

水環境保全チーム

はじめに

北海道は過酷な気象条件を持つ積雪寒冷地であるとともに豊かな自然環境を有している。このような地域において持続可能な地域社会の形成や人々の暮らしの安全・安心の確保のための社会基盤整備を環境との調和に配慮して実施する技術の確立が求められており、水環境保全チームでは、社会基盤整備を進める上で解決しなければならない土木技術課題のうち、河川や湖沼における水環境や生物の生息・生育環境、総合土砂管理、水資源管理などに関わる研究開発に取り組んでいる。

研究概要

(1) 融雪期における水資源管理の高精度化に関する研究

積雪寒冷地においては、融雪水をダムに貯留して夏にかけての水需要をまかなっていること、融雪水は災害の原因となることから、山間部の積雪分布をできるだけ正確に推定することが重要である。しかし、森林限界以上の高標高帯は、冬期の立ち入りが困難であることから、積雪分布に関する調査研究が十分に行われていない。

このため、上空から三次元空間データを高密度にかつ高解像度で取得できる航空レーザ測量を用いて山間部の積雪分布を計測し、その特徴の解明を進めている。これまでに、森林限界以上の高標高帯における積雪深は、地表面の凹凸を表すパラメータである地上開度との間に線形の関係があること、荒天時の強風により積雪が移動するため斜面方位により積雪深が偏る傾向があることを解明した。

今後は、降雪直後の積雪分布が、風による影響を受けて二次堆雪に至るまでのプロセスの解明を進める予定である。このプロセスを融雪・流出モデルに組み込むことにより、融雪期におけるダム流入量の予測精度を向上させ、融雪期における水資源管理の高精度化を図る予定である。

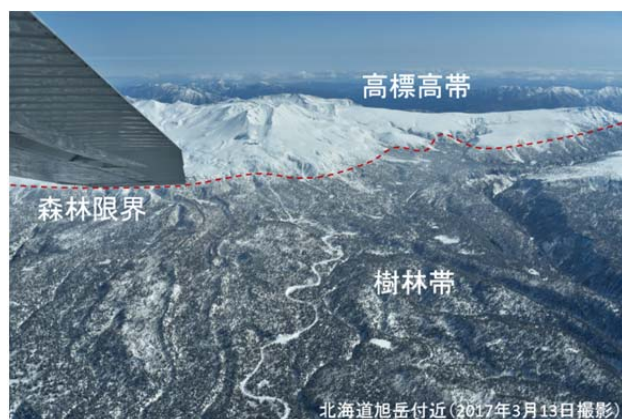


写真-1 山間部の積雪分布

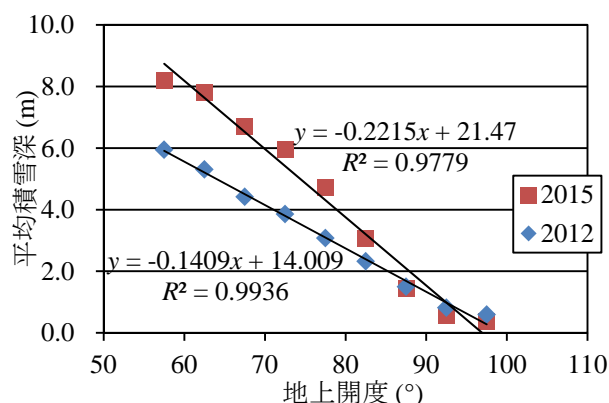


図-1 高標高帯における積雪深と地上開度の関係

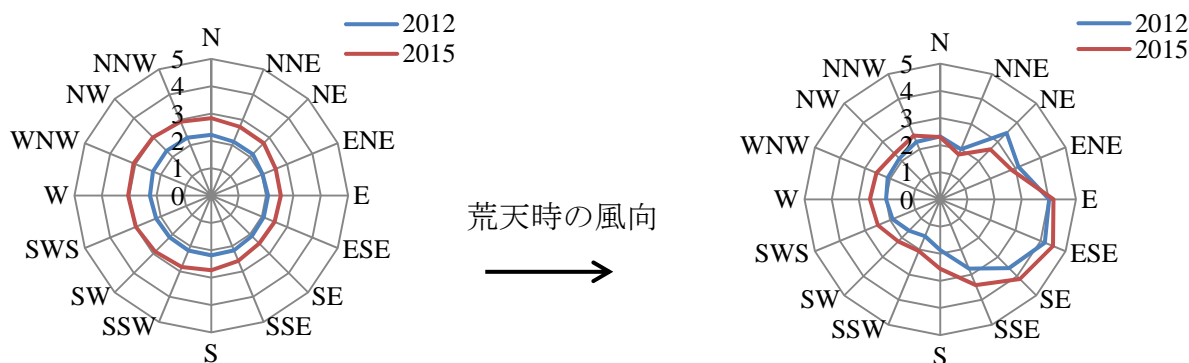


図-2 斜面方位別の積雪深

(2) 魚類生息・産卵環境及び河道維持管理を考慮した低水路の河道掘削技術に関する研究

近年、気候変動により水害リスクが高まり、着実な河川整備の推進、機能を確実に発揮させる適切な維持管理・更新が必要となっている（H27.2 水災害分野における気候変動適応策のあり方について 中間とりまとめ、社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会）。そのためには、魚類の生息・産卵環境に重要な低水路の掘削工事が今後必要となるが、河川環境の評価技術が確立していないことから、河川環境の管理目標を具体的に設置しづらい状況にあり、河川環境の評価技術の調査・検討を充実することの必要性が指摘されている。

さらに近年、河川中・上流域では、低水路幅縮小や流砂量減少により、河床低下とそれに伴う河道断面の広範囲における河床材料の粗粒化や露岩河床化が顕在化し、魚類生息・産卵環境に悪化を与えるだけではなく、河川管理施設の不安定化も引き起こし、維持管理のコストを増大させている。そのため、河道と施設を一体な河道システムとして捉え、一連区間の河道の変化に対応することで個別の施設の管理を最適化する技術の検討の重要性が指摘されているが（H25.4 安全を持続的に確保するための今後の河川管理のあり方について[答申]、社会資本整備審議会）、これを実現するためには、河道変化が維持管理困難なものとならないようにすることが重要と考えられる。

本研究は、魚類の生息・産卵環境を考慮し、河道維持管理上有利な「低水路河道掘削技術」について研究を行っている。研究手法としては、河床地形や底質と魚類の生息・産卵場の物理環境特性を既往調査、現地調査から把握して、リーチスケール（瀬、淵のセット）を考慮した魚類生息・産卵環境評価技術を開発する。次に、数値計算、水理模型実験、現地調査により、低水路掘削後の河床変動応答特性を把握する（写真-2）。これらの魚類生息・産卵環境評価技術と河道掘削後の河床変動応答特性を総合的に検討し、河道維持管理、環境に配慮した低水路掘削技術の開発を行う。本研究により、治水と環境の両立した河川整備の実現への貢献が期待できる。

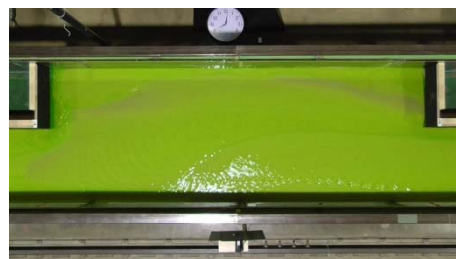


写真-2 河道掘削後に砂州が形成される様子（模型実験）

(3) 持続的で維持管理が容易な緑化システムの実践的研究

寒地土木研究所と北海道科学大学（旧：北海道工業大学）が共同で開発した生態学的混播・混植法は、1991年から北海道内外において20万本以上の植樹実績がある。生態学的混播・混植法は、地域の在来種のタネや苗を植樹し、競争状態を作り出し、植樹場所の環境に適応した種が生き残ることを前提としていた。そのため、適正な維持管理が実施されおらず、モニタリングデータも乏しい状況であった。水環境保全チームでは、平成26年度から、生態学

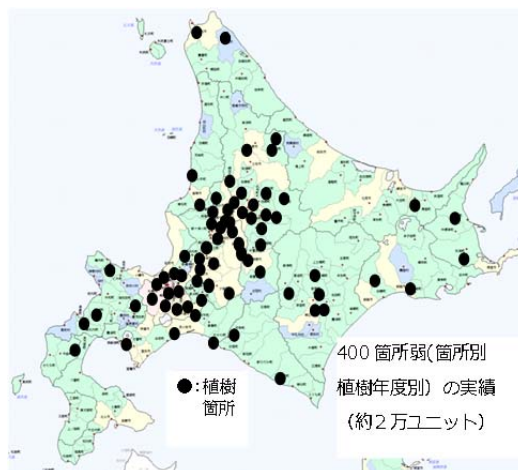


図-3 北海道内の生態学的混播・混植法を用いた樹林の位置図

的混播・混植法を用いて形成された樹林を対象にモニタリングデータの収集整理を行い、植樹後 13～16 年程度の経過で樹林内の樹木同士の競争状態にあることや、樹林内土壌が一般的な森林土壌と同程度となったこと、樹林利用を踏まえた維持管理手法の開発および実践、そして維持管理による樹林景観の改善効果について検討を行った。

（４）在来種による堤防植生の施工・維持管理に関する研究

北海道内の河川堤防の法面植生は、寒冷気候に強い品種として従来はトールフェスクが使用されていたが、平成 17 年に制定された外来生物法において要注意外来生物に指定されたため、以降、ハードフェスクなどが導入されている。但し、ハードフェスクも外来種であり、地域固有の生態系を保全する観点から考えると、堤防法面植生を在来種に置き換えることが望ましい。平成 27 年に策定された「自然公園における法面緑化指針」では、自然公園内の法面は地域に自然分布する種及び在来の自然侵入種とされ、外来植物が過度に繁茂することなく、最終緑化目標に向けた遷移が見込める植物群落を初期緑化目標として設定することと示されている。将来は、自然公園に限らず、多くの法面緑化工事箇所、外来種の排除が進むものと考えられる。水環境保全チームでは平成 22 年度から在来種による堤防緑化の研究に取り組み、寒冷地における堤防法面植生の適用種、施工方法について、現地試験を行いながら明らかにしてきた。今後は、洪水時の雨水・流水に対する耐侵食性についての検証や、種子の安定供給、施工コストの低減策などの課題解決に取り組んでいく予定である。



写真-3 在来種による試験施工箇所調査 写真-4 在来種による試験施工箇所調査

（５）再繁茂プロセスを考慮した河畔林管理技術に関する研究

河川管理の一環として河畔林の伐採を行うが、再繁茂する事例が数多く確認されている。河畔林伐採後の再繁茂により流下能力および平面流速などが変化することから、持続的な治水安全度評価手法が求められている。一方、河畔林は生物の生息場であるとともに、河川景観を構成する重要な要素であるため、伐採後河畔林の再繁茂による生物の生息場の変化や河川景観の変動を予測・評価する手法が必要である。水環境保全チームでは平成 27 年度から河畔林の伐採による影響について取り組んでおり、河畔林伐採を行った河川を対象に再繁茂した樹木の樹高や胸高直径の調査、樹木間伐による平面流速の検討、河畔林の伐採前後および再繁茂による景観評価の予測手法検討などを行っている。

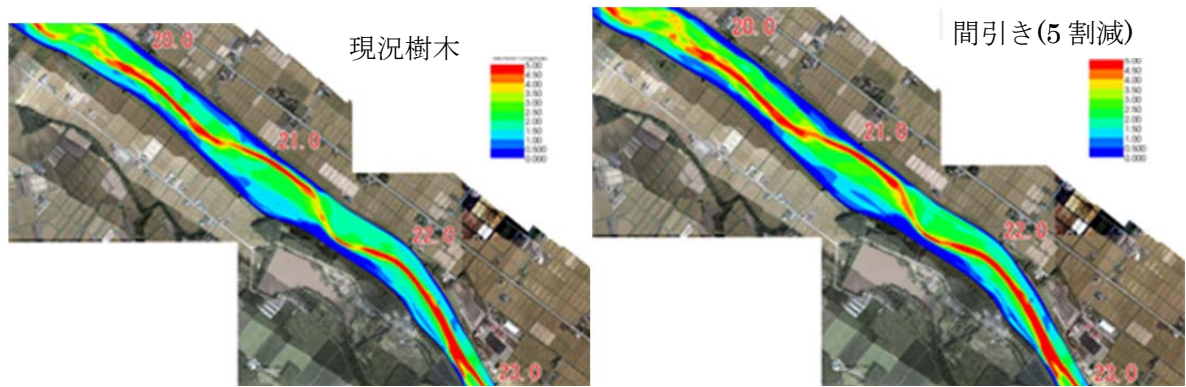


図-4 現況と5割間引き伐採の流速コンター比較

(6) 粒径別土砂生産量の空間分布評価手法に関する研究

ダム堆砂や海岸侵食といった、山地・河川・海岸・沿岸を通じた土砂・物質の移動にかかわる様々な社会的課題に対して、「流砂系の総合的な土砂管理」をすすめることが求められている（写真-5）。その中で、管理が必要な土砂の粒径階ごとに、生産源が流域内のどこに分布し、いつ、どれくらい供給・流出するかを把握することは、流砂系の総合的な土砂管理計画を策定する上で基本的かつ最も重要な課題の一つである。本研究の目的は、山地から河川を通じて流出する土砂について、粒径を考慮した生産源の時空間分布評価手法を開発することである。具体的には、トレーサを用いた生産源推定手法の構築、濁度計を用いた浮遊土砂の連続観測、GIS・分布型流出モデルを用いた土砂生産源の空間分布評価手法の構築等に取り組んでいる（図-5）。



写真-5 砂浜が消失した海岸

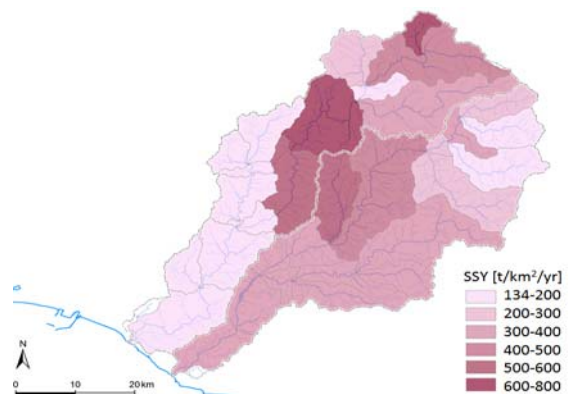


図-5 浮遊土砂生産量の推定事例（鶴川・沙流川）

(7) 底層環境に着目した停滞性水域における水環境管理技術に関する研究

停滞性水域の水質課題は、富栄養化や斃死、青潮など貧酸素化に起因する現象が多い。ダムや自然湖沼においても未解決の課題であり、上水や漁業に度々被害をもたらしている。貧酸素条件を鑑みたとき、最も条件が厳しく、対策が困難なのが、塩淡二層の汽水構造を有し、結氷する汽水湖であ

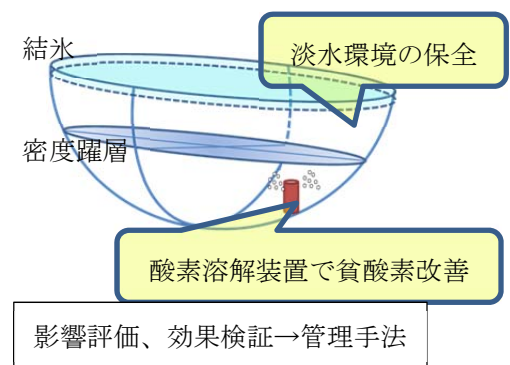


図-6 貧酸素水塊改善模式図

る。一方で、汽水湖は漁獲対象生物が豊富であり、生業の場として極めて重要である。本研究では底層貧酸素水塊の改善手法および管理手法を確立することを目的としている。酸素溶解装置を用いて、貧酸素水塊に酸素供給した場合の水質変化、生物影響について長期間モニタリングを行う。同時に装置の効果的運用手法やコスト調査、越冬対策等の社会実装に対応するための基礎データを取得する。

当チームの水質の研究は、汚濁の拡散や富栄養化の基礎的な研究を経て、前中期計画（平成 23～27 年度）の汽水域の研究から、今中長期計画（平成 28～33 年度）で、解決困難な課題の対策手法の社会実装に資する研究へと至っている。研究成果は、国内停滞性水域の水質改善に反映させる予定である。

（８）生物生息環境と汽水環境の保全に関する研究

近年の降雨増加に伴い、河川の汽水域は減少傾向を示している。汽水環境の減少は汽水性生物生息数の減少として顕在化している。本研究は河川汽水域の保全を目的としている。特に河道横断形状による塩水遡上の影響を評価し、汽水環境の増加を目指す。低水路を複断面化することで、塩水遡上を促進すると同時に、汽水環境面積を増大させることが推察される。そこで、複断面造成箇所の流況、水質、底質等について調査・モニタリングを行い、河道形状と汽水環境の評価を行う。加えてヤマトシジミを中心とした汽水性生物の生息数との関係を明らかにする。これにより汽水環境および生物生息環境の評価手法を提案する。この手法により汽水環境の保全・復元に配慮した河道計画に資する成果が得られ、維持管理を効果的かつ効率的に行うための管理手法の構築が期待できる。

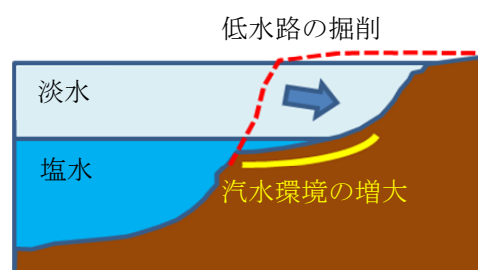


図-7 低水路形状と汽水環境模式図

（９）自然再生産を目指した水産有用種の行動に着目した河川・沿岸構造物の評価・改善手法に関する研究

①十勝川水系シロザケ遡上行動に関する研究

生態系保全や水産資源維持の観点から、シロザケ自然産卵魚による資源管理の必要性が求められている。産卵河川の環境保全のためには、産卵河川を明らかにすることが重要である。しかしながら、大面積の流域において自然産卵が行われている河川を明らかにすることは容易ではなく、そのため産卵河川がどこかといった基礎的な資料は少ない。

本研究では、北海道東部十勝川千代田堰堤において、平成 28 年 10 月と 11 月に各 17 匹、合計 34 匹のシロザケを捕獲し、超音波発信機を装着してサケ遡上行動を調べた。千代田堰堤の上流と十勝川河口にそれぞれ発信機をつけた 8 匹ないし 9 匹のシロザケを放流し、十勝川本流と主な支川に設置した受信機にてシロザケの行動を記録した。

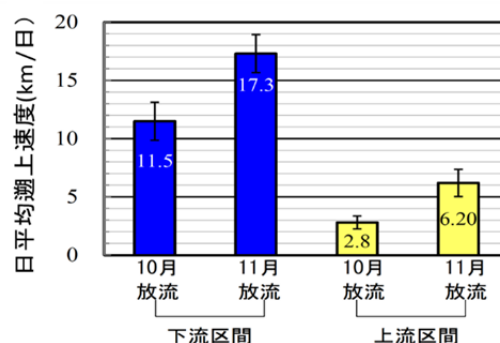


図-8 下流区間と上流区間の日平均遡上速度

その結果、放流魚の約 94%が河口から千代田堰堤にまで到達し、平均遡上速度は 11.5 km/日（10 月）と 17.3 km/日（11 月）だった。一方で千代田堰堤より上流では、平均遡上速度は 2.8 km/日（10 月）と 6.2 km/日（11 月）だった（図-8）。この平均遡上速度の時期による違いは、使用したシロザケの成熟度の違いが関係していると考えられた。

自然産卵が指摘されてきたメン川における遡上行動データをみると、自然産卵を十分に示唆するものだった。また、ふ化放流事業がなされて

いない帯広川、途別川でも遡上確認があった。今後は、千代田堰堤における魚道のシロザケ遡上数の調査を行い、千代田堰堤での魚道の機能評価を行うことで、河川環境保全へのさらなるデータ蓄積を進める予定である。

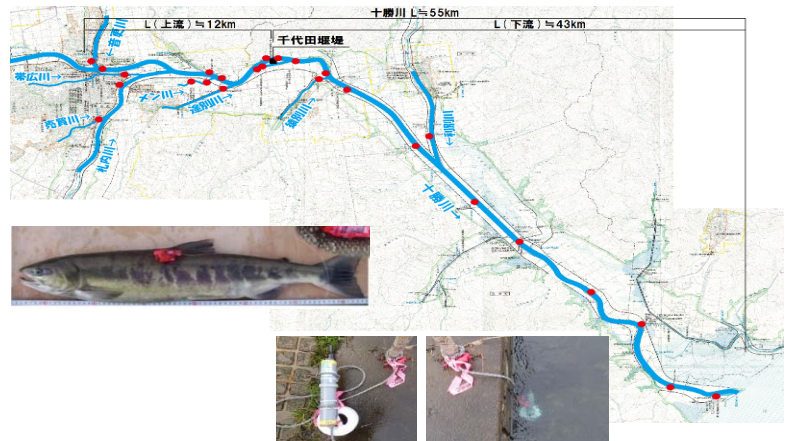


図-9 受信機設置箇所図

②美利河ダムサクラマス幼魚降河行動に関する研究

サクラマス資源を維持増殖するには、遡上および降河環境の保全が重要である。貯水ダム周辺では上下流方向の流水の連続性が確保されない場合があり、この場合親魚の遡上阻害だけでなく、幼魚のダム湛水域への迷入などを引き起こす可能性がある。湛水域への降河行動を明らかにすることはダム管理上の基礎資料として重要である。そこで、北海道南部美利河ダムにおいてサクラマス幼魚の降河行動を調査した。

ダム湛水域へ流入するチュウシベツ川に設置された分水施設の本堤上流から平成 28 年 8 月に発信機を装着したサクラマスの幼魚 20 個体を放流した。最後に受信機に記録された場所における個体数はそれぞれ、魚道が 8 個体、分水施設周辺が 1 個体であった。11 個体は行き先が不明であった（図-10）。

不明個体は、ダム湛水域に設置した受信機での記録がなかったことから、チュウシベツ川湛水域流入部より上流側にある落差工付近の受信不能区間に分布したと推測される。

今後は、幼魚の移動行動の季節的变化をとらえるために、異なる放流時期の調査や、湛水域での行動に対する詳細調査を進める予定である。

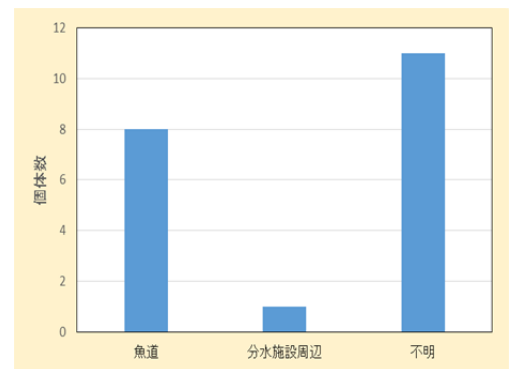


図-10 チュウシベツ本堤上流で放流したサクラマス幼魚の最終確認位置と個体数