

令和3年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 4105-455901（道受託研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：道央泥炭土水田における衛星画像を用いた排水不良地点の抽出手法
（研究課題名：リモートセンシングによる農地排水性の簡易診断検討調査）
- 2) キーワード：衛星画像、近赤外波長、地形、排水不良、還元状態
- 3) 成果の要約：道央泥炭土水田では融雪後の近赤外波長反射率が低いほど表層土壌は湿潤で、浅層から還元状態である場合が多かった。融雪後1週間後から春耕前までの降雨後10日以内の画像を用いて対象地域の水稲作付圃場について相対的に反射率が低い地点を最低2ヵ年分抽出することにより、表面水に起因する排水不良地点を推定できる。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農試・農業環境部・環境保全G・研究主任 巽 和也
- 2) 共同研究機関（協力機関）：中央農試・水田農業部・水田農業G、酪農学園大学
（北海道農政部農村振興局農村計画課、石狩振興局、道央農業協同組合）

3. 研究期間：平成30～令和2年度（2018～2020年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

近年、豪雨や長雨などによる農業生産への被害が拡大し、農地基盤整備事業などによる排水対策の重要性が大きくなっている。基盤整備を行う際、事前調査の省力化や圃場の排水性を広域で示すデータが求められ、衛星リモートセンシング技術やGISが有効なツールとして期待されている。

2) 研究の目的

基盤整備事業において効率的に圃場を選定する技術の開発に資するため、衛星に搭載された光学センサの可視～近赤外波長反射率から排水不良地点を省力的に抽出する手法を提案する。

5. 研究内容

1) 裸地期間における表層土壌水分と可視～近赤外波長反射率の相関解析（H30～R2年度）

- ・ねらい：表層土壌水分との相関が高い波長帯と観測時期（融雪後または収穫後）を明らかにする。
- ・試験項目等：[調査地区] 江別市、約15km² [調査箇所] 降雨後の土壌の乾きムラを確認した水稲作付圃場
表層土壌水分の観測値（10cm深の体積含水率（以下VWC）、土壌水分張力（以下pF））とDove衛星（地上分解能3m、撮影回帰1日）の可視～近赤外波長反射率との相関を解析する。

2) 衛星画像による排水不良地点抽出手法の検討（H30～R2年度）

- ・ねらい：表層土壌水分との相関が高い波長反射率を用いて排水性診断の可能性を検討し、衛星画像による排水不良地点抽出手法を示す。
- ・試験項目等：G反応出現深度¹⁾や土壌水分の推移などから調査地点（30筆44地点）の排水性を現地調査する。これと衛星画像から判定した相対的な排水性良否との関係から、排水不良²⁾地点抽出手法を示す。

用語説明 1) 土中の還元状態の指標となる活性二価鉄イオン反応（グライ反応）が++または+++となる深度。
2) 作土やその直下層となる表層30cm以浅にG反応が出現する場合を排水不良と定義した。

6. 研究成果

- 1) 表層土壌水分は融雪後の近赤外波長（以下b4）反射率と相関が最も高かった（VWCが $r=-0.82$ 、pFが $r=0.56$ 、 $p<0.001$ 、表1）。収穫後では相関が認められず、稲わら等の土壌被覆程度の影響が推察された。
- 2) ① 各年の融雪後かつ降雨後のb4反射率とG反応出現深度には正の相関が確認され（ $r=0.34\sim0.51$ 、 $p<0.05$ 、データ省略）、b4反射率から排水性を相対的に評価できる可能性が示唆された。
② ただし、標高データを基にGIS上で表示した等高線に囲まれた凹地（集水地形）やその近隣では、常に地下水位が高くG反応出現深度も浅かった（データ省略）。このような地形は、b4反射率によらず、排水不良の可能性が高いと判断した。
③ 調査地域の水稲作付圃場において各時期のb4反射率を3等量に分類し（低・中・高）、各区分における排水不良地点の割合を示した（表2）。低区分において排水不良地点割合が特に高くなる画像取得時期は、融雪後1週間以上経過かつ降雨後10日以内であり、この期間における等量区分を用いた排水不良地点抽出手法は概ね妥当と判断された。また、単年で評価した上記区分を2ヶ年組み合わせることにより排水不良の診断確度は高まり、排水不良の可能性が高い順に排水対策実施の優先度として提示した（データ省略）。
④ 排水対策実施の優先度とpFの傾向は一致し、優先度が極めて高い圃場は降雨後のpF上昇が緩慢で湿潤、2ヶ年とも高区分で優先度が低い圃場は排水良好、中区分を含む圃場はこれらの間を推移した（図1）。
- 3) 以上に基つき排水不良地点抽出フローを作成し、図2に示した。

< 具体的なデータ >

表 1 表層土壌水分と各波長反射率の相関関係

観測時期	波長	バンド	表層土壌水分 ¹⁾ と 反射率の相関係数 ²⁾	
			10cm VWC	10cm pF
融雪後	青	b1	-0.49**	0.28
	緑	b2	-0.65***	0.43**
	赤	b3	-0.71***	0.46**
	近赤外	b4	-0.82***	0.56***
収穫後	近赤外	b4	-0.22	0.38

- 1) ・体積含水率を VWC、土壌水分張力を pF と表記した。
 2) ・有意水準は**を 1%未満、***を 0.1%未満とした。
 ・融雪後は n=42(ただし、VWC は n=35)、収穫後は n=18
 (4 月 11, 13, 16, 17, 18, 21, 22 日の 7 日間×6 地点)、
 (10 月 18 と 27 日、11 月 12 日の 3 日間×6 地点)

表 2 b4 反射率の等量区分を用いた排水不良地点割合
(集水地形を除く)

取得日	融雪後 ¹⁾ 日数	降雨後 ¹⁾ 日数	b4 反射率による等量区分毎の排水不良地点割合 ²⁾ % (排水不良地点数/供試点数)		
			低	中	高
2018年 4月12日	3日目	1日目	44 (4/9)	56 (9/16)	40 (4/10)
4月18日	9日目	3日目	57 (12/21)	33 (3/9)	40 (2/5)
2019年 4月16日	8日目	1日目	73 (8/11)	50 (3/6)	35 (7/20)
4月17日	9日目	2日目	71 (12/17)	46 (6/13)	0 (0/7)
4月18日	10日目	3日目	86 (12/14)	42 (5/12)	9 (1/11)
4月21日	13日目	2日目	91 (10/11)	43 (6/14)	17 (2/12)
4月22日	14日目	3日目	83 (10/12)	50 (8/16)	0 (0/9)
2020年 4月18日	8日目	9日目	70 (7/10)	50 (7/14)	31 (4/13)
2021年 4月20日	8日目	1日目	75 (9/12)	36 (4/11)	36 (5/14)

- 1) ・融雪日は岩見沢アメダスから 1 日の最大積雪深が 0cm (日最深積雪 0cm) と
 なる最終日を目安とし、目視で圃場内に積雪がない画像を解析に供試した。
 また、雲や雲の影が被る地点は除外した。
 2) ・排水不良地点割合 (%) = 各区分に該当する排水不良地点数
 ÷ 各区分に該当する供試地点数×100
 ・各年の供試地点数は 37 であるが、2018 年は 2 地点で画像取得範囲外。

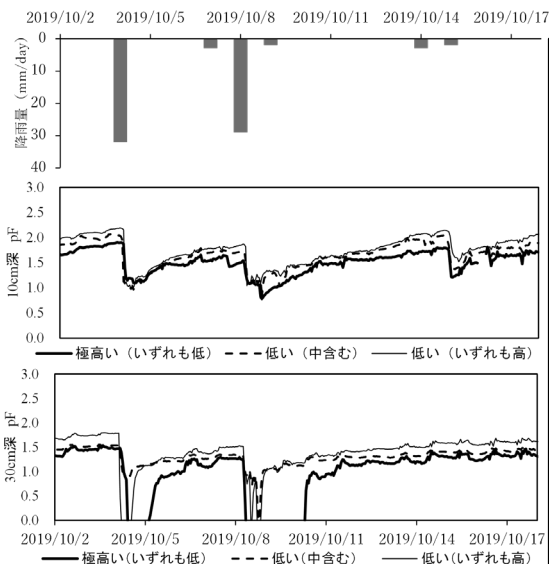


図 1 10cm 深と 30cm 深における pF の推移
 ・凡例は排水対策実施の優先度を示し、
 括弧内に等量区分の組み合わせを示す。
 (2019 年 4 月 18 日と 2021 年 4 月 20 日)

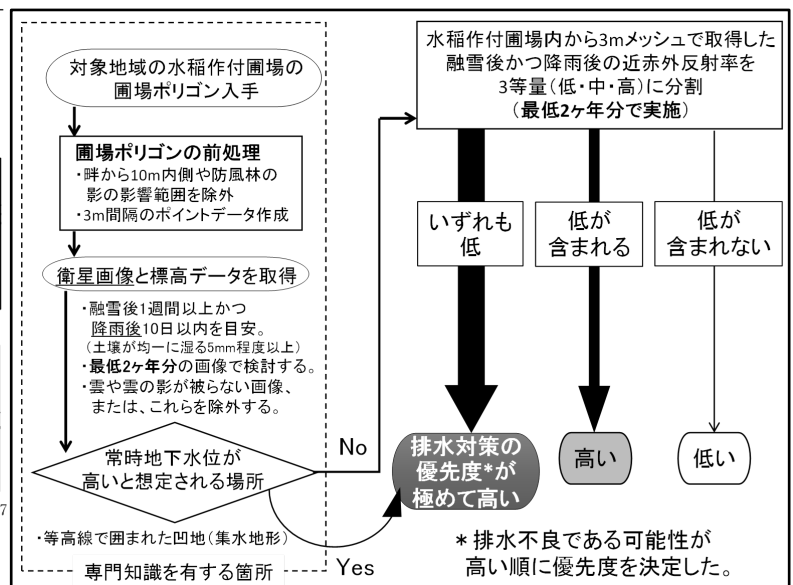


図 2 b4 反射率を用いた排水不良地点抽出フロー

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 本手法は、基盤整備事業などで排水対策を要する圃場を省力的に選定する際に活用できる。抽出された箇所では、検土杖を用いた現地での簡易調査により G 反応出現深度を確認する必要がある。
- (2) 雑草が繁茂する場合や稲わらが未処理の場合は本手法を適用できない。
- (3) Dove 衛星は過去複数年(2017 年～)に遡って画像取得が可能である。
- (4) 降雨翌日や降雨後日数が経つ画像を用いる場合は低区分以外の排水不良地点割合が大きくなる傾向がある。

2) 残された問題とその対応

- (1) 令和 4 年度から開始する新規課題「北海道米の戦略的生産体制支援システム構築に向けたタンパク質含有率予測技術の開発」において本手法の適用範囲の拡大を検討する予定である。

8. 研究成果の発表等

巽 和也・小野貴司・長田 亨・金子正美 (2021. 11) 土壌肥料学会北海道支部 2021 年度秋季大会プログラム p19.