

着色米に関する研究 21 茶米および暗色米の搗精について

梅原吉広・作井英人

Yoshihiro UMEHARA and Hidehito SAKUI : Studies on the discoloration of rice kernels caused by fungi.

21. On the pearlizing of discolored rice kernels (Rusty and Anshokumai)

Summary

In the present paper, we report the results of grain clearing test of discolored rice kernels.

1. Among the standard whiteness (35%) of polished rice, the normal grain took thirty seconds to be polished. On the contrary, the light rusty grain took twice (60 sec.) longer than the normal one. Though the dark rusty grain was polished for sixty seconds, the whiteness was shown under 30%.

2. When the normal grain was polished to standard whiteness, the polishing percentage was about 91%. But the polishing percentage of the rust grains were shown 2-4% fewer than the normal grain.

3. On the remaining of brown speckles on polished rice, as the polishing time was longer, the remaining percentage of brown speckles was fewer, the speckles were less, and the color was more pale.

4. As for the remaining percentage of brown speckles on polished rice, there was not a clear difference between *Curvularia clavata* and *C. intermedia*, but there were tendencies that the dark rusty grain was more than the light rusty one and the brown spotted grain was more than the brown non spotted one.

5. It was recognized that the occurrence of broken kernel rice by polishing was few in the normal grain, but that was rapidly increasing over 30 seconds in the light and dark rusty one.

6. As for the re-separate percentage of pathogenic fungi, the polished rice cleared brown speckles was shown low values under 5% and the polished rice remained brown speckles was shown about 40%.

玄米の搗精については、作物学の立場から正常米を対象に、搗精に関する諸条件^{3,5,7,12)}、や精米の白度^{2,6,8,11)}などについて検討されているが、変色米を対象とした検討はないようである。

変色米における精米の白度、褐変部の残存など、白米品質との問題は商品性の面からみて、極めて重要な点である。また、検査上においても、これらの点が格付け上の要点とされている。すなわち、食糧庁の定義によれば「着色粒は粒面の全部又は1部が着色した粒及び赤米をいう。ただし、搗精によって除かれ又は精米の品質及び精

米歩合を著しく影響を及ぼさない程度のものを除く」¹⁰⁾となっている。このことから、搗精により正常な白米になるものは玄米の段階で「茶米」に位置付けられるため、一般に変色米と呼ばれるものには「着色粒」と検査上正常米に扱われる「茶米」とが含まれる。

本報告は、筆者らが既に試験材料としてきた *Curvularia* 属菌等の寄生による変色米と「茶米」・「着色粒」の関係を搗精の面から検討することを目的として、病原菌の接種条件下で得られた粒の着色程度の違い、および玄米表面の微斑点発生の有無など、形態的にことなった変色米を対象に、搗精の効率や白米の状態などについて、正常米と比較し、若干の知見が得られたのでその概要を

報告する。

本試験実施にあたり、農水省東北農試栽培第一部長山口富夫博士より有益な助言を賜り、また、搗精および白度調査には富山県農業水産部河田久吉主任専技（現在、入善農改地域課長）および当場山元尹主任研究員、同西野清範技士から有益な助言やご援助をいただいた。ここに記して、厚くお礼を申し上げます。

I 材料および方法

供試材料は、*Curvularia intermedia* および *C. clavata* の培養胞子と越路早生（早生種）およびコシヒカリ（中生種）の開花期に、乾燥胞子による頸内接種および噴霧接種により得られた淡茶米と濃茶米について、それぞれ玄米表面の微斑点の発生の有無に、それぞれ区別した被害粒を用いた。

搗精は試験用小型搗精機（Kett パーレスト、ケット科学研究所）により、玄米10 g 単位に所定時間処理した。本機による標準搗精時間は正常な玄米の場合約30秒とされている。

白度の調査は光電管式白度計（ケット科学研究所、C-3型、反射率%）によった。

精米からの病原菌の分離・判別はアルコール・アンチホルミンの定法殺菌後、殺菌水で3～4回洗浄、素寒天培地に置床、28°C、暗黒下、4～6日間静置後、顕微鏡（100倍視野）を用い、胞子形成を指標に行った。

精米における褐変斑残存調査は白カルトン上に一重に並べ、肉眼で褐変部（正常白米に比較して黄褐色～褐色、変色部の大きさは長径約1 mm以上、短径約0.1 mm以上）として判別されるものすべてを計測した。ただし、正常米の場合はぬか屑が縋みぞに残り、淡黄色を呈するものも、参考のため計数値に含めた。

搗精歩合は精米重(g)/玄米重(g)×100で求めた。

碎米は精米の約1/4以上のところで割れたものとした。

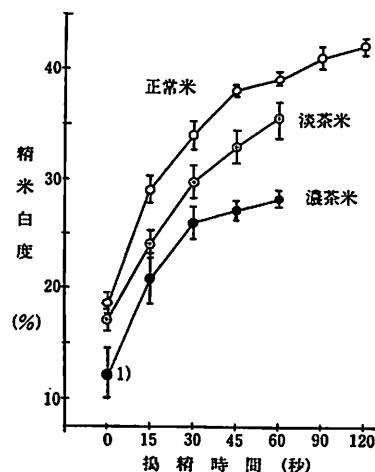
反覆回数は、搗精関係が3～7回、菌の分離が1回とした。1回の搗精量は10 gとしたが、菌別ごとの調査では個体数が少なかったため、1回の供試数を50粒とし、10 gまでの不足量をもち米の正常粒で增量・搗精し、その後に対象粒を選び、試料とした。

II 試験結果

1 搗精時間と白度の関係

搗精前の試料の白度は、正常米が約18.5%，淡茶米が17.0%，濃茶米が12.0%であった。これらを供試し、搗精時間と精米の白度との関係を調べた結果は第1図の通りであった。

正常米では搗精時間15～30秒の間で、ぬか屑が急激に



第1図 搗精時間と精米白度の関係

1) 平均値±標準偏差

除去され、30秒で標準白度35%前後まで高まった。さらに、45秒までは時間の経過とともに、ほぼ直線的に白度が上昇した。それ以降は緩やかな上昇傾向を示し、90秒で白度41%まで上昇した。

淡茶米の推移は正常米にほぼ近似した傾向を示したが、30秒では白度30%，45秒では同33%，60秒では標準白度の35%程度まで高まった。

濃茶米は30秒まで正常米や淡茶米と同様に、ほぼ直線的に白度の高まりが認められたが、30秒以降は上昇が緩慢で、60秒搗精においても、白度30%以下であった。

また、試料による白度の変動幅は、正常米は各搗精時間のいずれも1%前後で小さかった。これに対し、淡茶米は60秒で約4%，その他の時間で1%以上となり、正常米より大きい傾向であった。濃茶米は30秒まで約2%，45秒以降は1%以下であった。

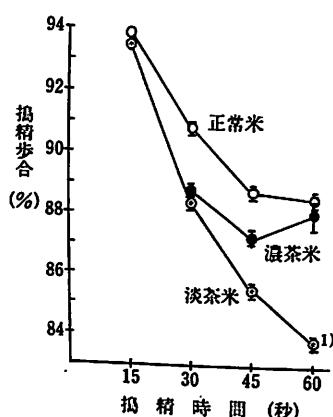
2 搗精歩合

第1図に示した試料を用い、搗精歩合を調べた。その結果を第2図に示した。

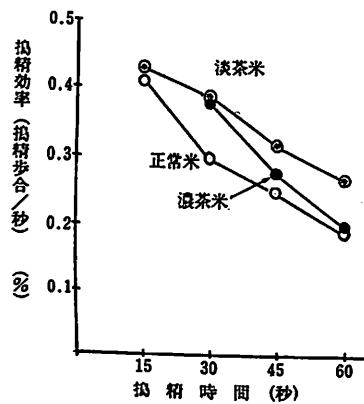
正常米の搗精歩合は、搗精時間が15秒で94%，30秒で91%，45秒で89%，60秒で88%と推移した。

これに対し、淡茶米は15秒まで正常米とほぼ同等であったが、15秒から45秒にかけて、ほぼ直線的に低下したため、正常米より、30秒で約2%，45秒で約3%，60秒で約4%低い値を示した。濃茶米は30秒まで淡茶米と同傾向で推移したが、45秒および60秒では正常米と淡茶米の中間の値を示した。しかし、60秒の反覆回数が少なかったことから変動幅が大きかった。

第2図から、単位時間当たりの搗精歩合を算出し、示したのが第3図である。



第2図 摘精時間と摘精歩合の関係
1) 平均値土標準偏差



第3図 摘精時間と摘精効率の関係

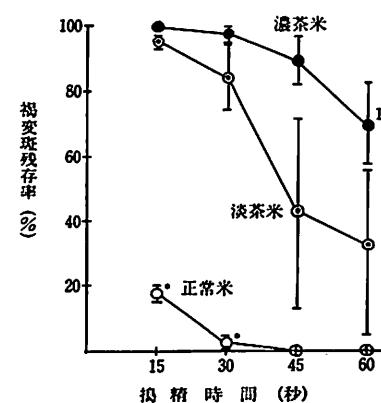
正常米は15秒まで毎秒当たり約0.4%の摘精歩合を示し、30秒で約0.3%，45秒で約0.25%，60秒で約0.2%と、摘精時間が長くなるにつれて、毎秒当たりの摘精歩合はほぼ直線的に低下した。これに対し、淡茶米は15秒では正常米の値に近似していたが、30秒で0.4%，45秒で0.35%，60秒で0.3%と推移し、正常米より約15秒遅れの低下を示した。濃茶米は30秒で淡茶米に近似した値を示したが、45秒で正常米と淡茶米の中間値、60秒で正常米に近い値となった。

3 摘精時間と褐変斑の残存

精米における褐変斑の残存粒を調べた結果を第4図に示した。

正常米は15秒までは玄米の縫みぞの部分を中心に、ぬか層が残り、30秒までわずかに認めたが、45秒以上で完全な白米となつた。

これに対し、淡茶米は15秒で95%以上の粒で褐変斑が残存し、30秒で約80%，45秒で約50%まで減少した。60



第4図 摘精時間と精米における褐変斑の残存の関係
*ぬか層の残存粒
1) 平均値土標準偏差

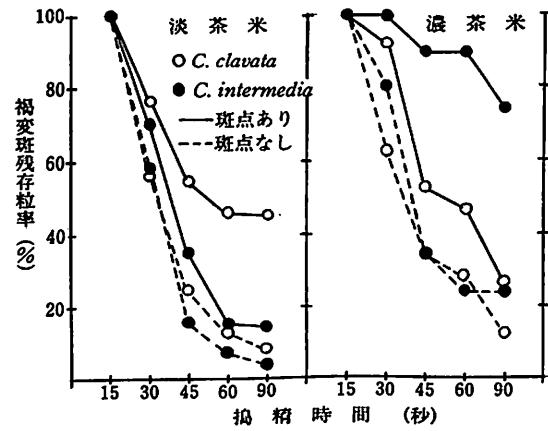
秒では約30%の残存粒率を示したが褐変の程度はいずれも極く淡くなつた。濃茶米は30秒まで褐変斑が全粒で残り、45秒で90%，60秒においても70%の残存粒率を示した。

試料間の変動幅は、正常米はぬか層のみであったため、各時間とも小さかった。しかし、淡茶米および濃茶米は残存率の高い15秒では小さいが、摘精時間が長くなるにつれて、試料間、個体間の差が大きくなつた。

4 接種菌の種類および玄米の症状と褐変斑残存の関係

C. intermedia および *C. clavata* の被害粒について、症状別に摘精し、褐変斑の残存推移を調べた。その結果を第5図に示した。

各被害粒は、15秒までは褐変斑が100%残存し、30秒では両菌の淡茶米が50~80%の残存、濃茶米が60~100



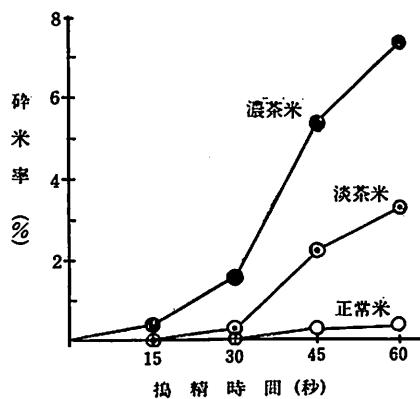
第5図 各種症状米の摘精時間と褐変斑残存粒率との関係

%の残存となった。これらのうち、斑点ありの被害粒はいずれも90%以上の高い値であった。45秒では両菌の淡茶米および両菌の濃茶米のうち斑点なし、および *C. intermedia* の濃茶米・斑点ありなどは40%以下に減少した。*C. clavata* の淡茶米および濃茶米の斑点ありは50%以上の残存を示した。また、*C. intermedia* の濃茶米・斑点ありは90%の高い残存となった。60秒以上では、残存粒率が漸減傾向を示した。すなわち、*C. clavata* の淡茶米・斑点ありが60秒および90秒において約45%，*C. intermedia* の濃茶米・斑点ありは60秒で90%，90秒で70%以上の残存を示したが、これらの他の被害粒では60秒搗精で20%以下に、特に、淡茶米・斑点なしは菌の種類に関係なく、10%以下まで低下した。

5 碎米発生

コシヒカリの試料について、搗精時間と碎米の発生の関係を調べた結果を第6図に示した。

正常米は30秒までまったく認められなく、45秒以上で極くわずかに認められ、60秒で約0.2%の低い値であった。これに対し、淡茶米は30秒まで正常米に近い値であったが、45秒で約2%，60秒で約3%と増加した。濃茶米は15秒においても約0.2%の碎米を認め、30秒で1.5%，45秒で5.5%，60秒で7.5%と淡茶米の約2倍の碎米が発生した。

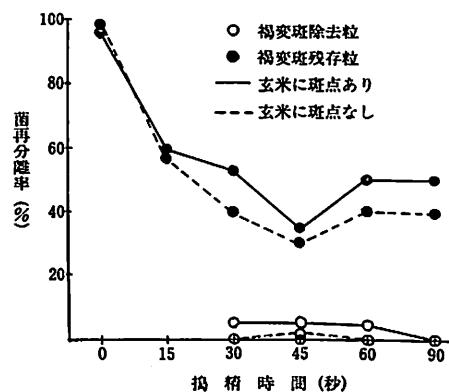


第6図 搗精時間と碎米の関係

6 精米における病原菌の残存

第5図に用いた試料より、各区20~40粒を選び病原菌の再分離を行った。その結果は第7図の通りである。

再分離率は、精米における褐変斑の残存と密接な関係が認められたが、玄米の斑点の有無との関係は斑点ありの粒で若干高い値を示したが大差なかった。すなわち、褐変斑が搗精により除去された粒（白米）では再分離がほとんど出来なかった。これに対し、褐変斑の残っている粒では、15秒搗精の試料で約60%，30秒搗精以上の試



第7図 搗精時間と玄米および精米の症状別
菌再分離の関係

料で40~50%の再分離が可能であった。しかし、残りの約50%の粒からは褐変斑が残存しているにもかかわらず分離出来なかった。

III 考察

玄米の搗精については、正常米を対象として、搗精時間と判定法^{6,11,12}、品種と精米白度³⁾、玄米の等級と搗精の関係⁵⁾、精米白度の測定法^{1,2)}など詳細な検討結果がある。しかし、変色米など、異常米を対象とした検討は早寄米⁴⁾の調査の中で調べられているにすぎないようと思われる。特に、変色米と搗精の関係は精米における褐変部の残存、精米白度、碎米発生あるいは搗精時間や搗精歩合など、米の商品上、重要な点であるにもかかわらず明らかにされていなかった。

既に述べたように、食糧庁の検査基準は病害虫や気象などの災害による被害米を「被害粒」とし、さらに、精米の褐変斑の残存の有無から「着色粒」と「茶米」に区分している¹⁰⁾。

筆者らの研究対象としてきた *Curvularia* 属菌および *Alternaria* 属菌などの被害粒について、未検討であるため、本報告ではコシヒカリなど、うるち玄米の被害粒を供試し、着色程度など玄米の表面形態別に区分し、試験用の小型搗精機を用い、精米の品質などについて、正常米と対比しながら検討した。

その結果、正常米では45秒搗精まで、精米白度が直線的に上昇し、さらに、その後90秒まで緩やかな上昇傾向を示した。このような傾向は田守ら¹²⁾の結果とほぼ近似していた。また、標準白度（コシヒカリの白度推移、搗精歩合約90%などにより、搗精終点⁶⁾、適搗精度¹²⁾とも呼ばれている）35%に達するには搗精時間が30秒必要であった。これに対し、淡茶米の白度の上昇は正常米にか

なり近似していたが、その上昇程度が小さかったため、30秒搗精では、白度が30%と、標準白度に達しなく、「着色粒」の域に含まれた。しかし、60秒搗精ではほぼ標準白度に達した。このことから、淡茶米の搗精は正常米の約2倍の時間が必要であることがわかった。濃茶米は淡茶米と同様な傾向を示しながらも、白度の上昇程度はさらに小さかったため、60秒搗精においても白度30%以下となり「着色粒」の範囲に入った。

供試した試料における白度の変動は、正常米と濃茶米は1~2%の範囲内に入り、比較的小さく、均質であったのに対し、淡茶米の60秒搗精で約4%と大きかった。この原因は明らかでないが、淡茶米は玄米白度17.0%前後の褐変被害粒であるが、後述の精米中の褐変斑の残存推移などでみられるように、菌の侵害程度の幅が比較的大きいため、搗精によって、その差が顕在化してきたのではないかと推測される。

搗精歩合は、搗精時間や精米白度と密接な関係にあることが既に明らかにされている^{1,2,6,7,8,11,12)}、正常米の標準白度では約90%と推定されている^{5,8,12)}が、本調査においても30秒搗精で91%を認め、ほぼ同結果であった。淡茶米は正常米に比較して、30秒で約2%，60秒で約4%それぞれ低かった。濃茶米は淡茶米の傾向に近似した推移を示したことから、これら両茶米は正常米より搗精が容易であることがわかった。

このことから、褐変したぬか層などの組織は正常米の同組織より精米機で削りやすいと推察される。また、標準白度を基準にした場合の搗精歩合は淡茶米の搗精時間が正常米の約2倍必要であることなどより、淡茶米は正常米より約10%低く、淡茶米の搗き減りが大きいことがわかった。

搗精による褐変斑の推移は、搗精時間に比例して、残存粒率が低下し、斑紋の大きさが小さく、色が淡くなった。すなわち、淡茶米の場合、30秒搗精の残存粒率が約80%，60秒搗精が約30%，濃茶米の場合、30秒搗精が100%の残存、60秒搗精で約70%と低下したが、これらの範囲内では完全に除去された区がなかった。しかし、60秒搗精では褐変斑の残存粒率の低下のはか、斑紋の大きさが縦みぞを中心細く、小さくなり、色も淡くなつた。この結果、淡茶米は残存粒率30%を示しながらも、標準白度が得られた。搗精が十分にすんでいる場合、若干の残存粒は精米白度に影響しないものと推察される。

また、*C. clavata*と*C. intermedia*の接種により得られた淡茶米と濃茶米について、それぞれ斑点の有無などに区別し、残存推移を調べると、*C. intermedia*の濃茶米・斑点ありの試料の45~90秒搗精の残存率がかなり高い数値を示した。この結果は*C. intermedia*の病原

力によるものか、試料作成過程の諸条件の影響によるものか明らかでなく、今後、品種や搗精機をかえるなどにより再検討する必要がある。しかし、褐変斑の除去に対する両菌種間の差はその他の試料の推移からみて小さいものと推測される。むしろ、斑点の有無や着色程度（濃淡）などの要因の方の影響が大きいことが認められた。

碎米の発生は正常米では極めて少ないが、淡茶米および濃茶米では搗精時間が30秒以上で多くなることがわかった。特に、濃茶米においてはその傾向が顕著であった。このような傾向は一般的の大粒搗精においても発生していることが推察され、搗精歩合よりもマイナスであるが、褐変斑除去の一作用として意義がある。

次に、精米からの病原菌の再分離についてみると、被害玄米からの分離率は90%以上の高い値を示すのに対し、白米では5%未満の低い値となり、精米により褐変斑が除かれることにより、病原菌もほとんど除去されるものと推察される。これに対して、褐変斑が残存している精米は30秒から90秒の搗精の範囲で約40%の再分離が認められ、残り約60%の粒からは分離されなかつた。

また、被害粒の病徵の一つである斑点の有無と再分離との間には、斑点あり粒が同なし粒より若干高い傾向を示したが大差がなかった。褐変斑が認められるにもかかわらず、再分離されない粒は、菌の産生色素の浸透部位にあたるのか、「病原菌の侵入とともに、玄米の生理反応に由來した褐変部なのか不明であり、今後、解明すべき重要な課題である。

以上が病原菌の寄生を受けた着色米の搗精についての検討結果であるが、近藤ら⁴⁾は旱害による被害粒について調べ、玄米の縦みぞが深く、糠層が厚く、搗精時間を要し、搗き減りが大きく、碎米が多いなどの特徴について報告している。このうち、搗精については一致する点が多い。これらのことから今後は、発生原因が、物理的、化学的、生物的にことなった変色米について検討を加え、玄米の症状と精米の関係を整理する必要がある。

IV 摘 要

1 本報告は着色米の搗精時間と精米白度、搗精歩合、褐変斑の残存、碎米および精米からの病原菌の再分離などとの関係について、正常米と対比しながら検討した。

2 搗精時間と精米白度の関係は、正常米は30秒搗精で標準白度（白度35%）に達したが、淡茶米は標準白度を得るのに60秒搗精が必要であり、濃茶米は60秒搗精においても白度30%以下で、標準白度が得られなかつた。

3 搗精歩合は、正常米は30秒搗精（標準白度、35%）で91%であったが、淡茶米は正常米に比較して、同時間で約2%，さらに60秒搗精で約4%低かった。濃茶米は

淡茶米の値いにはほぼ近似した。

4 精米における褐変斑の残存粒率の推移は、淡茶米は30秒搗精で約80%，60秒で約30%，また、濃淡米は30秒で100%，60秒で約70%と搗精時間が長くなるにつれて低下した。また、これらと平行して、褐変の斑紋が小さく、色が淡く推移することが観察された。

5 褐変斑の残存と接種菌との関係は一定傾向が認められなかった。着色米の外部形態との関係は濃茶が淡茶より、斑点ありが斑点なしよりそれぞれ高くなる傾向が認められた。

6 搗精による碎米の発生は、正常米では極めて少ないが、淡茶米および濃茶米では搗精時間30秒以上で急増する傾向が認められた。

7 精米からの病原菌の再分離は、褐変斑が除かれた白米は分離率が5%未満の低い値であったが、褐変斑が残存している精米は約40%の分離率で、残りの粒からは分離されなかった。

引用文献

- 1) 江幡守衛 (1972) 測光法による米の粒質診断に関する研究 第1報 粒質とその光線透過性および反射性ならびに米質検定器について. 日作紀41: 348~352.
- 2) 江幡守衛 (1978) 測光法による米の粒質診断に関する研

- 究 第4報 とう精度ならびに白米粒質の検定. 日作紀47(3): 400~407. 3) 石原正敏・小野信一 (1973) 水・陸稻穀品種の栽培環境と玄米品質ならびにとう精特性との関係について. 日作紀42. 別号1: 193~194 (講要), 4) 近藤万太郎・寺坂侑視・海野元太郎 (1940) 旱害米に就きての研究. 日作紀12(3): 243~249. 5) 桑田武夫・中 正三 (1941) 玄米の搗減等に就て. 日作紀13(3-4): 303~312. 6) 松本 頤・熊野誠一 (1972) 玄米形質と品質関連要素の関係 第2報 搗精終点の決定について. 日作紀42. 別号1: 73~74 (講要), 7) 長戸一雄 (1973) 米の品質について. 日作紀42(2): 238~257. 8) 長戸一雄・鈴木清太・佐渡敏弘 (1974) 米の白度に関する研究. 日作紀43(4): 550~556. 9) 佐々木喬・馬越頼一 (1933) 玄米の縦溝の深度に就いて. 日作紀5: 224~242. 10) 食糧庁検査課監修 (1979) 農産物検査関係法規50~71. 11) 田守健夫・足立尹男 (1972) 米の搗精に関する試験 第1報 搗精の進みにともなう米粒表面の削られ方について. 日作紀42. 別号1: 67~68 (講要) 12) 田守健夫・足立尹男 (1972) 米の搗精に関する試験 第2報 適搗精度の判定法について. 日作紀42. 別号1: 69~70 (講要).

(1984年8月25日受領)