

令和2年度
河川基金研究成果発表会

令和元年度 河川基金助成

研究者・研究機関部門 成果発表会

オンデマンド配信

2020.10.27～2020.11.10

◇プログラム◇

コース ②（3時間20分）

- ◇ 主催者挨拶
- ◇ 概要説明
- ◇ 助成者による口頭発表（研究者 18 名）
- ◇ 終わりの挨拶

※アンケートのご協力を宜しくお願いいたします

※この発表会は土木学会 CPD プログラムの認定を受けています。

河川基金研究成果発表会

コース ②

河川環境・生態関係 2

No.	所属機関	役職名	申請者氏名	助成事業名	頁
②-1	国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センター	主任研究員	林田 寿文	魚類の遡上エリア拡大を目的とした小規模河川横断工作物の切欠き設置法の検討と実践	3
②-2	国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センター	専門研究員	末吉 正尚	河川-水路ネットワークと生息場環境が氾濫原性魚類に与える影響解明	4
②-3	現所属: 応用地質株式会社 地球環境事業部 応用生態工学研究所	専任職	小野田 幸生	総合土砂管理の効果の評価に向けたカワソグサの生育条件の解明	5
②-4	上智大学 理工学部	教授	木川田 喜一	霧島硫黄山の火山活動が河川環境へ与える影響の定量的評価	6
②-5	福岡工業大学 社会環境学部 社会環境学科	准教授	乾 隆帝	環境DNAメタバーコーディングの空間解像度調整に関する検討	7
②-6	東北大学大学院 工学研究科	准教授	梅田 信	湖沼の水環境における構造化生態系解析の開発と応用	8
②-7	神戸大学	教授	中山 恵介	成層を強化し貧酸素水塊およびアオコの発生を促す地下水のモデル化	9
②-8	徳島大学	准教授	河口 洋一	地表徘徊性昆虫に注目した那賀川水系長安ロダム下流の置土実験の評価	10
②-9	東京理科大学 理工学部 土木工学科	助教	片岡 智哉	風・流れによる流体力学的条件を考慮した河川マイクロプラスチック鉛直分布モデルの開発	11
②-10	山梨大学大学院 総合研究部	教授	原本 英司	河川水中の病原ウイルスの新規汚染指標の探索	12
②-11	東京都立大学	教授	横山 勝英	都市河川の感潮域における有機汚泥の堆積・浸食・浮上の定量評価	13
②-12	国立高等専門学校機構 香川高等専門学校	講師	高橋 直己	アユの遡上環境改善に有効な簡易魚道の運用方法の検討	14
②-13	(公財)ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター	研究員	古賀 佑太郎	発生源別栄養塩面源負荷原単位の逆推計手法の開発	15
②-14	国立環境研究所	特別研究員	阿部 博哉	沖縄県久米島におけるサンゴ保全のための適応策の検討ー赤土流出・拡散モデルを用いた陸域負荷量の削減目標の設定ー	16
②-15	富山大学	助教	太田 民久	ウロコのスロンチウム同位体比を用いた河川魚類の行動履歴研究	17
②-16	金沢大学 環境保全センター	講師	花本 征也	国内河川における動物用医薬品の濃度予測に関する研究	18
②-17	東京農工大学 グローバルイノベーション研究院	特任助教	末永 俊和	河川におけるN ₂ O放出ダイナミクスの調査と因子の探索	19
②-18	信州大学 理学部 総合理工学研究科	DC3	谷野 宏樹	狩野川・富士川水系のワンド・タマリにおける止水生昆虫相と遺伝構造・遺伝子流動解析	20

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5211-024	魚類の遡上エリア拡大を目的とした小規模河川横断工作物の切欠き設置法の検討と実践	国立研究開発法人土木研究所・林田寿文

助成事業の要旨	<p>〔目的〕</p> <p>河川横断構造物で魚類を遡上させるには、魚道設置や横断構造物の撤去なども検討されるが、いずれも水面落差が大きくなるほど対策コストは膨大になる。そのため財政事情などにより、それらの横断構造物には対策が行われず、ほとんどが放置されているのが現状である。また、近年では小さな自然再生として、堰堤などへの簡易魚道の設置も広がっているが、洪水による流出防止などの対策が必要な事例もある。より効率的・低コスト・メンテナンスフリーで水生生物の遡上を実現するためには、横断構造物本体の安全性を十分確保した上で、横断構造物自体への簡易な掘削を行う方策も有効な一案だと考えられるが、特に中小河川ではこのような事例がほとんど確認できない。そこで本研究では、切欠き魚道の開発を目的に、既設堰堤に切欠きを入れる工事方法の案出に加え、切欠き魚道を仙台市広瀬川の一次支川である竜の口溪谷の堰堤に設置したので報告する。</p> <p>〔内容〕</p> <p>切欠き魚道の実施において課題は2つあった。1つ目はコンクリートで作られた横断構造物を掘削する際、効率的な遡上やメンテナンスフリーを実現するには、どのような形状が望ましいかを決める必要があるということである。そこで、横断構造物を掘削する方法として、穴を開ける案と切欠き（スリット）を施す案の2案を検討した。両案を比較した結果、穴を開ける案のデメリットとして、流木やゴミなどが詰まりやすいことや、流水が集中して大きな流速となった場合、水生生物の遡上が困難になることが想定された。一方、切欠きは余水を吐くことが出来、水深も安定する。そこで、切欠き案を選定するに至った。横断構造物に切欠きを設置して水生生物の遡上を促す形状を“切欠き魚道”と呼ぶこととした。ただし、切欠き魚道はコンクリートを大きく掘削しすぎた場合、構造物本体が損壊してしまうおそれがあるため、それに留意した形状にする必要がある。そのため、切欠き魚道の形状は、現場ごとの検討が必要である。</p> <p>2つ目は、横断構造物の管理者から許可を得る必要があるということである。本堰堤は、仙台市が管理していることから、協議や申請などを行って工事許可を得ることが必要となる。そのため、本件について仙台市と協議を重ねた結果、共同研究としての枠組みの立ち上げによって事業を推進することで合意できた。そこで、仙台市建設局と土木研究所は、令和元年11月に竜の口溪谷における魚道整備などを含む、多自然川づくりの推進に関する覚書の締結に至った。この覚書締結により、仙台市の全面的支援による事業が可能となった。</p> <p>〔結果〕</p> <p>堰堤は2段構造で水面落差が合計約2.4mあったため、切欠きをなるべく深くして水面落差を減少させる必要があった。しかし、堰堤の1段目（下流側）の部材厚は最薄個所で0.5mしかなかったため、部材厚を半分以下残す0.2m程度の水路、2段目（上流側）の中央部を高さ1.0mの逆台形に削り、連結させる形状とした。切欠きは、常時少ない流量を堰堤中央部に寄せるため通常時も必要水深が確保でき、増水時も両岸がより緩流となり遡上を容易にする。しかし、切欠きだけでは水面落差が依然として約1.2m残った。そこで堰堤下流側の河道内に土砂堆積を起こして水面落差を減少させるため、堰堤の下流約10m地点にふとんかごを設置した。約1ヶ月間で約1.0mの土砂が堆積し、水面落差は約0.2mまで縮小した。工事後の魚類調査は未実施だが、切欠き魚道と土砂堆積によって魚類が遡上するために十分な水面落差を低コストで実践できたと考えられる（図1）。今後、魚類相調査と土砂堆積モニタリングにより切欠き魚道の効果検証を行う予定である。</p>													
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>工事前</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>工事後</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図1 切欠き魚道の工事前後</p>													
<table border="1"> <tr> <td>調査対象水系・河川</td> <td>水系名</td> <td>広瀬川水系</td> <td>河川名</td> <td>竜の口溪谷</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">データベースに登録する分野</td> <td>部門</td> <td>大分類</td> <td>中分類</td> <td>小分類</td> </tr> <tr> <td>調査部門</td> <td>環境</td> <td>川づくり</td> <td>魚道</td> </tr> </table>	調査対象水系・河川	水系名	広瀬川水系	河川名	竜の口溪谷	データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類	調査部門	環境	川づくり	魚道
調査対象水系・河川	水系名	広瀬川水系	河川名	竜の口溪谷										
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類										
	調査部門	環境	川づくり	魚道										

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5211-025	河川－水路ネットワークと生息場環境が 氾濫原性魚類に与える影響解明	国立研究開発法人土木研究所・末吉 正尚

助成事業の要旨	<p>〔目的〕 環境省レッドリスト2018に新たにドジョウが掲載されたように、氾濫原に棲む生物の数は近年急激に減少している。その要因として、我が国の氾濫原生態系を古くから支えてきた水田・水路環境が、堰の設置や圃場整備、耕作放棄などによって著しく劣化してきたことがあげられる。その一方で、近年の気候変動への対抗策として遊水地の新規造成が全国各地で行われており、その中には平水時は水田として活用されている場所も存在する。このような遊水地は劣化しつつある水田水路環境を保全・再生するチャンスにもなりうる。そこで本研究では、農水路に生息する魚類を対象に、魚類相全体と魚種ごとに重要な環境要因を明らかにすることで、管理の際に目指すべき水路像を示すことを目的とした。</p> <p>〔内容〕 木曾・揖斐・長良川流域を対象に、水路に生息する魚類種数と各魚種（特にレッドリスト種）の存在に対する①河川と水路のつながり（堰の高さ）、②生息地の大きさ（水路の距離、水田の面積）、③水路の質（護岸、水深、流速等）の影響を決定木解析で明らかにした。得られたモデル結果から、魚種ごとに影響する要因の相対的重要性と生息の有無を分ける閾値を抽出し、保全の際に優先して改善すべき環境要因を整理した。また、種の生態学的特性に応じた応答を比較するために、体サイズ（S, M, L）、生息水域（流水、半止水、止水）、生活型（遊泳、底生）で各要因を比較した。</p> <p>〔結果〕 農水路に生息する魚類の種数は、農水路の大きさ（水深や水路幅）と河川とのつながり（河川から生息水路までの堰の高さ）が非常に重要であることが示され、水路幅は少なくとも1.6mより広く河川までの堰の高さの合計が0.94m以下だと、種数が増える傾向がみられた（図1. 右から2番目の分岐）。一方で、1.6m以下の小規模な水路でも河床環境が泥や砂礫質で周囲に水田が広く存在すると種数が多い傾向がみられた（図1. 左から3番目の分岐）。種の特性別では、流水性魚類・小型魚・底生魚は河川とのつながりの重要度が高く、反対に止水性魚類・大型魚・遊泳魚は夏季・冬季の水深や水草と河岸植生の重要度が高い傾向がみられた。</p> <p>これらの成果は、国や自治体が打ち出している水系ネットワークの再生を進めるうえで、非常に重要な基準をしめすことができる。例えば、岐阜県では河川と稲作農地における水域ネットワークを再生させる「清流の国ぎふ・水みちの連続性連携検討会」が行政施策として実施されており、魚道設置や堰の撤去など様々な事業が行われている。本研究の結果は、どの程度堰の落差を解消すべきか、水路自体の構造をどのように設計すべきかといった問いに対して堰の高さ、水路幅、水深といった具体的な値で検討するための基礎情報を示している。</p>			
	<p>Figure 1 is a decision tree diagram showing factors determining fish species richness in agricultural waterways. The tree branches based on waterway width (水路幅), water depth (水深), and weir height (堰の高さ). The root node is '水路幅 (m)'. If width is ≤ 1.6, it leads to '水深 (cm)'. If width is > 1.6, it leads to '河川までの堰の高さ (m)'. From '水深 (cm)', if ≤ 16.4, it leads to '河床タイプ' (Riverbed Type), which further branches into 'コンクリート' (Concrete) and '泥、砂利、砂、礫' (Mud, Gravel, Sand, Cobble). From '河床タイプ', if concrete, it leads to a box plot (n=78). From '河床タイプ', if mud/gravel/sand/cobble, it leads to '水田面積 (ha)'. From '水田面積 (ha)', if ≤ 107, it leads to a box plot (n=101). From '水田面積 (ha)', if > 107, it leads to a box plot (n=9). From '水深 (cm)', if > 16.4, it leads to a box plot (n=204). From '河川までの堰の高さ (m)', if ≤ 0.94, it leads to a box plot (n=182). From '河川までの堰の高さ (m)', if > 0.94, it leads to a box plot (n=87). The y-axis for all box plots is '種数' (Number of species).</p>			
調査対象水系・河川	水系名	木曾、揖斐、長良	河川名	木曾、揖斐、長良
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	生態系	魚類

図1. 農水路の魚類種数を決定づける要因の分岐木図

1.研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名	
2019-5211-026	総合土砂管理の効果の評価に向けたカワシオグサの生育条件の解明		国立研究開発法人 土木研究所 小野田 幸生	
助成事業の要旨	<p>【目的】 河川の総合土砂管理は、堆砂問題の解消を通じたダム機能の回復だけでなく、河川の土砂輸送の連続性を回復させる効果も期待できるため、ステークホルダーの理解の促進を図りつつ、事業を円滑に遂行していく必要がある。しかしながら、ダムからの人為的な土砂供給に伴う河床環境の変化に対する根深い懸念や、土砂供給の必要性についての理解不足は、総合土砂管理を進める上での障害の一つとなっている。</p> <p>過年度の一連の助成事業では、土砂供給に伴う浮き石減少に対する懸念を払しょくするため、過年度の助成事業では、石礫の露出高（砂面からの石礫の高さ）と水産有用魚種のアユの利用との関係を解析し、維持されるべき露出高の下限値の目安を提示した。一方、土砂供給の必要性の理解の促進については、アユの餌質を低下させるコケ植物の繁茂リスクが石礫の露出高の増加に伴って高まることを定量化し、土砂供給の必要性を石礫の露出高で評価できる知見を提供した。ただし、水中のコケ植物の存在はあまり知られておらず、この知見の訴求力が、総合土砂管理を推進するためには十分とは言えないという問題があった。</p> <p>そこで、本助成事業では、アユの餌質として不適であることが水産関係者に知られているカワシオグサを対象とし、その生育条件を石礫の露出高を含めて解析した。特に、カワシオグサの繁茂がダム下流（粗粒化、細粒土砂の抜け出し）で報告されていることを考慮すると、その生育条件として露出高が重要であると考えられるため、その検証を行った。</p>			
	<p>【内容】 調査河川としてカワシオグサの繁茂の報告がある矢作川を選定し、既往研究や現地踏査でカワシオグサの生育が確認された6地点（内1地点では、降水の前後で2回調査）で、2019年の初夏と晩秋にデータを収集した。各地点の瀬において100個の石礫を対象に、潜水目視調査などを用いて、カワシオグサの被度と物理環境（石礫の中間径、露出高、水深、6割水深における流速、砂厚）を記録した。カワシオグサの被度および有無を応答変数、物理環境を説明変数とした重回帰分析を行うことで、カワシオグサの生育条件としての石礫の露出高の重要性を検証した。さらに、カワシオグサの有無については、その出現確率が50%となる露出高を求めることで、カワシオグサの出現リスクについて露出高を用いて整理した。</p>			
	<p>【結果】 （得られた主な結果や成果およびそれによって期待される効果、今後の展望等について簡潔に記述してください。）</p> <p>重回帰分析の結果、カワシオグサの被度は物理環境の変量によって有意に説明されたが、全ての調査地点で石礫の露出高の標準回帰係数が最大（符号は正）であることが共通していた。この結果から、カワシオグサの被度や有無に対して、石礫の露出高が相対的に大きな効果をもち、大きい露出高をもつ石礫ほど繁茂リスクが高いことが示唆された。ロジスティック回帰分析の結果、カワシオグサの出現確率も石礫の露出高で主に説明され、露出高が大きいほどカワシオグサの出現リスクが高いことが明らかとなった。カワシオグサの出現の分け目となる露出高の閾値は、調査地の間でばらつきがあったものの、全体の平均値として0%で有無を分けた場合には50 mm強、5%で有無を分けた場合に170 mm強と推定された。</p> <p>カワシオグサはアユの餌として不適なため、これらの閾値はアユの餌質維持のための石礫の露出高の上限値の一つとして利用できる。つまり、石礫の露出高がこの上限値を超えた場合には、アユの餌質を低下させるカワシオグサの出現リスクが高まると考えられるため、その対策として土砂供給の実施を検討する判断材料の一つとなりうる。</p> <p>ただ、この閾値については本研究でも調査地点間でばらつきがあったことから、今後より多くの調査地点で同様の調査・解析を行うことで、閾値の幅や汎用性を慎重に検討していく必要がある。</p>			
	調査対象水系・河川	水系名	矢作川	河川名
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	水資源	ダム	その他

1.研究者・研究機関部門

【概要版報告書】

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名		
2019-5211-029	霧島硫黄山の火山活動が河川環境へ与える影響の定量的評価		上智大学理工学部・木川田喜一		
助成事業の要旨	<p>〔目的〕</p> <p>本研究では、宮崎県に位置する霧島連山「硫黄山」の火山活動に伴う川内川の支流、長江川の水質汚濁に対する中長期的展望をえるため、硫黄山の噴火から現在までの2年間の水質変動の履歴を明らかにするとともに、現に進められている同地域での即応的河川水質改善策の現状評価を行うことを目的とした。また、河川に関わる火山災害の事例として、火山活動と河川環境との関わりの観点から、その事象および経緯を記録・整理しようとするものである。</p> <p>〔内容〕</p> <p>繰り返し7回の現地調査を実施し、河川汚濁の原因となっている霧島硫黄山およびその周辺の火孔熱水、湧水ならびに、域内河川に設定した採水定点で水質の一斉分析を行い、これまでに得ていた分析値と併せて、水質汚濁発生時から現在までの、汚濁水の源流における水質変動と下流河川の水質変動とを比較し、水質変動要因について考察した。また、複数の行政機関が調査・公表している関連河川の水質分析データを整理し、硫黄山噴火後の川内川水系における水質変動の履歴を再構築した。さらに、助成期間中に、河川水中和の実証実験が開始されたため、特にその中和事業の効果について検討した。</p> <p>〔結果〕</p> <p>硫黄山の火山活動は、2018年4月の噴火後、盛衰を繰り返しながら一定の活動度を保ち、火孔からの熱水や、周辺湧水の水質を見る限り、2019年5月頃までは極めて活動的であったと思われる。その後、火山活動は穏やかに低下し、2020年度末では、熱水活動としてはかなり低調になっている。その結果、えびの高原の赤子川源流域における有害元素濃度はかなり低下したものの、酸性度は未だ高いままである。</p> <p>2019年5月には赤子川上流での河川中和の実証実験が開始され、中和開始前と後とでは、赤子川下流およびその先の長江川においてpHや有害元素濃度に改善が見られた。中和によりpHが4以上となれば、副次的に硫黄山噴火後の長江川・川内川で問題視されたヒ素、鉛、カドミウムなどの有害元素については環境基準値の10分の1程度で管理できると思われる。しかし、中和実証実験が開始されるのとほぼ同時期から硫黄山の火山熱水活動は低調となり、源流域での水質が改善傾向に転じたことから、河川中和による水質改善効果の実際について具体的な評価を行うのは現時点では難しい。中和事業の効果の定量的評価を行うには、さらに今後の推移を見続ける必要がある。再び硫黄山の火山活動が活発化した際に、初めてその評価が明らかになるのかもしれない。ただし、長江川においては、中和開始後には突発的かつ急激な水質悪化が現れなくなったため、中和は水質変動を平滑化する役割を果たしていることは間違いない。この点において河川中和は確実に効果を発揮している。</p>				
	調査対象水系・河川	水系名	川内川	河川名	長江川
	データベースに登録する分野	部門 調査部門	大分類 環境	中分類 水環境	小分類 その他

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名		
2019-5211-030	環境 DNA メタバーコーディングの空間解像度調整に関する検討		福岡工業大学・乾 隆帝		
助成事業の要旨	<p>〔目的〕 河川における環境 DNA メタバーコーディング分析は、採集調査に比べて効率的に魚類相データを得られるため、近年、研究例および現場適応事例が増えてきており、有効性については明らかになりつつある。一方、その検出精度の高さ故に魚類相を過大評価することが指摘されており、特にマイクロハビタットスケールにおいてはその傾向が顕著である。その理由の1つとして、粒子保持径の小さいフィルターが様々なサイズの DNA 物質をすべて捕集することで、本来採水地点に生息していない種の情報を取り込んでしまうことで、上記のような過大評価をしてしまうのではないかと考えられる。そこで本研究では、魚類を対象に、目的の空間解像度に応じて適切なガラス繊維フィルターの粒子保持径の検討をおこなえるための知見の集積を目的に、採集調査と採水を同時に行い、サンプル水を3つの粒子保持径（孔径）のガラスフィルターで濾過し、3つのフィルターを個別にメタバーコーディングをおこない、採集調査の結果と各分析結果を比較することにより、濾過に用いるフィルターの粒子保持径により、環境 DNA メタバーコーディングの結果と、採集調査結果との関係性がどの程度変化するかを検討した。</p> <p>〔内容〕 高津川水系の横道川、佐波川水系の清水川および久兼川、遠賀川水系の福地川、多々良川水系の猪野川の4水系5河川に計24地点を設定し、2019年9月から11月の間に調査をおこなった。方法は、それぞれの調査地点において1Lのボトルを用いて3回採水をおこない、それぞれのボトルをGF/D (2.7 μm)、GF/A (1.6 μm) およびGF/F (0.7 μm) ガラスフィルターで濾過してサンプルとして用いた。濾過後、電気漁具（スミスルート社、LR-20B型）、サデ網およびタモ網を用いて、最大45分間魚類調査をおこなった。フィルターから抽出したDNAを魚類のユニバーサルプライマーで増幅し、次世代シーケンサーにより分析した。分析結果は、MiFish パイプラインにより解析した。</p> <p>〔結果〕 採集調査の結果、高津川水系の横道川では16種、佐波川水系の清水川では19種、久兼川では9種、佐波川水系としては計21種、遠賀川水系の福地川では17種、多々良川水系の猪野川では16種の魚類を採集した。環境 DNA メタバーコーディングの結果、高津川水系の横道川では計24種、佐波川水系の清水川では計26種、久兼川では計15種、佐波川水系としては計28種、遠賀川水系の福地川では計28種、多々良川水系の猪野川では18種が検出された。 GF/F、GF/A および GF/D のいずれかで検出された場合を基準として、GF/F、GF/A および GF/D の3種のフィルターを単独で使用した場合、どの程度の種をカバーできているのかを算出し比較した結果、GF/F および GF/A が GF/D よりも有意にカバー率が高いことが示された。次に、採集された魚類をどの程度カバーできているかを表現する採集カバー率と、採集された魚類とどの程度類似しているのかを表現する共通係数 CC を算出し比較した結果、前者については、GF/F および GF/A が GF/D よりも有意に高く、後者についてはフィルター間で有意差が見られなかった。 これらの結果から、環境 DNA メタバーコーディングでは、GF/F および GF/A 比較的粒子保持径の小さいフィルターを用いるのが妥当であるという結果となり、また、GF/D フィルターのように粒子保持径を大きくして環境 DNA メタバーコーディングの精度を落とすことは可能であるものの、現状では採集結果に類似するような解像度にはなっていないことが明らかになった。今後は、種ごとの生態的特性に応じてデータを細分化し、実用化に向けて有効な知見を集積していきたい。</p>				
	調査対象水系・河川	水系名	高津川、遠賀川、佐波川、多々良川	河川名	横道川、清水川、久兼川、福地川、猪野川
	データベースに登録する分野	部門 調査部門	大分類	中分類	小分類

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名	
2019-5211-034	湖沼の水環境における構造化生態系解析の開発と応用		東北大学・梅田信	
助成事業の要旨	<p>〔目的〕 ダム湖を含めた湖沼は、水と物質が蓄積するという特性から環境変化の番兵とも言われ、適切な環境管理の重要性が高い。そのため、気候変動や流域環境の変化を踏まえた将来的な変化を予測し、予防的な対応が必要とされる。しかし、水域環境の変化は、種々の要因から不確実性が大きい。本研究では、この不確実性の要因を生態系解析の面から考慮する構造化生態解析を導入し、統合的な湖沼環境解析手法を構築しようとするものである。</p>			
	<p>〔内容〕 総合的な湖沼の水環境解析の手法構築を目標として検討を行った。研究対象としては、青森県の日本海側を流れる岩木川水系の最下流部に位置する十三湖におけるヤマトシジミの水質条件および殻長条件による成長度合いを取り上げた。解析手法には、Kooijmanな</p>			
	<p>どによって開発された生物の個体成長解析の手法であるDEB (Dynamic Energy Budget) 法を用いた。この手法により、精度の高い個体成長、生息の解析モデルを構築することが期待された。そこで、本研究で目標とする解析手法のベースとしてDEBを取り上げて検討を進めた。本研究において既往のモデルは考慮されていなかった、餌の質が成長に及ぼす影響について組み込むなどの改良を含めて検討を行った。</p>			
<p>〔結果〕</p>				
<p>解析モデルの構築に用いるため、過年度に十三湖において現地測定を行って得られていたデータの詳細分析から行った。ヤマトシジミの成長が特に顕著であり、また再生産（産卵）の時期を含むデータが得られた2016年の調査結果を中心に用いた。十三湖内の水質環境のうち、ヤマトシジミの生育に影響が大きいと考えられている水温、塩分などのデータ、および殻長別に計測した約1ヶ月間隔の殻長の生長量である。これらの現地測定データをもとに、ヤマトシジミの個体成長モデルを構築し、個体の成長を再現した。その際には、既往のモデルは考慮されていなかった、餌の供給源と関連して、湖内の生産を中心とする植物プランクトンを想定したクロロフィルaの測定値と、流域の陸域起源の有機物を想定した岩木川のCODのそれぞれを用いて解析条件を構成する方法を試みた。また周囲の塩分が摂餌速度に及ぼす影響についても文献を元にモデル式を作成し導入した。その結果、全地点で季節的な成長量の変化を概ね再現することができた。このような本研究で開発したヤマトシジミの成長解析手法を用いて、十三湖のヤマトシジミの資源管理に貢献することが可能であると考えられる。ただし、本年度の検討成果では、当初目標とした総合的な湖沼環境解析を行うというところまでは、必ずしも到達していない。そのため、今後も継続的に解析手法の高度化を行っていく必要がある。また現地データもその解析の上では必要となるため、可能な範囲でのデータの充実が望まれる。</p>				
調査対象水系・河川	水系名	岩木川水系	河川名	岩木川, 十三湖
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	生態系	魚貝類

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5211-048	成層を強化し貧酸素水塊およびアオコの発生を促す地下水のモデル化	神戸大学大学院市民工学専攻 中山恵介
助成事業の要旨	<p>【目的】 浄水施設において、カビ臭の発生原因である植物プランクトンや、底層の貧酸素水塊の発生を考慮しつつ、効率の良い選択取水を行う必要がある。最新の研究において、地下水の流入が成層強度を変化させ、それらの発生を促進させている可能性が指摘されている。そこで本研究では、現地観測と3次元数値計算モデルを利用し、地下水流入が貯水池の成層形成に与える影響の解明および水質へのインパクトを検討することを目的とする。</p> <p>【内容】 本研究で対象としている千苺貯水池は、神戸市における上水の重要な供給源であるだけでなく、洪水調整機能も期待されている。これまでの研究で貧酸素水塊が形成機構について、かなり解明されつつある。しかし、底層において特殊な水温上昇とみられる現象が発生している可能性があり、本研究ではその現象について解明し、貯水池の成層形成に与える影響を理解することを目的とする。</p> <p>現地観測解析： 2016年から継続して観測している多項目水質計を利用した水温、電気伝導度の鉛直縦断データを使用し、地下水流入現象の現地計測による解明を試みた。具体的に対象としたのは2018年の西日本豪雨である。2018年7月の4日から8日の5日間での三田の総降水量は406.5mmであり、7月降水量としては観測史上最高を記録した。豪雨の前後で成層場の様子が大きく変化した。初夏の6月では躍層が強くなって安定していた成層場が、7月の豪雨の影響で壊され鉛直混合が起こり、表層以深の水温が17℃前後で同様となっていたが、その後、底層の水温が低下していることが確認された。気温の上昇とは逆の傾向が示されたことから、地下水が成層場に影響を与えていることが分かった。</p> <p>数値計算による解析： 現地観測により推定された地下水の流入量が正しい値であるかの検証のため、3次元数値計算モデルによる解析を実施した。3次元数値計算モデルは、これまでの本助成制度により開発されてきたモデルであり、地下水の影響が明確に現れない1ヶ月程度の再現計算であれば、良好な再現計算結果を得ることができている。本研究において底層水交換メカニズムを考慮したモデルを導入することで、現地観測で得られた底層水の水温低下を再現することに成功した。その結果、これまでに困難であった数ヶ月単位での再現計算が可能となった。</p> <p>【結果】 以下に結果の要約を箇条書きとして示す</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 貧酸素水塊は底泥によるDO消費によって発生し、下層厚が小さい箇所にて多く発生していた。曝気装置の効果によって、堰堤前のDOが回復していることも観察できた。 2) 再現性を高めるためには、曝気装置、選択取水、Background turbulenceの効果を検討して、再現モデルに組み込むことが必須であることがわかった。 3) 貯水池内ではBackground turbulenceが海洋や沿岸部より小さいため、最小の乱流エネルギーE_{min}を従来よりも小さくすることで、貯水池底層での低い水温を維持することに成功した。 4) 装置を稼働させないシミュレーションも実施し、装置がDO回復に重要な役割を果たしていることを証明できた。 5) 西日本豪雨前後の観測結果を比較することで、貯水池底層でのBBLの存在を提案することが出来た。千苺貯水池の郡界付近において貧酸素水塊の発生が進行し、伝播していることが現地観測結果から示された。貧酸素化が進む一方、中層曝気装置の効果を見ることもできた。 	
	調査対象水系・河川	武庫川

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名	
2019-5211-049	地表徘徊性昆虫に注目した那賀川水系 長安口ダム下流の置土実験の評価		徳島大学大学院社会産業理工学研究部 河口 洋一	
助成事業の要旨	<p>【目的】 (事業・活動を行う目的,意義,効果等を簡潔に記述してください。)</p> <p>ダムは、現代において欠かすことのできない社会基盤整備であるが、河川環境に与える影響も大きい。その影響というものは攪乱抑制による河床材料の粗粒化であり、河床の細粒分を利用する生物や攪乱依存性生物の生息場が減少している。一方、ダム湖内の堆砂も同じく問題となっており、治水利水機能の低下を招いている。対策として、堆砂の掘削・運搬・仮置きを組み合わせた置土が、国内外の堆砂問題を抱えるダムで行われている。この置土が、下流の粗粒化に対して改善効果があるのではないかと期待されており、その効果を検証した論文は数多く存在する。しかしこれらの研究は、魚類や水生昆虫、植物に着目しており、陸上の動物に対しての検証は国内では例が無い。河道内の陸域と水域は連続性があり、両視点からの評価が必要であると考えられる。本研究では、攪乱により強く影響を受け、そして礫環境の違いに対して敏感に反応する地表徘徊性昆虫類に着目し、置土の影響を3つの区間を比較することで明らかにすることを目的とした</p>			
	<p>【内容】 (事業・活動の実施方法,内容について簡潔に記述してください。)</p> <p>徳島県阿南市を流れる那賀川には3つの貯水ダム（小見野々ダム、長安口ダム、川口ダム）があり、このダムによって3つの区間に分けられる。①上流から自然の流況で土砂移動がある健全区、②ダムによる土砂移動がない粗粒化区、③長安口ダムに堆砂する土砂をダム下流に運び、土砂還元をしている置土区が存在する。これら3つの区間の砂州を対象に、地表徘徊性昆虫の種組成や密度を比較し、同時に3つの区間における出水による水位変化や土砂移動の有無、河床材料について調査を行った。地表徘徊性昆虫と各区間や物理環境の関係について調査・解析を行った。</p>			
	<p>【結果】 (得られた主な結果や成果およびそれによって期待される効果,今後の展望等について簡潔に記述してください。)</p> <p>置土の影響を受ける区間は、土砂供給が無い区間に比べ礫径が小さくなり、節足動物の個体数は多かった。ただし、自然によって土砂が供給される区間と比べると細礫分が多く、種組成も大きく異なった。健全区・粗粒区における調査地点は各区間内で比較的似通った環境であるが、置土区でのみ調査地点によって環境が大きく異なった。この要因の一つとして、置土からの距離が砂州上を構成する礫径に影響していることが考えられる。置土区間内での各砂州上の礫径は、置土地点に近いほど巨礫が多く、置土地点から遠いほど巨礫が少なくなる傾向が見られた。これは、ダムからの放流による強い流れによって細礫分が流され、より下流の勢いが弱まる砂州に堆積するためだと考えられる。</p> <p>以上を踏まえたうえで、現状の置土は粗粒化の回復効果はあるものの、自然の土砂供給に比べ細礫分が過剰に供給されていると言える。このことは、置土が細礫分が多く含まれやすいダム湖内堆砂の上層から掘削されていることから説明ができる。したがって、置土に含まれる中・大礫の割合を上げることができれば、より健全区の環境に近づけることができる可能性があると考えられる。</p>			
	調査対象水系・河川	水系名	那賀川水系	河川名
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	生態系	昆虫・水生生物

1.研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名		
2019-5211-050	風・流れによる流体力学的条件を考慮した河川マイクロプラスチック鉛直分布モデルの開発		東京理科大学理工学部土木工学科 助教 片岡智哉		
助成事業の要旨	<p>【目的】 プラスチックに起因した海洋生態系の化学物質汚染は、グローバルな地球環境問題として広く認知されるようになった。プラスチックによる環境リスクを評価して、リスク軽減方を検討するにあたり、陸域から海域へのマイクロプラスチック（MP）発生量を推計することが第一歩である。これまでに陸域でのプラスチック消費量や廃棄物管理形態に基づいて陸域から海域へのプラスチック流出量の推計が試みられているが、これらの推計には未知のパラメータが含まれており、十分に検証されていない。そこで、本研究では陸域からのプラスチック流出量をより精微に算出するため、実河川で横断面における複数点でMP濃度を計測することで流体力学的条件を考慮したMP濃度の鉛直方向を再現するモデルを構築する。</p> <p>【内容】 本研究では、江戸川と鶴見川で鉛直方向の複数点でMPを採取して、次の検討を行った。①江戸川におけるMP濃度の鉛直分布を明らかにする。②河川断面形状が異なる鶴見川におけるMP濃度の鉛直分布を明らかにする。③実際に河川を流下するMPの浮遊・沈降特性を把握するため、江戸川で実際に採取したMPを静水中に投入してMP上昇・沈降速度を計測する。④MP濃度の鉛直分布の計測結果に基づき鉛直分布モデルを構築し、MP輸送量推計への影響を考察する。</p> <p>【結果】 本研究では、MPの主要な発生源である陸域から海域へのMP輸送量を評価するため、江戸川と鶴見川の2河川を対象に、MP濃度の鉛直分布観測を実施して鉛直分布モデルを構築した。いずれの河川でも水表面と底面付近でMP濃度が高く、中層で低いという鉛直分布が確認された。水表面には比重が1以下のMP、底面付近には比重が1以上のMPが比較的多く分布していた。一方、鉛直混合が小さいときには、沈降して河床でMP濃度が著しく大きくなることがわかり、海洋に比べて乱れが強い河川においてもMPが沈降していることが示唆された。さらに、このMP鉛直分布特性を理解するため、MPの上昇・沈降速度を調べた。MPの沈降速度（平均: 13.5 mm/s）は上昇速度（平均: 2.68 mm/s）よりも大きく、サイズと共に増加していた。この上昇・沈降速度に基づき、実際のMPの比重を推定したところ、いずれも材質の比重よりも大きく、河川環境下にあるMPには生物膜等の付着によって比重が大きくなり、沈降しやすいことがわかった。また、鶴見川におけるMP濃度の横断面分布を考慮してMP輸送量の推計を行ったところ、横断方向や鉛直方向のMP濃度分布を考慮した方が、真値との計算誤差が小さくなった。このことから、MP輸送量を評価する上で、MP濃度の横断面分布を考慮することが重要であることが示唆された。</p> <p>本研究成果は、実観測に基づき、河川横断面におけるMP分布を明らかにしたものであり、世界的にも貴重な成果である。この研究をベースに他の河川でも鉛直分布を計測することで、構築した鉛直分布モデルのロバスト性を向上させていく予定である。</p>				
	調査対象水系・河川	水系名	利根川・鶴見川	河川名	江戸川・鶴見川
	データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
		調査部門	環境	水環境	その他

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5211-055	河川水中の病原ウイルスの新規汚染指標の探索	山梨大学大学院総合研究部 原本 英司

【目的】
 水環境中の糞便汚染源を解析するための手法として、ヒトやウシ、ブタ等から宿主特異的に排出される微生物をマーカーとして検出することに基づく微生物起源解析がある。この微生物起源解析において利用される微生物遺伝子マーカーとしては、バクテロイデスや大腸菌ファージ、ウイルス、ミトコンドリア DNA 等があり、各宿主に対応した PCR 系が多く開発されている。しかしながら、これらの PCR 系の課題として、ある特定の地域で開発された検出系を他の地域へ適用した際に、宿主特異性が得られないということが挙げられる。微生物遺伝子マーカー検出系の使用に際しては、水試料への適用に先立ち、対象地域の糞便汚染源となり得る試料を用いてその有効性を検証し、最適なものを選定することが求められる。本事業では、宿主特異性が高い微生物遺伝子マーカーとしてウイルスを用いることにより、山梨県内の河川水中の糞便汚染源解析を試みた。まず、糞便汚染源となる試料からの 11 種類の微生物遺伝子マーカーの検出特性を把握した後、異なる流域特性を有する 3 地点において採取した河川水に適用することによって糞便汚染源を推定した。

【内容】
 糞便汚染源試料として、山梨県内において、下水処理場の流入水と 2 次処理水（塩素消毒前）、豚舎排水を採取した。また、アーカイブ試料として、2016～2018 年に採取した下水流入水と 2 次処理水、合併浄化槽排水、豚舎排水およびウシ糞便を用いた。河川水試料として、流域特性の異なる 3 地点において表流水を計 7 回採取した（計 21 試料）。指標微生物として、2 種類の培養法を用いて大腸菌群と大腸菌を測定した。
 水試料中のウイルスは、陰電荷膜破砕型濃縮法と UF 膜濃縮によって 1mL 程度に濃縮した。ウシ糞便試料は、リン酸緩衝生理食塩水に 1% w/v となるように懸濁して遠心し、上清を回収した。ウイルス濃縮液から DNA と RNA を抽出し、RNA 抽出液は逆転写反応に供した。DNA 抽出液または cDNA 溶液 2.5μL を用いて定量 PCR を実施した。ヒト特異的なウイルス遺伝子マーカーの候補として、ヒトアデノウイルス、JC ポリオーマウイルス、BK ポリオーマウイルス、アイチウイルス、トウガラシ微斑ウイルスおよび CrAssphage を測定した。動物特異的なウイルス遺伝子マーカーの候補として、ウシポリオーマウイルス（2 種類）、ウシノロウイルス、ブタアデノウイルスおよびブタテスコウイルスを測定した。

【結果】
 大腸菌群はすべての糞便汚染源試料から高濃度で検出され、また、上流に人為汚染源が存在しない地点からも大腸菌は常時検出され、野生動物等による糞便汚染を受けていることが示唆された。ヒトアデノウイルス、JC ポリオーマウイルス、BK ポリオーマウイルスおよびアイチウイルスは、ヒト糞便汚染源試料から検出されない場合があり、感度は 66～72% であった。トウガラシ微斑ウイルスと CrAssphage は、すべてのヒト糞便汚染源試料から検出されたが、感度は 75% 以下であり、宿主を問わない糞便汚染指標マーカーとして利用可能であることが示唆された。3 種類のウシ特異的遺伝子マーカー検出系の感度はいずれも低い値を示した。ブタアデノウイルスとブタテスコウイルスは、感度、特異度、正確度いずれも 98～100% と高く、ブタ特異的微生物遺伝子マーカーとして適していると判断した。
 糞便汚染源試料を用いた検討で適用可能であると判断した 5 種類のウイルス遺伝子マーカーを河川水 21 試料に対して適用した結果、CrAssphage が 81% と最も高い陽性率で検出され、トウガラシ微斑ウイルス（67%）、ヒトアデノウイルス（33%）、ブタテスコウイルス（24%）、ブタアデノウイルス（19%）の順であった。人為汚染源が存在しない上流域の地点からトウガラシ微斑ウイルスと CrAssphage が検出され、また、豚舎の直下に位置する地点からブタアデノウイルスとブタテスコウイルスが検出される等、大腸菌群や大腸菌の測定だけでは得られない糞便汚染源に関する知見を明らかにすることができ、将来の糞便汚染負荷低減策等への本事業の成果の活用が期待される。

助成事業の要旨

調査対象水系・河川	水系名	富士川水系	河川名	富士川
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	水環境	健康項目

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名		
2019-5211-059	都市河川の感潮域における有機汚泥の堆積・浸食・浮上の定量評価	首都大学東京 都市環境学部 教授 横山勝英		
助成事業の要旨	<p>【目的】 東京の都市河川では、1960年代から高度経済成長期による急激な人口集中と急速な工業化に伴い、水質汚濁が深刻化していた。その後、工業廃水の規制が行われ、下水道が普及するにつれて水質は大幅に改善され、1990年代には多くの河川で環境基準を満たすまでになった。一方で、河川の感潮域では依然として、悪臭発生やスカム発生などの問題を抱えており、石神井川でも感潮域の上流端にあたる王子駅周辺にて悪臭が発生して市民から苦情が寄せられている。</p> <p>その抑制のためには、有機泥の浸食・堆積現象を解明・予測することが必要である。スカム生成に関する化学的な研究は比較的多く行われているが、スカムの構成要素である有機汚泥の物理特性を調べた研究は少なく、下水由来の有機物を多く含む都市河川に特有な底質の物理的挙動を理解することが重要である。</p> <p>本研究では、石神井川感潮域において河床の横断測量および底質分析を行い、一次元不定流計算による解析を組み合わせて、有機泥の性状と浸食・堆積特性を明らかにすることを目的とした。</p> <p>【内容】 石神井川は隅田川の支流であり、隅田川の河口から16kmの地点に接続している。石神井川の感潮区間は接続地点から1.1kmの範囲であり、その上流に河床勾配が急な射流区間が400mある。スカムの発生が顕著にみられる4月から9月まで、感潮区間の上流端付近で計12回の現地観測を行い、河床の超音波探査と底泥採取、水温・塩分・濁度の鉛直分布計測を行った。鉄パイプとフロートで作成した浮体に超音波センサー(200kHz)を取り付け、川の両側からロープで引っ張って移動させ、河床横断面の状態を測定した。採泥は、有機泥が厚く堆積している3地点で行い、含水比と強熱減量度を実験室で測定した。</p> <p>底面せん断力を評価するために、一次元不定流計算ソフト(HEC-RAS)を使用した。淡水区間と感潮区間の途中で急勾配の射流区間があって計算が発散するため、最初に淡水区間を計算して、流量を感潮区間に入力することで計算を進め、底面せん断応力を求めた。</p> <p>【結果】 (1) 石神井川感潮域に堆積する底質は、含水比100%以下、強熱減量度10%以下の砂利、含水比100%以上、強熱減量度10~30%の自然的な有機泥、含水比300%以上、強熱減量度30%以上の落葉まじり有機泥の3種類に分けられる。このうち、落葉まじり有機泥がスカムまたはスカムになりかけの底質であり、落葉や草木の上の有機汚泥層が落葉層から分離することによって、スカムとして水面へ浮上する可能性が示唆された。</p> <p>(2) 時間最大雨量が15mm/h以下の降雨イベントでは、含水比が300%以上の有機泥は浸食傾向にあるものの、その他の底質については概ね堆積傾向である。一方、時間最大雨量が15mm/hを超える降雨イベントでは、底質の種類に関わらず河床が浸食される傾向にあると考えられる。</p> <p>(3) 石神井川底泥の浸食係数αは0.0021 [m/s]²であり、既往の実験値の1/100程度であった。このことから、都市河川の有機泥の浸食性は、有機物含有量の少ない天然の泥に比べて非常に低く、有機泥がスカムとして浮上しても分離しにくい原因は粘着性の高さにあることが示唆された。</p> <p>(4) 時間最大雨量15mm/hを超える降雨イベントでは、計算河床浸食量が実測河床浸食量を大きく上回った。大規模な出水時には、①洪水初期での底質の浸食、②基盤層が露出することによる浸食量の低下、③洪水ピーク後の土砂の再堆積、という過程が進行すると推察される。</p>			
	調査対象水系・河川	水系名	荒川	河川名
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	水環境	その他

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2018-5311-009	アユの遡上環境改善に有効な簡易魚道の運用方法の検討	国立高専機構 香川高等専門学校 高橋直己

助成事業の要旨

【目的】

通し回遊性の水生動物にとって、水系が縦断方向で連続していることは重要である。これまでの研究において、著者らは遡上阻害が発生している落差約1 mの現場に、開発したV形断面可搬魚道（以下、提案魚道と呼ぶ）を設置し、アユの遡上を確認している。河川管理者と地域住民が連携して提案魚道を運用することで、恒久魚道の設置が難しい箇所に遡上環境を速やかに構築できる。本研究では、室内実験および現場での魚道運用試験と遡上調査により、河川横断構造物における水生動物の遡上環境を、手作りで製作可能な魚道によって改善する手法を提案する。

【内容】

遡上阻害が発生している複数の河川横断構造物にて、現地実験を行った。図1に、実験対象地の一つ（日和佐川の取水堰）を示す。現場の落差は約0.8 mであり、水平面に対する魚道設置角は18°、魚道内流量は5.3 L/sである。現場では、ビデオカメラを用いて魚道内における水生動物の挙動を観察した。また室内実験にて、複数の実験条件における魚道内の流速を、ピトー管（管径φ4 mm、長さ380 mm）で測定した。

【結果】

現場での遡上実験の結果、13種の水生動物が提案魚道を利用したことが確認され、本魚道が遊泳魚、底生魚、甲殻類といった、移動特性の異なる複数の種に有効であることが明らかになった。図2にアユが遡上する様子を、図3に遡上時の魚道内流速分布を示す。複数の勾配と流量に関する実験条件にて魚道内の流速を測定した結果、少なくとも魚道設置角 $\theta_f = 18^\circ$ で流量 $Q = 2 \sim 6$ L/s、もしくは $Q = 5$ L/s で $\theta_f = 15^\circ \sim 22^\circ$ の範囲内であれば、現地で取り付ける際に魚道設置角度が多少ずれたり、流入量の変動したりしたとしても、本研究の現地実験で水生動物が遡上に利用していた、魚道側壁水際部の緩やかな流れ場が担保されることが明らかになった。

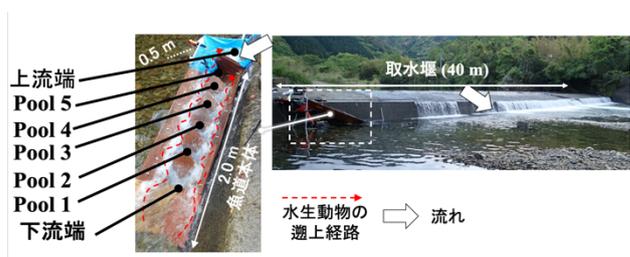
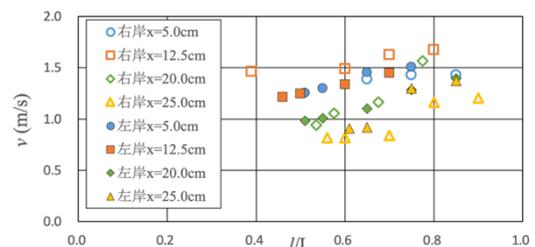


図1 現場に設置された提案魚道



* x:隔壁端を始端とする流下方向の長さ

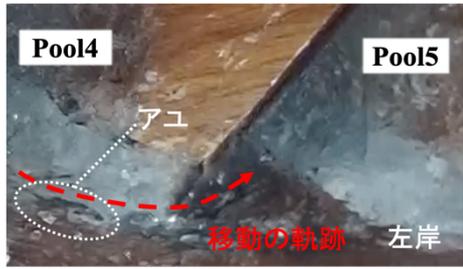


図2 遡上の様子

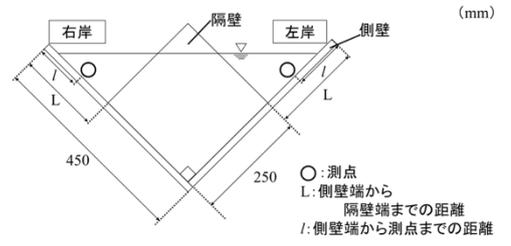


図3 側壁部の流速分布 ($Q = 5.3$ L/s, $\theta_f = 18^\circ$)

調査対象水系・河川	水系名	奈半利川、日和佐川	河川名	西谷川、日和佐川
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	川づくり	魚道

1. 研究者・研究機関部門

【概要版報告書】

助成番号	助成事業名		所属・助成事業者氏名		
2019-5311-001	発生源別栄養塩面源負荷原単位の逆推計手法の開発		(公財) ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター 古賀 佑太郎		
助成事業の要旨	<p>【目的】 国内の閉鎖性水域は富栄養化・貧栄養化などの問題を抱えている。これらの水域の栄養塩濃度には河川から流入する栄養塩負荷量が影響しており、適正な栄養塩負荷量の管理を実施するうえで、河川からの栄養塩流入負荷量の推計が不可欠である。一般的な面源汚濁負荷量の推定方法として原単位法が挙げられるが、流域内の面源負荷原単位は、文献によって値が大きく異なり、また新たに原単位を算定するための現地調査は多くの時間と費用を要することが課題である。</p> <p>そこで本研究では、申請者が開発した高精度な流量推計が可能な河川シミュレーションモデルの流量計算値と、流末の水質の実測データを利用する、流域全体の各発生源別面源負荷原単位の逆推計手法を確立し、主な栄養塩である TN (全窒素) の面源負荷原単位を簡易に推定することを目的とした。</p> <p>【内容】 逆推計法は、河川流末の TN 実測濃度と流量計算値から算出した TN 負荷量を目的変数とし、土地利用別 (畑、山林、市街地及び水田) の TN 負荷量を説明変数とする降雨イベント毎の重回帰式を解く。この重回帰式の回帰係数に各流量を乗じて、1年間分積算したものが TN 面源負荷原単位となる。必要となる水質情報は、流末の TN 実測濃度のほかに、流末の流量と土地利用毎の流出水量であり、これらは河川シミュレーションモデルから推算する。ここで用いる河川モデルは、申請者らが 2018 年度に開発したものであり、降雨時の流量の再現性が高いことは既に検証済みであるが、逆推計には降雨時流量の精度が特に重要となる。そのため、河川モデルの精度を改めて確認した。なお、本研究の対象河川は、兵庫県内最大の流域面積を有する加古川流域とした。</p> <p>逆推計法の有効性は、導き出された原単位を河川モデルに適用して得られた TN 負荷量の計算値を実測値と比較することにより検証した。次に、逆推計のために必要となる流末の TN 濃度の観測数を検証するため、12 か月間、6 か月間、3 か月間の連続データ及び 19 日分の非連続データからそれぞれ逆推計した原単位を比較した。また、12 か月及び 3 か月連続データから推計した原単位を用いて算出した TN 負荷量から時季の違いを評価した。</p> <p>【結果】 1 年間の流末の TN 実測濃度をもとに逆推計した畑と山林の原単位はそれぞれ 13.9kg/ha/年及び 5.3kg/ha/年であり、既報の範囲内であった。一方で、市街地は 40.2kg/ha/年であり既報値よりやや大きく、逆に水田は 4.6kg/ha/年と小さかった。これらの原単位を用いて河川シミュレーションモデルから降雨時の流末の TN 負荷量を算出した結果、実測値にみられる降雨時の変動を捉えることができおり、濃度オーダーも一致していたことから、良好な再現性があることを確認した。</p> <p>加古川流域では、山林及び市街地が TN 面源負荷量の 88% を占め、これらの原単位の算出に必要な流末の TN 濃度の観測数は、90 日あれば充分であることが分かった。ただし、冬季の TN 実測濃度を主として原単位を求めると、1 年間のものと大きく異なる傾向があった。これは、冬季は降雨による TN 負荷量の増加が小さいため、重回帰分析における変数の幅が小さくなり、誤差が大きくなったためと考えられる。そのため、逆推計には、TN 負荷量の変動の大きい温暖期の 90 日分の流末の TN 実測濃度があれば、原単位を求めることが可能と考えられた。より効率よく、原単位を逆推計するためには、TN 濃度の観測数と観測時期について、さらに情報を収集する必要がある。</p>				
	調査対象水系・河川	水系名	加古川水系	河川名	加古川
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類	
	調査部門	環境	水環境	生活環境項目	

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5311-002	沖縄県久米島におけるサンゴ保全のための 適応策の検討—赤土流出・拡散モデルを用いた 陸域負荷量の削減目標の設定—	国立研究開発法人 国立環境研究所 阿部博哉

【目的】

近年サンゴの白化現象にみられるようにサンゴの成育環境の悪化が問題となっている。サンゴの健全な成育のためには、陸域からの赤土流入等の負荷（図1）を少しでも削減することが不可欠である。本研究では、農地・河川から流出した赤土がどの程度沿岸域に流入しているかを現地調査により明らかにする。その結果をもとに、陸域での赤土流出モデルおよび沿岸域での海洋流動モデル・赤土拡散モデルを開発し、サンゴ生息域における赤土の堆積量がサンゴの健全な成育に求められるレベルまで低下するために必要な赤土負荷量を検証する。本研究の結果から、海域への赤土負荷をどの程度削減できればサンゴの成育に好適な環境が形成されるかを推し量ることができるようになることが期待される。



図1 平水時および出水時の河川の状況

【内容】

本研究では、沿岸域での水温、水位、流向流速、波高、塩分、濁度の連続観測と水質・底質等の定期調査を実施した。また、現地調査により得られたデータを参考にして数値モデルを構築し、河川から供給された淡水および赤土が沿岸域でどのような挙動を示すかを定量的に解析した。シミュレーションは陸域からの淡水および赤土の負荷量を計算するモデルと、沿岸域における海水流動および赤土の動態を計算するモデルから構成される（図2）。

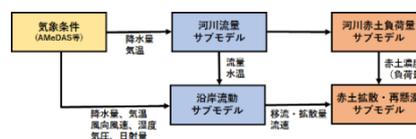


図2 数値モデルの構成

モデルの計算結果は観測値と比較することで計算精度を検証した。現況再現計算に加えて、河川水中の赤土濃度の最大値を変化させたときの沿岸域での赤土の堆積量の変動を評価した。

【結果】

これまで沖縄県では農地からの赤土の流出量に関する調査研究は数多く行われてきた。サンゴの保全にとってどの程度陸域からの負荷を削減すべきかの検討は現地調査のみ

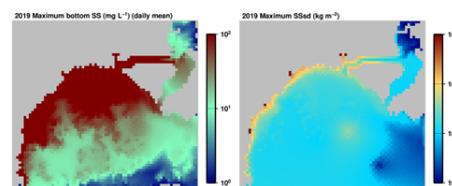


図3 濁度および赤土堆積量の結果の一例

の結果からは困難である。そこで本研究では、陸域—沿岸域において一体的に赤土の動態を計算できるモデルの開発を目指した。農地・河川を通じて流出した赤土が沿岸域へとどれだけ負荷され、海底にどれだけ堆積するかを一体的に管理しようとする点がこれまで十分に取組みられてきていなかった研究内容である。本研究ではサンゴの成育に適した赤土の堆積量を満たす、河川水中の赤土濃度の最大値を見積もった。この枠組みは他の地域でも十分に活用できるものである。

調査対象水系・河川	水系名	島尻川	河川名	島尻川
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	水環境	その他

1.研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名		
2019-53111-004	ウロコのストロンチウム同位体比を用いた河川魚類の行動履歴推定	富山大学・太田民久		
助成事業の要旨	<p>【目的】 生物の移動は、摂餌や成長、および繁殖に影響するため、生物の個体数維持や変動に深く関わっている。つまり、魚類の移動履歴を把握することは、対象種の効果的な保全対策を提案する上で必須である。近年、多くの水産有用魚種の資源量減少が叫ばれ、漁獲規制が進められている。加えて、河川生態系に生息する淡水魚の多くは絶滅が危惧され、2013年度に環境省が発表したレッドリスト(絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト)には、167種もの汽水・淡水魚類が絶滅危惧種として記載されている。こうした魚の移動履歴を把握する効果的な手法の開発およびその応用は、学術的にも社会的にも強く求められている。</p> <p>本研究の核心をなす学術的問いは、「より簡単に、かつ殺さずに魚の移動履歴を推定できないか?」である。既存の手法である、魚にタグやロガーを装着させるバイオリギング法は、再捕率が低いことや、ロガーが高価であるなど問題点が指摘されている。そのような問題点を解決するため、近年、同位体比を用いて、淡水魚や両側回遊魚の移動履歴の推定を試みた研究が発表されつつある。特に着目されている同位体比が $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ で示されるストロンチウム同位体比である。</p> <p>本研究は、対象魚のウロコのストロンチウム・カルシウム比(Sr/Ca 比)およびストロンチウム安定同位体比の変化を調べることで、淡水性魚類の移動履歴を殺すことなく把握する新たな手法を提案することを目的としている。</p>			
	<p>【内容】 2019年5月に岐阜県の長良川で捕獲されたサツキマス(<i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>)3個体の耳石とウロコを用いた。耳石はイオン交換水で洗浄した後、エポキシ樹脂に埋め、輪紋が確認できる薄さになるように卓上型円盤砥石(IMT株式会社、IM-P2)を用いて砥石の粒度を変えながら研磨を行った。そして、輪紋を顕微鏡で確認しながら核となる中心から順にマイクロドリルで層ごとに削り、サンプルを回収した。ウロコは超純水で洗浄し、顕微鏡をのぞきながらメスを用いて層ごとに切断した。分取したサンプルは35%硝酸に溶解させ、その溶液中のSr/Ca比をICP-MS(Agilent Technologies, cx7500)によって測定した。さらに、クリーンルーム内でサンプル溶液中のストロンチウムを分離するためにカラム処理を行った。そのカラム処理した試料は表面電離型質量分析計(TRITON, Thermo Fisher Scientific)を用いてストロンチウム同位体分析を試みた。</p>			
	<p>【結果】 サツキマス3個体における耳石とウロコのSr/Ca比を比較した結果、ウロコにおいても耳石においても増加傾向を示した。しかし、ウロコは耳石に比べSr/Ca比の変化が乏しく、耳石で大きく値が変化している点がウロコではあまり表れていなかった。このようになったのはウロコの構造にあると考えられる。ウロコは裏と表で成長の仕方が異なっており、表は同心円状に広がるように成長するが、裏側は新しい層が積み重なるように成長する。今回の手法では、ウロコの表と裏を分けずに分析を行ったため、ある程度の傾向しか見ることができなかった。しかし、ウロコの表側だけを取り出すことができればより詳細な移動履歴を見ることができるとも思われる。</p> <p>一方、ウロコのストロンチウム含有量からストロンチウム同位体比は分析を実施するには50マイクログラム以上のウロコを回収する必要があることが分かった。しかし、共同研究先の安定同位体分析機器が経年劣化により故障してしまい、ストロンチウム同位体比分析に関しては2020年度以降に延期することになった。</p>			
	調査対象水系・河川	水系名	長良川水系	河川名
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	生態系	魚介類

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5311-005	国内河川における動物用医薬品の濃度予測に関する研究	金沢大学環境保全センター 花本征也

助成事業の要旨

〔目的〕

畜産地域では動物用医薬品による水環境汚染の緩和が喫緊の課題となっている。欧米と日本では家畜糞尿の管理方式が異なっており、動物用医薬品の水圏への主な排出源は、欧米では家畜糞尿が施用された農地・牧草地や放牧場、日本では畜産場の排水処理施設であると考えられる。一方で、中国等のアジア諸国では家畜糞尿は未処理放流が多く、管理方式が定まっていなが、徐々に日本の家畜糞尿管理方式が浸透しつつある。このような状況の中、当該分野の研究は欧米で先進的に行われており、畜産排水処理施設を考慮した動物用医薬品の濃度予測モデルは存在しない。そこで本研究では、畜産排水処理施設を考慮した動物用医薬品の濃度予測モデルの構築と検証を目的とした。

〔内容〕

集水域において養豚業が盛んな大淀川の樋渡橋（宮崎県）、肝属川の高良橋（鹿児島県）、串良川の豊栄橋（鹿児島県）、小矢部川の津沢大橋（富山県）を対象とし、2019年9月～2020年3月の期間の降雨の影響をほとんど受けていないと考えられる日において、月1～2回の頻度で河川水を採水した。河川流下過程において保存性が高いことが報告されている動物用医薬品3物質（スルファモノメトキシシン(SMM)、スルファメトキサゾール(SMX)、リンコマイシン(LM))と人用医薬品のカルバマゼピン(CBZ)を対象とし、対象医薬品の河川負荷量を定量した。また、対象河川の流下過程における保存性を確認するため、採水した河川水を用いて対象医薬品の室内実験を実施した。家畜頭数・人口・使用量・排泄率・除去率等の知見を収集して排水処理施設に由来する対象医薬品の河川負荷量を予測し、観測値と比較することで予測可能性を明らかにした。また、堆肥化除去率や農地流出率等の知見を収集して農地等の他の負荷源の寄与を概算し、前述のモデル検証結果の妥当性を考察した。

〔結果〕

対象河川における検出濃度範囲は、SMMが<LOQ-153.1 (ng/L)、SMXが0.3-131.6、LMが<LOQ-47.5、CBZは<LOQ-3.0であった。大淀川と肝属川では動物用医薬品3物質の河川負荷量が主に冬季に上昇したが、串良川では10月や3月に突発的に負荷が上昇した。室内実験では有意な減衰は確認されず、対象河川の流下過程における対象医薬品の減衰は無視できることが示された。SMXとLMの河川負荷量は、予測値が実測値の1/2～2倍の範囲内に含まれており、排水処理施設のみを排出源とすることで、これらの河川負荷量が高い精度で予測可能であることが示された。SMXとLMは家畜と人の両方に使用されているが、河川負荷量の予測値に対する人由来負荷の寄与は、SMXが10%程度、LMが<1%と小さく、大部分が豚由来であった。CBZの河川負荷量についても、予測値が実測値の1/2～2倍の範囲内に含まれていた。CBZは家畜には使用されていないため、下水処理場と浄化槽のみを排出源としているが、海外においても、同様の手法によりCBZの河川負荷量が1/2～2倍の範囲内で予測可能であることが報告されている。本研究により、既存手法が国内の河川へも適用可能であることが示された。一方で、SMNの河川負荷量は、大淀川では予測値が実測値の0.40倍、肝属川では6.7倍とある程度の乖離が見られた。大淀川と肝属川の合計負荷量では、予測値が実測値の1/2～2倍の範囲内に含まれていたことから、SMMの使用原単位は地域差が大きく、このことが予測精度の低下に繋がった可能性が考えられる。なお、SMMは豚と乳牛に使用されているが、99%以上が豚由来であった。農地等の他負荷源の寄与を概算したところ、水圏への年間排出・流出量に占める排水処理施設の寄与はSMM・SMX・LM共に>99%と高く、排水処理施設のみを排出源とすることで、これらの河川負荷量が高い精度で予測可能であるという前述の結果と調和した。

調査対象水系・河川	水系名	大淀川・肝属川・小矢部川水系	河川名	大淀川・肝属川・串良川・小矢部川
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門	環境	水環境	微量化学物質

1. 研究者・研究機関部門

[概要版報告書]

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名		
2019-5311-006	河川におけるN ₂ O放出ダイナミクスの調査と因子の探索	東京農工大学 末永 俊和		
助成事業の要旨	<p>〔目的〕 亜酸化窒素(N₂O)は21世紀最大のオゾン層破壊物質、そして二酸化炭素の298倍の温室効果を持つため、その削減が求められている。一方で河川からのN₂Oの放出量や、そのメカニズムには不明な点が多く、それを明らかにすることは削減技術の開発に必要不可欠である。また、これらの把握には河川環境の変化を考慮する必要がある。本研究では河川環境のN₂O放出を誘発する因子を明らかにすることを目的とした。今年度は特に、N₂Oの蓄積・放出に直接関係するN₂O還元反応に着目して研究を行った。</p>			
	<p>〔内容〕 多摩川流域の4地点か河川底泥をサンプリングし、N₂O還元ポテンシャルを明らかにする回分実験を実施した。サンプリングは夏季と冬季に実施し、サンプルの地理的・化学的特性によってN₂O還元ポテンシャルに違いがみられるのか明らかにした。また、N₂O還元反応に対し温度変化がどの程度影響するのか、代表的な脱窒細菌である<i>Pseudomonas stutzeri</i>を用い、マイクロレスピレーションシステムと呼ばれる酸素とN₂Oの呼吸活性を精密に測定する装置を用いて明らかにした。これらの実験で得られた知見を元に、溶存N₂O濃度、硝酸、アンモニウムをリアルタイムで測定するためのセンサーを導入した実験装置を作製し、実際の河川底泥サンプルで実験する環境を整えた。</p>			
	<p>〔結果〕 多摩川の河川底泥を用いてN₂O還元ポテンシャルの測定を行った結果、夏季、更に下流川のサンプルにおいてN₂O還元ポテンシャルが高い傾向が確認された。下流域には排水処理施設から河川に放流される処理水の影響で、硝酸やアンモニウムイオン濃度が高くその環境で窒素循環がより活発に引き起こされていることが示唆された。また脱窒細菌の純菌株を用いた試験で、N₂O還元活性は低温にて著しく抑制されることが明らかとなり、河川でのN₂Oの蓄積に寄与している可能性が示唆された。当初の仮説であった、河川に流入する硝酸を始めとした窒素酸化物の存在と温度変化が、N₂Oの蓄積・放出を誘発する微生物反応に影響することが明らかとなった。</p>			
	<p>今回開発した実験手法と得られた基礎的知見を元にして、今後、実際の河川底泥サンプルを用いて、N₂O消費活性のみでなく生成活性も含めて、季節性の温度変化、排水処理施設由来の処理水の流入を模擬した温度変化や硝酸や亜硝酸の流入の影響を明らかにしていく予定である。分子生物学的手法を用いてこれらの活性を有する微生物群集も合わせて明らかにしていく計画である。これらの研究成果により河川からのN₂O放出抑制・削減技術の開発に繋がると期待される。</p>			
調査対象水系・河川	水系名	多摩川	河川名	多摩川
データベースに登録する分野	部門	大分類 水資源	中分類 水循環	小分類 気候変動・地球温暖化
	調査部門	調査研究		

助成番号	助成事業名	所属・助成事業者氏名
2019-5311-008	狩野川・富士川水系のワンド・タマリにおける止水生昆虫相と遺伝構造・遺伝子流動解析	信州大学・谷野宏樹

【目的】
 ワンド・タマリや河川の氾濫原といった環境は生物多様性のホットスポットとして知られており、希少種が数多く生息している。特に河道内のワンド・タマリといった環境は、出水等によるハビタットの攪乱が起きた際の生物のレフュジアとしての機能、繁殖や越冬場所といった機能を有しており、生物にとって重要な環境である。一方で、人間活動の影響によって、この数世紀の間に止水域は急速に減少しており、多くの止水生生物が絶滅危惧種となっている。本研究は、近年急速に種多様性が失われつつあり、保全の重要性が高まるワンド・タマリ環境において、止水生昆虫の種多様性に影響する要因を検討した。定量調査による群集構造解析と合わせて遺伝子解析を実施することにより、水系間のソース・シンクの関係性を究明する。ワンド・タマリの止水生昆虫を保全する上で重要な環境や、重要地域を究明することが、本研究の目的である。

本研究を実施することで、ハビタット周辺環境の重要性や、ワンド・タマリ間の遺伝子流動など、従来重要性が提唱されてきたものの、知見が不足していた事例を蓄積することができた。

【内容】
 富士川水系および狩野川水系を対象として、止水生昆虫の定量調査を実施した。この定量調査によって種多様性を算出した上で、GISによる解析を実施した。定量調査を実施したワンド・タマリの周囲の土地利用データを活用し、種多様性指数と土地利用状況との関連を比較検討した。また、分布情報をもとに生態ニッチモデリングを実施することで、定量調査地点における止水生昆虫の分布可能性も検討した。

この定量調査と並行して、遺伝子解析を実施した。定量調査を実施したワンド・タマリおよび、周辺の止水域からコオイムシを採集し、mtDNA COI 領域およびマイクロサテライト領域の遺伝子解析を実施した。コオイムシではこれまでに日本列島広域からの遺伝子解析が実施されているため、全国的なコオイムシ集団の中での富士川水系・狩野川水系の系統的な位置付けを検討することが可能である。マイクロサテライト領域に関しても、コオイムシでは個体識別が可能だけのマーカーを開発しており、地域ごとの遺伝構造解析および、遺伝子流動の程度を検討することが可能である。

【結果】
 土地利用状況と止水生昆虫の種多様性を比較することで、ワンド周辺の解放水域や水田の面積が、止水生昆虫の種多様性に貢献していることが示された。対照的に、畑や宅地といった環境が多くなるほど、止水生昆虫の種多様度が減少することが示された。この成果により、ワンド・タマリの止水生昆虫の多様性維持のためには、周辺の水域維持が重要であることが示された。止水生昆虫は、水田やため池を季節ごとに移動分散しながら利用することが知られており、一般的に高い分散力を有している。そのため、地域ごとに多くの水域を維持する区画を設けることで、その地域をソース集団として、地域全体の多様性維持が可能となることも考えられる。

本研究によって、止水生昆虫の多様性維持にとって重要な用途の1つが明らかとなったほか、遺伝構造や遺伝子流動の結果を基とした、保全管理区画の構築基盤を整えることができたと考えている。今後、調査範囲を拡大することと並行してファインスケールでの解析を実施していくことで、各地域集団におけるソース・シンクの関係性や、地域圏の遺伝構造の違いを明確にできることが予想される。これらの研究を通じ、同一の遺伝情報を有する集団が分布する地域を保全区画のユニットとして捉え、効率的な河川管理と保全計画を立てることができると期待される。

調査対象水系・河川	水系名		河川名	
データベースに登録する分野	部門	大分類	中分類	小分類
	調査部門			