

## 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\*

尾 形 武 文・松 江 勇 次

(福岡県農業総合試験場)

1995年7月26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・選定するために、湛水直播栽培における耐倒伏性の評価方法を検討した。湛水直播栽培においては倒伏程度と稲体の支持力を表す押し倒し抵抗値とは相関が高く、押し倒し抵抗値を用いて立毛状態で、耐倒伏性の品種間差を評価できることが確認された。湛水直播栽培における押し倒し抵抗値と移植栽培における押し倒し抵抗値の相関は高く、移植栽培における押し倒し抵抗値と湛水直播栽培における倒伏程度の相関も高かった。したがって、移植栽培条件下で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における倒伏程度を測定することが可能である。これらのことから、耐倒伏性を付与した湛水直播用品種を育成する場合、移植栽培条件下で押し倒し抵抗値を測定することにより、直播栽培をせずに倒伏抵抗性の系統選抜が可能となり、湛水直播用品種の育成・選抜の効率化が図られる。

**キーワード** : 移植栽培, 押し倒し抵抗, 水稻, 耐倒伏性, 湛水直播, 品種間差異, 北部九州。

**Studies on Direct Sowing Culture of Rice in Northern Kyushu** I. Evaluation of lodging tolerance : Takefumi OGATA and Yuji MATSUE (*Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818, Japan*)

**Abstract** : This study was undertaken to find the evaluation method of lodging tolerance under direct sowing culture in flooded paddy field for the selecting of good eating quality rice cultivar well adapted to direct sowing culture in Northern Kyushu. Under direct sowing culture, lodging degree showed a significant ( $P < 0.01$ ) positive correlation with pushing resistance. This result indicates that it is possible to use pushing resistance as an indicator of lodging tolerance under direct sowing. Pushing resistance under transplanting culture showed a significant ( $P < 0.01$ ) positive correlation with the pushing resistance under direct sowing culture, and further showed a significant ( $P < 0.01$ ) positive correlation with the lodging tolerance under direct sowing culture. Therefore, the lodging degree under direct sowing culture could be evaluated by pushing resistance under transplanting culture. These results lead to the conclusion that selecting high lodging tolerance cultivar adapted to direct sowing culture is possible without direct sowing by taking an accurate measurement of pushing resistance under transplanting culture.

**Key words** : Direct sowing culture, Lodging tolerance, Northern Kyushu, Pushing resistance, Rice, Transplanting culture, Varietal difference.

最近、全国的に大規模稲作経営を可能にするための省力・低コスト稲作技術の1つとして直播栽培が研究・検討されている<sup>1,2)</sup>。そして、北部九州においても湛水土壌中直播栽培技術(以下、湛水直播栽培)が1980年代初期以来再び期待されている。しかし、湛水直播栽培の普及・定着を図るためには出芽苗立ちが不安定であることや耐倒伏性が劣る<sup>2,12,14)</sup>等のいまだ残された問題がある。なかでも耐倒伏性の評価方法の確立は、直播適性を備えた直播専用品種を育成・選定する際の重要な前提条件の1つである。

湛水直播栽培における耐倒伏性の評価方法についての報告は少なく<sup>5,8,9,10)</sup>、湛水直播栽培用品種の育成・選定のための有効な耐倒伏性の評価方法はまだ確立されていない。また、水稻品種の耐倒伏性は地

域によって大きく異なり、例えば移植栽培における日本晴は関東、西日本地方では極強～強であるが、北部九州では中～弱である<sup>4)</sup>。このため耐倒伏性については地域による検討が必要である。しかし、北部九州において、耐倒伏性の評価方法や倒伏関連形質を品種間で比較・検討した報告はない。

そこで、北部九州における直播栽培用品種の育成・選定を行うための基礎的知見を得る目的で、北陸地域以南で現在栽培されている主要な粳品種、糯品種および直播適性に優れているとされているアメリカ品種の計54品種を用いて、湛水直播栽培条件下における耐倒伏性の評価を試みた。さらに、倒伏抵抗性を有した湛水直播栽培用品種育成の効率化を進めるために、移植栽培条件下で湛水直播栽培条件下における耐倒伏性の評価を行えるか否かを検討した。直播栽培条件下における耐倒伏性の評価方法と

\* 大要は第198回講演会(1994年8月)において発表。

しては、上村ら<sup>11)</sup>が考案し、寺島ら<sup>9)</sup>が有効と認めている押し倒し抵抗法を用い、同一品種について湛水直播栽培条件下と移植栽培条件下で押し倒し抵抗値の比較を行った。

### 材料と方法

試験は1993, 1994年ともに福岡県農業総合試験場農産研究所圃場(土性: 砂壤土)で行った。

#### 試験 1. 湛水直播栽培における耐倒伏性の指標

1994年における供試材料は、北陸地域以南から九州地域の府県で現在奨励品種として採用されている良食味粳品種48品種・系統、糯品種1品種およびアメリカ品種5品種の計54品種を用いた。播種処理および時期は、ハト胸状になった種子に酸素供給剤(カルパー粉剤16)を乾籾の2倍量に粉衣し、1994年6月1日に本田へ播種した。播種密度は条間15 cm×株間3.3 cmとして点播し、苗立ち本数は100本/m<sup>2</sup>とした。播種深度は地表面より0~0.5 cm程度とし、1区面積は5.25 m<sup>2</sup>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7.0+2.5+1.5 kg, 晩生種7.0+3.0+2.0 kgとした。

倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階として達観調査した。倒伏関連形質は、稈長<sup>13)</sup>、N<sub>3</sub>節間における稈の太さおよび挫折重<sup>6,13,15)</sup>、出穂14~21日後の押し倒し抵抗値<sup>9,11)</sup>ならびに根の太さ<sup>8)</sup>を調査した。稈の太さおよび挫折重は、成熟期前3日~成熟期に採取し、ただちに葉鞘1枚をつけた新鮮な稈を測定した。葉鞘付きの稈の太さはN<sub>3</sub>節間中央の長径と短径の積で表し、N<sub>3</sub>節間の挫折重は支点間距離を5 cmとして測定した。稈の太さと挫折重は主稈を調査し、各々10本を2反復、測定した。また、押し倒し抵抗値は大起理化社製の倒伏試験器を用いて、寺島らの方法<sup>9)</sup>により稲株地上10 cmの高さの部位に倒伏試験器をあて、1区5点、2反復測定した。この時、押し倒した株の穂数を調査して1穂当りの押し倒し抵抗値として表した。

また、押し倒し抵抗値については年次間差をみるために、1993年には福岡県での主要な奨励品種13品種およびアメリカ品種3品種の計16品種を供試し、測定した。播種時期は1993年6月3日に行い、苗立ち本数は92~113本/m<sup>2</sup>とした。施肥量は10 a 当たり窒素成分で、基肥に3 kgと播種20日目に3 kg, 第1回目穂肥2.5 kg, 第2回目穂肥1.5 kgと

した。その他の栽培条件は1994年とほぼ同様で、倒伏程度や押し倒し抵抗値の測定方法は1994年と同じとした。

#### 試験 2. 湛水直播栽培と移植栽培における押し倒し抵抗値

供試材料は、1993年は試験1と同じで、1994年は日本品種9品種とアメリカ品種1品種の計10品種を用いた。湛水直播栽培と移植栽培の播種時期は水稻の生育ステージを同じにして生育期間中の気象の影響を同一にするために、ほぼ同日に行った。1993年は両栽培法ともに6月3日、1994年は湛水直播栽培では6月1日、移植栽培では6月2日に播種を行った。移植栽培は両年ともに、稚苗を6月21日に本田へ機械で移植した。湛水直播栽培の播種密度は両年ともに試験1と同じである。移植栽培の栽植密度は両年とともに条間30 cm×株間15 cm (22.2株/m<sup>2</sup>)とし、1株4~5本植えとした。施肥量は10 a 当たり窒素成分で、1993年は湛水直播栽培では試験1と同じ、移植栽培では基肥に6 kg, 第1回穂肥に2.5 kg, 第2回穂肥に1.5 kg施用した。1994年は湛水直播栽培および移植栽培ともに試験1に準じた。

また、移植栽培における植え付け深度の違いによる押し倒し抵抗値の変化をみるために、1994年、植付深度を標準植えの約3 cmと浅植えの約1 cmとした試験区を設けた。調査規模は湛水直播栽培では1区5点、移植栽培では1区10点の各々2反復とし、1穂当りの押し倒し抵抗値として表記した。

### 結果と考察

#### 1. 湛水直播栽培における耐倒伏性の指標

湛水直播栽培における倒伏程度と、移植栽培における耐倒伏性と関係が深いとされた倒伏関連形質との関係をみると、倒伏程度とこれらの形質との間には、稈長は正の、稈の太さ、稈の挫折重および根の太さは負の有意な相関関係が認められた(第1表)。これらの結果は、乾田直播栽培における倒伏程度と稈長や挫折重は相関が高いとした宮坂ら<sup>3,7)</sup>や根の太さは倒伏程度と相関が高いとした滝田ら<sup>8)</sup>の報告を支持するものである。これら4つの形質は北部九州の湛水直播栽培における倒伏程度においても関係が強いことが判明した。

次に、根の支持力を表すとされている押し倒し抵抗値<sup>9)</sup>と倒伏程度との関係をみると、1993年と1994年の2カ年とも押し倒し抵抗値と倒伏程度には負の相関関係が認められた(第1図)。したがって、押

し倒し抵抗値が小さい値を示す品種は倒伏程度が大きく、押し倒し抵抗値が大きい値を示す品種は倒伏程度が小さかった。また、押し倒し抵抗値における1993年と1994年の年次間の相関( $r=0.58^*$ )も認められた。

第1表 直播栽培における倒伏程度と各形質との相関(1994年)。

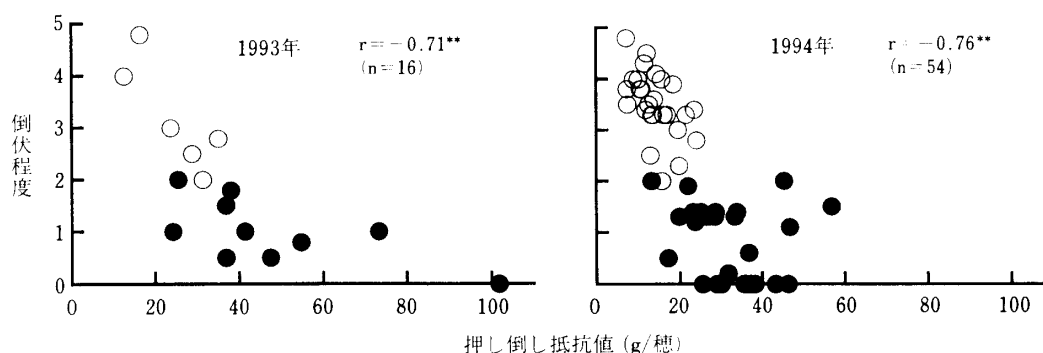
穂 長	穂の太さ	穂の挫折重	根の太さ
0.44**	-0.42**	-0.53***	-0.49***

1) \*\*, \*\*\*は各々信頼水準 99, 99.9% で有意。

2)  $n=54$ 。

これらのことから押し倒し抵抗値は年次を越えて、湛水直播栽培における倒伏程度の品種間差を評価できる方法であることが判明した。

次に、上述の倒伏関連形質が湛水直播栽培における倒伏程度に關与する度合を明らかにするために、倒伏関連形質を説明変数とした重回帰分析を行った。押し倒し抵抗値の標準偏回帰係数および偏相関係数の値は、他の形質に比べて最も大きかった。(第2表)。よって、倒伏程度に対する寄与は押し倒し抵抗値が最も大きいことがわかる。寺島ら<sup>9)</sup>は耐ころび型倒伏性に対する寄与度は、押し倒し抵抗値の方が地上部形質よりも高いとしている。これらのこと

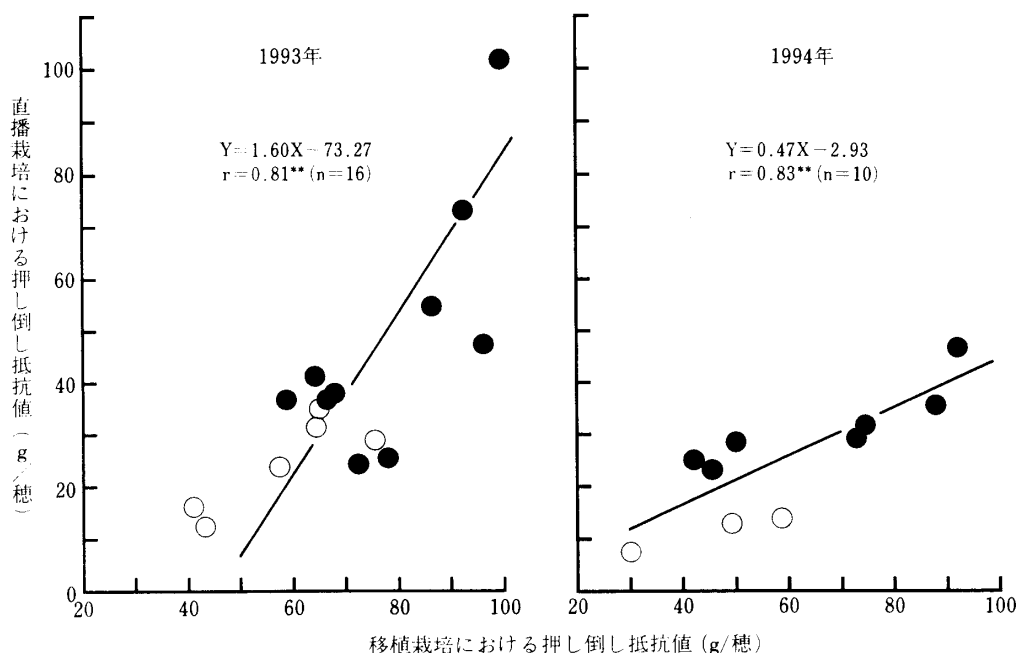


第1図 直播栽培における押し倒し抵抗値と倒伏程度との関係。

○: ころび型倒伏が観察された品種。●: ころび型倒伏が観察されなかった品種。

倒伏程度: 0(無), 1(微), 2(少), 3(中), 4(多), 5(甚) の6段階で示す。

\*\*は信頼水準 99% で有意。



第2図 移植と直播栽培における押し倒し抵抗値の関係。

図中の記号は第1図を参照。

から、北部九州においても湛水直播用品種育成および選定の際の耐倒伏性の評価方法として押し倒し抵抗値が有効な方法であることが確認された。

また、寺島ら<sup>9)</sup>が関東地域で測定した押し倒し抵抗値と著者らが北部九州で計測した押し倒し抵抗値とを同じ品種で比較すると、栽培年が違うものの北部九州の計測値は関東地域に比べて約40～70%と低かった。このことは同一品種に対する耐倒伏抵抗性が北部九州では関東地域に比べて劣ることを示している。したがって、耐倒伏抵抗性は北部九州地域における直播栽培用品種として具備すべききわめて重要な特性であることを示唆している。

## 2. 湛水直播栽培と移植栽培における押し倒し抵抗値

湛水直播栽培の成熟期における倒伏程度は1993年が0～4.8、1994年が0～3.6と2カ年とも広い範囲を示し、移植栽培に比べて大きかった(第3表)。一方、移植栽培では倒伏程度は小さく、変異の幅も小さかった。移植栽培においてはなびき型倒伏のみであったものが、湛水直播栽培ではころび型、挫折型倒伏も認められ、移植栽培に比べて複雑な倒伏状

態を示した。品種別にみると、コシヒカリ、日本晴、ヒノヒカリのように倒伏程度が移植栽培では小さいが、湛水直播栽培では大きくなる品種と、トヨタマ、

第3表 栽培方法が異なる場合の倒伏の程度と種類。

年	品種名	直播栽培		移植栽培	
		倒	伏	倒	伏
		程度	種類	程度	種類
1993	コシヒカリ	4.8	nkz	1.8	n
	キヌヒカリ	2.0	nk	0.5	n
	ミネアサヒ	2.5	nk	0.5	n
	夢つくし	2.8	nk	0.5	n
	ちくし7号	1.8	n	0	—
	日本晴	3.0	nk	1.0	n
	黄金晴	2.0	n	0	—
	ヒノヒカリ	4.0	nk	0	—
	ツクシホマレ	0.5	n	0	—
	ニシホマレ	1.0	n	0	—
	レイホウ	1.5	n	0	—
	ユメヒカリ	0.8	n	0	—
	トヨタマ	0	—	0	—
	M-302	1.0	n	0	—
	M-7	0.5	n	0	—
	L-202	1.0	n	0	—
1994	コシヒカリ	3.5	nk	1.2	n
	キヌヒカリ	1.4	n	0.5	n
	ミネアサヒ	1.3	n	0.5	n
	夢つくし	1.4	n	0.5	n
	日本晴	3.6	nk	0.2	n
	ヒノヒカリ	2.5	nk	0	—
	ツクシホマレ	0	—	0	—
	レイホウ	0.2	n	0	—
	ユメヒカリ	0	—	0	—
	M-302	1.1	n	0	—

第2表 倒伏程度に対する各倒伏関連形質の重回帰分析(1994年)。

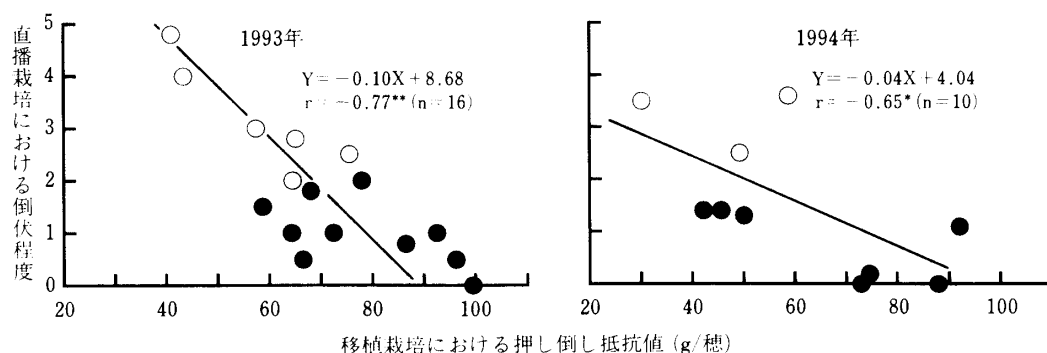
独立変数	標準偏回帰係数	偏相関係数	重回帰係数
押し倒し抵抗値	-0.55***	-0.59***	0.81***
稈長	0.26*	0.35*	
稈の太さ	0.18	0.18	
稈の挫折重	-0.18	-0.21	
根の太さ	-0.21	-0.25	

1) \*, \*\*\*は各々信頼水準 95, 99.9% で有意。

2) n=54。

1) 倒伏程度：0(無)～5(甚)。

2) 倒伏の種類は、なびき(n)，ころび(k)，挫折(z)型倒伏の3種類およびその複合型として示した。



第3図 移植栽培での押し倒し抵抗値と直播栽培での倒伏程度との関係。図中の記号は第1図を参照。

\*, \*\*は各々信頼水準 95, 99% で有意。

ツクシホマレ、レイホウ、ニシホマレ、黄金晴、ユメヒカリ、ちくし7号、キヌヒカリおよびアメリカ品種のように移植、直播栽培とも小さい品種が認められた。1993年、1994年の両年を通じて直播栽培で倒伏程度が2.0以下を示し、耐倒伏性に優れた良食味品種はキヌヒカリ、ちくし7号、ユメヒカリであった。アメリカ品種の耐倒伏性は日本品種よりも優れることを芳賀ら<sup>15)</sup>や寺島ら<sup>9)</sup>が指摘しているが、これらは北部九州でも認められた。

湛水直播栽培条件下の耐倒伏性を移植栽培条件下で評価するための耐倒伏性の指標としては、他の倒伏関連形質より倒伏程度を利用する方がより確実と考えられたが、移植栽培で倒伏程度の数値の幅が1993年は0～1.8、1994年は0～1.2(第3表)と狭すぎるため相関をみるのが適切でないと思われる。このため、移植栽培の押し倒し抵抗値によって湛水直播栽培の評価を試みた。また、移植栽培条件下ではなびき型倒伏のみしか観察されないが、湛水直播栽培においては様々な倒伏形態がみられることから、移植条件下で選抜することによって倒伏の形態が見逃される可能性がある。しかし、湛水直播栽培においては、それらの倒伏形態はすべて倒伏程度に包括されているので問題は小さいと考えられた。そこで、両栽培法間による押し倒し抵抗値と湛水直播栽培における倒伏程度との関係を検討するために、湛水直播栽培の場合と移植栽培の場合とで押し倒し抵抗値の関係をみた。両栽培法間の相関は1993年と1994年ともに有意に高く、年次によって回帰式が異なるものの、両年ともに移植栽培で押し倒し抵抗値が大きい品種は湛水直播栽培においても押し倒

し抵抗値は大きかった(第2図)。

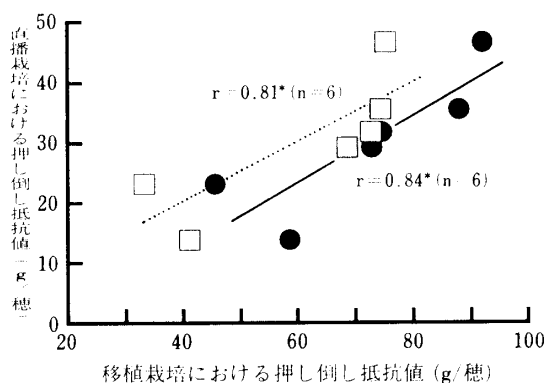
次に、移植栽培における押し倒し抵抗値と湛水直播栽培における倒伏程度との関係をみると、1993年と1994年の両年とも両形質の相関は有意に高く、移植栽培での押し倒し抵抗値が大きい品種は湛水直播栽培における倒伏程度は小さかった(第3図)。

以上のことから、移植栽培条件下における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の耐倒伏性を評価することが可能と考えられる。さらに、植付深度が異なる場合の移植栽培における押し倒し抵抗値と湛水直播栽培における押し倒し抵抗値との関係をみると、押し倒し抵抗値の絶対値は浅植えは標準植えよりも小さいが、いずれの場合も湛水直播栽培における押し倒し抵抗値との相関は高かった(第4図)。よって、移植栽培での植付深度にはばらつきがあっても1～3 cm程度の範囲内であれば、移植栽培での押し倒し抵抗値の大きい品種を選ぶことにより、湛水直播栽培で倒伏にくい品種を選ぶことができると考えられる。

湛水直播栽培用品種の育成・選定のために、多数の系統を用いて湛水直播試験区を作成し、倒伏抵抗性品種・系統を選抜することは困難である。したがって、本試験で明らかにしたように移植栽培条件下で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の検定・選抜が可能となり、湛水直播用水稲品種の育成および選定の効率化が図られる。ただし、本報告では1株植え付け本数は4～5本植えであるが、品種育成を移植で行うときは、1株1本植えで行う場合もある。このため、植え付け本数の違いが押し倒し抵抗値に及ぼす影響が考えられる。しかし、寺島<sup>9)</sup>は、押し倒し抵抗値は散播栽培では播種密度の影響が認められるものの、湛水直播栽培では播種密度の違いよりも品種間差の方が大きいことを報告している。よって、1株植え付け本数の影響は小さいと考えられ、1株の植え付け本数が異なる場合にも本試験の評価方法により耐倒伏性の品種間差を評価することが可能である。

## 引用文献

1. 秋田重誠 1990. アメリカ合衆国の稲作を支える技術と研究—わが国の稲作研究へのインパクト—. 農業技術 45: 337—341.
2. 堀末 登 1994. 直播適性. 農業技術体系 2 ②. 農文協, 東京. 334 の 4—334 の 8.
3. 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



第4図 植付深度が異なる場合の移植栽培における押し倒し抵抗値と直播栽培における押し倒し抵抗値との関係。

…□…: 浅植え  $y = 0.48x + 0.86$ ,  
—●—: 標準植え  $y = 0.53x - 8.30$ .

- 抗性の品種間差異. 日作紀 51:360—368.
4. 農林水産省園芸局 1993. 水稻・麦類奨励品種特性表. 農業技術協会, 東京. 66—131.
  5. 坂井定義・伊藤延久 1975. 水稻湛水散播栽培に関する研究 第1報 倒伏要因と栽培法について. 日作九支報 42:89—91.
  6. 瀬古秀生 1962. 水稻の倒伏に関する研究. 九州農試彙報 7:419—499.
  7. 高屋武彦・宮坂 昭 1983. 乾田直播水稻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.
  8. 滝田 正・櫛渕欽也 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. 上村幸正・松尾喜義・小松良行 1985. 湛水直播水稻の倒伏抵抗性について. 日作四国支紀 22:25—31.
  12. 鷲尾 養 1989. 水稻湛水土壌中直播栽培における最近の動向(1)—栽培技術の成立過程と現状—. 農業技術 44:150—153.
  13. 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 倒伏抵抗性におよぼす関連形質の寄与. 農技研報 D36:197—218.
  14. 山本隆一 1990. 水稻直播栽培用品種開発の道標. 農業技術 45:385—391.
  15. 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.