

農業農村整備のための実用新技術成果選集 (2025年)

令和7年6月



農村工学研究部門

はじめに

食料・農業・農村を取り巻く環境は、国際情勢の不安定化や異常気象の頻発化、農業従事者の減少・高齢化などの影響により大きく変化しており、持続的な食料システムを確立することの重要性が一層高まっています。このような中、昨年度には食料・農業・農村基本法が改正され、同改正法に基づく初の食料・農業・農村基本計画が本年4月に閣議決定されました。今後は同法の理念の実現に向けて、同計画に基づき各種の関係施策が推進されていくと存じます。

当方、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構は、令和3年4月に第5期中長期計画をスタートさせ、今年度は計画期間（令和3～7年度）の最終年度を迎え、既に次期中長期計画の策定に向けた議論も進めているところです。

今期計画では、我が国の農業・食品産業における Society5.0 の深化と浸透により、目指すべき姿、すなわち「食料の自給力向上と安全保障」、「農業・食品産業の競争力強化と輸出の拡大」、「生産性の向上と環境保全の両立」の実現を進め、持続的な農業の確立、地方創生、ひいては SDGs の達成に貢献する、としています。

わたしたちも農村工学研究部門は、上記の計画課題に沿って掲げる目標、

- ◆ 農業インフラ情報のデジタルプラットフォームの構築
- ◆ データ駆動型ライフサイクル技術による農業インフラの高性能・低コスト化
- ◆ 水利システムのリアルタイム制御による洪水・渇水被害の防止
- ◆ 地産地消型エネルギーシステムによる地域経済社会の強靱化

を軸としつつ、長年にわたり取り組み、蓄積してきた技術、知見を存分に活かしながら、食料・農業・農村における諸問題、現場からの様々な要請に対処、お応えできるよう、更なる研究開発、成果の社会実装に取り組んでまいります。

本冊子は、昨年度までにまとめられた普及成果や今後実用化が期待される研究成果について、テーマ別に1ページの概要版でご紹介するものです。また、当機構ホームページや随時開催する講習会などでも当部門の研究情報を随時提供しておりますので、併せて幅広くご活用いただければ幸いです。

令和7年6月

農研機構 農村工学研究部門 技術移転部長

笥 直樹 KAKEI Naoki



農研機構ホームページ「農業農村整備のための実用新技術成果選集」

<https://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/jituyo/>



農業農村整備のための実用新技術成果選集(2025年) 目次

I. 「生産基盤の強化による農業の成長産業化」に資する実用新技術

1. 担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

1)	Google マイマップを用いた水利施設 GIS 構築手法マニュアル.....	2	(空間情報)
2)	小型 UAV 空撮・三次元形状復元技術を用いた農地の現況地形の把握手法.....	3	(空間情報)
3)	ほ場間移動に対応したロボット農機用のスマート農場の設計支援ツール.....	4	(空間情報)
4)	Sentinel-2 衛星データ等を用いた水田の排水性の広域評価手法.....	5	(空間情報)
5)	圃場整備前後におけるドローンセンシングの活用.....	6	(空間情報)
6)	従来 1/10 以下の作図時間で直感的に操作できるほ場の 3 次元モデル自動生成ソフトウェア.....	7	(空間情報)
NEW【普及】	7) ドローン等を活用して農地基盤をモニタリングするためのマニュアル.....	8	(空間情報)
8)	携帯情報端末による遠隔・自動制御が可能な圃場水管理システム.....	9	(農地整備)
9)	圃場水管理システムを用いた普通期における必要水量の算出法.....	10	(農地整備)
10)	農業農村整備におけるデータ活用を促進する農地基盤デジタルプラットフォーム.....	11	(農地整備)
11)	暗渠排水のライフサイクルコストを削減する 3 次元位置情報の取得・活用技術.....	12	(農地整備)
12)	ゴミが詰まりやすい開水路に適用可能な袋体を用いた水田の ICT 水管理機器.....	13	(農地整備)
13)	家畜ふん炭に含まれる肥料成分の濃度と溶出性を調整するための畜種と炭化温度の選定.....	14	(農地整備)
NEW【普及】	14) 深水管理による省力的な有機水稲栽培管理マニュアル.....	15	(農地整備)
NEW【普及】	15) 水田への灌漑時における水位上昇速度の変化を利用した田面不陸高さの推定法.....	16	(農地整備)
NEW【普及】	16) ラジコン式草刈機による除草が可能な「三角畦畔」.....	17	(農地整備)

2. 高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

1)	Sentinel-2 衛星データを用いた水田の取水開始時期の把握手法マニュアル.....	20	(空間情報)
2)	生産者が使える簡単・迅速でリーズナブルな排水改良技術のラインナップ.....	21	(農地整備)
3)	石礫圃場でも利用できる低コストな暗渠整備技術.....	22	(農地整備)
4)	鎮圧により漏水対策を実施した乾田直播栽培水田からの栄養塩負荷削減効果.....	23	(施設保全)
5)	フェンロー型温室における室内気温分布の推定.....	24	(地域資源利用・管理)
6)	農業用ハウスにおける床面のコンクリート化により温熱環境の変動を緩和.....	25	(地域資源利用・管理)
7)	パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響.....	26	(地域資源利用・管理)
8)	厳寒期でも安定した温室暖房が可能な地下水熱源ヒートポンプ.....	27	(地域資源利用・管理)
9)	農業用被覆資材の熱貫流係数を簡易的に推定する手法を開発.....	28	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	10) ヒートポンプシステムによる農業用水路の流水熱の安定的かつ効率的な供給技術.....	29	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	11) 集中型バイオガスプラントの消化液の畑作利用の効果とその阻害要因.....	30	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	12) 流水熱源ヒートポンプを冬春いちご栽培の暖房として導入した際の経済性評価.....	31	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	13) 通気性のある農業用被覆資材の保温性能評価手法.....	32	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	14) 施設園芸の脱炭素化に資するネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス(ZEG)の要件定義.....	33	(地域資源利用・管理)

II. 「多様な人が住み続けられる農村の振興」に資する実用新技術

1. 所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

NEW【普及】	1) ペレット鶏ふん炭は黒ボク土での栽培でリン酸代替肥料として有効	36	(農地整備)
	2) 水路の魚の棲みやすさを評価するプログラム	37	(施設保全)
	3) ラドン濃度などの水質測定と水温の連続観測による河川への地下水流出現象の調査方法	38	(流域管理)
	4) モバイル GIS を用いた農地一筆調査支援システム	39	(地域資源利用・管理)
	5) 営農活動のための経済・環境影響評価ツール	40	(地域資源利用・管理)
	6) 流水中に高い熱交換特性が得られるシート状熱交換器	41	(地域資源利用・管理)
	7) 畑地におけるメタン発酵消化液の肥料効果と環境影響	42	(地域資源利用・管理)
	8) 農村地域における生ごみのメタン発酵基質としての特性	43	(地域資源利用・管理)
	9) 集排汚泥と食品廃棄物のメタン発酵における安定発酵条件の解明、消化液の肥料特性評価	44	(地域資源利用・管理)
	10) メタン発酵消化液を土中に安定的に施用でき低コストで導入できるスラリーインジェクター	45	(地域資源利用・管理)
	11) 流水の流速と水温の変化が暖房時のヒートポンプシステムの熱交換特性に与える影響	46	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	12) メタン発酵原料が消化液の肥料成分組成に与える影響	47	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	13) 集排汚泥と食品廃棄物の混合メタン発酵における豆腐製造副産物(おから)の混合可能条件	48	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	14) 農業集落排水汚泥の処理の現状と汚泥肥料の特性	49	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	15) 論文データベース分析から明らかにする国内外の営農型太陽光発電の研究開発動向	50	(地域資源利用・管理)

III. 「農業・農村の強靱化」に資する実用新技術

1. 頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

	1) 降雨特性を踏まえたため池の洪水調節効果の評価手法	52	(地域防災)
	2) ハザードマップ作成のためのため池浸水想定区域算定マニュアル(案)	53	(地域防災)
	3) ため池の事前放流を支援する「ため池水位管理情報システム」	54	(地域防災)
	4) 地すべり土塊の地震時移動量の簡便な算定手法	55	(地域防災)
NEW【普及】	5) ため池への土石流流入時の堤体作用荷重の算定手法	56	(地域防災)
NEW【普及】	6) 流域治水でのため池の活用に向けたため池洪水調節機能強化マニュアル(案)	57	(地域防災)
NEW【研究】	7) 砂と打設丸太による複合地盤の強度と変形の特徴	58	(地域防災)
	8) ため池の耐震診断ソフト「SIP-NewD」	59	(施設整備)
	9) 全国で適用可能なため池ベントナイトシート工法設計・施工マニュアル	60	(施設整備)
	10) 農業用ダムの事前放流による洪水調節効果の簡易推定手法	61	(流域管理)
	11) 様々な形状の田んぼダム器具が発揮するピークカット機能	62	(流域管理)
	12) 浸水域のリアルタイム推定に向けた水位データベースの簡易構築手法	63	(流域管理)
NEW【研究】	13) 洪水吐ゲートを有する農業用ダムの事前放流による洪水調節機能の評価手法	64	(流域管理)
	14) 排水機場や排水路の水位をリアルタイムで予測するプログラム	65	(水利制御)
	15) 物理モデルによる仮想データを深層学習に用いる、排水機場調整池の高精度水位予測手法	66	(水利制御)
	16) 低平地小河川におけるゲート操作を支援する水位予測の適用	67	(水利制御)

2. ICT などの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保安全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

	1) ため池データを共有化「ため池デジタルプラットフォーム」.....	70 (施設整備)
NEW【研究】	2) ため池の改修および制約条件に応じた最適な補強工法の選定フロー.....	71 (施設整備)
	3) 摩耗作用が激しい水利施設に適用可能な新たな促進摩耗試験「回転式水中摩耗試験」.....	72 (施設保全)
	4) 軽量の炭素繊維を用いた水路トンネルの覆工コンクリートの補強工法.....	73 (施設保全)
	5) 農業用パイプのスラスト力に対する固結工法を用いた耐震対策技術.....	74 (施設保全)
	6) 漏水探査カプセルによる農業用パイプラインの漏水位置特定技術.....	75 (施設保全)
	7) 頭首工エプロンに使用する土木材料の耐衝撃性を評価する鋼球落下式衝撃摩耗試験.....	76 (施設保全)
	8) 建設材料の耐摩耗性を相対評価できるサンドブラスト装置.....	77 (施設保全)
	9) 水路の摩耗調査を省力化する型取りゲージ画像の解析プログラム.....	78 (施設保全)
NEW【普及】	10) 潤滑油中の金属摩耗粒子に着目したポンプ設備の劣化兆候の早期診断技術.....	79 (施設保全)
NEW【研究】	11) 落差工における落水騒音の予測方法.....	80 (施設保全)
NEW【研究】	12) デジタル画像からコンクリート開水路の摩耗状況を予測する AI モデル.....	81 (施設保全)
	13) 沿岸域の地下水位時系列観測データの分析による帯水層の透水係数推定手法.....	82 (流域管理)
	14) 地下水位の潮汐応答分析による沿岸域の地下ダムの機能監視手法.....	83 (流域管理)
NEW【普及】	15) 水稲生産地域における気候変動の複合的な影響を考慮した用水需給バランスの評価手法.....	84 (流域管理)
	16) ICT を活用した圃場-水利施設連携型の配水管理制御システム.....	85 (水利制御)
	17) 3D カメラと画像解析を用いた水門開度および水位の遠隔監視システム.....	86 (水利制御)
NEW【研究】	18) ベイズ推定の代替手法を導入した不確実性を可視化できる AI 水位予測モデル.....	87 (水利制御)
	19) 中山間地域にある水利施設のための遠隔監視システムがもたらす労力削減効果.....	88 (地域資源利用・管理)

- 目次は、土地改良長期計画(令和3年3月閣議決定)の政策課題に基づいて構成している。
- **NEW** とは、令和6年度新規の成果情報であり、次の2つに分類している。

【普及】とは、「普及成果情報」を意味し、行政・普及機関、公立試験研究機関、生産者、民間企業にとって直接的に利用可能で、普及が大いに期待できる成果をいう。

【研究】とは、行政・普及機関、公立試験研究機関、生産者、民間企業にとって直接的に利用可能なものではないが、その内容が非常に有用な基礎・基盤情報になりうる成果、又は改良することにより普及が見込まれる有用な成果をいう。

- 各成果情報名の末尾に付したカッコ書きは、担当研究グループ名の略称を示す。
なお、文字色については、各研究グループが所属する研究領域毎に色分けしている。

農地基盤情報研究領域	空間情報グループ、農地整備グループ、地域防災グループ
施設工学研究領域	施設整備グループ、施設保全グループ
水利工学研究領域	流域管理グループ、水利制御グループ
資源利用研究領域	地域資源利用・管理グループ

担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

I. 「生産基盤の強化による農業の成長産業化」 に資する実用新技術

1. 担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の 推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の 強化のための技術

Googleマイマップを用いた水利施設GIS構築手法マニュアル

研究のポイント

- 手軽に利用できるWebアプリ「Googleマイマップ」(Google社)に着目し、土地改良区や地方自治体等の職員がそれを利用して農業水利施設の管理の効率化を図れるように、「Googleマイマップを用いた水利施設GIS構築手法マニュアル」を作成し、インターネットで公開しました。

手法の概要

- GoogleアカウントでログインしてGoogleマイマップを利用すれば、Googleマップ(Google社)に掲載されている航空写真の上に独自のマップ(空間データ)が作成できます。そのマップは、クラウド上に保存され、モバイル端末で利用したり、関係者間で共有したりできます。この仕組みを利用して水利施設GISを構築し(図1)、施設管理や点検で活用します。
- モバイル端末のGoogleマップに水利施設マップを表示すれば(図2の右)、現在地を確認しながら施設に向かったり、施設情報や被災・補修記録を確認したり、水路の劣化地点を記録したりできます。
- 生きもの調査マップや多面的機能支払活動記録マップなど様々な適用が考えられます。

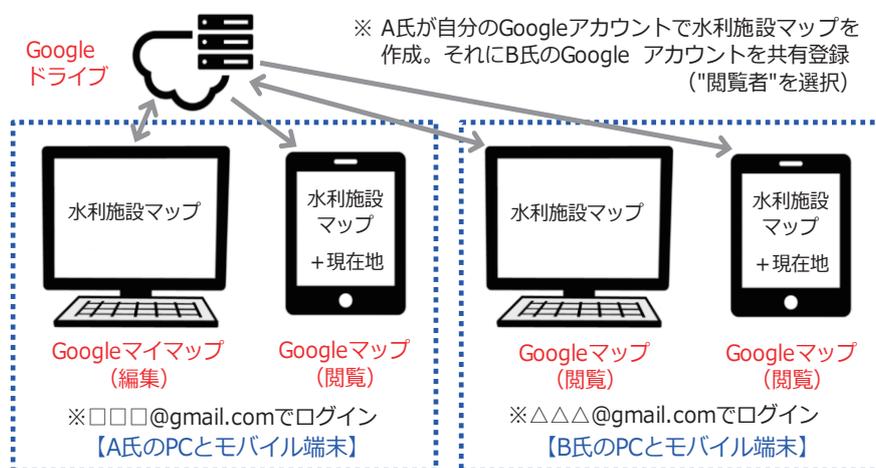


図1 水利施設GISの全体像

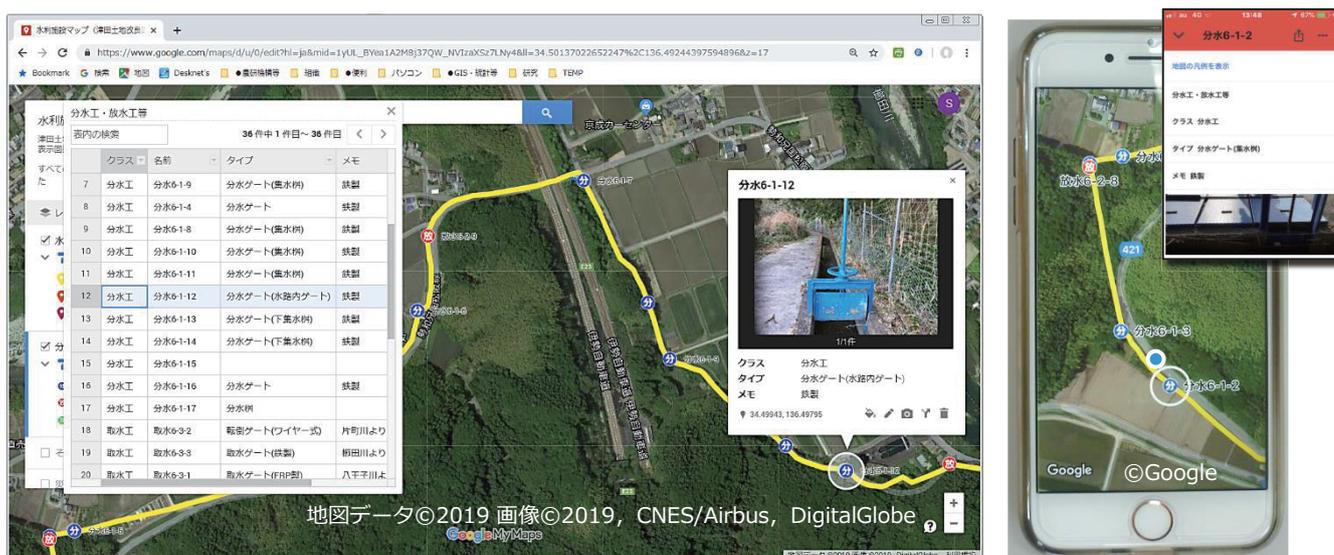


図2 PCのGoogleマイマップ(左)やスマートフォンのGoogleマップ(右)に表示した水利施設マップ

小型UAV空撮・三次元形状復元技術を用いた農地の現況地形の把握手法

研究のポイント

- 小型UAV(ドローン)による空撮画像を用いて三次元形状復元技術(SfM-MVS)により農地の三次元モデルを生成すれば、三次元モデルから得られる数値表面モデル(DSM)を用いたGISによる地形解析により畦畔法面の勾配など、農地の現況地形を高精度に把握できる。

研究の背景

- 地形などの農地の立地条件が多様な地域において、基盤整備などを通じて耕作・管理の省力・効率化を図っていくためには、現況の農地の特徴(現況地形等)を精緻に把握し、今後の管理や整備に生かしていく必要がある。
- 地形等の把握には、近年、普及が進んでいる小型UAVによる空撮及び空撮画像を用いた三次元形状復元技術が有効である。

手法の概要

- 小型UAVによる空撮により得られた空撮画像を用いて、三次元形状復元技術(SfM-MVS: Structure from Motion, Multi-View Stereo)により農地の三次元モデルを生成する(Agisoft社のPhotoScan Professional Editionを使用)(図1)。
- 三次元モデルから得られた数値表面モデル(DSM: Digital Surface Model)を用いて、GIS(ESRI社のArcGIS 3D Analystを使用)により空撮画像の3D表示や地形解析による勾配分布図の作成を行う。その勾配分布図を用いると、畦畔法面の平均勾配の他、岩石の露出や石積み起因した畦畔法面の局所的な急勾配部分等が把握できる(図2)。



図1 小型UAV空撮から三次元モデル生成までの流れ

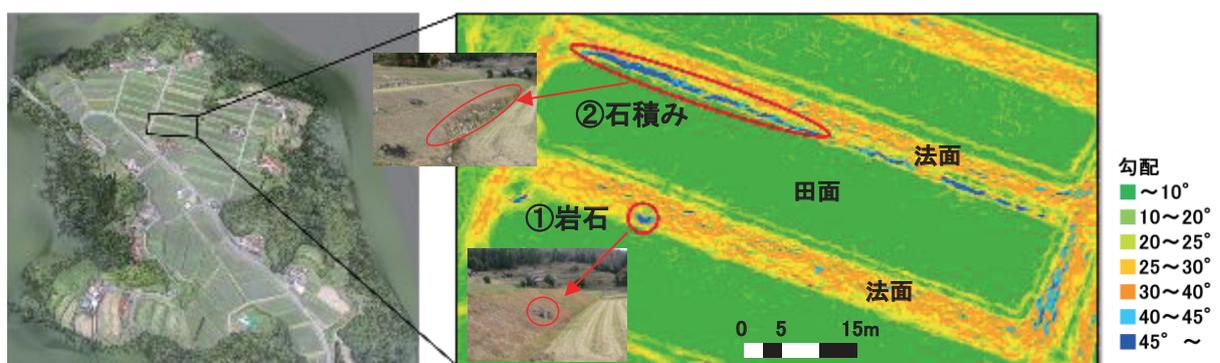


図2 空撮画像(3D表示:左側)と勾配分布図(右側)

ほ場間移動に対応したロボット農機用の スマート農場の設計支援ツール

研究のポイント

- ロボット農機が安全に作業できる農場を構築するため、実際の農場を再現したサイバー空間上で、ほ場間移動に支障のある走行路の箇所を自動検出し、ロボット農機が無人走行する際に必要なデジタルマップを自動生成するツールを開発しました。ユーザーは利用するロボット農機に応じて安全な走行路の設計とマップを簡便に作成することができます。

ツールの概要

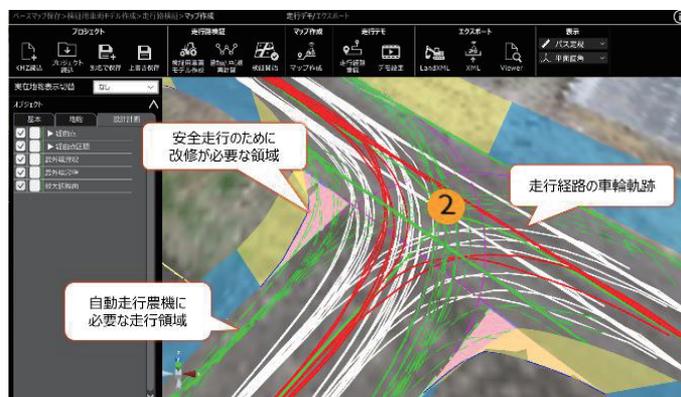
- 本ツールには、走行シミュレーションによって走行路の支障箇所を自動的に検出する機能と、デジタルマップを自動的に生成する機能を有しています。
- サイバー空間上に高精度3次元メッシュデータを読み込み、走行路エリアの境界線などを作成します。これらの情報からロボット農機の走行に必要な情報（走行路中心線や交差点）を自動的に得ることができます（図1）。
- 次に、ユーザーは利用したい自動走行農機、装着する作業機を選択します。これらの農機を対象に、サイバー空間上で走行シミュレーションを実施します。その際に、コンピューターによって走行路の支障箇所を自動的に抽出し、その箇所を画面上で詳しく確認することができます（図2）。
- また、ロボット農機が無人でほ場間移動する際に、高解像度デジタルマップ（FarmMap）を利用しますが、本ツールでは、同デジタルマップを出力することも可能です。FarmMapは、農地環境特有の走行環境を考慮して、車両が安全に走行するための地図情報を有しています。また、特定の車両やメーカーに限定されないよう共通仕様を指向しています。



図1 高精度3次元メッシュデータと図化情報



(a) 自動走行農機の走行シミュレーション



(b) 走行路の軌跡や支障箇所の可視化
図2 スマート農場の設計支援ツール

Sentinel-2 衛星データ等を用いた 水田の排水性の広域評価手法

研究のポイント

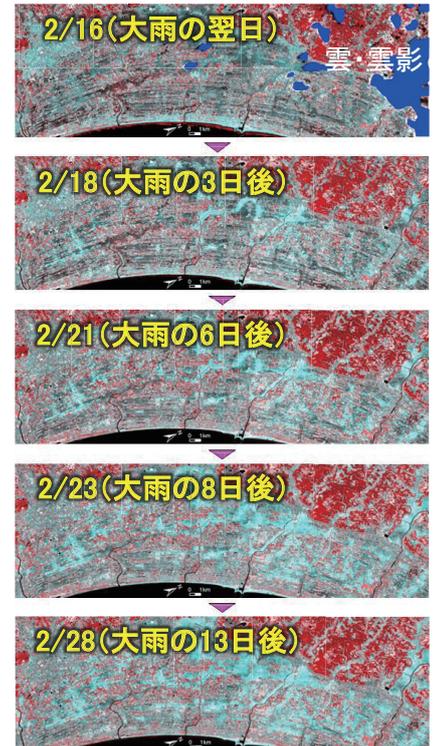
- 排水性の悪い圃場ほど大雨後に田面が乾きにくいことに着目し、大雨後の晴天日（標準的には2～3月、大雨の5～6日後）に観測されたSentinel-2衛星データ（無償）と圃場区画データ（農林水産省の筆ポリゴン；無償）を用いて水田の排水性の良否を圃場毎に判定する手法を開発しました。

研究の背景

- 圃場整備を行う際、暗渠施工の必要性を判断するために検土杖等を用いて土壌調査が行われていますが、そのようなピンポイントの調査では排水性の良否を面的に判定するのは難しいです。

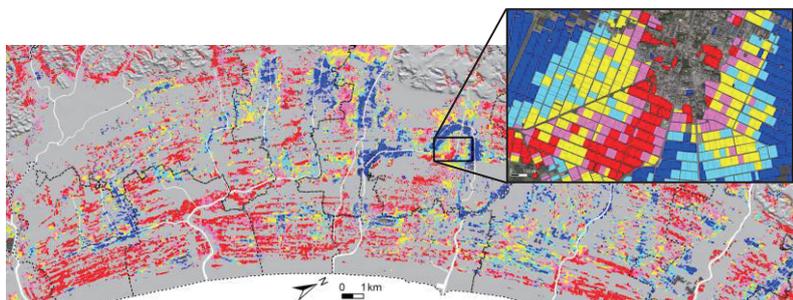
評価手法の概要

- 本手法は、大雨後の晴天日にタイミング良くSentinel-2衛星の観測が行われていた場合に適用できます。Sentinel-2衛星は、5日毎（観測コースの重複エリアでは平均3日毎）に地表面での太陽光の反射を波長帯別（13バンド）に観測しています。その近赤外バンド（Band 8）と短波長赤外バンド（Band 12）の値を利用します。図1は、それらを用いてカラー合成した大雨後の衛星画像です。
- 稲収穫後かつ耕起の行われた裸地状態の圃場を対象とします。まず、近赤外バンドの区画平均（B08；圃場区画データを利用して算出）を用い、B08がある閾値以上の圃場を非対象（田面に稲株・藁が残っている未耕起状態の圃場、秋まき麦が作付けられた圃場、雑草の繁茂した圃場等）として除外します。
- 次に、残った圃場について、短波長赤外バンドの区画平均（B12）がある閾値以上であれば、衛星観測時に田面は乾燥状態だったと判定します。この乾湿の判定結果に基づいて排水性の良否を相対的に判定し、評価マップ（GISデータ；図2）を作成します。



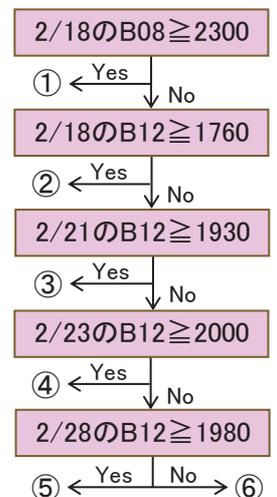
R: Band 8、GとB: Band 12

図1 Sentinel-2衛星画像



千葉県の高総用水地区（2021年2月15日に日降水量38～51mmの大雨あり）

図2 排水性評価マップ



期待される活用例

- 暗渠排水計画や水田転作の適地判定等において活用できます。

圃場整備前後におけるドローンセンシングの活用

研究の背景

- 圃場整備の前後は、農地の基盤条件が大きく変化する機会です。
- 整備前の農地の区画内の条件の違いや、整備期間中の施工履歴、三次元データなどを以後の営農や維持管理に引き継ぐことができれば、整備の効果はより高まります。
- 一方で、整備前や整備期間中の事象は、機会を逃すと取得が困難なデータでもあり、適切なタイミングで取得する必要があります。

研究のポイント

圃場整備前後において、ドローンセンシングを実施する有効なタイミングは、以下の3つです。

- ① **表土整地の直後**：以後の変状把握(維持管理、災害発生時の復旧)などの元データにもなりうる農地基盤の三次元データを取得することができます。
- ② **整備直前・直後の水稲作付けの出穂期**：整備前からの生育ムラや整備にともなう生育ムラを把握することができます。マルチスペクトルカメラを用いれば、NDVI(正規化植生指数)で生育ムラを把握することも可能です。
- ③ **客土や暗渠施工など基盤条件を大きく変化させる工事のタイミング**：整備後、地上からの把握は困難となる客土の実施場所や暗渠の施工位置などを記録することができます。

圃場整備の流れとドローンセンシングのタイミング



従来1/10以下の作図時間で直感的に操作できるほ場の3次元モデル自動生成ソフトウェア

研究のポイント

- ほ場整備事業をより分かりやすく、円滑に進めるため、従来に比べて作図時間1/10以下を可能とする、ほ場の3次元モデルを自動生成するソフトウェアを開発しました。直感的な操作により、2次元CAD汎用ソフトウェアで作図したデータから、ほ場の高精度な3次元モデルを簡単に生成でき、ほ場整備の計画・設計・施工時の地元説明に活用できます。

研究の背景

- ほ場整備事業では、完成イメージのずれをなくすため、3Dモデルを用いた説明が試行されています。しかし、3Dモデルの作成には専門的な知識と膨大な作図時間を要します。そこで、専門的な知識を有しない技術者がほ場整備地区をモデル化した場合、従来手法の1/10以下の作業時間で高精度な3Dモデルを生成することができるソフトウェアを開発しました。

評価法の特徴

- 従来の2次元汎用ソフトを用いて、標高値を含む構造物の骨格線データを作成し、本ソフトに読み込ませることで、瞬時にほ場、農道などを自動的に3次元モデルに変換できます(図1)。
- ユーザーは各構造物の形状パラメータを変更することで、幅、高さ、法面勾配、隅切りなどを自在に編集可能です(図2)。
- 構造物間に存在する法面や地盤面は、独自開発したアルゴリズムにより、構造物同士の位置関係の情報をもとに適切な3Dモデルを自動的に生成することができます。また、モデル生成後も手動で調節可能です。
- 国土交通省が定める3次元設計データ交換標準LandXML形式のデータ出力が可能です。出力された3Dモデルは、工種毎にレイヤー分割されているため、3Dモデルを切り出して使用することができます。

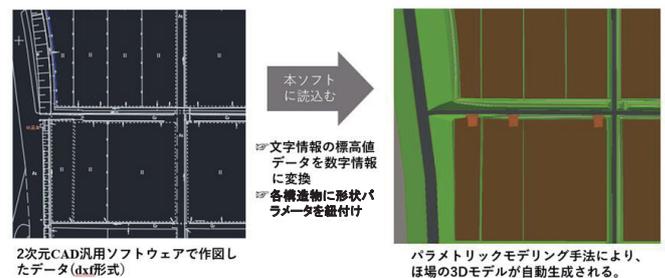


図1 2Dデータから3Dモデルへの変換

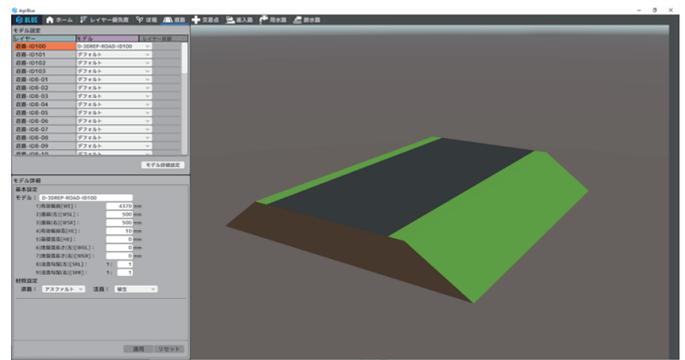


図2 道路の形状パラメータの設定画面

期待される活用例

- 本ソフトウェアは中程度のクラスのノートPC(推奨16GB)でもストレスなく動作できるため、ほ場整備に関する設計コンサルタント、地方自治体の担当者等による、地元での説明に活用されることが期待されます。

ドローン等を活用して農地基盤を モニタリングするためのマニュアル

研究の背景

- 人手不足、インフラの老朽化、災害の常習化などのなか、農地基盤を健全に維持していくためには、省力的な形で農地基盤をモニタリングする方法が求められています。

研究のポイント

- ドローン空撮技術および三次元化技術を用いた農地基盤モニタリングの考え方・流れをまとめたマニュアルです。
- 圃場整備前後、維持管理、災害発生時などの農地基盤モニタリングが有効な場面を想定し、ドローン等を用いた農地基盤データ取得の流れと危険・変状箇所などの把握の方法をまとめています。
- 土地改良区職員や行政職員（農業土木技術者）が、ドローン等を活用して農地基盤のモニタリング（点検・維持管理の省力化）を実施することができます。
- 長期間、農地基盤をモニタリングしていく上での様々なシチュエーションを想定し、全体の流れを示しつつ、部分ごとでも参照できるように構成しています。



本マニュアルの構成

- ドローン等を用いた農地基盤データの取得の流れをフロー図で示し、各段階ごとに一つずつ解説しています。
- 農地基盤が大きく変化する機会である圃場整備前後における農地基盤モニタリングのタイミングと取得データの活用方法を解説しています。
- ドローン空撮と三次元化技術等を用いた圃場周辺の農地基盤の障害物・危険箇所、変状箇所の把握方法について解説しています。

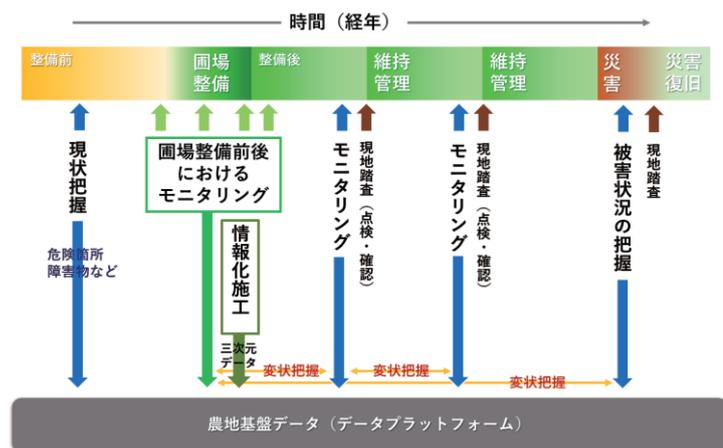


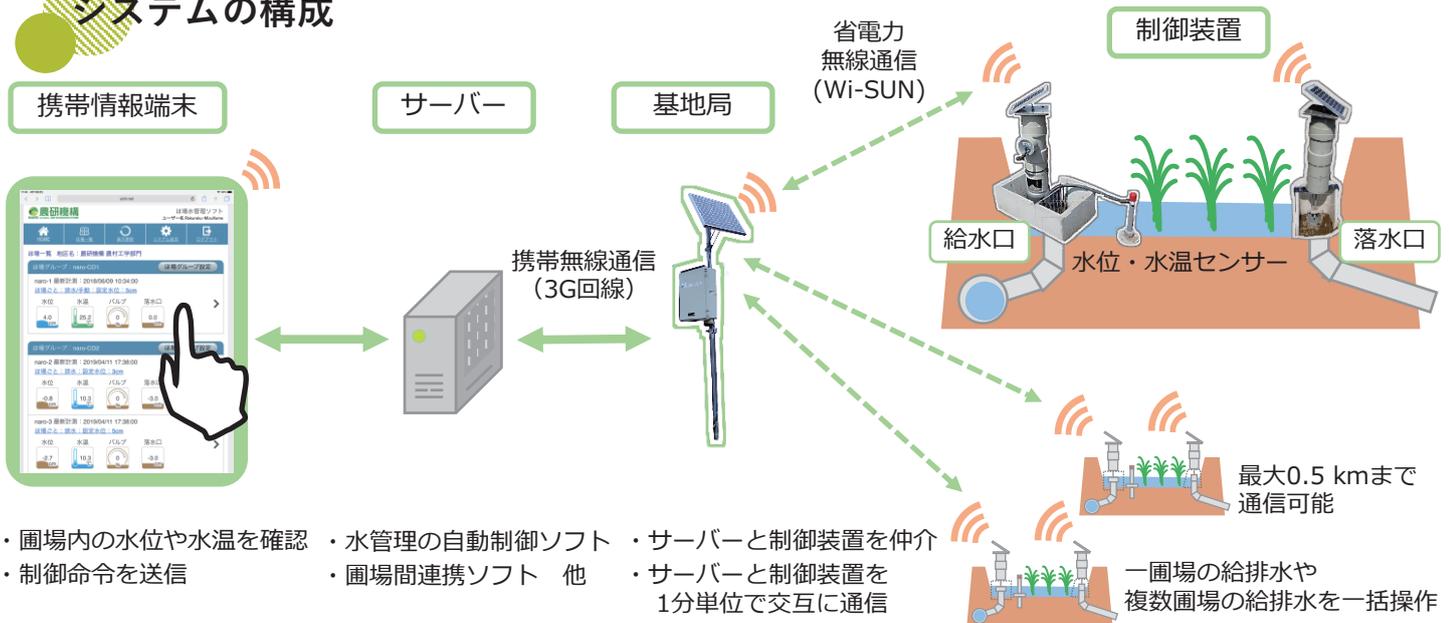
図 農地基盤モニタリングの考え方

携帯情報端末による遠隔・自動制御が可能な圃場水管理システム

研究のポイント

- 水田の水管理は機械化による省力化が遅れていました。⇒経営規模拡大の障害に。
- 水田の水管理を携帯情報端末で監視・操作し、好みの水位になるよう給水と排水を一体的に制御できるシステムを開発しました。
- スマート水管理ソフトを使うことで、栽培期間を通じて自動で水位調整が可能となりました。

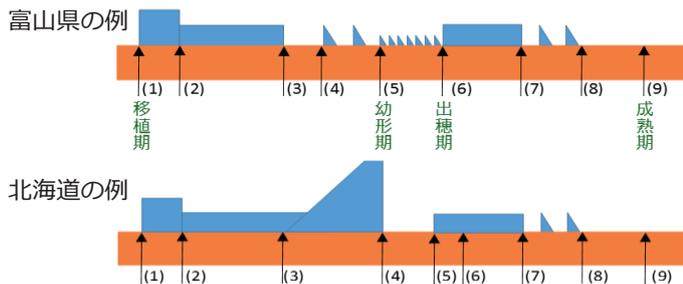
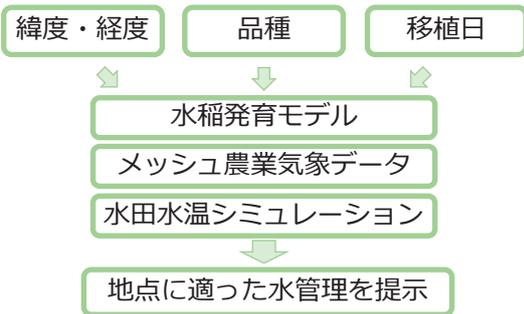
システムの構成



- ・圃場内の水位や水温を確認
- ・水管理の自動制御ソフト
- ・サーバーと制御装置を仲介
- ・制御命令を送信
- ・圃場間連携ソフト 他
- ・サーバーと制御装置を1分単位で交互に通信

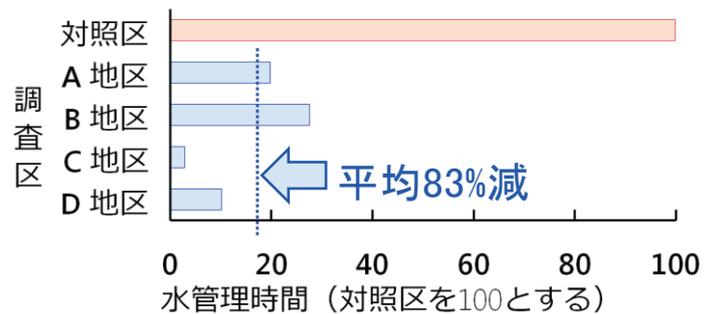
水管理の自動制御

- スマート水管理ソフトにより、地点、品種、移植日から自動で水位を調整する機能を付加しました。



水管理の省力効果

- 全国で現地実証試験を実施。
- 対照区(手動バルブ操作)に比べ、10 aあたりの水管理の時間が7~9割削減されました。



※ 水管理時間は、調査区では端末操作時間、対照区では手動バルブ操作時間に、それぞれ生育観察等の圃場周辺の見回りに要する時間を加えたもの。

※ 調査日数； A: 84日, B: 65日, C: 42日, D: 110日

圃場水管理システムを用いた普通期における必要水量の算出法

研究のポイント

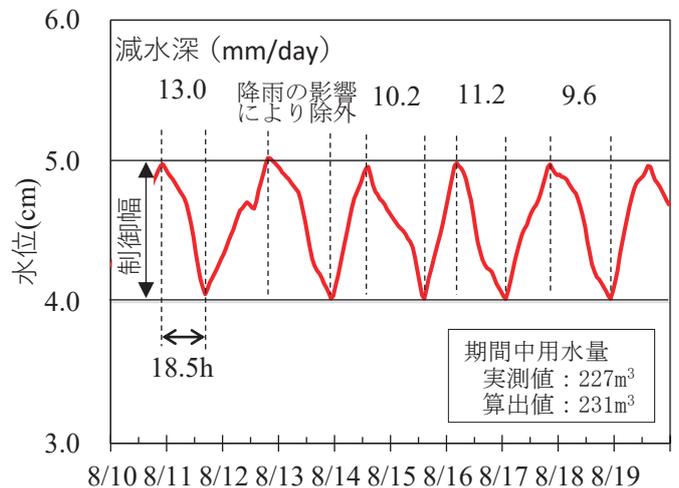
- 圃場水管理システムを導入することで、一定の水位を維持する普通期において圃場ごとの減水深が観測でき、それを元に必要水量の算出が可能となります。

研究の背景

- 農家人口の減少に伴う経営規模拡大などによって営農形態や栽培様式が変化しつつあり、それに伴い水管理労力が増大し、かつ水需要も多様化してきています。
- それらに対応した配水には圃場ごと期別ごとに水需要を把握することが重要ですが、その観測には多大な労力がかかるため、簡易に算出できる方法が必要です。

算出方法とその精度

- 圃場水管理システムによって一定の水位を維持する管理を行う際、省電力と小型化を図るために、設定水位と制御する幅を定めた水位制御を行います。
- 水位が低下するまでの時間と水位差を用いて減水深が算出できます。農工研所内の圃場Aにおける8月11日の減水深は13.0mm/dayとなります(図1)。求めた減水深から10日間分の必要水量を算出すると、231m³となり、実測値と1.7%差でした。
- 新潟県の現地圃場において減水深を算出したところ、実測値との差は小さく、用水量は実測値との差が1割程度の精度で求めることができました(表1)。



場所：農研機構農村工学研究部門、面積：21a、土質：関東ローム土、設定水位：5cm、制御レンジ：1cm

図1 一定湛水期間における減水深の観測

期待される活用例

- 圃場レベルの減水深が把握できることで、代かき回数の調整や転作の適・不適などが数値で判断できるようになります。
- 圃場水管理システムの導入が進むことで、圃場ごとの必要水量から圃区・農区レベルへと範囲を拡大することが可能と考えられます。

	減水深		用水量	
	実測値	算出値	実測値	算出値
圃場C	7.0	7.0	42.2	44.9
圃場D	15.0	15.4	87.7	94.2

各数値の単位は、減水深がmm/day、用水量がm³

場所：新潟県燕市試験圃場、面積：50a、土質：重粘土

表1 現地圃場における減水深と用水量の実測値と算出値との比較

農業農村整備におけるデータ利活用を促進する 農地基盤デジタルプラットフォーム

研究のポイント

- 農業農村整備事業で得られた農地基盤に係るデータを一元的に管理するプラットフォームを構築
- 様々な機能を有するアプリケーションソフトや既存のシステムとのデータ連携(API)を構築
- 多様なユーザーが農地や水利施設の維持管理、営農等に農地基盤データの利活用が可能

研究の背景

- 建設現場の労働生産性等を向上させるため、3次元設計データやICT建機を用いた情報化施工技術の普及が不可欠です。また、土地改良区職員の減少により、情報化施工技術によって得られる設計や出来形の3次元データ、画像データ等を活用し、農地や農業水利施設等の維持管理、再整備、さらには営農面において省力、効率化を図る技術が求められています。

プラットフォームの特徴

- データを安全かつ適切に共有するため、①ユーザーのIDやアクセス管理ができる認証機能、②ユーザーの属性に応じて適切なデータの管理、編集、閲覧ができる権限管理機能、③ファイル管理機能、④GISによるビューア機能を有しています。

- GIS上で閲覧するビューア機能ではLAS、GeoJSON、J-LandXML、シェープファイル等のファイル形式が対応しています。

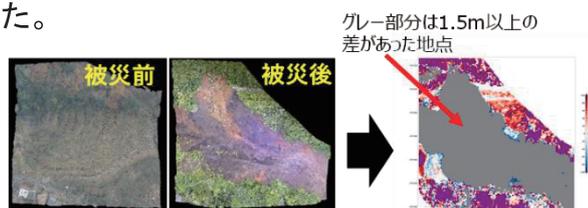
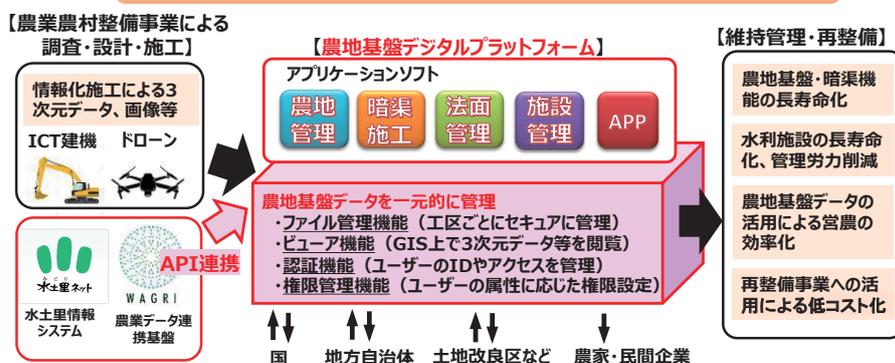
- データ利活用を促進するため、農地管理や暗渠施工管理、法面管理、施設管理に特化したアプリを別途構築しました。また、水土里情報システムや農業データ連携基盤WAGRIとのAPI連携を構築し、システム間におけるデータ連携を可能にしました。

期待される活用例

- ビューア機能では点群データの時点間での標高比較が可能であり、整備前後の差分による盛土・切土マップ作成や、土砂災害前後の差分による被害状況の迅速な把握が図れます。

- 土地改良区が管理する水土里情報システムと農業データ連携基盤WAGRIのデータを得ることができます。各システム上で管理する筆ポリゴンのレイヤー表示や差分表示ができ、農地区画情報の迅速な把握や更新作業の省力化ができます。また、区画面積の色分け(ヒートマップ表示)や農地率の算出も可能です。

農地基盤デジタルプラットフォーム (NNDP)



グレー部分は1.5m以上の差があった地点
 ・土砂災害の被災前後の点群データの標高差分を算出
 ・迅速な被災規模の把握や土量の推定が可能



・水土里情報システムとWAGRIとのAPI連携によって農地の区画情報の把握や更新作業が省力化
 ・区画面積のヒートマップや選択したエリアの農地率の算出が可能

暗渠排水のライフサイクルコストを削減する 3次元位置情報の取得・活用技術

研究のポイント

- 高精度な暗渠掘削溝の位置情報を取得する施工技術を確立
- 位置情報をクラウド上に保存し、編集・登録・閲覧等が可能な暗渠施工管理アプリを作成
- 施工時の位置情報を活用し、暗渠機能の長寿命化や再整備時のコストを半減する工法を開発

研究の背景

- 施工現場の労働生産性向上を図るため、情報化施工技術の普及が求められているが、暗渠排水整備で用いられるトレンチャにおいて暗渠管の位置情報を取得する技術が不可欠です。また、暗渠排水整備に有機質系の疎水材を使用した場合、疎水材の腐食によって暗渠排水機能が10年程度で低下します。

新技術の特徴

- RTK測位に対応したGNSSレーザースマートフォンを用いた測位システムを活用し、暗渠排水の掘削底面の高精度な位置情報（レーザー測量との差は3cm程度）を取得することが可能です。
- 位置情報は新たに構築した暗渠施工管理アプリによって、暗渠管の施工間隔や標高、勾配を算出することができ、施工日や暗渠管の素材や管径、疎水材の種類等の諸元を別途入力し、出来形管理帳表として出力できます。
- 位置情報を農家や土地改良区等と共有することで、位置情報を活用した効率的な排水改良や暗渠機能の長寿命化、再整備の低コスト化が図れます。



期待される活用例

- 施工時に取得した暗渠位置情報をトラクタのガイダンスにデータ移行し、モミガラ等を地中に投入する補助暗渠施工機で既設暗渠の直上を走行することで、新たな疎水材を的確に補充して暗渠排水機能を長寿命化することが可能です。
- 再整備の際に施工時の暗渠位置情報を活用することで、ドレーンリフレッシュ工法（既設暗渠管を再利用して、疎水材の再充填と暗渠水閘の部分的な補修で暗渠排水の再整備を行う工法）を効率的に適用でき、再整備費を約1/2に削減することが可能です。



暗渠施工の効率化及び機能の長寿命化、さらに暗渠の再整備コストを半減

ゴミが詰まりやすい開水路に適用可能な袋体を用いた水田のICT水管理機器

研究のポイント

- 袋体の膨張・収縮により水田の取水・止水を制御する開水路に特化したICT水管理機器を開発
- ゴミの混入しやすい開水路において異物混入時も袋体が隙間なく膨らんで安定して止水可能

水路に雑草等の異物が混入しやすい



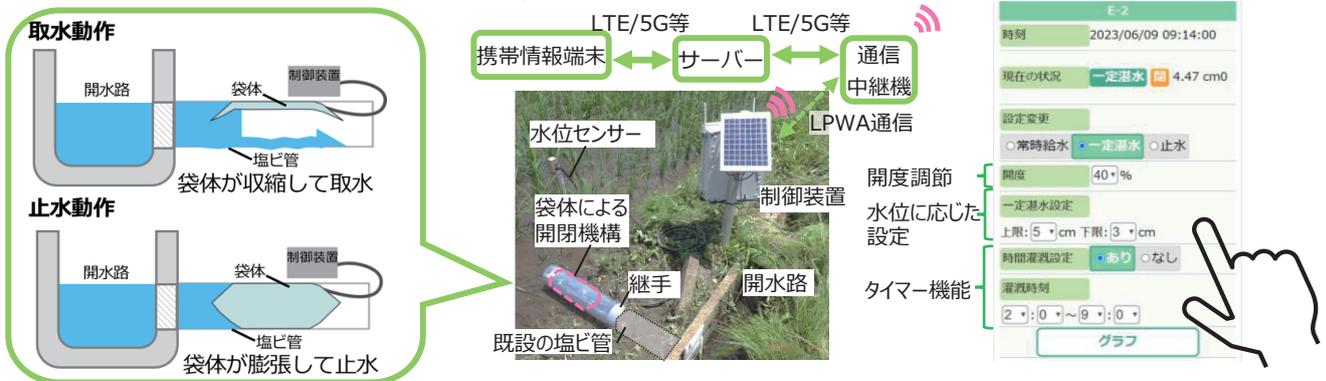
背景

- ICTによる水田の水管理機器(以下、ICT水管理機器)が開発・普及
- 国内で7割シェアの開水路では、異物が混入しやすくICT水管理機器の開閉障害が発生
- 多様な形状を有する開水路ではICT水管理機器の設置費用が高額となりやすい
→ICT水管理機器の普及に遅れ

開水路地区に簡単に設置でき、異物による開閉障害の生じにくい袋体を用いた開閉機構を持つICT水管理機器を開発

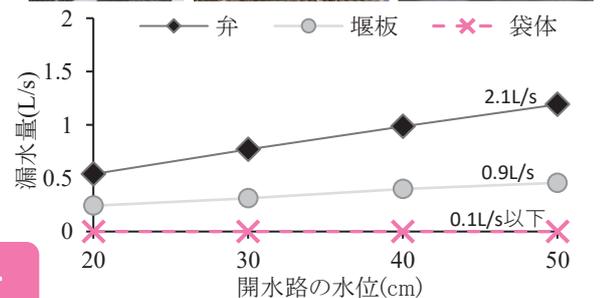
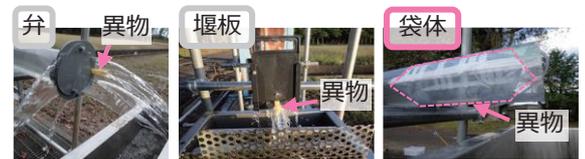
新たなICT水管理機器の特徴

- 袋体が柔軟に膨張して通水断面を閉塞→異物混入時も安定して止水可能
- 既設の塩ビ管に継手等を用いて簡易に設置可能



止水試験・実証試験の結果

- 異物が混入した条件で止水試験を実施
- 既存の給水口と比べ、袋体を用いた開閉機構では漏水量をわずかに抑えることができる
- 現地圃場で通水試験を実施した場合も漏水はなく給水時に栽培に十分な用水を供給できることを確認



実験水路での異物混入条件での止水時の漏水量

開水路でのICT水管理機器の省力効果の向上および普及の加速化に期待

家畜ふん炭に含まれる肥料成分の濃度と溶出性を調整するための畜種と炭化温度の選定

研究のポイント

- 家畜ふんには微量元素を含めた肥料成分が豊富に存在しています。バイオ炭の性質は原料と製造時の炭化温度に依存するため、低温で多量要素の溶出性が高いことや畜種により多く含まれる微量元素が異なることを考慮することで、目的に合わせて炭化温度や畜種を選ぶことが可能です。

研究の背景

- 家畜ふんを原料としてバイオ炭に加工すると、成分の濃縮、臭いの低減、減容化、雑草の種の死滅等の効果が得られます。微量元素は作物生育に必須の栄養素であり、欠乏すると生育不良や稔実不良を起こすことがあります。家畜ふんには多様な肥料成分が含まれるため、主要な多量要素に加え微量元素の供給源としての利用が期待できます。

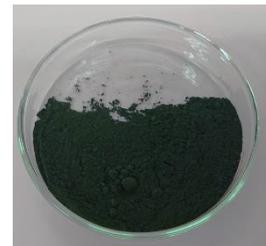


写真1

粉末状の家畜ふん由来バイオ炭

畜種と炭化温度が肥料成分に与える影響

- 多量要素（リン、カリウム、マグネシウム）は炭化温度が高いほど全量濃度も高くなります。
- リンは500℃以上で作物に吸収されやすい形態の可溶性濃度が減少し、徐々に土壤に溶け出す緩効性のク溶性形態の割合が高くなります（図1）。

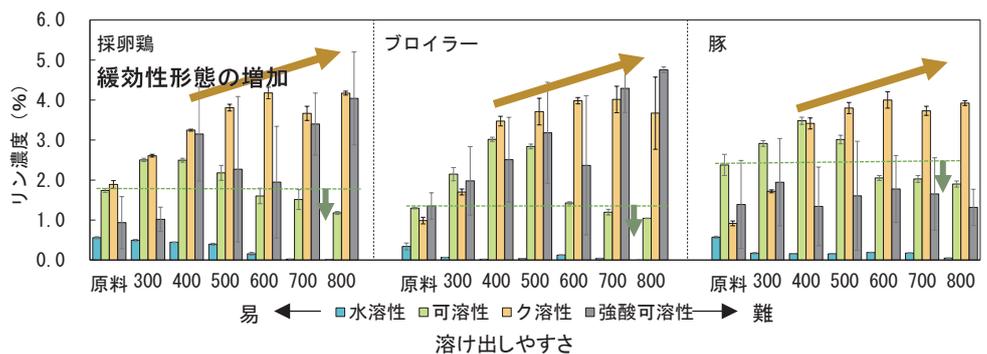


図1 異なる炭化温度条件の家畜ふん由来バイオ炭に含まれるリン濃度

表1 家畜ふん由来バイオ炭の特徴の一覧

畜種	多く含まれる成分	養分が供給されやすい温度帯
採卵鶏	カルシウム, 亜鉛	多量要素 400-500 °C
ブロイラー	マンガン	微量元素 400-600 °C
豚	鉄, 銅	

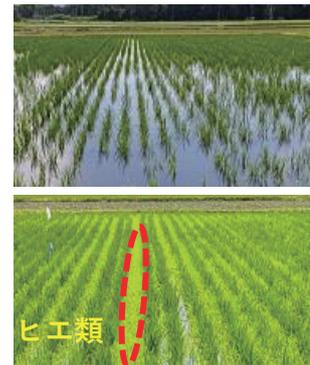
期待される活用例

- 化学肥料との複合肥料及び土壌改良資材の製造過程での活用を想定しています。亜鉛含量が少ない土壌に入れる場合は、亜鉛が多く含まれる採卵鶏ふんを500℃で炭化して使用するなど用途に合わせた製造が可能です。
- 温度に関わらず黒色になるため融雪剤として利用できます。

深水管理による省力的な有機水稻栽培管理マニュアル

研究のポイント

- 有機水稻栽培の普及拡大には、省力的な抑草対策技術が不可欠
- 抑草対策に有効な深水管理技術を構築し、省力的な有機水稻栽培に必要な畦畔・法面整備技術、農地基盤整備技術を確立
- 深水管理を導入した際の栽培管理技術と併せてマニュアル化



深水水田
(水深14cm)

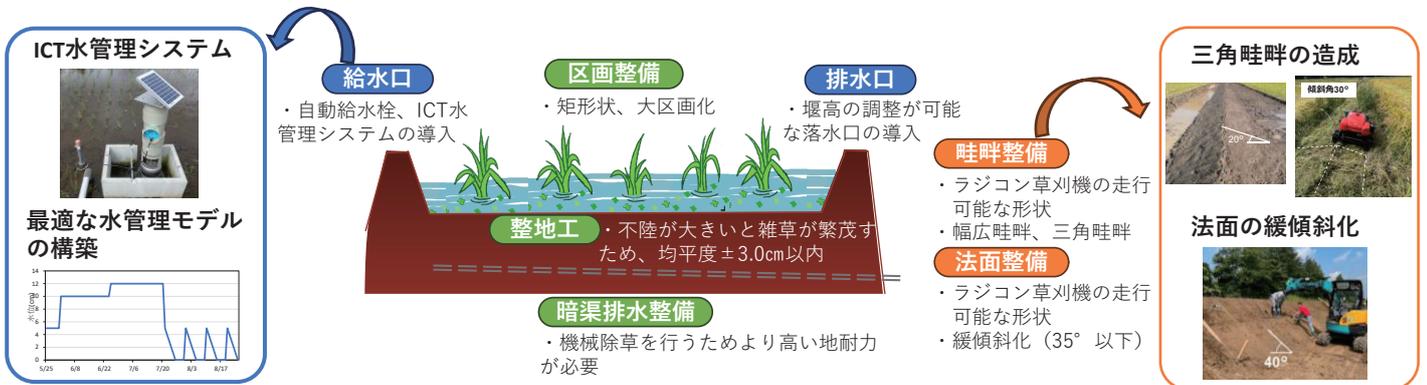
対照水田
(水深7cm)

研究の背景

- 「みどりの食料システム戦略(2021年)」において、2050年までのKPIとして有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 有機水稻栽培を拡大する上で、除草のかかる労力が最も大きな課題となっており、圃場内の除草時間は平均 10 時間/10a(慣行栽培の 6.4 倍)、畦畔除草や水管理労力も平均 7 時間/10a(慣行栽培の1.7倍)

深水管理に必要な農地基盤

- 深水を維持するための畦畔整備(高さ30cm、幅30cm)は不可欠 → **ラジコン草刈機に適した畦畔整備により作業効率2.5倍**
- 深水管理を省力かつ確実にを行うため給・排水口の整備 → **ICT水管理システムにより作業効率5倍**
- 効率的な機械除草を行うには、矩形状で大きな区画が必要 → **大区画化により作業効率1.3倍**
- 機械除草を行うには十分な地耐力が求められるため、暗渠排水整備が必要



深水による栽培管理

- 深水管理により水温が低下するため、C/N比の低い有機質肥料(油かすや鶏糞)を使用
- 苗は中苗から成苗を使用し、栽植密度は多めにする
- 早期湛水と複数代かき(3回)により初期の雑草を抑制
- 移植から7日以内に機械除草を実施し、7~10日ごとに3回実施
→ 深水管理の導入によって2回に減少し、作業効率1.5倍



水田への灌漑時における水位上昇速度の変化を利用した田面不陸高さの推定法

研究のポイント

- 水田への灌漑による水位変化から田面における凹凸のおおよその大きさ(以下、「田面不陸高さ」)が推定できます。
- 圃場水管理システムに本推定法を導入することで、田面不陸高さを自動で推定できるようになり、その推定値を活用することで更に精密な自動水管理が可能となります。

研究の背景

- 抑草のための深水管理や除草剤散布時、飽水管理などの水管理に精密さが求められる際は田面不陸高さを考慮した水管理が重要です。
- 田面不陸高さは水田ごとに毎年変化しますが、簡便な計測法がないため、全ての水田を把握するのは困難です(図1)。



図1 田面不陸の様子
田面凸部が水面から露出しています

推定法の特徴

- 灌漑時の連続した水位データを使用することで、水位上昇速度の変化を利用して田面不陸高さが推定できます。
- 灌漑の初期は少ない水量で水位が大きく上昇しますが、田面が水面で覆われていくにしたがって、同じ水量に対する水位の上昇が徐々に小さくなります(図2)。その変曲点を田面不陸高さとしています。
- 変曲点は、田面のほとんどを水面が覆う水位です。右図の赤斜線のように、変曲点となる水位は水田ごとに幅があります。
- 解析には、水位データと水量である給水口開度や降雨データが必要ですが、圃場水管理システムを活用すると、これらのデータが簡単に揃います(写真1)。

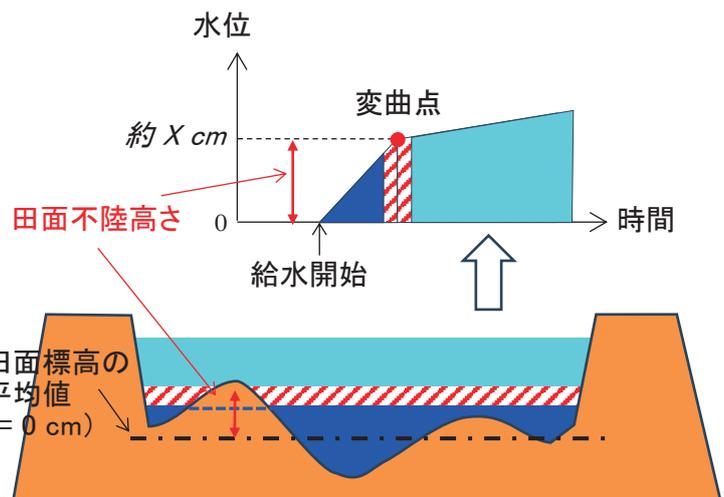


図2 田面不陸高さ推定法の概要
田面不陸高さは田面標高の平均値からの高さで表します

期待される活用例

- 本推定法は、圃場水管理システムに導入することで、田面不陸高さを自動で推定でき、その推定値を用いて自動水管理の精密化に寄与します。
- 自動水管理を精密化することで、適切な栽培管理に貢献し、水稻の収量増加や高品質化につながります。



写真1 圃場水管理システムを用いた灌漑

ラジコン式草刈機による除草が可能な「三角畦畔」

研究のポイント

- ラジコン式草刈機による除草が可能な水田畦畔(「三角畦畔」)を考案

研究の背景

- 水田畦畔の除草は必須だが、肉体的にも時間的にも負担大
- 近年、ラジコン式草刈機が販売され、導入への期待が高まっている
- しかし、標準的な水田畦畔は既存のラジコン式草刈機の幅と比べて小さく、走行困難

三角畦畔の特徴

- 断面形状を三角形とすることで、斜面幅を拡張(図1)、造成はバックホーにより実施
- 合わせて、三角畦畔の両斜面に跨って走行する、三角畦畔向けのラジコン式草刈り機を試作(図2)
- 傾斜角 20° の三角畦畔では、非灌漑期には既存のラジコン式草刈機を用いた除草が可能(図3)
- 既存のラジコン式草刈機を用いることで、刈払機を用いる場合に比べ除草に要する時間が6割程度削減(表1)

期待される活用例

- 歩行頻度の少ない水田畦畔に、三角畦畔とそれに対応したラジコン式草刈機を導入することで、除草に要する負担を削減
- 除草剤使用量の削減により環境保全型農業にも寄与



図1 三角畦畔



図2 三角畦畔に対応した試作ラジコン式草刈機



図3 既存のラジコン式草刈機を用いた除草試験

表1 除草に要した時間の比較

畦畔	機材	20 mあたり 所要時間(秒)
三角畦畔 (20°)	ラジコン式草刈機	163
	刈払機	424
三角畦畔 (30°)	ラジコン式草刈機	178
	刈払機	459

担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

I. 「生産基盤の強化による農業の成長産業化」 に資する実用新技術

2. 高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

Sentinel-2衛星データを用いた水田の取水開始時期の把握手法マニュアル

研究のポイント

- 水田の取水開始時期を複数のSentinel-2衛星データと圃場区画GISデータを用いて圃場単位で広域的に把握する手法を開発し、そのマニュアルをインターネット上で公開しました。

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/131938.html

研究の背景

- 営農形態の変化に伴って水田の用水需要が変化しており、一部の地域で用水計画の見直しが求められています。その検討にあたり農業用水の利用実態を把握する必要があります。しかし、その調査を広域的に行うのは容易ではありません。

研究の概要

- 同じ年の4～6月の晴天時に観測された複数のSentinel-2衛星データ(欧州宇宙機関、無償)と圃場区画GISデータ(農林水産省の「筆ポリゴン」(無償)など)を用います。Sentinel-2衛星データは、水域の判定に有効な短波長赤外バンドのデータ(解像度20m)を有し、観測頻度が高いです。
- まず、衛星データから各観測日に圃場が湛水状態にあったか否か(湛水有無)を判定します。その判定は、短波長赤外バンドと緑バンドのデータから算出される修正正規化水指数(MNDWI)を指標にして行います。次に、湛水有無の判定結果を用い、各観測日について観測日までに取水が開始されたか否か(取水有無)を判定します。最後に、取水有無の判定結果を用いて取水開始時期を判定します。
- あるエリアで2018年5月15日の取水有無の判定結果を同日の航空写真画像の目視判読結果と照合して精度を検証した結果、面積ベースで98%という高い正答率が得られました。
- マニュアルにはGISソフト「ArcGIS」(ESRI社)を用いた具体的な作業手順が記されています。ArcGISを所有している国の土地改良調査管理事務所などで活用が期待されます。

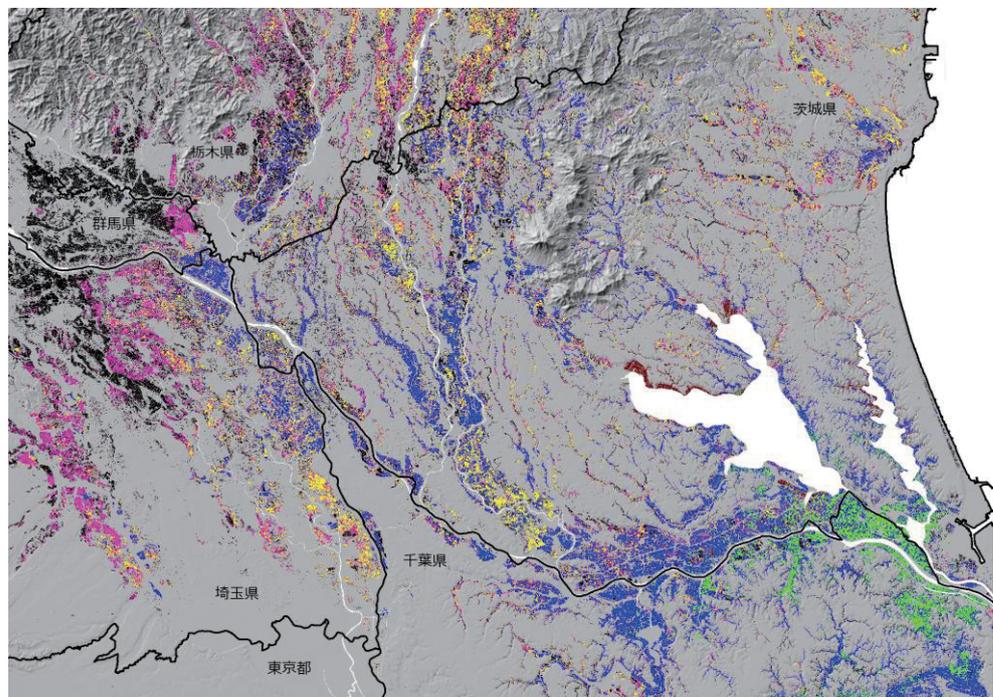


図1 取水開始時期マップ(2019年)

生産者が使える簡単・迅速でリーズナブルな排水改良技術のラインナップ

研究のポイント

- 生産者が資材を使わず簡単・迅速でリーズナブルに排水改良できる、土壌と栽培条件に対応した4方式・8機種種のトラクター用排水改良機のラインナップを開発して市販化。

「カットシリーズ」を用いた
営農排水施工技術標準作業手順書



研究の背景

- 豪雨が顕在化するなかで野菜作や畑作の安定生産には、排水対策が重要です。しかし、営農作業として実施できる従来の心土破碎やモミガラ心破などの排水改良技術は、十分な効果が期待できない場合や施工に手間がかかる場合があります。

研究の概要

- 従来より多様な土壌条件に対応した排水改良技術のラインナップにより畑作物の生産を支援。

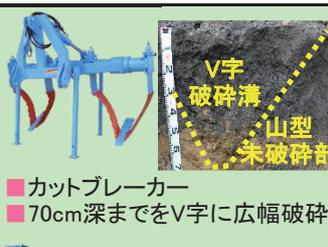
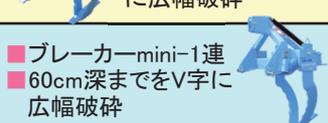
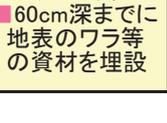
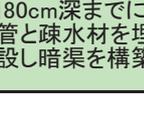
適用トラクタ	粘土・泥炭土		全土壌		
	穿孔暗渠	明渠ユニット (オプション)	全層心土破碎	有材補助暗渠	本暗渠機
110~150馬力	 <p>土塊を 持上げ</p> <p>通水溝</p> <p>通水空洞</p> <p>土塊を横 に移動</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ カットドレーン ■ 40~70cm深までに10cm角の通水空洞を構築 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ サーフェユニット ■ 40cm深までに10cm幅の細溝 	 <p>V字 破碎溝</p> <p>山型 未破碎部</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ カットブレイカー ■ 70cm深までをV字に広幅破碎 	 <p>土塊を 持上げ</p> <p>資材 埋設溝</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ カットソイラー ■ 60cm深までに地表のワラ等の資材を埋設 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ カットドレーナー ■ 80cm深までに管と疎水材を埋設し暗渠を構築
60~100馬力					
20~50馬力	 <ul style="list-style-type: none"> ■ ブレイカーmini-1連 ■ 60cm深までをV字に広幅破碎 				

図 カットシリーズのラインナップと適用土壌の概要

適用事例

表 カットシリーズの施工費と単年度の増収による経済的効果の事例

工法	対象作物	収量比 (施工/対照)	収益(千円/ha)		施工費 (C)	増益(B) (千円/ha)	投資効果 B/C
			施工区	対照区			
カット ドレーン	ダイズ	108	557	516	8,910	41	4.6
	コムギ	110	775	704		70	7.9
	アズキ	118	906	768		138	15.5
カット ブレイカー	テンサイ	112	754	673	16,170	81	9.1
	ジャガイモ	122	1,510	1,237		272	16.8
	ダイズ	128	661	516		145	8.9
カット ソイラー	テンサイ(直播)	120	1,426	1,189	34,260	236	6.9
	コムギ	110	1,044	955		89	2.6
	アズキ	106	959	903		56	1.6
心土破碎	子実トウモロコシ	122	304	250	12,500	55	1.6
ダイズ	108	557	516	41		3.3	

石礫圃場でも利用できる低コストな暗渠整備技術

研究のポイント

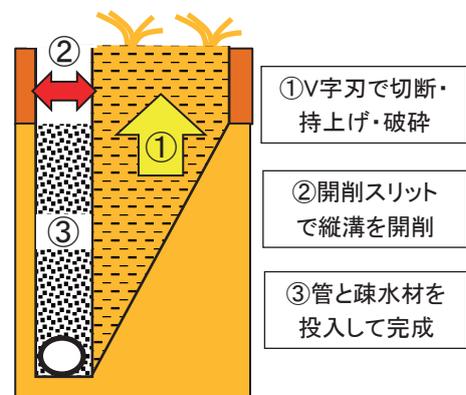
- 石礫の多い土壌でもトラクタだけで暗渠整備できるV字刃を有する施工機を開発（市販機では初）。
- 本機により暗渠整備の低コスト化を達成（バックホウ掘削施工による暗渠の施工費を約6割減）。

研究の背景

- 麦や大豆、野菜などの畑作物の本作化のため、低コストかつ簡単・容易に、本暗渠を整備することにより圃場の排水性を抜本的に改善する技術が求められている。
- 特に水田地帯に多い、石礫のある沖積土や堅密な土層がある土壌の条件でも、深い深度に暗渠管と疎水材を埋設した本暗渠を構築するトラクタ用の本暗渠機の実用化が必要である。

技術の特徴

- 本暗渠機「カットドレーナー」は、①V字刃で土塊を切断・持上げ・破碎して、②深さ80cmまでに、最大60cm幅の破碎溝とその側方に7cm幅の開削溝を作り、③内径50mmの暗渠管とモミガラ等の疎水材を同時に配置して、本暗渠を構築できる。
- 直径30cm未満の石礫があっても施工できる。
- 本機は施工が簡単・容易で、施工速度が早く（約0.6km/h）、本暗渠の施工費用を低減できる。



施工方法の概要



本機の外観



施工時の状況



施工後の本暗渠の断面

図 本暗渠機「カットドレーナー」の概要

活用方法

- 本機は、トラクタ販売店等で販売中。価格は308万円（2023年、税込、オプション・送料別）。
- 本機は、生産者やコントラクター等の地域組織、工事請負企業が購入・レンタル等により利用して、本暗渠を施工できる。

鎮圧により漏水対策を実施した乾田直播栽培水田からの栄養塩負荷削減効果

研究のポイント

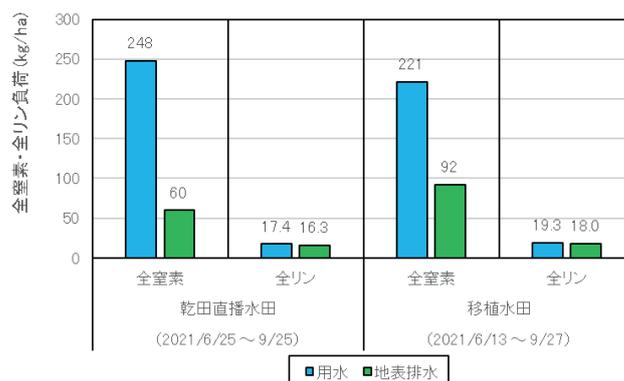
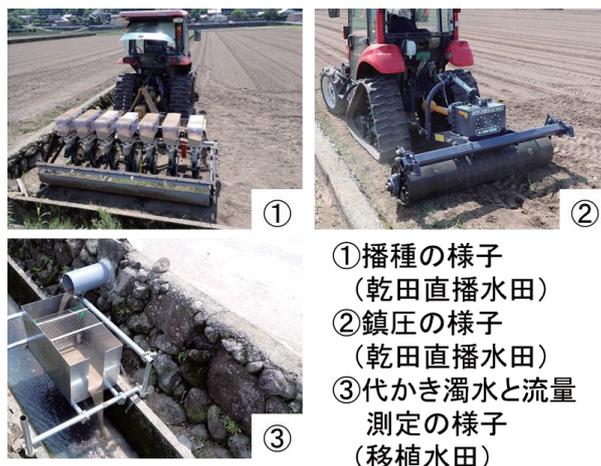
- 乾田直播栽培は代かき・田植えを実施しないため濁水排出を抑制する効果があります。
- 鎮圧による漏水対策を実施した乾田直播水田は、代かき時の表面排水抑制による濁水の流出抑制対策を実施した移植水田と同等、またはそれ以上に、環境負荷となる栄養塩の地表排水の削減効果を有することが分かりました。

研究の背景

- 農地から流出する汚濁物質を削減することは重要な課題です。代かきをしない乾田直播栽培では、代かきに伴う水田からの濁水や栄養塩といった環境への負荷が抑えられると考えられます。また、乾田直播栽培は育苗の必要がなく、省力的な栽培法であるため、労働力不足を補いながら水質負荷削減にもつながる有効な栽培法として期待されています。
- そこで、水田の用水と地表排水に含まれる負荷を比較して、振動ローラ式の鎮圧による漏水防止対策を実施した乾田直播栽培の栄養塩削減対策としての効果を明らかにしました。

効果の特徴

- 移植水田では代かき時に高濁度の表面排水がみられますが、乾田直播水田では、移植水田で田植え直前に実施する代かきを実施しないため、入水時に水田内での濁度の大きな上昇がみられず、栽培初期における濁水流出の抑制につながります。
- 乾田直播栽培水田での入水時期、移植水田での入水～代かき～田植えの時期において、全窒素、全リンそれぞれの、用水と地表排水における負荷の差を比較すると、代かき濁水の流出抑制対策を実施した移植水田と同等でした。
- 灌漑期間を通じて用水と地表排水の負荷の差を比較すると、全窒素については乾田直播栽培水田の負荷削減効果が高く、全リンについては乾田直播水田と移植水田とで大きな違いはみられませんでした。



灌漑期間全体における用水・地表排水負荷

期待される活用例

- 乾田直播栽培は、栽培初期における全窒素の水田からの地表排水を削減する対策として有効です。また、乾田直播栽培は省力的な栽培法であるため、水田における省力的な水質負荷削減対策手法としても期待されます。

フェンロー型温室における室内気温分布の推定

研究のポイント

- 大規模な温室を建設するケースが増えていますが、温室の連棟数が増えた場合、室内の気流や気温に偏りが発生することが懸念されます。
- コンピューターシミュレーションによる温室内の気温分布の推定は、温室の自然換気特性を解明する一つの有効な手法であると考えられます。

研究の背景

- 夏季にフェンロー型温室で天窗換気をしたときに測定した室内気温の実測値と、数値流体力学(CFD)の手法に自然風および日射モデルを適用して求めた室内気温分布の推定値を比較し、CFDの計算精度を検証しました。

研究の概要

- フェンロー型温室で測定した内外気温差は、風下側のE点が最も低く、風上側のA点が最も高くなりました(図2)。
- 内外気温差の実測値とCFDの推定値の誤差は最大1.7°Cであり、CFDは温室内の気温を比較的精度良く推定できました(図2)。
- CFD解析によって室内の気流・気温分布を解析すると、室外の風向きと逆向きの気流が形成され、風上側に気温の高い部分が発生することが示されました(図3)。

期待される活用例

- 規模や様式が異なる温室の換気特性を検討する場合は、別途計算する必要がありますが、施設経営農家や温室関連メーカー等にとって、室内気温や気流分布を検討する際の参考となります。

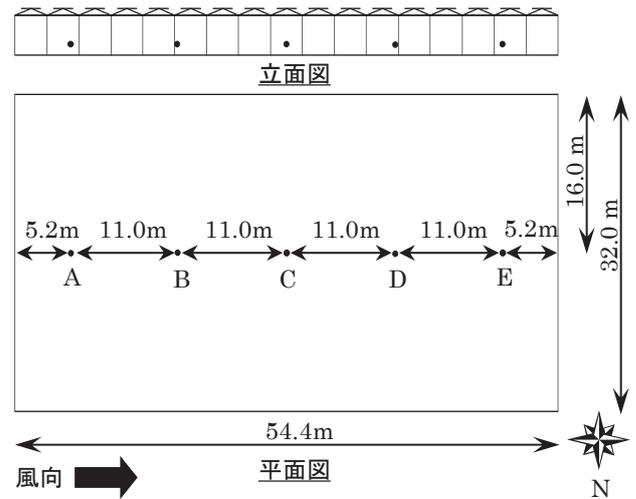


図1 17連棟のフェンロー型温室の平面・立面図および測定点(●)の配置

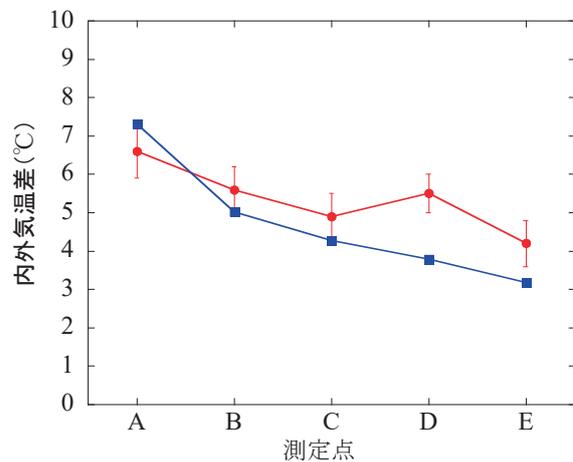


図2 フェンロー型温室内の内外気温差の実測値(●)と計算値(■)の比較
I は標準偏差を示す(n=120)

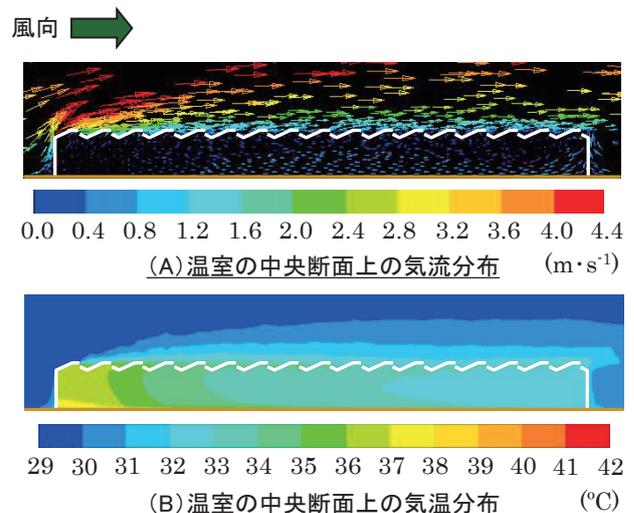


図3 CFD解析によるフェンロー型温室内の気流・気温分布

農業用ハウスにおける床面のコンクリート化により 温熱環境の変動を緩和

研究のポイント

- 農業用ハウスの床面にコンクリートを導入することで、ハウス内温熱環境(気温・湿度)の変動を緩和することができることが微気象計測により明らかになりました。
- これにより、ハウスの冷暖房等の環境制御にかかる消費エネルギーの削減が期待されます。

研究の背景

- 2018年の農地法改正により、コンクリート床を有する農業用ハウス(図1)について、農業委員会への申請により農地として扱うことが可能となりました。
- 一方、農業用ハウスの温熱環境は床面で吸収された日射の熱分配(顕熱・潜熱)により形成されるため、床材が土壌からコンクリートに変わる影響を明らかにする必要があります。



図1 パイプハウスの床面をコンクリート(※)にした場合の内観
(※本研究ではインターロッキングブロックを利用)

研究の概要

- コンクリート床では、日中の気温上昇と夜間の気温低下、日中の水蒸気圧上昇(絶対湿度の変動)が一般のハウスよりも小さく、温熱環境の変動を抑制できるとわかりました(図2)。
- コンクリート床と土壌床の表面での熱の出入り(日中の太陽熱貯留と地中熱の夜間放出)を積算すると、土壌床では貯留と放出がつりあっていたのがコンクリート床では放出が貯留を上回っており(図3)、コンクリートの高い熱伝導性がこの現象の要因であると考えられます。

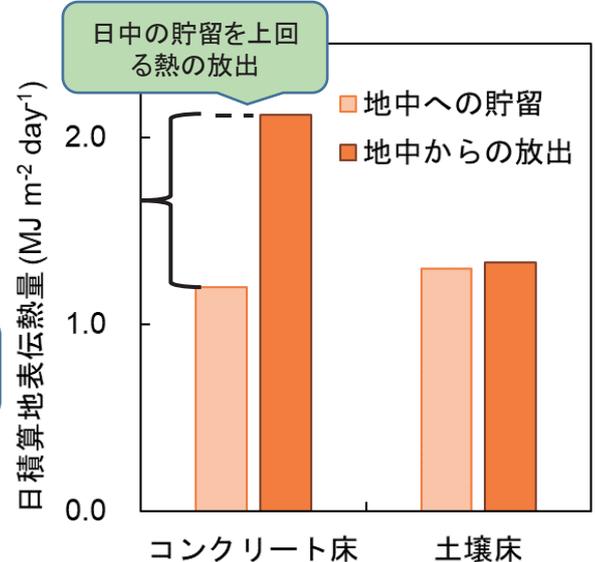
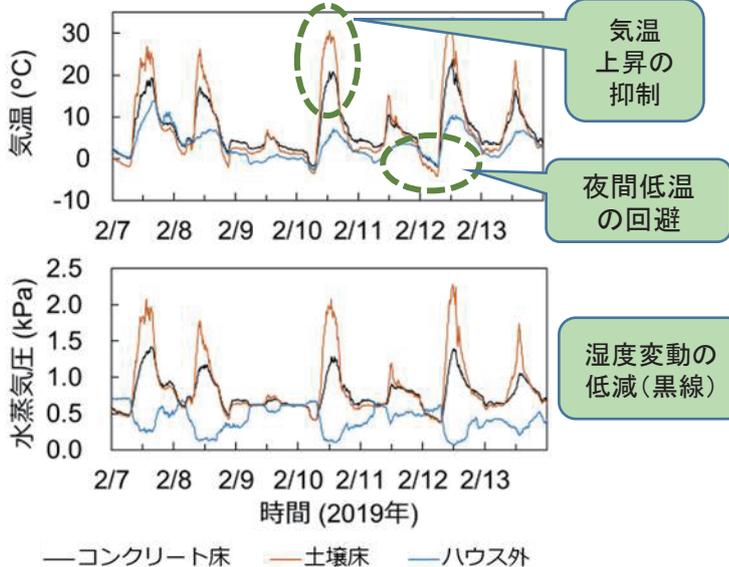


図2 床材の違いによるハウス内の温熱環境変動の違い

図3 各床材表面での熱の貯留・放出

期待される活用例

コンクリート床の導入により、ロボット導入・安定的な養液栽培・GAP対応にも適した高い衛生環境・安定した温熱環境による省エネ環境制御をふまえた新たな施設園芸体系の展開が期待できます。

パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響

研究のポイント

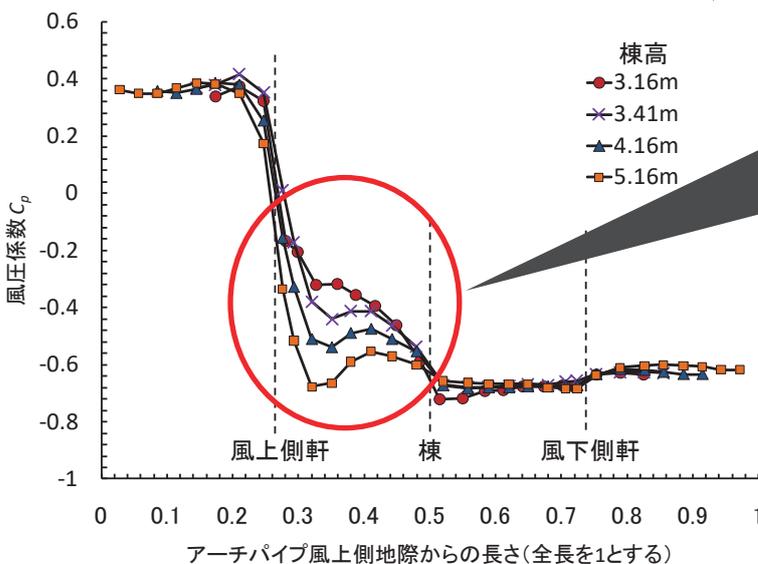
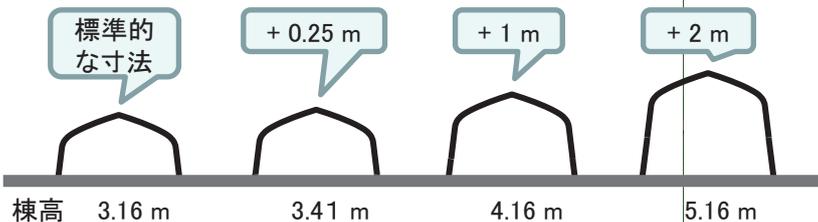
- パイプハウスの軒高が高くなると、周辺気流が変化し、パイプハウスに作用する風圧力分布が影響を受ける可能性があります。

研究の背景

- 室内温度環境の急激な変化を緩和する空間や各種環境制御装置設置空間を創出するために、温室の高軒高が進んでいます。パイプハウスについても同様の試みがあります。
- 一方で、パイプハウスの軒高が変化した場合の風圧力分布は定められていないのが現状です。
- パイプハウスの軒高が変化した場合を想定した風洞実験を行い、軒高がパイプハウスの風圧係数に及ぼす影響を明らかにします。

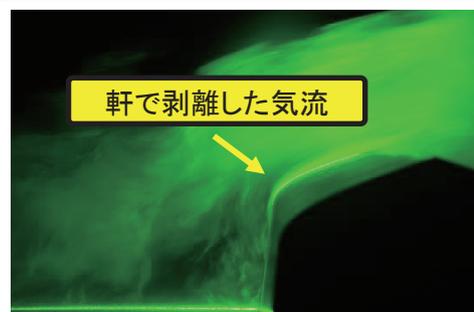
研究の概要

- 従来のパイプハウス（棟高3.16m）に対して、棟高を0.25m、1m、2m高としたパイプハウスを対象に、風圧力分布を風洞実験で求めました。



軒高が高くなると

1. 風上側側面前から流れてくる気流の増加
2. 基準高さに対する軒の風速の増加が考えられます。



可視化した気流

中央断面の風圧係数

森山ら (2015): Influence of ridge height of pipe-framed greenhouses on wind pressure coefficients, T.ASABE

厳寒期でも安定した温室暖房が可能な 地下水熱源ヒートポンプ

研究のポイント

- 「みどりの食料システム戦略」では、施設園芸から排出される年間のCO₂を2030年までに155万tの削減(2013年比)、2050年までに化石燃料を使用しない施設園芸への完全移行が目標となっている。
- 温室に設置されている加温設備の多くはA重油や灯油を燃料とする燃焼式暖房装置である。
- 温室暖房に使われる燃焼式暖房機を電気式ヒートポンプに代替するための手法である。
- ヒートポンプは暖房、冷房、除湿にも利用でき、温室の高温対策や病害対策に有効である。

研究の背景

- 温室暖房でヒートポンプが普及しない要因に、空気熱源方式が主流となっていることがある。空気熱源方式は大気から採熱できるところに長所があるが、外気温が低下すると空気中に含まれる水が熱交換器に霜として凝結するという短所がある。熱交換器に霜が付着した時は暖房運転を止めて熱交換器の霜を融かさなければならず、暖房装置としての機能が低下する。
- 地下水は年間を通して水温が一定で、冬季は外気よりも温度が高く、夏季は外気よりも温度が低いので、地下水熱源方式のヒートポンプはエネルギー消費効率が高いことは分かっているが、ヒートポンプの仕組みが複雑で、機器や工事の費用が高く、農業分野では普及していない。

成果の特徴・内容

- 新開発の地下水熱源ヒートポンプは室外機、室内機、貯水タンクに浸水された熱交換器で構成され、既存のものよりもシステム構成を簡略化している(図1)。
- 2020年2月7日8時~2月9日8時の外気の日最低気温は8日の明け方で-1.4℃、9日の明け方で-2.0℃であるが、地下水熱源ヒートポンプは暖房運転が停止することなく、外気が氷点下の条件でも温室内の気温を維持できる(図2)。
- ヒートポンプの省エネルギー性能を示す指標として成績係数(Coefficient Of Performance: COP)があるが、地下水熱源ヒートポンプは外気温が氷点下の条件でもCOPは5.0を上回り、これは1kWの電力から5倍の5kWの熱エネルギーが得られたことを示す(図2)。

期待される活用例

- 地球規模で気候の温暖化が進む中、農林水産業全体でCO₂削減の取り組みを進めなければならないが、ヒートポンプはその中心となる技術である。
- ヒートポンプの熱源は、大気、水、地中などであるが、農村地域にはこれらの未利用熱が大量に賦存する。これらの未利用熱は再生可能エネルギーでもあるので、温室だけではなく、熱エネルギーを多く消費する畜産や農産物加工・流通の現場にも導入することにより、農林水産業全体のCO₂削減に貢献できる。

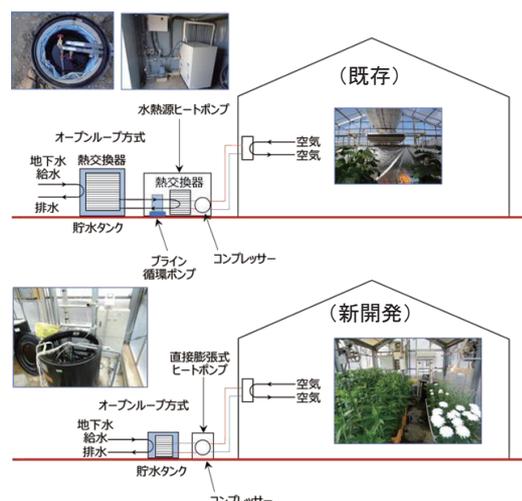


図1 従来の地下水熱源ヒートポンプ(上)と新開発の地下水熱源ヒートポンプ(下)

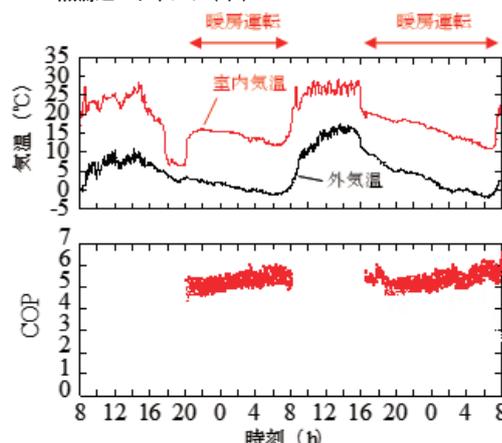


図2 地下水熱源ヒートポンプ稼働時の温室内外の気温(上)と成績係数(COP)(下)

農業用被覆資材の熱貫流係数を簡易的に推定する手法を開発

研究のポイント

- これまで、被覆資材の保温性能を評価する際には、大掛かりな設備と膨大な時間が必要でしたが、開発した手法では、一資材あたり、数分で評価が完了します。
- 本手法では、被覆資材の保温性能に影響する長波放射(3~60 μm)吸収率の測定のみで、異なる気象条件下での、資材の熱貫流係数($W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$)を簡易的に推定できます。

研究の背景

- 施設園芸分野で使用されるエネルギーの大部分は冬季の暖房であり、冬季の暖房エネルギー消費量を減らすためには、保温性能の高い被覆資材の開発が必要です。
- 本研究では、効率的な被覆資材開発のため、簡単に、短時間で測定できる、被覆資材の長波放射吸収率から、保温性能を簡易的に評価できる手法を開発しました。

評価法の特徴

- 図1の熱貫流係数測定装置で、加熱室は冬季夜間の温室内($15^\circ C$)、冷却室は温室外($0^\circ C$)、冷却板は、放射冷却(下向き赤外放射量($W m^{-2}$)条件:値が小さいほど晴天)を再現します。
- 熱貫流係数測定装置内(図1)に、異なる材質の被覆資材(ガラス、農PO、フッ素樹脂、農ビ、農サクビ、農ポリ)をそれぞれ展張し、熱収支解析を行い、各資材の熱貫流係数を算出します。
- 供試資材の、長波放射吸収率を放射率計を用いて測定します(一資材あたり数分で完了)(図2)。
- 取得した被覆資材の熱貫流係数、長波放射吸収率および下向き赤外放射量のデータを用いて、図3のコンター図を描画します。
- 図3のコンター図を使用すると、被覆資材の長波放射吸収率の測定のみで、任意の下向き赤外放射条件下の、熱貫流係数が推定可能になります。

期待される活用例

- 図3のコンター図を用いることで、一資材あたり、数分で測定できる長波放射吸収率から、熱貫流係数の小さい材料の選定ができ、保温性能の高い被覆資材開発の加速化に寄与します。
- 本研究で作成した、下向き赤外放射量と熱貫流係数の関係式を、温室の温熱環境シミュレーションに組み込むことで、計算精度の向上が期待できます。

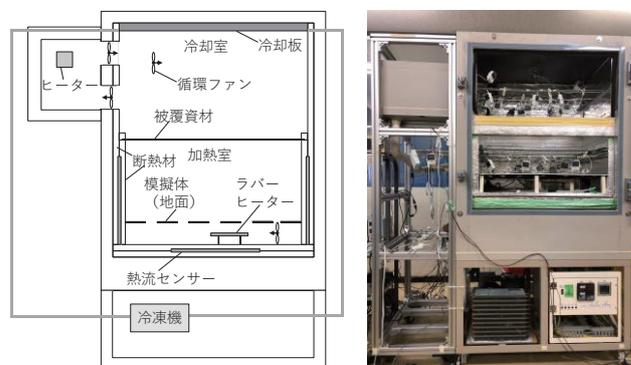


図1 熱貫流係数測定装置の模式図と実物



図2 放射率計を用いた被覆資材の長波放射特性測定

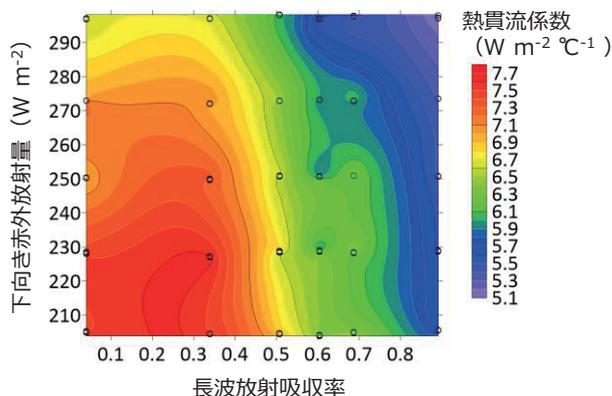


図3 長波放射吸収率、下向き赤外放射量および熱貫流係数の関係を示すコンター図

■大橋ら (2023) 農業施設、54 (3):57-69 (https://doi.org/10.11449/sasj.54.3_57) .

ヒートポンプシステムによる農業用水路の流水熱の 安定的かつ効率的な供給技術

研究のポイント

- 水路内に設置したヒートポンプシステムの熱交換器を介して、水温が0°C近い流水中から採熱してヒートポンプを暖房稼働させても、システムは停止することなく、安定的に温熱を供給できます。さらに、夏季の冷房運転では、高いエネルギー消費効率(SCOP)で冷熱を供給できます。

研究の背景

- 農業用水の熱利用(流水熱利用)の評価では、室内の実規模模型水路を利用した水熱源ヒートポンプシステムによる基礎的な熱交換特性の評価に止まっていた。実際の水路の水理条件では、流量の減少や水深の低下、氷点下に近い水温などが生じる懸念があります。用水路の流水熱利用の普及を促進するために、実際の水路において、ヒートポンプシステムの稼働試験を行いました。

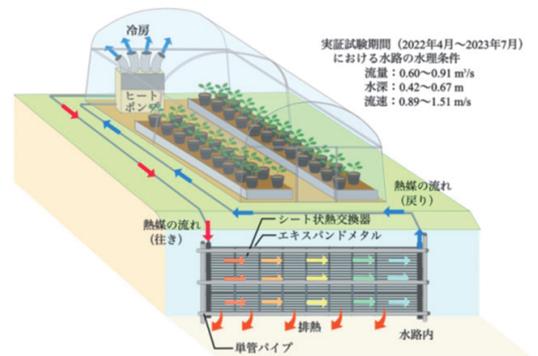


図1 温室とヒートポンプシステム(冷房)

ヒートポンプシステムによる流水中の熱の安定的かつ効率的な供給技術

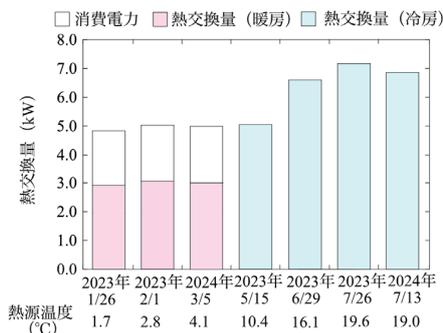


図2 暖房時の供給熱量と冷房時の熱交換量

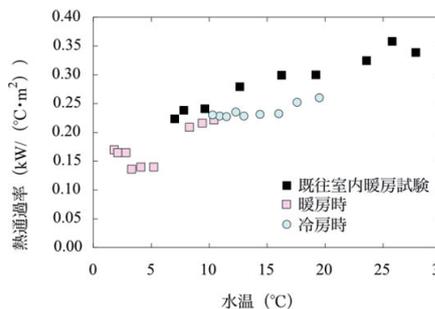


図3 熱通過率

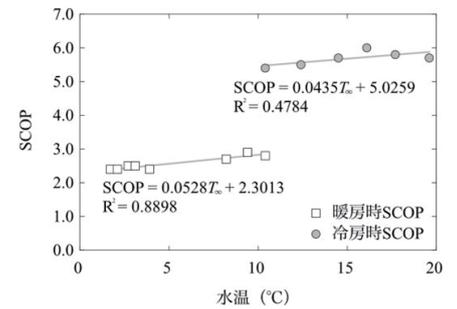


図4 SCOPと水温の関係

- 暖房時の温室への供給熱量を試算すると、ヒートポンプの能力(暖房時5 kW)を満たす熱を供給できます。冷房では、高い熱交換量を示し、夏季の流水は冷熱源として適しています。
- 暖房時の熱通過率は、熱源温度の上昇とともに高くなり、現場の水路でも室内試験と同程度の性能になりました。一方、冷房でも、熱の取り出しやすさは暖房時と大きく変わりません。
- 暖房時のSCOPは2.4~2.9を示すが、熱源温度が0°C近くても、ヒートポンプシステムは停止することなく、稼働できます。一方、冷房時のSCOPは5.4~6.0で比較的高く、冷房に適しています。

期待される活用例

- 熱交換器を完全水没するように水路の水位を確保できれば、温室をはじめとした水路に隣接する施設で、流水中の熱をヒートポンプにより暖房や冷房に利用できます。
- ヒートポンプシステムの熱媒に不凍液を使用すると、冬期の水温が氷点下近くになってもヒートポンプで採熱できます。

集中型バイオガスプラントの消化液の 畑作利用の効果とその阻害要因

研究のポイント

- 複数の酪農経営から家畜ふん尿を受け入れる集中型バイオガスプラント(以下:BGプラント)の消化液の散布実態を分析し、消化液の畑作利用の効果とその阻害要因を明らかにしました。

研究の背景

- 大規模酪農経営におけるフリーストール牛舎から排出されるスラリー状のふん尿はたい肥化が困難で、BGプラントにおける処理が解決策とされます。酪農経営のさらなる多頭化が進行し、消化液の有効利用のために、畑作における液肥利用の拡大が求められています。
- 上記の問題意識から、地域内に酪農経営・畑作経営がほぼ同数存立する北海道A町で稼働しているBGプラントを対象に、その消化液散布実態を分析しました。

成果の概要

- 消化液のうち43%が畑作利用され、豆類、ビート、小麦収穫跡、小麦(馬鈴薯栽培跡が多い)、野菜類に利用されています。畑作利用における消化液のhaあたり平均散布量は、草地におけるそれを大きく上回っています(図1)。
- 牧草収穫前の消化液散布が敬遠される時期(5月:一番草、8~9月:二番草・三番草)に消化液の畑作利用を確認できます(図2)。
- 以上から、消化液の最終処理、すなわち地域の酪農経営の家畜糞尿処理において、消化液の畑作利用は大きな貢献となります。
- ビート・馬鈴薯・豆類の播種・植付作業が連続する春の農繁期においては、畑作経営が消化液散布作業を自ら実施することは困難であり、散布作業コストは、消化液の畑作利用の大きな阻害要因となります。対象事例では、作業委託により消化液の散布作業を経営外部化するシステムが構築され、この阻害要因を克服しています。

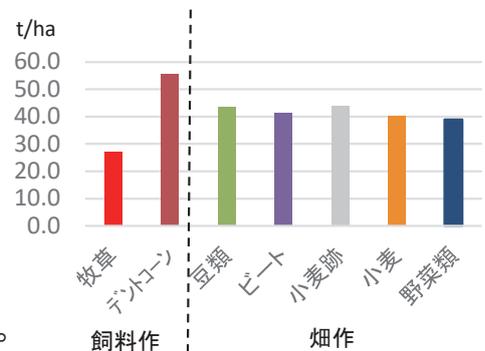


図1 事例BGプラント消化液の利用作物別haあたり散布量(2020年)

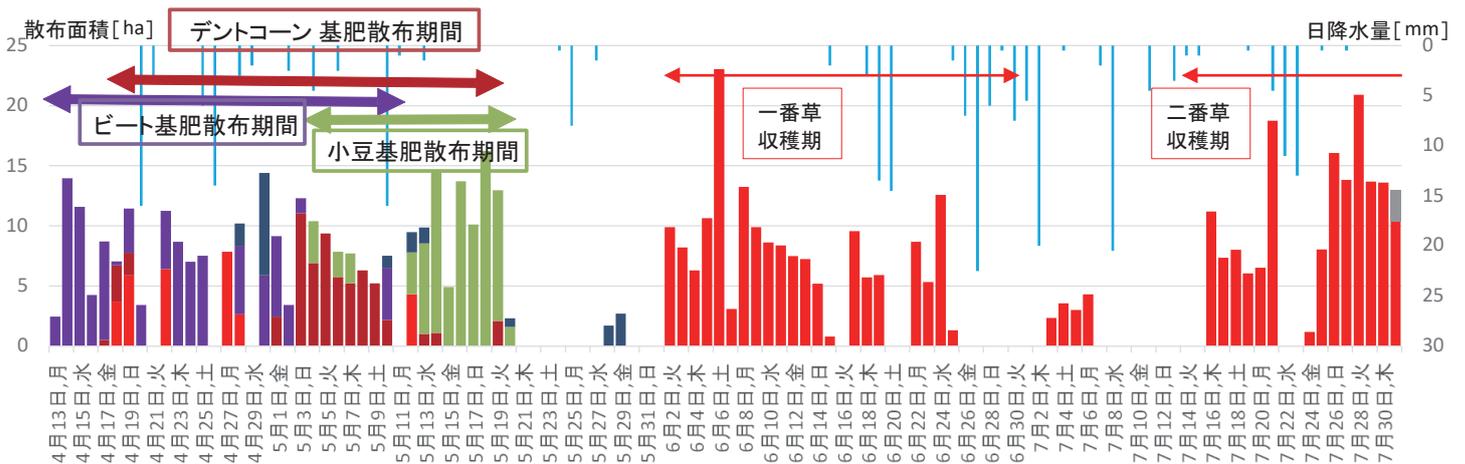


図2 事例BGプラント消化液の日別、作物別散布面積(2020年実績のうち4~7月を抜粋)

期待される活用例

- 集中型バイオガスプラントの消化液利用計画を策定する際の参考情報として活用できます。

流水熱源ヒートポンプを冬春いちご栽培の暖房として導入した際の経済性評価

研究のポイント

- 冬春いちご栽培農業者の温室に流水熱源ヒートポンプを導入し、暖房利用時の効果を算定すると、原油換算エネルギーやCO₂は削減されるものの、暖房費削減効果はA重油や電気料金の単価に左右されます。
- 電気料金の単価を下げる等、農業者の負担を軽減する施策が求められます。

研究の背景

- 「みどりの食料システム戦略」において、施設園芸の脱炭素化の手段の一つにヒートポンプが掲げられています。この技術普及に向け、導入効果と課題を明らかにします。

評価の視点と結果

- 本研究は、いちごを栽培する農業施設(11a)の暖房に流水熱源ヒートポンプ(5kW)を補助的に活用した農業経営を対象とし、GHG排出量やエネルギー使用量、暖房費の変化を評価します。
- 昨今のA重油価格や電気料金の変動・高騰は農業経営を圧迫しています。本評価は、燃油価格と電気料金をパラメーターとして、暖房費削減効果を推計します。
- 評価した結果、CO₂排出量は815kg-CO₂削減する一方で、暖房費はエネルギー単価の影響を受け、化石燃料に対する金銭的な公的支援(セーフティーネット)が発動しても削減効果が得られない恐れがあります。

期待される活用例

- 現状、農業経営で使用する電力に対する金銭的支援はありません。本評価結果は、農業者の負担軽減に結び付く施策の検討材料として活用できます。

写真1. 実証に使用したヒートポンプ



実証用
ヒートポンプ

表1. 実証経営体10aあたりの暖房費削減効果の推計結果
(上表: セーフティーネットなし、下: セーフティーネットあり)

(表中の数字の単位: 円)

		A重油単価								
		60円/L	65円/L	70円/L	75円/L	80円/L	85円/L	90円/L	95円/L	100円/L
電気単価	20円/kWh	×	2,321	5,089	7,857	10,625	13,394	16,162	18,930	21,698
	25円/kWh	×	×	×	×	2,209	4,977	7,745	10,514	13,282
	30円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	2,097	4,865
	35円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	40円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	45円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	50円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		A重油単価								
		60円/L	65円/L	70円/L	75円/L	80円/L	85円/L	90円/L	95円/L	100円/L
電気単価	20円/kWh	×	2,321	5,089	7,857	10,625	15,672	21,791	27,909	34,028
	25円/kWh	×	×	×	×	2,209	7,256	13,374	19,493	25,611
	30円/kWh	×	×	×	×	×	×	4,958	11,076	17,195
	35円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	2,660	8,779
	40円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	362
	45円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	50円/kWh	×	×	×	×	×	×	×	×	×

(注) 赤枠内: 本推計においてセーフティーネット(燃料の価格高騰への補填)が発動している範囲です。燃油使用量削減に取り組む農業者が補填の対象となり、農業者と国が1:1で負担します。国の負担額『=燃料調達量×70%×(燃料単価-発動基準価格)÷2』は、セーフティーネット発動下における農業者のヒートポンプ利用による暖房費削減効果として評価しました。

通気性のある農業用被覆資材の保温性能評価手法

研究のポイント

- 通気性のある農業用被覆資材の保温性能評価を目的に、資材の伝熱係数を算出する際に、通気伝熱係数とそれ以外の伝熱係数に分けて算出する手法を開発しました。
- 資材の通気伝熱係数とそれ以外の伝熱係数をそれぞれ算出できると、資材開発時にどの要素が保温性能の向上に有効かを明らかにできます。

研究の背景

- 施設園芸で利用される一次エネルギーの大部分は、冬季夜間の暖房であるため、暖房エネルギー消費量を減らすことが施設園芸の省エネ化に最も有効です。
- 温室内に展張するカーテン資材は、暖房負荷を大幅に低減させる重要な資材です。
- 一方で、多くのカーテン資材は通気性があり、伝熱形態が複雑であることに加え、標準的な保温性能評価手法がありません。
- 標準的な性能評価手法がないと、メーカーの資材開発効率が低下したり、ユーザーの資材選定が難しくなります。

評価法の特徴

- 通気性のある農業用被覆資材の保温性能を熱収支解析により明らかにする手法です。
- 図1の資材を図2の装置の中に展張し、加熱室15°C、冷却室0°C、冷却板-20°Cになるよう制御します。
- 加熱室は冬季夜間の温室内、冷却室は温室外の気温を再現し、冷却板は放射冷却を発生させます。
- 熱収支解析を実施し、資材の通気伝熱係数とそれ以外の伝熱係数を分けて算出します。
- 図3に示すように、通気伝熱係数とそれ以外の伝熱係数をそれぞれ算出可能です。
- 通気伝熱係数が小さい場合は、フィルムの編込みが優れていて、気密性が高いと判断できます。
- 通気以外の伝熱係数が小さい場合は、フィルム自体の保温性能が優れていると判断できます。

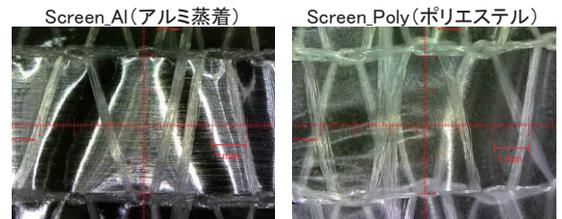


図1 供試保温カーテン拡大図

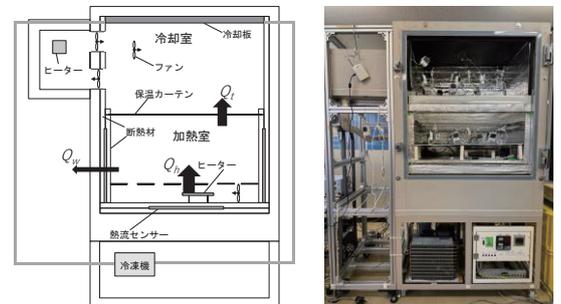


図2 熱貫流係数測定装置

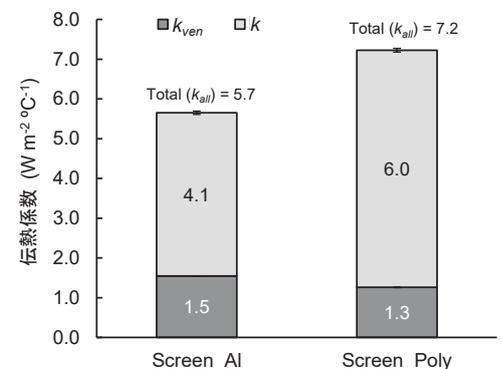


図3 供試資材の伝熱係数

k_{ven} は通気伝熱係数、 k は通気以外の伝熱係数を示す。

期待される活用例

- 本手法を用いると、メーカーが資材開発時に、どの要素を改善すると保温性能向上に有効かを把握できるので、資材開発の加速化に貢献します。
- 本手法により保温性能評価手法が標準化されると、メーカーが異なる資材間でも、ユーザーがデータをもとに性能比較ができ、希望の資材を選定できます。

■ Ohashi et al. (2024) Journal of Agricultural Meteorology, 80 (2): 62-68.

施設園芸の脱炭素化に資するネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス(ZEG)の要件定義

研究のポイント

- 「みどりの食料システム戦略」では、施設園芸から排出されるCO₂を2030年までに155万t/年の削減、2050年までに化石燃料を使用しない施設園芸への完全移行が目標となっています。
- 施設園芸からのCO₂排出量削減を進める上で、温室の省エネルギー性能を高めるとともに、化石燃料から再生可能エネルギーに代替することが重要です。

研究の背景

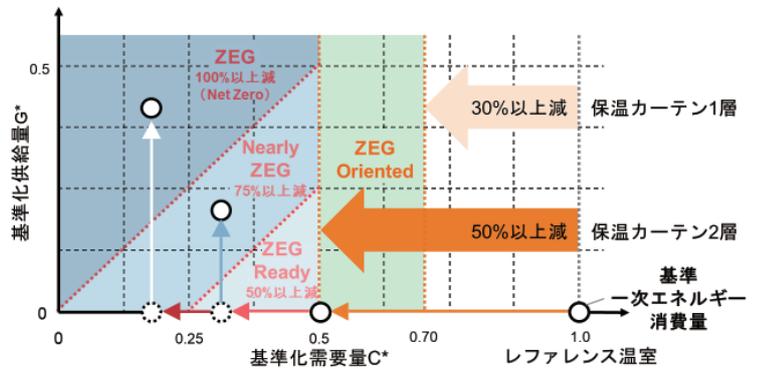
- 住宅・建築分野では、net Zero Energy House(ZEH)、net Zero Energy Building(ZEB)に関する要件定義が定められ、国の施策としてビルや住宅などのゼロエネルギー化が進められています。
- ZEH、ZEBの要件定義に基づき、温室(ZEG: net Zero Energy Greenhouse)と温室を含むその他の設備が集合した農場(ZEF: net Zero Energy Farm)の要件定義と評価方法をまとめました。

評価法の特徴

- ZEGの評価基準として、レファレンス温室の年間一次エネルギー消費量で無次元化した基準化供給量G*及び基準化需要量C*の収支に対し、ZEGの達成度を段階的に評価し、ZEGのラベリングを行います。
- 外皮1重の温室に対し、室内に保温カーテンを1層追加すると放熱量が約3割削減、2層追加すると約5割削減されることから、C*が0.7以下をZEG Oriented、0.5以下をZEG Ready、(C* - G*)が0.25以下をNearly ZEG、0以下をZEGと要件定義します(図1)。
- 埼玉県北本市でコショウランを生産する農場と敷地内の温室群を評価すると、2層カーテン、電気式ヒートポンプ、太陽光発電設備(PV)等の省エネ/再エネ技術の導入により、ZEGになると評価されました(図2)。

期待される活用例

- 本成果はZEGを導入するための指標であり、その利用者は施設園芸生産者・事業者、普及指導機関、農協、温室製造企業等を想定しています。
- 活用先は環境制御/加温装置を導入している園芸用施設(約15,000ha)です。



G*: 基準化供給量=評価対象温室の生成エネルギー/レファレンス温室の消費エネルギー
C*: 基準化需要量=評価対象温室の消費エネルギー/レファレンス温室の消費エネルギー

図1 ネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス(ZEG)の評価

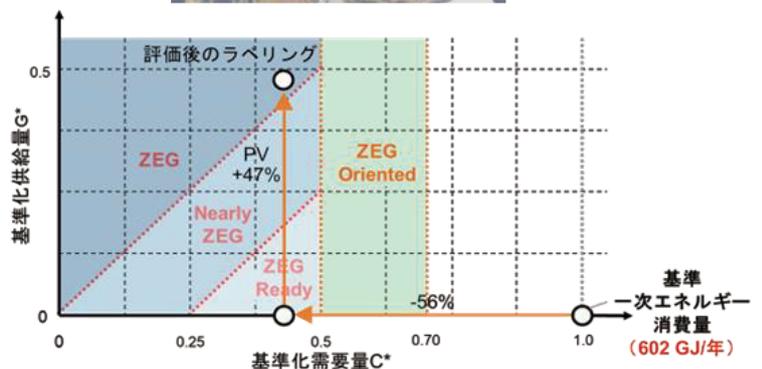


図2 ケーススタディを行った対象温室でのZEG評価

担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

Ⅱ. 「多様な人が住み続けられる農村の振興」 に資する実用新技術

1. 所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

ペレット鶏ふん炭は黒ボク土での栽培でリン酸代替肥料として有効

研究のポイント

- ペレット状の鶏ふん炭(炭化温度400°C)は、黒ボク土でのコマツナ栽培において緩効性リン酸肥料、カリ肥料として適している。連用することによりリン肥料代替率の向上、土壌へのリン酸・亜鉛の補給も可能となる。

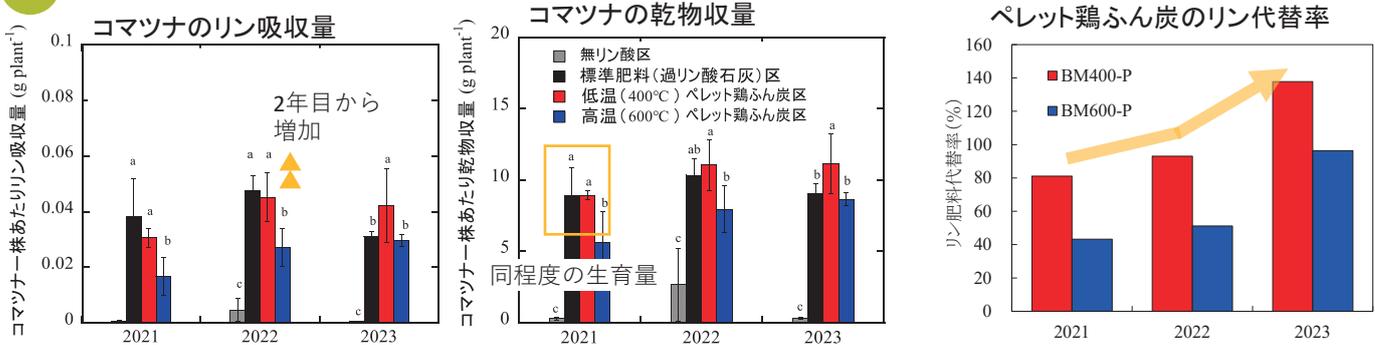


ペレット鶏ふん炭

研究の背景

- 鶏ふんにはリン・カリウムといった多量要素に加え、亜鉛・銅などの微量元素が含まれるため、炭化によって炭素貯留と肥効を両立する資材の開発が期待できる。
- ペレット状の鶏ふん炭を製造することで機械施用を可能にする。

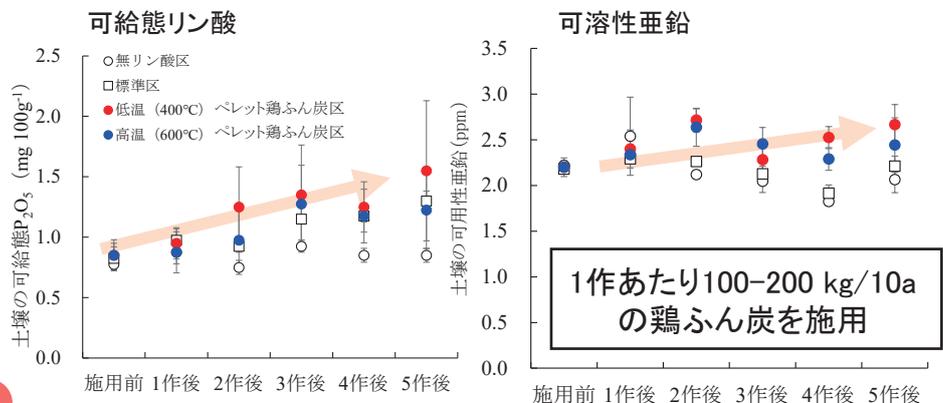
鶏ふん炭のコマツナへの連用効果



- 炭化温度400°Cで製造したペレット鶏ふん炭は緩効性リン酸肥料、カリ肥料として適している。
- 1年目のリン吸収量はわずかに低下するが、標準区と変わらない生育量が得られる。
- リン吸収量・代替率は2年目から増加し、連用をすることでリンの残留効果が得られる。

土壌への連用効果

- リンが不足しがちな黒ボク土で土壌中のリンの増加に寄与
- 鶏ふん炭区は標準区より有意に可溶性亜鉛量が高く、亜鉛の補給効果がある



3年間ペレット鶏ふん炭を連用した土の肥料成分量 (エラーバーはデータのばらつきを表す)

1作あたり100-200 kg/10aの鶏ふん炭を施用

可給化のため、
散布後ロータリー等の
耕起作業を推奨

水路の魚の棲みやすさを評価するプログラム

成果のポイント

- 農業水路の「魚の棲みやすさ」を数値化するプログラムです。水路に棲む魚の種数、総個体数と、水路の物理的環境のデータから計算式を自動的に作成し、「魚の棲みやすさ」を水路の区間ごとに5段階で評価できます。

研究の背景

- 近年、農業水路を魚などが棲みやすい環境にする取り組みが増えています。
- しかし、魚が棲みやすいかどうかの確認や、棲みかとして改善すべき箇所の抽出が難しいのが課題です。
- そこで、水路の区間ごとの相対的な「魚の棲みやすさ」を簡単に評価できるプログラムを開発しました。

評価法の特徴

- 現地では、調査区間の選定、魚類採捕、水路環境(水深、流速、植生、底質)の計測を行います(図1)。
- プログラムに調査データを入力した後は、ボタン操作のみで「魚の棲みやすさ」を計算できます(図2)。
- 方法の詳細は「魚が棲みやすい農業水路を目指して ～農業水路の魚類調査・評価マニュアル～」*で詳しく説明されています。

期待される活用例

- 本評価法は、多面的機能支払交付金の取組みに活用できます。
- 「低評価の区間を改善する」、「高評価の区間を維持する」など、生態系保全活動の計画づくりに利用できます。

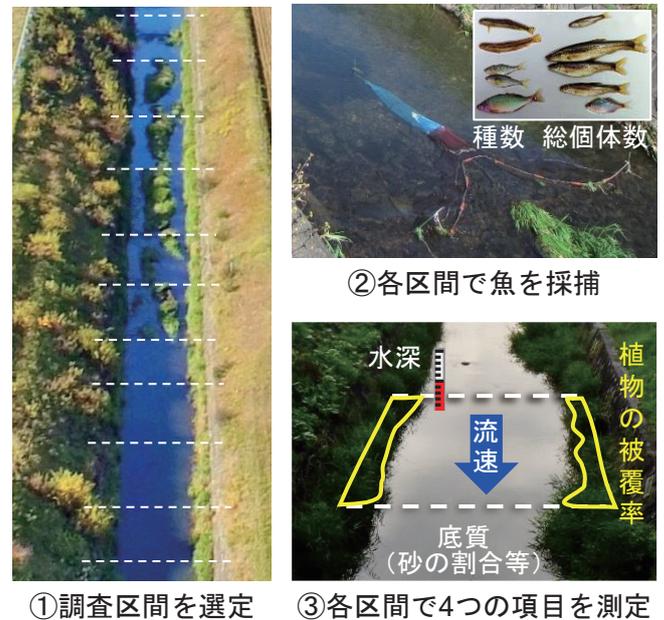


図1 現地調査の概要



図2 パソコンでの評価作業

*マニュアルのURL http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/079440.html
「NARO 魚が棲みやすい」でWEB検索すると見つかります。

ラドン濃度などの水質測定と水温の連続観測による 河川への地下水流出現象の調査方法

研究のポイント

- 河川水のラドン濃度などの水質測定と河川水中への自記ロガー設置による水温の連続観測によって河川への地下水の流出状況を把握する方法です。
- 地下水が河川に流出する区間と時期による流出状況の変化を把握することができます。

研究の背景

- 農業・農村が有する多面的機能のうち、農地かんがいによる地下水涵養機能は、地域の水循環ならびに水域生態系(特に湧水に依存して生息する冷水魚など)に関与している点で重要です。保全のためには、適切な生態系配慮対策や施策を講じることが求められます。

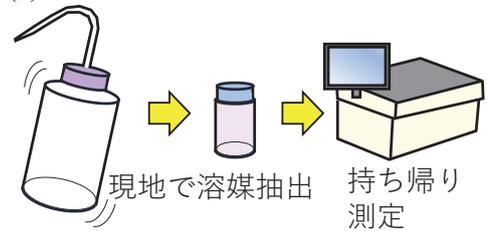
評価法の特徴

- 河川で採取した河川水のラドン濃度の測定と、河川水中に設置した自記水温センサによる水温観測が主な手段です(図1)。
- 一般に、地下水は地表水に比べてラドン(^{222}Rn)濃度が高いため、地下水が流出している区間の河川水は相対的にラドン濃度が高くなります(図2)。
- また、一般に、地下水は地表水に比べて水温変動が小さいため、地下水が流出しているときは水温変化が比較的小さくなります(図3)。

期待される活用例

- 水路の更新・補修における効果的な生態系配慮対策の検討に利用することができます。
- 冬期湛水などの農地水管理による多面的機能が河川の水域環境に与える影響の評価に利用することができます。

(a) 河川水のラドン濃度を測定



(b) 自記水温センサを河川水中に設置

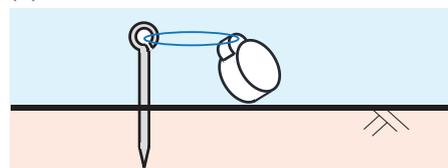


図1 調査の手段

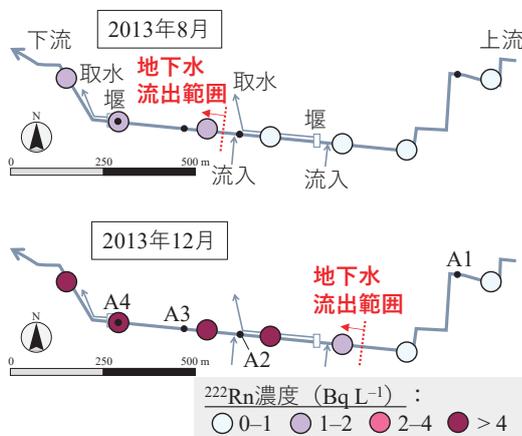


図2 河川水のラドン濃度分布

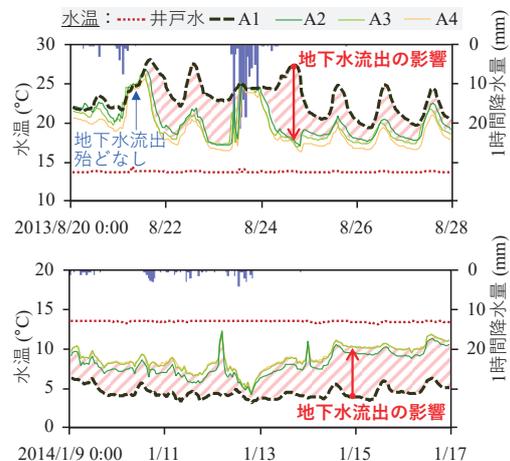


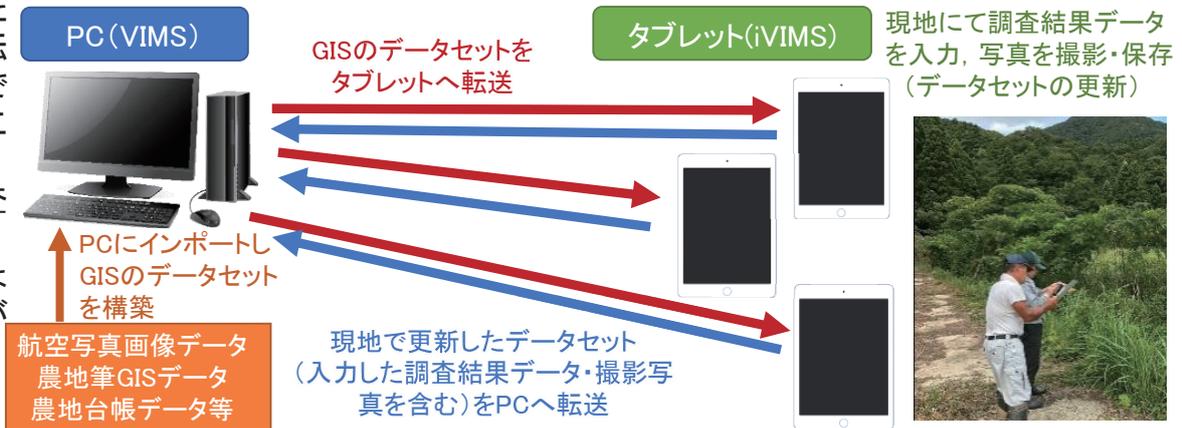
図3 河床での自記観測による水温変化
(地点A1~A4の位置は図2に表示)

モバイルGISを用いた農地一筆調査支援システム

システム構成と用途

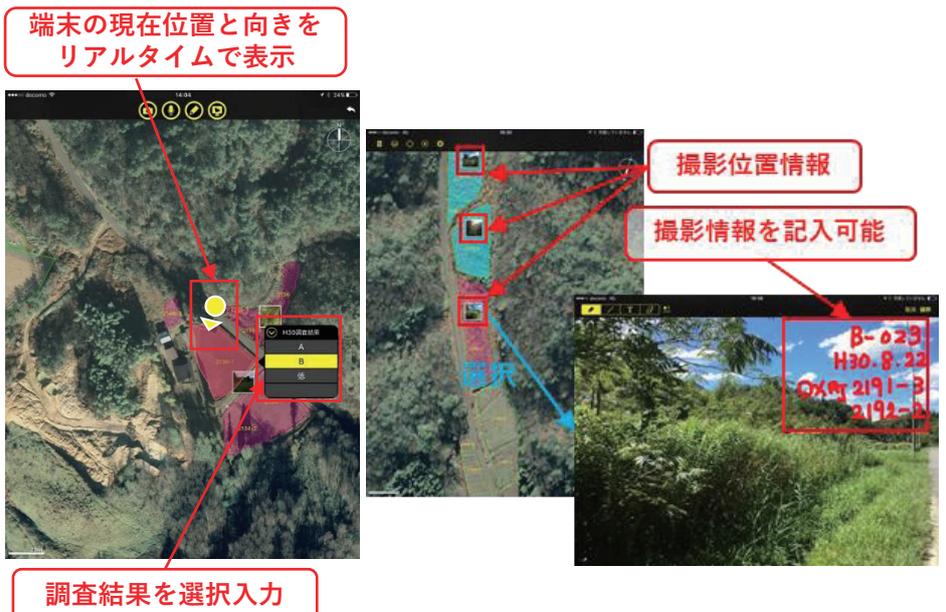
- 本システムはPC (Windows) 用GISソフト「VIMS」とタブレット (iOS) 用モバイルGISアプリ「iVIMS」で構成されます。農地情報に関するデータセットをシステムに構築すると、農地の利用状況調査など、市町村が行う各種の農地の現況確認業務に活用できます。

- iVIMSで更新したデータセットは転送により、VIMSで管理・利用することができます。
- VIMS上では調査結果の見える化、エクセル出力による集計作業等が可能です。



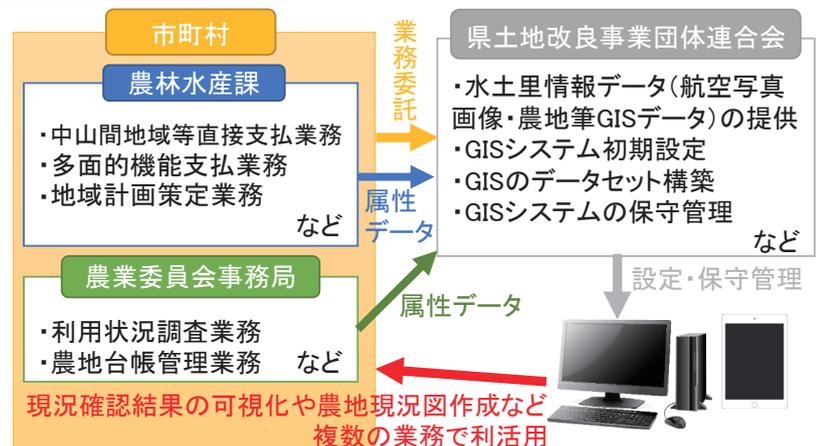
利用状況調査への活用

- 通常、農地の現況確認時に携帯する、紙の地図・調査票、現況撮影用のカメラをタブレット1台で代替し、現地での踏査・調査結果の記録・現況写真の保存を効率的に行うことができます。
- Web GISと比較した優位点として、動作にデータ通信を必要としないため、通信費用が不要 (タブレットへのSIMカードの挿入不要) で、山間部など通信電波が届かない現地でも問題なく利用できます。



システムの導入事例

- この事例では、県土地改良事業団体連合会が管理している水土里情報データを、農地情報に関するデータセット構築に活用しました。システム運営も、同連合会を含む体制としています。
- 農業委員会事務局が実施する利用状況調査業務だけでなく、市町村農林水産課の各種業務への活用が可能です。各部署が取り扱う農地情報の共通基盤として、本システムが機能することが期待されます。



営農活動のための経済・環境影響評価ツール

研究のポイント

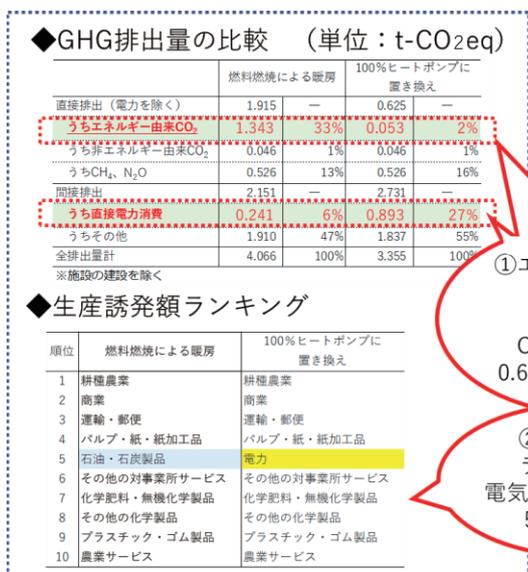
- 本ツールは、営農活動による市町村レベルでの経済波及効果(生産誘発額、付加価値誘発額、雇用誘発者数)と温室効果ガス(以下、GHG)排出量を産業連関分析によって同時に推計できます(図1)。

ツールの特徴

- 本ツールはWeb上で公開しています。①活動を行う地域、②生産する作物を選択し、③就業者数、④エネルギー種別の購入量、⑤用途別の支出額を入力することで計算が実行できます。
- 本ツールのユーザーは脱炭素施策を検討する農林水産や環境の行政担当者等を想定しています。
- ユーザーは専門的な知識を持たずとも、このツールを使うことで産業連関分析ができます。

期待される活用例

- 本ツールは現状の営農活動より生じる経済波及効果やGHG排出量を推計できます。また、技術導入による投入財の違いを把握できる場合、導入前後で推計、結果の比較ができます。



- 本ツールの結果を用いて、地域のステークホルダーが脱炭素に資する地域農業の在り方を議論することを期待しています。

①エネルギー由来のGHG排出量(赤破線内)：COP3.89の時、0.638 t-CO₂eq削減

②生産誘発額ランキング：電気は10位圏外から5位へシフト

結果からの検討
燃油焚き暖房機からヒートポンプへシフトする際に、大手系統から自然エネルギーを扱う地域新電力へシフトすることで、更なる脱炭素化と地域経済波及効果増が見込めるのではないかと

図2 施策検討例

(一例として、施設園芸におけるヒートポンプ導入を評価)

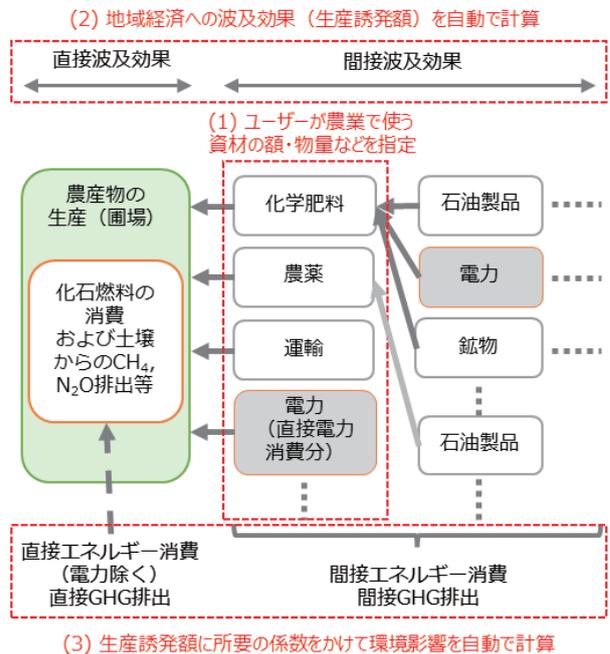


図1 WEBツールによる評価手順の骨子

ツールURL： https://kinohyoka.naro.go.jp/agric_tool



流水中に高い熱交換特性が得られる シート状熱交換器

研究のポイント

- 水熱源ヒートポンプのシート状熱交換器を農業用水路など流速10m/min以上の流水中に設置することで、土中設置に比べて約15倍の熱交換性能が得られます。

研究の背景

- 農業施設では、暖房だけでなく冷房や除湿が行え、エネルギー消費とランニングコストを削減する技術として、空気、地中熱や地下水を熱源としたヒートポンプの導入が進められています。現在、空気や土中よりも高い熱交換効率を得られる水中に熱交換器を設置する研究が行われていますが、ため池や井戸などの静水条件よりもさらに効率が良くとされる用水路における流水条件での熱交換特性は明らかになっていません。

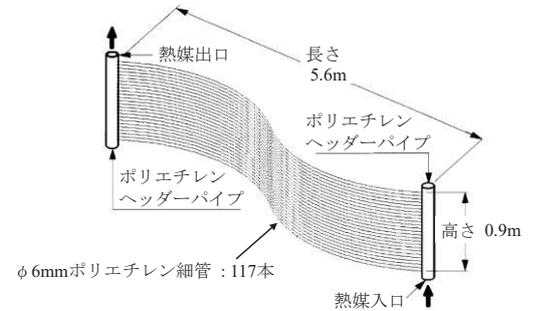


図1 シート状熱交換器

実験の概要

- 農業用水路を模した実規模水理模型（幅0.8m、側壁高1.6m、長さ15m）にシート状熱交換器（高さ0.9m×長さ5.6m、φ6mm細管×117本、図1）を設置して、水理条件や設置方法の違いによる熱交換特性を計測しました（図2）。

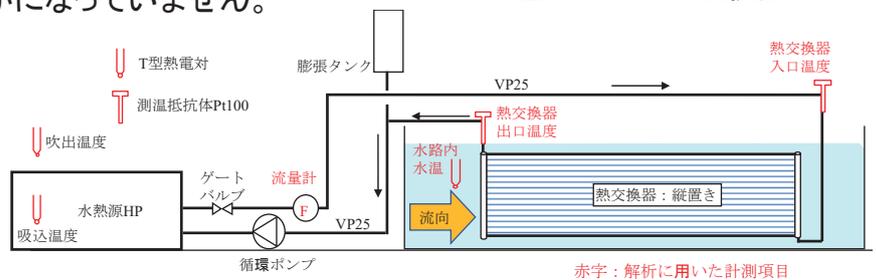


図2 実験システムの概要図

熱交換特性

- 水路内流速10m/min時の熱交換器の熱通過率は $0.255\text{kW}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ が得られました。静水条件下の約2.5倍、土中設置の約15倍でした。
- 熱交換器を網目状のエキスパンドメタルと一体化すると、流下物から保護でき、かつ撓みなく設置できます（図3左）。熱交換器をエキスパンドメタルと一体化し側壁に沿って設置した時、側壁との間隔110mm、水路流速24m/min以上で熱通過率が $0.21\text{kW}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ 以上得られました（図4）。さらに、上流端のゴミ流入防止用遮断板（図3右）の有無に関わらず、同程度の熱通過率が得られます（図4）。

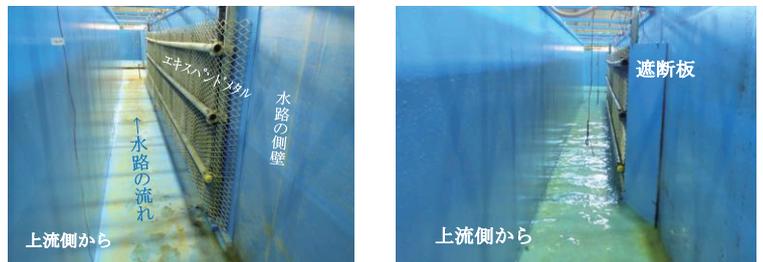


図3 エキスパンドメタルと一体化して水路側壁に設置した状況（左）および上流端に遮断板を設置した状況（右）

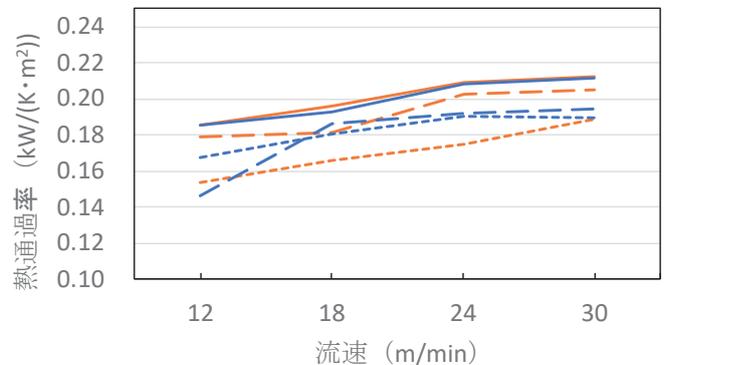


図4 側壁との設置間隔と熱通過率の関係（冷房運転時）

畑地におけるメタン発酵消化液の肥料効果と環境影響

研究のポイント

- メタン発酵消化液を環境保全的に液肥利用するために、アンモニア揮散特性、地下への窒素溶脱特性等の一連の情報を整理したうえで、肥料効果や環境影響の観点から適切な施用方法を提案します。

研究の背景

- メタン発酵は家畜ふん尿などからエネルギーを取り出す技術ですが、メタンを取り出した後に残る液体(メタン発酵消化液、図1および表1)の処理・利用が問題となっています。
- 肥料成分を含んでいる消化液を液肥として利用することにより、資源の有効利用やメタン発酵施設の運転コスト削減(消化液の浄化処理と比較して)が実現できます。
- しかし、消化液を不適切に液肥利用した場合には、肥料効果が発揮できないだけでなく、環境負荷を増大させることになります。消化液の特徴を整理し、適切な施用方法を採用することが重要です。

研究の概要

- 消化液を土壤表面に施用すると、消化液中のアンモニア態窒素の一部が揮散し失われるので、その分を考慮して施肥設計することが重要です。表面施用後放置すると揮散量が多く、消化液に含まれる窒素の35~50%程度しか肥料として利用できません。一方、アンモニア揮散を抑制できる施用方法(施用後速やかな土壌との混和等)を行えば、消化液に含まれる窒素の多く(約60%)を利用できます(図2)。
- 土壌に保持された消化液由来のアンモニア態窒素の動きは、硫安等の化学肥料由来成分と大きな差異はありません。消化液を化学肥料の代わりに使用しても、地下水への負荷は増加しないといえます(図3)。



図1 貯留中のメタン発酵消化液(左)、消化液の散布様子(右)

表1 メタン発酵消化液の成分(原料:乳牛ふん尿)

含水率	95.8%
pH	7.7
全窒素	3,400 mg/L (0.34%)
アンモニア態窒素	1,800 mg/L (0.18%)
硝酸態窒素	<1 mg/L (<0.01%)
リン酸	1,200 mg/L (0.12%)
カリ	3,900 mg/L (0.39%)

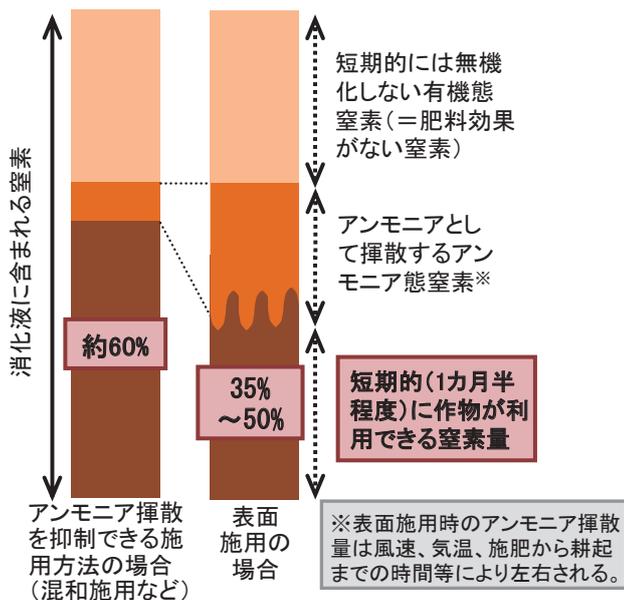


図2 消化液由来窒素の利用可能割合

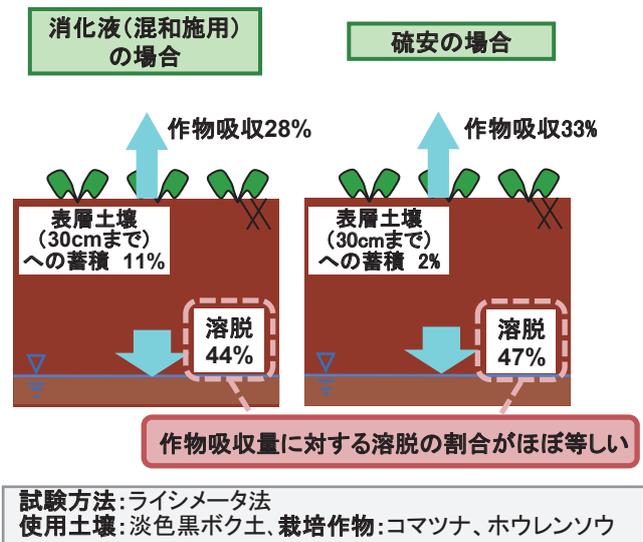


図3 施肥された窒素の動態(4年間の窒素収支)

農村地域における生ごみのメタン発酵基質としての特性

研究のポイント

- 農村地域の生ごみのメタン発酵基質としての特性データです。農村地域の生ごみは果菜類の残渣の含有率が高く、C/N比等に季節変動があり、バイオガス発生率は概ね0.7~0.8 NL/g-VSです。これらは農村の有機性資源を活用した混合メタン発酵設計時の参考となります。

研究の背景

- 生ごみは有機物含有率が高く、生活圏で必ず発生することから、農村地域においても有望なメタン発酵基質といえますが、その組成や性状は地域性や生活様式に影響を受け、メタン発酵した際のバイオガス発生量に影響する可能性があります。

研究の概要

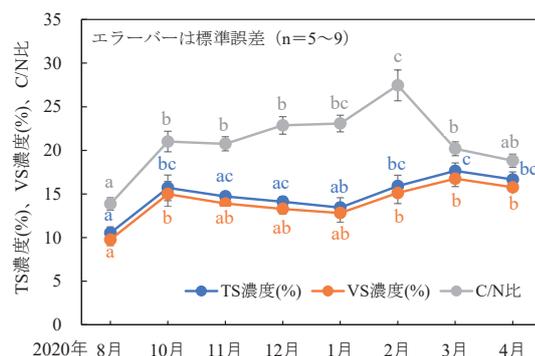
- 農村地域の生ごみは、野菜や果物の残渣の占める割合が高く(図1)、8月はスイカや枝豆等、10~11月は柿や柑橘類等、12~3月は柑橘や根菜類が多い等、季節ごとの組成の違いがみられます。
- 生ごみの固形物(TS)濃度、有機物(VS)濃度、炭素と窒素の含有率の比(C/N比)は、季節ごとに異なる組成由来と考えられる変動がみられます(図2)。
- 回分式メタン発酵試験において21日間に発生するバイオガスの約8割が試験開始5日以内に得られており、メタン発酵開始にともなう原料中の有機物のすみやかな分解が認められます(図3)。
- 回分式メタン発酵試験における生ごみのバイオガス発生率は0.67~0.82 NL/g-VSであり、各月間で生じる差は最大で0.15 NL/g-VS程度です。集排汚泥や家畜排泄物のバイオガス発生率より大きく、良好なメタン発酵基質といえます(図4)。

期待される活用例

- 農村地域において、生ごみや農業集落排水汚泥等の各種有機性資源を集約してメタン発酵する混合メタン発酵の導入の際の基礎データとして活用できます。
- メタン発酵には発酵温度が30~37℃の中温発酵と50~55℃の高温発酵があります。本成果の回分式メタン発酵試験は中温(37℃)で行っており、本成果は中温発酵に活用可能です。



図1 農村地域の生ごみの様子



※各項目の異なるアルファベット間では有意差あり。(Tukey-Kramer多重比較, $p < 0.05$)

図2 各月生ごみのTS、VS濃度、C/N比

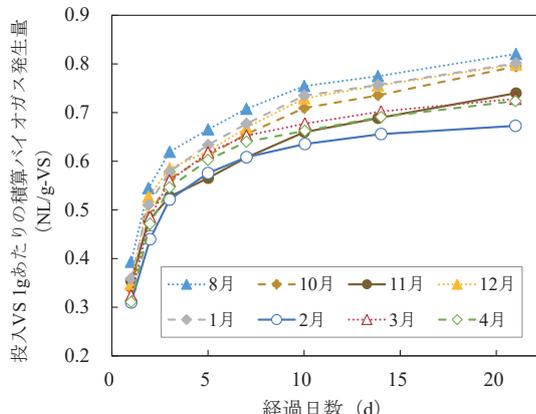


図3 各月生ごみの時間経過に伴う積算バイオガス発生量

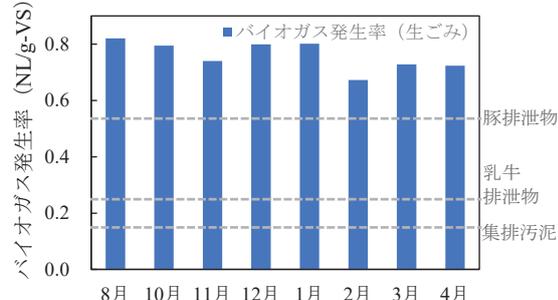


図4 各月生ごみのバイオガス発生率

集排汚泥と食品廃棄物のメタン発酵における安定発酵条件の解明、消化液の肥料特性評価

研究のポイント

- 集排汚泥と食品廃棄物等を原料としてメタン発酵を行ってエネルギーを生産し、消化液を液肥として利用する小規模分散型システムの成立条件を解明しました。
- 原料へのコバルト添加、C/N比を目安とした原料配合により、メタン発酵を安定化でき、消化液はアンモニア態窒素基準での施肥設計により、化学肥料代替肥料として利用できます。

研究の背景

- 集排汚泥と食品廃棄物等との混合メタン発酵システムは、再生可能エネルギー生産、集排施設の維持管理費削減、CO₂排出量削減を同時に実現できます。さらに、発酵残渣である消化液を液肥として利用することにより、化学肥料使用量の削減にも貢献します(図1)。
- このシステムを成立させるためには、安定発酵条件の解明、消化液の肥料特性評価が必要です。

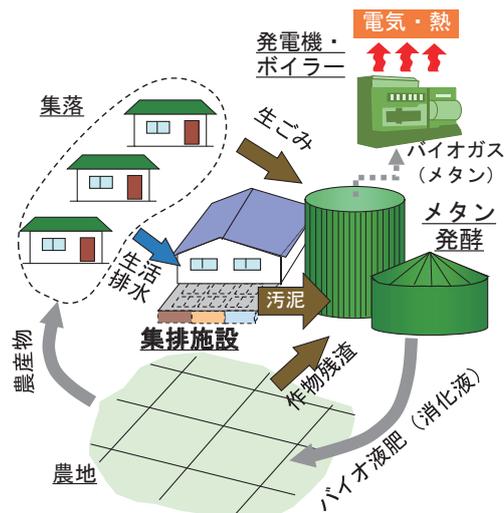


図1 集排汚泥と地域バイオマスのメタン発酵システム

評価法の特徴

- メタン発酵は微生物反応であるため、微生物の基質である原料の組成によっては、ガス発生量の低下等の発酵不良状態となります。メタン発酵の必須微量元素の大部分は集排汚泥から供給されますが、コバルトだけは不足することがあるため、添加が必要です。また、配合された原料のC/N比(窒素に対する炭素の比率)が17程度以下になるように調整することにより、安定した発酵が実現できます(図2)。
- 消化液をアンモニア態窒素を基準として施肥設計した場合、化学肥料の場合と同等の収量となります(図3)。集排汚泥と地域バイオマスを原料とする消化液は、化学肥料代替肥料として利用可能です。

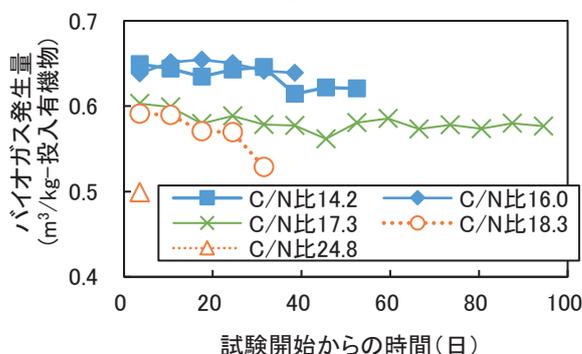


図2 メタン発酵の安定条件(原料C/N比の影響)

期待される活用例

- 汚泥や地域バイオマスを原料とするメタン発酵施設の設計、消化液の液肥利用計画策定に活用できます。

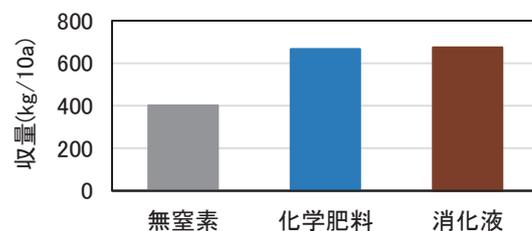


図3 消化液を用いた栽培試験結果(水稻)

■ (一社) 地域環境資源センター、農研機構 (2022) 「集排汚泥とバイオ液肥の利活用を伴う小規模メタン発酵システム導入の手引き (案)」
<http://www.jarus.or.jp/biomass/topics/shokibomethanetebiki.htm> (2022年3月公開)

メタン発酵消化液を土中に安定的に施用でき 低コストで導入できるスラリーインジェクター

研究のポイント

- これまで主に草地、水田に表面散布されていたメタン発酵消化液(消化液)や家畜ふん尿スラリー等の液肥を土中に施用でき、既存機械を活用することにより低コストで導入できる2機種のスラリーインジェクターを開発しました。

研究の背景

- 化学肥料使用量低減や地域資源循環の観点から、消化液や家畜ふん尿スラリー等の液肥について、これまで利用が限定的であった畑作での利用を進める必要性が高まっています。
- この状況に対応するためには、液肥施用後のアンモニア揮散を抑制することにより肥料効果を最大化して施肥量の多い畑作に対応しつつ、低コストで導入できるスラリーインジェクターが必要です。

開発したインジェクターの特徴

- 農家規模に対応した2種類(大型機と小型機)のインジェクターを開発しました。
- 大型機は、4~20t容量のスラリータンカーに後付けするタイプのインジェクターです。空洞を形成する刃の種類を変え、土中に大きさや形状の異なる空間を形成することにより、液肥を施用量4~8t/10aの範囲で土壌中に施用することができます(図1)。
- 小型機は、既存の農地排水改良用全層心土破碎機をベースとしたインジェクターです。機械上部に約400~600L容量のタンクを積載し、機械下部に1~3連で配置したV字の心土破碎刃で作成した溝内にタンク内の液肥を注入できる構造を有します(図2)。
- 大型機は畜産農家が既に保有しているスラリータンカーに設置すること、小型機は既存の作業機をベースにすることにより、低コスト化を実現できました。



図1 大型インジェクター



図2 小型インジェクター

期待される活用例

- 本機の活用により、家畜ふん尿スラリーやメタン発酵消化液等の液肥について、周辺地域や環境に配慮しながら有効な肥料資源として循環利用を促進することが期待されます。

流水の流速と水温の変化が暖房時のヒートポンプシステムの熱交換特性に与える影響

研究のポイント

- ヒートポンプシステムによって流水中から採熱すると、流水の流速が速く、水温が高いほど、暖房時のヒートポンプシステムの熱交換特性は高くなります。流速や水温を把握することで、安定的に採熱可能かつ最適な規模で流水熱ヒートポンプシステムの設計に活用できます。

研究の背景

- 農業用水を対象とする流水熱ヒートポンプシステムの設計時に熱交換特性(熱交換器の熱通過率(熱の取り出しやすさ)、ヒートポンプの熱交換量(採熱量)、ヒートポンプシステム全体のエネルギー消費効率(SCOP))の把握が必要です。期別により流速や水温が変化する実際の農業用水を熱源として活用、普及していくには、これまでの研究では、十分な熱交換特性の把握に至っていません。

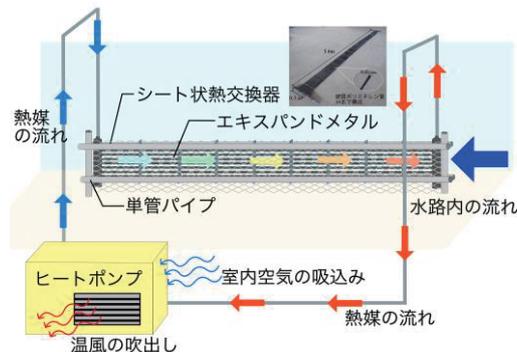


図1 ヒートポンプシステム概要

流水の流速と水温の変化が暖房時のヒートポンプシステムの熱交換特性に与える影響

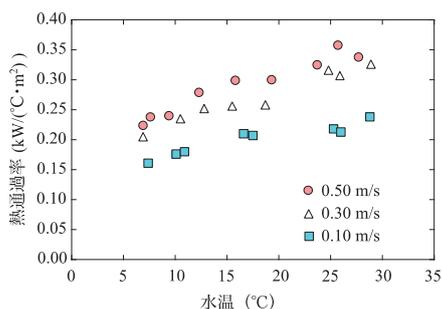


図2 異なる流速における熱通過率と水温の関係

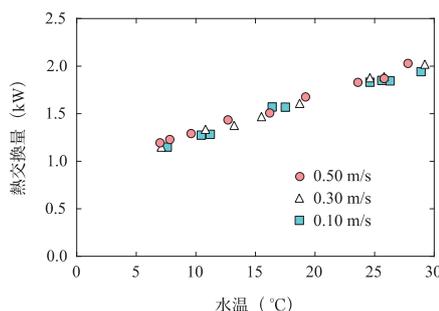


図3 異なる流速における熱交換量と水温の関係

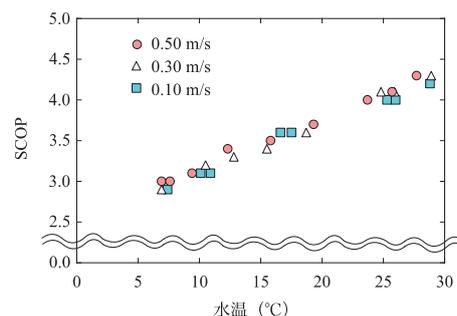


図4 異なる流速におけるSCOPと水温の関係

- 水温が高く、流速が速いほど熱通過率は高くなり、また、水温が高いほど熱交換量(採熱量)とSCOPは高くなります。
- 流速の変化量当たりの熱通過率の増加量は、流速が0.10m/sから0.30m/sに変化した場合で特に大きく、約30~50%増加します。
- SCOPはエアコンの性能評価で用いられる指標の一つです。SCOPが高いほどより小さいエネルギーで熱を取り出せることを示しており、省エネルギーであることを意味します。SCOPは流速によってほとんど変化しませんが、水温が高くなるとともに高くなります。

期待される活用例

- 現場におけるヒートポンプシステムの能力を把握でき、熱通過率、熱交換量、SCOPを通して最適かつ安定的な採熱に必要な構成で設計できます。
- 熱通過率が大きいほど、採熱に必要な熱交換器の面積を小さくできることから、ヒートポンプシステム設計時に必要な熱交換器の数を少なくできます。

メタン発酵原料が消化液の肥料成分組成に与える影響

研究のポイント

- メタン発酵消化液の肥料成分組成は原料の影響を受け、乳牛ふん尿由来の消化液は相対的にカリや有機物の含有量が多いなど、原料による違いがあります。
- 一方、消化液中の窒素の組成や窒素肥効に大きな差はなく、消化液は共通してアンモニア態窒素基準で施肥設計することが可能です。

研究の背景

- 農村地域でメタン発酵を事業として成立させるためには、原料とほぼ同量生成される消化液(バイオ液肥)を肥料として有効利用できることが必要条件です。
- 原料の種類の違いは消化液の肥料成分濃度や肥効に影響しますが、これまで原料別の整理がされておらず、液肥利用計画の検討時に十分な情報がないことが課題でした。そのため、多様な原料(乳牛ふん尿、食品廃棄物、汚泥)の肥料成分等の整理・比較を行う必要があります。

消化液の肥料成分の特徴

- メタン発酵消化液の肥料成分組成は原料の影響を受けます。乳牛ふん尿を原料とする消化液は、窒素に比べてカリが多く、有機物の含有量も多いです。つまり、有機物の施用効果がある一方、カリの過剰施用に留意が必要であると言えます。
- 食品廃棄物を原料とする消化液は、窒素に比べて、リン酸、カリが少なく、有機物の含有量も少ないです。そのため、多量施用してもリン酸、カリの過剰施用にはなりにくいですが、有機物施用効果はほとんどありません。
- 汚泥を原料とする消化液は、他の原料の消化液に比べてリン酸含有量が相対的に多く、カリが少ないです。
- 原料を問わず共通の特徴としては、アンモニア態窒素濃度が0.15~0.2%程度で、有機態窒素の土壌施用後の無機化量が少ないことです。つまり、アンモニア態窒素基準で施肥設計することが可能です。

期待される活用例

- メタン発酵事業者が消化液の利用計画を検討する場面や、普及組織が消化液を利用した栽培の営農指導を行う場面で活用できます。



図1 メタン発酵消化液

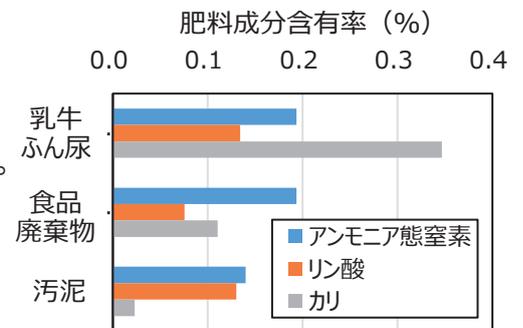


図2 消化液中の肥料成分濃度

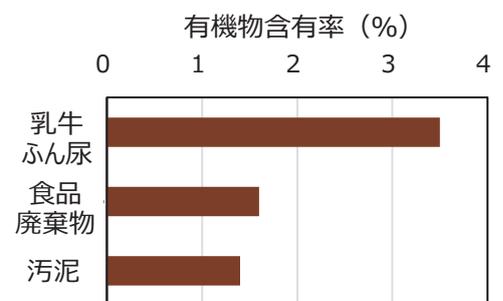


図3 消化液中の有機物濃度

集排汚泥と食品廃棄物の混合メタン発酵における豆腐製造副産物(おから)の混合可能条件

研究のポイント

- 農業集落排水施設から発生する汚泥(集排汚泥)と農村地域で発生する食品廃棄物等との混合メタン発酵において、C/N比が低めの豆腐製造副産物(おから)を原料として用いる場合のおからの混合可能条件を明らかにしました。
- 集排汚泥、生ごみ、おからを原料とする中温条件の混合メタン発酵において、安定的に発酵が可能なおからの混合割合は湿潤重量比で概ね4割以下です。

研究の背景

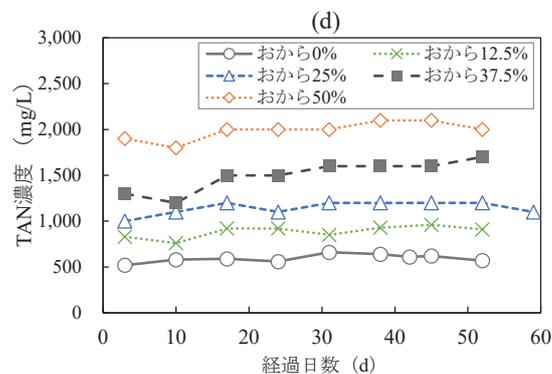
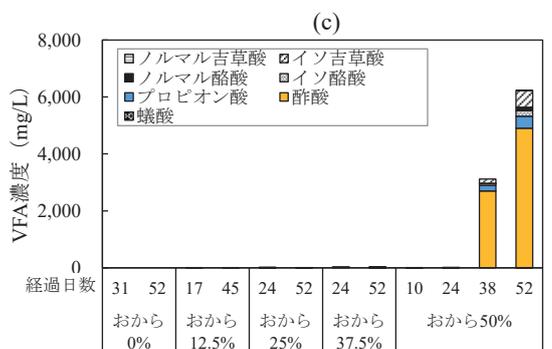
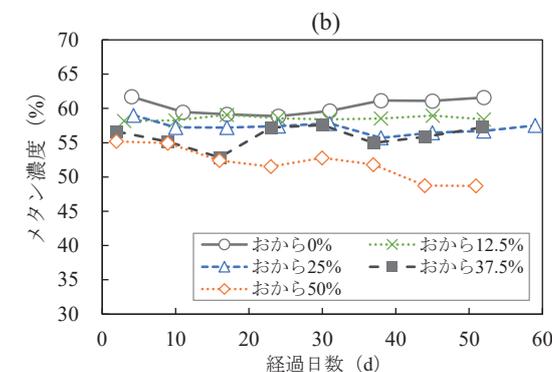
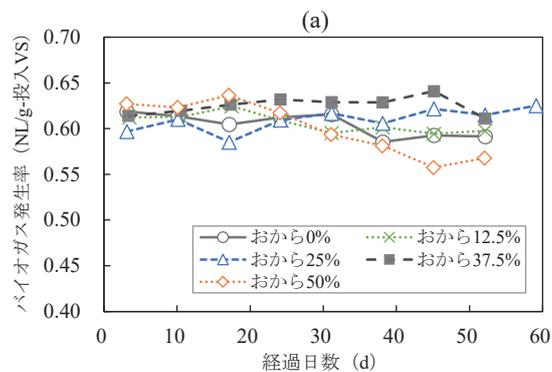
- 集排汚泥と食品廃棄物等との混合メタン発酵および消化液の液肥利用は、再生可能エネルギーの生産と資源循環の同時実現に貢献します。
- 消化液の農地利用の観点からは、窒素含有率が高い、すなわちC/N比が低い原料の利用は有効ですが、混合割合が高くなるとメタン発酵の阻害が生じる懸念があるため、安定的に発酵が可能な条件を明らかにする必要があります。

研究の概要

- 集排汚泥、生ごみ、おからを原料とする中温条件の混合メタン発酵において、おからの混合割合が37.5%までは、バイオガス発生率は概ね一定で(図(a))、メタン濃度は55~60%程度の範囲にあり(図(b))、発酵槽内の有機酸(VFA)濃度は低く(図(c))、安定的な発酵が行われていると考えられますが、おからの混合割合が50%になると、バイオガス発生率およびメタン濃度はともに低下し(図(a), (b))、VFA(図(c))が高濃度になるなど、発酵阻害が生じている可能性が考えられます。
- 発酵槽内の全アンモニア態窒素(TAN)濃度(図(d))と、既往の研究による知見から、おからの混合割合が50%のときの発酵の不安定化の原因はアンモニアである可能性があります。

期待される活用例

- 農村地域において、消化液の農地利用を想定し、C/N比が低い食品廃棄物等を集排汚泥や生ごみ等との混合メタン発酵の原料に用いる際の参考となります。



農業集落排水汚泥の処理の現状と 汚泥肥料の特性

研究のポイント

- 汚泥肥料は製造期間や加温・通気の有無によって、開放型コンポスト、密閉型コンポスト、乾燥汚泥の3種類に分類できます。
- 無機態窒素の割合や窒素無機化パターンは製造方法によって異なりますが、作物が利用可能な窒素成分は製造方法に関わらず30～40%程度であり、その分の化学肥料を代替できます。

研究の背景

- 汚泥処理プロセスは施設によって異なり、複雑であるため、効果的に農地還元を推進するには処理の現状の整理をする必要があります。
- 汚泥肥料は有機質肥料であり、含有する肥料成分のすべてが作物にとって利用可能な形態ではないため、各成分の肥効特性を把握することが重要です。

農業集落排水汚泥の処理と汚泥肥料の特徴

- 農業集落排水汚泥の処理方法には農地還元、建設資材活用、未利用となる廃棄処分があり、農業集落排水施設内で処理が完結する場合は8%と少なく、農地還元率向上のためには農業集落排水事業以外の外部の事業と連携した取り組みが必要となります。
- 汚泥肥料の製造方法によって肥料成分の特性は異なります(表1)。しかし、汚泥肥料は土壌施用後に窒素の無機化が進み、作物が利用可能な形態である無機態窒素が増加するため、製造方法によって汚泥肥料中の無機態窒素濃度が異なっても、最終的に作物が利用可能な窒素成分は30～40%程度となります。

期待される活用例

- 汚泥肥料の施肥設計に活用でき、汚泥肥料を使用した分の化学肥料の削減が期待できます。

表1 汚泥肥料の製造方法

	開放型コンポスト	密閉型コンポスト	乾燥汚泥
写真			
原料	汚泥 (+もみ殻等の副資材)	汚泥	汚泥
製造方法	開放された空間 副資材混合等による水分調整 発酵熱による乾燥	密閉された空間 発酵槽内で加温、通気させて 発酵を促進	乾燥炉内で熱風を当てて 急激に乾燥 処理槽内の温度は高温
期間	3週間～	数日～1か月	数十分～数時間程度
C/N比	8.13	5.34	5.87
窒素(%)	3.89	5.54	6.66
アンモニア態窒素(%)	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸態窒素(%)	0.89	1.21	0.11
12週の窒素無機化率(%)	35	40	42
リン酸(%)	2.90	4.80	3.81
カリ(%)	0.44	0.41	0.45

論文データベース分析から明らかにする 国内外の営農型太陽光発電の研究開発動向

研究のポイント

- 営農型太陽光発電施設の面積は拡大傾向にあるが研究論文の公表数は限られています。
- 特に国内論文は2022年までに31件と少なく、国際論文は2020年以降、増加傾向にあります。
- 公表論文のテーマの分析から国際論文は工学系、国内論文は社会系が多く、農学的知見の不足傾向が明らかになりました。

研究の背景

- 営農型太陽光発電は農地上部に太陽光発電パネルを設置し農業と発電を同時に行う取り組み。新たな発電用地の開発が不要で、農業収入に加え発電収入が得られるため、持続的な農地利用にメリットが期待される一方、太陽光発電の比重を不適切に大きくすることで適切な農地利用が行われていない事例もあります。こうした背景には、営農型太陽光発電に関する科学的根拠の不足もあります。本研究では当該技術の2022年までの国内外の研究動向を巨視的に評価しました。

営農型太陽光発電に関する研究動向

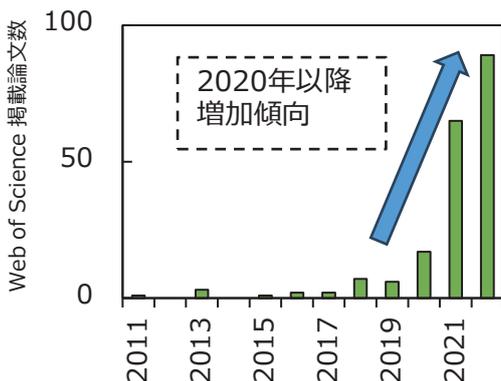


図1 営農型太陽光発電に関する国際論文の発表件数の推移

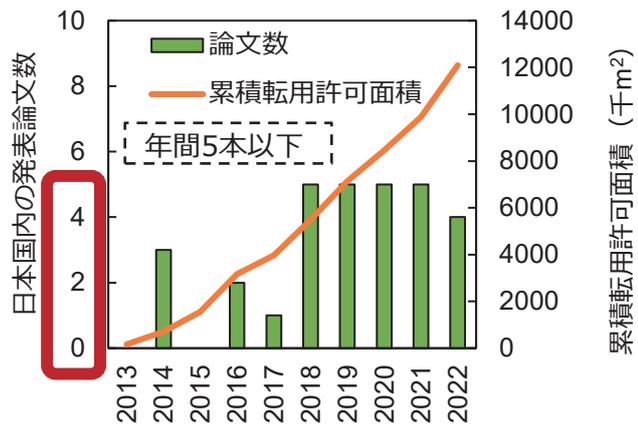
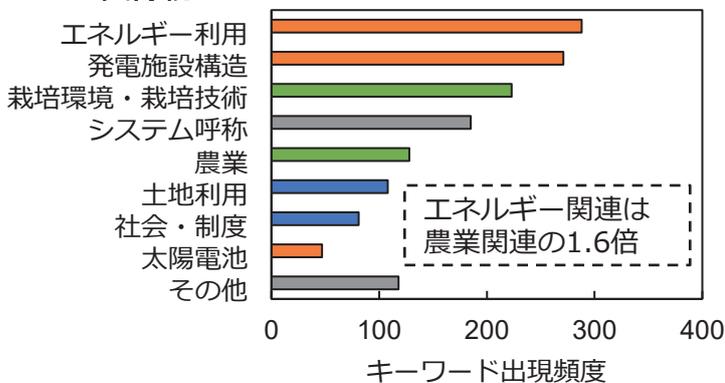


図2 営農型太陽光発電に関する国内論文の発表件数と累積転用許可面積の推移

a. 国際誌



b. 国内誌

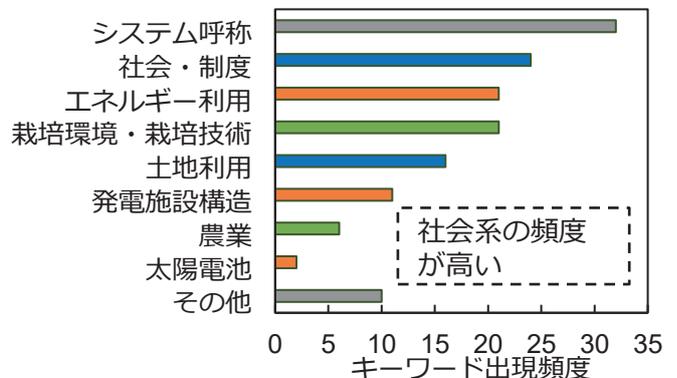


図3 国際論文(左)および国内論文(右)における各キーワード群の出現頻度(それぞれのグラフの色は橙:エネルギー工学関連、緑:農業関連、青:社会科学関連、灰:その他)

担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

Ⅲ. 「農業・農村の強靱化」に資する実用新技術

1. 頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

「ICT」などの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

降雨特性を踏まえたため池の洪水調節効果の評価手法

研究のポイント

- 豪雨時のため池による洪水調節効果を、洪水の発生確率に対応したため池からのピーク流出量の低減量(ピークカット量)として評価する手法です。

研究の背景

- ため池の洪水調節効果は、ため池の条件(流域面積や満水面積、洪水吐の構造など)や降雨前の空き容量の大きさだけでなく、降雨規模(総雨量、時間あたりの雨量)と降雨特性(降雨継続時間、降雨ピークの出現時刻)の影響を大きく受けます。
- しかし、既往の評価手法は代表的な降雨波形を用いて評価を行うものであり、実降雨に基づく洪水の発生確率を踏まえた洪水調節効果の評価ができませんでした。

評価手法の概要

- 本手法では、まず洪水の再現期間に対応した観測雨量から、ため池へのピーク洪水流入量の年間最大値とこれに対応する下流へのピーク流出量(無対策時、強化対策時)を計算モデルを用いて求めます(図1)。
- 求めたピーク洪水流入量と下流へのピーク流出量により、ピーク洪水流入量の発生確率との間で散布図を作成し、それぞれの平均流量を表す近似曲線を作成します(図1、2)。
- ため池による洪水調節効果は、効果を期待する洪水流入量の発生確率に対応した近似曲線の値の差であるピークカット量(図2中の紫矢印:強化対策時)として把握できます。また、強化対策の効果は無対策時と強化対策時の近似曲線の差(図2中の赤矢印)として把握できます。

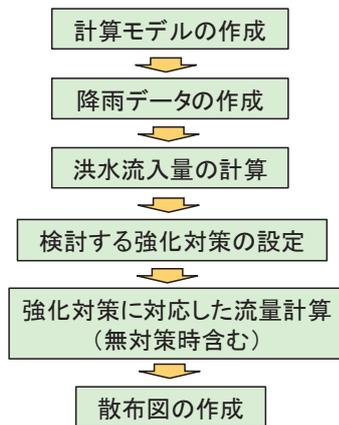
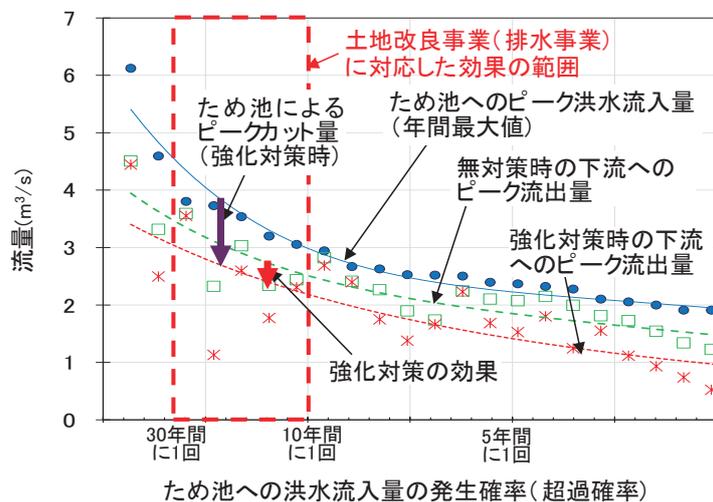


図1 評価の手順



● 洪水流入量 □ 無対策時 * 洪水吐スリット0.5m
※「洪水吐スリット0.5m」は強化対策「洪水吐スリットによる常時満水位-0.5mの事前放流」を行った場合

図2 ピークカット量の評価事例(兵庫県A池)

期待される活用例

- ため池が実際の豪雨で発揮する洪水調節効果を評価できます。放流施設の構造や事前放水水位を変えて比較検討を行うことで、効果の高い洪水調節機能の強化策の選定ができます。

ハザードマップ作成のための ため池浸水想定区域算定マニュアル(案)

研究のポイント

- ため池決壊時の浸水想定区域設定手法である氾濫解析(不定流解析)の条件設定方法に関するマニュアルを作成しました。氾濫解析の基本的な条件設定と留意事項をまとめるとともに、過去の決壊事例での検証結果に基づき、解析結果の妥当性確認のための現地踏査時に着目すべきポイントや、妥当な結果が得られない場合の改善策を示しました。

研究の背景

- ため池決壊時の浸水想定区域の設定手法として、「簡易氾濫解析」が「ため池ハザードマップ作成の手引き(農林水産省)」に例示され、広く使われてきました。
- しかし、ため池決壊時の浸水想定特有の条件(例えば農村部の土地利用や、貯水池の決壊に伴う氾濫の特徴)を踏まえた氾濫解析の条件設定方法について、土地改良技術者が参照できるマニュアルはありませんでした。

成果の特徴

- 本マニュアルでは、まず、「簡易氾濫解析」に対応する基本的な解析条件設定項目(決壊ため池からの流出を表す境界条件、計算メッシュに与える地盤高および粗度係数)について解説しています。
- また、過去の決壊ため池における痕跡浸水深(図1)との比較検証に基づき、「簡易氾濫解析」に対応する基本的な解析条件だけでは妥当な浸水深等が得られない場合の改善策として、家屋やブロック塀等の線状構造物の影響や、降雨の影響を反映する方法と、その留意点をマニュアルに記載しています(図2)。
- 併せて、農研機構が主催する関連研修受講者の傾向から把握した、典型的な解析条件設定ミスの例とそれを防ぐ留意事項について解説しています。
- 氾濫解析を行った後には、その結果の妥当性検討のために現地確認を行うことが必要です。本マニュアルでは、過去の決壊事例で大きな浸水深を生じた箇所の特徴等も踏まえ、浸水想定区域設定時の現地確認において着目すべきポイントを示しています。



図1 決壊ため池における痕跡最大浸水深調査箇所

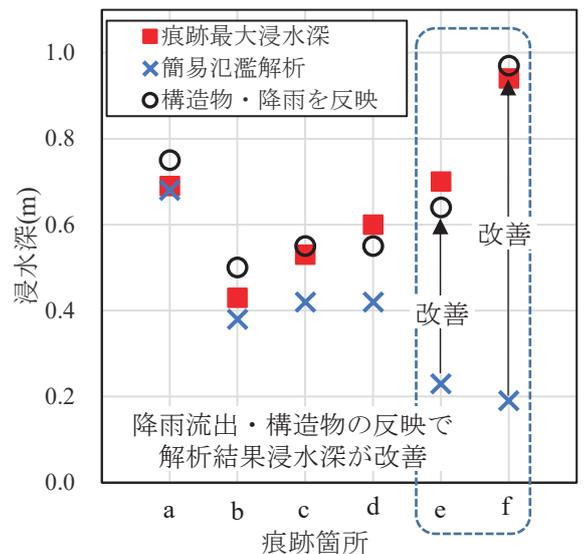


図2 構造物・降雨の反映による改善

ため池の事前放流を支援する 「ため池水位管理情報システム」

研究のポイント

- 気象庁配信の降雨予測データと水位センサによる観測水位に基づいて、豪雨前に「事前放流可能水位」※を計算する手法、ならびにため池の事前放流を支援する「ため池水位管理情報システム」をベジタリア(株)と共同開発しました。
※事前放流後の豪雨によって、かんがいに必要な貯水量まで回復可能な放流後の水位。
- ため池管理者は、「事前放流可能水位」に基づいて豪雨前に事前放流を行うことで、ため池の洪水調節機能を強化できます。

研究の背景

- 河川流域全体のあらゆる関係者が協働し、流域全体で水害を軽減させる取り組みである「流域治水プロジェクト」では、ため池の活用が進められています。
- ため池の洪水調節機能を強化するためには、かんがい用水との両立を前提とした上で、ため池に流入する雨水を貯留する空き容量を豪雨前に設ける必要があります。そこで空き容量の設定のために、事前放流可能水位を計算する手法とシステムを開発しました。

技術の内容と特徴

- 「ため池水位管理情報システム」では、個々のため池において「事前放流可能水位」を計算するとともに、観測水位を時系列のグラフで表示できます。
- 「事前放流可能水位」の計算(図1)は、まず①放流終了時点(1~3日先に設定)から空き容量の回復を見込む時点(4~11日先に設定)までの気象庁配信の予測降雨データを回復貯水量推定式に入力し、「回復貯水量」(降雨による貯水の増加量)を求めます。次に、②当該ため池の豪雨による空き容量の回復後の貯水量として設定する「目標貯水量」から「回復貯水量」を差し引いた貯水量を求め、この貯水量に対応する水位である「事前放流可能水位」を求めます。さらに、③観測水位と「事前放流可能水位」の水位差を求めます。
- 回復貯水量推定式は、ため池ごとに水位・雨量観測データに基づいて一連降雨時の雨量と回復貯水量を集計し、両者の間で回帰式(一次式)を求めることによって作成できます。

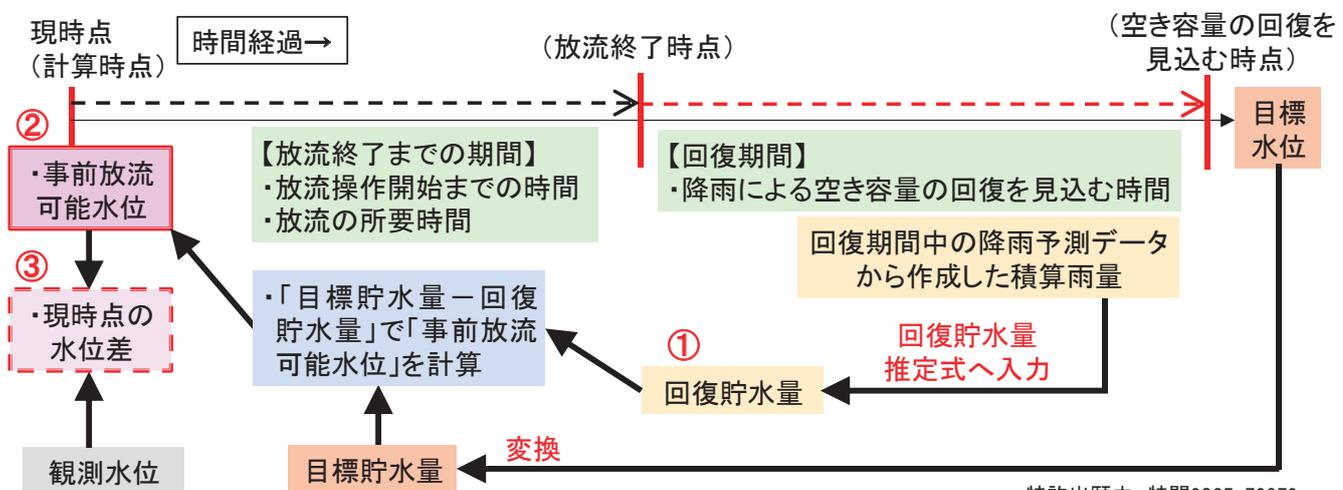


図1 「事前放流可能水位」の計算手法

特許出願中 特開2025-72979

地すべり土塊の地震時移動量の簡便な算定手法

研究のポイント

- 地震時の地すべり挙動を迅速かつ簡便に評価することを目的として、地すべりの安定解析で一般的に用いられている非円弧を対象とした簡便法をもとに、地震時の加速度に基づく地震力を考慮して地震時の滑動量を算定する手法を開発しました。

研究の背景

- 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震、平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震、平成16年(2004年)新潟県中越地震、令和6年能登半島地震など、多発する大規模地震によって地すべり被害が発生しています。
- しかし、地すべり対策においては調査や解析に多くの予算を割けない状況であることから、既存資料を用いて概略の耐震診断ができる簡便な手法の開発が重要となっていました。

成果の特徴

- 本手法において使用する入力値は一般的な地すべりの安定解析で用いられているもののみで、①地すべり断面図、②地下水位(移動量を算定しようとする時点の値)、③内部摩擦角 ϕ' (有効応力表示)、④粘着力 c' (同)、⑤単位体積重量(湿潤単位体積重量 γ_t 、飽和単位体積重量 γ_{sat})、⑥移動量を算定しようとする地震の加速度の6項目となっています(図1)。また、解析測線が途中で折れている場合でも、移動量の算定が可能となっています。
- 本手法では、地すべりの安定をモーメントではなく力の釣り合いとして扱うことによって簡便な評価を可能としています。滑動力と抵抗力の差分を地すべり土塊の質量で除して地すべり土塊に働く加速度を算定し、その結果を積分して速度、さらに積分して単位時間当りの移動量を求めていきます。最終的な移動量は単位時間当り移動量を合計して得られます。
- 本手法により求めた移動量の算定値と、実際に地震時に計測された22事例の移動量とを比較したところ、小移動から大移動までよく再現でき(図2)、本手法の有用性が確認できました。

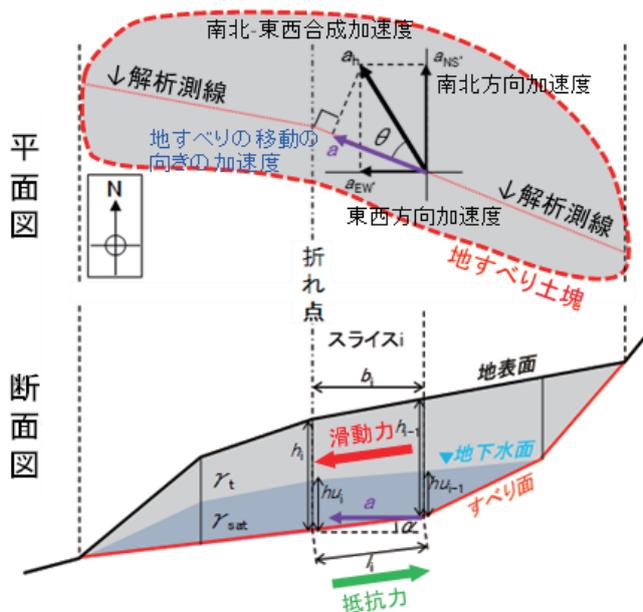


図1 本手法を用いた移動量算定に必要な情報

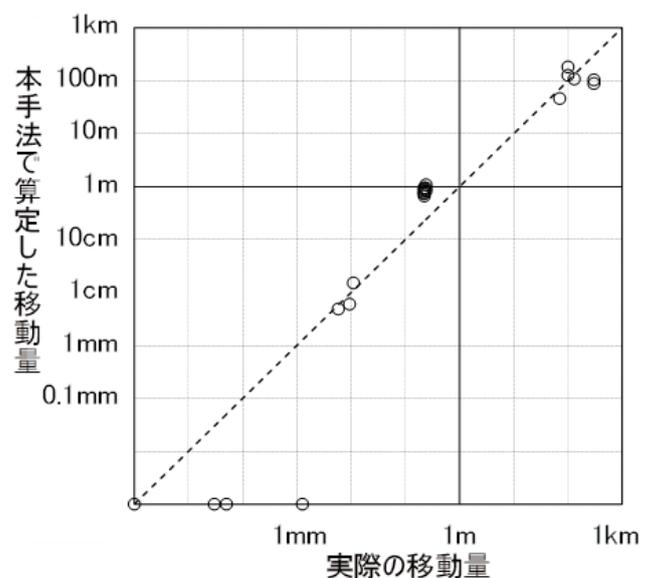


図2 本手法を用いた算定の再現精度

ため池への土石流流入時の堤体作用荷重の算定手法

研究のポイント

- ため池に土石流が流入した場合の、土石流からため池堤体に作用する荷重の算定手法と堤体の安定性の評価手法を提案します。
- 「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説」(国土交通省)において砂防設備の安定性評価に用いられている土石流流体力の式(1)を実験結果と比較検証しました。

研究の背景

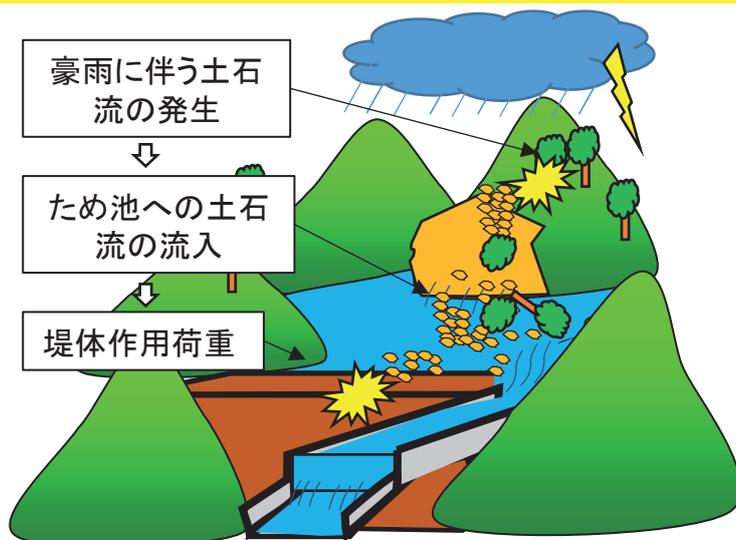
- 平成29年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨では、ため池の上流部からの土石流や、盛土の崩壊による土砂のため池への流入により、ため池の堤体の決壊が発生する事例(上図)があります。

評価法の特徴

- ため池への土石流流入を再現した実験モデルにより、最大作用荷重の実験値と式(1)により算定した土石流流体力を比較すると相関があります。
- 最大作用荷重は算定流体力よりもやや小さくなり(1:1の線より下側)、式(1)を用いることにより安全側の評価ができます。
- ため池内への土砂の流入により発生した波が堤体を越流する場合(越流有)でも、測定した最大作用荷重は式(1)による算定流体力よりも小さく、安全側に評価でき、実用的であることがわかります。

期待される活用例

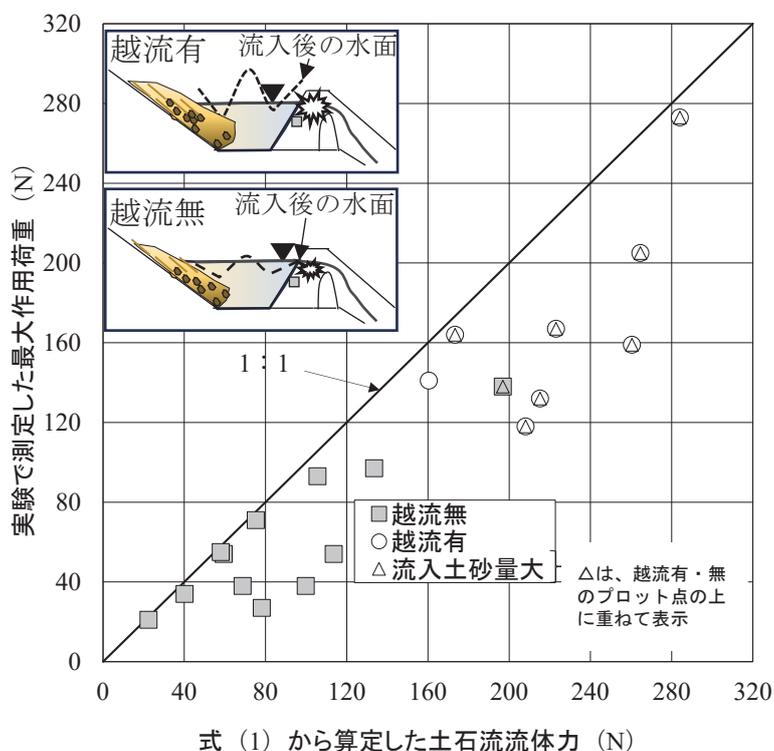
- この式により、「土地改良事業設計指針「ため池整備」」(農林水産省)に示される通常の円形すべり面スライス法に、水平外力として堤体への最大作用荷重を組み込んで安定計算を行うことで、土石流流入に対する堤体の安定性の簡便な評価ができます。



※土石流流体力 F (kN/m)

$$F = K_h \frac{\gamma_d}{g} D_d U^2 \quad \text{式 (1)}$$

K_h : 係数(1.0)、 γ_d : 土石流の単位体積重量 (kN/m³)、 g : 重力加速度 (m/s²)、 D_r : 土石流の径深(m) (ここでは、 $D_r = D_d$ (土石流水深))、 U : 流速(m/s)である。なお、流速を求める際の渓床勾配はため池の上流地点から200m区間の平均値を使用



流域治水でのため池の活用に向けた ため池洪水調節機能強化マニュアル(案)

研究のポイント

- 今まで取りまとめられていなかった、流域治水におけるため池の活用に向けた技術マニュアルを作成しました。

研究の背景

- 河川流域全体のあらゆる関係者が協働し、流域全体で水害を軽減させる取り組みである「流域治水プロジェクト」では、ため池の活用が進められています。
- しかし、ため池の流域治水での活用に向けて、技術的な事項をとりまとめたマニュアル類は作成されていませんでした。

作成したマニュアル

- マニュアルでは、ため池下流河川(流域治水の効果)とため池地点のそれぞれに対して、ため池が洪水調節効果を発揮するメカニズム、ならびに効果に対する評価指標や強化対策を体系的に解説しています。
- ため池下流河川に対する洪水調節効果について、ため池単位で作成した計算モデルで簡便に評価できる、新たな評価指標「貯水増加量」を提案しています。
- 低水位管理や事前放流により、降雨前にため池へ空き容量を設ける強化対策を行った場合に期待できる効果について、解説しています。



低水位管理を実施しているため池
(洪水吐スリットによる放流)

作成したマニュアルの構成(目次)

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. 本マニュアルについて | (3)ため池地点の洪水調節効果と評価指標 |
| (1)本マニュアル作成の目的 | (4)ため池下流河川に対する洪水調節効果と評価指標 |
| (2)関連する手引き類 | (5)ため池が発揮する洪水調節と強化対策の効果 |
| 2. ため池の洪水調節機能 | 4. 洪水調節機能の強化対策 |
| (1)ため池が持つ洪水調節機能 | (1)強化対策の基本 |
| (2)洪水調節におけるため池の形態 | (2)空き容量の確保—降雨前の事前放流— |
| 3. 自流域を持つため池における洪水調節効果 | (3)空き容量の確保—期別毎の低水位管理— |
| (1)洪水調節機能と洪水調節効果 | (4)放流の実施方法 |
| (2)自流域を持つため池による2つの洪水調節効果 | 資料1 ため池の洪水流出に関する計算モデル |
| | 資料2 ため池群による洪水調節効果の評価事例 |

期待される活用例

- 流域治水での取り組み等で、ため池の洪水調節機能強化対策を行うため池で活用できます。

砂と打設丸太による複合地盤の強度と変形の特徴

研究のポイント

- 複合地盤「炭素貯留可能な丸太を打設した砂地盤」の強度は、丸太の打設間隔が狭まり、打設本数が増えると大きくなります。それに伴い、複合地盤の安定性評価時の強度パラメータも大きくなります。

研究の背景

- 地域で生産され現地調達可能な丸太(間伐材)を利用した古くからある対策が近年注目されています。
- 丸太は安価かつ地産地消で施工でき、腐朽しない限りは炭素貯留にも貢献できます。補強の必要な層厚が浅い場合の地盤・法面の補強対策として有効であると考えられます(図1)。しかし、本補強効果の評価法は明らかになっていませんでした。
- そこで、複合地盤による法面の安定性を評価するための载荷模型実験(図2)や三軸圧縮試験により、砂地盤に丸太を打設した場合の地盤の強度や変形について明らかにしています。

評価法の特徴

- 図3は、模型実験終了時の地盤状況です。無対策では、地表面が傾き、水平方向に大きく変位するのに対し、丸太を打設すると打設本数が多くなるほど変位が小さくなります。丸太打設本数「少」では地表面が傾くのに対し、打設本数「多」では、ほとんど変位しません。
- 図4は、打設本数「多」「中」「少」と丸太打設無し(以下、無対策)の地盤上面を载荷したときの荷重と変位を測定した結果です。丸太を打設すると、無対策と比べて上载荷重の最大値が増加します。
- 丸太の打設間隔が狭く打設本数が多くなるほど、上载荷重の最大値は大きくなり、強度が増します。さらに、打設本数が増えると、大きく変位しても崩壊に至らず、「粘り強さ」が発揮されます。

期待される活用例

- 複合地盤では、変形係数 E_{50} が無対策と比較して大きくなる傾向があり、変形しにくい地盤となります。また、見かけの粘着力を用いることで本法の簡易な強度設計ができる可能性があります。
- 本成果は、丸太打設による補強効果として、実際の現場を再現する境界やスケールでの検証ができていないため、実スケールでの変形等の検証をする必要があります。

海岸堤防・ため池堤体等の盛土

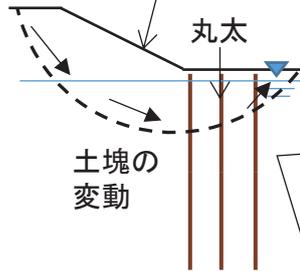


図1 丸太による補強の概略図

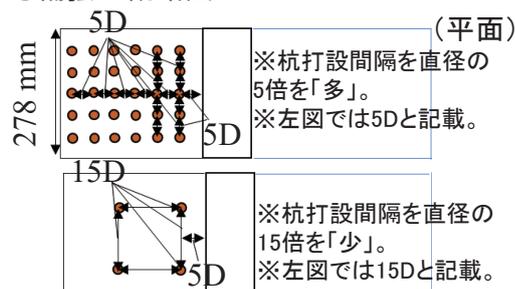


図2 実験時の丸太打設の概略図



無対策 地盤全体が大きく変位する



打設本数: 少 地表面が少し変位する



打設本数: 多 地表面がほとんど変位しない

図3 実験終了時の地盤状況

大きく変形しても崩壊には至らない
(点線箇所から崩壊)

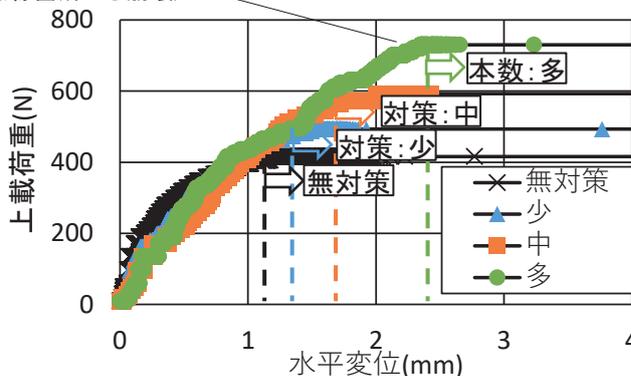


図4 上载荷重と水平変位の関係

ため池の耐震診断ソフト「SIP-NewD」

研究のポイント

- 巨大地震に対するため池の耐震診断の要否を判断するために、地震時のため池耐震診断ソフト「SIP-NewD」を開発しました。一般的な土質試験結果から地震時の繰り返し荷重によるため池堤体土の強度が低下する現象(以下、強度低下)を推定し、堤体の沈下量を計算します。

研究の背景

- 巨大地震では、地震中の繰り返し荷重によって強度低下が発生し、ため池堤体が大きく沈下しました。
- 強度低下を考慮した安全性を診断(以下、詳細診断)するためには、特殊な土質試験が必要であり、防災重点ため池に対して「詳細診断」を進めていくに当たり多大なコストや期間を要します。

システムの概要

- 強度低下モデルを用いて、地震時の強度低下を推定し、地震時の堤体沈下量を予測します。
- 予測した沈下量とため池の許容沈下量を比較することで、巨大地震に対する耐震診断の要否を判断することができます(図1)。
- PC版ソフト「SIP-NewD」では、詳細な条件が設定できます。簡易に条件を設定する「ため池防災支援システムサーバー版耐震診断システム」でも本ソフトと同様の解析手法が利用できます(図2)。

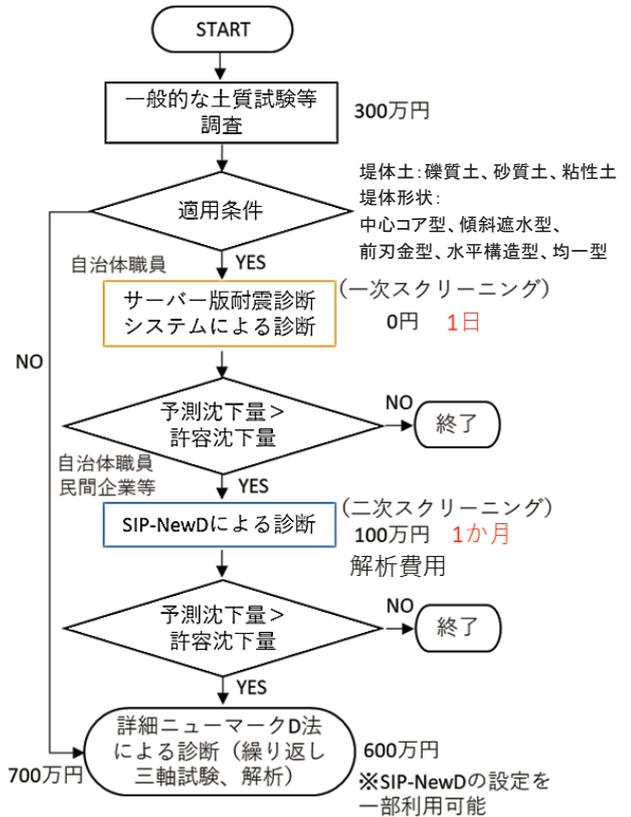
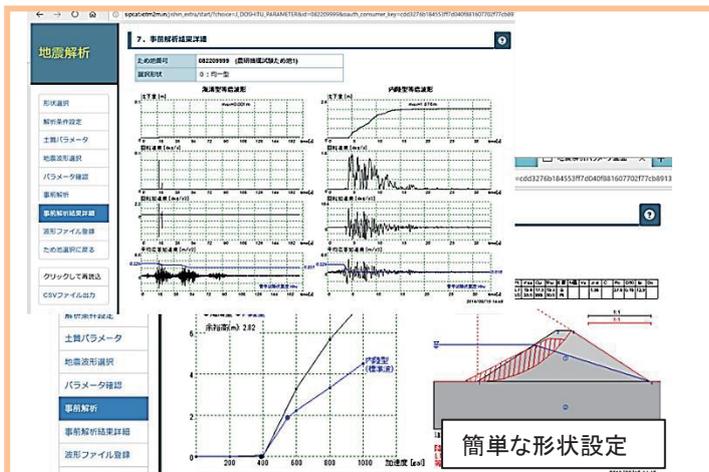
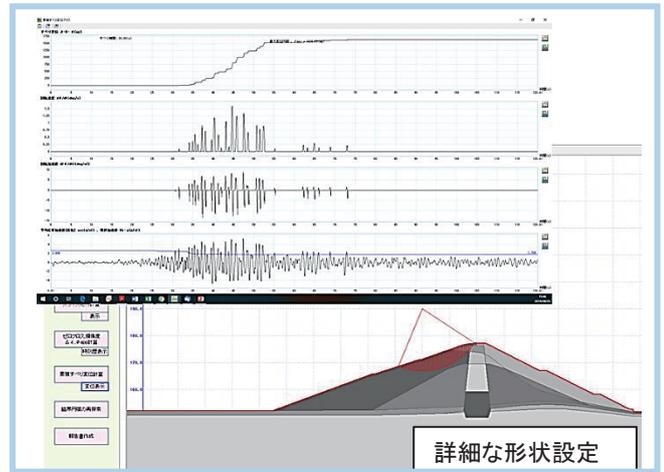


図1 ため池の耐震診断フロー



(a) ため池防災支援システムサーバー版耐震診断システムの画面



(b) SIP-NewDの画面

図2 耐震診断結果の例

全国で適用可能なため池ベントナイトシート工法 設計・施工マニュアル

研究のポイント

- ため池の改修工法であるベントナイトシート工法の設計・施工マニュアルです。
- ベントナイト系遮水シートの敷設位置を安定計算により決定することができ、施工方法および維持管理方法を基準化しており、全国で適用可能なマニュアルです。

研究の背景

- 従来、ため池の改修工法において、押え盛土工法や前刃金工法が採用されてきましたが、必要となる良質な土質材料の調達が困難となっています。そのため、代替工法としてベントナイト系遮水シートを堤体内に敷設するベントナイトシート工法の採用が増加していますが、ため池ごとに設計・施工方法を検討しており、統一的なマニュアルの整備が求められていました。

マニュアルの特徴

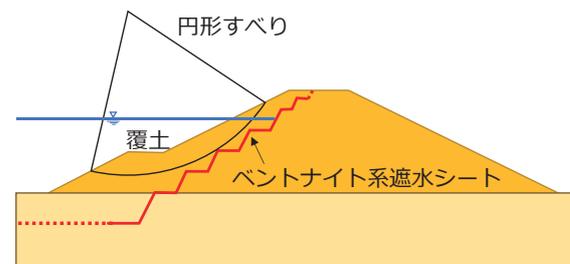
- 本マニュアルは、堤体内にベントナイト系遮水シートを敷設することにより堤体の安定性を向上させる工法(図1)に関するものであり、共通編、設計編、施工編で構成されています。
- 適用範囲は、堤高10m以下のため池のうちレベル1地震動を対象とするため池改修工事としています。
- ベントナイト系遮水シートの敷設位置や上流側の土被り厚(覆土の厚さ)等については、レベル1地震動に対する堤体全体の安定計算に加えて、覆土の円形すべり面スライス法による安定計算とシート面を境界としたすべり安定計算(図2)ならびに、水位急降下時の覆土の浮上に対する安全計算を実施して決定できます。
- 施工手順を示すとともに、施工時の写真や図により詳細に記載しています。

期待される活用例

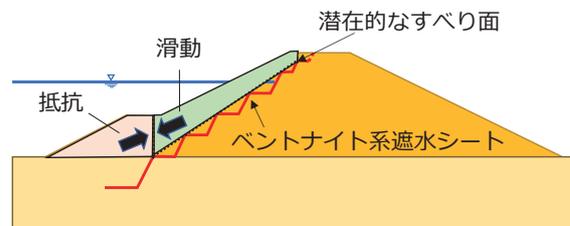
- ベントナイトシート工法の適切な安全性の評価およびベントナイト系遮水シートの敷設位置の決定。
- 適切な施工管理および維持管理。



図1 ベントナイト系遮水シートの敷設状況



(a) 覆土の円形すべり安定計算



(b) 覆土のシートに沿ったすべり安定計算

図2 覆土の円形すべりとシートに沿ったすべりの安定計算

農業用ダムの事前放流による洪水調節効果の簡易推定手法

研究のポイント

- 農業用ダムの事前放流によって、ダム下流河川の洪水ピーク時の流量を低減する効果を、ダムに確保した空き容量と流域の集水面積に基づく2つの指標により簡易に推定します。

研究の背景

- 近年の水害の激甚化を受けた流域治水の取組みの一環として、農業用ダムでも豪雨の前に放流を行って洪水を貯留する運用(事前放流)が開始されました。
- ダム下流域の洪水軽減に対する事前放流の効果は、流域の地形や降雨によって異なるため、効果の推定には詳細なモデルによる計算が必要で、多大な労力と時間を要します。事前放流の効果を定量的かつ簡易に推定する手法が求められていました。

手法の特徴

- 農業用ダムの事前放流によって、洪水ピーク時の河川流量が低減する割合(ピークカット率)を、「相当雨量」と「ダム集水面積比」の2つの指標によって推定します(図1)。
- ダム地点のピークカット率(図2)は、相当雨量とともにS字型の曲線状に増加します。24時間降水量の条件別の曲線と、各ダムの相当雨量の交点を読み取ることで、想定される降雨量に対して期待されるピークカット率を概算できます。
- ダム下流河川のピークカット率(図3)は、ダム集水面積比とともにほぼ線形に減少します。ダム地点のピークカット率に、下流の評価地点におけるダム集水面積比を乗じることで、その場所の河川流量のピークカット率を概算できます。

期待される活用例

- 各地の農業用ダムの事前放流の効果や、効果が期待できる降雨規模を迅速に推定でき、農業用ダムを位置づけた流域治水の計画立案を支援します。

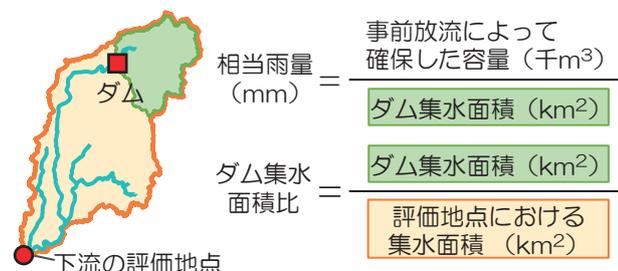
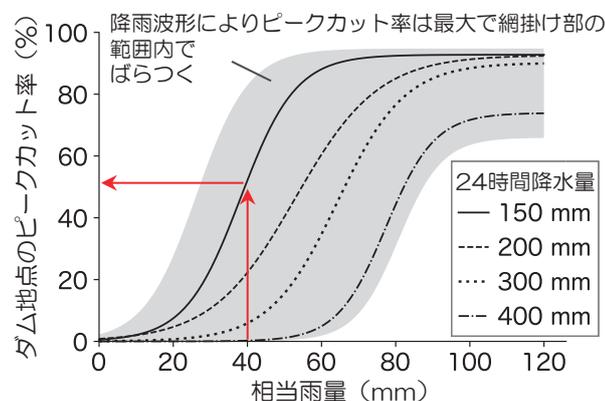
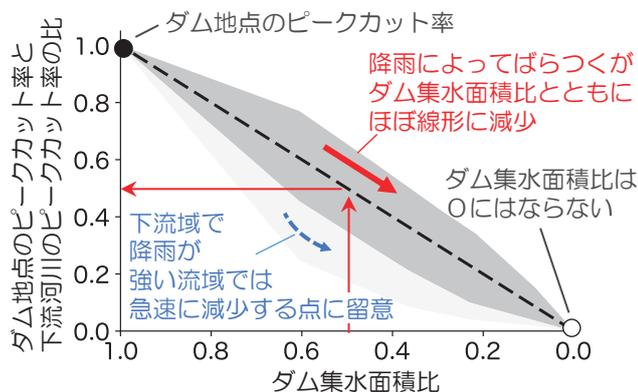


図1 洪水調節効果の推定指標



例) 相当雨量40 mmのダムの総雨量150 mmの降雨に対するピークカット効果 → 約50%

図2 ダム地点のピークカット率



例) ダム集水面積比0.5の地点における河川流量のピークカット率 → ダム地点のピークカット率の0.5倍

図3 ダム下流域の河川流量のピークカット率

様々な形状の田んぼダム器具が発揮するピークカット機能

研究のポイント

- 様々な形状の田んぼダム器具が発揮する水田流出量のピークカット効果を算定したり、田面水深への影響を判定するための情報です。
- 田んぼダムの取組みを始める団体が落水柵や畦畔の整備状況、農家の意向に応じて適切な器具を選定することが可能になります。

研究の背景

- 近年、気候変動の影響や流域治水の取組み等により、水田の雨水貯留機能を一時的に高めて流出を抑制し、下流側の洪水被害軽減に貢献する田んぼダムが注目されています。
- 田んぼダム器具は大きく2タイプ（機能分離型と機能一体型、図1）に分けられ、特徴が異なります。この特徴は器具選択の判断材料になります。
- そこで、器具のタイプ別に、効果が発揮されやすい雨量規模や効果を実験や計算によって明らかにし、結果をわかりやすく整理しました。

評価法の特徴

- 模型実験で器具あり・なし状態でそれぞれ田面側の水深と排水路側の流出量を観測し、両者の関係を計算で再現しました（図2）。
- 様々な雨量規模（100～500mm/3日）の雨を入力した計算を実施し、田んぼダム器具あり・なしの場合を比較して、流出量ピークカット効果と田面水深の上昇に注目して、特徴を整理しました。
- 一体型は比較的小さな雨量で効果が大きく、分離型は300mm程度で効果が最大化します（図3）。
- ただし、大きな雨量の場合は分離型の方が田面水深が上昇する傾向がみられます。

期待される活用例

- 水田の整備状況や農家の水管理の意向に合った器具を選択する際の参考になります。

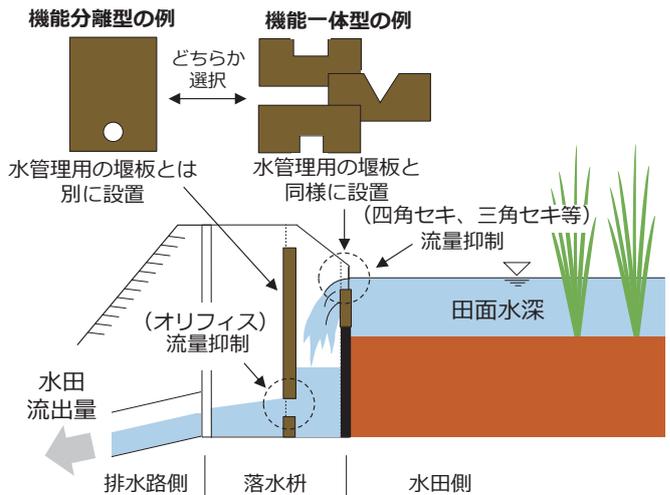


図1 田んぼダム器具のタイプと設置方法

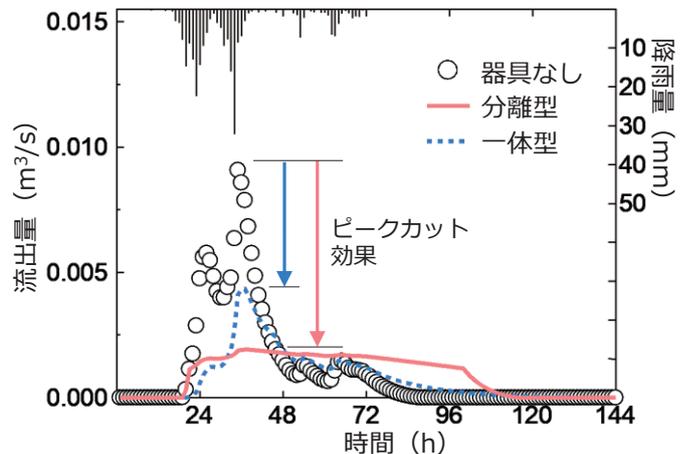


図2 田んぼダム器具による流出量ピークカット効果の算定（総雨量250mmの例）

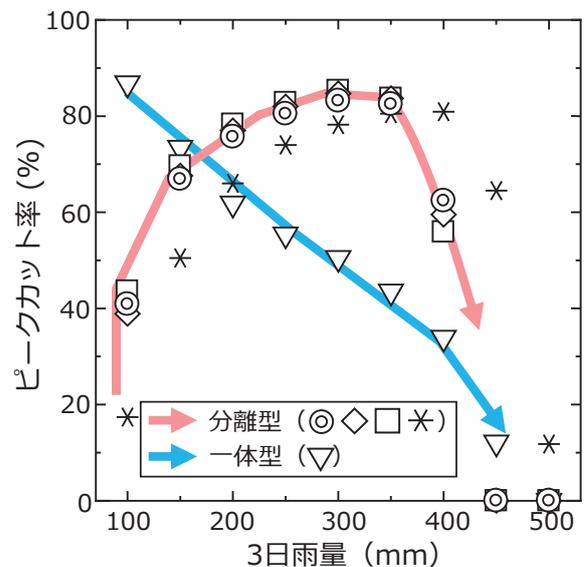


図3 雨量規模と流出量ピークカット率の関係

浸水域のリアルタイム推定に向けた 水位データベースの簡易構築手法

研究のポイント

- ある地点の水位と浸水の危険範囲の関係を予め整理した情報群である水位データベース(DB)を簡易に構築する手法です(図1)。
- 使用者が接続可能なPC・サーバー等にDBを格納しておくことで、リアルタイム水位に対応する被害推定情報を瞬時に提示する辞書的な活用が可能となります。

研究の背景

- 農業用施設の操作時は水位が重要な判断材料になりますが、水位計だけでは内水氾濫等の被害発生状況を把握するのは困難です。
- 被害の有無や状況は関係者の見回り等で確認しますが、マンパワーに限られる現状や、現地作業時のリスクを考えると、地区内の状況を簡易に把握する仕組みができれば有用と考えられます。
- 被害状況の把握には、様々な状況を想定した水位DBを事前に構築しておくことが有効と考えられます。

手法の特徴

- 水位DB構築の核となるHAV解析(図2)は、地区内の詳細な標高情報を活用します。基準点の水位(H)よりも標高が低いエリアは潜在的に排水が困難な浸水危険域と仮定し、その範囲を示す位置情報を抽出します。同時に、浸水面積(A)や氾濫量(V)を土地利用別に集計した浸水被害の推定情報を表形式で出力します。
- 浸水氾濫を計算可能なシミュレーションモデルを有さない地区でも、通常時～過去に経験していない極端な水位時の被害状況をリーズナブルに想定できます。
- ただし、水位と被害の関係は一律に設定されるため、詳細なシミュレーション結果と比較すると結果が過大／過小評価になる可能性があります(例えば図3)。事前に利用者が水位DBの内容をチェックし、必要に応じて修正することもできます。

期待される活用例

- 水位DBで現地状況を推定できると、施設操作の早期判断、見回り回数の削減、現地での安全な移動経路の確保等に参考となる情報を得ることができます。

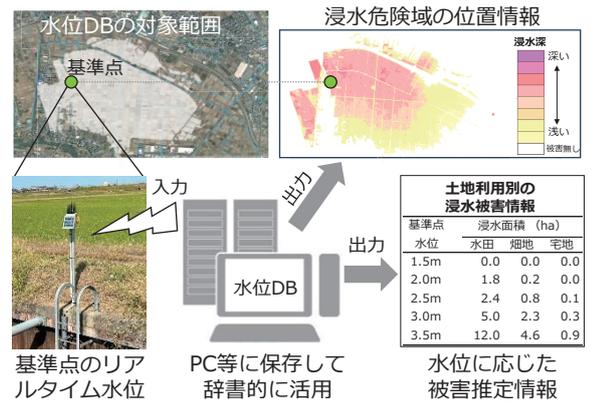


図1 水位DBとその活用イメージ

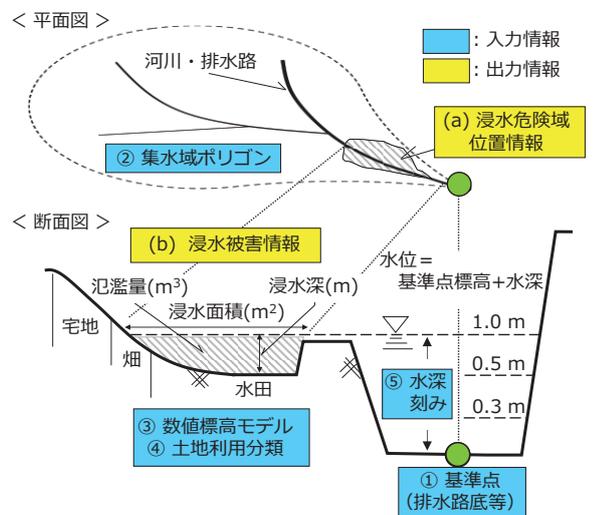


図2 HAV解析の概要

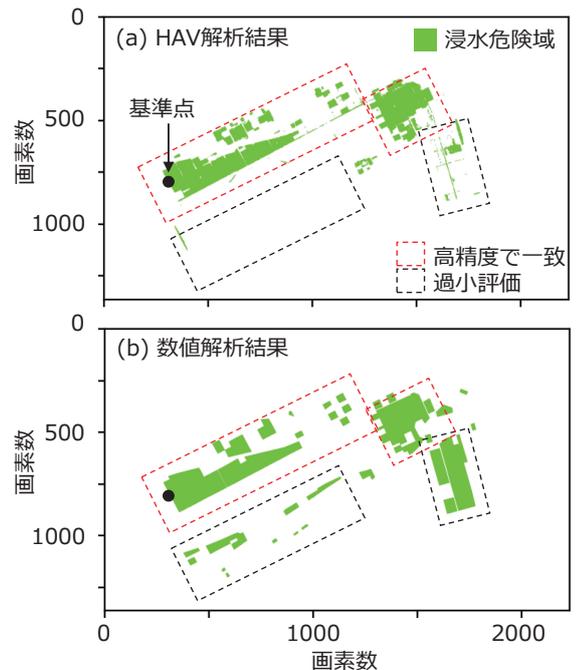


図3 推定された浸水危険範囲の検証例

洪水吐ゲートを有する農業用ダムの事前放流による洪水調節機能の評価手法

研究のポイント

- 洪水吐ゲートのある農業用ダムにおいて、治水協定に規定された空き容量が事前放流により確保された場合に、操作規程の範囲で放流操作を行うことで発揮する洪水調節機能を評価する手法です。

研究の背景

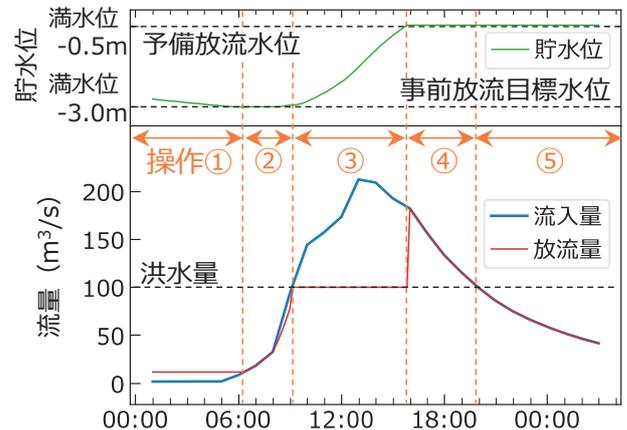
- 農業用ダムの約8割は洪水吐ゲートがなく、事前放流による洪水調節機能は、相当雨量(ダムの空き容量を集水面積で割った値)をもとに推定できます。しかし、洪水吐ゲートのあるダムは、ゲートの操作方法によってその効果が異なります。
- 洪水吐ゲートのある農業用ダムにおいて、操作規程の範囲で洪水吐ゲートを操作した場合に、発揮する洪水調節機能を定量的に評価できる手法が必要でした。

手法の特徴

- 洪水調節機能を、放流量のピークカット率で評価する手法です。洪水吐ゲートのある農業用ダムであるSダムを事例とします。
- Sダムへの流入量が洪水量(100m³/s)以上の場合に、一定量を放流する操作(一定量放流型操作)によるピークカット率を評価します(図1)。降雨条件は、3種の降雨波形(前方・中央・後方集中型)、6段階の24時間降雨量(150~400mm)を対象とします。
- ピークカット率(図2)は、事前放流で確保した空き容量とほぼ同量の流入量をもたらす降雨量で最大値を示し、それ以上に降雨量が多い場合は減少します。Sダムでは、24時間雨量が200mmの場合にピークカット率は最大値を示し、24時間雨量が350mmまで効果を発揮すると推定できます。

期待される活用例

- 洪水量を各ダムの値に置き換えることで、洪水吐ゲートを有する農業用ダムの洪水調節機能を定量的に評価できるため、流域治水の取り組みに資することが期待されます。



- 操作①：貯水位が事前放流目標水位となるまで事前放流
- 操作②：流入量が洪水量以上となるまでは、流入量と等量の放流
- 操作③：流入量が洪水量以上、かつ貯水位が予備放流水位未満の場合には、洪水量での一定量放流
- 操作④：貯水位が予備放流水位以上の場合には、流入量と等量の放流
- 操作⑤：流入量が洪水量未満に減少した後は、貯水位を予備放流水位まで回復

図1 一定量放流型操作

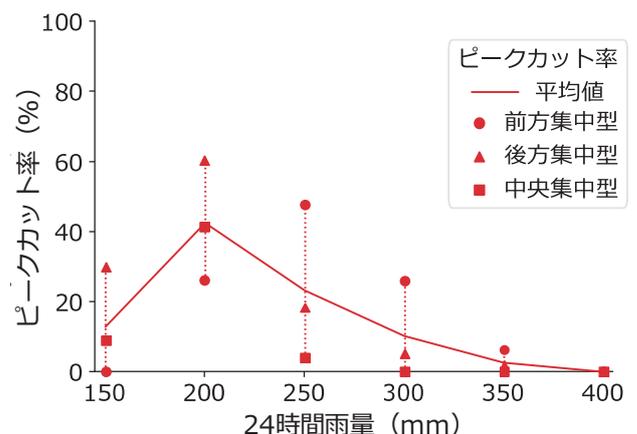


図2 ピークカット率と降雨量の関係

排水機場や排水路の水位をリアルタイムで予測するプログラム

研究のポイント

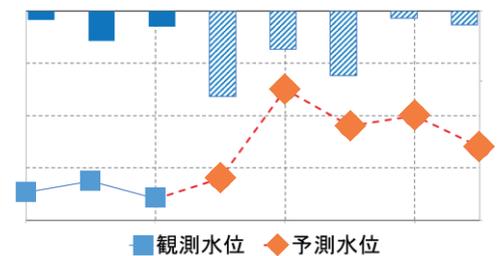
- 低平地における排水機場と排水路の水位を予測するプログラムです。
- 直近の実測値と気象予報をもとに、数時間先の水位をリアルタイムで予測可能です。
- 水利施設の効率的な操作を支援し、洪水被害の軽減と管理労力の軽減に貢献します。

研究の背景

- 豪雨災害が増加する傾向にあり、農地が宅地に転用されると降雨流出の傾向が変わるうえ、浸水が生じた場合の被害が増大するため、排水機場等の水利施設においては、より一層の慎重かつ的確な操作が求められています。

プログラムの特徴

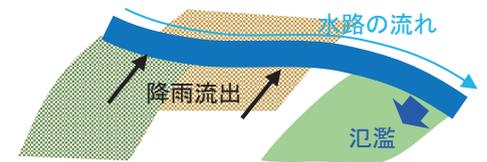
- **排水機場**の水位を対象としたプログラムは、過去の降雨と水位を十分に学習することで、高速かつ高精度な予測計算が可能です。
- **排水路**の水位を対象とした水理プログラムは、網目のように広がる排水路の水位と、その氾濫を安定して計算することができ、面的な予測結果を任意の時間間隔で出力することが可能です。



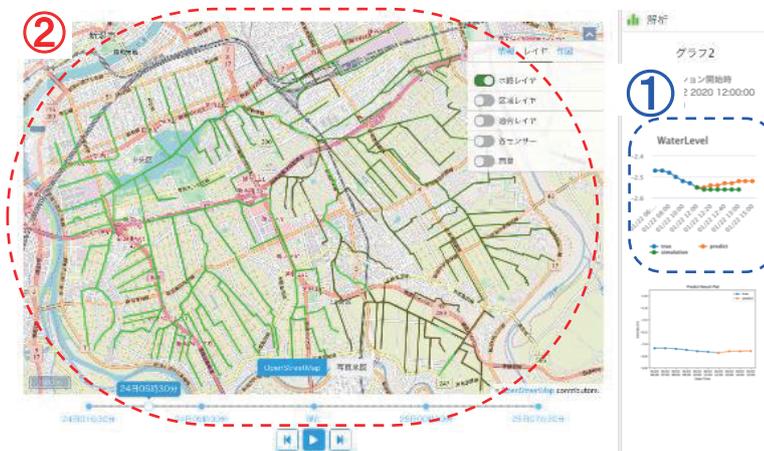
実測水位、降雨の予報をもとに水位を予測

期待される活用例

- 2つのプログラムは、2020年に開発した地域排水管理・減災情報システムの主たる要素を構成しています。
- 排水機場の**地点**の水位と、排水路の**面**の水位の変化の2つのリアルタイム予測値を表示することで、排水ポンプの効率的な運転や、水門等の水利施設の適切な操作を支援します。



降雨流出と氾濫は局所慣性方程式を基礎式とし、陰解法を適用



①排水機場の水位の予測結果を表示。地点の情報を瞬時に提供。

②排水路の水位の予測結果を表示。面の情報で、水位変化の傾向を提供。

物理モデルによる仮想データを深層学習に用いる、排水機場調整池の高精度水位予測手法

研究のポイント

- 排水機場調整池の水位予測を行う深層学習モデルにおいて、物理モデルで生成した大量の仮想データと観測データを用いて転移学習を行うことにより、良好な予測結果を出力する新手法を開発しました。大規模な洪水でも水位の予測精度を高めることが可能になります。

研究の背景

- 近年、水利施設の効率的な操作を支援するため、深層学習モデルを用いた河川や排水路の水位予測が試行されています。しかし、従来の深層学習モデルでは、観測データにほとんど含まれない大規模な洪水を予測することが困難でした。

手法の概要

- 対象地区の特性を考慮し、統計的手法を用いて生成した降雨を内水氾濫解析モデルに入力し、大量の仮想水位データを出力します(図1a)。
- 次に、大量の仮想水位データを深層学習モデルに入力して事前学習を行います(図1b)。
- 事前学習で得られたパラメータを再利用した深層学習モデルに、観測値を入力して再学習(転移学習)することで、観測値の特徴を反映させた水位予測の結果を出力します(図1c)。

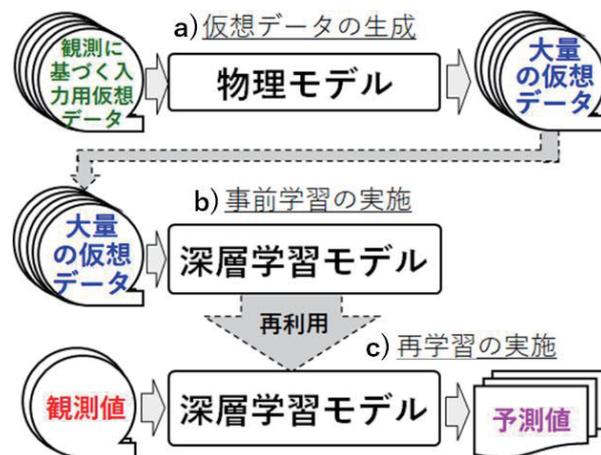


図1 新手法のデータフロー

適用事例

- 対象地区における水位変化を深層学習の新手法(転移学習あり)と従来手法(転移学習なし)で予測し、観測データと比較したところ、誤差が改善しました(図2)。なお、大規模洪水イベントの仮想水位データを1,000個用意し、深層学習モデルに長・短期記憶(LSTM)を用いました。

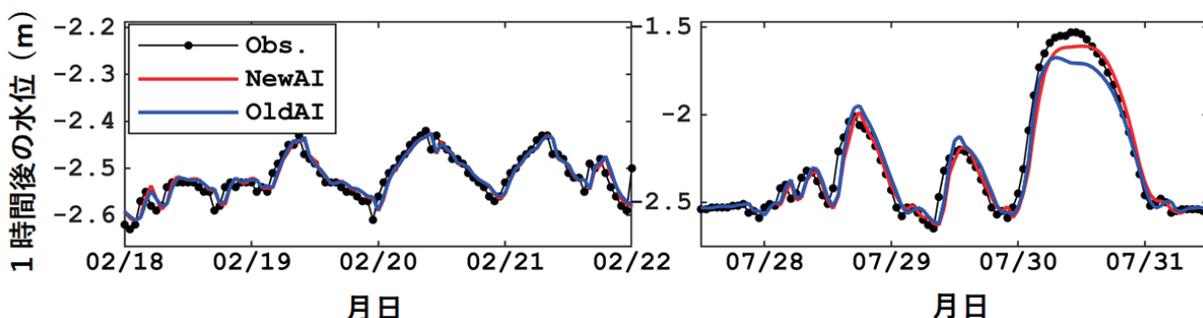


図2 転移学習あり(NewAI)/なし(OldAI)の1時間後の水位予測と観測値(Obs.)の比較
常時排水(左)、洪水時排水(右)

低平地小河川におけるゲート操作を支援する 水位予測の適用

研究のポイント

- 低平地小河川における水位調節ゲートの操作を支援するため、操作の実態を把握し、水位予測の適用について検討しました。
- 管理者は、観測データに基づく水位予測を活用することで、より精度の高いゲート操作を行うことができます。

研究の背景

- 水利施設の操作は、管理者の経験に基づく場合があることから、近年の豪雨の激甚化への対応や管理方法の継承が難しくなっています。
- そこで、低平地小河川の水位調節ゲートの操作を支援することを目的として、操作の実態や浸水被害の抑制に及ぼす影響を調査し、操作支援のための簡易な水位予測モデルを構築しました。

成果の概要

- 調査地区では、管理者である土地改良区は、降雨予報等の情報をもとに経験に基づいて水位調節ゲート直上流の水位を予想し、ゲートの操作を判断しています(図1)。
- 水位調節ゲートの操作の有無による浸水域を比較すると、本地区ではゲート操作を行うことで排水ブロックの約5割の浸水が回避されます(図2)。
- パターン認識手法の1つであるNearest-Neighbor法を、水位調節ゲート地点の水位予測に適用すると、リードタイムが4hで概ねゲート直上流の水位を予測することができ(図3)、この予測値を参考にすることで土地改良区の確実なゲート操作が可能となります(図1)。

期待される活用例

- 本成果は、農業地域の浸水被害の低減や水利施設の管理技術の継承に貢献します。
- 水位予測を土地改良区のゲート操作の判断に活用することで、不要なゲート作業や移動のための労力が削減されることが期待できます。

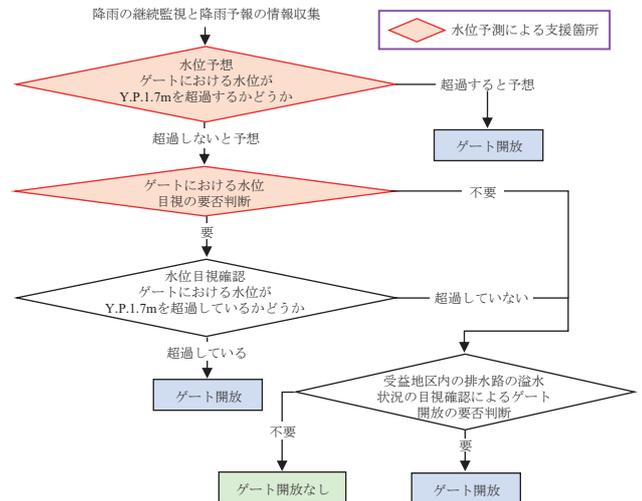


図1 水位調節ゲートの操作フローと水位予測による支援箇所

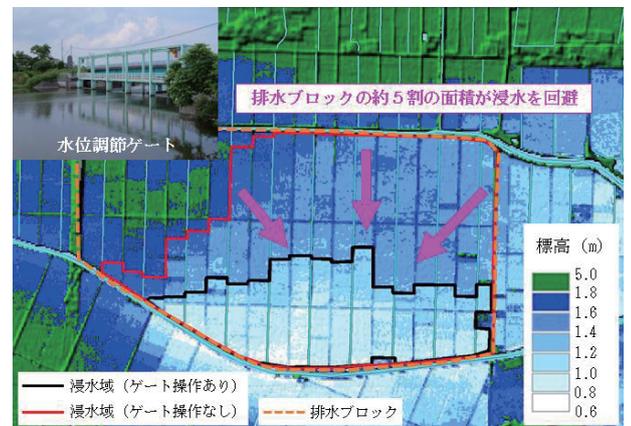


図2 ゲート操作の有無による浸水域の変化

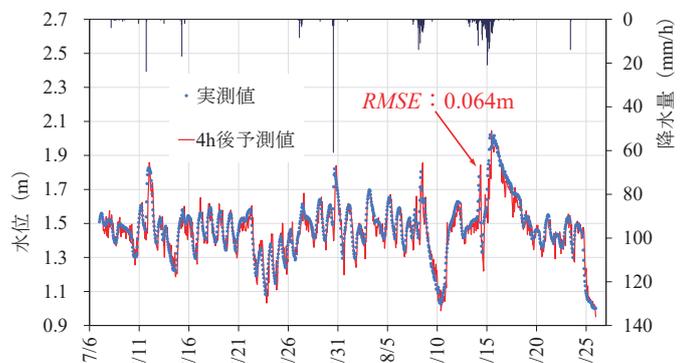


図3 Nearest-Neighbor法による水位予測結果

担い手への農地の集積・集約化、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化のための技術

高収益作物への転換、産地形成を通じた産地収益力の強化のための技術

所得と雇用機会の確保、農村に人が住み続けるための条件整備、農村を支える新たな動きや活力の創出のための技術

頻発化・激甚化する災害に対応した排水施設整備・ため池対策や流域治水の取組等による農業・農村の強靱化のための技術

ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

Ⅲ. 「農業・農村の強靱化」に資する実用新技術

2. ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

ため池データを共有化「ため池デジタルプラットフォーム」

研究のポイント

- 全国のため池の写真、日常点検結果、監視カメラの画像、水位データなど各種データを格納し閲覧できる「ため池デジタルプラットフォーム」(以下、ため池DP)を構築しました。ため池の管理状況を集約・共有することで、ため池の経年変化を把握することができ、地震や豪雨の災害時にため池の被災前の情報を迅速に把握することができます。

研究の背景

- ため池の管理情報の写真や管理状況は自治体ごとに管理されています。そのため、豪雨や地震によってため池が被災した場合、被災前の管理状況や堤体の様子を把握するためには、市町村、都道府県、国とメール等で情報を伝達する必要があり、時間を要することが課題でした。

ため池DPの概要

- 全国約15万箇所のため池が登録されています。
- ため池の写真や日常点検結果、監視カメラの画像、水位計のデータを閲覧する機能の利用は、国や自治体のため池担当者を対象としています。
- ユーザーは、担当地域のため池の写真(図1)や監視カメラの画像、水位計の水位データ(図2)を登録することができます。
- 「ため池管理アプリ」を用いて実施した日常点検結果はため池DPに格納されます。
- 「ため池防災支援システム」と認証連携しており、「ため池防災支援システム」のユーザーアカウントを用いて「ため池DP」にアクセスすることができます。

期待される活用例

- ため池管理アプリを用いた日常点検報告の閲覧によるため池の経年変化の確認
- 監視カメラ、水位計ため池DPに接続することによるため池の遠隔監視
- 災害時における被災ため池の被災前の管理状況、堤体形状の迅速な把握



図1 写真閲覧画面



図2 水位データ閲覧画面

ため池DP操作マニュアル URL https://www.naro.go.jp/laboratory/nire/contents/files/20230406tameike_manual_acces_to_DP.pdf

ため池防災支援システムの研究情報 URL https://www.naro.go.jp/project/society5-sdgs/research_result/seg4/145027.html

ため池管理アプリの研究情報 URL https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nire/2020/20_060.html

ため池の改修および制約条件に応じた最適な補強工法の選定フロー

研究のポイント

- ため池堤体の補強工法を選定するフローです。
- 改修条件や施工上の制約条件に応じて最適な工法を効率的に選定することができます。

研究の背景

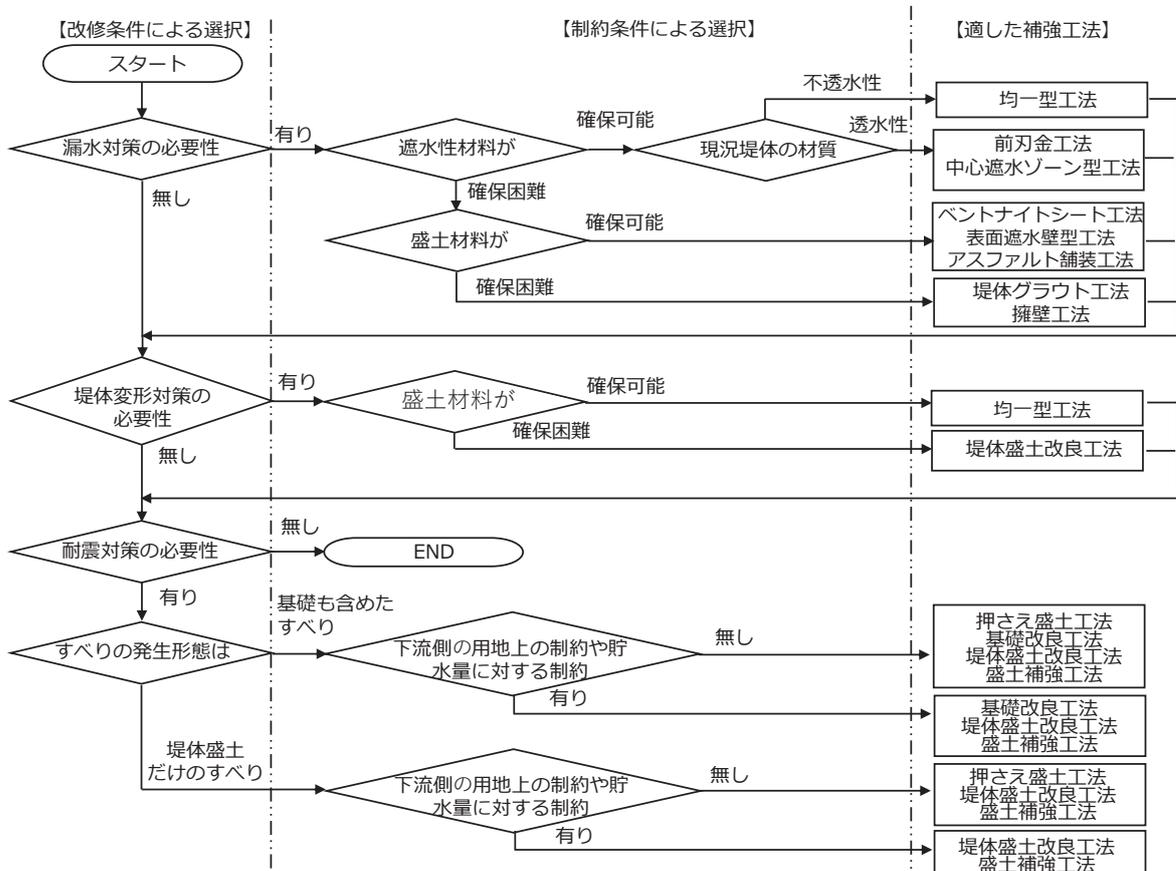
- ため池ごとに改修条件や工事の制約条件が異なり、個別に補強工法を選定している状況です。全国のため池改修工事の加速化のため、効率的に補強工法を選定する手法が必要です。

選定フローの特徴

- 漏水対策や、経年的な劣化等による断面変形対策、耐震対策の必要性といったため池の改修条件に応じて、補強工法を選定できます。
- 盛土材料の確保の困難やため池下流側の用地の制約、貯水量を減少させることが利水上困難であることといった施工時の制約条件に応じて、補強工法を選定できます。

期待される活用例

- ため池の防災工事における堤体の補強工法を合理的かつ効率的に選定できます。



※鋼矢板(鋼管)工法は落水できないため池等で有効な工法であるが、事例数が少ないことからフローには未記載としています。

摩耗作用が激しい水利施設に適用可能な 新たな促進摩耗試験「回転式水中摩耗試験」

研究のポイント

- 頭首工などの水利施設で発生する「レキの掃流摩耗」を再現する促進摩耗試験です。
- 複数の材料を同時に試験することができ、また、粗骨材を含むコンクリートにも対応可能です。
- レキの掃流摩耗が発生する施設で使用される、コンクリートや補修材の耐摩耗性評価に利用できます。

研究の背景

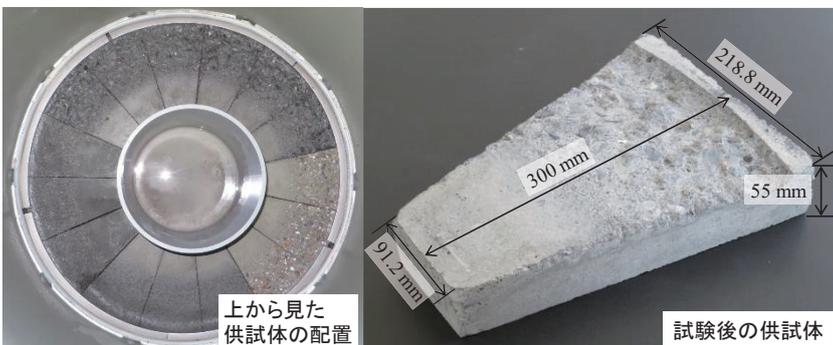
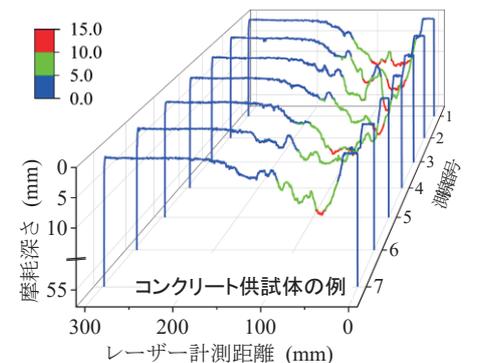
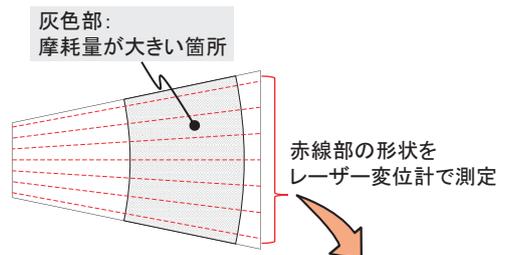
- 頭首工などの水利施設では、水とともにレキが表面を流れることで、激しい摩耗作用が生じます。
- このようなレキの掃流摩耗を再現できる促進摩耗試験は確立されておらず、現場の実態に合った条件で材料の耐摩耗性を評価する方法がありませんでした。

試験の概要

- 試験装置は直径1,092mm、高さ720mmのドラム形状で、装置内側には水をかき混ぜるための回転板が90度ごとに4枚配置されています。
- 試験の手順は、まず装置の底に15枚の供試体を円環状に並べます。その上にレキに見立てた角柱状の鋼材と水を投入し、回転板を回転させることで装置内に水流を発生させます。水流に伴い、鋼材が供試体の表面を転がることで供試体を摩耗させます。
- 試験後は、供試体に発生した摩耗形状をレーザー変位計によって計測し、摩耗した深さを求めることで材料の耐摩耗性を評価します。



- 研磨材には、大きさの異なる2種類の角柱鋼材を使用します。
- 角柱鋼材の大きさは、19×19×20mm(60個)、19×19×40mm(20個)です。



- 15枚の供試体を設置可能
- 複数の材料を同時に試験する場合は、同じ材料の供試体を連続して並べます。
- 供試体は台形型
- サイズが大きいため、大きな粗骨材を含むコンクリートにも対応できます。

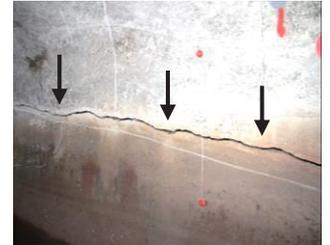
軽量の炭素繊維を用いた 水路トンネルの覆工コンクリートの補強工法

研究のポイント

- 軽量かつ高強度の炭素繊維ストランドシートを用いた水路トンネルの補強工法です。資材の運搬等に大型の重機を必要とせず、接着作業も左官作業で行えるため、施工性に優れます。

研究の背景

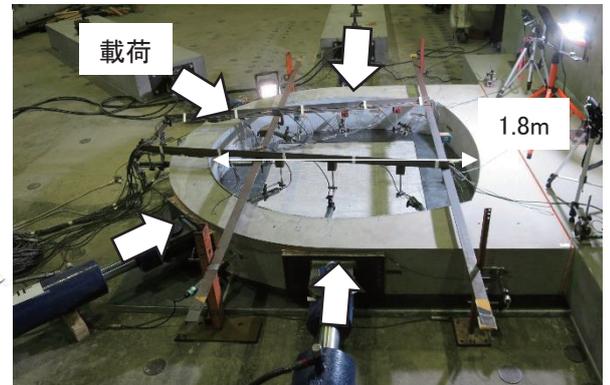
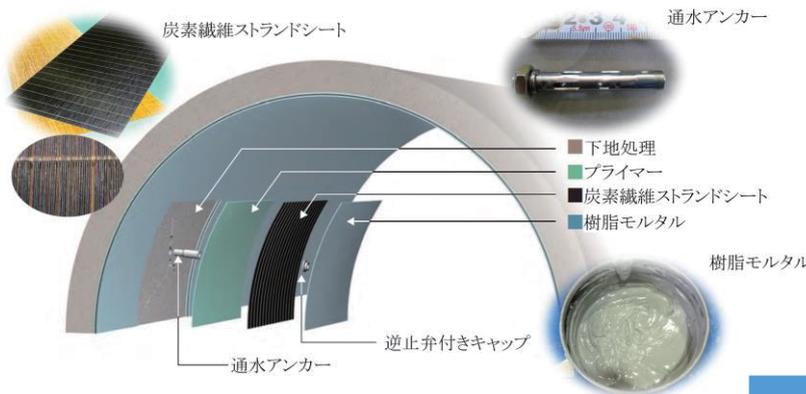
- 全国に約2,000km以上整備されている水路トンネルの中には、長期間の供用により、覆工コンクリートにひび割れなどの変状が見られるものもあります。小規模な水路トンネルに適用できる対策技術の開発が急務です。



水路トンネルに見られるひび割れの例

工法の特徴と性能確認試験

- 炭素繊維ストランドシート(密度約1.6g/cm³、引張強度3,400N/mm²)を通水アンカーで既設コンクリートに仮固定した後、厚さ7mmの樹脂モルタルで接着する補強工法です。樹脂モルタルの粗度係数は0.0104、耐摩耗性はJISモルタルの14倍であり、通水性、耐摩耗性に優れます。
- 2R=1.8mの実物大模型実験により、補強性能を確認しています。新設の無筋コンクリート覆工に本工法を適用すると、破壊荷重、変形追従性能が2倍以上に向上します。ひび割れ発生後に本工法を適用した場合にも、同様の効果が確認できています。



	補強なし	補強		初期ひび割れ後補強※1)	
覆工にひび割れが発生した荷重(kN)	80	100	1.3倍	90	1.1倍
破壊荷重(kN)	98	216	2.2倍	283	2.9倍
側面変位量※2(mm)	1.31	2.76	2.1倍	5.28	4.0倍
頂部変位量※2(mm)	-2.57	-6.02	2.3倍	-10.8	4.2倍

※1) 新設の未補強覆工で荷重し、ひび割れが発生した時に荷重を停止。ひび割れ補修および本工法を実施し、その後、再度荷重した結果。

※2) 変位量は、内側への変形を+、外側への変形を-で表記している。

期待される活用例

- 本工法は、第4回インフラメンテナンス大賞農林水産省優秀賞を受賞しました。
- 適用前に覆工背面の空洞充填を行うことを前提としています。
- 東北地方で行った実証試験では、施工から3年を経過した時点で樹脂モルタルや覆工コンクリートに変状は見られないこと、通水アンカーが正常に機能し、浮きやはく離が見られないこと、付着強さの低下は見られないこと、を確認しています。

農業用パイプのスラスト力に対する 固結工法を用いた耐震対策技術

研究のポイント

- 農業用パイプラインの地震時の被害を軽減する技術です。固結工法を用いて、曲管や分岐管等のスラスト力が作用する箇所での継手の離脱を防止します。

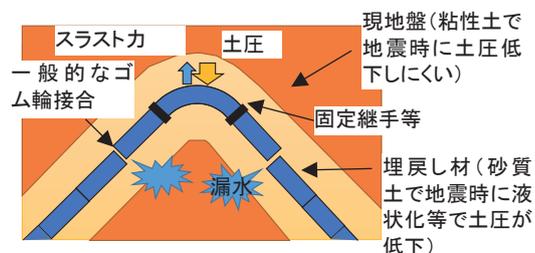
研究の背景

- 東日本大震災、胆振東部地震等の大規模な地震の際には、曲管や分岐管等の異形管周辺で継手が離脱する被害が発生しています。
- 漏水による周辺地域への二次被害もあり、同様な被害を防ぐために、固結工法を用いた対策方法を検討しました。



技術の内容

- 地震時に継手離脱に伴う漏水被害の多い箇所は、曲管、片落管、T字管等の異形管部周辺です。これらの箇所では、内水圧により管を動かそうとするスラスト力が作用しています。
- 被害の原因には、スラスト力に抵抗する管背面の土圧の低下や、水圧上昇によるスラスト力の増加等があります。特に、地震により強度低下しやすい砂等の地盤材料を埋戻し材に用いていると、被害が生じやすくなります。
- そのため、現地盤が粘性土の場合には、屈曲管やT字管周辺の管背面の埋戻し材に、地震時に強度低下しない固結工法を用いることで、管の変位を抑え、継手離脱の被害を軽減できます。
- 新しく埋設する管には固化処理土、既に埋設された管にはグラウトを注入することで効果が得られます。
- 振動実験や遠心実験により、効果があることを確認しました。



期待される活用例

- パイプラインの耐震性向上には、屈曲部等の被害の多い箇所を優先的に耐震化することが重要です。新しく埋設する管や既設管の耐震化を効率的に行う際などに活用できます。

T字管は現地盤に接触した箇所では停止



埋戻し材が砂のみの場合



管背面にグラウトがある場合

振動実験後に地盤を開削した状況

漏水探査カプセルによる 農業用パイプラインの漏水位置特定技術

研究のポイント

- 通水中のパイプラインに、漏水音を記録できるカプセルを流下させることによって漏水の位置を特定する技術です。

研究の背景

- 農業用パイプラインでは、管種が混在していること、点検のための施設が少ないこと、などの理由から、水道分野で活用されている漏水探査技術の適用が困難です。そこで、パイプライン内部から漏水音を取得し、その位置を特定する技術を開発しました。

概要

- 図1のように、管内にアクセスできる空気弁や開水路とのトランジション部分からカプセルを投入し、下流側でカプセルを回収します。流下中に記録した管内音から、漏水音を抽出します。
- 発射時刻、回収時刻、流下距離から、カプセルの平均的な移動速度を求め、漏水音を検知した時刻情報をもとに、漏水位置を特定します。途中の空気弁で、カプセルから発信される超音波信号を受信することにより、受信機設置場所の通過時刻が精度よく求まります。
- 現地で記録された音の解析結果の一例を図2に示します。

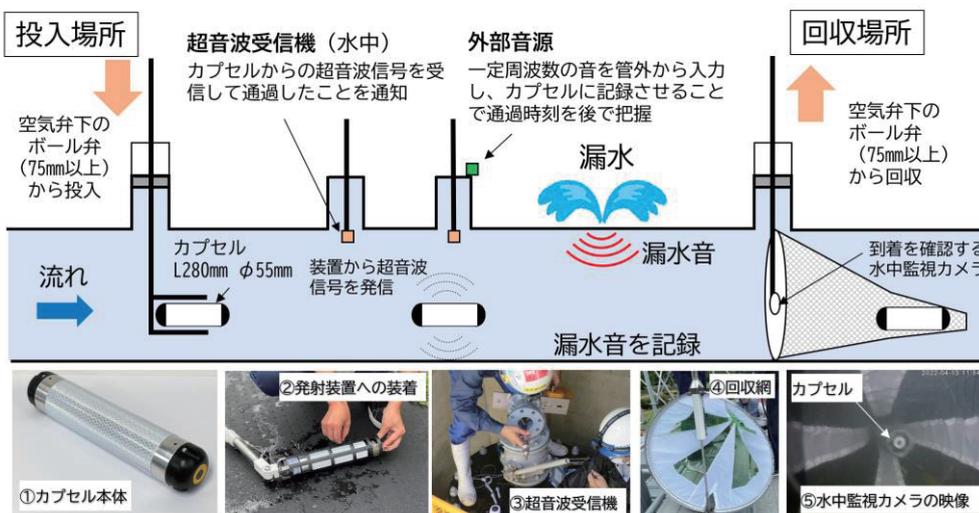


図1 漏水位置特定技術の概要

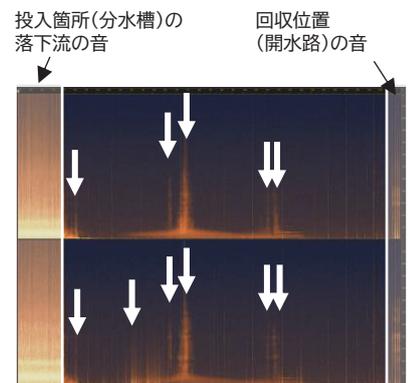


図2 カプセル前後の2つのハイドロフォンで記録された音の周波数解析結果

横軸が時間、縦軸がそれぞれのハイドロフォンの観測周波数。↓位置で漏水が疑われる。

適用における留意点・その他情報

- カプセルの投入・回収が可能であれば、サイフォンの調査などにも活用できます。
- 適用のための主な条件を右表に示します。
- 利用許諾をいただいた企業様に向けて、調査の手順書を公開しています。



手順書サンプル

【適用のための主な条件】

- ◆ 水圧が0.1MPa以上作用していること
- ◆ パイプラインにおいては管径がφ800mm未満であること
- ◆ 流速を0.3~0.6m/s程度に制御できること
- ◆ 調査路線に分岐管がない、もしくはは制水弁で分岐管への迷い込みを防止できること
- ◆ 空気弁直下の補修弁がφ75mm以上のボールバルブであり、その直上に投入・回収装置を設置できる空間があること

頭首工エプロンに使用する土木材料の耐衝撃性を評価する鋼球落下式衝撃摩耗試験

研究のポイント

- 頭首工エプロンに使用する材料の耐衝撃性を評価する試験方法です。
- 装置の構成は非常に単純で、どなたでも試験機を製作し、試験を実施することができます。



図1 固定堰直下の摩耗の例

研究の背景

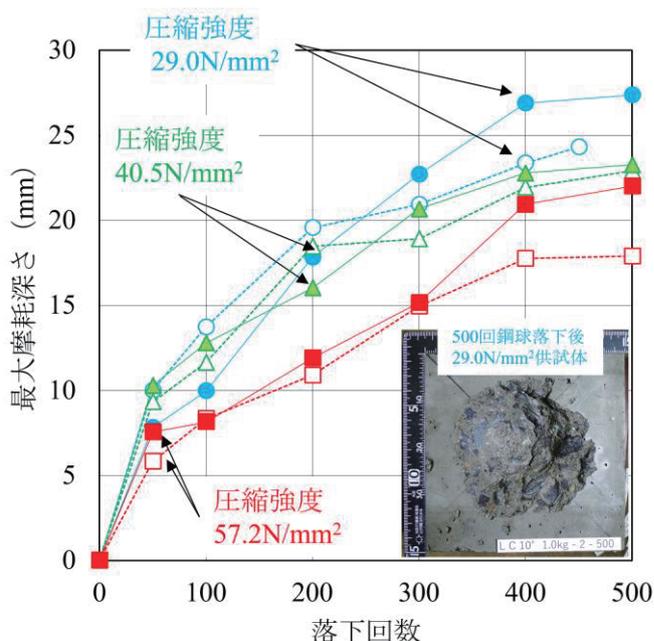
- 頭首工下流の河床部洗掘防止のために設置されるコンクリート構造物(エプロン)には、砂礫の流下による掃流摩耗、転石による衝撃摩耗(図1)に対する高い耐摩耗性が要求されます。しかし、エプロンを構成する土木材料の耐摩耗性を評価できる試験がありませんでした。

評価法の特徴

- 鋼球落下式衝撃摩耗試験装置(図2)を試作し、耐衝撃性を評価する試験方法を考案しました。
- 試験体は、150×150×150mmの立方体です。これを水平面に対して10°傾けて設置し、その中心部に向かって重さ1,041.7gの鋼球(高炭素クロム軸受け鋼鋼材SUJ2、60等級、呼び径2-1/2(63.5mm))を高さ1mから自由落下させます。試験中、規定回数ごとにレーザー距離計により表面から削れた深さを計測し、衝撃摩耗に対する抵抗性を評価します。
- 圧縮強さを3段階に調整したコンクリート供試体の試験では、圧縮強さが大きいほど、耐衝撃性は向上します(図3)。
- 厚さが150mmに満たない土木材料の試験は、圧縮強さ40N/mm²以上のコンクリートにより嵩上げすれば、試験結果に与える影響は小さいことを確認しています。



図2 鋼球落下式衝撃摩耗試験装置



(圧縮強度毎にそれぞれ2つの供試体により試験を実施)

図3 強度の異なるコンクリートの試験結果

期待される活用例

- 頭首工エプロンの土木材料の耐衝撃摩耗性能を評価するための試験として活用できます。

建設材料の耐摩耗性を相対評価できる サンドブラスト装置

研究のポイント

- モルタル等の建設材料の耐摩耗性を、簡便かつ短時間で相対評価することができます。
- 本装置は、市販の規格品を組み合わせることで安価に製作することができます。
- 「圧力」や「ノズルから試験面までの距離」を調整することで、試験力を任意に制御できます。

研究の背景

- 建設材料の耐摩耗性を評価する方法として、促進摩耗試験が活用されています。
- しかし、既存の試験では、試験装置が特殊または高価であること、試験に長時間を要すること、原位置試験への適用は困難であること等の課題がありました。

成果の内容・特徴

- 試験に必要な資機材は、ブラストガン、研磨材（珪砂5号）、コンプレッサー、バッファータンクであり、一式の導入コストは10万円以下です。
- ブラストガンは規格品の継手などを組み合わせて製作することができます。圧縮空気の供給によってブラストガン上部のタンクに収容された研磨材が吸引され、ノズルから噴射されます。
- 試験では、ブラストガンのノズルと直交するように試験面を配置して研磨材を噴射します。供試体にはすり鉢状の摩耗痕が生じ、その深さを計測することで耐摩耗性を相対評価します。
- コンプレッサーの圧力およびノズルから試験面までの距離を変化させることによって、試験力を調整することができます。

期待される活用例

- コンクリート水路で用いる補修材など、耐摩耗性が要求される建設材料の品質照査に活用できます。
- 本装置は軽量で可搬性に優れるため、施工時の完了検査や供用中のモニタリングなど、原位置試験への応用も可能です。

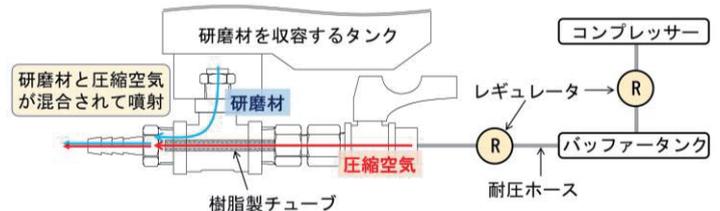


図1 サンドブラスト装置の構成と仕組み

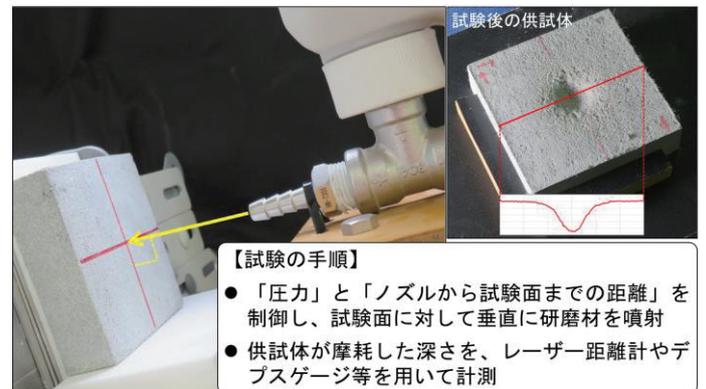


図2 試験の手順および供試体に生じる摩耗形態

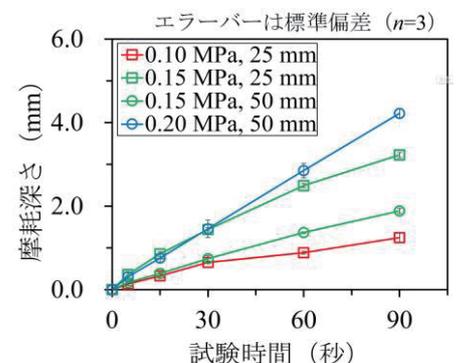


図3 試験結果の一例

(W/C50%、S/C3のモルタル)

水路の摩耗調査を省力化する 型取りゲージ画像の解析プログラム

研究のポイント

- 水路の摩耗量や表面の凹凸状態のモニタリング調査を支援する画像解析プログラムです。
- 農林水産省のマニュアルに掲載されている調査手法における画像解析作業を自動化でき、解析時間の大幅な縮減と調査精度の向上に貢献します。

研究の背景

- 農研機構では、水路に設置した2つの標点を基準に、経年的な摩耗量を定量評価する手法を提案しています(図1)。なかでも、型取りゲージを用いた測定手法は、使用器具が安価で、現場作業も容易である一方、その後の画像解析作業に多大な労力を要することが課題でした。

成果の内容・特徴

- 本手法では、①標点の中心を通るように型取りゲージを水路に押し当て、②水路の表面形状を写し取った型取りゲージを撮影し、③その画像を解析することで基準線から水路表面までの平均距離を求めます(図2)。
- 開発プログラムを用いることで、従来は測定者が手作業で行っていた各種補正や針形状のトレースなどの処理がすべて自動化されます。
- 画像解析の自動化により、従来は30分以上要していた解析時間がほぼゼロになることに加えて、人為的誤差の排除による調査精度の向上が期待できます。

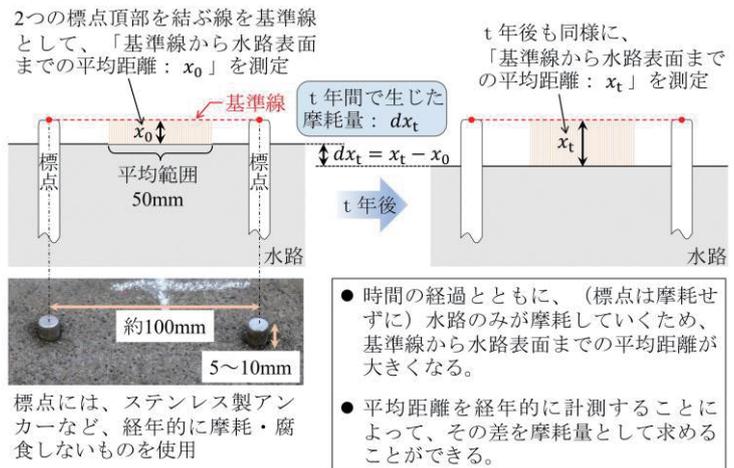
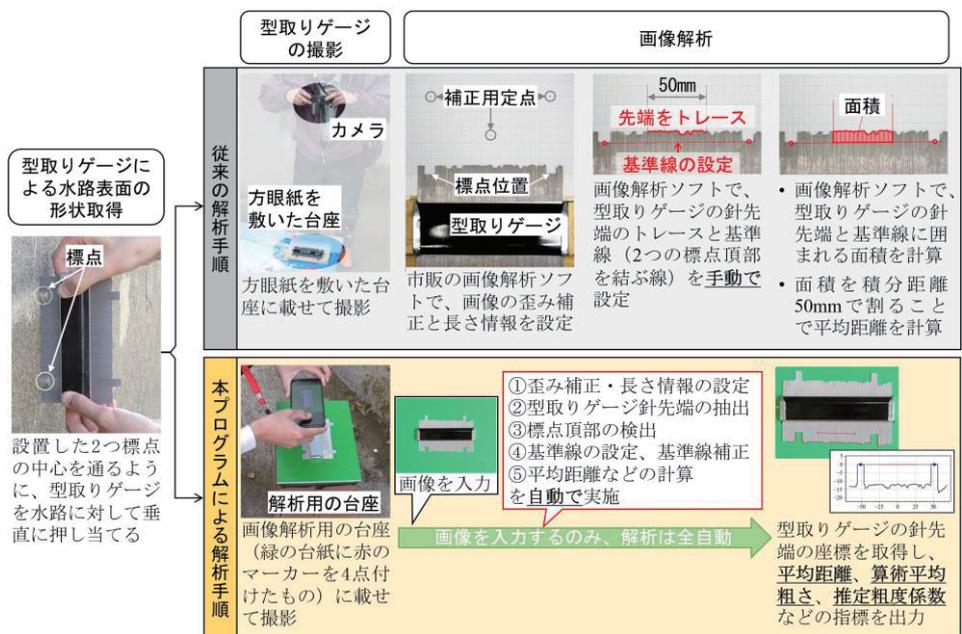


図1 摩耗量の測定原理



※)上段(従来の解析手順)の図は、『農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】』を再編成したものである。

図2 型取りゲージを用いた摩耗測定手法の手順
(上段：従来、下段：本プログラムによる解析)

期待される活用例

- 水路等の摩耗が問題となるコンクリート施設において、摩耗深さや表面粗さ(推定粗度係数)のモニタリングに活用することができます。標点の設置がない場合でも、表面粗さを計測することは可能です。

※本プログラムは農研機構の許諾を受けることで利用できます。<https://www.naro.go.jp/inquiry/program.html>

潤滑油中の金属摩耗粒子に着目したポンプ設備の劣化兆候の早期診断技術

研究のポイント

- ポンプ設備中の潤滑油に含まれる金属摩耗粒子の数と大きさが、劣化に伴って変化することを実機の過酷摩耗試験によって明らかにしました。

研究の背景

- 近年、時間計画保全で管理されているポンプ設備を状態監視により管理する技術として、潤滑油診断が注目されていますが、劣化したかどうかの判定基準が明確ではありませんでした。
- そこで、実機を使った過酷摩耗試験を行い、潤滑油の性状をモニタリングし、潤滑油診断の有効性を検証しました。

実機の過酷摩耗試験による検証

- 図1に示すように、廃棄予定のポンプ設備を借用し、潤滑油供給を少しずつ減らして人為的に摩耗状態を再現する過酷摩耗試験を実施しました。
- 過酷摩耗状態になると、金属摩耗粒子数が増加すること、金属摩耗粒子の粒径も増大することが明らかとなりました。
- 過酷摩耗試験後に分解して確認したところ、安定運転時の金属摩耗粒子数の1.25倍以上となる場合や、粒径 $25\mu\text{m}$ 以上の金属摩耗粒子数が増えた場合には、軸受メタル部に異常摩耗が発生していることが確認されました。

期待される活用例

- 1回の潤滑油の採油・分析によって機能診断を行うだけでなく、定期的に採油し、その潤滑油中に含まれる金属摩耗粒子数と粒径の傾向を監視することが重要です。

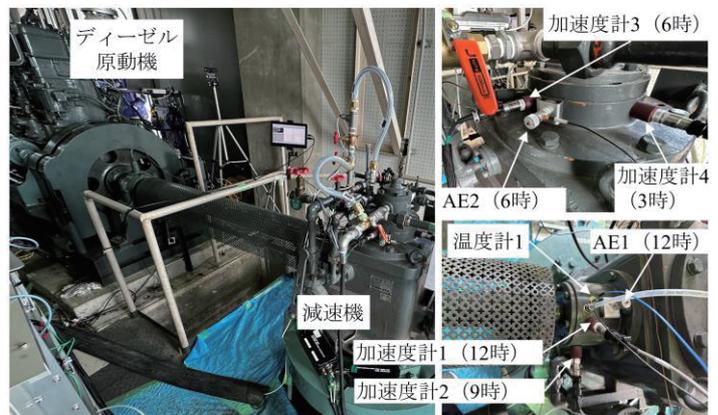


図1 ポンプ実機による過酷摩耗試験の状況

温度計、加速度計、AEセンサーなども設置し、潤滑油の供給圧力を低減させたときの変化を常時監視した。

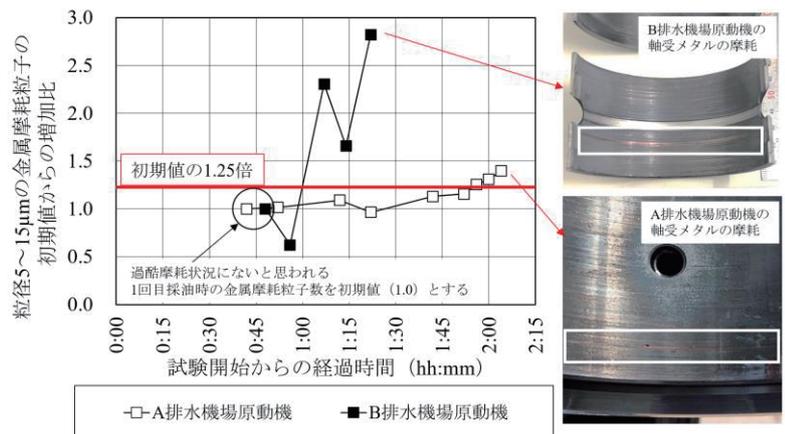


図2 過酷摩耗試験における金属摩耗粒子数の変化

1回目採油時の金属摩耗粒子数を初期値(1.0)とした場合、その1.25倍以上の金属摩耗粒子数が観測された場合には、軸受メタル部に異常な摩耗が見られた。

落差工における落下水騒音の予測方法

研究のポイント

- 落差工(図1)における落下水によって発生する騒音を流れの数値解析の結果から予測する技術を開発しました。

研究の背景

- 落差工における落下水音が周辺住民の方々に騒音として認識されるようになる可能性がある場合に、騒音を十分な精度で予測できる方法が確立されていないため、その開発が求められています。

評価法の特徴

- 本方法は、落差工の3次元流れの数値解析の結果のうち、中央縦断面(図1)における乱流エネルギー散逸率の最大値(図2)を、A特性およびG特性の予測式(図3)に当てはめるものです。
- 図3の予測式は、形状が異なる三つの落差工(1)~(3)において代かき期と普通期に計測したA特性およびG特性と、同じ条件で行った3次元流れの数値解析から得られた乱流エネルギー散逸率の最大値の関係を、直線近似することで作成しました。 R^2 (決定係数)は従来の予測方法よりも高い値になっています。

期待される活用例

- 本成果は、施設の統廃合や改修によって水路の流量が増加する落差工や、周辺に住民がいらっしやる場所に新たに設置される落差工等において、騒音の発生の事前チェックへの活用が期待されます。

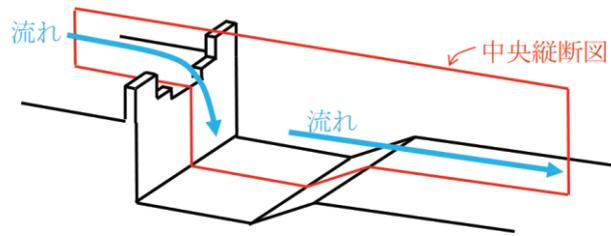


図1 落差工のイメージ

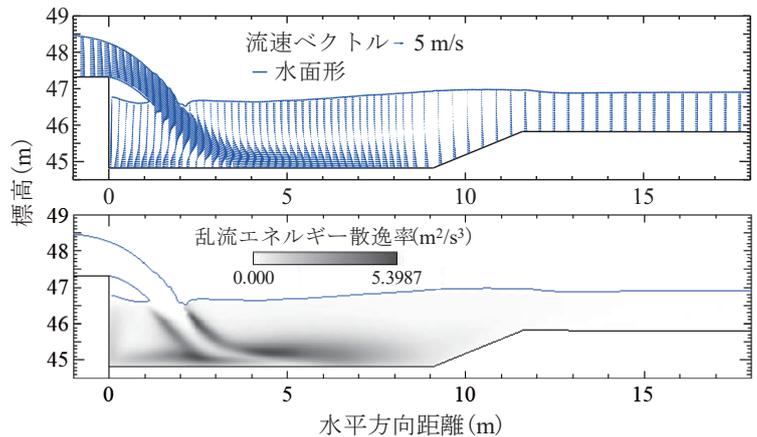


図2 流れの数値解析による中央縦断面における流速ベクトルと乱流エネルギー散逸率^{※1}の分布

※1 乱流の運動エネルギーが消えていく早さ

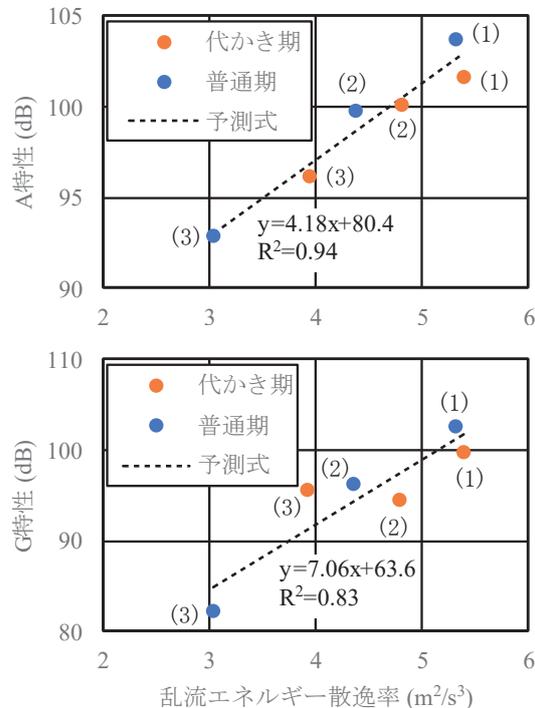


図3 乱流エネルギー散逸率とA特性^{※2}およびG特性^{※3}との関係

※2 可聴音域(20Hz~20kHz)の騒音の評価指標

※3 超低周波音域(1Hz~20Hz)の騒音の評価指標

デジタル画像から コンクリート開水路の摩耗状況を予測する AI モデル

研究のポイント

- コンクリート開水路の主要な劣化のひとつである「摩耗」について、その評価指標である算術平均粗さ(R_a)を、デジタル画像のみから予測するAIモデルを開発しました。
- 専用の機器や技術が不要であり、水路表面を撮影するだけで、躯体表面の粗さを数値化できるため、手軽に点検を実施できます。

評価手法の特徴

- デジタルカメラやスマートフォン等で撮影した画像をAIモデルで解析することで、躯体表面の粗さを数値として予測します(図1)。
- 4地区の現地水路で収集したデータを使用し、外観と表面粗さ(R_a)の関係を学習させました(図2)。
- 開発したAIモデルの予測値(R_a)と、型取りゲージによる計測値とを比較した結果では、データの80%が誤差 $\pm 0.15\text{mm}$ に収まりました(図3)。粗度係数に換算すると82.9%が ± 0.0005 に収まります。
※ 実測値から換算した粗度係数: $0.0122 \sim 0.0162$

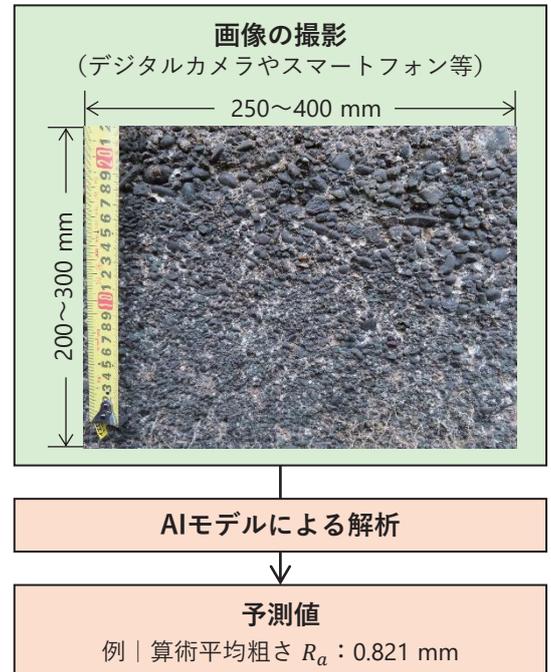


図1 AIモデルを用いた粗さ予測の流れ

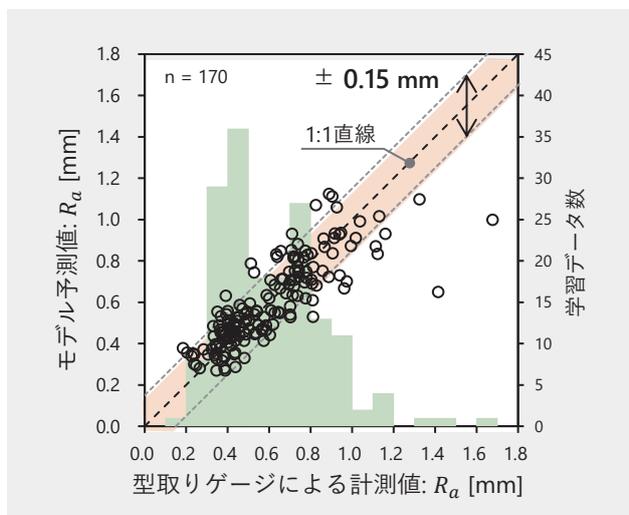


図3 予測精度の検証結果

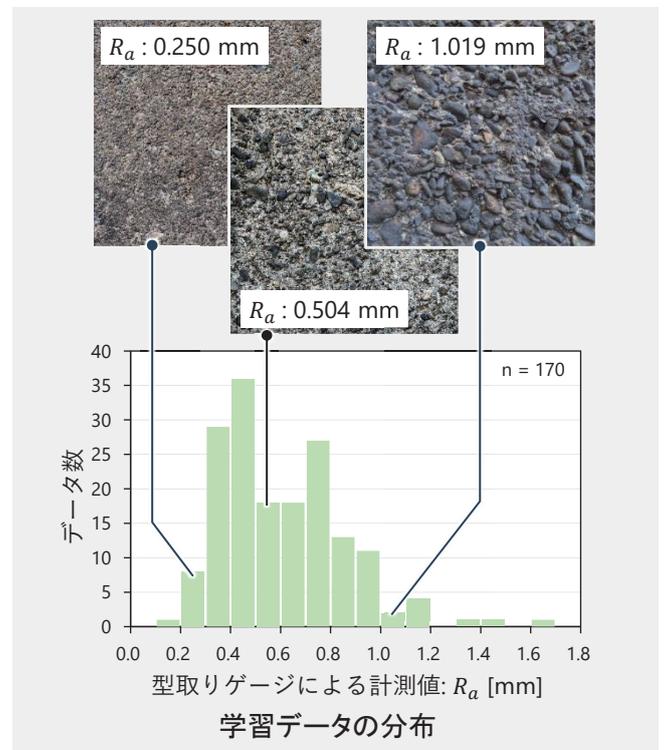


図2 学習に使用したデータ

沿岸域の地下水位時系列観測データの分析による帯水層の透水係数推定手法

研究のポイント

- 沿岸域で海洋潮汐の伝播による地下水位の周期的振動を観測して分析することにより、地下水の適切な開発・保全に必要な帯水層の水理的性質(透水係数)を推定する手法を開発しました。

研究の背景

- 地表水が少ない沿岸域や島嶼の貴重な水資源である地下水を適切に開発または保全するためには、帯水層の透水係数等の水理的性質を知る必要があります。
- 一般的に行われるポンプで地下水をくみ上げ水位低下の大きさを分析する方法では周辺の狭い範囲の帯水層の性質が分かりますが、広範囲の性質を簡易に推定できる方法が必要でした。

手法の概要

- 海岸に近い地点とやや内陸の地点の2箇所地下水位観測孔あるいは井戸に自動記録式観測機器を設置し、1時間間隔で一定期間(39日間以上)連続して地下水位を観測します(図1)。
- 各地点の観測データにデジタルフィルタと呼ばれる数列の掛け算による方法を用い、潮汐よりも長い周期をもつ振動成分を取り除きます(図2(1))。
- 短周期成分のみのデータにフーリエ級数展開の式を用い、特定の潮汐周期をもつ単一振動成分を取り出します(図2(2))。
- 2地点間の水位振動の振幅比と時間遅れ(図2(3))を帯水層内の波の伝播を表す式に代入し、帯水層厚さ等の情報と組み合わせて透水係数を計算します。

適用事例

- 農業用水源として地下水の開発が期待されている沖縄県の離島に適用した結果、島内の位置により透水係数が2~3倍異なることが推定されました(図3)。この帯水層の水理的性質の不均質性は同地域の地下水解析モデルの作成に反映されています。

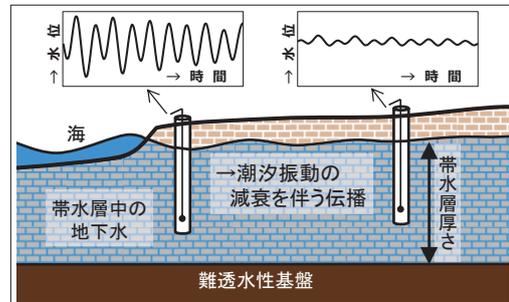


図1 地下水位への潮汐伝播と2地点地下水位観測のイメージ(鉛直模式断面図)

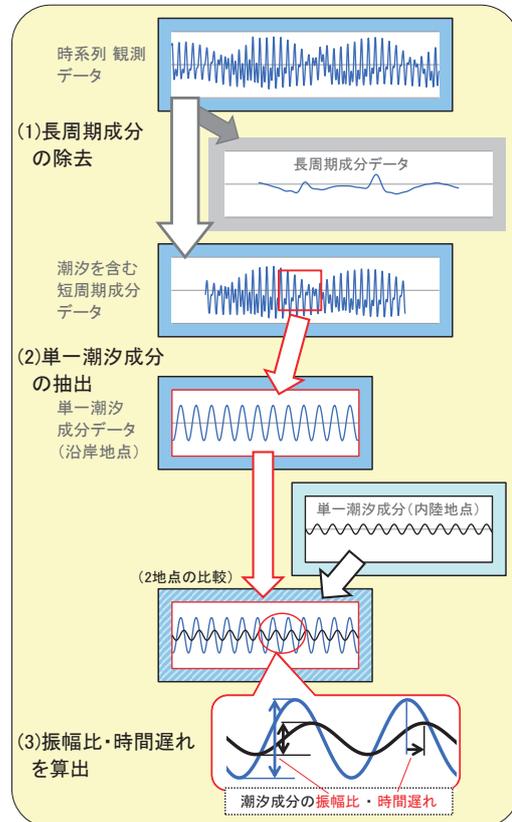


図2 観測データの処理と分析の流れ

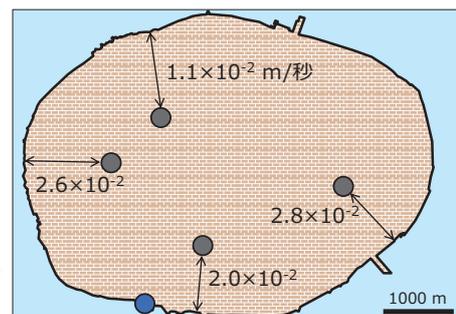


図3 透水係数の広域的不均質性の推定例(面積約20km²の島嶼地域)

地下水位の潮汐応答分析による 沿岸域の地下ダム機能監視手法

研究のポイント

- 沿岸域の地下水資源を塩水化から守るための地下ダムの機能を、潮位の影響によって周期的に変動する地下水位観測データの分析によって監視する手法を開発しました。
- 地下ダムの止水機能の連続的な監視を可能にし、貴重な農業用水源である沿岸域の地下水資源の保全に役立ちます。

研究の背景

- 水資源を地下水に頼る地域で海に接する帯水層に造られ、帯水層中の海水が内陸の地下水貯留域に浸入するのを防ぐための塩水浸入阻止型地下ダムでは、その止水機能を常時連続的に監視する方法がありませんでした。

手法の特徴

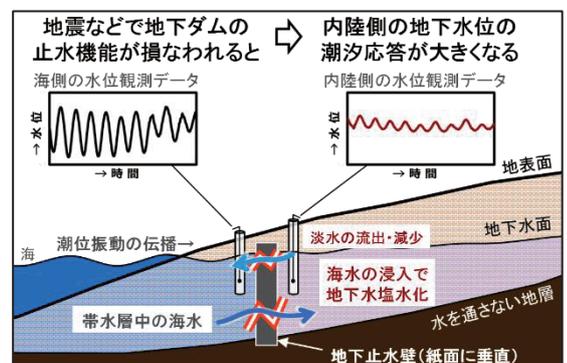
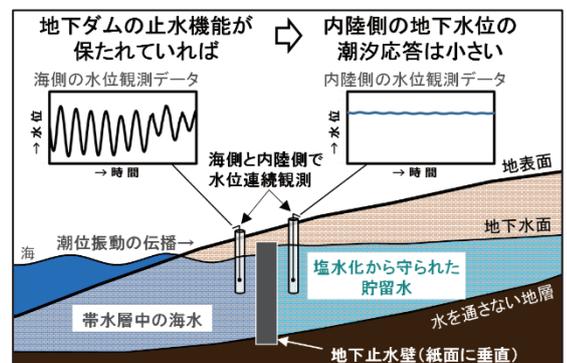
- 止水壁の海側と内陸側の地下水観測孔に自記水位計を設置して同時に観測して得られる、1時間間隔などの地下水位連続データを用います。
- 両地点の水位データについてフーリエ解析を応用して潮位の影響による正弦振動の振幅を算出します。振幅を正確に算出するには、水位が止水壁天端より低く越流していない期間の、決まった長さの時系列データを対象として解析します。
- 内陸側と海側の振幅の比（内陸側振幅÷海側振幅）が止水機能が保たれた状態に比べて大きければ、機能が損なわれている可能性があります。
- これまで難しかった塩水浸入阻止型地下ダムの止水機能の常時連続的な監視を可能にします。

期待される活用例

- 地下ダムの管理を行う土地改良区、管理に関わる行政機関、民間事業者および研究者による活用が期待されます。
- 海側の地下水位に潮位の影響による周期振動がみられ、水位が止水壁天端より低く非越流状態にあるなどの適用条件を満たせば、地下ダムに限らず他の目的で地中に造られた止水壁の機能監視への利用も考えられます。



自記水位計の設置方法と観測配置の例



地下水位の潮汐応答分析による地下ダムの機能監視の概念図

水稲生産地域における気候変動の複合的な影響を考慮した用水需給バランスの評価手法

研究のポイント

- 気候変動によって水資源や水稲の生育期間が変化すると、農業用水の需要と供給のバランスが変化します。この影響を、水稲生産による「便益」と水資源が不足する「リスク」の関係をもとに評価する手法を開発しました。

研究の背景

- 気候変動によって融雪の早期化や蒸発散量の増加等による水資源の変化が予測されています。また、一部の地域では、水稲の高温障害を避けるための適応策として、生育期間を遅らせることが検討されています。この場合、想定を超えるような水不足が生じる可能性があるため、これを評価する手法の開発が求められていました。

手法の特徴

- 農研機構が開発した予測モデルを用いて、現在と将来の気候変動のシナリオにおいて、水稲の生育期間を変更した場合のリスクと便益を計算します。
- リスクと便益の関係は、生育期間の変更が便益の向上とリスクの低下に繋がる「調和型」と、便益の向上がリスクの増大に繋がる「競合型」に大別できます(図1)。
- 調和型の地域では生育期間の変更によって用水の需要と供給のバランスが改善するため、適応計画としての実現性が高いこと、一方、競合型の地域ではその実現に向けて利水者間の調整等の追加的な対策が必要になること、を意味します。
- 事例とした信濃川の下流域では、便益(コメの外観の品質)とリスク(水不足量の累積値)の関係が競合型に分類されました(図2)。また、将来の気候変動のシナリオにおいて生育期間を変更する(外観の品質を最大化する生育期間を選択する)場合には、リスクが更に高まる(図3)。

期待される活用例

- 特定の地域を対象にしたリスク・便益の評価結果は、地方自治体が気候変動適応計画を策定する際の指針として活用できます。

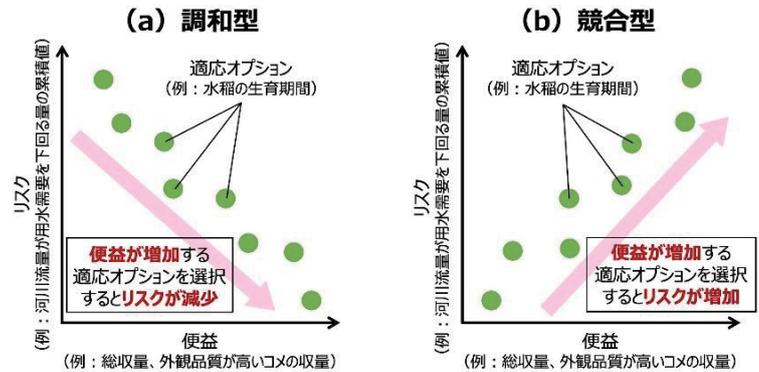


図1 評価手法の概要

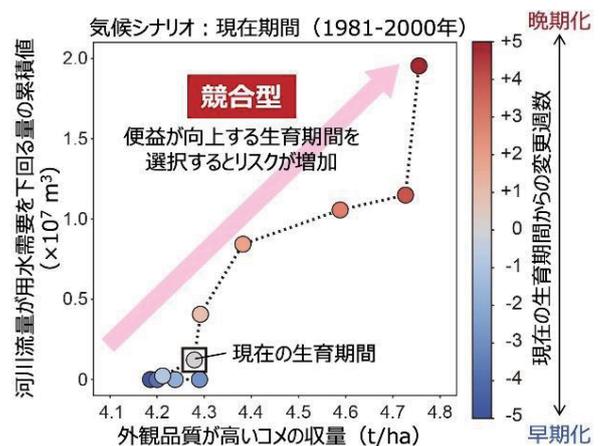


図2 信濃川下流域における評価結果

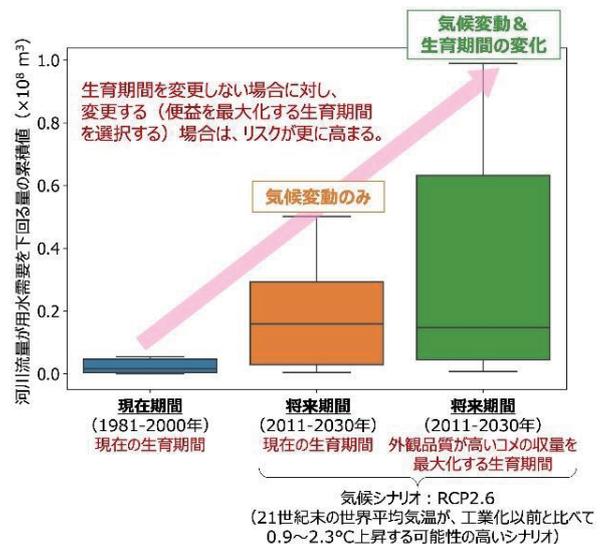


図3 将来期間でのリスクの評価結果

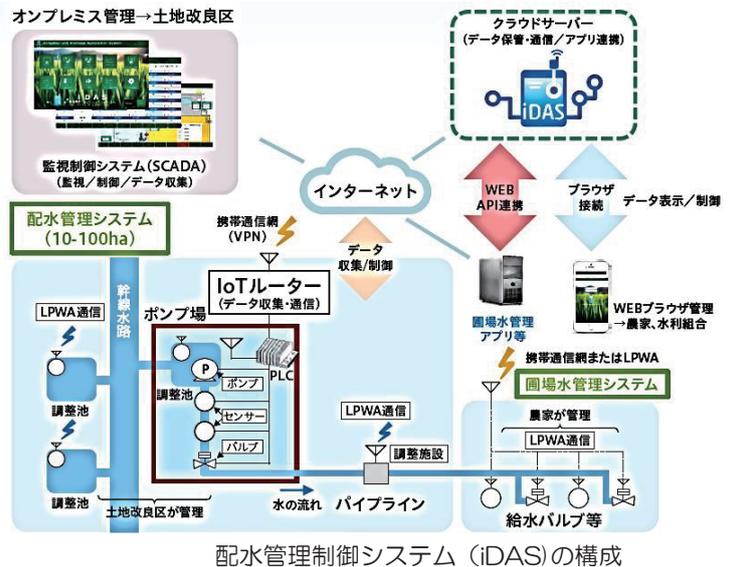
ICTを活用した圃場-水利施設連携型の配水管理制御システム

研究のポイント

- 土地改良区、担い手農家、双方の利用が可能な配水管理制御システム (iDAS) を開発しました。 本システムは、LPWA(低消費電力遠距離通信方式)やクラウドなどのICTを活用した、圃場とポンプ場などの配水施設との連携による流量・圧力の制御により、効率的な水配分と節水・節電が可能です。

開発したシステムの特徴

- ① 農家が管理する 給水バルブから、取水源のポンプ場までを一つのシステムとして扱え、パソコンやタブレット、スマートフォン上で簡易な水管理・制御が可能。
- ② 水需要に応じたポンプ場からの配水による 節水、電気代の削減により、施設維持管理費の低減が可能。
- ③ 汎用性の高い監視制御システム (SCADA、PLC等) で運用するため、拡張性が高いシステム構築が可能。
- ④ LPWAやクラウドによる遠方監視により、パイプラインシステムの広域に配置された複数施設の水位予測機能を含んだ監視、豪雨時の排水管理のための複数排水施設の監視に適用可能。



実証事例 - ポンプ - 配水槽 - 給水バルブの連携制御 -

- 中山間水田パイプライン灌漑地区 (愛知県新城市)において、水田での自動給水バルブと、配水槽水位のモニタリングによる使用流量把握、使用量に応じたポンプ運転をICTにより連携することで、需要に応じた配水制御が可能になりました。

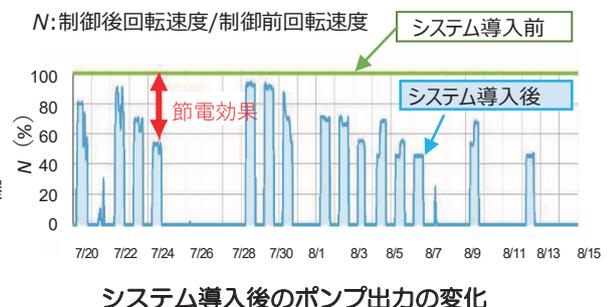


配水槽における水位遠方モニタリング

スマートフォンによる管理 (担い手、施設操作員向け)

実証事例 - 効果の実証 -

- 中小規模のポンプ-パイプライン灌漑地区2箇所における実証試験では、給水栓と直送ポンプの自動制御化による 水管理労力の削減効果と、パイプライン解析に基づいた圧力制御による配水管理により、4割の省エネ・節電効果、計画運転に対する管内圧力低減効果を実証しました。



iDASの主要機能

圃場における水利用に応じ、ポンプ場から最適な用水量を自動で配水



農村工学研究部門 水利工学研究領域
水利制御グループ

3Dカメラと画像解析を用いた 水門開度および水位の遠隔監視システム

研究のポイント

- 中小規模の水門を対象とし、カメラ1台で水門とその周囲を撮影し、画像解析によって水門の開度と水位を推定する遠隔監視システムを開発しました。

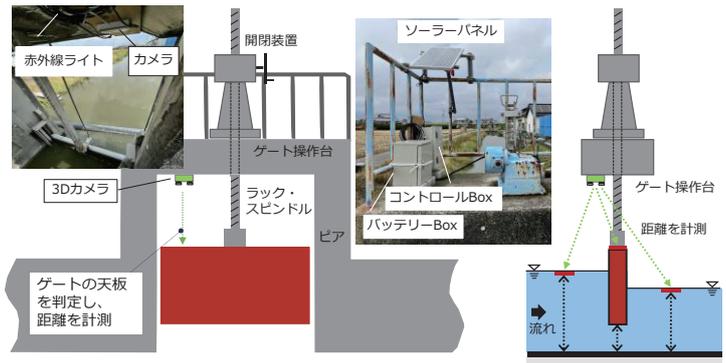


図1 システムの設置・計測イメージ

研究の背景

- 中小規模の農業用の水門の多くは、土地改良区職員や地元農家による巡回（機側操作）によって管理されています。このため、洪水時等の危機に対応する際には、水門の管理者は現場での操作時にリスクにさらされています。
- 水門の管理者から、「遠隔監視の際には、水門近傍の水位のデータだけでなく、周囲の状況を画像で把握したい」というニーズが寄せられました。

手法の特徴

- ゲート操作台の下端に3Dカメラを取り付け、ゲート上面を撮影することで、ゲート開度、およびゲート上流と下流の水面の水位を計測します。3Dカメラは、2眼のレンズの視差により対象物までの距離を求めます。
- ゲートの開閉に伴って撮影画像の中でゲートの位置が変わっても、画像解析（YOLOv3）により計測領域のゲート上面を検出します。
- YOLOv3は、オブジェクト検出に実績のある機械学習ライブラリです。これに50地点以上の水門にて収集した約3千枚の画像を教師データとして機械学習しました。
- 現地での実証試験では、降雨イベントにおける実測値と本システム計測値との平均絶対誤差（MAE）は上流水位2.0 cm、下流水位3.1 cm、ゲート高さ2.1 cmとなり、概算値としては実用的な精度を有しました。

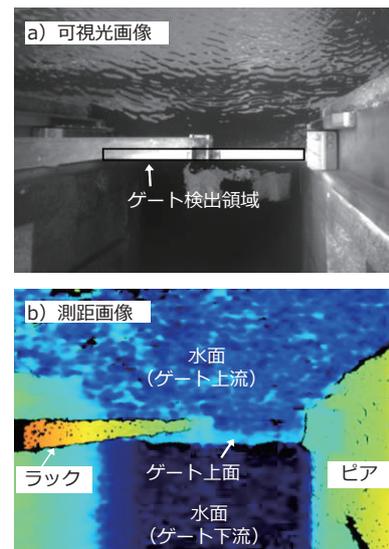


図2 ゲートの撮影画像

期待される活用例

- ソーラー電源で稼働し、セキュリティを確保したモバイル閉域網通信（携帯電話回線）の利用で月額数千円の通信コストで運用可能です。
- 河川、港湾、水産など、管理者の異なる水門の監視システムに接続でき、システムの一元化に対応します。

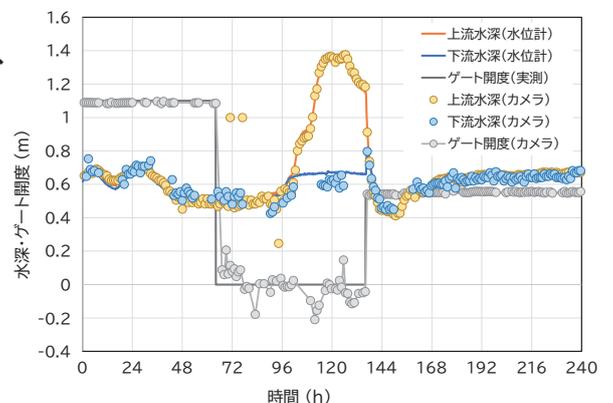


図3 ゲート開度のモニタリング事例

ベイズ推定の代替手法を導入した 不確実性を可視化できるAI水位予測モデル

研究のポイント

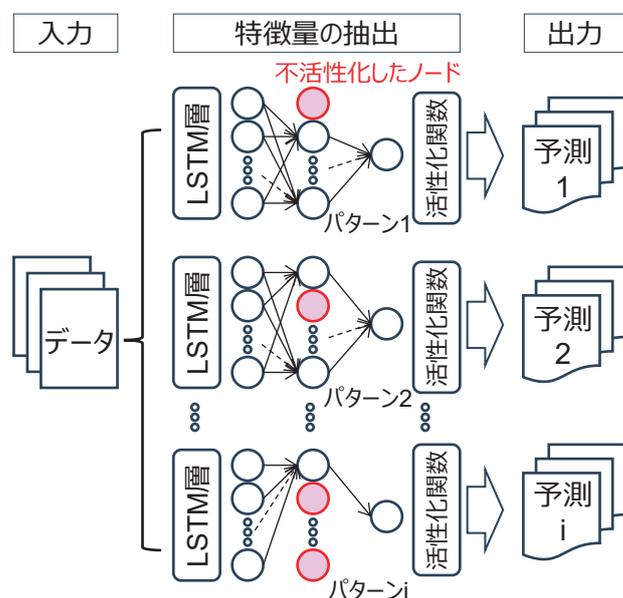
- 排水管理に利用される遊水池や排水路の水位の予測は、豪雨や洪水による湛水被害の防止や被害の軽減に役立ち、その予測精度の向上は重要です。
- リアルタイム予測に利点のある長・短期記憶(LSTM)ネットワークモデルを活用したAI水位予測モデルに、ベイズ推定の代替手法を導入することで、予測精度の改善と予測結果の不確実性の表現が可能となりました。

研究の背景

- AIを利用した水位予測は過去のデータを使って事前学習を行うため、観測データが十分に得られない大規模な洪水を対象にする場合は予測精度が低いことが課題です。また、予測結果に含まれる誤差を表現できません。

開発したモデルの特徴

- 予測時間の迅速性などの観点からリアルタイム予測に広く利用されている長・短期記憶(LSTM)ネットワークモデルに、ベイズ推定の代替手法を導入しました(図1)。
- 導入したベイズ推定の代替手法は、ネットワーク内の一部のノードをランダムに不活性化する手法(MCドロップアウト)です。
- 疑似的なアンサンブル予測を行うことで、予測精度が改善されるうえ、予測結果の不確実性の表現が可能となりました(図2)。
- 検証した事例では、予測のリードタイムが1時間と3時間の場合、従来のモデルより予測精度が約10%改善しました。



一部のノードを不活性化し、アンサンブル予測を行う

図1 開発したAI水位予測モデルの構造

期待される活用例

- 低平地に位置する排水機場の水位など、水利施設の操作による影響を受ける地点における水位の予測への適用が期待されます。

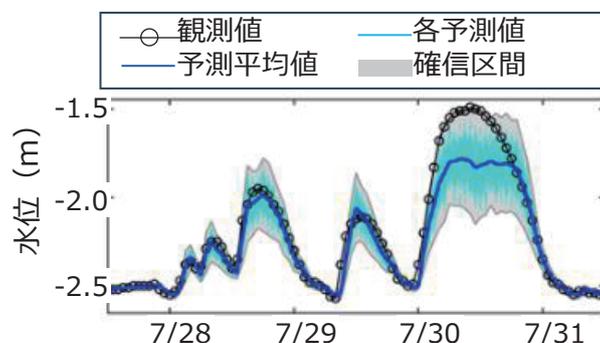


図2 不確実性を表現した予測結果

中山間地域にある水利施設のための 遠隔監視システムがもたらす労力削減効果

研究のポイント

- 水利施設の巡回監視に遠隔監視システムを用いることで、ゴミ詰まりの状況、配水状況等を画像で確認できるため、現地作業の予定を立ててから行動することができ、労力削減につながります。

研究の背景・概要

- 中山間地域等の水路では、落葉等の通水を阻害するものが集積しやすく、灌漑期には通水を維持するための巡回が欠かせません。
- 遠隔監視システムはカメラや既設・新設の水位計、流量計、雨量計等で構成され、実証で構築したWebシステム上で、これらのデータを一覧することができます(図1)。



図1 遠隔監視システムの概要図

巡回作業の省力効果

- 遠隔監視システムの導入によって、水位監視、ゴミ除去(確認含む)を行った日数が減少し、草刈りに労力を割けるようになりました(図2)。
- これまでは現地に行かなければわからなかった配水状況、異常の原因、作業の優先順位等々、ある程度Webシステム上で判断できます。
- 作業日数の削減だけでなく、現地作業の要否判断の的確化、情報共有の利便性向上、判断の迅速化による精神的負担の軽減等、作業の質的な向上も把握されました。

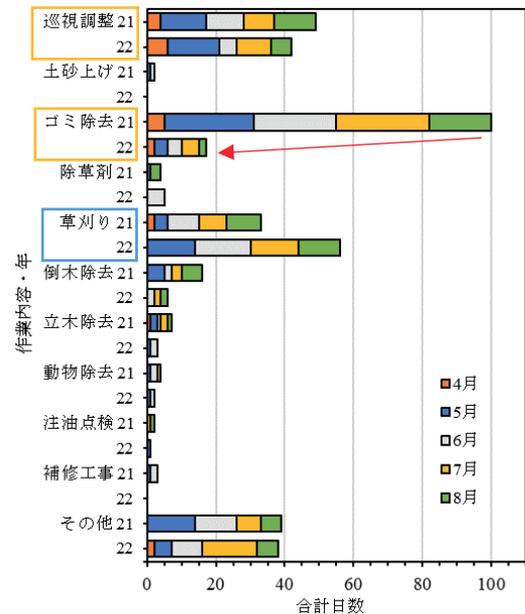


図2 巡回担当者の作業内容と各作業日数

活用面・留意点

- 遠隔監視システムは、中山間地域に限らず、水利施設へのアクセスに困難性を抱えている地域で効果を発揮することが期待されます。
- トレイルカメラはLTE通信を行うため、機器が接続可能なモバイル通信環境が監視地点に整備されているか、確認する必要があります。

知りたい技術が ここにあります



メールマガジン

https://www.naro.go.jp/laboratory/nire/mail_magazine/index.html



農村工学研究部門の最新情報を毎月配信しています。

実用新技術 成果選集

<https://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/jituyo/>



農村工学研究部門の主な研究成果をまとめて編集したものです。

ホームページ

<https://www.naro.go.jp/laboratory/nire/>



プレスリリースからイベント情報まで。欲しい情報がここにあります。

農工研ニュース

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/nire/news2/



3か月に1回、研究成果を中心にお届けします。

広報誌「NARO」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/quarterly-newsletter



農研機構の刊行している広報誌です。毎号違うテーマで皆様にお届けします。

NAROchannel

<https://www.youtube.com/@NAROchannel>



農研機構が開発した新しい品種や最新技術などの研究成果を動画で紹介しています。

農業農村整備のための実用新技術成果選集

令和7年6月 発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門

〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6

(技術移転部 移転推進室)

Tel. : 029-838-8296

「本資料から、転載、複製する場合は、当部門の許可を得てください」



農村工学研究部門 技術移転部