

アメリカ合衆国における 水稻直播栽培

財団法人 日本植物調節剤研究協会 吉沢長人・竹下孝史

1. 稲作の概要

日本の約25倍の国土を有するU.S.A.は3,000万haのトウモロコシ, 2,500万haの大豆, 260万haの小麦, 420万haの棉等々, 広大な面積で作物が栽培されている。水稻についても100万ha前後が栽培され, 1981年には約150万haであったが近年減反政策の影響もあり面積は減少の傾向にある。全U.S.A.の米の生産量は概重で約600万トンとなっている。主な水稻地帯は図-1の通りである。栽培面積が最も大きいのはアーカンソー州の42万haであり, 次いでルイジアナ州の19万ha, カリフォルニア州, テキサス州は19万ha, ミシシッピ州7万ha, ミズリー州3万haの順である(1985年)。

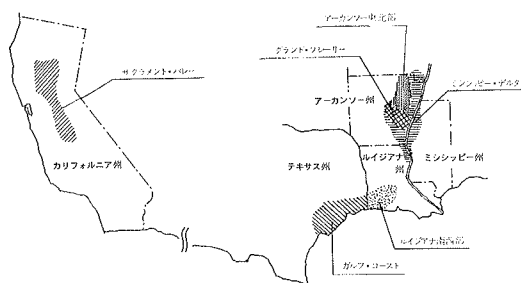


図1. U.S.A.における主要水稻地帯

南部諸州を中心に全U.S.A.の65%, 南部諸州の77%は乾田直播栽培であり, 湛水直播は全U.S.A.の35%であるが, カリフォルニア州では全て湛水直播栽培が行われている。

2. カリフォルニア州の湛水直播栽培

1) 灌漑用水

カリフォルニア州の年間降雨量は500mm程度であり, 水稻の栽培期間中は殆んど雨を期待できない。10月の収穫時期, オークランド郊外の放牧地と思われるなだらかな山は水不足のため枯草の茶一色であった。灌漑用水は冬期間シェラネバダ山脈に降る20mの積雪を水源として, 農業用に7つのダムが造られている。主なものとしてはシャスターダム, オロビルダムがあり, この2つのダムで400万haの灌漑能力を備えている。灌漑用水路はカリフォルニア州を北から南に走っており, 農業は殆んどこの用水を利用して行われているが, 南部の用水が利用できない一部の地帯では地下水が利用される。従って水の費用も北部は10ドル/ha, 南部は25ドル/haと場所により異なっている。土壌は重粘土質で

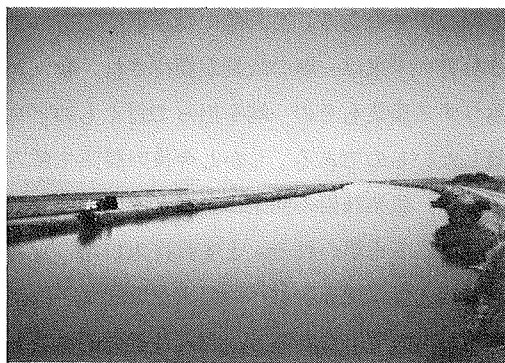


写真1. カリフォルニア州の灌漑用水路

保水力は高いが良好な気象条件のため蒸発、蒸散量も大きく、田面水は少しずつ常に保給されている状態にある。

カリフォルニア州の水稲地帯は北部が中心であり、15万haの作付面積の95%以上がサクラメント近郊のデービスより北の方に広がっている。

2) 品 種

栽培品種としてインディカ系の長粒種とジャポニカ系の中粒種、短粒種に大別されるが、品種の交配が進み、詳しい系譜については判然としない。

U.S.A.における1984年の水稲栽培面積113万haのうち長粒種は87万haで約76%を占めているのに対し、中粒種は23万haで20%、短粒種はビールや酒の原料として使用され約4万haで4%である。また生産量についてもU.S.合計で約630万トンに対し、長粒種は440万トンと全体の70%、中粒種は150万トンで24%、短粒種は38万トンで6%の割合となっている。

これに対しカリフォルニアでは1984年の作付面積17万5千haのうち長粒種は2万4千haで14%にすぎず、中粒種は11万4千haで65%が栽培されている。短粒種も3万7千haで20%の比率となっており、中・短粒種の占める割合が非常に高い。ha当りの収量（籾重）は南部諸州においてはいずれの品種についても5トン前後であるのに対しカリフォルニア州では長粒種は7トン、中粒種8トン、短粒種9.6トン（1984年）といずれも高い収量を示している。

カリフォルニア州の稲作は1910年頃より始まり1912年にはビッグスに稲作試験場が設立された。当初の稲作は日本からもたらされた

と思われる“ワタリブネ”や“Caloro”の晩性長粒品種が栽培されていた。次いで深水や冷水でも生育できる品種として“Colusa”が導入された。これは中国からイタリアを経て渡って来た品種であり生育期間130日の早生品種であった。1948年までこれらCaloro, Colusaが主要な品種であったが、1948年ジャポニカ品種でColusaの血をひいたCal-roseが育成された。これは生育期間160日の晩生品種であったが、この品種を基に以後M-9, M-7, M-401, M-201などの改良品種が育成されている。現在80cm前後の短粒品種が普及しているが、更に倒伏抵抗性を持たせた稈長70～75cmの品種が望まれているが、一般に短粒品種は発芽力が弱い傾向にあり冷水、深水でも高い発芽率を兼ね備えた品種の育成に努めている。

品種には極早生、早生、中生、晩生品種があるがそれぞれ出穂までの日数は90日以下、90～97日、98～105日そして105日以上期間を要する。従って中・晩生品種の播種時期は4月15日頃であるのに対し早生品種の場合は5月15日頃での播種が可能であり、そのため春先の冷水による影響を受けなくてすむという栽培上の利点がある。

3) レーザービーム利用による圃場の均平

稲の栽培で最も重要且つ特徴的なことは圃場の均平化である。カリフォルニアではレーザービームを利用して圃場の均平化をはかり、且つ水管理のため1.6kmに対し2mの傾斜がつけられている。レーザービームの使用はここ10年間で90%以上の農家によって利用されているが、これにより畦畔の直線化、区画面積が広くなり、畦畔による作付面積のロスが少なくなった。更には灌・排水および水深の

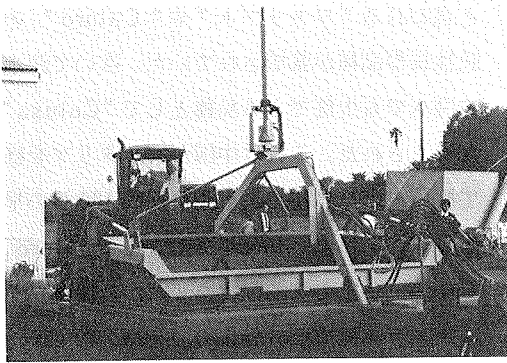


写真 2. レーザービームを利用し圃場を均平化する機械

均一化が容易にはかられるため水の量が節約できるのみでなく大型の機械による荒耕し→ディスクハローによる碎土→フロートを引き回しての均平作業→ランドプレーンによる均平化の順に圃場の整備が進められる。

圃場（フィールド）の周囲にデッチプラウにより排水路が掘られ外畦畔が作られる。この外畦畔に囲まれた圃場の面積は約 50 ha であり、その中を内畦畔で仕切ることにより小圃場に分けられる。この最小単位の圃場はチェックと呼ばれ 4～5 ha の面積で区画される。内畦畔は底面の幅が 1.5～1.8 m、高さ 40～50 cm のものであり通常 3 年間の使用に耐えられる。またこの畦畔の 2～3 か所にコントロールボックスが埋設される。これは水位の調節や高いチェックから低いチェックに水を流す役目をする。

4) 施 肥

施肥は基肥主体であるが 2～3 回に分けて施肥され窒素肥料として液体窒素の施用が一般的である。土壌中 5～10 cm の深さに注入され、価格も安いことから 75% 以上の農家でこの方法がとられている。ほかには尿素肥料が飛行機で散布される方法がある。また P や

K は欠乏土壌にのみ施肥される。ある農場では稲作に P は不要との見解であり K も土壌中に十分量含有されているため N の施用のみで稲が栽培されている。

5) 播種から収穫まで

均平後の水田はさらに円板状のディスクにより小溝が作られる。これは波風による稲の移動を防ぐためのものであり、20～25 cm の間隔で溝深約 7 cm 位のものであるが入水により崩れて 5 cm 位の深さとなる。飛行機等により播種された種籾は水の動き等によりこの溝の谷の部分に定着し、結果としてスジ播きの状態で稲が作られることとなる。

入水は高いチェックから順次低いチェックへと湛水されてゆき、入水は 3～5 日で完了することが望ましい。これが 10 日と長い期間を要することになると雑草や害虫の発生を促すこととなる。

種籾は普通 24 時間浸漬され、その後 24 時間乾燥した後飛行機等によって播種されることが一般的であるが、殺菌剤の浸漬処理が行われる場合もあり、また春先の風が強い状況下での飛行機散布が困難な時などダイホルタン等の殺菌剤により種子をコーティングして播種される方法もとられている。カリフォルニア州の 1 農家当りの平均経営面積は 130 ha（1981 年）位であるが 2,000 ha、9,000 ha の経営面積を持つ大規模農家も存在し、効率的な飛行機による作業が一般に普及している。播種は高度 10～15 m、播き幅 9～15 m で行われ、2 機で 1 時間当たり 40 ha の面積が可能である。費用は 1 エーカー（40 a）当たり 4～6 ドルと安価であり、2 機の飛行機に高い保険料と一年間の人件費を考えると請け負い会社に委託した方が生産コストは安くなる。

入水時の水温は15~16℃と思われるが日照量が多いため水田中では上昇速度も早く、播種時には20~26℃の水温となっている。播種時の水深は5~10cmであり、雑草防除の面からは10cm水深が望ましいとされているが、深水では比較的発芽率が劣る短稈品種の栽培が多いこともあり、浅水での管理が普及している。ある農場では7cm前後の水深で播種し2日後に落水してヒタヒタ水状態で数日経過させ、その後再度7cm前後の水深に戻して管理する方法もとられていた。

播種量は150kg/ha前後であり日本の約4倍量を播種することになる。1m²当たり600粒の密度で播種され165本/m²前後が適正な苗立ち数であり、苗立率は27%前後である。最低本数としては70本/m²でこれだけの苗立ちが確保できれば、雑草害が無い条件下では



写真3. 等高線で区画された水田



写真4. カリフォルニア州立稲作試験場(Biggs)にてDr. James E. Hillの説明を聞く

収量への影響は無い。また300本/m²を超えると密植状態となり収量の低下を招く。播種後10~12週間で最高分げつ期を迎えるが、有効分げつ数は3~3.5本ということである。播種後は浅水状態で管理されるが稲の生育に合わせて水深も上げてゆき通常7~15cmの水深で保たれ、収穫2~3週間前に落水される。1穂粒数は75~130粒で登熟歩合は88%、千粒重はインディカ系で18g、ジャポニカ系で25gである。

収穫は8m幅の大型コンバインで作業されるが、これで1日に10haの刈り取りが可能である。収穫時の籾は22~25%の水分含量を有するが、14%まで乾燥される。最近では水分含量28%時に収穫され急速に18%まで乾燥し、さらに徐々に14%までに乾燥させる方法も取られている。

カリフォルニア州では短稈早生多収品種の導入により高い収量を上げているが、地中海性気候で夏季の湿度は20~50%と乾燥しているため病害虫の発生が殆んど無いこともその一因である。なお南部諸州は8・9月は湿度80~100%となり、イモチ病、紋枯病の発生がみられる。

3. アーカンソー州の直播栽培

1) 現 状

ミシシッピー川を中心に広がる南部諸州の水稲栽培面積は全U.S.A.の約85%を占め中でもアーカンソー州は約40万haとU.S.A.全体の約40%の面積を有する。しかしha当りの収量は5~6トンとカリフォルニア州に比べ低い収量にとどまっている。

1962年除草剤プロパニルが利用されはじめ、また短稈品種の導入や肥料効率の向上に伴い、

収量は増加しはじめたが、1970年以降は栽培面積の増加による管理不足のため収量は減少傾向にある。そのため近年、水稻経営農家が黒字であった年は1980年と1985年のみである。1986年は100ポンド（45キログラム）当り4.5ドルの価格が予想されるため1ha当り250ドルの赤字となるだろうと、「U.S.D.A. 稲作試験場」のロイ・スミス博士は説明してくれた。政府の補助金で農家は経営が成り立っており、またこの補助金は減反政策と関連しているという。

2) 圃場整備と播種

アーカンソー州では稲作の連作はわずかに4%程度である。米→大豆、米→大豆→大豆、米→グレンソルガム→大豆、米→トウモロコシ→大豆などの輪作体系が殆んどであり、隔年作が52%、3年に1作が44%と連作は極めて少い。

従って農作業も先ずレーザービームを利用して圃場を整地した後、耕耘、整地を2回繰り返して凹凸を均平化し平均2cmの深さに播種した後、軽く鎮圧してゆくのが一般的な乾田直播のトラクター利用によるスジ播き法（Drill seeding）である。またトラクターや飛行機によるバラ播き法（Broadcast seeding）もあるが播種量はスジ播き法で100～140kg/ha、バラ播き法で120～170kg/haであり、バラ播き後は平均覆土が2.5cmになる位に混和され、その後軽く鎮圧される。なお乾田直播栽培の予定でありながら播種前の多量の降雨でその作業が不可能になった場合や、重粘土質土壌で土塊を細碎できない圃場では湛水直播栽培が行われる。この場合は130～170kg/haの粃を湛水した圃場に飛行機で播かれる。この時圃場の土

塊は若干大きいままであり、種子は土塊の間に落ちることによって水の移動による吹き寄せを防ぐことができ、且つ土塊の崩壊により覆土される。播種3～5日後落水された後は種子の一部が土中に埋没しているか、ごくわずかに土壌で覆土された状態がつくり出される。落水後は湛水直播も乾田直播と同様である。播種後30～40日間は無湛水状態で経過するが、この間降雨が望めない場合は、10日もしくは2週間毎に灌水し、1日で落水するフラッシングと呼ばれる操作が2～3回繰り返され、その後は湛水状態（パーマネントウォーター）で収穫まで管理される。

播種期は品種によって異なるため4月1日から6月20日までと長期間にわたる。アーカンソー州では70%がスジ播き法で行われ、播種密度は430粒/m²である。これに対しバラ播き法は28%で実施されており530粒/m²の割合で種子が播かれる。一方湛水直播は4%程度であり播種密度は570粒/m²である。苗立ち本数は220本/m²位が一般的であり、栽培管理はアーカンソー大学で作られた農業用コンピュータプログラムを利用して進められている。

3) 地下水の利用

水源として大部分は地下水が利用される。最も多いものはShallow wellといわれるものでこれは15～30mの深さで1分間に約1,000～1,500リットルの水を供給でき、75%の水田はこれにより灌漑されている。一方Deep Wellは45～90mの深さから水を汲み上げ、毎分3,800リットルの水が供給でき、利用率は6%である。また14%は河川水が利用され、貯水池は4%程度である。河川水や貯水池の水代は無料である。掘削・設置費用としてShallow wellは4,000～5,000ド

ル、Deep Wellは10万ドルかかるとしても日々の水代は無料であり、Deep Wellの場合は1本で約80haを20年間位管理できることもあり、アーカンソー州における水利費は2.7ドル/ha程度である。これは水稻栽培に必要な経常費約545ドル/haの0.5%に過ぎない。カリフォルニア州の水利費は約55ドル/haであり、同州における経常費約700ドル/haの約8%を占めているのに比べるとアーカンソー州の水利費はカリフォルニア州の約1/20と安価である。ちなみに1983年全U.S.A.の平均は約600ドル/haの経常費に対し水利費は20ドル/haと3%程度である。

作付けされる品種は殆んどが長粒種である。従来までは「Starbonnet」が多かったが1984年に「Newbonnet」が導入され85年で61%、86年では70%が栽培されている。これは長粒、強稈種で多収性品種であり130日と生育期間も短いため急速に普及したが、新系統のイモチ病に感受性であることから、次年度からは栽培面積が減少するであろうという恐れもでている。

4. 雑 草 防 除

矮性品種の導入・普及により多収穫が達成されたが、雑草防除の面ではむしろ問題が生じる結果となっている。従来の10~20cmの深水管理は雑草の発生を抑えることもその目的のひとつであった。短稈種は深水での発芽力が弱いいため次第に浅水管理へと推移したことは、一方タイヌビエ等の発生を促す結果となり、また長稈種栽培ではみられなかったタマガヤツリの発生が短稈種栽培へ移行することにより目立ってきている。1m²当り約90本のタイヌビエが発生することにより約5,000kg/haの収量が900kg

/haに減収し、また1m²当り30本前後のタイヌビエの発生で収量は50%に減収するという。カリフォルニア州では主要な水田雑草としてはこれらタイヌビエ・タマガヤツリのほかホタルイ・ヒメミソハギ類などがみられるが、近年Sagittaria spp.の増加がみられつつある。しかし日本の水田雑草に較べれば問題となる草種は非常に少なく、使用される除草剤の種類も少ない。カリフォルニア州ではモリネート、ベンチオカーブが最も多く使われておりそれぞれ36%の普及面積を占めている。モリネートは入水後からノビエの5葉期までと使用時期の広いのが特徴であり、ベンチオカーブはノビエ以外の雑草にも効果があることから多くの農家に好まれている。プロパニルは15%に普及されてい

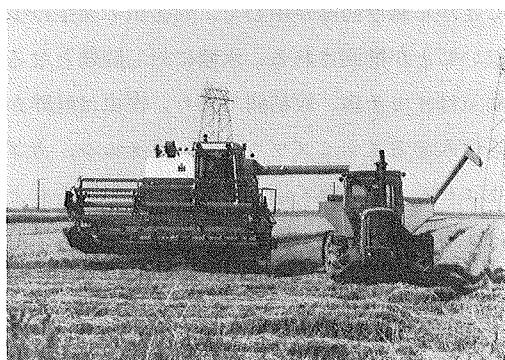


写真5. 水稻の収穫風景



写真6. 刈取り後の水田に生えていたSagittaria spp.

るが、飛散によりプルーンに影響がでる場合があるので使用場所が限られるようである。このほか広葉雑草防除剤としてベンタゾン、MCPが利用されるが、ベンタゾンの使用に際しては水深を浅くする必要があり、それによってノビエが誘発されたり、MCPによる根部抑制がみられたりする場合もあることからそれ程多くは使用されていないようである。

一方アーカンソー州においては雑草防除の大部分がノビエを対象とするため100%プロパニルが利用されており、さらにモリネートが22%、ベンチオカーブ15%、ペンディメタリン11%で、フェノキシ系薬剤も43%の普及をみている。農薬の使用状況については86%が除草剤で、殺菌剤8%、殺虫剤5%の割合となっており、このことから雑草防除が中心で、病害虫の発生は少ないことが推測される。水稲に対し問題となる病気はイモチ病、紋枯病であり、害虫は畦畔から侵入するイネミズゾウムシ、カメムシ、カブトエビそして畦畔を壊して水管に影響をおよぼすザリガニなどが問題となる程度である。

5. 国府田農場

カリフォルニア州の国府田農場では2,800haの経営面積のうち2,000haに水稲を栽培して、

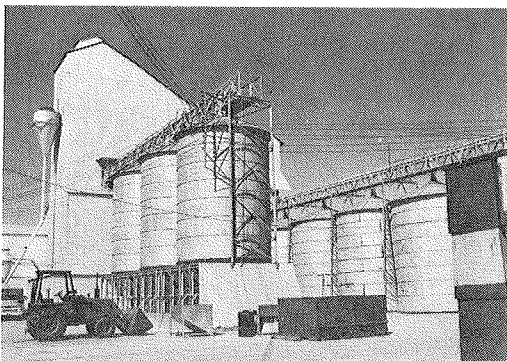


写真7. カントリーエレベーター（国府田農場にて）

精米まで行っている。農場で働く人は総勢45人である。実際に栽培関係に従事している人はこれよりずっと少ない訳であるが、恵まれた気候条件と大型機械の利用が極めて効率の良い栽培を可能としている。当農場での水稲の生産費は1ha当り750ドル以下でできるという。トラクターは20台以上あり、40年以上経っているものも未だ活躍中で機械類の耐久性もかなり高い。

6. おわりに

アメリカ合衆国、特にカリフォルニアは大規模な灌漑施設により雨も降らない条件下でも各種の作物が栽培可能な農地を造り出し、大型機械を最大限に活用することにより省力化、低コスト化を可能にしている。一方直播栽培に合致した水稲の育種についても、きめ細かな技術により多収穫品種の育成を達成し、さらに栽培条件に適した品種の改良に努めている。

水稲移植栽培を中心に「水稲先進国」として高い技術を確認してきた日本ではあるが、省力化栽培として直播栽培に視点が向けられつつある現在、以上のようなアメリカ合衆国の直播栽培技術の中に取捨選択できそうな点が多々有るのではないかと考える。

日本の直播栽培は湛水直播と乾田直播の2様式があり、各々確立された様式で栽培されているがU.S.A.でみられるように、条件によってはこれらを折衷した栽培様式を考えることも必要であろう。また直播栽培に焦点を当てた品種の開発は急務の問題である。冷水条件での発芽力の強い品種の育成が必要であると共に、耐倒伏性をも兼ね備える事が重要である。この点において北海道・東北地方では現在直播栽培への移行は難点が多く、移植栽培に重点がおかれるものとする。また南の地域でも直播栽培を試

行するにあたり重粘土質など水持ちの良い水田を選ぶことが肝要である。レーザービームを利用して圃場の均平化をはかることは、日本でも一部で行われていると聞くと、直播栽培について適地で集団化することにより、圃場区画をさらに広くしてレーザービームにより圃場を均平化する技術などを取り入れ、機械化栽培の充実

化を計り、より省力化する工夫も必要と考える。直播栽培の増加により鳥害の多発なども予想されることである。さらには直播栽培に適用できる除草剤の開発、病虫害を最少限にとどめる技術、これらの事も同時に考え対応策を進めてゆかなければならない。

種子から収穫まで護る ホクコー農薬

初期除草剤

デルカット[®]乳剤
ロンスター[®]乳剤
モーダウン[®]粒剤
クサカリン[®]粒剤
サリオ[®]粒剤
マーシェット[®]粒剤2.5

中期除草剤

セスロン[®]粒剤
バサグラン[®]粒剤
(ナトリウム塩)

初・中期一発処理除草剤

リードゾン[®]粒剤
クリアラント[®]粒剤

新世代除草剤登場

新
発売

プッシュ粒剤



農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

新版 日本原色雑草図鑑

沼田 真・吉沢長人編・B5判・414頁・定価9,800円

原色雑草かん木の見分けかた 一造林地編145種一

B6判・126頁・定価1,500円

新刊

野外観察ハンドブック

校庭の雑草

岩瀬徹・川名興/共著・A5判/147頁/カラー写真約520点/定価1,900円

校庭や路傍で普通に見られる雑草を取り上げ、ユニークな視点からその見分けかたを展開。野外指導に携わる著者が、身近な雑草を生きた教材として活用するためにつくりだした、まったく新しいタイプの野外観察図鑑。

- 雑草の「らし」と「かたち」 ●校庭の雑草160種
- 校庭雑草の調べかた の3部構成。

全国農村教育協会 〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) ☎03(833)1821 振替/東京1-97736