

令和6年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3107-325631（経常（各部）研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：子実用とうもろこしの有機栽培における安定生産技術と輪作体系への導入効果
（研究課題名：転換畑地帯における子実とうもろこしを含む有機輪作体系の確立）
- 2) キーワード：子実用とうもろこし、有機栽培、窒素施肥法、抑草技術、輪作体系
- 3) 成果の要約：窒素施肥は基肥＋分施とし、目標子実収量から乾物総量を求め、飼料用とうもろこしの施肥ガイドを準用して窒素施肥量を決定する。抑草処理は中耕－培土－培土処理が最適である。大豆、小麦の交互作に子実用とうもろこしを加えた輪作体系の導入により、土壌理化学性が改善し、大豆や小麦の収量が向上する。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農業試験場・農業環境部・生産技術グループ・研究主任・小谷野茂和
- 2) 共同研究機関（協力機関）：（アグリシステム株式会社）

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

本道の畑作有機栽培では大豆、小麦等の単作または交互作が主体である。輪作体系への子実用とうもろこしの導入は土壌理化学性改善や収益向上の面から有望であり、その有機栽培技術の確立が求められている。

2) 研究の目的

子実用とうもろこしの有機栽培において最適な窒素施肥法や雑草抑制法を明らかにする。また、有機輪作体系における子実用とうもろこしの導入効果を検討する。

5. 研究内容

1) 子実用とうもろこし有機栽培における安定生産技術の開発（R3～6年度）

・ねらい：有機栽培に適した窒素施肥法および雑草抑制法を明らかにする。

・試験項目等

試験地 中央農試（火山放出物未熟土（客土）、熱水抽出性窒素3.4mg/100g）、現地（泥炭土、同9.6mg/100g）
供試品種 「P9027」（中生の早：現地基幹品種） 栽植密度：9,500本/10a 程度
施肥処理 農試－全量基肥（基21kgN/10a）、基肥＋分施（基10＋分11kgN/10a）、基肥（増）＋分施（基14＋分11kgN/10a）
現地－全量基肥（現物 雪100＋基300kg/10a）、基肥＋分施（雪100＋基200＋分100kg/10a）
（総窒素施肥量8.2～20.8kg/10a）

※雪：雪上施肥（3月中旬）、基：基肥、分：分施。施肥は発酵鶏ふんペレットを使用。分施時期は5～7葉期。
抑草処理 無処理、中耕－中耕－中耕、中耕－中耕－培土、中耕－培土－培土（播種3週目から7～10日間隔）
調査項目 生育および収量、窒素吸収量、雑草発生量等

2) 子実用とうもろこしを含む新たな輪作体系の有効性検証（R3～6年度）

・ねらい：子実とうもろこしの導入が土壌理化学性や後作物の生育・収量に与える影響を検討する。

・試験項目等

試験地 中央農試（火山放出物未熟土（客土）、熱水抽出性窒素3.0mg/100g）
試験処理 対照区 秋まき小麦（1年目）→大豆（2年目）→秋まき小麦（3年目播種、4年目収穫）
導入区 子実用とうもろこし（1年目）→大豆（2年目）→秋まき小麦（3年目播種、4年目収穫）
※開始年を2021、2022、2023年とし、後作の大豆3事例、秋まき小麦1事例を検討
調査項目 大豆・秋まき小麦の生育および収量、土壌物理性・化学性の推移等

6. 研究成果

- 1) (1) 絹糸抽出期まで平年並みの降水があった2022、2024年は基肥＋分施区の生育・収量が全量基肥区に優る傾向であった。一方、少雨であった2021、2023年は基肥＋分施区の絹糸抽出期時点の生育が全量基肥区にやや劣ったが、収量は同等であった（表1）。また、基肥＋分施区では全量基肥区に比べて雑草の発生量が少なかった（データ略）。以上より、施肥法は基肥＋分施が適する。
(2) 総窒素施肥量25kg/10aの基肥（増）＋分施区は同21kg/10aの2区に対し、収量・窒素吸収量が多かった（表1）。圃場の収量水準に応じて適切に設定した目標子実収量（Y）から乾物総量（W）を推定し（表1、 $W=1.48Y+512$ ）、施肥量を計算すると、概ね理論的な施肥量で収量が最大になった（データ略）。ただし、採算面等を考慮すると、施肥ガイドの最大値（22kg/10a）を超えた施肥量により最高収量を目指す必要性は低い。よって、総窒素施肥量の決定に当たっては、施肥ガイドの飼料用とうもろこしの施肥対応を準用できる。
(3) 抑草処理については中耕より培土で効果が高く、雑草生育量は中耕－培土－培土区で最も少なかった（表2）。一方、抑草処理間の生育・収量への影響の違いは判然としなかったが（表1）、雑草量が多い2024年には無処理区および中耕－中耕－中耕区で収量が少なかった（データ略）。よって、抑草処理は中耕－培土－培土が最適である。
- 2) (1) 秋まき小麦に代わり子実用とうもろこしを栽培した導入区では、後作の大豆や秋まき小麦の生育・収量が向上した。導入区では土壌の透水性や膨軟性、窒素地力が向上しており、後作物増収の要因はとうもろこしの根の貫入や残渣すき込み等による土壌理化学性の改善にあると考えられた（表3、表4）。

< 具体的なデータ >

表 1 窒素施肥法および抑草処理が子実用とうもろこしの生育・収量および窒素吸収量等に及ぼす影響

試験 目的	処 理	少雨年（2021、2023年の平均） 播種日～7月末までの降水量平均167mm					通常降雨年（2022、2024年の平均） 播種日～7月末までの降水量平均236mm				
		絹糸抽出期 乾物重	百粒重 ¹⁾	子実収量 ²⁾	乾物総量 ³⁾	窒素 吸収量	絹糸抽出期 乾物重	百粒重 ¹⁾	子実収量 ²⁾	乾物総量 ³⁾	窒素 吸収量
		(kg/10a)	(g)	(kg/10a)	(kg/10a)	(kg/10a)	(kg/10a)	(g)	(kg/10a)	(kg/10a)	(kg/10a)
施肥 試験 (農試)	全量基肥	652	28.2	816 (100)	1,838	17.0	751	26.1	796 (100)	1,776	15.6
	基肥＋分施	545	27.7	813 (100)	1,712	16.9	793	27.0	831 (104)	1,802	17.3
	基肥(増)＋分施	618	28.5	881 (108)	1,877	18.6	834	27.9	918 (115)	1,976	19.5
施肥 試験 (現地)	全量基肥	888	33.4	1,165 (100)	2,233	26.8	749	29.5	1,150 (100)	2,049	21.9
	基肥＋分施	911	32.9	1,138 (98)	2,168	25.5	809	30.1	1,200 (104)	2,128	23.6
	無処理	592	29.1	838 (100)	1,834	18.6	540	26.4	566 (100)	1,233	11.5
抑草 試験	中耕-中耕-中耕	661	29.5	938 (112)	2,061	21.6	783	25.8	754 (133)	1,666	14.9
	中耕-中耕-培土	656	29.8	894 (107)	1,923	20.2	789	26.3	800 (141)	1,763	15.8
	中耕-培土-培土	568	29.5	878 (105)	1,937	19.7	768	26.5	806 (142)	1,747	16.6

注) 施肥試験の抑草処理は農試が中耕-培土-培土（2021年は中耕-中耕-培土）、現地は生産者慣行。抑草試験の施肥処理は基肥＋分施。

1) 70℃・7日間乾燥時 2) ()内は全量基肥区または無処理区に対する比率（％）。

3) W=1.48Y+512の回帰式が成り立つ（r=0.85、0.1％水準で有意）。

表 2 抑草処理が雑草生育に及ぼす影響

処 理	雑草発生数（本/㎡）					雑草乾物重（kg/10a）				
	2021年	2022年	2023年	2024年	平均	2021年	2022年	2023年	2024年	平均
無処理	107	355 a	106 a	271 a	210(100) a	15 a	125 a	81 a	269 a	123(100) a
中耕-中耕-中耕	148	52 b	14 b	50 b	66(46) ab	14 a	25 b	15 b	58 b	28(38) b
中耕-中耕-培土	118	33 b	4 b	35 b	48(34) b	10 ab	17 b	7 b	38 b	18(25) b
中耕-培土-培土	93	33 b	4 b	26 b	39(28) b	3 b	27 b	3 b	30 b	16(15) b

注) 雑草調査は2021/7/8、2022/7/7、2023/7/5、2024/7/1。平均の()内は各年の無処理区対比の平均(%)。

異なる英文字間には、5%水準の有意差あり(各年はTukeyの多重比較、4年平均は対数変換値を用いた対応のあるHolmの多重比較)。

表 3 輪作体系の違いが土壌理化学性および大豆の生育・収量に及ぼす影響（2022～2024年）

年 次	品 種	処 理	20～40cm層物理性				熱水抽出性 窒素	開花期 乾物重	収穫時				
			容積重	透水係数	貫入抵抗 ¹⁾	(g/100mL)	(mg/100g)	(kg/10a)	莢数	製品収量 ²⁾	百粒重 ²⁾	タンパク	窒素吸収量
2022年	トヨムスメ	対照区	143	1.6×10 ⁻⁵	—	—	—	90	82	299	36.6	40.7	20.4
		導入区	119	3.4×10 ⁻⁴	—	—	—	135**	93	352*	36.9	40.4	24.2*
2023年	ユキシヅカ	対照区	106	7.4×10 ⁻⁶	1.59	3.7	—	63	132	180	16.8	44.6	20.5
		導入区	81	5.6×10 ⁻³	1.27	4.2	—	115**	149	233	16.8	44.0	27.3
2024年	ユキシヅカ	対照区	134	8.2×10 ⁻⁶	1.37	4.9	—	30	148	349	15.9	41.5	19.1
		導入区	120	7.0×10 ⁻⁵	1.42	5.8	—	50*	152	387	14.8	38.5	23.5

注) 栽植密度8300株/10a、1株2本立て。4kgN/10a追肥（開花期）

【調査日】容積重、飽和透水係数：2022/6/14、2023/4/19、2024/4/30、貫入抵抗：2023/5/10、2024/6/7、

熱水抽出性窒素：2023/4/6、2024/5/28、開花期生育：2022/7/22、2023/7/24、2024/7/17

導入区の*は5%水準、**は1%水準で対照区と有意差あり（t検定）。

1) コーンペネトロメーターによる深さ21～40cmにおける貫入抵抗値の平均。 2) 水分15%換算。

表 4 輪作体系の違いが土壌理化学性および小麦の生育・収量に及ぼす影響（2024年）

処 理	品 種	20～40cm層物理性				熱水抽出性 窒素	止葉期 乾物重	収穫時				
		容積重	透水係数	貫入抵抗 ¹⁾	(g/100mL)	(mg/100g)	(kg/10a)	穂数	製品収量 ²⁾	千粒重 ²⁾	タンパク ²⁾	窒素吸収量
対照区	きたほなみ	138	3.0×10 ⁻⁴	1.93	4.1	4.1	303	368	286	38.4	8.3	5.3
	ゆめちから						243	271	332	43.1	10.9	7.6
導入区	きたほなみ	119	8.3×10 ⁻⁴	1.55	5.6	5.6	357	457	408**	37.6	7.8	7.3**
	ゆめちから						419**	468*	428*	42.2	9.9*	8.9

注) 小麦播種日は2023/9/25、播種量は255粒/㎡。

【調査日】容積重、飽和透水係数：2024/4/30、貫入抵抗：2024/6/7、熱水抽出性窒素：2024/6/11、止葉期生育：2024/5/15

導入区の*は5%水準、**は1%水準で対照区の同品種と有意差あり（t検定）。

1) コーンペネトロメーターによる深さ21～40cmにおける貫入抵抗値の平均。 2) 水分13.5%換算。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・有機栽培における子実用とうもろこしの安定生産、輪作体系構築のための指針として活用する。
- ・目標子実収量は圃場の履歴等を考慮した適正な値に設定し、窒素施肥量が過大にならないよう留意する。

2) 残された問題とその対応

- ・特になし

8. 研究成果の発表等 なし