

水田での子実用トウモロコシ作における畝立播種の湿害軽減効果と

収量確保に必要な窒素吸収量

柏木啓佑¹⁾・伊藤大樹²⁾・森崎耕平¹⁾・平岩 確¹⁾

摘要: 愛知県の輪作田における子実用トウモロコシの栽培体系を確立するため、水田での栽培で最も課題となる湿害対策として、畝立播種の効果を2か年検証した。また、作物研究部内の水田ほ場で品種、施肥条件を変えて栽培した2か年のデータから、窒素吸収量と子実重の関係性を解析した。畝立播種を行ったほ場では、連続した降雨があっても湿害による生育阻害が軽減され、生育量、子実重が向上した。また、高収量水準とされる800 kg/10a程度の子実重を得るために必要な窒素吸収量は18 kgN/10a程度と推察され、その実現には排水性の高いほ場を選定し、畝立播種をはじめとする湿害対策を講じ、施肥窒素利用率を向上させる必要があると考えられた。

キーワード: 子実用トウモロコシ、飼料、畝立播種、湿害対策、窒素吸収量

緒言

わが国では、濃厚飼料の87%を輸入に依存しており¹⁾、近年、国際的な穀物価格の高騰を背景に、国産濃厚飼料の需要が高まっている。国内の濃厚飼料生産の場面においては、水田輪作に導入する新たな作物として子実用トウモロコシが注目されており、水田活用の直接支払交付金の戦略作物助成35千円/10aに加え、畑地化促進助成(子実用とうもろこし支援)10千円/10aが上乘せられるなど、作付けの推進に向けた施策が行われている²⁾。一方、近年、飼料用トウモロコシの出荷量は低下しており¹⁾、愛知県では2022年に1戸の農家が試験的に水田輪作としての子実用トウモロコシ作を開始したが、2024年時点で作付農家数は2戸に留まっている。この理由として、トウモロコシが湿害に弱い作物であること³⁾、水田での栽培に関する知見が少ないことが障壁となっていると考えられる。本研究では、愛知県の輪作田における子実用トウモロコシの栽培体系を確立するため、2023年と2024年に水田での栽培で最も課題となる湿害への対策として、畝立播種法の検討と、国内での主要2社の品種を対象とした施肥法の検討を行ったところ、栽培体系確立に向けた知見が得られたので報告する。

材料及び方法

1 畝立播種法の検討

2023年、2024年に農業総合試験場作物研究部の水田ほ場において畝立播種機、及び対照としてジェットシーダ(JS4108、株式会社タカキタ、名張)を用いて表1に示した条件により播種し、生育、収量を比較した。

畝立播種機は逆転ロータリー(CU-1600、松山株式会社、上田)の刃の数と配置を変更した畝立作業機(試作機、鋤柄農機株式会社、岡崎)に目皿式播種機(TDR-3CK、アグリテクノサーチ株式会社、姫路)を装着しており、高さ10 cm程度の畝を形成し播種する機構となっている⁴⁾(図1)。播種後の排



図1 畝立播種機

¹⁾作物研究部 ²⁾畜産研究部

本研究は新稲作研究会委託試験「輪作田における子実用トウモロコシ栽培技術の確立」、あいち農業イノベーションプロジェクト「湿害による発芽不良を回避することができる高速播種機の開発」により実施した。また、本研究の一部は日本作物学会東海談話会第154回講演会において発表した。

水対策として、畝立区では、畝に直行するように明渠を施工し、畝と畝の間の溝をほ場の額縁明渠へと繋いだ。一方、対照区は播種条と平行に5 mに1本の間隔で施工した中明渠を播種条に直行する明渠により額縁明渠へと繋いだ(図2)。

各年、作付前に牛ふん堆肥(T-N(乾物):1.8~1.9%)を水分50%換算で3 t/10a施用した。供試品種は2023年が「スノーデント110」(雪印種苗株式会社、札幌)、2024年が「P1204」(サナテックシード株式会社、東京)とした。総窒素施肥量は「飼料用トウモロコシの作付け拡大に向けた新しい栽培技術<2019年度版>」⁵⁾を参考に22 kgN/10aとし、2023年は硫酸を用いた基肥:追肥=2:1の分施肥体系、2024年は尿素:LPコート70(ジェイカムアグリ株式会社、東京)=2:1の全量基肥体系とした。基肥は全層施用、追肥は表層施用とした。牛ふん堆肥、基肥施用後は直後にロータリーで耕起し、播種前にパワーハローにより碎土、整地した。2023年は4月20日に播種したが、ほ場全面的にカラスの食害を受け、十分な出芽数が得られなかったため、5月11日に播種し直した。また、2024年は7月18日から8月19日の期間、降雨がほぼなく、葉巻き、下葉の枯れ上がりが確認されたため、7月23日、8月1日、14日の3回、入水した。各区について生育調査、収量調査を実施し、統計解析は一元配置分散分析により有意性を検定した。

2 窒素吸収量と子実重の関係性の解析

2023年、2024年の試験ほ場内から生育量の異なる地点(2023年4地点、2024年9地点)を調査区とし、窒素吸収量と子実重のデータを取得した(n=39)。得られたデータについて回帰分析を行い、高収量の実現に必要な窒素吸収量を推定した。

3 調査方法・内容

調査区は各試験区あたり1条2 mとし、各3反復設置した。生育調査は出芽1か月後に苗立本数、草丈、葉色を、収穫期に稈長、着雌穂高、倒伏程度を調査区中の全株について調査し、平均値を算出した。葉色は葉緑素計(SPAD-502コニカミノルタ株式会社、東京)で測定した。倒伏程度は観察調査により

0(無)から5.0(甚)の11段階で評価した。収量調査の調査項目は、子実重、窒素吸収量とした。収量調査は調査区中の全株の雌穂から子実のみを外し、重量と水分を測定後、水分が15.0%になるように換算し、10 aあたりの子実重を算出した。窒素濃度は調査区付近から1株を刈り取り、80℃で48時間乾燥後、茎葉と雌穂を分けて粉碎し、CNコーダ(JM1000CN、ジェイ・サイエンス・ラボ、京都)を用いて乾式燃焼法により測定した。窒素吸収量は茎葉重×茎葉窒素濃度+雌穂重×雌穂窒素濃度により算出した。

結果及び考察

1 畝立播種法の検討

各年の生育、収量調査の平均値を表2に示した。トウモロコシにおける湿害は、出芽不良と生育不良が想定されたが³⁾、苗立本数、倒伏程度以外の調査項目において畝立区の値が有意に大きくなった。苗立本数に差が見られなかった理由として、各年、播種後から出芽期までの期間、適度に降雨

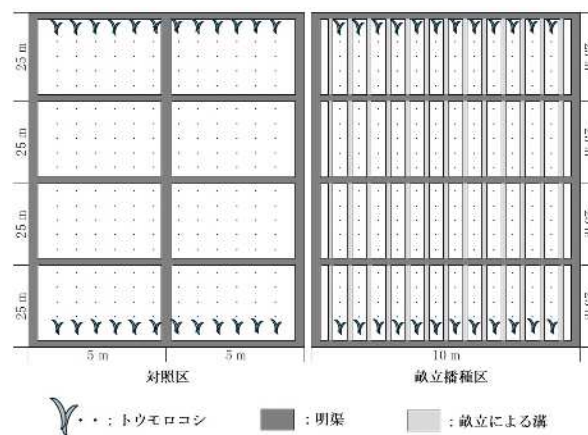


図2 試験ほ場の排水施工図

表1 各年の耕種概要

年次	区名	播種機	品種	堆肥 施用日	基肥 施用日	播種日	追肥 施用日	施肥窒素量		播種量 ²⁾	条間
				月/日	月/日	月/日	月/日	基肥 kgN/10a	追肥 kgN/10a	粒/10a	cm
2023	畝立	畝立 播種機	スノー デント110	2/28	4/17 ¹⁾	5/11	5/31	14.7	7.3	7250	75
	対照	ジェット シーダ	スノー デント110	2/28	4/17 ¹⁾	5/11	5/31	14.7	7.3	7267	75
2024	畝立	畝立 播種機	P1204	6/7	6/11	6/14	-	14.7+7.3	-	8220	75
	対照	ジェット シーダ	P1204	6/7	6/11	6/14	-	14.7+7.3	-	8126	75

1) 4/20の播種に合わせ施用したが、カラスの食害により5/11に再度播種したため、播種日までの期間が長くなった。

2) 播種前後の種子重量から種子の百粒重を基に算出した推定値。

3) 防除は種子消毒としてチウラム水和剤とシアメトキシム水和剤を、雑草防除としてアラクロール乳剤(播種後出芽前)、トブラメゾン液剤(トウモロコシ5葉期頃)を害虫防除としてクロラントラニプロール水和剤(雌穂抽出期～絹糸抽出期、2回)を処理した。

表 2 各年の生育、収量調査結果

年次	試験区	出芽期	苗立 本数	出芽 1 か月後 ¹⁾		収穫期 ¹⁾				
				草丈	葉色	稈長	着雌 穂高	倒伏	子実重	窒素 吸収量
		月/日	本/10a	cm	SPAD	cm	cm	0-5	kg/10a	kgN/10a
2023	畝立	5/21	6667	83 a	40.1 a	209 a	77 a	0	525 a	12.9 a
	対照	5/21	6667	60 b	29.6 b	173 b	57 b	0	311 b	6.2 b
2024	畝立	6/22	8000	121 a	37.6 a	156 a	58 a	0	513 a	11.4 a
	対照	6/22	8000	80 b	31.6 b	128 b	45 b	0	329 b	7.0 b

1) 調査日は 2023 年が 6 月 21 日及び 9 月 26 日、2024 年が 7 月 23 日及び 10 月 24 日。

2) 同一列上の異なる英字は年次毎の一元配置分散分析による有意差($P<0.05$)を示す。

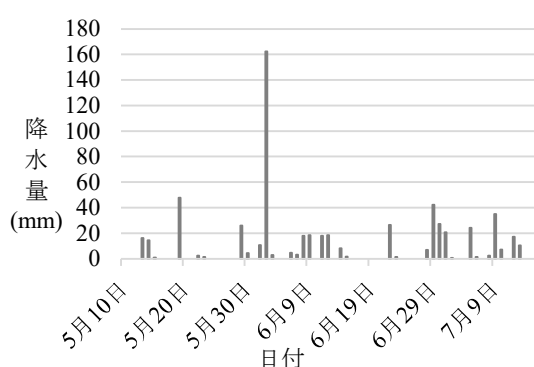


図 3 生育期間中の降水量(2023 年、抜粋)

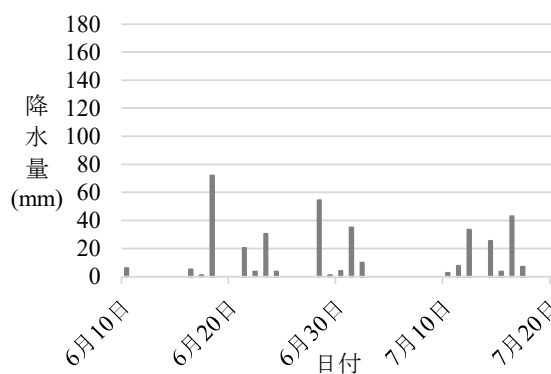


図 4 生育期間中の降水量(2024 年、抜粋)



図 5 連続降雨後のほ場の様子

左: 畝立区、右: 対照区、2023 年 6 月 12 日撮影

があり、出芽に良好な条件であったためと考えられた(図3、4)。2023年5月29日から6月15日、6月29日から7月13日、2024年6月28日から7月2日、7月10日から16日は数日間の連続した降雨があり(図3、4)、対照区では数日間の土壌表面の滞水が認められたが、畝立区では、畝上まで滞水することはなかった(図5)。そのため、畝立区では湿害による生育阻害が軽減され、生育、子実重が優ったと考えられた。以上より、畝立播種は水田における子実用トウモロコシ作の湿害対策として有効であると考えられた。

2 窒素吸収量と子実重の関係性の解析

年次により供試品種は異なるが、窒素吸収量と子実重との間には一次回帰式で示される相関($P<0.01$ 、決定係数 $R^2=0.898$)が認められた(図6)。子実用トウモロコシ作の先進地である北海道道央地帯における子実単収は、500~1100 kg/10a、最頻値は800~900 kg/10aと報告されている⁶⁾。本試験において、800 kg/10aの事例は見られなかったが、得られた回帰式より、同程度の子実重を得るために必要な窒素吸収量は18 kgN/10a程度と推察された。トウモロコシは湿害条件下では窒素吸収が阻害され、生育が停滞する³⁾。本試験の畝立区における見かけの施肥窒素利用率(窒素吸収量/(施肥窒素量+堆肥からの推定窒素供給量))は49~55%であ

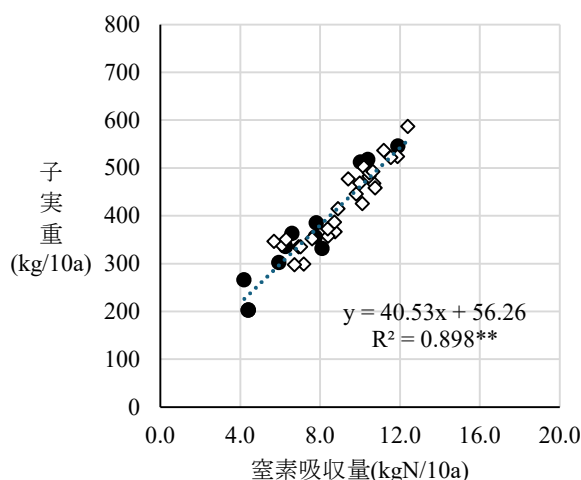


図 6 窒素吸収量と子実重の関係

●:2023 年、◇:2024 年

ったが、北海道の高収量地域における施肥窒素利用率は74~89%との報告があり⁷⁾、施肥窒素利用率を向上させる余地があると考えられた。本試験は排水性の低い細粒質普通灰色台地土のほ場で実施したため、排水性の高いほ場を選定し、湿害対策により湿害を軽減することで施肥窒素利用率の向上が期待できると考えられた。以上より、水田における子実用トウモロコシ作では、排水性の高いほ場を選定し、畝立播種をはじめとする湿害対策を講じ、施肥窒素利用率を高め、窒素吸収量18 kgN/10aを目標に施肥をするのが望ましいと考えられた。

謝辞: 本研究を行うに当たり、ヤンマーアグリジャパン株式会社には機械の貸与にご協力を頂いたので、ここに感謝の意を表する。

引用文献

1. 農林水産省. 濃厚飼料を巡る情勢. (2025). https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-1288.pdf. (2025.5.3参照)
2. 農林水産省. 経営所得安定対策等実施要綱. (2025). https://www.maff.go.jp/j/kobetu_ninaite/keiei/attach/pdf/yokou-143.pdf. (2025.5.3参照)
3. 魚住順. 飼料作物の耐湿性の草種・品種間差異. 畜産草地研究所技術レポート3号 技術指針 水田ほ場を活用した自給飼料生産. 9-15(1974)
4. 愛知県. 【あいち農業イノベーションプロジェクト】「湿害による出芽不良を回避することができる大豆の高速播種機の開発」に係る現地実証試験の開始について. (2024). <https://www.pref.aichi.jp/press-release/pjt1-3.html>. (2025.5.3参照)
5. 須永義人編. 飼料用トウモロコシの作付け拡大に向けた新しい栽培技術<2019年度版>, 12(2020). https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/nilgs-corn2019.pdf. (2025.5.3参照)
6. 荒木和秋. 国産子実トウモロコシ生産の可能性ー北海道央地帯転作トウモロコシを対象としてー. 農業経営研究. 57(2), 65-70(2019)
7. 富沢ゆい子, 濱村美由紀, 須田達也, 渡部敢, 笛木伸彦. 北海道における子実用トウモロコシの窒素利用特性と土壌診断に基づく窒素施肥対応 第1報 窒素利用特性と土壌窒素分析値による窒素吸収量の推定. 日本土壌肥科学雑誌. 88(2), 89-99(2017)