

農業農村整備のための実用新技術成果選集

(2024年)

令和6年7月



農村工学研究部門

はじめに

農研機構 農村工学研究部門 技術移転部長

土肥 義博
DOI Yoshihiro



今年度は、農業関係の憲法とも言われている食料・農業・農村基本法の改正案が成立し、25年ぶりに現行の国際状況を含む社会経済情勢を踏まえた改正が行われました。今後はこの改正を踏まえて、関係施策も随時変更がなされるものかと思われます。

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(期間は令和3～7年度)をスタートさせ、今年度は4年目になります。冒頭で申し上げた25年ぶりの基本法の改正も踏まえた中で、新たな中長期計画が策定されるかと思われませんが、そうした動きを的確に反映した、食料・農業・農村が抱える課題に真摯に向き合い、農業・農村を始めとした社会に実装できるよう取り組む必要性を痛感すると同時に、今期中長期計画で言われている「農業・食品産業分野における Society5.0」の実現により、①食料自給率向上と食料安全保障、②農産物・食品の産業競争力強化と輸出拡大、③農業の生産性向上と地球環境保全の両立に貢献することを目標として、基礎から実用化されるまでの各ステージでインパクトの大きな成果を創出することを目指していくことが求められます。特に農村工学研究部門においては、農業者の減少や高齢化、農業水利施設の老朽化等の進行とともに、頻発化・激甚化する豪雨や地震等による被害の軽減、地域資源を活用した地産地消型エネルギーシステムによる環境負荷の低減などの課題に対応するため、

- ①農業インフラ情報のデジタルプラットフォームの構築
- ②農業インフラの調査・設計・施工・維持管理プロセスのデジタル化
- ③リアルタイム水管理システムの構築
- ④地産地消型エネルギーシステムの構築

等の研究開発と成果の社会実装に取り組みます。

本冊子は、昨年度までにまとめられた普及成果及び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。また本冊子と併せて、農研機構ホームページや講習会などにより、当部門の研究情報を随時提供しておりますので、幅広くご利用いただければ幸いです。

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(2024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)
NEW【普及】 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)
7) 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.....	8	(農地整備)
8) 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.....	9	(農地整備)
NEW【普及】 9) 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.....	10	(農地整備)
NEW【普及】 10) 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.....	11	(農地整備)
NEW【普及】 11) 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.....	12	(農地整備)
NEW【研究】 12) 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.....	13	(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.....	16	(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.....	17	(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.....	18	(農地整備)
NEW【普及】 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.....	19	(施設保全)
5) 園芸用施設への微小害虫の侵入を抑制する新防虫ネット.....	20	(地域資源利用・管理)
6) フェンロー型温室における室内気温分布の推定.....	21	(地域資源利用・管理)
7) 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.....	22	(地域資源利用・管理)
8) パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響.....	23	(地域資源利用・管理)
NEW【普及】 9) 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.....	24	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】 10) 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.....	25	(地域資源利用・管理)
参考掲載 地下水位制御システム FOEAS.....	26	(農地整備)
参考掲載 地下水位制御システム FOEAS の導入条件.....	27	(農地整備)

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

1) 鶏ふん炭の熔リン代替利用による土壌改良効果.....	30	(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.....	31	(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出現象の調査方法.....	32	(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.....	33	(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.....	34	(地域資源利用・管理)

	6) オイル生産藻類残渣のペレット化技術	35	(地域資源利用・管理)
	7) 農業用ダムにおける非灌漑期の安定した小水力発電のための調整型水管理手法	36	(地域資源利用・管理)
	8) シート状熱交換器を流水中に設置すると高い熱交換特性が得られる	37	(地域資源利用・管理)
	9) 畑地におけるメタン発酵消化液の肥料効果と環境影響	38	(地域資源利用・管理)
	10) 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	39	(地域資源利用・管理)
	11) 集排汚泥と食品廃棄物等のメタン発酵における安定発酵条件解明、消化液の肥料特性評価	40	(地域資源利用・管理)
NEW【普及】	12) 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	41	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	13) 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	42	(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	44	(地域防災)
NEW【普及】	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)	45	(地域防災)
NEW【普及】	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」	46	(地域防災)
NEW【研究】	4) 地すべり土塊の地震時移動量の簡便な算定手法	47	(地域防災)
	5) ため池の耐震診断ソフト「SIP-NewD」	48	(施設整備)
NEW【普及】	6) 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	49	(施設整備)
	7) 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	50	(流域管理)
	8) 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	51	(流域管理)
NEW【研究】	9) 浸水域のリアルタイム推定にむけた水位データベースの簡易構築手法	52	(流域管理)
	10) 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	53	(水利制御)
	11) 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	54	(水利制御)
NEW【研究】	12) 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	55	(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」	58	(施設整備)
	2) 無機系表面被覆工の簡易な中性化深さ測定手法「コアビット法」	59	(施設保全)
	3) ポンプ設備の突発的な故障停止を防ぐためリアルタイムに遠隔監視するシステム	60	(施設保全)
	4) 軽量部材を用いた集水井の内巻補強工法	61	(施設保全)
	5) 改良版高精度摩耗モニタリングシステム	62	(施設保全)
	6) 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」	63	(施設保全)
	7) 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	64	(施設保全)
	8) 安全、簡単、確実なコンクリート補修材料の現場付着試験方法	65	(施設保全)
	9) 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	66	(施設保全)
	10) 実用性を向上させた漏水探査ロボットによる農業用パイプラインの漏水探査システム	67	(施設保全)
	11) 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	68	(施設保全)
	12) 画像解析を用いた非接触計測による鋼矢板の板厚推定	69	(施設保全)

NEW【普及】	13) 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	70	(施設保全)
NEW【普及】	14) 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	71	(施設保全)
	15) 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	72	(流域管理)
	16) 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	73	(流域管理)
	17) 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	74	(水利制御)
	18) 省力化を目的とした土地改良区の水利施設管理労力の実態調査	75	(水利制御)
	19) 機械学習とクラスタリング手法による複数種類の正常値・異常値の同時分類技術	76	(水利制御)
NEW【研究】	20) 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	77	(水利制御)
	21) 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	78	(地域資源利用・管理)

- **NEW** とは、令和5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もの、又は普及するためには改良が必要であるが将来的に有用な成果をいう。

- 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

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。

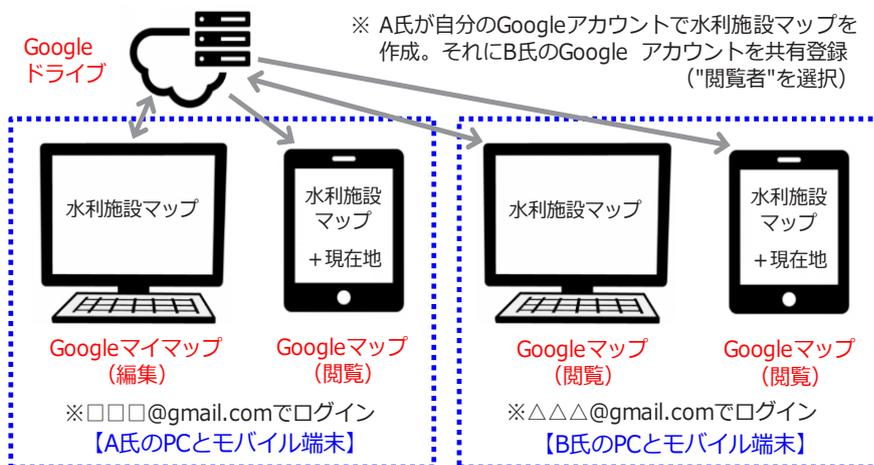


図1 水利施設GISの全体像

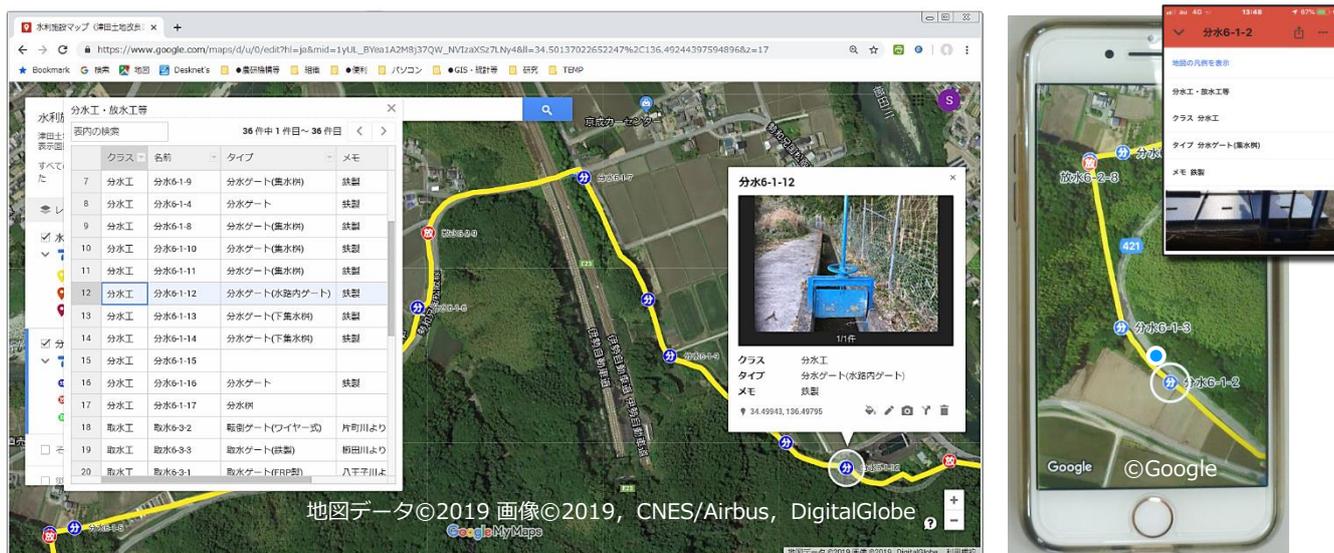


図2 PCのGoogleマイマップ(左)やスマートフォンのGoogleマップ(右)に表示した水利施設マップ

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に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

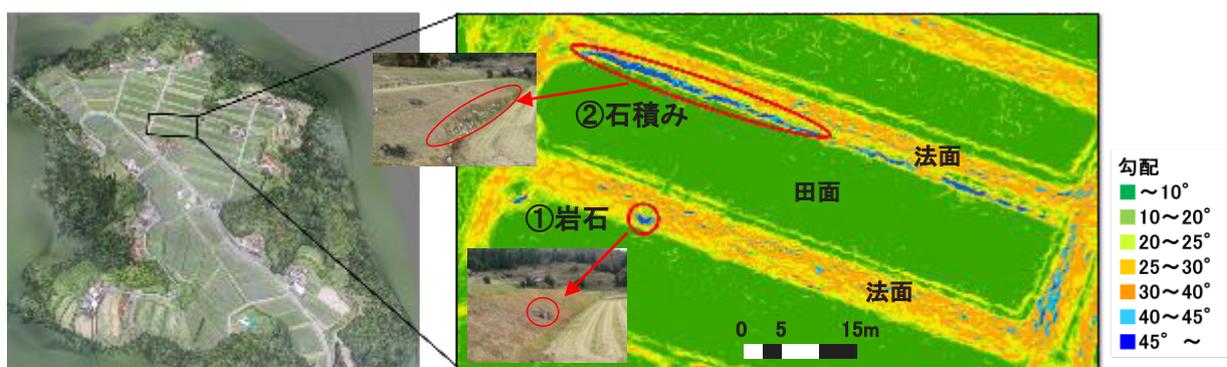


図2 空撮画像(3D表示:左側)と勾配分布図(右側)

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の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図します。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)が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(以下、FarmMapと呼ぶ)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。また同マップは、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

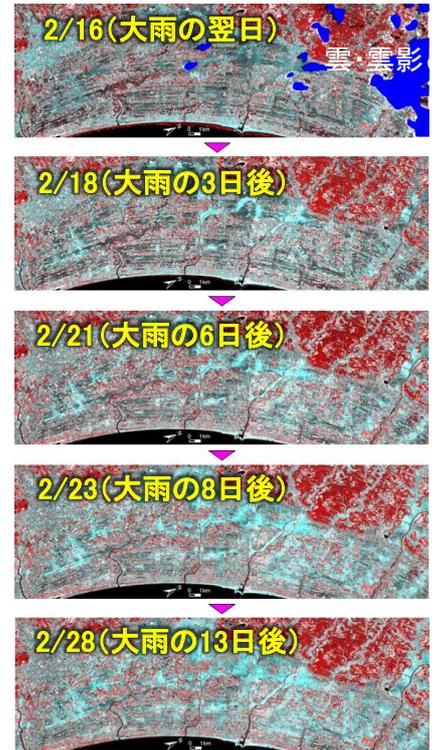
- 排水性の悪い圃場ほど大雨後に田面が乾きにくいことに着目し、大雨後の晴天日（標準的には2～3月、大雨の5～6日後）に観測されたSentinel-2衛星データ（無償）と圃場区画データ（農水省の筆ポリゴン；無償）を用いて水田の排水性の良否を圃場毎に判定する手法を開発しました。

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。

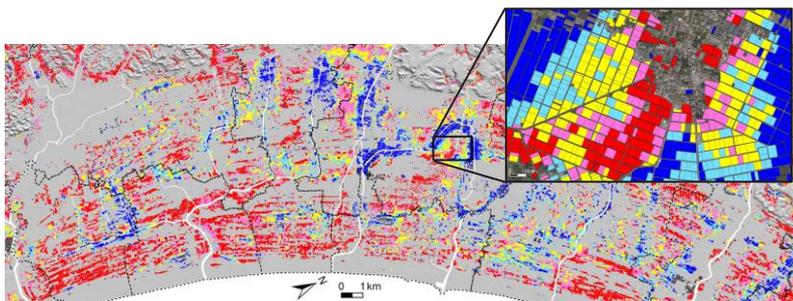
評価手法の概要

- 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

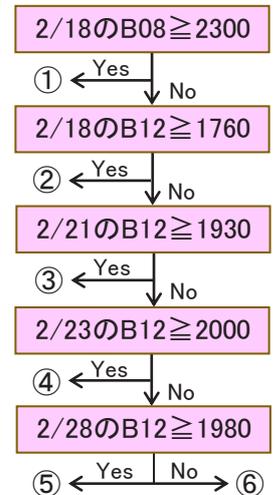


千葉県の内総用水地区（2021年2月15日に日降水量38～51mmの大雨あり）

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

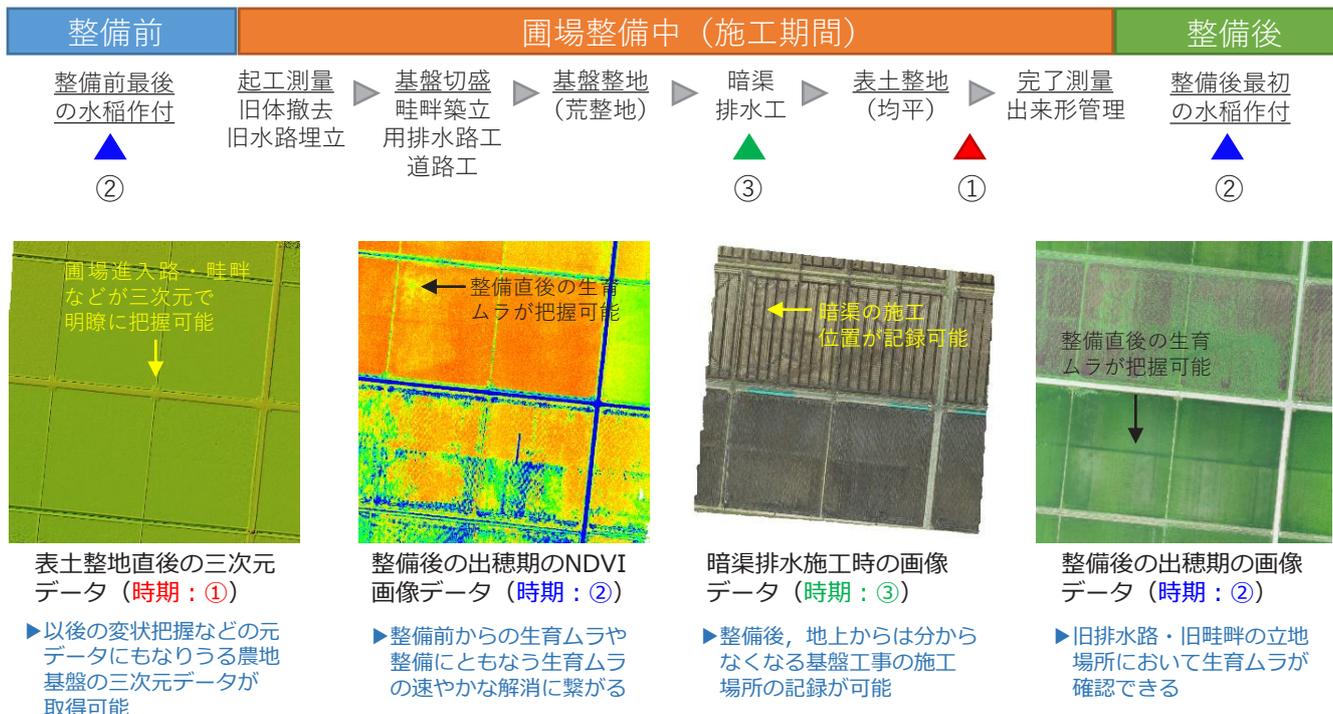
- ◆ 圃場整備の前後は、農地の基盤条件が大きく変化する機会です。
- ◆ 整備前の農地の区画内の条件の違いや、整備期間中の施工履歴や三次元データなどを、以後の営農や維持管理に引き継ぐことが出来れば、整備の効果はより高まります。
- ◆ 一方で、整備前や整備期間中の事象は、機会を逃すと取得が困難なデータでもあり、適切なタイミングで取得する必要があります。

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が可能です(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。

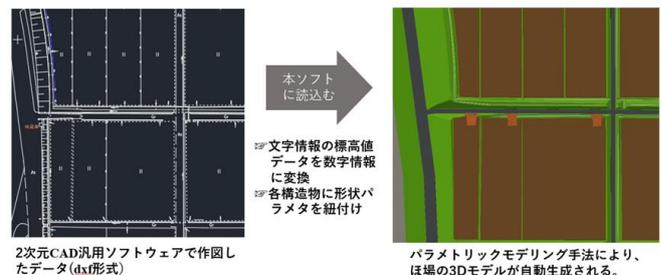


図1 2Dデータから3Dモデルへの変換

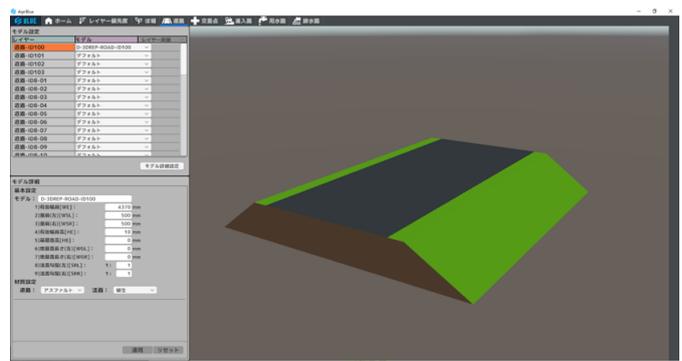


図2 道路の形状パラメータの設定画面

期待される活用例

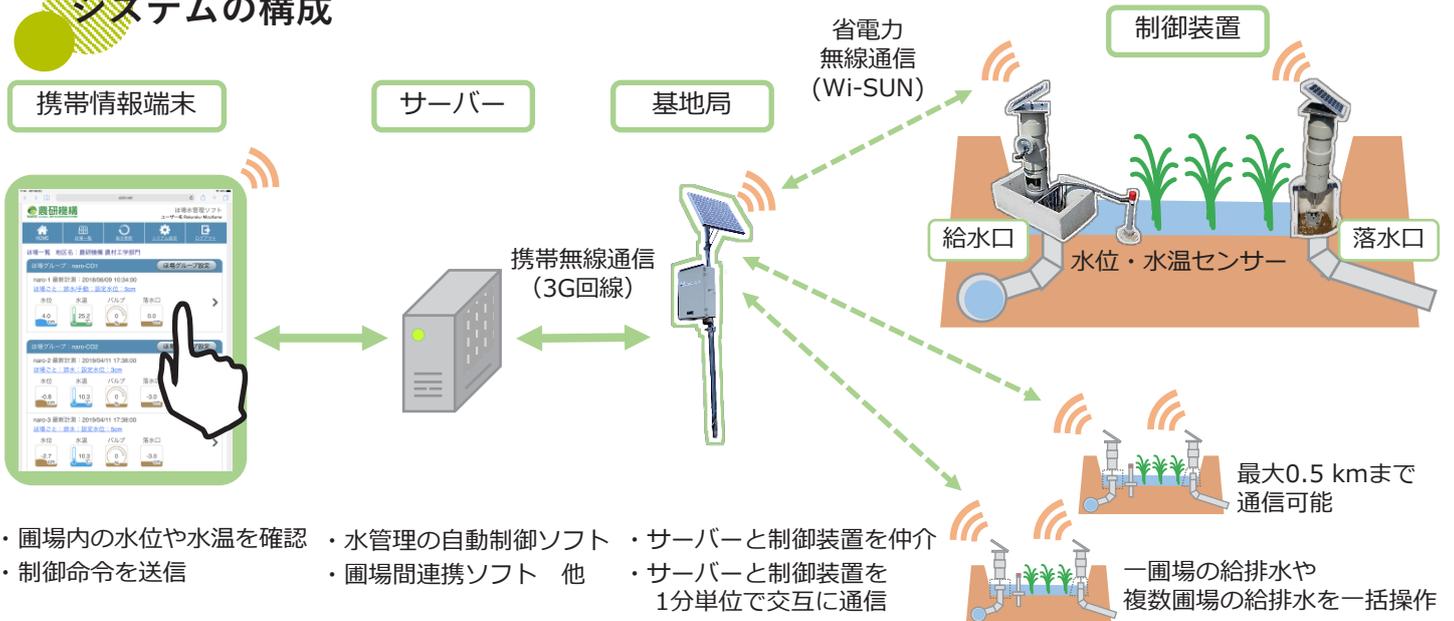
- 本ソフトウェアは中程度のクラスのノートPC(推奨16GB)でもストレスなく動作できるため、ほ場整備に関する設計コンサルタント、地方自治体の担当者等による、地元での説明に活用されることが期待されます。

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。

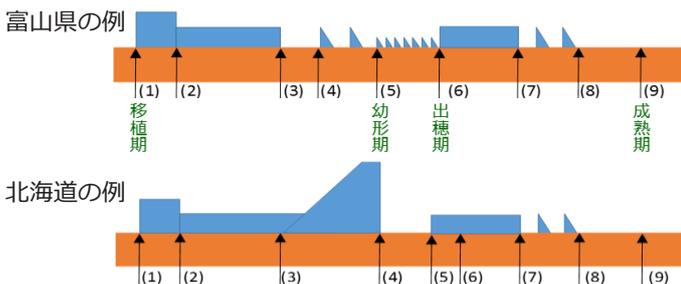
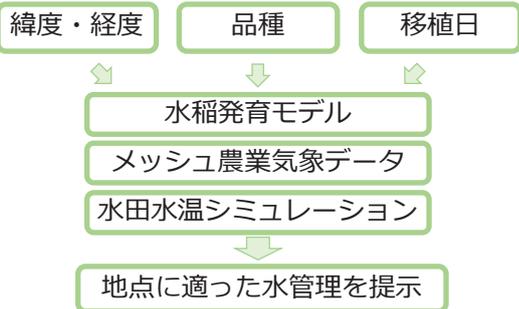
システムの構成



- 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

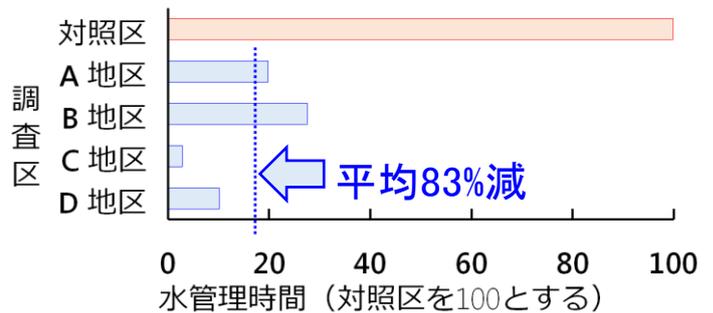
水管理の自動制御

- 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

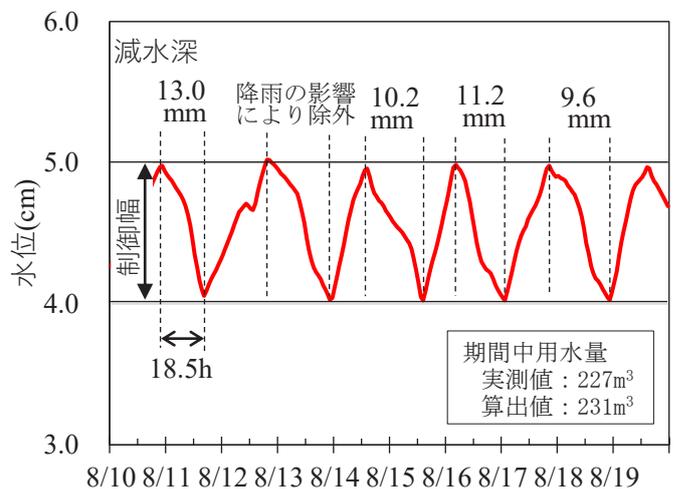
- 圃場水管理システムを導入することで、一定の水位を維持する普通期において圃場ごとの減水深が観測でき、それを元に必要水量の算出が可能となります。

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算出と実測値との比較

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や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次元データや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

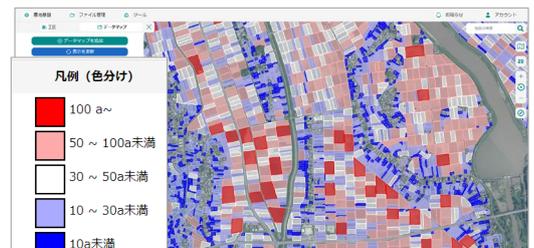
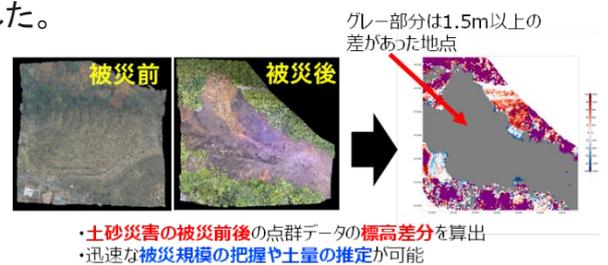
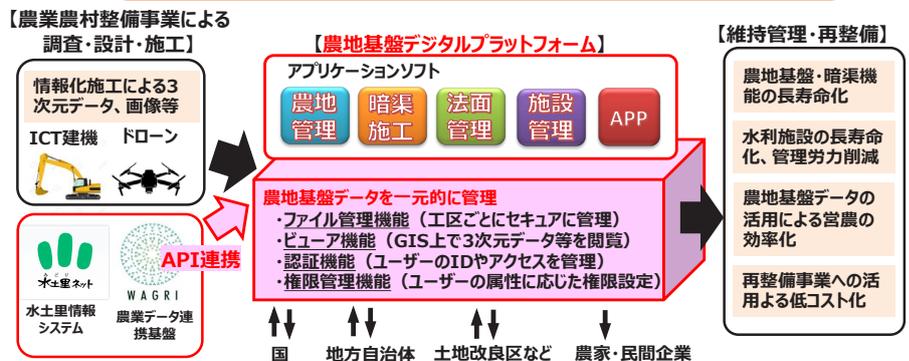
- データを安全かつ適切に共有するため、①ユーザーのIDやアクセス管理ができる認証機能、②ユーザーの属性に応じて適切なデータの管理、編集、閲覧ができる権限管理機能、③ファイル管理機能、④GISによるビューア機能を有しています。

- 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2時期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のデータを取得することができます。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)



- 水土里情報システムとWAGRIとのAPI連携によって農地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レシーバーと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

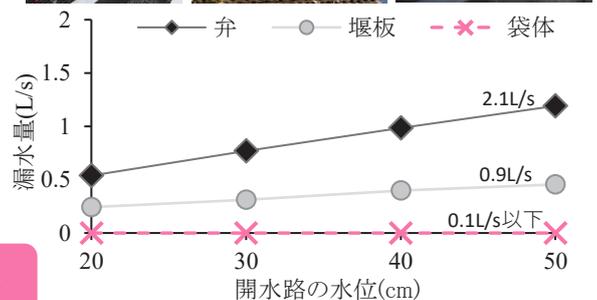
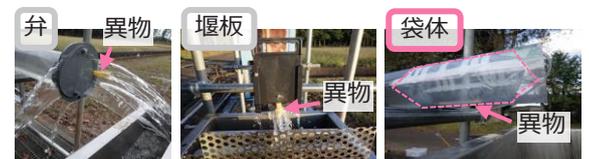
新たなICT水管理機器の特徴

- 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



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

実験水路での異物混入条件での止水時の漏水量

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。

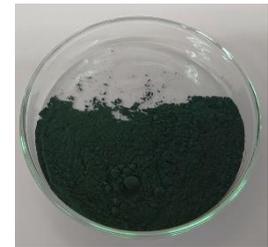


写真1
粉末状の家畜ふん由来バイオ炭

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）。
- 微量元素は畜種によって多く含まれる成分が異なります（表1）。
- 銅、亜鉛は700℃以上の炭化で難溶化あるいは損失するため、作物に利用されやすい可溶性濃度は400–600℃で最も高くなります。

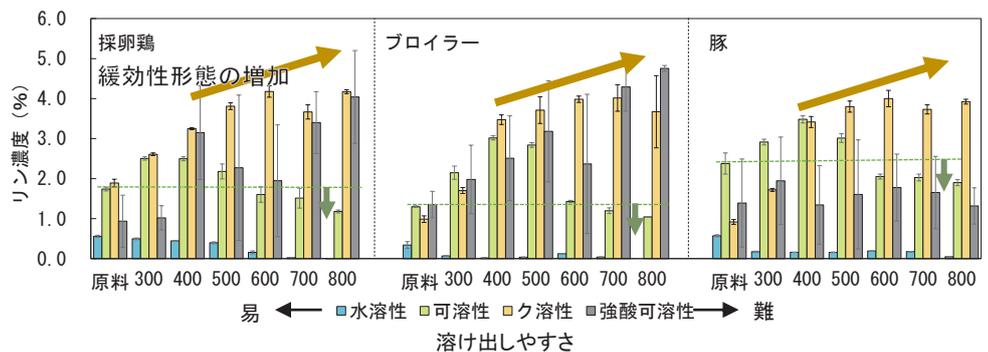


図1 異なる炭化温度条件の家畜ふん由来バイオ炭に含まれるリン濃度

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℃
プロイラー	マンガン	微量元素 400–600℃
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。

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月～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(農水省の「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。

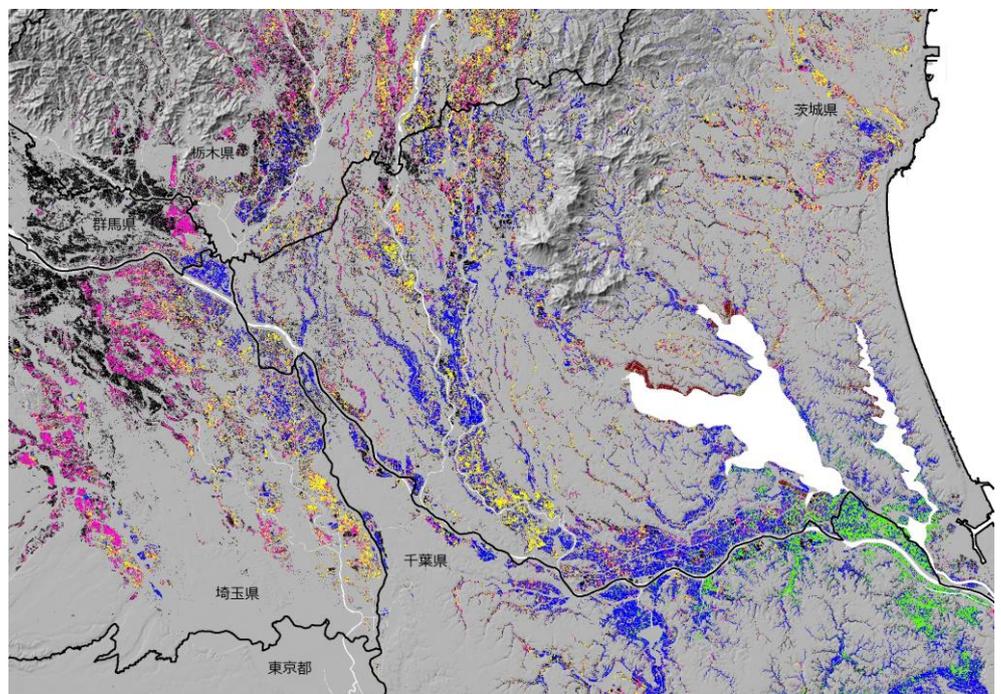


図1 取水開始時期マップ(2019年)

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 of 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>■ カットドレーン ■ 40～70cm深までに10cm角の 通水空洞を構築</p>	<p>■ サーフユニット ■ 40cm深までに 10cm幅の細溝</p>	<p>■ カットブレーカー ■ 70cm深までをV字に広幅破碎</p>	<p>■ カットソイラー ■ 60cm深までに 地表のワラ等 の資材を埋設</p>	<p>■ 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</p>				
60～ 100 馬力						<p>■ カットドレーンmini ■ 40～50cm深までに 8cm角の通水空洞を構築</p>	<p>■ mini用 ■ 40cm深までに 8cm幅の細溝</p>	<p>■ ブレーカーmini-2連 ■ 60cm深までをV字 に広幅破碎</p>	
20～50 馬力								<p>■ ブレーカーmini-1連 ■ 60cm深までをV字に 広幅破碎</p>	

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

- 畑作物の収量向上に貢献し、収益性を改善。
- 施工費を考慮した増益も単年で実施効果が認められています。

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 ブレーカー	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 (直播)	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

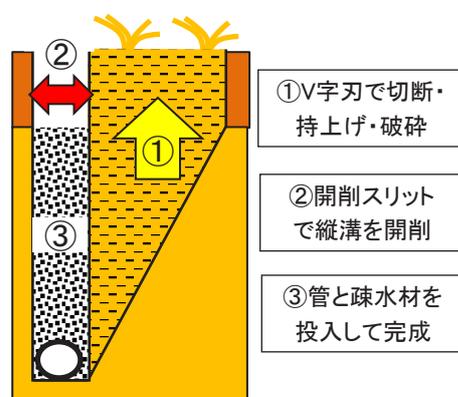
- 石礫の多い土壌でもトラクタだけで暗渠整備できるV字刃を有する施工機を開発(市販機では初)。
- 本機により暗渠整備の低コスト化を達成(バックホウ掘削施工による暗渠の施工費を約6割減)。

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代かき濁水の排水抑制対策を実施した移植水田と同等、またはそれ以上の、栄養塩の地表排水負荷の削減効果を有することが分かりました。

研究の背景

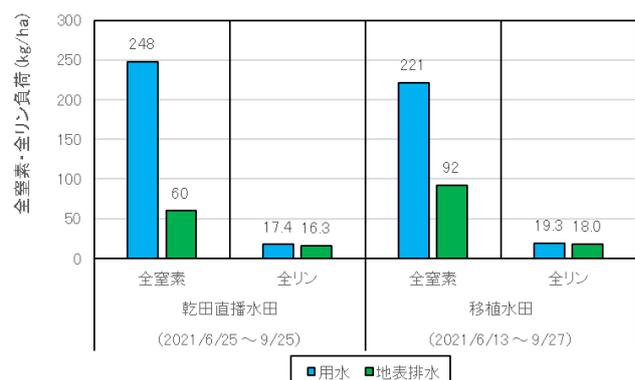
- 農地から流出する汚濁物質を削減することは重要な課題です。代かきをしない乾田直播栽培では、代かきに伴う水田からの濁水や栄養塩の環境への負荷が抑えられると考えられます。また、乾田直播栽培は育苗の必要がなく、省力的な栽培法であるため、労働力不足を補いながら水質負荷削減にもつながる有効な栽培法として期待されています。
- そこで、水田の用水負荷と地表排水負荷を比較して、振動ローラ式の鎮圧による漏水防止対策を実施した乾田直播栽培の栄養塩削減対策としての効果を明らかにしました。

効果の特徴

- 移植水田では代かき時に高濁度の濁水発生がみられますが、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、地表排水負荷と用水負荷の差を比較すると、乾田直播水田における差は、代かき濁水の流出抑制型の水管理であった移植水田と同等でした。
- 灌漑期間を通じて地表排水負荷と用水負荷の差を比較すると、全窒素に対しては乾田直播栽培水田の負荷削減効果が高く、全リンに対しては乾田直播水田と移植栽培水田とで大きな違いはみられませんでした。



① 播種の様子
(乾田直播水田)
② 鎮圧の様子
(乾田直播水田)
③ 代かき濁水と流量
測定の様子
(移植水田)



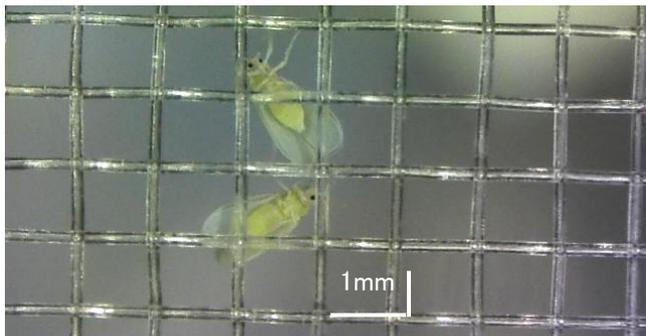
湛水期初期における用水・地表排水負荷

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に対する水田からの地表排水負荷を削減する対策として有効です。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として期待されます。

園芸用施設への微小害虫の侵入を抑制する新防虫ネット

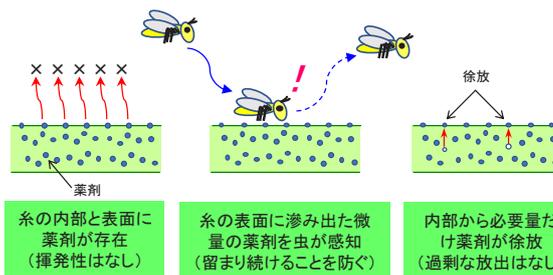
- 近年、コナジラミ類やアザミウマ類などの微小害虫が媒介するウイルス病による園芸作物の被害が問題となっていますが、これら微小害虫の侵入を抑制するには目合いが0.4mm以下の防虫ネットを使用することが推奨されています。
 - 園芸用施設の大規模化や太陽光利用型植物工場の普及が進み、夏期を含めた施設の周年利用のニーズが高まっています。しかし、5～9月にかけての高温期に目合いの小さな防虫ネットを展張すると、施設の自然換気量が減少するため室内の気温が上昇し、作物の生育・収量は低下します。さらに、農作業者の温熱負荷が高まり、熱中症の発生のリスクも高まります。
 - 園芸用施設への微小害虫の侵入を抑制する能力と通気性を両立する新防虫ネットを開発しました。
- (本研究は農林水産省革新的技術開発・緊急展開事業「施設園芸における高機能性被覆資材の利用技術体系の開発」により実施し、農研機構農村工学研究部門・中央農業研究センター、千葉大学、ダイオ化成株式会社との共同研究により製品開発しました)



従来の防虫ネットの目合い(0.75mm)とオンシツコナジラミの体長、体幅の関係

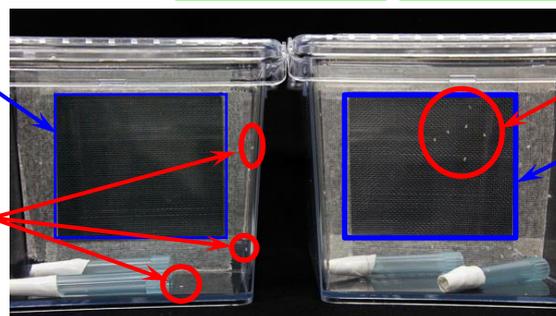


園芸用施設に施工された新防虫ネットの実施例



新防虫ネット
(目合い0.75mm)

オンシツコナジラミが新防虫ネットへの接触を避けている



新防虫ネット(薬剤有り) 従来品(薬剤無し)

オンシツコナジラミがネットについている

従来品防虫ネット
(目合い0.75mm)

- 防虫ネットの編み糸に合成ピレスロイド剤のエトフェンプロックス※を練り込むことにより、コナジラミ類やアザミウマ類など微小害虫への忌避効果を有することが確認され、これを基に、園芸施設専用の新防虫ネットを開発しました。
- 新防虫ネットの糸表面に滲み出るエトフェンプロックスは微量で、蒸散・揮発はなく、忌避効果は約5年間持続します。害虫はエトフェンプロックスを感知しネットに長時間留まり続けることを防ぎます。
- 新防虫ネットは、同じ目合いの従来の防虫ネットよりも農薬の使用回数を減らすことができます。
- さらに、新防虫ネットの目合いは0.75mmでありながら従来品よりも細かい糸を使用しているため、一般的に普及している1.0mm目合いの防虫ネットと同等の通気性を有します。

※エトフェンプロックスは、温血動物に対し毒性や皮膚、粘膜に対する刺激性が低く、中央薬事審議会ではピレスロイド様殺虫剤と決定されています。

フェンロー型温室における室内気温分布の推定

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

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。

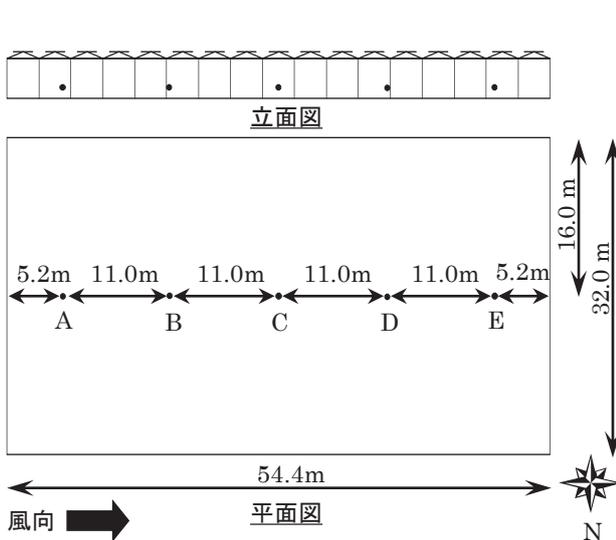


図1 17連棟のフェンロー型温室の平面・立面図および測定点(●)の配置

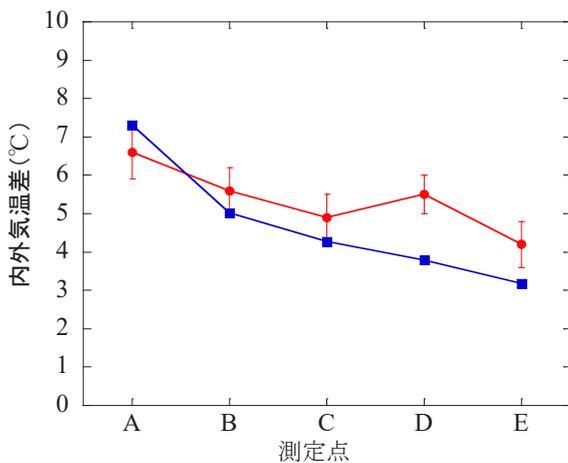
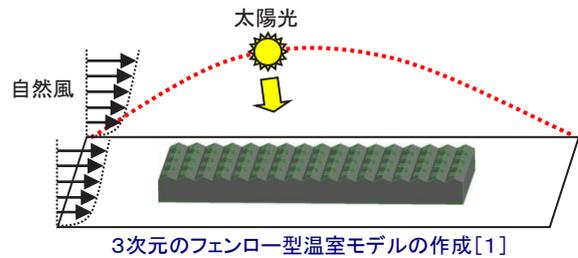


図3 フェンロー型温室内の内外気温差の実測値(●)と計算値(■)の比較
Iは標準偏差を示す(n=120)

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。また、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3)。



- 境界条件[2]
- ・自然風モデル: 風向、風速分布、乱れの強さ
 - ・日射モデル: 太陽高度(緯度経度)、日時、日射量
 - ・外気温
- 境界条件[3]
- ・地表面: アルベド、地表面伝熱量
 - ・被覆材料: 密度、比熱、熱伝導率、厚さ、透過率

- CFD解析[4]
- ・フェンロー型温室内外の風速および気温を計算

図2 CFDの解析手順および境界条件の概要

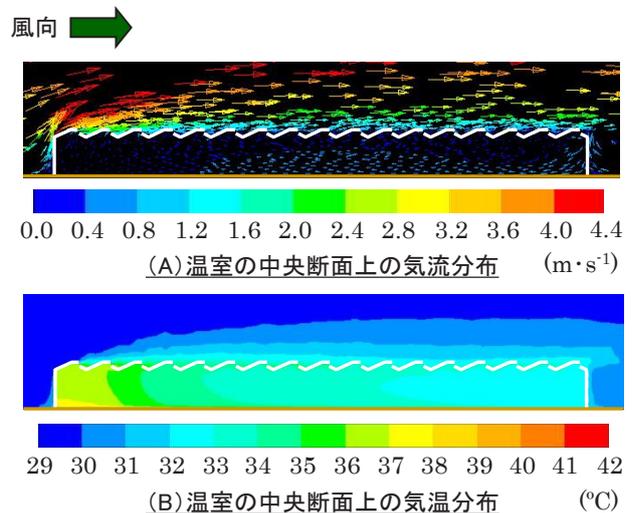


図4 CFD解析によるフェンロー型温室内の気流・気温分布

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4)。

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。

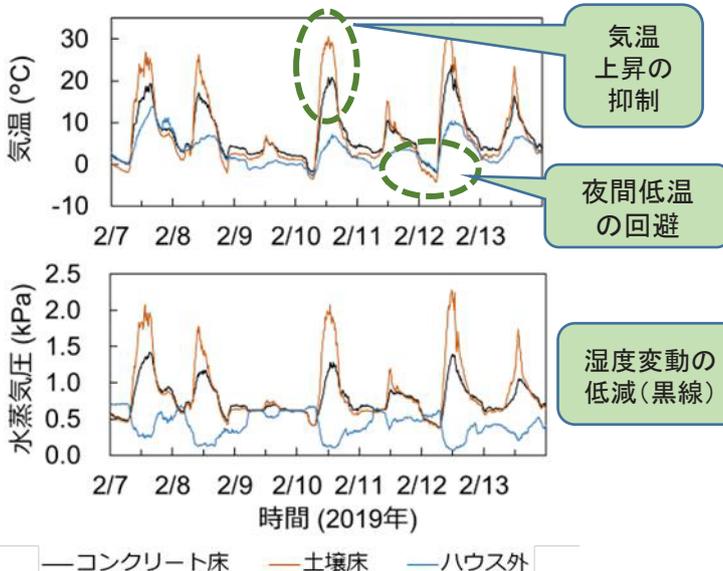


図2 床材の違いによるハウス内の温熱環境変動の違い

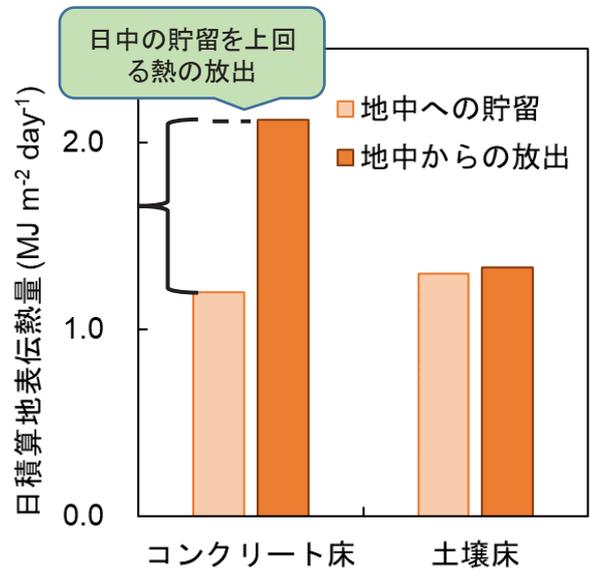


図3 各床材表面での熱の貯留・放出

期待される活用例

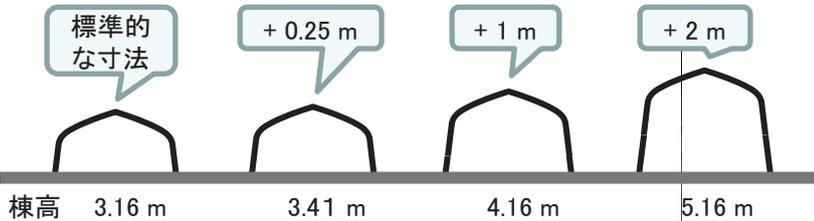
コンクリート床の導入により、ロボット導入・安定的な養液栽培・GAP対応にも適した高い衛生環境・安定した温熱環境による省エネ環境制御をふまえた新たな施設園芸体系の展開が期待できます。

パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響

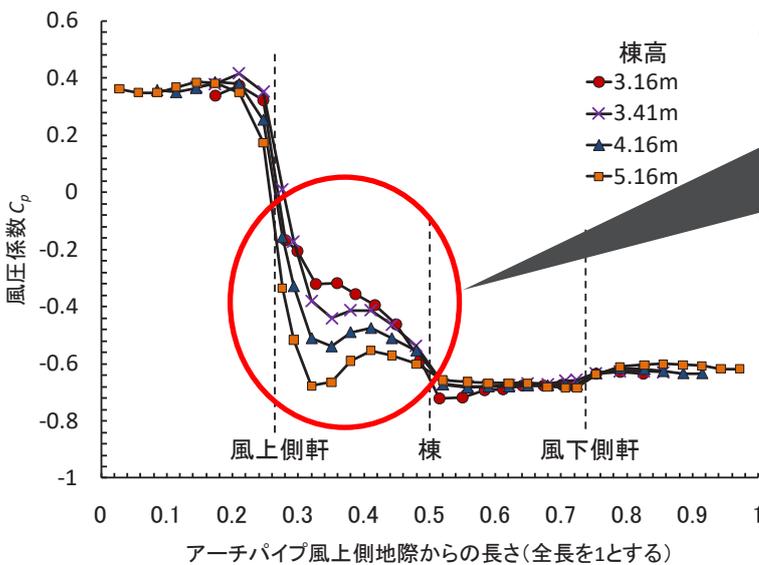
室内温度環境のバッファ空間や各種環境制御装置設置空間創出のために、温室の高軒高が進んでいます。パイプハウスについても同様の試みがあります。



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。

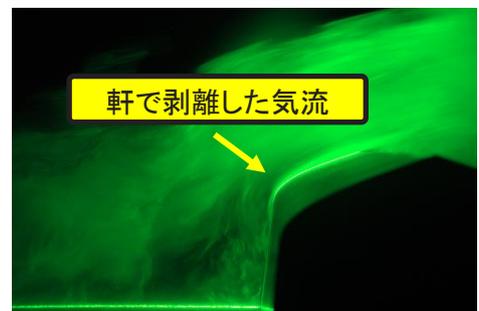


従来のパイプハウス(棟高3.16m)に対して、棟高を0.25, 1, 2m高としたパイプハウスを対象に、風圧力分布を風洞実験で求めました。



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することが考えられます。



中央断面の風圧係数

可視化した気流

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。

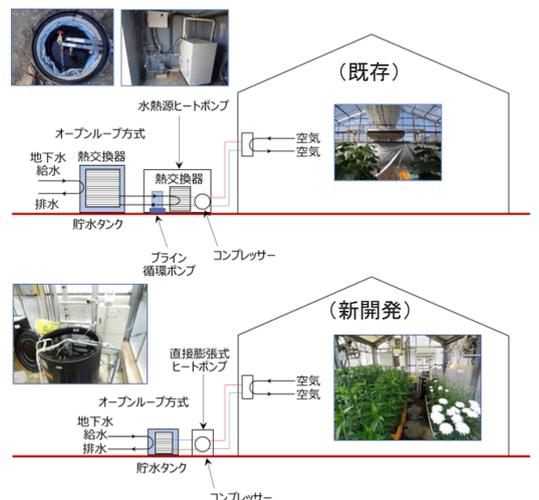


図1 従来の地下水熱源ヒートポンプ(上)と新開発の地下水熱源ヒートポンプ(下)

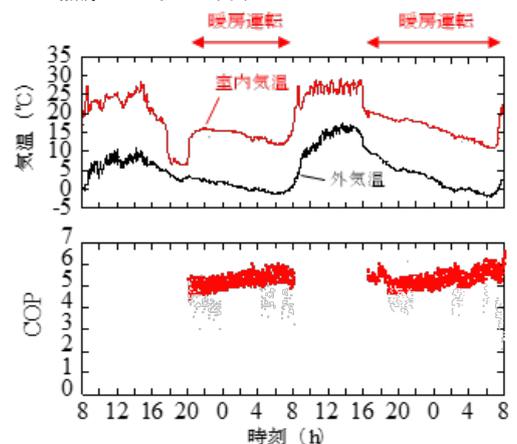


図2 地下水熱源ヒートポンプ稼働時の温室内外の気温(上)と成績係数(COP)(下)

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($W m^{-2} °C^{-1}$)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($15°C$)、冷却室は温室外($0°C$)、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。

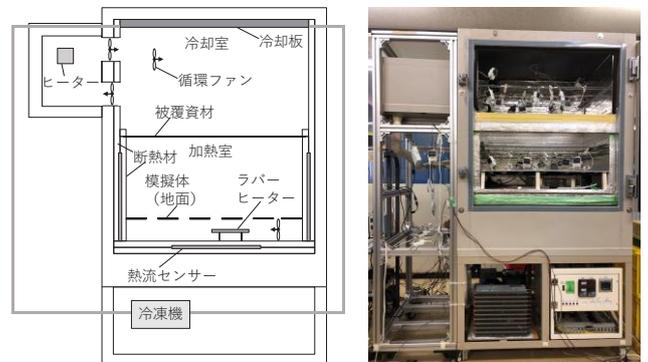


図1 熱貫流係数測定装置の模式図と実物



図2 放射率計を用いた被覆資材の長波放射特性測定

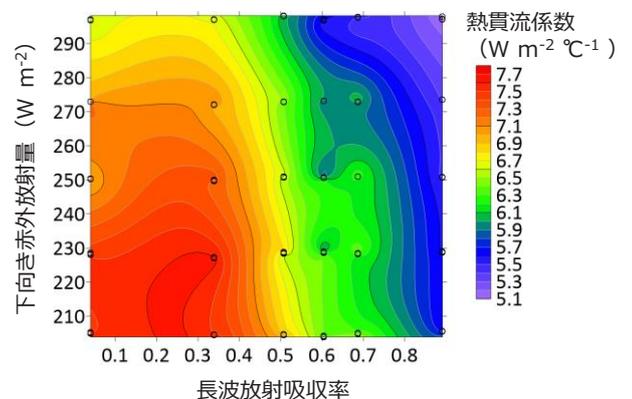


図3 長波放射吸収率、下向き赤外放射量および熱貫流係数の関係を示すコンター図

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

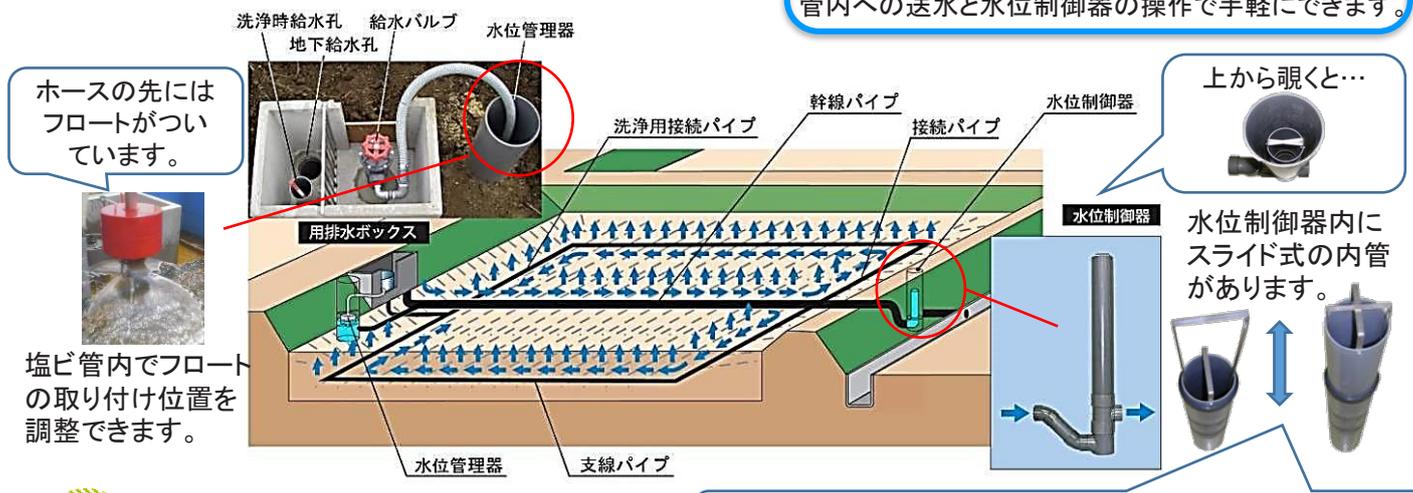
地下水水位制御システムFOEAS

研究のポイント

我が国の食料自給率を向上させるため、水田における麦・大豆・野菜類などの作付けが求められています。しかし、排水不良のため転作が困難なほ場は多いです。一方で、作物によっては適期に灌水が必要になります。FOEASは、排水機能を持ちつつ、天候等に応じて手軽に地下灌漑が行えるシステムです。

FOEASの概要

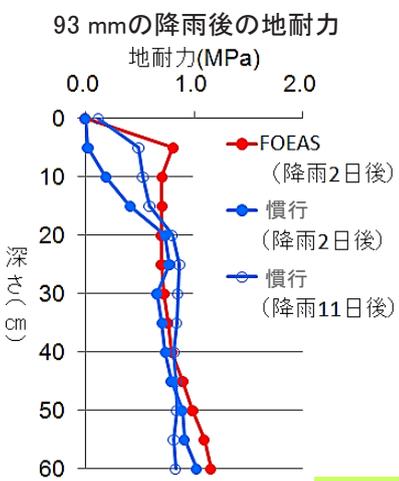
- 給水口から地下に埋設した幹線パイプ・支線パイプに送水し、地下灌漑ができます。地下からの灌漑水がほ場全体に行き渡るよう、パイプに直交する向きに補助孔(弾丸暗渠)が1 m間隔で施工されています。
- 給水側の水位管理者のフロートの位置、排水側の水位制御器の内管の位置を操作することで、灌漑水の流入および排水を調整できます。
- 幹線パイプ内は手軽に洗浄できます。また、補助孔を定期的に施工することで、機能が維持されます。



内管の位置は、深さ30 cmから高さ20 cmの間で調整できます。内管を抜くと、深さ60 cmになります。

期待される効果

- 排水面: ほ場の乾きが早く、適期作業ができます。
- 作物面: 増収が期待できます。



茨城県つくば市古来地区での試験結果。この試験では、栽培期間中、常時、地下灌漑を実施しました。大豆・麦で平均1.4倍の増収効果

FOEASの詳細情報については下記をご参照下さい。

- FOEASの利活用に関する情報
「水田輪作における地下水水位制御システム活用マニュアル(増補改訂版)」(中央農研)
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/052038.html
- FOEASの設計・施工に関する情報
「土地利用型農業 地下水水位制御システム FOEAS(フォアス)」(JA全農)
http://www.agri.zennoh.or.jp/F_index.aspx
- FOEASの設計・施工に関する情報
「地下水水位制御システム(FOEAS)調査・設計・施工マニュアル改訂版」(農工部門: TEL:029-838-7677)までお問い合わせください。

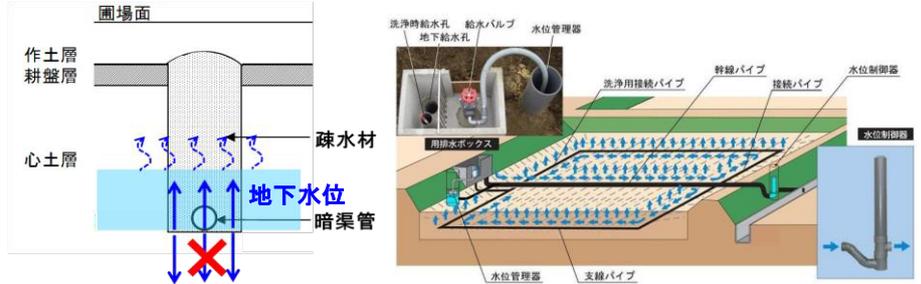
地下水位制御システムFOEASの導入条件

地下水位制御システムFOEASは水田の高度利用を現実とするキーテクとして、全国約200地区、1万ha以上(平成27.12時点)普及しています。地下かんがい時には暗渠管から上方に向かって用水が供給されるため、過大な下方浸透がこの機能の発揮に影響を及ぼします。そこで、地下かんがいの状況などの調査により、安定した地下かんがいを行うための条件を評価し、FOEASを導入する際に考慮すべき条件を明らかにしました。

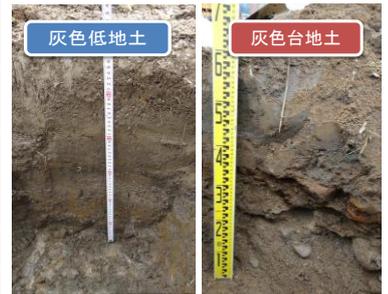
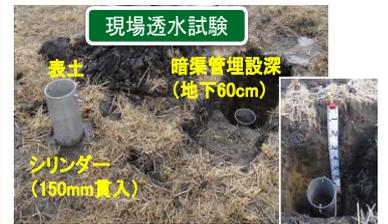
●FOEASを導入した13地区の用水量調査や収量調査から導入の可否を判断

●一般的な暗渠排水施工では地形、土壌、地下水位、気象などを事前に調査

●土壌は土壌断面調査と耕盤下(地下30cm程度)の透水係数を計測

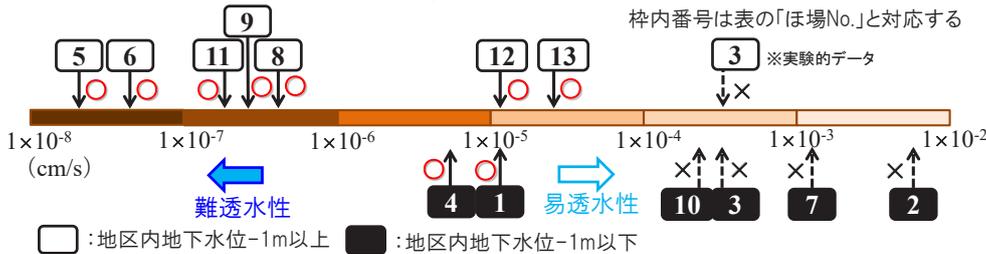


ほ場No.	地区	土壌	1) 地区内地下水位	2) 土壌の透水性		地下水位制御システム機能発揮状況				評価指標
				現場透水係数(lb)(cm/s)	室内透水係数(Ks)(cm/s)	地下水位制御	地下かんがい	作物 ³⁾ 増収	可否 ⁴⁾	
1	K県K地区(1)	灰色台地土	-1m以下	-	1.3×10^{-5}	○	○	○	○	水稲収量(FOEAS:581kg/10a, 対照:546kg/10a), 地下かんがいによる用水削減, 転作大豆収量(FOEAS:320kg/10a, 対照:185kg/10a)
2	K県K地区(2)	灰色台地土	-1m以下	-	6.9×10^{-3}	×	×	-	×	地下かんがいの時に水位上昇が見られない
3	I県T地区	黒ボク土	-1m以下	-	3.5×10^{-4}	×	×	-	×	大豆栽培時用水量1,000mm ※降雨後の高地下水位時に地下かんがいをし、用水量は70mm/d
4	I県TK地区	灰色低地土	-1m以下	1.5×10^{-6}	-	○	○	○	○	水稲収量(FOEAS:465kg/10a, 対照:500kg/10a), 地下かんがいによる用水削減
5	I県TF地区	多湿黒ボク土	-60cm	-	3.6×10^{-8}	○	○	○	○	水稲収量(FOEAS:416kg/10a, 対照:405kg/10a), 転作大豆収量(FOEAS:343kg/10a, 対照:105kg/10a), 排水促進
6	I県TY地区	灰色低地土	-60cm	-	6.4×10^{-8}	-	○	○	○	転作大豆収量(FOEAS:361kg/10a, 対照:312kg/10a)
7	T県U地区	多湿黒ボク土	-1m以下	-	1.1×10^{-3}	×	×	○	×	水稲収量(FOEAS:代しろき有479kg/10a, 無代かき:454kg/10a, 対照:527kg/10a), 地下かんがいの時に水位上昇が見られない
8	T県O地区	灰色低地土	-60cm	5.8×10^{-7}	-	-	○	○	○	転作時の増収, 排水促進
9	C県Y地区	灰色低地土	-80cm	-	4.2×10^{-7}	-	○	○	○	転作大豆収量(FOEAS:226kg/10a, 県内平均:153kg/10a)
10	A県D地区	灰色低地土	-1m以下	$5 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3}$	-	×	×	×	×	地下-40cmから透水性の高い細粒黄色土が出現し、用水量が増大
11	F県F地区	灰色低地土	-60cm	-	3.3×10^{-7}	-	○	○	○	転作大豆収量(FOEAS:280kg/10a, 県内平均:169kg/10a)
12	M県W地区	灰色低地土	-60cm	1.2×10^{-5}	-	-	○	○	○	転作大豆収量(FOEAS:248kg/10a, 対照:184kg/10a)
13	M県S地区	灰色低地土	-60cm	3.7×10^{-5}	-	-	○	○	○	地下かんがいによる水位制御が可能



1) 非かんがい期における地区の地下水位 2) 透水性は暗渠管理設深「-」は未調査
3) 水稲は同等程度、転作物は統計的に有意差があった場合に増収効果があるとした
4) 地下水位制御または地下かんがいが実施され、増収効果等が確認された場合は可とした

○:システム導入可能 ×:システム導入不可



●暗渠管理設深における土壌の透水性は 1×10^{-5} cm/sオーダー
●FOEASでは暗渠埋設深(地下60cm)の透水性の調査が不可欠

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

鶏ふん炭の熔リン代替利用による土壤改良効果

研究のポイント

- 基盤整備等での土壤改良においては、リン酸補給を目的として熔リンが広く用いられています。
- 熔リンの代替として鶏ふん炭を利用することにより、土壤の酸性矯正やリン酸補給と同時に、土壤への微量元素の補給や炭素貯留が可能となります。

研究の背景

- 近年、バイオ炭の農地利用が注目を集めており、CO₂排出削減対策としてJクレジット制度の活用が期待されています。
- 鶏ふんにはリン酸、カリウムといった多量成分に加え、亜鉛、銅といった微量成分が含まれます。
- 鶏ふん炭を肥料として利用することで、土壤への炭素貯留が可能となります(図1)。

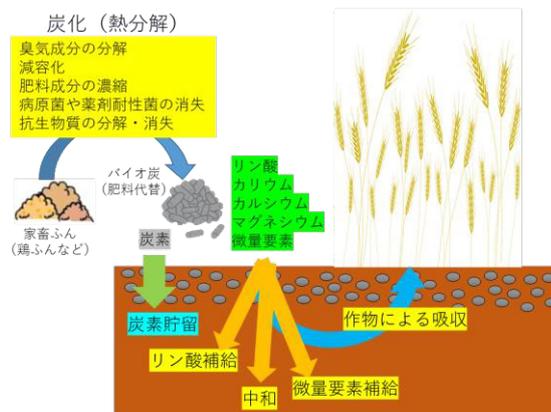


図1 鶏ふん炭の農地利用の効用

資材の特徴と施用の効果

- 鶏ふん炭の重量あたりの炭素貯留量は木炭の40%程度に相当します。
- 鶏ふん炭のリン酸含有量は約8%で、その内の90%以上がク溶性(ゆっくり溶け出す成分)です。このため、鶏ふん炭は熔リン等と同様に緩効性リン酸肥料としての利用に適しています。
- 鶏ふん炭と熔リンでは、肥料効果(図2(a))、酸性矯正効果、土壤へのリン酸補給効果に大きな違いがありません。
- 熔リンを施用した場合と比較して鶏ふん炭の施用は土壤の可溶性亜鉛を増加させます(図2(b))。
- (まとめ) 鶏ふん炭を熔リンの代替として利用することにより、土壤の酸性矯正やリン酸補給に加えて、土壤への微量元素補給や炭素貯留が可能となります。

期待される活用例

- 基盤整備時に生産性が低い土壤が出現した場合において、リン酸補給、微量元素補給を目的とする土壤改良での活用が期待されます。

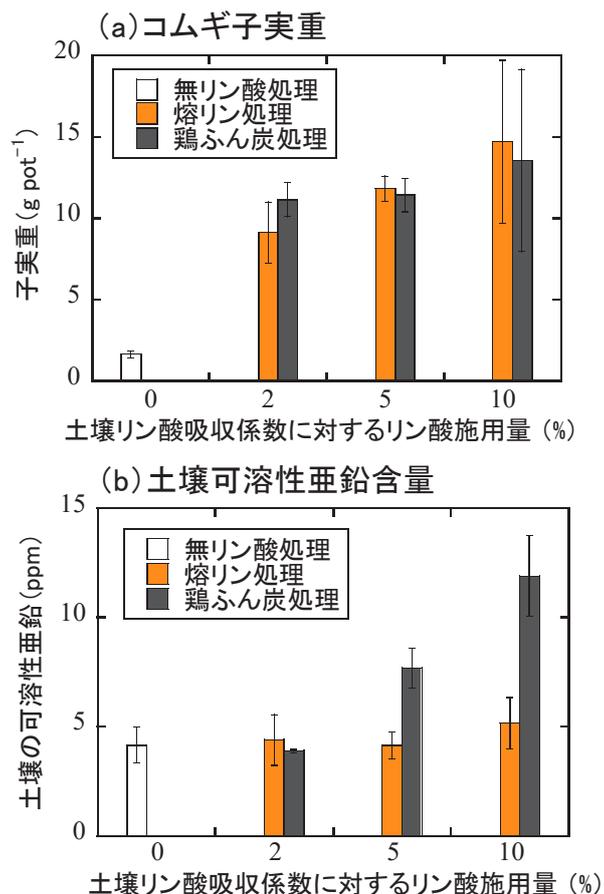


図2 熔リンならびに鶏ふん炭によるリン酸の施用が(a)コムギ子実重、(b)土壤可溶性亜鉛含量に及ぼす影響

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。

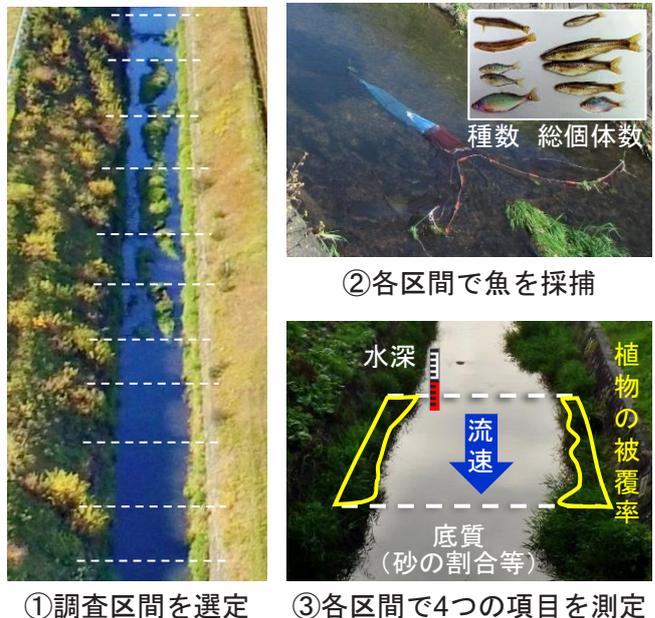


図1 現地調査の概要



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

- 河川水のラドンなど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)に關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。

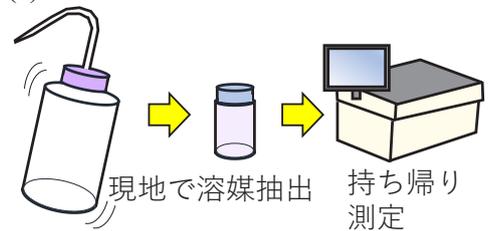
評価法の特徴

- 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

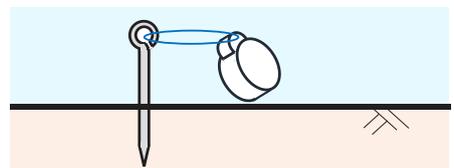


図1 調査の手段

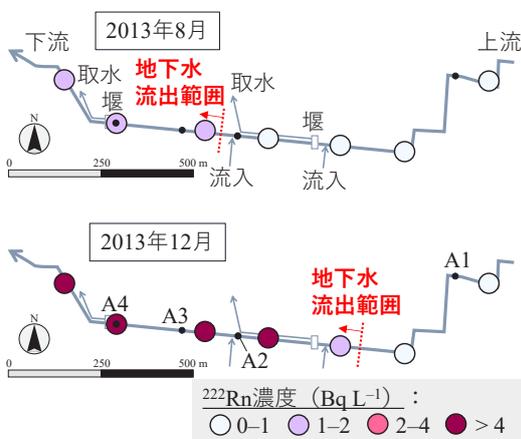


図2 河川水のラドン濃度分布

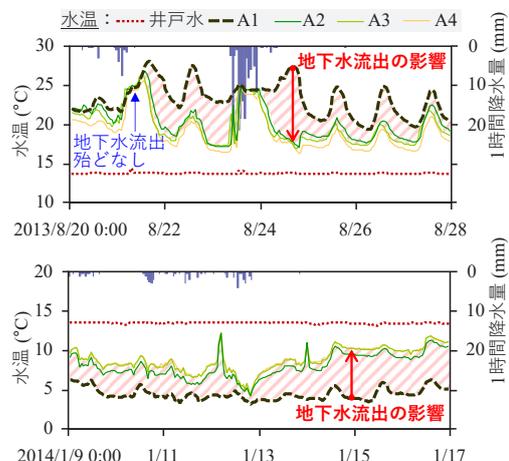


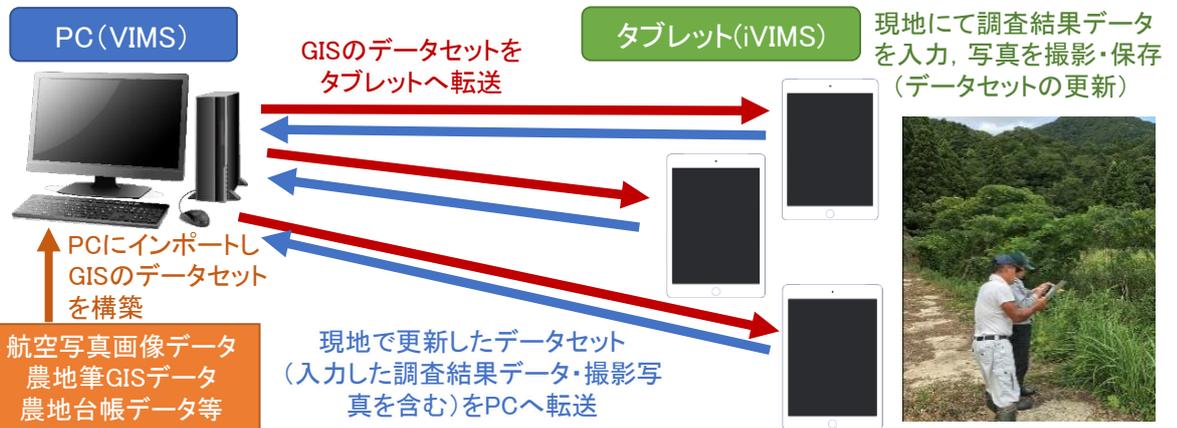
図3 河床での自記観測による水温変化
(地点A1~A4の位置は図2に表示)

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

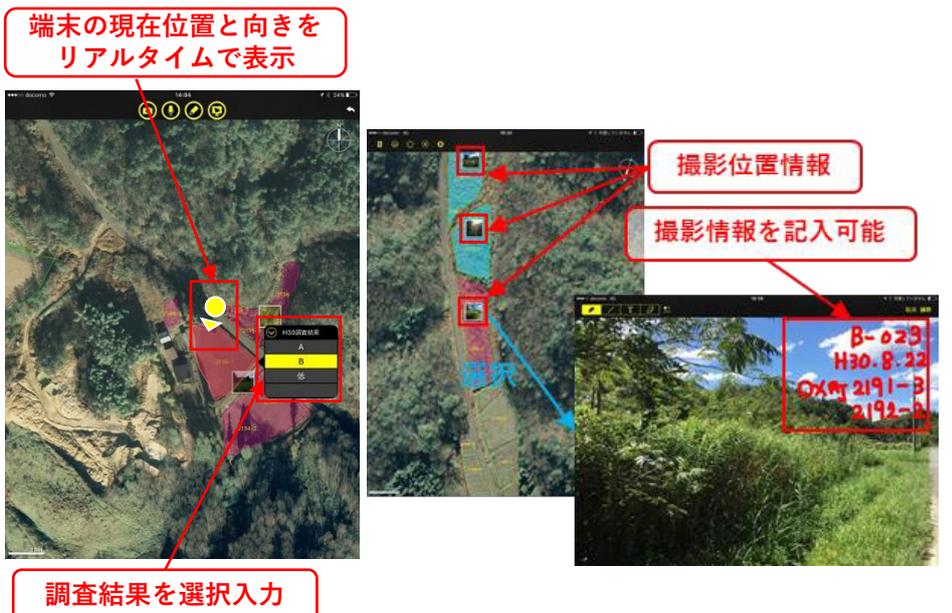
- 本システムはPC(Windows)用GISソフト「VIMS」とタブレット(iOS)用モバイルGISアプリ「iVIMS」で構成されます。農地情報に関するデータセットをシステムに構築すると、農地の利用状況調査など、市町村が行う各種の農地の現況確認業務に活用できます。

- 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。



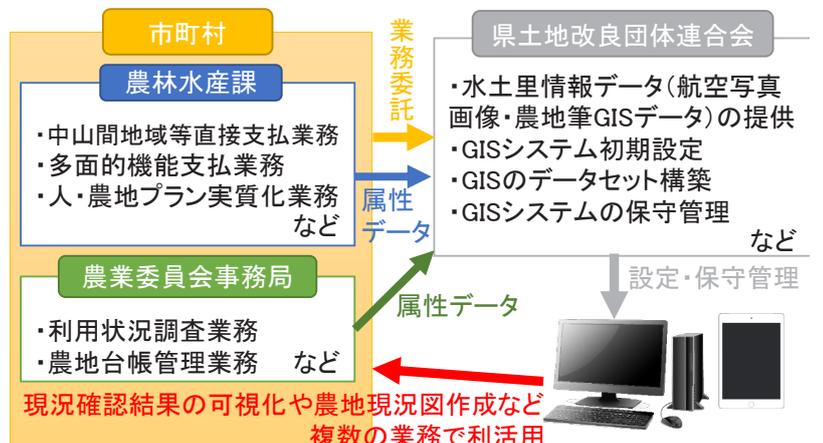
利用状況調査への活用

- 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はなく、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。

◆GHG排出量の比較（単位：t-CO₂eq）

	燃料燃焼による暖房		100%ヒートポンプに置き換え	
直接排出（電力を除く）	1,915	—	0.625	—
うちエネルギー由来CO ₂	1,343	33%	0.053	2%
うちCH ₄ 、N ₂ O	0.526	13%	0.526	16%
間接排出	2,151	—	2,731	—
うち直接電力消費	0.241	6%	0.893	27%
うちその他	1,910	47%	1,837	55%
全排出量計	4,066	100%	3,355	100%

※施設の建設を除く

◆生産誘発額ランキング

順位	燃料燃焼による暖房	100%ヒートポンプに置き換え
1	耕種農業	耕種農業
2	商業	商業
3	運輸・郵便	運輸・郵便
4	パルプ・紙・紙加工品	パルプ・紙・紙加工品
5	石油・石炭製品	電力
6	その他の対事業所サービス	その他の対事業所サービス
7	化学肥料・無機化学製品	化学肥料・無機化学製品
8	その他の化学製品	その他の化学製品
9	プラスチック・ゴム製品	プラスチック・ゴム製品
10	農業サービス	農業サービス

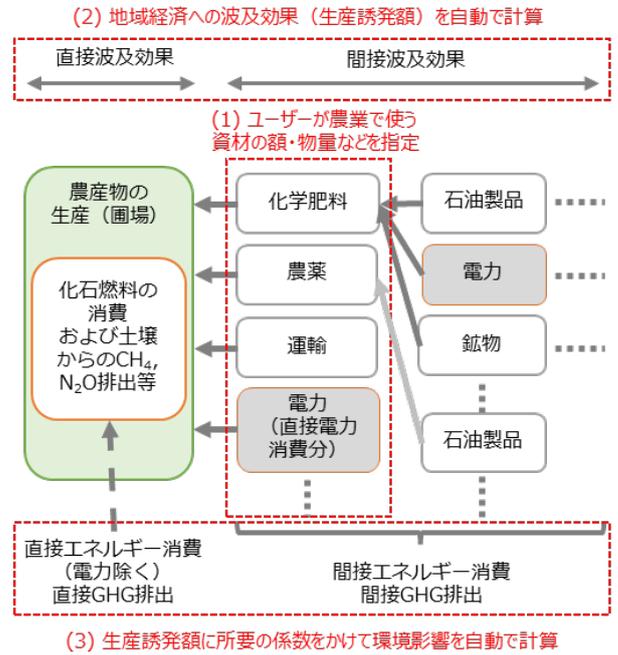


図1 WEBツールによる評価手順の骨子

- 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
燃油焼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）

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



オイル生産藻類残渣のペレット化技術

研究のポイント

残留するオイル成分が原因で従来法ではペレット化が困難であった藻類残渣を、粉碎・加水後、成型・乾燥する方法によりペレット化を可能としました。

研究の背景

- 食糧生産として利用できない土地で生産可能である微細藻類の一部の種類では、生育過程でオイルに変換・利用可能な成分を高含有率で生成するため、そこから抽出・精製して得られるオイルは、食料生産と競合が少ない次世代バイオ燃料として期待されています。
- 藻類オイル生産過程ではオイル成分生産量の0.4～2.3倍という大量の藻類残渣が排出されるため、藻類オイル生産の実用化においては、この残渣を簡易に処理・処分する技術が必要です。
- 藻類残渣の有する高い発熱量に着目すると、燃料体としての利用が考えられますが、燃料体として一般的なペレット化技術は確立されていません。

研究の概要

- オイル生産藻類(*Botryococcus braunii*(BOT-22))のオイル抽出残渣からは、ペレタイザー等を用いる従来の方法では、すぐに崩れる脆いペレットしか作成できないことがわかりました(図1)。これに対して、以下の方法により崩れないペレットを成型することを可能としました。1)藻類残渣を粒径2 mm以下に粉碎する、2)水を浸潤させ粘土状にする、3)粘土状にしたものを円筒形に成型する、4)乾燥させる、5)3 cm程度の長ささに切断する(図2)。
- 藻類残渣ペレットの高位発熱量、微粉率および機械的耐久性は、いずれも木質ペレットの品質規格を満足します(表1)。
- 藻類残渣ペレットのかさ密度および硫黄や窒素、塩素など、木質ペレットの品質規格を満たさない項目(表1)については、木質ペレットに混合して使用することで、SOx、NOx、HCl等の発生を規格が想定したレベルに抑えることができます。

表1 藻類残渣ペレットの性状

項目	単位	藻類残渣ペレット	規格 ¹⁾
高位発熱量	MJ/kg ²⁾	20.4	17.6以上
水分	% ²⁾	7.5	10以下
硫黄	% ²⁾	0.3	0.04以下
窒素	% ²⁾	2.7	0.5以下
塩素	% ²⁾	0.7	0.03以下
かさ密度	kg/m ³	410	650以上 750以下
微粉率	% ²⁾	0.0	1.0以下
機械的耐久性	% ²⁾	99.5	97.5以上

- 1)：日本木質ペレット協会(2011)の最低限度の値を記載
2)：湿量基準の値である

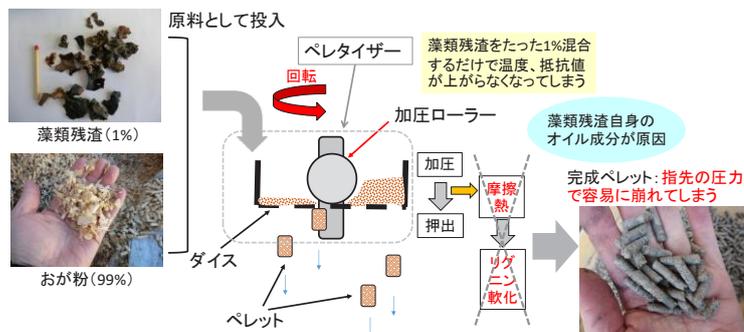


図1 ペレタイザーを適用した藻類残渣ペレット化の試行



図2 考案した藻類残渣ペレット化技術

農業用ダムにおける非灌漑期の安定した小水力発電のための調整型水管理手法

研究のポイント

農業用ダムにおいて、通年継続した発電を行い発電効率の向上を図るため、後続の灌漑期に向けた貯水量の回復に留意しつつ、非灌漑期に一定の放流量を確保する水管理手法を開発しました。

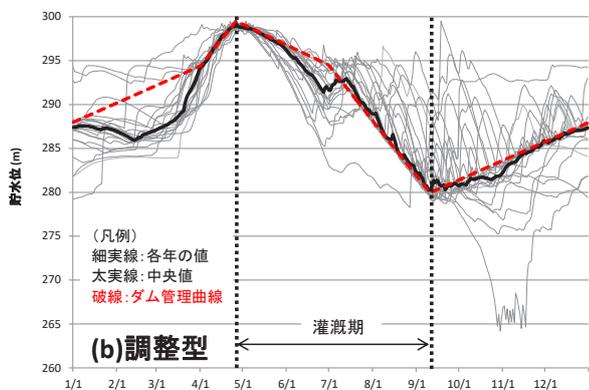
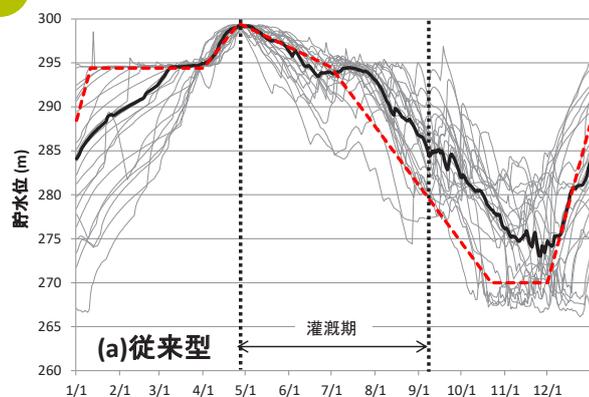
研究の背景

農業用ダムにおける小水力発電は、従来灌漑用水の放流に従属して行われ、非灌漑期の放流はほとんど利用されてきませんでした。しかし、新たに非灌漑期に発電水利権を得て、さらに水管理（放流パターン）を工夫することができれば、年間を通じた安定的な発電が可能となり、発電コストの低減が期待できます。

手法の概要

- 調整型水管理の基本は、非灌漑期に安定した発電を行うため、非灌漑期の放流をなるべく一定量以上に保つこと、つまり常時放流量（ほぼ1年中放流しうる水量）を最大化することです。
- この目的に合わせて非灌漑期のダム管理曲線を修正し、それに整合するように常時放流量を設定します。ただし、灌漑期初めの常時満水位を確保するため、ダム貯水位が著しく低下する場合には、一時的に常時放流量以下に放流量を絞る工夫が必要です。

手法の適用例

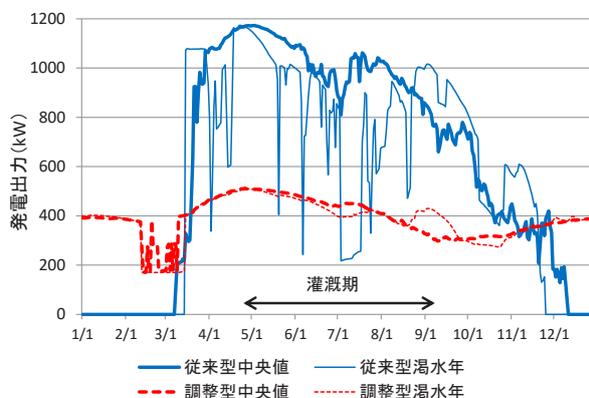


ダム貯水位

発電量・コストの比較

	従来型水管理	調整型水管理
最大使用水量	4.76 m ³ /s	2.08 m ³ /s
最大出力	1,249 kW	546 kW
年間可能発生電力量	5,348 kWh/y	3,411 kWh/y
設備利用率 ¹⁾	48.9%	71.3%
kWh当り建設費 ²⁾	84.7 円/kWh	75.0 円/kWh

¹⁾ 設備利用率(%) = 年間可能発生電力量(kWh/y) / [最大出力(kW) × 24(h/d) × 365(d/y)] × 100
²⁾ 建設費は、発電施設関連の建設費用のみ計上した。



発電出力の経時変化

シート状熱交換器を流水中に設置すると 高い熱交換特性が得られる

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が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い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。

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）。

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）。

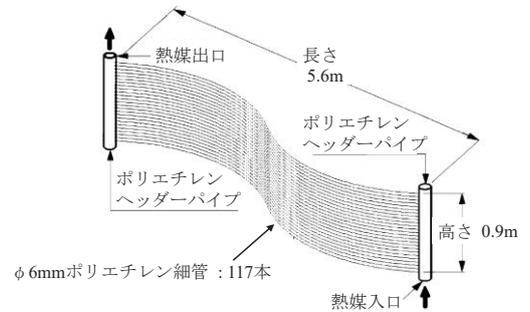


図1 シート状熱交換器

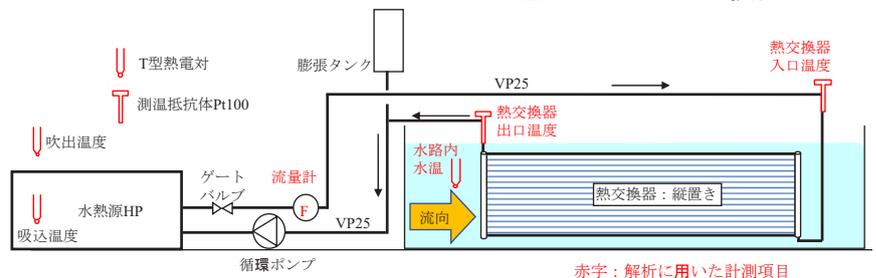


図2 実験システムの概要図

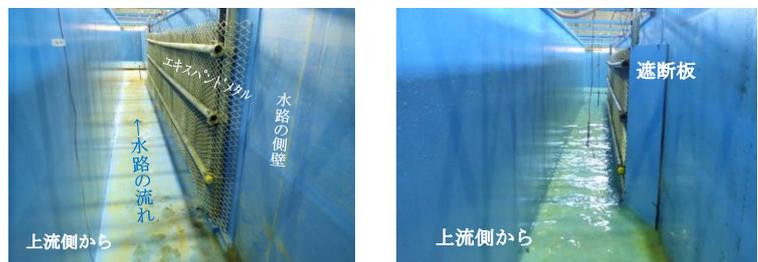


図3 エキスパンドメタルと一体化して水路側壁に設置した状況（左）および上流端に遮断板を設置した状況（右）

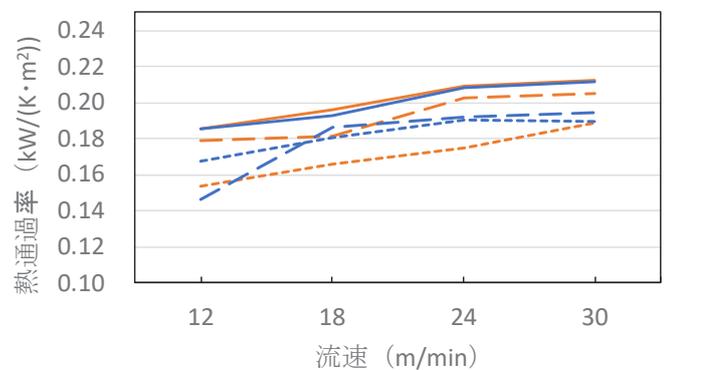


図4 側壁との設置間隔と熱通過率の関係（冷房運転時）

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

- 消化液を土壌表面に施用すると、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%)

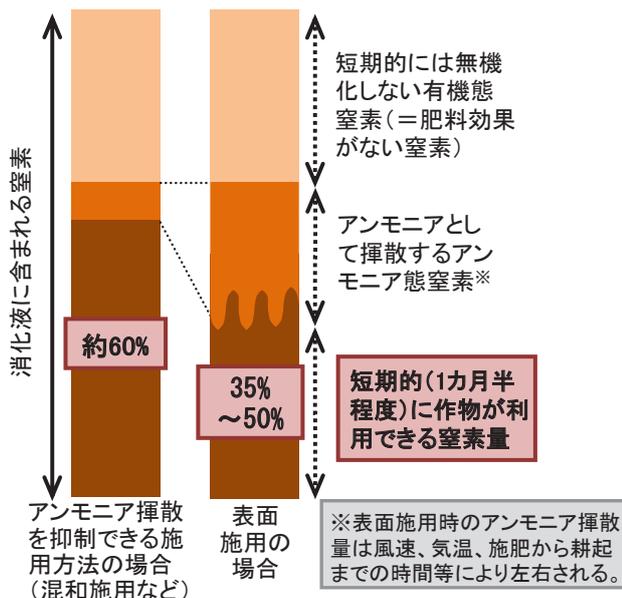


図2 消化液由来窒素の利用可能割合

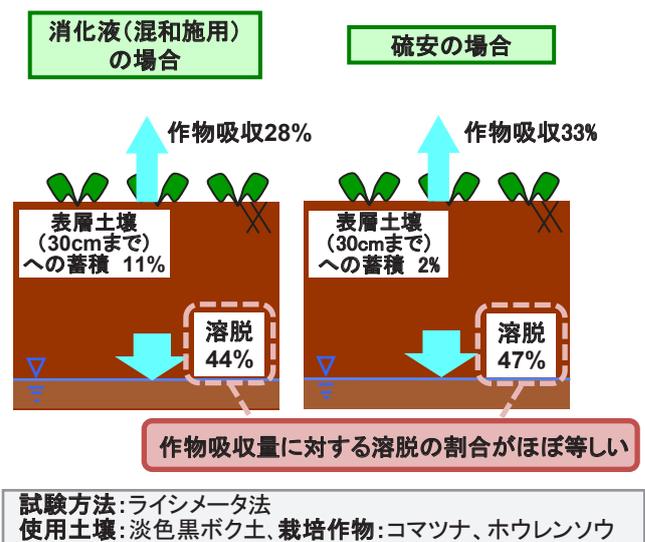


図3 施肥された窒素の動態(4年間の窒素収支)

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0.67~0.82 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

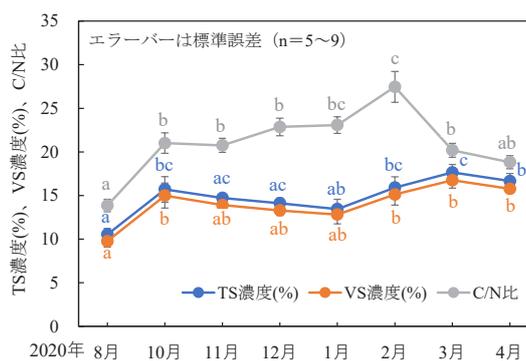
- 農村地域の生ごみは、野菜や果物の残渣の占める割合が高く(図1)、8月はスイカや枝豆等、10~11月は柿や柑橘類等、12~3月は柑橘や根菜類が多い等、季節ごとの組成の違いがみられます。
- 生ごみの固形物(TS)濃度、有機物(VS)濃度、炭素と窒素の含有率の比(C/N比)は、季節ごとに異なる組成由来と考えられる変動がみられます(図2)。
- 回分式メタン発酵試験において21日間に発生するバイオガスの約8割が試験開始5日以内に得られており、メタン発酵開始にともなう原料中の有機物のすみやかな分解が認められます(図3)。
- 回分式メタン発酵試験における生ごみのバイオガス発生率は0.67~0.82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

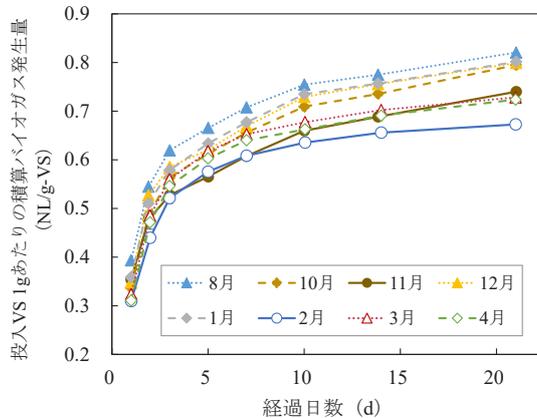


図3 各月生ごみの時間経過に伴う積算バイオガス発生量

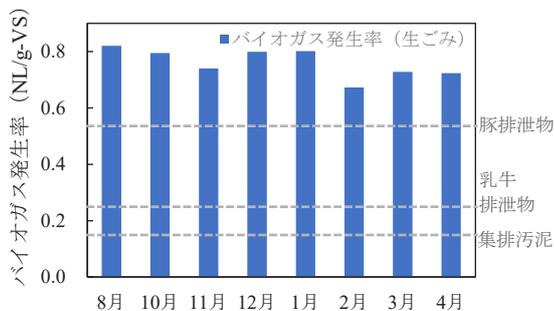


図4 各月生ごみのバイオガス発生率

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。

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。

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。

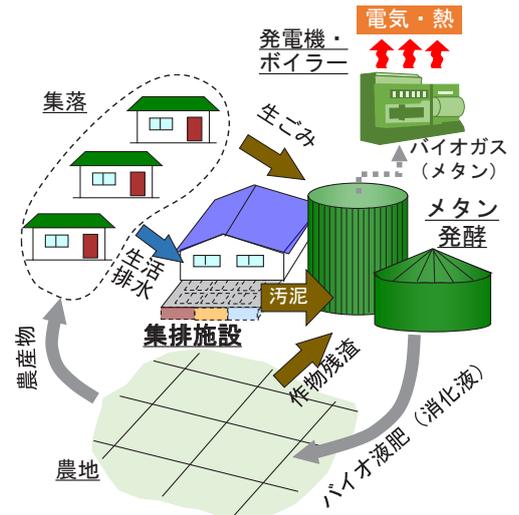


図1 集排汚泥と地域バイオマスのメタン発酵システム

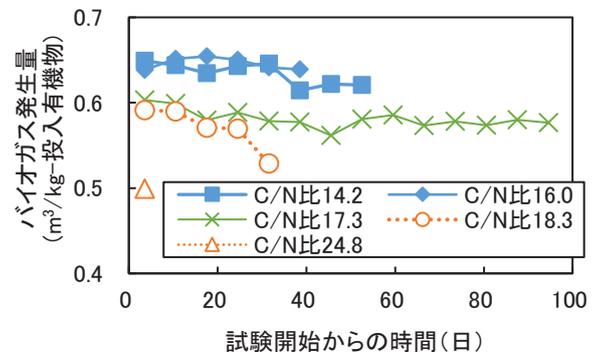


図2 メタン発酵の安定条件(原料C/N比の影響)

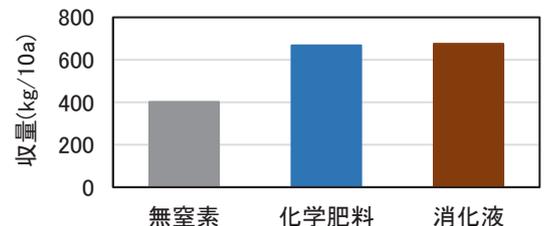


図3 消化液を用いた栽培試験結果(水稻)

■ (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。

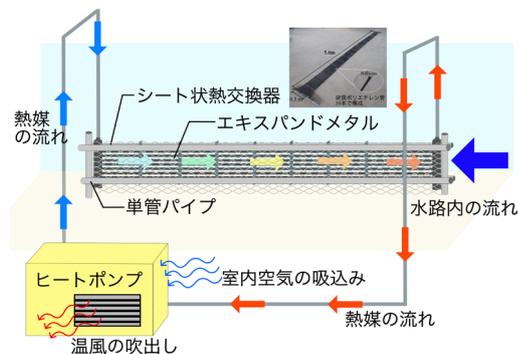


図1 ヒートポンプシステム概要

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

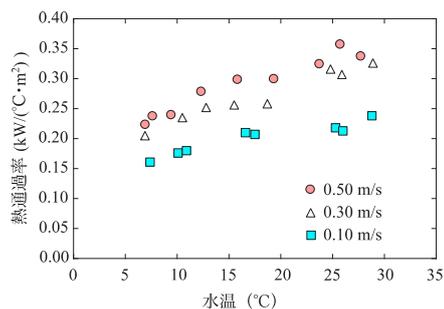


図2 異なる流速における熱通過率と水温の関係

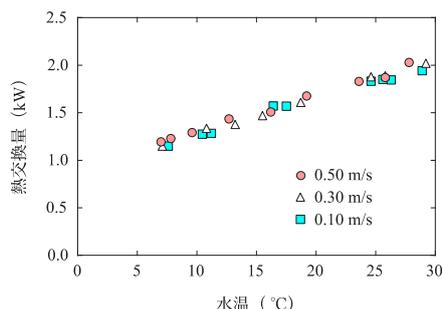


図3 異なる流速における熱交換量と水温の関係

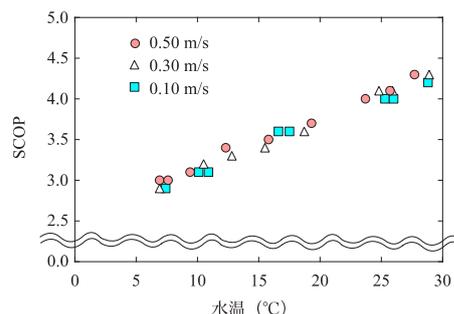


図4 異なる流速におけるSCOPと水温の関係

- 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。
- 熱通過率の増加量は、流速 0.10m/s^{-1} から 0.30m/s^{-1} で特に大きく、約43~50%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SCOPは高くなります。

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。

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

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。

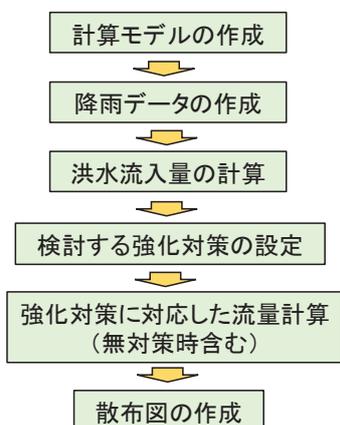
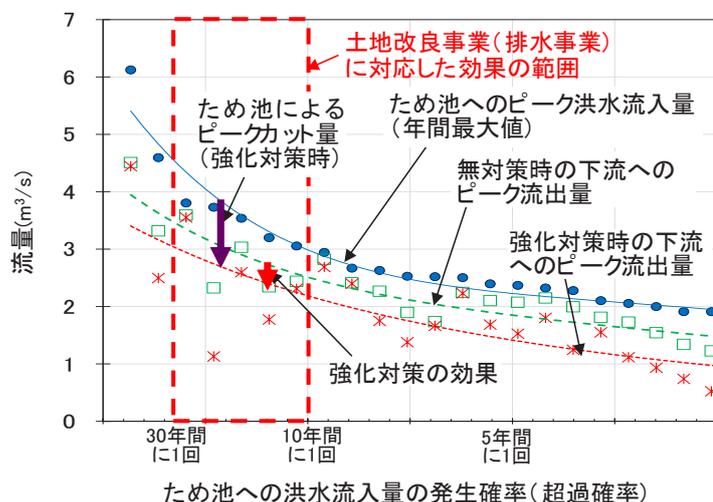


図1 評価の手順



● 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

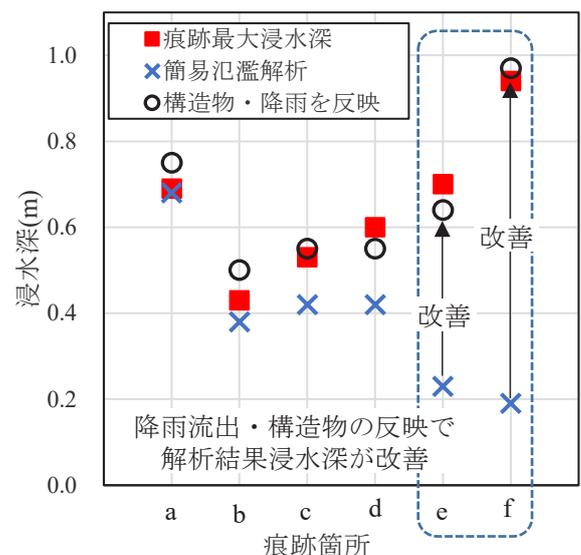


図2 構造物・降雨の反映による改善

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)を求めることで作成できます。

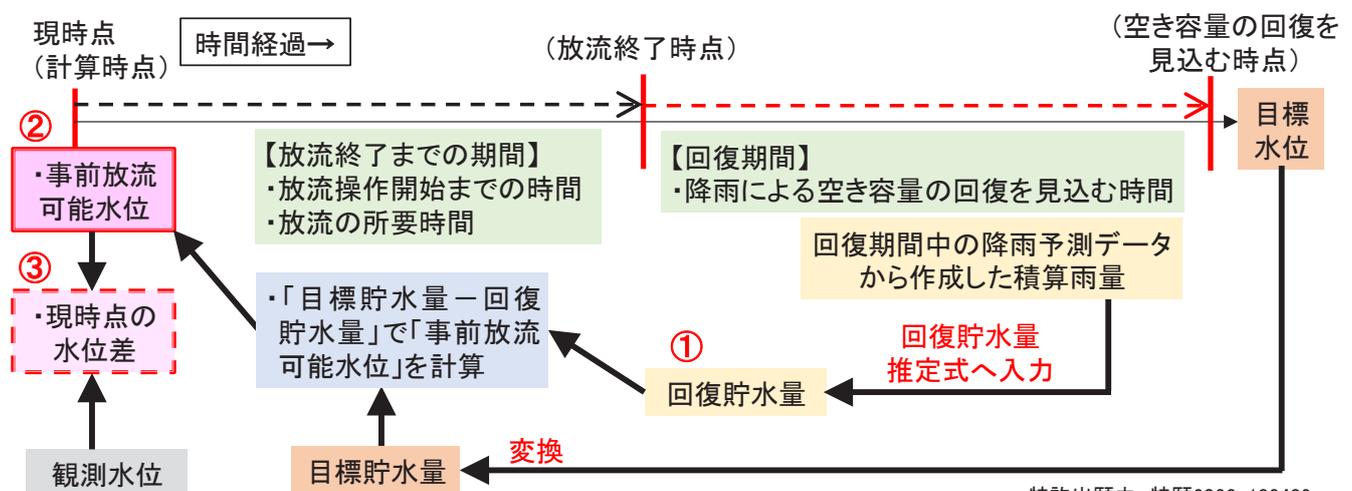


図1 「事前放流可能水位」の計算手法

特許出願中 特願2023-183489

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。

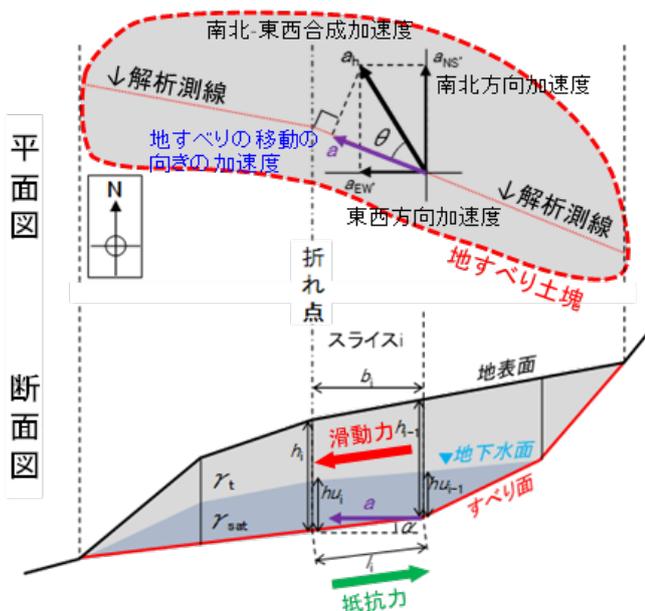


図1 本手法を用いた移動量算定に必要な情報

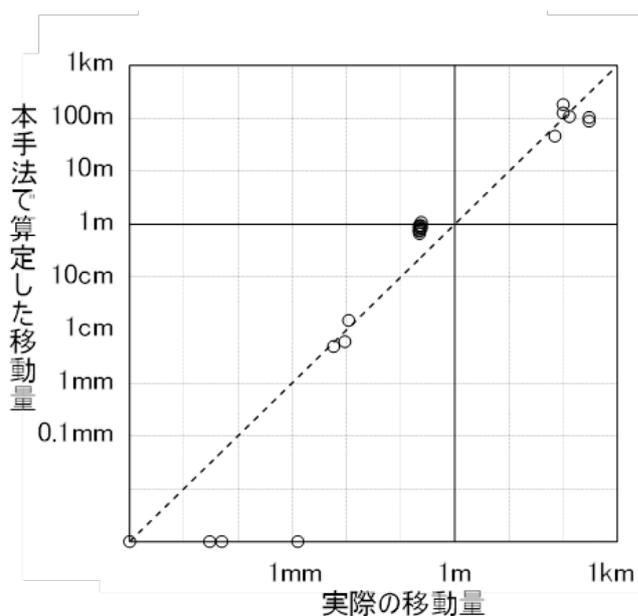


図2 本手法を用いた算定の再現精度

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ため池堤体土の強度が低下する現象(以下、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」を進めていくにあ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、地震時の堤体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)。

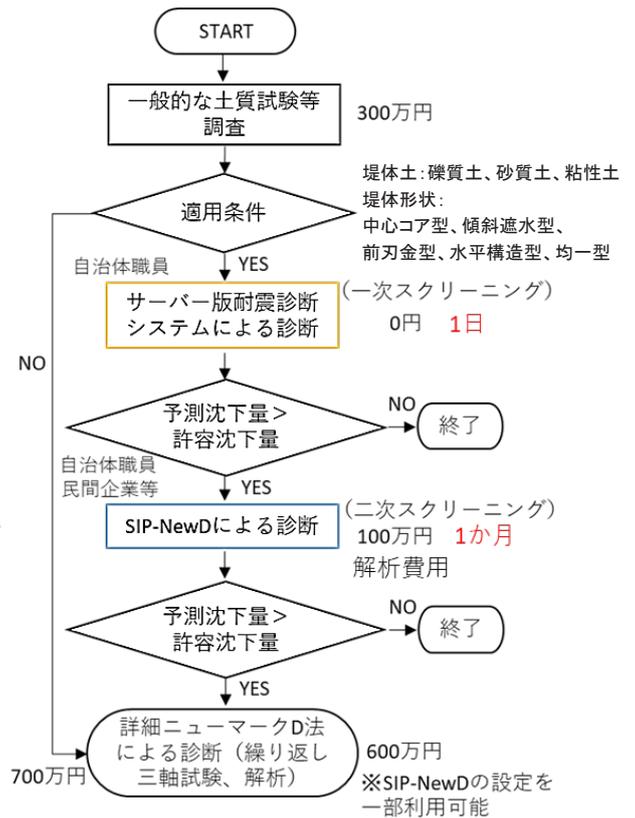
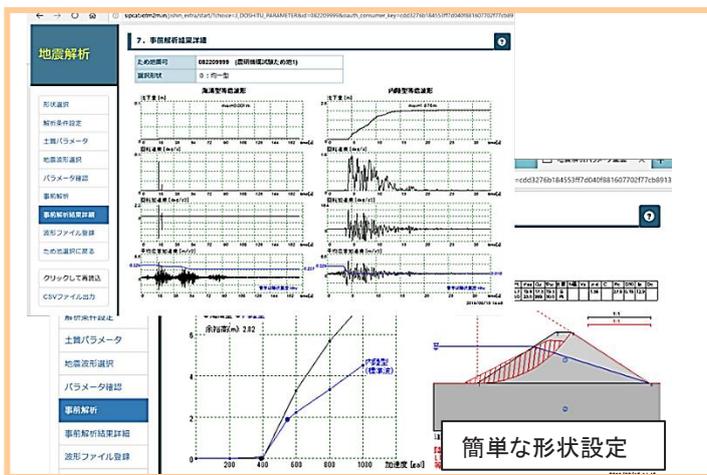
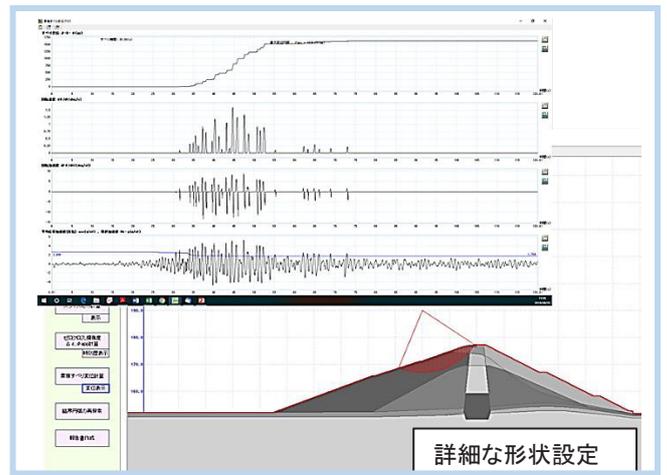


図1 ため池の耐震診断フロー



(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土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。
- 設計編では、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。
- 施工編では、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。

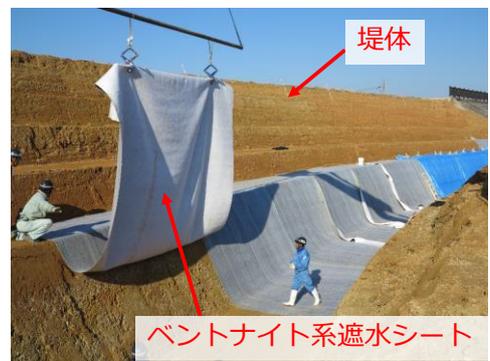
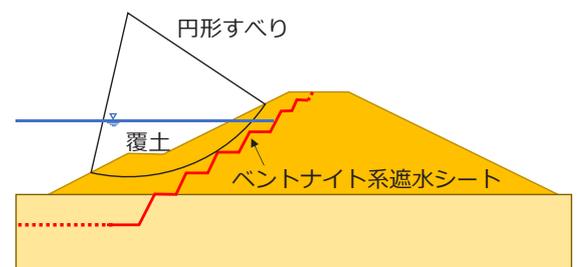
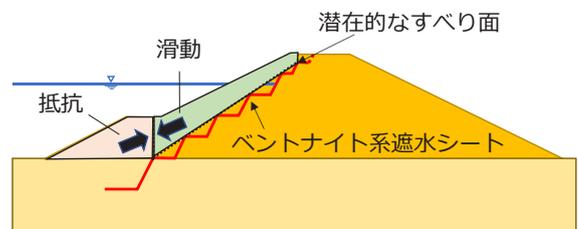


図1 ベントナイト系遮水シートの敷設状況



(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。

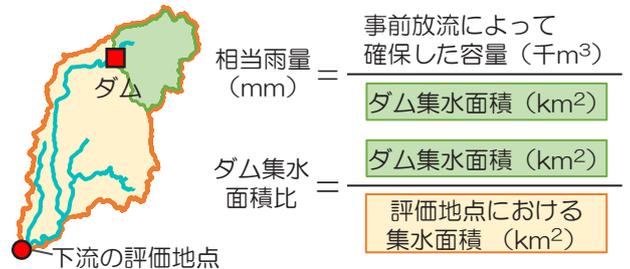


図1 洪水調節効果の推定指標

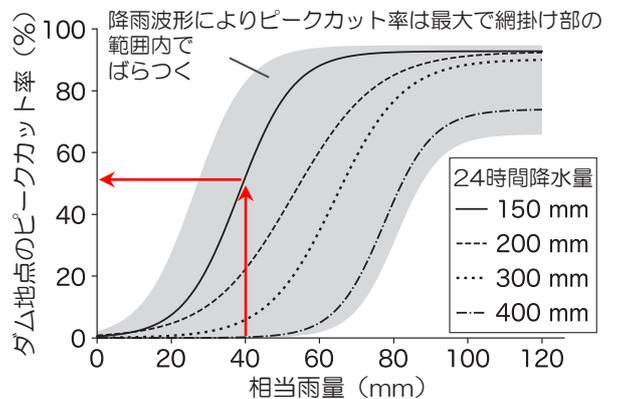


図2 ダム地点のピークカット率

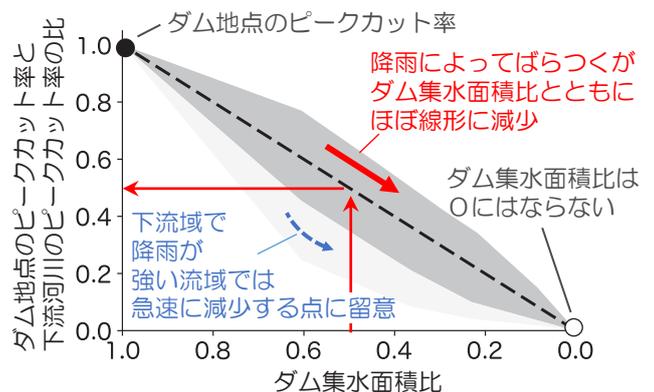


図3 ダム下流域の河川流量のピークカット率

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。

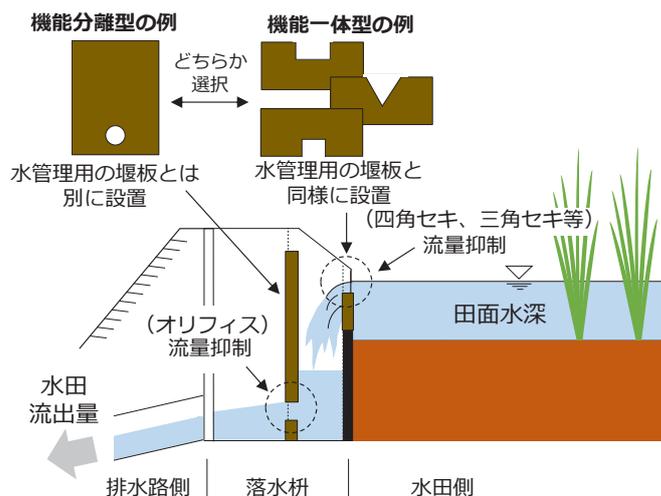


図1 田んぼダム器具のタイプと設置方法

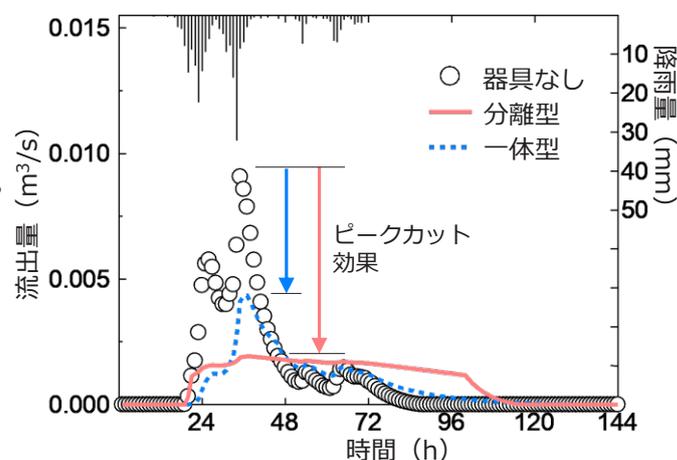


図2 田んぼダム器具による流出量ピークカット効果の算定（総雨量250mmの例）

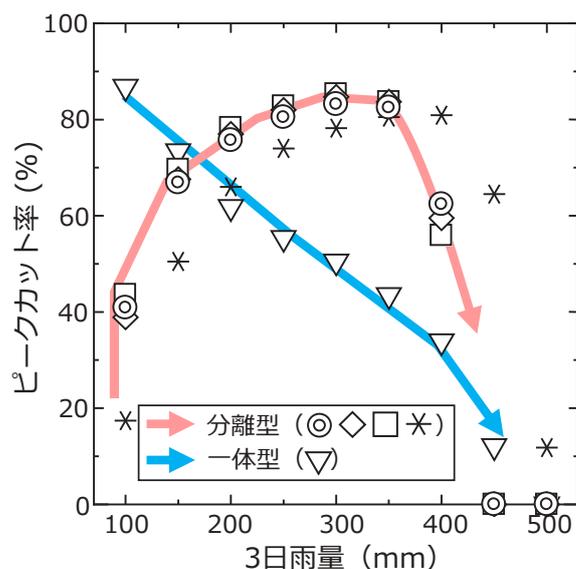


図3 雨量規模と流出量ピークカット率の関係

浸水域のリアルタイム推定にむけた 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を格納しておくと、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

- 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。

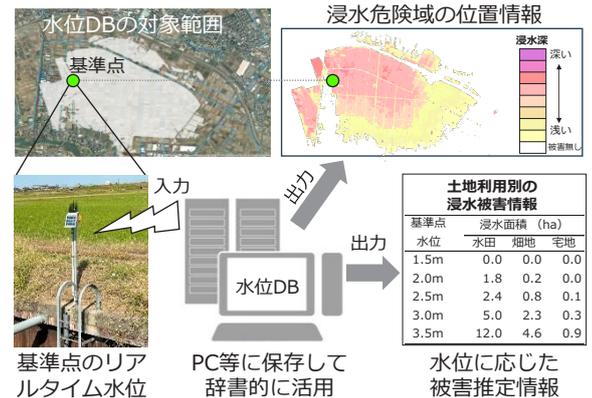


図1 水位DBとその活用イメージ

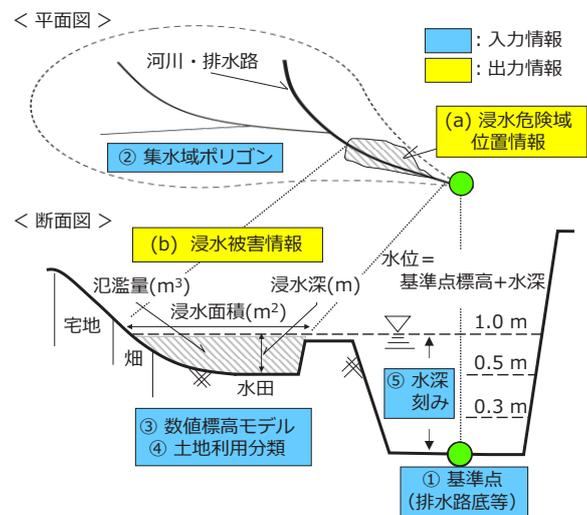


図2 HAV解析の概要

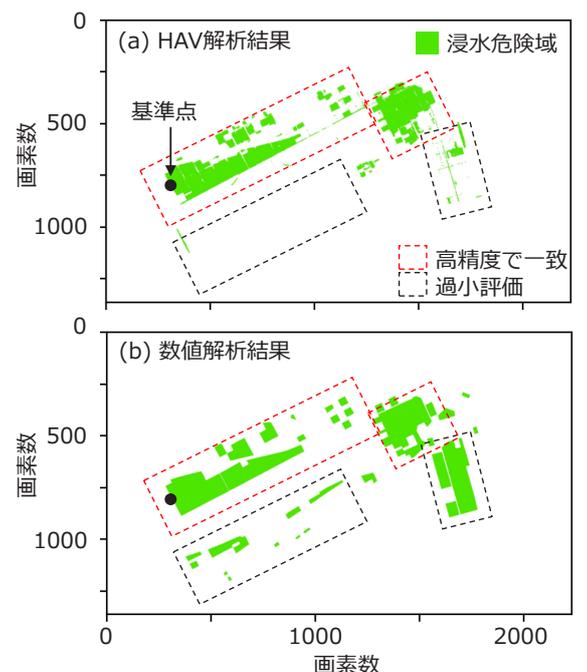


図3 推定された浸水危険範囲の検証例

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

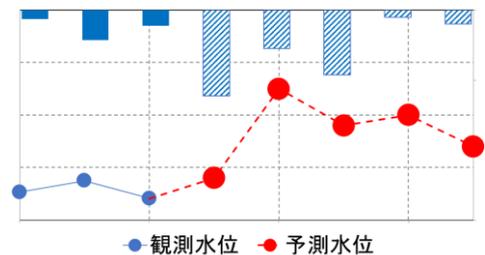
- 低平地における排水機場と排水路の水位を予測するプログラムです。
- 直近の実測値と気象予報をもとに、数時間先の水位をリアルタイムで予測可能です。
- 水利施設の効率的な操作を支援し、洪水被害の軽減と管理労力の軽減に貢献します。

研究の背景

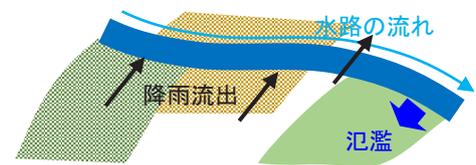
- 豪雨災害が増加する傾向にあり、農地が宅地に転用されると降雨流出の傾向が変わるうえ、浸水が生じた場合の被害が増大するため、排水機場等の水利施設においては、より一層の慎重かつ的確な操作が求められています。

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。



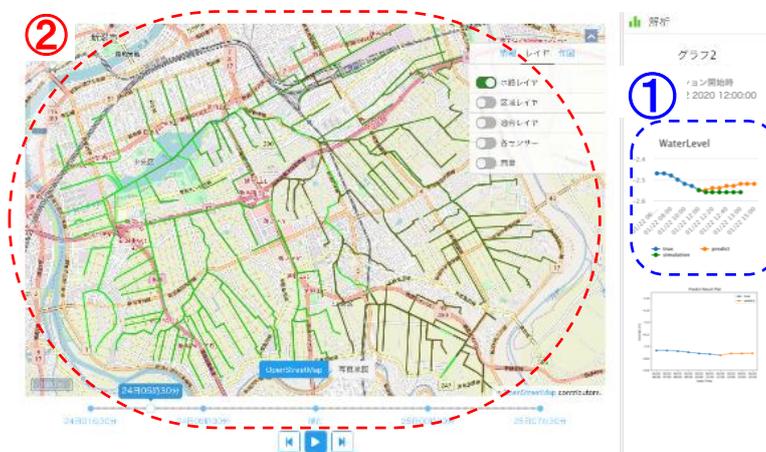
実測水位、降雨の予報をもとに水位を予測



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

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。



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)。

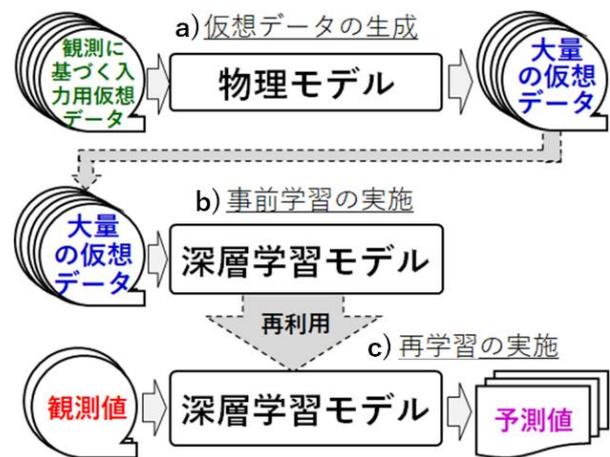


図1 新手法のデータフロー

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。

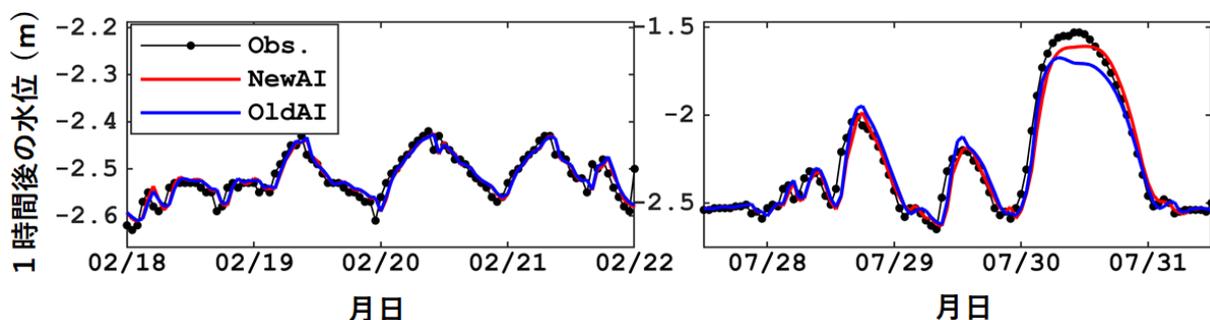


図2 転移学習あり(NewAI) / なし(OldAI)の1時間後の水位予測と観測値(Obs.)の比較
常時排水(左)、洪水時排水(右)

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事で土地改良区の実験的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。

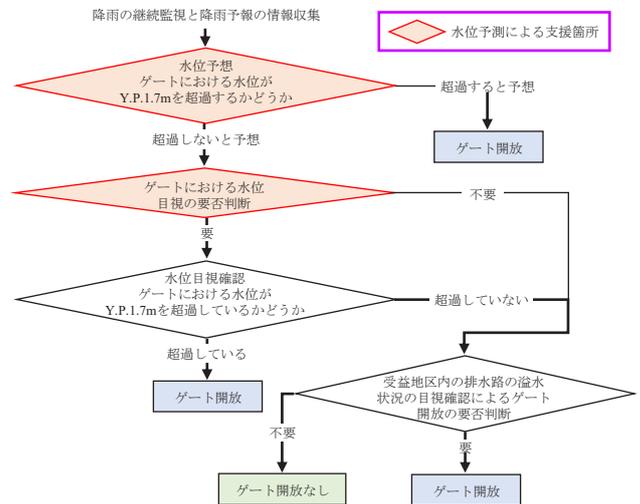


図1 水位調節ゲートの操作フローと水位予測による支援箇所

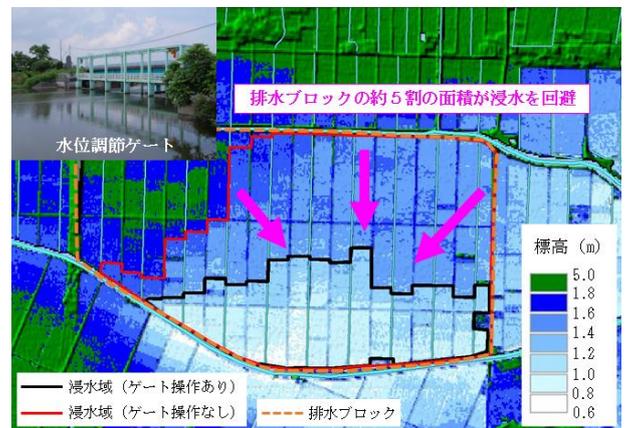


図2 ゲート操作の有無による浸水域の変化

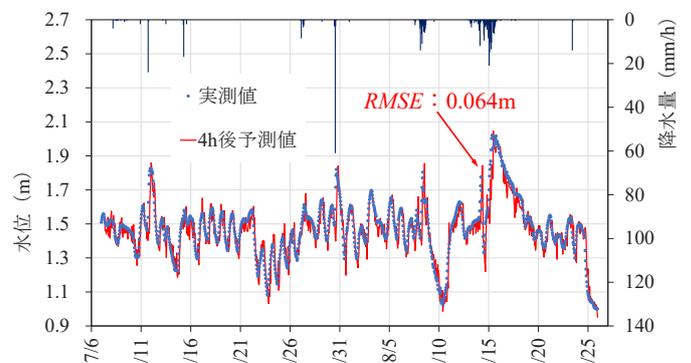


図3 Nearest-Neighbor法による水位予測結果

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とよびます。)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_access_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/reaserch_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

無機系表面被覆工の簡易な中性化深さ測定手法 「コアビット法」

技術の概要

- 無機系表面被覆工の中性化深さを簡易に測定できる手法です。
- 作業時間は1か所あたり3分程度で、測定誤差は0.3mm未満です。

測定手順

- ① コアビットで被覆工表面を斜めに切削し、傾斜を持つ三日月状の溝をつけます。
- ② ブラシ、スプレー等で切削粉を除去します。
- ③ フェノールフタレイン溶液を噴霧し、呈色境界に鉛筆等で「マーク」をつけます。
- ④ 「マーク」位置の深さ(中性化深さ)を測定します。

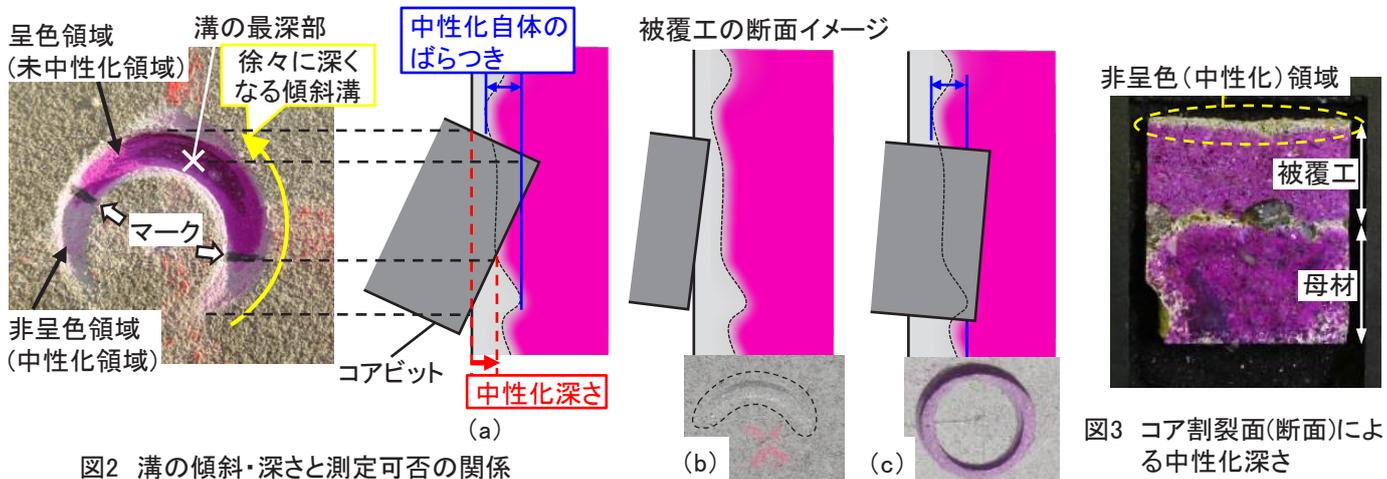


測定に関する留意点

- 溝が浅すぎる、深すぎる場合には測定できません(図2)。確実に呈色境界が現れる溝が必要です。
- 図2(a)適正
 図2(b)溝の傾斜が小さく、溝が浅い: 溝が呈色しないため、呈色境界が現れず測定できません。
 図2(c)溝の傾斜が小さく、溝が深い: 溝全面が呈色するため、呈色境界が現れず測定できません。

その他

- コアビット法の測定値は、従来のコア割裂面(図3)から得られる値と同等です。
- 構造物への影響も小さく、切削溝はポリマーセメントモルタル等で容易に補修できます。
- 測定面が濡れていると色がにじむため、測定面は乾燥している必要があります。
- 材料によっては、フェノールフタレイン溶液噴霧後、経時的に呈色状況が変化する可能性があるため、噴霧後5秒以内に「マーク」をつけることが望ましいです。



ポンプ設備の突発的な故障停止を防ぐため リアルタイムに遠隔監視するシステム

研究の背景・ねらい

- 農業用ポンプ場は、農地ばかりでなく地域の用水および排水を担う重要な施設です。その多くが更新の時期を迎えていますが、ポンプ設備の劣化の進行を評価するための情報が不足しています。
- 本研究は、ポンプ設備の突発的な故障停止を防ぐため、設備の劣化状態を定量的な指標を用いて機能診断を行い、故障が顕著となる前に異常兆候を検出する技術を開発しました。

遠隔監視システムの概要

- 運転中のポンプ設備の潤滑油を分析・評価することにより、設備の異常兆候をリアルタイムに検出する遠隔監視システムです。
- システムは、ポンプ設備と計測装置、状態監視サーバで構成されます(図1)。計測装置は、運転中のポンプ設備の回転部から潤滑油を計測装置に循環させる機構を備えており、連続した計測が可能です。機能診断のための情報は、潤滑油の酸化劣化と水分混入の程度、並びに油中の金属摩耗粒子数を粒径別に計測します(図2)。計測装置で得られた機能診断情報は外部機器に送信され、状態監視サーバに蓄積されます。

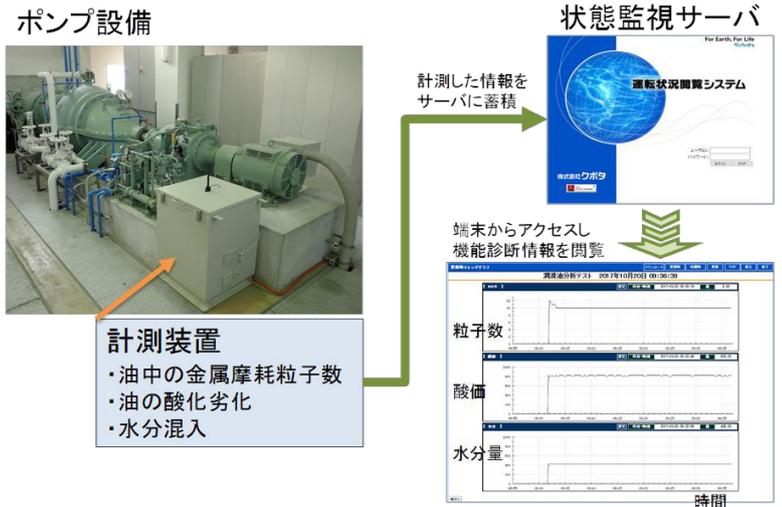
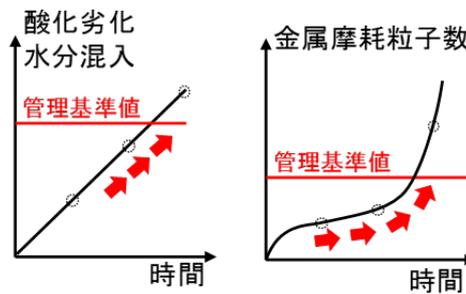


図1 遠隔監視システムの構成

- ポンプ設備の管理者は、端末装置を介して状態監視サーバに蓄積された機能診断情報を閲覧し、その情報をもとにメンテナンスが必要か否かを随時判断することが可能になります。さらに、金属部品は異常摩耗が発生すると損傷の進行が加速されることから、管理基準値を超過して計測装置が異常兆候を検知すると、状態監視サーバを介して、登録した携帯端末にその情報を自動で通知することができます(図3)。



(○印は定期的な計測データ)
図2 計測データのイメージ図



(検知した異常データは携帯端末で受信)
図3 端末装置と携帯端末の画面表示

遠隔監視システムの効果

- 遠隔監視システムを導入することにより、設備の劣化が進行して故障停止に至る前に適切かつ迅速な対処が行えるようになります。
- 本システムは、ポンプ設備設置工事に併せて導入することが望ましいが、既存のポンプ設備にも軽微な改造を行うことにより追加設置することも可能です。
- 本システムは、対象をポンプ設備に限るものではなく、回転部に潤滑油を使用する全ての回転機器が対象となります。

軽量部材を用いた集水井の内巻補強工法

研究のポイント

重量5kg未満の軽量部材を内型枠に用いて、老朽化が進んだ集水井の内面にコンクリート内巻を形成する工法です。部材が軽量なので内部構造が複雑な集水井でも簡単に施工でき、耐久性と変形性能に優れ、地すべり区域の地盤変形に対しても追従性が高い構造が特徴です。

研究の背景

- 農林水産省農村振興局所管の農地等の地すべり防止区域は全国に約2000箇所あり、その多くには地下水排除工の集水井が設置されています。
- 亜鉛メッキ波板であるライナープレート型の集水井では腐食による老朽化が進行しているものもあります(図1)が、内部構造が複雑かつ高所作業が必要な集水井では、これまで有効な補修・補強工法が確立されていませんでした。



図1 老朽化が進む集水井

研究の内容と特徴

- 内巻補強工法の概要を図2に示します。既設集水井の内側に円形の鋼製リングを組み立て、鋼製リングに空けた孔に塩ビ製の表面部材をはめ込み内型枠とします。内型枠と既設集水井の隙間に高流動モルタルを流し込むとコンクリート内巻が形成されます。
- 施工手順を図3に示します。①はじめに集水井の内部を洗浄します。②次に、内側に鋼製リングを組み立てます。鋼製リングは5kg未満と軽量であり、人力で簡単に接合できます。③鋼製リングに表面部材をハンマーで叩き込めば、水密性の高い内型枠ができます。④最後に高流動モルタルを集水井の壁と表面部材の隙間に充填することでコンクリート内巻が完成します。作業員3人で1日1.5mのピッチで内巻の打設ができます。

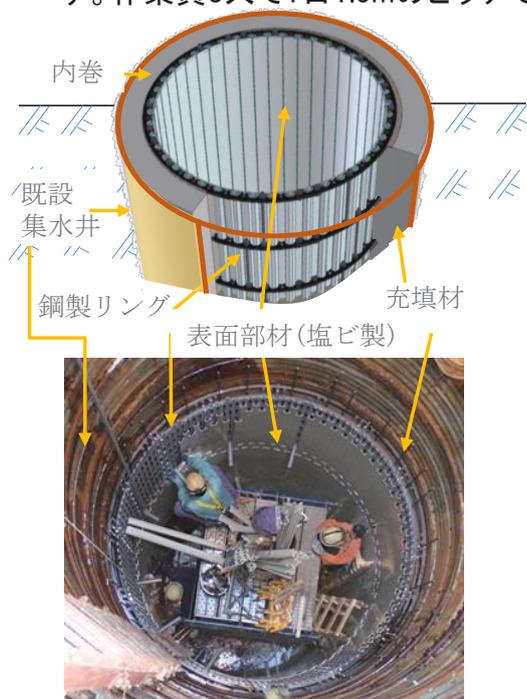


図2 内巻き補強工法の概要



図3 内巻き補強工法の施工手順

改良版高精度摩耗モニタリングシステム

研究のポイント

- 誰でも、簡単に、同じ品質で、かつ高精度な摩耗進行モニタリングができます。
- 農研機構が開発した「高精度摩耗モニタリング」で使う装置の可搬性・操作性が向上しました。
- 計測・計算ソフトを改良して、計測ミスの抑制、分析の自動化、を可能にしました。

研究の背景

- 過去に農研機構では、コンクリート開水路等の摩耗進行を高精度にモニタリングできるシステムを開発しました。しかし、従来システムは、付属機器が多く、計測結果の分析も煩雑でした。

計測概要と改良版の特徴

- 計測は従来版・改良版とも同じで、①標点(不動点)を設置、②レーザー変位計で表面の凹凸を計測、③標点の頂部からの平均距離(=積分面積÷積分範囲)を計測、④経年摩耗で増加する平均距離をモニタリングします(図1)。
- 小構成化により、構成機器を1つのケースに収め、重量は約50%削減しました。また、計測準備も簡略化しました。
- 計測・計算ソフトでは、煩雑な分析作業にかかる手間と人為誤差を排除しました。従来版と同じ精度を維持しつつ、1測点あたり3分程度と短時間で計測ができます。
- その他に、計測エラーチェック、ファイルの自動保存など、機能強化を図りました。

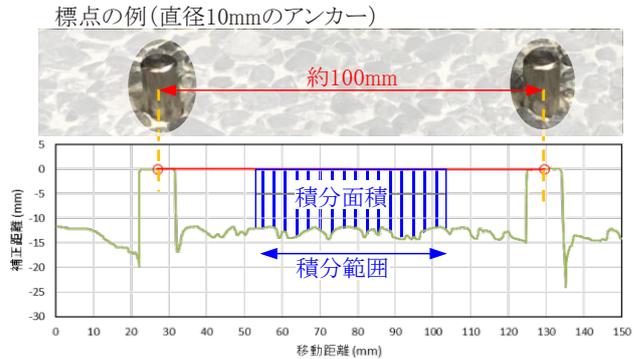


図1 摩耗量計測手法

	従来システム	改良システム
機器構成	<ul style="list-style-type: none"> ● 本体、制御部、PCを別個に収納して持ち運ぶ。それぞれケース込みで合計約14kg (PC除く)。 ● 各バッテリーの充電器は別途必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1つのケースに収まる。本体とバッテリーをケースに入れて約7kg (PC除く)。 ● バッテリーの充電器やPCもケース内に収納可。
計測結果を得るまで	<p>従来はグラフ描画して標点頂部の中心を「標点位置」として、読み取り手入力する必要があります。</p> <p>改良システムでは</p> <p>注1) グレー：不要または自動化 注2) 破線：省略化 注3) データはPCに保存されるので左図最後の「ファイル保存」は不要</p>	<p>計測後、制御・記録ソフトにて、概形が一時表示されることに加え、支援プログラムの「一括計算」ボタン等を押すことでその場でエラーチェックと計算を行える。</p> <p>計測後、データは自動でPCに保存される。日付ごとのフォルダが自動生成され、同日のデータは連番付きcsvファイルで保存される。</p> <p>支援プログラムではPC内のデータを読み込むので、ファイル (Microsoft Excel) は保存の必要はなく、保存ミス、上書き等によるデータ亡失のおそれがない。</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地での計測ミス等を防ぐには、[グラフ描画]して判断するか、計測後その場で[計算]する。 ● 計測後または計算後にファイル (Microsoft Excel) を保存しなければならない。 	<p>計測後、制御・記録ソフトにて、概形が一時表示されることに加え、支援プログラムの「一括計算」ボタン等を押すことでその場でエラーチェックと計算を行える。</p> <p>計測後、データは自動でPCに保存される。日付ごとのフォルダが自動生成され、同日のデータは連番付きcsvファイルで保存される。</p> <p>支援プログラムではPC内のデータを読み込むので、ファイル (Microsoft Excel) は保存の必要はなく、保存ミス、上書き等によるデータ亡失のおそれがない。</p>

図2 従来版と改良版の主な特徴の比較

期待される活用例

- コンクリート開水路に施工された補修材料の摩耗進行を、定量的かつ高精度にモニタリングすることで、補修時期の予測などに役立ってます。

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

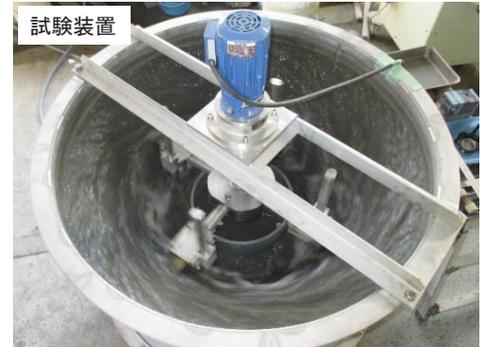
- 頭首工などの水利施設で発生する「レキの掃流摩耗」を再現する促進摩耗試験です。
- 複数の材料を同時に試験することができ、また、粗骨材を含むコンクリートにも対応可能です。
- レキの掃流摩耗が発生する施設で使用される、コンクリートや補修材の耐摩耗性評価に利用できます。

研究の背景

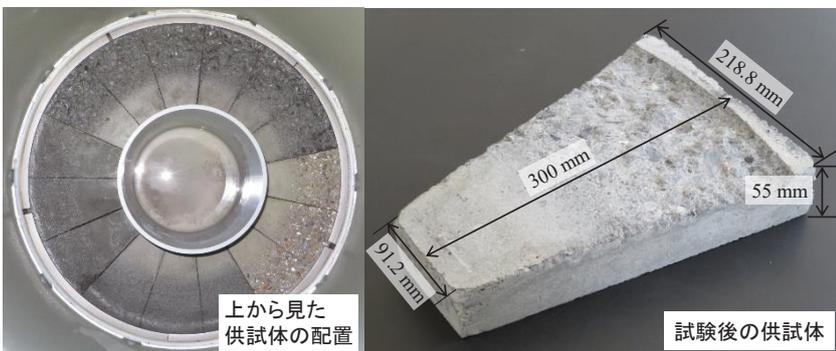
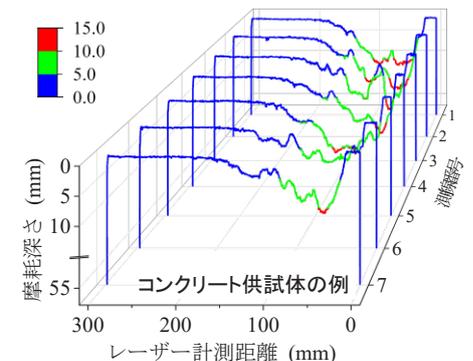
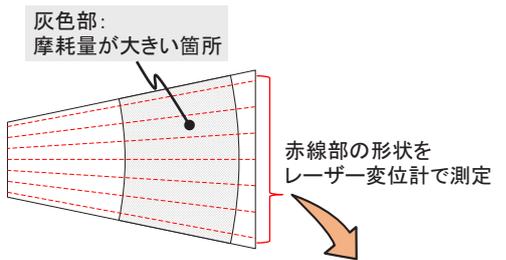
- 頭首工などの水利施設では、水とともにレキが表面を流れることで、激しい摩耗作用が生じます。
- このようなレキの掃流摩耗を再現できる促進摩耗試験は確立されておらず、現場の実態に合った条件で材料の耐摩耗性を評価する方法がありませんでした。

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。

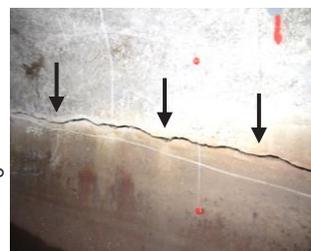
軽量の炭素繊維を用いた 水路トンネルの覆エコンクリートの補強工法

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

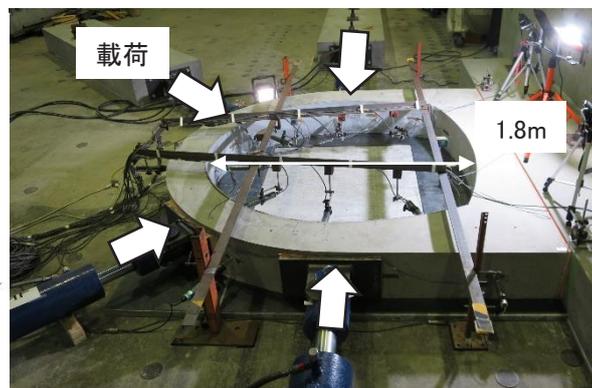
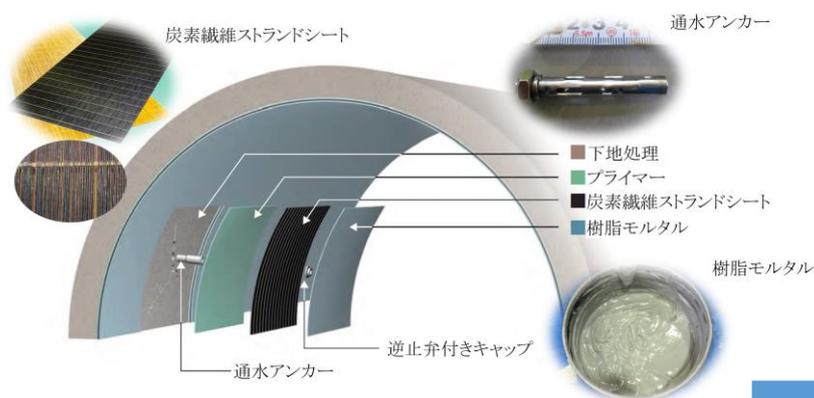
全国に約2,000km以上整備されている水路トンネルの中には、長期間の供用により、覆エコンクリートにひび割れなどの変状が見られるものもあります。小規模な水路トンネルに適用できる対策技術の開発が急務です。



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エ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)}	
覆エ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(mm)	1.31	2.76	2.1倍	5.28	4.0倍
頂部変位量(mm)	-2.57	-6.02	2.3倍	-10.8	4.2倍

※1) 新設の未補強覆エで载荷し、ひび割れが発生した時に载荷を停止。ひび割れ補修および本工法を実施し、その後、再度载荷した結果。変位は、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。
- 適用前に覆エ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エ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。

安全、簡単、確実な コンクリート補修材料の現場付着試験方法

ポイント

- コンクリートと補修材料の付着性を調べる現場試験方法です。
- 作業が容易で、誰でも、きちんと試験ができる方法です。



現場付着試験

研究の背景

- 劣化したコンクリートを被覆・保護する補修工法では、補修材料がコンクリートに付着している必要があり、その付着性を現場付着試験で調べます。
- 40mm×40mmの角形鋼製ジグを用いる従来の現場試験方法は、作業者の技量やノウハウに試験結果が影響を受ける可能性がありました。

試験方法の特徴

- 試験方法は、従来の現場付着試験とほぼ同じで、高価な試験器を新規に導入する必要はありません。
- コアドリルで切込み作業をするので、従来のコンクリートカッターを使う方法より作業が簡単で、切込み深さを均一に調整できます。また、切込みの母材到達を目視確認できるので、切込み深さの不足を防げます。
- 切込みを入れた後に、φ45mmの円形鋼製ジグをゴムリングで保持しながら接着するので、接着剤硬化中にジグがずれません。
- φ45mmのジグを使えば、従来の現場付着試験と同等の付着強さが得られることを確認しています。
- その他、粉塵の飛散が少ない、試験跡が円形になるので補修が容易で仕上りの美観が優れる、などの利点があります。



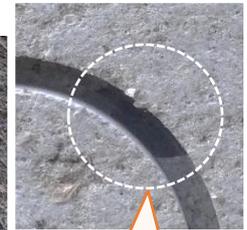
内径45mmのコアドリルで母材まで切込み(1~2分程度)



引張試験前の状況



切込み作業完了



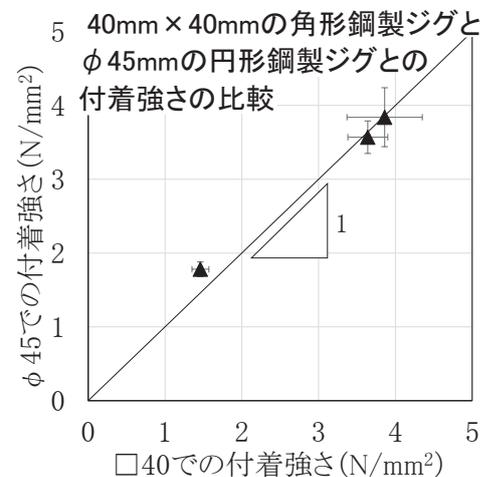
母材到達の目視確認

期待される活用例

- 従来の作業者自身の工夫に頼っていた部分を減らすことで、現場付着試験結果の安定性向上が期待できます。



「農業水利施設の保安全管理
インフラメンテナンスでどんなもの？」



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。

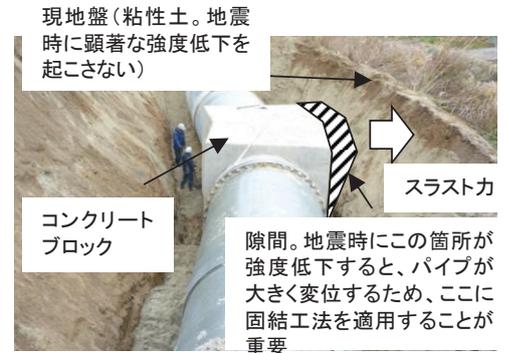
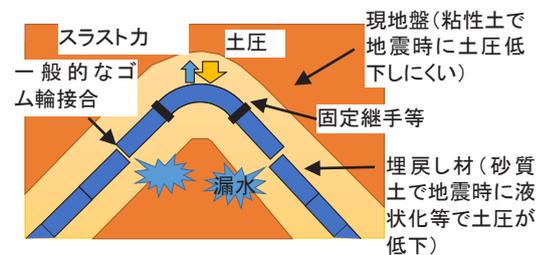
研究の背景

- 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、施設の重要度に加えて、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に活用できます。



実用性を向上させた漏水探査ロボットによる 農業用パイプラインの漏水探査システム

研究のポイント

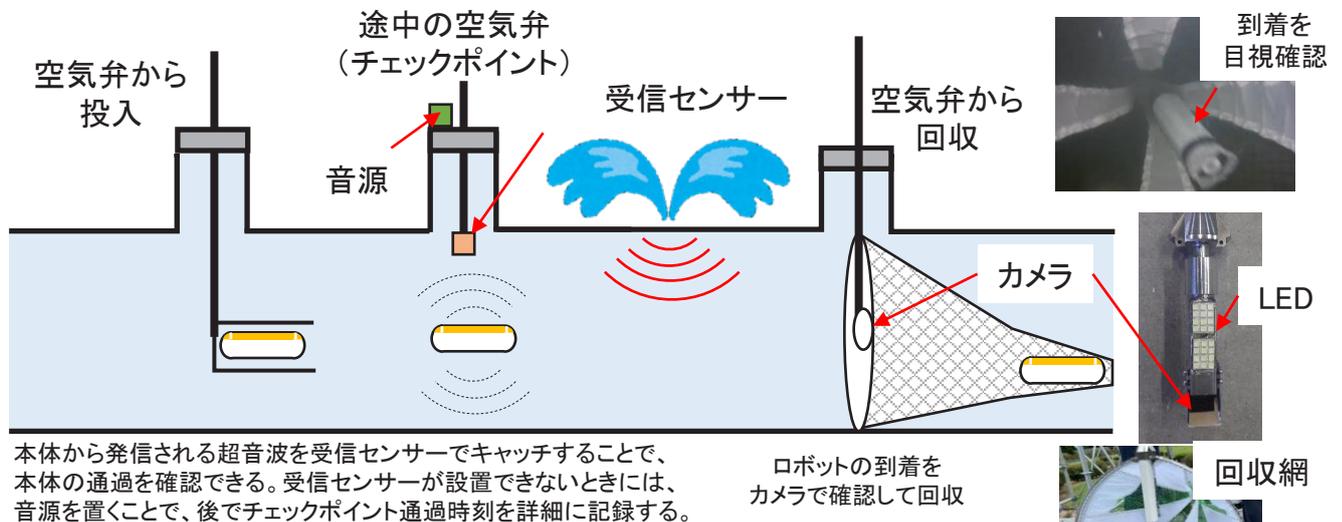
- パイプラインの中に、漏水音を記録できるハイドロフォンを搭載した漏水探査ロボットを流下させることによって、漏水の位置を特定するシステムです。

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や、点検のための施設が少ないこと、などから、水道分野で活用されている漏水探査技術の適用が難しく、漏水の有無やその位置を調査する方法がありませんでした。そこで、管内から漏水音を取得し、その位置を特定する漏水探査ロボットを用いた漏水探査システムを開発しました。

漏水探査システムの概要

- 図のように、パイプライン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、漏水音を記録する「漏水探査ロボット」を投入します。
- 流下中、漏水探査ロボットは管内の音を記録しています。下流の空気弁やトランジション部分で本体を回収し、本体に記録されている音を分析し、漏水音を抽出します。
- 発射時刻、回収時刻、流下距離の情報から、漏水探査ロボットの平均移動速度を求めます。発射時刻と、漏水音を取得した時刻から、漏水地点を通過するまでに要した時間を特定し、平均移動速度を乗ずることで漏水位置を推定します。



活用における留意点

- 漏水探査ロボットの投入・回収が可能であれば、パイプラインだけでなく、サイフォンの調査も可能です。
- 適用のための主な条件を右表に示します。現場確認し、対応の可否を判断します。

【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に制御できること
- ◆ 調査路線に分岐管がない、もしく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。



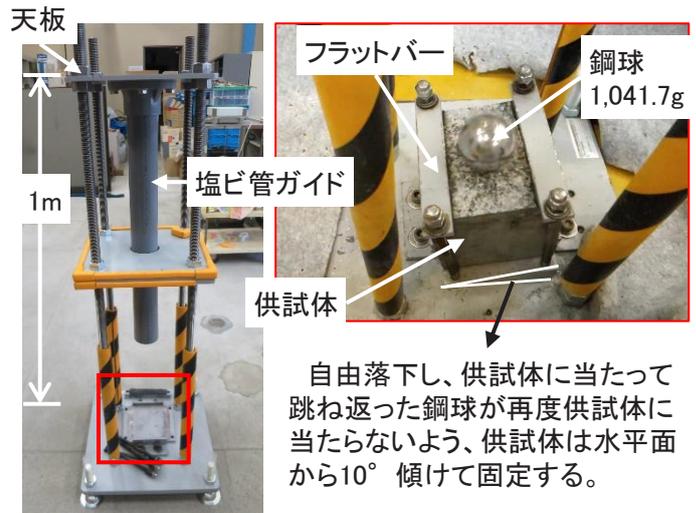
図1 固定堰直下の摩耗の例

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。

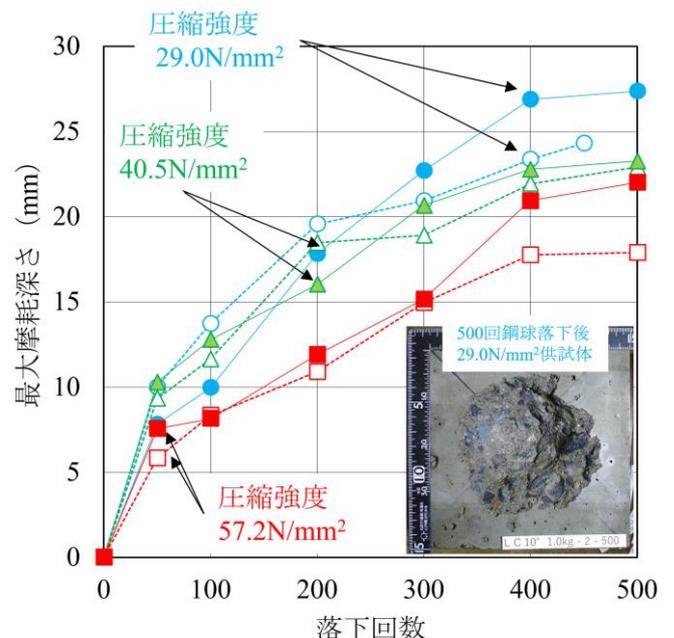
評価法の特徴

- 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。



自由落下し、供試体に当たって跳ね返った鋼球が再度供試体に当たらないよう、供試体は水平面から10°傾けて固定する。

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。

画像解析を用いた非接触計測による鋼矢板の板厚推定

研究のポイント

- 鋼矢板水路の点検を効率化する技術です。ドローンなどで撮影した鋼矢板の可視画像と熱画像に着目して板厚を推定します。

研究の背景

- 鋼矢板水路は長期間の供用で腐食が進行しています(図1)。腐食が進行すると、開口や背面土の吸出しなど、水路や周辺の安全を損なうおそれがあります。
- 従来の点検は、作業員が水路内に立ち入り、計測機器を用いて手作業で板厚を測定していました。
- 近年活用が盛んなドローンや機械学習、また赤外線サーモグラフィによる熱画像(図2)を組み合わせた点検技術を開発し、その有効性を実験や現場で確認しました。

技術の内容

- 画像取得効率化のためにドローンで撮影します。切梁の有無など、水路の条件によって飛行タイプや水上タイプを使い分けます(図3)。
- 板厚の推定は熱に着目しています。鋼矢板水路を模擬した模型を用いて検証したところ、温度変化と板厚との関係をシミュレーションできました。
- 気象条件などを考慮して機械学習を使うことで板厚を推定します(図5)。実際に腐食した矢板で検証したところ、高精度(正解率など80%以上)で板厚を分類できることを確認しました。

期待される活用例

- 鋼矢板の型式や地盤条件などを考慮することで保有耐力などを評価できます。
- 延長の長い鋼矢板水路の性能評価の効率化に活用できます。

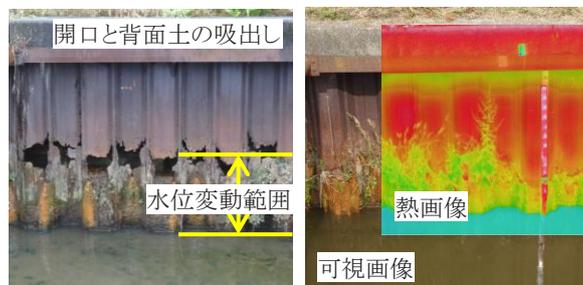


図1 鋼矢板の腐食状況 図2 鋼矢板の熱画像例



図3 鋼矢板画像取得方法の例

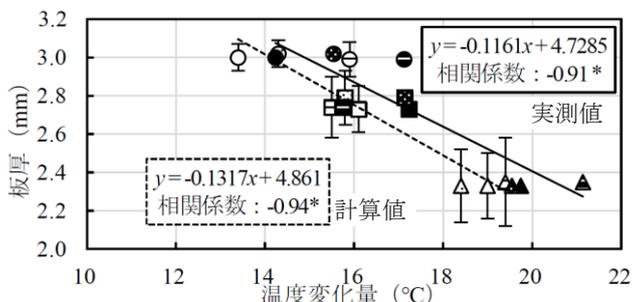
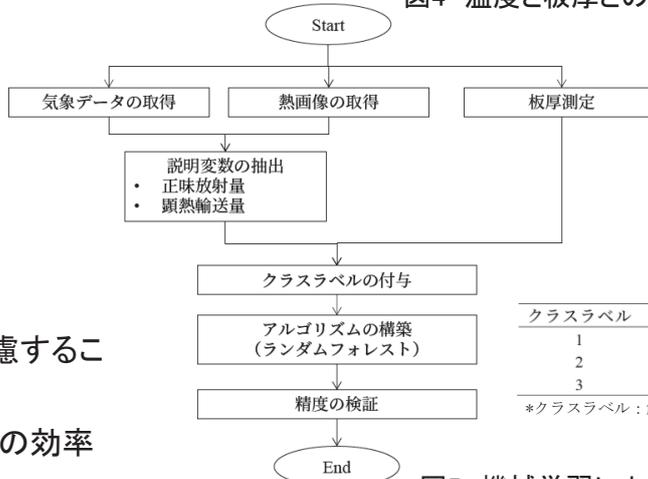


図4 温度と板厚との相関



クラスラベル	板厚
1	3 mm 以下 (開孔含む)
2	3~4 mm
3	4~5 mm

*クラスラベル: 解析上の板厚の分類

図5 機械学習による板厚推定フロー

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收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。

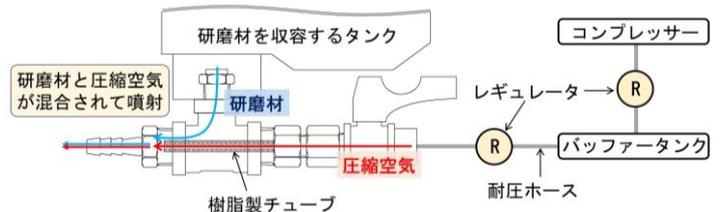
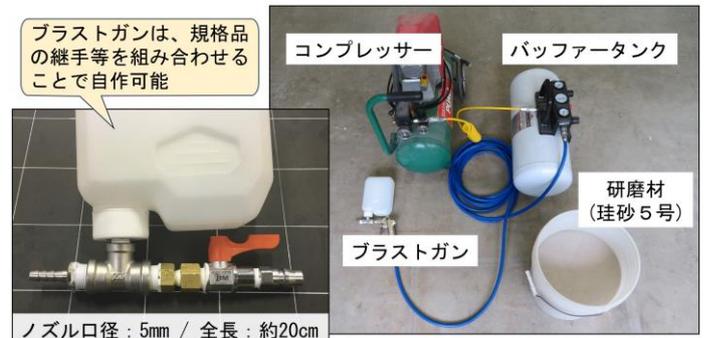


図1 サンドブラスト装置の構成と仕組み

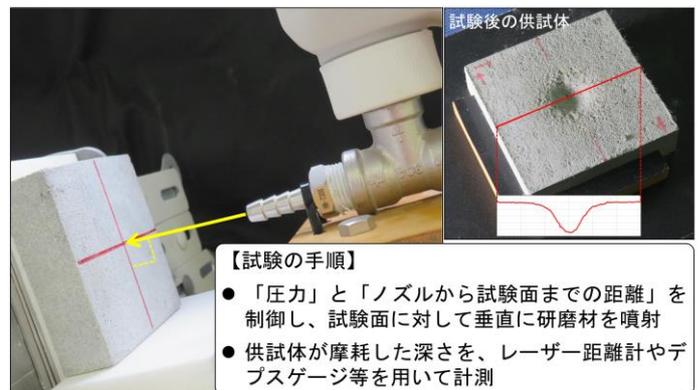


図2 試験の手順および供試体に生じる摩耗形態

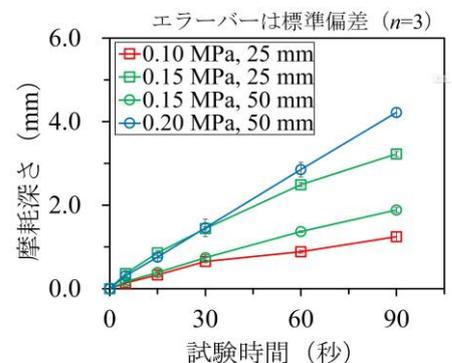


図3 試験結果の一例

(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。

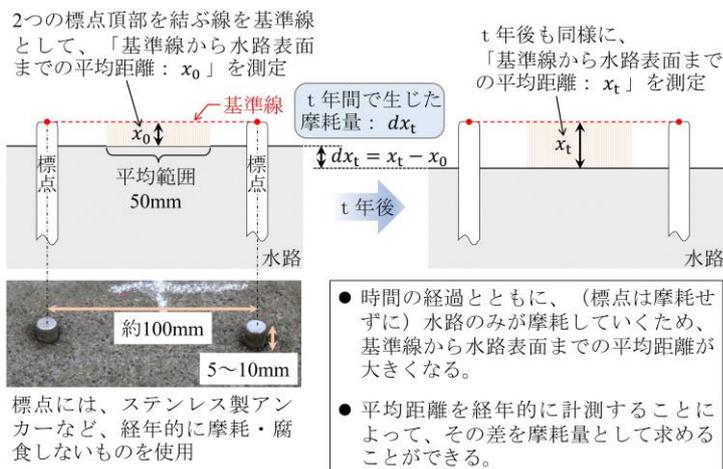


図1 摩耗量の測定原理



※)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>

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)

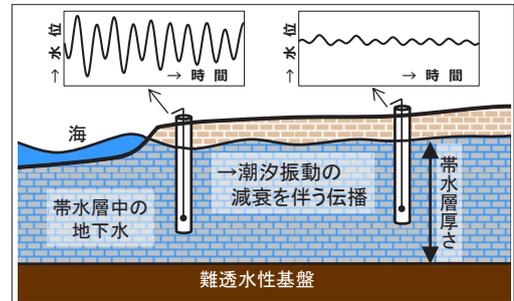


図1 地下水位への潮汐伝播と2地点地下水位観測のイメージ(鉛直模式断面図)

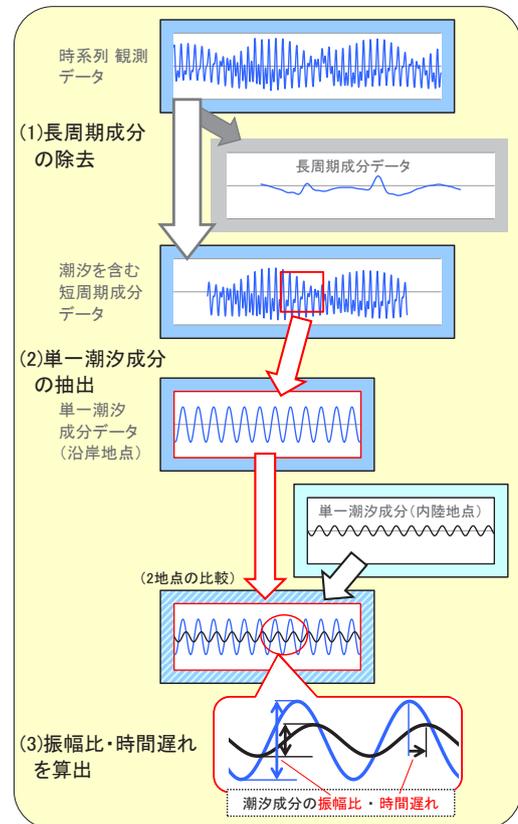
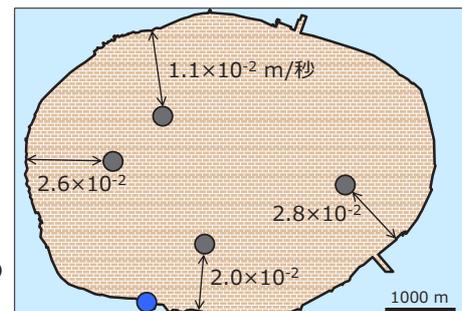


図2 観測データの処理と分析の流れ



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

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

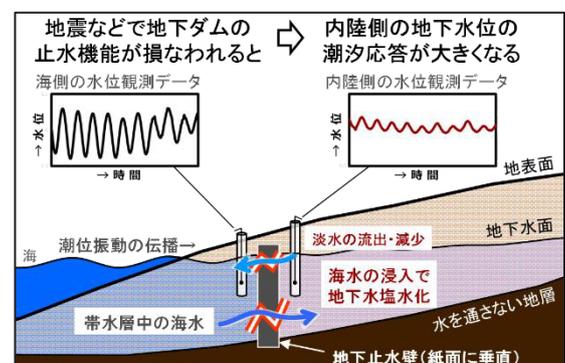
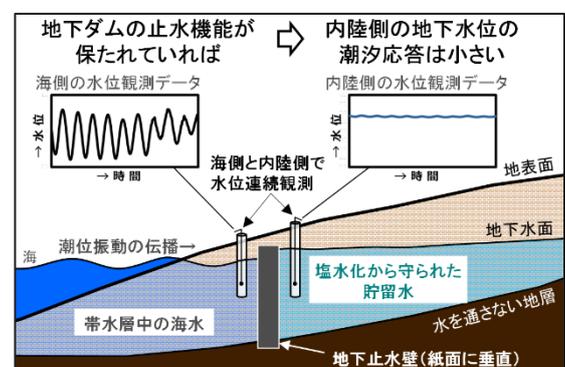
- 止水壁の海側と内陸側の地下水観測孔に自記水位計を設置して同時に観測して得られる、1時間間隔などの地下水位連続データを用います。
- 両地点の水位データについてフーリエ解析を応用して潮位の影響による正弦振動の振幅を算出します。振幅を正確に算出するには、水位が止水壁天端より低く越流していない期間の、決まった長さの時系列データを対象として解析します。
- 内陸側と海側の振幅の比（内陸側振幅 ÷ 海側振幅）が止水機能が保たれた状態に比べて大きければ、機能が損なわれている可能性があります。
- これまで難しかった塩水浸入阻止型地下ダムの止水機能の常時連続的な監視を可能にします。

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

省力化を目的とした土地改良区の水利施設管理労力の実態調査

研究のポイント

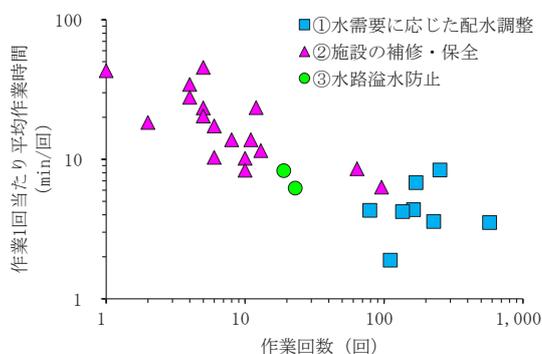
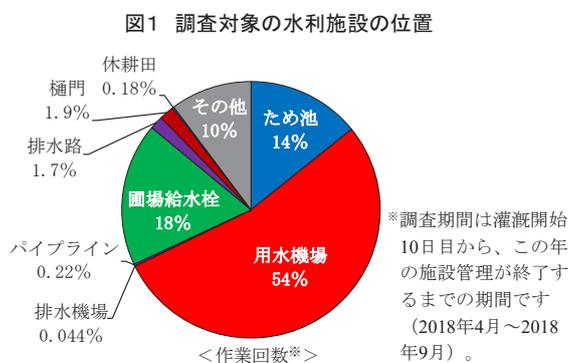
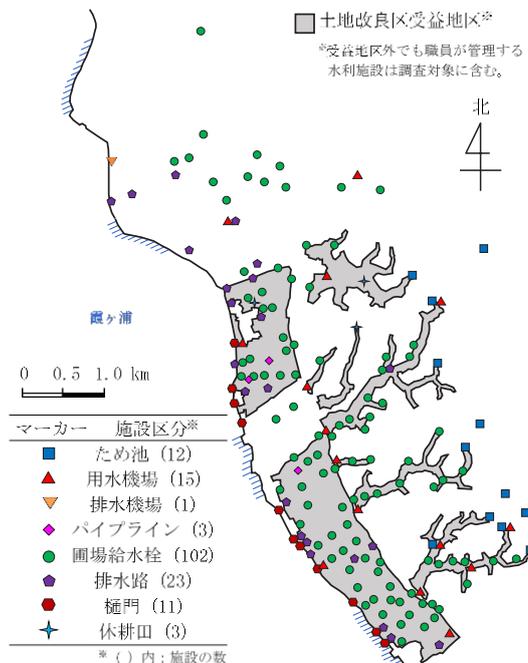
- 水利施設管理の省力化に資するため、茨城県行方市の水田パイプライン灌漑地区を管理する土地改良区の施設管理労力を明らかにしました。
- この土地改良区では、用水機場の管理に最も多くの労力を要しており、省力化を図るためには配水調整の作業回数を抑制する対策が有望です。

研究の背景

- 近年、土地改良区では水利施設の管理労力の増大が問題となっています。
- 協働化や自動化等の省力化対策の中から、各土地改良区の施設の管理状況に応じて最適な方法を選択する必要があります。
- そこで、人手不足が生じている土地改良区を対象にして、管理者の水利施設管理労力の実態を明らかにし、省力化に資する対策を検討しました。

研究の概要

- 調査対象の土地改良区が管理する水利施設は167箇所であり、最も施設数が多い圃場給水栓では、上下流間の配水調整や修理がなされました(図1)。
- 作業回数に占める用水機場の割合は、約5割であり、管理者は用水機場の管理に最も多くの労力を要しました(図2)。
- 本土地改良区では、水利施設管理の内容を、①水需要に応じた配水調整、②施設の補修・保全、③水路溢水防止、の3つに区分すると、①水需要に応じた配水調整が全作業時間(187時間)の約7割を占め、最長でした。
- 図3に示すように、①水需要に応じた配水調整は、②施設の補修・保全や③水路溢水防止に比較して、作業1回当たりの平均作業時間が1.9~8.4分/回と短いが作業回数が79~576回と多い範囲に分布しました。
- 水需要に応じた配水調整では、その作業が単純であるため、協働化や自動化の適用により、現地での作業回数を抑制する対策の導入が省力化を図る上で有望です。



機械学習とクラスタリング手法による複数種類の正常値・異常値の同時分類技術

研究のポイント

- 水位の観測データに含まれる異常値を判定するため、自己組織化マップによる機械学習とクラスタリング手法を用いて複数種類の異常値と正常値を同時に分類する技術を開発しました。

研究の背景

- 近年ICTの普及により、大量のデータの収集が可能になりつつあるものの、その活用にあたってはデータの品質に課題があります。例えば、観測データには、計測機器の不具合等で発生する複数種類の異常値、通常の特徴と異なり異常値と区別が難しい正常値を有する複雑なデータがあり、それぞれの種類を明確かつ同時に認識できる検知技術が求められています。

技術の特徴と適用事例

- 農業水利施設等で観測される水位データには、ある値が急激に変化する「スパイクノイズ」や連続する値が全体的にシフトする「スライドずれ」等の異常値のほか、平常時の水位変化「正常値A」と洪水時の水位変化「洪水イベント」のように複数の正常値があります。本技術では、異常値と正常値を合計4つのラベルにより区別し、同時分類するものになります(図1)。

- 同時分類には、複数の値を1つの塊にしたデータ(ベクトル化)を、データ間の違いを距離で表現する自己組織化マップ(SOM)とSOMの要素情報を多数決でクラスタリングする多数決法を用いて、2次元マップ上に分類結果を可視化します。

- 異常値を多く含むように人工的に生成した時系列データを用いて、従来型のクラスタリング手法(K-means法)と多数決法で評価しました。ラベルの分類状態を2次元マップ上で可視化すれば、多数決法では正常値Aを分類した青色領域と正常値Aを表す青色ドット色が一致しており、分類精度が高いことが分かります(図2)。

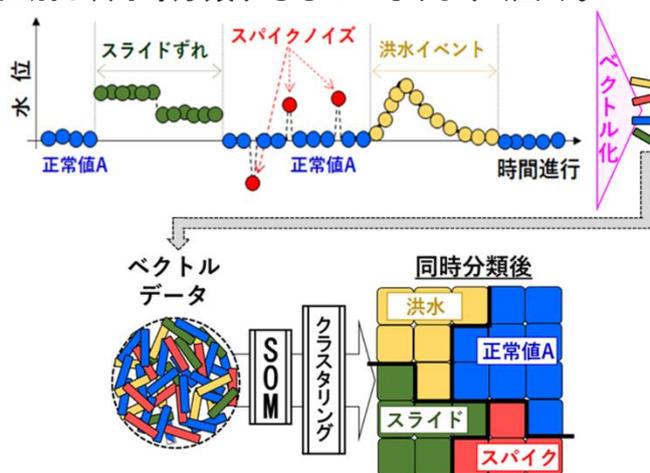


図1 複数種類の正常値・異常値の同時分類技術のイメージ

期待される活用例

- 本技術は、時系列データ全般に適用可能であり、複雑なパターンを有する測定データの品質を高めることが可能になります。例えば、心電図のような精密機器の稼働状況を計測する電気信号では、複数タイプの正常・異常パターンが含まれますが、それらを同時に検知することが可能になります。

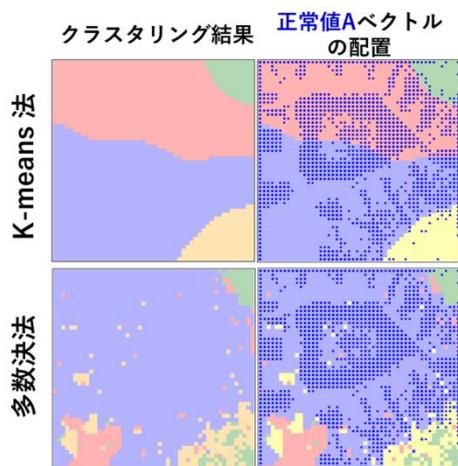


図2 K-means法と多数決法の分類結果(正常値Aのみの比較) 背景色=正常、洪水時などのデータの状態を4区分して緑、桃、紫、黄色で表示、ドット色=正常値を青色ドットで表示

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。

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2.0 cm、下流3.1 cm、ゲート高さのMAEは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。

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。

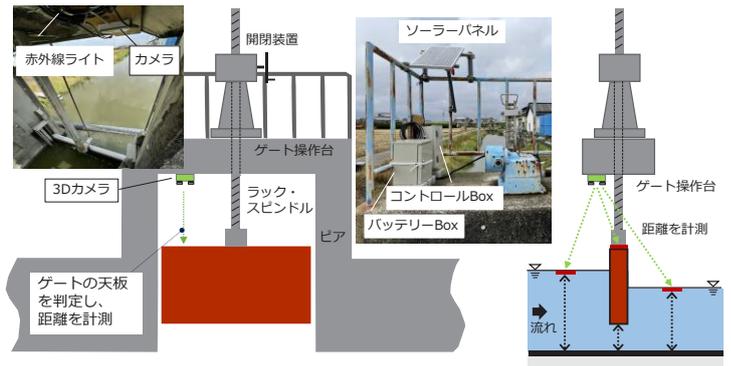


図1 システムの設置・計測イメージ

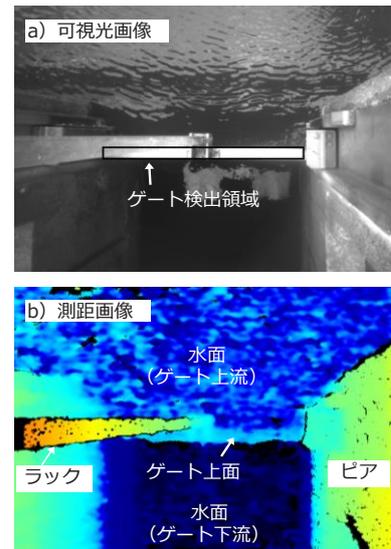


図2 ゲートの撮影画像

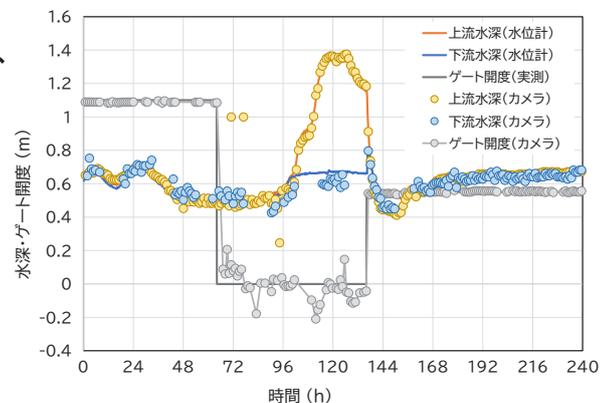


図3 ゲート開度のモニタリング事例

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。

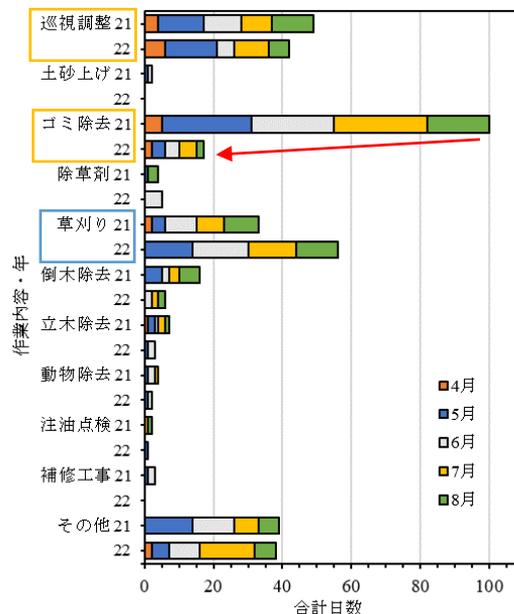


図2 巡回担当者の作業内容と各作業日数

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

<http://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6年7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 Fax. : 029-838-7680

「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