

生脱穀・火力乾燥米の性状

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者名	新堀,二千男 福田,稔夫 安氏,優 鈴木,幸三郎 篠塚,清次郎
発行元	農業技術協會
巻/号	28巻6号
掲載ページ	p. 270-273
発行年月	1973年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



生脱穀・火力乾燥米の性状

——とくに乾燥温度と時間と米の品質——

新堀二千男 福田稔夫 安氏 優 鈴木幸三郎 篠塚清次郎

はじめに

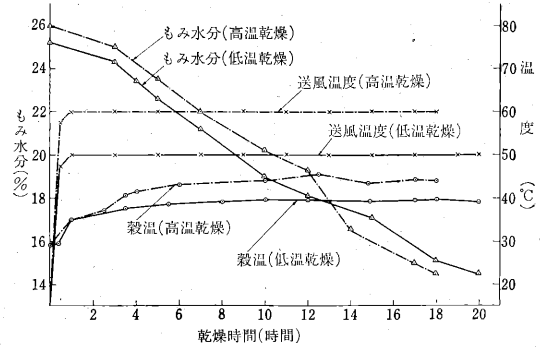
米粒の乾燥を品質の面から考えてみると、低温かつ迅速なことが理想的である。自然乾燥では低温乾燥という条件はみだが、乾燥に長時間を要する。乾燥日数が長びいて高水分のまま放置すると、微生物の作用や米粒の酵素による分解作用で品質変化を起し、その後の貯蔵性にも悪影響を及ぼすことがある。しかし、特別な事情のないかぎり、実際の自然乾燥では乾燥が長びくことは少なく、常に米粒と空気の接触が多くなるように工夫されているので、品質の変化は少ない。

ところが、この自然乾燥法は多くの労力を要する欠点がある。農業労働力の他産業への激しい流出のために労働力不足が深刻になり、同時に兼業農家が増加している現状では、これらの作業の省力化が強く望まれている。そこで、この根本的な対策として、米作りの機械化の方向がとられ、収穫、乾燥、貯蔵法などに変化が生じている。

その変化は、産米の品質を確保する上では幾多の問題を包含している場合がある。しかし、本県に於ても稲を乾燥することなく高水分のまま脱穀し、もみを火力乾燥する省力化技術が収穫作業体系に導入され、急速に普及している。この生脱穀することが米の品質に影響を与えることは少ないが、その後の火力乾燥技術が適切でない米の品質、とくに食味、化学的性状、香りおよび貯蔵性に悪影響を及ぼすことはすでに報告した¹⁾。そこで、産米の品質を確保する面から、生脱穀、火力乾燥技術を検討して、米の特質を保持し、消費の拡大を図り得るような適切な方法を確立するために実験を行なったので、その結果について報告する。

実験方法

1) 試料もみの乾燥・調製方法 千葉県農業試験場佐原試験地において標準栽培した水稻(品種佐系9号)を自脱型コンバインで収穫し、そのもみ2100 kgをテンパリング式火力乾燥機で乾燥した。その乾燥経過は第1図に示した通りである。送風温度60°C(以下高温乾燥という)で火力乾燥すると、数分後に所定の60°Cになったが、穀温が43°Cの定温に達するまでには点火後4時間を要した。もみの乾燥は、穀温が43°Cの定温に達するまでは乾減率が高いが、定温になってからは乾減速度もほぼ一定となった。所定のもみ水分14.5%にするに要



第1図 高温・低温乾燥したもみの乾燥経過

した時間は約18時間で、平均の毎時乾減率は0.66%である。なお1循環するに要した時間は約2時間である。

送風温度50°C(以下低温乾燥という)で火力乾燥すると、乾燥に要する時間は約20時間で、高温乾燥したものより約2時間、乾燥時間の延長が認められた。毎時乾減率は0.58%である。また、穀温は概ね38~39°Cに経過していた。

対照区は、前記試料を自脱型コンバインで収穫する際、同一は場で手刈り、架干しし、脱穀後自然乾燥した(以下自然乾燥という)。各々のもみはもみずり、調製して3等級相当の試料とした。

2) 品質指標の測定方法および食味の試験方法 項目別に述べると以下のようになる。

水分：試料約5gを精秤し、105°C5時間乾燥法により測定した。

脂肪酸度：AACC法のうちの迅速法²⁾により、玄米粉(30メッシュ通過)をベンゼンで抽出した後、等量の59%エタノールを加え、苛性カリ溶液で滴定した。

水抽出酸度：AOAC法³⁾により、玄米粉(30メッシュ通過)を40°Cの水で1時間抽出し、抽出液を苛性カリ溶液で滴定した。

還元糖および非還元糖：30メッシュ以下に粉碎した試料を80%エタノールで2時間加温抽出する。その後50%エタノールで5回遠沈洗浄を行ない、洗液を合せてロータリーエバポレーターで濃縮、除蛋白して、Somogyi法により還元糖を定量する。非還元糖は常法により全糖を定量し、全糖量から還元糖量を差引いて示した。

カタラーゼ：Euler-Josephsonの方法⁴⁾を多少改変し

て測定した。

胚の活性度：玄米の整粒 100 粒に 0.25% TZ 試薬⁵⁾を 20 ml 加え、25 °C の恒温室中に 24 時間放置して胚の呈色度を観察する。TZ 値は (呈色指数×呈色粒数/供試粒数)×100 として求めた。

アルカリ膨潤崩壊度：江幡⁶⁾の方法により胴割れ粒を除いた精白米 10 粒に 1.5% 苛性カリ溶液 25 ml を加え、25 °C の恒温室中に 24 時間放置して、粒の膨潤崩壊の程度を観察した。崩壊の程度は 10 段階の崩壊指数を用いて採点した。

炊飯特性：竹生ら⁷⁾の方法により白米 8g を金網の円筒に入れ、160 ml の水の中で東芝製電気釜を用いて煮沸し、その飯米の加熱吸水率、膨張容積、炊飯残存液の pH、炊飯液のヨード呈色度、炊飯残存液中の溶出固形物を測定した。

官能検査：飯米の食味試験は、食糧庁で実施している所定の米の食味試験実施要領⁹⁾によって行なった。パネルは 24 名の当時男女職員で構成し、評価項目は外観、香り、うま味、かたさ、粘りおよび総合評価の 6 項目である。その評価は基準品を 0 とし、基準品よりまさる場合は +、劣る場合は - とした。試料の平均値の差の有意性については、平均値の 95% 信頼区間が基準品の値が 0 を間にして +- の両側にあるかどうかにより判定する。信頼区間が上限、下限ともに 0 より大きいときは基準品よりも良い。信頼区間が + から - に 0 をまたいでいる場合は基準品と同程度で、有意の差はない。信頼区間が上限、下限ともに 0 より小さいときは基準品より劣る。なお、試料間の関係の項で、その優劣は平均値の差が信頼区間より大きい場合は有意差があり、まさる試料と劣る試料との間に > を書いた。信頼区間より小さい場合は有意差がなく、両試料との間に = を書いて示した。

第 1 表 玄米および精白米の性状に及ぼす乾燥温度の影響

項目	乾燥方法		
	自然乾燥 対照区	低温乾燥 送風温度 50 °C	高温乾燥 送風温度 60 °C
水分 (%)	14.3	14.2	14.2
脂肪酸度 (KOH mg/100g)	18.0	18.5	18.6
水抽出酸度 (KOH mg/100g)	128.0	115.2	69.4
還元糖 (mg/100g)	45.3	55.0	62.3
非還元糖 (mg/100g)	859.3	800.5	689.7
カタラーゼ (K ₂ S×100)	6.20	5.50	3.74
胚の活性度 (TZ 値)	98	97	93
アルカリ膨潤崩壊度 (指数)	5.8	5.7	5.5
加熱吸水率 (倍)	2.57	2.67	2.83
膨張容積 (ml)	26.3	27.7	30.9
炊飯残存液の pH	6.9	7.0	7.2
ヨード呈色度 (吸光係数)	0.165	0.148	0.113
溶出固形物 (mg)	447	438	281

実験結果および考察

1) 米の性状および飯米の食味に及ぼす乾燥温度の影響 脂肪酸度は貯蔵中の劣化を判定するのに重要な指標となるが、第 1 表に示したように、高温乾燥、低温乾燥および自然乾燥とも 18(mg/100gKOH) 程度で乾燥温度による差はない。水抽出酸度は高温乾燥すると貯蔵の場合とは逆に減少するが、低温乾燥と自然乾燥は差がなく、酸度は低下しない。この水抽出酸度の低下と炊飯残存液の pH がアルカリ性になることが、貯蔵した場合はことなり、加熱した場合の大きな特長である⁹⁾ としている。還元糖は自然乾燥にくらべて低温乾燥、高温乾燥ともに増加している。

逆に非還元糖は火力乾燥すると減少している。この還元糖の増加は、非還元糖が減少していることからわかるように、加熱中に Glycosides が分解され、そのために還元糖が増加するものと思われる。それは岩崎¹⁰⁾ が指摘しているように、β-アミラーゼは溶液中では高温になると簡単に活性を失ってしまうが、米粒中ではある種のメカニズムによって熱の破壊から保護され、活性を保持するものと思われる。カタラーゼ力価の変化は、長期貯蔵した場合と同様高温乾燥すると、力価は急速に低下するが、低温乾燥では力価の低下が少ない。胚の活性度は高温乾燥 93(TZ 値)、低温乾燥 97(TZ 値) に対し自然乾燥 98(TZ 値) と高温乾燥すると活性度が低下するが、低温乾燥と自然乾燥の差は認められない。アルカリ膨潤崩壊度は、指数が大きくなるに従って膨潤崩壊の程度が大きいことを示すものである。米粒のアルカリによる崩壊の難易は、米粒組織の密さ¹¹⁾ によるちがいと、米でん粉の性質の差異¹²⁾、登熟環境¹³⁾ などが考えられる。栽培、環境条件はほぼ同一でありながら、高温乾燥と自然乾燥ではアルカリ膨潤崩壊度に差があり、高温乾燥は膨潤崩壊しにくくなっている。これは米でん粉を湿熱処理すれば結晶図形が変る¹⁴⁾ が、湿熱処理というほど大げさなものではないにしても、火力乾燥したためにでん粉の性質になんらかの変化が起っていると考えられる。高温乾燥した米の炊飯特性は、長期貯蔵した米と同様の变化傾向を示す。加熱吸水率膨張容積は高温乾燥すると増加するが自然乾燥と低温乾燥との差はない。炊飯残存液の pH はややアルカリ性になるが、乾燥温度による差は認められない。ヨード呈色度および溶出固形物は自然乾燥にくらべて高温乾燥は減少するが低温乾燥は差がない。Hogan¹⁵⁾ も常温乾燥と高温乾燥をくらべ、高温乾燥によって溶出固形物が減少することを認めている。

飯米の食味試験結果は第2表に示したように、外観およびうま味については自然乾燥と低温乾燥はほぼ同じであるが、高温乾燥はそれよりやや劣っている。香り、粘り、かたさおよび総合評価については自然乾燥と低温乾燥との間にそれほど差がないが、高温乾燥すると有意差があり、劣化することがわかる。

米の火力乾燥による品質変化はもみ水分に影響を受け、常に水分の高いものほど著しい¹⁶⁾。乾燥開始時の生もみの水分が低温乾燥25%、高温乾燥26%と異なるが、もみの水分が24%以上であれば同じように品質変化が起る¹⁷⁾ことから考えると、もみ水分の相違による影響ではなく、乾燥温度による影響であると考えられる。以上のことから、品種を選定し¹⁸⁾、乾燥時間が約2時間延長される。

穀温を39℃以下で乾燥すれば、生脱穀、火力乾燥しても自然乾燥とほぼ同一の良い品質の米が得られることがわかる。

2) 乾燥時間が米の性状および飯米の食味に及ぼす影響 低温乾燥すれば米の性状および飯米の食味にあまり変化はないが、高温乾燥すると劣化する。それでは高温乾燥した場合に乾燥時間がどのように米の性状および飯米の食味に影響するかを検討した。送風温度60℃で火力乾燥する際に、2時間毎に一定量のもみを採取し、そ

れを自然乾燥して水分14.5%とし、もみずり、調製して試料を得た。対照区は生脱穀したもみをそのまま自然乾燥した。

第3表からわかるように、脂肪酸度は乾燥が終了するまであまり変化がないが、水抽出酸度は時間の経過とともに減少する。還元糖は4時間後に急に増加し、その後徐々に増加している。非還元糖は10時間後に急に減少する。胚の活性度、アルカリ膨潤崩壊度は時間の経過とともに減少するが、アルカリ膨潤崩壊度は10時間後に急に崩壊しにくくなっている。炊飯特性では加熱吸水率、膨脹容積が時間の経過とともに増加する。この加熱吸水率は飯米のかたさと関係する¹⁹⁾。すなわち、加熱吸水率が時間の経過とともに増加しているが、これは後述するように飯米がかたくなっていることでもわかる。ヨード呈色度、溶出固形物はそれとは逆に減少する。この溶出固形物は飯が炊きあがったときには飯米の表面に附着し、飯米の舌ざわりや粘りなどに関係し¹⁹⁾、溶出固形物が少ない場合は飯米の舌ざわりが悪く、粘りがなく、ばさばさした飯米になるが、それは食味試験結果からもわかる。炊飯残存液のpHはややアルカリ性になるが、大きな変化は認められない。

第4表は乾燥時間が飯米の食味に及ぼす影響をしらべたもので、4時間までは変化が認められないが、6時間

第2表 飯米の食味に及ぼす乾燥温度の影響

乾燥方法 項目	標準偏差	信頼区間	評 価 の 平 均 値			試 料 間 の 関 係
			自然乾燥 対照区	低温乾燥 送風温度30℃	高温乾燥 送風温度60℃	
外 観	0.863	±0.352	0	-0.208	-0.292	自然乾燥=低温乾燥=高温乾燥
香 り	0.890	±0.364	0	-0.208	-0.500	自然乾燥=低温乾燥>高温乾燥
うま味	1.241	±0.506	0	-0.333	-0.258	自然乾燥=低温乾燥=高温乾燥
粘 り	0.890	±0.364	0	-0.250	-0.458	自然乾燥=低温乾燥>高温乾燥
かたさ	1.025	±0.418	0	0.167	0.667	自然乾燥=低温乾燥>高温乾燥
総合評価	0.863	±0.352	0	-0.167	-0.583	自然乾燥=低温乾燥>高温乾燥

第3表 玄米および精白米の性状に及ぼす乾燥時間の影響

項 目	乾 燥 時 間							
	自然乾燥 対 照 区	送 風 温 度 60℃						
		2	4	6	8	10	12	18
脂肪酸度 (KOH mg/100g)	18.7	17.6	18.8	18.9	19.0	18.7	19.0	18.6
水抽出酸度 (KOH mg/100g)	115.8	103.3	89.7	88.2	76.4	78.3	67.3	64.9
還元糖 (mg/100g)	48.8	45.8	55.3	55.8	54.9	59.9	53.7	62.3
非還元糖 (mg/100g)	845	833	833	802	814	678	672	689
胚の活性度 (TZ値)	98	97	95	95	95	95	94	93
アルカリ膨潤崩壊度 (指数)	5.8	5.6	5.8	5.9	5.9	5.5	5.5	5.5
加熱吸水率 (倍)	2.57	2.68	2.68	2.69	2.73	2.72	2.76	2.83
膨脹容積 (ml)	26.4	26.6	27.8	28.0	28.3	29.9	28.6	30.9
炊飯残存液のpH	6.9	6.9	7.0	7.0	6.9	7.1	7.2	7.2
ヨード呈色度 (吸光係数)	0.169	0.145	0.132	0.128	0.120	0.110	0.108	0.113
溶出固形物 (mg)	458	393	355	340	318	320	297	281

を経過すると総合評価が劣化する。さらに、10時間を経過すると、香り、うま味および総合評価の劣化が認められ、乾燥終了の18時間後では香り、粘り、かた

第4表 飯米の食味に及ぼす乾燥時間の影響

乾燥時間 評価項目	自然乾燥 対照区	送風温度 60°C						
		2	4	6	8	10	12	18
外觀	0	-0.250	-0.167	0.042	-0.250	-0.250	-0.042	0.042
香り	0	-0.208	-0.125	-0.125	-0.042	-0.458*	-0.083	-0.458*
うま味	0	-0.250	-0.333	-0.167	-0.208	-0.458*	-0.167	-0.208
粘り	0	-0.417*	-0.292	-0.167	-0.125	-0.167	-0.375*	-0.458*
かたさ	0	0.167	-0.292	0.042	0.292	0.208	0.375*	0.625*
総合評価	0	-0.250	-0.208	-0.375*	-0.375	-0.667*	-0.383*	-0.375*

注) * 印は有意差 (95%信頼度) があることを示す。

さおよび総合評価の劣化が認められる。飯米の粘りがなく、かたさもかたくなっていることは、加熱吸水率の増加、溶出固形物の低下でもみられるように、米粒の表面¹⁵⁾あるいはでん粉の性質²⁰⁾になんらかの変化が起っているためだと思われる。

このように乾燥温度および乾燥時間が品質に及ぼす影響は大であるが、現状の火力乾燥はとかく能率が優先し、そのために米の品質については十分な配慮が払われていない場合がある。しかし、物価統制令の適用が廃止された現在、米を商品として考えるならば、品質を保持することを第一に考え、その上で経済性を考えるような方向に改良していくことが望ましいのではないかとと思われる。

要 約

乾燥温度および乾燥時間が米の品質に及ぼす影響を知るため、水分、脂肪酸度、水抽出酸度、還元糖、非還元糖、カタラーゼ活性、胚の活性度、アルカリ膨潤崩壊度、精白米の炊飯時における諸特性の測定および飯米の官能検査を行ない、比較検討した。

乾燥温度が米の品質に及ぼす影響は次のようである。

(1) 乾燥温度は乾燥時間より米の品質に大きな影響を及ぼす。

(2) 米の性状では、水抽出酸度、胚の活性度、カタラーゼ力価は減少し、還元糖が増加する。

(3) 炊飯時の特性では、加熱吸水率、膨張容積が増加し、ヨード呈色度、溶出固形物が減少する。

(4) 飯米の食味は香り、粘り、かたさおよび総合評価が劣化する。

また、低温乾燥すれば乾燥時間に関係なく、乾燥終了まで品質変化が少ない。そこで、高温乾燥した場合の乾燥時間が品質に及ぼす影響を検討した。その結果は次のようである。

(1) 水抽出酸度、胚の活性度、アルカリ膨潤崩壊度は時間の経過とともに減少し、還元糖は徐々に増加する。

(2) 炊飯時の特性では、加熱吸水率、膨張容積は時間

の経過とともに増加するが、ヨード呈色度、溶出固形物はそれとは逆に減少する。

(3) 飯米の食味は、6時間を経過すると総合評価の劣化があらわれ、徐々に香り、粘り、かたさおよび総合評価が劣化してくる。

終りに本実験を行なうにあたり、種々御指導していただきました稲子幸元場長、ならびに協力していただきました飯嶋桂技師に厚く感謝の意を表する。

(千葉県農業試験場)

文 献

- 1) 福田稔夫, 新堀二千男: 千葉農試報 No 12 51 (1971)
- 2) AACC: Cereal Lab. Methods, 6th. ed., 20 (1957)
- 3) AOAC: Methods of Analysis, 8th. ed., 377 (1955)
- 4) 赤堀四郎編: 酵素研究法 第2巻 324 (1956)
- 5) 竹生新治郎, 柳瀬肇, 遠藤勲, 菊地三千雄, 谷達雄: 日作紀 34 (4) 472 (1966)
- 6) 江幡守衛: 日作紀 37 (4) 499 (1968)
- 7) 竹生新治郎, 岩崎哲也, 谷達雄: 栄養と食糧 13 (3) 137 (1960)
- 8) 農林省食糧研究所: 食糧—その科学と技術—No 4 32 (1961)
- 9) Tetsuya Iwasaki and Tatsuo Tani: Cereal Chem., 44 (2) 204 (1967)
- 10) 農林省食糧研究所: 食糧—その科学と技術—No 6 43 (1963)
- 11) 笠原安夫: 日作紀 13 89 (1941)
- 12) 鈴木裕, 竹生新治郎, 谷達雄: 農化 33 (4) 275 (1959)
- 13) 江幡守衛: 日作紀 37 504 (1968)
- 14) Toshio Fuki and Ziro Nikuni: Agr., Biol., Chem., 33 (3) 460 (1969)
- 15) Hogan T. T. and R. W. Planck: Cereal Chem., 35 469 (1958)
- 16) 岩崎哲也, 竹生新治郎, 谷達雄: 昭和43年度農化大会講演要旨集 65 (1968)
- 17) 斎藤昭三, 有坂将美, 石井修一: 昭和44年度農化大会講演要旨集 232 (1969)
- 18) 福田稔夫, 新堀二千男: 千葉農試報告 No 12 51 (1972)
- 19) 長戸一雄: 食の科学 No 1 52 (1971)
- 20) Little R. R. and G. B. Hilder: Cereal Chem., 37 456 (1960)