

携帯用粳胴割れ検定器の試作研究

小嶋和雄・杉村輝男

(農学部 農業機械学研究室)

The Study on the Trial Production of the Portable Crack Tester for Unhusked Rice

Kazuo KOJIMA, and Teruo SUGIMURA

(Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture)

We Produced the portable crack tester for unhusked rice by way of trial.

Photo. 1, Fig. 1 and Fig. 2 illustrate the structure of trial tester.

Whether sources of electricity is A. C. or D. C., we can have the use of the trial tester.

We compared the performance of the trial tester with the K type crack tester for hulled rice.

The K type crack tester is on the market. The results are as follows.

(1) We did not recognize the significant difference for the difference of number of cracked rices that tested by the trial tester and the K type rice crack tester.

(2) The error of the trial tester was 0.67%. Therefore the trial tester may be sufficiently used for practical tester.

(3) There was little difference of efficiency between the trial tester and conventional tester.

I. 緒 言

米の品質を決定する要因は数多くあるが、その中胴割れは粳摺、精米の際に碎米となる原因となるので、供出米の検査でも被害粒として重要視されている。すなわち検査基準として胴割れは被害粒として15%以上あれば、3等米以上にはなり得ないのである。

粳の胴割れは立毛中にも生ずるが、主に乾燥操作のあやまりにより多発する。しかしながら乾燥は粳で行なうので、その胴割れ数、程度を外部より判定することは困難である。

玄米形での胴割れ検定器は市販品もあるが、粳のままでの胴割れ検定器は昭和43年に当研究室が試作したもの¹⁾と、宮崎大学農学部が試作したもの²⁾などがあるにすぎない。

しかしながら上記の検定器はどれも携帯には不向で、乾燥現場ごとの運搬に不便である。そこで小型軽量にして携帯に適し、しかも交流電源がないところでも、電池を電源として使用できるようにした粳胴割れ検定器を試作したので報告する次第である。

II. 試作粳胴割れ検定器の概要

試作粳胴割れ検定器の外観、構造、結線図は Photo. 1, Fig. 1, Fig. 2 のようである。

本器は携帯用ケース、変圧器、光源、試料乗せ板、電池およびスイッチなどの部品よりなり、全体の大きさは長さ244 cm、幅217 cm、高さ102 cmである。

変圧器は普通の小型家庭用(アサヒ信号機製作所製)のもので、容量は7 VA、電

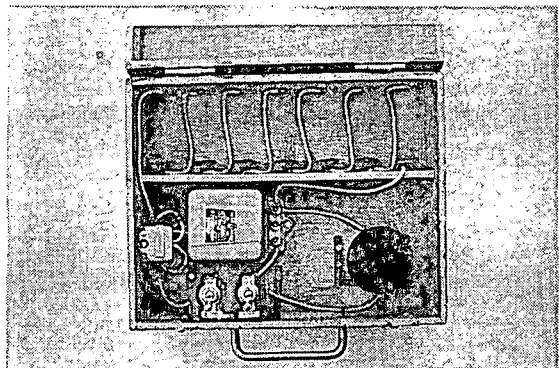


Photo. 1 Appearance of the trial tester.

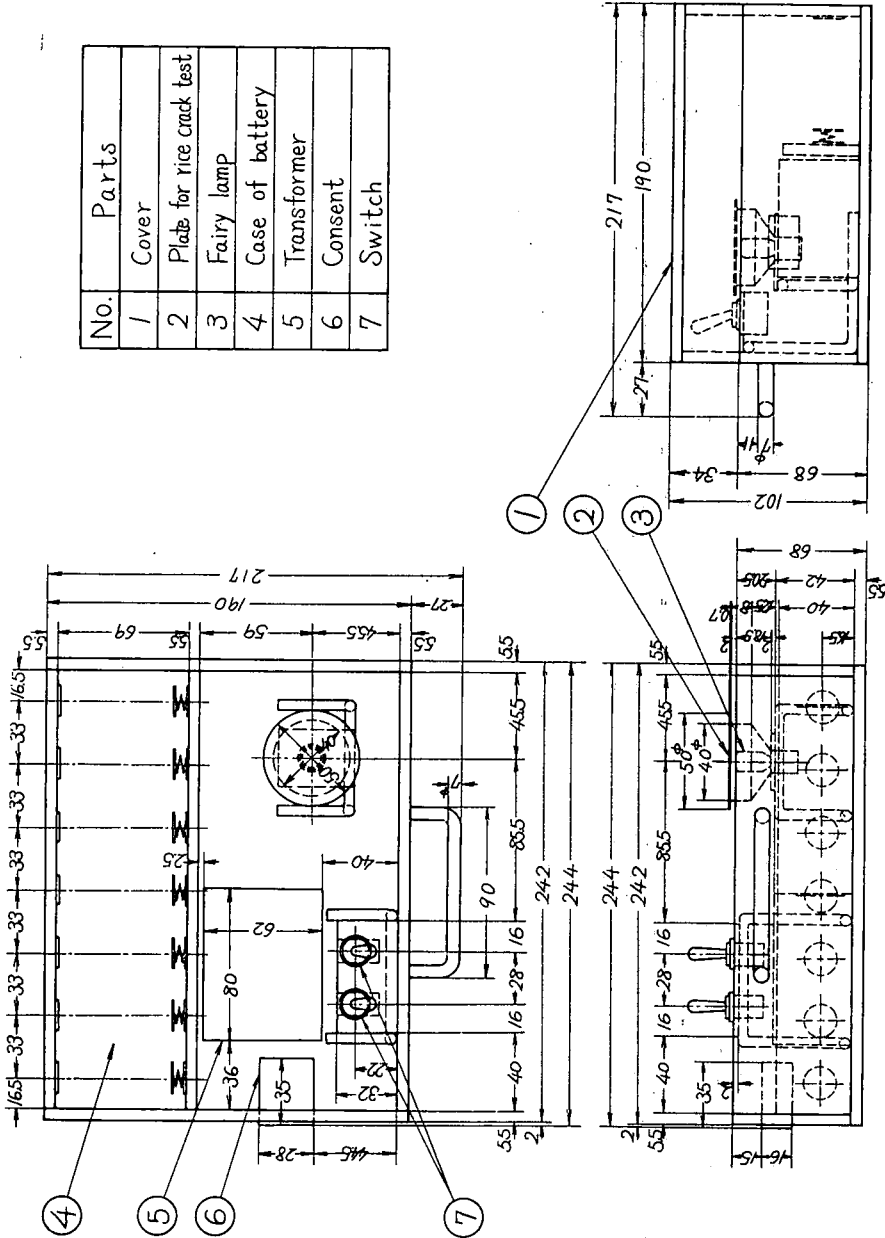


Fig. 1 Structure of trial crack tester

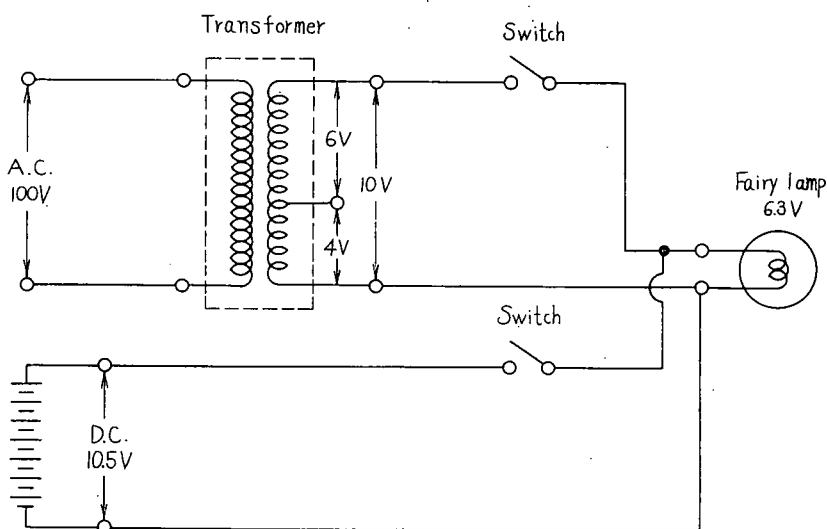


Fig. 2 The circuit of the trial tester.

圧は10V, 6V, 4Vの3個の端子がついている。

光源はこれも普通の懐中電灯用の電球で、6.3Vのものを使用した。光源は変圧器の端子の6Vと結合するのが通常と思われるが、照度増加のため10Vの端子に結合した。検定器の上部に暗室を作ったり、暗幕などをかぶせて検定する場合は、光源は変圧器の6Vの端子に結合しても十分と思われるが、当検定器はさような装置を用いず、そのまま室内で測定できるようにしたためである。

電球の規定電圧より変圧器の端子電圧が高いので、電球の寿命に影響をおよぼすかと思われるが、後述の試験のため延20時間以上使用したが別に支障はなかった。

光源（電球）は上端の内径40mmのじょうご型の反射器の底部に取り付けた。反射器の内部は照明効果をよくするため、白色に塗装した。じょうご型反射器の上端に試料乗せ板を取り付けたが、電球と試料乗せ板の間隔は2mm内外である。

試料乗せ板は厚さ0.7mmの黒色のセルロイド板で、中央に円形の小孔（後述の試験結果より直径1mmとした）を1個あけてある。粉は1粒づつピンセットではさみ、試料乗せ板の小孔上に置き透視検定するようになっている。

交流電源のない場合は、電池を電源として使用できるように単一型電池（1.5V）7個を直列に配置し（計10.5V）、切替スイッチを設け交直両用型とした。

III. 実験方法

(1) 胴割れの検定方法

供試粉10kgの中より1,000粒を無作為に抽出し、ピンセットではさんだ粉を試料乗せ板の小孔上を移動させ胴割れの有無を調査した。これを1集団とし、10回計10,000粒について行なった。粉を上記小孔上を移動させると、胴割れしたものは中央部、またはその付近に直線上の暗部が生じるので、容易に判別できる。

宮崎大学農学部永田ら²⁾の研究でも、平行光線を粉の状態で胴割れ粒のき裂面に交わるように投射すると、粉の状態でもき裂面を境にして左右に明暗が生じ胴割れが容易に観察できるといっている。

当試作検定器では籾を小孔上を右から左へ（その反対でも可）移動させるので、胴割れのき裂面と交わる平行光線がき裂面を中心にして前後2回あたることになるので、胴割れの判別が更に容易になる。

試作検定器で測定した籾の胴割れ数の精度の調査は、昭和43年度に試作した籾胴割れ検定器¹⁾の性能調査と同じ方法を採用した。

つまり当試作検定器で調査した籾をK式-穂用籾摺器¹⁾にかけて玄米とし、これを市販品として一般に使用されているK式穀粒透視器¹⁾（玄米用）によって胴割れ数を測定し、試作検定器とK式透視器によって測定した胴割れ数の差の統計分析を行なった。

(2) 供試籾

供試籾は昭和43年高知県産土佐2号で、火力乾燥した後、袋詰め状態で1年間放置したものである。なお実験時の供試籾の含水率は12%であった。

(3) 胴割れの基準

43年度に試作した籾胴割れ検定器の性能試験の場合と同じ基準^{1,3)}を採用した。つまりき裂が $\frac{1}{2}$ 以上になったものを胴割れとした。

(4) 光源の照度測定

光電池照度計（東芝 SPI-1型）を用い、交流電源による場合の照度の時間的变化と、電池を電源とした場合の照度の時間的变化および電池の使用可能時間の調査を行なった。

照度の測定は、試料乗せ板を取りはずし、反射器上縁に照度計の受光面を密着させて行なった。

(5) その他

試料乗せ板の籾透視用の小孔の直径の決定試験、試料乗せ板の温度の測定、胴割れ検定能率調査などを行なったが、実験方法は実験結果および考察の項で述べることにする。

IV. 実験結果および考察

(1) 試作籾胴割れ検定器とK式穀粒透視器との胴割れ数の比較

前述のように1,000粒を1集団とし、10回測定を行なった。検定粒数は計10,000粒となる。

Tab. 1 Result of Crack Test.

	X	Y
1	630	619
2	589	581
3	603	596
4	612	606
5	628	620
6	582	573
7	646	643
8	633	627
9	650	644
10	618	615
Total	6,191	6,124
Mean value	619.1	612.4

X ... Number of cracked rice by K type tester.

Y ... Number of cracked unhusked rice by trial tester.

試作検定器により測定した籾の胴割れ数と同一試料を玄米にしてK式穀粒透視器で測定した胴割れ数が、同一母集団に属するか否かの検定を行ない、次いで両者による胴割れ数の平均値の差の検定を行なった。

(i) 試作籾胴割れ検定器とK式穀粒透視器による測定胴割れ数の分散比の検定

試作検定器による籾の胴割れ数およびK式透視器による玄米の胴割れ数の測定結果は、Tab. 1 のようである。

Tab. 1 の結果をもとにして、試作検定器とK式透視器の胴割れ数の分散比をF分布により検定した結果は Tab. 2 のようである。

F分布表によれば $F_{\alpha}^*(0.05) = 3.18$ で、Tab. 2 の分散比はこれより小さく有意差は認められず、両者の胴割れ数は同一母集団に属するといえる。

Tab. 2 F Test.

	Sum of squares	Degrees of freedom	Population variance	F
X	4,662.9	9	518.1	1.09
Y	5,104.4	9	567.2	

(ロ) 試作籾割れ検定器とK式穀粒透視器による測定割れ数の平均値の差の検定

(イ)において分散比に有意差は認められなかったので、次に割れ数の平均値の差について検定するため、次式により t_0 値を計算し、 t 分布により平均値の差の有意性を検定した。

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sigma} \sqrt{\frac{m n}{m+n}}$$

ただし
$$\sigma = \sqrt{\frac{S_x + S_y}{(m-1) + (n-1)}}$$

\bar{X} : K式穀粒透視器による玄米1,000粒中の割れ数の平均値

\bar{Y} : 試作籾割れ検定器による籾1,000粒中の割れ数の平均値

m : K式穀粒透視器での測定回数

n : 試作籾割れ検定器での測定回数

S_x : K式穀粒透視器による玄米割れ数の偏差平方和

S_y : 試作籾割れ検定器による籾割れ数の偏差平方和

t 検定の結果を示すと Tab. 3 のようである。

Tab. 3 t Test

	Mean value	Sum of squares	Number of test	σ	t_0
X	619.1	4,662.9	10	23.29	0.644
Y	612.4	5,104.4	10		

t 分布表によれば、自由度18の $t(0.05) = 2.101$ で $t_0 < t$ となるので有意差は認められず、 X と Y の割れ数の平均値には差はないといえる。つまり試作籾割れ検定器とK式穀粒透視器の性能には差はないといえる。なお、検定した10,000粒の中、両者が測定した割れ数の差は67粒で0.67%にしかすぎずその差は極く微小である。

(2) 光源の照度測定結果

光電池照度計を用いて、電源が交流(100V)の場合と直流(電池)の場合の光源の照度を測定したが、その結果は Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 のようである。

照度の測定は割れ検定に供試した電球のほか、参考のため同種類、同電圧(6.3V)の電球3個を任意に抽出して測定した。Fig. 3, 4, 5中に lamp No. 1, No. 2, No. 3 としてあるのがそれらである。

Fig. 3は電源が交流の場合であるが、照度は一定値を示さず時間的に変化している。

大体10,500~12,300 Lxの間を上下していて、この原因は電源の電圧の変化と思われるが、肉眼には全く感じず割れ検定に全く支障ない。また前述のように昼間室内で暗幕や暗室などを用いなくて籾の割れを検定するためには、この程度の照度は必要と思われる。

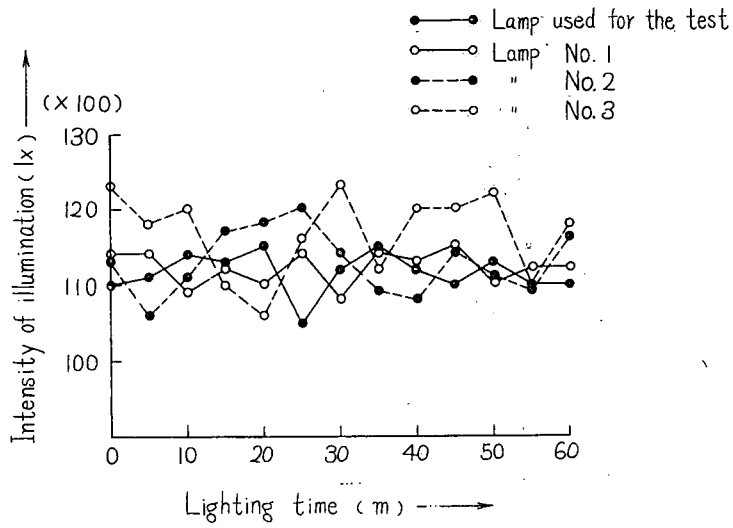


Fig. 3 Intensity of illumination when used A.C. for sources of electricity.

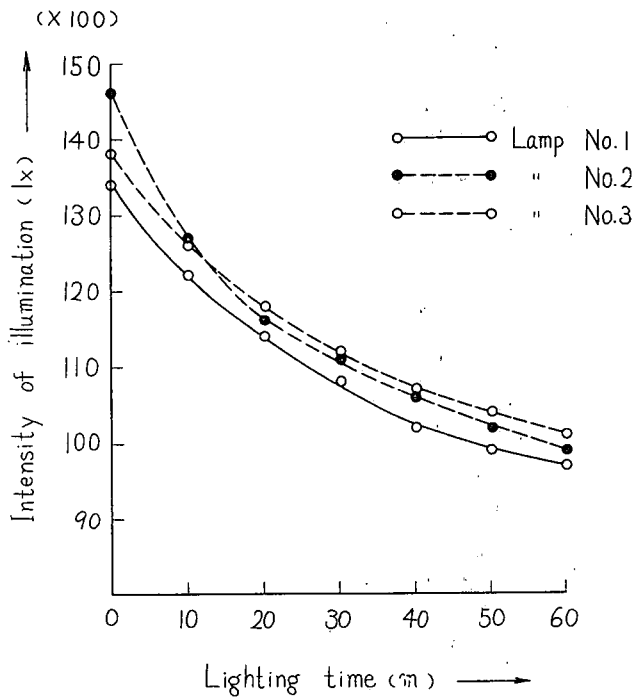


Fig. 4 Intensity of illumination when used D.C. for sources of electricity.

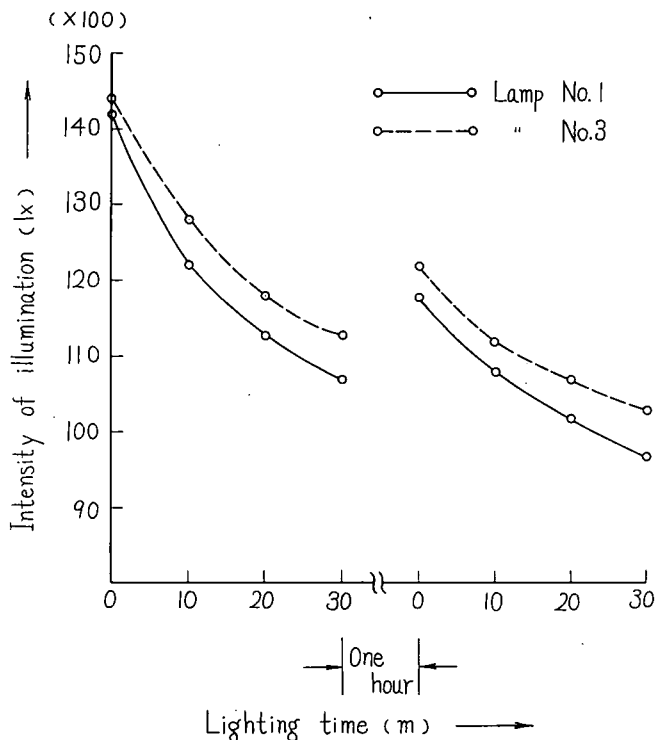


Fig. 5 Intensity of illumination when stopped (case of D.C.) for one hour in the midst of lighting.

Fig. 4 は交流の場合と同じ電球を用い、電源を直流（電池）とした場合の変化を測定したものである。点灯当初は交流の場合よりも明るい、点灯時間の経過とともに急速に低下し、40～50分くらいで交流の場合の照度の最低値（10,500 Lx）になる。

Fig. 5 は電池の電圧を回復させるため、途中点灯を休止して再び点灯し照度を測定した一例である。これによると点灯30分くらいで 10,500～11,500 Lx に低下するが、1 時間点灯を休止して測定すると 12,000 Lx まで照度は上昇し、再び 10,500～11,000 Lx まで低下するのに約20分程度を要する。これよりして電池を電源として使用する場合は、途中休止しながら検定するのが有利といえる。

Fig. 4, Fig. 5 において、同じ電球でも照度に相異があるのは使用電池の性能の差に由来するものと思われる。

電源に電池を使用する場合は、交流電源がないところで検定する必要が生じた場合とか、停電時の検定のような特殊な場合のためであって、あまり長時間の検定にはむかない。

しかし後述の能率測定結果からわかるが、500粒くらいの胴割れ検定には十分利用できる。

(3) 点灯時間と試料乗せ板の温度上昇の関係

一般の胴割れ検定器は50～100粒程度の粉または玄米を試料乗せ板上において点灯し、1粒ずつ検定を行なうので試料乗せ板の温度上昇が著しいと検定中に胴割れを生ずるおそれがある。

当試作検定器は1粒ずつをピンセットではさんで試料乗せ板の小孔上を移動しながら検定する方式なので、後述の能率測定結果からもわかるように検定所要時間は短かく約5秒にすぎない。このため上述のような試料乗せ板の温度上昇は重視する必要はないと思われるが一応測定した。

測定方法は試料乗せ板の透視用の小孔上に棒状温度計を立てて、一定時間ごとに気温よりの上昇

温度を測定した。

その結果は Fig. 6 のようである。点灯後 5 分で 20°C 上昇するが、その後の温度はほとんど変化しない。電源が D. C. の方が A. C. よりも温度は上昇している。

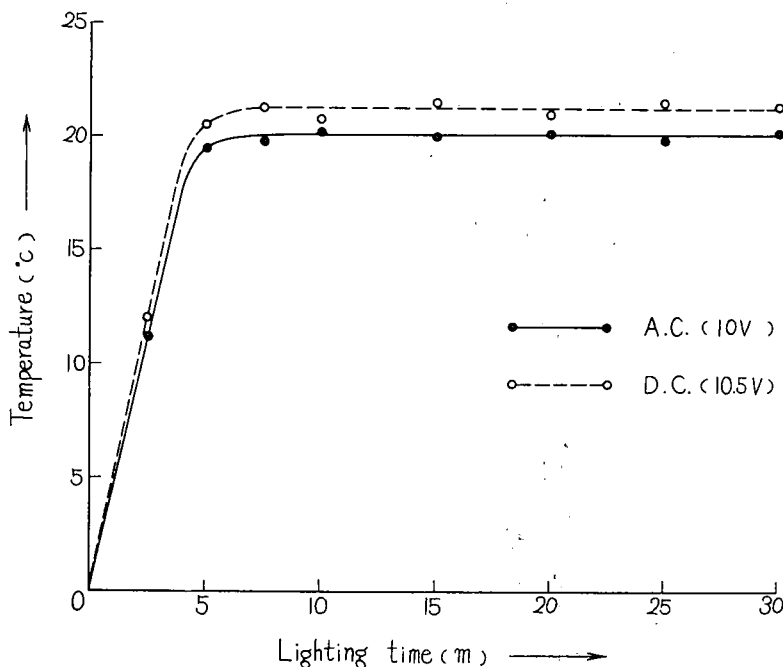


Fig. 6 Temperature of tester.

点灯時間に対する初期の温度の上昇速度は、昭和43年に試作した籾割れ検定器（20W棒状けい光灯 2 本使用）¹⁾ やK式穀粒透視器（60Wの白熱電球 1 個使用）²⁾ より早く、最高温度も 10°C 程度高くなっている。しかしながら前述のように当試作検定器では 1 粒の検定時間が極く短かいので、籾におよぼす温度の影響はないものと思われる。

(4) 試料乗せ板の透視用小孔の直径の決定

光源からの光が通過し籾の割れ状態を調査するための試料乗せ板の小孔の直径の大小は、割れ検定の精度に大いに影響をおよぼすものである。そこで小孔の直径が 1.0, 1.5, 2.0 mm の 3 種類の試料乗せ板を作り、それぞれ 500 粒の籾の割れ検定を行ない、同一籾を玄米にして測定したときの割れ数の差をしらべた。玄米による割れ数に対する籾による割れ数の比を的中率として百分率であらわした結果は Tab. 4 のようである。

Tab. 4 より試料乗せ板の孔が小さい方が的中率は良くなっているが、孔の径が 1 mm より小さいと光量が少なくなり割れの判定がしにくくなる。孔の径が 1.5 または 2.0 mm になると的中率も

Tab. 4 Relation between Diameter of Hole and Accuracy of Crack Test.

Diameter of hole (mm)	Number of cracked rice	Number of cracked unhusked rice by trial tester	Accuracy (%)
1.0	275	270	98.2
1.5	275	252	91.6
2.0	275	235	85.5

おちるが、籾と孔の間から光がもれ測定者の目にはいり疲労が増す。

以上の結果から当試作器の試料乗せ板の孔の直径は1mmとした。

(5) 籾割れ検定能率

前述のように当試作籾割れ検定器は、籾を1粒ずつピンセットではさんで籾割れをしらべるもので、一般の検定器のように一度に50~100粒を試料乗せ板上に置いて検定する形式のものより能率が低いように思われる。

そこで昭和43年に試作したけい光灯使用による籾割れ検定器(試料乗せ板上に100粒置ける)と能率を比較してみた。

上記の一度に100粒試料乗せ板に試料を置く形式のものは、試料を板上の孔に置くのに4分、籾割れ調査に6分計10分を要した。これに対し当試作器で100粒を検定するのに8分、検定後籾割れ数をかぞえるのに1分計9分であった。以上よりして当試作器のように1粒ずつ検定しても、一度に50~100粒を検定器に置いて測定しても能率には差がないことが判明した。玄米用の検定器とくらべると、籾殻むきの時間がはぶけるので更に有利になる。

V. 摘 要

携帯用籾割れ検定器の試作をしたが、その構造は Poto. 1, Fig. 1, Fig. 2 のようである。電源は原則として交流を用いるが、交流電源がない場合でも電池を内蔵しているので、直流を電源として使用できるようになっている。

試作器の性能を市販品のK式穀粒透視器(玄米用)と比較したが、その結果は次のようである。

(1) 試作籾割れ検定器で測定した籾割れ数とK式穀粒透視器で測定した籾割れ数の差には、有意差は認められなかった。

(2) 試作籾割れ検定器で測定した籾割れ数の誤差は0.67%(10,000粒中67粒)で、実用に供しうと思われる。

(3) 試作器の籾割れ検定能率は、普通の多数粒検定方式の検定器と大差なかった。

参 考 文 献

- 1) 小嶋和雄, 池見隆男, 土居栄城, 杉村輝男: 籾割れ検定器の試作研究, 高知大学学術研究報告, 第17巻, 農学, 第3号, 昭43
- 2) 永田雅輝, 古池寿夫, 岡田芳一: 試作した籾割れ検定器について, 農業機械学会第28回総会講演要旨, 昭44, p. 91
- 3) 垂井不二男: 水稻生籾の脱穀と乾燥に関する実験的研究, 福井農業試験場特別報告, 第2号, 昭41, p. 34

(昭和44年9月19日受理)

