

# 我が国における水稻直播栽培の消長

三 石 昭 三

はじめに

1. 有史以前の稲作
2. 近世における直播栽培
3. 明治期における直播栽培
4. 大正中期から昭和初期の直播研究
5. 昭和中期から30年代前半の直播研究
6. 昭和36年から昭和50年代の直播研究と栽培の消長
7. 北海道における直播栽培
8. 湛水土壤中直播栽培法の開発
9. 湛水土壤中直播栽培法の将来  
おわりに

はじめに

イネの直播栽培は極めて省力的で労働負担が少なく、農業経営上からも有利な栽培法であるにもかかわらず、生育が揃わず、収量が不安定なため、幾度か拡大普及の機会がありながら伸び悩んできた。加えて、機械化はほとんど不可能で、人間の手によってしか植えられないと思われていたものが、昭和40年代には稚苗の箱苗利用という発想から田植機の開発が可能となり、農家の永年の夢であった過酷な田植え労働からの解放を実現し、もはや直播栽培でもあるまいとの声が聞かれるようになった。

しかし、機械移植栽培は田植え労働を機械化したただけであって、農業経営上の負担を軽くしたわけではない。苗作りに当たっては、従来の苗代育苗と

違って育苗箱や床土はもとより、出芽のための施設・設備や緑化・硬化のための保温資材等を必要とするばかりでなく、高度の技術と周到な管理労力がなければならない。さらに、短期間の間に田植えを終わらせることから、面積当たりになると過大な設備と田植機を装備する傾向が見られる。いわば、田植えの重労働を資材・機械・設備に置き換えたものであって、経営を拡大し、農家収入を増大する機械化本来の目的とは違った方向に向かっている。

コメ流通の国際化時代を控え、価格低下のための生産費の低減は避けられない情勢である。経営的には大規模化による生産費の効率化、技術的には稲作労力の1/4を占めるという育苗・田植えの作業を省略する直播栽培の確立が稲作経営の安定化に必須の条件であろう。

「移植より直播が植物生理的にすぐれているにもかかわらず、移植（田植え）をしてきたのは、直播すれば雑草とくにヒエとイネが同時に、否ヒエの方が先に発芽成長してイネを圧倒してしまうから、イネがヒエに負けて収量があがらないからです。これが田植えをしてきた技術的理由です。」したがって、「いまやイネとヒエに対する選択性のある除草剤の出現によって、ヒエをイネの播種前にも、播種後にも、簡単にやっつけることができるようになりましたから、田植え（移植）の技術的根拠は、なくなってしまった。」<sup>1)</sup>という先人の示唆を受けて、著者は直播研究に取り組んできた。1500年に及ぶ日本の移植栽培から、今なぜ直播栽培なのか、また、それを阻むものは何か。直播栽培の歴史を振り返って考えたいと思う。

〔注〕

- 1) 吉岡金市・和田一雄：総合農政と直播経営——パラマキ直播の理論と実践——。米子たたら書房，1971。

## 1. 有史以前の稲作

日本の太古における稲作は散播（バラ播き）であった。これは『日本書

紀』巻一・神代上<sup>1)</sup>に「日の神の田三処有り、号けて天安<sup>ナツ アマノヤスダ</sup>田、天平<sup>アマノヒラタ</sup>田、天<sup>アマノ</sup>邑<sup>アヲセタ</sup>併<sup>ナガアメヒデリ</sup>田と曰ふ、此皆良き田なり、霖<sup>ソコナ</sup>早に經ふと雖、損傷はるる所なし、其の素<sup>アマノクヒタ</sup>浅<sup>アマノクヒタ</sup>鳴<sup>アマノクヒタ</sup>尊<sup>アマノクヒタ</sup>の田三処有り、号けて天<sup>アマノクヒタ</sup>杭<sup>アマノクヒタ</sup>田（杭、株などある田）、天<sup>アマノヨリタ</sup>川<sup>アマノヨリタ</sup>依<sup>アマノヨリタ</sup>田（川に近く流れ易き田）、天<sup>アマノクヒタ</sup>口<sup>アマノクヒタ</sup>鋭<sup>アマノクヒタ</sup>田（川口に水が鋭く落ち入りて生立わるく且流れ易き田）と曰ふ、此皆礪<sup>ヤヒトコロ</sup>地<sup>ヤヒトコロ</sup>なり、雨ふれば則ち流れぬ、旱れば則ち焦<sup>ヤ</sup>けぬ、故<sup>カ</sup>れ素<sup>カ</sup>浅<sup>カ</sup>鳴<sup>カ</sup>尊<sup>カ</sup>妬<sup>カ</sup>みて姉<sup>カ</sup>の田<sup>カ</sup>を害<sup>カ</sup>る、春<sup>ヒバカツ</sup>は則ち廃<sup>ヒバカツ</sup>渠<sup>ヒバカツ</sup>槽<sup>ヒバカツ</sup>、及び埋<sup>ミノウメ</sup>溝<sup>ミノウメ</sup>、毀<sup>アハナチ</sup>畔<sup>アハナチ</sup>、また重<sup>シキマキ</sup>播<sup>シキマキ</sup>種<sup>シキマキ</sup>子<sup>シキマキ</sup>す」とあって、天照大神が天の石窟に隠れる経緯が述べられている。重播種子（シキマキ）は過量に種を播いて実らなくすること、または種を一度播いたところに重ねてこれを播くことであり、当時明らかに畦畔、水路、水口板を設備した水田を開き、直播栽培が行われていたことを示している。田の草をきれいに取り、種籾を一面に播き、実ったら穂だけを収穫するという方法である。それが、田植え方式に変わったのは今から1500年前頃らしい。中央集権の国家が成立して律令制度が布かれ、コメが租税の対象となり、鉄製農具の普及によって耕起・代かき作業が可能になって安定多収穫の栽培法として移植栽培が始まったと考えられている。それも急速に変わったものではなく、『万葉集』の時代には直播と移植の両方を歌ったものがあることから、徐々に移行していったのであろう<sup>2)</sup>。

## 散播をしめす歌

ゆだねまくあらしの小田を求めむと  
 あゆいぞぬるこの川の瀬に  
 すみのえの岸を田にはり蒔し稲  
 ひでてかるまる逢はぬ君かも  
 わがまけるわさ田の穂もち作りたる  
 かづらぞ見つつしぬばせ吾背

## 田植えをしめす歌

衣手にみしぶつくまでうえし田を  
 ひきたわがはえまれるくるし

さほ河の水をせきあげてうえし田を  
かれるはつひはひとりなむべし  
わがもこが赤裳ひづちてうえし田を  
刈りてをさめむ倉なしの浜  
ひとのうる田はうえまさずいまさらに  
くにわかれしてあれはいかにせむ

昔も現代と同様にイネを育てる水田には雑草、特にヒエが繁茂した筈である。種籾を直接水田に播くとイネの発芽と雑草の発生が全く同じ時期になるばかりでなく、幼植物間では雑草との区別が出来ず、除草が困難でついには雑草に圧倒されて収穫出来ないこともあったと思われる。ところが住居近くの狭い苗代に密播して、周到な管理をすれば雑草の発生を抑え、病虫害の防除も可能である。そこで育てた大きな苗を、別に耕して清潔にした水田に植えれば、後から生えてくる雑草とイネの区別は容易になり、そのうえイネの成長が早いので陰になる雑草の生育を抑えられるなど、除草がしやすくなるのが分かって、直播栽培から移植栽培に移っていったと考えられる。一方、直播では播種された場所に収穫まで固定されるので、播種密度あるいは発芽の不均一は収穫まで修正が難しく、生育が不揃いで栽培管理、収穫作業に労力を要するが、田植えによれば稲の生育途中で改めて配置を均等に直せるので、生育が揃うとともに適度の間隔を保つことによって病虫害および倒伏に対する抵抗性も強くなり、栽培が安定して収量も増加するのである。また、在圃期間が短縮することによって麦類、菜種などとの二毛作を可能にし、水田の高度利用にも貢献した。さらに、直播では困難であった山野草や柴（刈藪）の水田への投入が可能となり、単位面積当たり収量の増大を目指す多肥多労の日本式稲作の基本的栽培法が作られていったと考えられる。

ただし、直播から田植え方式への移行が自然発生的に行われたのか、鉄製農具を伝えた移住民等が新農業技術として移植栽培を導入したかは明らかでない。万葉集に直播、田植えの両方の歌が詠まれていることから、かなり長

期にわたって移行期間があり、移植栽培にほぼ替わったのは平安末期と推定されている。

現在の水稲栽培の状況から考えれば、上述のように田植えは雑草防除の最も効果的な技術として始まったと考えるのが妥当であろう。したがって、水田雑草の防除方法にもっと良い手段があれば、必ずしも田植えをする必要はなくなるわけである。アメリカやヨーロッパの稲作は日本に比べるとその歴史は新しいが、水田雑草が増えると畑作に転換し、畑雑草が増えると水田に戻すという田畑輪換で雑草を防除し、立毛中に除草作業をすることはない。このような方法は耕地面積が少なく、栽培期間中の降雨の多い我が国では色々な制約があって実現し難いが、除草剤の開発が目覚ましい現在では、除草を容易にするという移植栽培の主目的は既に失われていると考えてもよいのではなかろうか。

〔注〕

- 1) 平泉 澄：日本書記。大日本文庫・国史編、1934。
- 2) 安藤広太郎：日本古代稲作史雑考。1951。

## 2. 近世における直播栽培

平安時代末期以後、稲作はほとんど田植えによって行われてきたが、直播栽培が全くなかったわけではない。『会津農書』付録卷八<sup>1)</sup>には、「問て曰、農家にて稲の種子蒔田を苗代といふは何ぞや、答て云、或ハ大河の辺り、或は入江、谷地などの泥所へハ、つまみ蒔といひ種子を蒔付にする事も有とはいへども、それは稀の事なり、大分の田蒔付にはならず、苗に蒔置て其苗を代の田へ植替る也。此儀を以て苗代といふ」とあって、排水不良の強湿田で田植えの困難な場合にはやむなく直播することがあると述べている。また、『成形図説』<sup>2)</sup>では「摘田といふは実播<sup>ミマキ</sup>田の事なり、深田<sup>フケタ</sup>の人の脚が立ぬ所には直に糶<sup>スグ</sup>を蒔て苗の尺余に及ぶ頃に滋密<sup>シゲキ</sup>ところを耗去りて……」と脚の立た

ない程の湿田で直播を勤めている。『百姓伝記』<sup>3)</sup>では「水無月の末つかた、七月に懸りても、夏の季十日も二十日も有ならば、洪水に植田をなかさねたとしたる時にハ、早々三年粃を用意し摘田にせよ。ミのらすと云事なし。二ふし宛有稲となる。秋の季に入りハミのりかたし」と書いて、水害などのため一度田植えた水田が流されたときの水害対策として述べている。また、『耕作仕様書』<sup>4)</sup>では「摘田・蒔田の場、蒔入れの時灰を交せ蒔。其灰、芦・荻の交りたる灰大きにいむ。粃粒針の如く黄色に五分程芽出シして其儘不延、夫ぎり生せず。木の葉・麦わら・稲わら舂よし。芦荻の灰にて汎山入るゝには諸地＝不宜、床付て入るべし」と、種粃に混ぜる灰の種類に注意している。

『近世稲作技術史』<sup>5)</sup>には藩政期以降の水稻直播栽培事情が詳しく記述されているが、移植栽培に比べて資料が少なく、しかもいくらか特定地に限られ、かつ極めて消極的な意味での不良環境田で続けられてきた事例を中心として述べざるを得ないとしている。栽培事例は東北以南の各地に見られるが、特に関東と九州に集中している。一般的に見て直播水田の立地条件は、1) 強湿田、2) 用水不足田、3) 生育促進手段用で、移植栽培では生育遅延のおそれがあるため、特にその対策手段として行われる場合が多かった。強湿田とは排水不良の低湿地や谷地田であるが、排水不良田のみでなく、深刻な旱魃に見舞われると旱害を受ける所で、春先の水不足に対処するため冬季も貯水を必要とする天水田など用水不足田もある。深田が多く、田植えをするには腰、ときには胸まで泥に入るので、全ての作業は田下駄をばく所が多かった。したがって、農家も集約的技術を放棄し、初めから粗放な技術として直播栽培を行っていた所がほとんどである。最も粗放な栽培では、畦畔からの散播（バラ播き）で、ほとんど除草しないが、技術的に進んだ所では点播（摘播＝ツミマキ）が行われた。これは人糞・木灰・骨粉などに種粃を混ぜて団子にして播くもので、予め初期生育促進手段としての施肥作業を兼ね、点播によって生育初期から株立てとして雑草との区別を明らかにし、除

草を容易にするとともに、稲刈りをしやすくするためでもあったと考えられる。

〔注〕

- 1) 佐瀬与右衛門：会津農書，巻八，1684～1709（日本農書全集，19巻）。
- 2) 曾榮・白尾国柱：成形図説，1804，復刻版。
- 3) 百姓伝記。（年代不詳，17～18世紀初期と見られる）（日本農書全集，9巻）。
- 4) 福島貞雄：耕作仕様。（1839～1842）（日本農書全集，22巻）。
- 5) 嵐 嘉一：近世稲作技術史，1975。

### 3. 明治期における直播栽培

江戸時代から強湿田のような不良環境田で行われた直播栽培は明治期に入っても続いたが，明治中期以後，耕地整理事業が進捗して排水工事が進められ，用水路が整備されて灌漑水が確保されると，移植栽培が受け入れられやすくなり，直播は次第に減少した。明治後期から大正初期にかけて一部を除いて直播から移植へ切り換えられたのは当然であろう<sup>1)</sup>。

試験研究としては明治26年，国立の農事試験場が，全国6カ所に支場が設置され，各県にも農業試験場が設立されるとまもなく水稲の直播試験も始められた。梅沢<sup>2)</sup>によると水稲の直播栽培に関する試験が最初に行われたのは，明治24年農商務省農務局の農事試験場で，その後青森県から長崎県にいたる全国10県で播種期・施肥方法・除草回数・適応品種の検討など，移植栽培と比較して行われた。直播と移植では，関東地方では概して直播が劣り，中国地方では直播がまさる場合が多く，特に中・晩生がまさった。また直播は除草作業に人手を要するが労力において配分が合理的に行われるようになり，移植よりも労力節約の可能性が高いことが明らかにされたが，直播栽培試験としては全国的に初歩的時代であった。

府県とは別に北海道では明治中期から直播が積極的に行われたが，寒冷地の特殊性があるので項を改めて述べる。

〔注〕

- 1) 嵐 嘉一：前出。
- 2) 沢沢梅治郎：我が国における水稲直播栽培の試験成績要録。農林省農事試験場，1974。

#### 4. 大正中期から昭和初期の直播研究

第一次世界大戦（大正3～7年）は我が国の商工業界に未曾有の好況をもたらした。この方面に多くの労働力需要を生じた。大正年間における職工数は2年度で91万6千人であったが、10年度は179万7千人、13年度は187万5千人に増加し、新設・拡張工場の雇傭労働者の前職は農業39%、工業36%とかなりの農村人口が都市商工業地帯に移り、農村は労働力不足に陥った<sup>1)</sup>。これに対応する稲作技術として育苗・田植えを省略出来る直播栽培が各地に散見される慣行的栽培法を参考にして試験研究者に取り上げられた。

三重県鈴鹿郡では深伊沢村を中心としてマキタテと称して湛水直播が古くから行われていた。起源は明らかでないが明治初年には慣行されていたという。扇状丘陵地で灌漑水の供給少なく、マンボと称する水源隧道による湧水を利用するのと、黒ボク地帯であるので除草が容易であり、養蚕・茶その他の農作業との労力上の競合を緩和し、農繁期の労力配分・調節上、好適であったことから、慣行されたらしい<sup>2)</sup>。三重県農事試験場では、これに着目して大正10年同場および慣行地たる同村に試験地を設けて研究に着手し、翌11年さらにこれを拡大して県内直播未慣行地6カ所を加えて併せて8カ所において試験を行った。その結果、労力の節約、生産物の増収および肥料費の節約上よりその試験成績を同年11月に公表した<sup>3)</sup>。以来各地の直播慣行地および各府県農事試験場においてそれぞれ試験が開始された。大正10～昭和5年の各農事試験場の業務年報（業務功程・業務行程など）によって全国ほとんどの府県で取り上げられたことが分かる。

明治期の直播研究はほとんど湛水直播であったが、大正期は湛水直播のほか、乾田直播があり、生産費低減および労力不足に対応する栽培法として関心をもたれた。湛水直播は代かき後、湛水のまま、または落水して土壌表面に播種し、以後湛水を継続するもので、明治以前および北海道における直播栽培は全てこの方法である。乾田直播は畑状態で耕起・整地し、播種後覆土して本葉が数枚まで成長してから入水するもので、作物のない裸地を整地して播種するものと、麦畑の立毛のまま畝間に播種し、麦刈り取り後に入水する麦間直播がある。大正13年三重県農事試験場の上記第2報に乾地直播法として試験結果が報告されている。また、岩槻信治は『稲作実際論』（1928）に初めて「乾田直播」を取り上げ、米国加州の米作法は即ち乾田直播で別に珍しくはないものであるが、安城農事試験場（愛知県）における数年間の試験成績は概して良好であり、今後相当に研究奨励の見込みあるものと考えている、と述べている。南部<sup>4)</sup>は神奈川県において、野村<sup>5)6)</sup>は埼玉県における乾地直播と麦間直播の試験結果から、それぞれ雨量少なく田植え遅延の場合、旱害激甚で植付け不能、収獲皆無の場合でも相当の収量を確保出来ると述べている。以上のように農村の労力不足対策のみでなく、旱害対策としても研究者あるいは研究機関に取り上げられ、各地の直播栽培の実態とそれぞれの技術的解剖が行われたが、昭和の不況時代の到来で農村への帰農者が増えるに従って、研究の意義が弱まり、普及に移されることなく、実用技術として確立出来ないままに多くは中断された。各県農事試験場の業務年報によれば、大正後期からの直播研究は昭和4~7年頃までにほとんど中断した。昭和11年の『水稲及陸稻耕種要綱』<sup>7)</sup>に記載されたのは北海道の9万3087 haのほかは三重県鈴鹿郡の587 haに過ぎなかった。

〔注〕

- 1) 日本農業発達史, 7. 1978.
- 2) 川竹基弘ほか：水稲の直播地帯（三重県鈴鹿郡）の沿革と実態並びに現地試験成績の概要。東近農試報告, 第1号, 1954.
- 3) 三重県農事試験場：水稲直播に関する調査並試験成績, 第1報. 1922, 同第2

報. 1924, 同第3報. 1926.

- 4) 南部増治郎：水稻直播栽培に就いて. 農業及園芸, 1巻1号, 1926.
- 5) 野村盛久：水稻の対旱栽培法に関する考察. 大日本農會報, 545, 1926.
- 6) ————：旱害地の水稻栽培法. 農業及園芸, 2巻5号, 1927.
- 7) 農林省農務局：水稻及陸稻耕種要綱. 1936.

## 5. 昭和中期から30年代前半の直播研究

日中戦争から太平洋戦争末期までに21～50歳の農村人口が約25%も減少する<sup>1)</sup>という戦時の労力不足を反映して直播栽培面積は僅かではあるが増加し、昭和16年<sup>2)</sup>には茨城・埼玉両県で各4000ha前後のほか、東北・関東・東海・近畿・山陽地方の各数県で行われている。低地・谷地田のような湿地における湛水直播が主であったが、岡山県では乾田直播が行われた。

岡山県の乾田直播は大正年間に瀬戸内海沿岸地域における古来からの約束によって田植え水の掛かる時期がおそく、その対策として始められたもので、さらに小麦作と水稻の直播を両立させる方法として小麦の立毛中に水稻を播種する方法も研究者によって示唆されていた。これが普及されたのは吉岡<sup>3)</sup>の麦間直播に関する精力的な研究と指導によるもので、戦時体制下の労力不足にあえいでいた農村の救い主となった。戦後も続けられ昭和22年には1000haを超える普及を見たが、雑草の処理が困難であること、収量的に不安定であることなどから、その後急速に減少し消滅していった<sup>4)</sup>。

全国的には戦後も労働力不足と、従来の生産性を無視した手労働を中心にした技術に対する反省から、直播栽培を稲作技術改善の一つの方向として取り上げ、全国の大学・農事試験場において詳細な試験が実施された。その結果、昭和25年頃にはある程度まで生理・生態的な解明がなされ、湛水直播、乾田直播、麦間直播ともに栽培法として組み立てられる段階に達した。しかし、農家への普及は労働事情の好転、食料不足に対する増産への強い要請という社会経済的な条件と、収量性の不安定、雑草防除が困難であるとの栽培

技術としての欠陥から次第に衰微し、1950年から1963年にかけて全国で3000 haを維持した普及面積も、昭和32年頃には僅かに1300 haに過ぎなくなった<sup>5)</sup>。

〔注〕

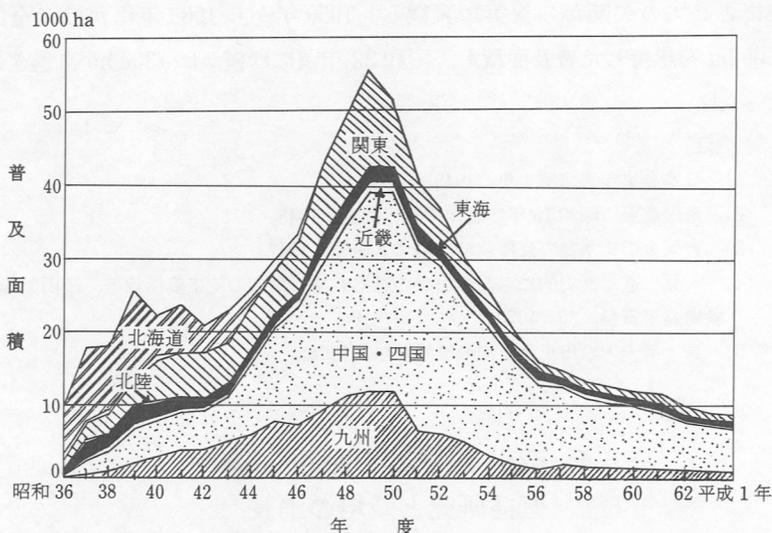
- 1) 日本農業年報，第1集．1948。
- 2) 帝国農会：昭和16年度農作業慣行調査．1943。
- 3) 吉岡金市：水稲の直播栽培に関する研究．1947。
- 4) 人見 進：歴史的にみた岡山県の直播栽培，岡山の乾田直播栽培．岡山県農業試験場農産資料，36，1970。
- 5) 泉 清一・姫田正美：稲の直播栽培．1964。

## 6. 昭和36年から昭和50年代の 直播研究と栽培の消長

昭和36年，農業基本法が制定され，農業構造改善事業促進対策大綱が決定されて今までの零細農業にかわる選択的拡大の構想が打ち出された。稲作については経営の大規模化と他作目への労力転換を可能にするため，大型機械化一貫体系の確立を目標に直播栽培の積極的導入が計られ，全国農業試験場を挙げて組織的に研究・普及が行われた。吉岡・和田<sup>1)</sup>が北陸地方で湛水直播の普及活動を行ったのもこの時期であった。

このときは大型圃場を整備して大型農作業機械，特にトラクタやコンバインが主役になり，直播も地上散播はもとより，ヘリコプターを使って空中から播種し，病虫害防除も空中からの農薬散布で，雑草防除は除草剤で，収穫は大型コンバインでという大規模な実証試験が行われ，アメリカ式稲作を夢見ていた時代であった。

研究・普及の成果はかなり上がり，除草剤の使用によって従来の直播で苦勞した除草が容易になり，直播面積は着実に増加した（第1図参照）。特に常習的な用水不足地帯であった岡山県<sup>2)</sup>を中心とする瀬戸内海沿岸，埼玉県<sup>3)</sup>，



第1図 高度経済成長期における水稲直播栽培面積の消長

(農水省農蚕園芸局農産課資料から作図)

佐賀県<sup>4)</sup>の一部では乾田直播が普及し、かなり定着した。また、富山県を中心とした北陸地方<sup>1)</sup>では湛水直播の実施農家が見られるようになった。しかし、依然として栽培が不安定で、特に湛水直播は間引き・補植・除草など播種作業以外の管理に思いがけない労力を要し、田植え栽培に比べて経済効果が予期したようには上がらなかった。加えて、昭和45年頃から機械移植栽培が普及し始めると、直播栽培に対する期待は急速に低下し、昭和49年を頂点として直播栽培面積は減少し始めた。昭和50年機械移植面積は全国水田面積の61%であったが、55年には90%を上回り、直播面積は昭和63年には1万ha以下になり、そのほとんどは乾田直播であった<sup>5)</sup>。また試験研究機関の報告も昭和41年が最も多く、45年を最高にして以後次第に減少し、48年以降はほとんど見られなくなった<sup>6)</sup>。

〔注〕

1) 吉岡金市・和田一雄：前出。

- 2) 人見 進：前出。
- 3) 腰塚 敏：埼玉県における水稲直播栽培 (1). 農業技術, 21, 1966。
- 4) 日本作物学会第 160 回講演会運営委員会：佐賀県における稲作技術の発展. 1975。
- 5) 水稲湛水土壤中直播技術研究会：稲作に関する資料. 1990。
- 6) 農林水産技術会事務局：水稲直播編, 農林水産研究文献解題. 1973。

## 7. 北海道における直播栽培<sup>1)2)</sup>

北海道における稲作は明治 2 年には道南（渡島・檜山）の 330 ha に過ぎず、開拓使も低温の故をもって稲作には消極的であった。しかし、人口の増加にともなって米の需要が高まり、明治 6 年札幌郡広島村の中山久蔵の選出した赤毛種が漸次普及され、徐々に水田は増加の傾向を辿って、明治 19 年には 1880 ha になり、明治 20 年以降、石狩・空知・上川の北海道稲作中核地帯に広がり始めた。当時の稲作は府県から移民した農民によるもので、全て移植栽培であり、水苗代で育苗して田植えを行った。

明治 25 年北海道庁財務長として赴任した酒匂常明は積極的に稲作を推進し、翌 26 年札幌郡白石村に水稲試験場を設置し、翌 27 年に真駒内種畜場内に、28 年には上川農事試験場にそれぞれ稲作試験地を設けた。その結果を取りまとめて、明治 29 年『北海道米作論』を著した。その中に、「実蒔きは連年良収ありて品質もまた可なり。気候順当の年には特に利益なしといえども、すなわち気候寒冷なる年にはその成熟早きがために、移植稲の登熟するあたわざる時にありてもなお収獲あり。一坪百株とし、一株五、六粒の種子を播下するを適当とす」と述べている。大正 10 年刊行の『北海道の米』<sup>3)</sup>によれば「本道ニ於ケル水稲ノ直播ハ、明治 26 年創メテ札幌郡白石村水稲試験場ニ之ヲ試ミ成績良好ナリシ以来漸次各地ニ普及セラレ、現今ニ於テハ札幌、上川、河西、浦河、網走各地方等ニ多ク行ハルルニ至レリ而シテ本法ハ其ノ方法宜シキヲ得ル時ハ其ノ収量敢エテ移植法ニ劣ラザルノミナラズ地方

ニヨリテハ多少ノ増収ノ傾向アリ」とある。また、「本道ノ如ク水田農家ノ経営面積大ナル地方ニ在リテハ短期間ニ挿秧ヲ行フコトハ勞力ノ配当上作業容易ニアラザルヲ以テ水田ノ一半ハ移植法ヲ行イ他半ハ直播法ヲ行フ時ハ作業ノ繁緩ヲ調和シ適期ヲ失セズ挿秧及播種ヲ行フコトヲ得ベシ」と勞力の配分と移植法との並立を説いている。

渡島地方以外の寒冷地においては水苗代の播種は5月初旬で早過ぎると発芽障害ならびに稚苗の枯死を招くが、5月中旬直播すれば安全であり、田植えを省略することによって生育の中断を起こすことなく、6月中旬の田植え苗と同様の生育を遂げて齊一で早めに成熟することが、水稻栽培を可能としたものと考えられる。

白石その他の稲作試験地における直播試験は散播によったが、雑草の繁茂が著しく、刈り取りにかなりの労力を要することから、明治30年代には点播の試験が行われた。点播をすると除草が容易になり水苗代移植栽培と比較して有利なことが確認され、点播方式の実用化が計られた。しかし、点播は散播に比べて労力を多く要し、5月の低水温中での作業はかなりの過労であったので、播種労力を軽減するための工夫が国および農民によって行われた。

明治35年頃、上川郡東旭川村、末松保次郎と黒田梅次郎の2人によって黒田式直播器が発明された。これは俗にタコアシと呼ばれるもので、1カ所には5~10粒、一度に16カ所に粒をおとし、熟練すれば1日5反(50a)を播種するという能率的なもので、その株間隔が等しいので当時使われ始めた回転式除草器の使用が可能となって、直播栽培の実用化に大きな貢献を果たした。さらに直播器向きの無芒品種の坊主が選抜され、道中央部の稲作を安定化するとともに、稲作限界地帯とされた北見・十勝平野や泥炭地へ漸次進展した。これらの地帯は水苗栽培は全く行われず、直播栽培によって初めて稲作が可能になった。昭和7年には全道の稲作面積は19.9万haに達し、実にその80%が直播栽培であった。

昭和6, 7, 9, 10年の冷害を契機として温冷床栽培が冷害克服の技術とし

て普及し始めた。この技術は大正4年に開発されたが、ムレ苗、立枯病、苗立ちの不斉等から一時中止されていたもので、昭和10年から研究が再開されたものである。従来の水苗代に比べて10～15日の早播き・早植えを可能にし、直播に比べても出穂・成熟が促進されて安全性および増収性が強化された。その結果、昭和17年には直播は59%に減少し、さらに昭和28、29、31年の冷害年以後90%以上が保護苗代となり、直播面積は激減した<sup>4)</sup>。

昭和36年以降には府県と同様に増加の兆しが見られ、農事試験場における研究目標は省力技術の確立が第一に挙げられた。当時北海道の直播面積は4%であり、再び精力的な直播研究が行われたが、苗立ち、雑草防除対策などを解決出来ず、昭和41年をもって一部を残し直播栽培に関する試験は中止された<sup>5)</sup>。

〔注〕

- 1) 北海道立総合経済研究所編：北海道農業発達史。1963。
- 2) 外崎正次：明治・大正期における北海道稲作の展開。北海道農業研究，19，1961。
- 3) 北海道産米百万石祝賀会編：北海道の米。1921。
- 4) 外崎正次：戦後における北海道稲作の発展。北海道農業研究，21，1962。
- 5) 北海道農業試験研究機関創立80周年記念行事協賛会：北海道農業技術史 1966～1980。1982。

## 8. 湛水土壤中直播栽培法の開発

### (1) 乾田直播と湛水直播

以上のように、我が国では直播栽培が何度も試みられながら普及しなかったのは何故であろうか。

直播栽培の退潮の中で岡山県の乾田直播は、根強く残った。乾田直播は整地を丁寧にするれば、出芽・苗立ちが良好であり、雑草防除にはスタムとサ

ターン乳剤を使えば初期除草が安全に出来た。また、播種してから覆土をするので稗基は土壤中に埋没し、幼苗および成熟時の倒伏を避けることが出来る。したがって、用水不足で田植えの遅れ勝ちのところでは用水の入る1カ月前に乾田直播をすれば、田植えと同等の生育を確保し、収量的に安定するのである。

ところが、この乾田直播は苗が5~6葉に成長してから水を入れるが、代かきをしないので縦浸透の著しい水田では湛水が出来ず、養分の流亡も激しい。したがって、環境条件として代かきをしなくても湛水出来るという特殊な土壤構造が必要である。また、播種床の土を細かくしておかないと出芽が不良になるので、砕土・整地の作業期間は土壤が乾燥していることが必要である。その間降雨があってはならない。播種後も冠水すると発芽・出芽不良で幼植物が腐るので、播種の前後各1週間は雨の降らないことが望ましい。このような土壤・気象条件には瀬戸内海沿岸が最も適しているが、岡山県でも播種期の5月上・中旬に長雨があつて、播種出来なかったことがあるという。そのうえ、代かきをしないので、養分の流亡が多く、3年以上連続して乾田直播をすると地力が低下するので、田植えの普通栽培を輪作として組み入れる必要がある<sup>1)</sup>。これに対して湛水直播は代かきをして湛水または落水して播種し、以後湛水を継続するので天候に左右されずに播種準備が可能であり、従来の田植えをしてきた所ならばどこでも実施出来る。しかも気温が低くても、水の保温効果を期待出来るので、早春の播種が可能で寒地でも適用出来る栽培法である。しかし、代かき後の播種は種籾が埋没して、発芽が不揃いになりやすく、また発芽の初期に「芽干し」と称して落水し、土壤表面を空気に曝さないで、初生根が土壤中に定着せず、浮き苗や転び苗を多く発生して苗立ちが不良になり、さらに収穫期には根が浅いために倒伏しやすいため収量が不安定になるという欠点があつた。そのため、播種作業は省力的であっても管理に多大の労力を要することから技術として定着しなかったものと思われる。

〔注〕

- 1) 上村幸生・宮坂 昭・森谷睦夫：連年の乾田直播が水稲収量を低下させる原因について，第1報．日本作物学会紀事，40，1971。

## (2) 湛水直播の苗立ち不良の原因解明

以上のように湛水直播には苗立ちおよび株立ち不良という致命的欠陥があって，それらの克服が安定栽培には必須の要件であった。そこで，著者は不安定性の原因解明のため基礎的研究を行った<sup>1)</sup>。

従来の湛水直播の成功の秘訣は，(1) 代かきした水田土壌中に種籾が埋没すると窒息して発芽障害を起こすので，土壌表面がある程度固まってから播種すること，(2) 発芽し始めたら落水して芽干しを行い，幼苗と土壌に酸素を補給して本葉と種子根の伸長を助け，定着を促進することの2点であった。

初期の苗立ち不安定の原因を種々の実験を行った結果，(1)については発芽適温では少々の埋没は出芽に支障はないが，低温度条件あるいは深い埋没ではかなりの発芽不良があるので埋没は避けなければならないことが認められた。

しかし，(2)については従来の見解とかなり異なった結果が得られた。それは，水稲は水中でも溶存酸素濃度が飽和に近ければ空气中発芽と全く同様に正常に発芽，発根し成長することであった。実際の水田で湛水直播の発芽状況を調べたところでも同様であり，ただ発根はしても土壌中に進入出来ないだけであった。それは水中では発根しても種籾および発芽した幼植物にかかる水の浮力が根の土壌中への進入の支点を失わせるためであり，さらに幼芽・幼根が成長すると全体の比重が1以下になって浮き上がるのであった。芽干しをすると浮力が排除され幼植物の自重で支点が出来て根は土壌中に進入し，再湛水しても定着して浮上しなくなる。しかし定着前に伸長した根部は土壌表面上にあるので幼植物は水中に持ち上げられ，「タコ足」の原因に

なることも分かった。

以上のように、湛水直播における苗立ち不良の原因は水中の酸素不足に因るものではなく、全くの物理的現象であることが解明された。また、芽干しによって土壤への定着が出来ても「タコ足」は幼苗の立ち上がりを不安定にし、さらに収穫期の転び型倒伏を避けることが出来ないので、土壤表面播種を行う限り、収量水準の高い安定栽培は期待出来ないことになる。従来も折衷直播<sup>2)</sup>とか培土法<sup>3)</sup>あるいは株圧法<sup>4)</sup>など稲株の基部を埋め込んで倒伏を防止する方法が考案されたが労力を要する割りには効果が少なく、実用化されなかった。

このようなことから、湛水直播においても乾田直播と同様に種籾を土壤中に埋没または覆土して播種することが安定化の必要条件であると認めるに至ったのである。

〔注〕

- 1) 三石昭三：水稻の湛水直播における土壤中埋没播種に関する作物学的研究。石川県農業短期大学特別研究報告，4，1975。
- 2) 国武正彦：北陸の深水湛水直播栽培，イネの直播栽培。1962。
- 3) 八柳三郎：寒冷地における水稻湛水直播法 (2)。農業及園芸，27，1952。
- 4) 西尾隆雄ほか：水稻湛水直播栽培の倒伏防止に関する二三の考察。鳥取農試報告，7，1966。

### (3) 過酸化石灰の被覆種籾の利用

前述のように代かきした水田では種籾が土壤中に埋没すると発芽が著しく害されるので、土壤中に埋没播種するには何らかの処理が必要である。幸いにも過酸化石灰の被覆種籾が土壤中からの出芽に有効なことを発見されていたので<sup>1)</sup>、その方法を取り入れることにした。過酸化石灰は水と反応して徐々に酸素を放出し、あとには水酸化石灰（まもなく炭酸石灰になる）を残す化合物であり、この酸素が土壤中で幼芽（鞘葉）の伸長を促進して出芽を可能にするものである。

中村<sup>2)</sup>は過酸化石灰に焼石膏を混合し、水を噴霧しながら皿型コーティング機で転動すると、1粒ずつ均等に被覆される方法を開発した。これによって、植物生長調節剤として過酸化石灰 35%、焼石膏 25% を含有する「カルパー粉剤」が農薬登録を受けた。

カルパー粉剤の被覆量、播種深度および温度条件を検討した結果、早春の 15°C でも安全に出芽可能な被覆量は種籾と同量で、土壌中播種深度は 2 cm 以内と判定した。また浅過ぎると過酸化石灰の発生する気泡が種籾に付着して土壌表面に浮上するので 5 mm 以上埋没する必要があることが分かった。

最近の研究によれば、過酸化石灰が代かき土壌中からの稲の出芽を可能にするのは、その発生する酸素が種籾または幼植物に直接作用するのではなく、無被覆では種籾の周囲が局所的に還元状態になるのを、被覆によって土壌還元を防止する結果であることが分かった<sup>3)</sup>。したがって、資材・被覆労力を要するので無被覆で播種出来ることが望ましいが、代かきしなければ管理出来ない水田で、過酸化石灰剤の助けなしで出芽可能な水稲系統は簡単には育成出来ないであろう。

〔注〕

- 1) 太田保夫・中山正義：湛水条件における水稲種子の発芽におよぼす過酸化石灰粉衣処理の影響。日本作物学会紀事，39，1970。
- 2) 中村喜彰：湛水土壌中直播機に関する研究。石川県農業短期大学特別研究報告，7，1978。
- 3) 萩原素之ほか：湛水土壌中に播種した水稲種籾近傍の酸化還元状態。日本作物学会紀事，56，1987。

#### (4) 除 草 剤

過酸化石灰被覆種籾を用いて小規模な圃場試験を始め、移植栽培に用いる初期除草剤を供試して検討したところ、モリネート剤を除いて全ての登録薬剤に薬害が見られた。稲の成体には選択的に無害であっても、籾葉が土壌表面に抽出する際に接触すると殺草効果があるらしい。モリネート剤は除草効

果が低く、そのうえ魚毒性が強くて適用禁止区域があるので使用が制限される。湛水直播では初期除草の成否が重要な鍵であり、効果的な除草剤がなければ栽培技術とはなりえないので未登録中のものから広範囲に検索した。その結果新しく開発されたピラゾレート系除草剤、試験番号 SW751 が適当と認められた（三石：未発表および昭和 50 年度・北陸地域稲作検討会資料）。本剤は昭和 53 年に登録申請され、54 年に許可、55 年から商品名サンバードとして発売された（その後、湛水土壤中直播栽培の初期除草剤として数種類が登録された）。

除草剤の目途がつき、後述のように湛水土壤中直播機が開発されたことから、従来の湛水直播と区別して湛水土壤中直播栽培法と名付け、栽培実証試験を開始した<sup>1)</sup>。

〔注〕

- 1) 三石昭三・中村喜彰：水稻の湛水土壤中直播栽培に関する研究 (1)。日本作物学会紀事，46（別 1），1977。

## (5) 湛水土壤中への播種方法

### ① 湛水土壤中直播機

代かきした湛水土壤中 5~20 mm の深さに埋没播種するために昭和 53 年湛水土壤中播種機<sup>1)</sup>が開発され K 社から試験販売された。その後改良が加えられ農機具メーカー数社からも市販されるに到った。これらは条播または点播に近い条播で、歩行用 4 条，6 条，乗用 6 条および 8 条で，補助作業員を要せず，10 a 所要時間は 20~30 分とかなり省力的である。播種に際して，代かき土壌の硬さ，落水の程度等に若干の経験が必要であり，機種によっては播種精度に問題もあるが，昭和 58 年にはこれらを用いて約 1000 ha に及ぶ実証ならびに実用化栽培が行われた。

## ② 散播栽培

低コスト・省力化を一步進める方法として散播方式がある。乾田直播と同様に土壤表面に散播してからの混層耕は代かき土壤では難しい。著者ら<sup>2)</sup>はカルパー被覆の上にさらに風乾細土を被覆して種籾の4~6倍のペレットを作成し、代かき後1~3時間の濁り水の中に投入するか、1~3日後に落水して出来るだけ高い所から播種すれば、土壤中1~2cmの深さに埋没播種する方法を開発した。播種は手でバラ播きしてもよいが、薬剤散布用の背負い式動力散粒機を用いると、畦上から10a当たり20分位で播種が出来る。防除機の多面的使用であり、専用の播種機を必要としないので低コスト稲作に最も適した栽培法であろう。さらに散播栽培は水稲の生理・生態に適したものであるとして、従来の稲作を根本的に見直す農法であり、移植栽培の限界を超越することが可能と考えられる<sup>3)4)</sup>。現在、一般的な普及面積は少ないが、各地の先進的稲作農家によって実証的栽培が進められている。

## ③ 航空機による湛水土壤中直播

湛水散播栽培法がほぼ確立し、実用化の見通しが得られた段階で、省力・低コストのための大規模栽培を実現するために農林水産航空技術合理化試験が農林水産航空協会を中心として昭和59年から開始された。

ヘリコプターによる直播栽培は昭和37年から数年間、北海道から九州まで各地で試みられたことがあった<sup>5)6)7)</sup>。播種精度は良好であったが、湛水下の土壤表面播種であり、栽培法が確立していなかったので実用化されなかった。それを、湛水土壤中直播栽培法で試験を再開したのである。

ヘリコプターの散布装置はインペラーを毎分1000回転させて飛散させるので、前述のペレットでは被覆剤が剥離されてしまう。そこで、まずペレットの改良から着手し、過酸化石灰25%、焼石膏25%、オリビンサンド50%の混合粉剤を作成した<sup>8)</sup>(水稲の散布用としてカルパー粉粒剤Aで登録済)。オリビンサンド(橄欖石を粉碎したもの)は比重3~3.5でペレットの比重

を高め、土壌中への埋没を助けるための加重剤として用いた。ヘリコプターによる高度10~15mからの散布精度は高く、変異係数20%前後で、土壌中への埋没も順調であった<sup>9)</sup>。石川・熊本・埼玉・岐阜・その他数県で実証試験が行われ<sup>10)</sup>、平成元年度は全国で143ha、特に埼玉県では71ha、岐阜県では34haと実用化の段階に達している。埼玉県における昭和63年度機械化集団で実施した「ヘリ播種湛水土壌中直播」では、第二次生産費は県平均より43%、大型機械による稚苗移植体系より37%の大幅コスト低減となった<sup>11)</sup>。本栽培法ではヘリコプター作業の効率化とコスト低減のために大規模な圃場集積が必要であり、それに対応する栽培組織の編成、大区画圃場における適用品種、栽培形態、地上作業の合理化など、従来のものであると考えられなかった問題点を抱えながらも着実に増加の傾向にある。

〔注〕

- 1) 中村喜彰：前出。
- 2) 井村光夫・三石昭三：コストダウン稲作としての“湛水土中散播”栽培法。農業及園芸，58，1983。
- 3) 吉岡金市：水稻の直播栽培に関する研究。1947。
- 4) 赤松誠一：水稻散播に関する研究，第4報。日本作物学会紀事，35，1967。同第6報。同37，1968。
- 5) 角田公正ほか：ヘリコプターによる空中水稻直播の成果と問題点。農業技術，17，1962。
- 6) 林 義雄：岡山県における水稻空中直播の成果とこれから。農業技術，19，1964。
- 7) 杉島 浩ほか：長崎県における水稻航空直播の実績。農業技術，19，1964。
- 8) 井村光夫ほか：湛水土壌中散播栽培におけるヘリコプター播種用ベレット状種粒の作成例。北陸作物学会報，20，1985。
- 9) 井村光夫ほか：ヘリコプターによる水稻の湛水土中直播(1)，(2)。日本作物学会紀事，54(別)，1985。
- 10) 農林水産航空協会：昭和59年~61年度 農林水産航空技術合理化試験成績書。昭和62年~平成2年度 航空播種による水稻湛水土壌中直播栽培試験成績書。
- 11) 大塚一雄：ヘリコプター利用による水稻の散播湛直栽培。今月の農業，1990年2月号。

## 9. 湛水土壌中直播栽培法の将来

諸外国の厳しい農産物自由化要求のみでなく、国内的にも米価の実質的低下、自主流通米比率の上昇の中にあつて、稲作コスト低減は避けられない状況に置かれている。さらに最近における農外就労者の増加と新規就農者の減少、農業労働力の高年齢化によって稲作は早晚、中核農家または生産組合による大規模経営を余儀無くされる情勢にある。

機械移植栽培は高度経済成長を支え、労働力不足を補って全国水田の98%に及び、田植機の機能の充実と普及には目覚ましいものがある。しかし、田植えの技術史を追究して、田植えの機械化過程をつぶさに検証した和田<sup>1)</sup>も指摘するように、新しい田植機の複雑化・高価格化とそれに対応するための育苗施設の膨張は「新しい矛盾をふくんでいて、それ自身の矛盾の発達史が始まる」ことになり、田植えを前提とした機械化・装置化の道を歩むならば、多少の労働力の節減は出来ても、米の生産費をただひたすら押し上げていくばかりである。その新しい矛盾を揚棄する道は、“田植えとは何ぞや”という問題にたちかえり、稲の生理にとって必ずしも必要条件ではない育苗・田植えをなくすことであると述べている。

前述のように我が国の直播栽培に関心もたれたのは、大きく分けて大正末期、太平洋戦争中および戦後、昭和36年以降の高度経済成長と3度あった。いずれも、農村労働力の流出を補うためであり、前者の2度は労働力の還流とともに低調となった。後者は田植機の普及によって直播に求められていた過酷な田植え労働からの解放が実現し直播栽培面積は減少した。しかし、その根本的な理由は直播栽培が苗立ち不安定で収量が安定しなかったことと、除草に多大の労力を要し、予期した省力の効果が上がらなかったためである。若し、栽培および収量性が安定しておれば、労働力が豊富になっても明らかに省力的な直播栽培が定着したであろう。乾田直播が一部の地域で

現在も定着しているのは、このことを如実に物語っている。アメリカ合衆国やオーストラリアの稲作は乾田直播に近いものである。残念ながら我が国では平地といえども傾斜が急で、代かきなしで湛水可能な水田は少なく、乾田直播の適地は局限されている。したがって、直播栽培を全国的に普及するには湛水直播の安定化が必須の条件となる。

湛水土壌中直播は条播、散播のいずれにしても栽培技術体系として確立されようとしているが、昭和60年以降全国で2500ha前後を推移して、増加の傾向が見られない。その原因として機械移植栽培の安定性に対する信頼もあるが、過去の幾度かの直播栽培の失敗に対する警戒感も無しとしない。本栽培法は従来の湛水直播の不安定性の原因を解明したうえで、土壌中埋没播種によって阻害要因を排除し、新規に開発された有効な除草剤の利用とあいまって収量的にも安定性を獲得した栽培法であるが、安心して移植栽培に代わるには幾つかの課題を解決しなければならないであろう。

その第一は、直播栽培は単なる農業労働力の不足に対応する稲作の一技術ではなく、田植えという作業を省略して大規模稲作を実現するための、新しい農法であるとの認識が必要であろう。従来の直播栽培には移植に劣らない収量性が求められていた。したがって、移植に比べて低収であるとの理由から試験が打ち切られる例が多かった。移植栽培の高い生産力を目標に生理・生態研究と品種改良が行われ、田植えを前提に管理されてきた水稻が、直播によって移植栽培以上に収量を上げる筈がない。直播栽培をコスト低減の省力的稲作として位置付けするならば、まず、安定技術として栽培体系を確立することが必要であり、そのうえで増収の道に向かうべきであった。湛水土壌中直播栽培では直播栽培の不安定の主要原因であった出芽・苗立ちの不良と雑草繁茂の問題はほぼ解決し、収量も移植栽培に比べて同じかやや低収ではあるが安定している。初めから増収技術としてではなく、新しい省力・低コスト農法として長期的な視野に立ち、移植栽培で築かれた埋論の上に新しい研究を積み上げて確固たる直播栽培体系を組み立てるべきである。湛水土

壤中直播はその厳しい試験・研究に堪えうる栽培法である。

次に問題になるのは直播用品種がないことである。現在の水稲品種は万全の保護下で育苗し、理想的な本田環境で管理をする移植栽培用に育種されたもので、幼苗期から過酷な環境にさらされる直播用に育成された品種は皆無である。たとえば現行品種について直播に必要な低温発芽性を見ると、むしろ暖地の九州の品種に多いが、幼植物は15°Cの低温下では枯死するものが多いこと<sup>2)</sup>などからも、いかに移植用品種が直播に適しないかが推察される。また直播栽培では稈基の埋め込みが少ないので登熟期に倒伏しやすく、条播または散播されるので、倒伏すれば収穫作業が著しく困難になる。移植栽培でも耐倒伏性の弱い現在の良食味品種で直播栽培を行うには施肥量を抑え、収量減を予定して栽培しなければならない。アメリカ合衆国の水稲品種は良質と直播適性を選抜の主たる基準とし、収量性のある程度犠牲にして耐倒伏性が高められているという<sup>3)</sup>。現在は既存の品種の中から直播に幾分でも適する品種を選択するほかはないが、長期的な展望に立った直播栽培の普及・定着のためには直播用の良質良食味品種の開発が是非必要である。

昭和60年4月、湛水土壤中直播技術に関する技術的検討を行うため水稲湛水土壤中直播技術研究会（事務局は財団法人農業振興奨励会内）が発足した。現地調査・情報交換を活発に行い、技術指針を作成し研究会誌を発行して啓蒙・宣伝に努めている<sup>4)</sup>。我が国の自然的・社会的環境に適合した直播栽培が健全に育ち定着することを切に願うものである。

〔注〕

- 1) 和田一雄：田植の技術史、1988。
- 2) 小高信一・阿部信行：低温条件下におけるイネの高出芽性品種の検索。農業技術、43、1988。
- 3) 秋田重誠：アメリカ合衆国の稲作を支える技術と研究（3）——わが国の稲作研究へのインパクト——。農業技術、45、1990。
- 4) 水稲湛水土壤中直播技術研究会として以下のものを発行した。  
水稲湛直研究会誌（第1～8号）、1985～1990。  
水稲湛直研究会資料（第1～2号）、1989。

水稻湛水土壤中直播栽培の手引き，昭和61年版，昭和63年版。

## おわりに

和田一雄教授に初めてお会いしたのは，金沢経済大学に御在職中の昭和46年であった。当時は吉岡金市学長とともに北陸地方に水稻湛水直播を普及するため精力的に御活躍中で，石川県における検討会を開かれた席上であった。著者が石川県農業短期大学で過酸化石灰を被覆した種籾を代かき土壤中に埋没播種した研究を紹介したところ，学長と一緒においに興味を示された。その後，同窓生（三重農林専門学校農学科卒）であることも分かり親しく御指導を受けることになった。特に散播栽培については，深い御造詣を惜しみなく伝授戴き，湛水土壤中散播栽培の体系化には絶大な御後援を受けた。時を同じくして共に北陸地方から東海地方に転勤した。三重大学付属農場，岐阜県海津町のヘリコプター播種には早朝にもかかわらず見学していただき，ほぼ完成の域に達したなあ，との感想を戴いた。

これから，ますます御鞭撻をいただけるものと思っていた矢先に御訃報に接し，残念でなりません。生涯の研究課題とされ，その実現に努力された水稻直播栽培の発展を祈念して，御冥福をお祈りします。

〈謝辞〉 本稿を草するにあたり，農林水産技術情報協会 鷲尾 養氏，北海道立上川農業試験場 田中英彦氏，三重県農業試験場 石黒一郎氏，岡山県農業試験場作物部 石田喜久男氏，その他多くの方々のお世話になりました。ここに厚く御礼申し上げます。