

水稲の打ち込み式湛水土中点播直播栽培における苗立ち安定化技術

福島裕助・田中浩平¹⁾・陣内暢明²⁾・大賀康之
(農産研究所)

水稲の打ち込み式湛水土中直播栽培において、安定した苗立ちを得るための初期管理技術として、代かき時期、播種時の水管理、種子の打ち込み速度および播種後の水管理法を明らかにした。打ち込み式土中点播は、土中条播に比べて、出芽深度が浅く、浮苗が発生しやすい傾向が認められた。出芽深度と浮苗率には負の相関が認められることから、出芽深度を確保することが浮苗を防止して苗立ちを向上させるものと考えられた。水稲の出芽深度に及ぼす影響は、代かき時期が最も大きく、次いで播種時の水管理であったが、種子の打ち込み速度の影響は小さかった。過酸化石灰粉衣量は乾初等の等倍量よりも2倍量粉衣が出芽深度が深かった。また、播種後の水管理が出芽深度、浮苗率および苗立率に及ぼす影響が大きいことから、打ち込み式土中点播直播では特に播種後の水管理に留意する必要があることが示唆された。

[キーワード：水稲、湛水直播栽培、苗立ち、打ち込み式点播、出芽深度]

Management Techniques at the Early Stages of Submerged Direct seeding Rice Cultivation Using a Seed Shooting Hill-seeder. FUKUSHIMA Yusuke, Kohei TANAKA, Nobuaki JINNOUCHI and Yasuyuki OHGA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino Fukuoka 818-8549, Japan). *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 20 : 5 – 8 (2001)

In submerged direct seeding rice cultivation using a seed shooting hill-seeder, management techniques during the early stages for stable seedling establishment were clarified.

Rice seeded with a seed shooting hill-seeder tended to be shallower in the depth of germination than in rice seeded with a stripe seeder. The depth of germination was considered important in reducing floating seedlings and to improve seedling establishment, because there was a proportional relationship between the depth of germination and the percentage of floating seedlings. Among timing of paddling, the amount of field surface water at seeding time and the speed of seed shooting, the timing of paddling had the strongest influence upon the depth of germination of rice. Amount of field surface water at seeding time and the speed of seed shooting had lesser influence upon the depth of germination of rice than the timing of paddling. The depth of germination of rice seed coated with calcium peroxide of twice the weight of rice was deeper than that coated with calcium peroxide of equal weight.

[Key words : rice, direct seeding cultivation, seedling establishment, seed shooting hill-seeder, depth of germination]

緒 言

近年、農業の担い手不足や農業従事者の高齢化、さらには米の入札制度の導入および米の輸入自由化に対する国際的圧力の増大による米価の低迷等、稲作をとりまく情勢はますます厳しくなっている。これらの状況に対応するためには、生産規模の拡大に応じた生産技術の確立はもとより生産コストの低減が可能となる技術開発が極めて重要である。このような情勢の中、水稲の湛水直播栽培は、育苗作業および移植時の苗の運搬作業が省略できることから、大規模経営において省力的な栽培法として注目されている。

これまで水稲の湛水直播栽培は散播や条播方式が主として採用されてきた。しかし、散播方式は土壌表面に播種されるため、出芽深度が浅くなり、転び型倒伏を起しやすく、また播種後の栽培管理作業がしにくい等の問題がある。これに対して、打ち込み式湛水土中点播直播方式は、代かき作業と同時に、播種ロールで一定間隔に

繰り出される種子を鋸歯型回転ディスクにより打撃・加速し、瞬時に土中に打ち込んで播種する方法である⁵⁾。この方式によると苗立ちが株状となるため、散播や条播に比べて受光体勢や耐倒伏性の向上が期待できる^{6,10)}。

一方、この方式は条播方式に比べて出芽深度が浅いなどの指摘⁷⁾があるため、打ち込み式点播直播栽培における苗立ち安定化のための実用化技術を明らかにする必要がある。また、直播水稲における苗立ちの不安定性については、播種精度のほか、土壌の種類^{1,3,4)}、播種後の気象条件や有機物施用に伴う土壌の還元化^{2,3)}が大きく関与していることが指摘されている。しかし、これらの研究は従来の散播や条播方式を前提とした研究であり、打ち込み式点播直播栽培における苗立ちの安定化に関する研究は少なく^{7,9)}、代かき時期、播種時および播種後の水管理や種子の打ち込み速度について総合的に検討した報告はない。

そこで、本研究では打ち込み式湛水土中直播栽培における水稲の苗立ち安定化を図るため、代かき時期、播種時の水管理、種子の打ち込み速度や播種後の水管理技術について検討した。

試験方法

試験 1 代かき時期、播種時の水管理および種子の打ち込み速度と水稻の苗立ち

試験は福岡県筑紫野市の福岡県農業総合試験場内の砂壤土水田(日減水深約15mm)において1998および1999年の2か年実施した。供試品種は「つくし早生」で、播種期は1998年が5月26日、1999年が5月27日とした。播種量は両年とも10a当たり乾籾重2.8kgとした。播種は3日間浸水した籾に過酸化石灰粉粒剤を乾籾重の2倍量粉衣し、打ち込み式湛水土中条播機を用いて実施した。試験区として、代かき時期が前日区と当日区、播種時の水管理が落水区(田面露出割合30~40%)と浅水区(同80~90%)、種子の打ち込み速度が8、11、14m/sの3区を設定し、3つの要因を組合せて圃場に割り付けた。播種後は全区とも自然落水とし、出芽揃い期に入水し、その後は湛水状態を保った。播種後約2週間目に各試験区内の100~200本の苗について、正常苗および浮苗本数を調査し、播種量から播種粒数を算出して、苗立率および浮苗率を算出した。同時に、苗の白化茎長を測定し、これを出芽深度として調査した。試験の規模は1区60㎡で1区制とし、得られたデータを三元配置分散分析法を用いて各要因の効果を解析した。

試験 2 播種法、土壌の種類、過酸化石灰粉衣量および播種後の水管理と水稻の苗立ち

播種法については、打ち込み式湛水土中条播機を用いる点播区と湛水土中条播機を用いる条播区を設けた。土壌の種類の影響を検討するために、砂壤土水田(日減水

第1表 試験2における水管理の方法

試験区	水管理法 ¹⁾
水管理 I	播種直後から湛水状態を維持
“ II	播種直後湛水し、播種後5日目に落水
“ III	播種直後落水し、播種後5日目に湛水
“ IV	播種直後から落水状態を維持

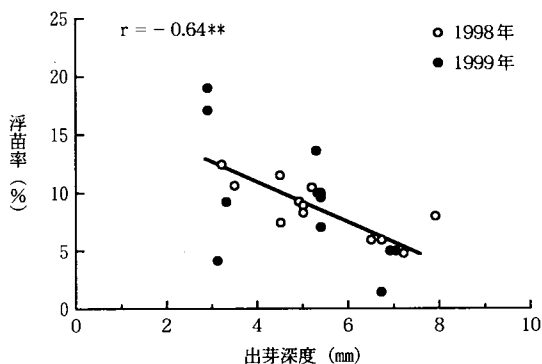
1) いずれの試験区も播種後10日目以降は湛水管理

深約15mm)および埴土水田(日減水深約5mm)を供試して行った。また、1998年は過酸化石灰粉衣量を乾籾の等倍量とした区と2倍量とした区を設け、1999年は点播の比較として湛水土中条播区を設けた。試験1と同様に、各要因を組み合わせる圃場に割り付けて試験を実施した。さらに、試験区のうち播種後の水管理の方法については第1表に示した。全試験区とも代かきは前日に実施した。播種10日後に全試験区とも湛水して、以後は湛水状態を保った。試験年次、供試品種、播種期、播種量、調査項目および調査方法は試験1に準じた。試験の規模は1区22㎡で1区制とし、三元配置分散分析法を用いて各要因の効果を解析した。

結果

試験 1 代かき時期、播種時の水管理および種子の打ち込み速度と水稻の苗立ち

第2表に代かき時期、播種時の水管理および打ち込み速度と出芽深度、浮苗率および苗立率を示し、要因の分散分析における寄与率を付記した。なお、交互作用は主効果に比べて小さかったため省略した。代かき時期は前日区よりも当日区の方が出芽深度が2mm程度深く、浮苗率が2.3~5.9%少なかった。苗立率についても当日代かき区が試験した2か年を通じて高かった。次に、播種時の水管理では落水区よりも浅水区において出芽深度が深



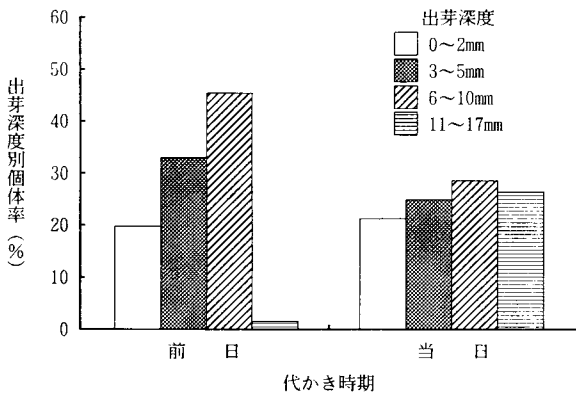
第1図 出芽深度と浮苗率の関係(試験1)

第2表 代かき時期、播種時の水管理および打ち込み速度と出芽深度、浮苗率および苗立率

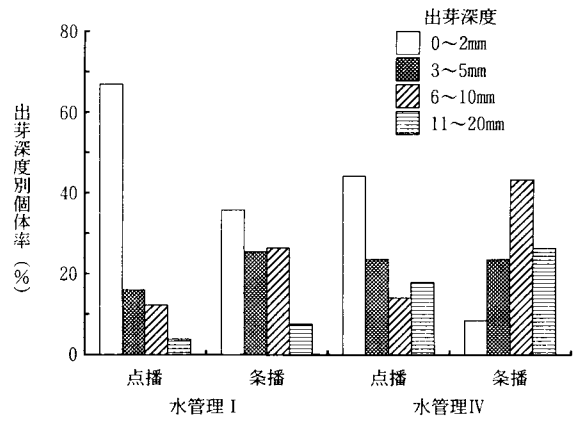
要因	水準	出芽深度 (mm)		浮苗率 (%)		苗立率 (%)	
		1998年	1999年	1998年	1999年	1998年	1999年
代かき時期	前日代かき	4.3	3.8	9.9	12.1	73.8	63.8
	当日代かき	6.4	6.1	7.6	6.2	75.1	71.0
播種時の水管理	落水	5.1	4.3	8.7	9.4	73.9	63.3
	浅水	5.6	5.7	8.7	8.9	75.0	71.5
打ち込み速度 (m/s)	8	5.2	4.5	8.9	11.8	77.0	61.9
	10	4.9	5.2	9.5	6.4	73.3	69.4
	14	6.0	5.3	7.7	9.2	73.1	70.9
分散分析における寄与率 ¹⁾							
代かき時期		60.2**	61.7**	33.6*	34.0**	1.9ns	18.0*
播種時の水管理		4.4ns	23.3**	0.0ns	0.3ns	1.4ns	23.6*
打ち込み速度		10.1ns	5.5ns	13.5ns	18.6*	16.3ns	21.6ns

1) 表中の数値はすべて1要因ごとの水準別の平均値で示す。

2) 寄与率の*、**印は各々5%、1%水準で有意差があることを、nsは有意差がないことを示す。



第2図 代かき時期の違いによる苗の出芽深度別個体率 (1999年)



第3図 播種法および水管理の違いによる苗の出芽深度別個体率 (1999年)

く、苗立率が高い傾向がみられた。また、打ち込み速度では、出芽深度に差は認められず、苗立率についても一定の傾向はみられなかった。分散分析で得られた寄与率の大きさを比較すると、出芽深度に対しては、播種時の水管理や打ち込み速度よりも代かき時期の寄与率が大きかった。同様に、浮苗率についても、2年を通じて代かき時期の寄与率が大きかった。

次に、第1図に出芽深度と浮苗率の関係を示した。出芽深度と浮苗率に負の相関が認められた。また、浮苗が多いほど苗立率が低くなる ($r = -0.56^{**}$) ことから、出芽深度が浅いほど浮苗が多くなって苗立率が低くなることが明らかとなった。また、第2図には代かき時期の違いによる苗の出芽深度別個体率を示した。出芽深度が0~2mmおよび3~5mmの極浅い部分の個体率は前日区が20および33%、当日区が21および25%と、前日区の方が浅い部分の個体率はやや多かった。大きな差がみられるのは11~17mmの深い部分の個体率で、前日区がわずかに2%であるのに対して、当日区は26%と高かった。

試験2 播種法、土壌の種類、過酸化石灰粉衣量および播種後の水管理と水稻の苗立ち

第3表に播種法、土壌の種類、過酸化石灰粉衣量および播種後の水管理と出芽深度、浮苗率および苗立率を示し、要因の分散分析における寄与率を付記した。なお、交互作用は主効果に比べて小さかったため省略した。まず、播種法では点播は条播に比べて、出芽深度が浅く、浮苗が多く、その結果苗立率が低かった。次に土壌の種類では、出芽深度と浮苗率には砂壤土と埴土の差は認められなかった。苗立率は年次により差が一定でなかった。また、過酸化石灰粉衣量では等倍量よりも2倍量が出芽深度が深く、苗立率が高かった。さらに、播種後の水管理では播種後から湛水状態を維持した水管理Iの苗立率が最も低く40.3~45.6%であり、一方播種後から10日間落水状態とした水管理IV区の苗立率が最も高く73.6~83.9%であった。分散分析の結果、浮苗率および苗立率では、播種後の水管理の寄与率が最も大きかった。また、出芽深度では、播種後の水管理と過酸化石灰粉衣量の寄与率が大きかった。一方、出芽深度、浮苗率

第3表 播種法、土壌の種類、過酸化石灰粉衣量および播種後の水管理と出芽深度、浮苗率および苗立率

要因	水準	出芽深度 (mm)		浮苗率 (%)		苗立率 (%)	
		1998年	1999年	1998年	1999年	1998年	1999年
播種法	点播	-	4.2	-	15.9	-	53.8
	条播	-	5.4	-	9.9	-	65.3
土壌の種類	砂壤土	4.2	4.7	15.2	12.4	66.7	61.7
	埴土	3.9	4.9	21.6	13.4	65.5	57.4
過酸化石灰粉衣量	等倍量	2.9	-	20.1	-	60.2	-
	2倍量	5.2	-	16.7	-	72.0	-
播種時の水管理	I	3.8	3.6	40.0	24.6	45.6	40.3
	II	2.9	3.6	23.3	10.9	67.6	66.7
	III	4.8	5.4	8.8	13.2	67.3	57.6
	IV	4.8	6.7	1.5	3.0	83.9	73.6
分散分析における寄与率 ¹⁾							
播種法		-	15.00**	-	10.1*	-	15.9**
土壌の種類		0.7ns	0.2ns	3.8ns	0.3ns	0.1ns	2.3*
過酸化石灰粉衣量		56.5**	-	1.1ns	-	14.0**	-
播種時の水管理		27.0**	66.3**	83.2**	67.5**	74.8**	74.5*

1) 表中の数値はすべて1要因ごとの水準別の平均値で示す。

2) 寄与率の*, **印は各々5%, 1%水準で有意差があることを, nsは有意差がないことを示す。

および苗立率における土壌の種類の影響は播種後の水管理、播種法および過酸化石灰粉衣量に比べると小さかった。

第3図に播種法および播種後の水管理の違いによる苗の出芽深度別個体率を示した。まず、播種法の違いによる出芽深度別個体率をみると、水管理Ⅰ区およびⅣ区ともに点播は条播に比べて浅い部分の個体率が高く、特に水管理Ⅰ区の点播では0~2mmの極浅い部分に位置する個体率が67%と極めて高かった。また、水管理の違いによる出芽深度別個体率は点播、条播ともに水管理Ⅳ区において出芽深度が6~10mmおよび11~20mm部分の個体率が水管理Ⅰ区よりも高かった。

考 察

打ち込み式点播は、代かきして懸濁させた土壌中に過酸化石灰を粉衣した種子を打ち込んで出芽深度を得る方法であり、土壌の硬軟や打ち込み時の田面水量および打ち込み速度が出芽深度にどのように影響するのかわかりやすくする必要がある。本試験の結果から、出芽深度を確保することが浮苗の発生を防止し、その結果として苗立率が高くなるといえる。また、出芽深度を深くするための技術として、代かきを播種当日に行うことが重要であり、播種時は浅水とする方が出芽深度の確保には有効と考えられる。打ち込み速度は本試験で設定した8~14m/sの範囲では出芽深度への寄与率は小さいものと考えられる。播種当日の代かきや播種時の浅水湛水は、いずれも土壌を柔らかくする手段として位置づけることができ、点播直播において出芽深度を確保するための重要な初期管理技術といえる。

次に、打ち込み式土中点播は条播に比べて出芽深度が浅くなりやすいこと⁷⁾が指摘されており、このことは本試験においても同様であった。第3表の分散分析の結果から、出芽深度、浮苗率および苗立率に対して、播種後の水管理の影響が大きく、土壌の種類の影響は小さいと考えられる。湛水直播水稲において、播種後の一定期間を落水状態とする水管理は、水稲の出芽および苗立ちの安定化のために有効な技術^{3,4,7,9)}である。これによって種子に粉衣された過酸化石灰から発生する酸素によって種子が浮き上がるのを防ぐことができる。したがって、特に打ち込み式土中点播においては、出芽揃い期頃まで落水管理とする方法が出芽深度を確保して、浮苗を防止し、苗立率を向上させる最も重要な技術といえる。

さらに、1998年単年度の結果であるが、出芽深度での過酸化石灰粉衣量の寄与率が播種後の水管理より大きかったことから、過酸化石灰粉衣量が出芽深度に及ぼす

影響は大きく、打ち込み播種時の粉衣種子重量が重いほど出芽深度を確保し易いことを示すものと考えられる。

以上のことから、水稲の打ち込み式湛水土中点播直播栽培において、出芽深度を確保し、浮苗を防止して、安定的な苗立率を得るためには、播種当日に代かきを行い、田面が露出して土壌が硬くならないよう浅水状態として播種を行った後、そのまま出芽揃い期(播種後10日)まで落水管理とする方法が有効であり、種子は過酸化石灰を乾初⁸⁾の2倍量粉衣することが重要と結論された。

引用文献

- 1) 土居健一・大隈光善・真鍋尚義(1986)湛水土壌中直播栽培における2,3の問題点 第3報 土壌の還元化程度と出芽率. 九農研 48 : 32.
- 2) 鍛冶原俊夫・泉恵市・加賀山文雄・清田洋次・横山威・郡司掛則昭(1989)麦跡湛水直播栽培技術体系の確立. 熊本農試研報 15 : 1 - 30.
- 3) 大隈光善・土居健一・佐藤寿子・真鍋尚義(1988)重粘土水田における水稲湛水土壌中直播栽培技術 第1報 出芽苗立の安定化. 福岡農総試研報 A-7 : 19 - 24.
- 4) 柴田義弘・原田皓二・大隈光善(1988)砂壤土水田における水稲湛水土壌中直播栽培の施肥法と初期水管理. 福岡農総試研報 A-7 : 15 - 18.
- 5) 下坪訓次・富樫辰志(1996)水稲の代かき同時土中直播栽培に関する研究 1. 点播直播について(予報). 日作紀 65 (別1) : 12 - 13.
- 6) 下坪訓次・富樫辰志(1996)水稲の代かき同時土中直播栽培に関する研究 2. 点播水稲と条播水稲の押し倒し抵抗の比較. 日作紀 65 (別1) : 13 - 14.
- 7) 田中浩平・陣内暢明・矢野敏行・原田皓二(1999)水稲湛水直播栽培における出芽・苗立ち安定化のための初期水管理. 日作九支報 65 : 13 - 15.
- 8) 手塚隆久・伊藤延男・上原泰樹(1989)湛水土中直播栽培における芽干しの効果. 九農研 48 : 33.
- 9) 吉永悟志・富樫辰志・脇本賢三・下坪訓次(1997)水稲の代かき同時土中直播栽培の確立に関する研究 4. 播種後の水管理が出芽・苗立ちに及ぼす影響. 日作紀 66 (別2) : 3.
- 10) 吉永悟志・富樫辰志・脇本賢三(1998)水稲の代かき同時土中直播栽培の確立に関する研究 6. 点播水稲の苗立密度が耐倒伏性に及ぼす影響. 日作紀 67 (別1) : 226.