

第3節 持続可能で活力ある社会の実現への貢献

中長期目標に示されている本節の評価軸・評価指標、および評価指標に対する目標値およびモニタリング指標は以下のとおりである。

■評価指標

表 - 1.3.1 第1章第3節の評価指標および目標値

評価軸	評価指標	目標値	令和3年度
成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか	研究開発プログラムに対する研究評価での評価・進捗確認 ※土木研究所に設置された評価委員会により、妥当性の観点、時間的観点、社会的・経済的観点について評価軸を元に研究開発プログラムの評価・進捗確認。災害対応への支援、成果の社会への還元、国際貢献等も勘案し、総合的な評価を行う。	B 以上	A
成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか			A
成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか			A
成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか			A
行政への技術的支援(政策の企画立案や技術基準策定等を含む)が十分に行われているか	技術的支援件数	670 件以上	816
研究成果の普及を推進しているか	査読付論文の発表件数	70 件以上	62
社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学技術的意義や社会経済的価値を分かりやすく説明し、社会から理解を得ていく取組を積極的に推進しているか	講演会等の来場者数	820 人以上	1680
土木技術による国際貢献がなされているか	一般公開開催数 (※①)	5 回以上	2 回 (※②)
国内外の大学・民間事業者・研究機関との連携・協力等、効果的かつ効率的な研究開発の推進に向けた取組が適切かつ十分であるか	海外への派遣依頼	10 件以上	0
	研修受講者数	10 人以上	4
	共同研究参加者数	20 者以上	37

(※①) 土木研究所が主催する行事の一環として、研究施設を一般市民に公開した回数

(※②) 新型コロナウイルス感染拡大防止等のため「千島桜一般開放」及び「土木の日一般公開」を除き中止

■モニタリング指標

表 - 1.3.2 第1章第3節のモニタリング指標

評価軸	モニタリング指標	令和3年度
行政への技術的支援(政策の企画立案や技術基準策定等を含む)が十分に行われているか	災害派遣数(人・日)	0
社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学技術的意義や社会経済的価値を分かりやすく説明し、社会から理解を得ていく取組を積極的に推進しているか	講演会等の開催数(回)	3
	技術展示等出展数(件)	7
	通年の施設公開見学者数(人)(※①)	805 (※②)
国内外の大学・民間事業者・研究機関との連携・協力等、効果的かつ効率的な研究開発の推進に向けた取組が適切かつ十分であるか	研究協力協定数(件)	4
	交流研究員受入人数(人)	9
	競争的資金等の獲得件数(件)	22

(※①) 年間を通じて、一般の方々が施設見学した人数
(※②) 新型コロナウイルス感染拡大防止策を講じたうえで人数を限定して実施

■外部評価委員会で評価された主要な成果・取組

表 - 1.3.3 第1章第3節の主要な成果・取組

評価軸	令和3年度の主要な成果・取組
<p>成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか</p>	<p>研究開発プログラム(9)</p> <ul style="list-style-type: none"> As 舗装発生材の利用促進にあたり、As 再生骨材を凍上抑制層・歩道用路盤へ用いた場合の適用性を試験施工の追跡調査により検証。As 再生骨材を歩道路盤材として利用する運用の手引き（案）を提案、国土交通省北海道開発局の事業に反映。 <p>研究開発プログラム(10)</p> <ul style="list-style-type: none"> 草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用において、遠心分離脱水機の実証実験により、刈草混合脱水技術の適用に効果が期待できることを示した成果は、国の方針（下水処理場のバイオマス活用拠点化）と適合。 <p>研究開発プログラム(11)</p> <ul style="list-style-type: none"> 全国の河川 CIM に関心を持つ方々に対して、最適なテーマ（河川環境評価ツール等）を設定してセミナーを開催。河川 CIM 技術者の知識や意識の向上、人材育成の一環として技術者のレベルアップが図られたことは国の方針（DX の推進）に適合。 <p>研究開発プログラム(12)</p> <ul style="list-style-type: none"> 流域末端を通過する土砂の生産源と量を推定する岩石由来の放射性同位体をトレーサーとした流出土砂生産源推定手法により流域内の土砂動態が見える化され、流域関係者間で土砂動態の理解・認識が促進され総合土砂管理の推進が期待。 冠水頻度・砂被度に基づく陸域環境影響評価手法および石礫の露出高に基づく水域の環境影響評価手法の提案により、置土やバイパス等、土砂供給によるダム下流の流砂条件の変化に伴う環境影響を予測・評価が可能。流水型ダムの下流環境影響評価にも活用が可能であり、国の総合土砂管理計画策定の推進に適合。 <p>研究開発プログラム(14)</p> <ul style="list-style-type: none"> 一人乗車でも安全で確実な凍結防止剤散布作業が可能な自動散布システムを全ての種類の散布車に対応させた上、北海道開発局に配置されている散布車に搭載し実道で試行。冬期道路管理効率化という社会ニーズに適合。 ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）のコンクリート舗装への設置ニーズに対応した固定方法を開発。さらにロープ連結材を加えた仕様にして大型車衝突時の変形性能を向上。 <p>研究開発プログラム(15)</p> <ul style="list-style-type: none"> 開発した寒冷地の浅層埋設技術は、電線共同溝マニュアル改訂（令和2年）後いち早く実工事（七飯町、北見市）に導入され、今後、道内ほぼ全ての工事に導入される。また、寒冷地の水道浅層化（千歳市）に成果が活用され、開発技術が他分野にも波及。 中米・カリブ7か国への継続的な技術指導を通じ、JICA 本部や南米の現地事務所に「道の駅」による地域開発の有効性の認識が拡大、新たに南米で2つの研修が開催。次年度以降、JICA 国際研修の対象国として南米5カ国も拡大。 <p>研究開発プログラム(16)</p> <ul style="list-style-type: none"> 北海道胆振東部地震（平成30年9月）で被災した施設の復旧対策として、農業用ダムの堤体再盛立計画や試験湛水計画の技術的指導、パイプラインの耐震強化検討、濁水取水の影響調査等を継続して実施。これらは国が進めている被災地の復旧・復興に貢献。 <p>研究開発プログラム(17)</p> <ul style="list-style-type: none"> 漁港内での放流後のナマコ生息場として適正となる放流密度と食害、生息空間、餌環境などの環境条件を把握。放流手法の再現性、妥当性を複数漁港で確認し、適正環境評価技術を構築。

評価軸	令和3年度の主要な成果・取組
<p>成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか</p>	<p>研究開発プログラム(9)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自然由来重金属等を含む発生土の評価・取扱いについて、盛り立て中に発生土中の自然由来重金属等の存在が明らかになった事例等、特に不測の事態が発生した現場からの求めに応じて総合的な現場支援を遅滞なくタイムリーに実施。 <p>研究開発プログラム(11)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 東日本台風を受けて緊急治水対策プロジェクト（令和2年1月）が策定された那珂川において、現地調査および河川景観・生物の生育・生息場に着目した水辺利用拠点等の抽出手法を用いた解析を実施。土研による成果を適時に情報提供したことにより、那珂川を対象に急遽とりまとめられることとなった流域治水プロジェクトにグリーンインフラの取組の導入に寄与。 <p>研究開発プログラム(13)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代シーケンス(NGS)技術により、下水処理場にて感染症要因となる病原ウイルスを継続・網羅的に検出し、地域で流行している感染症のモニタリングの可能性を評価し、国を挙げて感染症対策が求められる中、適時に有用性を明示。 <p>研究開発プログラム(14)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国の基準となる「自動運行補助施設（路面施設）設置基準・同解説」（日本道路協会）に磁気マーカーの施工方法等提案を行い、令和4年度に発刊される予定。 ・ 設置ニーズに迅速に対応し、ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）のコンクリート舗装への固定方法を開発。 <p>研究開発プログラム(15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各事業者におけるトレンチャー活用の推進に貢献するため、毎年現場見学会を開催。令和3年はコロナ禍のなか現場施工のライブ配信の実施や動画を作成し発信することで、技術普及を促進し地中化の推進に貢献。
<p>成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか</p>	<p>研究開発プログラム(9)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全国のプラントから実際の再生骨材を入手し、高温カンタプロ損失率の適用性を検証。再生用添加剤の組成や再生骨材配合率により高温時ひび割れ抵抗性に差があることを解明。また再生混合物の高温時ひびわれの生じにくい条件を整理。 <p>研究開発プログラム(10)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用において、遠心分離脱水機の実証実験により刈草混合脱水技術の適用可能性を示し、また CO2 排出削減に相当の貢献が期待できることを示した成果は社会的価値の創出に貢献。 <p>研究開発プログラム(11)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 令和2年度までに開発・公開した「3次元の多自然川づくり支援ツール（EvaTRiP Pro 等）」が「多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について（国土交通省治水課河川環境課：事務連絡令和4年3月）」の主たる河川環境評価ツールとなったことで、治水に加え環境にも十分配慮したレベルの高い河川計画の立案に多大なる貢献し社会的価値を創出。 <p>研究開発プログラム(12)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潜行吸引式排砂管による排砂システムは、工事用道路等建設が不要でダンプ輸送も最小化、エネルギー消費もないことから、工事用道路設置が困難など制約が厳しいダム下流への置土・土砂還元手法として活用できることを実際のダムで実証。 <p>研究開発プログラム(14)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ワイヤロープ式防護柵（レーンディバイダー）のコンクリート舗装への設置仕様を開発。トンネル等の狭幅員箇所での適用が可能。ロープ連結材により大型車衝突時のはみ出し量を低減し、土工部標準仕様と同等の性能を確保。さらに、あと施工アンカーにより低廉な施工費を実現。施工可能箇所が拡大し、安全性の向上に顕著に貢献。

評価軸	令和3年度の主要な成果・取組
<p>成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか (続き)</p>	<p>研究開発プログラム(15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国のBIM/CIMガイドラインに反映された景観検討におけるBIM/CIMモデル活用の拡大を見据え、実務を支援する技術資料として発行(令和4年3月新規発行)。現場での景観検討の効率化と精度向上に貢献。 ・ 現地で「道の駅」の指導にあたるJICA専門家へOn-lineを活用し密に技術指導を行い、ニカラグアでの新たな「道の駅」(2駅)の開業に貢献。「道の駅第3ステージ」における海外展開を牽引。 <p>研究開発プログラム(16)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 管水路に発生する地震時動水圧の発生、伝播および干渉を数値シミュレーションによって再現できる計算プログラムを開発。今後の動水圧の発生機構解明や耐震化等の対策技術に繋がる大きな成果であり、用水の安定供給に寄与。 ・ 水質解析モデルSWATを適用し、過去、現在、近未来の営農状況の変化に対応した水質環境をシミュレートし、流域規模での窒素負荷流出を抑制する施肥種類の変更や水質対策工の適切な位置・規模などの対策案など、大規模酪農地帯の水質環境対策手法を提案。本モデルは環境影響の指標づくりや事業計画等に活用。
<p>成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか</p>	<p>研究開発プログラム(10)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水資源による培養藻類のメタンガス化によるエネルギー収支改善やLCCO2排出量削減への相当の貢献の可能性を示した成果は、エネルギーコスト削減への寄与が期待できるものであり、生産性向上に貢献。 <p>研究開発プログラム(13)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アンモニア性窒素低減のため微生物を高濃度で保持可能な繊維担体を用い、アンモニアセンサーによる風量制御を活用した省スペース・省エネ型処理法を開発。通常処理で除去困難な医薬品レボフロキサシンも同時に低減、生産性向上に貢献。 <p>研究開発プログラム(14)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 堆雪断面積の推移を予測し、運搬排雪工法や実施時期の選定などの除排雪計画を支援するシステムを開発。効果的な除排雪の作業計画支援技術を構築したことで生産性向上に寄与。 <p>研究開発プログラム(15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農村自然域での無電柱化に適したミニマム設計・施工(トレンチャー)技術は、これまでの国土交通省への提案により郊外部の電線共同溝工事で採用、大幅なコスト縮減と工程短縮の効果を実証。 <p>研究開発プログラム(16)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 肥培灌漑のふん尿調整システムにおいて、令和3年度までに得られた泡流出抑制技術や適切な曝気量設定方法などの成果をもとに、調整液の良好な腐熟を維持しながら効率的で経済的に運転する方法を技術資料にまとめ施設管理者等へ提示。これを導入した運転により省エネルギーにもつながり生産性の向上に寄与。 <p>研究開発プログラム(17)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ナマコ生息場の適正な放流密度と食害、生息空間、餌環境などの環境条件を把握、また食害防止礁の汎用性、放流後の種苗の生存と成長効果が高まる方法を確認出来たことは、ナマコ資源増大の効率的な推進につながり生産性向上に寄与。

■内部評価および外部評価委員会での評価結果

表 - 1.3.4 内部評価および外部評価委員会での評価結果

評価軸	研究開発プログラム	内部評価	外部評価委員会分科会	外部評価委員会
成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか	(9)	A	A	A
	(10)	A	A	
	(11)	A	A	
	(12)	A	A	
	(13)	A	A	
	(14)	A	A	
	(15)	A	A	
	(16)	A	A	
	(17)	A	A	
成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか	(9)	A	A	A
	(10)	B	B	
	(11)	A	A	
	(12)	B	A	
	(13)	A	A	
	(14)	A	A	
	(15)	A	A	
	(16)	B	A	
	(17)	B	B	
成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか	(9)	A	A	A
	(10)	A	A	
	(11)	A	A	
	(12)	A	A	
	(13)	A	A	
	(14)	S	S	
	(15)	A	A	
	(16)	A	A	
	(17)	A	A	

第1章. 第3節. 持続可能で活力ある社会の実現への貢献

評価軸	研究開発プログラム	内部評価	外部評価委員会 分科会	外部評価委員会
成果・取組が生 産性向上の観点 からも貢献する ものであるか	(9)	A	A	A
	(10)	A	A	
	(11)	B	A	
	(12)	A	A	
	(13)	A	A	
	(14)	A	A	
	(15)	A	A	
	(16)	A	A	
	(17)	A	A	

①研究開発プログラムの実施

9. 持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発

■ 目的

第三次循環型社会形成推進基本計画では、枯渇性資源をリサイクル等により長く有効活用する方向性が出されている。

国土交通省環境行動計画においても、循環型社会に向けて、建設リサイクルの推進が示されている。さらに、大規模工事を控え、国土交通省建設リサイクル推進計画では、建設発生土の有効利用・適正処理の促進強化、再利用率の維持が謳われている状況にある。

一方、セメントコンクリート塊やアスファルト・コンクリート塊は、これまで再生利用率が高く維持されてきたが(図-1)、その用途は路盤材などに限定されており、その需要は減少していくことが予想される。セメントコンクリート塊やアスファルト・コンクリート塊は発生量が多いため、再資源化率を維持するためには、今後新たな需要を開拓していく必要がある。

このため、リサイクル材料の土木材料としての利活用方法を提案するとともに、リサイクル材の環境安全性の確保、品質管理方法を提案する必要がある。

■ 達成目標

- ① 適材適所のリサイクル材等の利活用技術の構築
- ② リサイクル材等の環境安全性向上技術の構築

■ 貢献

建設副産物が活用され、適切な資源循環が実現し、環境負荷の低減に資する。

建設発生土の適正利用に向けた環境安全性評価・対策手法の研究においては、自然由来重金属等を含む建設発生土への対応のルール化が確立し、環境安全性の確保ならびに対策実施に伴うコストや時間などの負荷の軽減が図れるようになり、ひいては生産性の向上にも繋がる。

建設リサイクル推進計画2014の目標値		平成24年度目標 (推進計画2008)	平成24年度実績	平成30年度目標	
アスファルト・コンクリート塊	再資源化率	98%以上	99.5%	99%以上	再資源化率が低下しないよう維持
コンクリート塊	再資源化率	98%以上	99.3%	99%以上	
建設発生木材	再資源化・縮減率	95%以上	94.4%	95%以上	引き続き目標達成を目指す
建設汚泥	再資源化・縮減率	82%以上	85.0%	90%以上	より高い数値目標を設定
建設混合廃棄物	排出率	—	3.9%	3.5%以下	指標を排出量から建設混合廃棄物排出量と再資源化・縮減率に変更
	再資源化・縮減率	—	58.2%	60%以上	
建設廃棄物全体	再資源化・縮減率	94%以上	96.0%	96%以上	より高い目標を設定
建設発生土	建設発生土有効利用率	—	—	80%以上	指標を利用土砂の建設発生土利用率から建設発生土有効利用率に変更

アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊

- ・現状で非常に高い再資源化率
- ・平成30年度の再資源化率の目標は99%以上
- ・再生材の品質低下の進行や用途範囲が狭い、路盤工事の減少のため、高い再資源化率の維持に懸念

建設発生土

- ・平成30年度の再資源化率の目標は80%以上
- ・今後の大型プロジェクト関連工事による発生土増加が予想され、リサイクル阻害要因の排除が求められる

図-1 各種建設副産物ならびに建設発生土の再資源化率の目標

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 適材適所のリサイクル材等の利活用技術の構築

再生骨材コンクリートに関して、大型のプレキャスト製品や現場打ちコンクリートへの適用を念頭に、乾燥収縮特性の検討を実施し、コンクリート中の全水量（練混ぜ水+骨材中の水）によって乾燥収縮率のおよその推定が可能であることを確認した（図-2）。また、再生細骨材の耐凍害性評価手法が確立していないことから、再生骨材の粒子径が耐凍害性に与える影響を調査し、粒径が小さい骨材の影響は比較的小さい可能性を見出した（図-3）。さらに、これまでの研究成果をもとに「コンクリート副産物の再利用に関する用途別品質基準」（平成28年3月通知）に対する改正案を作成した。

アスファルトおよび混合物の繰返し再生により再生用添加剤の成分、再生骨材配合率によって高温時のひび割れ抵抗性が低下したことから、その傾向を全国各地から入手した再生骨材を用いて検証した。その結果、再生用添加剤の組成や再生骨材配合率により高温時ひび割れ抵抗性に差があることが明らかになった（図-4）。

アスファルト舗装発生材の余剰が深刻な北海道北部地域における利用促進にあたり、アスファルト再生骨材の歩道路盤への適用に関する試験施工を行った結果、支持力が切込砕石路盤より高く推移することや、アスファルト再生骨材が表層混合物と一体化するなど、歩道路盤材料にアスファルト再生骨材を適用することに問題がないことを確認した（図-5）。さらに、現場適用に向けた手引き（案）を提案した。

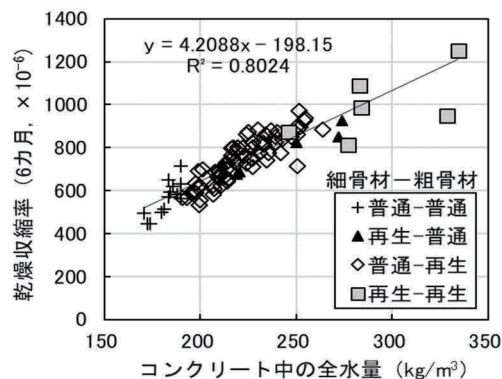


図-2 再生骨材コンクリートの全水量と乾燥収縮率の関係（全水量＝練混ぜ水量＋骨材中の水）

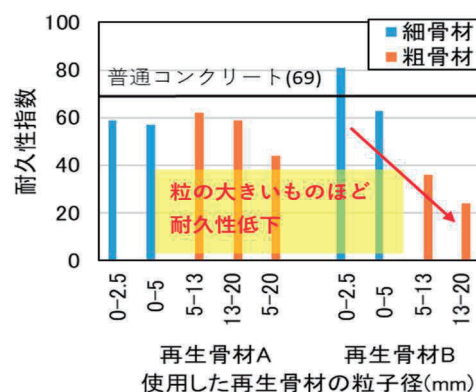


図-3 再生骨材の粒子径と凍結融解抵抗性の関係

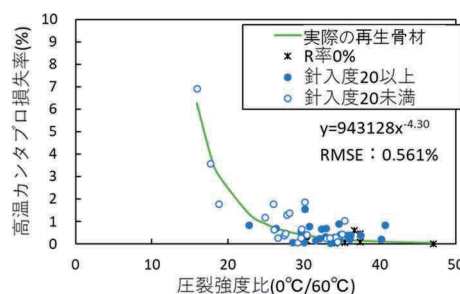


図-4 実際の再生骨材を用いた再生混合物のひび割れ抵抗性試験結果

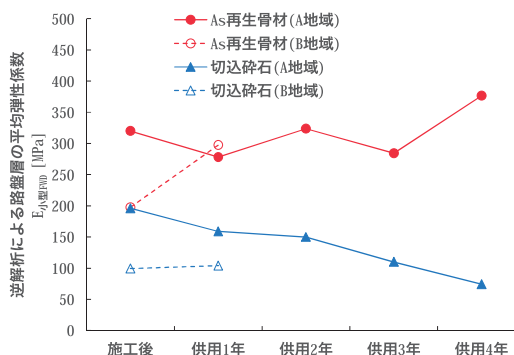


図-5 路盤材料別の支持力の推移

② リサイクル材等の環境安全性向上技術の構築

アスファルトヒュームの発生の抑制が期待される中温化技術の再生アスファルト混合物の製造への適用について検討を行った。前年度の結果より、混合時の低減温度を 20°Cとして、繰り返し再生回数や再生用添加剤の種類等の条件を変えて、再生中温化アスファルト混合物を作製し、高温カンタブロ試験により、同条件の再生混合物と高温時ひび割れ抵抗性の比較を行った。その結果、再生中温化アスファルト混合物は、繰り返し回数が多いほど、また、飽和分系の再生用添加剤で再生したものが損失率が高く、高温時ひび割れ抵抗性が低くなる傾向が見られた(図-6)。また再生中温化アスファルト混合物の圧裂強度比と高温カンタブロ損失率の関係は、通常の再生混合物と同様の傾向を示した(図-7)。これらの結果より、ヒューム削減の観点から、再生混合物に中温化技術を適用するためには、製造時の温度低減は 20°Cとし、芳香族分の多い再生用添加剤を用いることで、通常の再生混合物と同等の性状が得られることを明らかにした。

自然由来重金属等を含む岩石の元素別溶出パターンについて、土研式雨水曝露試験の結果から、長期的に溶出濃度が増加する試料は酸性化する傾向が認められている。試験盛土内部の酸化還元電位を測定した結果、深度 0.8-1.8m では 250-350mV の酸化環境となった。一方、深度 3.3m では酸化還元電位 0mV 前後となり(図-8)、酸素濃度は 0%を示した。この盛土内部の貧酸素で還元的な環境における溶出機構を再現するため、貧酸素環境での攪拌翼連続溶出試験と、盛土表層の酸化環境を模した攪拌翼連続溶出試験を実施し比較した結果、貧酸素環境では pH が低下せず、初期の砒素溶出量が抑制され長期溶出の増加傾向が認められた(図-9)。以上から、盛土内環境を再現した発生土・資材の溶出・性能評価法の有効性とその適用条件を明らかにすることができた。

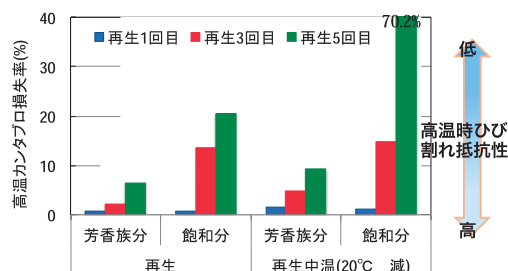


図-6 繰り返し再生した再生中温化アスファルト混合物の高温カンタブロ損失率

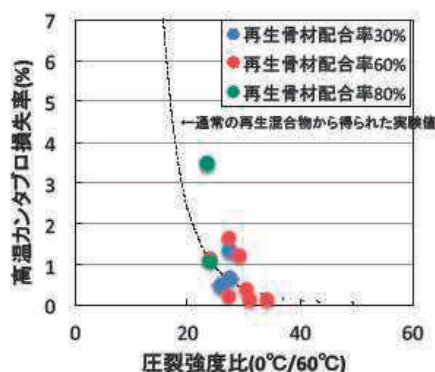


図-7 再生中温化混合物の圧裂強度比と高温カンタブロ損失率の関係 (機械式フォームドの例)

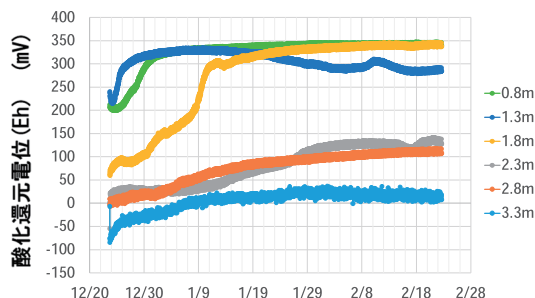


図-8 試験盛土内部の酸化還元電位の測定結果

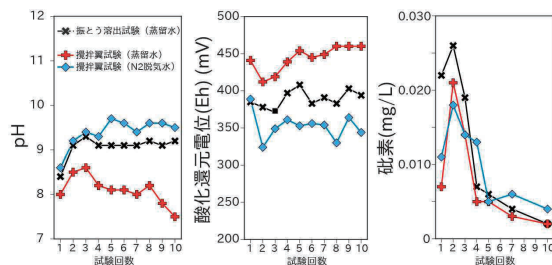


図-9 酸素・貧酸素環境における静的攪拌翼試験における pH、酸化還元電位、砒素溶出量

10. 下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究

■ 目的

下水道整備の進展にともない、全国の管路延長は約 47 万 km、処理場数は約 2,200 箇所等、膨大なストックとなり、下水処理場から発生する汚泥の量は年間約 226 万トンに達している。国においては、循環型社会形成推進基本計画（平成 25 年閣議決定）において、下水処理場を地域のバイオマス活用の拠点としてエネルギー回収を行う取組等を推進することとしている。また、社会資本整備重点計画（平成 27 年閣議決定）においては、下水汚泥エネルギー化率を平成 32 年度には約 30% まで向上させることを目標とし、平成 27 年度には、下水道法の一部改正により、地方公共団体に対し、下水汚泥の燃料や肥料としての再生利用が努力義務化された（図 - 1）。

このような背景を踏まえて、本研究開発プログラムでは、下水処理場でのバイオマス資源の集約・拠点化、エネルギーの供給拠点化・自立化を達成するために、下水処理場で発生するバイオマスのエネルギー化、河川事業等に由来するバイオマスの下水処理場内利用を促進することを目的とする（図 - 2、3）。

■ 達成目標

- ① バイオマスエネルギー生産手法の開発
- ② 下水道施設を活用したバイオマスの資源・エネルギー有効利用方法の開発

■ 貢献

本研究開発プログラムの成果は、国による下水汚泥等のエネルギー利用に係わるマニュアル、下水道関連法人による下水道施設の設計・維持管理に係わる指針類等に反映すべき、提案をする見込みである。

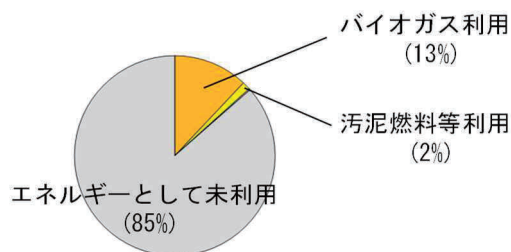


図 - 1 下水汚泥のエネルギー化率 (H26年度) (出典：国土交通省資料)

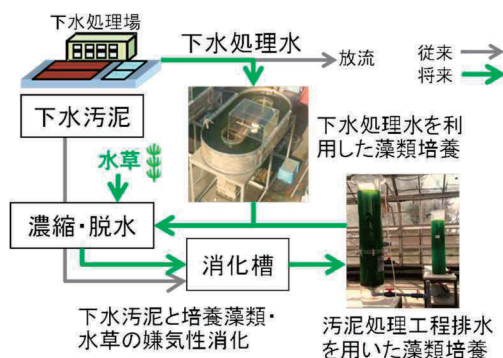


図 - 2 エネルギー生産手法 (イメージ) (メタン発酵、藻類培養)

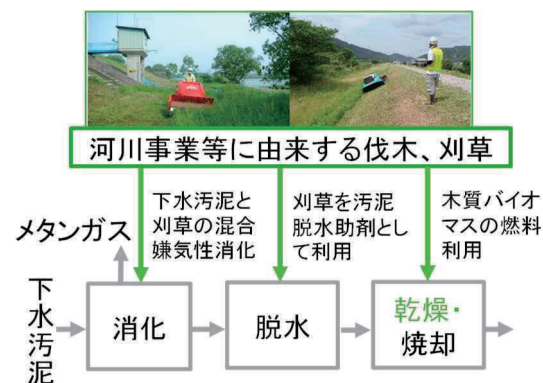


図 - 3 バイオマスの資源・エネルギー有効利用方法 (イメージ)

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① バイオマスエネルギー生産手法の開発

・下水処理場での藻類培養およびエネルギー化における温室効果ガス排出量評価

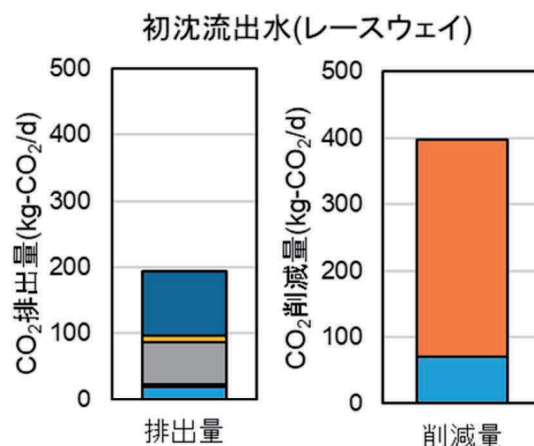
下水処理場の初沈流出水、処理水、汚泥分離液を用いた藻類培養を行い、培養藻類を消化槽に投入してエネルギー化した実験における、システム全体の温室効果ガス排出量の評価を行った。

初沈流出水（1,000m³/日）を用いてレースウェイ型培養槽で藻類培養を行い、消化槽投入によるエネルギー化を実施した場合の温室効果ガス排出量および削減量を図-4に示す。図-4の削減量と排出量の差がシステムとして見込める削減量であるが、1日あたり203kgの削減が見込める結果となった。また、下水処理場の各水を用いて藻類培養およびエネルギー化を行った実験における、温室効果ガス排出量評価の結果を表-1に示す。いずれの培養方法においても、温室効果ガス排出量の削減が見込める結果であった。各下水処理場に適した培養水、培養方法を用いた藻類培養およびそのエネルギー化による、温室効果ガス排出量の削減効果を示すことができた。

② 下水道施設を活用したバイオマスの資源・エネルギー有効利用方法の開発

・未利用の植物系バイオマスの下水汚泥脱水助剤としての活用技術

実規模レベルの遠心分離脱水機（図-5）を用いた植物系バイオマス混合汚泥試験の実証実験を実施し、バイオマス（イネ科の刈草）を汚泥の固形物比で10%混合した脱水試験を実施した。その結果、図-6に示すように、バイオマス混合により固液分離性能が上がることで、含水率の低減化が可能な運転（差速を小さくした運転）が可能になり、脱水ケ



- 消化エネルギー化
- 濃縮凝集剤
- 濃縮沈殿槽電力(ポンプ)
- 濃縮沈殿槽電力(攪拌)
- 培養CO₂分離装置諸費電力
- 培養流入ポンプ電力
- 培養混合電力(水中プロペラOD法)
- メタンガス発電機により得られるエネルギーによるCO₂削減量
- 大気中からのCO₂吸収量(20%)

図-4 初沈流出水（レースウェイ型培養槽）で藻類培養を行い、消化槽投入によるエネルギー化を行った場合の温室効果ガス排出量評価（1,000m³/日）

表-1 下水処理場の各水で藻類培養を行い、消化槽投入によるエネルギー化を行った場合の温室効果ガス排出量評価

	初沈流出水	初沈流出水 + 余剰汚泥	処理水		汚泥分離液 (希釈なし)	汚泥分離液 (希釈あり)
	レースウェイ型 1,000 m ³ /日		密閉縦型	カラム型	100m ³ /日	
処理量						
排出量	194.5	364.0	265.5	342.9	19.1	10.3
削減量	397.4	447.8	270.8	427.5	90.5	44.6
合計削減量	202.9	83.8	5.3	84.6	71.4	34.3

kg-CO₂/日



図-5 植物系バイオマス混合脱水試験を行った遠心分離脱水機

一キ中の汚泥のみの含水率（真の含水率）の低減が確認できた。また、薬注率を下げない場合（1.0%）では、脱水ケーキ発生量が7%、薬注率を下げた場合（0.8%）では、5%の削減効果がみられることが確認できた。

実下水処理場のベルトプレス脱水機を用いた植物系バイオマス混合脱水において、温室効果ガス排出量評価を行った結果、年間 8.8t の削減効果が見込める試算であった。

・木質バイオマスの燃料利用

令和元年度から実処理場の下水汚泥焼却炉を対象にした導入可能性検討を実施しているが、令和3年度は実験炉（ゴールドファーンレス炉）等を用いて試験燃焼を行い、焼却灰の挙動を把握した。バイオマスと下水汚泥を7：3で混焼した結果では、全カリウムが1%を超える焼却灰が得られた。またリンについては、鉄塩を添加してリンを不溶化した汚泥をバイオマスと混焼すると、ク溶性リンの割合が増加し、肥料資源としての価値が向上することがわかった（図-7）。

また、全国の下水汚泥焼却炉が設置されている公共団体（245 炉）を対象にアンケート調査を実施し、下水汚泥焼却炉の現状を把握した。全国に 192 炉ある流動焼却炉の年間投入エネルギーに占める補助燃料の割合は、設計能力に対して汚泥の供給量が少ない炉では補助燃料の割合が増加する傾向となり、特に消化汚泥を焼却している場合では補助燃料の割合が高い傾向であった（図-8）。また、比較的小さい焼却炉(125t/日未満)では、補助燃料の割合が高くなる傾向にあった。調査を通じ、木質バイオマスの燃料利用が望まれる焼却炉の属性を明らかとした。

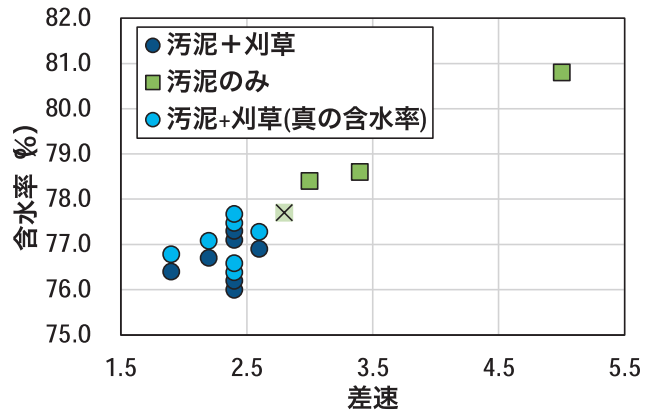


図-6 遠心分離脱水機による植物系バイオマス混合脱水における脱水ケーキの含水率と差速の関係（薬注率1.0%）（×は、ろ液のSSが高く、運転不可と判断）

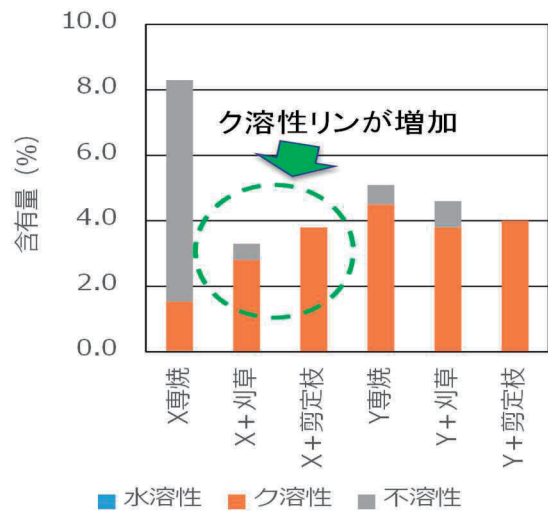


図-7 混焼による焼却灰中のリンの形態変化

※ク溶性(クエン酸水溶液への水溶性)：肥料に適した形態の成分。有機酸による溶解のため根の成長に合わせて穏やかに長く効く。

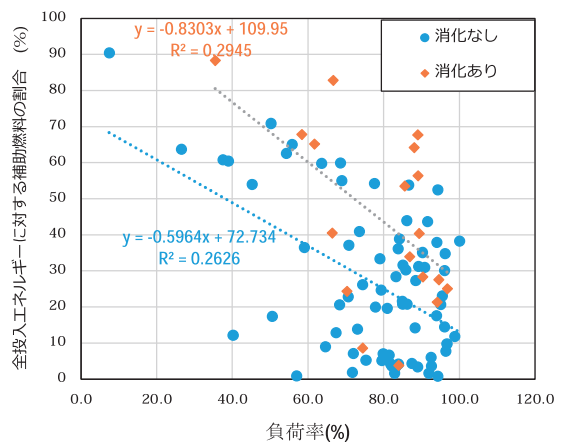


図-8 負荷率と補助燃料の割合の関係

1.1. 治水と環境が両立した持続可能な河道管理技術の開発

■ 目的

河川、湖沼などの水域は生物多様性の重要な基盤であり損失が続いている。今後は具体的な河川環境の管理目標を設定し、生物多様性の損失の回復と良好な状態の維持が急務となっている。一方で、水災害リスクの増大も予測されている。そこで、管理目標を明確にしながらか、防災・減災と自然環境を一体不可分なものとして捉え、河道管理を推進することが必要となる。本研究は、河川環境の保全・形成地区の設定に基づく河道計画・設計・維持管理技術の開発を目的とする。

■ 達成目標

- ① 河川景観・生物の生育・生息場等に着目した空間管理技術の開発
- ② 河道掘削等の人為的改変に対する植生・魚類等の応答予測技術の開発
- ③ 治水と環境の両立を図る河道掘削技術・維持管理技術の開発

■ 貢献

治水と環境の両立を図りメンテナンスが容易な河道計画・設計技術や、河川環境等を良好な状態に維持するための維持管理技術を提示する。成果は基本指針や技術基準等への反映等を通じて、現場への普及を図る。

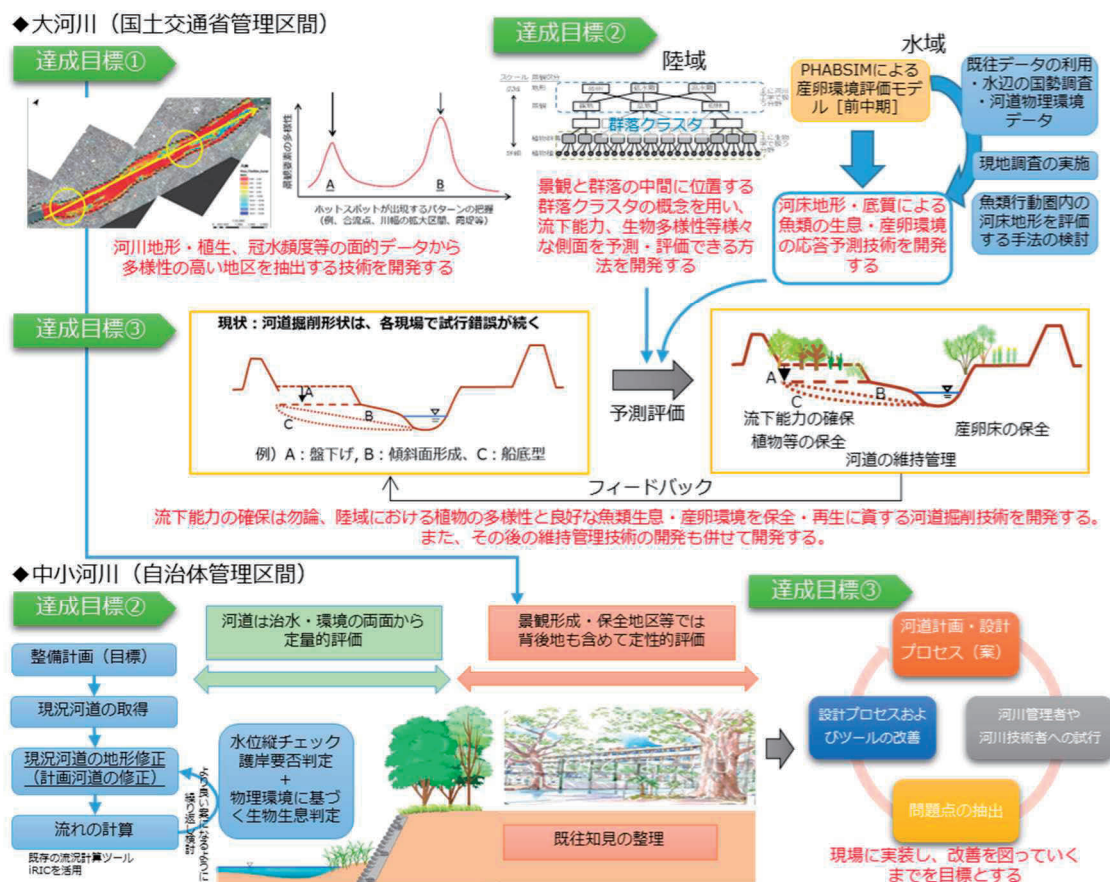


図-1 研究の概要

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 河川景観・生物の生育・生息場等に注目した空間管理技術の開発

那珂川をモデルに、堤内外地、季節性を考慮した鳥類の生息適地解析(図-2)と現地調査による実証を精緻化し、ヒートマップの作成、河川域と堤内の水田域における渉禽類の季節消長から、堤内外の環境を踏まえた横断的視点からの保全優先地区抽出方法を示した。また、河川の鳥類に対する環境DNAを用いたモニタリング技術にも着手した。

水辺拠点の抽出手法については、那珂川をはじめ5河川においてケーススタディを実施し、拠点を判別する評価指標の絞り込み及び重要な評価指標の考え方の整理を行った。最終的に選定された基本10項目の評価指標を提案し(図-3)、地図上に重ね合わせを行うことで、利用可能性の高い水辺拠点候補地の見える化を可能とした。

② 河道掘削等の人為的改変に対する植生・魚類等の応答予測技術の開発

河道内植生のモニタリング技術として、5年に1回実施される航空レーザ測量(定期縦横断測量)の成果を用いた河川景観判読AIのプロトタイプモデルを開発し、九頭竜川と釜無川において試行計算を行った(図-4)。その結果、開放水面72.7%、自然裸地90.3%、草地75.6%、樹林地62.2%の検出率が得られた。この他、既存データベースと、航空機およびUAVによるリモートセンシング技術(3D点群、空撮写真)を活用した効率的な植生管理の実現に寄与する植生管理計画検討フローを提案した。

また、サケの産卵が多く見られる河川において、掘削路造成による産卵環境改善試験などの実施箇所を含む主流路、分流路など、物理環境が異なる地点でサケ産卵床の環境調査を行った結果、DOが高い地点で、サケ発眼期の生残率が高いことなどを確認した。伏流水や湧水が産卵適地として重要な働きをしていると示唆される(図-5)。

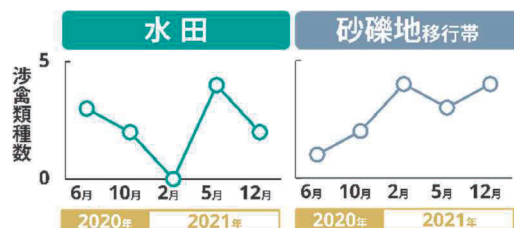


図-2 那珂川の堤内外における渉禽類の出現種数の季節変化



図-3 評価項目案(基本項目)

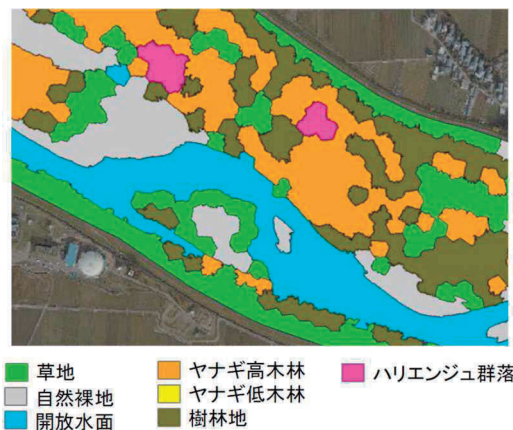


図-4 河川景観判読AIの試行結果

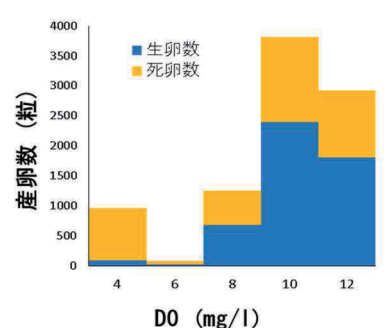


図-5 溶存酸素量と生卵数、死卵数

令和2年度までに開発・公開を行った「3次元の多自然川づくり支援ツール(図-6)」の現場実装に向けて、令和3年度は様々な取り組みを推進した。特筆すべきは、「多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について(国土交通省治水課・河川環境課：事務連絡令和4年3月)」に関して、本支援ツールが主たる河川環境評価ツールとなったことである。また、本ツールは河川CIMの現場実装に向けた基準書の役割を担う「河川CIM標準化検討小委員会成果報告書」の発出に大きく貢献した。

③ 治水と環境の両立を図る河道掘削技術・維持管理技術の開発

現況流下能力を把握することが、河道内に繁茂する樹木伐採と河道掘削による河積確保を計画する上での土台である。ここでは、定期縦横断測量から流下能力算定までの一気通貫解析のプラットフォームの構築を見据え、航空レーザ測量成果等から水理解析の入力条件である粗度係数を計算できる粗度係数出力プログラムを構築した(図-7)。

また、河積拡大のための河道掘削の実施に際し、掘削による河道変化、砂州の変化状況について河床変動計算を用いて確認し(図-8)、将来的にも良好な河川環境の維持される河道掘削断面設定手法を提案した。河道掘削から約1年後の掘削箇所での河床間隙水質などのモニタリング調査を実施し、産卵床を多数確認できた箇所でのDOが高い等、サケ産卵環境の環境条件について追跡調査を実施した(図-9)。

令和3年度は環境予測・評価システムとして、バーチャルツアーと仮想空間(VR)を活用した河川事業前後における河川景観評価システムを完成させた(図-10)。合わせてバーチャルツアー作成マニュアルの公開を行った。また、土研と研究連携を行っている九州技術事務所からは「ゲームエンジンを用いた川づくりツールの操作マニュアル(案)」が公開され、河川分野におけるゲームエンジン(仮想空間)導入の手間が大幅に軽減された。

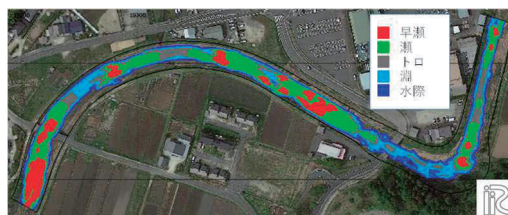


図-6 3次元の多自然川づくり支援ツールの機能一例(自動の瀬淵判別)

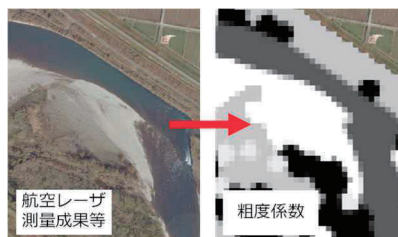


図-7 粗度係数プログラムの試行結果

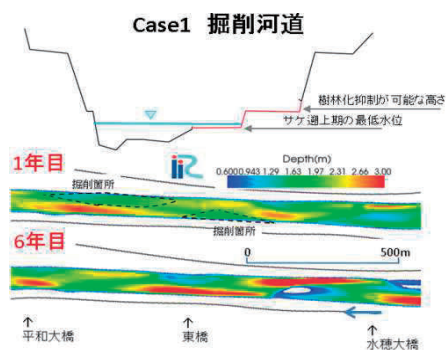


図-8 掘削による河道変化予測

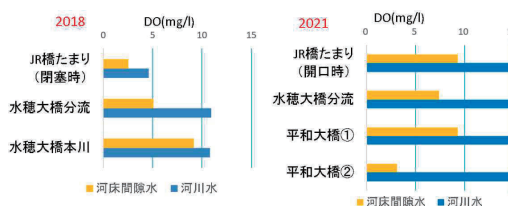


図-9 たまり、分流、掘削箇所のDO



図-10 河川景観評価システムの構築

1 2. 流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発

■ 目的

土砂の流れに起因する安全上、利用上の問題の解決と、土砂によって形成される自然環境や景観の保全を図るため、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理を行うことが求められている(図-1)。一方、土砂移動に関するデータの収集・分析に資する技術の開発や有効な土砂管理の実現に資する技術の開発は、未だ発展途上の段階にある。よって、これらの技術の開発により総合的な土砂管理の取組の推進を図ることを目的としている。

■ 達成目標

- ① 土砂動態のモニタリング技術の開発
- ② 土砂動態変化に伴う水域・陸域環境影響予測・評価技術、並びに、それらを踏まえた土砂管理技術の開発
- ③ 自然エネルギーを活用した土砂管理技術の開発

■ 貢献

- ・生産性向上・省力化への貢献

土砂動態や環境影響予測・評価、土砂管理に関する技術を開発することにより、総合土砂管理計画の策定、土砂供給計画の立案・作成、土砂動態変化におけるPDCAサイクルの確立、ダムからの土砂供給技術のパフォーマンスの向上に貢献できるものである。

- ・土木技術による国際貢献

世界各国において、ダム貯水池は代替が困難で重要な社会基盤であるが、全世界の貯水容量に対して毎年0.5%~1.0%の堆砂が進行しており、貯水容量の減少が課題となっている。本研究成果は、貯水池の持続的な利用を可能にするための土砂管理技術であり、国際的な貯水池土砂管理の課題の解決に貢献できるものである。

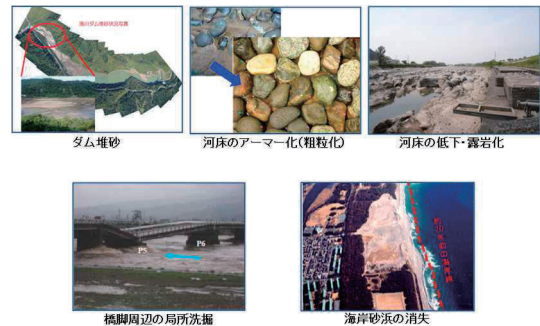


図-1 総合土砂管理による解決が必要とされる問題事例

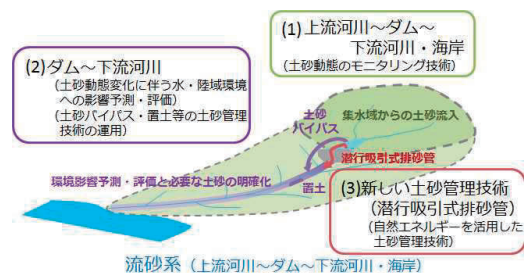


図-2 プログラムの達成目標

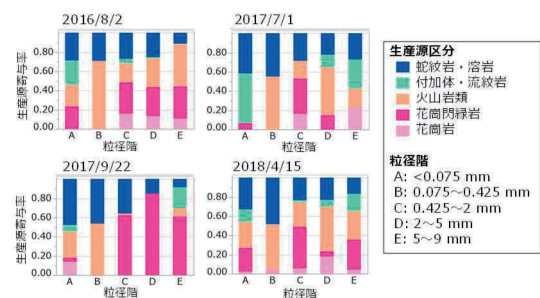


図-3 粒径別の土砂生産源寄与率の推定

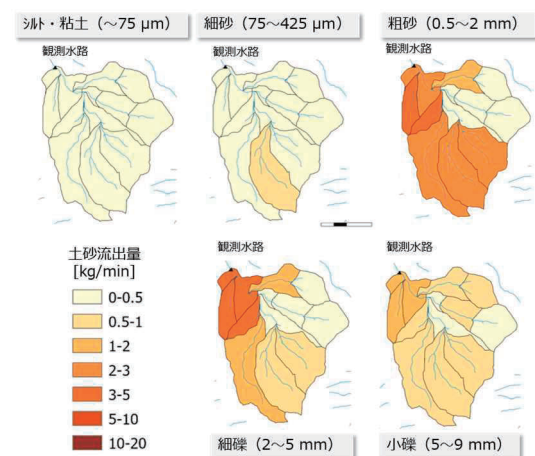


図-4 粒径別土砂流出量マップの例

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 土砂動態モニタリング技術の開発

岩石由来の放射性同位体 5 種を土砂移動トレーサとした多変量土砂混合モデルを構築し、流域末端からの流出土砂に対して土砂生産源 5 地域の寄与率を粒径別に定量評価した。その結果、生産源寄与率の構成は粒径階や出水毎に異なることがわかった (図-3)。流砂量と生産源寄与率から算出した粒径別の地質別流砂量をもとに、支溪流単位の流出土砂量マップをサンプル採取時点の瞬間値を基に構築した (図-4)。土砂流出量マップには土砂供給源 (斜面と河床材料) が区別されておらず支溪流単位の土砂流出量の検証が必要であること、出水毎に生産源寄与率が異なることを踏まえた長期的土砂流出量の推定精度向上が今後の課題である。

② 土砂動態変化に伴う水域・陸域環境影響予測・評価技術、並びに、それらを踏まえた土砂管理技術の開発

あるダム下流を対象として過年度実施した河原植物 T の生育環境調査結果を基に、冠水頻度・砂被度に対する T の選好性を解析・提示した (図-5)。この結果を、土砂供給によるダム下流河道の河床変化予測結果と結びつけた結果、例えば河床低下に伴って陸域環境適正域が河川側に移動することが示される等、ダムからの土砂供給に伴う陸域環境適正域変化について予測可能性があることを示した (図-6 中段)。同時に、過年度実施した水中部の石礫露出高に基づく水域環境適正域の変化についても計算した結果、露出高の値は変化するものの、適正值内 (50mm-200mm) での変化であったため水域環境適正域としては土砂供給前後で変化しなかった (図-6 下段)。今後は面的な現地調査を通じた本推定結果の妥当性検証が必要である。また、この結果は 1 度の出水に伴う変化について計算したものであるため、複数出水に伴う変化についても検討を実施する必要がある。本手法の確立により、環境上の効果を土

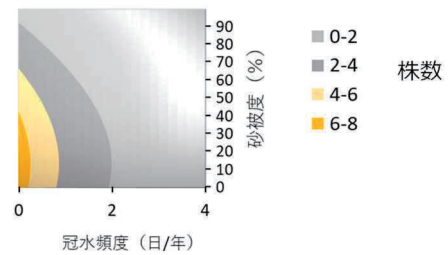


図-5 K ダム下流における冠水頻度と河原植物種 T の選好性 (ここでは一例として株数) との関係

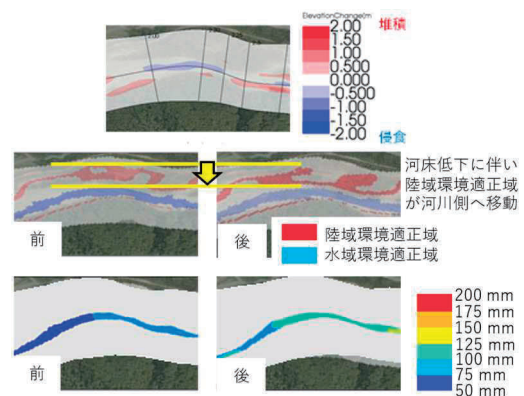


図-6 土砂供給による土砂動態および水域・陸域環境変化の推定結果の一例 (上段: 土砂供給前後の河床変動量、中段: 土砂供給前後の陸域・水域環境の適正域の変化、下段: 土砂供給前後の露出高の分布の変化)

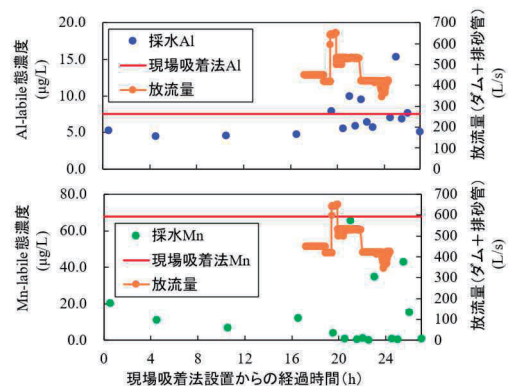


図-7 Al と Mn の現場吸着法による濃度推定結果 (放流量は排砂管運転時のみプロットされている)

砂供給実施前の予測・評価が可能となり、土砂供給計画検討の効率化に資することが期待される。

また、土砂供給による排砂時の水質変化実態の把握及び現場吸着法による濃度推定を目的とし、潜行吸引式排砂管の現地実験中（後述の③に記載）に下流河川の調査を実施した。調査ではダム堤体直下の地点にて、排砂実験の前後から採水と現場吸着法を用いた調査を行い、排砂時の現場河川における現場吸着法の適用可能性を検討した。調査の結果、Al と Mn の labile 態濃度に関する結果を図-7 に示す。現場吸着法によれ推定された Al 及び Mn の濃度は採水試料の分析によって得られた濃度のオーダーを捉えられており、現場吸着法は本実験においても平均濃度をある程度の精度で測定できていると考えられた。

③ 自然エネルギーを土砂管理技術の開発

潜行吸引式排砂管（以下、排砂管）で吸引可能粒径の把握を目的として室内実験を実施した。その結果、管径 300mm の排砂管では一様粒径で 20mm 未満、混合粒径で最大粒径 75mm、平均粒径 (dm) 12mm 程度が吸引可能であることを明らかにした。

群馬県管理の坂本ダム（高さ約 36m）を対象として排砂管による排砂を行うため、管路長約 200m、落差約 21m に渡る排砂管システムを設計・設置した（図-8）。現地実験を行った結果、システムが稼働し、堆砂の一部をダム下流に供給できることが確認された（図-9）。また、排砂管設置地点において運搬前後で粒径分布を調査することで、運搬可能な土砂の粒径範囲を示した（図-10）。今後さらに排砂管システムによる土砂運搬を効率化するためには、水平方向への移動が可能な排砂管システムの開発が必要であることが分かった。坂本ダムでは、現場条件の制約によりダンプによるダム直下流への運搬・置土が困難であるのに対し、排砂管システムでは実施可能であった点においても排砂管システムの有効性が示された。

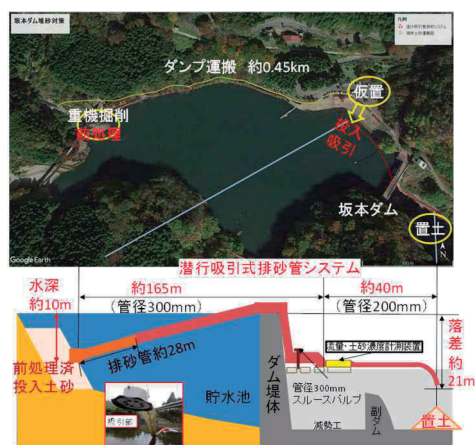


図-8 設計・設置した排砂管システム



図-9 上段：ダム下流へ運搬中の土砂、下段左：ダム下流に運搬された土砂、下段右：運搬された土砂（拡大）

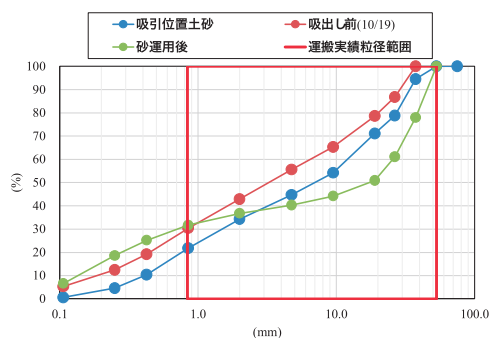


図-10 運搬実績粒径範囲の推定

1 3. 地域の水利用と水生生態系の保全のための水質管理技術の開発

■ 目的

様々な水質改善対策が実施されてきた現在も、社会活動に重大な影響を及ぼす新たな感染症の発生や、日用品由来の化学物質の生態影響、汽水湖等の貧酸素化、貯水池におけるアオコ・カビ臭による利水障害等の問題が生じている。そのため、新たな規制の動向にも対応しつつ河川・湖沼等の水質管理を行うとともに、下水処理による新規規制項目への対策やモニタリング・評価技術の確立が必要である。したがって、本研究開発プログラムでは、水環境中における化学物質や病原微生物等の影響評価手法の構築やその軽減のための処理技術の開発を行う。また、停滞性水域等における水利用や生態系を保全するためのモニタリング技術、予測手法の構築を目指す。さらに、上記の開発技術やモニタリング・評価手法を活用し、流域全体の水利用や水生生態系に対する影響を軽減し、環境の質を向上するための方策の提案を目指す (図-1)。

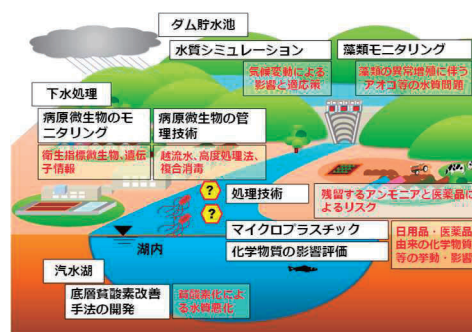


図-1 本プログラムの研究対象概念図

■ 達成目標

- ①流域の水環境を的確・迅速に把握するための影響評価、モニタリング手法の開発
- ②水質リスク軽減のための処理技術の開発
- ③停滞性水域の底層環境・流入負荷変動に着目した水質管理技術の開発

■ 貢献

本研究開発プログラムの成果は、下水道の放流水質基準等改定のための根拠となり得る。また、ダム貯水池の水質管理指標のガイドラインや水質保全対策指針等への反映の提案、河川水質管理等の検討にも活用される見込みである。

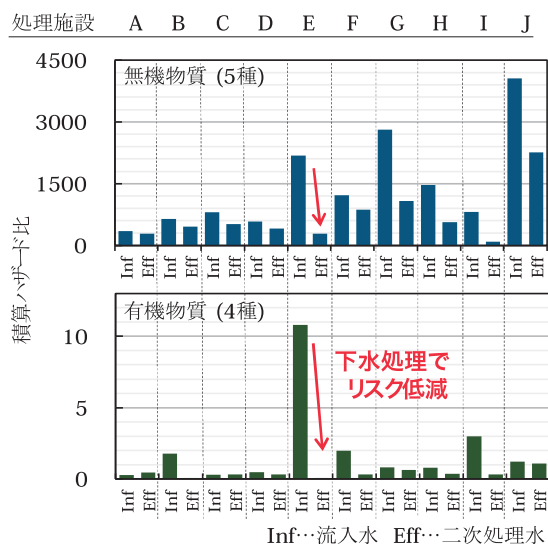


図-2 流入下水と処理水から検出されたPRTR物質の積算ハザード比に基づく簡易リスク評価

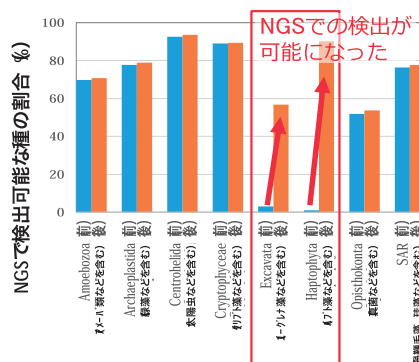


図-3 NGS プライマーの改良によるプランクトン検出性の向上 (ダム水質の状態把握、定量PCRにも活用可能)

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 流域の水環境を的確・迅速に把握するための影響評価、モニタリング手法の開発

10カ所の下水処理場の流入下水および処理水に含まれるPRTR制度対象物質（以下、PRTR物質）の実測データならびに別途収集した水生生物の毒性値情報を活用し、個々のPRTR物質の水生生物に対するハザード比（以下HQ）を算出した。下水処理過程における影響低減効果を積算ハザード比から評価することにより、化学物質の一斉スクリーニングから簡易リスク評価までの手法を構築した。（図-2）。

ダム貯水池・湖沼における効果的な藻類モニタリングシステムの開発に関して、これまで光学顕微鏡で検出されるが次世代シーケンサー（NGS）では検出されない種がいたが、その問題を解消し、NGSを用いたより網羅性の高いモニタリングが可能となった（図-3）。さらに、機械学習による顕微鏡画像解析技術を用いた藻類自動判別システムの検討を行った。昨年度、正答率の低かった形状が類似した藻類について、教師データとなる画像数を拡充することで、正答率が向上した（図-4）。今後は、本技術を活用し、ダム貯水池・湖沼の動植物プランクトン把握及び効率的な水質管理に活用を目指す。

新型コロナウイルスによる感染症問題が深刻化し、また今後の新たなパンデミック時における病原微生物の早期同定のために、遺伝子情報の活用が期待されている。下水処理場にて感染症要因となる病原ウイルスをNGSにより継続・網羅的に検出し、地域で流行している感染症のモニタリングの可能性を評価し、有用性を明らかにした（図-5）。

② 水質リスク軽減のための処理技術の開発

省スペース、省エネルギーでアンモニア性窒素を低減するため、微生物を高濃度で保持可能な繊維担体を用い、かつ、アンモニアセンサーによる風量制御を活用した筒型2段の固定床処理法を開発した。本法では、通常の下水処理で除去が困難である抗菌

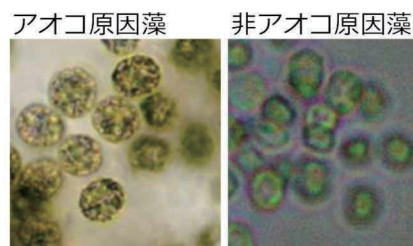


図-4 類似した藻類の正答率が機械学習で向上した例（左：M. aeruginosa、右：M. ichthyoblabe）

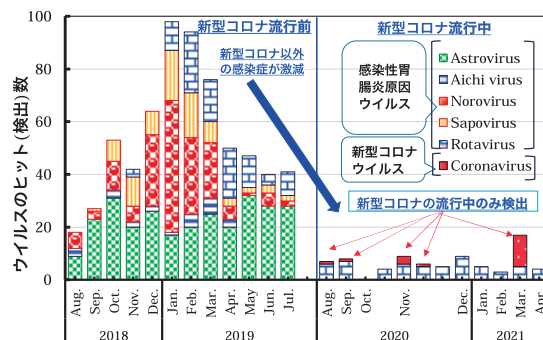


図-5 様々な感染症ウイルスの網羅的モニタリングの有用性

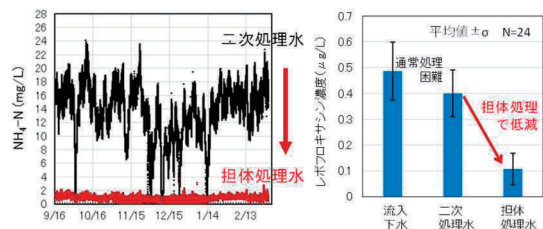


図-6 繊維状担体を用いた固定床処理によるアンモニア性窒素と抗菌剤の同時低減法の開発

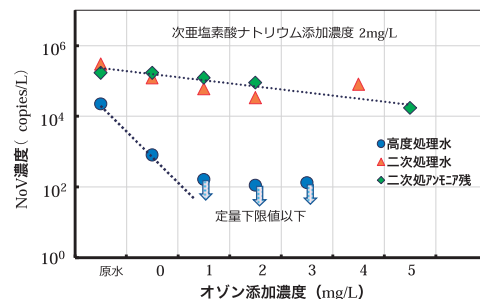


図-7 複合消毒適用のための水処理条件の把握

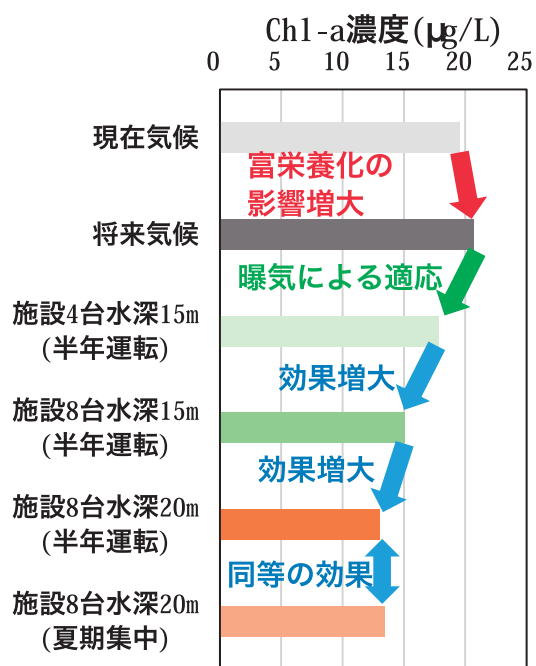
剤レボフロキサシンも同時に低減できることを明らかにした(図-6)。

オゾン、塩素消毒の複合消毒におけるオゾン添加濃度と消毒対象水の違いがノロウイルス(NoV)の低減効果に与える影響を評価した。消毒対象水の処理水質を良好とすることで、複合消毒によってNoVの低減効果をより高められることを明らかにした(図-7)。

③ 停滞性水域の底層環境・流入負荷変動に着目した水質管理技術の開発

気候変動により懸念されるダム貯水池の富栄養化への影響及びそれらの影響に対する適応策の効果の評価を目的としてダム貯水池水質の予測計算を実施した。計算の結果、将来気候条件においては現在気候条件と比較して富栄養化が促進されることが確認された。また、適応策として曝気循環施設を導入した場合、将来気候条件における表層Chl-a濃度の上昇傾向を現在気候条件と同程度以下まで低減可能であること、施設の台数増加や吐出水深の低下により高い効果が得られることを示した(図-8)。加えて、運転期間について検討を行い、夏季集中においても半年運転と同等の効果が得られることを示し、ダム貯水池の水質管理の効率化に貢献した。

塩淡二層汽水湖の網走湖で塩水層の貧酸素解消を目的に、実水域で酸素溶解装置(WEP)の運用試験を行った。溶存酸素供給により水質改善が起こるが、副生成物で吸水口が閉塞し、効果低減と故障原因となった。その解決のため吐出口を標高-9.5m、吸水口を標高-8.7mとして分離出来るよう装置改良を行った。吸水口近傍の濁度鉛直分布(図-9)から副生成物による濁度が分離され、吸水口に再吸入される量を減少させることができ、1年間の運転後には吸水口の閉塞は確認されず、保守頻度減少や故障抑制を達成できた。この装置により維持費用の削減と設置時の地形適用拡張性を向上させることが可能となった。



※半年運転：施設の全台数を4-9月に運転
夏季集中：施設の全台数を6-8月に運転、施設の半数を4-5、9月に運転

図-8 気候変動によるダム貯水池の富栄養化への影響と曝気循環施設による適応策の効果

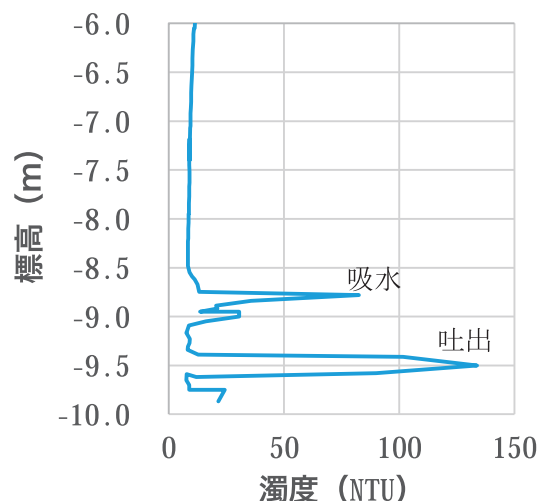


図-9 装置改良による吸水口近傍の濁度の分離

1 4. 安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保に関する研究

■ 目的

人口減少、高齢化、財源不足等が全国的に大きな課題となり、国交省ではこれからの地域・国土構造としてコンパクト＋ネットワーク化を打ち出した。しかし、道路雪寒事業にはなお一層の効率化とコスト縮減が求められている他、建設企業の経営体力低下により、冬期道路を管理する体制を持続的に確保することも困難となっている。また、広域分散型構造を持ち高齢化の進展が著しい北海道では、交通ネットワーク強化による地域間連携や機能分担が求められ、安全で信頼性のある冬期道路交通サービスの確保は必須である（図-1、2、3、4）。

本研究では、費用対効果評価に基づく合理的な冬期道路管理水準設定技術の開発、冬期道路管理のICT活用による省力化および除雪機械の効率的維持管理技術の開発、リスクマネジメントによる効果的・効率的な冬期交通事故対策技術の開発に取り組み、積雪寒冷地における安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保を支援する。

■ 達成目標

- ① 費用対効果評価に基づく合理的な冬期道路管理水準設定技術の開発
- ② 冬期道路管理のICT活用による省力化および除雪機械の効率的維持管理技術の開発
- ③ リスクマネジメントによる効果的・効率的な冬期交通事故対策技術の開発

■ 貢献

研究開発の成果は、冬期路面管理マニュアル（案）や除雪・防雪ハンドブック・除雪編等を通じた現場支援、国や地方自治体、高速道路会社等が実施する冬期道路管理事業および冬期道路交通安全事業等での活用を想定している。



図-1 路面凍結によるすべり抵抗の低下



図-2 旅行速度の大幅な低下



図-3 老朽化が著しい除雪機械
(メインフレームの折れ)



図-4 多発する冬期交通事故

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 費用対効果による冬期道路管理水準の評価技術の開発

費用対効果による冬期道路管理水準の評価技術に関する研究では、冬期走行環境（路面すべりやすさや平坦性等）から降積雪・路面凍結による走行速度低下、除雪・凍結防止剤散布作業等による走行速度改善効果および費用対効果を算定するソフトウェアの開発を行った（図-5）。また、冬期走行環境を安価かつ簡単に把握するための手法として、機械学習を用いて推定する手法を開発し、上記の費用対効果算定ソフトウェアと組み合わせることで簡単に除雪・凍結防止剤散布作業等の費用対効果を算定可能なシステムを構築した。

また、考案した予測式による堆雪断面積の推計や大雪予報を反映する機能により、除排雪計画を支援するシステムを開発した（図-6）。

② 冬期道路管理の ICT 活用による省力化および除雪機械の効率的維持管理技術の開発

凍結路面对策の省力化技術に関する研究では、令和3年度、散布車メーカーと通信仕様を取り決め、凍結防止剤散布装置のほか、散布作業に多く使用されている2~10m³の凍結防止剤散布車や除雪トラック(散布装置付き)にも対応可能な自動散布システムを開発した（図-7）。凍結防止剤自動散布システムは、新たにGPSや通信装置、タッチパネル、マイク等が付いた制御装置を開発し、図-8に示すように電源、散布操作卓と接続した。タッチパネルは、運転視野の妨げにならないように散布操作卓の横に設置している。自動散布を開始するには、散布パターンと自動散布のボタンを押すだけであり、散布中の散布パターンの変更や追加散布のときは、音声で操作が可能のため、前方視野から視線を移動せずに設定変更ができる。そして、国土交通省北海道開発局の8開発建設部（札幌、小樽、旭川、室蘭、釧路、帯広、網走、留萌）に配置されている凍結防止剤散布車もしく



図-5 除雪・凍結防止剤散布作業等の費用対効果算定ソフトウェア



図-6 除排雪計画を支援するシステムの表示例(大雪予報時)



図-7 凍結防止剤自動散布システムを搭載した除雪トラック(散布装置付き)

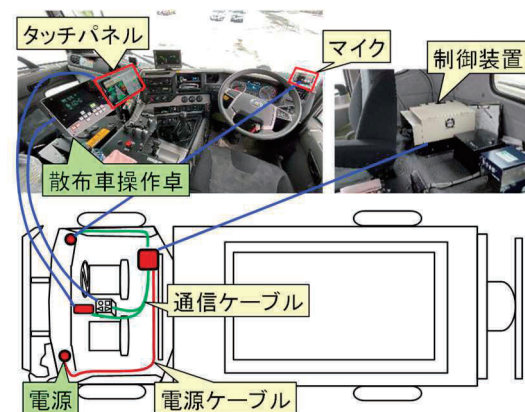


図-8 除雪トラック(散布装置付)への凍結防止剤自動散布システムの搭載状況

は除雪トラック(散布装置付き)に自動散布システムを搭載し実道で試行し、経験の浅いオペレータでも作業可能で、かつワンマン化でも安全で確実な散布作業を可能とする支援技術を開発した。

また、除雪トラックの重要構成部品であるメインフレームにおいて磁場強度変化量による劣化箇所の特定が可能であることを確認した(図-9)。

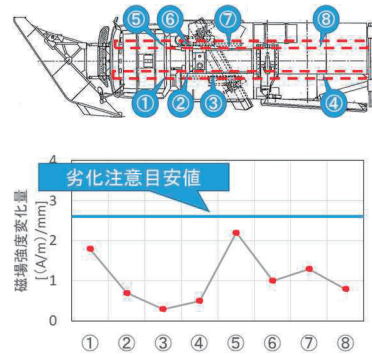


図-9 除雪トラックメインフレームの磁場強度変化量による劣化箇所特定例

③ リスクマネジメントによる効果的・効率的な冬期交通事故対策技術の開発

冬期交通事故リスクマネジメントツールの開発については、リスクマネジメント手法の一つである道路安全診断を支援するため開発したモバイル端末ツールに搭載したエキスパートシステムをより使いやすいように改良した(図-10)。

また、冬期交通事故リスクマネジメント手法の構築については、地図画像認識技術を使って、地図上の道路網をメッシュで区切りメッシュ毎の交通・気象等に応じて交通事故発生確率を推定する手法を開発した(図-11)。



図-10 道路安全診断支援ツール試作品に搭載したエキスパートシステム暫定版の改良

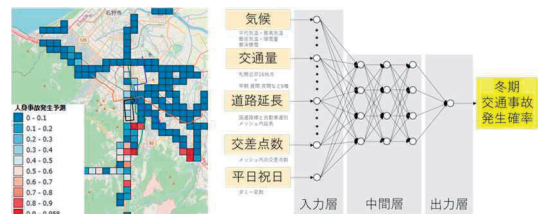


図-11 地図画像認識技術を使ってメッシュ毎の交通・気象等に応じた交通事故発生確率を推定する手法の開発

15. 魅力ある地域づくりのためのインフラの景観向上と活用に関する研究

■ 目的

国土形成計画（全国計画）において、「良好な景観は、豊かな生活環境に不可欠であるとともに、地域の魅力を高め観光や地域間の対流の促進にも大きな役割を担うことから、個性ある地方創生の観点からも、その保全・創出と活用が必要」とされている（写真-1）。また、第8期北海道総合開発計画においても「世界に通用する魅力ある観光地域づくりを進めるため、良好な景観形成など観光振興を支援する技術開発を推進する」と謳われている。しかし、従来のインフラ整備においては景観を含めた機能を総合的に評価、向上させる技術開発が十分ではない。その結果、安全性や耐久性等をインフラの持つ主たる機能として、設計基準等に基づき検討が行われるものの、地域特性や空間的な魅力の向上、インフラの多面的な価値や利用可能性といったことに配慮されるケースは少ない（写真-2）。

このため、土木インフラが本来備えるべき景観の向上や利活用の促進を図る具体的評価技術や計画・設計技術、利活用技術を開発する。（図-1）

■ 達成目標

- ①公共事業におけるインフラの景観評価技術の開発
- ②地域の魅力を高める屋外公共空間の景観向上を支援する計画・設計及び管理技術の開発
- ③地域振興につながる公共インフラの利活用に資する技術の開発

■ 貢献

開発された技術をガイドライン等にまとめるとともに、現場への技術指導などを通じてインフラの整備や管理に反映させ、良好な景観の保全、創出と活用に関与し、地域特性に応じた利活用を高めて個性ある地方創生や観光地づくりに貢献する。



写真-1 観光地・観光資源周辺の屋外空間で思い思いの時間を過ごす人々。滞在型観光が志向される中、地域やインフラの空間的な魅力の向上は欠かせない要件。

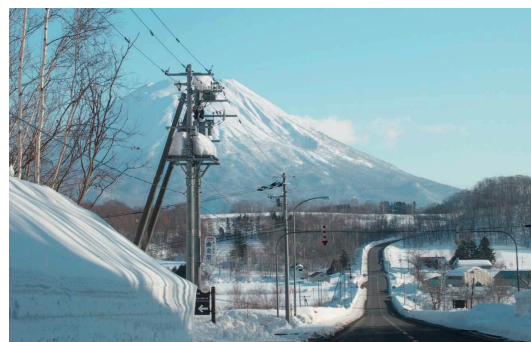


写真-2 電線電柱による景観阻害は市街地以外でも解決が必要な課題



図-1 上) 一般的であるが効率以外の機能や安全性・快適性に課題がある従来の「道の駅」設計
下) 上と同じ敷地面積と駐車台数を保ちながら「道の駅」の機能や魅力を向上させた設計手法を提案

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 公共事業におけるインフラの景観評価技術の開発

公共事業の景観検討に必要な景観予測・評価技術の提供に向け、1)効果的で効率的な BIM/CIM モデルによる景観予測への活用手法、2)現場で活用できる景観予測・評価の手順について研究開発を行った。

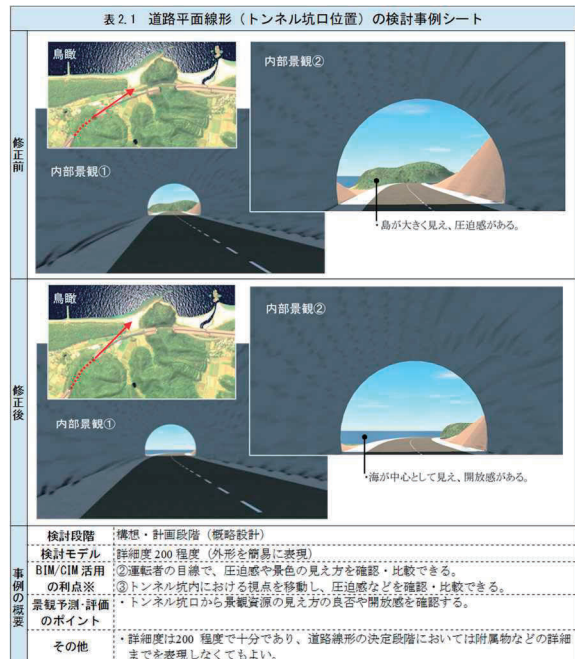
BIM/CIM モデルの景観予測への活用手法については、既往の知見や国土交通省の BIM/CIM 活用ガイドライン、これまでの研究成果をふまえて、BIM/CIM を活用した景観検討の利点を明確にした。それらの利点をふまえて、BIM/CIM モデルを景観予測・評価に活用する際の留意点と BIM/CIM モデル作成のポイントを、道路・河川・橋梁事業に基づく具体の事例を用いて示した (図-2)。

また、現場で活用できる景観予測・評価の手順と手法については、実際の事業でのケーススタディをふまえて、適切な予測・評価のための着眼点～予測結果の客観的な評価手法～評価結果の設計への反映に至る具体の手順やその方法の有効性を示した。

併せて、今年度および過年度の研究成果を技術資料「景観検討にどう取り組むかー景観予測・評価の手順と手法ー」として取りまとめて公表した。

② 地域の魅力を高める屋外公共空間の景観向上を支援する計画・設計及び管理技術の開発

過年度成果における「観光地の屋外空間の診断項目」について、各項目の観光地の魅力への寄与の程度の違いを、重回帰分析を通じて明らかにした (図-3)。これにより、対象とする観光地等の目標や課題に応じ、



※ BIM/CIM を活用した景観検討の主な利点①～④をふまえた例

- BIM/CIM の基本的な性能
- ① 検討段階に合わせた精度の可変や情報の追加がしやすい
- 景観予測・評価において BIM/CIM で出来ること
- ① ラフなモデルでも、現場で完成形などをイメージできる
- ② 人の目線で見ることができる
- ③ 視点の移動やズームができる
- ④ 工区や構造物の境目など問題の出そうな箇所をチェックできる

図-2 BIM/CIM モデルを用いた景観予測・評価シートの一例 ～道路平面線形の検討事例シート

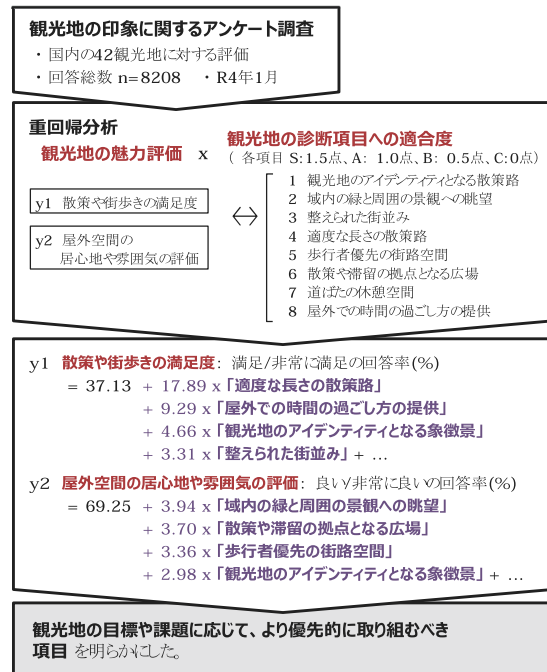


図-3 重回帰分析を通じた、重点的に取り組むべき診断項目の分析結果

重点的に取り組むべき改善項目を適切に選定できるようにした。分析結果は、以降に述べる技術資料等にも反映した。

同様に、過年度成果における「観光地の屋外空間の診断項目」とその評価基準について、これに該当する空間デザイン事例を国内外から収集し、これらの事例における空間デザインと空間にもたらす効果の關係の考察をもとに、具体の屋外公共空間のデザイン手法のレシピ(処方)として取りまとめた(図-4)。

また、今年度および過年度の研究成果を技術資料「観光地の屋外公共空間の診断および改善の手引き」(仮称)として取りまとめ、公表した。成果の一部は、すでに地方自治体等からの技術相談などに活用しており、今後、技術資料の普及も通じて、観光地や地域の魅力改善にさらに寄与・貢献する。

③ 地域振興につながる公共インフラの利活用に資する技術の開発

令和2年度までにとりまとめた「道の駅」の魅力と機能を向上する計画・設計手法について、実際の「道の駅」でのケーススタディを通じて計画・設計上の課題とポイントを精査し、「道路からのアクセスと駐車場」「園地と利用者動線」「建物の施設配置」を一体的に設計する手法について提案した(図-5)。

また、「道の駅」に求められるニーズや機能を反映するために、多様な主体が計画・設計に参画するプロセスを明らかにした(図-6)。

以上の成果について、自治体職員や運営者、技術者等の計画・設計に役立つよう、構想～建設の各段階やリニューアル時に検討すべき項目をプロセス図として体系化し、計画・設計・運営手法を解説する実践的な技術資料「道の駅デザインブック」をとりまとめた(図-7)。

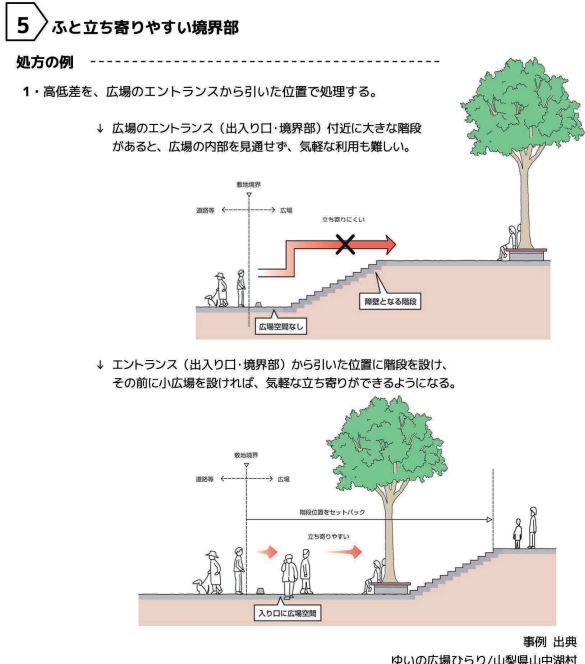


図-4 事例分析をもとに取りまとめた具体の屋外空間のデザイン手法のレシピ(一例)

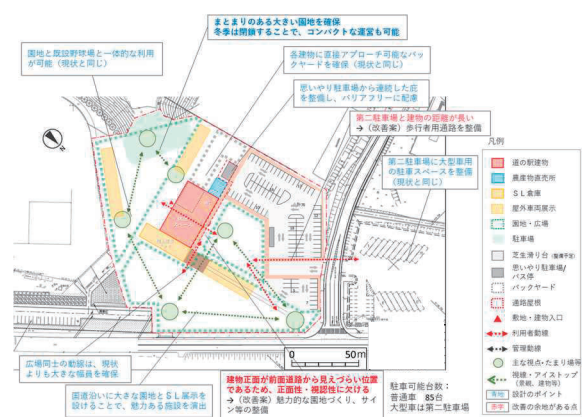


図-5 実際の「道の駅」の計画・設計事例を検証し、魅力と機能の向上につながる施設配置手法を提案(一例)

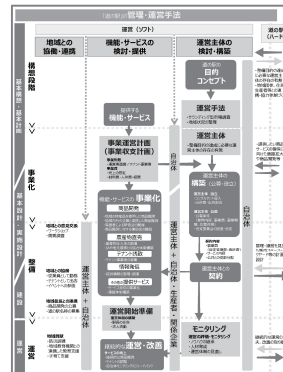


図-7 「道の駅」デザインブック(令和4年6月発行予定)

16. 食料供給力強化に貢献する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保安全管理に関する研究

■ 目的

世界的に食料需給逼迫が予測され、国内では農業生産の担い手の減少や高齢化の進展、耕作放棄地の発生などが顕在化しているなかで、我が国の農業における北海道の重要性は増す情勢にある。

北海道における食料供給力を維持向上させるには、担い手確保や生産技術の向上とともに、積雪寒冷地の気象・土壌条件に対応した、農地や農業水利施設等の農業生産基盤の整備が重要である。

この研究は、農業生産基盤の整備・保全・管理に資する技術開発を通じて、イノベーションによる農業の振興に寄与し、わが国の食料供給力強化に貢献することを目的とする。

■ 達成目標

- ① 経営規模の拡大に対応した大区画圃場の効率的な整備技術と高度な管理技術の開発
- ② 営農の変化や気候変動を考慮した農業水利施設の維持管理・更新技術の開発
- ③ 大規模農業地域における環境との調和に配慮した灌漑排水技術の開発

■ 貢献

北海道内で整備が進捗している大区画圃場（図-1）を対象にして、効率的な土壌診断技術や圃場整備工法、地下水位制御技術（図-2）、用水路の管路化による水文環境変化を考慮した環境調和型の灌漑排水技術を提案する。また、農業水利施設（図-3）のコンクリートや鋼製部材が積雪寒冷環境下で受ける複合劣化の評価方法や管理・更新技術、大規模災害に備えた災害対応計画策定技術を提案する。さらに大規模酪農地域等における省エネ型の乳牛ふん尿調整技術や農地からの水質負荷流出対策（図-4）の効果予測手法を提案する。これらの技術開発は、農業の省力化や気候変動等にも適合して農業生産の維持向上に寄与し、わが国の食料の安定供給に貢献する。



図-1 大区画圃場の事例（長辺 170m、短辺 70m）

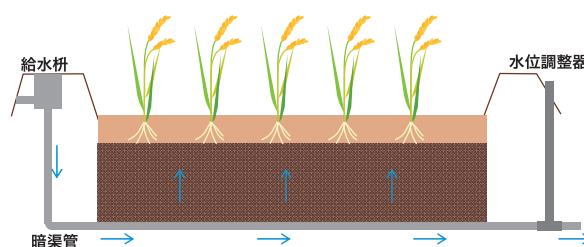


図-2 大区画圃場における暗渠管を利用した地下水位制御のイメージ



図-3 凍害と摩耗を受ける頭首工の堰柱と摩耗と腐食を受けるゲート



図-4 酪農地域の水質対策事例（遊水池）とふん尿処理施設

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 経営規模の拡大に対応した大区画圃場の効率的な整備技術と高度な管理技術の開発

圃場の大区画化整備に伴う土壌物理性の悪化を抑制する手法を開発し、施工開始の指標を示すことを目的に、降雨量ごとに降雨後の経過日数とpFの変化から、適切な表土の水分条件を満たすまでの日数を調査した。表-1の結果から、施工開始時に求められるpFが、2.0以上の美唄圃場では、降雨量が5~10mmの場合は降雨後1日半から2日程度、降雨量10~20mm程度の場合は降雨後2日から3日程度、降雨量30mm程度の場合は降雨後4日程度、2.7以上の美唄茶志内圃場では、降雨量10~20mmの場合は降雨後4日程度、降雨量30mm程度の場合は降雨後5日程度と評価した。

地下水位制御が可能な大区画水田において、将来的に水稻の直播栽培面積が増加したときの圃場群におけるピーク用水量の変化を、実際に直播栽培が行われている圃場の用水量調査結果から分析した結果、比較的浸透性が高い圃場群では、湛水を継続する普通期の用水量が代かき期のピーク用水量程度まで増大し、用水量が不足するおそれがあることが分かった(図-5)。

② 営農の変化や気候変動を考慮した農業水利施設の維持管理・更新技術の開発

配合の異なるモルタル材および種別の異なる無機系表面被覆材に凍結融解を作用させ、その後に促進摩耗試験を行った。そして、凍結融解の作用が無機系材料の耐摩耗性に影響を与えるメカニズムについて考察した。その結果、相対動弾性係数と平均摩耗深さとの間には、負の相関が認められることが分かった(図-6)。凍結融解の作用は、スケーリングを生じさせ、またひび割れを蓄積させることにより、耐摩耗性の低下を促すことが確認された。

表-1 降雨後における表土のpFの推移

調査時期	美唄圃場		
	A圃場		B圃場
	降雨量7mm	降雨量29mm	降雨量17mm
降雨1日後	1.3	0.5未満	—
降雨2日後	2.1	0.8	—
降雨3日後	—	—	2.3
降雨4日後	—	2.0	2.7
降雨5日後	—	—	2.9

調査時期	美唄茶志内圃場	
	C圃場	D圃場
	降雨量29mm	降雨量17mm
降雨1日後	2.2	—
降雨2日後	2.2	—
降雨3日後	2.4	2.4
降雨4日後	2.6	2.7
降雨5日後	—	2.8
降雨6日後	—	2.9

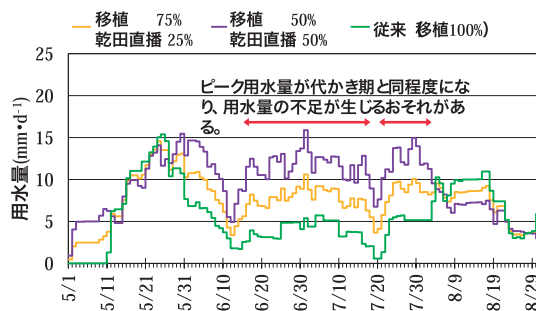


図-5 直播栽培面積割合が増加した場合の圃場群用水量の推定結果



凍結融解試験

水流摩耗試験

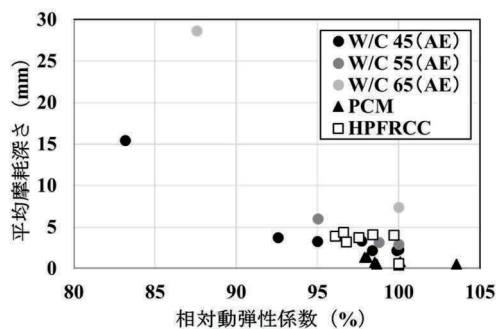


図-6 相対動弾性係数と平均摩耗深さの関係

供用中の農業用管水路において、地震加速度と水圧を常時観測して、農業用管水路に発生する地震時動水圧の実態を捉えた。地震動の減衰後も地震時動水圧の振幅は減少せず、さらに増幅する場合もあることが分かった。また、地震動の項を加えた管水路の運動方程式を解く数値計算プログラムを開発した。同プログラムによる数値シミュレーションの結果、観測データを概ね再現し(図-7)、曲管部などで発生した地震時動水圧が管水路内を伝播する過程や干渉する状況を明らかにした。

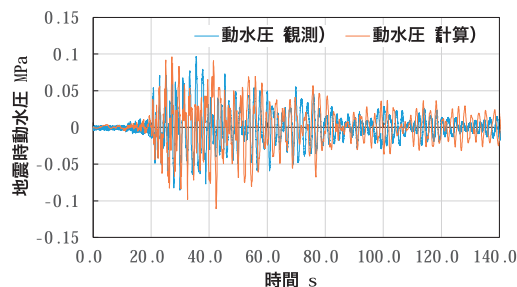


図-7 観測データと数値シミュレーション結果の比較

③ 大規模農業地域における環境との調和に配慮した灌漑排水技術の開発

ふん尿スラリーの臭気低減効果を検証するため、現地施設で7~8時間の夜間連続曝気を実施するとともに、約1ヶ月毎にふん尿スラリーを採取し、図-8に示す臭気測定装置で臭気を測定した。その結果、臭気指数が悪臭の目安となる20程度まで低下することを確認した(図-9)。これらの成果を基に、施設の具体的な操作手順を記した冊子を作成し、現場で活用できる効率的なふん尿スラリー調整技術を提案した。

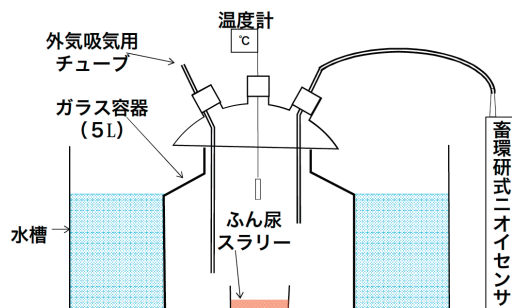


図-8 臭気測定装置の概要

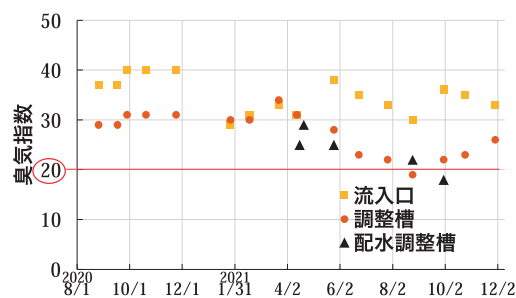


図-9 臭気指数の推移

北海道東部の大規模酪農地帯である西別川流域において、水質解析モデル(SWAT)を適用し、肥培灌漑施設や水質対策工の効果を定量化することが可能な水質環境評価技術を開発した。SWATにより、過去・現在・近未来を対象として、気候変動に伴う営農形態の変化、肥培灌漑施設の整備状況、水質対策施設を設定し、河川水質への影響をシミュレートした(表-2、図-10)。各農地からの流出成分を分析し、流域全体の水質環境を改善するための負荷流出抑制対策を提案した。

表-2 シミュレーション条件

項目	過去	現在	近未来
作付			
コーン	0%	5%	20%
牧草	100%	95%	80%
施肥			
堆肥	100%	50%	30%
スラリー	0%	50%	70%
緩衝林有農地	0%	3%	22%

*流域農地面積に対する割合

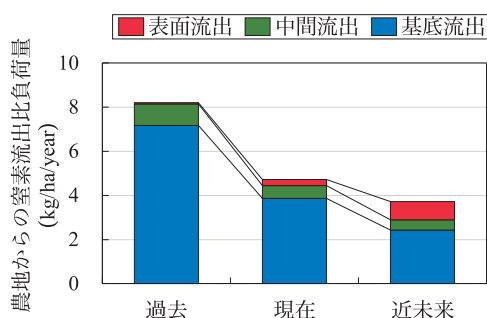


図-10 農地からの窒素流出負荷量

1 7. 食料供給力強化に貢献する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究

■ 目的

水産資源の低迷や漁業地域の活力低下に対応するため、沿岸域から沖合域が一体となり、有用水産生物の持続的利用に向けて海洋構造物の有する増養殖機能の強化に資する整備技術を開発し、生態系全体の生産力の底上げと栽培漁業の支援による漁業地域の振興を図る（図-1）。

これらの目的を達成するため、次の研究課題に取り組む。

- ・沿岸施設における水産生物の保護育成機能に関する評価技術の開発および整備技術の開発（図-2）
- ・大規模漁場の整備効果に関する総合的な評価手法の構築および整備手法の開発（図-3）
- ・栽培漁業支援強化のための漁港港湾の有効活用手法および整備技術の開発
- ・水産有用魚種の遊泳行動把握による河川構造物や沿岸構造物の影響評価・改善手法の構築（図-4）

■ 達成目標

- ① 海洋及び河川・沿岸構造物の有用水産生物の産卵場・生息場としての増養殖機能に関する評価技術の構築
- ② 生産力向上と漁業振興に向けた海洋及び河川・沿岸構造物の増養殖機能強化のための水産環境整備技術の開発

■ 貢献

- ・藻場機能維持および増養殖機能強化のための評価・設計マニュアルとしてとりまとめ、漁港漁場設計指針等に反映
- ・河川横断構造物や沿岸構造物が水産有用魚種の遊泳行動に与える影響評価手法、改善手法をマニュアルとしてとりまとめ、河川整備計画等に反映
- ・国や自治体との連携・協働による評価・整備技術の現場へ適用



図-1 水産環境整備の推進

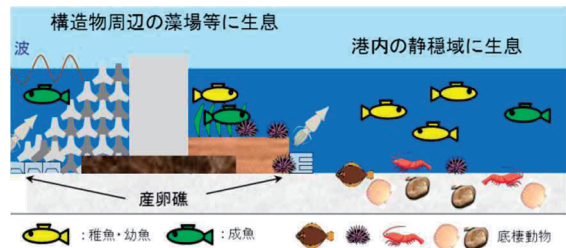


図-2 沿岸構造物の保護育成機能の評価



図-3 大規模漁場整備（餌料培養礁）



図-4 河川・沿岸構造物の機能強化

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 海洋及び河川・沿岸構造物の有用水産生物の産卵場・生息場としての増養殖機能に関する評価技術の構築

- これまでの調査対象漁港に加え、日本海側のその他15漁港の各数地点での水質環境調査を行った結果(図-5)、河川流入量や有機物量等が多い地点を除いては、明確な水質環境の大きな差異は見られなかった。そのため、調査対象漁港で構築した餌場機能の評価手法は、他の多くの漁港でも適用可能であることが示唆された。
- 沖合域の人工魚礁漁場における餌料培養効果を把握するため、利尻島沖にて、ホッケの定置刺網による漁獲調査を実施し、対照区と比較し魚礁区で体長及び重量が大きいことを確認した(図-6)。また、ホッケの餌料である動物プランクトンは対照区と比較し魚礁区に多く発生していることを確認し、ホッケの胃内容物の重量及び胃充満度指数も対照区と比較し魚礁区の値が高いことを確認した。
- ナマコ分布状況と海底環境特性を調査した結果、漁港内の海底環境の違いによるナマコ分布(図-7)には偏りが認められ、底質の種類及び割合がナマコ生息密度に大きな影響を与え、特に、高低差のある足場として比較的強固な底質(岩盤や岩、カキ礁など)の割合が一定以上を占める環境にナマコが高密度で分布することを明らかとし、港内における放流後の生息場となり得る適地条件を把握した。
- 那賀川北岸堰において、海洋から河川へ遡上するアユの稚魚等の遡上数を、小型魚用遡上数計測装置(魚カウンター)を用いた昼夜連続計測により明らかにした。従来、アユ稚魚は主に昼間に遡上するとされてきた。しかし、本研究で開発した昼夜連続の遡上数自動観測技術により、夜間や早朝にも少なくない遡上数で遡上していることが定量的に確認された(図-8)。

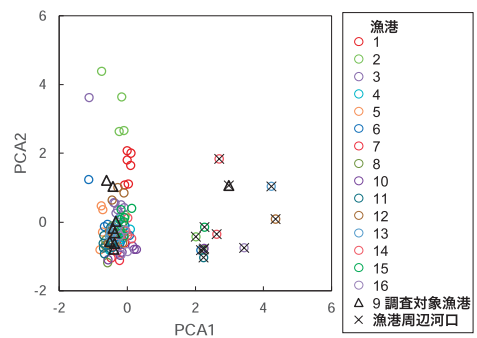


図-5 主成分分析による調査対象漁港とその他15漁港との水質環境の違い

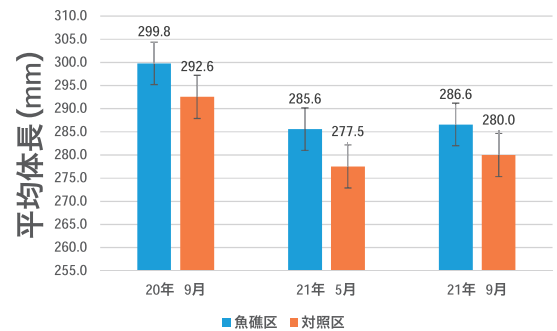


図-6 魚礁区と対照区のホッケの体長

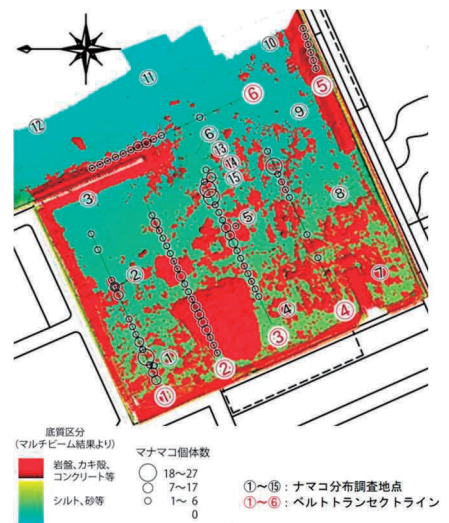


図-7 漁港内の海底環境とナマコ分布状況

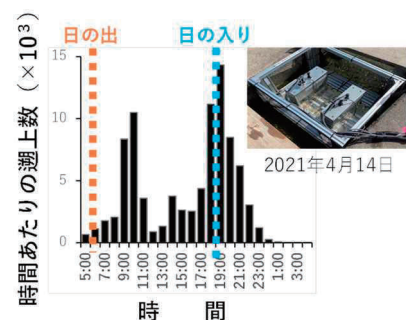


図-8 那賀川の時間あたりのアユ遡上数

② 生産力向上と漁業振興に向けた海洋及び河川・沿岸構造物の増養殖機能強化のための水産環境整備技術の開発

- これまでの塩化ビニル製に加え、新たに追加したコンクリート製機能強化試験礁(図-9)の経過観察を行った。その結果、これまでの塩化ビニル製と同様に、コンクリート製機能強化試験礁においても付着生物の増加や魚類の利用が確認でき、付着基質の表面積増加手法による餌場機能強化の有効性が確認された。
- 利尻島沖の人工魚礁漁場における現地観測データに基づいて、魚礁ブロック周辺の流れを模型実験等により解析するとともに、ホッケの餌料生物である動物プランクトンの餌となる粒子状有機炭素(POC)の流れ場での挙動を数値解析により把握することで、沖合漁場整備手法を組み立て、効果的な人工魚礁配置の設計手法を開発した(図-10)。
- 新規フィールド(古平漁港)における食害防止礁の再現性を検証した結果、夏場の酸素濃度低下が目合いの細かな実験区の生残率に悪影響を及ぼしたことが示唆されたが、その他の実験区に関しては生残や成長について過年度と同等の良好な成果(高い再現性)が得られ(図-11)、ナマコ種苗放流後の初期減耗を抑える技術としての漁港内水域を有効活用した手法の効果を確認した。
- 形状の異なる魚道を用いて、落差工からの距離が魚類遡上数に与える影響を調査した。余市川支流中の川に整備されている中の川落差工下流側に、途中で折り返す水路(屈曲型)と全体が直線の水路(直線型)を設置し、サケ科魚類の遡上期にこれらの水路に交互に通水することで、魚道形状による遡上数の違いを計測した。その結果、落差工落水部付近に遡上口を持つ屈曲型が、落差工の約15m下流に遡上口を持つ直線型より遡上数が多いことがわかり(図-12)、本結果から河川構造物の改善手法が構築できた。



図-9 コンクリート製試験礁

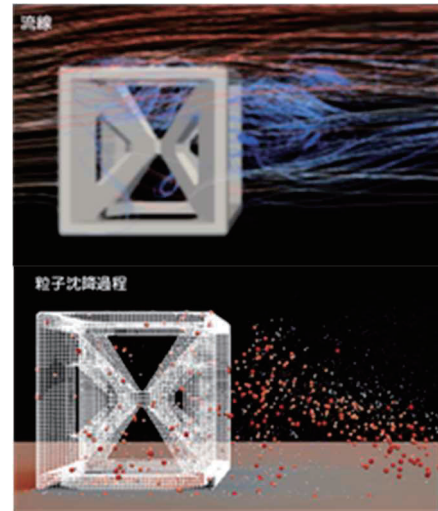


図-10 魚礁ブロック周辺の流線及び粒子沈降過程(側面図)

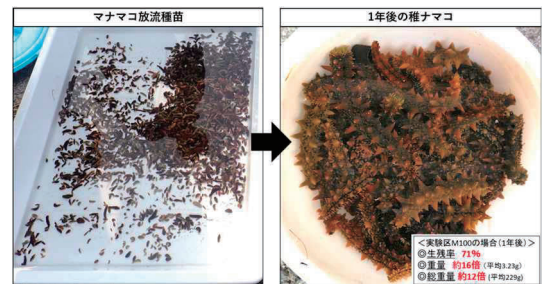


図-11 放流種苗と1年後の稚ナマコ

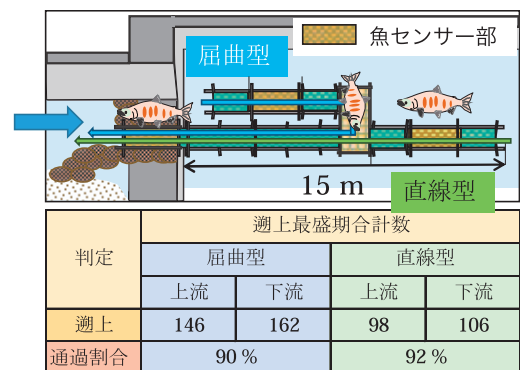


図-12 中の川における遡上口の設置場所を変更可能な魚道模式図(上)と屈曲型と直線型の遡上数と遡上割合

コラム アスファルト混合物の繰り返し利用を考慮した再生利用方法の開発

アスファルト舗装のリサイクルは40年以上の歴史があることから、地域によっては既に複数回繰り返し再生利用されていると考えられます。今後もアスファルト舗装のリサイクルを続けていくためには、繰り返し利用を考慮に入れた再生利用方法が必要となると考えられます。

土木研究所（舗装チーム、iMaRRC、寒地道路保全チーム）は、アスファルト舗装の繰り返し再生による影響の把握および再生利用方法について研究を行ってきました。本研究ではまず、アスファルトおよびアスファルト混合物を実験室内で繰り返し劣化・再生させ、それを複数回繰り返しすることによってその性状変化を把握しました。劣化したアスファルトの再生に成分組成の異なる再生用添加剤を用いた結果、繰り返し再生したアスファルトは針入度を回復させても再生用添加剤の組成成分によっては再生骨材配合率が高いと軟化点や伸度は回復しにくくなり（図-1）、特に高温時に硬く・脆い（ひび割れしやすい）性状となることが明らかになりました。また、この高温時ひび割れ抵抗性は、アスファルト混合物供試体を60℃に養生して行う高温カンタブロ試験（図-2）によって評価が可能となることを明らかにしました。さらに、日本アスファルト合材協会との共同研究において、全国のアスファルト合材プラントで使用している再生骨材を用いて同様な評価を行った結果、高温時ひび割れ抵抗性は、再生用添加剤の成分が芳香族分で再生骨材配合率が低いと低下しにくい傾向となることが明らかになりました。繰り返し利用を考慮した再生利用方法として、高温カンタブロ試験等により再生用添加剤の成分や再生骨材配合率の適切な選択していくことが必要と考えられ、これらにより永続的なりサイクルが可能になると期待しています。

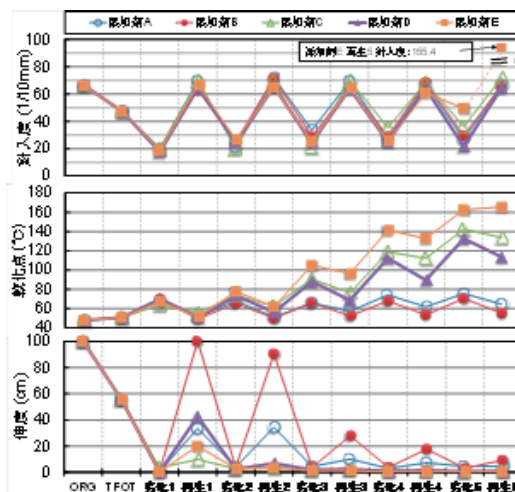


図-1 繰り返し再生アスファルトの性状



図-2 高温カンタブロ試験

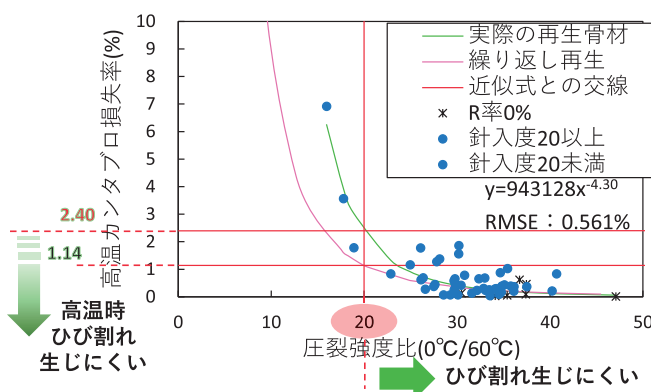


図-3 高温時ひび割れ抵抗性の評価例

コラム アスファルト再生骨材の利用促進を目的とした歩道路盤等への適用

アスファルト舗装が損傷した場合、これを破碎・切削し新たな舗装に打換えます。このとき生じる舗装発生材は処理施設に運ばれ、アスファルト再生骨材（以下、「再生骨材」）として処理され、アスファルト混合物用材料として再利用されています。しかしながら、需要と供給のバランスがとれない場合があります。北海道北部地域では舗装発生材が余剰傾向にあり、アスファルト混合物用材料以外への利用促進の検討が求められていました。このため、寒地道路保全チームは舗装発生材の利用促進を目的として積雪寒冷地における歩道路盤材料等への適用について研究を実施しました。

供用中の道路において再生骨材を歩道路盤材料として用いる試験施工を行った結果、支持力が一般に歩道路盤材料に用いられている切込砕石より高く推移することや（図-1）、再生骨材が表層のアスファルト混合物と一体化し強固な層となること（図-2）などが明らかとなりました。これらの結果から、歩道路盤材料に再生骨材を利用することに問題がないことが明らかとなったため、現場適用に向けた手引き（案）（図-3）を作成し、国土交通省北海道開発局に提案しました。また、これまでの研究成果として再生骨材が凍上抑制層材料として利用可能であることを明らかにしており、こちらも現場適用に向けた手引き（案）（図-4）を提案しています。これらの研究成果によって、北海道北部地域において再生骨材が余剰となった場合の対応が図れるようになります。

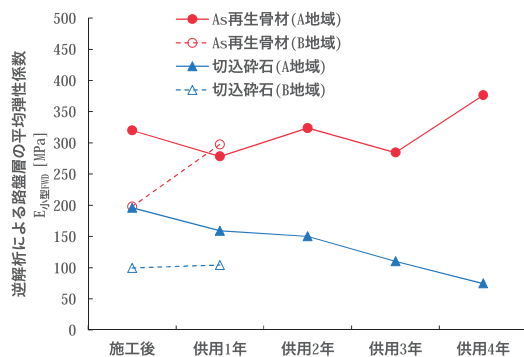


図-1 支持力の比較



図-2 再生骨材と表層の一体化

I 一般

- 1 アスファルト再生骨材は、不特定のアスファルト再生骨材が混入しており、品質の変動が懸念されることから、歩道用路盤材料に使用する場合は事前にその品質を確認する必要がある。
- 2 本基準（案）で規定する基準案以外については、「道路・河川工事仕様書」（以下、工事仕様書）等の各種関連要領によるものとする。

【解説】

- 1 北海道においては積雪寒冷地の課題である凍上・凍結融解に対する検討結果を加えた「工事仕様書」の品質基準を準用し、この規格を満足することが前提となる。
- 2 アスファルト再生骨材は、アスファルトを含む骨材であるため、通常の路盤材と異なり熱の影響を受け、支持力の低下が懸念される。試験施工結果より、北海道の稚内、留萌地域の歩道用路盤での利用であれば、アスファルト再生骨材を単体で用いた場合でも、外気温の影響による支持力低下は小さく、供用性状に問題がないことが確認されたため、利用可能とした。

図-3 現場適用を想定した手引き（案）抜粋
【歩道路盤】

I 一般

- 1 アスファルト再生骨材は、不特定のアスファルト再生骨材が混入しており、品質の変動が懸念されることから、凍上抑制層材料に使用する場合は事前にその品質を確認する必要がある。
- 2 本基準（案）で規定する基準案以外については、「道路・河川工事仕様書」（以下、工事仕様書）等の各種関連要領によるものとする。

【解説】

- 1 北海道においては積雪寒冷地の課題である凍上・凍結融解に対する検討結果を加えた「工事仕様書」の品質基準を準用し、この規格を満足することが前提となる。
- 2 アスファルト再生骨材は、アスファルトを含む骨材であるため、通常の路盤材と異なり熱の影響を受け、支持力の低下が懸念される。試験施工結果より、北海道の稚内、留萌地域の凍上抑制層での利用であれば、アスファルト再生骨材を単体で用いた場合でも、外気温の影響による支持力低下は小さく、供用性状に問題がないことが確認されたため、利用可能とした。

図-4 現場適用を想定した手引き（案）抜粋
【凍上抑制層材料】

コラム 実処理場での実機を用いた実証実験（草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用）

平成30年6月に閣議決定された環境省の循環型社会形成推進基本計画において、「下水処理場を地域のバイオマス活用の拠点とし、（中略）エネルギー回収効率の向上を推進する」と明記されています。生ゴミやし尿などの地域バイオマスは、下水汚泥と混合嫌気性消化を行いバイオガスとして回収するエネルギー化事業が各地で進んでいます。一方、河川等で発生する刈草や、街路樹や公園で伐採される剪定枝、湖で繁茂する水草等の植物系バイオマスは、あまり事業化が進んでいるとはいえ、エネルギー収支やコストに見合う最適な有効利用方法は、未だ開発の余地があるといえます。

先端材料資源研究センターでは、植物系バイオマスを、下水汚泥の脱水効率を高める脱水助剤として活用する技術開発を進めています。本技術が確立できれば、これまで刈草や剪定枝、水草等の植物系バイオマスを廃棄物として処分していた事業においても、下水道事業に提供することで、バイオマスを有効利用でき、処分費を削減できる可能性があります。一方、下水道事業としても、植物系バイオマスを汚泥の脱水助剤として利用することで、凝集剤などの汚泥処理にかかる費用の削減の可能性があります。また、外部の汚泥処理施設へ脱水汚泥を搬出している場合は、脱水汚泥の含水率が低下することで、脱水汚泥の重量が減少し、運搬費が削減できる可能性や、下水処理場内で焼却処分している場合は、植物系バイオマスが汚泥に混合されていることで発熱量が上昇し、補助燃料が削減できる可能性があるなど、様々な効果が期待できます（図-1）。

実規模レベルのスクリープレス脱水機、ベルトプレス脱水機、遠心分離脱水機において、植物系バイオマスを混合した脱水実験の実証実験を実施しました（表-1）。刈草を10mm程度に破碎し、消化汚泥に混合して脱水したところ、バイオマスを混合しない場合よりも脱水汚泥の含水率が低下し、処分量を同等以下に削減できることを示しました。また、凝集剤添加率を減らした脱水においても、脱水汚泥の含水率が低下し、凝集剤使用量削減の可能性を、実機を用いた実験により示すことができました。また、各脱水機において、バイオマスを投入することによる機器や脱水工程への悪影響はないことが確認されました。土木研究所では、このような技術開発を通じて、下水処理場におけるバイオマス活用の促進に貢献していきたいと考えております。

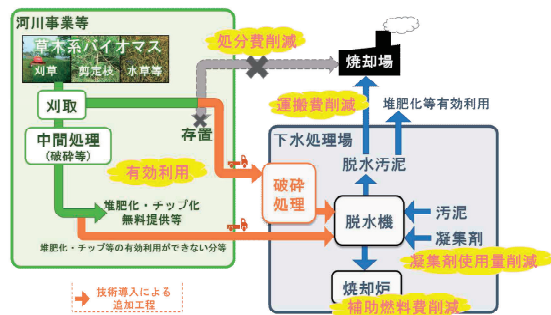


図-1 植物系バイオマスの脱水助剤利用による活用案

表-1 実証実験による脱水汚泥の含水率および発生量低下状況（刈草10mm破碎物を固形物比で10%混合）

脱水機種類	スクリープレス脱水機		ベルトプレス脱水機		遠心分離脱水機	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり
凝集剤削減有無	なし	あり	なし	あり	なし	あり
凝集剤添加率(%)	1.8	1.1	0.96	1.0	0.8	0.8
脱水汚泥の見かけの含水率の低減ポイント※1	6.2	1.5	1.0	2.2	1.7	1.7
脱水汚泥の真の含水率の低減ポイント※2	4.5	0.7	0.7	1.8	0.5	0.5
ケーキ発生量（バイオマス混合無しの重量比）	0.95	0.99	0.98	0.93	0.95	0.95

※1見かけの含水率 刈草を含んだ脱水汚泥の含水率と定義
 ※2真の含水率 刈草混合脱水汚泥から刈草を取り除いた後の含水率と定義
 注)各脱水機での消化汚泥の種類は異なる

コラム 坂本ダムを対象とした吸引式排砂管の実証実験

国土交通省では既設ダムを有効活用する「ダム再生」を推進しており、この「ダム再生」において、堆砂対策はダムの長寿命化の観点から重要な取組とされています。

土木研究所水工チーム（旧：水理チーム）では、堆砂対策技術として「潜行吸引式排砂管（以下、「排砂管」という。）」を開発しています。排砂管は、自然エネルギーであるダム貯水池の上流と下流の水位差を利用してダム下流へ土砂を運搬するもので、水位差以外に電力を必要としないことが特徴です。今中長期期間において、室内実験、沈砂池、砂防堰堤等での実験を経て、令和3年度は群馬県の坂本ダムを対象に実験を行いました。

図-1 は坂本ダムに設置した排砂管システムの模式図です。現地実験の結果、システムが稼働しダム下流への堆砂運搬が確認されました（写真-1）。実在のダムにおいて土砂運搬可能であることが示されたことで、排砂管が SDGs に沿った技術として位置づけられることが証明されました。また坂本ダムは、現場条件の制約によりダンプによるダム直下流への運搬・置土が困難なサイトです。そのようなサイトにおいてもダム下流へ土砂運搬可能であることも排砂管の特徴として位置づけられることが示されました。

一方課題も確認されました。一定規模の土砂運搬を実現するためには、排砂管が鉛直方向に沈み込むことが必要です。しかし、実際には種々の要因により想定した鉛直方向への沈み込みが生じなかったため、運搬土砂量が限られました。今後さらに排砂管による土砂運搬を効率化するために、吸引可能な土砂の堆積場所に向かって水平移動可能な排砂管の開発が必要であることが分かりました。

ダム毎に貯水池の大きさ等の物理条件や下流河川的环境等が異なる中でダム堆砂を解決するためには、排砂管は一つのツールとしての位置づけとして、各現場にとって最適な解決策を模索することが大事であることが分かりました。



図-1 坂本ダムに設置した排砂管システム

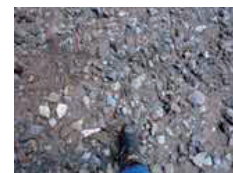
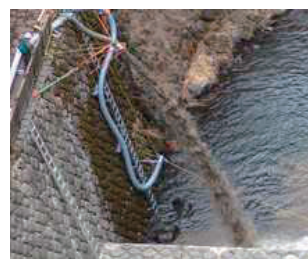


写真-1 上段：ダム下流へ運搬中の土砂、
下段左：ダム下流に運搬された土砂、
下段右：運搬された土砂（拡大）

コラム 遺伝子解析技術を活用した下水中ウイルスの効率的なモニタリング手法の開発

新型コロナウイルスによる感染症（コロナ感染症）が大きな社会問題となる中で、今後の新たなウイルス感染症拡大の可能性への懸念も踏まえ、モニタリングの重要性が指摘されています。下水道には人が排出したウイルスも流入するため、社会の感染状況が下水に反映されています。また、下水処理での低減等の下水中のウイルスの挙動を的確に把握することも重要です。そのため、未知のものも含め多様なウイルスが存在することへも対応した、効果的な下水のモニタリング手法が求められています。

土木研究所では、下水試料から多様な病原ウイルスを検出するため、遺伝子検出効率に優れた次世代シーケンサー（NGS）（写真-1）を活用し、網羅的なウイルス検出法の開発に取り組んできました。流入下水から多種類の病原ウイルスの遺伝子を抽出し、NGSにより網羅的に検出する手法を開発しました。そして、継続的なモニタリング調査として、検出した遺伝子情報によるウイルスヒット（検出）数とその地域の感染症情報を照合し、地域で流行している感染症のモニタリング手法としての利用可能性を評価しました。

流入下水の調査を、コロナ感染症の流行前後の2018～2021年に行いました（図-1）。新型コロナウイルスは、コロナ感染症の流行前の2018、2019年には検出されず、流行中の2020、2021年には継続的に検出されており、流行状況を反映して検出されました。

他に下水中で検出例のあるウイルスとして、感染性胃腸炎の原因となるノロウイルス、サポウイルス、アストロウイルスも把握できました。コロナ感染症の流行前後のヒット数を比較すると、流行中では感染性胃腸炎が減少、原因ウイルスの検出も大幅に低下しました。これは、3密回避等のコロナ感染症対策の効果が及んだものと推察されました。

このように、地域の感染症情報と、NGSによる多種類のウイルスの網羅的、継続的な検出結果に関連性が見出されたことから、網羅的、継続的なモニタリング手法について、感染症原因ウイルスの動向把握等への利用可能性を示すことができました。

本成果は、今後、パンデミックの発生時における感染症要因となる病原微生物の早期同定、流行状況の予測に貢献しうるものであり、必要に応じて下水処理の水質管理への活用を図ることも含め、感染症拡大防止に繋がることが期待されます。



写真-1 次世代シーケンサー (NGS)

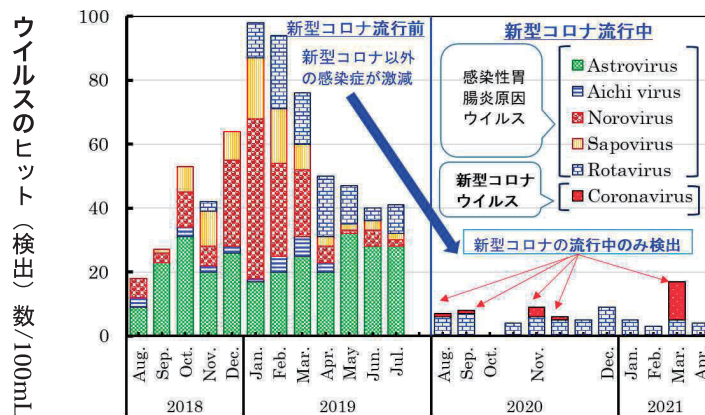


図-1 モニタリング調査での流入下水中のウイルス検出状況

コラム 下水処理水に残留するアンモニア性窒素と医薬品の同時低減法の開発

アンモニアは水生生物に毒性を示すことから、水生生物の保全の観点から排水中のアンモニア性窒素（以下、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とする）の低減について今後議論される可能性があります。下水放流水濃度の目標値が低く設定された場合に対応するため、特に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を低減する硝化の促進運転が難しい下水処理方式（小規模処理場での採用が多い）に対応可能な $\text{NH}_4\text{-N}$ の低減法を検討しておくことが重要です。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の他にも、下水放流水中に含まれる医薬品の水生生物への影響も懸念され、様々な医薬品の有害性についての調査研究や報告が行われています。医薬品の中で抗生物質は、藻類増殖に悪影響があることがわかってきました。下水処理水放流先の水生生物保全のため、下水処理場での $\text{NH}_4\text{-N}$ と抗生物質の低減法の開発が求められています。

水質チームでは、公共用水域における健康・生態リスクが懸念される化学物質の制御手法に関する研究を実施し、下水処理水中に残存する $\text{NH}_4\text{-N}$ と抗生物質の同時処理法の開発を行ってきました。導入しやすい処理技術を開発するため、既存の処理施設に後付け可能な省スペースの微生物担体処理法とし、省エネも考慮してアンモニアセンサーを活用した送風量制御の適用性も把握しました。

微生物が保持可能な担体を充填した二段式流動担体処理装置（写真-1）を用いることにより、水理的滞留時間 180 分程度で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を 93% 低減できること（図-1）、抗生物質のうちレボフロキサシンを 50% 低減できること（図-2）を確認しました。さらに、アンモニアセンサーによるフィードバック方式での風量制御（写真-2）も可能となり、省エネの可能性を見出せました。本成果は、特に小規模処理場において下水処理水中に残存する $\text{NH}_4\text{-N}$ への対策が必要となる場合に、簡易追加処理法としての活用が期待されます。



写真-1 二段式流動担体処理装置



写真-2 アンモニアセンサーによる送風量制御装置

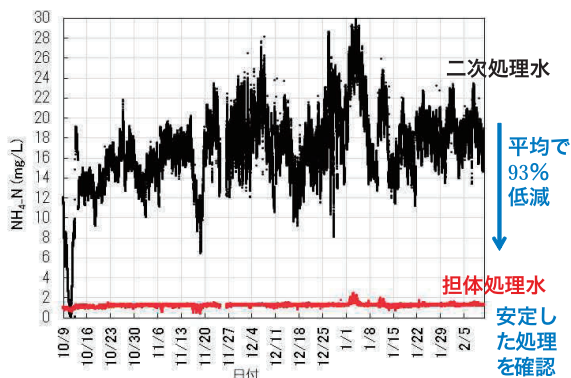


図-1 微生物担体処理による $\text{NH}_4\text{-N}$ の効率的低減

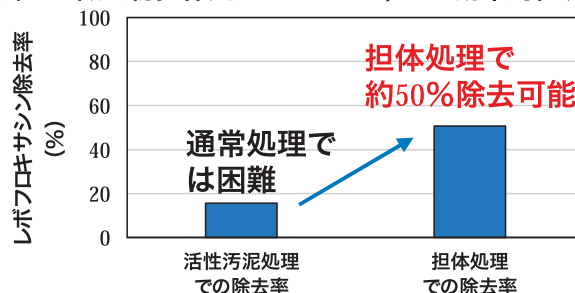


図-2 担体処理によるレボフロキサシンの除去向上

コラム 郊外部に適した低コストで合理的な電線類地中化手法の提案

北海道の自然・田園域のように魅力的な景観を有する郊外部の道路では、電線類地中化により飛躍的な景観向上が期待できると共に、電柱への車両衝突リスクの低減や緊急輸送道路の機能向上に繋がるなど潜在ニーズが高いです（写真-1）。しかし、地中化の主な手法である電線共同溝方式は、電力・通信需要密度が高く交通量の多い都市部を対象とした技術仕様となっており、需要密度が低く整備延長の長い郊外部での地中化推進には、沿道環境に適した抜本的な低コスト化・施工効率化（以下「省力化」という）が不可欠です。

そこで、郊外部における電線類地中化の大幅な省力化に向け、①寒冷地でも大幅に管路の土被りを浅く（浅層埋設）できることの実証と「北海道の電線共同溝マニュアル」の基準改定、②角型多条電線管の採用や掘削余堀の削減など基準の見直しによる設計断面の大幅な縮小（図-1）、③トレンチャー掘削機械（写真-2）の試験を通じた掘削速度向上の実証と現場適用条件の提示、などの設計・施工技術を開発しました。

令和3年度には、これらの技術を実現場に導入し、効果を検証しました。管路敷設の工程短縮効果としては、図-2に示すように当初計画に対し約6割減の短縮効果を確認し、特に従来の手法で多くの作業時間を占めた土工関連工種において、トレンチャーによる掘削時間の短縮と、断面の縮小による土工量の削減により大幅な短縮効果を得られました。また、図-3に示すようにコスト削減額の試算では、約4割減（約37百万円/km）となり、従来に比べ安価な角型多条電線管の採用や、断面の縮小による施工量の削減により大幅なコスト削減効果を得られました。

これらの技術は、国土交通大臣が定めた新たな無電柱化推進計画（令和3～7年度）の取組方針にも沿っており、今後広く技術を普及することで、限られた予算のなか無電柱化実施延長を延伸し、魅力的な景観形成や安全・安心な暮らしへの貢献が期待されます。



写真-1 電線類地中化ニーズの高い郊外部の道路

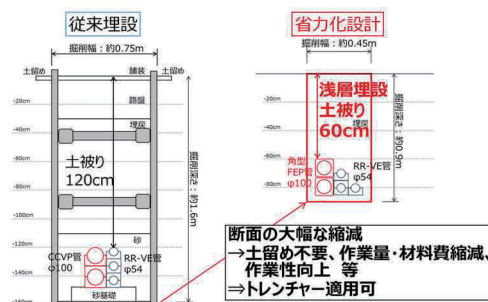


図-1 省力化設計の検討イメージ



写真-2 トレンチャー掘削状況

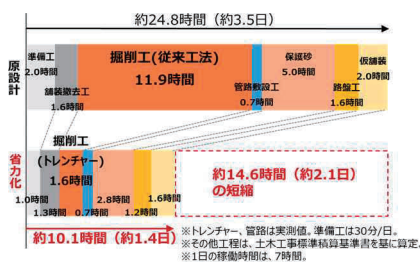


図-2 施工時間積み上げによる工程比較

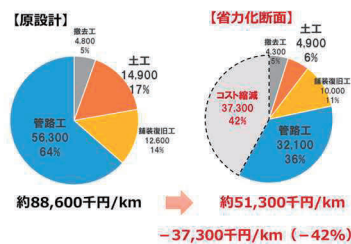


図-3 管路敷設 km 当たり工事費比較

コラム 肥培灌漑施設の効率的な運転方法の提案

北海道東部の大規模酪農地帯では、家畜ふん尿の有効活用と地域の環境保全を目的とした国営環境保全型かんがい排水事業が実施されています。この事業で整備される施設の一つである肥培灌漑施設（図-1）では、乳牛ふん尿スラリーを灌漑用水で希釈して空気を送り込むこと（以下、「曝気」という）でふん尿スラリーの腐熟を促進し、ふん尿スラリーの流動性向上や臭気低減を図っています。曝気時には泡が発生するため消泡機が設置されていますが、調整槽開口部から地上へ泡が溢流することがあります（図-2）。これを防止するために曝気時間を過度に短くしている事例がありますが、この場合、調整液の腐熟が進まず臭気が低下しないことから、資源保全チームでは泡溢流の原因解明と対策の検討を行いました。

調整槽内の泡をモニタリングするとともに施設稼働状況を調査したところ、消泡機停止時に液面上昇すると液面上の泡が大きく上昇することがわかりました。泡が溢流するメカニズムは次のように考えられます。消泡機が稼働中の開口部周辺では、泡が破壊され、泡の上面は下がっています。しかし、消泡機から離れた位置では調整槽内に泡が充満しており、消泡機停止中に水位が上昇すると調整槽内天端に達した泡は横方向（開口部方向）に押し出され、泡が溢流すると考えられます（図-3）。泡溢流を防止し、肥培灌漑施設を安定して運転するため、現場調査結果を基に具体的な対処フロー（図-4）を作成しました。また、調整槽の水位上昇速度から調整槽に流入するふん尿スラリー量を推定して適切な曝気時間を決定することで、肥培灌漑施設の効率的な運転が可能となりました。

これらの研究成果を、施設の操作手順を記載した技術資料として取りまとめて施設管理者等へ提示し、普及を進めています。

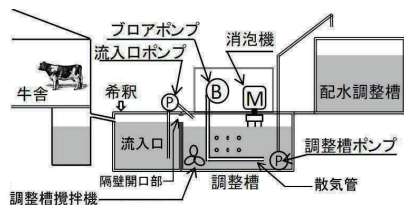


図-1 肥培灌漑施設の概要



図-2 泡溢流時の様子

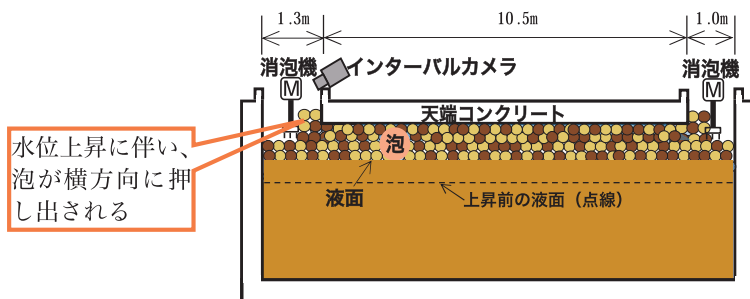


図-3 液面上昇後の調整槽内部の想像図（断面図）

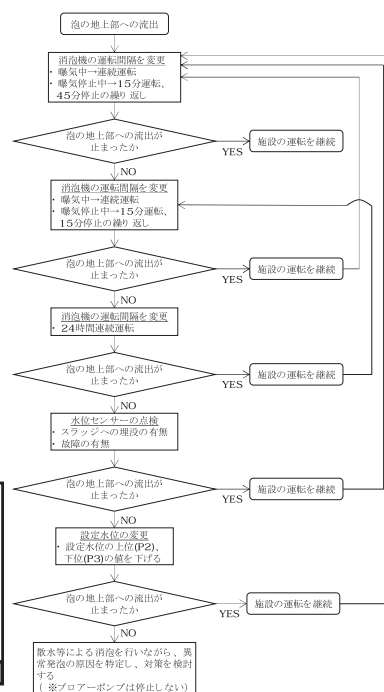


図-4 泡流出時の対処フロー

コラム 酪農地域の流域管理計画ツールとしての SWAT モデル

北海道東部は、広大な草地を活用した大規模酪農地帯として知られています。一方、大規模経営による多頭化に伴うふん尿量の増加、河畔域までの草地化による緩衝帯の減少により、環境負荷物質（窒素やリンなど）の河川への過剰な流出が懸念されています。そのため、この地域の流域管理への取組は喫緊の課題となっています。

水利基盤チームでは、北海道の酪農地域を対象に、SWAT (Soil and Water Assessment Tool) モデルによる水質環境の評価に取り組みました。根室地域では、国営環境保全型かんがい排水事業（以下、「環境かん排事業」）が実施されています。環境かん排事業では、ふん尿をスラリー状の液肥（以下、「スラリー」）にする肥培かんがい施設のほか、土砂かん止林、排水調整池といった浄化型排水施設が整備されています。一方で、この地域では、農家の要望と気候変動に伴う気温上昇により、飼料用トウモロコシの作付面積が徐々に増加しています。本研究では、環境かん排事業の実施や牧草から飼料用トウモロコシへの転作による窒素・リン循環の変化を SWAT モデルで検証しました。

SWAT モデルに酪農流域の地形や営農などのデータを入力し、窒素負荷量の計算値が観測値を再現するよう各種パラメータを設定し、良好な結果が得られました（図-1）。これを基に、過去、現在、近未来の営農状況を想定して水質環境への影響をシミュレーションし（表-1、図-2）、牧草地から飼料用トウモロコシへの転作により、表面流出が増加することが示されました（現在と近未来シナリオ1の比較）。また、肥培かんがい施設の整備により、農地へのふん尿の還元方法が堆肥からスラリーに変化すること、土砂かん止林、排水調整池を配置することで流出負荷量が減少することが示されました（過去シナリオと現在の比較、近未来シナリオ1と近未来シナリオ2の比較）。以上から、環境かん排事業の実施による環境負荷物質の流出抑制効果や将来の土地利用転換による水質環境の変化をシミュレーションでき、流域管理計画ツールとしての SWAT モデルの有効性が示されました。今後は環境影響の指標づくりや事業計画策定などに活用されることが期待されます。

表-1 シミュレーション条件

項目	過去シナリオ	現在	近未来シナリオ1	近未来シナリオ2
作付				
トウモロコシ	0%	5%	20%	20%
牧草	100%	95%	80%	80%
施肥				
堆肥	100%	50%	50%	32%
スラリー	0%	50%	50%	68%
土砂かん止林農地	0%	3%	3%	21%
排水調整池の集水域農地	0%	10%	10%	15%

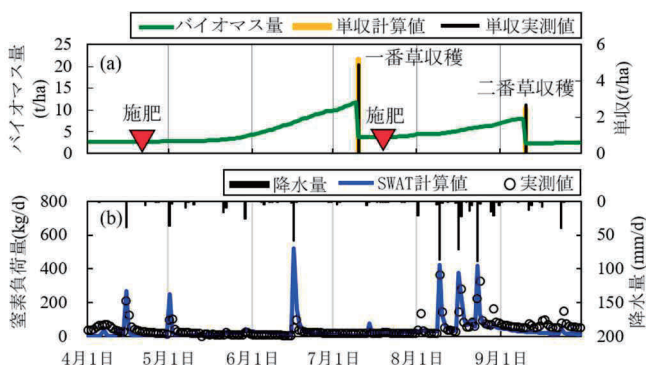


図-1 SWAT の計算結果と実測値の比較

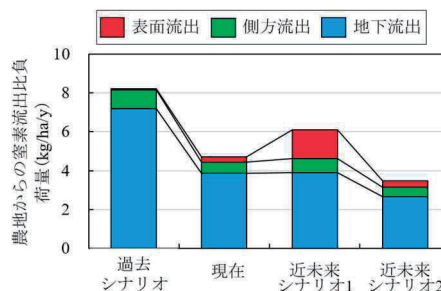


図-2 シミュレーション結果

コラム 寒冷海域でのマナマコ増養殖による漁港水域の有効活用

漁港内静穏水域において、増養殖場や蓄養水面としての利用を行うためには水産生物の増殖や生育に配慮した環境整備が必要となります。より効率的、効果的な増養殖を実施するためには、対象種の生息環境特性を見極めた上で適正な手法や環境整備を進めることが重要です。

水産土木チームでは、北海道における重要な水産輸出物であり、資源の枯渇が懸念されているマナマコの漁港内水域を活用した増養殖促進を目的とした港内生息・放流適地評価や放流手法、環境整備に関する研究に取り組んできました。中でも、現地における種苗放流試験や室内実験を通して明らかとなった稚ナマコの食害生物による捕食特性の解明や定量化により、それら食害生物が放流後の生残に与える影響や捕食されにくい稚ナマコサイズの特定、また、20mm以下の捕食されやすい小型種苗の放流効果を向上させる技術の確立などの研究成果が得られました。更に、北海道日本海側の複数の漁港水域におけるマナマコ分布調査から、本種は漁港内静穏域においても、安定した足場がある環境を好み、底質の種類やその割合に選考性がある可能性が示され、今後、漁港水域の整備によるマナマコ増養殖を拡大する上で重要な知見を得ました。以上は、国際自然保護連合(IUCN)のレッドリストに絶滅危惧種として記載され、国内でも資源の枯渇が懸念されるマナマコ資源の回復に資する成果です。また、漁港水域の増養殖場としての有効活用や生産性向上に寄与すると考えられ、少子高齢化する漁業の労働力不足対策、漁業者負担の軽減などの漁業振興も含めた漁村の活性化のきっかけになることが期待されます。



写真-1 稚ナマコを捕食するオオヨツハモガニ (上)およびゲブカヒメヨコバサミ (下)

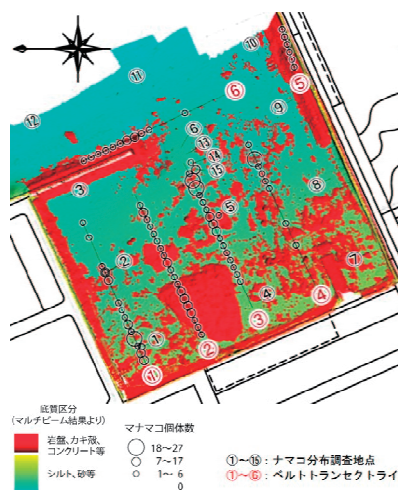


図-1 積丹半島東部の漁港内におけるマナマコの分布と底質環境

コラム 寒冷海域漁港における保護育成機能の評価および強化技術

近年の水産資源の低迷を踏まえ、水産庁により生態系全体の生産力の底上げを目指し水産生物の生活史に対応した良好な生息環境空間を創出する「水産環境整備」や、地域漁業の情勢変化に応じた「漁港ストックの最大限の活用」が推進されています^{※1}。漁港などでは、漁船の安全な係留や水産物の陸揚げなどの本来的機能に加え、水産生物の保護育成機能（高波浪からの避難場機能や餌場機能など）を副次的に有することが経験的に知られており、副次的な機能の定量的な把握とともに、これらを強化することが求められています。

水産土木チームでは、既往知見の乏しい北海道沿岸の寒冷海域漁港における水産生物の保護育成機能に関して、これまで定性的に知られていた機能を定量的に明らかにするとともに、機能の評価手法や強化技術の開発に取り組んできました。

保護育成機能のうち、高波浪からの避難場機能に関しては、漁港周辺でのインターバル写真撮影や漁港での物理環境観測とともに波動場解析を行うことにより、一定の流速や波高以上で魚類が観察されないことが明らかとなり、その波高閾値を用いて漁港内の区分領域における魚類の高波浪からの避難場機能を評価する手法について提案しました(図-1)。

また、餌場機能に関しては、静穏な港内の浅い岩礁域に砂礫海底が創出されることで、底生微細藻類などの底生基礎生産者や底生動物の現存量が増加し、水産生物の餌場機能が強化されていることが分かりました。そこで、植物プランクトンや底生微細藻類などの基礎生産から餌場機能を評価する手法とともに、生物が付着可能な基質を追加することにより、水柱に単位体積当たりの底生基礎生産者を増加させ、水産生物の餌場機能を強化する技術(図-2)を提案しました。今後、これらの評価手法や強化技術をより効果的なものに改良していくことで、漁港水域の有効活用の促進や生産力の向上への貢献が期待されます。

※1：水産庁，漁港漁場整備長期計画，2012，2017

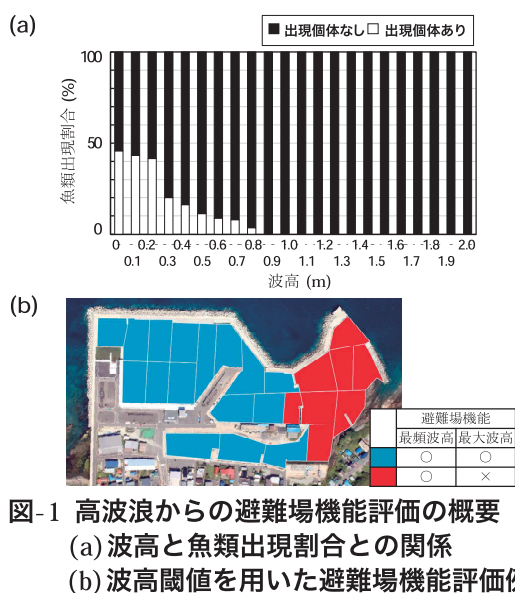


図-1 高波浪からの避難場機能評価の概要
(a) 波高と魚類出現割合との関係
(b) 波高閾値を用いた避難場機能評価例

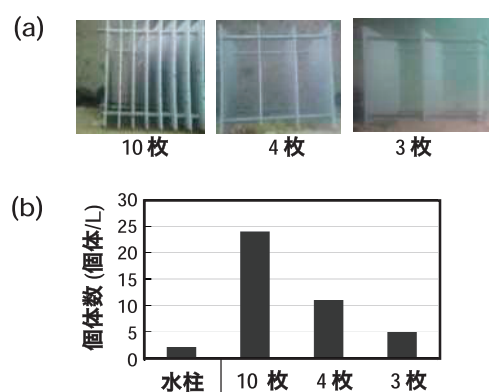


図-2 機能強化技術に関する現地実験
(a) 単位体積での付着基質（塩化ビニル製板）の枚数の違いに関する実験状況
(b) 動物プランクトンの密度と付着基質枚数との関係

②長期的視点を踏まえた基礎的、先導的、萌芽的研究開発の実施

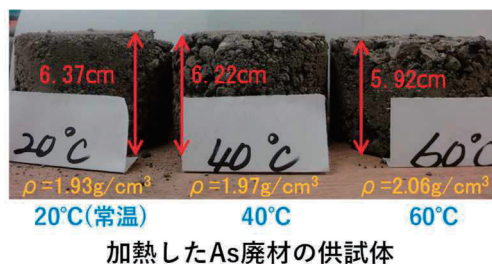
9. 持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発

アスファルト廃材の土木材料への利用に関する研究

寒地地盤チーム

研究の必要性

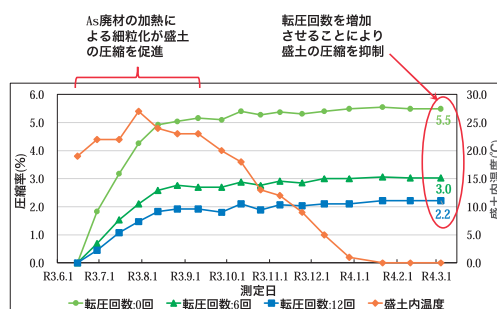
舗装繕工事で発生するアスファルト切削材(以下「As 廃材」という)は、地域により余剰となることがある。このため、As 廃材の性質を把握し、盛土材等の土木材料として有効利用する研究を行っている。



加熱したAs廃材の供試体

令和3年度に得られた成果・取組の概要

室内試験の結果、As 廃材は加熱により固結度が低下し破碎・細粒化する性質を有しており、それに伴って密度が高まり圧縮することが分かった。これらを踏まえ、As 廃材による現場盛土試験を行った結果、夏期の気温上昇により盛土内温度が上昇し、As 廃材の加熱による細粒化が盛土の圧縮を促進することが明らかとなった。また、盛土の圧縮は、締め固め時の転圧回数を増加させることにより抑制できることが分かった。



As廃材による現場盛土試験の結果

10. 下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究

資源回収型下水処理技術に関する研究

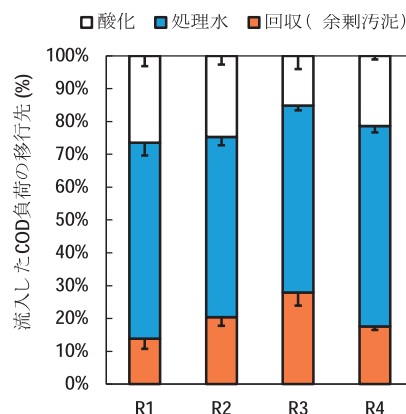
材料資源研究グループ

研究の必要性

下水中の有機物には多量のエネルギーを含んでいるが、多くが酸化されて二酸化炭素等に変換されるため、エネルギーとして有効に利用できていない。本研究では、効率的な有機物回収を可能にする水処理方法の確立を目的としている。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

High-rate contact stabilization 法の運転の高度化を目指し、諸条件を変更し、実下水を用いた有機物回収試験を行った。その結果、有機物回収率(流入した有機物に占める回収された有機物の割合)が最も高かったのは、固形物滞留時間が0.47日、反応槽水温が22.6°Cの条件(右図のR3)であり、回収率は28%であった。これは従来の活性汚泥法(10%以下)と比べてかなり高かった。回収率を高めるには、流入水の有機物濃度や水温に応じて、最適な固形物滞留時間となるよう制御し、細胞外高分子物質などの汚泥の有機物除去能と収率を高い状態で維持することが有効であることが示された。



諸条件における流入下水中の有機物回収率

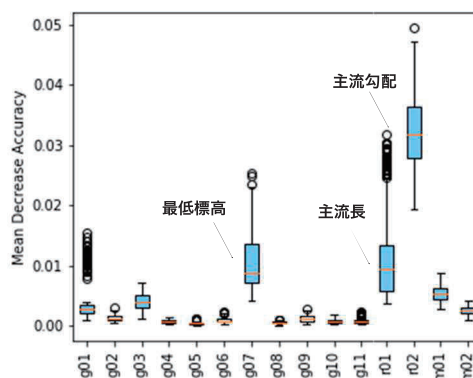
1 1. 治水と環境が両立した持続可能な河道管理技術の開発

河川水温変化の機構解明及び河川生態系に与える影響評価モデルに関する研究

河川生態チーム

研究の必要性

近年、夏季の高水温を一因としたイトウや、アユの大量斃死が報告されるなど、気候変動による河川生態系への影響が顕在化しつつある。その影響は、今後さらに深刻になると予想されており、気候変動下における河川水温と生態系への影響を明らかにすることが喫緊の課題となっている。



流域水温特性を説明する重要な流域・河道特性の例

令和3年度に得られた成果・取組の概要

流域規模を対象に、気象と水温の時空間的に密な観測データの統計解析を行った。その結果、対象流域では、気象の変化に対する水温の影響の受けやすさは、様々な流域・河道特性のうち、主流勾配、主流長、最低標高の説明力が相対的に高いことが明らかになった。

生態系については、魚類分布と7つの水温特性との関係を分析し、種ごとに分布する水温特性と生息密度に差があることがわかった。また、特定の水温特性にのみ分布するイワナは、他の種よりも相対的に気候変動への脆弱性が高い可能性が示唆された。

1 2. 流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発

地震後に河川近傍の斜面崩壊で生じた不安定土砂の移動に関する研究

水環境保全チーム

研究の必要性

平成30年北海道胆振東部地震では、数千以上の崩壊地が発生し、それに伴う土砂流出と濁水の長期化が懸念された。本研究では地震に伴う土砂動態把握を目的に、災害前後のLP測量成果を用いた崩壊地個所数・面積、土砂量、倒木量の推定と、流域からの濁水発生量の現地観測を行った。

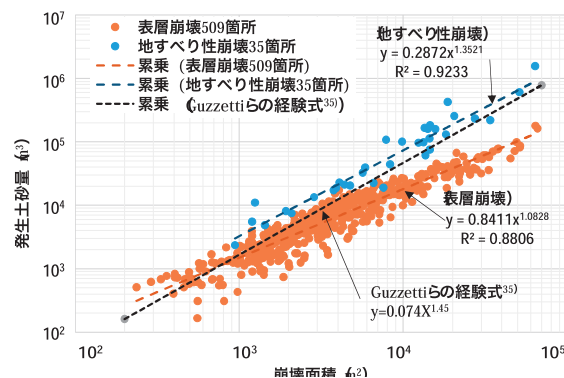


図 表層崩壊及び地すべり性崩壊の面積と土砂量の関係

令和3年度に得られた成果・取組の概要

地震前後の2時期のLP測量成果が得られた地域を対象に、表層崩壊および地すべり性崩壊の面積と土砂量の関係を最小二乗法で求めた(図)。表層崩壊(近似式の指数1.08)は概ね一様な厚さで分布するテフラ層の崩壊を反映しており、一方地すべり性崩壊(指数1.35)では崩壊面積に応じて崩壊深が増大する傾向が認められ、発生土砂量が崩壊タイプによって異なることが示された。本地震による崩壊発生土砂量の総量を推定したほか、この近似式を地震前のLP測量成果がない地域に適用することで、今後、同様の土砂災害が生じた際の発生土砂量の緊急的な推定等に活用されることが期待される。

1 3. 地域の水利利用と水生生態系の保全のための水質管理技術の開発

生物生息環境と汽水環境の保全に関する研究

水環境保全チーム

研究の必要性

河川汽水域は気候変動により降雨増加による淡水化、海面上昇による塩水化の相反する影響が懸念される。用水取水時の塩水障害回避、汽水漁業への淡水影響など利水・環境面のニーズに応じられる適切な制御が必要であり、河川改修による塩水制御手法を提案する。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

楔状で河川遡上する塩水は河川淡水流量と相関性が高く、河川淡水流量によって任意地点の塩淡水境界標高が推定可能となった。日本海に河口を有する複数河川の塩水遡上観測結果を整理した結果、図に示すように淡水流量のみで塩水遡上を評価出来ることが明らかとなった。楔の位置は河川断面形状により制御できることが数値計算から推察されており、低水路の複断面化により塩水遡上を助長できることがわかった。

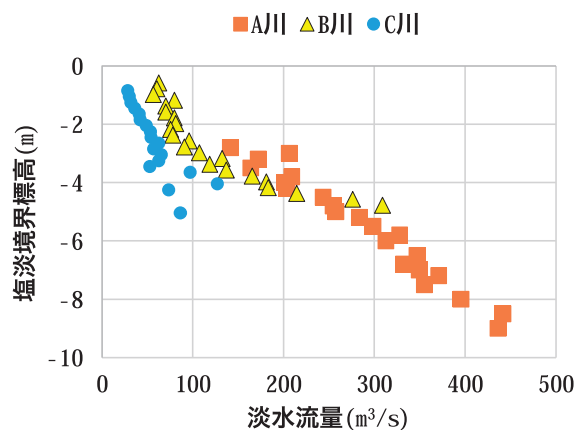


図 塩淡水境界標高と淡水流量の関係

1 4. 安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保に関する研究

非塩化物系凍結防止剤の活用促進と開発に関する研究

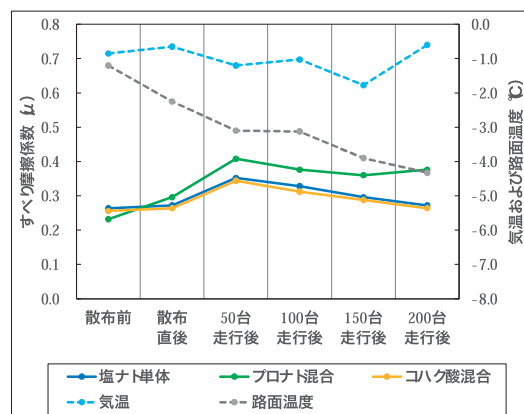
寒地交通チーム

研究の必要性

凍結防止剤には融氷特性や価格面で優れる塩化ナトリウムなどの塩化物系が主に利用されるが、道路構造物や植物など沿道環境への負荷増大の懸念から、負荷の少ない非塩化物系の凍結防止剤が求められている

令和3年度に得られた成果・取組の概要

非塩化物系の凍結防止剤として研究を進めているプロピオン酸ナトリウムおよびコハク酸二ナトリウム・六水和物は、塩化ナトリウムと混合しても金属腐食性を抑えることが出来る。令和3年度は、苫小牧寒地試験道路における散布実験において、これら非塩化物系凍結防止剤と塩化ナトリウムを混合して散布した場合においても、従来の塩化ナトリウム単体での散布と同等の散布効果が得られることを確認した。



寒地試験道路での散布効果試験結果

15. 魅力ある地域づくりのためのインフラの景観向上と活用に関する研究

積雪寒冷地における景観向上に資する道路緑化に関する研究

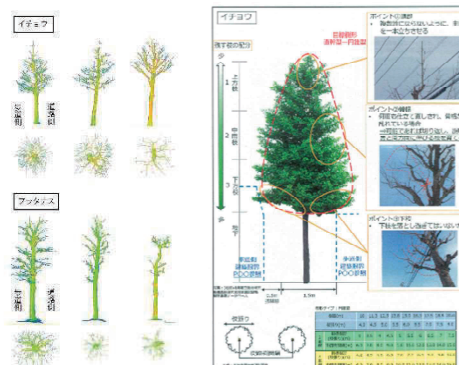
研究の必要性

魅力ある道路景観創出の妨げとなる街路樹の強剪定を改善するには、現場管理者が剪定良否を簡易に判断できることが必要である。そのための剪定良否の定量評価手法および適切な剪定管理手法を提案する。併せて、道路の視認性向上や景観創出に寄与する道路法面の効果的・効率的な防草方法を開発する。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

積雪寒冷地の代表的な街路樹5種を対象に、成木の枝透かし剪定および幼木時の樹形を整える剪定について留意事項と剪定良否の評価要素を分析し、剪定見本を作成した。また、道路法面のオオイタドリの生育抑制について、高密度ポリエチレン製メッシュシートにより地表面を被覆することで地上部・地下部の生育を抑制できることを示した。これらの結果を技術資料（案）にとりまとめた。

地域景観チーム



点群測量による目標樹形と剪定見本例



高密度ポリエチレン製メッシュシートによるオオイタドリの生育抑制状況

16. 食料供給力強化に貢献する積雪寒冷地の農業

農業用管水路に発生する地震時動水圧に関する研究

研究の必要性

地震に伴い管水路中に発生する水圧変化を地震時動水圧という。地震時動水圧は管水路が破損する主要な原因と考えられているものの、それを明確に立証した研究は見当たらない。今後、管水路の地震対策を強化するためには、地震時動水圧の発生機構や動態、作用などを解明する必要がある。

令和3年度までに得られた成果・取組の概要

農業用管水路における現地観測によって、地震時動水圧の発生を確認し、その伝播および干渉などの現象を捉えた。また、地震動の項を加えた管水路の基礎式を解くプログラムを開発して、現地観測の結果を数値シミュレーションによって再現する方法を構築した。その計算結果は、大規模地震災害時において設計水圧をこえる地震時動水圧が発生することを示唆した。

水利基盤チーム



図-1 平成30年北海道胆振東部地震における農業用管水路の被害事例

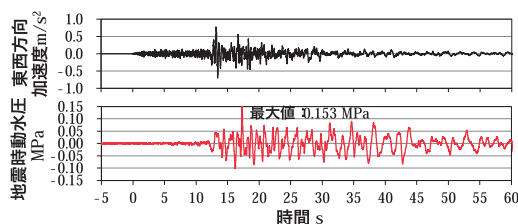


図-2 地震加速度と地震時動水圧の観測結果

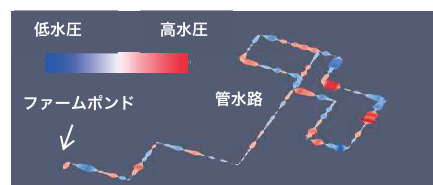


図-3 数値シミュレーションによる管水路中の地震時動水圧の再現

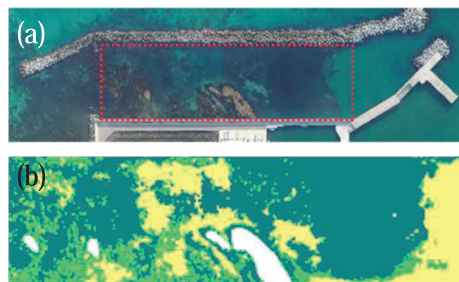
17. 食料供給力強化に貢献する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究

寒冷地における自然環境調和型沿岸施設の機能評価に関する研究

水産土木チーム

研究の必要性

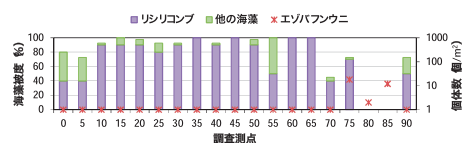
藻場は豊かな生物多様性と高い生物生産性を持っており、北海道内では20年以上前から藻場創出機能を付加した自然環境調和型沿岸構造物が整備されてきた。しかし、近年は機能低下が増加しており、そのため藻場創出機能付加型構造物の適切な維持管理による持続的な機能発現が求められている。本研究は、海藻生育環境の適性度を評価し、機能維持の阻害要因を特定した対策による維持管理手法を提案する。



(a) ドローンで撮影した藻場の空撮写真および (b) 赤枠内海藻被度分類結果
(黄：被度 0～4%，黄緑：被度 5～49%，
緑：被度 50～100%，白：陸域)

令和3年度に得られた成果・取組の概要

長期にわたり継続的に漁港・港湾の造成藻場のモニタリングを行うために、空撮写真を用いた安価な藻場の現状把握手法の検討と海藻被度の評価を行った。さらに、評価項目などを改良した機能評価手法の高度化による維持管理手法案を提案した。



調査項目	調査点	調査結果										単位								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		50	55	60	65	70	75	80	85
藻場被度	赤藻類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	緑藻類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
藻場密度	赤藻類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	緑藻類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
移動性	カサガイ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	カサガイ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
藻場評価	総合評価	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	藻場の被度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	藻場の密度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

藻場における海藻被度(上)と評価結果(下)

③技術の指導

1. 災害時における技術指導

1.1 土木研究所 TEC-FORCE 等による活動

令和3年度は、「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資する災害時における技術指導は0件であった。

2. 土木技術向上のための技術指導

2.1 平常時の技術指導

(概要は第1節③ 2.1に同じ)

令和3年度の技術指導のうち「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資するものは816件であった。

表 - 1.3.3.2 技術指導の実績

技術指導の分野	技術指導の実施例	件数
地質・地盤	○重金属対策、廃棄物混じり土等に関する技術指導	32
材料	○下水汚泥の有効利用、道路舗装材料、カーボンニュートラル等に関する技術指導	15
水理・水文・水環境	○河川環境、多自然川づくり、3次元川づくり等に関する技術指導	307
舗装	○舗装材料に関する技術指導	66
寒地構造・寒地地盤・ 防災地質	○植物の根の活着力を調べる装置について技術指導	6
耐寒材料・ 寒地道路保全	○焼却灰を利用した粗粒材の凍上抑制層への利用について技術指導	1
寒地河川・水環境保 全・寒冷沿岸域・水産 土木	○河畔林に繁茂するヤナギの有効利用について技術指導	39
寒地交通・雪氷	○ワイヤロープ式防護柵設置に係る施工について技術指導	89
資源保全・水利基盤	○バイオガスプラント運転シュミレーションプログラムについて技術指導	67
地域景観	○電線地中化における浅層埋設に関する技術指導	132
寒地機械技術等	○凍結防止剤の散布について技術指導	62
合計		816

2.2 北海道の開発の推進等の観点からの技術指導

2.2.1 現地講習会

(概要は第1節③ 2.2.1に同じ)

「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に関しては6箇所9テーマで実施した。詳細は付録-3.2に示す。

2.2.2 連携・協力協定に基づく活動

(第1節③ 2.2.2 に同じ)

3. 委員会参画の推進

(概要は第1節③ 3 に同じ)

令和3年度における「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に関する参画件数は313件であった。

グリーンインフラに関する各種集会や多自然川づくりに関する委員会等に委員として参画し、技術的助言や指導を行った。

さらに、防災地質チームは、北海道新幹線建設に関連する検討委員会に委員として参画し、掘削土対策に関する技術的指導および助言を行った。

4. 研修等への講師派遣

(概要は第1節③ 4 に同じ)

令和3年度に実施した講師派遣のうち「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に関して、計92件の研修等に講師を派遣した。

国土交通省、地方公共団体、大学等からの依頼を受け、多自然川づくりや河川の維持管理に関する適切な実施・評価を行うための講義を行った。

地域景観チームは、国土交通大学校の研修において、景観検討と評価手法に関する講義を行った。

また、寒地機械技術チームは、道内各地で除雪機械のオペレータを対象に除雪の安全施工に関する講習を行い、除雪機械の事故減少に貢献した。

5. 地域支援機能の強化、地域の技術力の向上

5.1 地方公共団体に対する技術支援の強化

(第1節③ 5.1 に同じ)

5.2 寒地技術推進室による技術相談対応

(概要は第1節③ 5.2 に同じ)

令和3年度の地方公共団体からの技術相談のうち「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資するテーマは67件であった。

例えば、道東地域の地方公共団体より、河畔林伐採後の再萌芽抑制処理と今後の対策に関する相談を受け、水環境保全チームより萌芽抑制技術とその配慮事項について助言を行った。

5.3 地方公共団体を対象とした講習会への講師派遣による技術力向上の支援

(第1節③ 5.3 に同じ)

表 - 1.3.3.3 講師派遣例

担当	講習会等名	対象者
道東支所	芽室町除排雪業務安全大会および除雪技術講習会	芽室町職員ほか
地域景観チーム	平取町道の駅整備検討研修会	平取町職員ほか

5.4 地域における産官学の交流連携

(概要は第1節③ 5.4 に同じ)

6. 技術的課題解決のための受託研究

(概要は第1節③ 6 に同じ)

令和3年度の「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資する受託研究は8件、約93.7百万円であった。詳細は付録 - 3.4 に示す。

④成果の普及

1. 研究成果の公表

1.1 技術基準の策定への貢献

(概要は第1節④ 1.1 に同じ)

令和3年度に公表された技術基準類等のうち、「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資する研究開発が寄与したものは、「プレキャストコンクリートへの再生粗骨材 M の有効利用に係わるガイドライン(案)」(土木研究所他 令和3年6月)、「ISO/TR20736(汚泥の熱操作関連技術に関する技術報告書)」(ISO (国際標準化機構) 令和3年7月)、「大川川における多自然川づくり-Q&A 形式で理解を深める-改訂版」(国土交通省水管理・国土保全局 令和4年3月)の計3件であった。詳細は付録-4.1 に示す。

1.2 技術報告書

(概要は第1節④ 1.2 に同じ)

令和3年度において発行した技術報告書のうち「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資するものの発行件数を表-1.3.4.1 に整理した。

表-1.3.4.1 令和3年度の発行件数

種別	数量
土木研究所資料	5
共同研究報告書	3
研究開発プログラム報告書	9
寒地土木研究所月報	13
合計	30

1.3. 学術的論文・会議等における成果公表と普及

(概要は第1節④ 1.3 に同じ)

令和3年度に公表した論文のうち、「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資するものを表-1.3.4.2 に示す。学術および土木技術の発展に大きく貢献した等による受賞件数は17件であり、表-1.3.4.3 に示す。

表-1.3.4.2 査読付き論文の件数および和文・英文の内訳

	査読付き論文	査読無し発表件数	合計
発表件数	62	168	230
うち、和文	46	160	206
うち、英文	16	8	24

表 - 1.3.4.3 受賞

受賞者			表彰名	業績 論文名	表彰機関	受賞日
iMaRRC	主任研究員	山崎 廉予	下水道協会誌 令和3年度 若手研究発表 賞	草木系バイオマスの 活用による下水汚泥 の脱水性向上とその 効果	(公社) 日本下水道協 会	令和3年 6月25日
自然共生研 究センター	交流研究員	川尻 啓太	応用生態工学 会第24回研究 発表会優秀口 頭発表賞	高水敷を掘削した後 の樹林の拡大速度	応用生態工学 会	令和3年 9月24日
iMaRRC	主任研究員	山崎 廉予	第58回下水道 研究発表会 英語ポスター 発表部門 最優秀賞	Microalgae culture using sewage resources under low light transmission conditions	(公社) 日本下水道協 会	令和3年 10月29日
舗装チーム	主任研究員 交流研究員 上席研究員	川上 篤史 掛札 さくら 藪 雅行 五十君 隆次	第34回日本道 路会議 優秀論文賞	再生アスファルト混 合物評価方法として のコンタプロ損失率 と圧裂強度比の関係	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月4日
舗装チーム	交流研究員 主任研究員 上席研究員 主任研究員	掛札 さくら 川上 篤史 藪 雅行 川島 陽子	第34回日本道 路会議奨励賞	FTIRによるアスファ ルトの劣化指標の算 出方法に関する一検 討	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月4日
舗装チーム	主任研究員	川上 篤史 ほか	第34回日本道 路会議 優秀論文賞	再生アスファルト混 合物の新たな評価方 法に関する研究	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月4日
舗装チーム	主任研究員	川上 篤史 ほか	第34回日本道 路会議 優秀論文賞	コンクリート床版橋 面舗装における高浸 透型防水材料および改 質グースの適用検討	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月4日
寒地交通 チーム	研究員 総括主任研 究員 上席研究員	四辻 裕文 平澤 匡介 畠山 乃 ほか	第34回日本道 路会議 優秀賞 ポスター論文	冬期道路安全診断支 援ツールの開発	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月4日
地域景観 チーム	研究員 主任研究員 上席研究員	岩田 圭佑 大部 裕次 松田 泰明	第34回日本道 路会議 優秀賞	利用実態調査に基づ く「道の駅」の駐車マ ス幅員に関する提案	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月5日

第1章 第3節 ④成果の普及

受賞者		表彰名	業績 論文名	表彰機関	受賞日	
地域景観 チーム	研究員 上席研究員 研究員 研究員	榎本 碧 松田 泰明 岩田 圭佑 増澤 諭香	第34回日本道路会議 優秀賞	寒冷地の街路樹を対象とした剪定強度の違いによる生育への影響評価	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月5日
寒地機械技術チーム	主任研究員 主任研究員 研究員	吉田 智 舟橋 誠 新保 貴広	第34回日本道路会議 優秀賞	冬期におけるラウンドアウトエプロン端部の可視化試験について	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月5日
寒地機械技術チーム	研究員 主任研究員 主任研究員	飯田 美喜 植野 英睦 吉田 智	第34回日本道路会議 優秀賞	路肩堆雪形状計測技術の検証について	(公社) 日本道路協会	令和3年 11月5日
水利基盤 チーム	主任研究員	石神 暁郎 ほか	農業農村工学会北海道支部 第20回支部賞	寒冷地の開水路における表面保護工法適用に際する一考察	(公社) 農業農村工学会北海道支部	令和3年 11月10日
水質チーム	主任研究員	北村 友一	土木学会第57回環境工学研究フォーラム 論文	ゼブラフィッシュの胚・仔魚期の生物応答と網羅的遺伝子発現解析による下水処理水の短期毒性評価	(公社) 土木学会 環境工学委員会	令和3年 11月16日
自然共生研究センター	専門研究員	東川 航	第9回清流の国ぎふづくり「自然共生」事例発表会	生息種が半減した河跡湖ビオトープ「トンボ天国」の環境改善に向けた生態研究	岐阜県自然共生工法研究会	令和3年 12月1日
寒地交通 チーム	総括主任研究員 上席研究員	平澤 匡介 畠山 乃 ほか	第41回交通工学研究発表会 安全の泉賞	ワイヤロープ式防護柵の性能向上に関する研究開発について	(一社) 交通工学研究会	令和3年 12月14日
寒地交通 チーム	主任研究員 研究員 研究員	大廣 智則 齊田 光 村上 健志 ほか	第16回冬期サービスとレジリエンスに関する世界大会 PIARC 賞	Development of Anti-icer Spreading Support Technology Based on Operator's Mental Workload Evaluation	PIARC (World Road Association)	令和4年 2月

2. アウトリーチ活動

2.1 講演会

(概要は第1節④ 2.1 に同じ)

令和3年度の講演会実績のうち、「持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に資する実績を表-1.3.4.4に示す。

表-1.3.4.4 講演会の来場者数(単位:人)

	令和3年度
土木研究所講演会	694 ※1
寒地土木研究所講演会	823 ※1
iMaRRC セミナー	163 ※2
計	1,680

※1:対面とWebのハイブリッド開催のため申込者数および来場者数を計上

※2:Web開催のため申込者数を計上

2.2 施設公開

(第1節④ 2.2 に同じ)

2.3 一般に向けた情報発信

(第1節④ 2.3 に同じ)

3. 積雪寒冷環境等に対応可能な土木技術等の普及

(第1節④ 3 に同じ)

4. 技術普及

(第1節④ 4 に同じ)

4.1 重点普及技術の選定

(概要は第1節④ 4.1 に同じ)

4.2 戦略的な普及活動

(第1節④ 4.2 に同じ)

4.2.1 土研新技術ショーケース

(第1節④ 4.2.1 に同じ)

4.2.2 土研新技術セミナー

(第1節④ 4.2.2 に同じ)

4.2.3 技術展示会等への出展

(第1節④ 4.2.3 に同じ)

4.2.4 地方整備局等との意見交換会

(第1節④ 4.2.4 に同じ)

コラム 「3次元の多自然川づくり」の成果普及

土木研究所自然共生研究センターでは、治水と環境に関する検討を並行して進めることができる「3次元の多自然川づくり支援ツール」を開発しており、平成31年度に地形編集が可能な「RiTER Xsec」、「RiTER 3D」、令和2年度に河川環境の簡易な評価が可能な「EvaTRiP Pro」などを開発し、誰もが利用できるように無償で公開しました。

「RiTER Xsec」、「RiTER 3D」は、3次元地形の編集機能を有し、河道の瀬淵や水辺など環境保全の上で大事な箇所を河道横断面図で、また立体的に見ながら改修河道の地形を検討できます。こうして設定した河道地形に対して水理計算が行え、設計対象とした流量が安全に流下するための治水の検討が行えます。同様に「EvaTRiP Pro」によって改修河道の生物生息場の評価が可能となりました(図-1)。このように治水と環境の両面で河道地形の検討を行うことで、河川環境に配慮しつつ、災害を防ぐ川づくりがより効率的に進められるようになりました。災害復旧事業は迅速な対応が求められ、限られた時間の中で進められます。そうした状況下において上記のツールによって3次元で地形を見ながら検討することは、河川の自然環境や人の利用についても治水との兼ね合いしっかりと考慮した多自然川づくりを行っていくうえで、非常に役立つと考えています。

令和3年度からは本ツールの普及に力を入れ、河川管理者、建設コンサルタント、大学の研究者などを対象に操作方法を習得するオンラインセミナーを3回開催した他、解説動画を公開しました(YouTubeにおいて関連動画8本(合計視聴回数 約5,000回))。

令和3年度、国土交通省より発出された事務連絡(「多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について」)(図-2)において、本ツールが河川環境評価を行う上での主たるツールとして取り上げられました。また、事務連絡とともに発出された「多自然川づくりの高度化を目指した河道の3次元設計ツール導入手引きの骨子案」の作成にも、土木研究所は大きく貢献しました。国土交通省では令和5年度までに小規模を除く全ての公共工事において、BIM/CIM原則適用の方針が示されているところであり、令和3年度から、4つの直轄河川でEvaTRiP Proを用いた「3次元の多自然川づくり」の試行が進められることとなりました。今後も本ツールの機能を拡充するとともに、講習会や解説動画を充実させることで幅広く普及させていきたいと考えています。

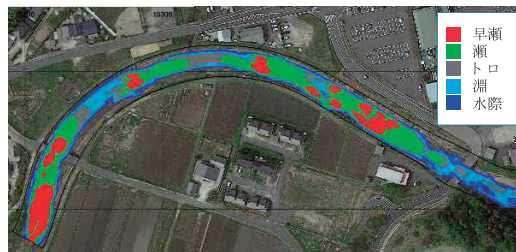


図-1 瀬淵評価機能の開発 (EvaTRiP Proの一機能) 3次元地形データによる生物生息場の評価が可能となりました。

事務連絡
令和4年3月18日

北海道開発局 建設部 河川計画課 課長補佐 殿
河川工事課 河川技術対策官 殿
東北・関東・中部・近畿・中国・九州地方整備局 河川部 河川環境課長 殿
北陸・西国地方整備局 河川部 河川計画課長 殿
各地方整備局 河川部 河川工事課長 殿

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 課長補佐
治水課 課長補佐

多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について(試行)

国土交通省では令和5年度までに小規模を除く全ての公共工事において、BIM/CIM原則適用の方針が示され、建設現場の生産性向上や働き方改革を促進するとともに、CIMを活用した多自然川づくりの高度化が求められています。

また、昨年、国立環境研究所土木研究所においては、BIMに資する三次元河川環境評価を可能とするツール「EvaTRiP Pro」が開発され、治水評価(平面二次元河床変動解析など)と組み合わせることで、3次元データを活用した治水と環境の評価を同時に行うことも可能となっています。

図-2 多自然川づくりの高度化を目指した河道の三次元設計の実施について(試行)の事務連絡

コラム ワイヤロープ式防護柵のコンクリート舗装への設置仕様開発

ワイヤロープ式防護柵は、車両衝突時に支柱が折れて、ワイヤロープの引張りで抵抗する防護柵です。道路管理者から、ワイヤロープ式防護柵のコンクリート舗装への設置要望を受けて、令和元年度から最適な仕様を確立するための研究開発を行っています。コンクリート舗装にスリーブ（支柱を支えるさや管）を施工する場合、削孔に時間を要し、施工費用も増大する課題がありました。そこで、既設橋梁用支柱（基部プレート式）とめねじタイプのアト施工アンカーを利用してコンクリート舗装に固定する方法を開発し、端末金具の固定を、金属拡底式アト施工アンカーによることとしました。しかし、大型車衝突試験の結果、対向車線へのはみ出し量である最大進入行程が0.853mを記録し、土工部標準仕様の結果0.350mよりも大きくなったため、令和3年度にロープ連結材を加え、再度、大型車衝突試験を行いました。ロープ連結材は、一方を最上段のワイヤロープに固定し、もう一方を最下段のワイヤロープの下を通した後に再び最上段のワイヤロープに固定するもので、支柱間の中央に取り付けます。大型車衝突時に前輪タイヤがロープを車体下に巻き込む動作を、ロープ連結材が抑えることによって、最大進入行程を小さくします。衝突試験の結果、最大進入行程は0.466mを記録し、38.7cmの低減となりました。土工部標準仕様と同等の性能を確保した結果、トンネルのような狭幅員箇所のコンクリート舗装でも設置可能となり、設置箇所拡大による安全性向上が期待されます。また、長さ20cm以下のアト施工アンカーで固定するので、2.6mの端末杭、70cmの中間支柱のスリーブが不要になり、施工費を削減します。これらの設置仕様は、寒地土木研究所が発行している「ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン（案）」の改訂に反映する予定です。

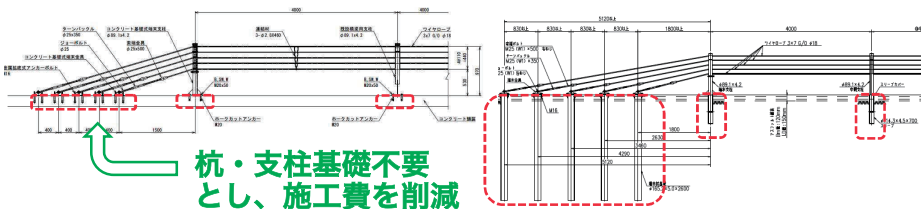


図-1 コンクリート舗装仕様（左）と土工部標準仕様（右）

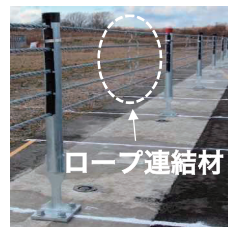


写真-1 Co舗装仕様
(端末杭なし、スリーブなし、連結材あり)

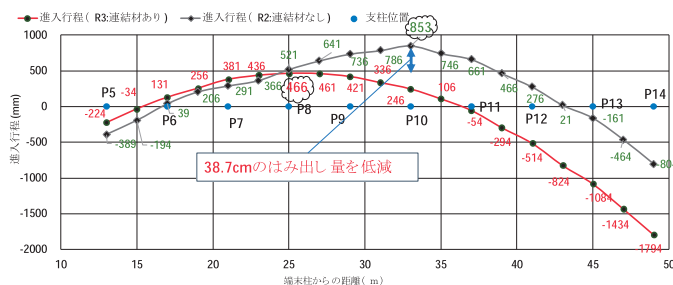


図-2 コンクリート舗装仕様における進入行程
(ロープ連結材によるはみ出し量の低減)

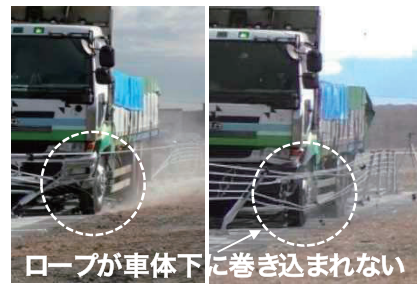


写真-2 大型車衝突時の状況
(左：ロープ連結材なし、右：ロープ連結材あり)

コラム 景観検討における BIM/CIM の活用への貢献

(1) 景観検討における BIM/CIM の活用の背景・目的

公共事業において、より良いインフラをつくるためには景観面からの検討（景観検討）が必要となりますが、事前に入念な景観検討の実施が企図された事業などを除くと、一般的な事業においては景観検討が十分に行われていると言える状況にはありません。景観検討のための時間やコストが十分でないこともその一因とされていますが、一方で、事業の説明用に完成予想図としてパース図や簡易なフォトモンタージュなどを作成する事例はあり、これらを工夫することにより最低限の景観検討は可能と考えられます。また、直轄事業を中心に設計における3次元データ（BIM/CIM）の導入が進んでおり、その活用により景観検討もより簡易に実施できる状況になっています。そこで地域景観チームでは、景観検討の実施を現場レベルで広く実現し、その運用を可能とすることを目的とし、行政等における実務の現状をふまえた上で、現状の設計検討においても多少の工夫で実施可能な景観検討として、フォトモンタージュや BIM/CIM などを活用した景観検討の有効性に関する研究を進めてきました。

(2) 景観検討における BIM/CIM の活用に関する技術資料の作成・公表

景観検討における BIM/CIM の活用の有効性について、BIM/CIM モデルを用いた景観検討のケーススタディを通じて検討・検証を行いました。その結果、通常的设计で用いられる現状の BIM/CIM モデルでは、樹木や構造物の素材感の再現に難があり詳細なレベルの検討には不向きであるものの、切盛土や構造物のボリュームなど景観への影響の大小は把握でき、それらの景観的配慮の要不要やその効果の判断に効果的であることなどを明らかにしました（図-1）。これらの知見をもとに、望ましい BIM/CIM の景観検討への活用方法として、検討初期段階における BIM/CIM 活用の有効性、例えば橋梁事業の橋梁形式選定や土工による地形改変の影響検証などに際して特に有効となることを提案しました。このことは、令和2年度の国土交通省の BIM/CIM 活用ガイドライン改定時に反映されました。また、知見をとりまとめた技術資料「景観検討にどう取り組むかー景観予測・評価の手順と手法ー【II. BIM/CIM 編】」を令和3年度に公表し（図-2）、現場での実務支援に寄与することが期待されます。



図-1 BIM/CIM を活用した景観検討事例

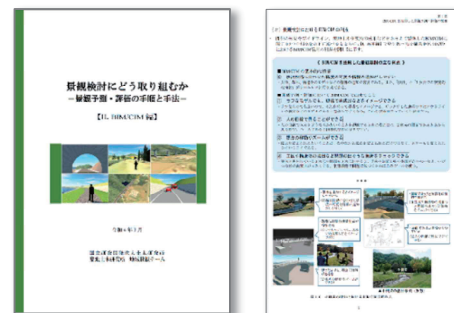


図-2 BIM/CIM 編 (R4 年 3 月公表)
<https://scenic.ceri.go.jp/manual.htm>

⑤土木技術を活かした国際貢献

1. 国際標準化への取り組み

(概要は第1節⑤ 1前半に同じ)

TC147においては、用語、物理的・化学的・生物学的方法、放射能測定、微生物学的方法、生物学的方法およびサンプリング等に関する基準策定を検討している。TC190においては、地盤環境分野における地盤品質の標準化を検討している。TC275においては、汚染汚泥の回収、リサイクル、処理および処分について国内審議委員会の委員長として、モニタリング、査読・修正の他に国内委員や関係者との調整を行っている。TC282においては、水の再利用について国内の対処方針案の検討・作成等に技術的助言を行うとともに、ワーキンググループの座長として、各国意見の調整、日本提案の規格開発の審議支援を行っている。令和3年度の活動実績を表-1.3.5.1に示す。詳細は付録-5.1に示す。

表-1.3.5.1 国際標準の策定に関する活動実績

番号	年度	委員会名等	コード	担当チーム等
1	令和3年	ISO 対応特別委員会	—	iMaRRC
2	令和3年	水質	ISO/TC147	水質チーム
3	令和3年	地盤環境	ISO/TC190	防災地質チーム
4	令和3年	下水汚泥の回収、リサイクル、処理 及び処分	ISO/TC275	iMaRRC
5	令和3年	水の再利用	ISO/TC282	水質チーム

2. JICA 等からの要請による技術指導及び人材育成

2.1 海外への技術者派遣

(第1節⑤2.1に同じ)

2.2 外国人研修生の受入

JICA からの要請により、4ヶ国から4名の研修生に対し、「社会基盤整備における事業管理」の遠隔研修を実施し、世界各国の社会資本整備・管理を担う人材育成に貢献した。令和3年度の受入実績を表-1.3.5.2に示す。詳細は付録-5.2に示す。

表 - 1.3.5.2 地域別外国人研修生受入実績

地域	人数	国数
アジア	1	1
アフリカ	2	2
ヨーロッパ	0	0
中南米	0	0
中東	0	0
オセアニア	1	1
北米	0	0
合計	4	4

3. 研究開発成果の国際展開

3.1 国際的機関の常任・運営メンバーとしての活動

(第1節⑤ 3.1に同じ)

表 - 1.3.5.3 国際的機関、国際会議に関する委員

機関名	委員会名	役職	活動状況
国際原子力機関 (IAEA)	RCA/RAS7031「海面上昇及び気候変動に対する沿岸部の地形及び生態系の脆弱性評価」ワークショップ・プロジェクト進捗確認会議：国内プロジェクト代表	寒地水圏研究グループ 主任研究員	令和3年11月にオンラインで開催されたIAEAの地域協力協定(RCA)、RAS7031のワークショップ及び令和3年プロジェクト進捗確認会議に出席し、国内プロジェクトの活動状況、今後の活動方針について報告した。また、各国からも国内プロジェクトの進捗・課題が報告され、コロナ禍により当初計画の変更と今後の方針について議論がなされた。
外務省	RCA 国内対応委員会：委員	寒地水圏研究グループ 主任研究員	RCA (IAEAの地域協力協定) 国内対応委員会の委員として、令和3年度第1回(令和3年8月30日)及び第4回(令和4年3月9日)国内対応委員会に出席(オンライン)し、RAS7031の活動状況について報告した。
米国運輸研究会議 (TRB)	AKD80 Roundabouts and other Intersection Design and Control Strategies (ラウンドアバウト・他交差点設計及び制御委員会) : Member (委員)	寒地道路研究グループ 主任研究員	本委員会の活動に関する照会に対し、メール送信により対応した。また、第101回TRB年次総会への投稿論文の査読を行った。

機関名	委員会名	役職	活動状況
米国運輸研究会 議 (TRB)	AKR50 Road Weather (道路気象委員 会) : Member (委員)	寒地道路研究グループ 主任研究員	令和3年7月並びに令和4年1 月にオンラインで開催された AKR50 委員会に出席し、委員会 審議に参画した。また、第101 回 TRB 年次総会への投稿論文の 査読を行った。
米国運輸研究会 議 (TRB)	AED20(3) Travel Time Speed and Reliability (旅 行時間・速度・信頼 性小委員会) : Member (委員)	寒地道路研究グループ 主任研究員	第101回 TRB 年次総会への投稿 論文の査読を行った。
世界道路協会 (PIARC)	TC3.2「冬期サービ ス委員会」 : 委員	寒地道路研究グループ グループ長	令和3年9月と令和4年2月に オンラインで開催された TC3.2 委員会に出席し、国際冬期道路 会議や各ワーキンググループ の活動等について議論に参加 した。
国際かんがい排 水委員会 (ICID)	SDRG-WG(持続的な 排水部会) : 委員	寒地農業基盤研究 グループ 主任研究員	令和3年11月にモロッコで開 催された LDRG-WG (土地の排水 部会) のオンラインミーティン グにおいて、部会の活動等に関 する議論に参加した。

3.2 国際会議等での成果公表

(第1節⑤ 3.2 に同じ)

コラム JICA オンライン研修を通じた「道の駅」モデルの海外展開への貢献

(1) 中米・カリブ諸国を対象とした「道の駅」による道路沿線地域開発研修

「道の駅」は、道路インフラを生かした地域開発のモデルとして海外でも高く評価されている一方、計画・設計やマネジメントの技術が十分に知られていません。地域景観チームは、国内で唯一継続的に「道の駅」の研究と現場支援に取り組んでおり、この知見を基に国際協力機構（JICA）と連携し、「道の駅」モデルを導入する国や地域の実情にあわせた技術支援を行っています。平成29年からは、JICA 北海道の「中米統合機構加盟国向け 道の駅による道路沿線地域開発研修」のコースリーダーと主任講師を務めています。

令和3年度の研修は、コロナ禍によりオンライン方式となり、9月3日～10月7日の約1か月間実施され、5か国から中央省庁や自治体職員など12名が参加しました。

一方、令和2年度からオンライン方式となったことから、国内「道の駅」の現地視察が行えないため、道内の「道の駅」や6次産業化の事例を紹介する7本の映像教材をJICAと共同制作し、令和3年度に改定したスペイン語版の「道の駅ハンドブック」と併せて活用しました。これらの教材は、以下の(2)で示すJICAの他の研修コースをはじめ、在外のJICA事務所や現地政府関係者にも広く活用されています。

これまでの技術協力により、令和4年3月現在エルサルバドルとホンジュラス、ニカラグアの3カ国で計4駅の「Michi-no-Eki」が開設され、さらに4カ国で計8駅の計画が進められています。以上の取り組みは、効果的な研修モデルとしてJICAからも高く評価されました。



写真-1 研修の様子
現地派遣の日本人専門家等も聴講し意見交換に参加



写真-2 作成した映像教材と西語版ハンドブック
研修教材のみならず、現地の関係者も活用



写真-3 ニカラグア・オコタル市のMichi-no-Eki観光市場を改修して令和4年1月に道の駅モデルを導入

(2) 新たに南米諸国への技術協力に対応

JICA つくばセンターにて実施する課題別研修「地域振興にむけた地域ブランディング（中南米向け）」コース（12カ国対象）が中南米諸国での地域振興に関わる人材育成を目的に令和3年度から実施され、このうち「道の駅」に関わるオンライン講義（9月29日）にて講師を務めました。また、パラグアイ政府からの要請による在パラグアイ JICA 事務所開催の「道の駅セミナー」（10月12日）にて、基調講演を行いました。このように、コロナ禍でも海外で「Michi-no-Eki」モデル導入に向けた技術支援のニーズが高まる中、「道の駅」第3ステージで掲げられている「道の駅」の海外展開に貢献しました。

⑥他の研究機関等との連携等

1. 共同研究の実施

(第1節⑥ 1に同じ)

表 - 1.3.6.1 共同研究参加者数および協定数

年度	新規	継続	合計
共同研究参加者数(者)	24	13	37
共同研究協定数(件)	13	11	24

表 - 1.3.6.2 共同研究機関種別参加者数

	民間企業	財団・ 社団法人	大学	地方公共 団体	独立行政 法人	その他
参加者数 (者)	23	3	8	0	2	1

2. 国内他機関との連携協力・国内研究者との交流

(第1節⑥ 2に同じ)

2.1 国内他機関との連携協力

(第1節⑥ 2.1に同じ)

2.2 交流研究員の受け入れ

(第1節⑥ 2.2に同じ)

表 - 1.3.6.3 交流研究員受け入れ人数の業種別内訳

業種別 (単位)	コンサル タント	建設業	製造業	公益法人・ 団体	自治体	その他	合計
受け入れ 人数(人)	6	0	3	0	0	0	9

3. 海外機関との連携協力・海外研究者との交流

3.1 海外機関との連携協力

(第1節⑥ 3.1に同じ)

3.2 海外研究者との交流

(第1節⑥ 3.2に同じ)

4. 競争的研究資金等外部資金の獲得

(第1節⑥ 4に同じ)

4.1 競争的研究資金の獲得支援体制

(第1節⑥ 4.1に同じ)

4.2 競争的研究資金の獲得実績

(第1節⑥ 4.2に同じ)

表 - 1.3.6.4 競争的研究資金等獲得件数

	令和3年度
獲得件数	22
うち、新規課題	6
うち、継続課題	16

表 - 1.3.6.5 令和3年度競争的研究資金等獲得実績 (単位は千円)

配分機関区分	継続				新規			
	件数	研究代表者 研究費 (千円)	件数	研究分担者 研究費 (千円)	件数	研究代表者 研究費 (千円)	件数	研究分担者 研究費 (千円)
文部科学省	0	0	0	0	0	0	0	0
国土交通省	0	0	1	250	0	0	1	4,863
農林水産省	0	0	0	0	0	0	0	0
内閣府	0	0	0	0	0	0	0	0
公益法人	1	1,000	0	0	1	1,000	0	0
独立行政法人・大学法人	3	1,690	11	29,843			4	4,719
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
計	4	2,690	12	30,093	1	1,000	5	9,582

* 新規件数は令和3年度開始。継続件数は令和3年度以前に開始し複数年度の研究期間の件数。

研究代表者・研究分担者は獲得した土木研究所職員の役割

4.3 研究資金の不正使用防止の取組

(第1節⑥ 4.3に同じ)