

北陸地域における 水稻直播栽培の現状と将来

北陸農業試験場 金 忠男

1. はじめに

本誌23巻8号（創立25周年記念特集号）で植調協会の戸苅顧問が、「水稻直播栽培の新構想」と題して論じておられるように「我国の低コスト稲作としては直播栽培技術を確立すべき」である。また、本誌24巻6号では、櫛渕顧問（現会長）が稲の育種の未来として、「病虫害に対する高度複合抵抗性と美味しい味を併せもつ品種」に「直播適性（発芽・苗立性、耐倒伏性等）を付加して超省力稲作を実現したい」と記述しておられる。このように、水稻直播栽培は、国際競争力の強化に対応すべき技術として、その確立が要請されている。

北陸地域においても、直播研究の歴史は古く、多くの成果が出されているが生産現場での普及は極めて少ない。我国の気象条件下における移植栽培の有利性、機械移植技術の高効率化、直播栽培がしずらい良食味品種の作付拡大等、直播栽培の普及にとっては消極的な要因が多く、一方、直播栽培を積極的に推し進めるほどには技術が成熟していないとも言えるであろう。しかし、農業従事者が減少し、一層の低コスト化が求められる昨今の情勢に対処するためには、生育の安定性、多収性の面で現行の移植栽培に匹敵し、かつ省力的な直播栽培技術の開発が必要である。

このような視点から北陸地域の各県農試、北

陸農試において「水田農業技術確立試験研究」、「水田利用高度化のための高品質・高収量畑作物の開発と高位安定生産技術の確立」等の中で研究された直播関係の成果を中心に紹介する。ここで取り上げた資料の大部分は会議用のものでまた公刊されておらず、また解説についても私見をまじえているので、本稿の草案を関係各位にお送りして検討していただいた。さらに詳細な資料が必要な方は、関係機関に問い合わせていただくようお願いする。

2. 直播栽培の現状

北陸地域におけるここ10年間の直播栽培の面積は第1表の通りである。カルパー粉衣による湛水土壤中直播栽培が開発された昭和59年頃には直播栽培面積の増加がみられたが、間もなく減少傾向となっている。平成元年から2年に再び増加傾向に転じているのは、北陸農政局の稲作（実績）検討会議資料によれば、福井県における低コスト稲作実践ファーム事業、富山県における直播技術向上対策事業ならびに農協主導型の直播栽培の取り組み等の影響が大きいと考えられる。直播栽培面積の数字としては現われていないが新潟県、石川県においても低コスト化のための事業が実施されている。

各県から報告されている優良事例を通覧すると、コシヒカリを用いた湛水土壤中直播が中心

第1表 直播栽培面積の推移

(ha, 農水省統計情報部による)

	昭和56	57	58	59	60	61	62	63	平 1	2	(比率)*
新潟	13	24	63	114	140	75	43	26	20	15	0.01
富山	35	32	57	67	60	50	49	37	61	95	0.2
石川	5	9	27	32	29	30	21	21	26	28	0.08
福井	—	1	9	20	8	13	11	28	65	69	0.2
北陸	53	66	156	233	237	168	124	112	172	172	0.1
全 国	15,258	14,625	13,206	12,460	12,321	11,207	9,927	9,188	8,680	7,790	0.4

*平成2年度、水稻作付面積に対する比率(%)。

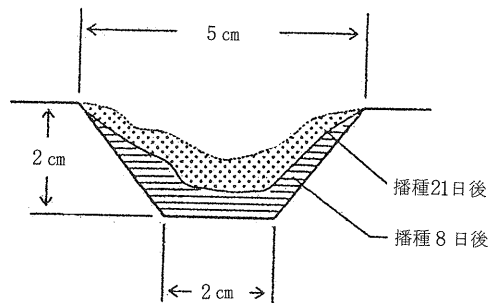
で、10a当たりの労働時間は20時間程度、玄米収量は470～540kgとなっている。

3. 技術開発

平成2年度の北陸農業試験研究推進会議資料の中から直播栽培に関する成果を紹介する。

(1) 湛水溝付直播栽培技術（新潟県農試、主要成果）

この栽培法では、代かきした田面に深さ2cm、上幅5cm、底幅2cmの逆台形の播種溝をつくり、この底部にコーティング種子を播種し、覆土はせずに湛水する。覆土をしないので、土壌中直播に比べて苗立率が高く、また深さ2cmの溝が徐々に崩れるので種子が埋没し、浮苗の発生が軽減される（第1図）。研究の過程において溝付け機構の開発に加えて、コーティング剤の剥離防止のための粘土鉱物の添加、緩効性肥料を用いた側条施肥、早期中干し等の栽培管理技術



第1図 播種溝の形状と経時変化（新潟県農試）

の改善を行い、平成2年度には10a当たり552kgの収量を得ている。

除草法としてはDPX-84M, DPX-84A, DPX-84SC等一発処理剤の利用が可能であり、薬害もなく除草効果も高いことが認められている。

新潟県では、本技術を「普及に移す技術」として公表している。

(2) 大区画水田における高性能機械化体系による乾田直播栽培（福井県農試、主要成果）

これは、大区画に整備された汎用水田における水稻および転作作物の生産コスト低減を実現するために開発された、未来志向型の技術であり、その要点は次の通りである。

- ① 圃場は地下灌漑方式を取り入れて整備し、耕起前に大型トラクタを用いてオーガトレンチによる圃場周辺の明渠やサブソイラによる補助暗渠等の排水対策を行う。
- ② 正逆転ロータリによる耕起後、鎮圧ロータリを用いて田面を鎮圧する。これにより降雨時の排水が良くなり、15～20mm/日程度の降雨であれば翌日から作業が可能となる。また、鎮圧区では播種時の碎土程度が高まり、出芽・苗立率が向上している。
- ③ 施肥・除草剤散布装置付きのロータリハーシーダを用いて碎土・基肥施用・播種・除

草剤散布を1工程で行う。

- ④ 出芽・苗立期の水管理は地下灌漑で行い、入水期（1.5～2葉期）以後は地表灌漑を併用する。
- ⑤ 乗用管理機による追肥，病虫害防除，グレインタンク付き自脱型コンバインによる収穫等，高性能機械化体系によって作業の高効率化を図る。まだ成果として報告されていないが，ラジコンヘリによる防除作業も試行されている。

このような機械化体系で平成2年度の10a当たり労働時間は13.3時間（移植の約1/3），収量はコシヒカリで577kg，キヌヒカリで621kgという成果をあげている（第2表）。

除草は，播種時のB-3015・P乳剤と入水時のD PX-84M①粒剤の体系でかなりの効果がある。

この技術の対象となる土壤タイプは現時点では，細粒質強グライ土および細粒質灰色低地土等で，垂直浸透の少ない土壤条件の所である。

(3) 溝型制限走行路による潤土直播栽培技術 （北陸農試，主要成果等）

これは，高能率・省力，全天候対応型作業で，かつ出芽・苗立の安定化を目指して開発された技術である。その概念と平成元年までの成果は既に紹介されている（沢村，北陸農業試験場ニュースNo.44）。平成2年にもさらに検討を加

え，潤土直播水稻の生育相の特徴と生育制御について紹介する（椋木，同No.45）とともに，主要成果としてとりまとめている。その特徴および栽培体系は次のように要約される。

- ① 圃場の耕起後，トラクタの輪距に合わせて耕深より5cm程度深い走行専用の溝（溝型制限走行路）を約10m間隔に造る。走行路は播種・施肥・防除等の作業に使用するとともに圃場内小灌排水路としても活用する。
- ② 代かき後，落水した状態（潤土）で，ブロードキャスタを用いて催芽粃を高密度（8kg/10a程度）に散播する。土壤の状態は散播された粃が泥を被る程度がよい。
- ③ 播種後，2葉期までの約3週間は湛水せず，乾燥すれば走り水程度の灌水を行う。これにより発芽率は向上し，浮苗や転び苗の発生が軽減され，苗立ちが良くなる。
- ④ 高密度播種で苗立ちも良いので，追肥重点型の施肥や生育初期からの深水管理等により，生育制御を行う。

この方法によれば，代かき後に播種するので天候に関係なく作業ができ，圃場作業量としては1時間で2haの播種が可能である。表面散播のため倒伏が懸念されるので，耐倒伏性の強い良食味品種キヌヒカリを供試し，平成2年度は10a当たり573kgの収量を得ている（第3表）。

第2表 移植を直播の生育経過と収量

（福井県農試）

年度	試験区	播種 (月日)	出芽始 (月日)	苗立数 (本/㎡)	苗立率 (%)	成熟期			精玄 米重 (kg/10a)	幼苗 形成期 (月日)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏 程度
						稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)					
元年	乾直コシヒカリ	5/9	5/18	127	79	85	18.4	354	512	7/29	8/18	9/30	1.9
	乾直キヌヒカリ	5/9	5/18	110	71	76	17.7	346	526	7/30	8/17	10/1	0
	移植コシヒカリ	4/1	—	—	—	93	17.7	433	518	7/17	6/6	9/18	3.2
2年	乾直コシヒカリ	5/1	5/14	76	54	96	20.9	357	577	7/23	8/12	9/27	3.0
	乾直キヌヒカリ	5/1	5/14	103	74	78	19.5	332	621	7/21	8/10	9/25	1.0
	移植コシヒカリ	4/1	—	—	—	86	18.9	429	598	7/7	7/28	9/5	4.0

第3表 潤土直播栽培の収量性

(北陸農試)

稈 長 (cm)	穗 長 (cm)	穗 数 本/㎡	穎 花 数		登 熟 步 合 (%)	收 量 (kg/10a)	倒伏程度
			/穗	×100/㎡			
70.5	15.2	535	57.9	310	84.5	573	2

注: 50cm枠29点の平均 供試品種: キヌヒカリ (平成2年)

除草法としては湛水土壤中直播の場合と同様に播種直後のピラゾレート剤と湛水時のDPX-84系剤との体系処理が可能である。

なお、これは新潟県南部の透水性の低い重粘土水田で開発されつつある技術である。この栽培法に適した播種機や管理作業機の開発と作業のシステム化、播種時の気温が低い地帯や透水性の高い圃場での栽培法の検討等は今後解決すべき問題として残されている。

4. 今後の問題

直播栽培を生産現場に受け入れられる技術として完成するためには、解決すべき問題が沢山ある。北陸地域においても推進会議等で論議する機会があるので、その時によく話題になる問題点を要約してみたい。

(1) 湛水直播か、乾田直播か

この問題は、気象、土壌、営農形態、水利慣行、品種等々の条件があるので、一律に答えることはできないが、論議の要点はおおよそ次のようなことである。

① 北陸平坦地の気象条件では冷温のために発芽不良になる危険性は少ないが、保温のためには湛水条件がよい。また、春先の水田の乾燥、晴天等の条件が整わないと、乾田直播における発芽・苗立ちを確保するための碎土率の向上が難しいので、全天候型の湛水直播が向いている。それに対して、福井県農試では耕耘後鎮圧等の新しい技術を開発し、碎土率の向上を図り、乾田直播栽培を成功に導いて

いる。

② 耕耘・整地等を含めた場合の播種作業能率は乾田直播の方が高い。代かきは泥で汚れるという心理的なマイナス面もある。これに対しては、潤土散播のような高能率播種技術が開発されており、大型機械では代かき作業も能率的であるという反論が成り立つ。

③ 転作作物の導入のためには、土壌の構造や透水性の保持、畑転換時の易耕性等の面で乾田直播が望ましい。しかし、これは漏水の問題にもつながるので透水性の高い圃場では湛水直播が良い。転作作物の導入のためには北陸農試で試験されている「水稻無湛水栽培による転換畑の畑地化」技術の利用(古賀野、北陸農業研究成果情報5)も可能である。むしろ、乾田直播による土壌養分の瘠薄化が問題である。

④ 湛水直播では播種深度が浅くなるので倒伏が問題である。酸素発生剤等をコーティングしても深播きすれば発芽・苗立歩合が低下する。この点については湛水溝付直播等の工夫がなされているが根本的な解決のためには、湛水条件下でも出芽・苗立ちが良く、根が深く張る直播用の品種を育成することが必要である。

⑤ 技術開発の項で紹介したように、福井県の乾田直播では出芽・苗立期に地下灌漑で十分な水分を与え、入水時期も1.5～2葉期と早くかつての乾田直播と比較すれば水に依存する場面がかなり多くなっている。一方北陸農

試の潤土直播では、代かきはするが潤土状態で播種し、出芽・苗立期間は湛水しない。要するに、両者の長所を伸ばし短所を補って、圃場条件に一番よく適した栽培法を開発すべきである。

(2) 直播用品種の育成

良食味米志向が強い情勢下では直播栽培でもコシヒカリが圧倒的に多く作付されている。北陸各県ともにコシヒカリの作期幅拡大が研究課題にとりあげられ、その手段として、直播、乳苗による熟期の移動が検討されている。コシヒカリでも前述のような優良事例が報告されているのは栽培技術の高さを示しているが、やはり耐倒伏性の不十分な品種を用いた直播は難しい。

この問題に対処すべく、福井農試では「キヌヒカリの直播適応性」を明らかにし（佐藤・北陸農業研究成果情報6）、石川県農総試では石川12号の直播適性を高く評価している（成績概要集）。北陸農試の潤土直播でもキヌヒカリを中心に検討している。

しかし、直播栽培の定着のためには直播適性の高い品種の育成が不可欠である。これには直播栽培の先進国であるアメリカの稲作技術（秋田・農業技術45巻8～11号。山本・農業技術45巻9号）が参考になる。

我国においても、農水省の特別研究「水稻直播栽培を中心とした先進技術の開発」（農林水産技術会議研究成果229）の中で、低温条件下における出芽性（北海道農試 小高ら）、強還元条件下における出芽性（中国農試 星野ら）の品種検索等の研究が行われている。

ハイブリッドライス（ F_1 ）では、組み合わせによっては気象、土壌、病虫害等の不良環境に対する抵抗性が強化されるので、出芽・苗立ちの安定化、省農薬化等を図ることが出来る。クリ

ーンな農業の実現のためには組み合わせ能力の向上、種子生産技術の改善等 F_1 利用の実用化に向けて益々研究を積み上げるべきである。

直播適性の遺伝資源を広く国内外に求めて出芽・苗立性や耐倒伏性の高い系統を開発し、その特性を良質品種に取り込んで、一日も早く直播用品種が育成されることを期待する。

(3) 栽培法の改善

新しい直播技術の開発のためには、各県ともに多くの栽培管理法の試験を行なっている。北陸農試の潤土直播栽培技術の開発に例をとれば、栽培生理研究室では昭和63年から播種密度試験、施肥法試験、水管理法試験、雑草発生生態と防除法試験、品種比較試験、作期移動試験等を実施し、機械施設研究室との協力で技術として組み立てている。まだ残された問題は多いので、これからも検討を進めるが、できれば、試験研究機関、普及関係、生産現場等で広く検討していただき、論議しあって、技術の完成度を高めて行きたいものである。

省力・省資源的水稻栽培は直播によって推進されるが、さらに環境保全的栽培法の開発も大切である。それには、先に述べた F_1 品種の育成も含めた品種改良とともに、その種子の力を十分に発揮させるような栽培法の開発が必要である。戸荻顧問が記述しておられる「散播技術の認識」はLISA（低投入持続的農業）の栽培技術開発にとっても重要なキーワードである。

(4) 雑草防除

かつて、直播の最大の問題は雑草であると言われていた。幸いなことに近年の除草剤による雑草防除技術は目ざましく進歩している。技術開発の項で記述したように、現行の除草体系の応用で直播栽培の雑草防除も可能である。前年までの雑草発生量が多かった圃場や漏水田等で

なければ、雑草が大きな問題になることは無いであろう。

しかし、雑草と稲との環境適応性の違い、生育相の差異等から考えると、直播栽培の方が移植栽培より雑草被害が多くなり易い条件になっている。潤土直播のように播種後約3週間も湛水しない状態では、とくに注意が必要である。また、乾田直播のように畑用の除草剤と水田用の除草剤を組み合わせる使用体系についても検討を深める必要がある。

5. 展 望

何故直播栽培面積が広がらないか。これは一概に結論が出せる問題ではない。個々にみれば省力で多収をあげている例も多くある。しかし、播種から苗立ちまでの期間を不安な気持ちで過ごすよりも移植の方が良い、稲をばらまくのは後ろめたい気がする、というような感情をもつ人も多いのではないだろうか。

話を元に戻して科学的に考えても、昔から言われている「苗半作」という言葉は我国の稲作にとって重要な意味をもっている。近年は機械移植栽培技術も大幅に進歩しているので、現在の農家の経営形態では移植の方が有利であると判定される場合も多いであろう。農業就労者が減少し続けている情勢下では「省力」に対する要求度が高いのに、直播に移行する人が少ない。つまり、現行の直播技術では、「苗半作」に相当する出芽・苗立ちに不安が残り、省力の程度が不十分であったり、ヘリコプター直播における一斉代かきのように、準備作業に問題があったりで、直播に踏み切れないのであろう。

試験研究の立場としては、直播栽培技術体系の長所、短所を明らかにし、農家の選択の基準

を示すべきである。そうすれば、野菜の苗や機械移植用の水稻苗を販売している農家が、自分の水田は直播で対応する（福井県農試 岩田課長による）というような新しい芽も育って来るであろう。

大幅なコスト低減が求められ、大区画圃場整備事業が推進されている情勢の下では、これまでの発想を変えた超省力、安定・多収の技術開発が試験研究機関にとって重要な課題である。水稻直播のための理想的な品種の育成、超省力・高性能作業技術の開発、安定・多収栽培技術の確立により、水田を基盤とした農業の展望は一層明るくなる。

6. お わ り に

本稿の草案を関係各位にお送りしたところ、多くの方々からご意見を寄せて頂いた。技術開発の紹介はもとより、今後の問題や展望の項についても新潟県農試の矢野科長、佐々木専門研究員（現作物科長）、福井県農試の岩田課長、北陸農試の沢村研究室長、柊木主任研究官のご意見に負うところが大きい。ここに記して感謝の意を表する。

本稿を草しながら、20数年前、農林省に入省した頃、国・県・民間が協力して稚苗機械移植栽培技術の開発と実用化のための試験研究に取り組んでいたことを思い出している。今では機械移植のコシヒカリで600kgといわれるまでに、技術は進歩している。近い将来、少数の専業農業者が中心になって我国の水田農業を支える事態に立ち至る時のためにも、直播栽培の試験研究を深め、超省力、安定・多収技術の完成度を高めておくべきである。