

水田転換畑における子実用トウモロコシのプラウ耕による省力安定栽培に関する研究
篠遠善哉（農研機構東北農業研究センター）

わが国では、食糧生産基盤である水田の維持と濃厚飼料の増産が必要とされる背景から、飼料向け子実用トウモロコシの水田輪作への本格的な導入が期待されている。一方、大規模経営体や大区画水田の増加に伴い、水田作においても高い作業効率が求められ、畑作を中心に用いられてきたプラウ耕が導入されつつある。しかし、これまで水田転換畑では作業効率の低いロータリ耕が主に用いられ、プラウ耕で栽培したトウモロコシの生育および子実収量は明らかにされていない。さらに、水田転換畑におけるプラウ耕はロータリ耕と比較して、土壌物理性を悪化させる場合があることが指摘されており、根系の発育や機能が抑制される可能性が考えられる。そこで、篠遠氏はプラウ耕鎮圧体系乾田直播を核としたイネートウモロコシサイズの3年3作水田輪作体系の確立を目的とし、水田転換畑におけるプラウ耕（チゼルプラウで粗耕起した後にパワーハローで碎土する耕起体系）が土壌の物理化学性とトウモロコシの生育、子実収量、根系発育と機能、および倒伏に及ぼす影響をロータリ耕と比較検討した。加えて、飼料品質の検証および農家圃場における実証試験を実施した。研究業績の内容は以下のように要約される。

1. トウモロコシの生育および子実収量に及ぼすプラウ耕の影響

黒ボク土の水田転換畑において2品種のトウモロコシをプラウ耕で2カ年栽培し、生育および子実収量をロータリ耕と比較した。その結果、プラウ耕で栽培したトウモロコシは絹糸抽出期が1~2日早まるが、生育および子実収量はロータリ耕と同程度であることを明らかにした。また、東北北部で5月下旬から6月上旬に播種して成熟期に達する品種を用いれば、プラウ耕により9~11 t ha⁻¹の子実収量が得られることを実証した（業績1）。

2. 土壌の物理化学性とトウモロコシの根系発育に及ぼすプラウ耕の影響

プラウ耕で耕起した黒ボク土の水田転換畑の土壌硬度と養分分布、トウモロコシの窒素吸収量をロータリ耕と比較した。土壌貫入抵抗の測定の結果、プラウ耕では土壌深さ5 cm以深の抵抗値が急激に高まり、深さ10~20 cmの土壌がロータリ耕より著しく硬いことが明らかとなった。また、肥料分布の解析の結果、プラウ耕では土壌深さ0~5 cmに分布する肥料がロータリ耕より著しく多く、深さ10~20 cmに分布する肥料がほとんどないことが明らかとなった。しかし、プラウ耕による土壌硬度と肥料分布の違いがトウモロコシの地上部乾物重や窒素吸収量に及ぼす影響は小さいことを認めた（業績2）。

次に、黒ボク土の水田転換畑においてプラウ耕で栽培した2品種のトウモロコシ根系の機能（生理活性）の指標である出液速度と、発育の指標である成熟期の根系分布をロータリ耕と比較した。その結果、プラウ耕はロータリ耕より根の深さ指数が小さい傾向にあり、プラウ耕により浅根化すると考察した。また、プラウ耕のトウモロコシの出液速度はロータリ耕と同程度であり、根の生理的活性に耕起法は影響しないことを明らかにした（業績3）。

さらに、黒ボク土の水田転換畑においてプラウ耕による土壌硬度と肥料分布の違いがトウモロコシの根系発育に及ぼす影響を生育時期別に調べ、ロータリ耕と比較した。施肥区と無施肥区を設け、無施肥区で土壌硬度の影響を、施肥による反応で肥料分布の影響を調べた。2カ年の試験の結果、無施肥区のプラウ耕では第7葉期以降に土壌表層の根が増加し、根の深さ指数がロータリ耕より約20%減少して浅根化することを明らかにした。また、プラウ耕による肥料分布の違いが浅根化に及ぼす影響は小さいことを認め、肥料分布より土壌硬度の違いの方がトウモロコシの根系発育と分布に及ぼす影響が大きいと結論した（業績8）。

3. トウモロコシの倒伏に及ぼすプラウ耕の影響

黒ボク土の水田転換畑においてプラウ耕で栽培した熟期の異なるトウモロコシ6品種の倒伏関連形質と倒伏程度を2カ年にわたりロータリ耕と比較した。その結果、生育および子実収量に耕起法の有意な影響はなかったが、プラウ耕で栽培したトウモロコシの引き倒し評価値がロータリ耕より大きく、プラウ耕で栽培したトウモロコシは耐倒伏性に優れることを明らかにした。また、2017年の台風被害による倒伏個体数もロータリ耕よりプラウ耕の方が少なく、プラウ耕によりトウモロコシの倒伏被害が軽減できることを実証した（業績6）。

グライ土の水田転換畑においてプラウ耕で栽培したトウモロコシの倒伏関連形質と倒伏程度をロータリ耕と比較した。乳熟期における根系調査の結果、プラウ耕はロータリ耕より土壌表層の根長割合が高く、根の深さ指数が小さく、浅根化することが確認された。トウモロコシの引き倒し評価値に顕著な差はなかったが、温帯低気圧がもたらした風雨による倒伏個体数はロータリ耕よりプラウ耕の方が少ないことを認めた。水田転換畑におけるプラウ耕で栽培したトウモロコシは土壌硬度が急激に増加する土壌表層に根を多く発達させて株支持力を高め、ロータリ耕より耐倒伏性を高めると考察した（業績5）。

4. プラウ耕による水田輪作体系で栽培したトウモロコシの子実収量および飼料品質

黒ボク土およびグライ土の2カ所の水田において、プラウ耕による輪作体系（前作水稲：プラウ耕鎮圧体系乾田直播）で栽培したトウモロコシの生育、子実収量および飼料品質をロータリ耕（前作水稲：代かき移植）による輪作体系と2カ年にわたり比較した。その結果、プラウ耕で栽培したトウモロコシの生育、子実収量、および、子実のデンプン含量やマイコトキシン蓄積量などの飼料品質に大きな差はないことを明らかにした。また、プラウ耕によりトウモロコシの耐倒伏性が向上し、台風被害による倒伏個体数が減少するが、その倒伏軽減効果は黒ボク土よりグライ土の方が大きい傾向であることを示した（業績4）。

5. プラウ耕による子実トウモロコシ栽培の実証試験における作業時間および子実収量

岩手県の農業法人の水田圃場で実施した実証試験において、プラウ耕による子実用トウモロコシの生産に係る作業時間を調査し、ロータリ耕と比較した。その結果、プラウ耕の延作業時間は24.6 h ha⁻¹であり、ロータリ耕の38.2 h ha⁻¹の64%であることを示した。また、プラウ耕で栽培したトウモロコシの全刈子実収量は7.0 t ha⁻¹であったが、ロータリ耕は台風による倒伏被害のため6.1 t ha⁻¹

に止まった（業績7）。これらのことから、大規模水田作経営や大区画水田圃場での子実トウモロコシの栽培において、プラウ耕はロータリ耕と同程度の子実収量を安定的に維持しつつ、作業能率を高める耕起体系であると考察した（業績4）。

以上のように、本研究は土壌の物理化学性とトウモロコシの根系発育および根の生理的活性の解明を通して作物の基礎的な研究に寄与すると同時に、水田転換畑におけるトウモロコシの省力安定栽培技術の開発に貢献する応用面でも貴重なものであり、研究成果の一部はすでに標準作業手順書（参考資料）として技術の普及活動に活用されている。今後の水田輪作体系の技術開発の進展が期待され、日本作物学会研究奨励賞に値すると判断する。

研究業績

1. 篠遠善哉・松波寿典・大谷隆二・冠秀昭・丸山幸夫 2017. 黒ボク土の水田転換畑におけるプラウ耕がトウモロコシの生育および子実収量に及ぼす影響. 日作紀 86: 151-159.
2. 篠遠善哉・松波寿典・大谷隆二・冠秀昭・丸山幸夫 2018. 黒ボク土の水田転換畑におけるチゼルプラウ耕が土壌環境およびトウモロコシの窒素吸収に及ぼす影響. 日作紀 87: 125-131.
3. 篠遠善哉・丸山幸夫・松波寿典・大谷隆二 2018. 黒ボク土の水田転換畑におけるプラウ耕がトウモロコシの根の出液速度および根系分布に及ぼす影響. 根の研究 27: 10-16.
4. Shinoto, Y., Matsunami, T., Otani, R. and Maruyama, S. 2019. Growth and yield of maize using two tillage systems in crop rotation of paddy fields. Plant Prod. Sci. 22: 58-67.
5. 篠遠善哉・藤竿和彦・大谷隆二・丸山幸夫・松波寿典 2019. グライ土の水田転換畑におけるプラウ耕がトウモロコシの根系および倒伏に及ぼす影響. 根の研究 28: 59-67.
6. Shinoto, Y., Matsunami, T., Otani, R. and Maruyama, S. 2020. Effects of tillage on growth, yield and root lodging of six maize hybrids in upland fields converted from paddy fields in Andosol. Plant Prod. Sci. 23: 39-47.
7. 宮路広武・篠遠善哉・嶺野英子 2020. 国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題—現地実証試験における評価から—。農業経営研究 58: 9-14.
8. Shinoto, Y., Otani, R., Matsunami, T. and Maruyama, S. 2021. Analysis of the shallow root system of maize grown by plowing upland fields converted from paddy fields: effects of soil hardness and fertilization. Plant Prod. Sci. 24: 297-305.

参考資料

農研機構 2022. 標準作業手順書「水田転換畑における子実用トウモロコシ栽培の高速作業体系標準作業手順書（東北地方版）」。
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/152522.html