

品種・遺伝資源

水稻品種における幼植物の挫折強度と耐ころび型倒伏性の関係

坂田 勲^{1,2)}・小柳 敦史³⁾・井辺 時雄³⁾・坂井 真³⁾・吉田 智彦⁴⁾

(¹⁾ 岐阜県飛騨地域農業改良普及センター, (²⁾ 東京農工大学, (³⁾ 農業・生物系特定産業技術研究機構, (⁴⁾ 宇都宮大学)

要旨: 湛水直播栽培において重要視される耐ころび型倒伏性を育種目標とした場合, 効率的に品種育成を行うためには幼植物で選抜ができることが望ましい. そこでまず, 国内外の特徴的な 20 品種を圃場で栽培し, 出穂後 14 日に押し倒し抵抗を測定し, 同時に株を分解して下部茎の挫折強度を測定した. その結果, 挫折強度は 12.9~27.9 N と, 大きな品種間差を認めた. 押し倒し抵抗と挫折強度は非常に高い正の相関関係にあった. 次に同じ 20 品種について, 播種後 23 日における幼植物の茎葉部基部における挫折強度を測定した結果, これも 2.66~6.68 N と大きな品種間差を認めた. これと出穂後 14 日の押し倒し抵抗, および下部茎の挫折強度との間には有意な正の相関関係があった. 20 品種のうち出穂後の下部茎の挫折強度の変化が特徴的と考えられる 8 品種について出穂後の押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度を経時的に測定したところ, 押し倒し抵抗は大きく変化しなかった. 下部茎の挫折強度は明らかに低下したものが 3 品種, 大きく変化しなかったものが 5 品種あった. しかし出穂後 10 日, 20 日および 30 日において, 押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度は常に高い相関関係にあった. 以上の結果から, 幼植物の茎葉部基部の挫折強度は登熟期間における下部茎の挫折強度および, これと相関の高い押し倒し抵抗の品種間差をよく表していると考えられるため, 品種の耐ころび型倒伏性を生育初期の短期間で検定できる可能性が明らかになった.

キーワード: イネ, 押し倒し抵抗, 下部茎, 茎葉部基部, ころび型倒伏, 挫折強度, 湛水直播栽培, 幼植物.

水稻の湛水直播栽培では株が土壌の浅い位置にあるため, 生育の後期にころび型倒伏が発生して問題となることがある. ころび型倒伏を防ぐためには栽培法として表面ではなく土壌中に播種する方法 (吉永ら 2001) や中干し等によって土壌硬度を高めることが有効 (寺島ら 2003) であることが知られているが, 耐ころび型倒伏性の高い品種の育成も重要である. 効率的に耐ころび型倒伏性をもった湛水直播栽培用の品種を選抜するためには幼植物を用いる方法が有効である. これまでに幼植物の冠根の太さ (尾形・松江 1996) や, 冠根の強度および伸長角度 (坂田ら 2003) を用いて耐ころび型倒伏性の強い品種を短期間で選抜できる可能性が報告されているが, とともに冠根を用いるため取り扱いはやや煩雑で簡便な方法とはいえない.

移植栽培における耐倒伏性は下部茎の挫折強度と関係が深いことが知られている (氷高 1968, 黒田ら 1997) が, 一方で下部茎の挫折強度は直播栽培における倒伏程度と関係があることも指摘されている (宮坂・高屋 1982, 尾形・松江 1998). そこで本研究では, 耐ころび型倒伏性が極強から極弱にわたるよう, 直播適性の高い日本の最近の育成品種, アメリカ合衆国の品種に加え, 半矮性インド型品種, および比較用の日本の品種を供試し, 幼植物における茎葉部基部の挫折強度と, 出穂後における耐ころび型倒伏性のよい指標である押し倒し抵抗 (寺島ら 1992) および下部茎の挫折強度との関係を明らかにすることにより, 耐ころび型倒伏性を生育初期の短期間でかつ簡便に検定するための方法を検討した.

一方, 耐ころび型倒伏性のよい指標である押し倒し抵抗の出穂後の経時変化については, これまで寺島ら (1992) が 3 品種について大きく変化しないと報告しているだけであり, 十分に検討されてこなかった. また, 下部茎の挫折強度については, 登熟期間に低下する品種とあまり変化しない品種があることが知られており (古畑ら 1998), これらが押し倒し抵抗に及ぼす影響があると考えられた. そこで倒伏程度の変化が代表的と考えられる 8 品種を供試して出穂後の押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度の経時変化を調査し, 登熟期間における両者の関係および, これらの形質と幼植物の茎葉部基部の挫折強度との関連を検討した.

材料と方法

1. 出穂後 14 日の押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度の関係

圃場における出穂後 14 日の押し倒し抵抗は坂田ら (2003) の既報の 2000 年の測定値を用いた. 第 1 図に示す供試品種を用いて作物研究所谷和原圃場 (茨城県筑波郡谷和原村) において移植栽培を行い, 出穂後 14 日に株の周囲の土壌を太い根が張っている株の基部まで除去し, 1 品種 15 個体について押し倒し抵抗を測定した. 株の基部から 15 cm の高さにプッシュプルゲージ (アイコーエンジニアリング社製, model 9810) を当て 45° までゆっくり押し倒し, 最大抵抗値を測定した (上村ら 1985).

押し倒し抵抗の測定と同時に, 生育が中庸な 8 個体を調査株として茎部を傷つけないようにして根ごと掘り上げて

採取し、付着している土壌を流水で洗浄し、全部の茎を基部で分解して1株中の最長稈の2/3以上の長さの稈を持つ全茎について稈と葉鞘部を分けずにそのまま挫折強度を測定した。測定法は以下のとおりである。下部茎を、支点間距離を10 cmとした2つの支点上に置き、基部の端を支点の外に5 cmはみ出させた。厚さ1 mmの鉄板で作成した幅1 cm、長さ10 cmのアタッチメントを取り付けたプッシュプルゲージを支点の中央部に垂直に当て、ゆっくり荷重し、茎が挫折するまでの最大の挫折強度を測定した。なお荷重は茎の短径方向に加えた。挫折強度の測定における荷重方向は以下の実験も同様である。

2. 幼植物の茎葉部基部の挫折強度と出穂後14日の押し倒し抵抗および下部茎の挫折抵抗との関係

幼植物は2000年に既報(坂田ら2003)で根の調査を行ったものを用いた。作物研究所谷和原圃場にあるガラス温室において試験を行った。供試品種は圃場試験と同じ20品種である。直径7.7 cmの半球型金属ネットに育苗培土を口金まで充填し、培土の表面中央に催芽籾を1粒播種した。これを水道水で満たしたコンテナ中で水面が土壌面になるよう保持した。播種は8月4日に行い、播種後23日の幼植物を採取して直ちに氷水中で冷蔵した。植物体の採取・冷蔵後3日目に以下の要領で茎葉部基部の挫折強度を測定した(1品種8個体)。幼植物の基部から冠根を切断し、茎葉部基部を支点間距離を2.1 cmとした2つの支点上に置き、基部の端を支点の外に1 cmはみ出させた。支点間の中央部に前試験1で用いたものと同じプッシュプルゲージを垂直に当て、ゆっくり荷重して茎が挫折するまでの最大の強度を測定した。なお幼植物にはほとんどの品種で2本の分けつが発生しており、支点間に入っていたが、柔らかく弱い組織であったので影響はないと考え、そのまま測定した。

3. 出穂後の押し倒し抵抗および下部茎挫折強度の経時変化

試験は2003年に岐阜県中山間農業技術研究所内の0.8 aの水田圃場を用いて行った。圃場の土壌は中粗粒灰色低地土である。供試品種は出穂後の下部茎の挫折強度の変化に差があると報告されているLemont, M401, コシヒカリ, 日本晴, キヌヒカリ(古畑ら1998)と朝の光, あそみのり, および関東PL11である。栽培条件は以下の通りである。5月28日に窒素, リン酸, カリを各14%含有する緩効性肥料(協同肥料社製, LP複合444)を5.0 kg/aの割合で全量を基肥として施用し代かきした。湛水直播栽培と同様に株の基部が土壌の浅い部分に位置するよう, 1回の入水をはさんで2回の落水を行って土壌を固めた後, 6月9日に播種後13日の幼苗を0.5 cmの深さで1本植えにより移植した。試験区は条間14 cm, 株間12 cm, 3条(1条5 m)の1区制とした。試験区の間は条方向に28 cmとし、圃場

全体の栽植密度を52.1株/m²とした。移植後は活着を良くするため3日間緩やかに落水したが、その後は通常通りの栽培管理を行った。2003年は梅雨明けが遅く中干しができなかったため、ころび型倒伏が起きにくいよう8月30日から落水しその後の入水は行わなかった。出穂後10日から30日まで10日毎に各品種の試験区の両端の条から生育の中庸な14個体を選び、押し倒し抵抗を測定した。また同様に9個体を選んで株の基部から分解して前試験1と同様に下部茎の挫折強度を測定した。なおこの試験で使用したプッシュプルゲージはアイコーエンジニアリング社製AWF-100である。

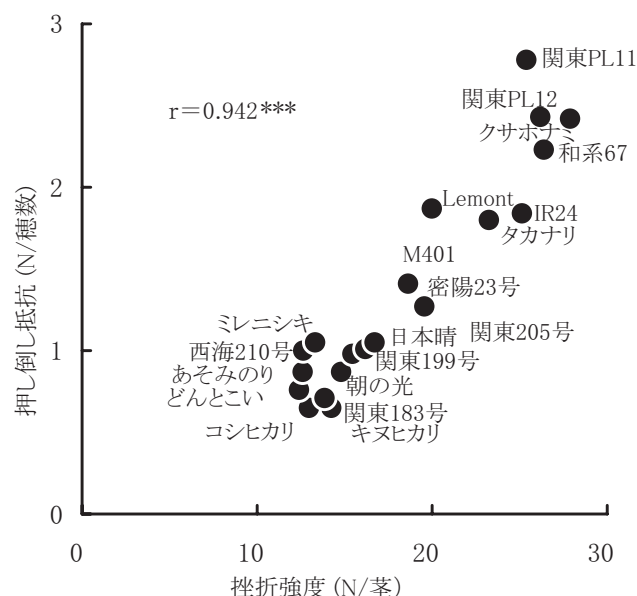
結 果

1. 出穂後14日の押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度の関係

2000年に測定した下部茎の挫折強度はクサホナミが最大の27.9 N, どんとこいが最小の12.4 Nを示し、品種間差が認められた。押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度は有意な正の相関関係($r = 0.942$, $p < 0.001$, 第1図)にあった。なお挫折位置は測定器具で荷重した部分とは限らず、最も弱い部分で挫折した。

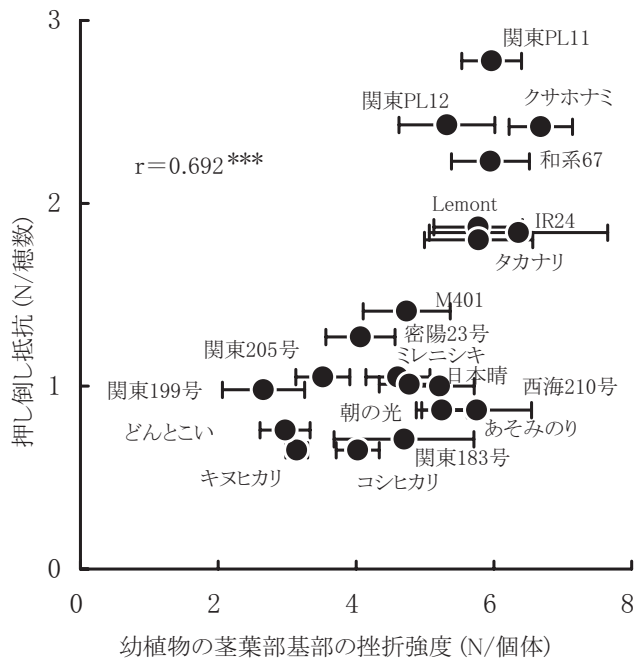
2. 幼植物の茎葉部基部の挫折強度と出穂後14日の押し倒し抵抗および下部茎の挫折抵抗との関係

各品種の播種後23日における幼植物の茎葉部基部の挫折強度を測定したところ、クサホナミが最大の6.7 N, 関東199号が最小の2.7 Nと品種間差を認めた(第2図)。幼植物の茎葉部基部の挫折強度は押し倒し抵抗(坂田ら



第1図 出穂後14日における下部茎の挫折強度と押し倒し抵抗との関係。

***は0.1%水準で有意であることを示す。
押し倒し抵抗は既報(坂田ら2003)の値。



第2図 押し倒し抵抗と幼植物茎葉部基部の挫折強度との関係。

2000年測定。

***は0.1%水準で有意であることを示す。

横棒は標準偏差を示す (n=8)。

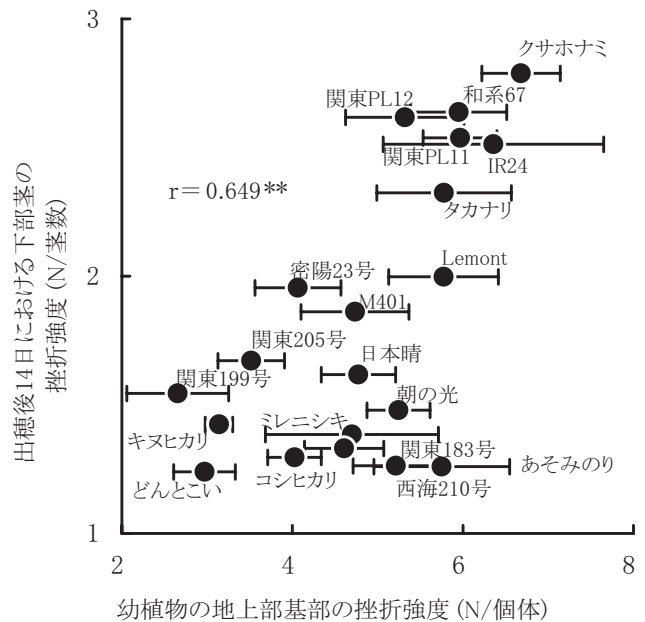
押し倒し抵抗は既報 (坂田ら 2003) の値。

2003) と有意な相関にあり ($r = 0.692$, $p < 0.001$, 第2図) かつ下部茎の挫折強度と有意な相関にあった ($r = 0.649$, $p < 0.01$, 第3図)。

3. 出穂後の押し倒し抵抗および下部茎挫折強度の経時変化

2003年における各品種の出穂期は第1表の通りであった。平年よりやや冷涼な気候となったため、各品種とも登熟期間における倒伏はほとんどなかった。出穂後10日から30日における、あそみのりを除く7品種の押し倒し抵抗は有意な変化を示さなかった (第4図)。あそみのりは出穂後20日で有意 ($p < 0.05$) に低下し出穂後30日には出穂後10日と同程度に回復したがその変化は大きいものではなかった。

一方、下部茎の挫折強度は、出穂後10日から30日の間にキヌヒカリ、関東PL11、日本晴、Lemont、あそみのりで有意 ($p < 0.05$) に低下した。しかしキヌヒカリおよび日本晴ではその程度が小さかった (第5図)。一方、朝の光は有意な変化を示さなかった。M401とコシヒカリについては出穂後20日に挫折強度が減少したが出穂後30日には出穂後10日と同等に回復した。しかしその変化の程度は小さかった。8品種における出穂後10日、20日および30日における押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度との相関はそれぞれ $r = 0.971$ ($p < 0.001$), $r = 0.918$ ($p < 0.01$)



第3図 下部茎の挫折強度と幼植物の茎葉部基部の挫折強度との関係。

2000年測定。

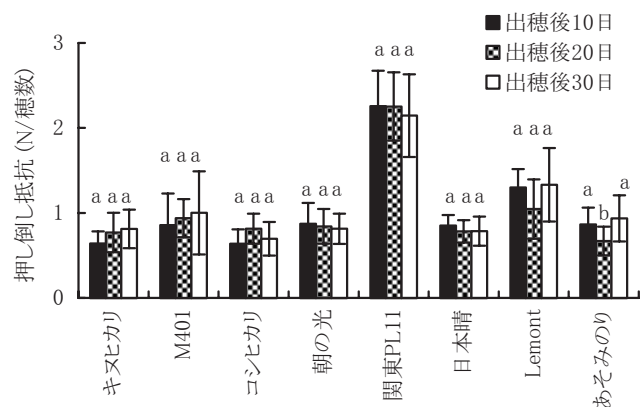
**は1%水準で有意であることを示す。

横棒は標準偏差を示す (n=8)。

第1表 供試品種の出穂期。

品種名	出穂期(月・日)
キヌヒカリ	8.22
M401	8.23
コシヒカリ	8.23
朝の光	8.24
関東PL11	8.25
日本晴	8.26
Lemont	8.30
あそみのり	9.01

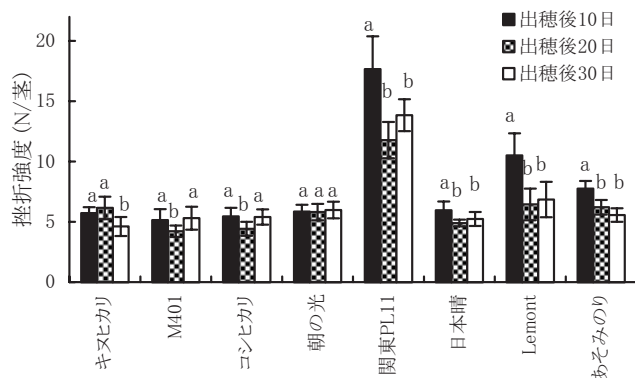
2003年測定。



第4図 出穂後における押し倒し抵抗の経時変化。

2003年測定。平均値±標準偏差 (n=14)。

同一品種内の同一のアルファベットはFisher's PLSDにより5%水準で有意差がないことを示す。



第5図 出穂後における下部茎の挫折強度の経時変化。

2003年測定。平均値±標準偏差(1株内の平均値数をnとしてn=9)。同一品種内の同一のアルファベットはFisher's PLSDにより5%水準で有意差がないことを示す。

および $r = 0.972$ ($p < 0.001$) と有意に高かった(第6図)。

考 察

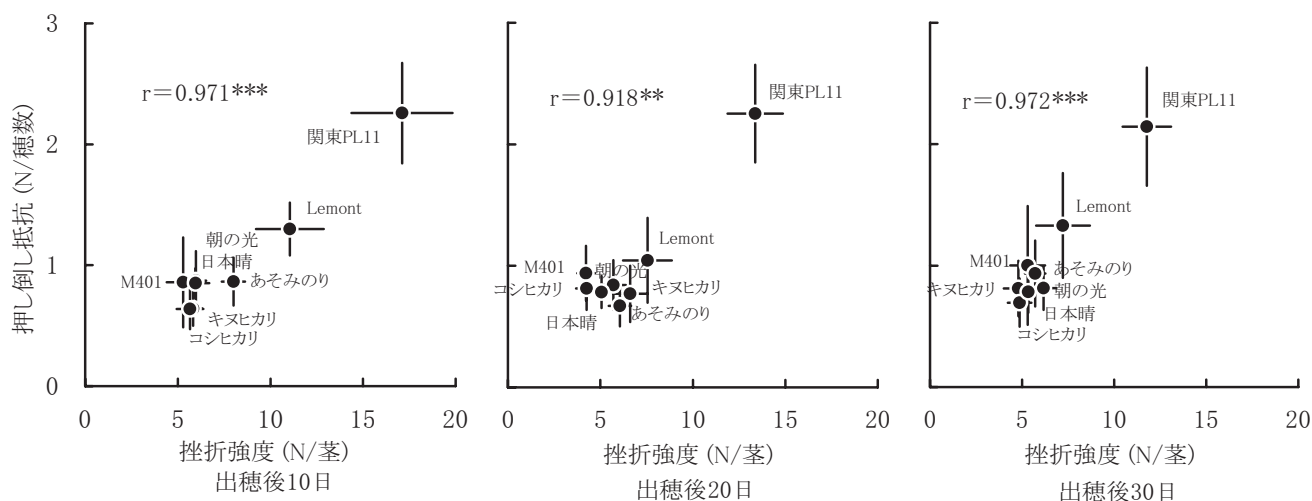
2000年に圃場で栽培した20品種の出穂後14日における押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度は非常に高い相関関係にあった(第1図)。尾形・松江(1998)は日本品種とアメリカ品種を用いて下部茎の挫折強度は湛水直播における耐倒伏性の重要な指標形質のひとつであると報告している。また宮坂・高屋(1982)は日本品種を用いて散播して乾田直播栽培し、倒伏抵抗性の大きかった品種は挫折強度の比較的大きかった品種であると報告している。この2つの報告では下部茎の挫折強度と耐ころび型倒伏性に関連がある理由について考察されていない。

本研究ではアメリカ品種よりさらに押し倒し抵抗の強い作物研究所育成品種や半矮性インディカを用いて、下部茎の挫折強度と押し倒し抵抗が密接な関係にあることをより

明確に示した。両者が密接な関係にあった理由については後述する。

本研究では幼植物の茎葉部基部の挫折強度と出穂後14日の押し倒し抵抗および挫折強度とは高い相関関係にあることを示した。これまでに幼植物の茎葉部基部の挫折強度と登熟期の押し倒し抵抗および下部茎の挫折強度との関係について報告された例はない。

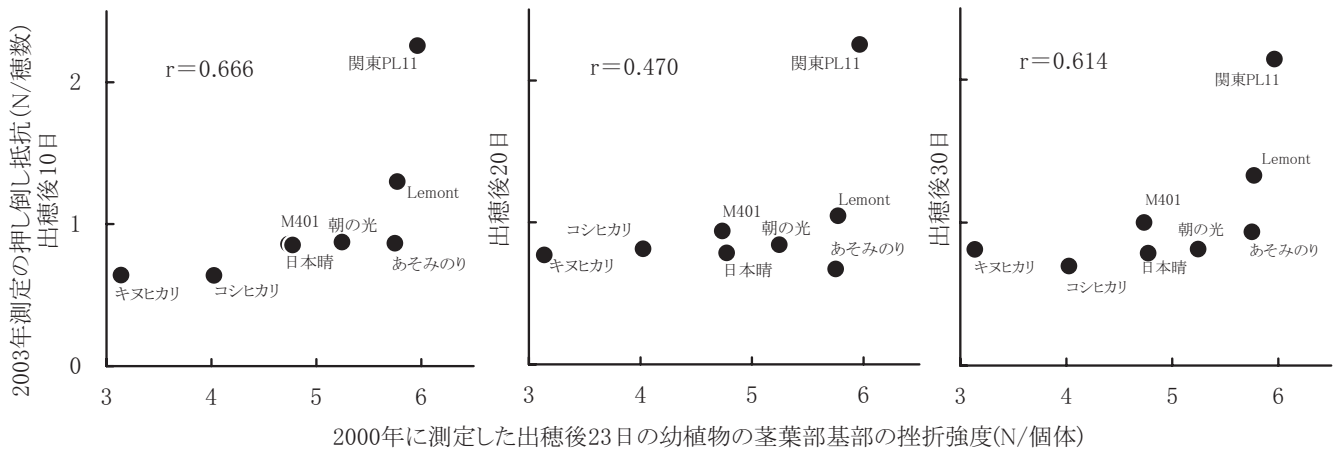
幼植物の茎葉部基部は葉鞘と抽出前の葉身の集合体であるとみなせるが、茎葉部基部の挫折強度においては葉鞘の果たす役割が大きいと考えられる。一方、出穂後約3週間では葉鞘が下部茎の挫折強度に寄与する程度が30%から50%あり、挫折強度に果たす葉鞘の役割は大きく、倒伏抵抗性の大きい品種は小さい品種よりも葉鞘寄与率が高い傾向が認められている(高屋・宮坂1982)。また、稈の葉鞘付き挫折強度と葉鞘の挫折強度は高い正の相関関係にあった(宮坂・高屋1982)。これらの報告および本研究において幼植物の茎葉部基部の挫折強度と出穂後14日の下部茎の挫折強度および押し倒し抵抗は高い相関を示したことから次のように考えられる。すなわち登熟期の葉鞘の挫折強度における品種間差は、既に幼植物において主として葉鞘の集合体である茎葉部基部の挫折強度の差として発現していたため、出穂後14日の下部茎の挫折強度と密接な関係にある押し倒し抵抗と高い相関を示したものと考えられる。なお、2003年に測定した8品種の登熟期の押し倒し抵抗および挫折強度と、2000年に測定した幼植物の茎葉部基部の挫折強度とは、それぞれ有意ではないが正の相関関係にあった(第7図、第8図)。これらの相関図はそれぞれ8品種に注目した場合の2000年に測定した相関図(第2図、第3図)と類似していることから、幼植物の挫折強度により、登熟期における押し倒し抵抗および挫折強度が推定できることを示していると考えられる。



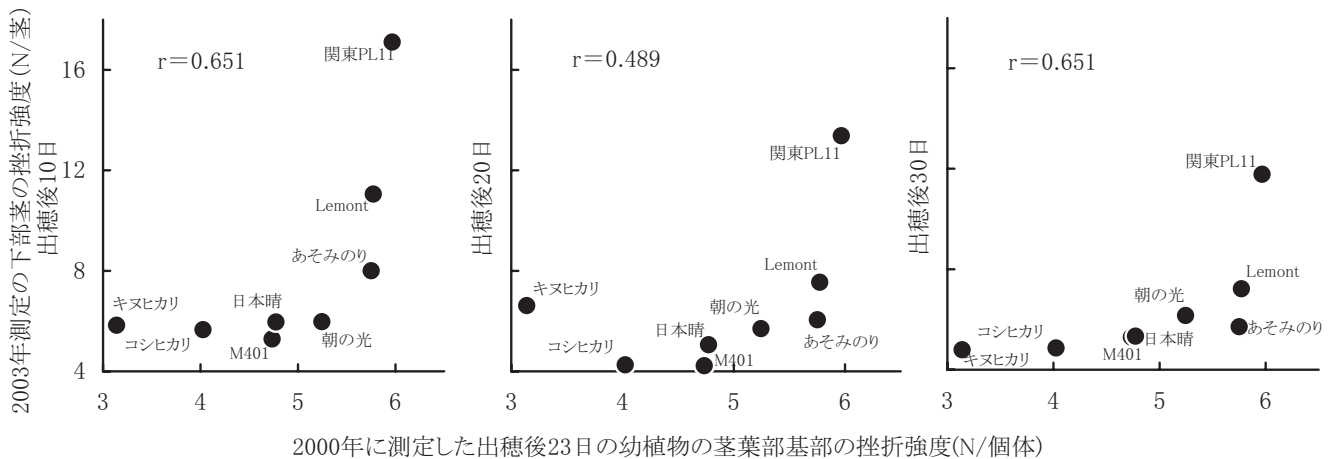
第6図 出穂後における挫折強度と押し倒し抵抗との関係の経時変化。

は1%水準で、*は0.1%水準で有意であることを示す。

縦および横棒は標準偏差を表す。



第7図 2000年に測定した出穂後23日の幼植物の茎葉部基部の挫折強度と2003年に測定した押し倒し抵抗との関係。



第8図 2000年に測定した出穂後23日の幼植物の茎葉部基部の挫折強度と2003年に測定した下部茎の挫折強度との関係。

一方、2003年に圃場で栽培した8品種の押し倒し抵抗は、出穂後10日、20日および30日で大きくは変化しなかった。挫折強度は出穂後10日から30日で3品種で明らかに低下し、5品種で大きく変化しなかった。しかし8品種における出穂後10日から30日までの挫折強度と押し倒し抵抗との相関は高く保たれていた。すなわち、出穂後10日から30日における挫折強度と押し倒し抵抗の変化は、両者の

相関に大きな影響を与えなかった。その理由は品種内の挫折強度の経時的な変化が、大きな挫折強度の品種間差に比べて小さかったためであると考えられる。この結果は下部茎の挫折強度の変化が押し倒し抵抗に大きな影響を与えないことを示している。その理由の一つは1穗あたりの押し倒し抵抗が、1本あたりの下部茎の挫折抵抗に比べ1/5～1/10程度と非常に小さいことであろう(第1図、第2表)。

第2表 品種の穂数と押し倒し抵抗および挫折強度との相関関係。

品種名	穂数 (本)	押し倒し抵抗(N/穂数)			挫折強度(N/茎)		
		10日後	20日後	30日後	10日後	20日後	30日後
日本晴	10.4 ± 2.4	0.78	0.78	0.79	5.96	5.06	5.33
あそみのり	8.4 ± 2.7	0.87	0.67	0.94	8.00	6.05	5.71
コシヒカリ	8.2 ± 2.0	0.86	0.81	0.70	5.66	4.26	4.86
朝の光	7.9 ± 1.2	0.87	0.84	0.81	5.97	5.70	6.16
キヌヒカリ	7.8 ± 1.7	0.64	0.77	0.81	5.83	6.62	4.80
Lemont	6.5 ± 1.6	1.30	1.05	1.33	11.05	7.54	7.22
M401	6.1 ± 1.9	0.86	0.94	1.00	5.29	4.22	5.30
関東PL11	5.1 ± 1.5	2.26	2.25	2.15	17.11	13.38	11.78
穂数との相関係数		-0.694	-0.709	-0.751*	-0.642	-0.615	-0.661

2003年測定。

穂数は平均値±標準偏差 (n=14)。

*は5%水準で有意であることを示す。

しかし試験 1 および試験 3 において押し倒し抵抗と下部茎の挫折強度の相関は高かった。その理由については以下のように考えられる。

本研究においては 2000 年に測定した 20 品種の穂数と下部茎の挫折強度の間に有意な負の相関 ($r = -0.553$, $p < 0.05$, 図省略) が見られ, 2003 年においても 8 品種について同様の傾向が見られた (第 2 表)。また古畑ら (1998) の報告においても, 日本とアメリカの 14 品種について, 出穂後 2 週間における穂数と茎の折れやすさを表す葉鞘付き挫折時モーメントとの間に, 有意ではないが負の相関 ($r = -0.506$, $p < 0.1$) がみられる。一方, 阿部ら (2004) は国内外の 26~28 品種を用いて穂数と押し倒し抵抗との間には有意な負の相関がみられることを報告している。これはすなわち穂数の多少によるセルロースやリグニンなどの植物体の強度にかかわる光合成産物の蓄積量の 1 茎あたりの多少が, 下部茎の挫折強度と共に, 押し倒し抵抗と関係が深く株基を支持している各茎から伸張する根の機械的強度 (Miyasaka 1968, 坂田ら 2003) にも影響を与えることを示すのではないかと想像される。一方で微小な分げつしか発生させていない 1 本の主茎からなる幼植物の茎葉部基部において, 挫折強度に大きな品種間差があったことから, 穂数の差以前に植物体の強度にかかわる光合成産物の蓄積能力は品種によって大きな差があり, それは幼植物において既に発現していると考えられることもできる。

以上より播種後 23 日の幼植物の茎葉部基部の挫折強度と出穂後 14 日の押し倒し抵抗および下部茎の挫折強度とは相関が高いこと, および出穂後 10 日から 30 日の登熟期間において下部茎の挫折強度と押し倒し抵抗とは高い相関を保つことが示された。すなわち幼植物の茎葉部基部の挫折強度の品種間差は, 登熟期間を通じた押し倒し抵抗の品種間差をよく表していると考えられるため, これにより水稻品種の耐ころび型倒伏性を検定できる可能性が明らかになった。

耐ころび型倒伏性の強い品種を選抜するための幼植物の形質として, 地下部については水平を 0° として下向き $36 \sim 54^\circ$ に伸張する太い根の本数 (坂田ら 2003) が有用であることを既に報告した。一方, 茎葉部については基部の挫折強度が用いられることを本研究で明らかにした。これら 2 つの選抜法を組み合わせることにより, 一層効果の高い選抜が可能になるのではないかと考えられる。

なお, 本研究の方法は幼植物の栽培法を育苗箱に粗播きしたブルー育苗などの方法に簡略化することも可能であると考えられるため, 実用的であるといえる。

謝辞: 実験の計画にあたり助言を頂いた近畿中国四国農業研究センターの藤本寛研究員, および実験の遂行に御協力頂いた岐阜県中山間農業技術研究所の徳原功主任農業技手に感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部陽・田村和彦・木内豊 2004. 寒冷地における直播向け水稻選抜のための押し倒し抵抗値指標品種の選定. 日作紀 73 (別 1): 16-17.
- 古畑昌巳・楠田幸・三原実 1998. 直播水稻の耐倒伏性に関与する稈及び葉鞘の物理的性質の品種間差異. 日作紀 67 (別 2): 80-81.
- 水高信雄 1968. 水稻の倒伏と被害の発生機構に関する実験的研究. 農技研報 A15: 1-175.
- 黒田栄喜・阿部進・石橋富久子・平野貢・村田孝雄 1997. 東北地方を対象とした新規育成品種における倒伏指数の品種間差異. 日作東北支報 40: 37-38.
- Miyasaka, A 1968. Studies on the strength of rice root I. Strength of rice seedling root. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 38: 321-326.
- 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.
- 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 2 報 幼苗期の冠根の太さによる耐倒伏性の評価方法. 日作紀 65: 502-508.
- 尾形武文・松江勇次 1998. 北部九州における水稻湛水直播栽培に関する研究. 良食味品種の耐倒伏性に関する指標形質の評価. 日作紀 67: 159-164.
- 坂田勲・坂井真・井辺時雄 2003. 水稻品種における耐ころび型倒伏性と幼植物の冠根の伸長角度, 直径および破断強度との関係. 日作紀 72: 56-61.
- 高屋武彦・宮坂昭 1982. 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 51: 360-368.
- 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.
- 寺島一男・谷口岳志・萩原均・梅本貴之 2003. 水管理条件が湛水直播水稻の耐倒伏性と収量に及ぼす影響. 日作紀 72: 275-281.
- 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. 日作四国支部紀事 22: 25-31.
- 吉永悟志・脇本賢三・田坂幸平・松島憲一・富樫辰志・下坪訓次 2001. 打込み式代かき同時土中点播栽培による湛水直播水稻の耐倒伏性向上. 耐倒伏性向上および安定化のための点播条件. 日作紀 70: 194-201.

Correlation between Root Lodging Resistance and Breaking Resistance at the Basal Part of Rice Seedlings: Isao SAKATA^{*,1),2)}, Atsushi OYANAGI³⁾, Tokio IMBE³⁾, Makoto SAKAI³⁾ and Tomohiko YOSHIDA⁴⁾, (¹⁾*Japan, Gifu Pref. Hida Aec. Japan 506-8688*; ²⁾*Tokyo Univ. of Agr. and Tech.*; ³⁾*Natl. Agr. Bio. Res. Org.*; ⁴⁾*Utsunomiya Univ.*)

Abstract : For breeding rice with a high root-lodging resistance, which is important for direct seeding in subnerged paddy fields, selection of cultivars at the seedling stage is preferable. Twenty typical Indica and Japonica rice varieties were tested for root-lodging resistance and breaking resistance of the basal stem. Breaking resistance at the basal part of the seedling in the 20 varieties was measured using a push pull gauge at 23 days after sowing. It varied from 12.9 N to 27.9 N and lodging resistance highly correlated with the breaking resistance. Next, we selected eight varieties and examined the change in pushing resistance and breaking resistance of basal stem after heading. None of the varieties showed any significant change pushing resistance. Breaking resistance was significantly reduced in three varieties, but it did not change in five varieties. Pushing resistance at any time after heading was highly correlated with breaking resistance of the basal stem in eight varieties. Thus, it is concluded that the lodging resistance at the ripening stage of the rice varieties can be evaluated by the breaking resistance at the basal part of the seedlings.

Key words : Basal part of the seedling, Basal stem, Breaking resistance, Direct sowing cultivation, Pushing resistance, Rice, Root lodging resistance, Seedlings.
