

# 不耕起対応トウモロコシ高速播種機の改良と現地試験事例

農研機構 農業技術革新工学研究センター

総合機械化研究領域 松尾守展

## 1. はじめに

近年、世界的な異常気象や新興国での需要急増等により飼料や穀物の国際相場は変動が大きく、輸入飼料への依存度が高いわが国の畜産経営は不安定になりやすい。このような状況の中で経営リスクを軽減するには、飼料自給率の向上を図ることが重要となる。また、飼料の中でも青刈りトウモロコシ（以下、トウモロコシ）は、牧草類と比較して TDN 収量が高く生産拡大の意義は大きい。

トウモロコシ栽培に要する作業時間のうち、約 4 割が耕うん整地および播種作業に費やされる（農林水産省 2016）。また、都府県で多い二毛作体系や暖地の二期作体系等では前作の収穫時期とトウモロコシの播種適期は重なる場合が多く、作業が集中して適期播種が困難になる。このため、播種床造成・播種作業の省力化を図ることで、限られた播種適期内に可能な作業面積の拡大が促され、飼料増産につながると考えられる。

播種を高速化する手法の 1 つに、播種床造成にかかる耕うん整地作業の全てまたは一部を省略する不耕起播種・簡易耕播種があり、高い省力性がわかっている（森田ら 2009, 平久保ら 2010 など）。ただし、これまで不耕起に対応できる播種機は海外製の大型機しかなく、狭小な圃場が分散する都府県では農道の走行や圃場への進入が困難でメリットを出しにくかった。また、既存の播種機を改造して不耕起圃場へ応用する取組（加藤ら 2007 など）もあるが、作業速度が遅いことや、農家の自己責任で部品の加工・改良・組付を行なう必要がある等の課題があった。

そこで、農研機構・革新工学センター（開発開始時：生研センター）では、狭小な圃場でも能率的な不耕起播種が可能なトウモロコシ播種機を農機メーカーと共同開発するとともに、圃場で播種試験を行ない精度および高速性を確認した。その後、改良を加え実用化するとともに現地試験に取り組んでいる。ここでは、不耕起対応トウモロコシ播種機（以下、開発機）の概要、および現地試験等の取組状況や開発機の改良点等を紹介する。

## 2. 開発機の概要

開発のねらいは、狭小かつ分散した府県の飼料畑で能率的かつ高精度な播種を実現することである。当初設定した開発目標を以下に示す。

- (1) 30 馬力 (22kW) 級の小型トラクタでの作業に対応する
- (2) 不耕起圃場での作溝を可能とする
- (3) 2 m/s の作業速度で 1 粒率 98% の繰出精度を実現する

開発機は、不耕起圃場に対応可能な作溝・鎮圧機構、高速に種子を 1 粒ずつ分離・放出する

種子繰出機構，圃場の凹凸にユニットを追従させる平行リンク機構からなる（図1，表1）。

作溝・鎮圧機構は，自由回転するディスクコルタ（以下，コルタ），コルタに接する溝拡幅部，鎮圧輪，および種子誘導スリット（以下，スリット）で構成される（図2）。コルタ枚数を1枚にするとともに溝拡幅部の爪をコルタへ近接させ，軽量な開発機でも不耕起圃場での作溝や圃場表面の残渣の切断が容易になるよう配慮した。種子繰出部は，分離プレートと放出プレート，仕切り板および外枠からなる（図3）。種子の分離機能と放出機能を2枚のプレートに役割分担させているのが特長で，大きさの異なる種子に対しても，分離プレートを交換することで1粒ずつ繰出可能である（橘 2013，橘ら 2014）。種子繰出機構は接地輪駆動式で，配線損傷の影響を受けにくく電源も不要である。試作機を不耕起圃場試験に供した結果，作業速度 2.0m/s で作溝可能なこと，2.0m/s での作業において1粒率は 98%以上になることが確認できた（横澤ら 2014）。



図1 実用化された開発機の外観（イタリアンライグラス収穫跡での不耕起播種作業）

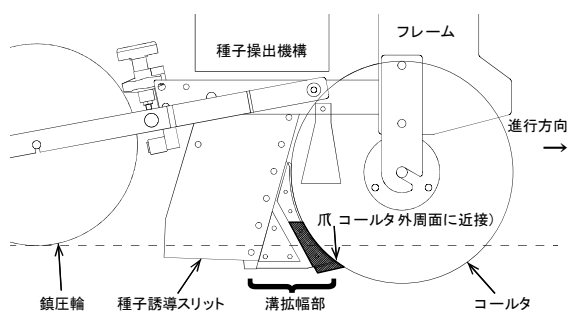


図2 作溝・鎮圧機構の概略

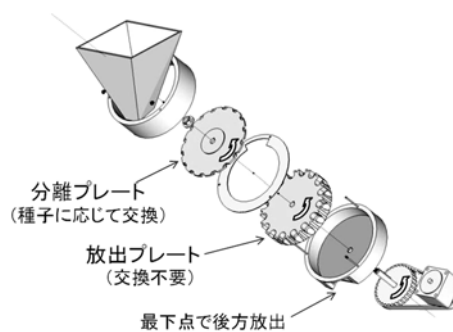


図3 種子繰出機構の概略

表1 開発機の主要諸元（2条仕様）

播種条数	2
全長×全幅×全高 (mm)	1450×1550×850
質量 (kg)	300
目皿の回転駆動	接地輪駆動式
条間調節範囲(cm)	60～80（無段階）
株間設定範囲(cm)	14～23.5 (6段階・スプロケット交換による)
種子ホッパ容量	15L（1条あたり）

### 3. 開発機の現地試験と開発機の改良

#### 1) 開発機の現地試験

魚住（2011）や平久保ら（2011）はトウモロコシ不耕起栽培では耕起栽培と同等の収量性があると報告しているが、森田ら（2011・2012）は、二毛作体系における不耕起栽培では前作の残根や不十分な砕土等の影響で播種精度・苗立率が低下すると報告しており、国内でも不耕起栽培への評価は一定ではない。そこで、開発機の適応性を確認するとともに普及を図るため、また開発機のさらなる改良課題を抽出するため現地試験を行なっている。また、トウモロコシの収量は苗立率と密接な関係にあることから、開発機で苗立率を確保しやすい開発機の設定の目安を検討することとした。

これまで開発機でトウモロコシを不耕起播種試験した結果、前作がイタリアンライグラスおよびオーチャードグラスの場合、苗立率は低くばらつきも大きかった。一方で、前作がトウモロコシの場合は苗立率が高かった。また、4 cm より深く播種することで苗立率は向上し、ばらつきも少なくなった（表2）。

表2 開発機で不耕起播種したトウモロコシの苗立率

前作	播種深さ	苗立率(%)
トウモロコシ	4cm 以上	91.4±5.9
	4cm 未満	84.8±13.4
イタリアン・オーチャード	4cm 以上	83.0±12.8
	4cm 未満	72.3±15.4

現地試験の結果、播種深さが3 cm 程度より浅い場合には苗立率の低下が認められるが、播種深さを3 cm 以上、より好ましくは4 cm 以上の深さにすることで慣行の耕うん整地圃場と同程度の苗立率が得られた（横石ら 2016）。また、トウモロコシ跡の二期作目に不耕起播種したトウモロコシの苗立率・収量は高かったが、冬作牧草跡に不耕起播種したトウモロコシの苗立率・収量は低かった（横石・白田 2014, 高脇・臼坂 2015 など）。一方で、イタリアンライグラス跡でも作業速度を遅くすることで苗立率・収量を高めることができた（折原ら 2014）。

これらの現地試験結果から、前作残渣や残根の少ないトウモロコシ収穫跡へは、播種深さが4 cm より深くなるよう開発機を調整することで比較的容易に適用できると考えられる。一方でイタリアンライグラス等の収穫跡では、残渣や残根の影響により十分な深さまで作溝できない場合があるので、開発機の播種深さを深めに調整しても播種溝が浅い場合には作業速度を落とす、またはディスクハローやロータリーで浅く耕うんする等の対応が必要と考えられた。

なお、粘質土壌での不耕起栽培では発芽障害が発生しやすいとの指摘（魚住 2011, 加藤 2011 など）がある。開発機においても、粘質土では土壌硬度が高く苗立率の低下および垂直方向への根の伸張抑制による収量低下が見られたことから（山形ら 2016）、開発機での不耕起播種は粘質土では避けることが望ましいと考えられる。

ちなみに、耕うん整地圃場においても開発機の適用性を確認したところ、通常栽培と同等の収量が得られ（福井・武内 2013）、播種精度は慣行の空気加圧式播種機と同等であったことか

ら（横澤ら 2014），神奈川県等では 1 作目を耕うん整地して，二期作目を不耕起で播種する二期作体系としても開発機が活用され始めた（折原ら 2014）。なお，作業の都度，開発機の調整・確認に留意する必要があるのは不耕起圃場と同様である。

これまで現地で得られた開発機の圃場作業量は，概ね 30-80a/h の間にあった（図 4）。石が多く速度を落とした圃場や変形圃場，面積が 10a に満たない狭い圃場でも，2 条の慣行播種機における標準的な作業能率 5.2h/ha（圃場作業量に換算すると約 0.2ha/h，農林水産省 2008）を上回っている。全ての圃場で開発機による不耕起播種が可能ではないが，条件の良い圃場では不耕起で，それ以外の圃場は慣行ないし簡易耕で作業することで，適期内に播種できる面積の拡大が期待できる。

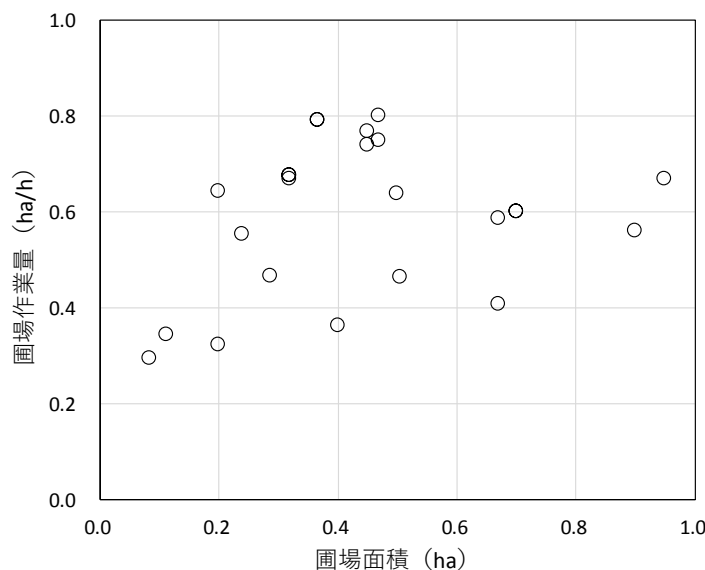


図 4 現地における開発機の圃場作業量

## 2) 開発機の改良

開発機を現地圃場で供試したところ，①スリット内へ土が進入し種子の経路が塞がれる，②前作収穫跡の残渣や土がコールドタへ過度に付着して作溝性能が低下する，等の課題が発生する場合があったため，以下の改良を加えた。

種子誘導スリット内に土が詰まると種子が排出されず欠株区間になってしまうため，放出された種子が確実に播種溝へ投入されるよう，スリット内へ進入した土などを排出するクリーニング機構（以下，スリットクリーナー）を開発した。スリットクリーナーは，ばね線材と回転軸により構成され種子誘導スリット後部に装着できる。旋回時などトラクタにより開発機が持ち上げられた際，また開発機が接地・前進した際に種子誘導スリット内側に詰まった土を掻き出す機能を有している（図 5）。

コールドタには圃場表面を切削する役割があるが，作業中にはコールドタ側面に土塊や残渣等が付着する。コールドタへの付着量が増える過ぎるとコールドタの回転が停止することがあり作溝性能が低下する。そこで，コールドタから土塊等をそぎ落とすスクレーパの強度（板厚と幅）を増し，機能および耐久性を高めた。なお，スクレーパがコールドタへ十分に近接しているかについ

ても、作業の都度確認・調整することが望ましい。

当初の試作機は2条仕様のみであったが、生産者のニーズとして条数の追加や施肥ユニットへの要望が高いこと（松尾・橋 2015）から、播種ユニット増設による4条仕様（全幅 3200mm）や同時施肥およびソルガム等の混播ユニットの装着を可能にした。これら追加装備は近日中に市販予定で、さらなる改良についてもメーカーを中心に検討されている。

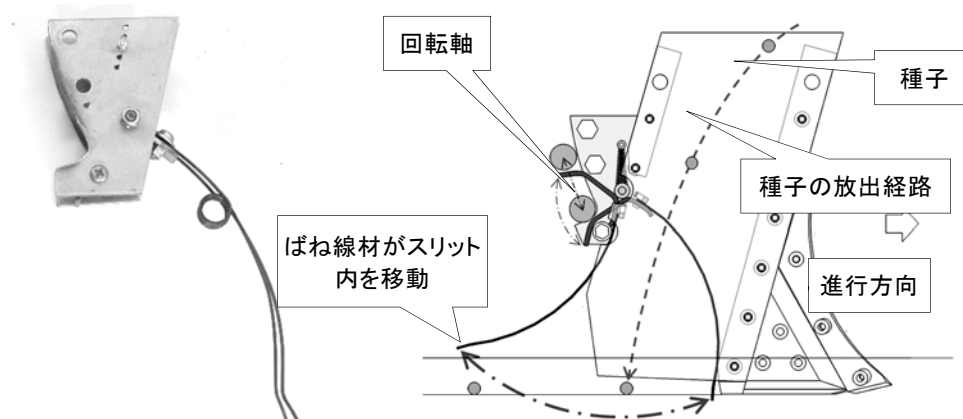


図5 スリットクリーナーの外観および装着部位

#### 4. おわりに

不耕起圃場に対応できる播種機をメーカーと共同で実用化し、これまでの試験において播種深さを深めに設定すべき点や留意すべきポイント等が示唆されつつある。ただし、不耕起栽培は条件によって結果が大きく異なることがあり、各地の条件に応じて適切な栽培技術が検討される必要がある。今後は、このような試験事例をきっかけに、各地で不耕起栽培の導入・検討が広まることを期待する。

開発機の現地試験には、岩手県・秋田県・群馬県・神奈川県・徳島県・愛媛県等の協力を得た。共同開発メーカーであるアグリテクノ矢崎をはじめとする、関係各位に記して深謝する。

#### [参考文献]

- 1) 福井弘之・武内徹郎 (2013) 不耕起対応トウモロコシ播種機を用いた栽培試験—イタリアアンライグラス跡不耕起栽培【第一報】—。徳島畜研報 12. 50-52
- 2) 平久保友美・増田隆晴・多田和幸・魚住順・佐野宏明 (2010) 飼料用トウモロコシ栽培における牽引式不耕起播種機の作業性。日草誌 56(別). 152
- 3) 平久保友美・魚住順・川畑茂樹・雑賀優・佐野宏明 (2011) 東北地域北部における連続不耕起栽培が飼料用トウモロコシの収量に与える影響。日草誌 57. 73-79
- 4) 加藤直樹・佐藤健次・服部育男・植村克宏・久保田哲史 (2007) 改良播種機を用いたトウモロコシ不耕起栽培。日草九支部報 36(2)37(1)合併号. 27-29
- 5) 加藤直樹 (2011) 九州における飼料用トウモロコシ不耕起栽培技術の紹介。日草誌 57(3). 172-175

- 6) 松尾守展・橋保宏 (2015) 飼料用トウモロコシの不耕起播種および栽培に関する生産者へのアンケート調査. 農業環境工学関連 5 学会 2015 年合同大会. 28
- 7) 森田聡一郎・菅野勉・黒川俊二・佐藤節郎 (2009) トウモロコシ不耕起播種作業における費用の試算. 日草誌 55(別). 98
- 8) 森田聡一郎・中尾誠司・菅野勉・黒川俊二・佐藤節郎・吉村義則 (2011) 冬作草種とその刈高および残根がトリプルディスク方式により不耕起播種されたトウモロコシ (*Zea mays* L.) の播種精度と初期生育に与える影響. 日草誌 57. 136-141
- 9) 森田聡一郎・中尾誠司・菅野勉・黒川俊二・佐藤節郎・吉村義則 (2012) トウモロコシ (*Zea mays* L.) の不耕起播種栽培における土壌物理性が播種精度および初期生育に及ぼす影響. 日草誌 57. 190-196
- 10) 農林水産省 (2008): 高性能農業機械等の試験研究, 実用化の促進及び導入に関する基本方針 (平成 20 年 5 月 16 日告示) 参考資料—利用規模の下限・圃場作業量
- 11) 農林水産省 (2016) 平成 26 年度畜産物生産費. 94-95
- 12) 折原健太郎・齋藤直美・秋山清・坂上信忠 (2014) 新開発トウモロコシ不耕起播種機の性能実証試験. (1) 新開発トウモロコシ不耕起播種機の性能実証試験. 平成 25 年度試験成績書. 神奈川県畜産技術センター, 海老名, 35-36
- 13) 橋保宏 (2013) 高速作業が可能なトウモロコシ不耕起播種機の開発. 農機誌 75 (3). 128-129
- 14) 橋保宏・川出哲生・志藤博克・平田晃 (2014) 不耕起対応トウモロコシ高速播種機の開発. 2. 高速高精度種子繰出装置の性能. 日草誌 60. 206-212
- 15) 高脇美南・臼坂伸二 (2015) 飼料用トウモロコシ二期作体系における不耕起播種栽培方法の評価. 愛媛畜研セ研報 3. 17-22
- 16) 魚住順 (2011) 不耕起栽培の概略と東北地域への導入適性. 日草誌 57(3). 156-161
- 17) 山形広輔・松尾守展・橋保宏・尾張利行・藤原哲雄 (2016) 不耕起対応高速播種機を用いた異なる圃場条件での飼料用トウモロコシ不耕起栽培技術について. 東北畜産学会報 66(2). 31
- 18) 横石和也・白田英樹 (2014) 不耕起対応トウモロコシ播種機を用いた栽培試験—イタリアンライグラス跡およびトウモロコシ跡における不耕起栽培【第二報】—. 徳島畜研報 13. 42-45
- 19) 横石和也・馬木康隆・福井弘之・松尾守展・橋保宏 (2016) 前作および土壌水分が飼料用トウモロコシの不耕起栽培における播種深度と苗立率に与える影響. 日本暖地畜産学会報 59(1). 9-15
- 20) 横澤将美・宇敷真子・佐藤拓実 (2014) 不耕起対応トウモロコシ播種機を使った飼料作物播種の汎用利用と低コスト生産の検討. 群馬畜試研報 21. 69-78

平成28年度 自給飼料利用研究会 資料

編集・発行 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門  
企画管理部 那須企画管理室 企画連携チーム  
Tel. 0287-37-7005 Fax. 0287-36-6629  
〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768 番地

発行日 平成28年12月5日  
印刷所 株式会社 近代工房 Tel. 0287-29-2223

本資料より転載・複製する場合は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得て下さい。