

# 不耕起乾田条件における出芽深度の相違が直播 水稻の出芽率・苗立ち並びに生育に及ぼす影響

岡部 蘭子\*・玉井富士雄\*\*・元田義春\*\*・田邊 猛\*\*\*・武田元吉\*\*

(平成 14 年 11 月 28 日受付/平成 15 年 6 月 9 日受理)

要約：不耕起乾田状態での直播栽培において、出芽深度の深浅が出芽・苗立ち・生育に及ぼす影響について、ポット栽培によって検討した。水稻品種コシヒカリを供試し、播種深度 1 cm 区と 3 cm 区を設けて比較した。3 cm 区では 1 cm 区より出芽速度が約 3 日遅く、出芽率は約 18% 低下した。分けつ数は 2 次分けつにおいて顕著に減少し、植物体は過剰生育が抑制される様相を呈した。その後、3 cm 区では有効茎歩合は高められ、稈が太くなった。節間の挫折荷重、押し倒し抵抗値が大きくなり、倒伏に対する抵抗性が強まる傾向がみられた。さらに本研究においては、3 cm 区の登熟歩合・籾 1,000 粒重はともに 1 cm 区よりも高く、登熟品質向上がうかがわれた。以上の成果から、深播き栽培の有効性についての考察を行った。

キーワード：出芽深度、水稻、不耕起、乾田直播、生育

## 1. 緒 言

水稻栽培において、省力・低コスト化は大きな課題の 1 つである。その対策の 1 つに直播栽培があげられる。直播栽培では、鳥害・過繁茂・倒伏などいくつかの問題があり、安定した栽培技術が求められている。したがって、耐倒伏性を高めるために耕起の有無などの耕地条件・播種深度・土壤湿度等の改善を図ることや、有効茎歩合を高め、登熟歩合・籾 1,000 粒重の安定向上を図ることは、直播栽培における重要課題であり、改善技術の開発が急務と考えられる。また、省力を押し進めた技術として労働力をより削減できる不耕起直播栽培が、今後実用化に向けてさらに発展する可能性があると考えられる。これに加え、肥培管理技術面からみて、より省力・低コスト化を押し進めうるものとして、側条施肥が考案されてきている。一方、乾田直播において、出芽は大きな問題であり、直播における出芽と播種深度・覆土・播床の関係<sup>1,2)</sup>、幼芽の伸長・抽出力<sup>3-7)</sup>、冠水条件<sup>8)</sup>など様々な要因について研究されている。特に耕起土壌では乾田直播栽培における覆土の厚さと出芽および初期生育の関係については井之上ら<sup>9)</sup>、播種深度と生育・収量との関係は上山による報告がある<sup>10)</sup>。

不耕起土壌においては、岡山農試方式が主に普及してきたが、この方式では播種深度はおよそ 2.1 cm になっている<sup>11)</sup>。最近では深さ 5 cm の V 字型溝を作り、そこに肥料と種子を施用する愛知式不耕起乾田直播法が普及し初めている。この方式は V 字型溝を完全に覆土するのではなく浅く覆土する方式で、V 字型溝 5 cm の播種深度は、実際には出芽深度 1.5~2.0 cm に相当する<sup>12)</sup>。また、これまでの

播種深度に関する栽培試験の報告では、各設定条件での出芽深度がイネの生育に及ぼす影響については詳細な検討がなされておらず、土壌中での発芽並びに出芽の状況と出芽後の生育との関係を検討するためには、正確な出芽深度を把握することが不可欠である。

そこで本研究では、不耕起栽培ではまだ研究例の少ない、出芽深度 3 cm を深播きとして、出芽深度の深浅が出芽率・苗立ち並びに生育相に及ぼす影響について検討した。また、播種深度と出芽深度がほぼ同じになるように設定するために、1/2000 a ワグネルポットを用いて検討した。

## 2. 実験材料および方法

供試品種に水稻コシヒカリ (*Oryza sativa* L. cv. koshihikari) を用い、東京農業大学厚木キャンパス付属網室において、前年度の水稲栽培実験に用いたポットに、不耕起の要領で 2000 年 4 月 21 日に播種した。供試ポットの土壌は、前年 1/2000 a ワグネルポットに砂利 2 kg, 砂 1 kg, 腐植質火山灰土壌下層土 4.5 kg, 作土として同土壌に過磷酸石灰 9 g を混合したものを 5 kg 充填したもので、さらに作土にセラコート CK-70 (セントラル化成株式会社製; アンモニア態窒素: 18%, カリ: 9%) を 8.3 g 側条施肥して前年の水稻栽培に用いた。水稻収穫後の土壌を不耕起のまま、本実験に用いた。平均表面土壌硬度は 1.5 kg/cm<sup>2</sup> (山中式土壌硬度計, 標準誤差 0.1) であった。種籾は東京農業大学棚沢水田 (1999 年) 産のコンバイン収穫をした種子を、比重 1.13 で塩水選後使用した。これらの種子を常温 (約 23°C) で 24 時間催芽し、1 ポット 4 点、各点 1 粒播きで、あらかじめ開けておいた 1 cm および 3 cm の穴にピン

\* 東京農業大学大学院農学研究科農学専攻

\*\* 東京農業大学農学部農学科

\*\*\* 東京農業大学名誉教授

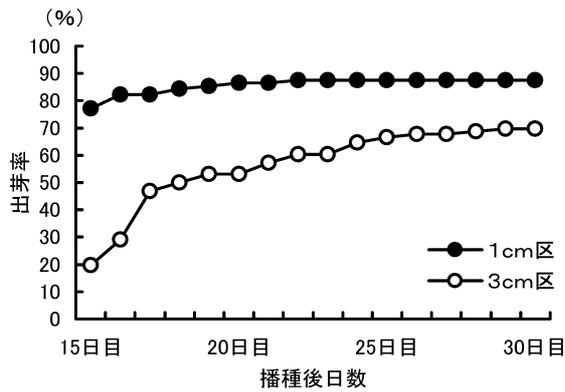


図1 出芽深度の相違が出芽に及ぼす影響

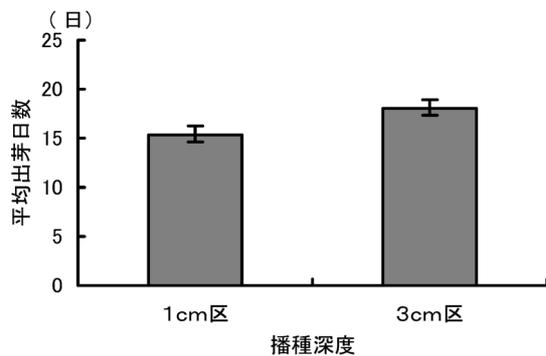


図2 出芽深度の相違が平均出芽日数に及ぼす影響  
注) 5%水準で有意差あり (t検定).  
縦棒は標準誤差.

セットで播種し軽く覆土をした。出芽調査終了後間引きを行い、各ポット2株立てで、1株は1本立てとした。施肥量は1ポット当たり、セラコートCK-70を9g、過磷酸石灰を9gとした。セラコートCK-70は出芽後深さ10cmに、過磷酸石灰は湛水直前に土壌表面に、それぞれ1ポット当たり、株の周辺2ヶ所に施用した。実験区は1cm区（播種深度1cm）、3cm区（播種深度3cm）とし、各区24ポットを用いた。出芽調査は、幼芽が0.5cm出た時を出芽とし、播種した全個体について播種後1ヶ月間毎日調査した。4齢期に入水し、収穫の7日前まで湛水状態にした。生育調査は5齢期から出穂まで2週間間隔で各区生育量が平均的な20個体について、草丈・生葉数・茎数を調査した。出穂調査は、穂首が出た時を出穂とし、出穂開始から40日間全個体について毎日調査した。収量調査は収穫（9月17日）・自然乾燥後に1株穂数・1穂全粒数・登熟歩合・籾1,000粒重（比重1.06で塩水選した籾の1,000粒重）を各区6個体ずつ調査した。有効茎歩合は最高茎数と1株穂数より算出した。

さらに2001年に、倒伏に関する影響を知るために、東京農業大学棚沢水田（2000年）産のコンバイン収穫種子を使用し、前年と同様の方法で各区6ポット（5月17日播種）ずつを同網室で栽培した。下位節間の強度の調査は穂揃い

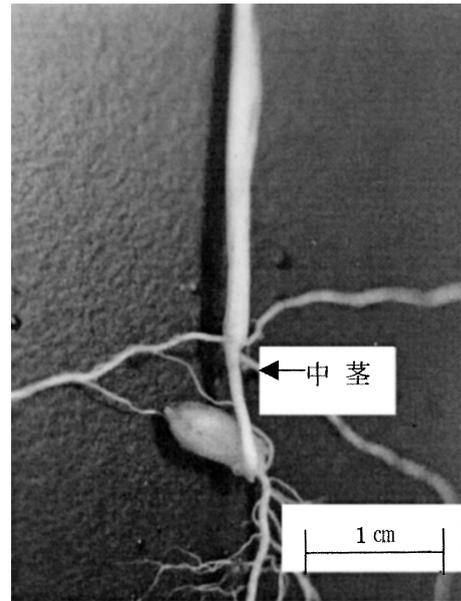


図3 中茎の形態

期に各区1個体当たり3本ずつ5個体について、葉鞘を取り除いた主稈及び1次分げつの第Ⅲ及び第Ⅳ節間（穂首節間を第Ⅰ節間、以下順次基部に向けて第Ⅱ、第Ⅲ…）中央の長径と短径を測り、この位置で支点距離4cmにおける挫折荷重を測定した。押し倒し抵抗値は、湛水状態で登熟期（9月2日）に押し倒し位置を地際より10cm、押し倒し角度を45度として、各区5個体について大起理化製倒伏試験器（DIK7400）を用いて測定した。

### 3. 結果

#### (1) 出芽深度の相違が出芽・苗立ちに及ぼす影響

出芽は1cm区で速く、3cm区では遅れる傾向を示した（図1）。平均出芽日数についても3cm区が18.0日、1cm区が15.3日で、3cm区の方が2.7日遅れた（図2）。出芽率は1cm区で最終的に87.5%だったのに対し、3cm区では69.8%となり、約18%低下した（図1）。また、3cm区では1cm程度の中茎の形成が認められた。中茎を図3に示した。

#### (2) 出芽深度の相違が生育に及ぼす影響

生育調査の結果、草丈については各区間の差は認め難かった（表1）。生葉数においては、生育が進むにつれて3cm区が1cm区より葉数の増加が少なく、抑制が大きくなる事が分かった（表2）。茎数も、3cm区が1cm区より少なく、分げつの抑制程度が大きかった（表3）。

分げつの発生のうちで1次分げつと2次分げつについてみると、1次分げつの発生数は出芽深度による差はほとんどなかったが、2次分げつの発生は明らかに3cm区で抑制された（図4）。

#### (3) 出芽深度の相違が倒伏関連形質に及ぼす影響

穂揃い期の下位節間の挫折荷重・稈径について調査した

表 1 出芽深度の相違が草丈に及ぼす影響

		(単位:cm)					
調査日	5/29	6/12	6/26	7/10	7/24	8/7	
試験区							
1 cm区	17.9	27.7	46.2	67.5	88.1	102.7	
3 cm区	16.1	26.5	44.7	66.3	86.7	101.5	
有意差	**	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	

注) \*\*: t 検定の結果, 1%水準で有意差があることを, n. s. は有意差がないことを示す。

表 2 出芽深度の相違が生葉数に及ぼす影響

		(単位:枚数/株)					
調査日	5/29	6/12	6/26	7/10	7/24	8/7	
試験区							
1 cm区	3.6	7.5	16.1	36.5	59.8	78.6	
3 cm区	3.4	7.3	14.9	34.7	51.8	67.6	
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	

注) \*: t 検定の結果, 5%水準で有意差があることを, n. s. は有意差がないことを示す。

表 3 出芽深度の相違が茎数に及ぼす影響

		(単位:本/株)							
調査日	5/29	6/12	6/26	7/10	7/24	8/7	8/22		
試験区									
1 cm区	1.1	2.9	6.7	15.0	17.4	17.9	18.6		
3 cm区	1.2	2.8	6.2	12.2	14.5	15.2	15.5		
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*	**	**	**		

注) \*, \*\*: t 検定の結果, 5%水準, 1%水準で有意差があることを, n. s. は有意差がないことを示す。

(本/株)

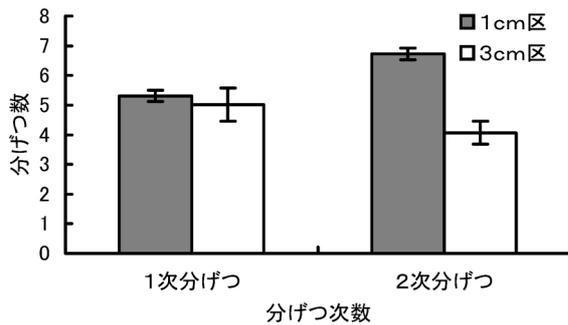


図 4 出芽深度の相違と分げつとの関係

注) 2次分げつにおいて, 播種深度間に1%水準で有意差あり (F 検定). 縦棒は標準誤差。

(g/稈)

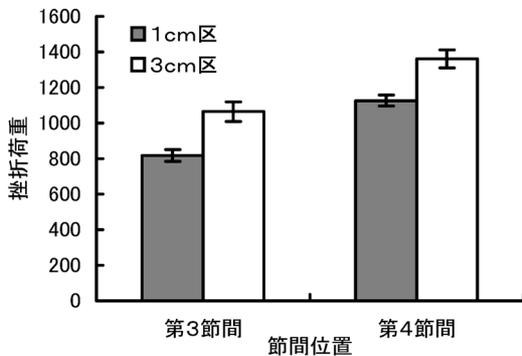


図 5 出芽深度の相違が挫折荷重に及ぼす影響

注) 各節間で, 播種深度間に1%水準で有意差あり (F 検定). 縦棒は標準誤差。

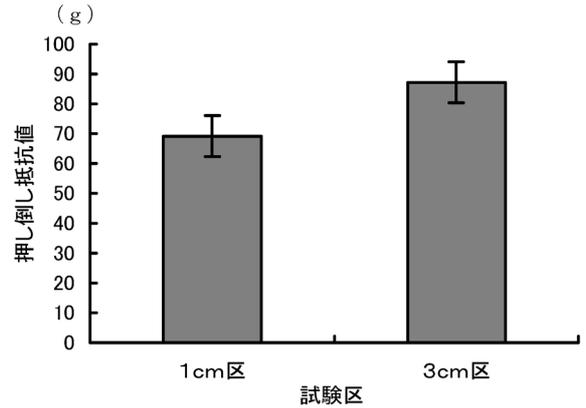


図 6 出芽深度の相違が稈当たり押し倒し抵抗値に及ぼす影響

注) 有意差無し (t 検定). 縦棒は標準誤差

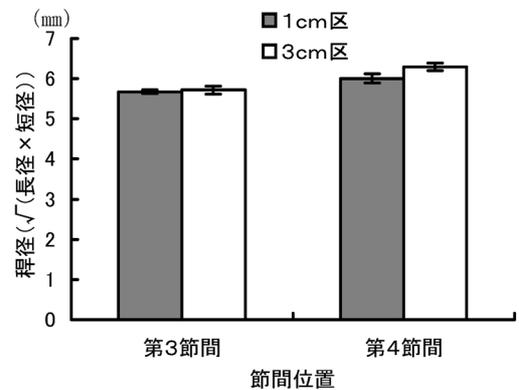


図 7 出芽深度の相違が稈径に及ぼす影響

注) 播種深度間に有意差無し (F 検定) 縦棒は標準誤差。

表 4 出芽深度の相違が出穂・登熟・収量に及ぼす影響

試験区	出穂 開始日	出穂期	1株最高 茎数(本)	1株穂数 (本)	有効茎 歩合(%)	1穂全 粒数(粒)	登熟歩合 (%)	籾1000 粒重(g)	1株 籾重(g)	1穂 籾重(g)
1cm区	8/7	8/15	18.8	17.3	91.7	111.5	79.1	25.3	38.2	2.22
3cm区	8/7	8/16	16.1 (86)	15.1 (87)	95.0 (104)	107.3 (96)	82.1 (104)	26.2 (104)	34.9 (91)	2.34 (105)
有意差	-	-	**	*	**	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.

注) 1. ( ) 内の数値は1cm区に対する指数を示す。

2. \*, \*\*: t検定の結果, 5%水準, 1%水準で有意差があることを, n. s. は有意差がないことを示す。

結果, 挫折荷重は第3節間・第4節間ともに3cm区で大きな値を示し, 稈の強化が見られた(図5)。稈当たりの押し倒し抵抗値は, 有意差は認められなかったが, 挫折荷重同様3cm区で大きな値を示す傾向がみられた(図6)。稈径( $\sqrt{\text{長径} \times \text{短径}}$ )でも, 有意差は認められないものの, 第3節間では差が顕著ではないが, 第4節間では3cm区の方がやや大きい値を示す傾向がみられた(図7)。

#### (4) 出芽深度の相違が出穂・登熟・収量に及ぼす影響

出穂開始日は1cm区・3cm区ともに8月7日で差はなく, 50%出穂日も, 1cm区が3cm区より1日早い程度の違いだった。

収量調査の結果, 以下のような差違が認められた。1株最高茎数は, 1cm区で3cm区よりも多かった。これに伴い, 1株穂数でも同様の結果がみられた。これらに対し, 有効茎歩合では3cm区が1cm区より高い値を示した。また, 登熟歩合は3cm区が1cm区よりやや高い傾向を示した。1穂全粒数はほぼ同等であったが, 3cm区より1cm区がやや大きい値を示す傾向にあった。籾1,000粒重は3cm区が1cm区よりやや高い傾向を示した。1株籾重は3cm区が1cm区より低い値を示したが, 1穂籾重は逆に3cm区が1cm区よりやや高い値を示した(表4)。

## 4. 考 察

一般に実施されている不耕起乾田における水稻直播栽培では播種深度(出芽深度)は浅く, 1cm程度である。本研究では播種深度を3cmという深播きにすることにより, 出芽率・苗立ちはやや不安定になるものの, 直播栽培の大きな欠点である過剰分けつ・過繁茂・倒伏の抑制効果があることが確認された。そこで今後, 本研究で指摘された問題点を克服し, 安定した収量性を確保する深播き栽培技術の確立が期待される。

供試品種として, 現在我が国での消費が多いコシヒカリを供試したが, 3cmの深播きで出芽率がやや低下し, 苗立ちが遅れた。深播きなので, 浅播きよりも苗立ちがやや遅れるのはやむを得ないが, 出芽率がやや低下することは問題が残る。本研究の3cm区のような出芽率であれば問題は少ないが<sup>(3)</sup>, 実際の栽培ではさらに出芽率が低下し, ひいては収量が低下する可能性があることは否定できない。現在, 直播適性品種や超多収性品種が育成されているの

で, これらの品種を中心に深播きでも出芽・苗立ちの良い品種を探索する必要がある。一方, 種子(播種用種子)の出芽能力などの改善により, 出芽・苗立ちの向上を図ることについても, さらに検討する余地がある。

本研究では播種深度3cm区で中茎が1cm程度伸長した。中茎の伸長は従来から発芽時の余分なエネルギー消費であり, 好ましくないとされてきた。また, 上山らは出芽に対してほとんど効果がないと報告している<sup>(1)</sup>。しかし, 本研究では中茎伸長がむしろ出芽の遅れを最小限に抑え, 結果として出芽を促進したのではないかと推察される。

出芽後の生育において, 深播きにより無効分けつが抑制される一方, 稈基部(第3節間・第4節間など)の挫折荷重などの耐倒伏性形質が, 耐倒伏性を増強する方向に変化することが明らかになった。このような特性は実際の栽培でも積極的に活用できるものと考えられる。

また, 3cm区では登熟歩合・精籾1,000粒重は1cm区よりも高く, 品質向上がうかがえた。このような登熟に係わる特性については, 実際の水田や砕水田などを用い, 個体群としての登熟性をさらに検討する必要がある。加えて, 様々な耕起・播種方法における播種深度と出芽率・苗立ち, さらには生育について比較検討することも新たな検討事項である。特に倒伏・収量に関連する生理・生態学的特性について, ポット試験にとどまらず圃場試験における比較検討の必要性が示唆された。

#### 参考・引用文献

- 1) 川延謙造・星川清親・高島好文, 1963. 乾田直播における水稻の苗立ちの良否と幼植物の形態について. 日作紀, 31, 267-271.
- 2) 太田勝一・安江多輔, 1965. 水稻乾田直播における出芽に関する研究 1. 岐阜大学農学部研究報告, 21, 1-5.
- 3) 井之上準・片山 佃, 1964. 水稻直播栽培における出芽に関する研究 第1報. 日作紀, 34, 237-242.
- 4) 井之上準・片山 佃, 1966. 水稻直播栽培における出芽に関する研究 第3報. 日作紀, 35, 161-167.
- 5) 井之上準・片山 佃, 1971. 水稻直播栽培における出芽に関する研究 第4報. 日作紀, 40, 415-419.
- 6) 太田勝一・安江多輔, 1964. 出芽過程における水稻幼芽の伸長とその強さ. 岐阜大学農学部研究報告, 19, 1-8.
- 7) 太田勝一・安江多輔, 1966. 水稻乾田直播における出芽に関する研究 II. 岐阜大学農学部研究報告, 22, 1-9.
- 8) 井之上準・片山 佃, 1967. 水稻直播栽培における出芽に関する研究 第2報. 日作紀, 36, 25-31.

- 9) 木本英照・岡武三郎・富久保男, 1995. 乾田不耕起直播栽培—10アール<sup>5</sup>時間のイネづくり—. 農山漁村文化協会.
- 10) 上山 泰, 1971. 覆土の厚さが乾田直播された水稲の生育・収量に及ぼす影響. 神戸大農学部研究報告, 9, 81-85.
- 11) 岡武三郎, 1998. 水稲の乾田不耕起直播栽培技術の確立. 農業技術, 53, 8-11.
- 12) 中嶋泰則・関 稔・加藤裕司・濱田千裕, 1992. 水稲の不耕起乾田直播栽培に関する研究. 愛知農総試研報, 24, 11-18.
- 13) 上山 泰・佐藤 孝, 1966. 稲麦の機械化直播栽培に関する研究 第4報. 兵庫農大研究報告(農工編), 7, 51-56.
- 14) 岡部蘭子・玉井富士雄・元田義春・田邊 猛, 2001. 播種深度の相違が不耕起乾田直播水稲における生育・生産に及ぼす影響. 日作紀, 70(別2), 73-74.

## Effect of Different Depth of Emergence on Percentage of Emergence, Establishment and Growth of Paddy Rice under the Condition of Nontilling Direct Sowing in Dry Paddy Field

By

Mayuko OKABE\*, Fujio TAMAI\*\*, Yoshiharu MOTODA\*\*, Takeshi TANABE\*\*\*  
and Genkichi TAKEDA\*\*

(Received November 28, 2002/Accepted June 9, 2003)

**Summary** : This study aims to analyse the effect of different depth of seed sowing on plant growth under the condition of direct sowing in dry paddy field. Using the cultivar, Koshihikari, plots of 1 cm depth and of 3 cm depth were compared. In the 3 cm plot, seed emergence was delayed and the percentage of emergence fall was about 18% compared to the 1 cm plot. The tiller number of the 3 cm plot decreased especially in the secondary tiller, and the plant showed a tendency to suppress overluxuriant growth. Then in the 3 cm plot, the percentage of productive culms increased, and the culms grew thicker, the lower internode became stronger, the resistance to lodging increased. Moreover, the ripening quality such as the percentage of ripened grains, or 1000 grain weight were greater in the 3 cm plot than in the 1 cm plot.

**Key Words** : depth of emergence, paddy rice, nontilling, direct sowing on well-drained paddy field

\* Department of Agricultural Science, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

\*\* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

\*\*\* Emeritus Professor, Tokyo University of Agriculture