不耕起播種機および栽培技術体系の開発と問題点 長野間 宏(秋田県農業試験場)

Improved no-tillage seeder and managing a no-tillage seeding system Hiroshi Naganoma (Akita Agricultural Experiment Station)

1. はじめに

水稻の不耕起乾田直播の栽培面積は、直播栽培面積全体の 17 %、1476ha まで普及(1999 年)している。不耕起移植栽培は、476ha 程度普及している(1995 年)。一方、ダイズの不耕起播種技術は、実証試験段階に止まり、本格的な普及に至っていない。他の作物では、麦を水稻またはダイズの立毛間に散播する技術が大潟村で普及したことがある。南・北アメリカでは、土壌浸食を防ぐ保全的農法として普及しているが、我が国では、耕起した圃場が降雨に遭遇すると播種作業が遅れることの回避技術として、また、稲・麦二毛作や麦・大豆二毛作など、前・後作の作期が重複する場合の作業競合の回避による適期播種及び作業能率向上の方策として活用されてきた。また、連続して不耕起栽培を継続するより、耕起と不耕起を組み合わせた栽培管理が行われる。なお、南・北アメリカのダイズ不耕起栽培は狭畦栽培であるため中耕・培土は行われないが、日本では不耕起播種した後に中耕または、中耕・培土を行うことが多い。

2. 不耕起播種機に必要な機能とディスク駆動式汎用不耕起播種機の開発

播種溝には、V字型、U字型、逆V字型、打ち抜き穴型がある。溝には出芽に好適な深さがある。また、前作のわらを溝中に引き込むと、種子と土壌が接触しないので土壌水分の吸収が遅く、出芽が阻害される(図1)。また、溝底の排水が良いことも求められる。

図1 大豆と水稻播種における播種溝の形状の違い

図2 不耕起播種機の機構の模式図

図2に開発した播種機の構造を模式的に示す¹⁾。先頭にあるのが、直径46cmのディスクでトラクタの動力で強制的に回転させる。外国製の播種機では、自転をする溝切り円盤と、この溝に入れて播種をするダブルディスクの組合せによるトリプルディスク式の機構と、ダブルディスクのみで溝を切り、播種をする機構がある。機械の自重で適切な深さの溝を切るより、強制回転する方が乾燥した土壌でも容易に溝を切ることができる。また、進行方向に向かって上へ跳ね上がるようにアップ回転すると、田面にあるわらを跳ね飛ばす効果があり、播種溝の中にわらを押し込むことがない。市販の播種機では、アップカット回転する爪で部分耕を行い、砕いた土をカバーで後ろに導いて、覆土に用いる方法がある。また、打ち込み穴を開けて播く方法は岡山県で行われた古くからある方法であるが、自脱コンバインにより田面にわらが散布された圃場では、わらが邪魔になって精度よく均一な穴を開けることができない。ニュージーランドで開発された播種機では、ダブルディスクの下にウイングを入れ、さらに横に溝をあけて、施肥播種を行う機構のものがある。

溝を切るには、その深さと播種位置の制御が重要である。溝の深さは、ディスクの脇にあるディスクの直径よりやや小さな直径のタイヤによって一定になる。また、コンバインやトラクタの車輪跡の鎮圧を受けた土壌を切り、根が伸長しやすい状況を作るために、図1のように深い溝を切ることが望ましい²⁾。水稻では、播種深度は2.5cm程度が望ましく、深い溝を切ると種子が溝の底に落ちて出芽率が低下する。そこで、開発機では、ディスクを交換してダイズ用と稲・麦用使い分けて汎用化を実現した。

次に、播種溝に正確に種子を入れるには、導管から自然落下させる方法と、ダブルディスクで溝を追随し、正確に落とす方法がある。ダブルディスクの方法が確実に播種溝に種子を入れることができる。覆土方法には、ディスクで土を寄せる方法、アップカット回転する爪で砕いた土を用いる方法、条間の土を砕いて播種条の方に飛散させて覆土する方法がある。また、鎮圧により、種子と土壌の接触を良くするが、土壌水分によって強度を変える。

不耕起の圃場には多少の凹凸があるので、播種溝を切る機構と播種部分が凹凸に追随することが播種精度の向上に重要である。開発機は、各条が独立懸架であるので別個に上下に移動するが、強制回転を行うので多少複雑な構造である。

播種と施肥を同時に行うには、施肥位置が大きな問題である。水稻の不耕起乾田直播では、予めPKを施用しておき、播種時は緩効性の窒素肥料のみを全量を溝の中に施肥する方法が能率的である。種子と肥料が一部接触するが、肥料による濃度障害は生じない。しかし、速効性肥料を用いるダイズ、麦では、播種溝の脇に表面施用することになる。寒冷地等で初期の生育を促進させたい場合は、溝内にスタータ的な施肥を行うことが必要になると考えられる。

開発機は、播種の条間(25cm～70cm)と条数(4～8条)を変えることができる。作業速度は、1m/秒以上が可能であるが、0.6～0.8m/秒程度の速度で作業を行う。1haを2～3時間で播種でき、1日に3ha程度の播種ができる。また、次に播種機が走る中心に界面活性剤で作った泡を数m間隔で落として印を付けるマーカを装備する。

3. 土壌水分とダイズの出芽率

不耕起播種ダイズの出芽は、降雨の少ない年には問題が少ない。耕起・砕土を行うことで土壌水分が失われるが、不耕起播種では、土壌と種子の接触が維持できると出芽が早い。しかし、過湿な条件では出芽が阻害される。1つの要因は、播種に用いる種子の水分が低いことである。乾燥した種子が急速に吸水すると亀裂を生じて内部の養分が溶出したり、幼植物が子葉の全てまたは片方を剥落して出芽する。そこで、愛知農業総合試験場では、種子の水分を調節することで、播種後の降雨の影響を回避することを示した。また、筆者はパーライトと乾燥した種子をビニール袋に入れて放置することで、種子に吸水させる試験を行った。11%の水分の種子を15%までに高めることができた。パーライトと種子は風選により分離する。この水分を調整した種子を1～2日間蒸留水に浸漬し、取り出して育苗用土に播種した。水分調整を行った種子は出芽の勢いと出芽率がまさった(表1)。また、播種溝の排水性を高めるために、播種方向と直角に弾丸暗渠を掛ける。

過湿条件では、茎疫病の発生が増えて、大きな被害を受ける。アメリカでも大きな被害を受ける年があり、種子粉衣剤や耐性品種の使用が行われている。殺菌剤に対する耐性菌の発生が恐れられるが、田畑輪換を行うと発生は少ないことも想定されるので、日本でも実用化を図りたい。

表1 ダイズ種子の水分調整の有無と湛水处理後の出芽率(%)

種子水分(%)		湛水時間 (時間)	播種後日数と出芽率(%)		
			4日	5日	6日
無処理	8.9	0	77.1	93.8	100.0
		48	35.4	50.0	60.4
		72	22.9	35.4	43.8
水分調整	15.6	0	100.	100.	100.0
		48	87.5	97.9	100.0
		72	66.7	83.3	91.7

4. 不耕起栽培技術体系

水稻の不耕起乾田直播は、耕起後に降雨によって播種作業が大幅に遅れる欠点を改善するために開発された。関東南部の移植時期は5月上旬であるが、この前の4月中旬から播種を行い、移植との作業時期を分散させる。また、直播水稻の収穫時期は、移植水稻の後になり、収穫時期の作業分散も図られる。4月中旬は平均気温で15℃程度であるので、わらの被覆による地温の低下や田面の凹凸による播種深度の不安定性を避ける必要がある。そこで、関東地域は冬期間の晴天日数が多く、農家の作業量も少ない時期であることに着目して、冬期間に耕起・整地・鎮圧を行い、わらや株の処理、田面の均平化、リン酸とカリの施肥を行い、不耕起圃場と同等な地耐力のある圃場を予め準備する。この作業には、レーザープラウとレベラーを用いる。4月中旬に不耕起播種機で施肥(緩効性窒素肥料)・播種を行う。播種後～出芽前までにグリホサートを散布して、生育してきた雑草を防除する(図3)。1ha以

上の大区画圃場でも均平であるため、水稻が2葉期に達したら湛水を行うので、乾田期間は従来より短くなり、雑草防除が容易になった。収量は慣行の移植栽培と同等となった（表2）。

図3 冬期整地・鎮圧、不耕起乾田直播の作業体系

表2 乾田直播水稻の全刈収量 (kg/10a 品種：キヌヒカリ)

年	乾 耕起	田 不耕起	直 冬期整地	播 冬期整地**	移植
平成6年	468	531			563
平成7年	436	409*		487	526
平成8年	584		556	514	584
平成9年			562	616	544

*：播き直しのために、6月8日播種

**：農家の実証圃場：品種チヨニシキ

図4 ダイズ不耕起播種の作業体系

また、ダイズの不耕起播種のメリットは、麦跡ダイズが晩播であるため、できるだけ早く播種できるメリットがある。また、耕起・碎土の工程を省略するので、能率的な播種作業ができる。コムギまたは大麦跡に条間 30cm で不耕起播種し、無中耕・無培土栽培を行った（図 4）。耕起、中耕・培土を行う慣行栽培と同等の収量を得た（表 3）。コムギについては、農業研究センターの谷和原圃場において不耕起栽培を行い、慣行栽培と同等の収量を得た。コムギについては、施肥の効率化が課題である。

表 3 不耕起栽培ダイズの収量(kg/10a)

年次	土壌条件	前作	不耕起区*		耕起区	
			坪刈	全刈	坪刈	全刈
平成 6 年	重粘土**	コムギ	457		422	
平成 7 年	重粘土**	コムギ	329		325	
平成 8 年	泥炭土***	コムギ	343	284	359	295
平成 9 年	泥炭土***	コムギ	408	349	371	295
平成 9 年	灰色低地土	コムギ	337		331	

*不耕起区は条間 30cm、耕起区は 60cm

**水田土壌を盛り土して造成した圃場

***現地試験圃場

以上の不耕起栽培技術について、3 人のオペレーター（男性）と 2 人の女性を前提にして、技術体系の評価を行って規模拡大と所得の可能性を推定した。この結果は、水稻 38.5ha（不耕起直播 18.1ha）、コムギ 14.5ha、オオムギ 5.9ha、不耕起ダイズ 13.3ha の面積が最適であり、3,372 万円の所得が得られるという結果を得た。この面積を基に、移植水稻→直播水稻→直播水稻→ムギ・ダイズ→ムギ・ダイズ→移植水稻の田畑輪換を行う団地化された圃場 30ha と受託栽培を行う移植水稻 25ha の圃場を合わせて 55ha の経営モデルが得られた。

5. 今後の課題

①開発された不耕起播種機の特徴を活かす栽培技術の確立と普及

②ダイズ不耕起栽培のリスクを軽減する技術確立

乾燥したダイズ種子が急に吸水することによる障害の軽減、過湿な条件で発生する茎疫病の被害軽減、ダイズの生育期に処理できる広葉用除草剤の登録

③ダイズの無中耕・無培土栽培技術の確立

中耕・培土の省略は、省力化と汎用コンバインによる収穫作業における汚粒 発生軽減の利点がある。狭畦栽培に適した品種の開発も必要である。

引用文献

- 1) 長野間宏ら 1996.汎用型不耕起播種機の改良と稲・麦・大豆への適応性. 農作業研究 31(別 1) : 115-116
- 2) 小柳敦史ら 1998.汎用水田において耕起及び不耕起栽培したコムギ、ダイズおよび水稻の根の垂直分布の解析. 日作紀 67 : 49-55