

愛知県における水稲不耕起乾田直播 栽培技術の特徴・成果と課題

愛知県農業総合試験場 普及指導部 藤井 潔

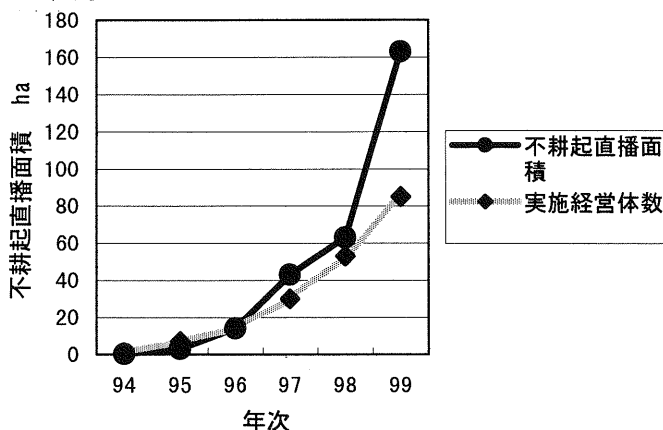
はじめに

「現場で鍛え上げられた土の匂いのする不耕起乾田直播技術」

愛知県における今年の水稲不耕起乾田直播栽培（以下不耕起乾直）の普及面積は160haを越えた。昨年度の63haと比べると約2.5倍で100haの急速な増加である（図－1）。不耕起乾直は、県下の直播栽培の中でも主要な播種方式となつつつある。その普及地帯は安城市を中心とする西三河部が中心であるが、今年は名古屋市南陽町、海部郡弥富町など尾張部での普及面積の伸びも著しい。

この不耕起乾直の大きな特徴は、その開発の過程から、愛知県農総試の試験研究員が、普及組織、農業者、農協、経済連、農業資機材メーカーとともに密接に連携・調整しながら、数多くの現地試験を研究開発と技術体系化の中心拠点として位置付け、日々現場に出て技術開発を進めた点である。実用化への大きな技術革新につながる極めて重要なヒントのいくつかを現場で得て、それを技術体系改善のため柔軟に組み入れられる試験研究体制をとることができたことが、今、多方面から注目される成果につ

ながったものと考えられる。いわば「現場との共同研究」のなかで、試行錯誤を繰り返しつつ「現場で鍛え上げられた、土の匂いのする不耕起乾直技術」が組みあげられた。愛知農総試開発の不耕起播種機は1997年に市販が開始され、現在13台が稼働している。また、今年から専用肥料の市販も始まった。しかし、除草体系改善上の課題も残っている。ここでは、不耕起乾直、中でも、冬季代かき田を利用し、不耕起播種機を用いた直播栽培技術（以下冬季代かき直播）を、本県で取り組まれた従来の直播方法と比較しつつ、その特徴と成果および今後の課題について紹介したい。



図－1 不耕直播面積と実施経営体数の推移

1 直播栽培の「第1の波」＝乾田直播

＜田植機と競って敗れた乾田直播には、「雨」、

「草」,「施肥効率」に弱点があった>

愛知県は戦後3回目の直播栽培の波を迎えている。最初の波は、昭和30年代から40年代にかけての手植から乾田直播栽培（以下乾直）への大きな波であった。乾直は育苗や田植作業を省略し、春作業を完全に機械化することで、それにかかる労働時間や労働負荷を大きく低減できる技術であり、また用水の来る時期が遅い地帯でも稲作が早く開始できる技術であるため、試験研究・普及組織がこぞって研究と普及に努めた。その結果、愛知県でも一時は乾直面積が数千haにまで達した。当時は水稻の作付面積が現在より多かったこともあるが、この記録は現在まで破られていない。

しかし、乾直の波は、その後の箱育苗技術と田植機の開発・普及とその高性能化により、結局終焉を迎えた。現在では用水の通水時期が遅く、水はけの極めてよい尾張北部等の乾田地帯の一部などを除いて乾直は行われていない。乾直の大きな欠点は、播種前に耕起作業を行うために、耕起前後に降雨が多い場合、ほ場条件が悪化して、トラクター作業を適期に行うことができずに、耕起や適期播種のタイミングを失しやすいことにあった。また、出芽する前に圃場が湛水すれば、出芽・苗立ちが大きく低下する。このように乾直は、降雨に左右される「雨に弱い不安定な直播」であることが大きな欠点である。このため、乾直は、減水深が大きく排水の非常によい沖積砂壤土乾田地帯以外では安定性に欠けた。また、除草剤による雑草防除体系が成立した移植栽培に比べて、乾直における雑草防除体系が必ずしも確立していなかったことも乾直減少の要因である。すなわち「草に苦勞する直播」が問題とされた。さらに、減水深の大

きいほ場で乾直を続けると、代かきをしないために減水深が更に大きくなり、施肥効率の低下や土壌養分の溶脱を招いて、収量が低下する傾向（いわゆる連作障害）も一部でみられた。「施肥効率の劣る直播」もまた問題とされたのである。

このように、従来の乾直には、「雨が多いと作業できない」、「除草に苦勞する」、「施肥効率が低下する」などの欠点があり、除草剤・殺虫剤・全量基肥肥料の田植同時施用、高速化、更なる多条化など、技術進歩の著しい田植機稲作との競合の中での今後の本格的な普及定着には、これら諸課題の抜本的な改善が必要である。

2 第2の波＝湛水直播

<湛水直播が減少した大きな原因＝雨には強いが「コシヒカリが倒伏しやすい」>

第2の波は昭和60年台をピークとする湛水直播栽培（以下湛直）の普及であった。この時期の湛直の普及拡大の技術的なベースは、湛直用の新規除草剤の開発、出芽率向上に貢献した酸素補給剤の開発、そして当時愛知県で蔓延していた重要病害で、本田期間の長い直播では特に問題となったイネ縞葉枯病に対する抵抗性を有する強稈品種「月の光」やその改良品種「葵の風」の開発という3つの技術革新によってもたらされた。湛直は乾直に比べて「雨に強い直播」という優れた特徴を持っていた。また、当時、ピラゾレート等の湛直用新規除草剤が開発され、有効な除草体系ができた。湛直は県下平たん部で取り組まれたが、有機物の多い還元土壌では出芽が安定せず、比較的有機物蓄積の少ない西三河洪積地帯の豊田市高岡地区を中心に増加した。ここでは在野の直播研究家太田 明氏をり

ーダーとして直播研究会が結成され、地区で播種機を導入するなど地域営農として本格的に普及した。その後、同じく西三河洪積地帯の安城市を中心に有人ヘリコプター湛直による地域営農も取り込まれ、直播普及面積は600haに増加した。しかしその後は、西三河南部を除いて湛直面積は漸減傾向に転じた。その大きな理由としては、倒伏しやすいコシヒカリの急激な作付拡大の影響がある。すなわち、コシヒカリの移植時期と、湛直播種準備の時期（4月末から5月上旬）が競合するため、コシヒカリの作付け拡大につれて、湛直栽培からコシヒカリの移植栽培へと転換したケースが多く湛直面積が減少した。コシヒカリは湛直では移植より倒伏しやすいため、収量・品質が低下することが多く、敬遠されたのである。ここでは「倒伏しやすい直播」が欠点として問題視された。

愛知県の現在の主要品種はコシヒカリが作付け第1位で、大粒銘柄種であるハツシモとコシヒカリとの両方の流れを汲むオリジナル銘柄米「あいちのかおり」がほぼ肩を並べて第2位となっている。これらの品種はいずれも倒伏には強くない。平成6年にはミニマムアクセスという形で米輸入が開始され、食糧管理法から新食糧法へ移行するなど米穀集荷・流通システムが激変した。その後は豊作も重なって、米余りにより価格が大幅に下落した。その一方で、品質・食味・価格に対する実需サイドの要望レベルがさらに強まる中、生き残りをかける水田作経営者は、「売れる米」であるコシヒカリ・あいちのかおり等の銘柄米の栽培を前提として、生産コストの大幅な低減方策を模索している。そのような経営者からは「コシヒカリを直播栽培したい」「倒れやすいコシヒカリを倒さずに作れる直播の方法はないのか？」と試験研究や普

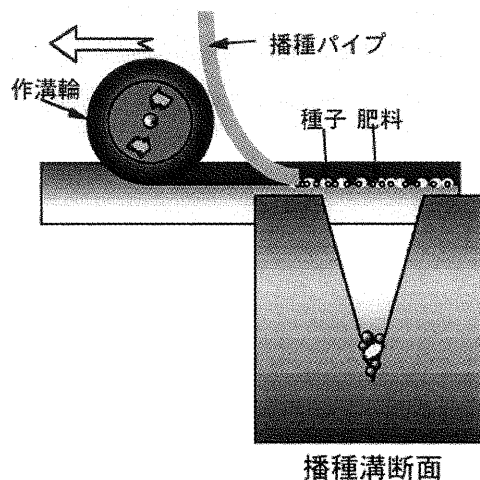
及組織に熱い要望と期待が寄せられた。

3 第3の波＝冬季代かき＋不耕起乾田直播

＜従来の直播の欠点をほぼ解決した「冬季代かき直播」技術の開発と普及＞

（1）愛知式不耕起播種機の構造と特徴

愛知県の穀倉地帯の西三河洪積場は強粘質の細粒黄色土地帯である。このため、西日本で普及しているM社式不耕起播種機は掘削した土を覆土に用いる構造上適用性が小さい。愛知農総試ではこの土壤にも適応する安定省力栽培技術の確立を目指して、愛知式不耕起直播機を独自に開発した。この不耕起播種機は、つば付きの薄いそろばん玉状のディスクを回転させて、深さ5cmのV字状の播種溝を作り、そこへガイドパイプから播種と施肥を同時に行う簡単な仕組みの播種機である（図－2）。回転するディ



図－2 愛知農総試式不耕起播種機の播種様式
種と肥料を同じ溝に同時に播種・施肥する

スクにより作溝するだけなので、強粘質の洪積土壌でも適用できる特徴がある。ガイドパイプは播種溝をレール代わりに追従するため、種子と肥料が無駄なく溝に落ちる。覆土はガイドパ

イブの後ろに取り付けられた分銅付きの覆土チェーンによって行う。播種溝と直交する方向には分げつ茎が広がりにくいので、条間は通常の田植機より狭めて20cmに設定されている。

作業速度は1~1.5m/秒である。10a当たり作業時間は10条（作業幅2.0m）播種機で約15分、13条（同2.6m）播種機では約10分となり、一日当たりの作業面積は移動時間や種子補給等を考慮しても3~5ha程度は可能である。

（2）不耕起直播の問題点

愛知式不耕起播種機を用いた不耕起直播の可能性を安城農業技術センター等が中心となって現地で検討してきた。この中で、完全な不耕起直播では播種前に耕起をしないために、コンバイン収穫によってできたほ場の凸凹、大量のわらや刈り株が残存し、播種時から雑草が多いことも合わせて、不耕起直播の出芽・苗立ちに悪影響を及ぼすことが明らかとなった。また、土壌に肥料が混和できないため、施肥効率が劣ることも大きな問題であった。雑草問題を含めて、不耕起直播の実用化にはこの大きな関門を突破する技術を開発することが必要であった。

（3）冬季代かきという「現場の知恵」を活かして実用化への難問を突破

ここでものをいったのが、試験研究と現場・普及センターとの密接な協力関係であった。現地農家・改良普及員・農協職員等と不耕起直播の問題点と実用化への課題を詰めてゆく田んぼに入りながらの議論の中で、難関突破のための大きなヒントが生まれた。安城市では、転作を作業受託した農家が、水田を委託農家に返すときに、冬季に耕起・代かきをして返す習慣がある。「・・・そうだ！ 冬に代をかい田んぼ

で不耕起直播をやればいいんじゃない？！」

今ではこの画期的な案を誰が言い出したのかは、当事者間でも言い分が分かれるところであるが、とにかく、この技術の開発段階から、現場と一体となって、「不耕起直播の実用化」という出口を明確にした技術開発に取り組んだことの確かな証である。実際の作業では、冬季に耕起・代かきしたほ場は、その後水が澄んでから落水し、排水溝を設置して田を干して固め、春の播種に臨む（写真-1）。

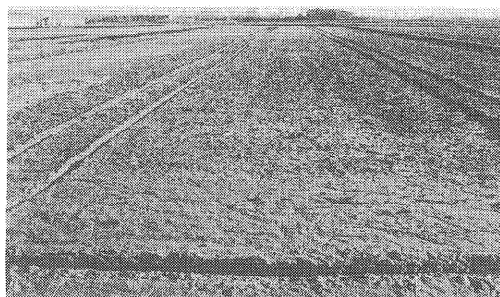


写真-1 冬季代かき田の排水溝施工例（安城市）

（4）愛知農総試が開発した冬季代かき直播の特長

A「転作カウントにならない直播」=移植並以上の生育・収量・品質が可能

平成3年に農総試が行った試験では、4月下旬播種で出芽率80%、出芽まで日数15日であった。なお、冬季代かき直播の場合も他のと同様に、播種が早いほど出芽まで日数が長くなり、出芽率も低下するため、播種量を増やして対応する。その後の茎数の増加は、土壌が硬く、出芽深度が3.5~5cmと深いため緩慢となる。しかし、播種条間を狭めることや施肥法の改善（E欄参照）によって、移植並以上の生育・収量・品質がほぼ毎年確保できるようになった。このため、転作カウントできないのが残念である。

B「雨に強い直播」＝播種作業が降雨に影響されにくい

従来の乾直と違って、春に耕起しないため、ほ場が固く、50mmの降雨があっても3～4日後には播種が可能である。播種作業可能の目安はトラクターの轍ができるかどうかである。特に、最近、急速に導入されているクローラ型トラクターを使用する場合は、ほ場に立ったときに踏み跡がつかなければ播種作業が可能である。このように、冬季代かき乾直では従来の乾直のもつ、播種作業が降雨に影響されやすいという欠点が大幅に改善された。特にこの差は、春季に降雨の多かった昨年と今年の播種作業では特に顕著であった(写真-2)。

C「草を押さえ込んだ直播」＝冬季代かきと3回の除草剤体系処理で雑草管理

冬雑草の発生時に代かきを行うため、播種時の雑草を少なく抑えることができ(写真-3)、播種後の乾田期間が長くなる早春直播でも雑草管理が容易になる(写真-4)。また、従来の乾田直播に比べて減水深が小さいために入水後の除草剤の効果も安定する(写真-5)。このため、除草剤の処理は、作業体系の表-1に示したように、播種後のグリホサート液剤、入水前のシハロホップブチル・ベンタゾン液剤、入水後の除草剤の3回体系処理で十分な除草が可能である。これにはグリホサート液剤の播種後処理とシハロホップブチル剤の開発・登録の効果が



写真-2 冬季代かき田(左)と隣接する通常管理田(右)との播種時のほ場条件(名古屋市南陽町)
通常田はほ場に滞水しておりスニーカーでは入れない。冬季代かき田ではスニーカーに泥がつかない。

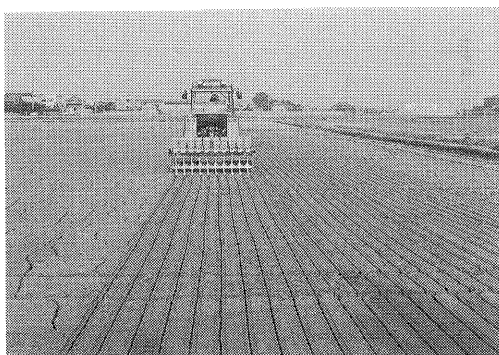


写真-3 冬季代かき直播(左)と従来の不耕起直播の播種作業
雑草の量に明らかな差がある。

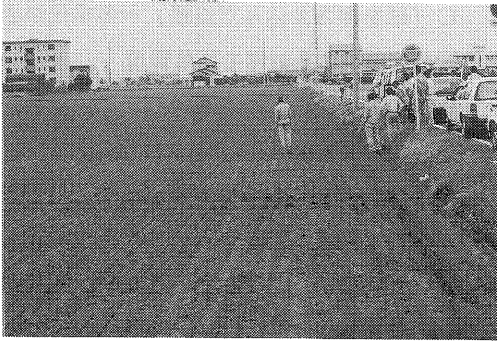


写真-4 冬季代かき直播の入水前の状況
グリホサート液剤の播種後処理とシハロホップチル・ベタゾン剤の処理により除草に成功している。



写真-5 生育中期の状況
3回の除草剤処理により残草はほとんどない。

表-1 冬季代かき直播栽培の作業体系

作業名	時期	使用機械	資材：使用量/10a	内容・留意事項
耕起	11～2月	ロータリー	—	
代かき	11～2月	ドライブハロー	—	
落水	11～2月	—	—	
排水溝設置	11～2月	中干用溝切機	—	
施肥・は種	早期 4初～5上旬 一般： 5上～5下旬	不耕起播種後	種子：5～8kg 肥料：20～38kg (N：8～15kg)	移植に準ずる 田面水が澄んでから 10m間隔、越流防止 出芽安定に不可欠 遅いほど播種量減 被覆尿素肥料のみ 各品種用ブレンド使用
除草剤散布1	播種後出芽前	乗用管理機	グリホサート液剤：500ml	
除草剤散布2	ヒエの4葉前	乗用管理機	シハロホップチル・ベタゾン剤	雑草発生がある場合
入水	稲2～3葉期	—	—	
除草剤散布3	入水2～3日後	—	入水後処理剤	水が落ち着くのを待つて施用
落水	収穫7日前	—	—	
収穫	黄化もみ率85%	コンバイン	—	

さい。しかし、移植栽培では除草剤は一発処理が一般的であり、除草剤処理回数の更なる低減が大きな課題である。

D「コシヒカリを倒さない直播栽培」＝移植栽培より倒伏しにくい直播方法

不耕起乾直と同様に、出芽深度が深いこと、また、播種溝側面の土壌が硬く、支持力が大きいこと、倒伏に強く、コシヒカリ・あいちのかおりの直播が安定して可能である(写真-6)。

安城農業技術センターによる現地事例の解析で



写真-6 成熟期を迎えたコシヒカリの不耕起直播栽培(手前)と移植コシヒカリ(人物うしろ)の比較。移植栽培に比べ、明らかに不耕起直播の倒伏が少ないことに注意。

は移植栽培に比べても倒伏しにくい結果を得ている(図-3)。このことは、従来の直播になか

量基肥肥料を開発できた(コシヒカリ用と中生品種用、現在早生品種用も開発中)。全量基肥

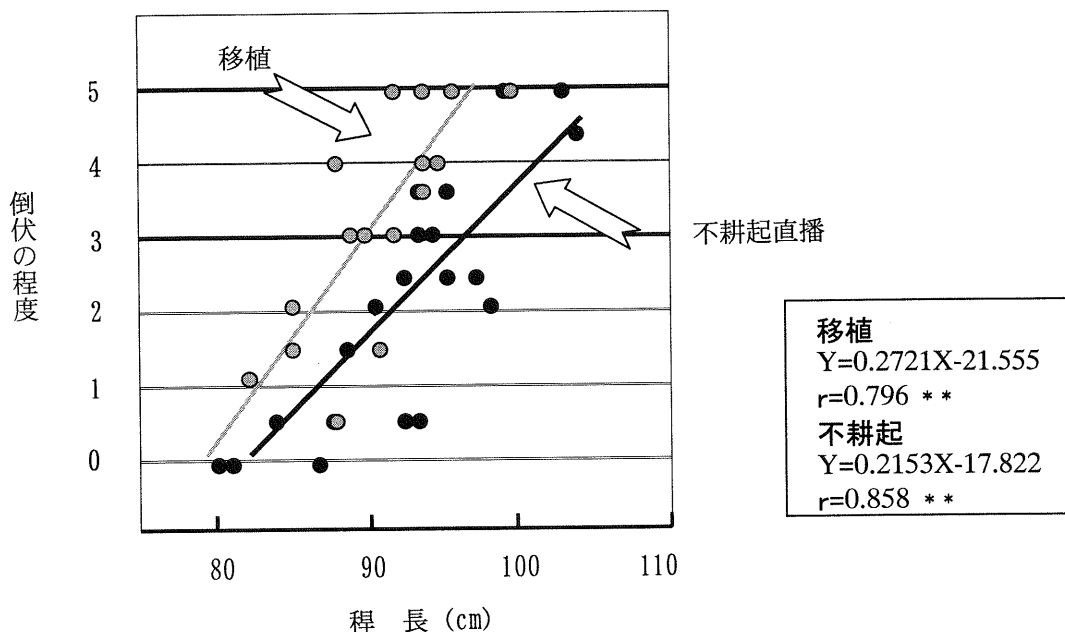


図-3 稈長と倒伏の関係(1998)(安城農技センター原図)
 同一稈長では、不耕起直播の倒伏程度が明らかに小さい。

った大きな長所である。事実、今年の冬季代かき直播ではコシヒカリの作付比率が約70%(移植栽培では約25%)を占めている。

E 播種溝への全量基肥肥料の施用で「追肥・穂肥のいらない直播」を達成

冬季代かき直播を含む不耕起乾直では、播種時に耕起を伴わないので、移植栽培や従来の乾直のような全面全層施肥は行えない。また、作土の土壤硬度が移植栽培に比べて硬くなるため、根域が狭くなりやすい。そこで、播種時に、種子と一緒に播種溝へ肥料を施用する(図-1)。ただし、硫安などの速効性肥料では「肥やけ」による出芽障害が発生するため、肥効調節型の被覆尿素を用いた。2~3種類の被覆尿素肥料をブレンドして、各種熟期の品種に好適する全

肥料の使用は省力を第1の目的とする冬季代かき直播に合致した施肥法といえる。

F 除草剤散布がらくらく、収穫時もコンバインが落ち込まず、らくらく収穫

冬季代かき直播のは場は十分に固いため、入水後の除草剤散布は、は場に入って散布した場合でも、足が取られずにらくらく散布可能である。また、コンバインによる収穫作業が容易に行える。または場を荒らすことが少ない。平成10年度は収穫時期に降雨が多い条件となり、全般に収穫に難渋したは場が多かったが、「冬季代かき直播は場では極めてスムーズな収穫が可能であった」と実証農家が驚きと喜びの声を上げた。

G 銘柄品種の作付拡大が可能となる

同一品種を作付拡大すると、春季の作付作業および秋季の収穫作業に競合が発生する。しかし、冬季代かき直播では、移植前に播種した場合でも、出穂期は移植栽培より遅れるために収穫適期は移植栽培のものの後になって作業が分散できる。このため、大規模経営におけるコシヒカリなどの銘柄米品種の作付拡大が可能となると期待される。

H 冬季代かきにより安定した、より節水型の不耕起乾直にできた

a 作業競合の回避と水利用の集中緩和、中干しのための強制落水の省略が可能

耕起・代かきは必要であるが、農閑期の冬季に行うため、繁忙期である春季の作業競合を回避できる。さらには、春に代かきしないために、移植栽培のための春季の代かき水の利用の集中を緩和できる。また入水後もほ場が十分固いため、収穫作業のための強制的な中干し作業は必要なく、自然落水で十分である。したがって、水の有効利用が図られる。

b 漏水量の増加を抑制できる

従来の乾直や完全な不耕起乾直では、栽培の継続により、漏水量が増加して用水量が増加し、施肥効率も低下しやすいが、冬季代かき直播ではこの増加を抑制できる。ただし、代かきを実施しても「ざる田」と呼ばれるような減水深の大きいほ場への導入は難しい。また、逆に地下水位が慢性的に高い排水不良田も出芽が不良となるため不適である。

c ほ場の凸凹を解消できる

冬季代かきを行うことで、ほ場の凸凹が少なくなるため、①播種機の作溝精度・播種精度が高い、②播種後の乾田期間に局所的な冠水や滯

水が少なく、出芽・苗立ちが安定する、③入水後の除草剤の効果も安定する。

d わらや刈り株の処理が可能となった

特にほ場に残るわらは播種機の播種精度を低下させるばかりでなく、播種溝内の水分環境を不安定にし、出芽・苗立ちに悪影響を及ぼす。冬季代かきを行うことでこれらの障害を回避できる。

I 労働時間は県下平均の22%、先進移植体系の72%に削減が可能

冬季代かき直播の労働時間は10aあたり8.0時間で、これは愛知県平均の労働時間36時間の22%にあたる。安城市の最も先進的な移植栽培体系11.1時間と比べても72%であった。労働ピークとなる春季や秋季における作業競合の回避が図れる点を考慮すると、実際の省力効果・労働負荷軽減効果はこの数字より遙かに大きいと考えられる。省力効果と、繁忙期の労働ピークカット効果によって、大幅な規模拡大が可能となる技術といえる。また、複合経営を行っている経営体の場合には、複合経営部門の拡大充実に可能となる。一方、生産費の低減効果は先進移植体系と比較すると91%で、以外に小さい。生産費の更なる低減が今後の課題である。具体的には、機械の有効利用による機械減価償却費の低減、効率的な除草法の開発による除草剤費を引き下げることが当面の現実的なコスト低減策と考えられる。

4 不耕起直播の課題と展開方向

ページ数の都合上、今後の課題と展開方向を以下に箇条書きで示した。

(1) 当面する課題

・除草剤散布回数の低減が最大の課題(写真-7)

除草回数を3回から2回に低減するのが当



写真-7 乾田時期に除草回数を1回にできる除草剤の登場が切望される。

面の目標。MCC水和剤のように抑草効果が高く、葉害のない不耕起乾直用土壌処理剤の再登録や新規開発をぜひお願いしたい。

- ・冬季代かきに替わるほ場整地技術の確立
夏・秋季代かき処理や冬季整地鎮圧処理を実証中。
- ・直播メリットを引き出せる大区画ほ場への適用と団地化
スケールメリットを活かす条件整備を行うことにより、直播導入による省力化、低コスト化を助長する。
- ・直播栽培を前提とした病虫鳥害防止技術の確立
農薬登録の促進、複合抵抗性品種開発をお願いしたい。
- ・リン酸、カリ肥料の施用基準の明確化
播種溝施肥のため現状は窒素施肥のみの対応となっている。

(2) 今後の展開方向

- ・普及目標面積の明確化
例えば、水稻作付け面積に占める直播の比率を、現状の1%→5年後10%→10年後35%へと拡大するなど行政の展開方向を示す。
- ・麦立毛中の直播栽培技術を開発して稲麦二毛

作体系を革新

技術確立にめどがたった。今後の水田作営農の革新が期待できる。

- ・究極の省力栽培技術である稲麦同時播種栽培技術の確立（技術開発中）
- ・稲作経営の主体を直播栽培にできる技術の組立て、体系化
- ・直播導入による余剰労働時間の有効活用による経営発展

水田作の規模拡大や複合経営部門の充実などにより、所得向上と安定化を目指す。

- ・利水権および水利慣行の合理的変革
技術革新に対応して水利慣行を合理的に変革し、冬季代かきが可能な地域を拡大することがこの技術普及には欠かせない。

注：下記の文献から多くを引用した。冬季代かき直播の詳細は下記文献を参照されたい。また、安城農業技術センター作物研究室釋一郎室長から有益なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 愛知県農業総合試験場(1997)：水稻の冬季代かき直播栽培他。農業の新技術69：5-24。
- 2) 濱田千裕(1995)：冬季代かき・不耕起乾田直播栽培。農業技術体系(作物編)追録第17号。pp.技402の88-99。農文協。東京。
- 3) 中嶋泰則(1999)：乾田不耕起直播。コシヒカリの直播栽培。姫田・今井・井村編著。pp.175-192。農文協。東京。