

令和6年度 成績概要書

課題コード（研究区分）：2104-125931（重点研究）、6107-625951（公募型研究（イノベ強化））

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：衛星リモートセンシングと地理情報を活用した畑地の排水不良域の推定法
（研究課題名：リモートセンシングと圃場情報を活用した干湿害多発農地の診断手法の開発、次世代型土壌 ICT による土壌管理効果可視化 API 開発と適正施肥の実証）
- 2) キーワード：転換畑、普通畑、排水性、排水不良得点
- 3) 成果の要約：衛星リモートセンシングで取得した土壌水分環境や作物生育の情報、既存の土壌群、地形区分等の地理情報を活用し、畑地における排水不良域を推定する手法を開発した。本手法に基づき実施した部分施工は、効率的な土壌改良に有効であった。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農業試験場・農業環境部・環境保全グループ・主査・八木哲生
- 2) 共同研究機関（協力機関）：十勝農業試験場・研究部・生産技術グループ、十勝農業試験場・研究部・農業システムグループ、北見農業試験場・研究部・生産技術グループ、農研機構・北海道農業研究センター・環境病害虫グループ、（スペースアグリ株式会社、きたみらい農業協同組合、いわみざわ農業協同組合、十勝農業協同組合連合会、ホクレン農業協同組合連合会、株式会社ズコーシャ、北海道農政部農村計画課）

3. 研究期間：令和3～6年度（2021～2024年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

近年多発する極端な多雨に起因する湿害を低減するため、農地の排水性等の土壌物理性を適切な状態に維持・改善することは作物の安定生産に重要である。

2) 研究の目的

農地の不均一な土壌特性を把握し、効率的に土壌改良を進めるため、水田転作畑地域や大規模畑作地域を対象に、衛星リモートセンシング（リモセン）を活用した排水不良域の推定手法を開発する。

5. 研究内容

1) 衛星リモートセンシングによる土壌水分環境の推定法の開発（R3～4年度）

- ・ねらい：土壌水分環境をリモセン情報により把握する手法を開発する。
- ・試験項目等：(1) 表層土壌：空知、十勝、オホーツクの各地域において、画像撮影日に裸地条件の圃場から採取した表層5cm土壌の体積含水率とリモセン情報との関係を解析。(2) 下層土壌：地下水の影響が特に大きい空知の転換畑地域において、地下水湿性指標となるグライ反応出現深とリモセン情報との関係を解析。

2) 衛星リモートセンシングと地理情報に基づく排水不良域の推定法の開発（R3～6年度）

- ・ねらい：リモセン情報と、その他地理情報に基づき排水不良域を推定する手法を開発する。
- ・試験項目等：(1) 地理特性に応じた排水不良区分の推定：土壌水分のリモセン情報や地理情報より、圃場単位で評価。(2) 圃場内の不均一性による排水不良域の推定：土壌水分や作物生育のリモセン情報より、圃場内の土壌乾湿を評価。対象地域は、(1)(2)いずれも転換畑主体の空知、普通畑主体の十勝・オホーツク。

3) 排水不良域推定法の検証と活用事例（R5～6年度）

- ・ねらい：上記2)で開発した推定手法の妥当性や推定結果に基づく土壌改良の効果を検証する。
 - ・試験項目等：(1) 推定手法の検証：上記手法で推定した排水不良について、土壌断面調査の結果と比較し妥当性を検証。(2) 推定結果の活用：基盤整備事業（暗渠排水のみ）や営農での本手法の活用法を確認。
- 共通：リモセン情報は、Sentinel-2衛星またはPlanet Dove衛星による撮影画像から取得した。

6. 研究成果

- 1) (1) 表層土壌の体積含水率は、地域や土壌型に関係なく、裸地条件における短波長赤外光反射率の正規化指数（NBR2）により推定可能であった（図1）。一方、10、30cm深の水分量推定は難しかった（データ略）。(2) 水田転換畑地域においてグライ反応が0～50cmに発現する地点と、90cm以内に発現しない地点では、裸地条件での短波長赤外光と近赤外光の反射率の正規化指数（NDSI）は有意に異なった（図2）。
- 2) (1) 学習データ（転換畑699、普通畑315地点）について、多項ロジスティック回帰分析にて排水不良要因を確認したところ、上記リモセン情報、土壌群や地形区分との間に有意な関係が認められた（データ略）。これを参考に、地理特性から排水不良区分を簡易に推定するための評点を各要因に割り振った（表1）。(2) 土壌乾湿に関わる圃場内の不均一性は、裸地条件でのNBR2と、主要な畑作物の生育初期におけるNDVIにより推定可能であったが、生育初期に被植率が小さいまねぎでは推定が難しかった（データ略）。また、排水不良と推定される圃場内において、相対的にNBR2が高くNDVIが低い区域は、排水不良により生育不良を呈している可能性が高いと考えられた（データ略）。
- 3) (1) 表1の排水不良得点から推定した排水不良区分的中率は、学習用および検証用のいずれのデータについても約70%以上であった（表2）。また、地理特性から排水不良と推定された圃場において、圃場内の相対的な土壌乾湿を推定し、土壌断面調査の結果と比較した結果、両者の相対的な関係は概ね一致することを確認した（データ略）。(2) 排水性が不均一と推定された基盤整備圃場では、整備後の秋まき小麦NDVIの圃場内変動は、整備前より縮小した（データ略）。また、圃場内の排水不良域において、カットブレイカーの部分施工区では無施工区と比較して、ばれいしょや小豆の収量が高かった（データ略）。

< 具体的なデータ >

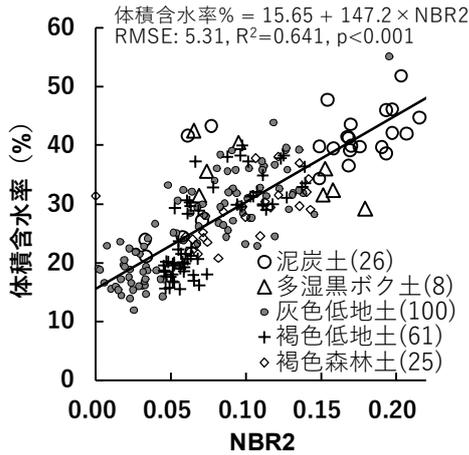


図1 リモセン情報と表層土壌の体積含水率の関係
 $NBR2 = (B11 - B12) / (B11 + B12)$ 。ただし、B11, B12 は各々中心波長 1610 および 2190 nm の光反射率。対象深さは 5 cm。土壌群名に付した() は地点数。

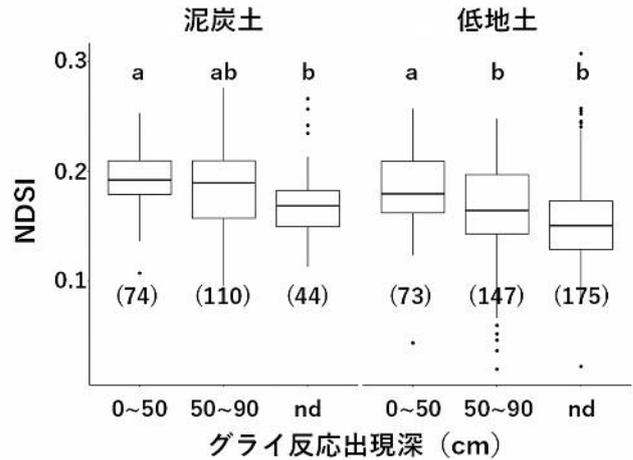


図2 グライ反応出現深さとリモセン情報の関係
 $NDSI = (B11 - B8) / (B11 + B8)$ 。ただし、B11, B8 は各々中心波長 1610 および 842 nm の光反射率。nd は、深さ 90 cm 以内に確認できないことを表す。グラフ中の() は地点数。異なるアルファベットは各土壌型で有意に異なることを示す (Wilcoxon, Bonferroni, $p < 0.05$)。

表1 畑地の排水不良域を推定するための排水不良区分の定義 (左) と各要因の評点 (右)

排水不良区分	排水不良得点	指標 (100cm以内)	説明変数	水準	転換畑	普通畑	説明変数	水準	転換畑	普通畑		
【転換畑地域】	低 やや高* 高	2未満 2, 3 4以上	グライ反応	土壌群	泥炭土		3	地形区分	後背低地・湿地		2	
				(a)	グライ黒ボク土		2		(b)	氾濫平野		1
				グライ低地土		2	自然堤防			-1		
				停滞水グライ土*		2	その他*			0		
【普通畑地域】	低 高	1未満 1以上	地下水湿性鉄斑紋	疑似グライ土			1	NDSI	0.17未満		0	
				(c)	多湿黒ボク土		1		0.17以上		1	
				灰色低地土		1	0.12未満			-1		
				褐色黒ボク土*		-2	-1		0.12以上0.33未満		1	
				非アロフェン質黒ボク土*		-2	-1	0.33以上		2		
				アロフェン質黒ボク土		-2	-1	NBR2	0.05未満		-2	
				褐色低地土		-2	-1		(d)	0.05以上0.10未満		0
				褐色森林土		-2	-1		0.10以上		2	
				火山放出物未熟土*		-2	-1		0.05未満		-1	
				砂質未熟土*		-2	-1	0.05以上0.12未満		0		
未熟黒ボク土*		-2	-1	0.12以上		1						
その他*		0				0						

*土壌図および地形区分図は未検討の水準があるが、一般的な知識を元に補完した。

表2 学習用および検証用調査において排水不良区分を推定した真偽表

	調査に基づく排水不良区分 (実測)												
	学習用調査地点						検証用調査地点						
	転換畑地域			普通畑地域			転換畑地域			普通畑地域			
排水不良区分 (推定)	低	やや高	高	低	やや高	高	低	やや高	高	低	やや高	高	
排水不良区分 (推定)	低	46	16	74 (50-92)	103	49	68 (61-79)	0	0	判定不能	6	1	86
	やや高	152	147	-	4	0	-	4	0	-	7	1	86
	高	71	267	79 (70-87)	45	102	69 (60-78)	3	6	67	0	7	100

「的中率」以外の数値は、該当調査地点数。塗り潰し部分は、推定と実測が一致したことを示す。的中率 (推定した区分に対して、実際に的中した割合) の単位は%、() は部分抽出した標本 (抽出率を転換畑地域で 20%、普通畑地域で 40% とし、1000 回の繰り返し) での 95% 信頼区間。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 本成果は、効率的な基盤整備や土層改良の実施、事前の実地調査の圃場選定の際に、行政、農協等の関係機関、または GIS や衛星データを活用した営農支援サービス提供者が参考にできる。
- (2) 本成績は空知、十勝およびオホーツク地域を対象とした検討結果である。リモセン情報は Microsoft Planetary Computer 等を使用して取得し、4 月中旬~6 月上旬の比較的乾燥した (3~6 日程度の無降雨期間) 裸地条件における複数画像の中央値を用いた。他地域で適用する際は相対的な指標として活用する。
- (3) 本研究の一部は、生研支援センター「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」(JPJ007097) において行った。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等

- ・石倉ら (2024) 日本土壌肥料学会北海道支部 2024 年度秋季支部大会 (講演要旨集 No22)