

圃場における播種前の代かきおよび播種後の落水程度が打込み点播機を利用した湛水直播水稻の出芽と苗立ちに及ぼす影響

古畑昌巳・楠田宰・福嶋陽

(農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター)

要旨：圃場条件下において、播種前の代かきおよび播種後の落水程度が打込み点播機を利用した湛水直播水稻の出芽と苗立ちに及ぼす影響を調査した。パディハローを用いた代かきを2行程行った場合(2倍代)は、1行程の場合(標準代)に比べて播種、落水後の土壌含水率は高く、酸素拡散速度は低く推移した。また、同じ代かき区内においても土壌の均平は不完全でムラがあるため、落水の良否によって土壌含水率および酸素拡散速度は変化し、落水が良好な(播種後翌日には落水した)箇所は、落水が不良な(播種後数日にわたり表面水が停滞した)箇所に比べて土壌含水率は低く、酸素拡散速度は高く推移した。2倍代は標準代の落水良好箇所に比べて水稻の苗立ち数は少なく、標準代の落水不良箇所は、それよりさらに苗立ち数が少なく、出芽した個体の生育も悪かった。これらの結果から、打込み点播機による湛水播種・落水栽培法では、過度に代かきを行わないことと圃場の均平に留意して水の停滞箇所を作らないことが、安定した出芽・苗立ちに必要なと考えられた。

キーワード：打込み点播機、出芽、代かき、水稻、湛水直播、苗立ち、圃場、落水。

圃場条件で湛水播種後の落水が出芽・苗立ちに及ぼす影響については、苗立ち率は変わらないが、播種後落水期間が長い区では下位葉節からの分げつ発生が多くなり増収する(高橋ら 1998)、播種後の落水管理は湿潤管理および湛水管理に比べて出芽・苗立ちは優れる(Sato and Maruyama 2002)といった報告がある。しかし、圃場で湛水播種後に落水した水稻の出芽・苗立ちについて播種後の土壌環境を併せて評価した報告は少なく、落水した圃場の土壌表層の含水比は直播水稻の出芽およびその後の生育と密接に関係している(久保寺・山田 1997)という報告があるのみである。また湛水土中直播では播種後の土壌環境だけではなく、種子の塩水選(渡部ら 1990)および催芽程度(嶽石 1988, 渡部ら 1990)などの種子予措が出芽・苗立ちに影響を及ぼすことが報告されているが、種子の塩水選は比重 1.13 前後で行い、催芽程度は鳩胸状態とすることは、湛水土中直播栽培における種子予措の基本技術となっている。

著者ら(2005a)は、これまでに九州農業試験場(現九州沖縄農業研究センター)で開発した打込み式代かき同時土中点播機(下坪ら 1996, 富樫ら 2001)による播種を想定した水稻湛水土中直播試験を行い、過酸化カルシウム剤被覆種子を代かき土壌中に播種した後に落水を行った場合は、湛水を継続した場合に比べて土壌構造が大きく変化して表層土壌の通気性が向上し、出芽後は、鞘葉、第1葉(不完全葉)が早期に伸長を完了してスムーズに第2葉の成長に移行するため、茎葉部と根の乾物重が高く推移して苗立ちが向上することを明らかにしている。さらに湛水播種・落水管理を適用するにあたって、過度に代かきを行うことは土壌の団粒構造を破碎し、粗大団粒の割合を減らす一方で微細団粒を増加させる結果、播種後落水による土壌通気性向上の効果が抑制されること(古畑ら 2005b)、落水は播

種直後から行うことが最も効果が高く、播種後5日間飽水状態とした後に落水しても水稻初期生育を促進する効果は小さいことを明らかにした(古畑ら 2005c)。

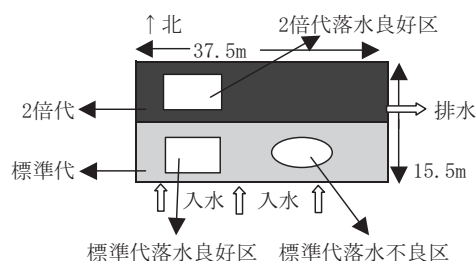
本研究では、代かき後に落水した土壌では、落水に伴う土壌収縮によって、埋め込んだ Eh センサー等を使った経時的な測定が困難なため(古畑ら 2005a)、代かき程度の異なる水田圃場の土壌環境を土壌物理性の面から評価し、播種後落水とした圃場において異なる代かき程度が出芽・苗立ちに及ぼす影響を調査した。また、過酸化カルシウム剤被覆後の貯蔵温度が出芽・苗立ちに影響を及ぼすという報告(吉永ら 2000)から、貯蔵温度条件が異なる種子を用い、同様な調査を行った。

材料と方法

1. 圃場試験方法

水稻品種は「ヒノヒカリ」を供試し、試験は九州農業試験場(福岡県筑後市和泉 現九州沖縄農業研究センター)内の圃場(細粒灰色低地土) 5.8 a (37.5 m × 15.5 m) を用いて 2000 年 6 月に行った。まず十分に吸水させた催芽粃にコーティングマシンを用いて過酸化カルシウム剤(過酸化カルシウム 16% 含有)を乾粃重の 2 倍重量被覆した種子を作成した。作成した種子の半分は、播種当日まで 7 日程度、10℃で密封貯蔵した種子(以下 10℃貯蔵種子とする)とし、のこり半分は、4 日程度 10℃で密封貯蔵した後、播種直前の 3 日間は 20℃で密封貯蔵した種子(以下 20℃貯蔵種子とする)として準備した。播種時期は 2000 年 6 月 6 日として、打込み式代かき同時土中点播機を用い、3 kg/10 a 設定で播種した。代かきは播種前日に行い、その程度は、圃場全面に対して縦方向および横方向に 1 回ずつの代かき作業が 1 行程(以下標準代とする)および 2 行程(以

下2倍代とする)の2水準とした。水管理は、代かきから播種時までは湛水深を2 cm 前後に保ち、播種直後に落水して、播種後10日に再入水(かけ流し)を行った。なお、播種翌日に標準代とした区域内に均平不十分のために排水不良で湛水深数mm～表土露出の飽水状態となった大きな区域が出現したため、標準代とした区域で落水が良好な箇所(播種翌日には落水した箇所、以下標準代落水良好区とする)、2倍代とした区域で落水良好な箇所(以下2倍代落水良好区とする)、標準代とした区域で落水不良な箇所(播種後数日間にわたって飽水状態となった箇所、以下標準代落水不良区とする)の計3区について調査を行った(第1図)。



第1図 試験区配置の模式図。

2. 水稻の出芽・苗立ち調査

播種後6日から2日おきに、各区内において1カ所6.0 m² (1.2 × 5.0 m) 内の水稻の出芽個体数を4反復(1区内で4カ所)で調査した。この調査では、鞘葉が地表面上に出現した個体を出芽個体、出芽後に鞘葉からの第1葉抽出を経て、第1葉鞘頂部から抽出した第2葉が緑化した個体を苗立ち個体とした。また播種後14日に、地表面から深さ約3～5 cm までの土壌を1カ所1.2 m² (1.2 × 1.0 m) を2反復(1区内で2カ所)採取して水稻種子を回収し、葉の先端から鞘葉基部の緑色部の最下部までを測定して草丈とした。

3. 気温及び土壌環境調査

調査期間中の平均気温は、場内に設置された気象観測計から日平均気温を求め、さらにその値の平均値として算出した。供試圃場各区における土壌環境の推移は、播種後の調査期間14日間の内、3～11回にわたって、以下の方法により調査した。土壌含水率は、100 mL 土壌コアで表層(地表面から深さ5 cm まで)の土壌を4反復ずつ抜き取り、105℃、24時間乾燥後、秤量して乾燥前の重量との差から求めた。なお、代かき直後の土壌採取は、標準代区および2倍代区のほぼ中央部分で100 mL の蓋なしの土壌コアの端が土壌表面に隠れる程度まで垂直にいれ、土壌で完全に満たされた状態で底に蓋をして行ったが、以後の採取は畑土壌での採取と同様に行った。土壌中の酸素拡散速度は、土壌酸素拡散計(大起理化工業製 DIK-1120)を用いて各区5反復ずつ、表面土壌硬度は土壌硬度計(藤原製作所製

山中式平面型)を用いて各区10反復ずつ調査した。また、湿式篩別法(田中1997)を用いて、篩目2.0～0.1 mm まで5層に組み合わせた団篩を水中で上下に振幅4 cm 程度、30回/分、5分間振とうして、篩目0.25 mm 以上の篩に残った粗大団粒(粒径0.25 mm 以上の砂粒子と粒径0.25 mm 以下の一次粒子の団粒を共に含む)の乾土重量割合を(粒径0.25 mm 以上の砂および土壌の乾土重量/全乾土重量) × 100 (%) として5反復で求めた。さらに粒径0.02 mm 以下の微細団粒(粒径0.002～0.02 mm のシルトと粒径0.002 mm 以下の粘土を共に含む)をピペット法(中井1997)を一部改変した粒径分析により分別して、その乾土重量割合を(粒径0.002～0.02 mm のシルトと粒径0.002 mm 以下の粘土を合わせた乾土重量/全乾土重量) × 100 (%) として5反復で求めた。

結 果

1. 代かき程度が土壌表層の団粒の割合に及ぼす影響

表層(地表面から深さ5 cm まで)の土壌に占める粒径0.25 mm 以上の粗大団粒の割合は、代かき回数の少ない標準代が2倍代に比べて高かった。一方、0.02 mm 以下の微細団粒の割合は、標準代が2倍代に比べて低かった(第1表)。

2. 圃場の代かきおよび落水程度が播種、落水後の土壌環境に及ぼす影響

(1) 土壌含水率の推移

表層(地表面から深さ5 cm まで)の土壌では、全区ともに播種後の日数経過に伴って土壌含水率が低下し、播種後10日の再入水(かけ流し)によって再び高まった。落水良好区では、標準代の土壌含水率は2倍代に比べて低く推移した。また同じ標準代でも落水不良区の土壌含水率は落水良好区に比べて高く、標準代落水不良区が3区の中で最も高く推移した(第2図)。

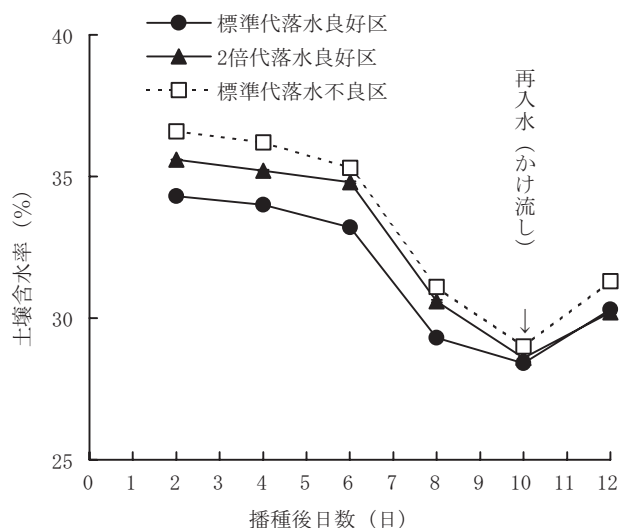
(2) 表面土壌硬度の推移

表面土壌硬度は全区とも播種後の日数経過に伴って上昇し、播種後10日の再入水(かけ流し)によって低くなり、

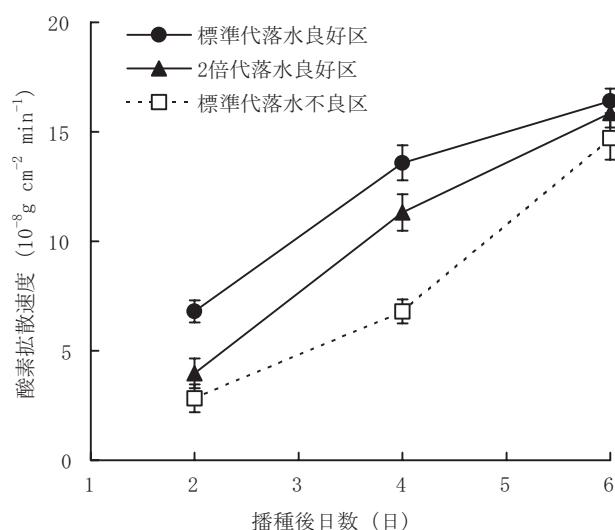
第1表 圃場の代かき程度が土壌表面から5 cm までの土層内の粗大団粒および微細団粒の割合に及ぼす影響(播種当日)。

代かき程度	粗大団粒の割合* (%)	微細団粒の割合** (%)
標準代	55.2 ± 1.1a	2.5 ± 0.3a
2倍代	41.5 ± 5.4b	3.0 ± 0.3a

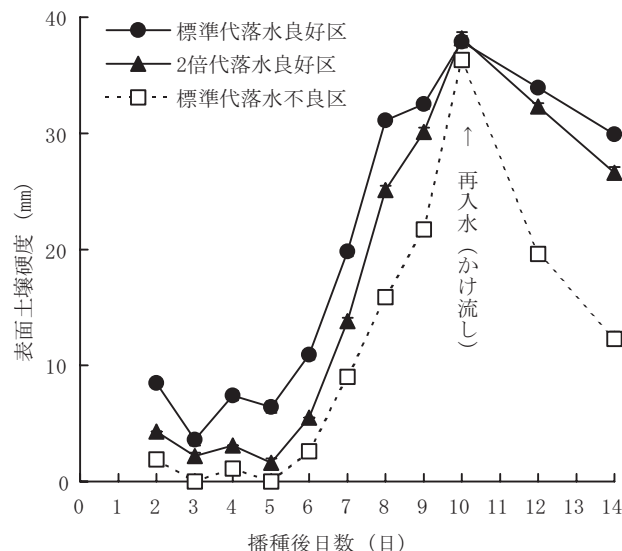
* : (粒径0.25mm以上の砂および土壌の乾土重量/全乾土重量) × 100 (%)。 ** : (粒径0.02mm以下の土壌の乾土重量/全乾土重量) × 100 (%)。平均値 ± 標準誤差で示す。異なる英文字間には5%水準で有意差があることを示す。



第2図 圃場の代かきおよび落水程度が土壌含水率に及ぼす影響。平均値±標準誤差で示す。



第4図 圃場の代かきおよび落水程度が土壌通気性に及ぼす影響。平均値±標準誤差で示す。



第3図 圃場の代かきおよび落水程度が表面土壌硬度に及ぼす影響。平均値±標準誤差で示す。

土壌含水率の推移と対照的な推移を示した。落水良好区では、標準代の表面土壌硬度は2倍代に比べて高く推移した。また同じ標準代でも落水不良区は落水良好区に比べて低く、標準代落水不良区が3区の中で最も低く推移した(第3図)。

(3) 土壌通気性の推移

播種後2~6日の間は、3区ともに日数の経過に伴って酸素拡散速度は増加し、土壌通気性の向上が認められた。落水良好区では、標準代の酸素拡散速度は2倍代に比べて高く推移する傾向を示した。また同じ標準代でも落水不良区は落水良好区に比べて低く、標準代落水不良区が3区中で最も低く推移した(第4図)。

3. 圃場の代かきおよび落水程度が水稻の出芽・苗立ちと初期生育に及ぼす影響

(1) 調査期間中の気温および出芽個体数の推移

調査期間中の平均気温は23.5℃であり、平年と比べて大きな相違はなかった(データ省略)。10℃貯蔵種子の出芽個体数は、落水良好区では、標準代が2倍代に比べて多く、同じ標準代でも落水不良区は落水良好区に比べて少なく、標準代落水不良区が3区中で最も少なかった。またこの傾向は20℃貯蔵種子にも認められたが、20℃貯蔵種子区では出芽個体数が全体的に多かった(第5図)。

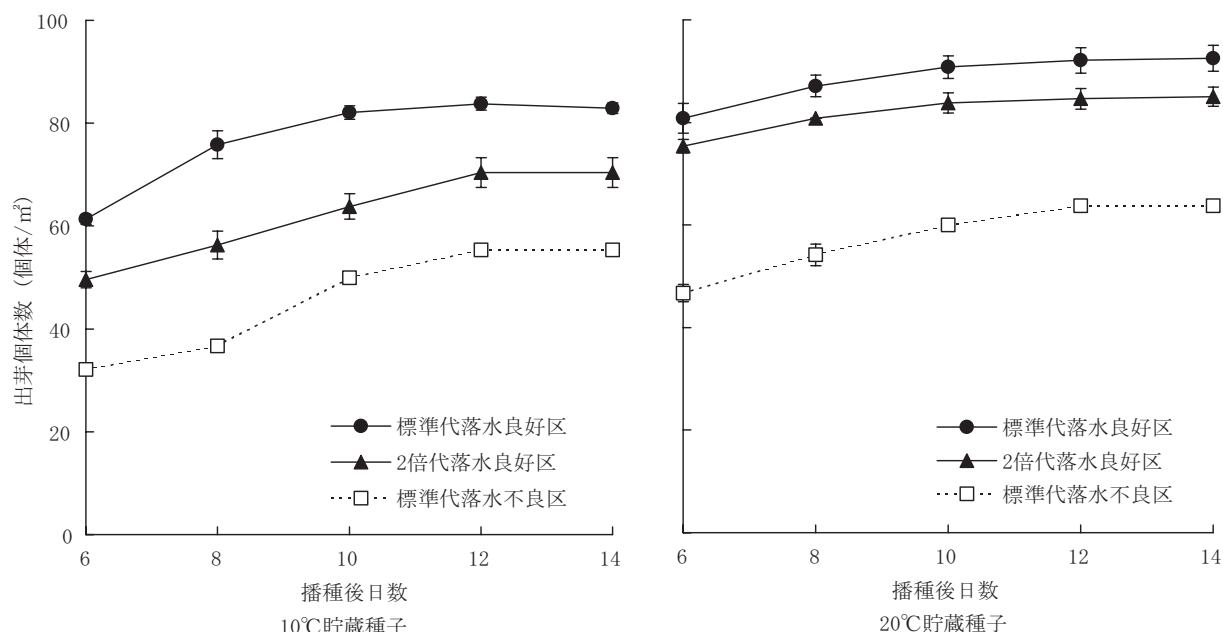
(2) 播種後14日におけるm²当たり苗立ち個体数

10℃貯蔵種子のm²当たり苗立ち個体数は、落水良好区では標準代が2倍代に比べて多く、同じ標準代でも落水不良区は落水良好区に比べて少なく、標準代落水不良区が3区中で最も少なかった。またこの傾向は20℃貯蔵種子にも認められたが、20℃貯蔵種子では苗立ち個体数が全体的に多かった(第2表)。

第2表 圃場の代かきおよび落水程度が水稻の苗立ち個体数(個体/m²)に及ぼす影響(播種後14日)。

代かき程度	落水程度	10℃貯蔵種子	20℃貯蔵種子
標準代	良好	82.9±1.0a	92.5±2.5a
2倍代	良好	70.4±2.9ab	85.0±1.9a
標準代	不良	55.4±0.6b	63.8±0.6a

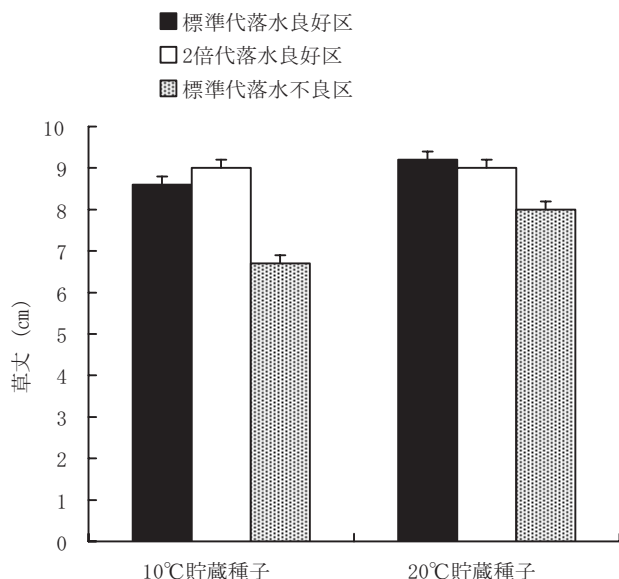
コードラート内の調査結果。平均値±標準誤差で示す。異なる英文字間には5%水準で有意差があることを示す。



第5図 圃場の代かきおよび落水程度が水稻の出芽に及ぼす影響。
 平均値±標準誤差で示す。

(3) 播種後14日における草丈

10°C貯蔵種子で出芽した個体の初期生育を比較してみると、落水良好区では、標準代および2倍代の播種後14日の草丈はほぼ同等であった。また同じ標準代でも落水不良区の草丈は落水良好区に比べて小さく、標準代落水不良区が3区中で最も小さくなり、明らかに生育が劣っていた。また20°C貯蔵種子でも同様の傾向が認められたものの、10°C貯蔵種子に比べて草丈が全体的に大きく、初期生育は促進される傾向が認められた(第6図)。



第6図 圃場の代かきおよび落水程度が播種後14日の水稻の草丈に及ぼす影響。
 図中のバーは標準誤差を示す。

考 察

1. 圃場の代かきおよび落水程度が土壤環境に及ぼす影響

(1) 代かき程度が土壤環境に及ぼす影響

本実験において、標準代は2倍代に比べて粗大団粒の割合は大きい一方で、微細団粒の割合は小さく(第1表)、また落水良好区では、標準代は2倍代に比べて土壌含水率が低く(第2図)、表面土壌硬度(第3図)、土壌通気性(第4図)はともに高く推移した。水田土壌では、代かきにより団粒構造が物理的に破壊されて団粒の粒径は細くなる(斎藤・川口 1971)ことから、標準代は2倍代に比べて代かき回数が少なかったために団粒構造の破碎程度が小さく、粗大団粒の割合は大きく、微細団粒の割合は小さくなったと考えられた。また土壌粒子は細かいほど単位重量当たりの表面積が増大して水の吸着力が増すこと(Hartge 1978)から、標準代の土壌含水率は低く推移したと考えられた。さらにポット実験において代かき後に落水した土壌では、土壌含水率の低下に伴って気相が生じて土壌通気性は向上し、同時に土壌収縮によって固相が増加して表面土壌硬度は高まった(古畑ら 2005a)。また代かき時間が短い場合、気相が生じ易いために土壌通気性はより向上し、土壌含水率が低くなるために表面土壌硬度はより高まった(古畑ら 2005b)。本実験において代かき回数の少ない標準代は代かき回数の多い2倍代に比べて代かき時間が短いため、ポット実験と同様に表面土壌硬度および土壌通気性は2倍代に比べて高く推移したと考えられた。

(2) 落水程度が土壤環境に及ぼす影響

本実験において、代かき程度が同じ標準代でも落水不良区は落水良好区に比べて土壤含水率は高く (第2図)、表面土壌硬度 (第3図) および土壌通気性 (第4図) はともに低く推移した。直播水稻圃場の土壤含水比が大きい箇所では、他の箇所に比べて飽和透水係数は小さく、この要因として土壌の微細形態が異なり、含水比の小さい地点では径0.1~0.5 mm程度の亀裂が多く見られるのに対して、含水比の大きい箇所では壁状となっていたこと (久保寺ら1997) が報告されている。また、ポット実験では、数日の飽水とした後に落水した場合、飽水とした期間だけではなく、落水後も気相が生じにくく、両期間を通じて土壌通気性が低く推移した可能性があること (古畑ら2005c) から、落水程度によって、土壌三相といった土壌構造あるいは微細な亀裂といった小さな形態に変化を生じた結果、その後の土壤含水率や土壌通気性が異なることが推察された。本実験では、落水不良区は播種後数日にわたって水が停滞して土壌構造などが変化した結果、落水良好区に比べて土壤含水率は高く、土壌通気性は低く推移しやすくなったと考えられた。

2. 圃場の代かきおよび落水程度が水稻の出芽・苗立ちに及ぼす影響

落水良好区では、播種後14日の m^2 当たり苗立ち個体数は、標準代が2倍代に比べて多くなった (第2表)。この要因の一つとして、播種後6日の出芽個体数が多いこと (第5図) から、標準代落水良好区は2倍代の同区に比べて出芽が早まったことで苗立ち個体数が増加したと推察された。また、ポット実験において代かき時間が短い場合には播種直後の土壌通気性が高く推移して、このことが土壌の還元化をより強く抑制して、播種深に関わらず鞘葉の伸長を促進し出芽を早めること (古畑ら2005b) から、本実験の落水良好区では、代かき回数の少ない (代かき時間の短い) 標準代の土壌通気性が2倍代に比べて高く推移した結果、鞘葉の伸長が速やかに行われ、早期に出芽したと推察された。また、出芽個体の草丈には大きな違いは認められず (第6図)、本実験の代かき程度は出芽後の生育には大きな影響を与えていないことが示唆された。

同じ標準代では、落水不良区の播種後14日の m^2 当たり苗立ち個体数は落水良好区に比べて少なかった (第2表)。この要因の一つとして、播種後6日の出芽個体数が少ないこと (第5図) から、標準代落水不良区は落水良好区に比べて出芽が遅れた結果、苗立ち個体数も低下したと推察された。ポット実験で播種直後から落水した場合は、数日間飽水状態が続いた後に落水した場合に比べて土壌通気性が高く推移して出芽・苗立ちが早まり、出芽・苗立ちの斉一性も高まること (古畑ら2005c) から、本実験の標準代では、落水不良区の土壌通気性が落水良好区に比べてかなり低く推移した結果、鞘葉の伸長が遅れて出芽した個体も出芽時

期が遅かったことから草丈が小さくなったと考えられた。

3. 圃場の落水を向上させる管理技術の必要性

代かきした水田土壌では、地下へ浸透する水の割合は小さく、播種後の落水は主に地表から圃場排水溝への排水で行う必要があるが、地表から排水溝への排水の善し悪しは田面の凹凸によって決まる (田淵1969)。本実験においても圃場の均平化が不十分で凹凸があったため、代かき程度が同じであっても圃場内に水が停滞する箇所ができた。局所的な苗立ち数減少は圃場内での局所的な水の停滞によって生じると考えられており、これには圃場の均平性が大きく関与するとしている (牧山・山路1997)。実際、本実験では滞水箇所において水稻の出芽個体数および苗立ち個体数は減少する傾向が認められた (第5図、第2表)。また湛水直播水稻栽培を行う場合でも、圃場の大区画化は、機械作業の効率向上をもたらす、一層の省力化、低コスト化が期待される (川崎1989)。一方で、圃場の大型化によって地表および地下方向への排水性は局所により大きく異なってくる (多田1989, 山路1989)。地表の排水性を高めるためには、圃場に傾斜をつける、または均平精度を向上させる、地表に排水溝を設けることが有効である (丸山1975, 山路ら1981)。また、均平精度を高めることは圃場の残留水量、ピークとなる湛水深を浅くすることを可能とする (山路1987) が、現在はレーザー光測量・整地技術の開発 (山路1987) 等によって旧来の整地、代かき方式に比べて圃場の高低差をかなり小さくすることが技術的に可能となっている。こうした技術も、今後の直播栽培の普及拡大には必要となろう。

4. 水稻の安定した出芽・苗立ちを確保する種子予措および播種栽培技術

本実験では、20℃貯蔵種子の播種後14日の m^2 当たり苗立ち個体数は10℃貯蔵種子に比べて多かった (第2表)。この要因の一つとして、20℃貯蔵種子は10℃貯蔵種子に比べて播種後6日での出芽個体数が多いこと (第5図) から、出芽が早まった結果、苗立ち個体数が多くなったと推察された。また、この結果は、吉永ら (2000) が15~30℃で3日間貯蔵した種子は10℃で貯蔵した種子に比べて平均出芽日数が短縮したという結果と同様であり、この加温処理によって出芽・苗立ちが向上する可能性は高い。

本実験の結果から、打込み点播機を利用した湛水直播・播種後落水栽培では、代かきの回数が多い場合、表層土壌の団粒構造の破碎程度は大きく、土壤含水率は高く、土壌通気性は低く推移した結果、出芽・苗立ちが低下すること、播種後数日にわたって圃場に水が停滞する箇所では同程度の代かきであっても土壤含水率は高く、土壌通気性は低く推移した結果、出芽・苗立ちが低下することが明らかとなった。この結果はポット実験で得られた結果 (古畑ら2005b, 2005c) とほぼ同様であった。打込み点播機を利用した湛

水直播・播種後落水栽培では、代かき回数を多くしないことと田面の均平化により迅速な地表排水を促進することによって、圃場に水が停滞する箇所を作らないことが安定した出芽・苗立ちの向上に必要なと考えられる。落水によって表層土壌の硬化が出芽に不利となる側面があるが、打込み点播機を利用した湛水直播・播種後落水栽培では、実用上問題にならないと考えている。この点の詳細は別途報告する予定である。

謝辞：本論文の取りまとめに際して、佐賀大学名誉教授の芝山秀次郎先生、同大学農学部有馬進教授にご指導を頂きました。ここに記して深く感謝いたします。

引用文献

- 古畑昌巳・楠田幸・福嶋陽 2005a. 落水処理による土壌三相構造の変化が湛水直播水稻の出芽と苗立ちに及ぼす影響. 日作紀 74 : 1-8.
- 古畑昌巳・楠田幸・福嶋陽 2005b. 代かき程度が湛水直播した水稻の落水条件下における出芽と苗立ちに及ぼす影響. 日作紀 74 : 9-16.
- 古畑昌巳・楠田幸・福嶋陽 2005c. 湛水直播・落水栽培における落水時期が水稻の出芽・苗立ちに及ぼす影響. 日作紀 74 : 134-140.
- 嶽石進・福田兼四郎 1988. 湛水土壌中直播栽培の苗立安定化. 東北農業研究 41 : 43-44.
- Hartge, K. H. 1978. 土壌物理学概論. 福士定雄訳. 1985. 博友社, 東京. 83-98.
- 川崎健 1989. 水田区画と機械化作業. 農土誌 57 : 29-34.
- 久保寺秀夫・山田一郎 1997. 極表層土壌の物理性が直播水稻種子の発芽に及ぼす影響. 土肥誌講演要旨集 43 : 3.
- 牧山正男・山路永司 1997. 直播稲作の現状と農業土木技術から見た湛水直播の問題解決の可能性. 農業および園芸 72 : 1097-1102.
- 丸山利輔 1975. 水田の水収支 — とくに、水田内における地表残留水量について —. 土壌の物理性 32 : 11-15.
- 中井信 1997. 土壌環境分析法 第Ⅱ章 土壌物理 2. 粒径組成 (ピペット法). 博友社, 東京. 24-29.
- 斎藤万之助・川口桂三郎 1971. 水田土壌の凝集性. 第1報 稲作期間中における水田作土の物理性の経時的变化. 土肥誌 42 : 1-6.
- Sato, T. and S. Maruyama 2002. Seedling emergence and establishment under drained conditions in rice direct-sown into puddled and leveled soil — Effect of calcium peroxide seed coating and sowing depth —. Plant Prod. Sci. 5 : 71-76.
- 下坪訓次・富樫辰志 1996a. 水稻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.
- 田淵俊夫 1969. 土壌物理 第6章 水田土層と水移動 第4節 粘土質の水田土層の排水. 養賢堂, 東京. 261-267.
- 多田敦 1989. 大区画水田と水田構造 — 排水を中心として —. 農土誌 57 : 185-190.
- 高橋久光・増岡彩子・太田保夫 1998. 湛水土壌中直播栽培における落水処理がイネの初期生育および収量に及ぼす影響. 日作紀 67 (別 1) : 252-253.
- 田中樹 1997. 土壌環境分析法 第Ⅱ章 土壌物理 5. 団粒分析 (湿式篩別法). 博友社, 東京. 40-43.
- 富樫辰志・下坪訓次・吉永悟志 2001. 水稻代かき同時打込み点播機の作業性能および栽培特性. 農作業研究 36 : 195-203.
- 渡部富男・和田潔志・小山豊・西川康之・恵畑康利 1990. 水稻の早期栽培地帯における湛水土中直播栽培法に関する研究. (2) 出芽・苗立ちの安定化. 千葉農試特報 17 : 3-21.
- 山路永司・富田正彦・竹中肇・岩淵吉博 1981. 3次元囲い込みモデルによる地表水残留状況の検討 — 大区画汎用圃場に関する研究 (I) —. 農土論集 94 : 16-22.
- 山路永司 1987. レーザー光測量の大区画圃場整備への応用. 農業および園芸 62 : 943-948.
- 山路永司 1989. 大区画水田の均平. 農土誌 57 : 191-196.
- 吉永悟志・脇本賢三・富樫辰志・田坂幸平 2000. 土中出芽性向上のための酸素供給剤被覆水稻種子の乾燥および貯蔵条件. 日作紀 69 : 146-152.

Effects of Puddling before Seeding and Drainage after Seeding on Emergence and Establishment of Rice Direct Seeded with a Shooting Hill-Seeder in Submerged Paddy Fields : Masami FURUHATA*, Osamu KUSUDA and Akira FUKUSHIMA (*Natl. Agr. Res. Cent. for Kyushu Okinawa Region, Chikugo, Fukuoka 833-0041, Japan*)

Abstract : This study investigated the effects of puddling and drainage on seedling emergence and establishment of rice direct seeded with a "shooting hill-seeder" in submerged paddy fields. Water content (oxygen diffusion rate) of puddled soil was higher (lower) in the plots where puddling was conducted twice with a paddy harrow than in the plots puddled only once. Water content and the oxygen diffusion rate of puddled soil varied somewhat with the degree of drainage after sowing even within the same plot due to irregular leveling there. The water content (oxygen diffusion rate) of soil was lower (higher) in the well-drained part than in the poorly drained part. The number of established rice seedlings per square meter in the twice-puddled plot was lower than that in the once-puddled plot. The number of established rice seedlings per square meter was the lowest in the poorly drained part of the once-puddled plot, and seedling growth there was the worst. These suggest that in rice seeding with a shooting hill-seeder followed by drainage less puddling (avoiding over-puddling) and proper draining with uniform leveling are necessary for both stable seedling emergence and establishment.

Key words : Drainage of flooded water, Paddy field, Puddling, Rice, Seedling emergence, Seedling establishment, Shooting hill-seeder, Submerged direct seeding.