられた。

また、魚類、水生昆虫のCu、Cdなどといった多くの重金属元素はダム直下で高濃度となっていた。ダム湖底質に蓄積された重金属は底層水中に溶出しており、ダム湖水位が低下して底層近くから放水がなされるとそれらの元素が一斉に下流へと流出して、生物に影響を与えたものと考えられた。津軽ダムへと切り替えられた2016年にはダム直下流域の重金属元素が軒並み低濃度となっており、管理方式が夏季制限水位型から常時満水型へと変更されたこと、清水バイパスが整備されたことの効果が確認された。

4. 今後の展望

2016年の津軽ダムは試験湛水中であり来年度以降の運転とは異なっていた。また重金属汚染の影響は、必ずしもただちに表れるものではない。今後も調査を継続し研究を進めたい。

御嶽山噴火による火山灰の流入が河川生物の生息状況と生息場所改変に及ぼす影響の解析

椋山女学園大学教育学部 野崎 健太郎

1. 目的

御嶽山は、2014年9月27日に噴火し、それにとまなう火山灰の降下による王滝川への影響については、主として行政機関による濁水と酸性化の現状把握が継続されている。その一方で、陸水学および生物学的な影響の解析についての取り組みは十分とは言えなかった。河川に流入した火山灰は、河川水の酸性化、河床への堆積を通じて、付着藻類、底性無脊椎動物、魚類の生息環境を改変していると予想された。世界的に研究事例が少ない、火山噴火による水生生物相のかく乱と回復過程を記録することが本研究の主要な目的である。

2. 方法

王滝川の河川水は、牧尾ダムで取水され、木曾川本流での発電に用いられるため、火山灰の影響を調べるには牧尾ダムより上流域で研究を行う必要がある。そこで、最も火山灰が流入した王滝川支流の濁川を中心に、隣接しながら火山灰の流入が軽微であった下黒沢、濁川の流入前後の王滝川で、2015年9月、10月、11月、2016年2月、8月、9月、2017年3月に水質、付着藻類、底生無脊椎動物、魚類の調査を行った。加えて、2016年12月には、牧尾ダムによる酸性水、濁水の緩和機能を検討するために、木曾川本流の調査を行った。

3. 成果

濁川は、火山灰の流入に加え、水源に御嶽山の噴火

口があるため、pH5、電気伝導度30～40mS/mの特異な水質を示し、2016年9月までは付着藻類、底生無脊椎動物、魚類の生息は確認されなかった。隣接しているが、火山灰の流入が少なかった下黒沢では、水質の異常は見られず、生物も豊かに生息していた。王滝川本流は濁川の流入後に劇的な変化を見せ、水質、生物相ともに濁川とほぼ同じ状態になっていた。2017年3月の調査では、濁川のpHが6に上昇し、付着藻類では代表的な冷水性藻類の黄金色鞭毛藻のミズオ (*Hydrurus*)、底生無脊椎動物では、ホソカワゲラ科と思われる種類が観察され、生物相の回復が始まったと考えられる。2016年12月には、牧尾ダムから取水された王滝川河川水が放水されていると考えられる木曾川本流大桑発電所付近で調査を行ったが、水質と生物相の異常は見られずダムによる緩和機能の効果が考えられた。本研究の成果は、日本陸水学会東海支部会が発行する学術雑誌「陸の水74号」に発表されている (<http://rikusui-tokai.sakura.ne.jp/356-2/>)。全文がPDFで公開されオープンアクセスとなっている。

4. 今後の展望

2017年3月の調査で、僅かではあるが、濁川の水質と水生生物相の回復が観察されたため、日本陸水学会東海支部会では、今後も調査を継続し、火山と河川生態系との関係を明らかにすることを目指している。また、御嶽山は1984年の長野県中部地震で発生した大崩落地を抱えている。この崩落地が河川生態系に及ぼす影響についても研究を進める予定である。

ダムによる水量調節が河川沿いに生育が特化した植物の生育に与える影響の評価

高知大学教育研究部総合科学系 福田 達哉

1. 目的

河川の頻繁な増水は、河川沿いに流水による物理的影響を回避することができる適応をした溪流沿い植物と呼ばれる植物群を育むだけでなく、その物理的影響を回避できない山地性の植物の侵入を許さない環境を形成している。しかし、ダムによる河川の水量調節は、下流域における増水頻度減少に寄与するために、本来溪流沿い植物が生息する地域において山地性の植物が侵入してくることが予想される。そこで本研究では、溪流沿い植物のキシツツジとそれに近縁な山地性のモチツツジを例に、ダムの上流域と下流域の集団を遺伝子解析することにより、河川沿い植物に対するダムの影響を明らかにすることを目的として研究を行った。

2. 方法

サンプルは、キシツツジとモチツツジが近接している高知県の吉野川に存在する早明浦ダムの上流と下流におけるそれぞれの集団から採集した。採集した個体からDNAの抽出を行い、それぞれを認識する核マーカーおよび葉緑体マーカーの単離を行った。また単離したマーカーの解析から、キシツツジとモチツツジの純粋個体および浸透性交雑を含めた雑種個体を明らかにし、その遺伝子型を基に開花期に関する解析を行った。

3. 成果

それぞれから単離した核マーカーおよび葉緑体マーカーの解析の結果、早明浦ダムの上流域において、溪流沿い植物のキシツツジ集団における山地性のモチツツジとの雑種頻度が低いことが明らかとなり、またダムの下流域において山地性のキシツツジの侵入頻度が高いことも明らかとなった。さらに、この地域における両種の開花期の解析から、キシツツジの遺伝子レベルにおける純粋個体は4月中旬から5月上旬、またモチツツジの遺伝子レベルにおける純粋個体の開花期は5月上旬から5月下旬であり、遺伝子解析より明らかとなった雑種個体の開花期は両種のほぼ中間であることが明らかとなった。そのために、一度雑種を形成した集団においては、その個体がキシツツジとモチツツジの間の遺伝子流動の橋渡しの役割を果たすために、増水などの物理的選択圧が低下した集団においては、雑種を通してキシツツジの遺伝子がモチツツジに浸透しやすいことが明らかとなった。

4. 今後の展望

多雨地域である高知県において、河川の増水といった河川沿いに生育する植物に対するある一定の選択圧が溪流沿い植物においては必要であり、今後増水量調査を行うことによりダム下流域においても上流域のような河川沿い環境の再現を可能にする放水頻度について提言することができると考えられる。

土砂還元事業による河床材料粒径の変化が 造巢性トビケラの巢材選択に与える影響

近畿大学農学部 河内 香織

1. 目的

ダムや堰などの人工構造物は国内の治水や利水の上で重要な役割を担ってきた反面、河川の正常な土砂運搬を阻害している。本研究では、土砂還元事業による下流生態系への影響について、特に造巢性トビケラ類に着目して、これらの巢材選択との関連を野外調査と室内実験から明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1 本研究では、河床材料の粒径の違いと砂礫で作製するトビケラ類の巢材選択の関係を明らかにするために、土砂還元事業を実施している淀川水系布目川においてダム上流と下流3地点においてニンギョウトビケラ (*Goera japonica*) を採取し、可携巢の材料となる砂礫の大きさや数について調査した。2-2 河床粒径の差がホタルトビケラ (*Nothopsyche ruficollis*) の成虫個体に与える影響を明らかにするために、幼虫期から羽化まで継続飼育して成虫の体長、前翅長の測定を行った。2-3 河床粒径の差がホタルトビケラ幼虫の成長発育に与える影響を明らかにするために、河床粒径と餌資源を変化させた飼育実験を行った。

3. 成果

ダム上流、ダム下流における置き土上流、置き土直下、置き土下流3km地点の河床粒径組成は異なっていた。また各地点に生息していたニンギョウトビケラ幼虫の巢材を分解して巢に使用している砂礫の個数と大きさを計測した結果、砂礫数に有意な差は認められなかったが巢長は上流に比べ下流3地点すべてで有意に小さく、砂礫サイズは上流と最下流に比べ置き土直下で有意に小さかった。幼虫の頭幅の結果と合わせると、自然界では場所によって巢材の粒径を変化させており、調査地点によっては河床材料の粒径が幼虫の成長に影響を与えている可能性は排除できなかった。2-2より、羽化したホタルトビケラの成虫個体の体長と前翅長には有意な差が認められ、粒径2mm以上の河床で終齢期と蛹期を経た個体は体長、前翅長ともに他の処理より有意に短かった。この結果は、幼虫期に過ごす河床の粒径条件が成虫にまで影響を及ぼすことを証明した重要な知見である。2-3からは、粒径が2mm以上の礫条件下では、幼虫は礫以外の材料を用いて巢材を作りたすことを明らかにした。

4. 今後の展望

さらに様々な水生昆虫類について河床粒径が与える影響について知見を集積することが必要である。