

## 水稲不耕起乾田直播栽培における異なる播種深度での耐倒伏性の品種間差異

岡部繭子\*・玉井富士雄\*\*・元田義春\*\*\*・武田元吉\*\*\*

\* 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

\*\* 東京農業大学農学部農学科

\*\*\* 元東京農業大学農学部農学科

### 要 約

水稲不耕起乾田直播栽培において、倒伏回避は特に重要である。本研究ではコシヒカリ、キヌヒカリ、どんとこい、ゆめひたち、北陸100号、タカナリの6品種について播種深度と倒伏性の関係について検討した。試験はポット栽培で、播種深度1cm区と3cm区を設けて比較した。播種深度を深めたことにより、北陸100号では出芽が大きく抑制されたが、他の品種では出芽までに多少時間はかかるものの70%以上の出芽率が確保された。倒伏指標値に関しては、播種深度3cmでは播種深度1cmに比べ、押し倒し抵抗値には大きな差異は見られなかったが、下位節間（第III節間、第IV節間）の挫折荷重は、北陸100号を除く品種では大きな値を示した。また、タカナリは押し倒し抵抗性が強い等の品種特性を持っていることが確認された。これらのことから、3cm程度の深播きは直播水稲の耐倒伏性を向上させる、一栽培手法となる可能性が考えられた。

キーワード：品種間差異，水稲，不耕起乾田直播，倒伏，播種深度

### 1. 緒 言

近年、我が国における米消費量は減少傾向にあり、減反政策や新規需要米として米粉用米の作付けが推進されている。主食用米の生産においては、コスト低減のほか作業従事者の高齢化などの理由から、省力化が求められている。また、米粉用米生産における低コスト化は、新たな用途開拓に重要であり急務である。これらのことを背景に、水稲栽培の低コスト化が求められており、その実現に向けた一手段として、直播栽培が考えられる。特に省力化を考慮すると、耕うんおよび代かき作業が不要な不耕起栽培が有効な栽培法として考えられる。水稲直播栽培において、収量・品質の確保のため倒伏回避は特に重要である。直播適性のある短稈品種などが育成される一方で、栽培面からも様々な研究がなされている。湛水直播栽培では、適正な播種深度<sup>1,2)</sup>、中干し等の水管理<sup>3-5)</sup>、倒伏軽減剤の利用<sup>6,7)</sup>、耕耘深度や播種様式<sup>8,9)</sup>と倒伏性に関する検討などが従来からなされ、応用されている。乾田直播栽培では、播種密度と品種間差異<sup>10)</sup>、出穂後の稲穂諸形質の推移<sup>11)</sup>、播種深度（表層と1cm）<sup>12)</sup>などと倒伏性について報告され

ている他、著者らは乾田直播栽培コシヒカリにおいて、深播きすることによって倒伏抵抗性が増すことを報告した<sup>13-16)</sup>。

そこで、本研究ではコシヒカリをはじめとする、日本品種（直播適性品種含む）およびインディカ品種を供試して不耕起乾田直播栽培における播種深度と倒伏性の品種反応についてポット栽培で検討した。また、播種深度と倒伏性を検討するにあたり、直播栽培の重要課題の1つであり、播種深度と関係の深い出芽率についても併せて検討した。

### 2. 実験材料および方法

供試品種にコシヒカリ、キヌヒカリ、どんとこい、ゆめひたち、北陸100号、タカナリの6品種を用いた。水田不耕起栽培の土壌条件に近づけるため、前年度のポット栽培に供試した土壌をそのままにしたポットを用いた。東京農業大学厚木キャンパス付属網室において、1/2000aワグナーポットに、不耕起直播穴播の要領で2002年5月25日に播種した。播種深度は1cmおよび3cmとし、1ポット8穴、各穴1粒播きで、ピンセットで播種し軽く覆土をした。出芽調査終了後間引いて、各ポット2個体とした。施肥量はポット当たり、いせき化成086を16g、出芽後株間（ポット中央）に深さ10cmで施用した。実

受付日 2013年1月7日

受理日 2013年2月8日

験区は1 cm区 (播種深度1 cm), 3 cm区 (播種深度3 cm) とし, 各区1 品種につき6 ポットを用いた。出芽調査は, 鞘葉が地表面から0.5mm伸長した時点を出芽とし, 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葉齢期に入水し, 試験終了まで湛水状態とした。間引き個体についてはメソコチル長の調査を行った。生育調査は5葉齢期から出穂まで2週間間隔で生育量が平均的な各区10個体について, 草丈・茎数を調査した。耐倒伏性の指標については, 押し倒し抵抗値と挫折荷重の測定を行った。押し倒し抵抗値は, 湛水状態で押し倒し位置を地際より10cm, 押し倒し角度を45度として, 登熟期(9月3日)に各区5個体について倒伏試験器(DIK7400, 大起理化)を用いて測定した。同時期に下位節間の強度の調査として, 各区5個体, 3程/個体について, 葉鞘を取り除いた主稈および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節間とする)中央の長径と短径を測り, この位置で支点間距離4 cmにおける挫折荷重をデジタルフォースゲージ(FGX-5, シンポ工業社)を用いて測定した。

### 3. 結 果

#### (1) 各品種における播種深度と出芽率の関係

図1に播種深度1 cmにおける各品種の出芽率の推移を示した。コシヒカリとゆめひたちで出芽そろいが良好だった。最終出芽率は各品種とも90%以上確保できた。

播種深度3 cmにおける各品種の出芽率の推移を図2に示した。1 cmに区比べ, コシヒカリとゆめひたちは1日, キヌヒカリ, どんとこい, タカナリは2日, 北陸100号は3日出芽開始が遅れた。最終出芽率はコシヒカリ, キヌヒカリ, ゆめひたち, どんとこいでは90%以上を確保できたが, タカナリでは85%とやや低下し, 北陸100号は72%とかなり低下した。また, 北陸100号は出芽が揃うまでかなりの時間がかかった。最終出芽率の低下したタカナリと北陸100号の2品種は他の品種に比べメソコチル伸長量が若干小さかった(図3)。直播適性品種であるゆめひたちは, メソコチル伸長量は少ないものの, 出芽率は94%と高かった。

#### (2) 各品種における播種深度が生育に及ぼす影響

生育調査は, 7月4日から8月15日までの間, 2週間間隔で4回行ったが, ここでは最初と最後の調査結果のみを示す。草丈はどの品種においても, 初期

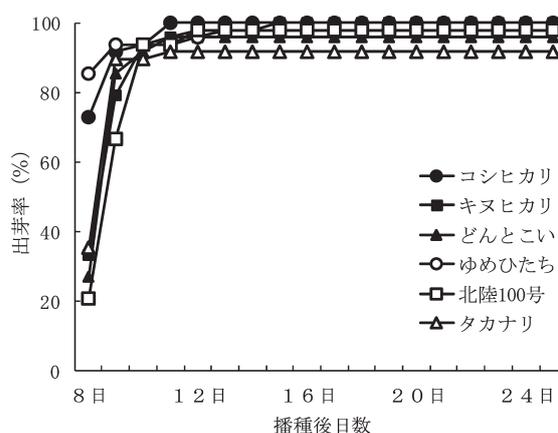


図1 播種深度1 cmにおける出芽率の推移

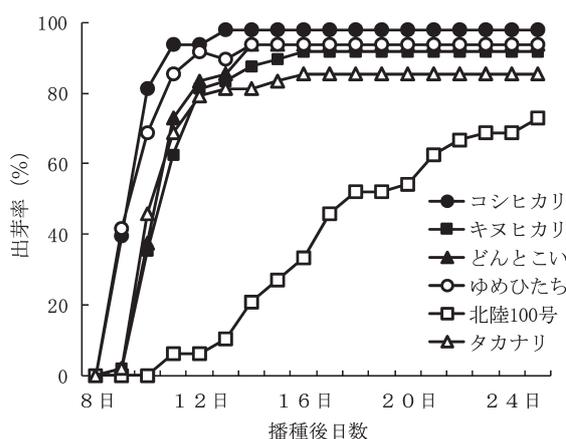


図2 播種深度3 cmにおける出芽率の推移

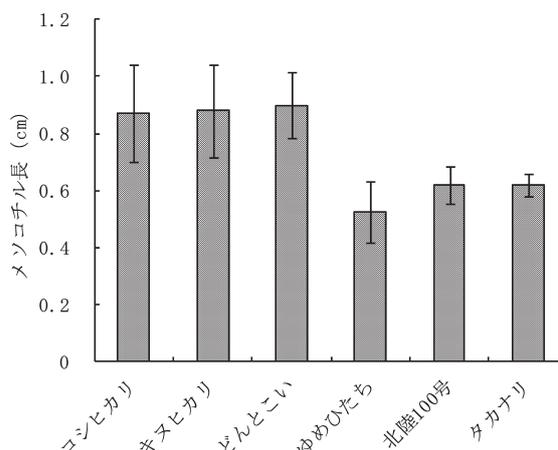


図3 播種深度3 cmにおけるメソコチル長  
図中のバーは標準誤差を示す

は北陸100号やタカナリで3 cm区がやや低いものの(図4), 最終的には播種深度による差異は見られなかった(図5)。

生育初期の茎数は, キヌヒカリ以外の品種は3 cm区で減少した(図6)。生育後期でも, コシヒカリとタカナリ以外の品種では, 同様に播種深度が3 cm

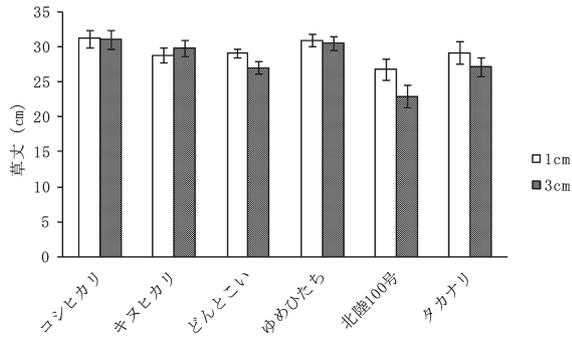


図4 7月4日における草丈。  
図中のバーは標準誤差を示す

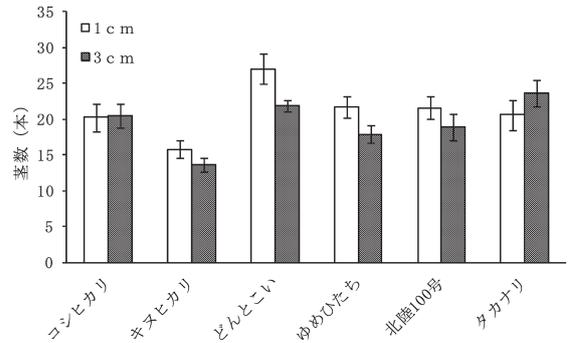


図7 8月15日における茎数。  
図中のバーは標準誤差を示す

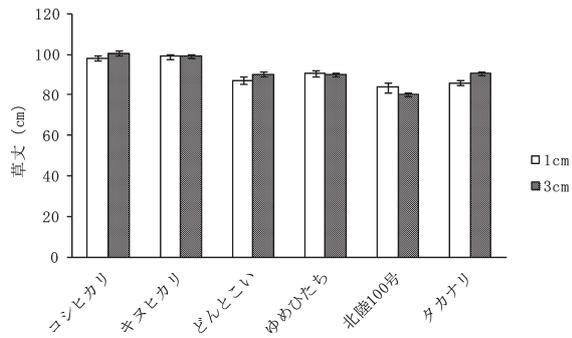


図5 8月15日における草丈。  
図中のバーは標準誤差を示す

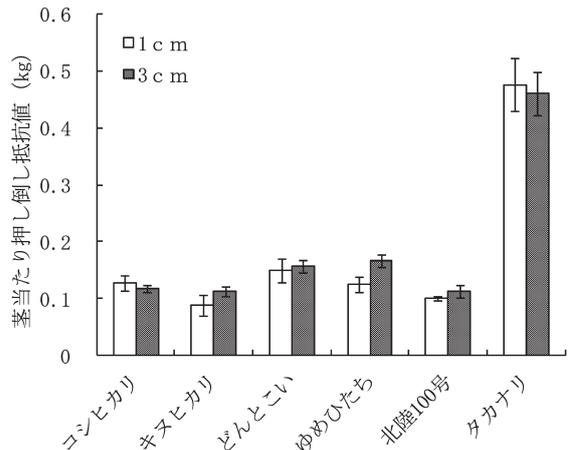


図8 茎当たり押し倒し抵抗値  
図中のバーは標準誤差を示す

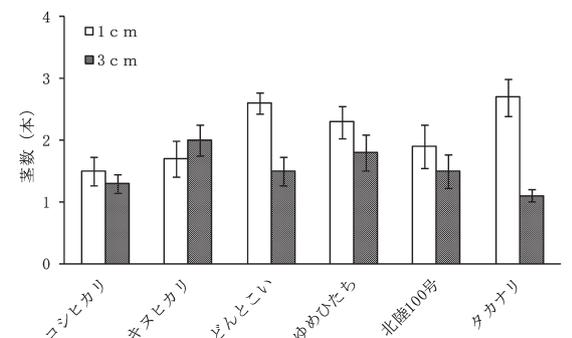


図6 7月4日における茎数。  
図中のバーは標準誤差を示す

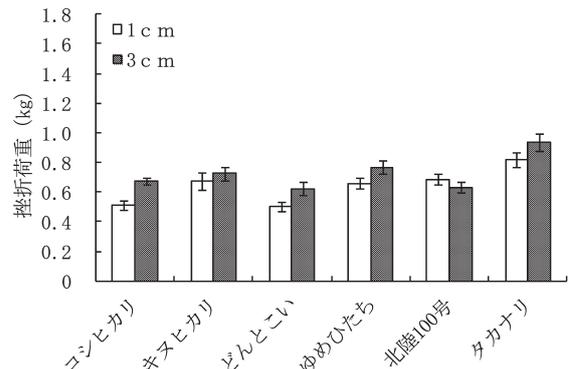


図9 第III節間の挫折荷重  
図中のバーは標準誤差を示す

と深くなると1 cmに比べ茎数は減少した(図7)。コシヒカリは、最終的に播種深度の相違による茎数の差異はみられなかった。タカナリでは、生育初期には3 cm区で茎数の減少がみられたものの、生育後期には3 cm区が1 cm区の値を上回った。

(3) 各品種における播種深度と押し倒し抵抗値の関係

各品種の押し倒し抵抗値を図8に示した。ゆめひたちでは播種深度3 cmの深播きにより、押し倒し抵抗性が増す傾向がみられた。その他の品種では、深播きによる押し倒し抵抗性の強化は見られなかった。タカナリは押し倒し抵抗性が顕著に大きいことが明

らかとなった。

(4) 各品種における播種深度と挫折荷重の関係

各品種における第III節間の挫折荷重を図9に、第IV節間の挫折荷重を図10に示した。挫折荷重は第III節間、第IV節間どちらにおいても、北陸100号以外の品種では、播種深度を3 cmと深くした方が大きな値を示した。また、品種間差については、押し倒し抵抗値ほど顕著でないものの、タカナリが他の品種

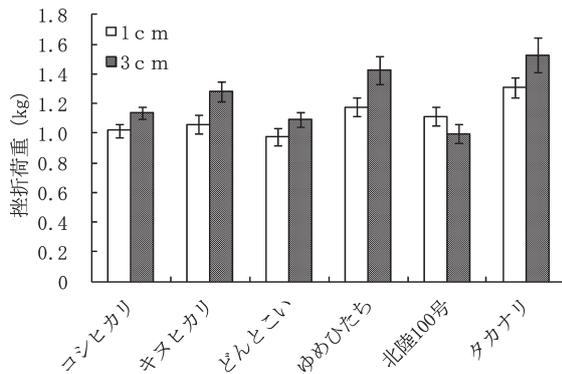


図10 第IV節間の挫折荷重  
 図中のバーは標準誤差を示す

より大きな値を示す傾向が見られた。

#### 4. 考 察

出芽率の不安定性と倒伏は水稻直播栽培における障害の一つであり、これらの回避は直播栽培における大きな課題である。本試験では、倒伏回避の一手法として、不耕起直播栽培時に播種深度を深くする深播き栽培について、良食味品種、直播適性品種、多収性品種（インディカ）を含む6品種を供試し、品種の耐倒伏性と深播き適性を検討した。しかし、深播きは出芽率の低下を招く恐れがあり、出芽率の確保の面からも検討を行った。

播種深度3cm程度の深播きであれば、供試した6品種では70%以上の出芽率を確保することは可能であることが示唆された。しかし、北陸100号のような節間伸長しにくい品種では、メソコチルの伸長量も小さく出芽に時間がかかることから、安定かつ高い出芽率を確保することは難しいことが明確に示された。また、深播き時の出芽はメソコチル伸長と深く関係していることが示唆されるが、ゆめひたちのようにメソコチル伸長量は少ないにもかかわらず、高い出芽率を確保できる品種もあった。本試験においては鞘葉長の測定は行わなかったが、今後メソコチル伸長と合わせ深播きに対する鞘葉長の品種反応について、さらに検討する必要がある。

播種深度と耐倒伏性の関係では、深播きすることで下位節間の挫折荷重が増大する傾向が見られた。このことから、深播きすることで耐挫折型倒伏性は強くなることが推測された。しかし、本試験では播種深度の差異による押し倒し抵抗値への影響はほとんど観察されなかった。したがって、直播栽培で特に問題視されている転び型倒伏に関しては、播種深度を3cmに深めることで耐性が増すとは言いきれず、転び型倒伏を軽減するためには、栽培法にさらなる

改良を取り入れる必要性が示唆された。また、本試験では根系の調査を実施していないため、今後はさらに深播き時の根系と倒伏の関係についても検討することが必要である。

インディカ品種であるタカナリは他の日本品種と比べ、耐転び型倒伏性が高いものの、深播きによる出芽率の低下が大きかった。品種による節間伸長性と耐転び型倒伏性および出芽性は深く関わっていることが推察されるが、ゆめひたちのようにメソコチル伸長量は少ないものの、出芽率は低下しにくい品種もあることから、さらに多くの品種について検討を行うことが、直播栽培の安定化に不可欠であると考えられた。

以上のことから、深播きすることは挫折型倒伏を軽減する一栽培法となる可能性があり、品種によっては不耕起直播栽培における課題解決に有望な栽培法の一つと推察された。今後は、出芽率の安定に向けさらなる検討を行うとともに、深播きと根系や収量性の関係、湛水直播栽培時の深播きと倒伏および出芽性についても詳しく検討する必要があると考えられた。

#### 参考・引用文献

- 1) 中村喜彰：水稻の湛水土壌中直播機の開発に関する研究—適正播種深度と稲の生育—。農機誌 43：203-209. 1981.
- 2) 村瀬治比古・中村喜彰・川村 登：湛水土壌中直播機の播種深度制御に関する基礎的研究 第1報—境界要素法による稲の株倒伏現象の解析—。農機誌 46：317-324. 1984.
- 3) MIYASAKA, A. Studies on Strength of Rice Root II. On the relationship between root strength and lodging. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 39:7-14. 1970.
- 4) 宮坂 昭・吉川喜一：水稻根の生理生態的特性と地上部諸器官の発育との関係 第3報 排水が根の発育および茎の挫折抵抗に及ぼす影響。北陸作物学会報 26：25-27. 1991.
- 5) 谷口岳志・中邑光太郎・萩原 均・寺島一男：水都湛水直播栽培における水管理条件が耐倒伏性と生育に及ぼす影響。日作紀 67 (別1)：254-255. 1998.
- 6) 西山岩男・寺島一男・平岡博幸：水稻の湛水直播栽培における生育調節剤の倒伏軽減効果。日作紀 54 (別1)：190-191. 1985.
- 7) 渡辺利通・芝山秀次郎・楠田 幸：湛水土壌中直播栽培における倒伏軽減剤の効果。日作中国支部研究集録 28：37-40. 1986.
- 8) 名越時秀・中村吉範・田邊 猛：耕耘深度の相違が湛水直播水稻の根量と耐倒伏性との関係に及ぼす影

- 響. 東農大農学集報 46:13-17. 2001.
- 9) 名越時秀・田邊 猛: 耕耘深度並びに播種様式の相違が湛水土壤中直播水稲の耐倒伏性に及ぼす影響. 東農大農学集報 46:94-98. 2001.
- 10) 宮坂 昭・高屋武彦: 乾田直播水稲における倒伏防止に関する研究 第1報 密播条件下での倒伏抵抗性の品種間差異. 日作紀 51:360-368. 1982.
- 11) 高屋武彦・宮坂 昭: 乾田直播水稲における倒伏防止に関する研究 第2報 出穂後における稲体諸形質の推移と倒伏抵抗性との関係. 日作紀 52:7-14. 1983.
- 12) 寺島一男・秋田重誠・酒井長雄: 直播水稲の耐倒伏性に関する生理生態的形質 第1報 押し倒し抵抗値の測定による耐ころび型倒伏性の品種間比較. 日作紀 61:380-387. 1992.
- 13) 岡部繭子・玉井富士雄・元田義春・田邊 猛: 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. 2001.
- 14) 岡部繭子・玉井富士雄・元田義春・武田元吉: 播種深度並びに栽植密度の相違が直播水稲の生育におよぼす影響. 日作紀 72(別1):8~9. 2003.
- 15) 岡部繭子・玉井富士雄・元田義春・田邊 猛・武田元吉: 不耕起乾田条件における出芽深度の相違が水稲の出芽率・苗立ち並びに生育に及ぼす影響. 東京農業大学農学集報 48:30~34. 2003.
- 16) 岡部繭子・玉井富士雄・元田義春・名越時秀・武田元吉: 耕うん・播種法の相違が乾田直播水稲の出芽・生育ならびに収量に及ぼす影響. 日作紀 74:125-133. 2005.

## Cultivar Differences of Lodging Resistance in Response to Sowing Depth of Nontillage-Direct-Sown Paddy Rice

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

\* Education and Research Center of Alpine Field Science, Shinshu University

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

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

### Summary

In direct sowing paddy rice, lodging is one of the important problems. We examined cultivar differences of lodging resistance in response to the sowing depth (1 or 3 cm) using six cultivars (“Dontokoi”, “Hokuriku No.100”, “Kinuhikari”, “Koshihikari”, “Takanari” and “Yumehitachi”). Seeds were sown in 1/2000a wagner pot containing nontillage soil. Under a sowing depth of 3 cm, the emergence rate of Hokuriku No.100 markedly decreased. On the other hand, the emergence rate of the other cultivars was 70% or more, although seedling emergence was delayed. Breaking strengths of lower internodes in 3 cm plots showed higher values than those in 1 cm plots. A result of the investigation about a lodging resistance index showed “Takanari” has the varietal characteristics of lodging resistance. These results suggest that a sowing depth of 3 cm (deep sowing) can be an effective cultivation practice to improve lodging resistance of nontillage-direct-sown paddy rice.

**Key word** : cultivar differences, lodging resistance, nontillage-direct-sown, paddy rice, sowing depth