

1. 九州における代かき同時土中点播直播等、水稲の省力湛水直播技術の開発

九州農業試験場 脇本賢三

1. はじめに

水稲をとりまく情勢をみると、外的要因としては、米の輸入圧力の増大に伴いコスト面で厳しい競争を余儀なくされ、また国内では農業の担い手不足による労働力の減少や農業従事者の高齢化問題が顕在化しており、これまで以上に省力・低コスト化をねらいとした水稲生産技術の開発が求められている。

現在定着している田植え機稲作は、日本の稲作事情を一変させた優れた技術として高く評価されるが、一方において、大規模経営等一層の規模拡大に対する対応技術としては、幾つかの問題点が指摘されている。すなわち、①田植え速度は1秒間に1m前後の高速作業が可能であるが、速度向上にはほぼ限界がきていること、②育苗技術は労力がかかりすぎること、③圃場が分散している場合が多く、苗の運搬作業が重労働であること等の点が挙げられる。このような状況において、育苗技術を伴わない直播栽培は、大規模経営に適した技術として、近年再び注目されるに至った。

戦後の直播栽培の主流は耕起乾田直播であったが、漏水問題、雑草防除、収量性低下等に対する対策が伴わず、加えて、降雨の影響をうけやすい栽培法であるため、播種作業が計画的に行えない等の問題があり、大幅に栽培面積が減少した。一方、湛水直播は降雨の影響を受けにくく、また移植栽培が行えるところでは導入可能な技術として注目され、近年各地域とも普及率が伸びつつあるのが現状である。

湛水直播は、移植栽培と同様に耕起・代かきを行い、過酸化石灰で被覆した水稲初を播種する。播種方法は、動噴による散播、乗用播種機による条播・散播、ヘリコプターによる散播等がある。

散播方式は極めて省力的栽培法であり、大規模稲作には有力な手法であるが、表面播きのため、播種深度が浅くなること、そのため転び型倒伏を起こしやすいこと、播種後の栽培管理がしにくいこと等の理由から、現在では安定性の高い湛水土中直播栽培が各地で検討され始めている。

温暖多雨地帯に位置する九州農業試験場では、本地域性に適する省力性の高い技術として、平成6年度より代かき同時土中点播直播(通称ショットガン直播)技術の開発に取り組んできた。本技術は湛水土中直播の一つであるが、他の湛水直播と大きく異なる点は以下のとおりである。

- ①考案した鋸歯形ディスクによって打込み播種を可能にした。
- ②代かき作業と播種作業を同時化した。
- ③点播播種によって移植水稲に近い株形状が得られるようにした。
- ④土中に播種することによって転び型倒伏に対する抵抗性を強化した。

ここでは、主として代かき同時土中点播直播栽培技術に焦点を当て、技術の概要と残された課題を述べるとともに、九州の各農業試験場等、公立場所で開発されてきた、あるいは現在開発中の湛水直播技術についても、その播種機構や地域適応性等の観点から概説する。

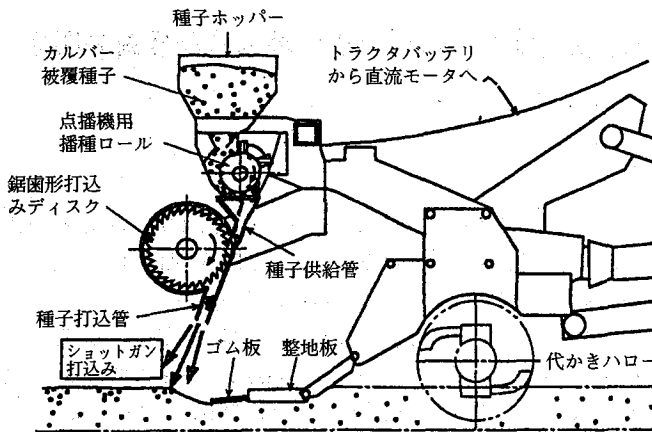
2. 代かき同時土中点播直播栽培(ショットガン直播栽培)の概要

1) 代かき同時土中点播機

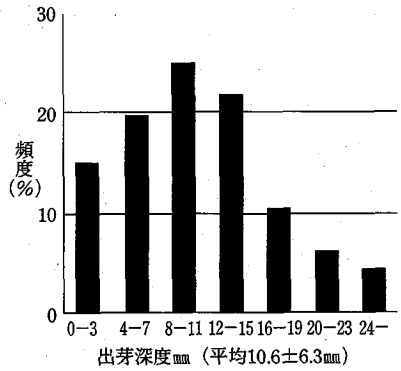
播種機は、代かきハロー後部に装着され、種子ホッパー、播種ロール、鋸歯形打込みディスクによって構成されている(第1図)。播種作業は、①開発した水稲点播機用播種ロールによって数粒の過酸化石灰被覆種子の間欠的に繰り出され、②種子供給管より鋸歯形ディスクの側部に供給され、③高速回転(500～1500rpm)している鋸歯形ディスクによって瞬時に代かき土中に打込まれる方式である。

2) 点播形状、播種深度および苗立率

鋸歯形ディスクによって打ち込まれた種子は、楕円形の点播形状となり、生育中・後期には移植に近い株状となる。



第1図 代かき同時土中点播機の概要



第2図 出芽深度測定例

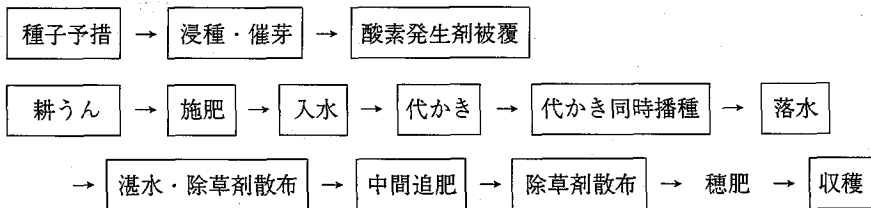
鋸歯形ディスクは500～1500rpmの範囲で回転数が調節でき、代かき土壌の硬度に対して、ある程度まで播種深度を調整することが可能である。すなわち、ヨーグルト状の適正な土壌硬度の時には1000～1200rpmで、それよりも軟らかい場合は700～800rpmで、硬めの場合は1300～1500rpmで打込むことにより、出芽深度をほぼ5～20mmの範囲に設定することができる(第2図)。

表面播種に比べ土中播種では苗立率は低下するのが一般的傾向であるが、播種後の落水管理法(出芽が確認されるまで落水管理とする)を採用することにより、苗立率が安定となる。ヒノヒカリを供試した場合、通常の苗立率は70%前後である。

1997年に行った現地実証試験では、点播形状は長径6.5cm、短径3.3cm、出芽深度は平均約10mm、苗立率は80%となり、麦わらを全量還元した土壌条件においても、ほぼ同様の結果となった(第1表)。

3) 作業体系

標準的作業体系は以下のとおりである。



圃場の耕深は10cm程度とし、できるだけ一定の深さになるようにする。また、圃場は均平化を図り、高低差5cm以内になるよう留意する。

入水は代かき前日または前々日とする。入水量は通常の代かき水より少な目の量とし、麦稈を鋤込んだ場合は、代かき後に麦稈の浮遊がない程度にする。

代かき作業は、荒代かきを含めて播種当日に行うことを原則とする。ただし、前日または前々日に行う場合には、当日の代かき水量調整等に注意が必要である。代かき回数は通常の土壌条件であれば、2回(移植と同程度)とし、減水深が大きい圃場では回数を多くする。

4) 播種法

出芽・苗立ちの安定化および耐倒伏性強化のためには、播種時期の気温の低い場合、出芽深度を浅目にする。目標苗立ち密度は80本/m²、予想苗立ち率を70%として10a当たり3kg(乾籾)の播種量を標準とする。

点播間隔は条間30cmとした時、点播間隔は20cm、1株播種量は平均7粒を標準としている。播種作業速度は、ヨーグルト状の適正な代かき土壌条件であれば、最大0.75m/sまでが一応の目安となる。代かき土壌が軟らかく、代かきハローの整地板後方に泥流が発生しやすい土壌条件では、作業速度は0.5m/s以下とする必要がある。

播種時のハロー回転数は土壌条件によって異なるが、適正な代かき条件で0.5m/sの作業速度であれば、250rpm前後を目安とする。

鋸歯形ディスクの回転数は、適正な代かき土壌硬度の場合には、1100～1200rpmを目安とする。

第1表 現地実証圃場における出芽状況

区	苗立率 (%)	出芽深度 (mm)	点播長径 (cm)	点播短径 (cm)
No.1	80.4	10.4	6.5	3.3
No.2	78.9	9.2	6.9	3.6

注) No.1:無わら区, No.2:麦わら全量還元区
(1997年6月20日調査結果)

第2表 播種後の水管理が出芽に及ぼす影響

水管理	1996		1997	
	6.19	5.19	6.18	6.18
出芽率 (%)	湛水	56.8	58.5	67.6
	落水	70.7	63.3	83.5
浮苗率 (%)	湛水	—	10.4	7.0
	落水	—	0.0	0.0

注) 品種:ヒノヒカリ, 浮苗率=100×浮苗数/出芽苗数

5) 播種後の落水管理

湛水直播栽培では、これまで湛水による保温効果及び除草効果を重視して、播種後一旦湛水して出芽を待ち、出芽後に落水(芽干し)して根張りを促進する方式が主体であった。これに対し、近年播種後落水して出芽を待ち、出芽後に入水を行う「落水出芽法」が全国的に導入されるようになった。本栽培法においても、土中播種と落水出芽方式を組合わせて、出芽・苗立ちの安定化を図っている(第2表)。

落水方法としては、播種後自然に落水するのを待つか、大きな滞水域を生じる場合には、溝切り機等で溝をつけて強制排水する必要がある。播種直後に強い降雨がある場合は、打込まれた種子が表面に露出しやすいため、入水して一時的に湛水状態とし露出を防ぐ。

落水期間は、圃場の透水性、雀の食害程度、スクミリンゴガイの生息密度、雑草発生程度によって長短を決定する必要がある。通常の場合であれば約1週間くらいの期間とする。

6) 播種時期および品種

暖地では、播種時期が6月初旬頃であれば、早生、中生、晩生のいずれを導入しても減収程度は小さく、作付けが可能である。6月中旬以降になると、品種によっては、収量が大きく低下するものがあり、適期播種に心掛ける必要がある。

稲・小麦作付け体系では、小麦収穫時期が5月下旬から6月初旬頃になるため、水稻の播種時期も6月初旬播きが一般的となる。ヒノヒカリを供試した場合、6月初旬までなら収量低下が少ないが、6月20日以降では低下率が增大する(第3表)。

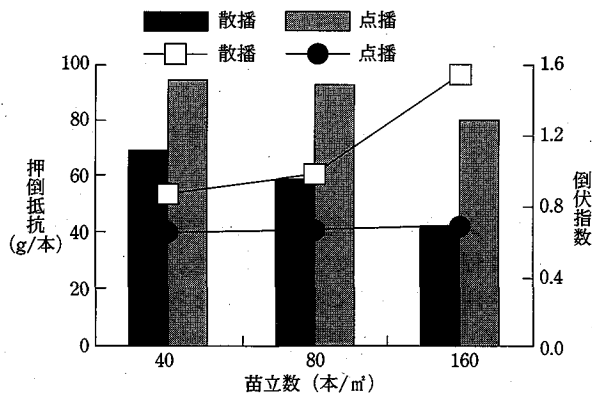
第3表 播種時期の影響

品種	播種期	収量 (kg/10a)	収量指数 (%)	穂数 (本/m ²)	1穂粒数	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)
キヌヒカリ	5/25	716	100	433	86.9	8/07	9/13
	6/08	608	85	460	72.6	8/14	9/22
	6/20	646	90	421	82.2	8/23	10/04
黄金晴	5/25	607	100	383	84.5	8/19	9/26
	6/08	648	107	420	81.9	8/22	10/04
	6/20	672	111	403	87.9	8/29	10/17
ヒノヒカリ	5/25	722	100	467	86.4	8/26	10/11
	6/08	688	95	443	81.2	9/01	10/17
	6/20	652	90	440	79.2	9/04	10/26
ユメヒカリ	5/25	608	100	379	87.6	9/02	10/17
	6/08	581	96	420	79.8	9/08	10/26
	6/20	484	80	437	83.0	9/13	11/05

九州地域の移植栽培では、ヒノヒカリの栽培面積が最も多い。湛水直播でも、良食味であるため本品種を導入するところが多い。しかし、本品種は土中出芽性があまり高くなく、また多窒素条件では稈長が伸びやすいため、直播適性の高い品種とはいえない。従って、ヒノヒカリを供試した場合の安定栽培には、播種深度の確保と落水の徹底及び中干しを励行することにより、出芽・苗立ちの確保と稲株の耐倒伏性を強化した栽培管理が要求される。

7) 点播株の耐倒伏性

点播水稲は、散播水稲に比べ地上部モーメントが大きいが、押し倒し抵抗値が顕著に大きいため、耐倒伏性が高い。また、苗立ち密度が高くなっても押し倒し抵抗値の低下程度が小さいため、耐倒伏性の変動が小さく、安定生産に適することが示された（第3図）。



第3図 播種法および苗立ち密度が耐倒伏性に及ぼす影響
注) 棒：押し倒し抵抗，折れ線：倒伏指数

点播水稲が散播水稲に比較して耐倒伏性が強くなる要因は、1株穂数の安定および増大によると考えられる。一方、移植水稲と比べると、点播水稲は押し倒し抵抗値は大きいが、地上部モーメントも大きくなる特性があるため、地上部モーメントの増大に留意した栽培管理を行うことが重要となる。

8) 雑草防除

本播種法では播種後落水管理を行うため、これに対応した雑草防除を行う必要がある。

湛水管理に比較して除草剤の散布可能期間が短いので、防除適期を逃がさず散布する必要がある。現在、現地実証試験に導入している除草体系は、播種→自然落水(6～7日間落水管理)→入水→キックバイ粒剤散布である。本体系で取り残した雑草は時期をみてクリンチャーバス粒剤で防除する。

9) 施肥法

点播水稲は移植水稲と異なり初期生育が旺盛となるため、基肥に施用する速効性窒素肥料が多いと過剰になりやすい。初期生育が過剰になると、土壌中の窒素含有率が急速に低下し、幼穂形成期頃には葉色の低下が大きくなる。従って、基肥の窒素肥料は少なくし、時期をみて中間追肥を行い、幼穂形成期頃の葉色の低下を抑え、出穂20日および10日前頃に穂肥を施用する施肥法が安定で、収量水準も高くなる。なお直播水稲の窒素施用量は移植とほぼ同等でよい。

省力施肥には被覆尿素等の緩効性窒素肥料と速効性窒素肥料の混合施用が効果的である。

全量基肥施肥法では被覆尿素の混合割合を高め、また初期の窒素溶出を抑えたシグモイド型被覆尿素を供試する等、肥効を長期持続型にする。初期生育はあまり旺盛にならないよう速効性窒素肥料の混合率を少なくし、生育中・後期に重点を置いた施肥法とする。

10) 代かき同時土中点播直播技術の今後の課題

本法による直播栽培は出芽・苗立ちが比較的安定しているため、供試品種に対して最適な苗立ち数を決定し、それに合わせて播種量や点播株密度を設定すれば、安定栽培が可能である。そのためには、種子予措、コーティング技術等の基本技術を励行し、また土性に見合った播種および施肥条件を設定する等、細心の注意が必要である。

苗立ち数の確保には、播種条件を適切にすることが必須であるが、多少不良な環境条件の下でも旺盛に出芽する品種を供試すれば、現地圃場の多様な土壌条件においても苗立ち数確保が容易である。従って、直播適性の高い、良食味品種の育成が望まれる。

3. 九州地域における麦播種機、田植え機等の利用による湛水直播栽培法の概要

1) 湛水耕耘同時施肥播種機を利用した土中直播 (九州農試 機械化研究室)

技術の特徴：①水稲だけでなく麦にも利用できる汎用機である②湛水耕耘作業 (うないがき) を導入し、降雨時でも播種作業が可能な全天候型播種技術である③網籠型ロールにより水稲種子を土中に浅く埋設することで、浮き苗や転び苗が減少し、耐倒伏性が強化される。④構造が簡単で製作が容易である。⑤移植水稲と比べ同程度の収量が得られる (過去2カ年試験より)。⑥作業方法は、麦収穫→入水→湛水耕耘同時施肥播種→除草剤散布または麦収穫→耕耘→入水→湛水耕耘同時施肥播種→除草剤散布。

問題点：①うないがき方式のため、土壌条件によっては透水性が大きくなり、また播種後の落水やその後の土壌乾燥防止のための通り水等により、初期除草剤の除草効果が挙がり難い場合がある。

2) 麦播種機を利用した代かき同時土中直播 (佐賀県農試研セ 作物研究室)

技術の特徴：①麦だけでなく水稲にも利用できる汎用機である。②天候にかかわらず播種作業が可能である。③播種時に作溝が形成されるので、落水が容易で、スクミリングガイの食害を受けにくく、苗立ちが安定する。④播種機の後方に麦稈鋤込み用のディスクローラーを装着することで、麦稈の障害を軽減できる。また播種深度は10mm程度、出芽率は70%程度が確保できる。⑤収量は移植に比べ5～15%減 (ヒヨクモチの事例)、⑥作業方法は、麦収穫→湛水→耕耘・播種・麦稈押さえ込み→落水→通し水→入水。

問題点：枕地部分の出芽率が低下しやすい。②耕起回数が少ないことや播種後落水の影響で雑草の発生が多くなりやすい。

3) 乗用管理機装着の散粒機を用いた表面散播 (熊本県農研セ 作物部)

技術の特徴：①乗用管理機を活用した肥料散布、播種、除草剤散布、作溝、本田防除が可能である。②作業時間は、乗用管理機1台で各作業とも30～40分である。③分げつが旺盛で、生育中期に過繁茂となる傾向があるため、中干し等を含めた水管理を徹底し、生育制御を図る。

問題点：播種深度は1～2mmの表面散播のため、浮苗が発生しやすく、耐倒伏性が小さい。

4) 側条施肥田植え機を利用した土中直播 (宮崎県総農試 作物部栽培科)

技術の特徴：①田植えと直播が1台で実現でき、しかも切り換えが簡単である。②出芽率良好で耐倒伏性に優れた作溝無覆土方式を採用している。③圃場状態に応じて作溝深がワンタッチで調整が可能である。

5) (A) 麦播種機を利用した土中直播 (鹿児島県農試 作物部)

技術の特徴：①稲麦両方に利用可能な汎用機である。②出芽深度は5mm程度で苗立ちが安定である。③浮苗、転び苗が生じにくい。

問題点：初期の水持ちがやや悪い。

(B) 側条施肥田植え機を利用した土中直播 (鹿児島県農試 作物部)

技術の特徴：①田植え機に簡単なアタッチメントを付けて肥料タンクにカルパー粉を入れ播種する。②1台で移植と直播の両方ができる。③出芽深度は5～10mmで苗立ちが安定である。④浮苗、転び苗が生じにくい。

4. おわりに

直播栽培は移植に比べ省力的であることに異論はないが、安定生産に関してはまだ検討の余地が多く残され

ている。点播直播では播種機の一層の改良を進めると同時に、多様な土壌条件に対応できる播種技術を開発し、出芽・苗立ちの安定化に資する必要がある。

一方、九州地域ではスクミリングガイの食害が大きな問題になっている。本頁による被害程度は特に直播水稲で大きい。薬剤防除法が確立されれば被害軽減も可能になると思われるが、降雨の多い梅雨時期では薬剤の効果が十分に挙がらないことも予想されるため、補助手段として耕種的防除法の検討が必要である。九州地域に湛水直播技術を導入・定着させるためには、スクミリングガイ防除が避けては通れない重要な課題として残されている。

参 考 文 献

- 1) 下坪訓次 (1997): ショットガン直播等直播稲作技術が続々登場 研究ジャーナル.
- 2) 吉永悟志他 (1997): 代かき同時土中点播栽培における播種同時打ち込み施肥が水稲の生育に及ぼす影響 日作紀.
- 3) 吉永悟志 (1997): 代かき同時土中点播水稲の生育特性および栽培管理 水稲直播研究会誌.
- 4) 富樫辰志他 (1998): 代かき同時土中点播技術の開発 日本農作業学会誌.
- 5) 九州農業試験場総合研究第1チーム編 (1998): 水稲の代かき同時土中点播直播 作業技術指針 (暫定版).
- 6) 西田初生 (1997): 湛水耕耘同時施肥播種機の開発 機械化農業.