

農業農村整備のための実用新技術成果選集 (2023年)

令和5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



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3年目で5カ年計画のちょうど折り返しにあたり、同計画では、「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。

また、昨年6月に農林水産省で策定された「みどりの食料システム戦略」に係る2030年目標が実現できるよう、農村工学研究部門においても、社会情勢の変化をふまえた現場ニーズの把握と、関連する行政・研究機関及び企業との連携により、有用な成果を得られるよう研究を進めてまいります。5月から新型コロナウイルス感染症の感染症法上の取扱いが5類感染症に変わったことも踏まえ、より積極的な取り組みを進めていきたいと考えております。

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(2023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)
NEW【普及】	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)
NEW【普及】	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)
NEW【研究】	5) 圃場整備前後におけるドローンセンシングの活用.....	6	(空間情報)
	6) 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.....	7	(農地整備)
	7) 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.....	8	(農地整備)
	8) 広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデルを実装した流域水循環モデル.....	9	(流域管理)
	9) 気候変動が農業水利用や水資源に与える影響の全国評価マップ.....	10	(流域管理)
	10) 流域水循環の解析モデルによる農業用水の河川への還元量の可視化手法.....	11	(流域管理)
	11) 傾斜地の点滴かんがいのためのソーラポンプ.....	12	(水利制御)

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) モバイル GIS アプリを用いて荒廃農地を効率的に把握.....	14	(空間情報)
	2) 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.....	15	(空間情報)
	3) 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.....	16	(農地整備)
	4) 石礫圃場でも利用できる低コストな暗渠整備技術.....	17	(農地整備)
	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.....	18	(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.....	19	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	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.....	20	(地域資源利用・管理)
	8) 非多雪地域における温室の雪害対策.....	21	(地域資源利用・管理)
	9) パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響.....	22	(地域資源利用・管理)
	10) 「平成 30 年台風 21 号」によるパイプハウスの被害の特徴と対策.....	23	(地域資源利用・管理)
参考掲載	地下水水位制御システム FOEAS.....	24	(農地整備)
参考掲載	地下水水位制御システム FOEAS の導入条件.....	25	(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) バイオ炭の理化学的特徴を考慮した畑地基盤の改良技術.....	28	(農地整備)
	2) 水蒸気移動を考慮した地中熱ヒートポンプの採熱効率の数値シミュレーション手法.....	29	(農地整備)
	3) 炭化温度による鶏ふんに含まれる肥料成分の濃度増減の特徴.....	30	(農地整備)
	4) 鶏ふん炭の熔リン代替利用による土壌改良効果.....	31	(農地整備)
	5) 住民参加型「田んぼの草花調査」手法の開発.....	32	(施設保全)
	6) 水路の魚の棲みやすさを評価するプログラム.....	33	(施設保全)
NEW【研究】	7) 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.....	34	(流域管理)

	8) モバイル GIS を用いた農地一筆調査支援システム.....	35	(地域資源利用・管理)
	9) 小規模土地改良区でも導入できる水利施設管理台帳システム.....	36	(地域資源利用・管理)
	10) 多面的機能支払交付金活動を評価分析するためのデータ収集アプリ.....	37	(地域資源利用・管理)
	11) 農業農村整備・小水力発電事業の経済・環境評価のための WEB アプリケーション.....	38	(地域資源利用・管理)
NEW【研究】	12) 営農活動のための経済・環境影響評価ツール.....	39	(地域資源利用・管理)
	13) 多面的機能支払交付金の地域波及効果を評価できる WEB アプリケーション.....	40	(地域資源利用・管理)
	14) オイル生産藻類残渣のペレット化技術.....	41	(地域資源利用・管理)
	15) 緩勾配の開水路における高効率の小水力発電のための開放クロスフロー水車.....	42	(地域資源利用・管理)
	16) 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.....	43	(地域資源利用・管理)
	17) 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.....	44	(地域資源利用・管理)
	18) 資源の地産地消に資するメタン発酵システムの実証.....	45	(地域資源利用・管理)
	19) 畑地におけるメタン発酵消化液の肥料効果と環境影響.....	46	(地域資源利用・管理)
	20) 低温メタン発酵消化液を施用した水田土壌における窒素無機化特性.....	47	(地域資源利用・管理)
	21) 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.....	48	(地域資源利用・管理)
NEW【普及】	22) 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.....	49	(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) 土層改良と部分不耕起帯の併用による土壌流亡対策.....	52	(農地整備)
	2) 詳細地形等を考慮したため池決壊時の簡易氾濫解析手法.....	53	(地域防災)
	3) 重ね(親子)池における連鎖的な決壊判定手法.....	54	(地域防災)
	4) 浸水深調査に基づく平野部ため池決壊時の氾濫解析手法の改善.....	55	(地域防災)
NEW【研究】	5) 降雨特性を踏まえたため池の洪水調節効果の評価手法.....	56	(地域防災)
	6) ため池の耐震診断ソフト「SIP-NewD」.....	57	(施設整備)
	7) 下流河床低下時の取水堰直下洗掘深さの推計式.....	58	(施設保全)
	8) 取水堰直下流の洗掘、河床低下を防ぐロールマット／ネット工法.....	59	(施設保全)
	9) 省力的な採水法による六フツ化硫黄を指標とした地下水の年代測定.....	60	(流域管理)
	10) 将来の豪雨強大化に対応した水利施設計画・管理のための水稻被害リスク評価法.....	61	(流域管理)
	11) 豪雨対策となる水田の洪水防止機能の利活用に向けた湛水管理の条件.....	62	(流域管理)
	12) 農地の湛水被害予測と対策に活用する豪雨災害リスク評価システム.....	63	(流域管理)
NEW【普及】	13) 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.....	64	(流域管理)
NEW【普及】	14) 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.....	65	(流域管理)
	15) 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.....	66	(水利制御)
	16) 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.....	67	(水利制御)
NEW【研究】	17) 周期性を有するデータの AI 予測精度を向上させるための前処理方法.....	68	(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全管理と柔軟な水管理の推進のための技術

	1) ため池管理者が現地からため池の点検報告を行うための「ため池管理アプリ」.....	70	(施設整備)
NEW【普及】	2) 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」.....	71	(施設整備)
	3) ひずみ測定による FRPM 管の機能診断手法.....	72	(施設保全)

4)	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」.....	73	(施設保全)
5)	潤滑剤の劣化度を簡易に評価する携帯型測定装置	74	(施設保全)
6)	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.....	75	(施設保全)
7)	軽量部材を用いた集水井の内巻補強工法.....	76	(施設保全)
8)	改良版高精度摩耗モニタリングシステム	77	(施設保全)
9)	小型サンドブラストを用いたモルタル系材料の促進摩耗試験.....	78	(施設保全)
10)	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」.....	79	(施設保全)
11)	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	80	(施設保全)
12)	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.....	81	(施設保全)
13)	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	82	(施設保全)
NEW【普及】	14) 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	83	(施設保全)
NEW【普及】	15) 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.....	84	(施設保全)
NEW【研究】	16) 画像解析を用いた非接触計測による鋼矢板の板厚推定	85	(施設保全)
	17) 淡水レンズ地下水厚の経時変化を把握する深度別電気伝導度測定法.....	86	(流域管理)
	18) 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	87	(流域管理)
NEW【普及】	19) 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	88	(流域管理)
	20) 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.....	89	(水利制御)
	21) 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.....	90	(水利制御)
NEW【研究】	22) 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	91	(水利制御)
NEW【研究】	23) 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.....	92	(地域資源利用・管理)

- **NEW** とは、令和4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。

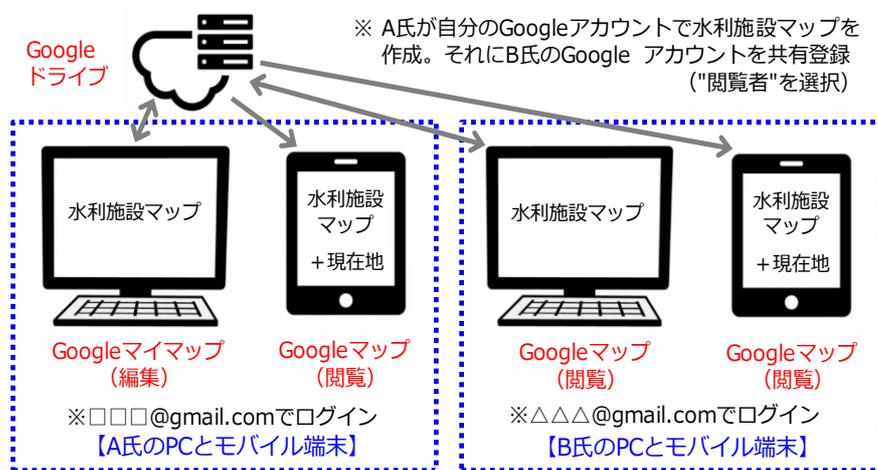


図1 水利施設GISの全体像

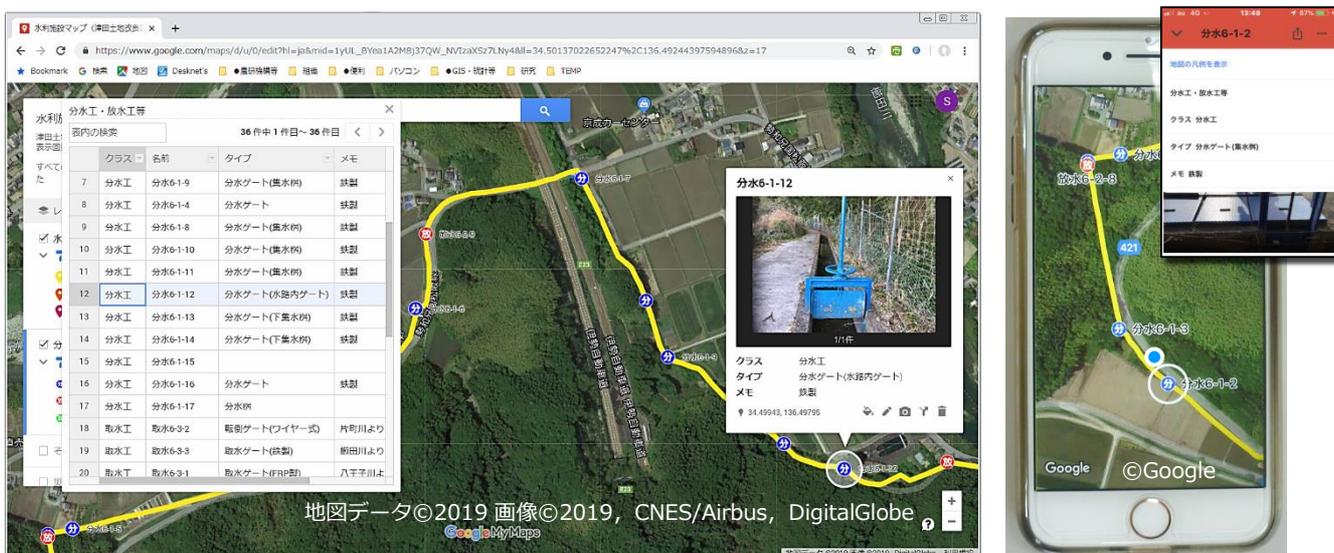


図2 PCのGoogleマイマップ(左)やスマートフォンのGoogleマップ(右)に表示した水利施設マップ

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起因した畦畔法面の局所的な急勾配部分等が把握できる(図2)。



図1 小型UAV空撮から三次元モデル生成までの流れ

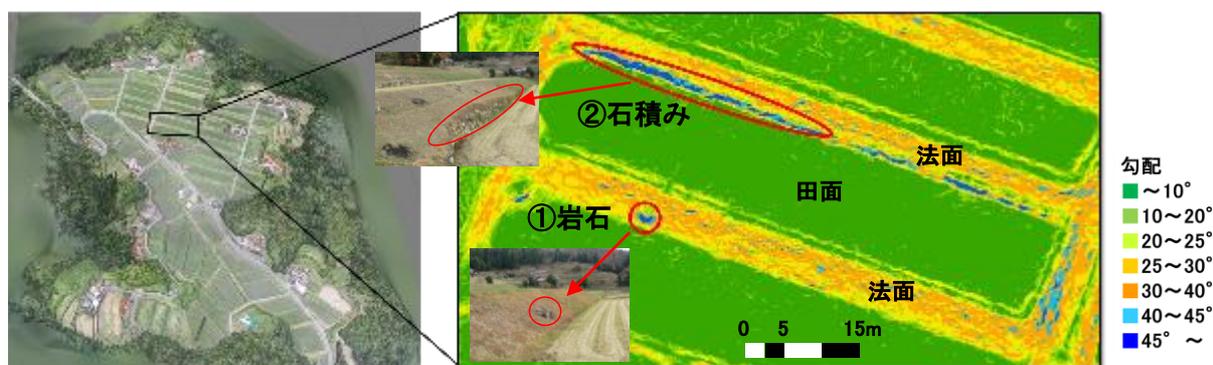


図2 空撮画像(3D表示:左側)と勾配分布図(右側)

ほ場間移動に対応したロボット農機用の スマート農場の設計支援ツール

研究のポイント

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

ツールの概要

- 本ツールには、走行シミュレーションによって走行路の支障箇所を自動的に検出する機能と、デジタルマップを自動的に生成する機能を有しています。
- サイバー空間上に高精度3次元メッシュデータを読み込み、走行路エリアの境界線などを作図します。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は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。

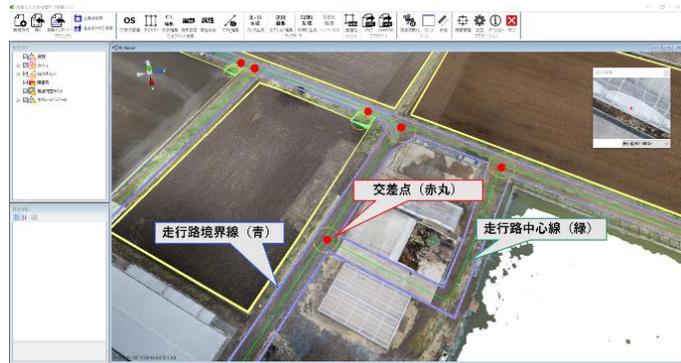
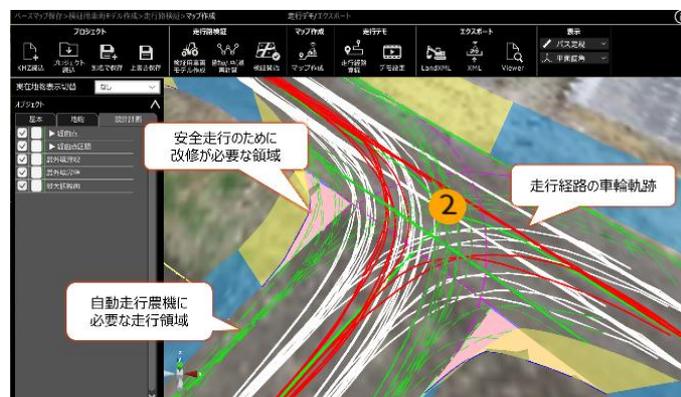


図1 高精度3次元メッシュデータと図化情報



(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

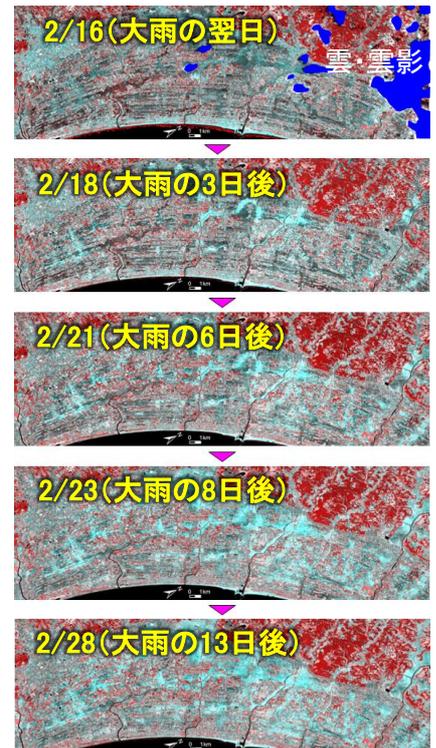
- 排水性の悪い圃場ほど大雨後に田面が乾きにくいことに着目し、大雨後の晴天日（標準的には2～3月、大雨の5～6日後）に観測されたSentinel-2衛星データ（無償）と圃場区画データ（農水省の筆ポリゴン；無償）を用いて水田の排水性の良否を圃場毎に判定する手法を開発しました。

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。

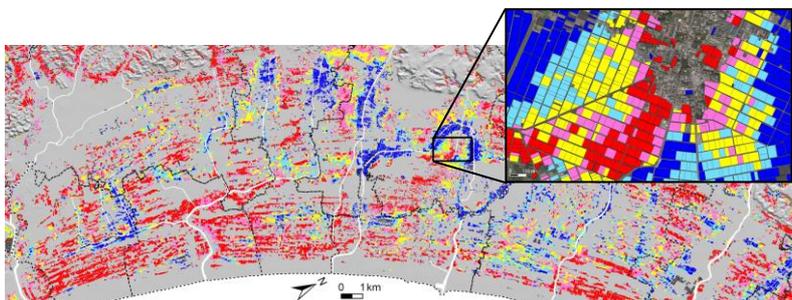
評価手法の概要

- 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。



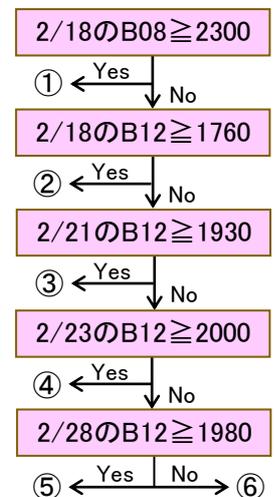
R: Band 8, GとB: Band 12

図1 Sentinel-2衛星画像



千葉県両総用水地区（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

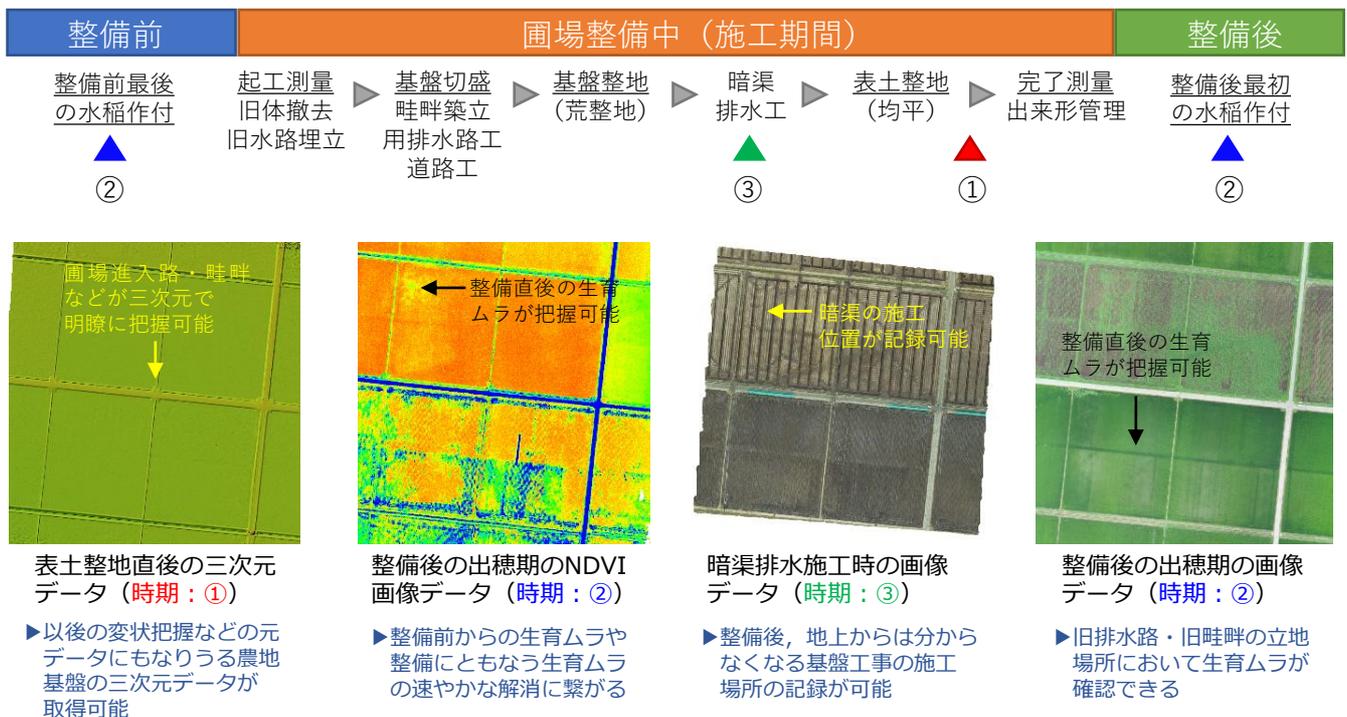
- ◆ 圃場整備の前後は、農地の基盤条件が大きく変化する機会です。
- ◆ 整備前の農地の区画内の条件の違いや、整備期間中の施工履歴や三次元データなどを、以後の営農や維持管理に引き継ぐことが出来れば、整備の効果はより高まります。
- ◆ 一方で、整備前や整備期間中の事象は、機会を逃すと取得が困難なデータでもあり、適切なタイミングで取得する必要があります。

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・直後の水稻作付けの出穂期**：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

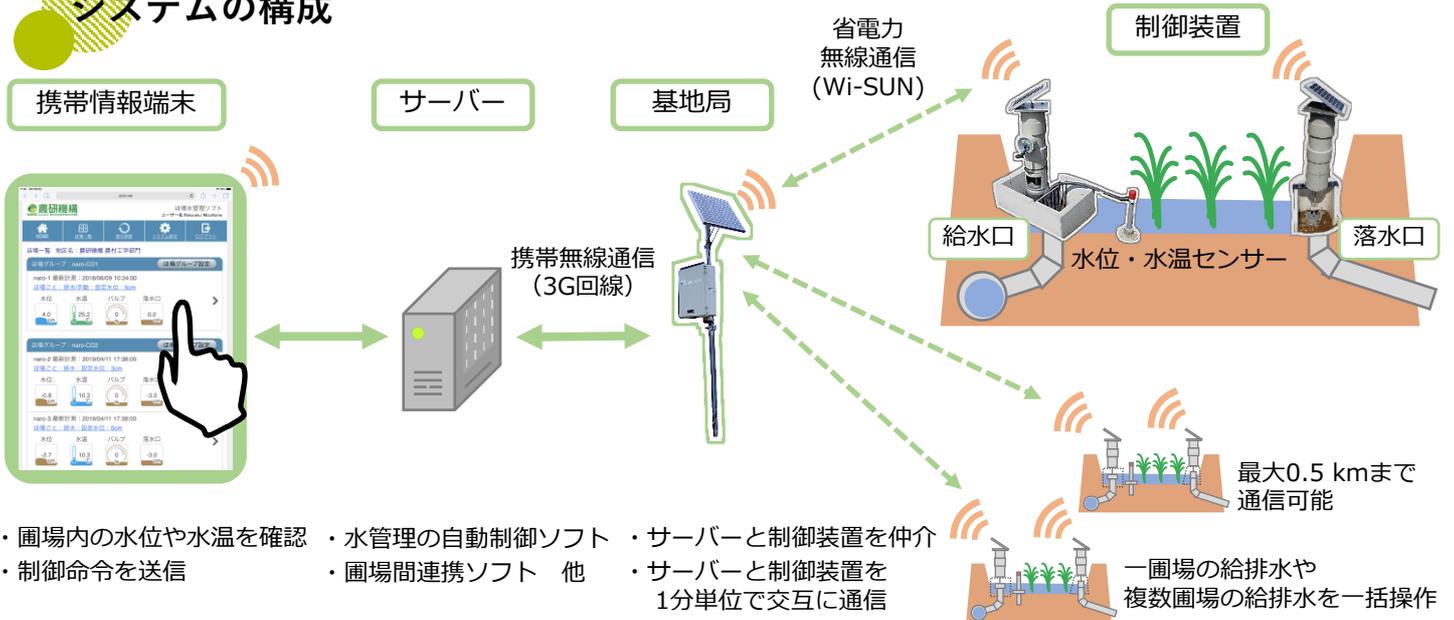


携帯情報端末による遠隔・自動制御が可能な圃場水管理システム

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。

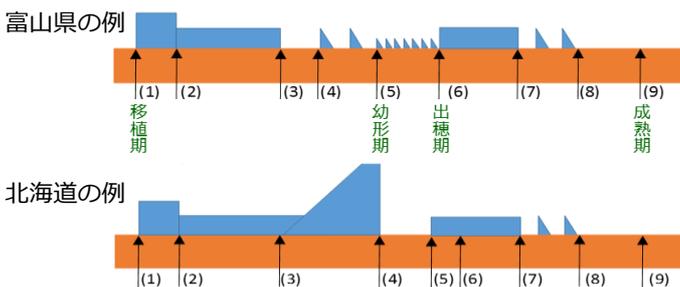
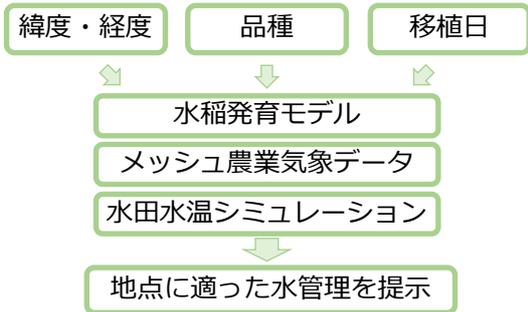
システムの構成



- 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

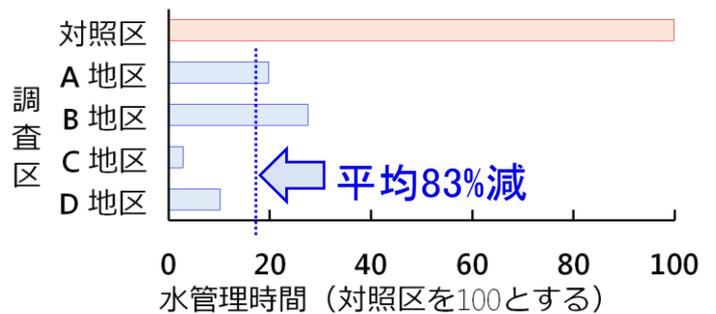
水管理の自動制御

- 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

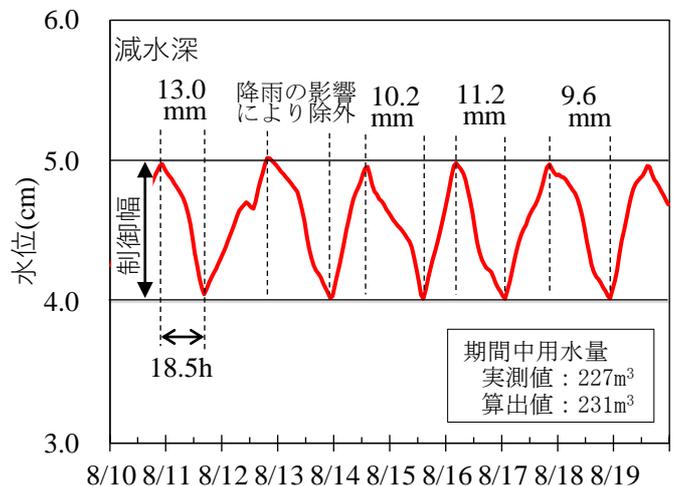
- 圃場水管理システムを導入することで、一定の水位を維持する普通期において圃場ごとの減水深が観測でき、それを元に必要水量の算出が可能となります。

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

広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデル を実装した流域水循環モデル

成果の概要

開発した用水配分・管理モデルは、河川流域から広域灌漑地区を対象に、貯水池運用、取水や水配分等の人為的な水循環過程を表現できます。同モデルを流域水循環モデルに組み込むことにより、任意地点の取水可能量、灌漑地区内の水配分状況を時系列的に表現できます。

特徴

- 人為的な活動を表す用水配分・管理モデルを分布型水循環モデルの基幹部分として組み込むことにより、複数メッシュに跨がる広域な灌漑水田主体流域の水循環を表現できます(図1, 2(a))。
- 取水された用水は灌漑地区内で配分され、その過程は流出過程とは独立して扱います(図2(b))。さらに、日本水土図鑑の灌漑農地と水利施設等の重なり具合から灌漑地区を自動判別し、さらに各施設での取水量を受益メッシュ群(図3)と各メッシュ内の水田に配水します。
- 用水配分・管理モデルを実装した流域水循環モデルを用いると、任意の地点と時間で流域の水循環が精度良く表現されます(例えば計算・観測流量の比較, 図4)。
- 一連のモデルは、日本の灌漑主体である109流域における還元率の推定、農業水利用への気候変動の影響評価、「流域灌漑方式」の提案、さらには震災からの復興計画策定等に役立ちます。

具体的な成果

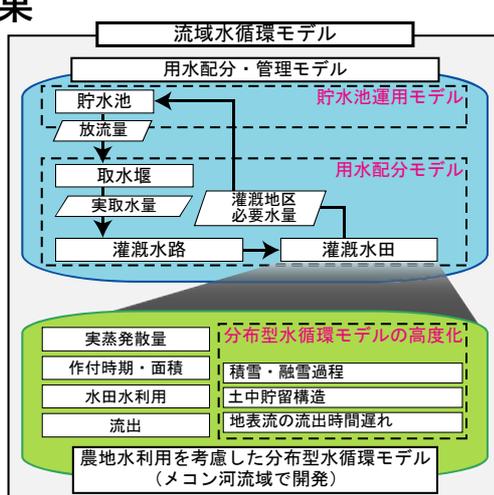


図1 用水配分・管理モデルを統合した流域水循環モデルの構造

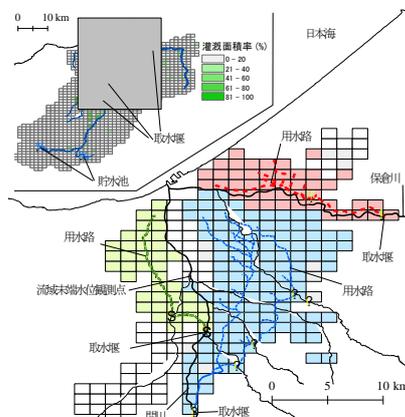
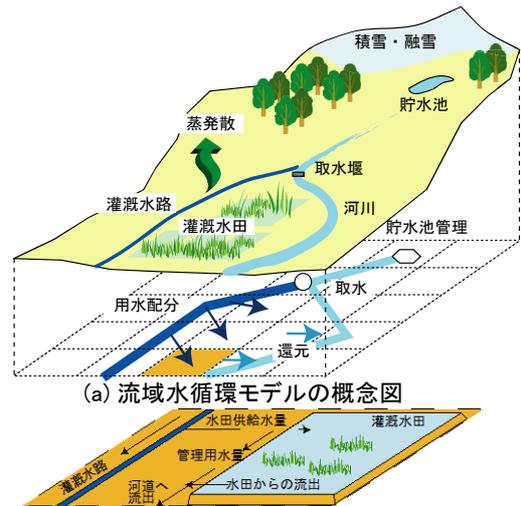


図3 主要な取水施設の位置情報と広域灌漑地区の受益地分類(色分け:分類・特定した受益地)



(a) 流域水循環モデルの概念図
(b) 分割メッシュ内の用水配分・管理過程
図2 用水配分・管理モデルを実装した流域水循環モデルの構成

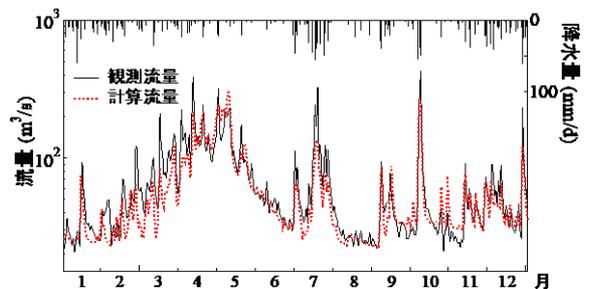


図4 流域末端水位観測点における2006年の観測・計算流量の比較(2003~2007年で相対誤差27%)

気候変動が農業水利用や水資源に与える影響の全国評価マップ

成果の概要

地域の自然条件、農業水利用の多様性を考慮した農業水利用に対する気候変動の全国影響評価マップです。本マップで各地域の脆弱性を把握し影響の大きい流域を抽出することで、流域単位の詳細なモデリングによる具体的な影響評価を効率的に実施できます。

特徴

- 全国影響評価マップの作成手順は、気候シナリオのダウンスケーリング、実測気候値と気候予測シナリオの偏差を補正するバイアス補正、及び評価モデルである農業水利用過程を考慮できる水循環モデルから構成されます(図1)。気候シナリオには5つのGCM(地球気候システムの数値モデル)から出力された、11通りの気候シナリオを用いています。
- 水循環モデルが出力する5kmメッシュ単位の河川流量から算出した、代かき期、出穂期それぞれの10年確率渇水流量(渇水の指標)、及び洪水期(6~10月)の10年確率日流量(洪水の指標)の変化率を取水施設が存在する5kmメッシュで算出し、流域単位で平均化しています(図2)。
- 各GCMによる評価マップの比較や気候シナリオ間の変化率のばらつきを検討すると(図3)、評価指標や地域などによって不確実性(信頼性)が異なるため、複数シナリオによるマップの比較や評価のばらつきを吟味することが重要です。
- 本マップで気候変動に対して脆弱な地域を抽出した後、個別流域の詳細なモデリングを行うことで、流域・灌漑地区単位の具体的な影響評価や対応策の検討が可能となります。

具体的な成果

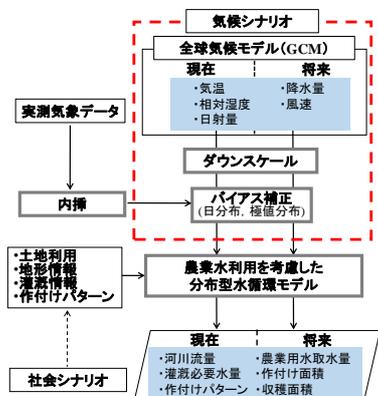


図1 農業水利用に対する気候変動影響評価法の構成

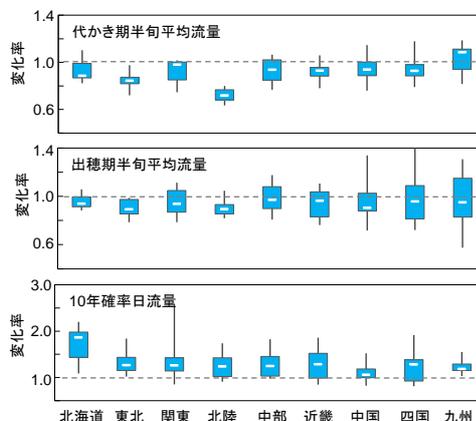


図3 影響評価における不確実性の検討



(1)10年確率渇水流量(代かき期) (2)10年確率渇水流量(出穂期) (3)10年確率日流量

図2 農業水利に対する全国影響評価マップ(RCP4.5)

流域水循環の解析モデルによる 農業用水の河川への還元量の可視化手法

研究のポイント

- 分布型水循環モデルにより、河川への還元水量を流域スケールで評価する手法です。
- 還元量の時空間分布を表現することにより河川の低水流況を精度良く計算でき、用水計画、貯水池の放流量決定、気候変動の影響評価および適応計画の策定等に活用できます。

研究の背景

- 取水と河川への再流入（還元）の繰り返しにより、農業水利用は渇水時の流況を支配します。
- 持続的な水利用計画の策定には、今後の気候変動や土地利用・営農の変化に基づいた水資源評価が必要です。
- しかし、取水・分水量の観測データは基幹的な施設のみに限られるため、土地利用・営農の変化が還元量や河川の低水流況に及ぼす影響を流域スケールで評価することは困難でした。

研究の概要

- 流域での降雨流出と農業水利用を一体的に解析するグリッド型の水文モデルを利用します(図1(a))。

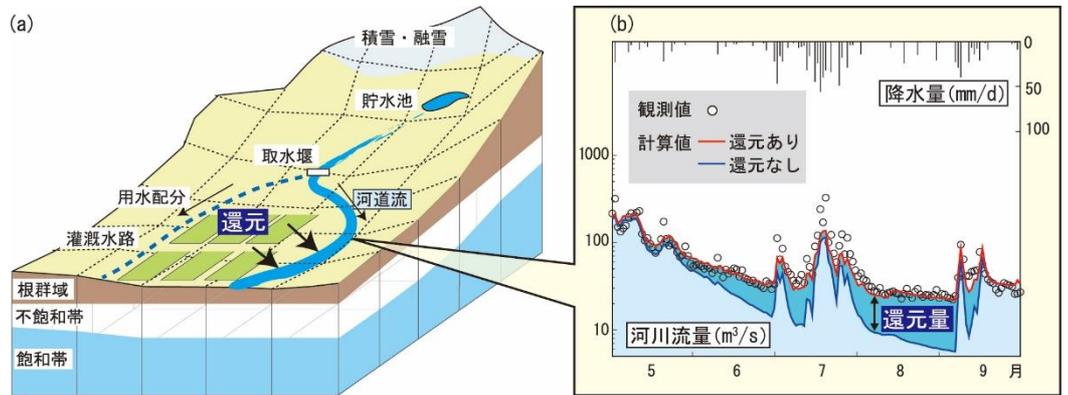


図1 手法の全体像

- 同モデル上で農業用水の流れを追跡する計算モジュールによって、任意のグリッド(地点)で河川流量に占める還元量の比率(還元寄与率)を評価できます(図1(b))。

適用事例

- 本手法により、本川(A川)上にある三基の頭首工(i~iii)で取水された農業用水が還元し、支川上に位置する頭首工(iv~vi)で再び利用されることを可視化できます(図2)。
- A川・B川流域では、支川の頭首工(iv~vi)の還元寄与率は本川の頭首工(i~iii)より高く、還元量への依存度が相対的に高く、流域の土地利用や営農状況の変化の影響を受けやすいことを示しています。

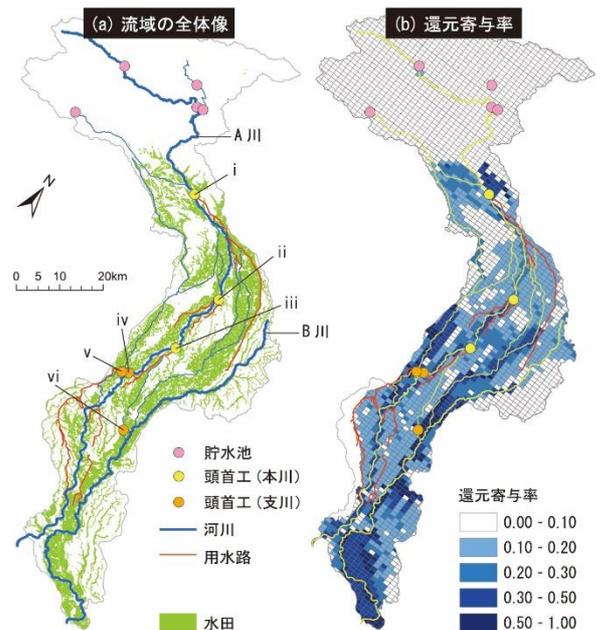


図2 還元量の可視化事例

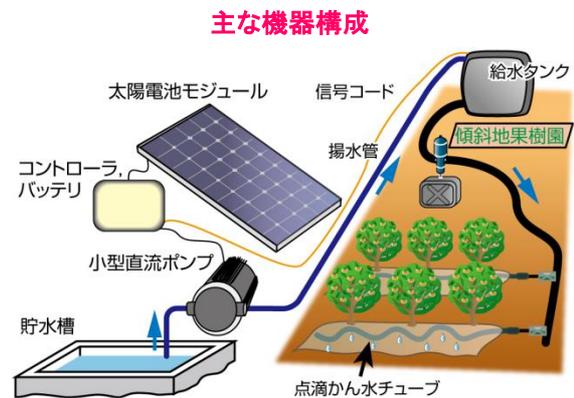
傾斜地の点滴かんがいのためのソーラポンプ

研究のポイント

傾斜地の点滴かんがいの水源を確保するために、小規模独立形太陽光発電システムと小型高揚程ポンプを組み合わせるシステムを提案して実証試験を行い、実用性を確認するとともに、ライフサイクルコストを低減する運転方法を明らかにしました。

研究の背景

- 傾斜地カンキツ園でマルドリ方式(マルチと点滴かんがいで水分状態を制御する方法)の普及が進められていますが、水源が導入の制限要因になることが多くあります。
- 点滴かんがいでは必要な総水量は少なくかん水時間は短いため、太陽光発電を利用して、かん水をしないときに長時間をかけて園地上部の給水タンクへ少しずつ揚水し、必要なときに自然圧力で一気にかん水することが可能です。
- この方法では、バッテリーとポンプの耐久性が低く、これらの劣化を抑制することがシステムのライフサイクルコスト低減のために重要となります。



成果の特徴

- 主な機器構成は、太陽電池、充放電コントローラ、ディープサイクル型鉛蓄電池、高圧小水量型のダイヤフラム式直流ポンプです。
- 標準的な構成は、かんがい面積10a、揚程60m、最大で2日に一回約2000Lのかん水を想定すると、構成例は右表のようになります。
- バッテリーとポンプ両方の劣化抑制のために、タイマを用いたポンプの間欠運転(例えば15分運転30分停止など)を行い、ライフサイクルコストを低減します。

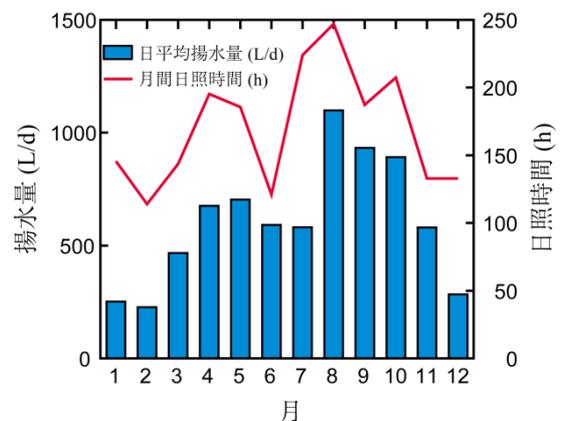
標準的な機器構成の例

太陽電池モジュール	公称最大出力95W × 2
バッテリー	10時間率80Ah × 2
直流ポンプ	揚程90m、定格入力12V
充放電コントローラ	間欠運転用タイマー付き

適用例

約15aのカンキツ園で、概ね15分運転、30分停止、8/10からは20分運転、25分停止の間欠運転を行ったときの、各月の日平均揚水量を右図に示します。かんがいに必要な水量に応じた十分な量の揚水を行うことができました。

実際の使用における揚水量



導入のためのマニュアルを公開しています。下のURLまたは左のQRコードをご利用ください。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/056734.html

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

モバイルGISアプリを用いて荒廃農地を効率的に把握

研究のポイント

農地の現況調査の効率化に資するため、モバイル端末の操作に不慣れな者でも利用しやすい、モバイルGISアプリを用いた踏査手法を開発し、そのマニュアルをインターネットで公開しました。

研究の背景

荒廃農地調査が市町村と農業委員会により毎年行われています。また、多面的機能支払交付金の交付対象農地の管理状況の現地確認も義務づけられています。これらの踏査(荒廃しているかどうかを一筆毎に把握)は多大な労力を要しています。

手法の概要

- 踏査は、図1に示す、Geometry社のモバイルGISアプリ「iGIS」(背景地図はGoogle Earth画像)が搭載されたタブレット端末「iPad」と、Google Earth Proで作成されたプリントを携帯して行います。
- iGISに、農地台帳に所在(大字・地番)が記載されている土地(以下、台帳農地)、前年の調査で荒廃農地と判定された農地などのGISデータ(Shape file形式)を装備します。
- iGISで現在地を確認しながら踏査を行い、荒廃農地が見つければ、iGISでそれがどの台帳農地に該当するのかを特定し、上記のプリントあるいは地番図プリントにペンで記録します。あるいは、台帳農地ポリゴンをタップしてその所在を読み取り、野帳に記録します。



※黄色のポリゴンは台帳農地、水色と赤色のポリゴンは前年の調査で荒廃農地(それぞれA分類、B分類)とされた農地

図1 iPadのiGIS画面と調査用プリント

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。

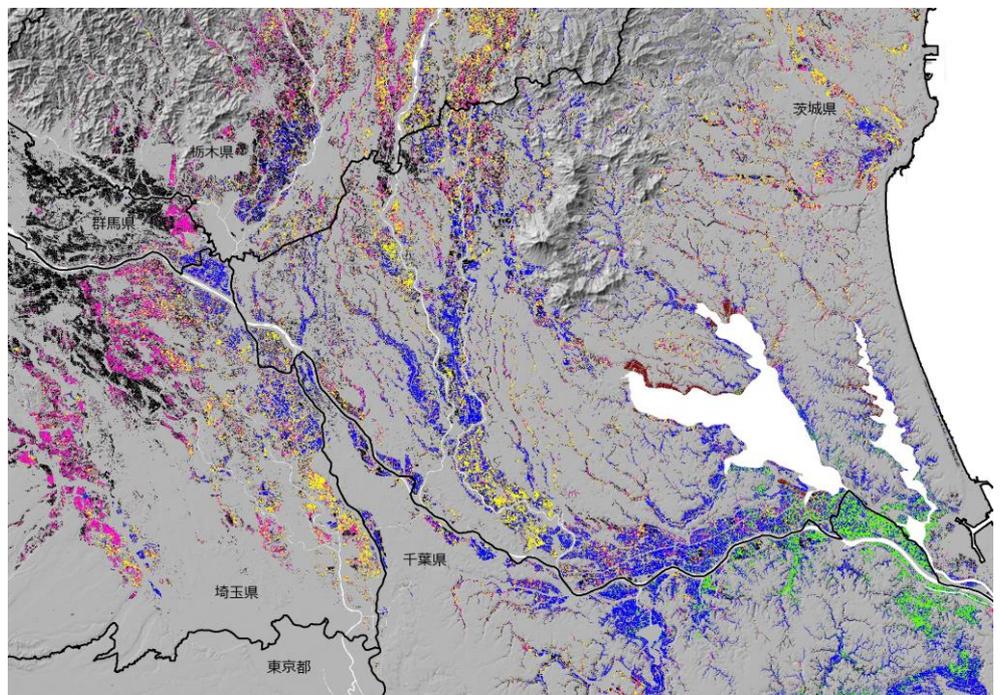
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/131938.html

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。



背景：国土地理院のWEB地図「地理院地図」の陰影起伏図

■ 4月13日以前 ■ 4月14日～4月28日 ■ 4月29日～5月8日 ■ 5月9日～5月23日 ■ 5月23日までに取水なし ■ ハス田

図1 取水開始時期マップ(2019年)

生産者が使える簡単・迅速でリーズナブルな排水改良技術のラインナップ

研究のポイント

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

「カットシリーズ」を用いた
営農排水施工技術標準作業手順書



研究の背景

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

研究の概要

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

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

図 カットシリーズのラインナップと適用土壌の概要

適用事例

- 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 ブレイカー	テンサイ	112	754	673	16,170	81	9.1
	ジャガイモ	122	1,510	1,237		272	16.8
カット ソイラー	ダイズ	128	661	516	34,260	145	8.9
	テンサイ(直播)	120	1,426	1,189		236	6.9
	コムギ	110	1,044	955		89	2.6
心土破碎	アズキ	106	959	903	12,500	56	1.6
	子実トウモロコ	122	304	250		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

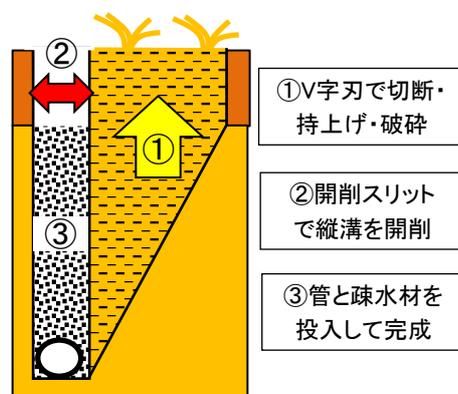
- 石礫の多い土壌でもトラクタだけで暗渠整備できるV字刃を有する施工機を開発(市販機では初)。
- 本機により暗渠整備の低コスト化を達成(バックホウ掘削施工による暗渠の施工費を約6割減)。

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

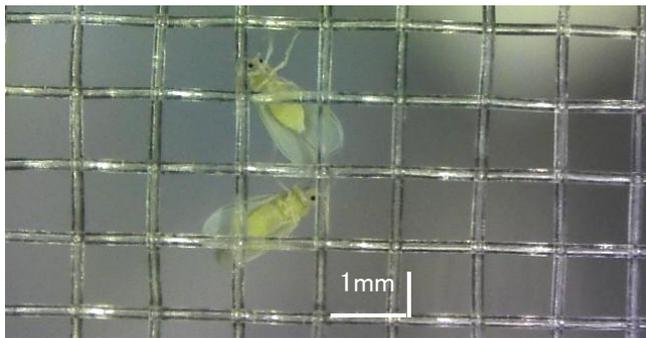
図 本暗渠機「カットドレーナー」の概要

活用方法

- 本機は、トラクタ販売店等で販売予定(2022年夏)。価格は250万円(オプション・税別)。
- 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。

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

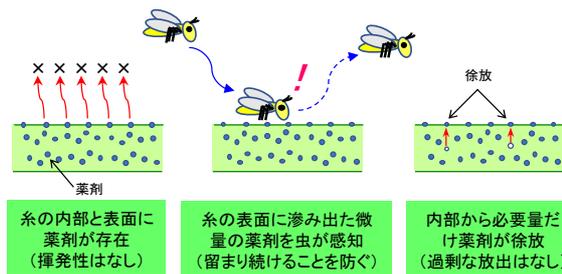
- 近年、コナジラミ類やアザミウマ類などの微小害虫が媒介するウイルス病による園芸作物の被害が問題となっていますが、これら微小害虫の侵入を抑制するには目合いが0.4mm以下の防虫ネットを使用することが推奨されています。
 - 園芸用施設の大規模化や太陽光利用型植物工場の普及が進み、夏期を含めた施設の周年利用のニーズが高まっています。しかし、5～9月にかけての高温期に目合いの小さな防虫ネットを展張すると、施設の自然換気量が減少するため室内の気温が上昇し、作物の生育・収量は低下します。さらに、農作業者の温熱負荷が高まり、熱中症の発生のリスクも高まります。
 - 園芸用施設への微小害虫の侵入を抑制する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

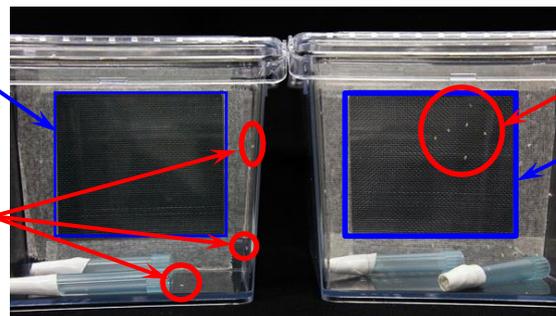


園芸用施設に施工された新防虫ネットの実施例



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し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。

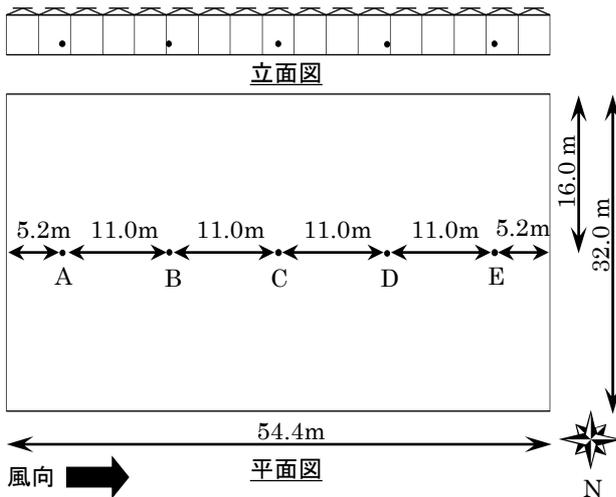


図1 17連棟のフェンロー型温室の平面・立面図および測定点(●)の配置

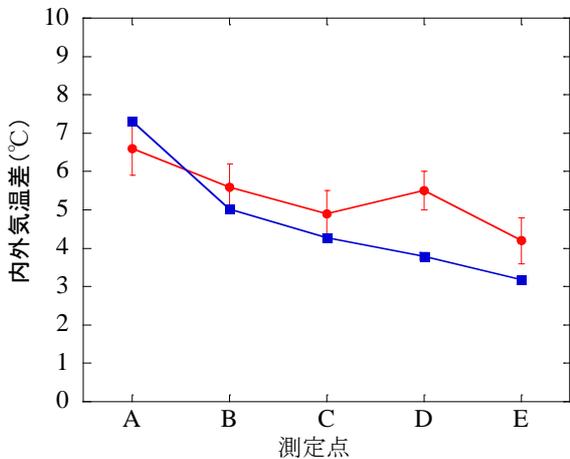
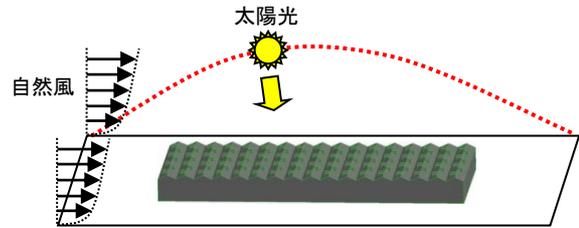


図3 フェンロー型温室内の内外気温差の実測値(●)と計算値(■)の比較
Iは標準偏差を示す(n=120)

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)。



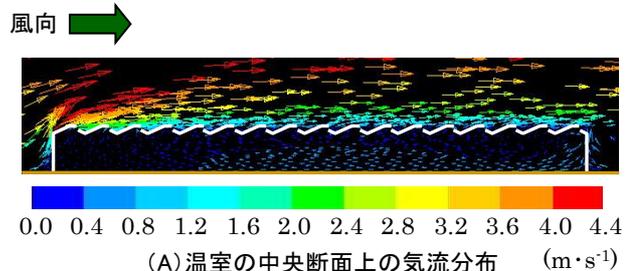
3次元のフェンロー型温室モデルの作成[1]

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

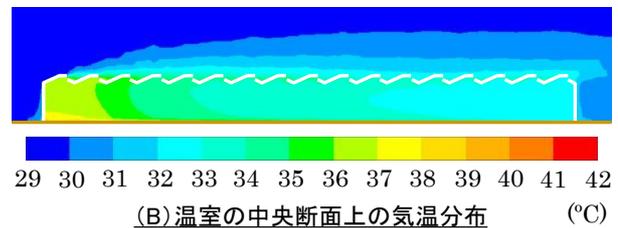
境界条件[3]
 ・地表面: アルベド、地表面伝熱量
 ・被覆材料: 密度、比熱、熱伝導率、厚さ、透過率

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



(A) 温室の中央断面上の気流分布 (m·s⁻¹)



(B) 温室の中央断面上の気温分布 (°C)

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。

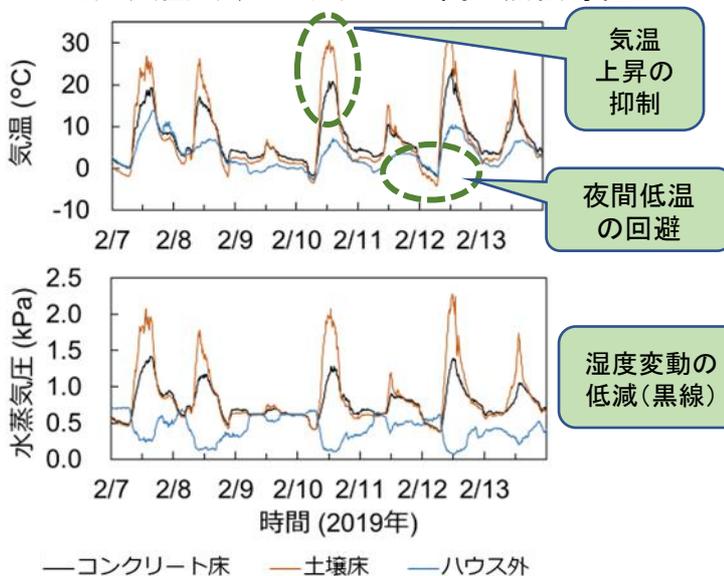


図2 床材の違いによるハウス内の温熱環境変動の違い

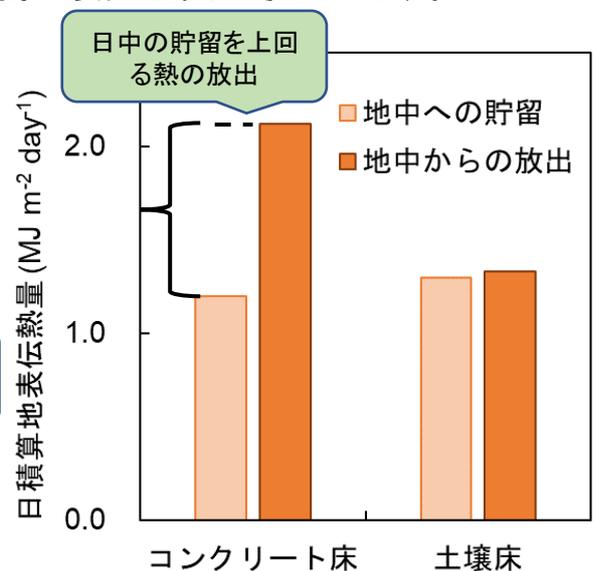


図3 各床材表面での熱の貯留・放出

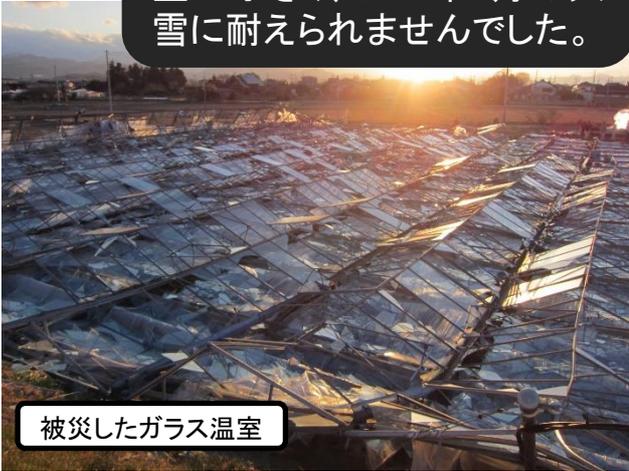
期待される活用例

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。

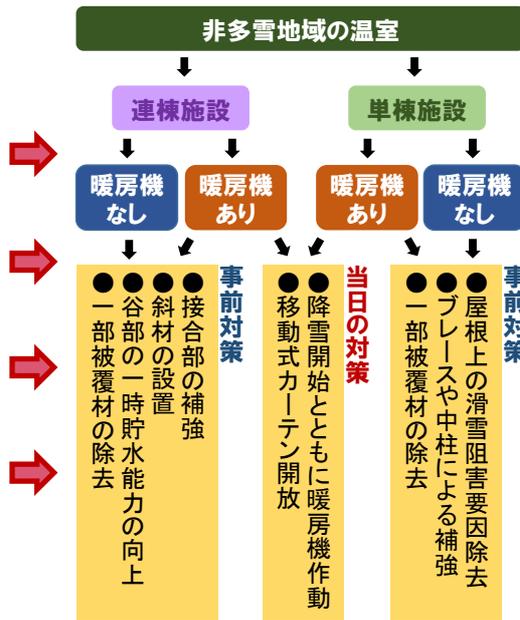
非多雪地域における温室の雪害対策



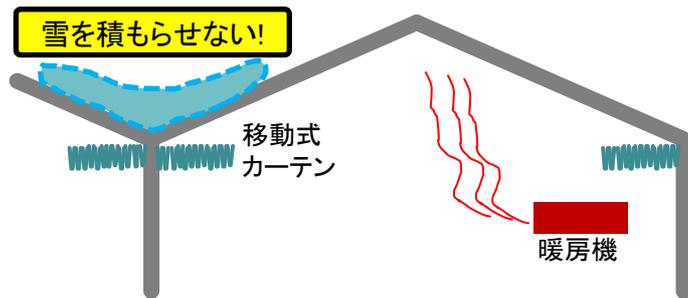
非多雪地域、いわゆる“非雪国”では温室の設計積雪荷重が小さく、2014年2月の大雪に耐えられませんでした。



被災したガラス温室

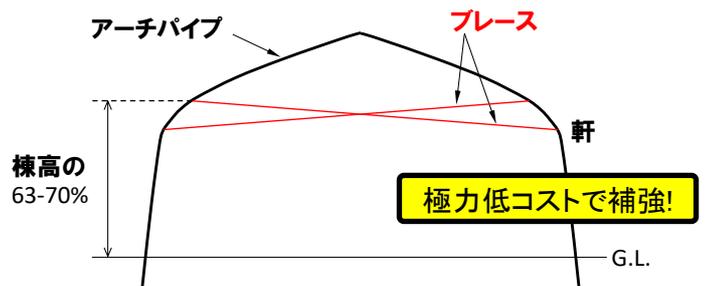


非多雪地域温室の雪害対策をまとめてみました。
①屋根上の雪の除去、
②構造の弱い箇所の補強が重要です。



降雪初期から移動式カーテンを開放した上で暖房機を作動させます。谷部の融雪水が室内に浸入しないよう注意します。

連棟



単棟



棟高の70%程度の箇所にブレースを設置すると、パイプハウスの耐雪強度が最大で3倍程度増加します。

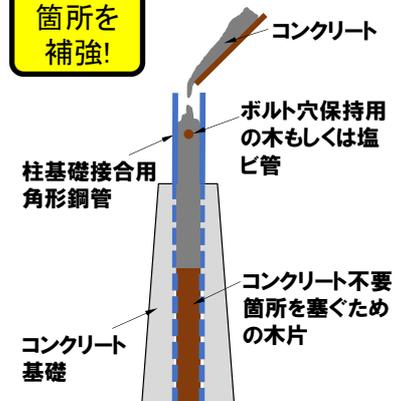


柱基礎接合部の破壊が顕著でした。



接合用鋼管内にコンクリートを充填すると曲げ耐力が25%程度増加します。

弱い箇所を補強!



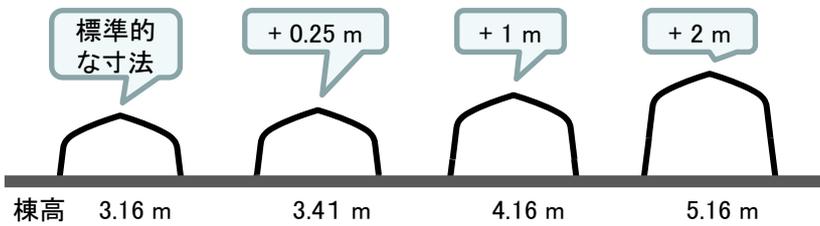
森山ら (2014): 平成26年豪雪により被災した温室の実態調査, J.SASJ

パイプハウスの軒高の増加が耐風性能に及ぼす影響

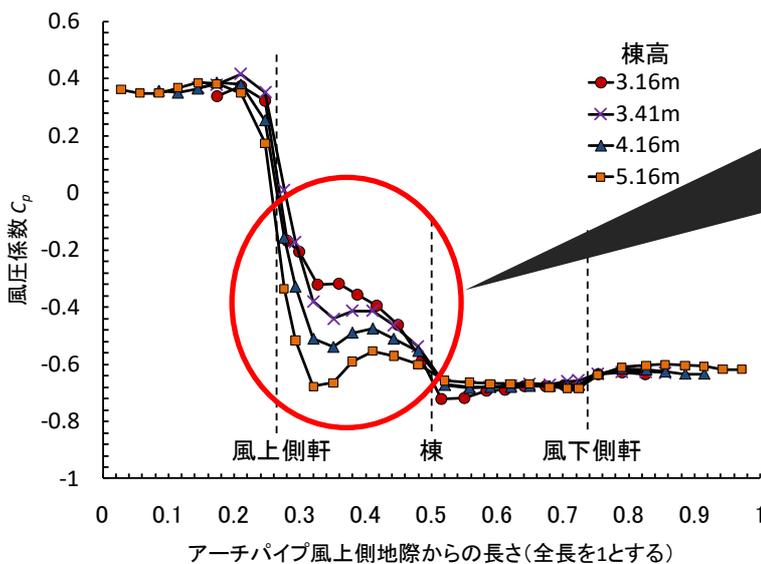
室内温度環境のバッファー空間や各種環境制御装置設置空間創出のために、温室の高軒高が進んでいます。パイプハウスについても同様の試みがあります。



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。



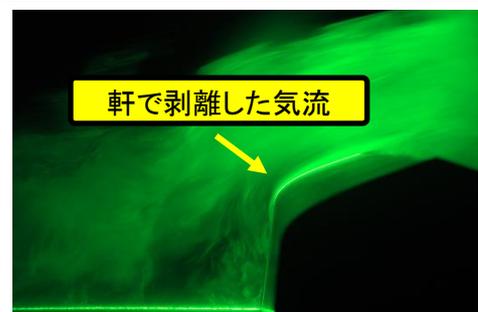
従来のパイプハウス(棟高3.16m)に対して、棟高を0.25, 1, 2m高したパイプハウスを対象に、風圧力分布を風洞実験で求めました。



中央断面の風圧係数

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。



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

「平成30年台風21号」による パイプハウスの被害の特徴と対策

研究のポイント

- 風圧力の向き、パイプハウスの配置条件ごとに異なる強風対策をまとめました。
- 各パイプハウスの置かれた条件で、ハウスの脆弱ポイントは異なります。
- 風圧力および配置条件に適した強風対策を示すことで、過剰なコストをかけないハウス防災を構築します。

研究の背景

- 2018年の台風21号は、被災範囲が広く、各地で多様なパイプハウス被害がみられました。被災したパイプハウスは、風圧力の向き、隣接棟の有無、防風施設の配置条件、周辺の土地利用条件、地形によって、異なる被災パターンを示しました。各条件に適した強風対策を実施する必要があります。

研究の概要

- 台風21号によって被災したパイプハウスの現地調査を行い、ハウスの周辺気流性状、およびハウス構造特性を軸に、被災パターンを区分しました。
- 風上側に風の障害物がない場合、側面のパイプが転倒します(図1)。
- 水田の跡地など排水条件が悪い土地では、パイプ地際の腐食もこのパターンの被災を助長します。
- 室内外からの部材追加による軒の移動抑制が有効です。

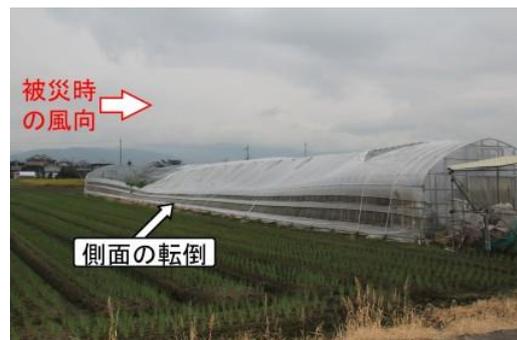


図1 側面の正圧で被災したパイプハウスと気流の概要

- 風上側の障害物によって発生した気流は物体を引く圧力を有するため、ハウスが浮き上がり被害を受けず(図2)。
- 防風ネットにより、圧力を減少させることが重要です。
- 地盤の支持力を低下させないよう、雨水による飽和抑制目的で防草シートの敷設も有効です。
- 再付着については梁を屋根部に設置します。



図2 負圧で被災したパイプハウスと気流の概要

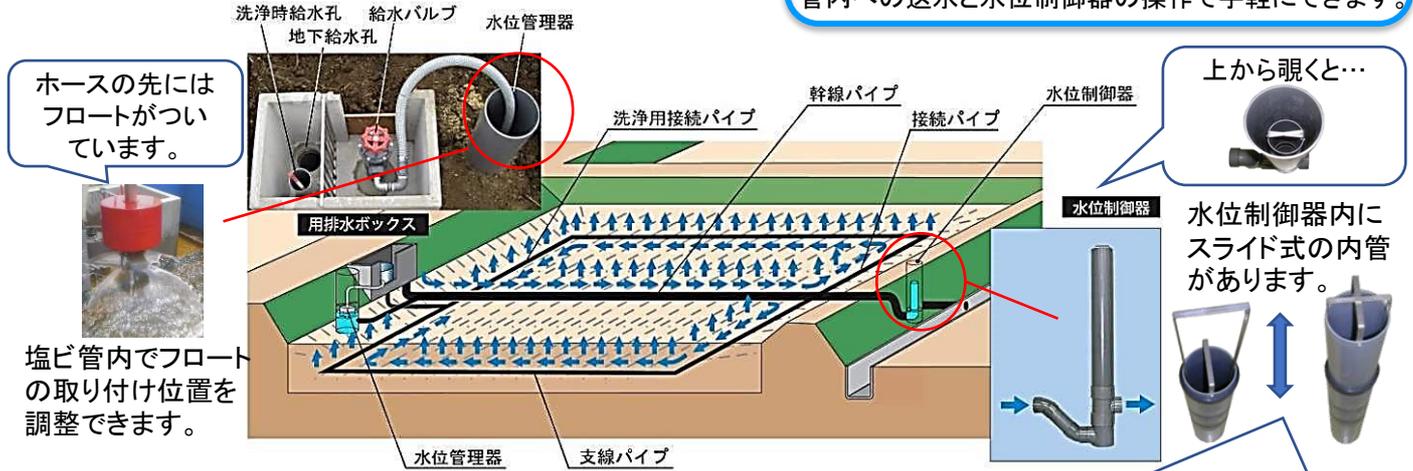
地下水水位制御システムFOEAS

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

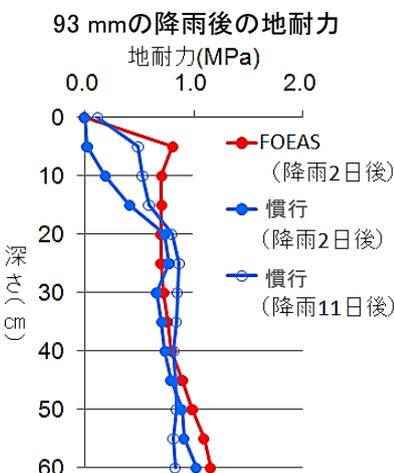
- 給水口から地下に埋設した幹線パイプ・支線パイプに送水し、地下灌漑ができます。地下からの灌漑水がほ場全体に行き渡るよう、パイプに直交する向きに補助孔(弾丸暗渠)が1 m間隔で施工されています。
- 給水側の水位管理者のフロートの位置、排水側の水位制御器の内管の位置を操作することで、灌漑水の流入および排水を調整できます。
- 幹線パイプ内は手軽に洗浄できます。また、補助孔を定期的に施工することで、機能が維持されます。



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
「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)
技術移転部移転推進室(TEL:029-838-7677)までお問い合わせください。

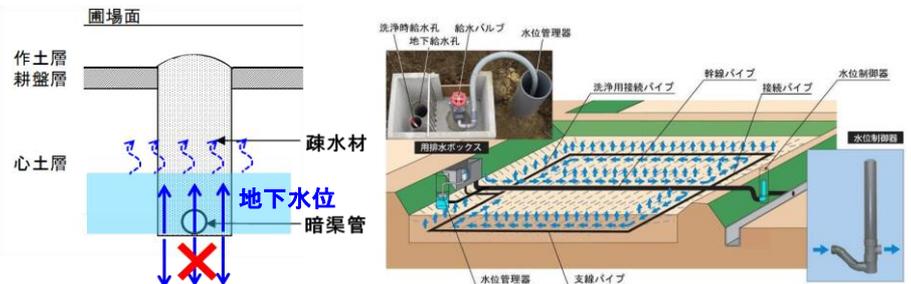
地下水位制御システムFOEASの導入条件

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。

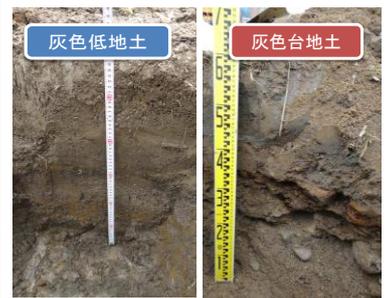
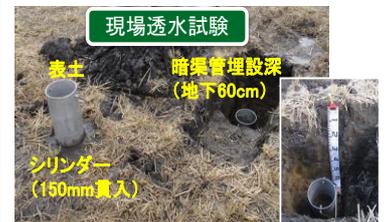
●FOEASを導入した13地区の用水量調査や収量調査から導入の可否を判断

●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

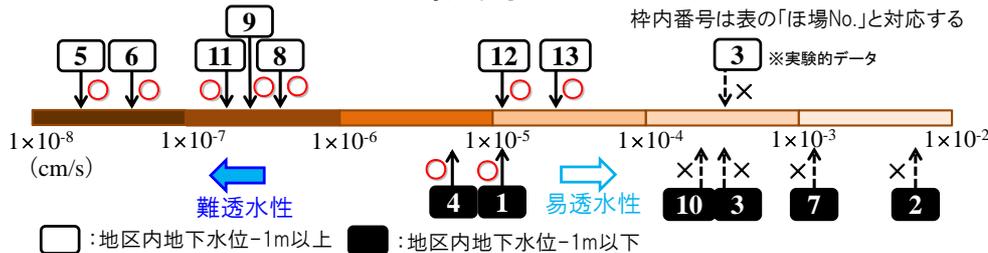


ほ場No.	地区	土壌	1) 地区内地下水位	2) 土壌の透水性		地下水位制御システム機能発揮状況				評価指標
				現場透水係数(lb)(cm/s)	室内透水係数(Ks)(cm/s)	地下水位制御	地下かんがい	作物 ³⁾ 増収	可否 ⁴⁾	
1	K県K地区(1)	灰色台地土	-1m以下	-	1.3×10 ⁻⁵	○	○	○	○	水稲収量(FOEAS:581kg/10a,対照:546kg/10a),地下かんがいによる用水削減,転作大豆収量(FOEAS:320kg/10a,対照:185kg/10a)
2	K県K地区(2)	灰色台地土	-1m以下	-	6.9×10 ⁻³	×	×	-	×	地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	5×10 ⁻⁴ ~1.5×10 ⁻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

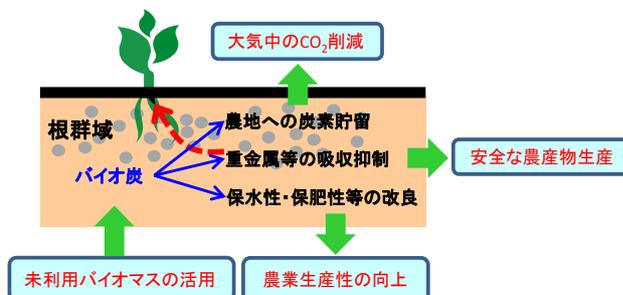
バイオ炭の理化学的特徴を考慮した畑地基盤の改良技術

研究のポイント

農村地域から発生するバイオマスから製造される各種のバイオ炭は多様な理化学的特徴を有します。バイオ炭の理化学的特徴を考慮することで、炭素貯留を行いながら畑地基盤を効果的に改良することが可能となります。

研究の背景

- 地域で発生するバイオマスからバイオ炭を製造し、農地に資材として施用することで、炭素貯留を行いながら土壌理化学性の改善が期待できます。
- バイオ炭の理化学性は一様ではなく、原料や生成温度によって大きく異なります。



バイオ炭を用いた土壌改良の効用

各バイオ炭の土壌改良への適否

バイオ炭の理化学性の測定結果から、酸性矯正やリン供給を主目的とする場合には鶏ふん由来バイオ炭が、保水性の改良には木質系や作物残渣由来のバイオ炭が、保肥性の改良には低温生成の木質系バイオ炭の利用が推奨されます。

バイオ炭の理化学性を考慮した土壌改良への適否

原料	生成温度	保水性改良	保肥性改良	土壌酸性改良	リン供給	NO ₃ 吸着機能の改良
木質チップ	低温	○	○	×	×	×
	高温	○	×	△	×	○
孟宗竹	低温	○	○	△	×	×
	高温	○	×	○	×	○
籾殻	低温	△	○	△	×	×
	高温	△	×	○	×	△
さとうきびバガス	低温	◎	×	×	×	×
	高温	◎	×	△	×	△
鶏ふん	低温	△	×	◎	◎	×
	高温	△	×	◎	◎	×
集落排水汚泥	低温	×	×	△	○	×
	高温	×	×	△	△	△

現地への適用例

北陸管内において、保水性・保肥性が乏しい砂丘地土壌を改良するための資材として低温で生成された木質チップ由来のバイオ炭を選択し、農家圃場に施用した結果、保水性・保肥性ともに有意に増加することが確認されました。

また、沖縄県において、保水性が乏しい石灰岩質土壌にさとうきびバガス由来のバイオ炭を施用した結果、土壌の保水性等が改良され、さとうきびの生育が向上することが実証されました。



バイオ炭の製造・農地施用の流れ

さとうきび栽培試験の様子

水蒸気移動を考慮した地中熱ヒートポンプの採熱効率の数値シミュレーション手法

研究のポイント

カーボンニュートラルを実現するために農業分野への導入が期待されている水平型地中熱ヒートポンプについて、計算負荷が少なく、かつ精度良く熱交換器の採熱効率を評価するための数値シミュレーション手法を開発しました。

研究の背景

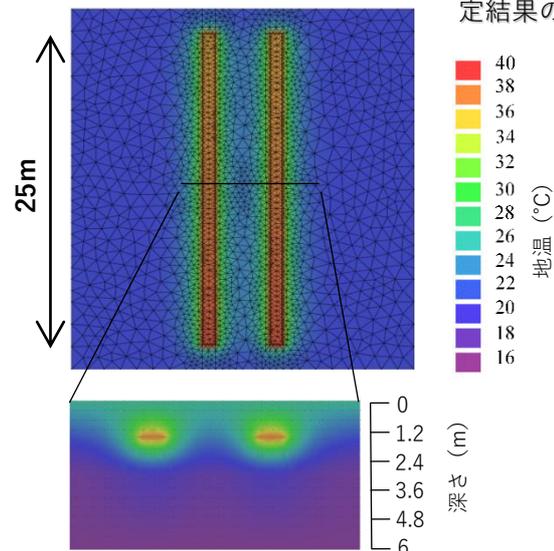
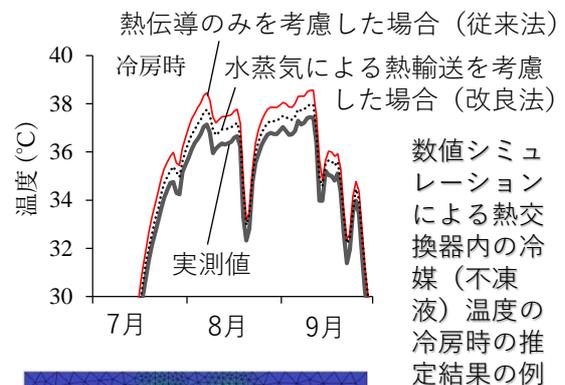
- 農業分野で温室効果ガスの排出量の割合が高い温室の冷暖房に使われるエネルギーの節約が求められています。
- 日本では深さ50~100 m 程度まで掘削して熱交換器を埋設する鉛直型地中熱ヒートポンプが都市部を中心に普及していますが、初期費用が高すぎて農業での利用が困難です。
- そこで、より導入コストが安い深さ1.5 m 程度に熱交換器を埋設する水平型地中熱ヒートポンプの利用が期待されていますが、空気・水・土が入り混じる浅層における熱交換器周囲の熱移動プロセスは不明な点が多く、ヒートポンプ導入時にどれくらいのエネルギー削減効果が期待できるかを正確に推定することができませんでした。

評価法の特徴

- これまでの地中熱ヒートポンプの数値解析では考慮されてこなかった、温度勾配下での土壌中の気相を移動する水蒸気による潜熱輸送量を考慮することで、土壌中の熱の移動量を高精度に推定できます。
- 水蒸気移動による潜熱輸送量を考慮した見かけの熱伝導率を地温のパラメータとして計算することで、土壌水分移動を考慮する必要がなく、計算負荷が少なく、安定した3次元の熱移動の計算が可能です。
- 本手法を使わずに、水蒸気移動を含む土壌水分移動を計算した場合、水平型ヒートポンプの熱交換器を埋設した場合に必要な3次元の熱・水同時移動の計算を従来の方法で実施すると、スーパーコンピュータークラスの計算リソースが必要ですが、今回開発した手法により、同程度の熱輸送の計算がパソコンレベルの計算能力で実現可能です。

期待される活用例

土壌の熱的な性質や気象条件が異なる様々な農地に水平型地中熱ヒートポンプを導入するためのポテンシャルマップの作製や、水平型地中熱ヒートポンプ導入を検討する際に採熱効率を評価してエネルギーコスト削減効果を試算することなどに活用できます。



本手法を用いた地温の3次元解析結果の例 (冷房時)

炭化温度による鶏ふんに含まれる肥料成分の濃度増減の特徴

研究のポイント

鶏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。各肥料成分の供給可能な形態の濃度は炭化温度によって変わり、またその変化は成分によって異なる特徴があります。資材の用途によって炭化温度を設定することで鶏ふん炭内の成分濃度が調整可能です。

研究の背景

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。鶏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。さらに、炭化をすることで成分濃度を高めることができます。

濃度増減の特徴

- 成分ごとに炭化後濃度が原料より高くなるまたは低くなる温度帯が存在します。例えばリン酸は、土壌に溶け出しやすい可溶性成分濃度が比較的低温で高まり、600℃以上では原料より低くなります。一方、緩く効くク溶性成分は温度が高いほど濃度は高くなります(図1)。
- 各成分の可溶性濃度変化を図2にまとめました。亜鉛の成分濃度を高めたい場合は有意な増加が示された400—600℃で炭化するなど、成分に応じて炭化温度を決定できます。

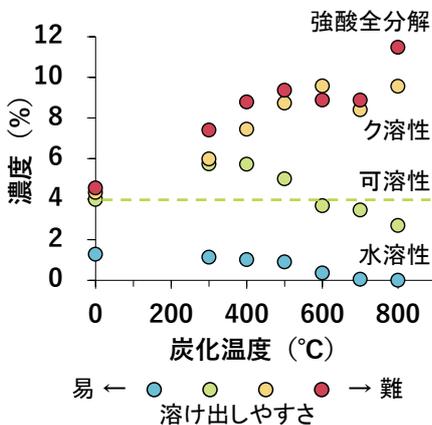


図1 鶏ふん炭中のリン酸濃度

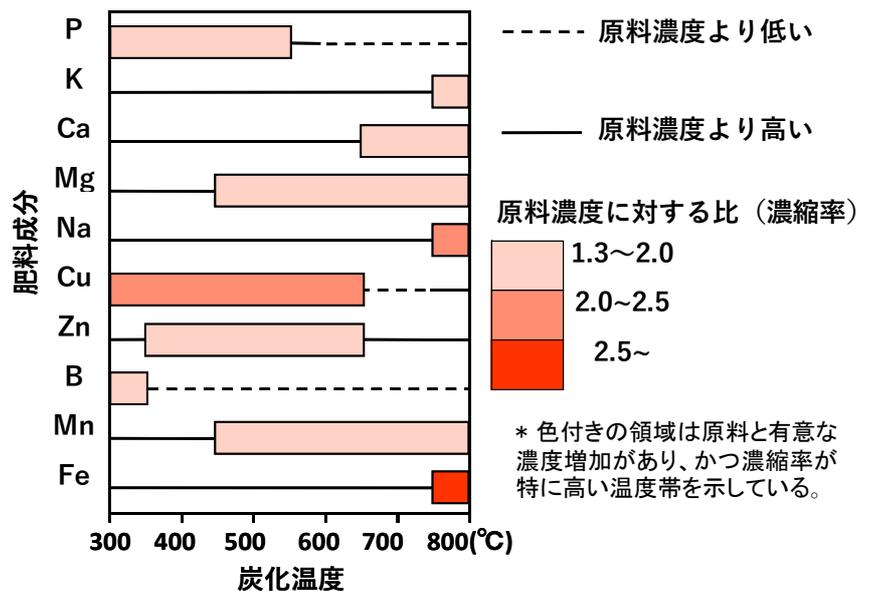


図2 炭化温度による鶏ふん炭内の可溶性成分の濃度変化

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(写真1)。酸性土壌を矯正したい場合はカルシウム濃度が高くなる温度帯の炭を使用するなど、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。写真1 化学肥料に粉衣した鶏ふん炭



鶏ふん炭の熔リン代替利用による土壌改良効果

研究のポイント

- 基盤整備等での土壌改良においては、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、土壌の酸性矯正やリン酸補給と同時に、土壌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、土壌への炭素貯留が可能となります(図1)。

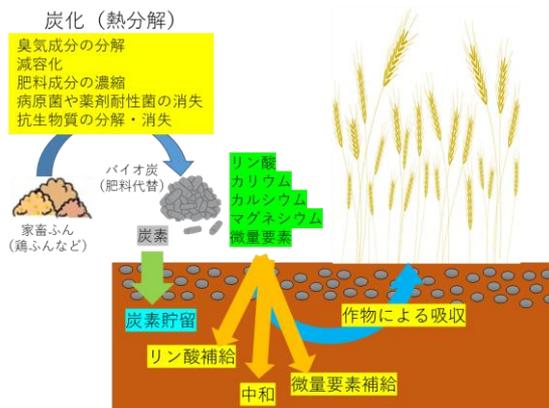


図1 鶏ふん炭の農地利用の効用

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、土壌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壌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、土壌の酸性矯正やリン酸補給に加えて、土壌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壌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壌改良での活用が期待されます。

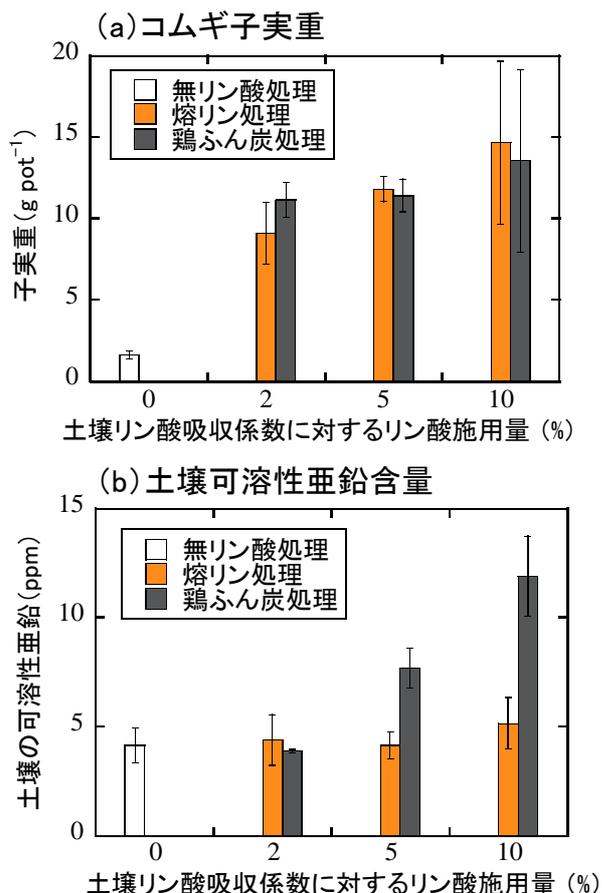


図2 熔リンならびに鶏ふん炭によるリン酸の施用が(a)コムギ子実重、(b)土壌可溶性亜鉛含量に及ぼす影響

住民参加型「田んぼの草花調査」手法の開発

研究のポイント

多面的機能支払交付金(旧農地・水・環境保全向上対策)などでの「生きもの調査」活動を想定し、植物知識の多寡に関わらず、参加者の誰もが満足できるような方法を開発しました。

研究の背景

- 「生きもの調査」は、農村が有する生物との触れ合いから、農業や農村への住民の理解を促進します。
- 水田畦畔にみられる「草花」は、カエルや昆虫などの生息に大きな影響を及ぼしています。
- 魚類やカエルなど動物の調査法の提案はありましたが、畦畔の草花についてはありませんでした。

手法の概要

本手法の概要は右図のとおりで以下の特徴を有します。

- 新たに開発したポケット版の専用図鑑を用いることにより、全国の畦畔で草花調査が可能
- 参加者の人数や属性、植物知識の多寡に応じて、調査活動プログラムを簡便に設計可能
- 調査票の工夫や地域の植生の健全度を図る指標の提示により、継続的な調査活動への参加モチベーションを高めることが可能

適用事例

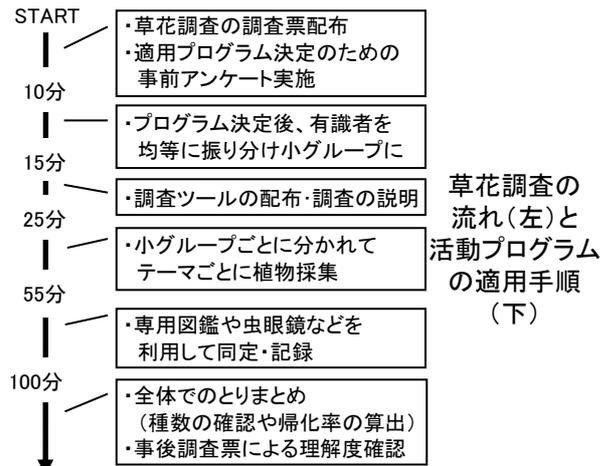
宮城県大崎市の6地区で本手法を適用したところ、全確認草種の6～8割程度が専用図鑑の掲載種で、参加者からは高い満足度が得られました。

開発した「田んぼの草花調査」手法の適用

	地区	A	B	C	D	E	F
実施月日		7/20	7/20	8/23	8/23	8/24	9/10
参加人数(うち子ども)		26(15)	12(0)	24(15)	18(12)	6(3)	5(0)
適用プログラム		P6	P6	P6	P6	P5	P4
全確認草種 ^{注1)} (A)		42	63	50	57	48	55
うち専用図鑑掲載種(B)		26	45	37	39	41	44
うち参加者の確認種(C)		16	24	31	33	28	38
(B)／(A)		62%	71%	74%	68%	85%	80%
(C)／(A)		38%	38%	62%	58%	58%	69%
参加者の満足度 ^{注2)}		—	—	90%	75%	100%	80%

注1: 対象畦畔の事後調査で観察された全種数。

注2: 事後アンケート(高校生以上)で、「満足」の感想が得られた割合。



参加者の属性と人数から属性タイプを決定

属性	高校生以上のみ			大人と中学生以下が半々程度			中学生以下が多数を占める		
	10名以下	10~30名	30名以上	10名以下	10~30名	30名以上	10名以下	10~30名	30名以上
属性タイプ	AI	AII	AIII	BI	BII	BIII	CI	CII	CIII
植物知識のある参加者(有識者)	人数少なく、有識者が多い場合								
多数: 数名 なし	・全出現種を採集、各人で作業(P1,P2)								
	・未同定種の標本作製(P1)								
A.I	P1	P2	P4	人数少なく、有識者も少ない場合					
A.II	P3	P5	P6	・全出現種を採集、グループで作業(P3)					
A.III	P5	P6	P6	・開花期の草種を採集、各人で作業(P4)					
B.I	P2	P3	P5	人数多く、有識者が少ない場合					
B.II	P5	P5	P6	・開花期の草種を採集、グループ作業(P5)					
B.III	P5	P6	P6	・花の色を決めて採集、グループ作業(P6)					
C.I	P2	P4	P6						
C.II	P5	P6	P6						
C.III	P6	P6	P6						

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。

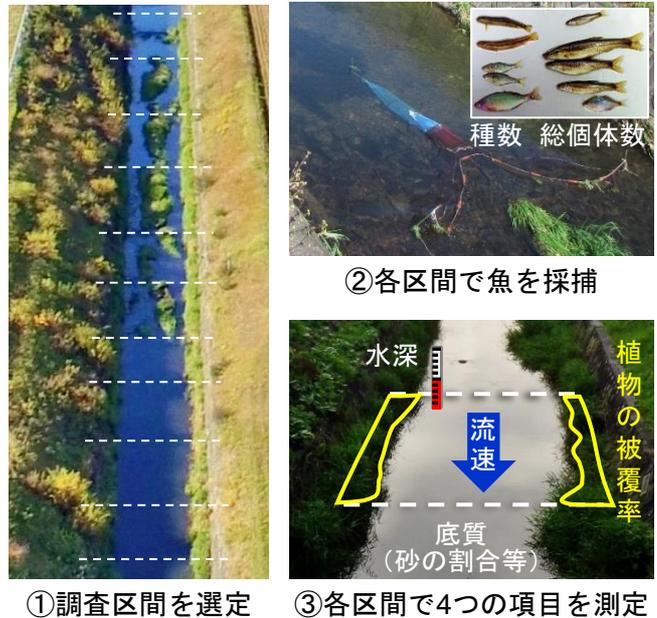


図1 現地調査の概要



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)に関与している点で重要です。保全のためには、適切な生態系配慮対策や施策を講じることが求められます。

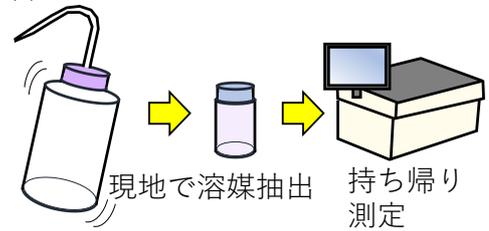
評価法の特徴

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

期待される活用例

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

(a) 河川水のラドン濃度を測定



(b) 自記水温センサを河川水中に設置

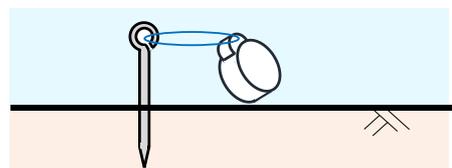


図1 調査の手段

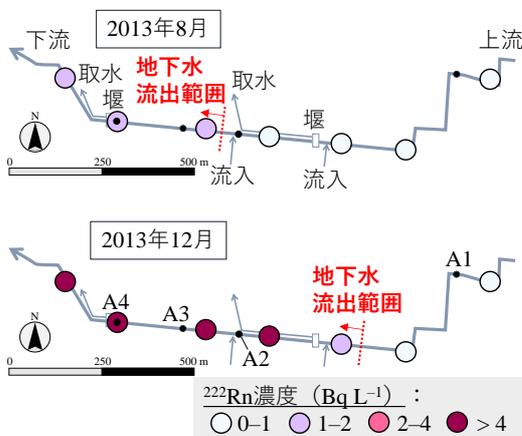


図2 河川水のラドン濃度分布

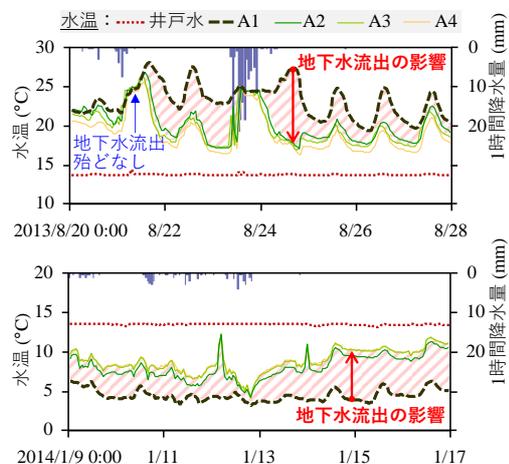


図3 河床での自記観測による水温変化
(地点A1~A4の位置は図2に表示)

モバイルGISを用いた農地一筆調査支援システム

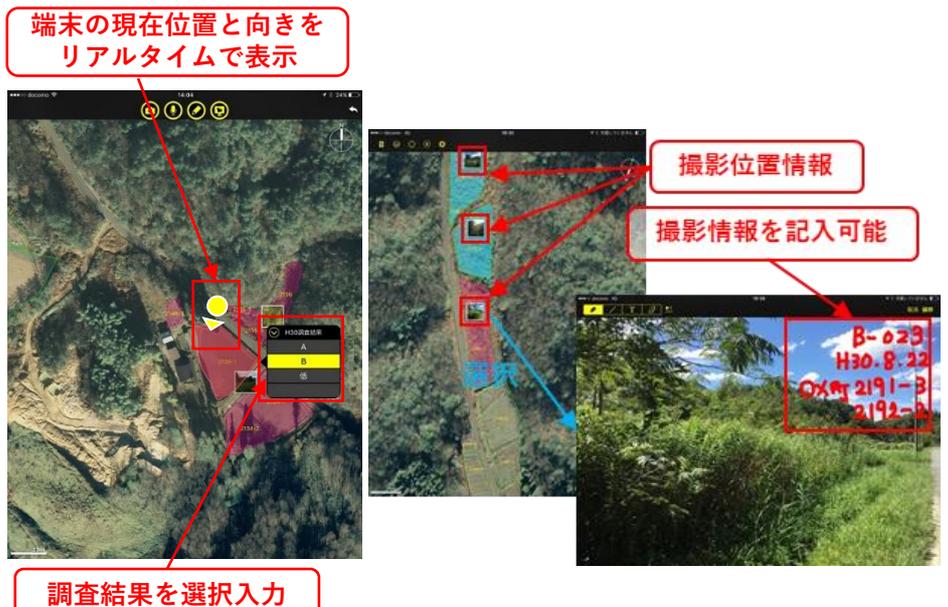
システム構成と用途

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



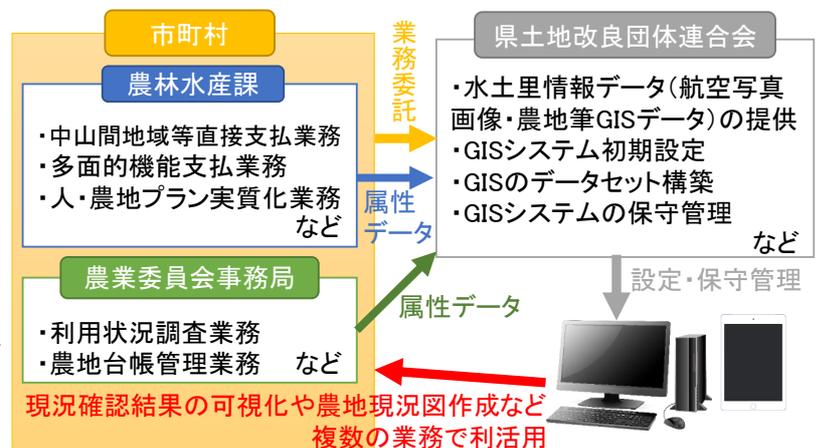
利用状況調査への活用

- 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。



小規模土地改良区でも導入できる 水利施設管理台帳システム

研究のポイント

土地改良区の中に保有されている施設の維持管理に関する知識を見える化し、日常管理に役立てたり、更新計画の策定や次世代への継承を支援したりするシステムを開発しました。

研究のねらい

- 施設の維持管理に関する知識は、日々の業務の中で培われ、容易に共有できる情報にはなっていないのが現状です。そのため、管理者の高齢化とともに失われてしまうことが懸念されます。
- そこで、施設の位置情報や諸元、管理方法などの情報を収集、整理し、必要な時に活用できる台帳システムの開発を目指しました。

システムの特徴

- 専用アプリiVIMSをモバイル機器に導入し、施設に関する情報を現場で入力することができます。
- 入力するデータは、位置情報付の写真、メモ、音声などであり、メール送信機能を使って事務所のPCに送ることができます。
- 送られたデータを図1の台帳フォームに整理することにより、必要な時に閲覧、検索ができるようになります。この台帳は、VIMSという地理情報システムの上で動作させます。

活用の方法

本システムは、誰でもが使うことができるツールを目指しています。

- 台帳に整理した内容は、表計算ソフト用に出力することができるため、地理情報システムの使い方がわからなくても、印刷して保存したり、会議資料を作成したりすることが容易にできます。
- 日常管理に加え、ゲリラ豪雨などの災害履歴や操作方法的注意点の申し送りに使うことができます。
- 施設の更新・補修履歴を参照することができるため、次期の更新・補修計画の策定に活用できます。

VIMSは、五万円程度で提供予定。iVIMSは無料で提供中。小規模土地改良区、多面的機能支払活動組織などでも導入可能。マニュアルの公開、研修会によりサポートを予定。



図1 水利施設管理台帳フォーム



図2 モバイル機器を使った施設情報入力



図3 表計算ソフト用に出力

多面的機能支払交付金活動を評価分析するためのデータ収集アプリ

研究のポイント

- 国が定める多面的機能支払交付金活動の報告書を作成しつつ、活動の内容を見直したり、経済評価をしたりするためのデータ収集アプリを開発しました。
- 末端水利施設の点検・補修履歴を記録することができるため、補修による減価償却費の節減効果の検討等にデータを使うことができます。
- 金銭出納簿の記録から、経済波及効果を評価することができます。

研究の背景

- 多面的機能支払交付金活動においては、国が定める報告書作成が義務付けられていますが、この事務作業は、組織の活動継続を阻む要因の一つになっていると言われています。
- 一方、活動報告書には、末端水利施設の点検・補修履歴、交付金の使途等、多面的機能支払交付金活動のパフォーマンスを評価する上で貴重な情報が含まれています。そこで、報告書の作成が簡単にでき、かつ有用なデータを収集するアプリを開発しました。

研究の概要

- 活動の種類、時間、参加者、場所、写真を日誌風に記録します。
- 材料の購入などレシートと伴に記録でき、活動記録とのリンクも簡単です。
- 必要な報告様式に出力することができます。



- 収集したデータは、経済波及効果の評価に用いることができます。

- 施設の点検結果や、補修履歴を地図上に出し活動の評価に用いることができます。

問い合わせ：農村づくり・ICT支援研究会 <https://nousontamen.com>



農業農村整備・小水力発電事業の経済・環境評価のためのWEBアプリケーション

研究のポイント

行政機関や土地改良区などの実務者が、総事業費などの限られた情報から、農業農村整備事業や小水力発電事業の経済波及効果と温室効果ガス排出量の評価を、都道府県および市町村レベルで、WEB上で簡便に行えるツールです。

ツールの特長

- あらかじめ農業農村整備事業や小水力発電事業に関するデータベースをツールに組み込んであるので、ユーザーは、総事業費など必要最小限のデータを入力するだけで、これら事業の実態に即した分析を行えます。
- 専門的知識の必要な産業連関分析に関する計算を、WEB上で自動的に行うことにより、ユーザーはそれらの専門的な手法を特段意識することなしに分析を完了できます。
- 生産誘発額(後方連関効果)の評価にとどまらず、温室効果ガス排出量など、様々な評価を統合的に行えます。

ツールの活用事例

- 国や県が、事業の事後評価やホームページ等で広報活動を行う際の情報の一つとして活用できます。あるいは、事業の計画段階で、複数の工法の選択肢がある場合に、経済波及効果や温室効果ガス排出量の観点から、それらを定量的に比較検討できます。
- 土地改良区が、自らが運営する小水力発電施設における温室効果ガス排出削減効果を簡便に計算し、事業をアピールする際の根拠を示したい場合に活用できます。

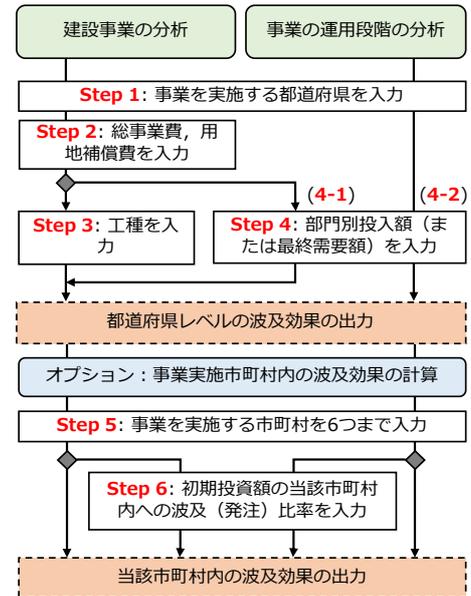


図1 ユーザーによるデータ入力のフローチャート

経済波及効果・環境影響評価ツール

HOME > 経済・環境評価Webアプリケーション・H29

Step 1
建設事業 (またはその他経済活動) を実施する都道府県を選択してください。 (必須)
都道府県の選択
北海道

Step 2
(Step 2-1)
建設事業 (例えば、農業農村整備事業の建設段階や発電施設の建設事業) を分析する場合、総事業費と用地補償費 (総事業費の内訳) を入力して下さい。
→ Step 3 (工種選択) または、Step 4-1 (部門別投入額入力) のどちらかを選択して進む
(Step 2-2)
建設事業以外の経済活動 (例えば、小水力発電事業など、建設事業完了後の運営段階) を分析する場合、総事業費を空白に (もしくは0を入力) して下さい。
→ Step 4-2へ進む
総事業費 1 百万円 用地補償費 0 百万円

Step 3
農業農村整備 (建設) 事業または発電施設の建設事業13工種の中から、当該事業に最も近いものを選択してください。
→ Step 5へ進む
事業種別
水路工 (開水路)

図2 データの入力画面例(抜粋)

【アドレス: <https://kinohyoka.jp>】

RESULT 経済波及効果の計算結果

生産誘発額(百万円)

	後方連関効果	所得連関効果	合計	投資一単位当たり
当該県	1.534	1.024	2.558	2.558
当該市町村	1.010	0.019	1.029	1.029
上記以外の県内	0.524	1.005	1.529	
他県	0.373	1.298	1.671	1.671
合計	1.908	2.322	4.229	4.229
自市町村内発生率	0.529	0.008	0.243	
自県内発生率	0.804	0.441	0.605	

付加価値誘発額(百万円)

	後方連関効果	所得連関効果	合計	投資一単位当たり
当該県	0.731	0.592	1.323	1.323
当該市町村	0.498	0.011	0.509	0.509
上記以外の県内	0.233	0.581	0.814	
他県	0.173	0.714	0.888	0.888
合計	0.904	1.307	2.211	2.211

図3 分析結果の出力画面例(抜粋)

営農活動のための経済・環境影響評価ツール

研究のポイント

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

ツールの特徴

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

期待される活用例

- 本ツールは現状の営農活動より生じる経済波及効果やGHG排出量を推計できます。また、技術導入による投入財の違いを把握できる場合、導入前後で推計、結果の比較ができます。
- 本ツールの結果を用いて、地域のステークホルダーが脱炭素に資する地域農業の在り方を議論することを期待しています。

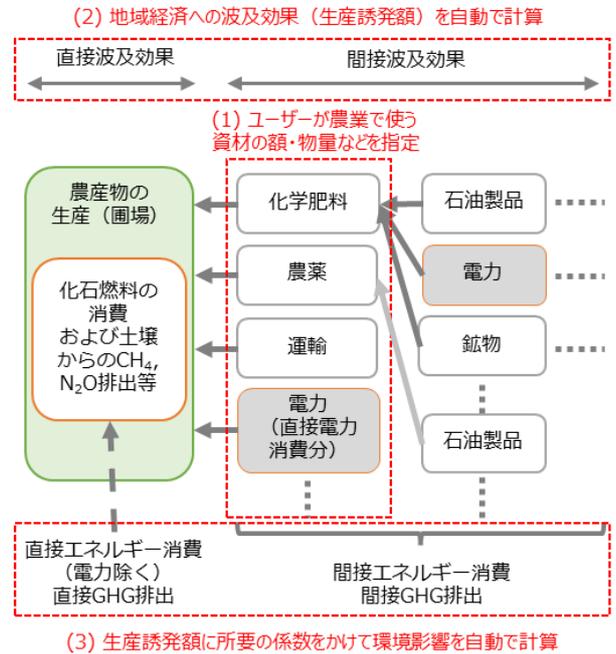


図1 WEBツールによる評価手順の骨子

◆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	
各種排出（電気を除く）	1,917		0,629	
うちエネルギー由来CO ₂	1,343	33%	0,053	1%
うち非エネルギー由来CO ₂	0,046	1%	0,046	1%
うちCH ₄ 、N ₂ O	0,526	13%	0,526	13%
間接排出	2,151		3,362	
うち直接電力消費	0,241	6%	1,427	36%
うちその他	1,910	47%	1,935	49%
全排出量計	4,066	100%	3,987	100%

◆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

①エネルギー由来のGHG排出量（赤破線内）：全排出量計に占める割合に差はほぼない

②生産誘発額ランキング：電気は10位圏外から4位へシフト

結果からの検討
燃油焚き暖房機からヒートポンプへシフトする場合、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、脱炭素に寄与し、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



多面的機能支払交付金の地域波及効果を評価できるWEBアプリケーション

研究のポイント

多面的機能支払交付金を活用して、農業者や地域住民が農業水利施設や農村環境などの地域資源を保管理する活動が地域経済に波及する効果(図1)を、WEB上で簡便に評価・分析できるWEBアプリケーションです。

ツールの特長

- ユーザーは、対話形式により、活動を行う地域(都道府県・市町村)を指定し、用途別の支出額を入力するだけで計算が実行できます(図2)。
- 専門的知識の必要な産業連関分析に関する計算をWEB上で自動的に行うことにより、ユーザーはそれらの専門的な手法を特段意識することなしに分析できます(図3)。

ツールの活用事例

- 本ツールは、多面的機能支払交付金による活動の地域経済活性化への貢献度合いをわかりやすく示すことに役立ちます。

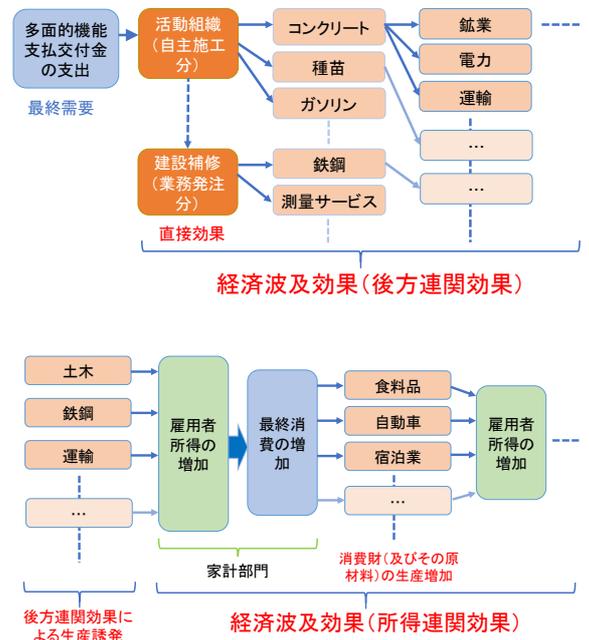


図1 経済波及効果の概念図
上:後方連関効果、下:所得連関効果



ホーム > 多面的機能支払交付金経済評価ツール

Step 1

多面的機能支払交付金に関わる活動を実施する都道府県を選択してください。(必須)

都道府県を選択

1. 活動を実施する都道府県を選択

Step 2

多面的機能支払交付金に関わる活動を実施する市町村を最大6つまで選択してください。(必須)

市町村を選択

2. 市町村を選択

Step 3

3. 活動の支出額を項目別に入力

No	部門名	左の部門に格付けされる費用項目の例	町内への支出額(円)	町外への支出額(円)
1	耕種農業	種子、球根、もみから		
2	畜産			
3	農業サービス	土地改良区委託		
4	林業・水産業	苗木、丸太、樹皮 森林組合委託 水産物		
5	鉱物	砂利、砂、購入土 砕石、石材石灰石 石灰石		

図2 データの入力画面例(抜粋)

【アドレス: <https://kinohyoka.jp>】

RESULT 経済波及効果の計測結果

生産誘発額(百万円)

	後方連関効果	所得連関効果	合計	投資一単位当たり
当該県	36.139	11.010	47.149	2.247
当該市町村	27.310	0.078	27.388	1.305
上記以外の県内	8.829	10.932	19.761	
他県	5.321	25.011	30.332	1.446
合計	41.460	36.021	77.481	3.693
自市町村内発生率	0.659	0.002	0.353	
自県内発生率	0.872	0.306	0.609	

付加価値誘発額(百万円)

この例では、交付金額100万円(投資一単位)に対して、活動を行った市町村に約130万円の波及効果(生産誘発額)があったこと、また全波及効果の約35%が当該市町村に波及したことがわかります。

図3 分析結果の出力画面例(抜粋)

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

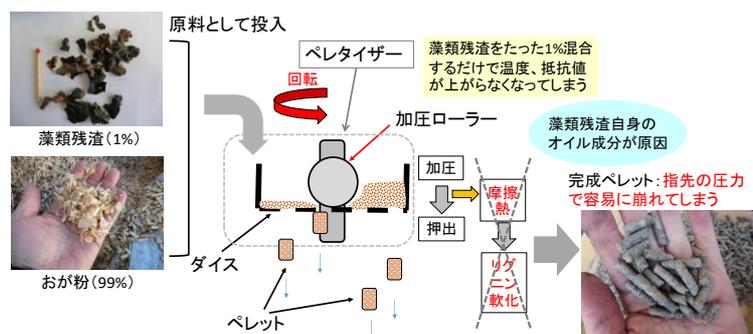


図1 ペレタイザーを適用した藻類残渣ペレット化の試行



図2 考案した藻類残渣ペレット化技術

緩勾配の開水路における高効率の小水力発電のための開放クロスフロー水車

研究のポイント

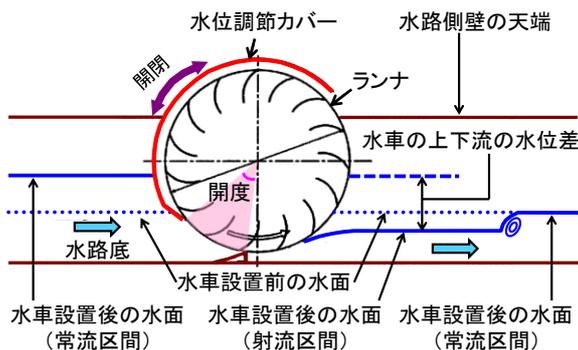
緩勾配の開水路において、大きな土木工事を必要とせずに設置でき、流量の季節的な変動にも対応して、比較的高い効率で発電を行うことのできる水車を開発しました。

研究の背景

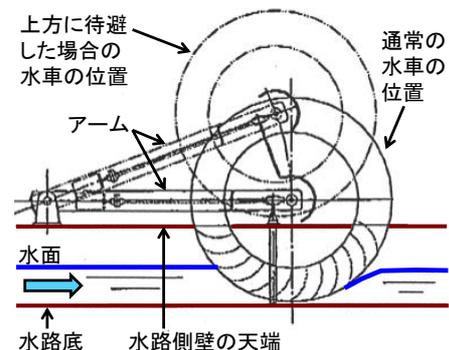
農業用水路の中で、落差工のように大きな落差を有する地点では、小水力発電が数多く実施されています。一方で水路の大部分を占める緩勾配の開水路部分では、流水のエネルギーの抽出は容易ではありませんので、実施事例は非常に少ないのが現状です。

水車の概要

水車の上流側では水位調節カバーによって水路の余裕高の範囲内で堰上げを生じさせて、水車の上下流の水位差を高めるので、比較的高い効率で発電を実施できます。この水位調節カバーは開度を調節できるので、灌漑期と非灌漑期の大きな流量変動にも対応できます。また、メンテナンス時や異常流量の発生時には、水路側壁の天端に設置されたアームによって、水車一式を水路の上方に待避させることができます。このような特徴から、水路側壁の嵩上げや水路の拡幅などの大きな土木工事を必要とせずに設置できます。

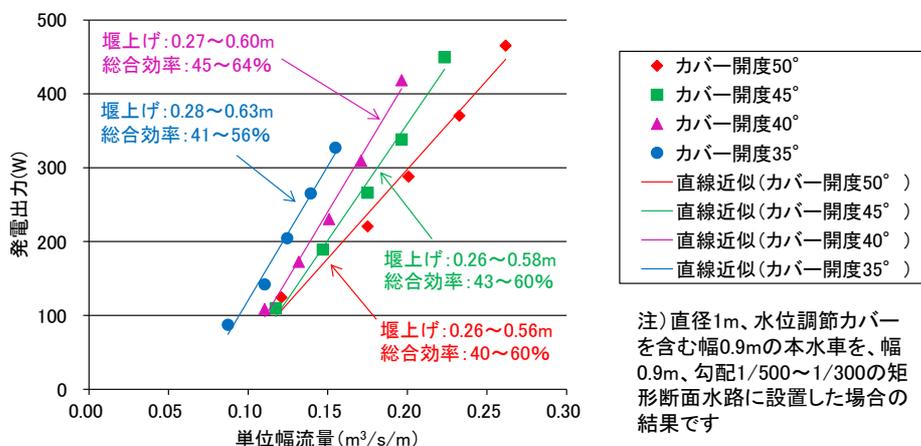


水位調節カバーと水車付近の流れの概要図



水車の水路上方への待避の設置図

水車の性能



水路内の単位幅流量と発電出力の関係

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。

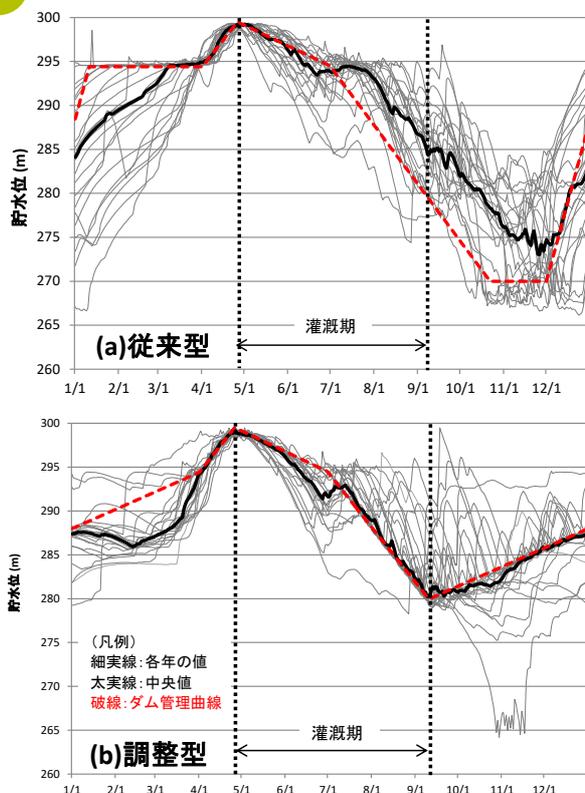
研究の背景

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年中放流する水量）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

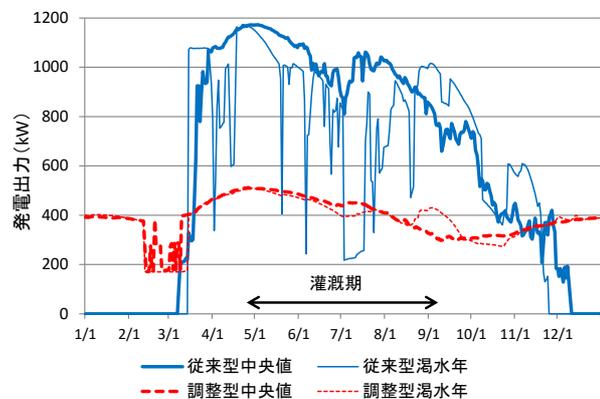


ダム貯水位

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用水路など流速10m/min以上の流水中に設置することで、土中設置に比べて約15倍の熱交換性能が得られます。

研究の背景

農業施設では、暖房だけでなく冷房や除湿が行え、エネルギー消費とランニングコストを削減する技術として、空気、地中熱や地下水を熱源としたヒートポンプの導入が進められています。現在、空気や土中よりも高い熱交換効率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。

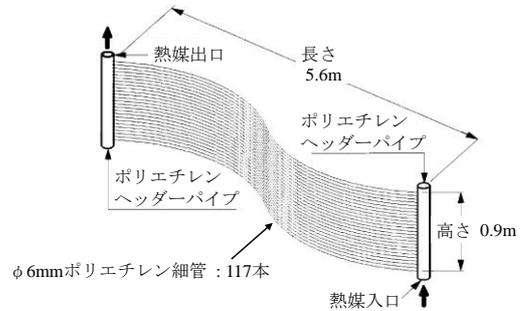


図1 シート状熱交換器

実験の概要

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

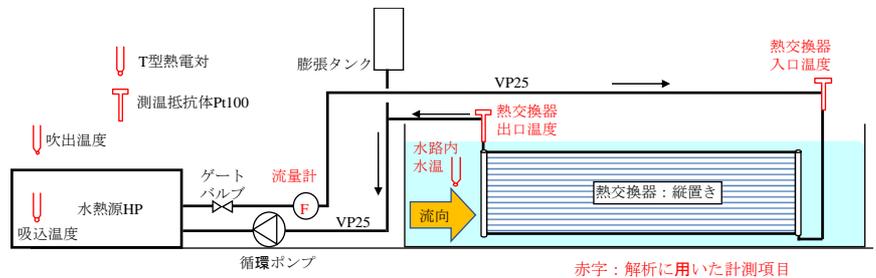


図2 実験システムの概要図

熱交換特性

水路内流速10m/min時の熱交換器の熱通過率は $0.255\text{kW}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ が得られました。静水条件下の約2.5倍、土中設置の約15倍でした。

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

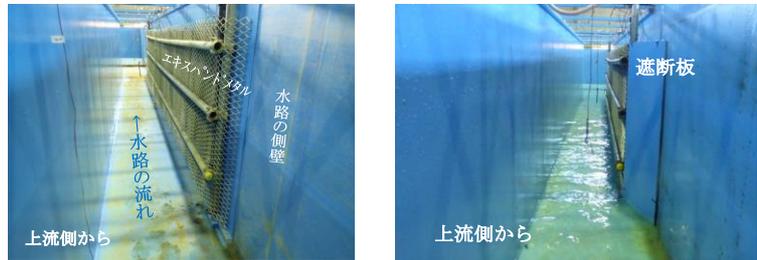


図3 エキスパンドメタルと一体化して水路側壁に設置した状況（左）および上流端に遮断板を設置した状況（右）

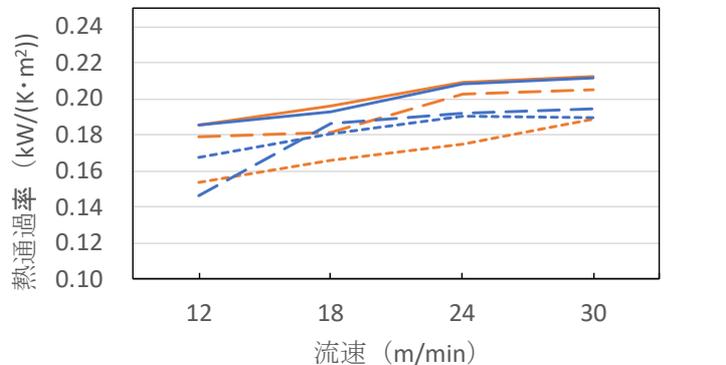


図4 側壁との設置間隔と熱通過率の関係（冷房運転時）

資源の地産地消に資するメタン発酵システムの実証

研究のポイント

乳牛ふん尿と野菜残さが原料のメタン発酵消化液を液肥として農地利用するとともに、バイオガスを精製した後に車両燃料等として使う「メタン発酵システム」の有用性を地域実証しました。

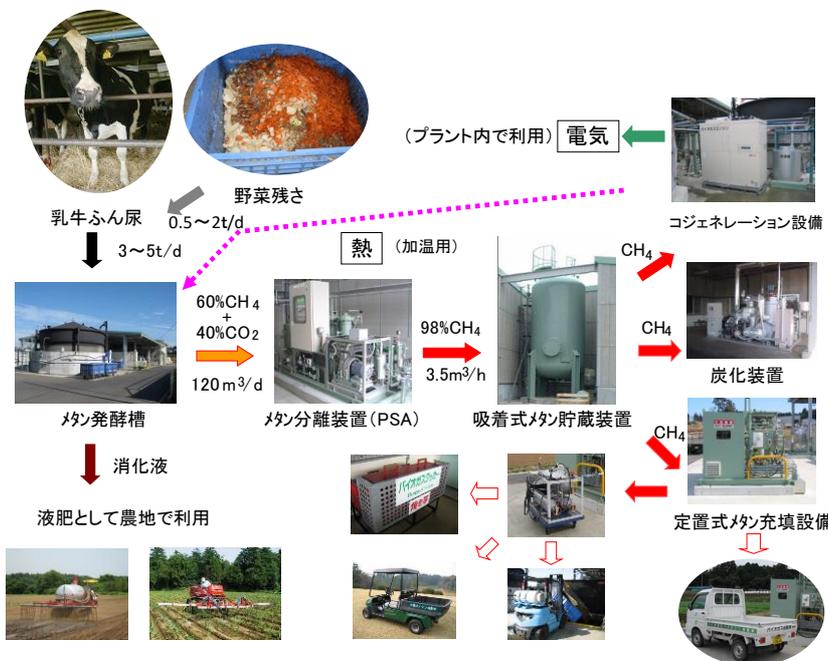
研究の背景

- バイオマス利活用を推進するためには、展示効果のあるバイオマス利活用の全行程にわたる実証が求められていました。
- 農村地域でメタン発酵システムを成立させるためには、生成物である消化液を農地で利用し尽くすことが不可欠であると言われていました。

研究の概要

- 農林水産省の委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発（バイオマス利用モデルの利用・実証・評価）」等において、千葉県香取市にバイオマスを変換するための山田バイオマスプラントを設計・試作・設置し、2005年7月から長期に連続運転する中で現場の創意工夫を活かして様々な課題を克服し、設計したメタン発酵システムが「資源の地産地消」に貢献することを実証しました。

メタン発酵システムは、メタン発酵槽、メタン精製装置、メタン充填設備、輸送用車両、液肥散布機などで構成しています。37°Cの中温発酵で、滞留時間は約15-27日です。投入する原料は、乳牛ふん尿、牛ふん脱離液、野菜残さです。原料は固液分離し、固分は堆肥化施設へ送り、残りをメタン発酵槽に投入し消化液とバイオガスを生成します。原料に含まれる肥料成分の窒素、リン、カリウムは、ほぼ全量が消化液に移行します。消化液は農地で液肥として利用しています。原料1tあたりに換算すると、発酵槽に投入する原料に含まれる炭素の約30%をメタンガスとして回収します。メタン精製過程で、バイオガスをPSA装置により精製します。バイオガス1Nm³から濃度98%以上の精製メタンガス0.56 Nm³ができます。メタンの回収率は90%以上です。精製メタンガスは、タンク容量の25倍の貯蔵が可能な吸着式メタン貯蔵装置に貯蔵し、コジェネレーション、炭化装置、車両の燃料として利用します。移動式ポンペを利用することにより用途が広がります。



山田バイオマスプラントを核とするメタン発酵システム

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となります。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%)

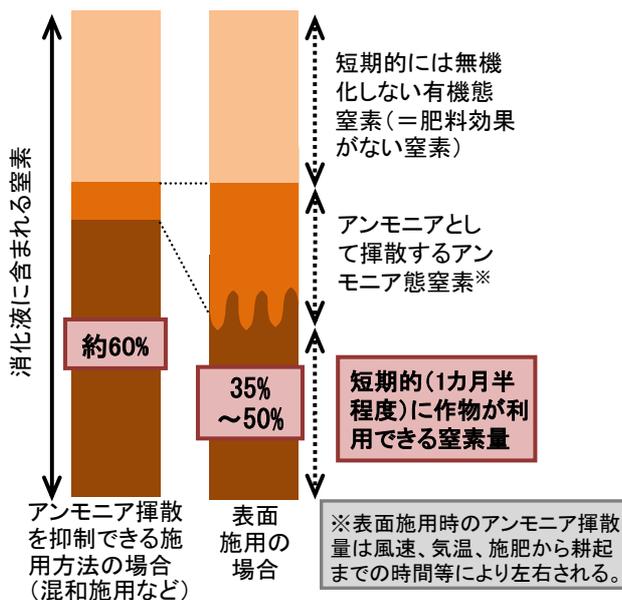


図2 消化液由来窒素の利用可能割合

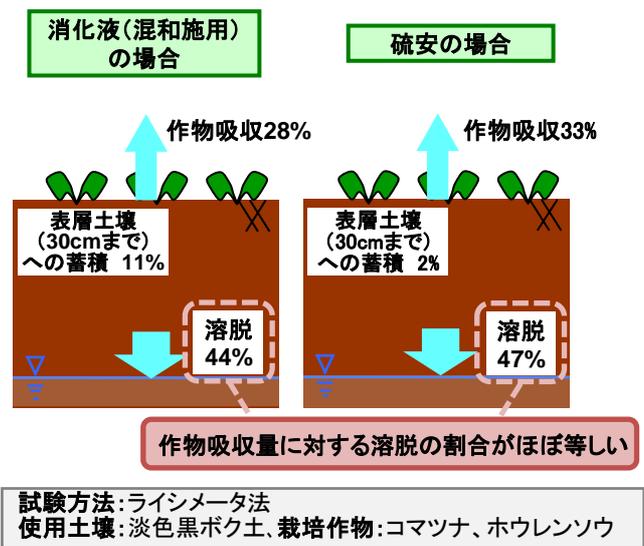


図3 施肥された窒素の動態(4年間の窒素収支)

低温メタン発酵消化液を施用した水田土壌における窒素無機化特性

研究のポイント

低温メタン発酵消化液を水田で液肥利用する場合、土壌中での有機態窒素の無機化を考慮せずに、消化液のアンモニア態窒素を指標として施肥設計できます。

研究の背景

- メタン発酵による汚泥のエネルギー利用が推進されているものの、小規模処理施設（小規模下水処理施設や農業集落排水施設等）ではメタン発酵事業の採算性が厳しい状況です。
- 発酵温度を一般的な温度より低く設定する低温メタン発酵と消化液の液肥利用（図1）は、エネルギー効率向上とともにコスト削減が期待されますが、低温条件の下での消化液の肥料特性は未解明です。

研究の概要

- 低温メタン発酵（15～30℃）による消化液のアンモニア態窒素（無機態、速効性の肥料成分）の濃度は1,200mg/L程度であり、液肥として利用されている一般的な消化液と同程度であるため、肥料として利用可能です（表1）。
- 消化液に含まれる有機態窒素の一部は土壌中で無機化してアンモニア態窒素になります。水田土壌を用いた培養試験で確認したところ、低温メタン発酵消化液におけるアンモニア態窒素の増加量は少なく、もともと含まれているアンモニア態窒素に対して3～13%の増加率でした。この割合は、メタン発酵原料である脱水汚泥に比べて、格段に少ないです（図2）。
- そのため、低温発酵であっても、メタン発酵過程で有機態窒素の分解が十分に進んでおり、土壌施用後の無機化を考慮せずに、消化液のアンモニア態窒素量を指標として施肥設計できるといえます。
- 既往の研究と本成果から、発酵温度が25℃以上であれば、エネルギー効率の改善と適切な液肥利用が両立可能であるといえます。

留意点

- 低温メタン発酵は、発酵槽での滞留時間を一般的な発酵温度よりも長くとる必要があります。本成果は、滞留時間が十分に長い消化液を用いた場合の結果です。

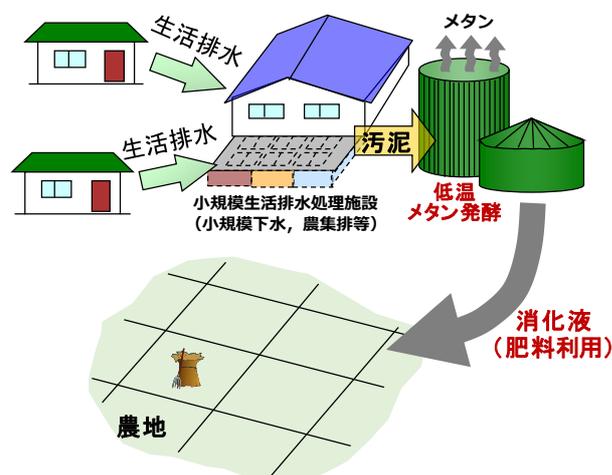


図1 エネルギー効率向上やコスト削減が期待される汚泥のメタン発酵システム

表1 低温メタン発酵消化液の成分

	アンモニア態窒素 (mg/L)
発酵温度15℃	1,100
発酵温度25℃	1,100
発酵温度30℃	1,300
発酵温度35℃※	3,200

※一般的な発酵温度（中温）

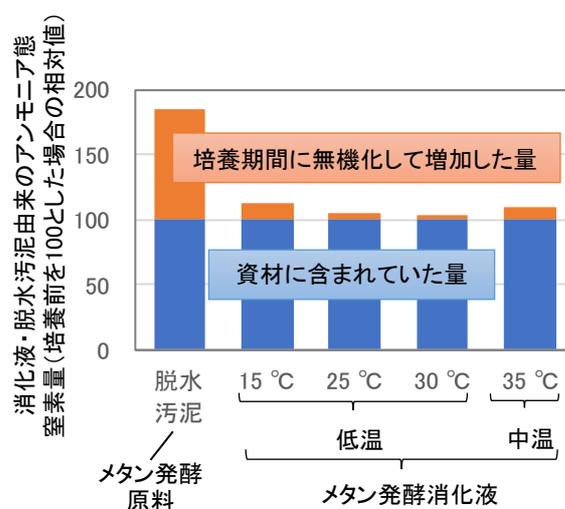


図2 培養期間(70日)における資材由来の窒素無機化量(水田土壌培養試験)

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

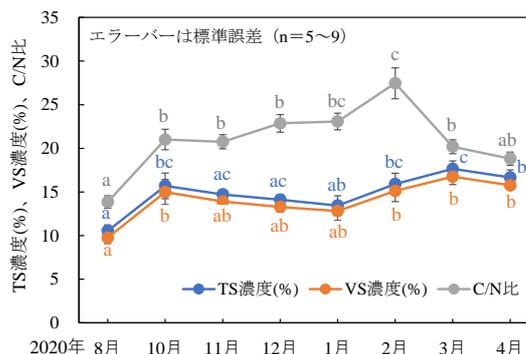
- 農村地域の生ごみは、野菜や果物の残渣の占める割合が高く(図1)、8月はスイカや枝豆等、10~11月は柿や柑橘類等、12~3月は柑橘や根菜類が多い等、季節ごとの組成の違いがみられます。
- 生ごみの固形物(TS)濃度、有機物(VS)濃度、炭素と窒素の含有率の比(C/N比)は、季節ごとに異なる組成由来と考えられる変動がみられます(図2)。
- 回分式メタン発酵試験において21日間に発生するバイオガスの約8割が試験開始5日以内に得られており、メタン発酵開始にともなう原料中の有機物のすみやかな分解が認められます(図3)。
- 回分式メタン発酵試験における生ごみのバイオガス発生率は0.67~0.82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

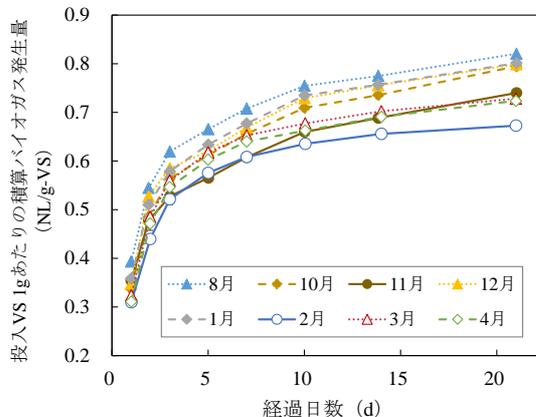


図3 各月生ごみの時間経過に伴う積算バイオガス発生量

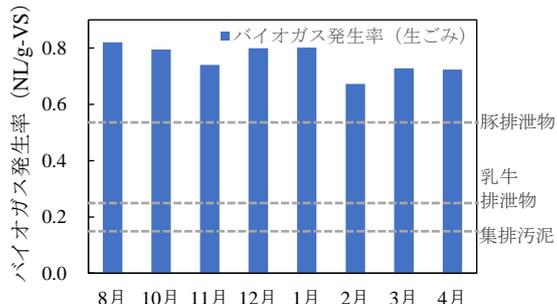


図4 各月生ごみのバイオガス発生率

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为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。

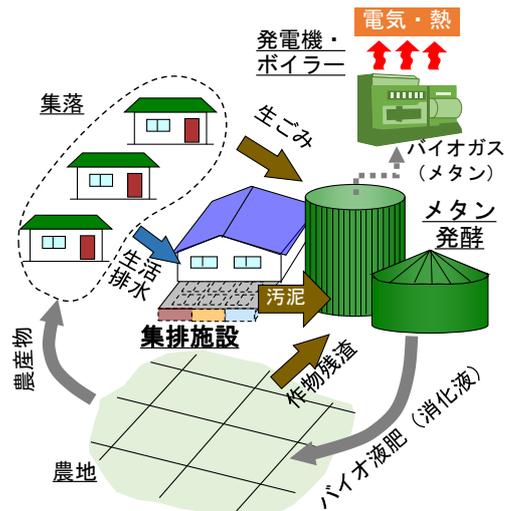


図1 集排汚泥と地域バイオマスのメタン発酵システム

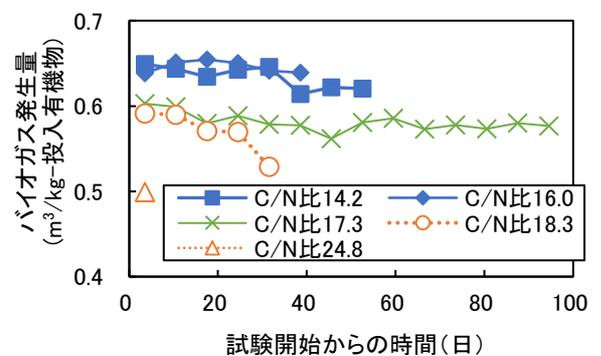


図2 メタン発酵の安定条件(原料C/N比の影響)

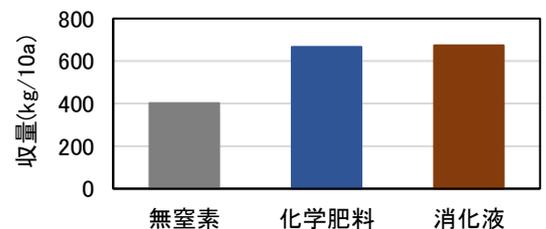


図3 消化液を用いた栽培試験結果(水稻)

■ (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)

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

土層改良と部分不耕起帯の併用による土壌流亡対策

研究のポイント

- 傾斜畑の土壌流亡対策として、営農作業で実施できる、浸透性を改善する土層改良と部分的に受食性を改善する部分不耕起帯設置の併用法を提案します。

研究の背景

- 丘陵地形の畑作地帯では、近年の豪雨増加により畑作地帯では土壌流亡の被害が甚大化しています。基盤整備による勾配修正などの抜本的対策とともに、緊急対策として生産者が営農で実施可能な対策の充実が求められています。そこで、生産者が実施可能な心土破碎や補助暗渠などの土層改良と耕耘管理による部分不耕起帯の設置による土壌流亡対策を確立します。

研究の概要

- 提案の土壌流亡対策は、営農作業による土層改良と部分不耕起帯「ドットボーダー・プロテクト」設置の併用法です。前者は、麦などの収穫残渣を疎水材に利用する有材補助暗渠機カットソイラーなどにより、堅密土層を破碎して浸透性を高めることで表面流去水の発生を抑制します。後者は、等高線方向の作業時に0.5～5mの間隔ほど空けたライン状の不耕起帯、或いは、土壌流亡が多発する場所にドット状の部分不耕起帯を設置して受食性を改善します。

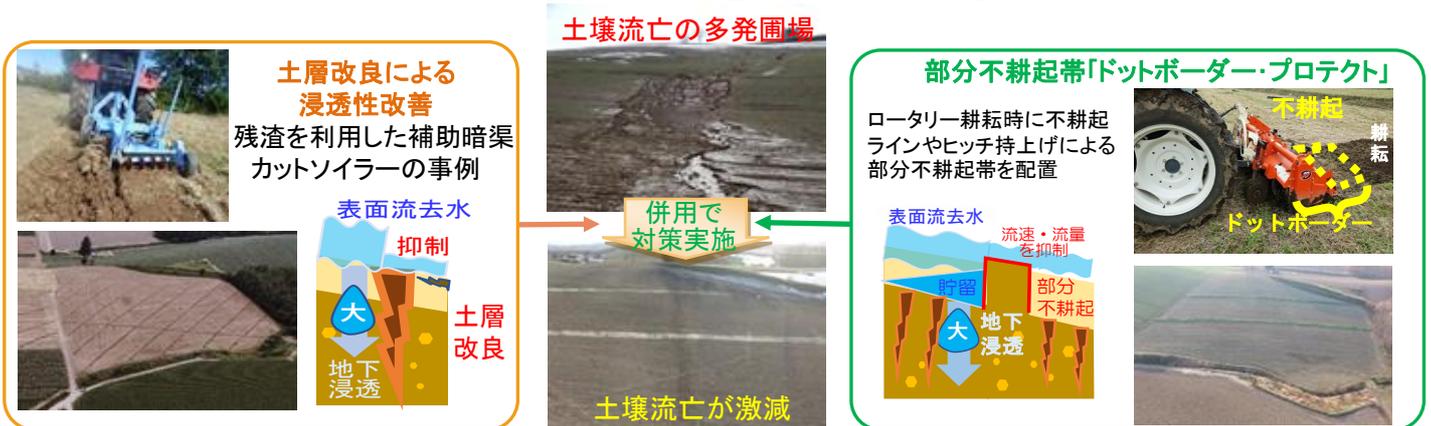


図1 土層改良と部分不耕起帯による土壌流亡対策の概要

適用事例

- 土層改良と部分不耕起帯による土壌流亡対策の裸地期間終了時までの土壌流亡量の削減率は、土層改良により2～3割、部分不耕起帯により2割程度であるのに対し、併用した場合は3～8割となり、単独よりも効果が向上します。

表 土層改良と部分不耕起帯による土壌流亡抑制効果の事例

圃場 No.	圃場の概要			土壌流亡対策の概要		土壌流亡量の削減率 (%)
	斜度 (度)	斜面長 (m)	栽培畝の方向	対策の内容	処理名	
1	8.5	190	傾斜	土層改良を上部10m間隔、下部5m間隔、幅2mの不耕起帯ドットボーダー・プロテクト設置	土層改良のみ	17
					併用	52
2	8.2	140	傾斜	土層改良を10m～25m間隔、幅5mの不耕起帯ドットボーダー・プロテクト設置	土層改良のみ	24
					部分不耕起帯のみ	20
併用	29					
3	8.6	150	等高線	< 図の実証圃場 > 土層改良10m間隔、幅1mの不耕起帯ドットボーダー・プロテクト設置	対策後	77

※土層改良はカットソイラーを実施。試験地の土壌の浸透性は土層改良前11～119mm/h、施工後82～384mm/h。

詳細地形等を考慮したため池決壊時の簡易氾濫解析手法

研究のポイント

ため池決壊時の氾濫状況を、現地の堤防や水路、微高地など詳細な地形やため池堤防の決壊する位置に応じて予測する技術を開発しました。この技術を適用することによって、比較的容易に入手可能なデータをもとに簡易で高精度なため池ハザードマップの作成が可能になるので、現在整備が進められているため池ハザードマップ作成への活用が期待されます。

技術の内容と特徴

1. 既に普及が進められている従来のため池ハザードマップでは、10 mメッシュ数値標高データを使っていたのですが、今回5 mメッシュの数値標高データを採用することによって、ため池決壊によって発生する氾濫流が堤防によって阻止されつつ広がっていく様子を再現できる(図1)などの詳細地形を反映した氾濫解析を行うことが可能になりました。
2. ため池の決壊する地点を想定し指定することによって、より実状に即した浸水域の解析が可能になりました。図2に示すとおり、特に、氾濫時の水の流動経路が複数生じるような平地のため池(皿池)では、浸水域の予測精度が大きく向上しています。
3. 氾濫した水は地形や植生等の抵抗を受けながら流れます。抵抗の大きさ(粗度係数)は土地利用状態によって異なり、詳細な調査結果があれば地目毎に異なった粗度係数を使って計算することもできます(図3)。

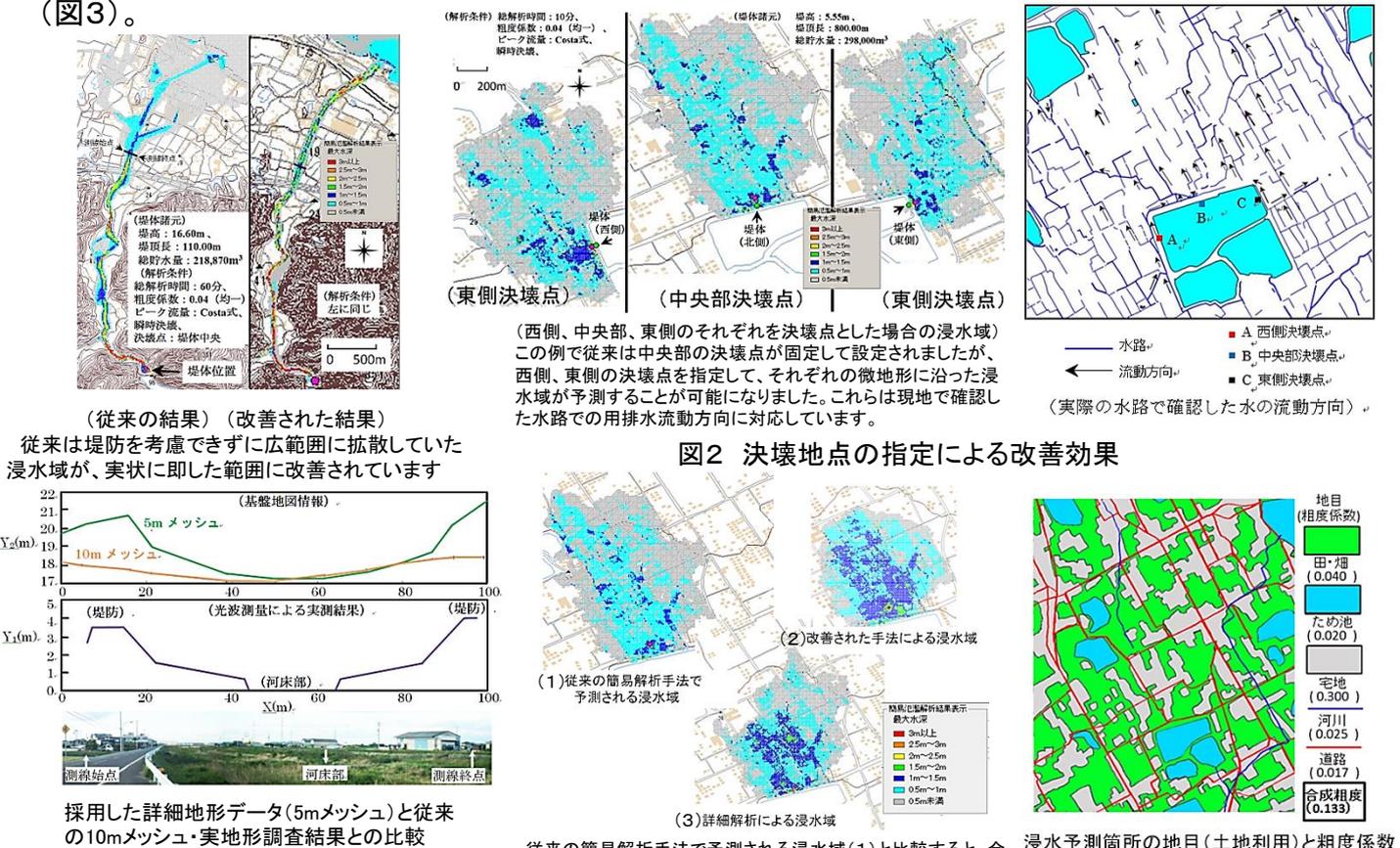


図1 詳細な数値標高データを採用することによる浸水域予測の精度向上

図2 決壊地点の指定による改善効果

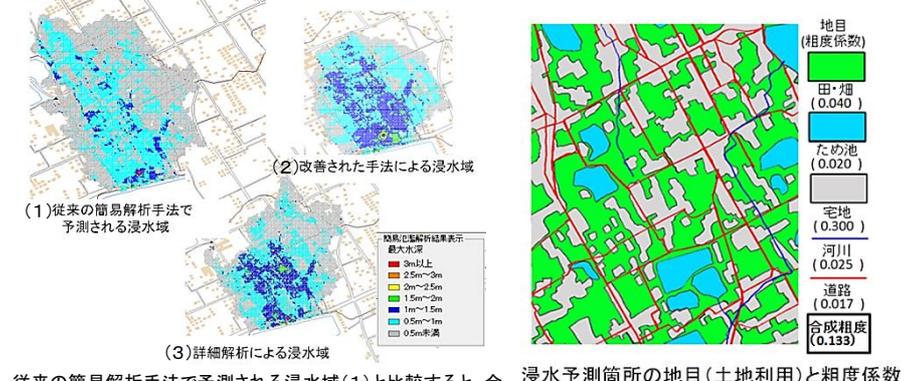


図3 粗度係数の指定による浸水域の適正化(図2のため池)

重ね(親子)池における連鎖的な決壊判定手法

研究のポイント

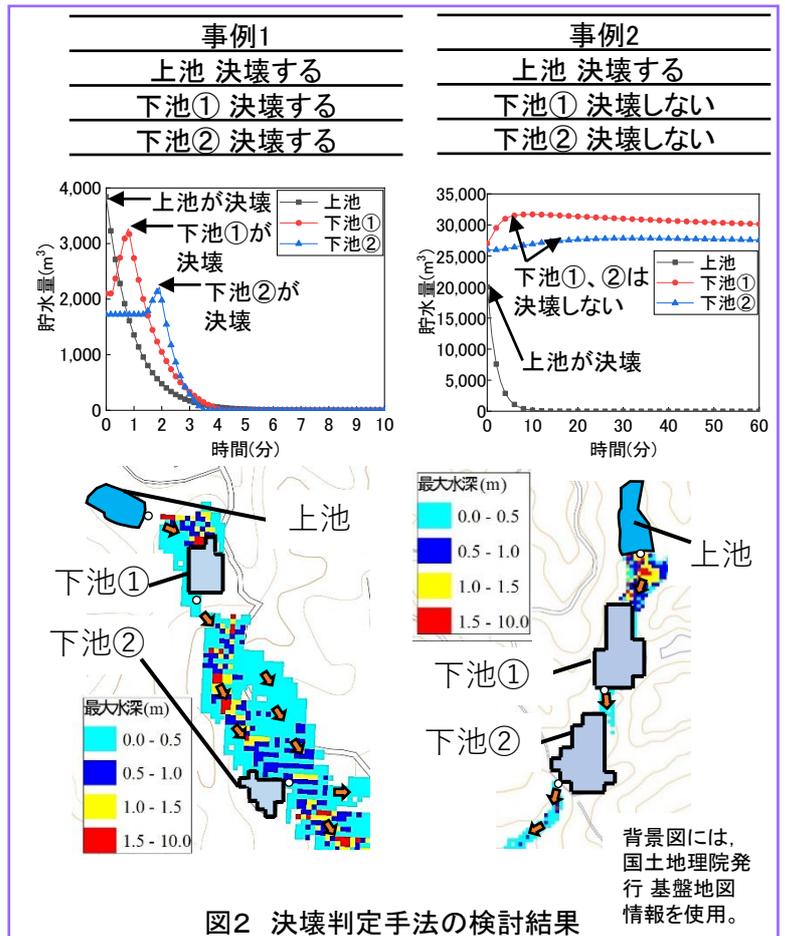
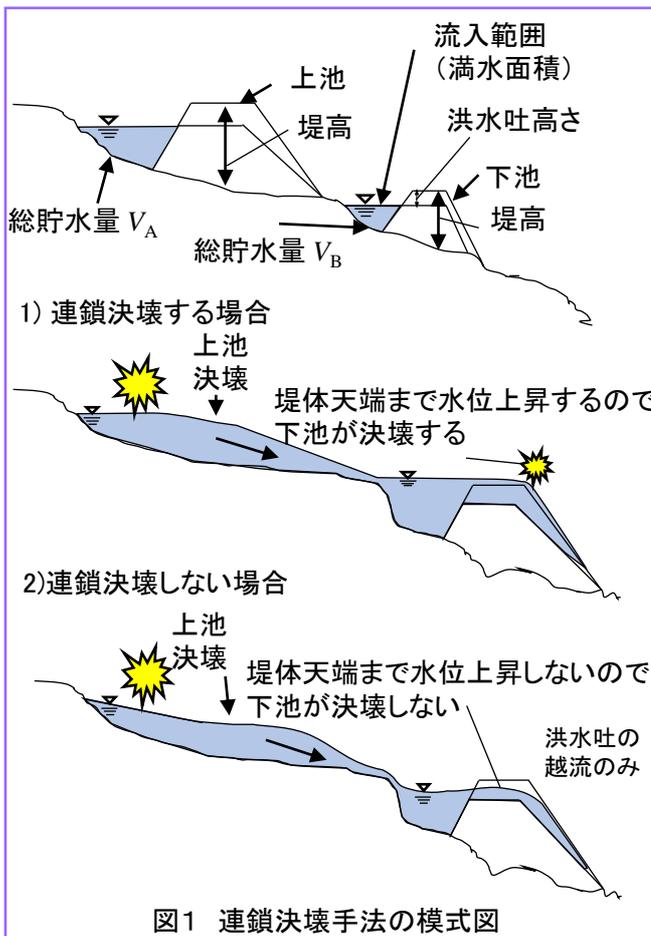
ため池の連鎖的な決壊時における浸水想定区域を算定する技術を開発しました。本成果は、重ね(親子)ため池の決壊と氾濫流の流出過程を踏まえた、ため池の浸水想定区域図やハザードマップの作成に活用できます。

研究の背景

ひとつのため池を対象にした氾濫解析による浸水想定区域図の作成と同様に、谷筋に複数ある重ね(親子)池の場合についても、浸水想定区域図を作成することとされています。従来手法は重ね(親子)ため池の貯水量を足し合わせた量が下流側のため池(下池)から流出した場合の浸水リスクを想定することとしています。従来手法は最大の浸水リスクを算出する手法として有効ですが、算定される浸水想定区域が過大になる場合があります。そこで、氾濫流の流出過程を踏まえた決壊判定手法を開発しました。

技術の内容と特徴

貯水位が堤体を越えるか否かについては氾濫流流入と洪水吐放流の水収支により貯水位を計算し、貯水位が堤体を越えた時点において、下池が決壊すると判定します。氾濫流は氾濫解析で計算します。(図1) 実際に重ね(親子)池が被災した2事例を対象とし、解析手法の妥当性について検証しています。事例1は上流側のため池(上池)の決壊が発生した後に下池が決壊する事例、事例2は上池が決壊するが、下池が決壊しない事例です。本手法を適用したこれらの事例では、重ね池における氾濫流の流出過程を踏まえた被災状況が再現されています。(図2)



浸水深調査に基づく平野部ため池決壊時の 氾濫解析手法の改善

研究のポイント

- ため池決壊時の浸水想定区域の算定手法として、平面二次元不定流解析による氾濫解析があります。従来、ため池における氾濫解析では一般的に考慮されていなかった、流れを遮る構造物や降雨流出の影響を反映することで、より実際の浸水深に合った解析結果が得られることを示しました。

研究の背景

- 従来ため池の氾濫解析で一般的な手法(簡易氾濫解析)では、数値標高データ(DEM)に表現されない構造物は解析に反映されず、また降雨の影響も考慮されていませんでした。
- ため池決壊による氾濫流の実態と解析結果との比較を通して、氾濫解析で妥当な浸水深を算定するための留意点を解明することが課題となっていました。

研究の概要

- 平成30年7月豪雨で決壊した福岡県内の平野部にあるため池(中島池)において、決壊直後に浸水痕跡調査を行い、計6箇所の痕跡から浸水深を推定しました(図1)。
- 従来法(簡易氾濫解析)では、一部の痕跡箇所(図2; e・f)において、解析結果の浸水深が痕跡による浸水深と大きく異なっていました。
- これらの痕跡箇所は、周辺からの降雨流出水が流れ込み、かつ、敷地境界のブロック塀によって流れが遮られ、堰上げられる範囲にあることがわかりました。
- そこで、流れを遮る構造物と降雨の影響を反映するアルゴリズムを組み込んで再び解析を行いました。新たな解析結果の浸水深は、すべての箇所で痕跡との差異が7 cm以下となり、従来法に対して改善されました。

期待される活用例

- 今回対象としたため池と立地条件等が同様なため池での豪雨による決壊時の浸水想定において参考情報として活用できます。

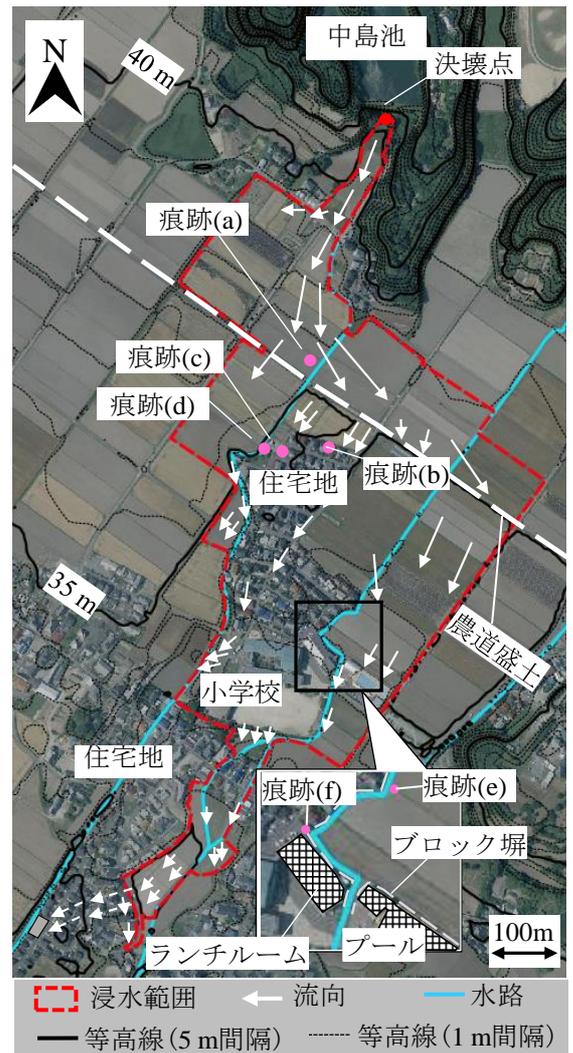


図1 痕跡箇所の位置

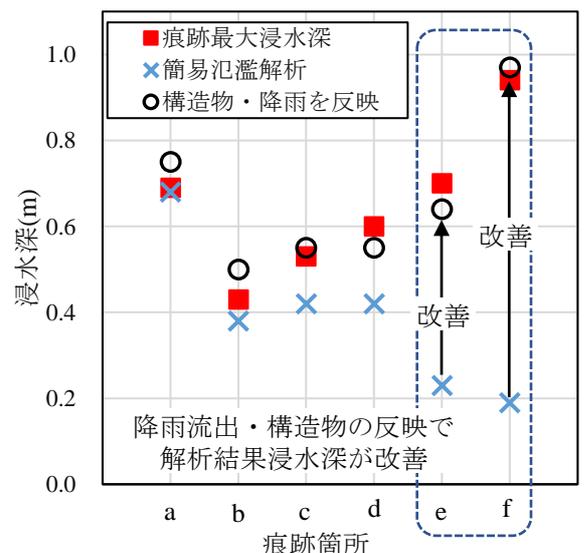


図2 解析結果と痕跡の浸水深比較

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。

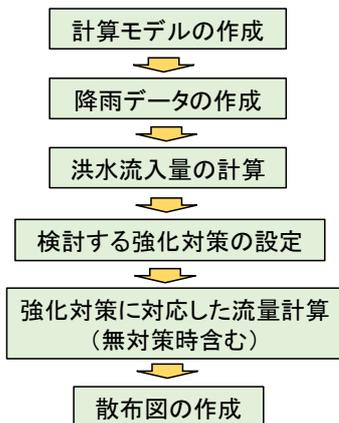
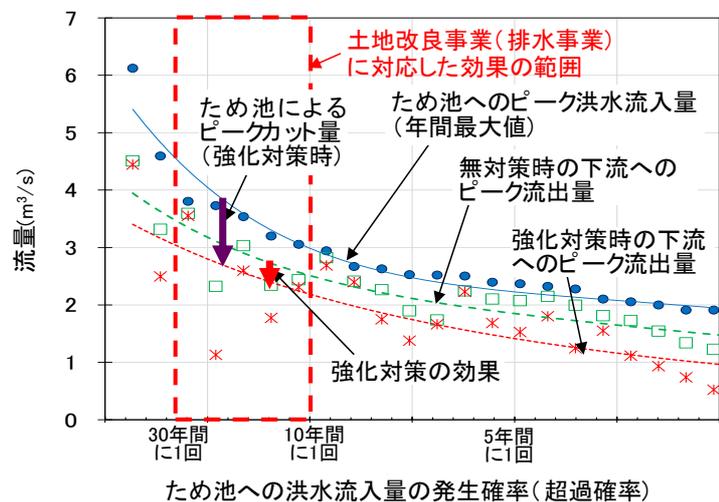


図1 評価の手順



※「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。

ため池の耐震診断ソフト「SIP-NewD」

研究のポイント

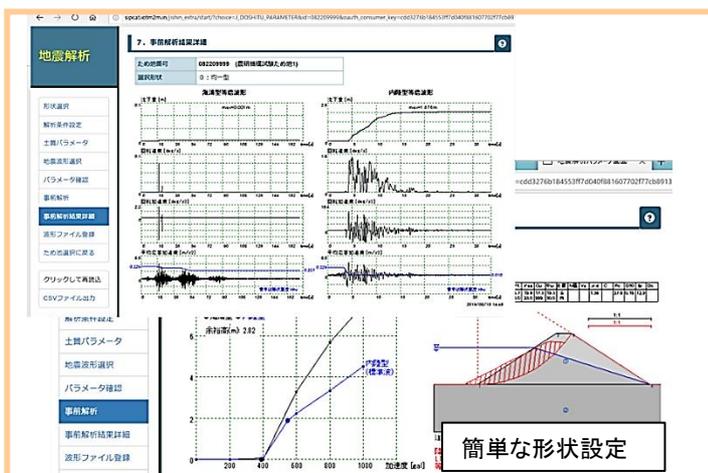
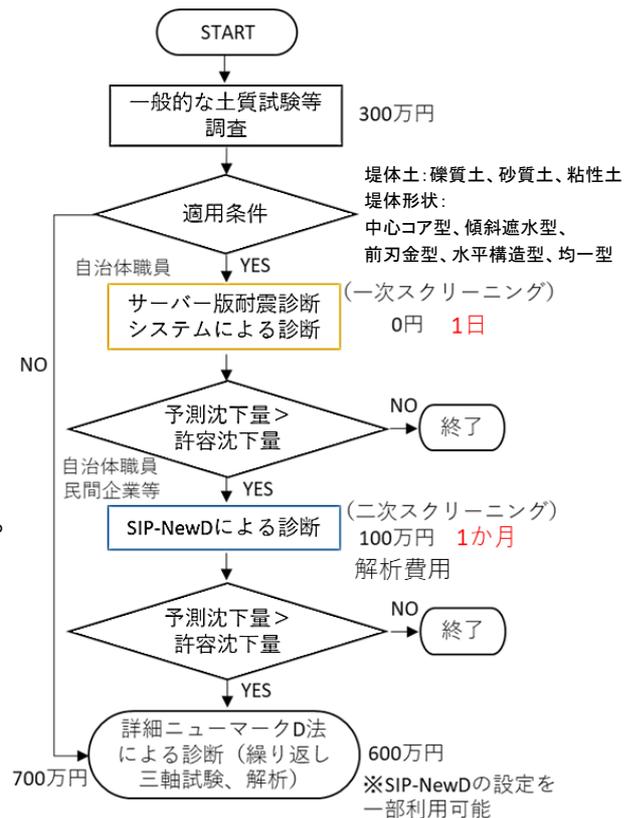
巨大地震に対するため池の耐震診断の要否を判断するために、地震時のため池耐震診断ソフト「SIP-NewD」を開発しました。一般的な土質試験結果から地震時の繰り返し荷重による池堤体土の強度が低下する現象(以下、強度低下)を推定し、堤体の沈下量を計算します。

研究の背景

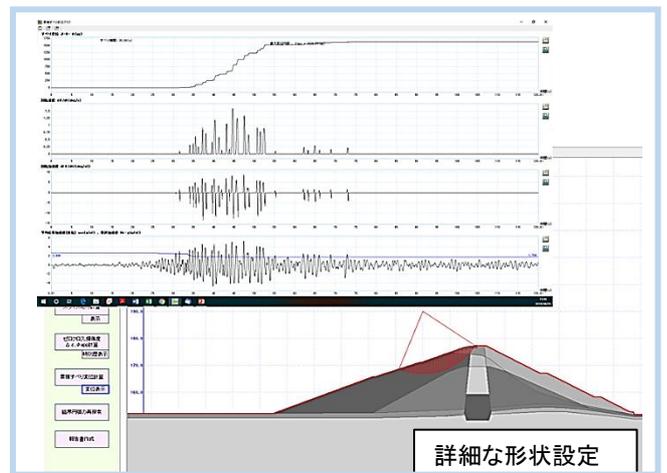
- 巨大地震では、地震中の繰り返し荷重によってため池堤体土の強度が低下する現象(以下、強度低下)が発生し、ため池堤体が大きく沈下しました。
- 強度低下を考慮した安全性を診断(以下、詳細診断)するためには、特殊な土質試験が必要であり、防災重点ため池に対して「詳細診断」を進めていくにあたり多大なコストや期間を要します。

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)。



(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

下流河床低下時の取水堰直下洗掘深さの推計式

研究のポイント

下流河床低下時の取水堰直下局所洗掘深さの推計式を導出しました。

研究の背景

- 農業取水堰は、取水の圃場への配水の為、河川中上流域に多く、中下流域の治水掘削により堰直下に河床低下、局所洗掘を生じます。これにより堰の損壊が度々起きています。
- 堰の損壊を防ぐ改修工事を適切に行うには、局所洗掘深の推計が必要です。

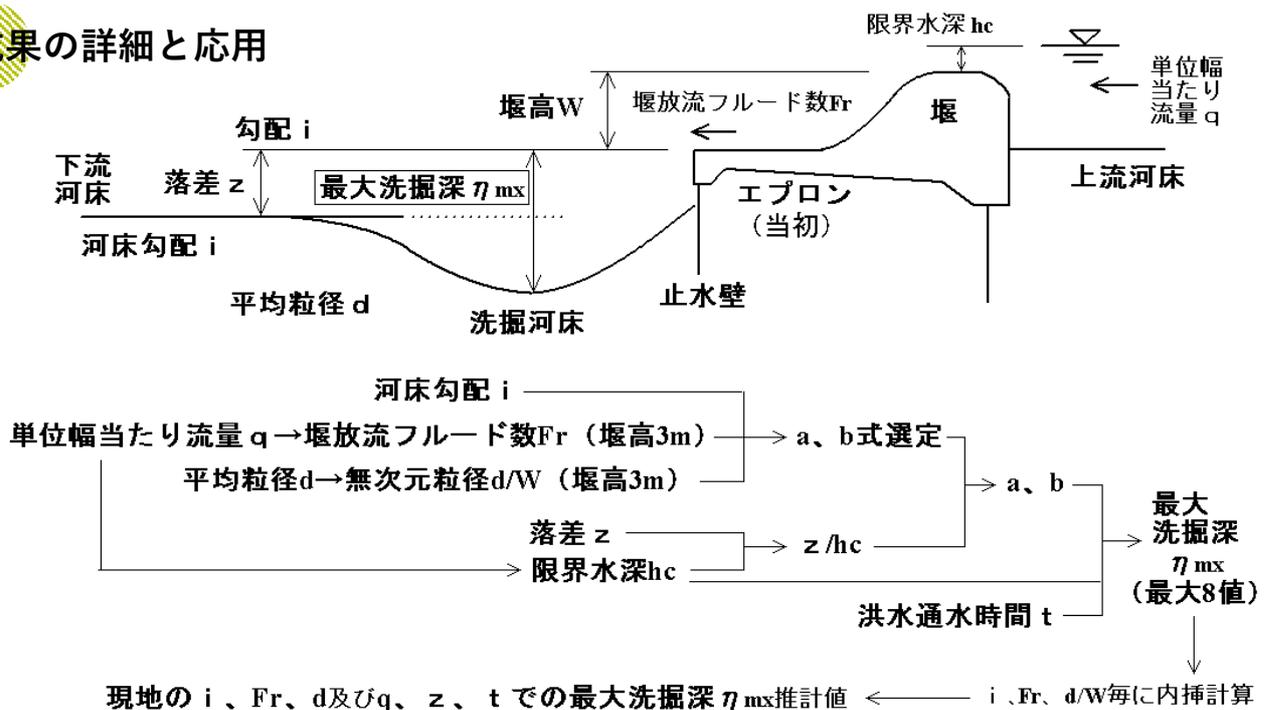
下流河床低下の堰側波及による護床傾斜化(左)、エプロン直下洗掘によるエプロン陥没(右)



成果の特徴

- ±10%の精度で下流河床低下時の堰直下最大洗掘深さを推計できます。
- 下流河床低下が問題となる農業取水堰の現場条件をほとんど網羅した実験に基づく推計式です(実験条件: 河川の単位幅当たり流量 $10\sim 30\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ 、下流河床落差 $2\sim 7.5\text{m}$ 、洪水通水時間 $0\sim 50$ 時間、河床勾配 $1/150\sim 1/750$ 、河床粒径 $1.9\sim 6.1\text{cm}$ 、堰放流フルード数 $2.39\sim 3.27$)。

成果の詳細と応用



取水堰直下流の洗掘、河床低下を防ぐ ロールマット／ネット工法

研究のポイント

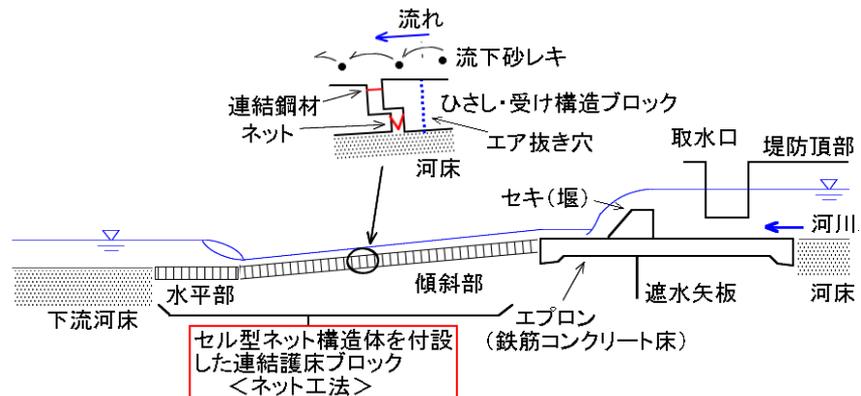
- 取水堰は圃場送水の便から河川中上流域に多く、下流河床低下から洪水被災（護床ブロックの流失、堰損壊、堰決壊等）を受けやすくなっています。
- 取水堰・橋脚・床止めなど河川インフラの洪水被害を低コストで防ぎ、維持する護床工法を開発しました。これにより施設の長期供用と長期供用コストの縮減・平準化が図れます。

研究の背景

- 取水堰では洪水の度に下流河床低下が進行し、護床ブロック流失、堰破損が起きやすくなっています。堰破損は大洪水時の稀な事象の為、予防保全的な事業は無く、破損後に河川締め切り等煩雑で長工期、高コストなエプロン延長で復旧が繰り返されます。洪水時破損や常時のパイピング孔を防ぎ、護床ブロック補填と同程度に簡易かつ低コストな改修工法が求められます。

開発工法の特徴

- ロールマット／ネット工法は連結護床ブロックに独自のノウハウで吸い出し防止部材を組み合わせ、耐久性を高めたものです。
- セル構造になっておりパッチ補修が可能で、施工、補修とも容易です。
- 下流河床低下に伴う取水堰等の洪水被災を護床改修のみで防ぎ、施工も容易で低コストです。万一、吸い出し防止材に亀裂が生じて、パイピング孔が出来ず局所凹みに留まり、要補修箇所の発見も容易です。
- 更なる河床低下があっても、護床ブロックの流失や護床直下流の洗掘を抑えられ、堰下流の護岸・堤防の安全も図れます。河床低下の進行にも同様の低コスト護床構造の延長で対処出来ます（堰直下流で段差が生じている場合の落差工や堰放流減勢のための静水池・水褥池にも適用可能）。



期待される活用例

- 堰や橋脚、床止めは全国に5千カ所以上あります。一カ所で50%近い改修費用、維持費用の低減も可能なので、全体でも大きな経済効果が見込めます。
- 取水堰の防災改修、復旧改修に活用することで、SDGsに即した農業インフラの持続的強靱化に資することが期待されます。



堰の被災事例(エプロン陥没)

省力的な採水法による六フッ化硫黄を指標とした地下水の年代測定

研究のポイント

六フッ化硫黄を用いた地下水の年代推定において、井戸用採水器を用いて採水時間を短縮可能な採水法です。ポンプを使用しないため調査機材の簡素化・軽量化が可能であり、採水時間の短縮効果に加え、調査者の負担軽減、調査能率向上に有効です。

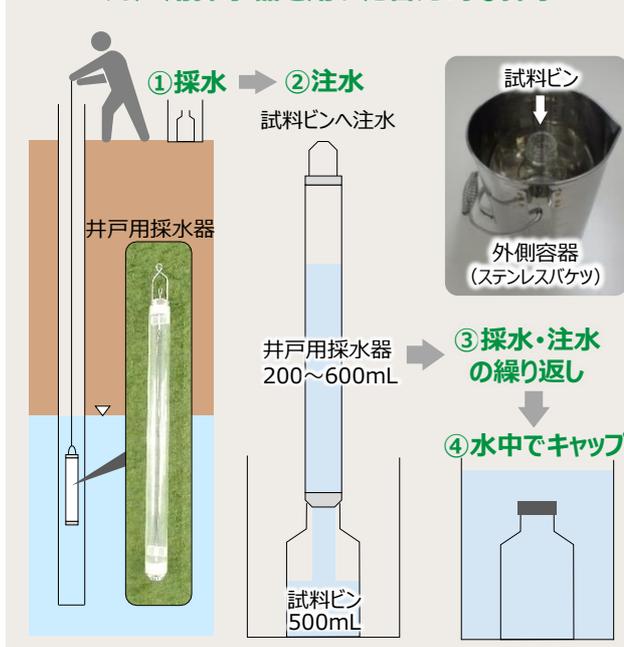
研究の背景

- 浅層地下水を利用する農業農村地域、流動が速い中山間地域の斜面の若い地下水の年代推定には溶存ガスである六フッ化硫黄(SF₆)が指標として有効です。
- ただし、採水においては、大気中のSF₆が採取する地下水へ溶解しないよう、ポンプを用いる等して大気と試料水を触れさせない方法が必要です。これらの制約による採水のための時間と労力を削減できれば、より効率的な調査が可能になります。

成果の概要

- 提案する省力的な採水法(以下、省力法)は、井戸用採水器を用いて採取した地下水を、地上で試料ビンへ注水する手法です。ポンプ等は用いず、試料ビンへ繰り返し注水し、試料水を外側容器へ溢れさせて満たした後に、気泡が混入しないよう水中で試料ビンにキャップします。
- 省力法と従来通り大気と接触させずに採取した地下水のSF₆濃度との差は両者の平均値に対して2%であり、この差は見かけの滞留時間0.5年程度です。これは分析誤差3%の範囲内であり、省力法を用いても、大気中のSF₆の試料水への溶解の影響は極めて小さいといえます。
- 1地点あたり2本の試料(500mL×2本)を採取する場合、採水に要する時間は、省力法を用いることで60~70%程度削減することが可能です(採水深度等の条件によっても変化)。
- 省力法ではポンプの揚程に伴う採水深度の制限がなくなるだけでなく、ポンプ等の機材を運搬する必要がなくなるため、現地での調査者の負担軽減、調査能率向上にも貢献します。

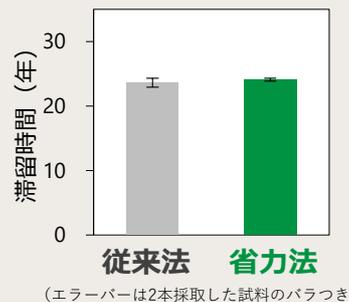
井戸用採水器を用いた省力的な採水



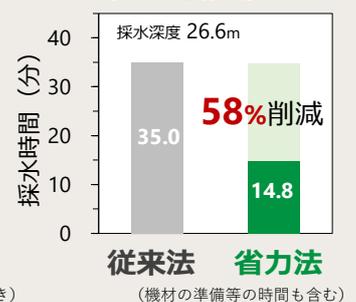
大気中のSF₆濃度の履歴と地下水のSF₆濃度を比較



滞留時間の比較の例



採水時間の短縮効果の例



将来の豪雨強大化に対応した水利施設計画・管理のための水稻被害リスク評価法

成果の概要

気候変動による豪雨の強大化が低平農地域の水稲生産に与えるリスクを評価する手法です。複数の気候シナリオの特徴を反映させて作成した多数の豪雨群を用いるため被害量や金額を統計的に評価でき、新たな排水計画や流域水管理方策の策定に有効です。

特徴

- 開発した手法は、(1)複数GCMの特性を反映させた豪雨データの発生、(2)湛水解析に基づく水稻の冠水被害量の算定、(3)被害リスクの統計的評価、からなります(図1)。
- 収集した気候シナリオ毎に、豪雨の発生頻度、雨量強度に関する特性値を抽出し、それらの値の出現確率を考慮して、様々な特徴を持った豪雨群を多数発生させることで、現在から将来にかけての各評価期間で確率雨量の分布が得られます(図1(1)中)。
- 多様な時間集中度(前方～後方集中型の降雨波形)のパターンを設定できるため、雨量と降雨波形の両方の変化が被害に与える影響を評価できます(図1(1)下)。
- 水稻被害量は、水田域の湛水解析の結果である水稻冠水深やその継続期間、生育時期等の冠水条件に対応した水稻の減収尺度を使用して、定量的に算定します(図1(2))。
- 雨量強度と時間集中度の組合せで水稻被害量は大きくばらつくため、確率雨量の分布をリスク評価に利用すると被害量の発生頻度分布が得られ、評価期間毎の平均的な被害量や想定される最大規模の被害量を比較できます(図1(3)上)。
- 一連の手法は、気候変動を見越した将来のリスク変化を盛り込んだ新たな排水計画手法の発案(図1(3)下)に繋がり、全国の低平地における農地浸水マップの策定等にも役立ちます。

具体的な成果

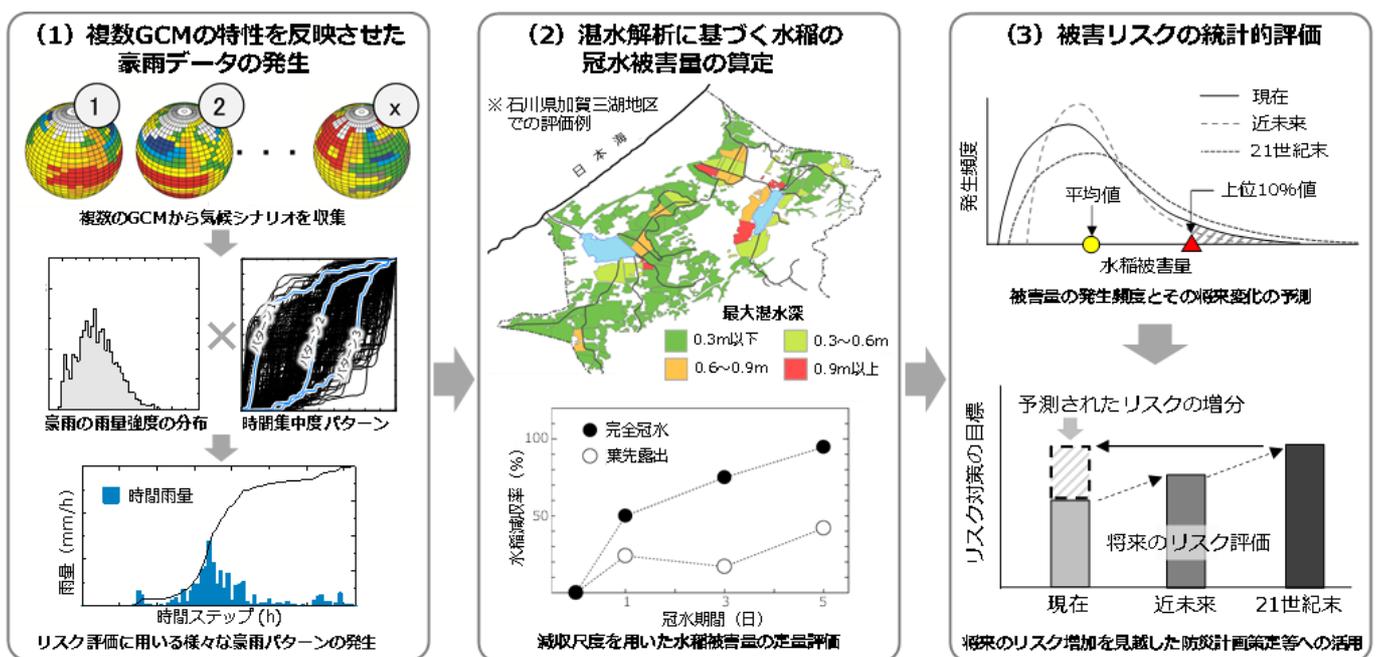


図1 気候変動を考慮した低平水田域の 水稻被害リスクの評価手法

豪雨対策となる水田の洪水防止機能の 利活用に向けた湛水管理の条件

研究のポイント

- 水稻の生育段階毎に、減収を抑えて適正に水田の湛水深／期間を管理するための条件です。
- 耕作者が安心して水田の洪水防止機能を発揮させるための指標となり、豪雨対策となる水田利活用法の普及に役立ちます。

研究の背景

- 近年は豪雨による洪水被害が頻発しています。すぐに取り組める豪雨対策の一つとして、農業分野では、水田に水位調整器を設置して雨水を一時貯留し、洪水防止機能を強化する「田んぼダム」の技術が開発されています。
- そこで、耕作者が水田を活用した豪雨対策に安心して取り組むことができるよう、畦畔や水稻への影響を抑えられる湛水管理の条件を提示すると共に、省力的な水田の水位調整器を開発しました。

研究の概要

- 水稻の減収尺度より、生育段階毎に冠水被害を抑えられる許容湛水管理の条件を決定します(図1)。
- 田植え直後は湛水を避け、活着後は草丈まで湛水可能とし、草丈が伸びた後は最大の湛水深を畦畔高さまでとします。
- 湛水の継続期間は、比較的冠水に強い分けつ期では5日未満、多少の危険性がある幼穂形成期や成熟期で3日未満、最も脆弱な出穂時期には1日未満で水深を下げる等の対応が考えられます。
- 水田を活用するために開発した水位調整板(図2)は、湛水深の上昇に伴いスリット幅が広がり、排水量が増加する工夫をしています。これにより、降雨時に高い水位の継続期間を短縮されます。

普及に向けた情報

- 水位調整器は既に製品化され、販売されています。
- 田んぼダムの取り組みは多面的機能支払交付金の助成項目になるため、その活動団体等への普及が期待されます。

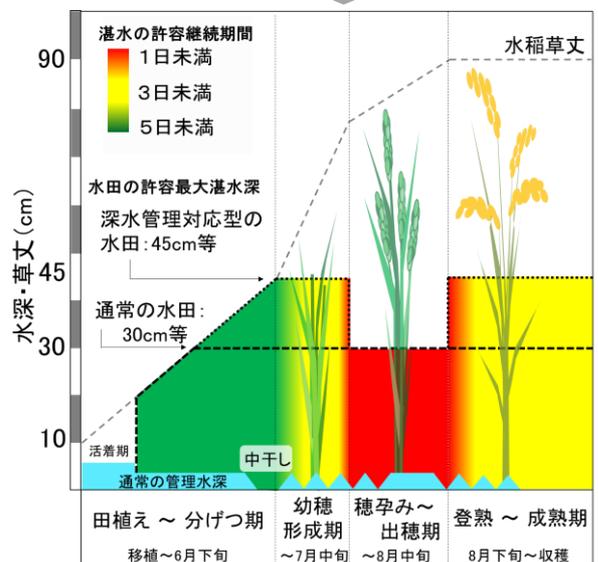
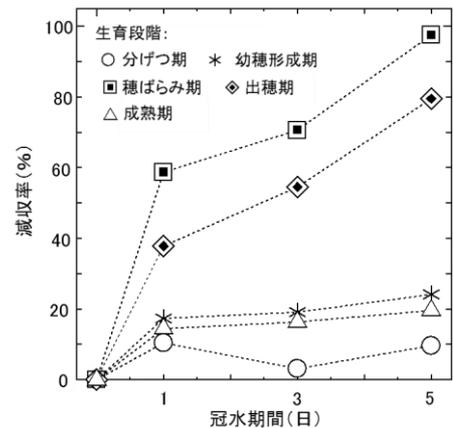


図1 水稻の減収尺度(上)から設定した生育段階別の湛水管理条件例

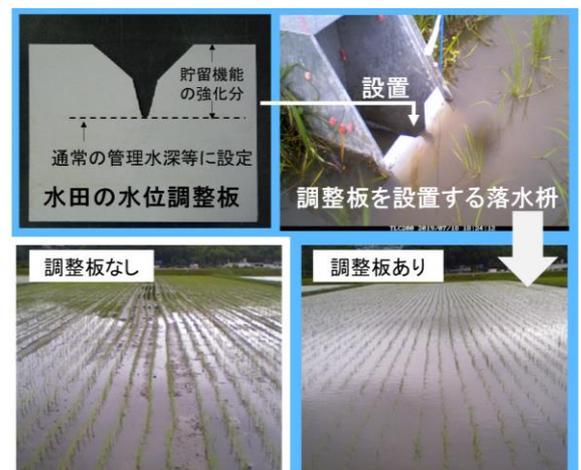


図2 水位調整器の設置による豪雨時の水田での雨水貯留の様子

農地の湛水被害予測と対策に活用する 豪雨災害リスク評価システム

研究のポイント

- 全国を5km格子に分割したシミュレーションモデルに15時間先までの降雨予測情報を基入力し、河川流量と雨量の危険度をリアルタイムに評価します。
- 浸水被害等の危険度が高い地区の事前想定や、施設管理者の早期警戒態勢の構築などに役立ちます。

研究の背景

- 台風等による豪雨災害が農村地域でも発生しています。豪雨が予見された際には、農業用の施設管理者が待機し、警戒に当たる必要があります。
- 早期に対応して時間的余裕を得るためには、降雨や河川の状況から災害発生の危険度や被害想定地区等の情報を、いち早く収集することが肝要です。
- そこで本研究では、全国を対象とする水文モデルと気象庁の降雨予測情報を用いて、豪雨災害リスクをリアルタイム評価できるシステムを開発しました。

システムの特徴

- システムは、気象庁が配信する15時間先までの短時間降水予報を毎時受信して、その都度各メッシュの河川流量を計算して災害のリスク(危険度)を計算します(図1)。
- リスクは、評価時点から過去24時間の累積雨量でみる内水リスクと、河川流量でみる外水リスクを評価します。それぞれのリスクの指標値が、事前に算定した10年~200年確率等の閾値を超えるかどうかをみて、リスクレベルとその要因を判定します(図2)
- 令和元年度台風19号時の評価例を見ると(図3)、上流に降った雨が下流に流れてリスクが変化する様子や、地点毎のリスク要因の変化が評価できました。今後、評価結果の精度検証を進める予定です。

期待される活用例

- 登録者はPC、スマートフォン等でリアルタイムに情報を確認して、雨量や河川流量の面的な危険度をワンストップで得られるように工夫する予定です。

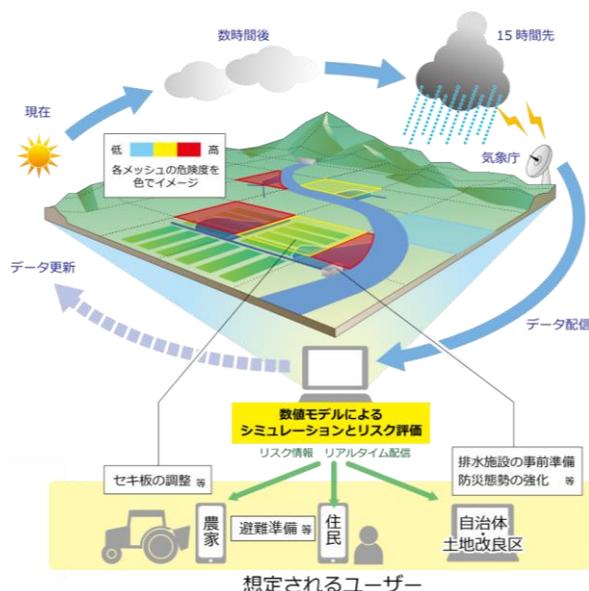


図1 豪雨災害リスク評価システムの概要

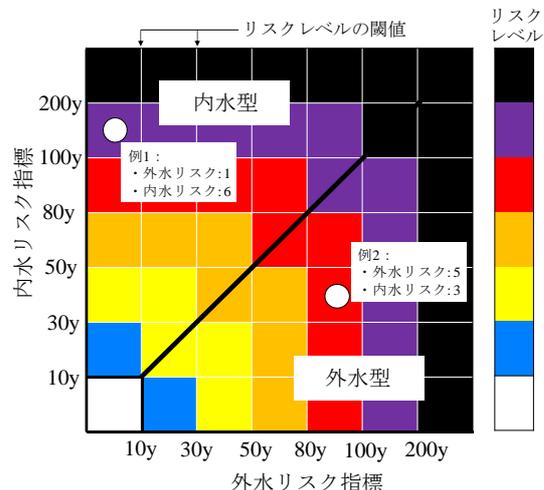


図2 リスク評価に用いるマトリックス例

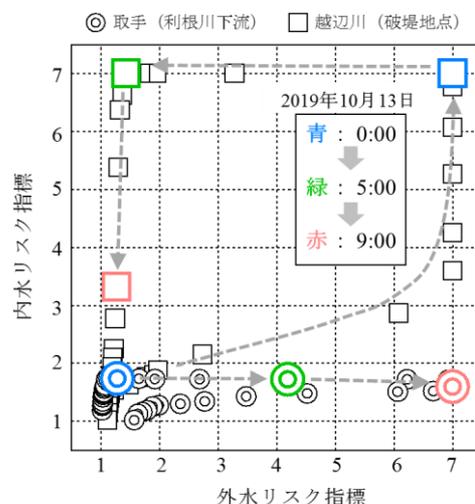


図3 豪雨災害リスクの時間変化の評価例
(2019年10月12日~10月13日)

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

手法の特徴

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

期待される活用例

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

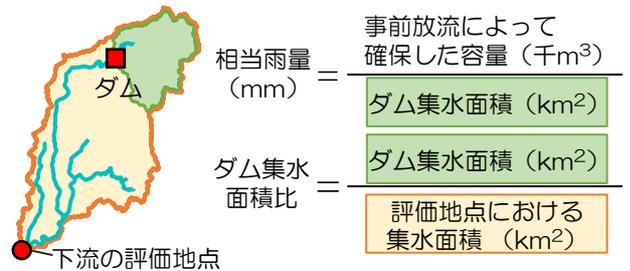
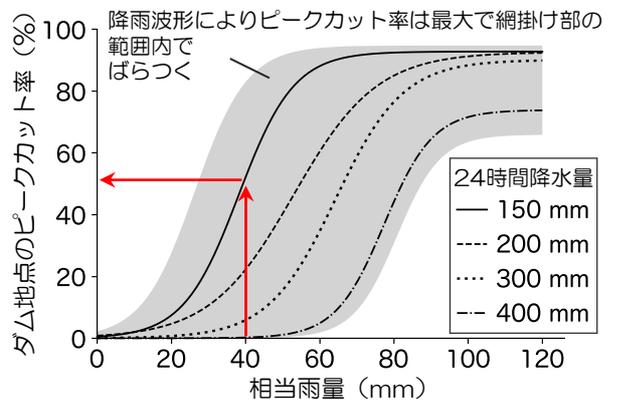
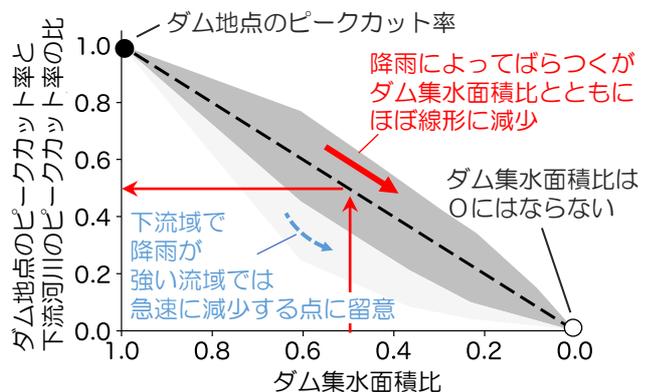


図1 洪水調節効果の推定指標



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

図2 ダム地点のピークカット率



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

図3 ダム下流域の河川流量のピークカット率

様々な形状の田んぼダム器具が発揮するピークカット機能

研究のポイント

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

研究の背景

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

評価法の特徴

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

期待される活用例

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

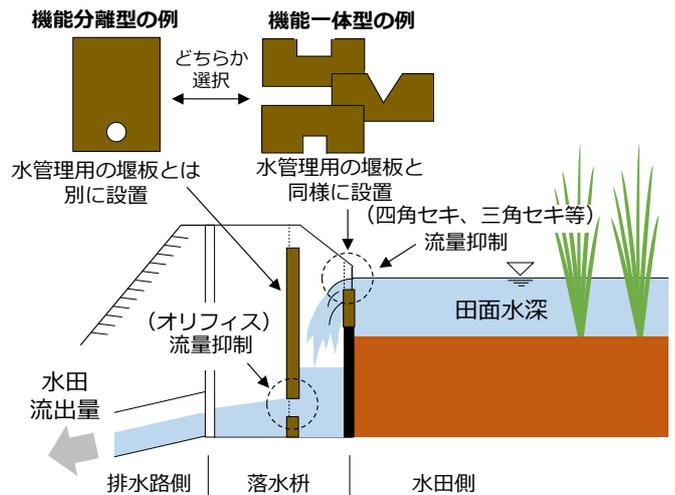


図1 田んぼダム器具のタイプと設置方法

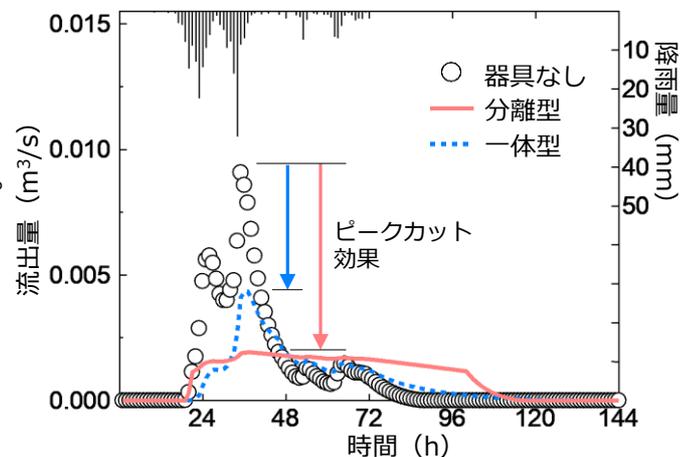


図2 田んぼダム器具による流出量ピークカット効果の算定（総雨量250mmの例）

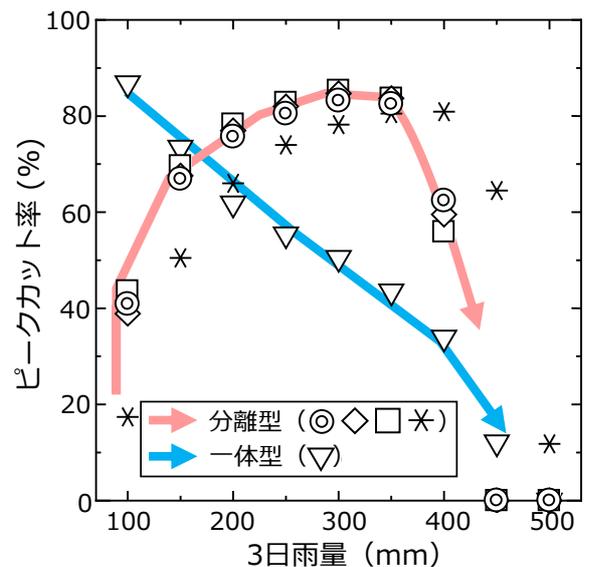


図3 雨量規模と流出量ピークカット率の関係

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

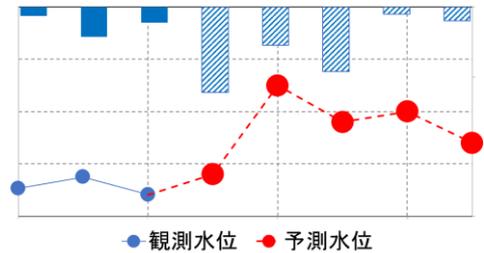
- 低平地における排水機場と排水路の水位を予測するプログラムです。
- 直近の実測値と気象予報をもとに、数時間先の水位をリアルタイムで予測可能です。
- 水利施設の効率的な操作を支援し、洪水被害の軽減と管理労力の軽減に貢献します。

研究の背景

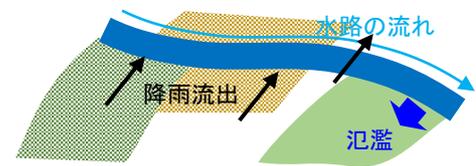
- 豪雨災害が増加する傾向にあり、農地が宅地に転用されると降雨流出の傾向が変わるうえ、浸水が生じた場合の被害が増大するため、排水機場等の水利施設においては、より一層の慎重かつ的確な操作が求められています。

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。



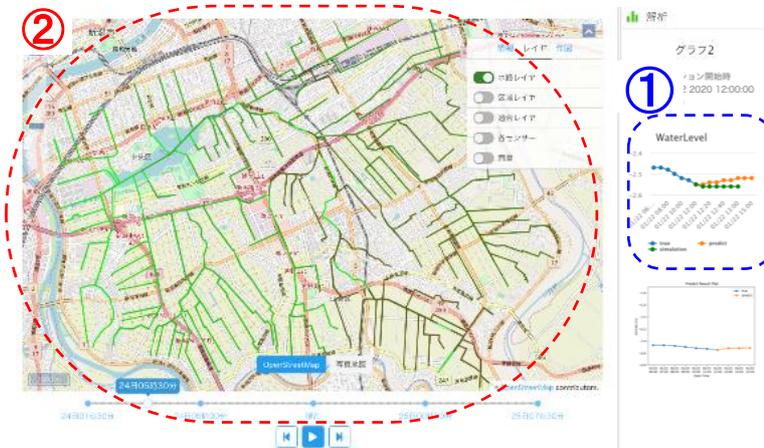
実測水位、降雨の予報をもとに水位を予測



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)。

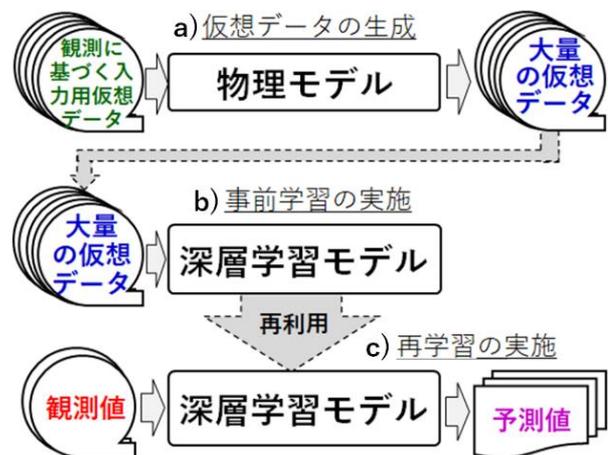


図1 新手法のデータフロー

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。

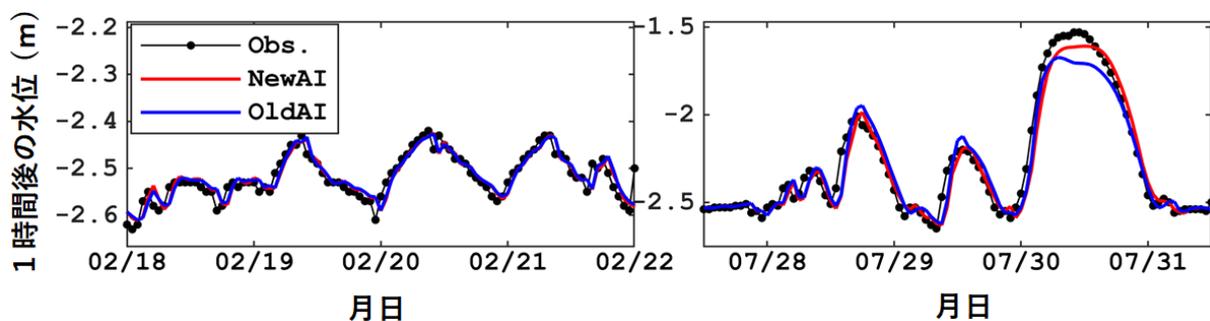


図2 転移学習あり(NewAI)/なし(OldAI)の1時間後の水位予測と観測値(Obs.)の比較
常時排水(左)、洪水時排水(右)

周期性を有するデータのAI予測精度を向上させるための前処理方法

研究のポイント

- 定点観測で収集された周期性を有するデータをAIで予測する際に、データに含まれる周期的な特徴を抽出して生成したデータを学習に追加することで予測精度を向上する方法です。
- 規則的な機械操作や生活リズム等に起因する周期性を有するあらゆる時系列データの予測に活用できます。

研究の背景

- ICTの進展に伴い、大量の時系列データが収集されるようになりました。時系列データの活用方法の1つとして、AIを用いた将来の状態を予測する技術開発が進んでいます。しかし、実用面では、予測時間(リードタイム)が長くなると予測精度が低下する場合があります。これを改善する必要があります。

前処理方法の特徴

- 観測データに含まれる周波数の成分をフーリエ変換で分解し、スペクトル解析により観測データの中で卓越するスペクトルピークを切り出し、逆フーリエ変換を行うことで、概ね単振動の周期を有するデータを作成します。この周期特性を含むデータをAIの学習データに追加します(図1)。
- この前処理方法でリードタイムが長い場合にも良好な予測ができるようになります。

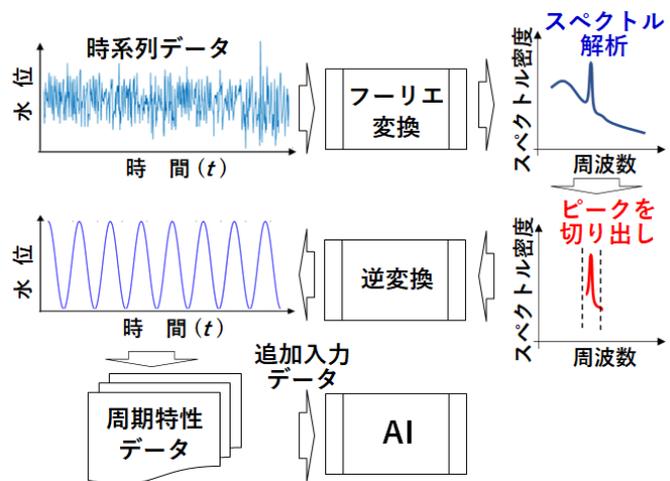


図1 提案する前処理手法の手順

適用事例

- 排水機場の遊水池で観測された水位データ(1時間間隔で約8年分のデータ)を対象に水位予測を行いました。この排水機場では常時排水を行っており、遊水池の水位は規則的なポンプ運転に起因する周期性を有します。
- 周期特性を有する水位データをAIの学習データに追加して、6時間先までの水位を予測しました。AIは時間予測に有用なリカレントニューラルネットワークを用いました。
- 代表的な常時排水期間において、周期特性データを追加した場合(周期性有)と追加しない場合(周期性無)の予測結果を比較すると、周期性を加えることで水位波形のピークが改善されました(図2)。

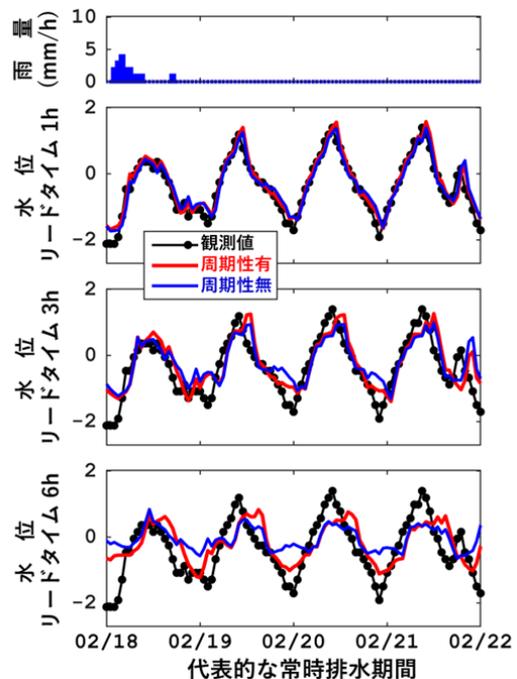


図2 周期特性データ有(赤線)・無(青線)の6時間先までの水位予測結果と観測値(黒線)との比較

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

ため池管理者が現地からため池の点検報告を行うための「ため池管理アプリ」

研究のポイント

- ため池管理者(ため池を管理している農家等)が、ため池現地で災害時の緊急点検や平常時の日常点検を行政に報告するためのスマートフォンアプリです。
- 本アプリを用いることにより、ため池管理者と行政が連携して、災害時の被害情報の共有や施設の管理を実施することができます。

研究の背景

- 地震、豪雨時にため池の被害状況を報告することが義務付けられていますが、ため池の多い市町村では、市町村の担当者だけでは点検に膨大な時間を要するため、ため池管理者の協力が必要になっています。

アプリの特徴

- 高齢なため池管理者でも簡単に操作できるように、一問一答形式で、「はい」または「いいえ」を選択するだけで点検報告できます。
- 山奥のため池で電波が届かない場合や災害時に通信ができない場合にも、現地でアプリに入力しておけば、通信が回復した時点で自動的に報告が送信されます。
- 地震や豪雨が発生してため池の点検が必要になると、アプリに、点検依頼のプッシュ通知が送信されます。また、台風が近づいているときなど、ため池の監視等に注意が必要な場合には、都道府県庁から、注意喚起のプッシュ通知をアプリに送信できます。

活用例と効果

- ため池に最も近い場所にいるため池管理者から点検報告を受けることにより、災害時のため池の緊急点検にかかる自治体の負担を大きく軽減できます。
- アプリのプッシュ通知機能を使って、ため池管理者に通知を送れるため、毎年のため池管理者登録にも便利に用いることができます。



ため池管理アプリ (MEAP) の操作方法

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

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。



図1 写真閲覧画面



図2 水位データ閲覧画面

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

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/research_result/seg4/145027.html

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

ひずみ測定によるFRPM管の機能診断手法

研究のポイント

- 農業用パイプラインに広く利用されている強化プラスチック複合管（FRPM管）の局所的な変形や破壊に対する安全性を定量的に診断する手法を開発しました。
- 曲率測定装置により計測した曲率からひずみを計算し、診断表を参照することにより、対策の要否を判定できます。

研究の背景

- FRPM管は土圧を受けて変形しており、従来は全体の変形の程度（たわみ量：図1）を計測して、安全性を診断しています。
- しかし、地下水や地盤沈下などにより管周辺の土が不均一になると、局所的に変形して、破損に至る場合があります。
- そのため、たわみ率だけでは安全性を正確に診断することができませんでした。

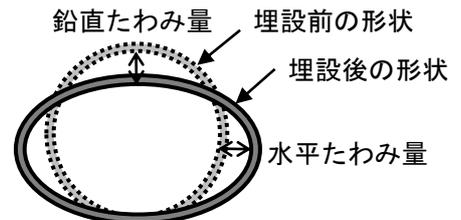


図1 たわみ量

ひずみの測定方法

- 地中に埋設されたFRPM管は土圧による曲げによってひずみ（図2）が発生しています。
- 図3に示すように、曲率測定装置（図4）を管の内面から押し当て、ベースの底面から管の内面までの距離 d を計測して、曲率を求めます。次に、曲り梁の曲率と曲げモーメントの関係から、ひずみを計算します。
- 現場での測定事例（図5）に示すように、管の変形を詳細に把握できます。

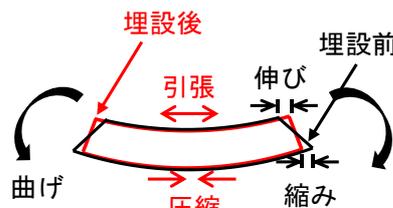


図2 曲げによるひずみ



図3 測定状況

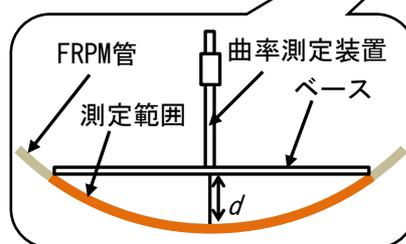


図4 曲率測定装置

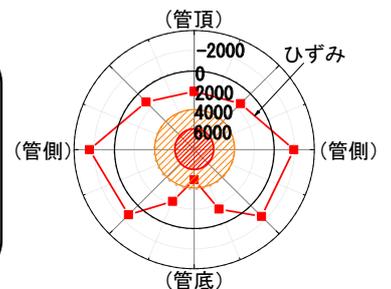


図5 現場での測定事例

安全性の診断

- 測定したひずみの値を表1の診断表に示す閾値と比較して、定量的に安全性を診断できます。この閾値は、FRPM管の長期強度に関する試験（ISO10471）の結果に基づいて設定しています。

表1 ひずみを指標としたFRPM管（FW成形）の診断表

ひずみ (μ)	対策の目安
6000以上	新管による敷設替え/管路更生
4000以上-6000未満	2年毎に点検、補修の検討
2000以上-4000未満	5年毎に点検
2000未満	10年毎に点検

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。



図1 コアビット法の測定手順

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。

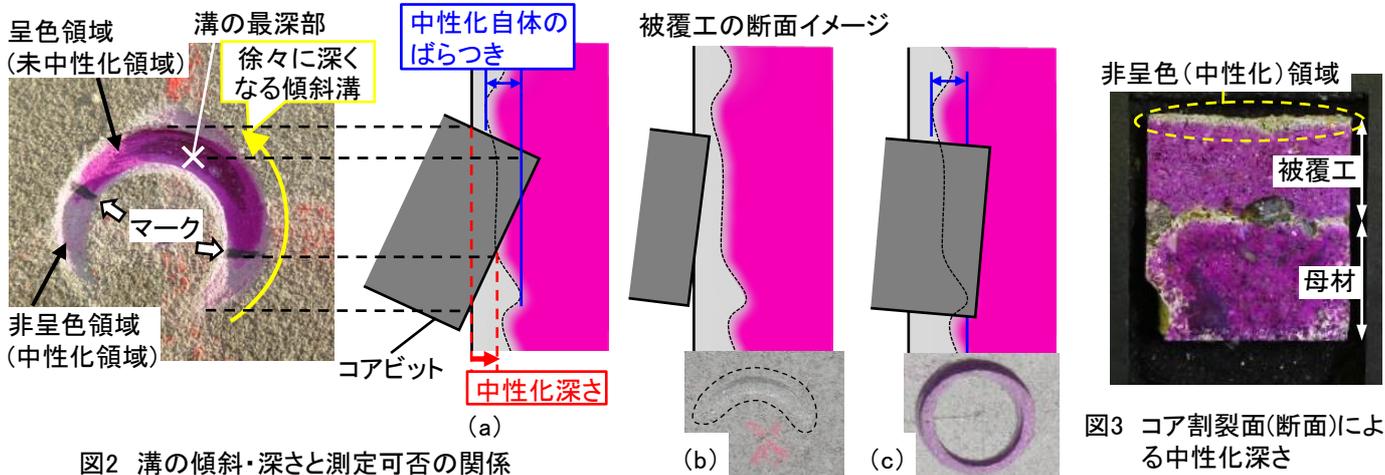


図2 溝の傾斜・深さと測定可否の関係

図3 コア割裂面(断面)による中性化深さ

潤滑剤の劣化度を簡易に評価する携帯型測定装置

研究のポイント

- ポンプ設備では、滑動を良くするために、軸受や減速機などの回転部に潤滑剤（潤滑油やグリース）が使用されています。その潤滑剤を採取し（図1）、検出部に塗布するだけで劣化の程度を評価する携帯型測定装置を開発しました。
- 本装置は小型軽量で取扱いが容易であり、専門知識がなくても潤滑剤の劣化の程度を簡易に評価することができます。

研究の背景

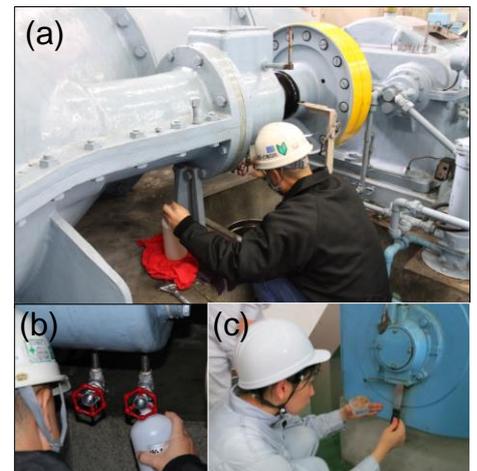
- 標準耐用年数を超過したポンプ設備が年々増加しており、7割が耐用年数を超過している状況です。今後、膨大な数の施設を一齐に更新しなければならない事態が発生することが懸念されます。
- 補修・改修の優先順位を決定し、適時適切に維持管理を行うためには、施設の状態を的確に診断し、性能低下している施設から効率的に保守・保全する必要があります。
- 現在、日常点検は主として目視・触診・聴診であり、ポンプ設備の構造や診断に詳しい専門技術者でなければ劣化の進行の把握が難しく、また劣化がある程度進行しなければ診断できない等の課題があります。

携帯型測定装置の概要

- ポンプ設備の性能低下を引き起こす要因として、潤滑剤の酸化劣化や水分混入などが挙げられます。そこで、潤滑剤の酸価（mgKOH/g）と水分量（ppm）を測定することにより、潤滑剤の劣化の程度を評価します。
- 本装置の外観を図2に示します。装置の外寸は縦195mm、横95mm、高さ40mmで、重さは約500gと小型軽量です。
- 潤滑剤を五段階に酸化劣化させて、それぞれの酸価と、装置内部の赤外線受光素子で測定した電圧の関係を図3に示します。この関係式を装置の評価部に記録しておきます。
- 記録した関係式を評価に用いることにより、採取した潤滑剤を装置の検出部に塗布するだけで、瞬時に、酸化劣化の程度を三段階に評価（良好、注意、異常）して表示します。水分混入についても同様に、スイッチで測定モードを切り替えるだけで評価・表示します。

携帯型測定装置の効果

- 日常点検のなかで本装置を用いることにより、適正なタイミングで潤滑剤を交換することが可能となります。さらに機械の性能低下を軽減でき、ポンプ設備の維持管理費の節減に大きく貢献します。
- 潤滑剤を用いる機械設備は全て対象となるので、幅広い分野での利用が期待されます。



(a)採取状況 (b)潤滑油 (c)グリース
図1 潤滑剤の採取状況



図2 携帯型測定装置の外観

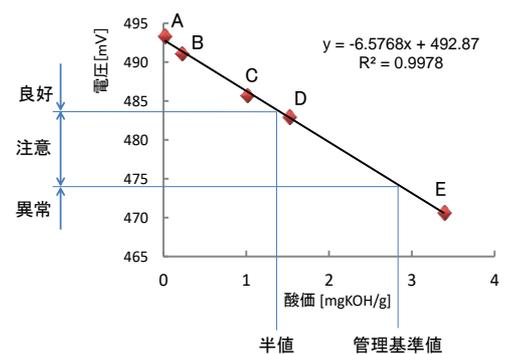


図3 潤滑剤の酸価と電圧の関係
(管理基準値および三段階評価はイメージ)

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。
- 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)。

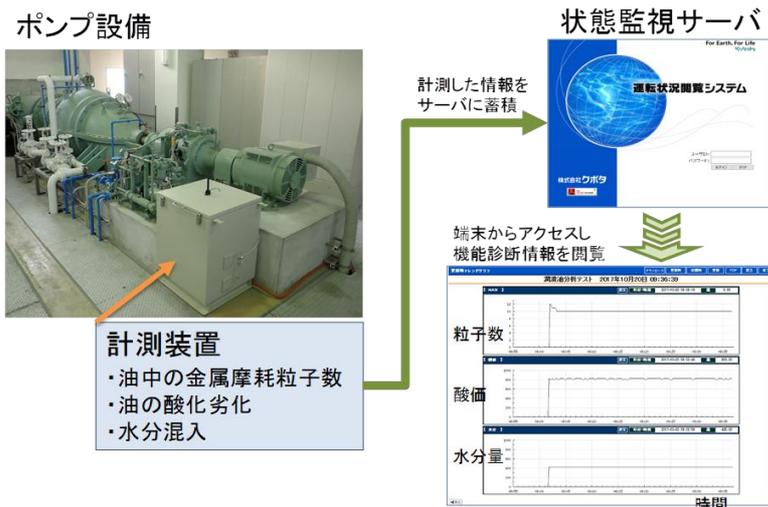
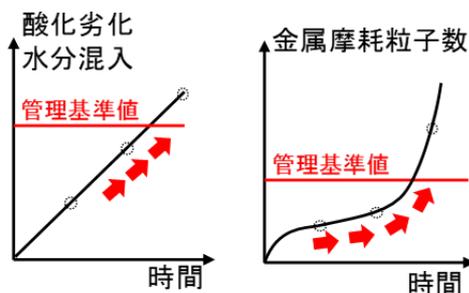


図1 遠隔監視システムの構成



(○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。

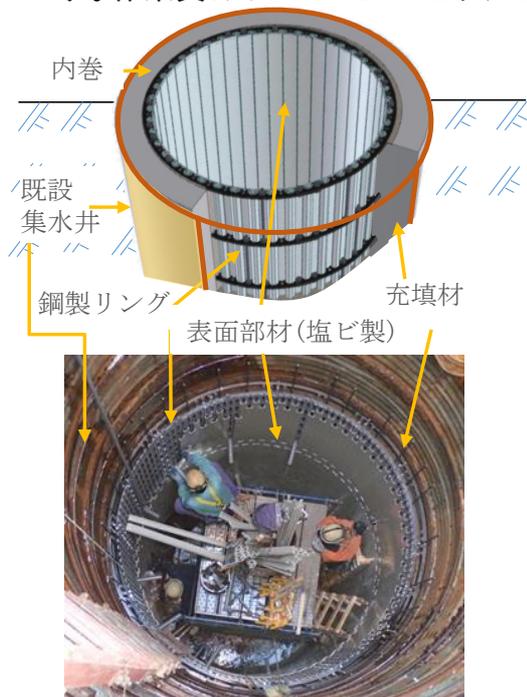


図2 内巻き補強工法の概要



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。

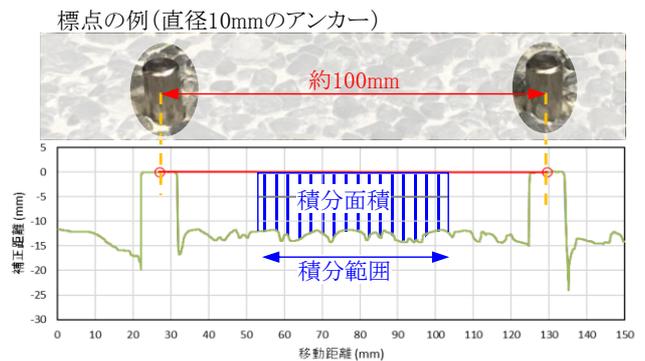


図1 摩耗量計測手法

計測概要と改良版の特徴

- 計測は従来版・改良版ともに同じで、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。

	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：簡略化 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>
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。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 ● 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。 ● 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丢失のおそれがない。

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。

小型サンドブラストを用いた モルタル系材料の促進摩耗試験

研究のポイント

- ハンディタイプのサンドブラストによって、モルタル系材料を促進摩耗させる試験です。
- モルタル系材料の耐摩耗性を2分程度で簡易に調べることができます。
- 試験装置が小型なため、現地に持ち運んで試験することも可能です。

研究の背景

- モルタル系材料の耐摩耗性を評価する方法として、促進摩耗試験が使われています。
- しかし、既存の試験法では、特殊または高価な試験装置が必要であり、だれもが手軽に行えるものではありませんでした。
- また、現地に施工された材料に対しては適用できませんでした。

試験法の特徴

- 試験に必要な機材は、ブラストガン、研磨材(珪砂5号)、コンプレッサー、バッファータンクと、市販品のみです。
- コンプレッサーの圧力とモルタル試験面までの距離を制御し、試験面に対して垂直に研磨材を噴射することによって、モルタルを摩耗させます(図1)。
- モルタルにはすり鉢状の摩耗が発生します(図2)。摩耗した深さをレーザー変位計やデプスゲージを用いて計測し、その深さから材料の耐摩耗性を調べることができます。
- 試験時間は2分程度で、現地に施工された材料に対しても適用できます。

留意点

- 試験の実施には、粉塵対策(マスクの着用、ダストカバーの設置など)が必要です。
- 発生する摩耗状況は、ブラストガンの仕様・性能によって異なるため、材料の違いを調べる場合や、経時的な変化を評価する場合には、同じブラストガンを使用する必要があります。

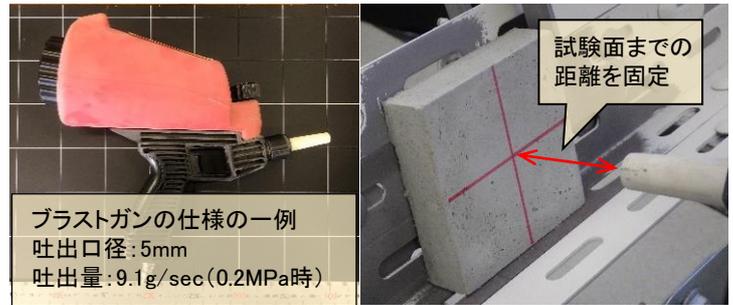


図1 小型サンドブラストと試験状況

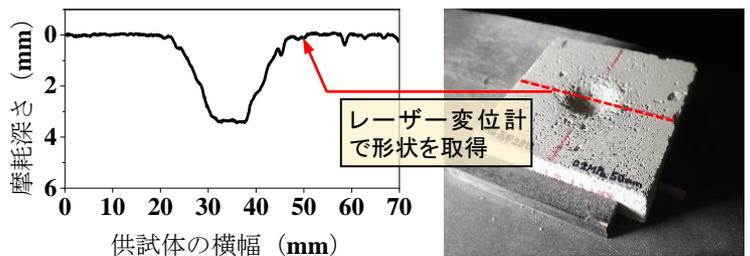
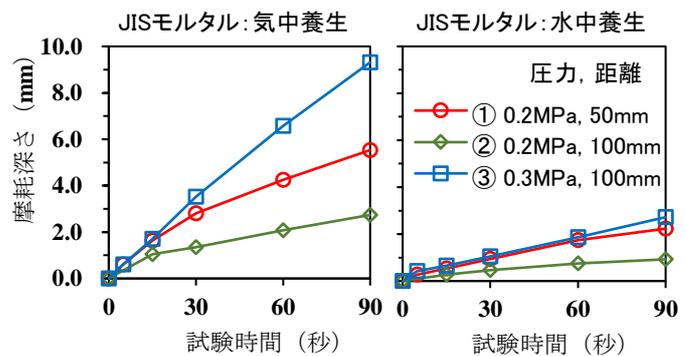


図2 供試体に発生する摩耗形状



・養生条件や材料による耐摩耗性の違いを調べることができます。
・圧力と距離によって試験力が異なり、自由に調整可能です。

図3 試験結果

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

研究のポイント

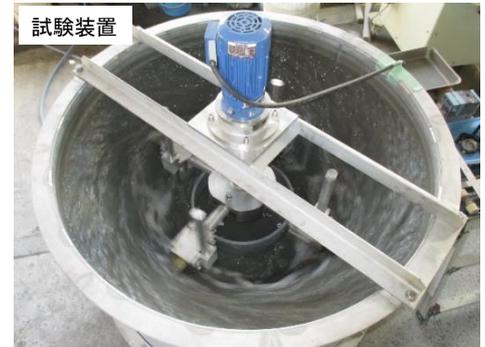
- 頭首工などの水利施設で発生する「レキの掃流摩耗」を再現する促進摩耗試験です。
- 複数の材料を同時に試験することができ、また、粗骨材を含むコンクリートにも対応可能です。
- レキの掃流摩耗が発生する施設で使用される、コンクリートや補修材の耐摩耗性評価に利用できます。

研究の背景

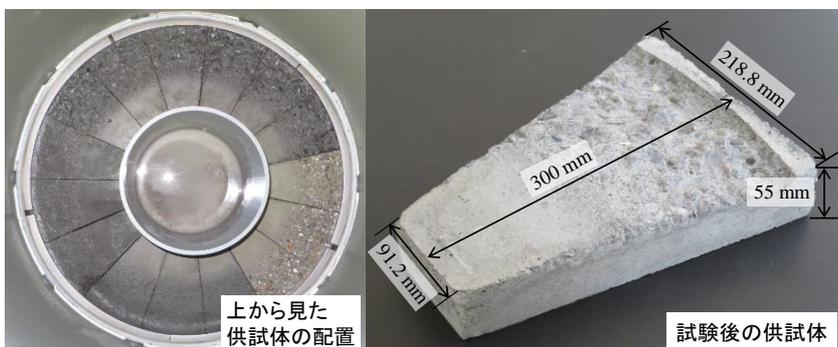
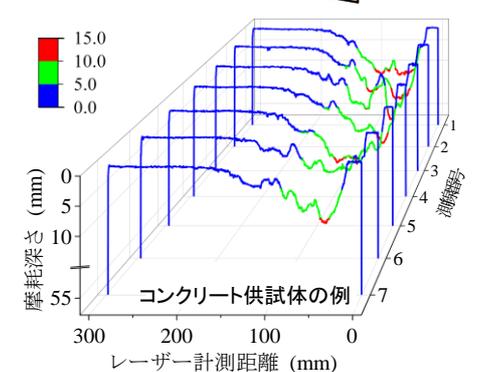
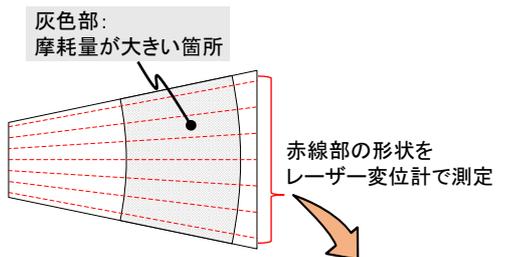
- 頭首工などの水利施設では、水とともにレキが表面を流れることで、激しい摩耗作用が生じます。
- このようなレキの掃流摩耗を再現できる促進摩耗試験は確立されておらず、現場の実態に合った条件で材料の耐摩耗性を評価する方法がありませんでした。

試験の概要

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



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



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

軽量の炭素繊維を用いた 水路トンネルの覆工コンクリートの補強工法

研究のポイント

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

研究の背景

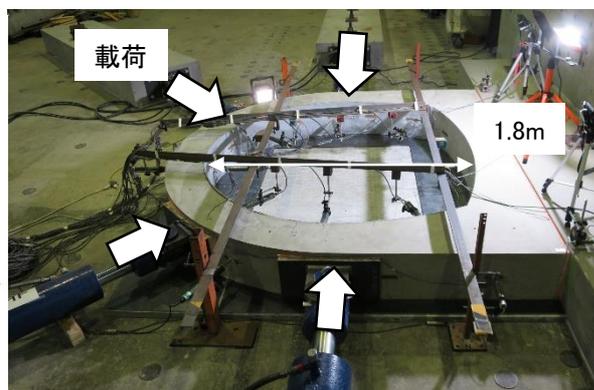
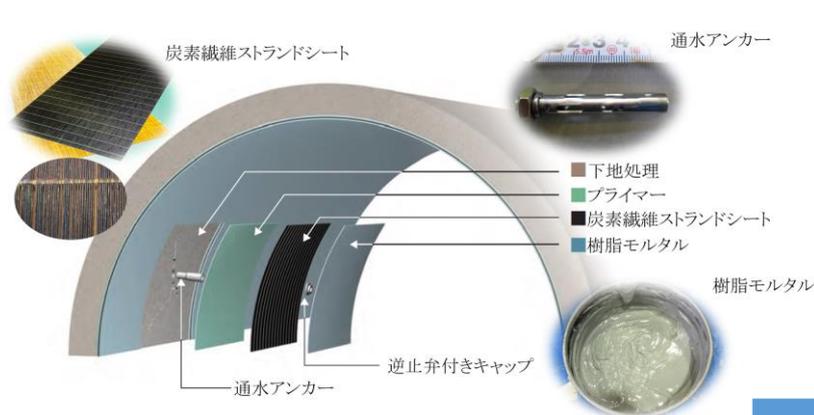
全国に約2,000km以上整備されている水路トンネルの中には、長期間の供用により、覆工コンクリートにひび割れなどの変状が見られるものもあります。小規模な水路トンネルに適用できる対策技術の開発が急務です。



水路トンネルに見られるひび割れの例

工法の特徴と性能確認試験

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



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

※1) 新設の未補強覆工で載荷し、ひび割れが発生した時に載荷を停止。ひび割れ補修および本工法を実施し、その後、再度載荷した結果。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。
- 適用前に覆工背面の空洞充填を行うことを前提としています。
- 東北地方で行った実証試験では、施工から3年を経過した時点で樹脂モルタルや覆工コンクリートに変状は見られないこと、通水アンカーが正常に機能し、浮きやはく離が見られないこと、付着強さの低下は見られないこと、を確認しています。

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)



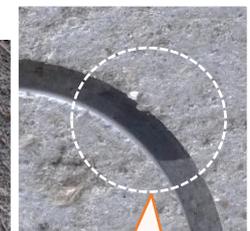
ゴムリング 余剰接着剤

φ45mmジグ

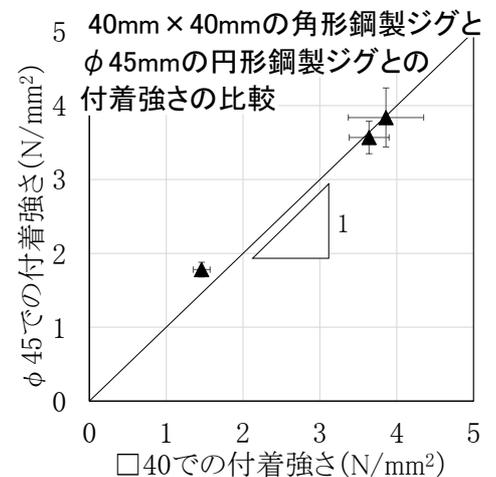
引張試験前の状況



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

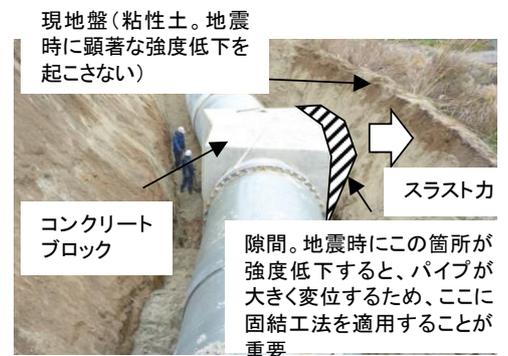
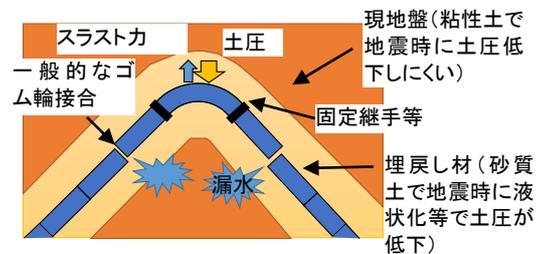
農業用パイプラインの地震時の被害を軽減する技術です。固結工法を用いて、曲管や分岐管等のスラスト力が作用する箇所での継手の離脱を防止します。

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。

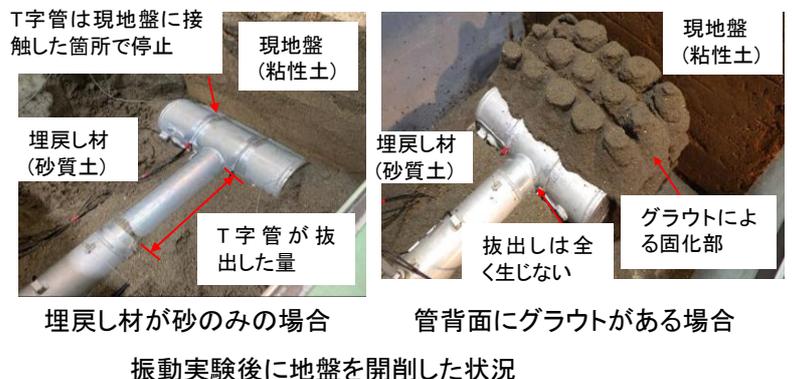
技術の内容

- 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

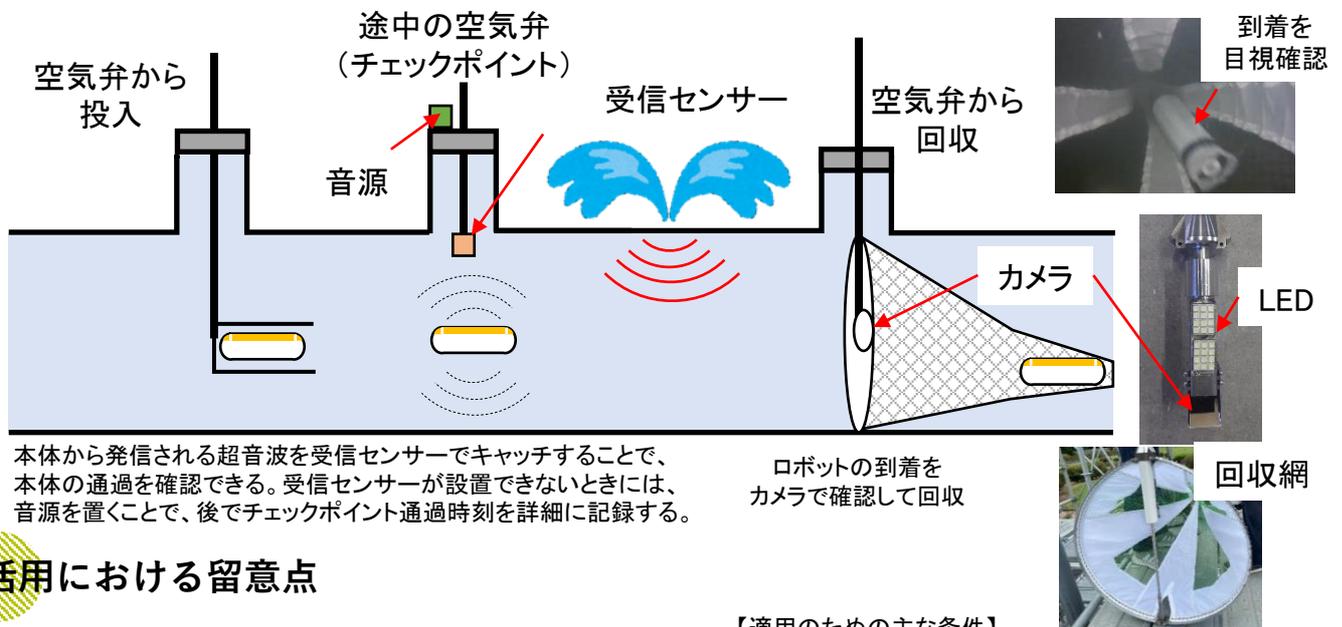
- パイプラインの中に、漏水音を記録できるハイドロフォンを搭載した漏水探査ロボットを流下させることによって、漏水の位置を特定するシステムです。

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。

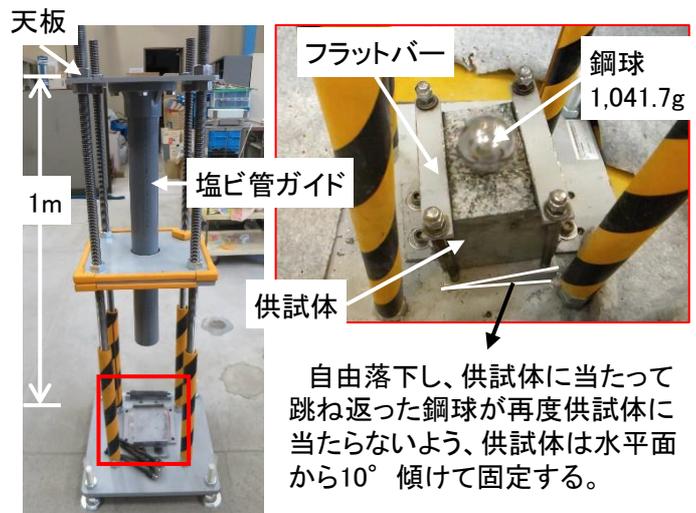


図2 鋼球落下式衝撃摩耗試験装置

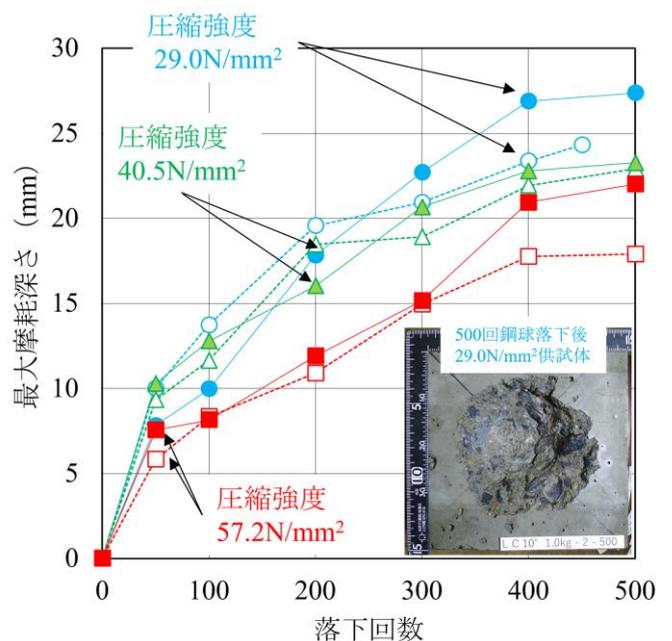


図3 強度の異なるコンクリートの試験結果

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。



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

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。

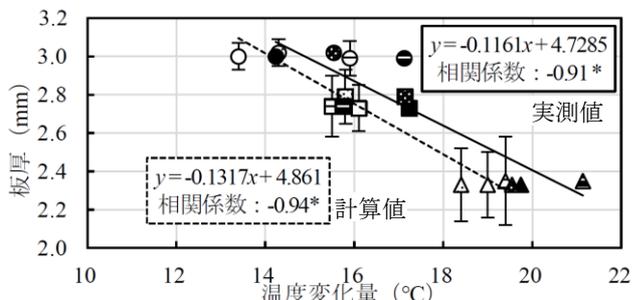


図4 温度と板厚との相関

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。

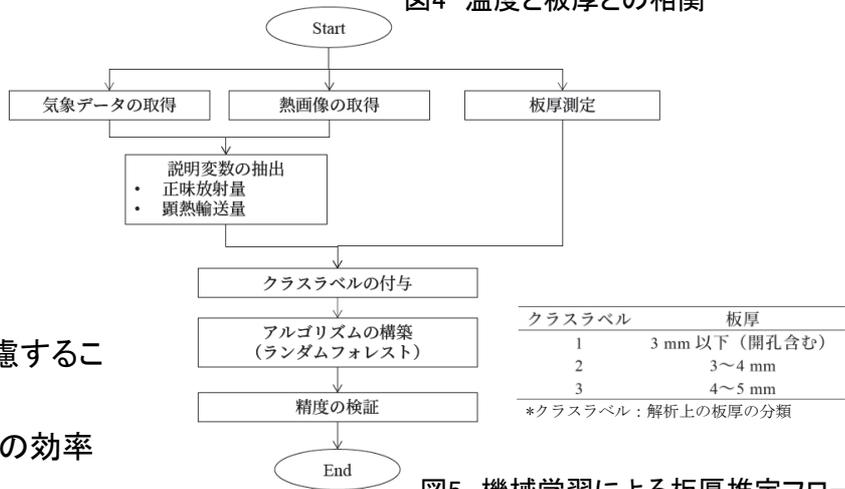


図5 機械学習による板厚推定フロー

淡水レンズ地下水厚の経時変化を把握する深度別電気伝導度測定法

研究のポイント

地下観測孔内の複数深度に設置された自記電気伝導度計を用いて、台風や集中豪雨等に対する淡水レンズの経時変化を把握する観測手法を開発しました。

研究の背景

- 淡水レンズの厚さを把握するこれまでの手法は、測定者が地下水観測孔内の電気伝導度（以下ECと呼ぶ）を深度別に記録するものでした。
- この手法は潮汐の影響を抑えるため、小潮の日に測定を行う必要があるため半月毎のデータしか得られず、雨に対する淡水レンズの応答を連続的に把握することは困難でした。

測定法の概要

本測定法には、以下の特徴があります。

- オールストレーナ仕上げの地下水観測孔内に、ロガー機能を持つ自記EC計を複数設置し、深度毎のECを1時間毎に記録する(図1)とともに、地下水位を記録します。(図1)。
- 孔内のECは潮汐の影響によって変動しますが、25時間分の測定データの平均を取ることにより、周期的な潮汐の影響をほぼ排除し、ECの変動傾向を追うことができます(図2)。
- 25時間平均を取ったECとEC計を設置した標高から塩淡水境界標高を求め、地下水位標高の差を取ることによって、淡水厚を求めることができます。

測定事例

2012年9月28日に最接近した台風17号通過時の、沖縄県多良間島における淡水厚の変動は図3のとおりです。台風等による非周期的な潮位変動は25時間平均によっても排除できないので、当該期間のデータは採用しません(図3点線)。気圧の低下による一時的な潮位の上昇が収まった10月4日の淡水厚は、台風通過前に比べて1.6m増加していることが観測され、極端現象による淡水レンズ地下水の挙動を明らかにすることができました。

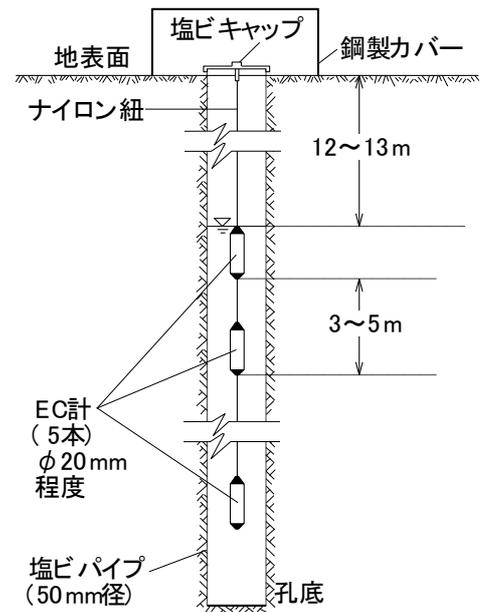


図1: 観測手法模式図

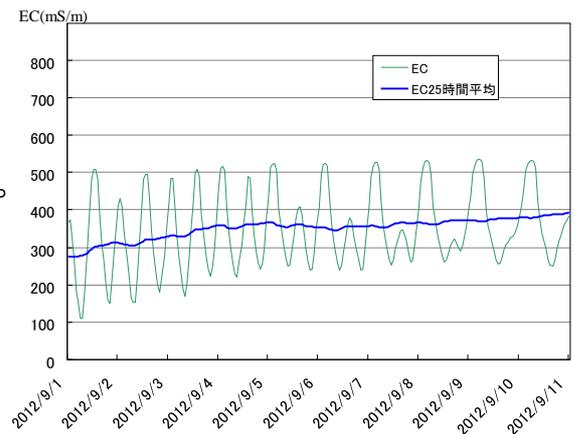


図2: 25時間平均による平滑化

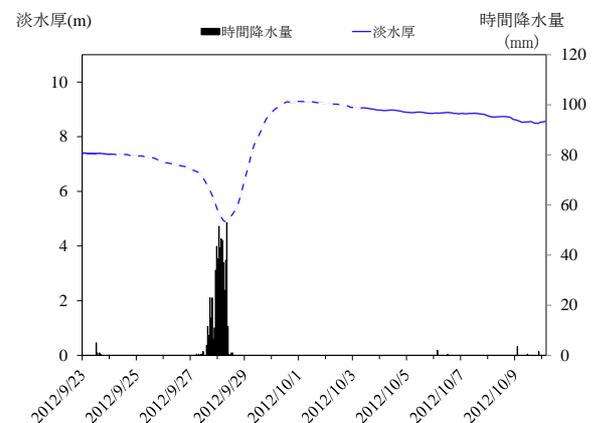


図3: 台風接近時の淡水厚の変化

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（40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。
- 観測データを入力すれば長周期成分除去～単一潮汐成分抽出～波の伝播式の計算が行われる、一般的な表計算ソフトの計算シートを提供できます。

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）

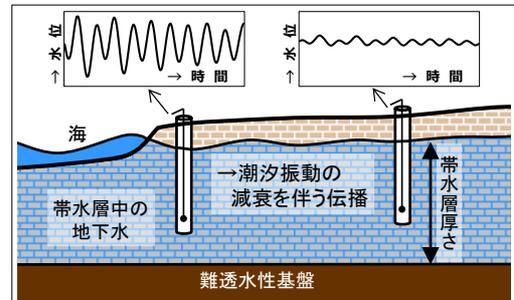


図1 地下水位への潮汐伝播と2地点地下水位観測のイメージ（鉛直模式断面図）

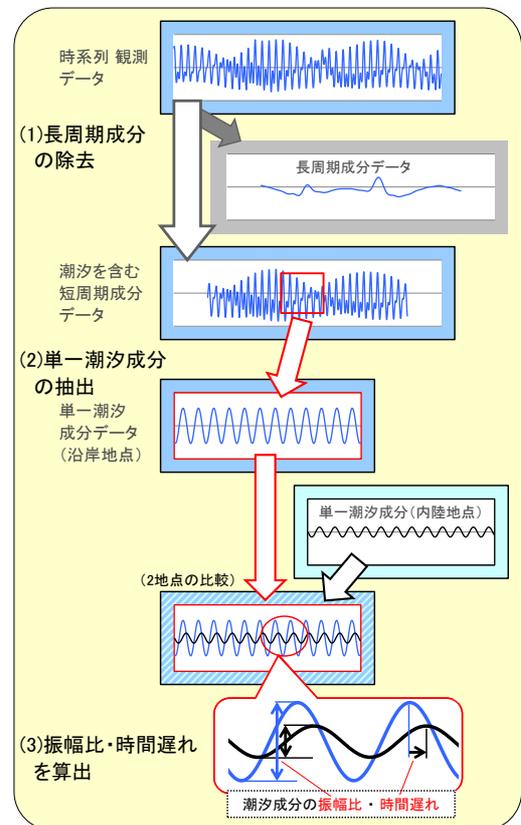
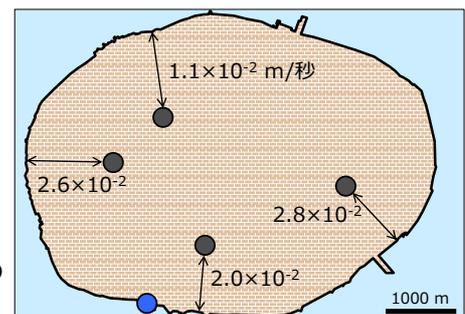


図2 観測データの処理と分析の流れ



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

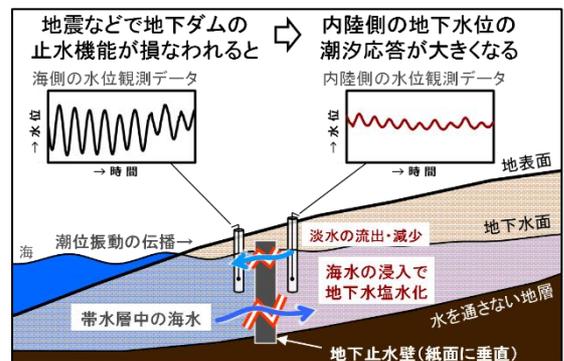
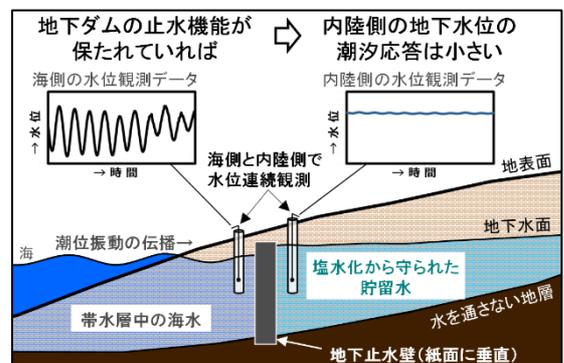
- 止水壁の海側と内陸側の地下水観測孔に自記水位計を設置して同時に観測して得られる、1時間間隔などの地下水位連続データを用います。
- 両地点の水位データについてフーリエ解析を応用して潮位の影響による正弦振動の振幅を算出します。振幅を正確に算出するには、水位が止水壁天端より低く越流していない期間の、決まった長さの時系列データを対象として解析します。
- 内陸側と海側の振幅の比（内陸側振幅÷海側振幅）が止水機能が保たれた状態に比べて大きければ、機能が損なわれている可能性があります。
- これまで難しかった塩水浸入阻止型地下ダムの止水機能の常時連続的な監視を可能にします。

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

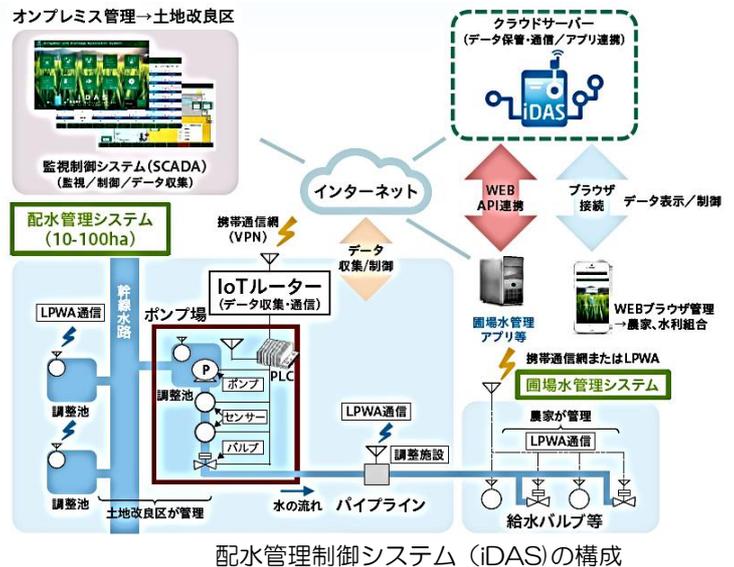
ICTを活用した圃場-水利施設連携型の配水管理制御システム

研究のポイント

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

開発したシステムの特徴

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



実証事例 - ポンプ - 配水槽 - 給水バルブの連携制御 -

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

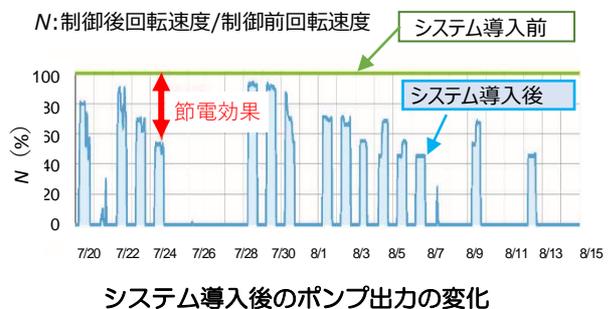


配水槽における水位遠方モニタリング

スマートフォンによる管理(担い手、施設運転者向け)

実証事例 - 効果の実証 -

中小規模のポンプ-パイプライン灌漑地区2箇所における実証試験では、給水栓と直送ポンプの自動制御化による水管理労力の削減効果と、パイプライン解析に基づく最大損失点圧力の一定制御による配水管理により、4割の省エネ・節電効果、計画運転に対する管内圧力低減効果を実証しました。



iDASの主要機能

圃場における水利用に応じ、ポンプ場から最適な用水量を自動で配水

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

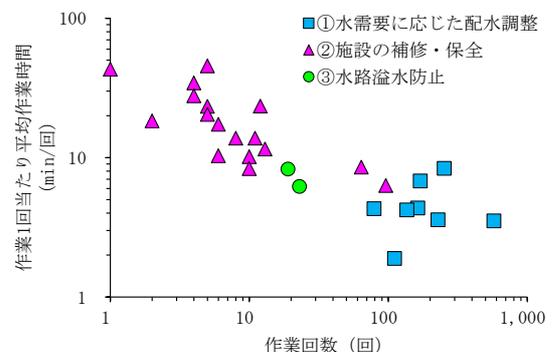
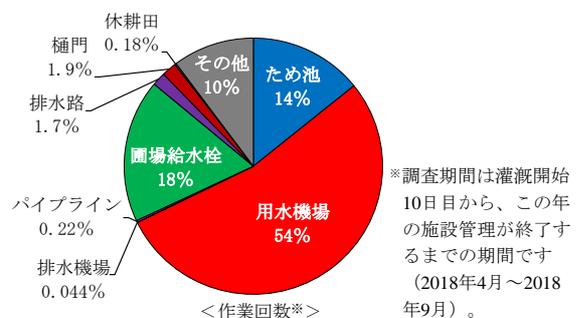
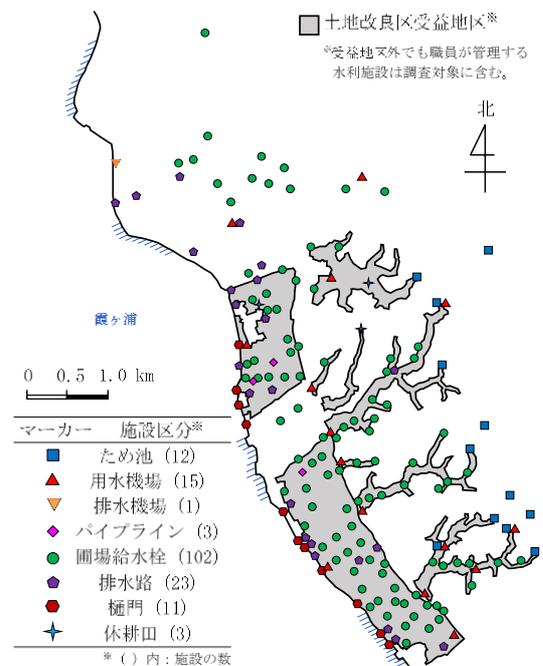
- 水利施設管理の省力化に資するため、茨城県行方市の水田パイプライン灌漑地区を管理する土地改良区の施設管理労力を明らかにしました。
- この土地改良区では、用水機場の管理に最も多くの労力を要しており、省力化を図るためには配水調整の作業回数を抑制する対策が有望です。

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)。

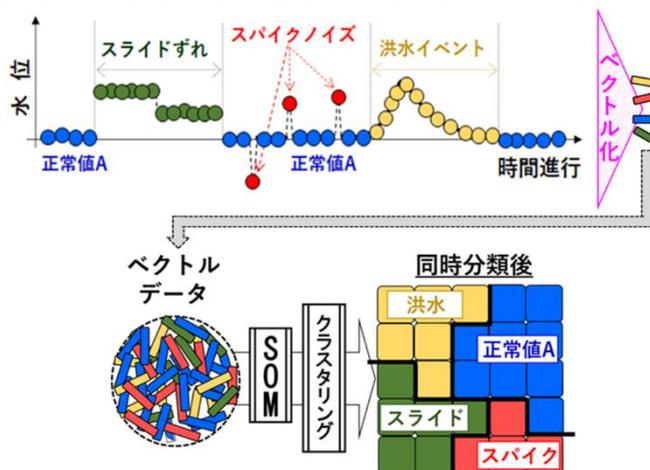


図1 複数種類の正常値・異常値の同時分類技術のイメージ

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。

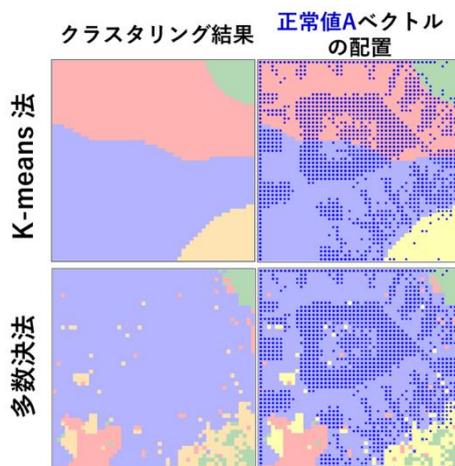


図2 K-means法と多数決法の分類結果(正常値Aのみの比較) 背景色=正常、洪水時などのデータの状態を4区分して緑、桃、紫、黄色で表示、ドット色=正常値を青色ドットで表示

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)。



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、作業の優先順位等を、ある程度Webシステム上で判断できます。
- 作業日数の削減だけでなく、現地作業の要否判断の的確化、情報共有の利便性向上、判断の迅速化による精神的負担の軽減等、作業の質的な向上も把握されました。

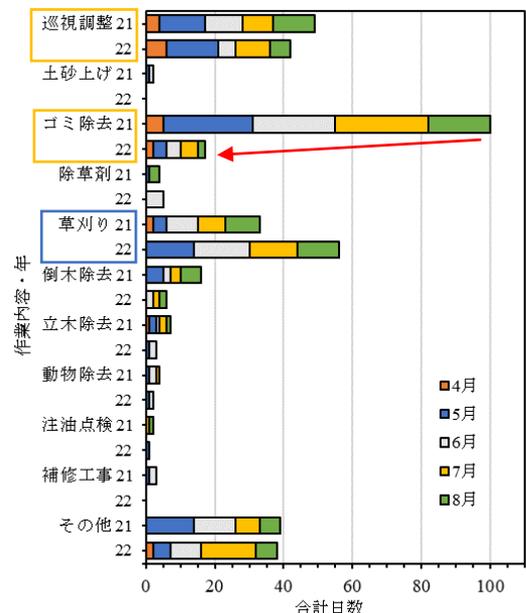
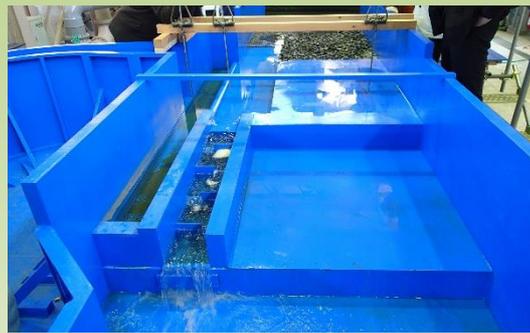
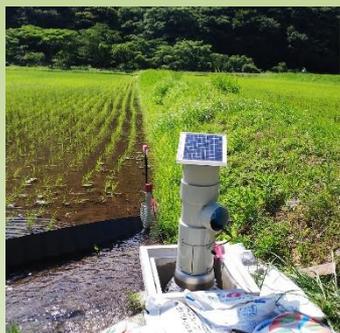


図2 巡回担当者の作業内容と各作業日数

活用面・留意点

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

知りたい技術が ここにあります



メールマガジン

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

農村工学研究部門の最新情報を毎月配信しています



実用新技術成果選集

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

農村工学研究部門の主な研究成果をまとめて編集したものです



ホームページ

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

プレスリリースからイベント情報まで。欲しい情報がここにあります



問い合わせ先：農村工学研究部門 研究推進部 研究推進室 渉外チーム
〒305-8609 茨城県つくば市観音台2-1-6
TEL.029-838-7677 E-mail: nire-pr@naro.affrc.go.jp

農業農村整備のための実用新技術成果選集

令和5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」
