

令和4年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 6101-687211（公募型研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：土壤センシング情報と作条施肥機を利用したキャベツに対する基肥可変施肥技術
（研究課題名：高精度な生育・出荷調整が可能な生産管理技術の開発
2) ②生産・需要連携プラットフォームのための集積情報を活用した作物制御技術の開発・実証）
- 2) キーワード：衛星画像、土壤腐植含量、INDEX 作物、作条施肥機
- 3) 成果の要約：衛星画像に基づくてんさいやばれいしょの生育と土壤腐植含量の解析から、生育と窒素肥沃度が正の相関関係を示した圃場を可変施肥が有効な圃場と判別し、作条施肥機を使用した基肥可変施肥により、局所的な収量増や一球重を維持した減肥が可能で、キャベツ生育が斉一化される。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：十勝農業試験場・研究部・農業システムG・主査・関口建二
- 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G、株式会社ズコーシャ
（北農研（総括）、JA 鹿追町、十勝農業協同組合連合会）

3. 研究期間：平成 31～令和 4 年度（2019～2022 年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

キャベツ作では収穫機を使用した一斉収穫の取り組みが進んでいるが、圃場内歩留まりの向上や生産量の安定化が求められており、圃場内の土壤要因により生じる生育の不均一性を改善して生育を斉一化する技術開発が重要である。

2) 研究の目的

リモートセンシング技術を利用して圃場固有の要因により生じる土壤の不均一性を把握し、キャベツを対象にした作条による基肥可変施肥技術の実証を通じて、その生育の斉一化効果を明らかにする。

5. 研究内容

1) キャベツ生育の不均一性をもたらす土壤要因の把握とマッピング（H31～R2 年度）

- ・ねらい：多雨年の衛星画像を用いて、てんさいとばれいしょを INDEX 作物として生育の不均一性をもたらす土壤要因をマッピングする。
- ・試験項目等：試験場所；十勝管内現地、使用した衛星画像；多雨年（2016 年）の生育期衛星画像、裸地時の RGB 画像、調査項目；土壤理化学性、キャベツ生育・収量、起伏等の地形

2) 作条施肥機を利用したキャベツの基肥可変施肥技術（R2～R4 年度）

- ・ねらい：キャベツの生育に影響を与える土壤要因を検証すると共に、その要因が窒素肥沃度である圃場に対し可変施肥試験を実施して生育の斉一化効果を明らかにする。
- ・試験項目等：試験場所；十勝管内現地、検討技術；施肥マップ対応型 4 畦作条施肥機（サークル機工株式会社製、CC-mm）による基肥可変施肥、調査項目；生育・収量

6. 研究成果

- 1) 十勝管内鹿追町の黒ボク土地帯を対象に、てんさいおよびばれいしょ圃場 123 筆において、2016 年 7 月の衛星画像から取得した NDVI と、同年 4 月の裸地画像から推定した土壤腐植含量の相関関係を解析した結果、土壤腐植含量と NDVI に正の相関があった圃場が約 4 割、負の相関があった圃場が約 2 割、その他が 4 割であった（表 1）。負の相関があった圃場は作物生育が窒素肥沃度より排水性に影響を受ける圃場と判別でき、可変施肥の対象から除外するとともに、正の相関があった圃場は窒素肥沃度の高低に作物生育が影響を受けていると推定され可変施肥が有効な圃場として抽出した。
- 2) 作物生育が土壤腐植含量に正の相関があると抽出した圃場において、施肥マップ対応型 4 畦作条施肥機を用いた一斉収穫向け移植キャベツの基肥可変施肥試験を実施した。基準施肥量は、現地で指導されている水準に基づき、土壤腐植含量の差 1～4%の範囲で 3 段階に分類し、±40kg/10a とした（図 1）。その結果、土壤腐植含量が少ないと推定され増肥した調査点では、1 球重の増加が確認できた。一方、土壤腐植含量が多いと推定され減肥した調査点では、1 球重の低下は認められず、定量施肥区と同等の収量を維持しつつ施肥量削減が可能であった。供試した 3 カ年計 6 作型全てで可変施肥区は定量施肥区に対し規格内収量が 3%以上の増加を示すとともに、1 球重の変動係数（CV）は小さくなった（表 2）。施肥マップ対応型 4 畦作条施肥機は作業幅が 2.4～3.0m で、細かなメッシュサイズの施肥マップに対応が可能となることから、作条施肥を基本とする多くの作物や、小区画で栽培する作物の可変施肥に対応できる。

< 具体的なデータ >

表1 てんさいおよびばれいしょの土壤表層の腐植含量推定値と NDVI の線形回帰結果

作物	項目	正の相関*	負の相関*	その他	計
てんさい	圃場数(割合, %)	20(34.5)	14(24.1)	24(41.4)	58
	相関係数の平均(標準偏差)	0.39(0.17)	-0.42(0.15)	0.00(0.11)	
	土壤腐植含量推定値の平均(標準偏差), g/kg	122(18)	118(23)	118(22)	
ばれいしょ	圃場数(割合, %)	31(47.7)	10(15.4)	24(36.9)	65
	相関係数の平均(標準偏差)	0.42(0.12)	-0.32(0.12)	0.00(0.13)	
	土壤腐植含量推定値の平均(標準偏差), g/kg	122(20)	111(20)	118(20)	
計	圃場数(割合, %)	51(41.5)	24(19.5)	48(39.0)	123

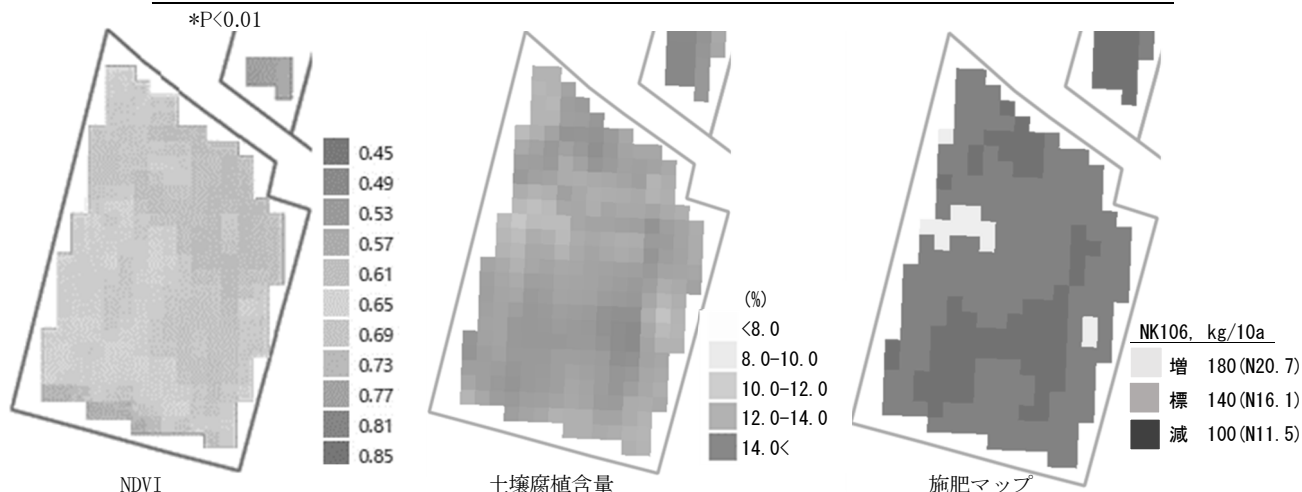


図1 基肥可変施肥試験供試圃場で作成した施肥マップ

表2 キャベツ基肥可変施肥試験の結果

	2020年						2021年						2022年					
	腐植含量 (%)	基肥窒素 (kg/10a)	6/19定植 1球重 (g)	6/19定植 収量 (t/10a)	6/24定植 1球重 (g)	6/24定植 収量 (t/10a)	腐植含量 (%)	基肥窒素 (kg/10a)	6/3定植 1球重 (g)	6/3定植 収量 (t/10a)	6/16定植 1球重 (g)	6/16定植 収量 (t/10a)	腐植含量 (%)	基肥窒素 (kg/10a)	5/10定植 1球重 (g)	5/10定植 収量 (t/10a)	6/13定植 1球重 (g)	6/13定植 収量 (t/10a)
可変施肥区	12	16.1	2,504	10.8	2,492	10.8	12	20.7	1,605	6.8			7	20.7	2,065	8.7	2,242	9.4
	13	11.5	2,629	11.4	2,527	10.9	13	16.1	1,363	5.6	1,294	5.4	11	16.1	2,129	8.5	2,205	9.3
	14	8.1	2,573	11.1	2,493	10.8	14	11.5			1,672	7.0	15	11.5	2,073	8.7	2,150	9.0
定量施肥区	12	11.5	2,379	10.3	2,376	10.3	12	16.1	1,226	4.7			7	16.1	1,955	8.2	2,057	8.7
	13	11.5	2,506	10.8	2,470	10.7	13	16.1	1,307	5.2	1,276	5.2	11	16.1	2,161	7.1	2,196	9.2
	14	11.5	2,437	10.6	2,473	10.7	14	16.1			1,568	6.5	15	16.1	1,913	8.1	2,117	8.9
可変施肥区平均			2,569	11.1	2,504	10.8			1,524	6.4	1,546	6.5			2,089	8.6	2,199	9.3
			cv17.2% (105)	cv14.7% (103)					cv20.4% (130)	cv14.2% (107)				cv16.1% (111)	cv10.8% (104)			
定量施肥区平均			2,441	10.6	2,440	10.6			1,253	4.9	1,470	6.1			2,002	7.8	2,122	8.9
			cv18.9% (100)	cv15.6% (100)					cv21.8% (100)	cv19.8% (100)				cv16.2% (100)	cv13.8% (100)			

注) 品種「おきな」, 畦間66cm×株間36cm, 調査数は各区1箇所20球, 収量は出荷規格1球重900g以上の規格内収量, cvは可変施肥区および定量施肥区で調査した全ての1球重から算出
 基準窒素施肥量は、現地で指導されている水準に基づき、土壤腐植含量の差1~4%の範囲で3段階に分類し、±4kg/10aとした。
 なお、2020年は作付け前に堆肥を施用したため、基準施肥量を減肥した。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 本成果は作条施肥機を用いて基肥可変施肥を適用する際の参考として活用する。
- (2) 本成果は黒ボク土地帯で得られたものである。
- (3) 供試した作条施肥機で可変施肥を実施するためには専用の接続機器と操作端末が必要で、対応する施肥マップの作成は株式会社ズコーシャに委託する。
- (4) 土壤腐植含量と NDVI の相関解析で正の相関が得られなかった圃場については、窒素以外の生育制限要因が考えられるため施肥ガイドを参考とした一律施肥が望ましい。
- (5) 本研究は内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期「スマートバイオ産業・農業基盤技術」の支援を受けて実施した。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等

丹羽ら (2021) 日本土壤肥料学雑誌 第92巻 第3号 p.249-254