

造成畑における作物生育むらの規定要因の解明
The study on the yield-determining factors on the upland field reclaimed

○臼井朗*・柏木淳一**

○USUI Akira, KASHIWAGI Junichi

1. はじめに

土壌は本質的に周辺環境に応じた空間変動性を示す。特に大規模な農耕地においては、スケールの増大に伴ってその空間変動性も増大する。さらに、地形改修などの土木的手段により整備された大区画圃場においては、人為的なく乱作用が卓越し、従来とは大きく異なる土壌の空間変動性が形成される場合もある。土壌の性状の変動に起因する作物生育むらは、営農上は負に作用するため、その解消が望まれる。

本研究では、過去に地形改修により拡張、整備された飼料畑圃場において、作物生育と土壌の理化学性の変動を明らかにすること。さらに、作物収量の変動を軽減させることを念頭に、土壌の生育規定要因を解明することを目的とした。

2. 方法

北海道日高郡新ひだか町の北海道大学北方生物圏フィールド科学センター耕地圏ステーション静内研究牧場の飼料作物畑で調査を行った。年平均気温は約 7°C、年間降水量約 1200 mm で夏季に多い。圃場は面積約 5.4ha で、標高差約 10m の丘陵地であり、平成 3 年に地形改修を伴った圃場整備を行っている。図面や工程表が残されていないため詳細な整備方法は不明であるが、作物生育ムラが激しく、生産性が低い圃場と位置づけられていた。これまでに実施した定点観測結果から、生育不良地点においては、深さ 30cm 付近に存在する難透水層が作土の排水不良を引き起こしていた。そのため作土中の相対ガス拡散係数が 0.02 以下の過湿状態の頻度が、生育良好地点では生育期間中の 1% であるのに対し、生育不良地点では 15% と大きく上回っていた。こういった排水不良による湿害が低収の原因となっているため、これまでに部分的に暗渠が敷設されてきていた。

圃場の中でも収量むらの大きい西側半分に 1~18 の調査地点を設け、生育調査、土壌断面調査及び土壌試料採取を行った。土壌試料は、層位ごとに深さ 60cm までのかく乱、かく乱試料を採取し化学性と物理性の分析にあてた。下層土の透水性は原位置において湛水侵入試験により測定した。デントコーンの生育に関して、各地点 2×2m の領域で定期的に草丈を実測し、収穫期には草丈を実測後に、各地点においてそれぞれ 2 株の地上部を刈り取り、乾物重を求めた。そして草丈から乾物重を推定するための回帰モデルを作成し、収量を算出した。さらに、1~10 の調査地点において、TDR 土壌水分計を作土層内の深さ 20cm に埋設し、データロガーによって体積含水率変化を記録した。

*北海道大学大学院農学院・**北海道大学大学院農学研究院

キーワード：農地造成、地形改修、土壌の空間変動性、収量規定要因

3. 結果

1) 作物生育と土壤理化学性の空間変動

隣接する放牧草地において観察されたオリジナルな土壤断面と比較して、調査圃場内では層序が大きく異なっており、圃場整備時における作業は、切り盛りを伴った地形改修であったことが確認された。作土（Ap2層）の理化学性は、これまでに報告されている事例に比べて、それらの変動性は特に大きくはなかった。しかしながら、特に作土の直下に洪積土である細粒質なCg層が存在する場合は、作土の理化学性はCg層に近い値を示す傾向が見られた。作土の性状に関して圃場整備時の運土や基盤切り盛り作業が強く関わっており、栽培に伴って実施されてきた耕起作業によって、多量の下層土が取り込まれることにより作土が形成されたと推察された。

デントコーンの平均収量は7.29 t/haと基準収量よりも大幅に下回り、かつ大きな変動を示した。なおその分布は、連続したものではなくパッチワーク状となっていた。

2) 収量規定要因について

連続測定した体積含水率を気相率に換算し、作物生育の指標となる相対ガス拡散係数で、0.02と0.005を下回る栽培期間中の頻度を算出した。これらの過湿状態の頻度は、収量とは有意な負の相関が認められた。また作土の可給態リンや全炭素や全窒素などの化学性や、粘土含量や乾燥密度といった物理性、さらにCg層の出現深さ、下層土の透水性、比高などの多くの項目と収量には有意な相関関係が認められた。

相対ガス拡散係数の推定値が得られた地点1~10での土壤理化学性や地形情報の変数を込みにして、主成分分析を行った結果を表1に示す。これら抽出した4つの主成分得点を説明変数に用いて、収量の重回帰分析を行った。その結果、第1主成分である地形造成因子のみが採用されたモデルが得られた。

4. まとめ

単相関分析により、デントコーン収量は、作土の土壤理化学性の多くの項目、下層土の透水性、地形などに関連性が確認された。中でも、栽培期間中の作土中の相対ガス拡散係数から求めた過湿頻度と強い相関関係が見られ、低収の要因は湿害であると判断された。さらに主成分分析から抽出された地形造成因子により、収量の変動を説明することが出来た。整備後20年以上を経過した畑圃場であるが、収量ムラや減収の要因として圃場整備時の土壤のかく乱の影響が支配的であることが判明した。

表1. 主成分分析結果

	主成分No.1	主成分No.2	主成分No.3	主成分No.4
NH ₄ -N(kg/ha)	-0.41	-0.43	0.09	-0.75
P(mg/Kg)	-0.79	0.47	0.17	-0.20
K(mg/Kg)	0.28	0.82	0.34	0.15
Na(mg/Kg)	0.59	0.20	0.43	-0.09
Ca(mg/Kg)	0.51	0.80	-0.13	-0.09
Mg(mg/Kg)	0.85	0.24	0.26	-0.15
CEC(cmolec/Kg)	0.21	0.87	0.34	-0.04
塩基飽和度	0.77	0.48	-0.16	-0.04
pH	0.24	0.67	-0.32	-0.43
EC(mS/m)	-0.07	0.18	-0.21	0.90
全炭素(mg/Kg)	-0.79	0.56	-0.03	0.06
全窒素(mg/Kg)	-0.70	0.50	-0.08	0.32
粘土(%)	0.87	-0.17	-0.36	0.06
シルト(%)	-0.52	0.62	0.54	0.02
砂(%)	-0.71	-0.43	-0.06	-0.11
乾燥密度(Ap2)(Mg/cm ³)	0.69	0.12	0.44	-0.21
Ap2の粗孔隙率(m ³ /m ³)	-0.64	-0.12	-0.64	-0.24
Ap2の有効水分量(m ³ /m ³)	-0.49	-0.48	0.52	-0.02
グライ層出現深さ(cm)	-0.76	0.26	0.39	-0.22
現場体積含水率(%)	-0.11	-0.24	0.67	0.53
比高(m)	-0.44	0.69	-0.52	0.17
勾配(degree)	0.51	-0.48	0.10	0.54
曲率(%)	0.10	-0.27	0.44	0.06
下層土の飽和透水性係数(cm/sec)	-0.79	0.13	0.47	0.04
Ds/Do=0.02を下回る過湿状態(%)	0.80	0.05	0.00	-0.02
Ds/Do=0.005を下回る過湿状態(%)	0.63	-0.14	0.37	-0.33
累積寄与率	36.14%	57.89%	71.15%	81.34%
主成分名	地形造成因子	交換態塩基	物理性因子	EC