

北部九州における水稻湛水直播栽培に関する研究

第2報 幼苗期の冠根の太さによる耐倒伏性の評価方法

尾形 武文・松江 勇次

(福岡県農業総合試験場)

1995年12月25日受理

要 旨: 北部九州において耐倒伏性を付与した直播用良食味品種を育成・選定するための効率的な早期選抜方法の確立を目的として、幼苗期の冠根の太さと耐倒伏性との関係を明らかにし、幼苗期における冠根の太さによる耐倒伏性の評価方法を検討した。播種後18日の幼苗期の冠根の太さは、出穂後15日頃の冠根の太さと高い正の相関関係を示した。播種後18日、20日および30日の冠根の太さは、湛水直播栽培における倒伏程度と負の、押し倒し抵抗値と正の相関関係を示した。一方、播種後10日および12日の冠根の太さと倒伏程度および押し倒し抵抗値との間には一定の関係は認められなかった。さらに良食味品種を多数供試した場合においても、播種後30日の冠根の太さは倒伏程度および押し倒し抵抗値とそれぞれ負と正の相関関係を示した。これらの結果より、播種後18~20日および30日の幼苗期における冠根の太さを計測することにより、湛水直播栽培での耐倒伏性の評価が可能であることが判明した。よって、耐倒伏性の優れた良食味品種の効率的な早期選抜の可能性が示唆された。

キーワード: 冠根の太さ, 水稻, 耐倒伏性, 湛水直播, 品種間差, 北部九州, 幼苗期。

Studies on Direct Sowing Culture of Rice in Northern Kyushu II. Evaluation of lodging tolerance by crown root thickness during seedling stage: Takefumi OGATA and Yuji MATSUE (*Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818, Japan*)

Abstract: This study was undertaken to find a method of evaluating lodging tolerance under direct sowing culture in flooded paddy field by the crown root thickness of seedlings for the selection of good eating quality rice cultivars well adapted to direct sowing in Northern Kyushu. The crown root thickness of seedling at 18 days after sowing showed a significant ($p < 0.01$) positive correlation with the crown root thickness of the plant at 15 days after heading under direct sowing culture. Also, crown root thickness of seedlings at 18, 20 and 30 days after sowing showed a significant ($p < 0.01, 0.05$) negative correlation with lodging degree, and showed a significant ($P < 0.01, 0.05$) positive correlation with the pushing resistance under direct sowing culture. On the other hand, there was no correlation between crown root thickness of seedlings at 10 or 12 days after sowing and lodging degree and pushing resistance. Furthermore, in the case of testing many good eating quality rice cultivars, crown root thickness of seedling at 30 days after sowing showed a significant ($p < 0.01$) negative correlation with lodging degree and a significant ($p < 0.05$) positive correlation with pushing resistance. In conclusion, we found that the lodging resistance of the cultivars with thick roots at the seedling stage was generally resistant. This leads us to suppose the varieties with good eating quality adapted for direct sowing culture could be selected at the juvenile stage based on crown root thickness of seedlings.

Key words: Crown root thickness, Direct sowing culture, Lodging tolerance, Northern Kyushu, Rice, Seedling stage, Varietal difference.

湛水土壤中直播栽培技術（以下、湛水直播栽培）の定着のためには、直播適性を備えた直播専用品種の育成・選定²⁾が不可欠である。その際に具備すべき大切な特性の1つとして耐倒伏性がある。このため湛水直播栽培における耐倒伏性の評価方法の確立は直播専用品種の育成・選定にとっては重要な条件である。

前報²⁾では、北部九州において耐倒伏性を有する直播用良食味品種を育成・選定する場合、耐倒伏性の評価には押し倒し抵抗値による評価が有効であることを指摘した。さらに、移植栽培条件下で出穂後15日前後に押し倒し抵抗値を測定することにより

湛水直播栽培条件下での耐倒伏性品種の選抜が可能であることを明らかにした。しかし、今日、育種年限の短縮が求められている中で、直播専用品種の早期育成・選定のためには、より短い生育期間での耐倒伏性の評価方法の確立する必要がある。耐倒伏性を評価するには出穂・成熟期頃の圃場観察により行うのが最も的確である。しかし、圃場で倒伏程度を観察するには倒伏を発生させるような条件を設定した圃場づくりと一定の規模以上の集団の大きさと面積が必要となるため、直播圃場において多数の品種・系統を扱うことは困難である。よって幼苗期(出芽期~6.3葉期、播種後51日)³⁾に耐倒伏性の

系統選抜が可能であれば、耐倒伏性を有した個体だけを圃場に展開して育種効率を高めることができる。

これまでの直播栽培における耐倒伏性の評価方法に関する研究はすべてが幼苗期以降の生育ステージで行われた試験^{1,4,5,8-11)}である。それらの中で、滝田・榊淵⁹⁾は、播種後75日の根の太さと成熟期の根の太さは高い正の相関を示し、播種後75日の苗を用いて耐倒伏性と相関の高い根の太さを選抜できるという有益な情報を提示した。しかし、前述したように効率的な早期選抜を図るためにはさらに短い育苗期間において、本田での耐倒伏性を評価することが必要である。播種後51日までの幼苗期間における冠根の太さによる耐倒伏性の評価方法の妥当性を論じた報告は今までないようである。

そこで、本研究では北部九州において耐倒伏性の優れた直播用良食味品種の育成・選定のための効率的な早期選抜方法の確立を目的として、幼苗期における冠根の太さと耐倒伏性との関係を明らかにし、幼苗期の冠根の太さによる耐倒伏性の評価方法について検討した。

材料と方法

試験は1992～1995年の4年間、福岡県農業総合試験場農産研究所の砂壤土水田で行った。

試験1. 幼苗期における生育時期別の冠根の太さと耐倒伏性との関係

供試材料は、第1表に示したように福岡県で栽培されている主要な日本品種と直播適性の優れたアメリカ品種を用いて1992年は11品種、1993年と1994年は13品種とした。播種処理は前報⁷⁾に準じた。播種は、1992年は6月8日、1993年は6月3日、1994年は6月1日に行った。播種密度は条間15 cm×株間3.3 cmの点播とし、苗立ち本数は100本/m²と

した。播種深度は地表面より0～0.5 cm程度とし、試験規模は1区5.25 m²で2反復とした。施肥量(基肥+第1回穂肥+第2回穂肥)は10 a当たり窒素成分で、極早生種は5.0+2.0+1.5 kg、早生種は6.0+2.0+1.5 kg、中生種は7.0+2.5+1.5 kg、晩生種は7.0+3.0+2.0 kgとした。

幼苗期における冠根の太さの調査に供試した苗は、1992年～1994年の3カ年とも、播種密度の違いによる根の太さの不均一性⁸⁾をなくすために、みのる式育苗ポットに1穴1粒ずつ播種し、その後、苗床で養成した。なお、幼苗期における冠根の太さの調査は、1992年は6月25日に播種し、播種後10日目と18日目の2回、1993年と1994年は6月27日に播種し、播種後12日、20日、30日の3回にわたって行った。調査方法は、1株当たり太い冠根から3本について、根基部より1 cmの部位¹²⁾の太さを計測し、1品種当たり10株の2反復で行った。計測方法は拡大鏡にて5倍に拡大し、デジタルノギスにて計測した。

また、登熟期の冠根の太さの調査時期および調査方法は、出穂後15日頃とし、調査方法は1株当たり主稈の冠根の太いものから10本について、根基部より1 cmの部位の太さを計測し、1品種当たり5株の2反復で行った。計測方法は、幼苗期の冠根の計測方法に準じた。

本田での倒伏程度の調査は0(無)～5(甚)の6段階評価による達観で行った。稲体の支持力を表す押し倒し抵抗値⁹⁾は出穂後14～21日に調査し、調査方法については、前報⁷⁾に準じた。

試験2. 良食味品種における幼苗期の冠根の太さと耐倒伏性との関係

供試品種は1994年、1995年の両年とも、北陸地域以南で栽培されている良食味粳39品種・系統(以下、良食味日本品種と称す)と参考に耐倒伏性の優れる

第1表 試験1の供試材料

試験年	早晚性	日本品種	アメリカ品種	計
1992 年	極早生	コシヒカリ	L-202	11 品種
	早 生	日本晴	M-302, M-7	
	中 生	ヒノヒカリ, 葵の風, ツクシホマレ	Lemont	
	晩 生	ユメヒカリ, 西海 190 号		
1993 年 { 1994 年	極早生	コシヒカリ, キヌヒカリ, ミネアサヒ, 夢つくし	L-202	13 品種
	早 生	日本晴	M-302, M-7	
	中 生	ヒノヒカリ, ツクシホマレ	Lemont	
	晩 生	レイホウ, ユメヒカリ		

日本の粳6品種と糯1品種（以下、参考の日本品種と称す）およびアメリカ品種4品種の計50品種・系統を用いた。ここでいう良食味品種とは、水稻・麦類奨励品種特性表⁹⁾において、食味の項目が上の中以上、または概評の項に良食味と明記された品種である。なお、育成系統については農産研究所で実施した食味官能試験で食味総合評価が日本晴より優れたものを良食味系統として評価した。さらに、良食味日本品種においては、耐倒伏性強の品種（実際の生産場面で許容できる倒伏で、程度が2.0未満の品種）と耐倒伏性弱の品種（倒伏程度が2.0以上の品種）の2つの品種群に分けた。

これらの4品種群50品種・系統を用いて1994年では本田にて湛水直播栽培を試験1に準じて行った。調査項目は倒伏程度、押し倒し抵抗値および出穂後15日頃の根の太さとし、これらの評価方法や測定方法は、試験1に準じた。1995年においてはこれら50品種・系統について幼苗期の冠根の太さの調査を行った。幼苗期の冠根の太さは、目標室内温度を25℃としたガラス温室にて9月1日～9月30日までの30日間みのる式育苗ポットで育苗した苗を用いた。調査は1株の中で太い冠根から3本の冠根について、1品種当たり5株の2反復を行った。冠根の計測方法は実体顕微鏡にて20倍に拡大し、マイク

ロメーターにて計測した。

また、幼苗期の冠根の太さを測定する場合に、一定水準以上の信頼性を確保した、簡易で効率的な冠根の太さの調査を行うために苗の育苗方法を検討した。供試品種には、キヌヒカリ、日本晴、ユメヒカリを用いた。育苗方法は1995年11月1日に催芽粃を市販の粒状培土を充填したみのる式育苗ポット（プラスチック製、縦×横×高さ＝62.0×31.5×2.5 cm、1箱当たり448穴）に1穴1粒ずつ播種したポット育苗と、対照区として稚苗育苗箱（プラスチック製、縦×横×高さ＝61.0×30.5×4.0 cm）に1箱当たり催芽粃125 g（乾粃100 g）を播種したマット育苗を用いた。冠根の太さの測定は両育苗方法とも、試験2の1995年の測定方法に準じて行った。調査の精度を検証するために冠根の太さの変動係数を算出した。

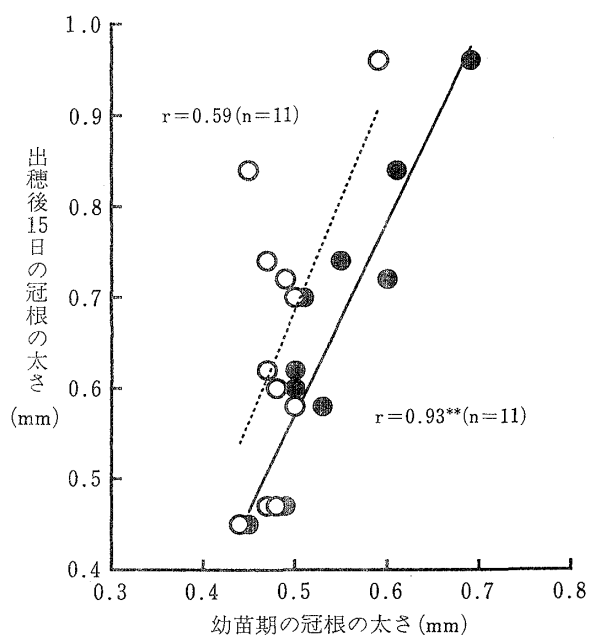
結果と考察

1. 幼苗期における生育時期別の冠根の太さと耐倒伏性との関係

1992年に幼苗期における生育時期別の冠根の太さと品種固有の根の太さを表す時期と考えられる出穂後15日頃の冠根の太さとの関係を第1図に示した。

播種後10日の冠根の太さと出穂後15日頃の冠根の太さの間には相関関係は認められなかったが、苗齢が2.5～3.0葉期であった播種後18日の冠根の太さは、出穂後15日頃の冠根の太さと高い正の相関関係を示した。冠根の太さは播種後18日で0.60 mmの品種は、出穂後15日頃では約0.79 mmの太さを示し、播種後18日の冠根の太さは出穂後15日頃の冠根の太さに比べて約24%細かった。

1993年において、暖地で稚苗を得るまでの一般的な育苗期間である播種後20日を中心として播種後12日、20日、30日の3時期における冠根の太さの相関関係を第2表に示した。その結果、これら3時期における冠根の太さにはそれぞれ正の相関関係が認められた。特に、播種後20日の冠根の太さと播



第1図 幼苗期の冠根の太さと出穂後15日の冠根の太さとの関係 (1992年)

○: 播種後10日の冠根の太さ $Y=2.32X-0.48$,

●: 播種後18日の冠根の太さ $Y=2.13X-0.49$.

**は1%水準で有意。

第2表 幼苗期の冠根の太さの単相関 (1993年)

		幼苗期の冠根の太さ	
		播種後20日	播種後30日
幼苗期の冠根の太さ	播種後12日	0.68**	0.65*
	播種後20日	—	0.98**

*, **は各々5%, 1%水準で有意 (n=13)。

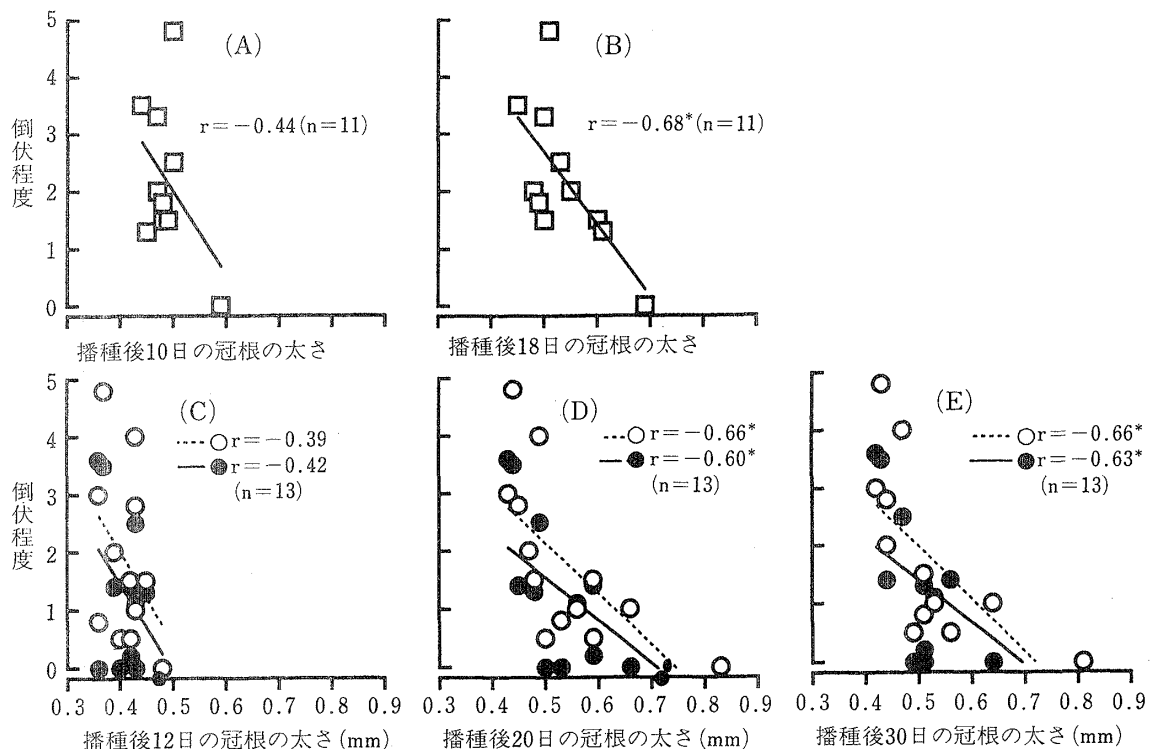
種後 30 日の冠根の太さとの間には高い正の相関関係が認められ、播種後 20 日で冠根の太い品種は播種後 30 日でも冠根は太いことを示した。

以上、1992 年と 1993 年の両年の結果から、播種後 10 日の冠根の太さは出穂後 15 日頃の冠根の太さと一定の関係を示さなかったことから、播種後 10 日頃の冠根の太さは品種間差が不明瞭な時期であると推察される。一方、播種後 18 日の冠根の太さは出穂後 15 日頃の冠根の太さと、播種後 20 日の冠根の太さは播種後 30 日の冠根の太さと高い相関関係にあったことから、播種後 18～20 日以降の冠根の太さは、根の太さの品種間差を精度高く判別できる時期であると考えられる。

次に、幼苗期における生育時期別の冠根の太さと湛水直播栽培における倒伏程度との関係を第 2 図に示した。1992 年において、播種後 10 日の冠根の太さと倒伏程度との間には相関関係は認められなかったが、播種後 18 日の冠根の太さは倒伏程度と負の相関関係を示した。1993 年と 1994 年においては、播種後 12 日の冠根の太さは、両年とも倒伏程度と何ら関係を示さなかったが、播種後 20 日と播種後 30 日の冠

根の太さは、両年とも倒伏程度と負の相関関係を示し、これらの幼苗期で冠根の太い品種は登熟期での倒伏程度が小さいことが明らかとなった。このように、幼苗期の冠根の太さと直播栽培における倒伏程度との関係は播種後日数の違いによる冠根の太さによって異なるものの、播種後 18～20 日以降の冠根の太さは倒伏程度と高い負の相関関係を示した。また、3 カ年を通じて、播種後 18～20 日以降において冠根の太さが 0.51 mm より細い品種の中に、倒伏程度が 2.0 以上になる耐倒伏性の弱い品種がすべて含まれていた。

幼苗期における生育時期別の冠根の太さと押し倒し抵抗値との関係を第 3 図に示した。1992 年、播種後 10 日の冠根の太さと播種後 18 日の冠根の太さは湛水直播栽培における押し倒し抵抗値とそれぞれ正の相関関係を示した。1993 年と 1994 年においては、播種後 12 日の冠根の太さと、押し倒し抵抗値との関係は年次によって異なり、1993 年では相関関係は認められなかったが、1994 年では正の相関関係が認められた。播種後 20 日と播種後 30 日の冠根の太さは、両年とも押し倒し抵抗値と高い正の相関関係を示



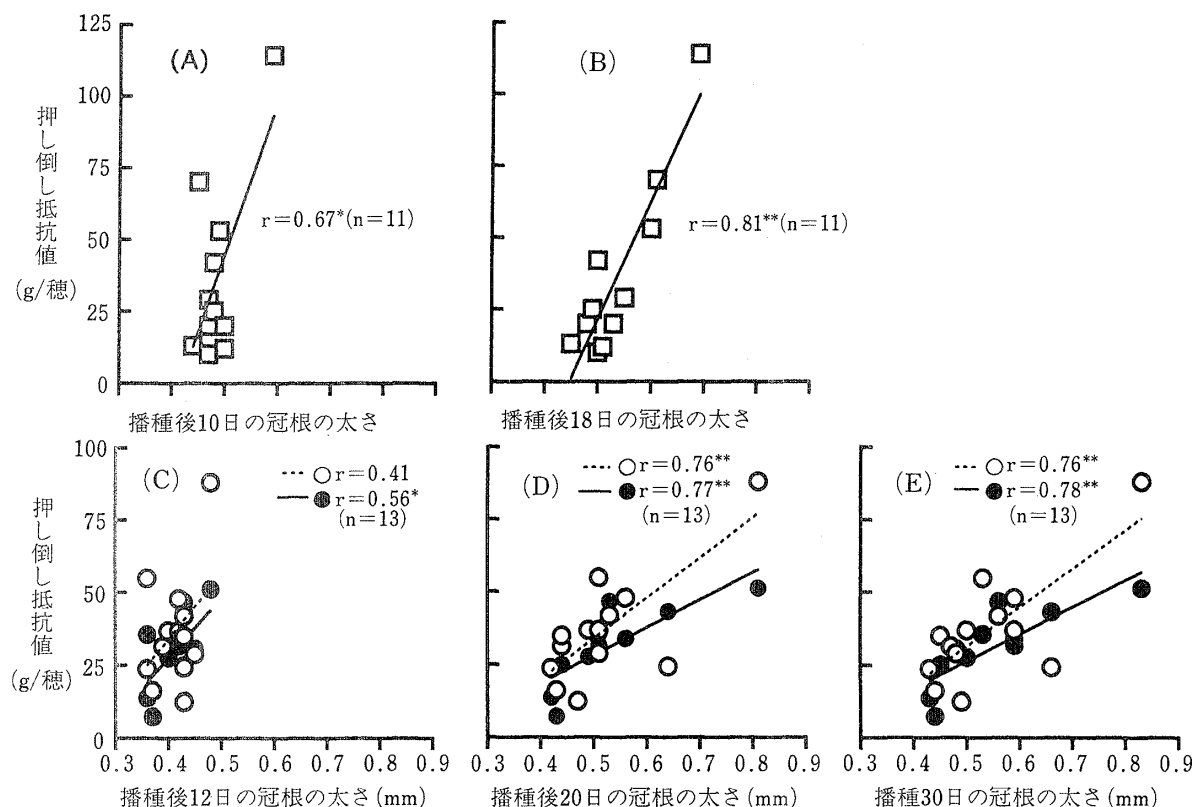
第2図 幼苗期における生育時期別の冠根の太さと湛水直播栽培における倒伏程度との関係

□: 1992 年, ○: 1993 年, ●: 1994 年。

(A): $Y = -14.4X + 9.2$, (B): $Y = -12.5X + 8.9$, (C): ○ $Y = -15.1X + 8.2$, ● $Y = -15.1X + 7.5$, (D): ○ $Y = -9.0X + 6.5$, ● $Y = -7.2X + 5.0$, (E): ○ $Y = -8.7X + 6.5$, ● $Y = -7.3X + 5.2$.

倒伏程度: 0 (無), 1 (微), 2 (少), 3 (中), 4 (多), 5 (甚)。

*は 5%水準で有意。



第3図 幼苗期における生育時期別の冠根の太さと湛水直播栽培における押し倒し抵抗値との関係

□: 1992年, ○: 1993年, ●: 1994年.

(A): $Y = 534.7X - 222.5$, (B): $Y = 411.2X - 183.9$, (C): ○ $Y = 221.5X - 54.7$, ● $Y = 205.4X - 54.7$,

(D): ○ $Y = 138.5X - 35.2$, ● $Y = 94.9X - 19.2$, (E): ○ $Y = 133.0X - 35.0$, ● $Y = 92.3X - 19.7$.

*, **はそれぞれ5%, 1%水準で有意.

し、これらの幼苗期で冠根の太い品種は、登熟期の押し倒し抵抗値も大きいことが明らかとなった。幼苗期の冠根の太さと直播栽培における押し倒し抵抗値との関係は、前述の倒伏程度との結果と同様に播種後日数の違いによる冠根の太さによって異なり、播種後18日～20日以降の冠根の太さは押し倒し抵抗値と高い正の相関関係を示した。

以上の幼苗期における生育時期別の冠根の太さと倒伏程度および押し倒し抵抗値との関係から、播種後18～20日および30日苗における冠根の太さを計測することにより、湛水直播栽培における耐倒伏性の評価が可能であることが判明した。これらの知見は、播種後75日の苗の根の太さによる直播栽培での耐倒伏性の評価の可能性を提唱した滝田らの報告⁸⁾より、さらに45～52日も早い生育ステージでの耐倒伏性の評価を示したものである。よって、湛水直播栽培で押し倒し抵抗値が大きく、耐倒伏性に優れる品種の早期選抜の可能性が示唆された。

また、播種後10～12日の冠根の太さは倒伏程度と相関関係を示さなかったこと、苗齢の進んでいない

苗の根の太さは、品種間差が不明瞭であること¹²⁾から、播種後10～12日の冠根の太さでもって、耐倒伏性を評価することは困難であると考えられた。

2. 良食味品種における幼苗期の冠根の太さと耐倒伏性との関係

耐倒伏性強および弱の良食味日本品種群と参考の日本品種群、アメリカ品種群の4品種群についての倒伏程度、押し倒し抵抗値、出穂後15日頃の冠根の太さおよび播種後30日の冠根の太さを第3表に記した。

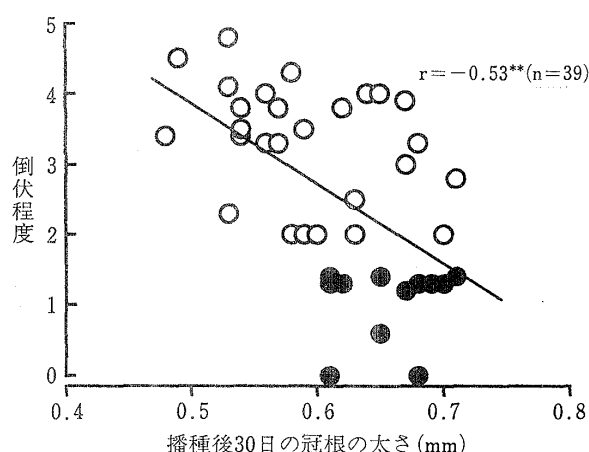
湛水直播栽培での倒伏程度は、耐倒伏性強の良食味日本品種群では1.0と耐倒伏性に優れる参考の日本品種群とアメリカ品種群に比べて有意な差はなく、同程度に小さかった。一方、耐倒伏性弱の良食味日本品種群では3.3と他の品種群に比べて最も大きかった。押し倒し抵抗値は、耐倒伏性強の良食味日本品種群では28.8 g/穂となり、アメリカ品種群の37.4 g/穂には及ばなかったものの参考の日本品種群の押し倒し抵抗値に近い値を示した。一方、耐倒伏性弱の良食味日本品種群では16.4 g/穂と最も

第3表 耐倒伏性が異なる品種群別の倒伏程度、押し倒し抵抗値および根の太さ (平均値±標準偏差)

品種群		倒伏程度	押し倒し抵抗値	出穂後15日の根の太さ	播種後30日の根の太さ
			g/穂	mm	mm
倒伏強の良食味品種	(n=12)	1.0±0.5b	28.8±5.2b	0.99±0.07b	0.66±0.04b
倒伏弱の良食味品種	(n=27)	3.3±0.8a	16.4±8.7c	0.94±0.07c	0.59±0.06c
参考の日本品種	(n=7)	0.8±1.4b	30.7±10.6ab	1.01±0.12b	0.66±0.09b
アメリカ品種	(n=4)	0.6±0.7b	37.4±9.5a	1.22±0.12a	0.76±0.05a

試験年次：幼苗期の根の太さは1995年，その他は1994年。

SCHEFFEの多重検定により異文字間では5%水準で有意差があることを示す。



第4図 良食味日本品種の播種後30日の冠根の太さと湛水直播栽培における倒伏程度との関係 (1994年)

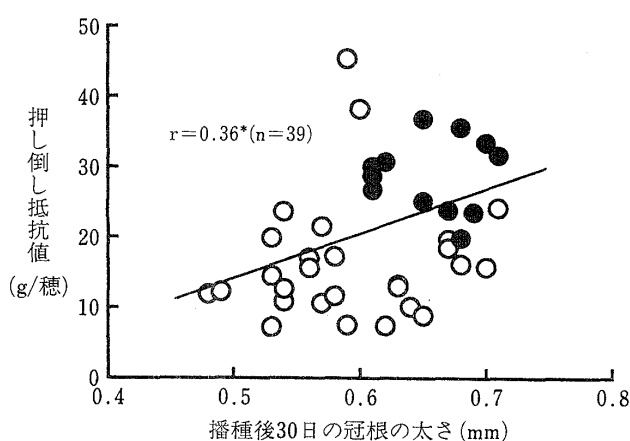
●: 倒伏程度2.0未満の良食味品種.

○: 倒伏程度2.0以上の良食味品種.

$Y = -10.9X + 9.3$, **は1%水準で有意.

倒伏程度: 第2図に同じ.

小さい値を示した。湛水直播栽培における出穂後15日頃の冠根の太さは、耐倒伏性の良食味日本品種群では0.99 mmと参考の日本品種群と同程度の太さであったが、耐倒伏性弱の良食味日本品種群では0.94 mmと最も細かった。また、アメリカ品種群は1.22 mmと最も太かった。播種後30日の冠根の太さは、出穂後15日頃の冠根の太さと同じ関係となり、耐倒伏性強の良食味日本品種群では0.66 mmと参考の日本品種群と同程度の太さであったが、倒伏弱の良食味日本品種群は0.59 mmと最も細く、逆にアメリカ品種群は0.76 mmと最も太かった。以上、良食味品種群は概して耐倒伏性が優る参考の日本品種群やアメリカ品種群に比べて冠根が細く、倒伏関連形質は劣る傾向にあるものの、耐倒伏性強の良食味品種群における根の太さと倒伏関連形質は、前述した耐倒伏性の優れる品種群に近い値を示し優れた。



第5図 良食味日本品種における播種後30日の冠根の太さと湛水直播栽培における押し倒し抵抗値との関係 (1994年)

凡例は第4図に同じ.

$Y = 55.5X - 13.7$, *は5%水準で有意.

次に、前述した耐倒伏性強と弱の良食味日本品種群を込みにした39品種・系統の播種後30日における冠根の太さと湛水直播栽培での倒伏程度との関係を第4図に示した。その結果、両者間には負の相関関係が認められ、播種後30日において冠根の太い品種・系統は耐倒伏性が優れることが判明した。耐倒伏性が優れた良食味日本品種群の播種後30日の冠根の太さは、すべて0.60 mm以上に分布した。ここで、供試した全39品種・系統について、播種後30日の冠根の太さを0.60 mm以上で選抜した場合、約6割程度の品種・系統を選抜できることとなり、圃場へ展開する労力が省略でき、育種の効率化が図られる。

播種後30日の冠根の太さと押し倒し抵抗値との関係を第5図に示した。両者間には正の相関関係が認められ、播種後30日において冠根の太い品種・系統は押し倒し抵抗値も大きいことを示している。耐倒伏性強の良食味日本品種群は概ね押し倒し抵抗値が20 g/穂以上のところに分布した。

第4表 育苗方法が異なる場合の苗の冠根の太さと変動係数

品種名		ポット育苗		マット育苗	
		葉齢	冠根の太さ	葉齢	冠根の太さ
		L	mm	L	mm
キヌヒカリ	平均値	3.6	1.05	2.8	0.74
	変動係数(%)	5.0	8.77	7.5	10.54
日本晴	平均値	3.5	0.96	3.1	0.66
	変動係数(%)	5.6	5.73	6.6	6.02
ユメヒカリ	平均値	3.9	1.14	2.9	0.76
	変動係数(%)	4.1	5.82	5.3	8.48

試験年次：1995年。供試数は各品種ともにn=30。

以上のことから、良食味の日本品種においても、播種後30日の幼苗期で冠根が太い品種は湛水直播栽培での押し倒し抵抗値も大きく、耐倒伏性が優れていることが明らかとなった。よって、幼苗期の冠根の太さを計測することにより、湛水直播栽培での耐倒伏性が優れた良食味品種の選抜が可能であることが判明した。また、倒伏程度が2.0未満を示した品種の冠根の太さの絶対値が、年次、育苗期間によって異なることが示唆されたことから、さらに精度の高い幼苗期の冠根の太さによる耐倒伏性の検定を行うためには、耐倒伏性が判明している品種を指標品種として用いることが必要である。

次に、幼苗期における冠根の太さの調査を効率的かつ精度高く行うために育苗方法を検討した。

育苗期間が同じで育苗方法が異なる場合の苗の冠根の太さとその変動係数を第4表に示した。ポット育苗はマット育苗に比べて各品種とも苗齢は0.4~1.0葉と進み、冠根の太さは太く、その変動係数は小さかった。苗齢の進んでいる苗の冠根の太さは品種間差が表れやすい¹²⁾ことから、同じ育苗期間で大きい苗が得られるポット育苗は品種間差が表れやすいことが推察される。また、ポット育苗の根の太さの変動係数が小さかったことは、播種密度が一定となることによる生育に及ぼす密度効果が均一であるためと考えられる。

このように、ポット育苗はマット育苗に比べて個体変異の小さい冠根が得られ、冠根の太さの品種間差が表れやすいことから、幼苗期における冠根の太さの調査に際しては、ポット育苗の方が適することが確認された。

引用文献

1. 芳賀光司・香村敏郎・高松美智則・朱宮照男・釈一郎 1977. 水稻直播用品種の育成に関する研究. 第1報 湛水直播における稲品種の耐ころび型倒伏性. 愛知農総試研報 A9: 13—23.
2. 堀末 登 1994. 直播適性. 農業技術体系 2②. 農山漁村文化協会, 東京. 334の4—334の8.
3. 星川清親 1974. 機械移植栽培のための水稻育苗の理論と技術 (21). 農及園 49: 1549—1552.
4. Miyasaka, A. 1970. Studies on the strength of rice root. II. On the relationship between root strength and lodging. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 39: 7—14.
5. 宮坂 昭・高屋武彦 1982. 乾田直播水稻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.
6. 農林水産省農産園芸局 1993. 水稻・麦類奨励品種特性表. 農業技術協会, 東京. 66—131.
7. 尾形武文・松江勇次 1996. 北部九州における水稻湛水直播栽培に関する研究. 第1報 耐倒伏性の評価方法. 日作紀 65: 87—92.
8. 滝田 正・櫛淵欽也 1983. 直播栽培適応型水稻品種育成における根の太さの選抜の意義と選抜法. 農研センター研報 1: 1—8.
9. 寺島一男・秋田重誠・酒井長雄 1992. 直播水稻の耐倒伏性に関与する生理生態的形質. 第1報 押し倒し抵抗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.
10. ———— 1995. ————. 第3報 根の土壌中分布特性と耐ころび型倒伏性との関係. 日作紀 64: 243—250.
11. 渡辺利通 1985. イネの倒伏抵抗性に関する育種学的研究. 第2報 耐倒伏性におよぼす関連形質の寄与. 農技研報 D36: 197—218.
12. 柳田敏文・芝山秀次郎 1985. 水稻苗の発根様相の品種間比較. 日作紀 54(別1): 4—5.