

# 水稻の荒代かき湛水直播栽培に関する研究

## 第1報 荒代かき畦立直播による水稻の倒伏防止

森 康 明

### 要 約

森 康明 (1979) : 水稻の荒代かき湛水直播栽培に関する研究 (第1報) 荒代かき畦立直播による倒伏防止, 広島農試報告41: 9~19

環境適応性の高い直播栽培法の確立を目的として, 荒代かき状態の田面に小畦状の凹凸を設け, 散播, 条播及び点播を行い (荒代かき湛水直播), 畦肩の崩壊土による自然培土の株埋没深及び播種様式, 播種量のちがいによる水稻のころび型倒伏防止効果を検討した。その結果, 畦立田面の溝部に点播することにより, ほぼ確実に防ぐことができた。ころび型倒伏に対する稲株の抵抗性は株の埋没深が深いこと, 株の形成程度 (1株穂数の多少) が大きいこと及び深層分布割合が高く量の多い根系などによって高められ, 株の埋没深が2.5~3.0cm以上, 1株穂数が8~10本以上となる条件が与えられると, ころび型倒伏はほぼ確実に防止することができた。畦間30~35cmの場合, 1株穂数8~10本を得るためには, 株間最低8~10cmにした点播が必要で, 荒代かき湛水直播方式は, 株支持方の強い深層分布型根系を形成させる一手段であるとした。ころび型倒伏を確実に防止するためには, 株の埋没深, 株形成程度及び深層分布根系などが適切に組合せられるような耕種条件を与える必要があり, 荒代かき湛水直播における畦立点播はこの条件に近いものと結論した。

### I 緒 言

水稻の直播栽培法を大きく類別すると, 乾田直播栽培法と湛水直播栽培法に分けることができるが, この両者にはそれぞれ一長一短がある。

乾田直播栽培法は, 大型機械の導入が容易であるため, 極めて省力的な栽培技術とされるが, 反面, 立地に対する栽培法成立条件の要求度が強い。すなわち, 播種作業が乾田状態で行われるため, 播種時期の降雨量が少ないことはもちろん, 万一, 降雨があっても短時日のうちに播種作業ができるように, 土壌の透水性が良好であること, また代かき操作をしないので湛水すると土壌自体がよく膨潤し水持ちがよいこと, 用水が豊富で水管理に便なこと, 雑草の発生が少ないこと, 碎土が容易であることなどが必須条件<sup>1)</sup>とされる。したがって, 現在ではこの栽培法は極めて恵まれた条件の地域にしか普及定着していない。

一方の, 湛水直播栽培法は省力性の点では乾田直播栽培法に一步譲るとしても, 既述のような播種時の規制要

因が少なく, 代かき操作が加えられるために, 圃場の漏水が少なくなり, さらに湛水による保温効果, 雑草防除のしやすさなどが付与されて, 不良環境田に対する適応性も高く, 気象的条件 (特に温度条件) が満たされる地域では, ほとんどの水田にこの栽培法の実施が可能と考えてよいであろう。しかしながら, この栽培法においても出芽苗立の安定化及び倒伏防止という, 最も基本的な技術が十分確立されているとは言えず, 栽培適応地域が極めて広いとみられながら, わずかな普及しかみられていないのが現状である。

近年, 田植機稲作の急速な普及によって, 直播栽培の面積は減少しつつある。山根<sup>2)</sup>は田植機稲作を従前の手植え稲作と比較して, 田植機によって苗取り, 田植作業の重労働から開放されたけれども, 育苗から田植までの省力効果は, 従前の31時間が20~25時間に短縮されるにすぎないとし, 10a当り13~15箱 (実際にはもっと多い場合もある) も使う集約的手法で育苗上の繁雑さに悩まされながら行う機械田植栽培では, 労働時間的にはそれほどプラスにはならず, これ以上の大型化, 省力化

が困難で企業の稲作経営には限界があるとしている。そして、育苗経費が節約できる直播栽培の有利性を論じている。

このような情勢のなかで、直播栽培の安定策について種々の試み<sup>5),6),7),8),14),15),18)</sup>がなされた。これらのなかで乾田直播、湛水直播両栽培法のそれぞれの長所を取り入れ、短所を補足する形の折衷直播方式が太田ら<sup>15)</sup>国武ら<sup>7)</sup>宮森<sup>8)</sup>によってそれぞれ提唱された。これらの方式はそれぞれ改善の余地はあると思われるが、将来における直播栽培法の技術的方向を示唆したものとして注目される。

筆者は、本県の中山間地域における直播栽培の安定化を図る目的で、荒代かき湛水直播栽培法について1975年から4年間にわたり検討してきた。

この荒代かき湛水直播栽培のやり方は、従来の湛水直播栽培において、深水で荒代かき一植代かき一落水一播床硬化一播種一湛水としていた代かきから播種までの行程を、浅水で荒代かき一小畦立（又は溝切り）一播種一湛水とするもので、荒代かきのままの田面に小畦立（又は溝切り）を行い播種する点を特徴とする。播種直後から湛水するので広義に解釈すれば、湛水直播栽培の範ちゅうに入るものと考えられる。

本方式によると、ねらいとしていた省力性を保ちながら乾田直播栽培法における①多雨時の播種障害を取り除き②耐漏水性を付与すること及び湛水直播栽培法における③発芽苗立を安定化し④耐倒伏性を強化することのうち、①及び④についてはほぼ改善できる見通しが得られた。

本報では、1975、76年の両年に実施した本方式による

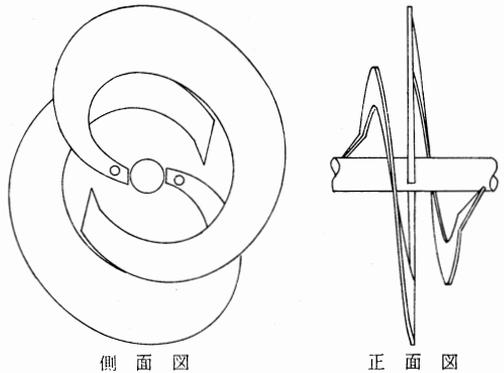
倒伏防止効果について報告する。1975年には荒代かき畦立散播における播種量と倒伏の関係について、1976年には荒代かき畦立直播における播種様式別の倒伏防止効果について検討した。

## II 試験方法

### 1. 散播における播種量と水稻の倒伏との関係

荒代かき状態に小畦立をした田面は、その後畦肩の崩壊土によって種子や株元を埋没させるが、この埋没による水稻の倒伏の防止効果を播種量との関係においては握しようとした。

荒代かきの方法は、荒起し（第1回耕耘）後の水田に土塊の約70%が水面上に露出する程度に灌水し、直ちに



側面図 正面図

第1図 試作畦立爪

第1表 畦立方法

区分	畦立方法	
なた爪	図のような配列になた爪を取りつけた耕耘機で第2回目の耕耘を行い耕跡にカマボコ形の畦（幅30~35cm、高さ約10cm）を形成し、土塊の約80%以上が没する程度に湛水して播種した。	
畦立爪	図のように試作畦立爪を6本取りつけた耕耘機でなた爪の場合と同様に耕耘し、耕跡にほぼ逆V字型の畦（幅30~35cm、高さ約10cm）を形成し、以後なた爪と同様な方法で播種した。	

第2回目の耕耘（ロータリ耕，1回通過）を行い土壌をかくはんして水と混和する。この第2回目の耕耘終了後の状態を荒代かきとする。本試験では第2回目のロータリ耕の代りに第1表に示した方法で，田面になた爪及び第1図に示した試作畦立爪による小畦を形成して，播種量（乾もみ300，500，700 g/a）を組合せた処理区（1区24㎡，3反復）を設け，鳩胸状に催芽した水稻品種アキツホを1975年5月22日に湛水散播した。肥料は基肥を施用せず，6月7日と6月28日に追肥（磷加安44号，14-17-13）を，8月4日に穂肥（NK化成C6号，17-0-17）を施用した。窒素の施肥配合は5：5：3で，a当りの合計成分量はN：1.30kg，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：1.22kg，K<sub>2</sub>O：1.22kgとした。水管理は播種時から6月中旬までは5～10cmの深水湛水し，それ以後は浅水（畦の上部は水面上に露出することが多かった）の間断灌溉（5～7日に1回湛水自然減水にまかせる。減水深1.5cm/日）とした。中干しは7月19日～29日に行い9月15日に落水した。除草には6月5日にベンチオカーブ（成分44g/a），6月16日にベンチオカーブ・シメトリン（成分21g+4.5g/a），7月21日に2.4PA・ペンタゾン（成分3.15g+21.0g/a）をそれぞれ使用した。

供試圃場は，当場の凝灰岩を含む花崗岩の湖成沖積土壌水田で，粘着性及び排水性は中程度，雑草はウリカワの発生が特に多かった。

### 2. 播種様式のちがいによる水稻の倒伏防止効果

1試験の結果から，小畦立後全面に散播するよりも，溝の底部のみに集中的に播種する方が，倒伏をより確実に防止できると考えられたので，本試験では荒代かき畦立における条，点播の倒伏防止効果を検討した。

1試験とほぼ同様に荒代かきを行い，この田面に試作畦立爪（第1図）を装着した耕耘機を通過させることにより，その耕跡に深さ約10cm，幅約10cmのV字型溝をもつ小畦を約30cm間隔に形成して第2表の処理区を設け，消毒浸種後鳩胸状とした水稻品種中生新千本の所定量を人手により1976年5月19日に播種した。ただし代かき散播区は通常の代かきをていねいに行い翌日湛水散播した。肥料は基肥を施用せず，2葉期（6月3日），6葉期（6月17日）及び中間期（7月6日）の追肥と穂肥（8月4日）を施用した。窒素の施肥配合を2：3：2：3とし，a当り合計成分量はN：1.0kg，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：0.7kg，K<sub>2</sub>O：1.0kgとした。水管理は1試験と同様な方法で行い，中干し期間を7月19日～8月1日とし，9月20日に落水した。除草には5月31日にベンチオカーブ（成分40g/a），7月21日に2・4PA・ペンタゾン（成分3.3g

第2表 試験区の構成

試験区	栽 植 様 式			備 考
	条間 cm	株間 cm	播種量 g/a	
荒代かき	200	30	—	200 手まき
	300	30	—	300
	450	30	—	450
畦立	20	30	20	225 1か所5粒点播
	15	30	15	300 した。
	10	30	10	450
散播	—	—	500	
代かき散播	—	—	500	湛水散播

注) 試験区の数字は条播ではa当たり播種量，点播では株間を示す。

+22.5g/a）を使用した。供試圃場は1試験と同様であり，1区面積22㎡，3反復で実施した。

## III 試験結果及び考察

### 1. 散播における播種量と水稻の倒伏との関係

トラクターによる耕耘後の圃場に湛水し，その耕跡の直角方向に畦を形成したが，その状況は第2図のようで畦幅30～35cm，高さ約10cmとほぼ計画通り行われた。

鳩胸状態で播かれた種子は播種翌日より幼芽の伸長が観察され，1週間後には芽長が約2cmに達した。播種後は深水湛水したが畦部の高いところは水面上に露出し，この部分に散播された種子のほとんどは雀に食害され



第2図 荒代かき畦立状況



第3図 荒代かき畦立散播の苗立状況

て、苗立個体の大部分は溝部からのものであった。そのため、散播したにもかかわらず第3図のようなやや広幅の条播に近い苗立状況で、第3表に示すように苗立数は㎡当り38~39本と全般に少なかった。耕耘爪のちがいによる苗立数の差は明らかでなかったが、播種量が多いほど苗立数は増加した。草丈、稈長及び穂長には区間に大きな差は認められず、茎数、穂数は苗立数に比例して増減する傾向を示した。

出芽後、土塊の崩壊によって徐々に溝部が埋まり、大部分の稲株の株元が土中に埋没した。その状況を8月3

第3表 生育状況

試験区 畦立耕	播種量 g/a	苗立数 本/㎡	7月21日		稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/㎡
			草丈 cm	茎数 本/㎡			
なた爪	300	38	62	486	79	20.6	292
	500	63	65	532	79	19.7	343
	700	77	67	648	80	19.7	325
畦立爪	300	39	62	443	77	20.5	291
	500	89	64	539	78	20.2	321
	700	89	66	579	78	19.9	329

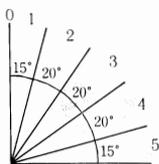
日に抜取り調査し、株埋没深として第4表に示した。平均株埋没深は最も深いもので2.1cm、最も浅いもので1.6cmであったが、耕耘爪による差及び播種量のちがいによる一定の傾向は認められなかった。

実際の倒伏状況を基準に基づいて調査し第4表に示す、出穂直前の8月17日に通過した台風5号(最大風速18m/sec.雨量168mm)によって、0.7~2.3程度のころび型倒伏がみられた。その後稲体の屈起力により徐々に回復して、外見上はほとんど無倒伏に近い状態になっ

第4表 ころび型倒伏及びその関与条件

試験区 畦立耕	播種量 g/a	株の埋没深 cm	1株穂数	平均株間隔 cm	倒伏程度			
					8月18日 台風5号	9月20日 風雨	9月24日 風雨	10月1日 成熟期
なた爪	300	1.6	7.7	8.1	0.7	0	0.3	0.3
	500	2.0	5.4	4.9	2.0	1.0	2.0	2.3
	700	1.9	4.2	4.0	2.3	1.3	2.3	3.0
畦立爪	300	2.0	7.5	7.9	1.3	0	0	0
	500	2.1	3.6	3.5	2.0	0	1.0	1.0
	700	1.9	3.7	3.5	2.0	0.3	1.7	2.0

注) ころび型倒伏程度の調査基準



た。しかし、9月24日の風雨(最大風速7.3mm/sec.雨量43mm)により再度ころび型倒伏をし、成熟期における倒伏程度は最小0~最大3.0の範囲であった。倒伏程度は播種量が多くなるに従い明らかに大きくなるのが認められ、両耕耘爪の間では試作畦立爪の区における耐倒伏性がやや優れる傾向であった。

ころび型倒伏に対する抵抗性は、稲株に対する土の支持力(株埋没の深さ、土の固さ)の強化によって付与さ

れる<sup>9)</sup>といわれている。本試験でも株埋没深が1.6~2.1cmあり、土の株支持力による倒伏防止効果に期待をかけたが、現実には倒伏がみられ、その程度は第4表に示した1株穂数によって規制されているようであった。ころび型倒伏に対する抵抗性は、稲株に対する土の支持力以外に、1株穂数、根の機械的強度によっても影響され<sup>9)</sup>、散播でも疎播にすると分げつ茎によって株の基部が拡大し、上位節からの発根数が多く、その伸長角度も大きくなって倒伏抵抗性が強化される<sup>10)</sup>。また、株元の根の分布量と登熟期間中の根の生長力及び活力は倒伏抵抗性を支配し、この諸性質は播種密度との関係が深い<sup>10)</sup>とされ、1株穂数が2~3本にしかならないような高株密度は倒伏を助長する<sup>13)</sup>といわれている。本試験においても1株穂数が少ないと倒伏しやすかったが、7~8本位に増えると耐伏性が高くなり、西尾ら<sup>9)</sup>の結果とほぼ同様の傾向が得られた。このように、1株の茎数又は穂数が多くなること、すなわち、株を形造ること（株の形成）によって、耐倒伏性が高くなったのは、株に対する根の張力及び茎相互の支持力が増大したことによって、株支持力の強化が行われたためと推測される。

1株の穂数は、栽植密度の粗密に応じて一定の法則性に従って規則正しく変化する<sup>17)</sup>とされるが、本試験（条間30~35cm）の結果では、1株穂数7~8本を得るための最小株間隔は約8cmと推察された。

苗立数が少なかったことと、ウリカワの発生により、水稲の初期生育が著しく抑制されたため、全般に穂数が少なく精玄米収量はa当り44.9~53.8kgしか得られなかったが、秋優的な生育で登熟歩合が高く、玄米千粒重が24.7~25.0g、検査等級は1等（旧農産物検査規格）で大粒、良質米が得られた。なお、収穫作業は2条刈バインダーで行ったが、圃場面の凹凸は刈取時には小さくなって作業上の障害にはならなかった。

以上のように、荒代かき畦立散播による株の埋没と株の形成の組合せが、湛水直播におけるころび型倒伏の防止を可能にするを認めた。しかし、散播では苗立位置が溝部と一致しにくく、株間隔も不均一で、ころび型倒伏に耐えるだけの株の埋没深及び株の形成が確実に得られないきらいがあり、また、穂数を確保し収量を高めるためには、播種量を多くする必要があるが、そうすると倒伏が大きくなる傾向がみられるので、さらに改善する必要がある。

## 2. 播種様式のちがいによる水稲の倒伏防止効果

本試験は、1試験において十分でなかったころび型倒伏の防止効果を確実にすることを目的に、畦立後の田面

第5表 収 量 調 査

試 験 区 畦立耕	播種量 g/a	1 穂も み数	登熟 歩合 %	玄 米 千粒重 g	精玄米 kg/a	品 質 (等級)
なた爪	300	69	95.3	25.0	46.8	1中
	500	61	95.4	24.8	50.4	1下
	700	57	95.3	24.7	52.0	1中
畦立爪	300	61	96.0	24.9	49.3	1中
	500	62	94.9	24.8	44.9	1中
	700	65	94.9	24.8	53.8	1中

の溝部に対して条播及び点播を行い、その効果を散播との比較において検討したものである。

荒代かき時の用水がやや多く、1試験のように荒代かきと畦立耕を兼ねて行わず、荒代かき後の田面に畦立耕を実施したこともあって、1試験に比較して土が柔らかく畦の高さがやや低いようであった。

播種作業はすべて人手によって行われたため、作業に伴う障害（土のこねまわし、足跡などによる種子の埋没、移動）も多く、第6表のように苗立数は散播を除き著しく少なかった。

水稲の生育状況についてみると、草丈は生育初期の6月28日、生育中期の8月3日いずれの調査時期でも区間の差が認められず、成熟期の稈長、穂長においても区間にほとんど差がみられなかった。

茎数及び穂数を生育量の推移としてみると、第6表に示したようにいずれの時期でも苗立数の多かった散播がすぐれ、条播及び点播内においても同様の傾向にあった。出穂期は8月23日~25日、成熟期は10月13日で区間にほとんど差が認められなかった。

8月30日における株の埋没状況を第7表にみると、同じ散播でも代かき散播の1.0cmに比べ荒代かき畦立散播は1.6cmと深くなっており、荒代かき畦立条播は2.6~3.1cm、荒代かき畦立点播は2.9~3.2cmとさらに深く代かき散播の約3倍にもなっていた。荒代かき畦立条・点播における播種量又は株間のちがいと株の埋没深の関係は明らかでないが、苗立密度の高い場合が若干浅くなる傾向のようである。1試験においてころび型倒伏との関係が深いとみられた株の形成程度を、成熟期における1株穂数によってみると第7表のように、代かき散播では5本と最も少なく、次いで荒代かき畦立散播が7本であったのに対し、荒代かき畦立条播では11~16本、荒代かき畦立点播では12~19本と多くなり、苗立密度の低いも

のほど多くなる傾があった。

モノリス法により、稲株を中心とした構幅40cm、厚さ5cm及び深さ35cmの土塊を9月21日に採取し、土塊内の風乾根重を第4図に示した。代かき散播の3.8g、荒代かき散播の4.1gに対して、荒代かき畦立条播は3.9~5.1g、荒代かき畦立点播は4.7~5.7gとなり、散播に比べ条・点播の根量が多くなる傾向があった。またこの土塊を表層~10cm、10~20cm及び20cmより深い部分に3分割して、その各層に分布する風乾根重の割合をみると、代かき散播では表層の分布割合が多く、10cmより深い層には15%の分布しかみられない。これに対して荒代かき散播では22%、荒代かき畦立条播では26~31%、荒代かき畦立点播では27~33%と深層の根分布割合が明らかに多くなっている。

第5図は代かき散播と荒代かき畦立点播15cmにおける根の分布状況をみたものである。代かき散播では典型的な表層分布型の根系であるのに対し、荒代かき畦立点播では深層部の分布割合が多く、土中に対して太くて強剛な根が株元から放射状に伸長している状況がよく観察できる。

実際の倒伏状況をみると、8月3日(出穂前20日)の突風雨(最大風速8.5m/sec. 雨量28mm)ではいずれの区でも全く倒伏はみられなかった。しかし、9月13日(出穂後20日)に通過した台風17号(最大風速16.2m/sec. 雨量343mm=1週間合計量)によって代かき散播には著しいころび型倒伏(倒伏程度:5)がみられ、荒代かき散播でもわずかに倒伏をみた。これに対して、荒代かき畦立条・点播はいずれの区でも全く倒伏がみられ

第6表 生育状況

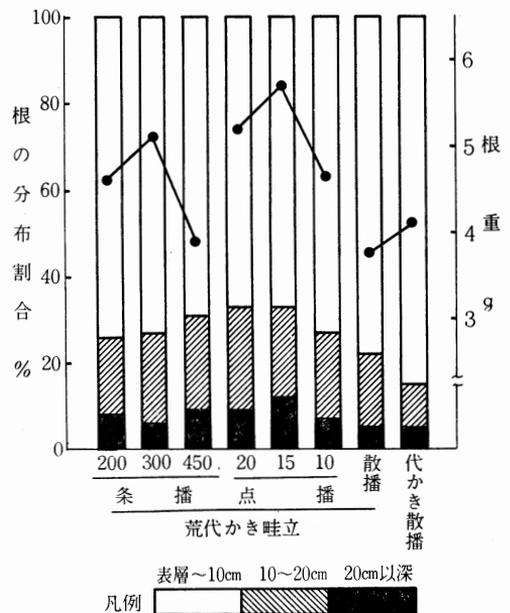
試験区	苗立数 本/m <sup>2</sup>	茎本数		穂数 本/m <sup>2</sup>
		6月28日	8月3日	
荒代かき	200	22	152	354
	300	31	199	337
	450	34	189	379
畦立	20	18	161	342
	15	24	149	353
	10	32	216	382
散播	64	420	572	477
代かき散播	107	388	644	487

第7表 ころび型倒伏とその関与条件

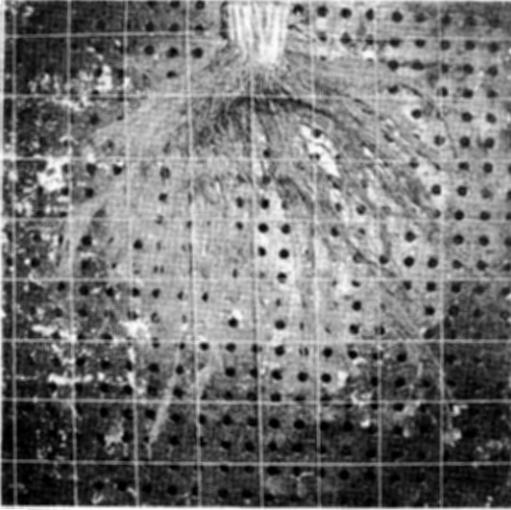
試験区	株の埋没深 cm	1株 穂数	倒伏程度	
			9月14日 台風17号	10月13日 成熟期
荒代かき	200	3.1	16	0
	300	2.8	11	0
	450	2.6	11	0
畦立	20	3.1	19	0
	15	3.2	15	0
	10	2.9	12	0
散播	1.6	7	1	1
代かき散播	1.0	5	5	5

ず、倒伏抵抗性の強いことが認められた。

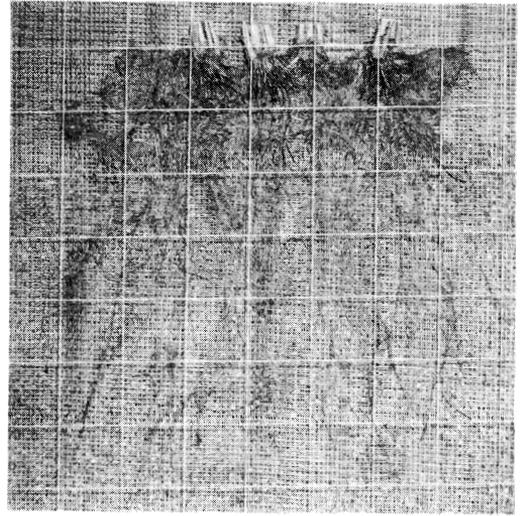
西尾ら<sup>9)</sup>は、灌水直播のころび型倒伏に対する抵抗力は、1株穂数を多くすること、稈基部を土中に埋めること、土を固めることなどによって強化できるとしているが、本試験においても代かき散播と荒代かき畦立条・点播の間には、株の埋没深及び株の形成程度に著しい差が



第4図 播種様式別の根量及びその土層別分布状況  
注) 稲株を中心とする横幅40cm、厚さ5cm、深さ35cmの土塊中の風乾根重について表示した。



荒代かき畦立点播 (15cm)



代かき散播

第5図 根系の状況

注) 白線による方眼は1辺5cmである。

調査時期 9月21日

生じ、又、実際の倒伏程度についても大きな差がみられ、これらに間に密接な関係のあることが示された。

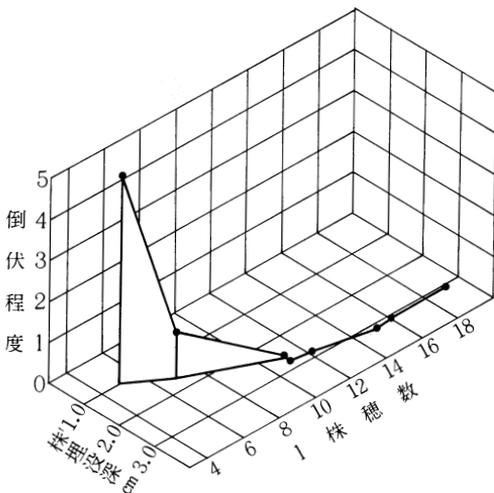
第6図は、株の埋没深及び1株穂数ところび型倒伏程度との関係を示したものである。株の埋没深1.0cm、1株穂数5本の条件では倒伏程度が5と著しい倒伏を示しているが、株の埋没深1.6cm、1株穂数7本の条件になると倒伏程度は1に緩和され、さらに株の埋没深2.6cm以上、1株穂数11本以上の条件になると全く倒伏がみられなくなっている。これはあたかも山の斜面に続くすそ野のような観で、程度の差はあってもこのような関係

は、株の埋没深が浅くて1株穂数の多い条件から、株の埋没深が深くて1株穂数の少ない条件までのすべての場合に存在すると考えられるが、この点については本試験でのデータの幅が狭く今後の検討にまたなければならぬ。このような理由で、ころび型倒伏を確実に防止できる株の埋没深と株の形成程度（1株穂数の多少）との連続的關係を明らかにすることはできなかったが、株の埋没深が2.5~3.0cmより深いか浅いか、1株穂数が8~10本より多いか少ないかは、ころび型倒伏発生可否判定の際の重要なポイントになるものと考えられた。

根系ところび型倒伏との関係について、新田<sup>9)</sup>は株基部の安定性は上位節から発生した根の伸長角度が大きいこと、株の基部が大きく発育することによってもたらされるとし、田守<sup>16)</sup>も株基部の安定性は株の生育量と株相互の間隔によって支配され、株元の根量が多いところび型倒伏に対する抵抗性が増したとしている。

本試験においても、ころび型倒伏に対する根系の影響力は無視できないことが第4図及び第5図からみて推察される。すなわち、耐倒伏性の高い根系の要件として、①株当りの根量が多いこと、②深層分布型の根系であること、③強じんな根であることなどをあげることができる。

収量調査結果を第8表に示した。1穂もみ数についてみると代かき散播の44粒に対し、荒代かき畦立は50~63粒を示し、a当り精玄米収量は代かき散播が45.1kgであったのに対し、荒代かき畦立は47.7~50.1kgと苗立密度



第6図 株の埋没深及び1株穂数と倒伏との関係

第8表 収 量 調 査

試 験 区	1 穂も み数	登熟歩 合 %	玄 米 千粒重 g	精玄米 重 kg/a	品 質 (等級)	
荒 代 か き 畦 立	200	62	82.6	24.1	48.1	3上
	条播 300	56	86.8	24.2	48.1	3上
	450	56	87.6	24.6	49.3	3上
散 播	20	63	83.2	24.3	47.7	3上
	点播 15	58	83.6	24.2	49.5	3上
	10	54	86.5	24.6	49.4	3上
代かき散播	44	84.4	24.6	45.1	2中	

が高いほど多収になる傾向であった。また登熟歩合は84.4%に対し82.6~88.5%、玄米千粒重は24.6gに対し24.1~24.7gを示し、品質(等級)が代かき散播に比べわずかに劣ったが実用上は良質で、一般的にみて荒代かき畦立直播は代かき散播に比べそん色のない収量性を示した。

ころび型倒伏には、既述のように株の埋没、株の形成程度及び根系の状態が関与すると考えられるが、より完全な倒伏防止効果を期待するためには、これらの関与条件が総合的に組合せられるような、耕種的条件を設定する必要がある。荒代かき畦立における点播はこの条件に近いものと考えられる。

#### IV 総 括

湛水直播栽培における整地作業は、過度の代かきとならないよう指導がなされている<sup>2),12)</sup>が、除草剤の効果を高め葉害の発生を防ぐためや、雀害回避の面から土壌の均平化が強く要求される<sup>12)13)</sup>ので、ともすると代かき作業が過度になりやすく、それによってひきおこされる土中酸素の欠除、あるいは表土はく離の発生などが、発芽苗立不良の大きな原因になっている場合が多い。このように発芽苗立に不安があるので、一般に播種深度を浅くする傾向が強い。浅播すると稲の株元の土の支持力が小さくなり、ころび型倒伏に対して宿命的な弱さをもつことになる。

湛水直播栽培の成否は発芽苗立と倒伏をどのようにコントロールするかにかかっているといえるが、これらを

安定させる新しい直播栽培法として、すでに述べたように種々の方式が試みられている。本論の主眼であるころび型倒伏を防止する最も確実な方法は培土による方法である<sup>12)</sup>とされている。国武ら<sup>7)</sup>は耕起整地後の畑状態へ溝を形成して、湛水後に条播又は散播し、苗立後の畦崩作業によって株元を埋める溝播方式の折衷直播で倒伏防止効果をあげている。しかしながら、この方式は無代かきであるため水持ちに不安が残り、除草作業を兼ねて省力化を図っているとはいいいながら、畦崩作業は実施上に困難が伴うので、今後に残る問題点であるとしている。

太田ら<sup>15)</sup>は、代かき一散播一落水一問引条播化一灌水一培土による改良折衷直播方式を創作し、倒伏防止に効果をあげているが、作業行程が多く各作業の精度の劣るのが問題になるとしている。宮森<sup>8)</sup>の方式は、代かき一落水一播種一乾燥一出芽後湛水一中耕培土による乾湛式直播方式で倒伏防止に効果があるとされているが、播種後の乾燥期間中の雀害が懸念されるし、立毛中に中耕作業を必要とするのも、その普及を妨げている一因と思われる。

立毛中の水田における培土作業を人力用培土機で行うと、中耕除草機による中耕作業の60%増の力が必要で、作業強度が著しく強く<sup>3),12)</sup>、動力培土機による場合でも立毛中の水田作業は重労働になるとと思われる。

本報における荒代かき湛水直播方式は、荒代かき後又は荒代かき作業を兼ねて、播種時の田面に小さな畦状の凹凸を形成し、その溝部に対して播種するもので、湛水期間中における畦肩部の自然崩壊土で稲の株元に対して徐々に行われる培土を利用し、必要な株の埋没深を確保するとともに株の形成を促して、ころび型倒伏に対する抵抗性を高めようとしたものである。その結果、土による株支持力は培土機などによって強制的に培土を実施したものに比べ、いくらか弱いものと考えられるが、軽度の代かきしか行わないので水稻の根系が深層分布型となり、根による株支持力の強化が行われること、さらに株の形成を促すような播種様式(例えば、点播)を組合せることにより、ころび型倒伏をほぼ防止できることが明らかになった。なお、本方式における挫折型倒伏に関しては、並行して行われた別の試験の窒素施用量をa当たり1.4kgの水準とした中生新千本で、稈基部挫折強度945g・cm、n<sub>3</sub>節挫折重630g、モーメント450g、倒伏指数71が得られており、実際の挫折型倒伏がみられなかったことからみても、本方式における水稻の稈の挫折抵抗性は大きいものと考えられる。

本方式は、作業上からみると湛水直播栽培の範ちゅうに入ると考えられるが、水稻栽培上は乾田直播栽培と湛

水直播栽培の折衷的な特徴を持っていると思われる。すなわち、荒代かき後に播種できるので乾田直播栽培における播種時の降雨障害が回避でき、また、本報において詳述したように湛水直播栽培におけるころび型倒伏の防止効果を発揮する。そのほかに、若干の代かき操作が加えられることにより、従来乾田直播栽培で問題点とされていた漏水の防止効果や、従来の湛水直播栽培に比べると軽度の代かきであることから、還元による発芽苗立不良の改善も期待できると考えられるが、これらについては、今後確認のための検討が必要である。

本方式によると、水稲の生育は秋優り的で登熟がよく米の品質もすぐれ、湛水直播栽培に比べ収量的にもその色がないと思われる。

しかしながら、本方式は荒代かきと小畦立（又は溝切り）が基本型となっているため、実施上には小畦立（又は溝切り）同時播種が可能な播種機の開発や、雑草防除法の確立など解決を要する点が残されている。

## V 摘 要

環境適応性の高い直播栽培法の確立を目的とした荒代かき湛水直播栽培（荒代かき状態の田面に小畦状の凹凸を設けて散播、条播及び点播を行う）を試み、畦肩崩壊土による自然培土の株埋没深及び播種量、播種様式のちがいによるころび型倒伏の防止効果を検討した。

1) その結果ころび型倒伏は畦立した田面の溝部に点播することによりほぼ確実に防止することができた。

2) ころび型倒伏に対する抵抗性は、株の埋没深が深いこと、株の形成程度（1株穂数の多少）が大きいこと、根系の深層分布割合を高めることなどによって強化され、株の埋没深が2.5～3.0cmより深いか浅いか、1株穂数が8～10本より多いか少ないかは、ころび型倒伏可否判定のポイントになると考えられた。

3) 畦間30～35cmの場合、1株穂数8～10本以上を得るためには、株間8～10cm以上の点播にすることが望ましい。

4) 荒代かき湛水直播は、深層分布型根系を形成させる一手段と考えられる。

5) ころび型倒伏を完全に防止するためには、株の埋没深、株の形成程度及び深層分布型根系が適切に組み合わせられるような耕種条件を与える必要があり、荒代かき湛水直播における点播方式はこの条件に近いものと考えられる。

6) 本栽培法は、ころび型倒伏の防止効果以外に、環境に対する直播適応性の拡大、良質米生産など、若干の

栽培上の利点があると思われるが、実用化のためには適合する播種機の開発、雑草防除法の確立など解決を要する点が残されている。

## 謝 辞

本試験を行うに当たり、懇切な助言、指導を賜りまた校閲の勞をとられた当場次長江戸義治氏に深甚の謝意を表す。試験実施に当って種々協力いただいた当場作物部研究員ならびに技術員諸氏に記して謝意を表す。

## 引用文献

- 1) 水高信雄：1968. 水稲の倒伏と被害の発生機構に関する実験的研究. 農技研報告 A 15 : 1～175.
- 2) 広島県：1979. 昭和54年度水稲麦大豆栽培基準 39～40.
- 3) 泉清一・姫田正美：1964. 稲の直播栽培. 農業図書.
- 4) 神崎甬太郎・小野光幸・金尾忠志：1967. 湛水直播水稲における倒伏対策としての株圧法に関する研究（第1報）時期別株圧処理が水稲の生育、株の埋没効果に及ぼす影響. 中国農研 36 : 1～4.
- 5) 小林吉雄・井上浩一郎：1973. 水稲の湛水散播栽培の一方法—無代播き湛水播法の特色とそのやり方—, 農及園 48 : 277～281.
- 6) 香山俊秋・井上喬二郎・中村公則・野田健児・石原修二：1971. 温暖多雨地帯における中大型機械化水稲直播栽培に関する研究. 九州農試報告 15(4) : 605～691.
- 7) 国武正彦・山口政栄：1970. 溝播方式による水稲折衷直播栽培法の研究. 新潟農試報告 20 : 1～13.
- 8) 宮森悟：1976. 乾湛式直播栽培法.
- 9) 西尾隆雄・石脇勇・柳沢健彦：1966. 水稲湛水直播の倒伏防止に関する2, 3の考察. 鳥取農試報告 7 : 1～8.
- 10) 新田英雄：1966. 水稲の散播直播における倒伏の要因に関する一考察. 中国農研 34 : 11～12.
- 11) 農林水産技術会議事務局：1966. 小型機を中心とする水稲乾田直播栽培技術体系—中国山陽平場地帯における—, 地域標準技術体系水田作 4 : 33～34.
- 12) —————：1967. 小型機を中心とする水稲湛水直播栽培技術体系—中国中山間地帯における—, 地域標準技術体系水田作 14 : 75～76.
- 13) —————：1974. 暖地における水稲湛水散播栽培. 実用化技術レポート 2 : 11～12.
- 14) 小原勝蔵・山口豊・小島元：1963. 不良環境下に

おける水稲直播栽培法に関する試験. 愛知農試彙報 23 : 34~42.

15) 太田孝・杉山薫・板谷至・早川千吉郎・山田昌明 : 1967. 水稲改良折衷直播に関する研究. 静岡農試報告 12 : 1~11.

16) 田守健夫・竹島修二 : 1970. 湛水散播直播水稲の

倒伏に関する研究. 富山農試報告 4 : 1~6.

17) 山田登 : 1963. 栽植密度の生態学. 作物学大系第1編稻Ⅲ 水稲の生態 75~78.

18) 山根国男 : 1970. 乾田バラ播稲作の特色とそのやり方. 農及園 45 : 787~791.

## Studies on the Rice Cultivation by Direct Sowing in the Flooded Paddy Field just after the First Puddling

### 1. Lodging hardiness observed in the direct sowing in the flooded paddy field just after the first puddling.

Yasuaki MORI

#### Summary

1. Various methods of rice cultivation by direct sowing in the flooded paddy field had been proposed, however, none of them solved the lodging problem.

In the present paper, the author proposed an improved method of sowing which would be acceptable widely, labour saving and able to solve the lodging problem in direct sowing in the flooded paddy field.

Present method was replaced the usual procedure of sowing, viz. plowing—heavy flooding—first puddling—second puddling—surface drainage—surface tighting—broadcasting, to a short cut one, viz. plowing—light flooding—first puddling—furrow making—sowing. Simultaneously, limited sowing only on the concaves of furrows was employed instead of usual broadcasting. By the light flooding and rough puddling, the seed bed kept desirable to raise seedlings. By the furrow making and limited sowing on the concaves, seeds were covered with soil naturally slid and rolled from the convexes and the stem base was buried deep in soil, which would bring the hardiness to lodging.

2. In the experiment 1, the lodging hardiness was observed under the broadcasting condition. Six treatments which were consisted of 2 kinds of puddling tools and 3 rates of sowing were prepared. Puddling tools were an usual rotary plow and a newly developed one which was designed to complete the puddling and furrow making at the same time.

The depth of stem base ranged from 1.6 to 2.3 cm deep in soil. Lighter rates of sowing resulted in deeper stem bases. No significant difference was observed between puddling tools.

Final lodging was recorded at the full ripe period by the standard scoring method. They were 0 and 0.3 for 300g/a, 1.2 and 2.3 for 500g/a and 2.0 and 3.0 for 700g/a sowing, respectively. Difference was significant among sowing rates and puddling tools.

From the results mentioned above, it was considered that the lodging hardness proved to get some advances by employing the present method under the broadcasting condition, however, the results were not satisfied enough to solve the lodging problem completely.

3. In the experiment 2, the lodging control was discussed under hill sowing, row sowing and broadcasting. eight treatments which were consisted of 4 types of sowing and 3 rates of population were prepared. Types of sowing were hill sowing, row sowing broadcasting by present method and broadcasting by usual method. Rates of population were controlled by spacing between hills in hill sowing, viz. 10, 15 and 20 cm apart, and by sowing rates in row sowing, viz. 200 g/a, 300g/a and 450g/a, respectively. No treatment on population was prepared in broadcastings. Seeds were sown only on the concaves by hands in hill and row sowing.

Depth of stem base ranged from 2.6 to 3.2 cm by present method and 1.0 cm for usual broadcasting

No lodging occurred in hill and row sowing till the full ripe period, while light and heavy lodging, as scored 1.0 and 5.0 in index, were observed in broadcasting by present and usual method at the full ripe period, respectively.

Examining the panicle number per stubble, dry root weight and root distribution deeper than 10 cm in soil, it was revealed that all measurements were high in hill and row sowing. Through the analysis of relations between the lodging indexes at full ripe period and the depth of stem base and panicle number, it was suggested that the lodging was controlled almost completely when the stem base reached to 2.5 or 3.0 cm deep and panicle number to 8 or 9 per stubble.

4. From the results described above, furrow making and limited sowing on the concaves just after the first puddling brought evident increment in lodging hardness and would be desired to accept. However, simultaneous working instrument of puddling, furrow making and sowing should be developed and some other cultural practices, such as fertilizing and weed control, should be discussed in more detail to make sure the present procedure of sowing to be employed widely.