

背景及び取組概要

＜経営概要 47.7ha(水稲 32.3ha、大豆等 15.2ha、野菜 0.2ha) うち実証面積 水稲 32.3ha＞

強靱で持続可能な地域農業の構築に向け、

- ①分散した水田にはICT型自動給水栓、実証経営体の集約化された水田では自動ゲート制御による水管理制御システムを導入し、水管理にかかる労力を大幅に削減する。
- ②田んぼダムやスマート型の排水制御機器を利用することで、豪雨時における下流地区の氾濫リスクを抑制するとともに、遠隔操作可能な排水ゲートの導入で見回りによる事故の発生を防止する。
- ③冬期湛水による冬鳥飛来など生物多様性保全効果を、AI利用によって見える化し、生産米の付加価値を向上する。

導入技術

①ICT型自動給水栓

・通年の水管理にかかる労力を削減

②自動分水ゲート

・複数水田に一括給水が可能

③スマート排水機器

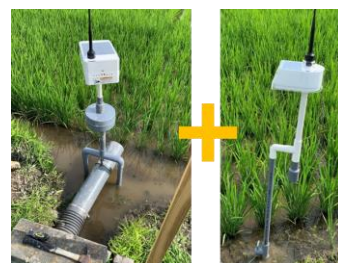
・田んぼダム機能の活用

④リモート排水ゲート

・作業労力軽減と豪雨時の事故リスク削減

⑤鳥類自動記録システム

・自動観測画像からハクチョウなどを判別



入水・湛水管理

排水管理

防災

冬期湛水

実証課題の達成目標

1) 実証テーマに沿った目標

- ①水田由来の排水量のピークを最大70%程度カット。
- ②用排水ゲートの自動化により、豪雨時の見回りを減少させ、事故発生数を限りなくゼロに。
- ③自動観測画像から機械学習による大型動物(鳥類など)の判別とカウント精度85%以上。

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

- ①スマート水管理システムの導入ほ場における水管理にかかる労力を最大50%削減。
- ②集約化された複数水田の水管理が自動ゲート制御で可能となり、個別の自動給水栓より最大50%のコスト削減。

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

- ①減災・環境保全機能の明示による生産米への付加価値向上により米の販売価格を最大15%向上。
- ②実証経営の稲作部門労働費が最大3%削減。
- ③実証経営の稲作部門の助成金込みの農業粗収益を最大7%増加。

目標に対する達成状況等

目標に対する達成状況

1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

① 水害時降雨データのシミュレーションから、スマート田んぼダム機器設置で、ピーク時排水量を目標値を超えて約77%カットできる可能性を示した(図1)。

田んぼダムの効果を令和2年7月豪雨時の降雨量でシミュレーションすると、浸水面積で33%、浸水量で55%減少すると試算された(図2)

② 用排水ゲートの自動化により、作業労力の軽減とともに、操作に伴う操作員の事故リスクを回避できた。

③ 構築した鳥類等自動記録システムにより、ハクチョウの羽数を目視対比91%で検出し、目標を達成した。

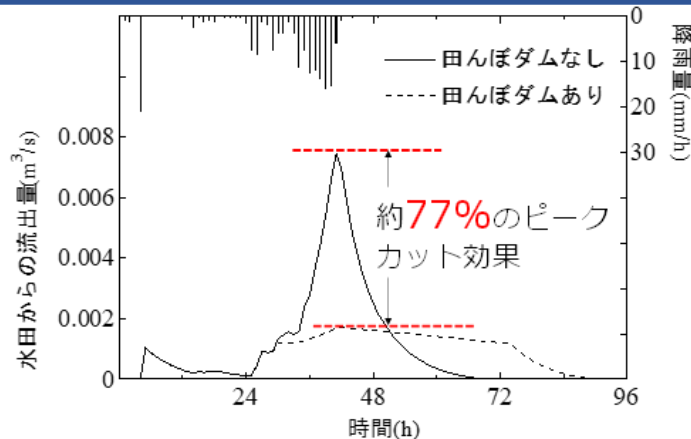


図1 水田ピーク流出量の削減効果

氾濫シミュレーション結果

適用降雨：令和2年7月豪雨 (169.5 mm/3d)

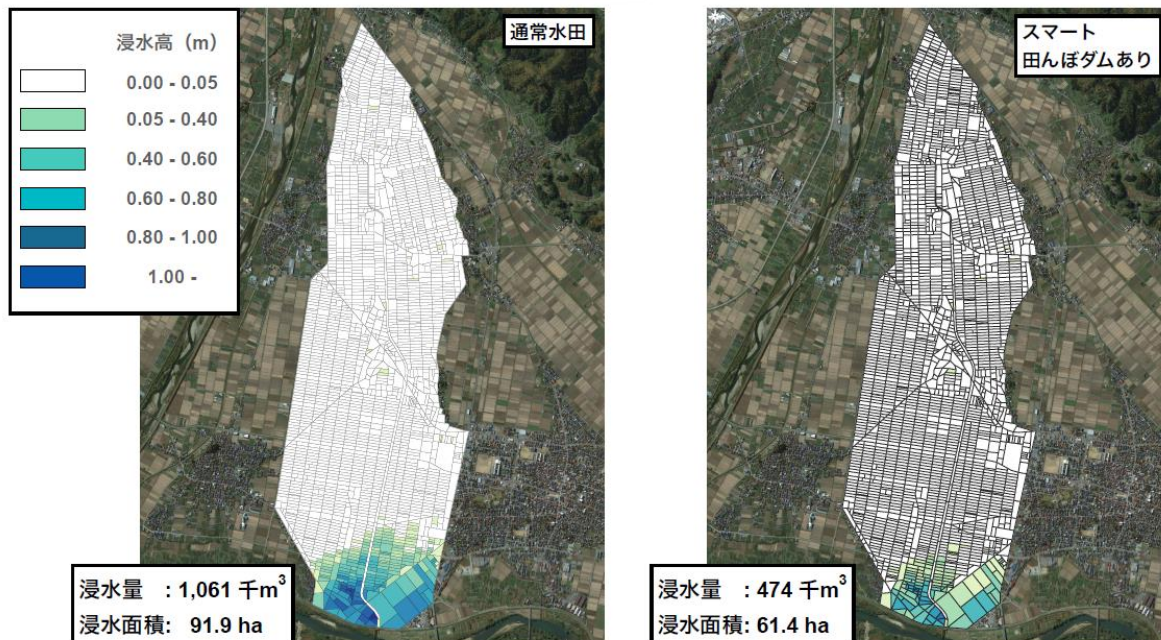


図2 スマート田んぼダムの効果検証

目標に対する達成状況等(つづき)

2)生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

- ① ICT水管理機器の導入圃場では非導入圃場と比較し、水管理操作回数が約50%削減され目標は達成されるとともに、ゴミ詰まり対策によりさらに60%以上の削減を達成した。
- ②自動フラップ式ゲートを用いた場合の導入コストは、個別自動給水栓の導入(約150千円)と比較し、1圃場当たり73千円に収まり、コストが最大50%削減され、目標を達成した(図3)。

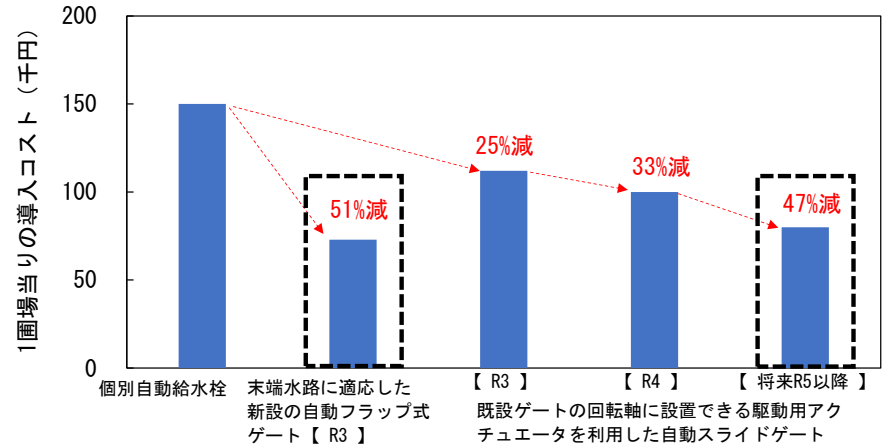


図3 一括給水システム導入によるコスト削減効果

[通常栽培の粗収益 = 100]

3)生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

- ①対面販売試験では、比較対象米の115%の価格に設定した生産米で30kg(玄米換算)の販売実績が得られ、米の販売価格15%向上の目標達成の可能性を示した。
- ②スマート水管理システムによる水管理労力の削減(60%)によって、実証経営の稲作部門労働費の2.0%削減を達成した。
- ③将来的に生産米の14.8%(9.8t相当)を通常販売の115%に設定した高付加価値で販売できれば(仮定①)、粗収益額は7%増加し目標を達成できる見込みを示した(図4)。なお、生産米全てを通常販売の115%に設定した高付加価値で販売できた場合(仮定②)、粗収益額は19.8%増加する。

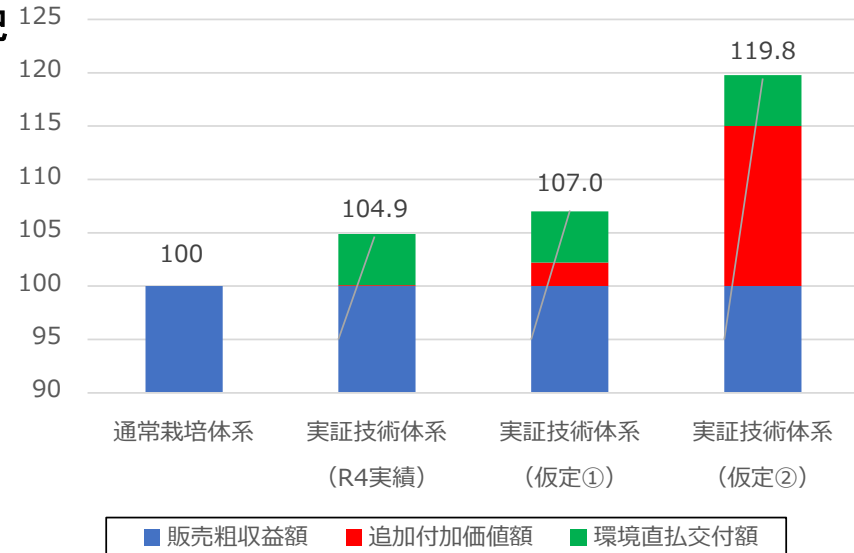


図4 実証技術体系の10aあたり助成金込み粗収益(実績と将来仮定値)

(実証項目別成果①)水管理制御システムの実証(開水路版WATARAS)

取組概要

- ・開水路地区の水田圃場においてICT水管理機器を導入し、水田の水管理作業を省力化

(使用機器)

ICT水管理機器 クボタケミックス製 WATARAS(図5)
(実証面積):慣行区30ha(100筆), 実証区3.3ha(11筆)

ゲートタイプ



バルブタイプ



図5 導入したICT水管理機器(WATARAS)

異物の付着が少量



図6 改良型の
ゴミ避けネット

縦方向の構造物が少なく
くし状のネットにより、
ゴミの付着を削減

実証結果

- ・ICT水管理機器の設置で水田の水管理にかかる見回り労力を最大50%削減(図7)。
- ・ゴミ避けネット設置によるゴミ詰まり対策(図6)を実施すると、さらに水管理操作回数を10%以上削減

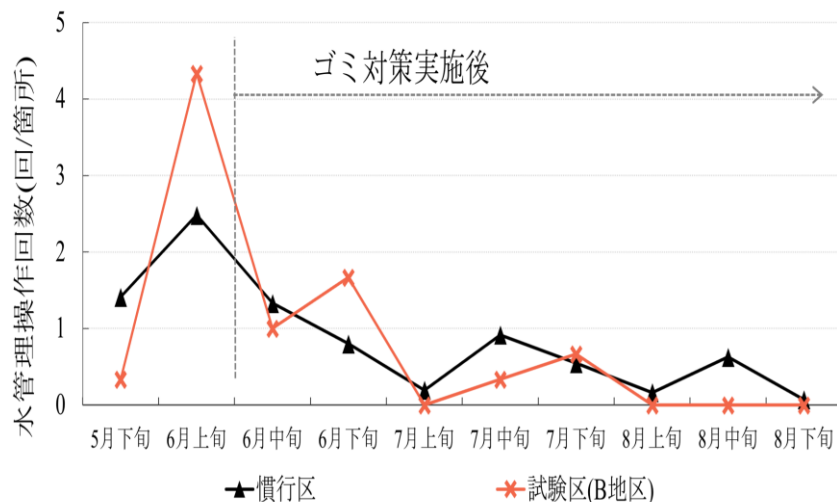


図7 ICT水管理機器導入による省力化

※慣行区はICT水管理機器を導入していない地区

今後の課題と対応

- ・豪雪地帯においても現地での越冬が可能。しかし、除雪車の作業経路沿いの場合は圧雪による破損の恐れがあるため、撤去する必要がある。
- ・開水路にゴミが多く流れる地区では、ゴミ詰まり対策を検討する必要がある。

(実証項目別成果①) 水管理制御システムの実証 (スマート分水ゲートによる集約型水管理システム)

取組概要

- ・小型ゲート自動化(図8)と集約型水管理システム(図9)の構築により集約圃場への一括給水を行うことで、営農上の水管理や小型ゲートの施設管理を効率化。

(使用機器)

駆動アクチュエータを用いた自動ゲート集約型水管理システム(KSIS)、実証面積 2.1ha(7筆)



図8 駆動アクチュエータを用いた自動ゲート



図9 KSISの閲覧画面の例(左)と用水路の水位計(右)

実証結果

- ・自動フラップ式ゲートによるシステムで7筆の水田に均等配水を実現し(図10)、個別の自動給水栓に比べて導入コストを51%削減して目標を達成。
- ・駆動アクチュエータを用いたシステムの通年使用において、消費電力が大きいPLCの消費量を抑えるとともに、制御システム部の基板化等を行った改良版では、個別給水栓の導入コスト比で47%削減。

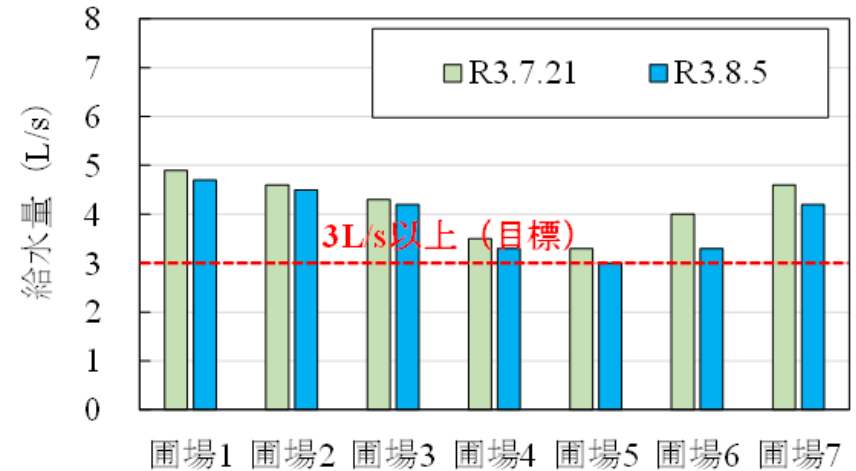


図10 一括給水の現地実証結果

今後の課題と対応

- ・止水時に各圃場で時間差が生じる場合には、安価な止水栓の設置で均一性を確保する。

(実証項目別成果②)用排水ゲートの自動化(圃場排水の制御技術の実証)

取組概要

- ・スマート排水制御機器を使用時の田んぼダム機能について、田面排水量のシミュレーションモデルを構築し、流域における豪雨時の減災効果を推定

(使用機器) farmo社 排水ゲート
farmo社 水位センサー
(実証面積) 1.5ha(5筆)



図11 シミュレーション対象の楨川流域(河北町)



図12 従来の落水量調整板(左)とスマート排水制御機器(右)

実証結果

- ・令和2年7月末の豪雨時の降雨量を想定した田面排水計算を実施し、田んぼダム機器を設置することで、水田からの流出ピークを約77%カットできる可能性を示した(図13)。
- ・楨川流域内の全水田に田んぼダム機器を設置し、適切に運用された場合、浸水面積が33%、浸水量が55%減少すると推定した(図2、令和2年7月豪雨時の降雨量で算定)。

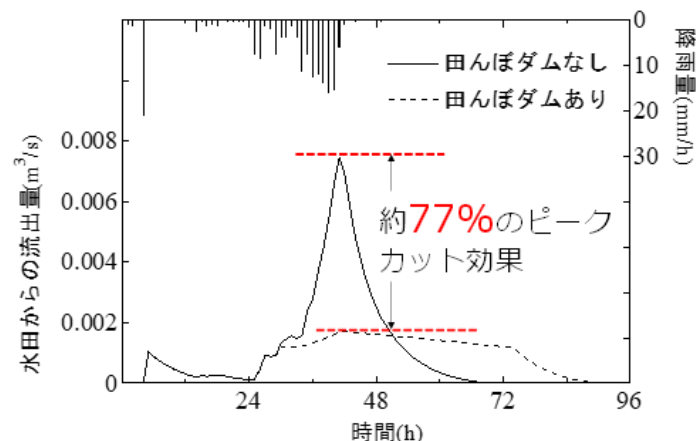


図13 田んぼダムによる水田ピーク流出量の削減効果

今後の課題と対応

- ・流域一体でのスマート田んぼダムの推進には、地域の理解や合意形成、自治体のサポートが重要である。

(実証項目別成果②) 用排水ゲートの自動化 (排水路ゲートのスマート制御システムの実証)

取組概要

- ・排水路にある水門を遠隔監視・操作可能にするスマート制御システムを用いることで、大雨時などにおいて、PCから遠隔操作することで、土地改良区職員の事故リスクを削減(図14)。

(使用機器) クボタ社ゲート電動操作機
クボタ社KSIS(クラウドシステム)

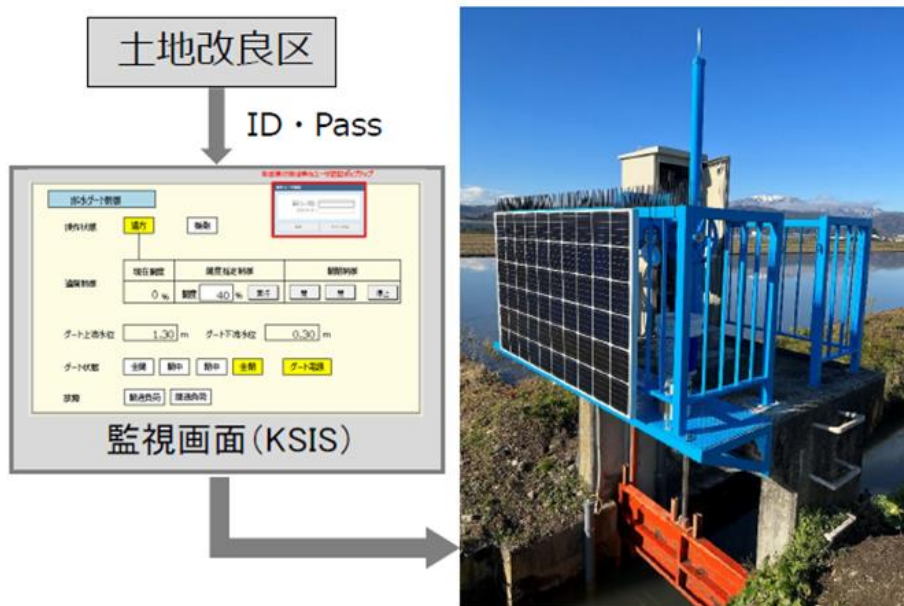


図14 水門のスマート制御システム

実証結果

- ・スマート化以降の水門操作履歴は、灌漑期間中(R4年5月～9月)に、早朝や夜間も含め合計45回であった(図15)。
- ・実際に操作を担当した土地改良区職員からは、管内のどこからでも水門状況を確認しながら操作できるため、さらなる大雨時の利便性と安全確保に期待が寄せられた。

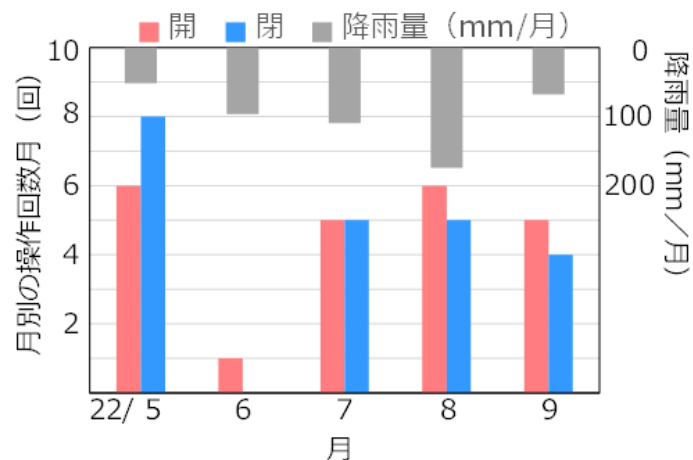


図15 排水路に設置したスマート水門の遠隔操作記録

今後の課題と対応

- ・水門のスマート制御システムを横展開するうえで、開閉器の種類、水門開閉ハンドルへの負荷やトルクに適應させる設計やバッテリー能力の調整等、現場に適應している柔軟な設計が必要。

(実証項目別成果③) 冬期湛水の効果

(飛来冬鳥の自動観測・記録システムの実証)

取組概要

- ・冬期湛水田を俯瞰的に観測し、飛来冬鳥を把握できるように、マイコン制御のカメラによる大型鳥類対応のクラウド型自動記録システムを構築(図16)。

(使用機器) マイコン制御カメラシステム、クラウドスペース、機械学習用パソコン

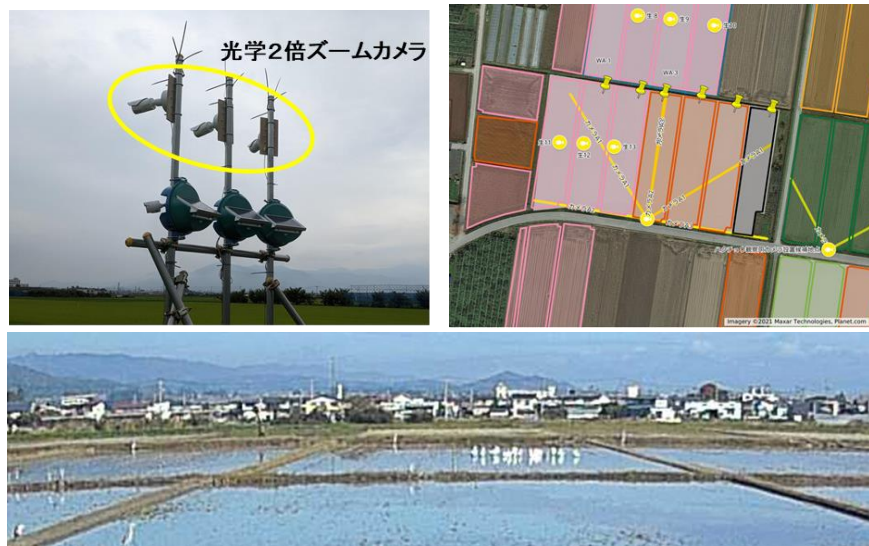


図16 現地に設置した3連カメラと飛来したハクチョウの群れ

実証結果

- ・AIと画像処理を組み合わ、近景はAIで、遠景は画像処理による二値化でハクチョウの羽数をカウントし、検出精度は目視対比で91%検出であった(図17)。

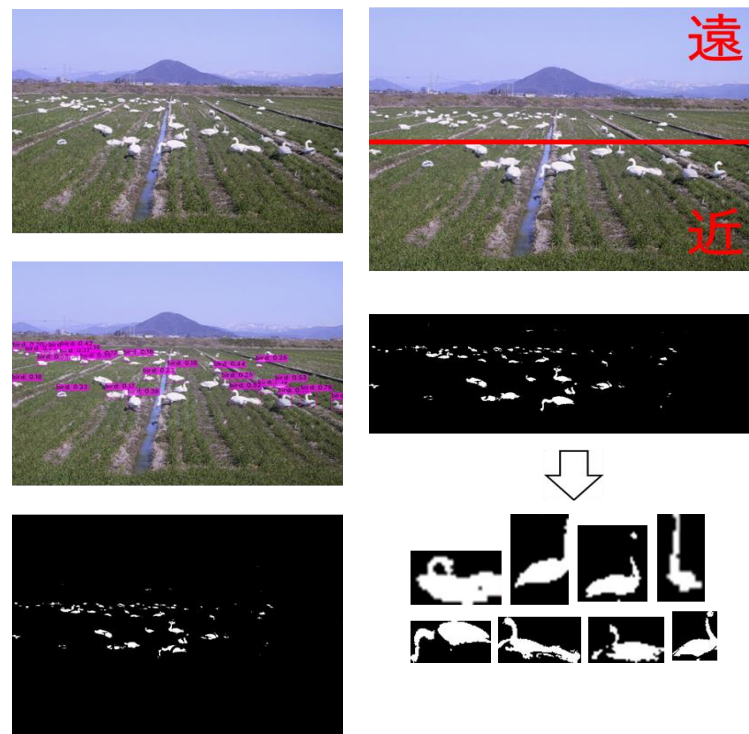


図17 画像からAIと二値化処理によるハクチョウの検出

今後の課題と対応

- ・ハクチョウの飛来日数が限られ管理コストが高。
- ・ハクチョウの検出精度は高いが、他時期の大型鳥類の検出については検証が必要。

(実証項目別成果③) 冬期湛水の効果(生物多様性の評価)

取組概要

・冬期湛水の有無が生物(節足・水生動物、植物、サギ類など)の発生に及ぼす影響について、①「鳥類に優しい水田がわかる生物多様性の調査・評価マニュアル(農研機構)※」を用いて実証・評価。

(使用機器) ②フィールドカメラ、③UAV(DJI Mavic 3)

※https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080832.html

鳥類に優しい水田がわかる生物多様性の調査・評価マニュアル
野外携帯版【秋田県・山形県・福島県編】 ①

- 対象地域：秋田県、山形県、福島県(会津盆地)
- 所在する地域以外の付帯条件：なし
- 概要：指標生物5種類から3種類を選んで調査→指標生物・希少種のスコアを合計→評価

サギ類	魚類	アシナガグモ類	トンボ類	植物(6種群)
ダイサギ アオサギ サギ類全種の個体数	ドジョウ類(在来種) ドジョウ類(外来種) メダカ類 魚類全種の個体数	アシナガグモ ヤサカタアシナガグモ アシナガグモ類全種(体長>3mm)の個体数	アカネ類の成虫または抜け殻 イトトンボ類の成虫 アカネ類またはイトトンボ類全種の個体数	カネシサザ ミズハナナ ミズハナナ ミズハナナ 6種群の出現の有無

どちらか1種類 ↓ どちらか1種類 ↓ 必須

調査方法
 双眼鏡で自視 5-10分 50m以上離れた車内から観察
 トラップで採捕 10か所 一昼夜(24時間)置いて回収
 捕虫網で採集 20回 1ほ場で2か所
 畦畔際を自視 20m 1ほ場で4か所
 本田・畦畔を自視 畦畔 本田 50cm 本田を一周

スコア化
 基礎点(必須)
 指標生物
 サギ類 1羽未満 1羽以上3羽未満 3羽以上
 魚類 1区未満 1区以上4区未満 4区以上
 アシナガグモ類 5区未満 5区以上15区未満 15区以上
 イトトンボ類 2区未満 2区以上8区未満 8区以上
 指標植物(6種) 2種未満 2種以上3種未満 3種以上
 希少種(任意)
 水鳥 1点
 カエル 1点
 植物 1点

合計点による評価
 5点以上 ⇒ S 非常に良い ⇒ 取組を継続
 3~4点 ⇒ A 良い ⇒ 取組を継続
 1~2点 ⇒ B やや悪い ⇒ 取組を改善
 0点 ⇒ C 悪い ⇒ 取組を改善

希少種の例
 チュウサギ(会津盆地)
 ニホンアカカエル(山形県)
 シヤクソモ(会津盆地)



実証結果

・冬期湛水の有無に関わらず、地区全体に生物が良く保全されていた(表1)。冬期湛水田ではとくに、ヤゴやカエルなどが多く生息していた(図19)。

表1 生物多様性の評価結果

年度	管理	スコア				総合スコア	評価ランク
		筆数	鳥類	植物	動物(鳥以外)		
2021	冬期湛水	16	0	1	3	4	A (良い)
	非冬期湛水	13	0	1	4	5	S (非常に良い)
	無農薬	1	0	3	4	7	S (非常に良い)
2022	冬期湛水	13	0	1	4	5	S (非常に良い)
	非冬期湛水	13	0	1	3	4	A (良い)
	無農薬	1	0	3	4	7	S (非常に良い)

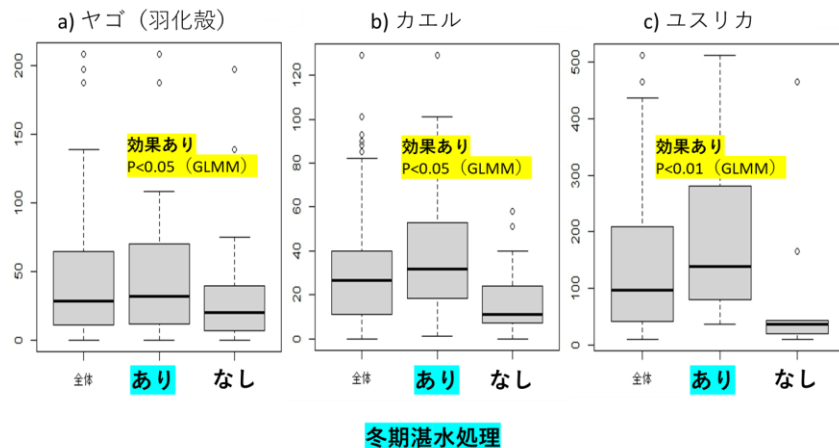


図18 生物多様性の調査に用いた機器、用具

図19 冬期湛水の有無における各種生物類の発生量

※GLMM(一般化線形混合モデル)はほ場や種間の差も考慮した統計モデル。

実証を通じて生じた課題

技術的な課題

(1) 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	用水管理	開水路型WATARAS	豪雪地帯では越冬対策が必要
2	用水管理	自動小型ゲート駆動システム	給排水を簡便に行う安価な給水栓の実用化が必要
3	排水ゲート操作	排水路用ゲート駆動システム	負荷やトルクに応じた電動化など現場設備に合わせた設計が必要

(2) その他

- ・水田や水路の水位をリアルタイムでモニタリングでき、通信費などのランニングコストも低く抑えられる簡易な水位計を複数組み合わせたシステムがあれば、水管理労力が一層削減されるとともに、例えば土地改良区等から水田から排水路への排水のタイミングを見極めることができるようになり、防災につながるスマート排水システムの運用が可能となる。
- ・田んぼダムが地域の防災・減災に貢献し地域強靱化に資するためには、スマート田んぼダムの導入による操作の確実性向上による機能発揮が必要であり、そのためのコスト負担を個別農家だけでなく、防災・減災の観点から流域全体で支える仕組みが求められる。

《実証全体について》

農研機構 農村工学研究部門

e-mail www@naro.affrc.go.jp (農研機構代表問い合わせ窓口)

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>