

泥炭地の大区画水田における区画拡大後の沈下危険箇所の予測手法の検討

A study of methods for predicting the spatial distribution of subsidence risk after land adjustment in large-scaled paddy fields on peatlands

○長竹 新・國島隼人・清水真理子

Arata Nagatake Hayato Kunishima Mariko Shimizu

1. 背景と目的

泥炭地域の水田では区画の拡大後に不同沈下が発生し、作物生育や営農作業に支障が生じる場合がある。不同沈下が大きい圃場を事前に抽出できれば、区画の設計や土工などで対策を行いやすくなる可能性がある。本研究では区画の拡大後に不同沈下しやすい圃場を事前に簡易に抽出することを目的とし、区画の計画時に算出される盛土厚や土壌図、過去の土地利用履歴などの地図データを用い、1筆の圃場よりも細かいスケールで沈下危険箇所を予測する手法を検討した。

2. 調査地と方法

2.1 調査地：調査圃場は北海道美唄市内の5圃場（Table1）である。いずれの圃場も2015年以降に長辺約170m、短辺約70mへと区画が拡大された。区画整理直後（7月末）とその約600日後（4月）の田面の標高差を沈下速度（ $\text{cm } 600\text{days}^{-1}$ ）とした。調査期間中はすべての圃場で水稻が1回栽培され、水稻の収穫後から最後の標高計測までの間に圃場の均平化は行われなかった。調査箇所は1圃場につき4～9箇所である。各圃場の盛土箇所では、盛土層から不攪乱土を採取し乾燥密度と孔隙率、層厚から飽和土相当の盛土荷重を求めた。

2.2 沈下速度の回帰式：観測されたひずみ（沈下速度（ $\text{m } 600\text{days}^{-1}$ ）／泥炭層厚（m））は盛土荷重（ kN m^{-2} ）によって有意に回帰され（ $y=1.7 \times 10^{-3} \times x + 6.7 \times 10^{-3}$ 、 $p < 0.01$ ）、圧縮の影響があると仮定した。また、泥炭の圧縮のされやすさは泥炭分類や過去の土地利用履歴によって異なると仮定し、次式によって実測の沈下速度を回帰した。

$$S = a \times (B + b) \times H \times P \times D \quad (1)$$

ここでaとbは定数項、Bは盛土量、Hは泥炭層厚、Pは泥炭分類、Dは大区画化前の土地利用履歴に関する項である。B、H、Pにはそれぞれ計画の盛土厚（cm）、泥炭層厚区分、土壌図の土壌分類（以下、地図データと呼ぶ）を入力した。P、Dはそれぞれ1以下の値をとる項とし、Pには高位泥炭、中間泥炭、低位泥炭、泥炭質グライ土、その他の無機質土にそれぞれ1、0.75、0.5、0.25、0を便宜的に割り当てた。また、Dには1984年から2013年までの圃場ごとの水稻作年数の推定値¹⁾を用い、 $D = e^{-1 \times (1 - \text{水稻作年数} / \text{耕作年数})}$ とした。

本研究では圃場内の不同沈下が対象であるため、沈下速度の実測値と予測値それぞれについて圃場内での偏差（各観測値－圃場平均）を求めた。沈下速度およびその圃場内偏差の予測精度は平均二乗誤差平方根（RMSE）で評価した。

* 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所：Civil Engineering Research Institute for Cold Region

キーワード：泥炭農地、圃場整備、不同沈下

Table 1 実測の沈下速度と沈下速度の推定に用いた入力値の概要

Observed subsidence rate and input parameters for prediction of subsidence rate									
圃場	泥炭層厚 (m)		表層 1m 以内の泥炭分類		盛土荷重 (飽和土) (kN m^{-2})	計画の盛土厚 (cm)	1984-2013 年 の水稻作年数 (year)	沈下速度 (cm 600days^{-1})	
	実測	層厚区分*	観察結果	土壌図**				平均	標準偏差
A	5.2	5~10	低位泥炭	泥炭質 グライ低地土	0~3.1	0~26	0~19	2.74	1.35
B	5.7	5~10	低位泥炭	低位泥炭	0~3.1	0~15	0~22	3.52	1.28
C	4.8	5~10	中間泥炭	高位泥炭	3.3~6.0	24~49	4~23	9.87	3.64
D	2.5	5~10	低位泥炭	高位泥炭	0~2.5	0~34	11~22	2.42	1.21
E	5.8	5~10	低位泥炭	高位泥炭	0~5.1	0~42	10~21	7.89	1.44

*石狩川水系泥炭層厚分布図及び安定地盤分布図（北海道立中央農業試験場）

**1/5 万農耕地包括土壌図（農研機構）

3. 結果と考察

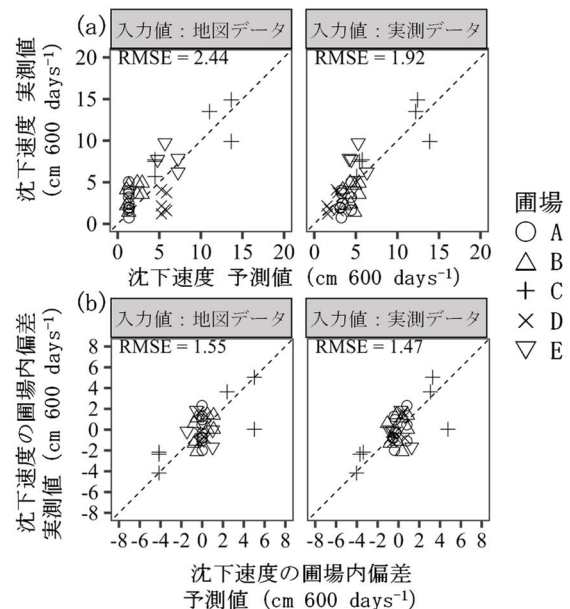
式(1)に用いる説明変数の数を変えた場合、沈下速度では B、H に P を加えることで予測精度が向上したが、沈下速度の圃場内偏差では B、H に D を加えた場合に予測精度が向上した (Table 2)。P は圃場ごとに 1 つの値であり、沈下速度の圃場間差の説明には寄与するが、沈下速度の圃場内偏差の説明には寄与しなかったと考えられた。また、沈下速度の圃場内偏差を予測する上では、1 筆圃場内で値がばらつく盛土厚と土地利用履歴（水稻作年数）との組み合わせが重要となる可能性が考えられた。

変数 B、H、P に地図データを入力して回帰した式による予測値と実測値との RMSE は沈下速度で 2.44、沈下速度の圃場内偏差でそれぞれ 1.55 であり、予測値と実測値は 1:1 線上に分布した (Fig.1)。B、H、P の地図データで回帰式を作成した場合よりも盛土荷重、実測の泥炭層厚と泥炭分類（実測データ）で回帰式を作成した場合の方が予測精度は高いものの、地図データを用いた場合でも圃場間や圃場内での沈下速度の違いを評価できると考えられた。

参考文献:長竹新・奥田涼太・横地穰：、寒地土木研究所月報、853、pp.57~62、2024

Table 2 異なる説明変数の組み合わせごと RMSE
RMSE for each combination of different parameters.

使用変数	RMSE	
	沈下速度	沈下速度の圃場内偏差
B, H	3.19	1.88
B, H, P	2.46	1.87
B, H, D	2.42	1.59
B, H, D, P	2.44	1.55

**Fig. 1** (a) 沈下速度、(b) 沈下速度の予測精度値と実測値との散布

Scatter plot of predicted and observed data of (a)subsidence and (b)deviation of subsidence