作物における種子の脱落に関する研究

水稻の脱粒性の難易の測定法について*

伊藤 健次**・井之上 準**・近井 謙二***

(**九州大学農学部***香川県農業改良課)

稲作における収穫作業の機械化にあたって、稲の脱粒程度が、籾の損失や脱粒米などに関係して、作業の精度や能率に大きな影響をおよぼす。

ところで、水稻の脱粒性程度は、難、やや難、中、やや易、易、極易の6段階に分類されているが、その基準はやや不明確で、調査者により分類が異なる場合もみられる⁴⁾。

これは、脱粒性程度について明確な調査基準、または数量的な表示がないためと考えられる。今までに脱粒性程度を数量的に表示しようとの試みは、古く、田畑⁴⁾、山崎⁵⁾、森²⁾等によつて行なわれたが、測定器具に適当なものがないために、測定に多大の時間的労力を要したようである。

そこで、著者らは簡便な測定方法を確立しようとして、以下に述べるような方法で脱粒性程度の調査を行なつたので、その概要を報告する。

材料および測定方法

材料には、標準栽培のシラヌイとホウヨク、および1968年に九州大学農学部附属農場で品種保存用として栽培された品種の中から、脱粒性程度³⁾により48品

第1図 抗張強度の測定方法

種を選んで用いた。これらの品種はすべて1965年当時の奨励品種である。

脱粒性程度の難易は、小枝梗の抗張強度の強弱で表わすこととし、この抗張強度の測定には、ストレインゲージ荷重変換器のUT型(1kg)を使用した。測定は特記する場合を除いて、この荷重変換器の荷重受け部を細工して測定穂を吊り下げ、吊り下げた穂に垂直(籾の着生方向にはほぼ平行)にピンセットで籾をはさんで引張り脱粒する方法によつた(第1図)。記録装置としては、記録紙送りの速さを0.2 mm/secに調整した自動平衡式記録計を用いた。

測定穂は圃場より採取して直ちに供試したが、この場合、一次枝梗数が3~4本着生するように切断して用いた。

測定結果および考察

1. 脱粒性程度と抗張強度

稲の収穫調製の過程における籾の脱落は、籾の着生方向に對し平行、および直角方向の力、あるいはねじれなど、外力が加わるために起こるものと思われる。ところが、これらの外力と籾の脱落の関係は、籾粒の大小や着粒の疎密など、穂の特性によつても若干ことなると考えられるが、最も本質的には籾粒に對し平行、および直角方向からの外力に対する小枝梗の強さの程度によつて異なると考えられる。

そこで、このような観点から籾の脱粒性の難易を、籾の着生方向に對し平行方向からの外力に対する強さとしての抗張強度と、直角方向からの外力に対する強さとしての抗曲強度で表示しようと考え、その両者を測定した。

なお、この際、抗曲強度の測定は、籾を横にはさんで荷重変換器の荷重受け部に設置し、籾着生軸にほぼ直角に(荷重受け部に平行に)枝梗を引張り脱粒した。

(1). 出穂後の抗張強度と抗曲強度の経時的変化

出穂直後より1週間置きに抗張強度と抗曲強度を測定した。品種はシラヌイで、1回の測定籾数は約40

* 昭和43年12月17日受理

粒であつた。その結果を第2図に示す。

第2図によれば、抗張強度と抗曲強度はともに出穂後経時的に弱くなつたが、その程度は出穂後4週間目ごろまでは抗曲強度が、出穂後4週間以後は抗張強度が著しかった。

このことから、脱粒性程度をみるには、登熟前半においては抗曲強度が、登熟後半においては抗張強度が適していると考えられる。

なお、登熟全期を通じ、抗張強度と抗曲強度の間には、0.952の正の相関がみられた。

(2). 抗張強度と抗曲強度の品種間差異

脱粒性程度の異なる10品種について出穂後50日目における抗張強度と抗曲強度を測定した。測定粒数は各品種において約40粒であつた。その結果を第3図に示す。

第3図によれば、ここで供試した品種においては、抗張強度と抗曲強度の間には0.969の高い正の相関がみられ、抗張強度の強い品種ほど抗曲強度も強いことが明らかになつた。

第2図 穂摘後の抗張強度と抗曲強度の推移 (シラヌイ) 註 図中の数字は穂摘後の週数

第3図 品種間における抗張強度と抗曲強度の関係 (穂摘後50日目)

以上のように、登熟全期を通じ、あるいは脱粒性程度の異なる品種間において、抗張強度と抗曲強度との間にきわめて高い相関関係がみられたことより、抗張強度、あるいは抗曲強度のいずれかの強度のみの測定で、ほぼ脱粒性程度を表わしうるものと思われる。

しかしながら、抗張強度の測定は、抗曲強度の測定に比べ測定方法が簡易であり、また刈取適期において測定値が大きいために、品種間差異などがはつきりあらわれるので、抗張強度を用いるほうがより適切で、実用的な脱粒性程度を表現できるものと考えられる。

このような理由から、以後は脱粒性程度の難易は、抗張強度で代表することにする。

2. 1穂内各1次枝梗別の抗張強度

ある穂の籾の脱粒性程度を知るには、1穂の全籾の抗張強度を測定すれば明らかになるが、これにはかなりの時間を要するために測定個体数が多い場合には困難である。そこで、ある穂の脱粒性程度を知るには、1穂内のどの1次枝梗の、そして最低何本の1次枝梗について抗張強度を測定すればよいかを明らかにするために、各1次枝梗別の抗張強度を測定した。測定は脱粒性程度難の農林17号、中のシラヌイ、および易のシノノメモチの3品種については出穂後50日目に、とくにシラヌイについては出穂後1週間ごとに行なつた。その結果を第1表、および第4図に示す。

第1表にみられるように、1穂内の各枝梗別の抗張強度は、ここに供試した脱粒性程度が異なるとされている3品種においては、ともに穂基部の枝梗ほど強く穂の先端に近づくにつれて弱くなつていく。そしてその程度は、抗張強度の弱い品種において強い品種よりやや顕著であつた。

なお、1穂の抗張強度に最も近い1次枝梗は、3品

第4図 穂摘後の抗張強度の推移 (シラヌイ)

第1表 1穂内の各1次枝梗別平均抗張強度

(単位 g)

品種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	全枝梗平均	中間3枝梗平均	先端3枝梗平均
農林17号	293.0	247.6	263.0	243.4	242.4	218.2	212.8	—	—	245.8	249.6	224.5
シラヌイ	140.5	130.9	169.6	135.8	133.5	130.7	128.7	140.3	112.1	136.5	133.3	127.0
シノノメモチ	136.4	120.9	122.0	115.5	116.3	94.3	94.7	91.4	71.6	106.1	108.7	85.9

種ともに中位の枝梗であることがわかる。それゆえに中位の2～3本の1次枝梗の抗張強度について測定すれば、その穂の抗張強度をほぼ代表できると考えられる。

つぎに、第4図によれば、1穂全体、中部3枝梗、および上部3～4枝梗ともにその平均抗張強度は出穂後経時的に低下したが、その傾向はほとんど同様であった。測定全期を通じてみれば、中部3枝梗の平均抗張強度は1穂全体のそれにほぼ等しく、上部3～4枝梗の平均抗張強度は前2者よりやや弱かったが、登熟が進むにつれてその差は少なくなった。

以上の実験により、ある穂の抗張強度は、その穂の中部3枝梗の穎花について測定すればよいことが明らかになったが、実際の収穫作業中における穀損失のほとんどは上部枝梗の着生穀の脱落によることより、実用的には穂の上部の3～4本の1次枝梗の測定値が有意義と考えられる。

また、一方コンバイン型の脱穀調製過程における脱粒米や穀損失の多少等は、脱粒性程度難の品種の穂基部の穀抗張強度が特に強いことによつて起こると考えられるので、このような品種については基部枝梗の穀の抗張強度の測定が必要となることもあろう。

なお、1穂内各枝梗別の平均抗張強度と開花順序の間の相関は $+0.481$ ときわめて低かつたことから、抗張強度の変異については今後組織的な面等をもあわせて究明する必要がある。

3. 1株内の各穂の抗張強度

ある穂の脱粒性程度は、その穂の上部3～4本の1次枝梗の穎花の平均抗張強度で代表しうることが明らかになったが、つぎには1株内における各穂の抗張強度にはどの程度の変異があるかを知るために、1株の全穂について抗張強度を測定した。

品種はシラヌイで、各穂とも上部3本の1次枝梗について、出穂後30日、40日、50日、および60日目に抗張強度を測定したが、ほぼ同様の傾向であつたので、第5図には出穂後50日目の結果について示す。

第5図にみられるとおり、1株内における各穂の抗張強度は弱小分けつと思われる稈長の低い分けつの穂を除けばほぼ同様であつた。したがって、1株内の弱

第5図 1株内における穂別抗張強度の変異 (シラヌイ)

小穂を除いたほかは、いずれの穂の抗張強度も同程度と考えられ、1株内において稈長中位の3～4穂の測定によりほぼその株の抗張強度を表わしうるものと考えられた。

4. 各品種の抗張強度と脱粒性程度

今まで述べてきたところにより、ある品種の脱粒性程度は、1株内の中庸の3～4穂について、その上部の3～4本の1次枝梗の抗張強度によつて代表しうるということが明らかとなつた。

そこで、脱粒性程度を抗張強度により区別する目的で、難、やや難、中、やや易、易、極易に属する品種の中から数品種ずつを選び、それらの品種の抗張強度を測定した。

抗張強度の測定は出穂45、50、55日後1株内の中庸の分けつ穂を選び、その穂の3～4本の上部枝梗の穎花について行なつた。第6図は3回の平均値を示した。

第6図により脱粒性程度と抗張強度の関係を全体的にみれば、脱粒性程度が強いとされているgroupの品種ほど抗張強度は強かつた。しかしながら、脱粒性程度が異なるとされている各group間においても、その抗張強度にはかなり差があり、たとえば、脱粒性程度極易、易およびやや易とされているgroup間では抗張強度がほとんど同じ程度のものがかなり多く、同様に脱粒性程度中、やや難、難とされているgroup間にも抗張強度の同程度のものがかなり見受けられる。

以上より、脱粒性程度の分類基準を一部再検討する

第6図 各品種の脱粒性程度と抗張強度
(45, 50, 55日の平均)

* 昭和36年度水陸稲奨励品種
特性表による

必要があることを示唆していると思われ、これらの基準設定にあたっては収穫前の成熟時の穂の抗張強度が適当ではないかと考えられる。また一方、圃場で自然脱落を生ずる限界、またはコンバイン等の機械収穫時における脱稈米、粃損失などを生ずる限界など、各種

第6図 付表

番号	品 種 名	番号	品 種 名	番号	品 種 名
1	サワニシキ	17	農林25号	33	神力糯
2	コシヒカリ	18	農林35号	34	八反10号
3	オオトリ	19	陸奥光	35	祝
4	農林1号	20	ハツニシキ	36	鳥取旭1号
5	トワダ	21	農林10号	37	千本旭
6	山路早生	22	アキバエ	38	野条穂
7	近畿33号	23	チヨウカイ	39	ホウキアサヒ
8	さかえ	24	農林21号	40	アリアケ
9	マンリョウ	25	ホウネンワセ	41	農林18号
10	ヤマコガネ	26	ササシグレ	42	山田錦
11	農林29号	27	農林48号	43	竹田早生
12	東山38号	28	トネワセ	44	旭4号
13	コトブキモチ	29	新2号	45	新旭
14	ナギホ	30	農林24号	46	大阪旭1号
15	サチワタリ	31	中生新千本	47	朝日
16	農林17号	32	シノノメモチ	48	大分三井120号

第7図 抗張強度の異なる品種群の登熟期における抗張強度の変化

註 ×は抗張強度190以上, △は120~190,
●は120以下

35~40は35日と40日の2回の平均値

45~50は45日と50日の

55~60は55日と60日の

の作業体系や機械性能に即応した分類基準の設定にも抗張強度の適用が考えられる。

なお、登熟期における抗張強度の推移(第4図)は成熟期が近づくにしたがい弱くなる傾向にあったが、この実験で用いた全品種について、穂摘後30日目より60日目まで、5日ごとに測定した結果では(第7図)抗張強度の弱い品種ほど低下度は大きく抗張強度の強い品種ほどその低下度は小さい傾向があり、中にはほとんど低下しないとみられる品種もかなり見受けられた。

このことから、抗張強度は収穫調製作業に関連の深い成熟期に測定するのが最適と思われるが、風害時に自然脱落が起こるような脱粒性程度の極易の品種においては、登熟途中の測定も必要となる場合があるものと思われる。

以上、抗張強度の測定により脱粒性程度の品種間差異について検討したが、作季、施肥、水管理等の栽培条件による変化についても今後さらに検討する必要がある。

摘 要

(1). 脱粒性程度を外力に対する小枝梗の強度(g)で分級しようと考え、その方法を考案し、さらに、1968年九州大学農学部附属農場において品種保存中の48品種について、小枝梗の強度と脱粒性程度の検討を行なった。

(2). 小枝梗の強度の測定方法は、ストレーンゲージ荷重変換器のUT型(1kg)に穂を吊り下げ、1粒ずつ脱粒して、自動平衡式記録計に記録せしめて測定した。

小枝梗の強度を表わすには抗張強度と抗曲強度が考えられるが、検討の結果、抗張強度と抗曲強度の間にはきわめて高い正の相関(0.969)を示すことが明らかになったので、測定が簡易な抗張強度の測定で、ほぼ脱粒性程度を表わしうることが判明した。

(3). 1穂内の各1次枝梗別の平均抗張強度は、穂の基部から上部の枝梗になるほど弱くなつたが、その傾向は抗張強度の強い品種においても、弱い品種においても、ほぼ同じ傾向にあつたので、品種特性としての抗張強度の測定には、便宜的に穂の上部3～4枝梗を用いた。なお、抗張強度がとくに強い品種においては穂の基部の測定値が必要となることも考えられる。

(4). 1株内の各穂の抗張強度は弱小穂を除けばその変異は小さいので、稈長が中位の分けつ3～4の穂の測定により、ほぼその品種の抗張強度を代表させるこ

とができるのではないかと考えられた。

(5). ここで供試した48品種の出穂50～60日後の抗張強度は、76gから233.5gまで、相当の幅があつた。ここで得られた抗張強度と、従来の脱粒性程度とは、ほぼ一致するが、一部再検討の必要があるのではないかと考えられる品種もみられた。

なお、全体的にみれば、抗張強度の推移は登熟が進むとともに弱くなる傾向にあり、抗張強度の弱い品種では、強い品種よりその傾向は大きかつた。特に抗張強度の強い品種の中には成熟期に至つても、抗張強度がほとんど低下しない品種もかなりみうけられた。

(6). 以上より、脱粒性程度の調査は、成熟期に1品種3～4穂、1穂3～4枝梗の抗張強度の測定により、ほぼその目的を達しえられると考えられ、今後は収穫作業の機械化に対応して、刈取、脱穀、調製などの作業体系と関連させた抗張強度による脱粒性程度難易の分類基準の設定が必要であろうと考える。

なお、本調査にあたり、貴重な文献のご貸与を戴いた山崎義人博士、および、材料を提供された九州大学農学部育種学教室の石川文雄技官、同付属農場の松尾恒喜技官の諸氏に厚く謝意を表する。

文 献

1. 森周六・進藤辰雄 1928. 稲の脱粒性の力学的考察と其の測定器に就いて、九大農芸雑誌 3: 30—35.
2. 永松土巳・石川文雄 1954. 栽培稲の地理的分化に関する研究、九大農芸雑誌 14: 313—317.
3. 農林省振興局農産課, 1962, 昭和36年度水陸稲奨励品種特性表.
4. 田畑清光 1926. 稲の脱粒性に就いて、日本学術報 2: 300—325.
5. 山崎義人 1928. 稲の脱粒性に関する研究、満洲日報社.

Studies on the Grain Shedding in Some Crops

On the measuring method of grain shedding in rice plants

Kenji ITO*, Jun INOUE* and Kenji TIKAI*

(*Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka)

(**Agricultural Improvement Section, Kagawa Prefectural Office, Kagawa)

Summary

This experiment was made on the strength requisite for detaching rice grain from its pedicel or rachilla using unbonded gauge type transducer (UT 1kg) and automatic null balancing recorder. Materials were 48 cultural varieties of paddy rice taking any three ears of each at about 50 days after heading. Results were as follows.

1. The ratio of the breaking tensile strength, i. e. force strains along the direction of pedicel, to the breaking bending strength, i. e. force strains perpendicular to the pedicel, was from 1:2 to 1:8. The ratio was high in easily shedding varieties and low in persistent varieties.

2. Highly positive correlation (0.969) was obtained between the breaking tensile strength and the breaking bending strength. From the result, it is thought that the hardness of grain shedding is expressed sufficiently only by the mean value of the breaking tensile strength.

3. The breaking tensile strength of a grain was stronger in lower portion than in upper portion in a ear. Accordingly, average breaking tensile strength of a number of grains on each primary rachilla was somewhat stronger in that of lower portion than in that of upper portion in a ear. However, relationship between the strength of a grain shedding and earliness of the flower open was not observed. Average breaking tensile strength of a number of grains in upper three primary rachillas was nearly the same with that of all grains in the ear.

4. Degree of grain shedding character have been usually classified into 6 classes for convenience, i. e. persistent, little persistent, medium, little easily shedding, easily shedding and most easily shedding, respectively. The breaking tensile strength of rice varieties in this experiment belongs to each groups were as follows: persistent; 235-160 g, little persistent; 210-155 g, medium; 210-150 g, little easily shedding; 150-90 g, easily shedding; 170-90 g and most easily shedding; 115-75 g, respectively.