

## 稲の直播栽培の現状と展望

伊藤信孝\*・森田 脩\*\*・浅原 理\*\*\*・宮崎 洋介\*\*\*

\*三重大学生物資源学部生物生産機械学, \*\*三重大学生物資源学部農業生産学

\*\*\*三重大学生物資源学部附属農場

### Current Status and Future Aspect of Direct Sowing Methods for Rice

Nobutaka Ito\*, Osamu MORITA\*\*, Osamu ASAHARA\*\*\* and Yosuke MIYAZAKI\*\*\*

\*Department of Bioproduction and Machinery, Faculty of Bioresources, Mie University

\*\*Department of Agricultural Production, Faculty of Bioresources, Mie University

\*\*\*Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University

#### 1. 稲作農業の現状

1994年末のUR（ウルグアイ・ラウンド）の基本的合意を受けて、稲作農政にいくらかの変化が生じた。この変化を大きな変化と見るか、マイナーチェンジに等しい軌道修正とみるかは別として、長期間継続して稲作農業の根幹としての食糧管理法（食管法）に代わり、新稲作農政の基で新食糧法が制定され、農家による生産調整選択権の保証のもとに「売る自由・作る自由」がいがみなりにも認められる体制が発足した。また足腰の強い稲作農業を育成・強化するために6兆100億円の予算的措置が準備されたことは画期的、かつ大きな変化と言えよう。西暦2000年迄の目標に向かって提示された対応としては十分と評価できるものであろう。しかしながらすでに目標の期限を半分も経過しているが、提示された対応が実質的に目標に沿った形で対応が進んでいるかどうかは疑わしい面も無いわけではない。例えば「売る自由・作る自由」を保証した新食糧法が制定されているにもかかわらず、生産調整（減反・休耕）の枠は緩むどころか、行政から地方自治体を通じてむしろ強化されていると言っても過言ではない状況にある。稲作農業の育成・強化の名目に用意された莫大な予算も減反休耕に協力する農家への補助金としての機能にとどまり、コメの消費と需要

の拡大を促す新技術の開発や普及に向けた対応になっていない事は新稲作農政に対する関係者の熱い期待を失望へ追いやる結果にもなっていることも否めない。また生産調整の原因となっているコメの過剰生産にもかかわらずコメ市場自由化・開放への姿勢の証として義務付けられたミニマム・アクセス（年間40万トンから80万トンのコメの輸入をわが国に義務づけたもの）による過剰輸入米に対しても如何に対応するかと言った明確な計画が提示されていない。

#### 2. 稲作における課題

農業に限らずあらゆる産業において、「生産すること無くしてその産業が大きくなる（利益を生む）例は一つとしてない」というのが理である。しかし残念ながら稲作農業では生産過剰に転じた20数年前から生産が抑制され、生産量を増すことなく、農家収入は生産調整（減反休耕）奨励金として農地保全などの名目で維持されてきた。一般の製造企業側からこの状況を見るとき自ずと不満を抱かざるを得ない処置と言えよう。すなわち、景気の変動は産業の種類を問わず襲いかかるが、一般製造企業では景気の回復は企業自身の自助努力にゆだねられており、損失補填が為されるわけではない。日本製自動車の国際競争力が強いが故に輸出の自粛を政府が

要請することはあっても、不振だからといって補助金が出る事はありません。産業が産業として大きく発展する事が重要で、たとえ補助的支援が一時的にあってもそれが日常茶飯事化することは、むしろその産業の衰退を招く。この観点から考える時、稲作農業活性化に向けた対応には2つが考えられる。その一つが(1)コメの生産コストの低減、であり他の一つが(2)コメの付加価値高揚技術の開発と確立、である。工業生産で言うならば販売量が低下した車種については一時的に生産調整はあってもいつまでもそうした状況を維持することは不可能である。なぜなら生産調整だけでは利益を産まないからである。他社の製品に負けずとも劣らぬ高品質と低コストを実現してこそ競争力が付き、利益を産む製品となる。自動車産業で言うならば、具体的には生産コストを低減可能な生産技術の開発と導入、デザインの一新、性能アップ、個性を重視したオプション部品の装備（付加価値高揚）を含む自助努力がそれである。

### 3. 低コスト生産技術としての直播栽培

直播栽培が低コストで生産技術として有望であるかについては関連の一般的な資料を見てみる必要がある。現在の世界的なコメの総生産量は5億トン、その90%がアジアで生産され、如何にアジアが、とりわけ途上国と言われる国々がコメ生産に関わっているかがわかる<sup>1)</sup>。こうした状況下において植え付けの多くは直播で行

われている。先進国と言われる日本においてすら直播は全稲作の1%に満たない状況にある。稲作のほとんどが田植え（移植栽培）によって為されていると言って過言でない。一方年間のコメの総生産量が日本の約半分（600万トン）の米国ではその大半が直播で植え付けられている。なぜ直播栽培が途上国や米国で普及しているかは次の理由による。

途上国での普及理由は

- (1) 規模が大きくなり経費的に人力でまかなえること
- (2) 直播が比較的容易な作業で、誰にでも可能であること

一方、米国でのそれは次のようになる

- (1) 規模が大きく、人力での対応が不可能
- (2) 適期適作を行うために迅速な植え付け（播種）作業が望まれる
- (3) したがって大規模を短時間でカバーすることができる植え付け方式と位置づける事ができる。

以上は栽培のための作業としての観点から直播栽培が導入されている理由を挙げたが、最も重要なことは収量、特に単位面積あたりの収量である。生産コスト低減と同時に生産量（収量）を多くできないと意味はない。残念ながら途上国の単位面積あたりの収量は平均して2.5トン/ha～3.0トン/ha（粳換算）で先進国の約2分の1である。（勿論このデータには乾田直播のも

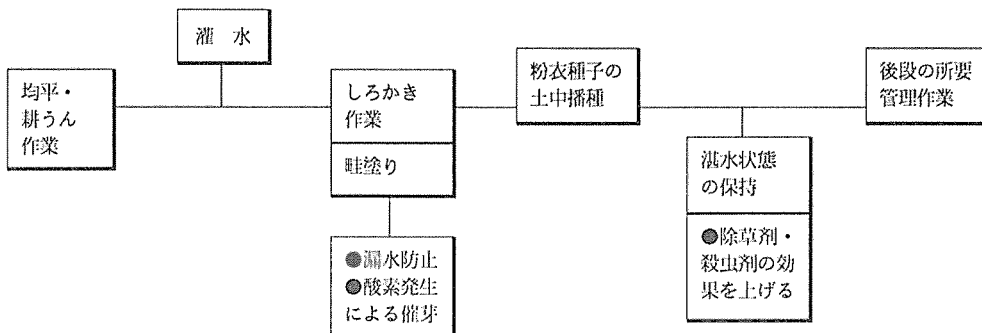


図1 湛水土中直播における湛水の役割

の含まれるため湛水直播と乾田直播の内訳ははっきりしない)。米国のそれは7.0～7.7トン/haと驚異に値する。ちなみにわが国は6トン/haと一応先進国並の収量を上げているが米国の水準には至っていない<sup>2)</sup>。単位面積あたりの収量に於けるこうした格差は適切な品種の選択などにもよるが、優れた除草剤や肥料などの施用に加えて、必要な段階で徹底した精密管理作業が為されているためと考えられる。すなわち、圃場の均平にはレーザー・レベルを用いた徹底した均平化が為されることが湛水後の水位を一定に保ち、水が施用された除草剤の効果を最大限に引き出し、結果的に省力・多収を実現している<sup>3)</sup>。わが国の直播栽培が、従来の表面直播に代わってカルパー・コーティングを施した湛水土中直播になりつつあるのも、直播に於ける最大の問題点が除草にあるからである。

鳥害、倒伏も直播栽培における問題点ではあるが、除草はこれらに増して重要な克服すべきハードルである。土中への播種により鳥害と倒伏の問題を解決すると共に、新規開発の除草剤で雑草をほぼ完全に駆除しようというものである。それには圃場が湛水されていることが必要で、湛水下での除草剤の効果を大きくすることができる。(図1)

また播種後の水管理における漏水などの問題から乾田直播より湛水直播が好まれると考えられる。従来から、その圧倒的普及が故に、直播栽培は途上国型技術としての考えが浸透していたかに見えるが、圃場の均平度や土壌表面下10ミリに欠株なく精密に播く技術はむしろ高度な技術を要し、直播栽培そのものをもはや途上国型と言うよりはむしろ先進国型技術として捉える必要があろう。カルパー・コーティング種子を用いた湛水土中直播が提唱されてから20余年<sup>4)</sup>になるがその普及が遅々として進まず、期待されたほどの普及を見ていない理由の一つに圃場表面の均平度があることも否定できない。農業(稲作)は毎年同じ作業を繰り返すにも関わらず一度として同じ圃場条件を再現する事は困難で、数ある条件のいくつかをすべて同一条件に設定することは不可能であり、このことが

農業の工業的生産を阻んでいる。産業用ロボットが規格品を対象としているのに対し、農業用ロボットが非規格品を対象としていることに起因する複雑系で構成され、導入・普及が進まないのと同じである。

#### 4. 直播栽培の現状

わが国における1997年の直播栽培の導入状況を見てみると表1の様である。

表1 直播栽培の普及状況<sup>5)</sup>

総面積	7725ha (普及率0.4%)
岡山県	3650ha (9.4%) 直播栽培面積全体の60%に相当
福島県	492ha
愛知県	394ha (0.9%)
山形県	369ha (0.4%)
福井県	354ha (0.7%)
熊本県	200ha (0.3%)
北海道	196ha 北海道以下福岡県
埼玉県	184ha までの各県におけ
富山県	181ha る直播栽培の占め
長野県	137ha る普及率は不明の
宮崎県	127ha ため不記入。
栃木県	121ha
滋賀県	107ha
群馬県	100ha
広島県	89ha
千葉県	87ha
鹿児島県	87ha 資料：農経しんぼ
兵庫県	82ha う、1/19,1998
佐賀県	79ha
石川県	75ha
福岡県	74ha

この表から次のことがわかる。すなわち

- (1) 直播栽培が稲作作付け面積の1%にも満たないこと。
- (2) わが国で直播栽培を大々的に導入しているのは岡山県で日本の直播栽培全体の60%が岡山県で導入されている。
- (3) 直播栽培の普及が最大の岡山県ですら稲作全体の1割弱であること。
- (4) 直播栽培の普及が未だ移植栽培に比しマイノリティ(minority)であること。
- (5) 平成8年度(1996)は作付け面積が8000ha(実際には7725haにとどまった)になる

との見方があったがそれでもマイノリティであることには変わりはない。

最も導入・普及が伸びた県は福島県であり東北の県だけに注目に値する。

表2は三重県の直播栽培の普及状況を示す。残念ながら全国で20位の福岡県の作付け面積の約70%が三重県の導入面積と言えよう。

1996年の直播栽培の普及面積は7329haであるから1年間での増加作付け面積は396ha普及率は稲作全体の0.4%で、最も増加の大きかった福島県は全国の増加分の50%を占めた。直播栽培のうち、乾田直播は4555ha、前年比28ha増、湛水直播は3167ha前年比365ha増で、湛水直播の伸びが圧倒的である。都道府県別に見ると岡山県が最も多く、依然首位の座にあるが前年より110ha程減少している。この理由は生産調整に意向を反映したものと考えられる。ここでも生産調整策が新技術の導入と普及にブレーキを掛けていると言えよう。

表2 三重県の直播栽培の普及<sup>6)</sup>

播種方式	1996年	1997年
湛水直播	40ha	34ha
乾田直播	31ha	16ha
不耕起直播	2ha	1ha
合 計	73ha	51ha

表2で見る限り直播栽培の面積は一見作付け面積は減少しているかに見えるが、これは次のような理由による。すなわち

- (1) 生産調整面積の増加による水稻作付け面積の減少が大きく影響しているものと思われる。
  - (2) 育苗施設能力に余裕ができ、経営的に直播栽培を継続する余裕(収量面での直播栽培が採算性に劣る)がない。
  - (3) 直播栽培の導入があくまでも試験的取り組みと位置づけられている。
- などが主たる理由と思われる。

## 5. 直播栽培の普及停滞の要因

直播栽培導入の試みは古いが、従来直播普及において問題点とされた(1)鳥害、(2)倒伏、(3)除草、の3主要課題解決に本格的に開発されたカルパー・コーティング種子を用いた湛水土中直播栽培が石川県農業短期大学を中心に注目を浴びたのは1970年代前半と記憶する<sup>7)</sup>。以来20数年を経過してようやくその普及率が8000ヘクタール前後に成っている事は既に述べた。しかしながら注目を浴びた割にその普及の速度が緩やかなのは、その間も継続実施されてきた生産調整政策による稲作への新技術導入への積極的対応の欠如など行政的要因もさることながら、対象品種や、播種後の発芽・苗立ちに今ひとつ安定性がないことが指摘される。すなわち1995年で見ると次のような問題点が指摘される。

- (1) 三重県の奨励品種であり全国的にも有名なブランドであるコシヒカリへの作期集中が65.5%にものぼり省力栽培技術としてのニーズはあるものの、倒伏やイモチ病に弱いなど直播栽培に不適な点が大きな障害になっている。コシヒカリの品種改良か直播栽培に適した品種の開発が早急に求められる。
- (2) 現状では移植栽培が主であり、直播栽培の技術的不安定さ(初期生育に於ける発芽・苗立ち)が故に、直播栽培を全面的に導入するほど稲作の経営規模が直播栽培導入のレベルに達していない。
- (3) 現状では直播栽培を導入したときのメリットよりもデメリットの方が大きいとの見方が生産者に強い。
- (4) コーティング作業も、取り扱う種子の量的な問題や、移植栽培に比しその導入の割合が少ないことから、必ずしも快適な作業とは言えず、むしろ苦痛にさえなっていると言う。コーティング作業に於ける問題点は
  - a) 種子が常に均一な状態でコーティングされたか
  - b) コーティング作業時の作業環境が悪く作業者にカルパー粉剤が降りかかり、悪くすると呼吸系に支障を来す、などが指摘される。直播栽培の普及に伴

い、ヘリコプター実機、または無線操縦によるラジコンヘリの導入の可能性が容易に予想される。このとき均一なコーティング種子の、大量かつ迅速な準備はひとえにコーティング機の性能とそれを操作する作業者の熟練度・技量に依存する。そうしたことを避けるためには品種、所要量を与えるだけで、所定量のカルパー粉剤が投入され、ある適切なモードで水が噴霧され、ある時間の後に均一にコーティングされた種子が準備される自動コーティング機の実現が待たれる<sup>8)</sup>。当然個々の農家が所有する必要はなく農業協同組合などを通じた協同利用でも良い。また、一度コーティングされた種子はある期間を経過すると利用ができなくなるため廃棄処分することになる。したがって長期貯蔵などの方法を用いるのではなく適量を適時 (timely) に準備できる必要がある。この観点から考えるとコーティング機を所有して、農家のニーズに応じるコーティング種子ビジネスの可能性も否定できない。種子コーティングは単に土中播種時の種子の発芽に必要な酸素の補給にとどまらず、適量の肥料や殺虫剤、除草剤などの粉衣による施肥・殺虫・除草作業の省力化にもつながる可能性を持つ。また異形で不揃いの種子の整形や、撒播作業を容易にするための重量付加による広域散布幅の確保、覆土作用にかかわる土中貫入播種など、その可能性 (ポテンシャル) は多様である。

- (5) 直播栽培普及に於ける問題点の一つである鳥害についても、いまだカモの害を経験している地域が少なくない。これについては直播栽培の普及が増し、作付け面積が増せばその害も分散すると予想される。したがって直播栽培の団地化がこの問題を解く鍵となろう。また多少稲の生育が徒長気味になるが深水管理により鳥害を軽減・防止できる例もある。防鳥網や類似の対応は、直播栽培導入のセールスポイントである省力栽培のメリットを低下させるので勧められない。三重大学付属農場では2 m間隔に

畦畔にたてたボールの間 (50 m) に張った黄色の糸で対応しているが効果は認められた (図3 参照)。

- (6) 倒伏についても直播に適した品種の栽培や、草丈の短い短桿種の選定を行い、適切な播種深度に播種する事によって防止することができる。したがって播種時の土壌条件、土壌硬度と水管理が如何に直播栽培では重要であるかを認識すべきである。過去において筆者の圃場で移植栽培と直播栽培を隣接する圃場で栽培実験したが、あいにくその年は台風が来襲した。台風通過後の圃場は、それまで全く相違がないほどに生育していた稲が直播圃場に限ってものの見事に倒伏したことを記憶している。<sup>9)</sup>
- (7) 除草は直播栽培に於ける最重要課題であり、現在の稲作の99%が移植栽培に依存している原因の一つに除草の問題がある。しかしながら直播用の除草剤が開発され、しかも一発処理 (一度の施用) 効果を有し、選択性がよく、効果もまずまずである。ただ毎年同じ除草剤を用いていると5年ほどすると一部の草についてその除草効果が少なくなり、圃場表面一面にマツバイが繁茂して手に負えなくなり、再度播種し直した経験がある。環境問題への配慮から低毒性の除草剤を最小施用量と回数で対応することは必要であるが、機械除草は時間的・経費的に不利なこともあり、一度の除草剤施用で完全除草を目指すシステムが許されると見るのが筆者の味方である。
- (8) 発芽・苗立ちの悪さは直播栽培のもう一つの乗り越えなければならない問題である。適期播種、適切な播種深度、周到に用意された土壌条件、不必要に種子が土中に貫入しないための土壌硬度と除草剤の効果を最大限に、また鳥害防止のために水管理が大切であることは既述したとおりである。

## 6. 直播栽培普及への障壁

移植栽培が直播栽培を抑えて広く受け入れられている大きな理由の一つは除草における効果

もさることながら、栽培管理技術の安定化にあると言えよう。すなわち移植栽培では誰もが比較的粗な栽培管理を行っても、そこそこの収穫量は期待できる。しかし直播栽培ではオール・オア・ナッシング (All or nothing) である。このことは「うまくいくと成功するが下手をすると全滅」と言う結果を意味する。如何に省力・省エネ栽培法であっても収量がゼロでは無意味である。ある種のマニュアルに基づき栽培管理をすれば全滅とは行かなくとも平均的な収量が得られる程度に安定した技術にすることが最大の課題である。また直播栽培用品種についても既に記述したが、どうしても付加価値の高い品種に要望が高まる。したがってコシヒカリの可能性に対する直播栽培品種としての適用が望まれるわけである。現状ではヤマヒカリあるいは最近開発されたドントコイなどが直播品種として根付きつつあるが、コシヒカリへの要望も絶えることがない。同じコメを作っても高く売れる銘柄米とそうでないコメとではたちまち収入

が異なる。収入の高い品種に要望が集まるのは当然と言えよう。したがって国又は県の奨励品種で直播栽培に適した品種の開発・改良が大きな課題として残ると同時に早急な対応が望まれる。これは三重県のみならず直播栽培の導入を志す生産者にとっても共通の期待と解釈して間違いない。

## 7. 三重大学附属施設（農場）での栽培試験

以下の表3に示すのは平成9年度の湛水土中直播栽培作業手順を示す。本栽培試験については規模の大小はあるが、既に20年余を経過して継続して実施している。その間失敗と言う経験はない。いずれも収量に多少の差はあったが成功と言える許容範囲で今日に至っている。しかしながら20年余の試験結果からおおよそその栽培作業手順が確立してきている。その成果もあって、当初3アール程度の圃場での栽培試験から現時点では50アールにその作付け面積も増し、

表3 平成9年度 湛水土中直播栽培作業日誌  
(浅原 理・宮崎 洋介 技官による)

作業日	作 業 名	使 用 資 材	施 用 量	N (窒素) 成分
4/17	元肥	津安芸化成 N-P-K (1.2-1.2-1.2)	27.5kg/a	3.3kg/a
4/22	しろかき			
4/24	コーティング	カルバー粉剤		
4/25	播種		3kg/10a	
4/26	除草剤散布	サンバード粉剤	3kg/a	
5/12	"	ウルフェース51	1kg/a	
6/25	追肥	ハイイゲタ磷酸 N-P-K-苦土 6-30-0-10	15kg/a	0.9kg/a
7/31	穂肥 (1回)	ヒカリカリアン N-P-K 16-2-12	15kg/a	2.4kg/a
8/08	穂肥 (2回)	ヒカリカリアン N-P-K 16-2-12	18kg/a	2.88kg/a
8/18	穂肥 (3回)	穂肥化成 1B-4号 N-P-K	13kg/a	1.95kg/a
9/24	コンバイン収穫		収量 (2662kg/50a)	

収量も移植（田植え）栽培と同等かもしくはそれ以上の実績にまで進展した。しかしながら問題がないかという点必ずしもそうではなく、むしろ大きな課題があるというのが現状である。その一つが欠株で例年いくらかの補植作業を強いられている。既に記したその原因は、播種機の構造・機能に起因する部分と播種当日の圃場の土壌条件による物が考えられる。たとえばしろかき後すぐに播種すると土壌が落ち着いておらず種子が所定の位置にとどまらず欠株の原因を作る。また、機械の作動が円滑でなくとも播種密度は一定にならない。平成8年度では播種密度はほぼ満足に行く程度に播種されており圃場の縦方向の条列100mをわずか3条ほど補植する程度で済んだが、平成9年度は約10アールに相当する面積を補植する羽目になった。まとまった箇所での補植でなくアトランダムに密度の薄い部分を補植するため稚苗マットにして約30枚（約10アール分）を3回に分けて補植した。これが問題の発芽・苗立ちの不安定性である。こうした余分な作業は十分な余剰労力がある場合は対応が可能であるが、本来直播が省力・省エネをその特徴としているだけに余分な作業が増すことは直播栽培のイメージを悪くし、同栽培技術の導入・普及にブレーキを掛ける事にも成りかねない。ここに紹介する1997年の資料は湛水直播栽培における三重県での標準的作業手順になり得るものとの判断から提示するものである。収量は実質 $532.4\text{kg}/10\text{ha}$ （ $=2662\text{kg}/50\text{a} =$

$8.87\text{俵}/10\text{a}$ ）と移植栽培と遜色ない結果であった。

周知のように現在の植え付けは移植によりそのほとんどが行われているが、この移植においてもいくつかの新しい方法が取り入れられている。田植機が登場して今日に至るまでの稚苗移植、苗立ちを確実にするための中苗、さらにはもっと大きな成苗移植と、植え付ける苗の大きさによって分けられるが苗が大きくなるにつれて生育の安定性、除草の効果は増すが扱うマスが多量となる。このことはマテリアル・ハンドリング（material handling）の問題でもあり如何に扱うマスを少なく安定した生育を保証するかが導入のポイントになる。

播種においても同様で、米国のようにわが国の数倍に及ぶ種子量を用いることによりコーティングの煩わしさを除き、併せて鳥害や倒伏による損失を見越している農法とどちらを選択するか、それは機構、土地（土壌）条件、コストパフォーマンスを考慮した生産者自体の意志決定によることになる。

しかしどの方法でやれば良いかという推奨と提案は普及・導入に指導的に携わる技術者が行うことになる。三重県での直播栽培導入となると、その植え付け時期など栽培作業手順とその時期を明確にした作業日誌を作成しておく必要がある。例年4月下旬（たとえば4月25日から27日にかけて）から5月初旬（たとえば5月の黄金週間あけの5月7日から10日前後を植え付



図2 乗用6条直播機による播種作業



図3 播種後湛水状態下の試験圃場



図4 収穫時の直播田の稲

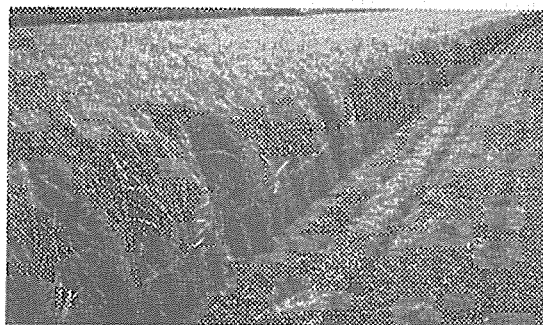


図5 収穫時の直播稲の株元の状況

け時期として実施しており、植え付け時期については、ほぼこの時期で固まっている。収穫は9月中旬から下旬に掛けて行い、10月になることはない。上記が一応の直播栽培における三重県（津・中勢部）地方に於ける作業カレンダーである。図2に乗用6条式湛水土中直播機による播種作業を、図3に播種後表土が見えない程度に灌水し除草剤を施用すると同時に発芽から出芽を経て、鳥害に会わないように圃場の縦方向の側道脇に約2 m間隔で設置し黄色の細い糸を張り巡らした支持棒を示す。また図4は秋の収穫時期のコンバイン収穫における情景であり、図5は収穫を待つ稲の条列に沿った育成状況と如何に雑草が抑制されているかを示す。

## 8. 今後の推進方向

### 直播栽培

直播栽培に対し志を有する農家あるいは導入の興味を持つ生産者の多くは、直播栽培技術が省力・省エネ、低コスト生産を実現する技術として位置づけている一方で、移植栽培を捨てて、あるいは移植栽培から全面的に直播栽培に切り替える程の信頼性を抱いていない。その理由は直播栽培が未だ安定化した技術として完成していないからであり、特に初期生育時の発芽・苗立ちにおける不安定さは如何ともしがたいのが実状である。播種という作業工程においても悪くすると、播種密度が極端に粗となり、補植作業に余分な多大の労力を要する（本年度の三重

大学の付属農場では約10アールに及ぶ箇所で補植を強いられる結果となった）事に成りかねない。種子を土中に落とすという、いかにも単純で原始的な作業工程においてすら高い発芽率を保証することができない場合がある。種子が土中に落下したことが確認できても、土壌の硬軟で播種深度が決まらず、あるいは隣接条の播種行程でせっかく正確に播種深度が決定されていたにもかかわらず膨軟な土壌が土中種子を移動させたり、覆土のような作用をして発芽を妨げる事にも成りかねない。播種作業行程で確実に種子が土中に播種されたかどうかを確認する装置として、繰り出し部で計量されて排出された種子が種子導管を通過する過程で圧電素子によるセンサー（検出器）にて種子の存在を確認し、ある一定の時間を経て種子がその行程を通過しない場合は、種子容器内の種子が無くなったと判断する機能を備えた物も商品化されている。当然播種作業中においても、ある一定の時間内に種子が検出されないと警報ブザーが鳴り、作業運転者に種子の供給が連続的に行われていないことを告げる事になる。警報ブザーが鳴ってもその間隔が作業者の許容範囲であれば作業を継続する事になる。しかしこの種の条播種機には自ずと限界（警報ブザーが間欠的に鳴る）があり、将来的には条播ではなく撒播（broadcasting）になるのが自然と言えよう。すなわち、種子が土中に落下する迄に如何に正確に検出されても、土中に落下するという保証はない。例



えば湛水状況下では種子は種子導管から一旦空中に排出され、圃場表面を覆う湛水にふれてから土中に播種される。この過程ではソリ式の表土均平装置の底部に設けた作溝器にて播種溝が形成されてからその溝に種子が落下される構造になっている。このソリと作溝器から成るフロート部は湛水深が多いとソリの進行方向後部においてカルマン渦を発生し、この渦が落下した種子を土中に入るまでの段階で浮遊させつつ、いつまでも搬送する状況を作る。したがってこの間種子は土中に落下せず、実際には播種されていない状態になる。したがって正常な株間が確保されず、ところどころ大きな欠株を生じ後段で補植作業が必要となる。さらに、播種されたはずの種子が土中に落下されずに停滞する状況が生じる場合として、下種装置（計量・繰り出し部以後の装置を言う）の一つである種子導管の種子排出部先端が湛水された水に接して濡れていたり、泥土が付着し開口部の一部が狭くなっているか、または詰まっている場合には種子は土中に落下することなく、種子導管先端に付着あるいは導管内に堆積したままかなりの距離を走行することになる。問題なのはこうした状態にあっても警報ブザーが鳴らないことである。計量・繰り出し部を通過して、一旦センサーで検出されてしまうとその後の種子の所在を確認する手段は設けられていない。したがって種子導管内に堆積した種子がある量に達し、導管内の種子の詰まりが発見されても、どの箇所がどの程度の距離にわたって播種されていないのかを確認する手段がない。湛水状態でなく、畑作物でも播種作業における重要課題は2つある。ひとつは所定の播種密度の維持、他の一つは播種深度である。播種密度は播種量とその後の収量に直接関係するから作付け面積が大きくなるほど慎重に成らざるを得ない。設定播種密度を維持するには播種作業中にも連続的に播種量を計量（または計数）し、設定値からはずれていないかどうかをある時間間隔でチェックし繰り出し部の回転速度あるいは繰り出し量を設定量に成よう制御する制御系が既に提案されている。ただしこのシステムはマニユア・スプレッ

ダー（堆肥散布機）のようにかなり大がかりな機械には有効であるが、わが国のように零細的な経営規模下でこの種の制御系を装備した播種機は割高となる。

以上のような理由から、種子を単に土中に落下させるという単純きわまりない作業ですらまともに対応できないのは、基本的に条播に固執するからで、上記2所要条件である播種密度と播種深度を確保できるのなら撒播に移行するのが自然である。少なくとも撒播ではばら播かれた種子が空中を飛行し、湛水下であれ圃場の表土の上に落下したことは確認できる。また播種作業に要する時間も対象の面積が大きくなればなるほど短く、経費も割安で対応できる。適切な播種深度の保持が強調されるのは既述したように直播のネックとなってきた鳥害と倒伏への対応であり、撒播においてもこれら2つの課題が克服されるのならば条播に固執する必要はない。条播が受容されている理由は均一な生育と生育時の外観の良さ、一斉に揃った生育、それに後段の管理作業において畜力あるいは機械力を用いての除草、害虫駆除、施肥などを念頭に置いた場合の処置に由来するところが多い。米国のように発芽・苗立ちの悪さをわが国の播種量（3.0kg/10a）の4倍程度を播種する事で種々のロス（損失）に対するカバーをして成功している例もある。わが国のようにカルパー・コーティングを施し、最小限の播種量で対応するのが良いか、鳥に食われても、倒伏しても多少のロスは見込んだ数倍の播種量でカバーするのがよいか、は生産者の判断に依存するところとなる。ただ普及となると、より容易な技術で、安定して収量が期待できる技術のみが受容される。このときの判断材料となるファクターの一つは経営規模であり、大規模化するほど航空播種となり、零細であれば手動式の簡易な播種機となる。ウルグアイ・ラウンドの基本的合意に至る以前にも「農業は先進国型産業」と位置づける論文が発表され、また農業の将来はどうなるかとの展望では「2極分化」とするの見方が多かった<sup>10)</sup>。こうした見方は必ずしも農業に限らず将来予測を行う側の安全パイのように

も思える。換言すれば、先行きが透明でなく、すべてが一つの方向に向かうと断言できない場合の予測がはずれないための安全弁のようにも思える。さらにこうした将来予測を行う場合の2極分化はひとつのことに多くの可能性を求めて普及させようとするときにそうした表現が用いられる。「直播についての将来展望はどうか」という問いに対しては安定化した技術でないことと、導入を志す農家の考え方が省力・省エネにその利点を見だし、必ずしも高収量・高収入を目指した稲作本来の観点からの導入でない部分が多いことを考慮すると、可能性のあるところにはとところかまわず積極的に普及導入を促す姿勢が必要である。こうした背景を踏まえて対象農家を考えると

- (1) 10～15haもしくはそれ以上の大規模稲作農家の労働力集中の緩和を目指した普及の推進
- (2) 野菜と稲とを生産する複合経営農家への省力・省エネ技術としての導入・普及の推進
- (3) わが国の農家の85%が兼業農業であり、特に第2種兼業農家にとっては月間（あるいは年間）稼働時間が限られており、省力・省エネ・低コスト生産技術としての直播栽培技術は受け入れやすい。しかしながら鳥害など団地化・集団化による損失の低減など個々の兼業農家のみの導入では直播栽培の利点を十分に引き出せない事を考慮し、兼業農家を組織化しあるいは組織化された兼業農家を対象とした導入・普及推進が考えられる。
- (4) さらに生産経営規模が小規模で、一般の機械化と同レベルの機械の導入が難しいか、あるいは導入しても十分な効果を上げ得ないと思われる小規模飯米農家への普及・導入の推進も可能性が予想される。
- (5) 播種方式については、既述したように現段階では条播に沿った展開が指導されているが、将来的には短時間で大規模面積をカバーすることができる撒播に移行するのが自然と考えられるから、当然の事ながら直

播栽培導入農家の団地化と同時にラジコンヘリによる播種とともに防除などその汎用的利用による稼働率（availability）の向上をはかることで直播栽培を根付かせる必要がある。

- (6) 直播機は市販こそされていないが、大手のほとんどの企業では既にその開発を終えており、カタログ、パンフレット、取扱説明書、さらには関連の資器材（カルパー粉剤、コーティング機）も既にいつでも供給できる臨戦体制にある。しかしながら、既存の技術で最も安定化した移植栽培関連の田植機が好調に販売実績を伸ばしている状況を、敢えて直播栽培指向に向かわせるリスクを企業が冒すことはない。情勢の変化を見るに優れた企業の経営者が企業利益に背く方向付けをするはずがない。その方向を示すのは行政であり、中立的立場にあって農業のあるべき姿と進むべき方向を提示できる大学人こそがその任に当たるべきである。歩く農業から乗る農業へと移行し、一般的農家のほとんどは歩行型であろうと乗用型であろうと少なからず田植機を所有している。田植機のアタッチメントとしての直播機の利用に直播栽培導入・普及の可能性が考えられる。すなわち大規模農家による直播機の田植機のアタッチメントとしての積極的な利用・導入の推進、あるいは集落営農単位での同事業の実施が直播栽培導入・普及に拍車を掛けると思われる。また将来的に播種方式が撒播になることを想定し、短時間で大面積の播種をカバーできる動力散布機の利用を推進するのも直播栽培の導入・普及を加速すると思われる。

#### 不耕起直播

本直播栽培は湛水土中直播（播種深度は1 cm）に比し、播種深度が深く（2 cm～3 cm）ても苗立ちに及ぼす影響が少なく<sup>10)</sup>、文字通り圃場を耕さないため、それに伴うエネルギー消費、また機械耕うんより排出される炭酸ガスの削減など環境面での効果も評価・期待される。耕起、しろかきなど播

種移植に要する植え付け標準作業を通じて排出される炭酸ガスの排出量は機械化稲作全体で1 haあたり排出される炭酸ガスの21%に相当し、具体的には約170kgになる。

## 9. 結論

省力・省エネ・低コスト生産技術としての直播栽培の導入・普及には2つの問題がある。その一つが技術的問題であり、栽培管理技術の安定化、特に初期生育時の発芽・苗立ちの安定化が解決されるべき優先的緊急課題である。他の一つが政策的課題である。このことは直播栽培が未だ適正技術として認知されていないことでもある（適正技術についての説明は別の機会に譲る）。すなわち稲作農業をどのような形で活性化するか、またその将来展望についてのシナリオはどうするのか。生産調整策が継続して実施されている現状からその将来展望は混沌として不明である。稲作農業の積極的推進策の履行に一抹の光があるが、いつの時点でそうした展開に転じるのか。そうしている内にも時間は容赦なく経過し、ウルグアイ・ラウンドの基本的合意でながしかの変化を期待した熱き志を持つ生産者の意気込みが縮小してしまわない間に、タイミング良く導入への糸口が見いだされることが必要である。率直に意見を求められるならば、稲作農業の現状は積極的展開に向けてこぎ出せない状況にあるのではなく、こぎ出せる体制は既に執られているが、用意された多額の予算や政策が、どうも新しい対応に向けた時の精神とは違った形で実現されているところに問題がある。新農政、新食糧法にむけた対応であっても、最終的目標に達する過程で一時的に多少の無駄や損失があってもそれはむしろ良き方向に向かうための「呼び水」や「投資」と捉えられる範囲での執行は許されるが、先の見えぬ投資は無駄を増幅する意外に何物ももたらさない。「いま予算的裏付けがあればこのようなことが可能なのだが」という例は少なくない。要はその方向に向けて進むかどうかである。現在の稲作農政はいたずらに足踏みをし、問題を直視することなく、また根本的に問題を解消するという

のではなく、ただ漠然とこれまで継続実施してきた生産調整策を維持・継続することが稲作農業に対する唯一の施策と誤解される様なレベルにある。「売る自由・作る自由」が保証されるようになった今日ですら減反・休耕政策が行政的指導の基に実施されている現実には、何がために新農政・新食糧法への対応が論議され巨額の予算が計上されたのか、その真意を疑う。

具体的な対応のひとつは生産調整の緩和をうながし、余剰減反・休耕農地を利用して新技術開発・導入と普及のための試験圃場としての利用を推進し、新技術の安定化と検証を積極的に進めることが、現在最も必要な対応ではなからうか。

## おわりに

平成8年度の三重県との共同研究「産業を担うリカレント教育（再教育）手法の研究（三重の農業）」で企画開催した稲作農家、農業関係者とのシンポジウムの議論を通じて、稲作農業が直面している問題点とその対応への矛盾に参加者の多くが疑問を呈したことは、著者の稲作農業に対する現状認識に誤りがなかったという点で大きな自信になった<sup>12)</sup>。また平成9年度の展開は近い将来その導入と普及が期待される直播栽培の現地検討会（三重大学付属農場と菰野地区個人農家圃場）と農業先端技術（農業用ロボットと精密農業Precision Farming）に焦点を当て、遠い将来への可能性についてもふれた。さらに愛知県中小企業団体中央会の招きによる「農業機械企業の戦略－日本の場合」では参加者の多くが現状の農業に失望しているが、「まかり間違って行政サイドが農業を何とかしたいというようなことがあれば」との淡い期待を込めて、大手企業ができない隙間産業を考えたいので話が聞きたいとの意向であった<sup>13)</sup>。「行政にやる意志さえあれば農業はいくらでも変わる」と言うのが著者の認識である。

## 謝 辞

本報告に於ける直播栽培試験実施に鑑み、動力・エネルギー教育研究分野の鬼頭孝治助教授、

王 秀崙助教授，研究室の学生・院生には補植作業において多大の協力を得た。ここに深謝の意を表する。

### 参考文献

- 1) 伊藤信孝，坪倉哲也：テトラレンマからの脱出と日本の国際貢献(1)，農業及び園芸，養賢堂，71(2),233-237,1996  
伊藤信孝，坪倉哲也：テトラレンマからの脱出と日本の国際貢献(2)，農業及び園芸，養賢堂，71(3),345-348,1996
- 2) NHK：アメリカ巨大稲作地帯（放映日時不明）
- 3) The Story of US Rice,1986
- 4) 三石昭三，中村喜彰：水稻の湛水土中直播，石川農業の研究，第9号，石川県農業短期大学，1-22,1980
- 5) 農経しんぼう：1月9日刊，1998
- 6) 近藤和夫：三重県の農林水産業の新展開を目指して，現地検討会配付資料（於：三重大学生物資源学部付属農場），9月19日，1997
- 7) 三石昭三：水稻の湛水土壌中直播事始め，石川農業の研究，石川農業短期大学，第12号，54-57,1979
- 8) 立岩博之：自動コーティングマシンの開発研究，三重大学農学部農業機械学科卒業論文，1989
- 9) 伊藤信孝：亀山市椿世町の保有農地での直播栽培試験の結果から，1986
- 10) 叶 芳和：農業—先進国型産業論，日本経済新聞社，1984  
叶 芳和：先進国農業事情，日本経済新聞社，1985
- 11) 北野順一：三重県の農林水産業の新展開を目指して，現地検討会配付資料（於三重大学生物資源学部付属農場），9月19日，1997
- 12) 三重県高等教育機関連絡会議：産業を担う人材のリカレント（再教育）手法の研究報告書，64-70,1997
- 13) 伊藤信孝：農業機械企業の戦略，愛知県中小企業団体中央会主催の後援会での情報，12月16日,1997