生 粳 の 貯 留 性 に 関 す る 研 究

第 1 報 栽培収穫条件が生粳の貯留性に及ぼす影響^{注1)}

北 村 英 一*・加 藤 雄 久**・宮 崎 脩 一***

(*元北陸農業試験場・**広島県農業試験場・***中国四国農政局)

昭和 51 年 10 月 4 日受理

機械収穫生粳はそのまま放置すると変質を来すので⁹⁾, 実作業では当日中に乾燥工程に移している. この場合は機械収穫量に見合う乾燥能力を保有するか, 若しくは能力不足の補助に通気装置を備えることになり^{2,12)}, 何れの方法も多額の投資を余儀なくされているのが現状である. また生粳の搬入比率が高い施設では処理能力が低下しており, その原因は乾燥に長時間を要すること, 雨天日の収穫不能による搬入量の減少と晴天日における多量粳の変質の危険に伴う受付制限, 及び操業期間が短いことにある^{15)注2)}. 生粳の乾燥が不十分な状態でも安全に一時貯留ができれば, 乾燥施設における 1 日の受付量を増大させ, 操業期間を延長することが可能となる. これには生粳の貯留下における変質に関する十分な知見が必要である. 筆者らは機械収穫生粳の貯留性の検討から着手して, 変質原因の追求, 粳水分の変異と変質の関係, 発熱, 温度と変質の関係から安全な貯留方法を検討した. 本報では栽培収穫条件が異なった生粳の貯留性について含水率別に調査した.

実験材料及び方法

1. 供試材料の条件

(1) 品種間差は 7 品種. (2) 粳の生産年次は 1964, 1965, 1966 年. (3) 成熟程度の差 (成熟期の刈取を適期刈とし, これより 5 日前を早刈, 10 日後を晩刈とした). (4) 成熟時期の差 (3 品種の 5 月 19 日の標準植と 6 月 8 日の晩植). (5) 倒伏の有無による差. (6) 気象や土性の異なる 8 カ所の栽培稲. (7) 収穫機械の差 (8 機種).

2. 材料の取扱い及び含水率の測定方法

(1)~(5) の材料は新潟県上越市の北陸農試ほ場で栽培した稲を手刈りの当日に自動脱穀機で脱穀し, 直ちに熱風乾燥機で 3~6 とおりの含水率に規制後, 常

温下 (10~25°C) の暗所に貯留した. (6), (7) の材料は北陸地方と長野県における各地の粳を収穫当日に 5~10°C に保持して北陸農試に移し, 前記と同様に処理した.

貯留容器は 1.2 l 容プラスチック製品で本体とふたの間にわずかな間隙があり, これに約 1 l の粳を入れた. なおこのような少量貯留における変質米発生傾向は, 大量貯留の場合と類似しており⁹⁾, 相対的な論議を行うには支障がない.

試料の採取は原則として貯留の 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30 日目に行い, 変質が激しい場合は短日数で実験を中断した. 採取量は 1 回当たり 100 ml 弱をとって含水率を測定し, 残りの試料を約 14% まて乾燥後に錫箔で内張した木箱に収納して 1~2 カ月の間に脱粒し, 玄米の変質状況を調査した.

粳の含水率は Kett 水分計 PB-II で測定し, 105°C 恒量乾燥法での値に補正し, 貯留可能日数内の測定値の平均で表示した.

3. 変質米の分類基準

変質米の判定は 1 試料につき約 600 粒の精玄米について肉眼観察を行い, 斑紋米, 不透明米, 腐敗米に分類し (第 10 図参照), 粒数百分率で示した.

斑紋米: 玄米の表面に 1 個ないし若干個の小円形や不整形の斑紋があり, 変質の初期は輪郭が淡褐色, 後期は輪郭が褐色, 内側は褐色ないし淡灰色を呈し, 斑紋部の侵食がぬか層に留まるとみられるもの.

不透明米: 玄米表面の一部あるいは全面が不透明となり, 光沢がなく淡灰色ないし白色を呈するもので, 腹白米や心白米とは区別される.

腐敗米: 斑紋米の斑紋部の侵食がでん粉組織に及んで胚乳部の一部あるいは過半が変色し, 外観が黒色, 紫色, 褐色あるいはこれらの混合色を呈するもの, 及び不透明米の変質が進行して胚乳部が黄白色を呈するもの.

4. 貯留可能日数の判定

収穫後直ちに乾燥機で乾燥した標準米と貯留試料の乾燥玄米を比較し, 前記変質米の合計が約 5% 以下

注 1) 大要は第 143 回講演会 (昭和 42 年 4 月) において発表.

注 2) 北陸農試作物第 3 研究室, 1968, ライセンスターにおける生粳乾燥作業の実態調査.

で、次回採取試料の変質が明らかに増加するまでの貯留日数を貯留可能日数とした。本実験の30日間貯留材料を食糧研究所（現食品総合研究所）が分析した結果によると、玄米の脂肪酸度が20mg以下を貯留可能とした場合¹⁾と本方法はほぼ合致していた¹³⁾。本報では多数広範囲の材料を調査するため、能率的な肉眼観察法をとった。

5. 実験年次の気象概要

1964年：9月初旬から断続的降雨があり、9月13日から29日までは雨天が続く異常な悪天候であった。

1965, 1966年：早・中・晩生種の登熟・成熟期は晴天が多く、良好な気象条件であった。

実験結果及び考察

諸報告^{1,4,5,10,14)}の結果から、玄米の変質程度は貯留物の含水率に強い影響を受けるので、籾の貯留性は含水率との関連において検討するのが望ましい。第1図などに示すように、貯留物の平均含水率と貯留可能日数の関係は曲線状を示した。この曲線の比較によって籾の生産条件間の貯留性の差異を検討した。

1. 品種間差異

1964年の7品種、1965年の5品種について成熟期に収穫した籾の含水率と貯留可能日数の関係を第1図と第2図に示した。各品種とも高含水率では貯留可能日数が短く、低含水率では長くなり、両年次とも貯留性に品種間差異は認められなかった。貯留可能日数の

下限は好天年次（1965年）では籾含水率が18%では30日、19%で20日、20%で15日前後、21%で7～10日、22%で7日前後、23%では1～3日となり、天候不良だった1964年はこれよりやや日数が短縮した。同年次に生産地、土性、栽培方法が同じく成熟期が9月初旬から10月末の範囲では貯留性に品種間差異がないと考えられた。

2. 年次間差異

1964, 1965, 1966年の3カ年を通じて供試したコシヒカリ及び1964年と1965年に用いた越路早生と農林29号の適期刈籾の年次間比較を第3図に示した。籾含水率と貯留可能日数の関係は早生種の越路早生では年次間差異が明らかでなく、中生種のコシヒカリ及び晩生種の農林29号では多雨年次（1964）は晴天年次（1965）に比べて貯留性が劣り、両品種の1964年と1965年の貯留可能日数の間に5%水準の有意差があった。1964年の成熟期はコシヒカリが9月15日、農林29号は10月1日で両品種の登熟・成熟期は連続雨天に遭遇し、玄米の変質に悪影響したことが推定される。

3. 成熟程度による差異

適期刈に対し早刈あるいは晩刈によって熟度を異にする材料を常温貯留した場合には、早刈と適期刈の籾では3品種とも明らかな差が認められなかった。晩刈籾では越路早生とコシヒカリで適期刈より貯留性が低下する傾向があった（第4図）。これは両品種の晩刈

第1図 籾含水率と貯留可能日数との関係(1964)

○越路早生, △越ひびき, ▲越南39号, □コシヒカリ, ×千秋楽, ■マンリョウ, ●農林29号の適期刈, 常温・少量貯留。

第2図 籾含水率と貯留可能日数との関係(1965)

各品種の印及び貯留法は第1図と同じ。

籾では不透明米が貯留の初期から発生したためである。第1表に越路早生における変質米の発生率を示したが、適期刈の含水率 21.8% の籾では斑紋米が貯留の早期から発生して急増し、変質米に占める比率が高かった。不透明米の発生は 21.8% の籾では斑紋米よりおそく、20% 以下の籾では斑紋米とほぼ同時期に発生した。これに対して晩刈籾では各含水率で不透明米の発生が貯留の初期からみられた。晩刈籾の変質米

から不透明米を除いてみれば、適期刈籾との貯留性に差がない（第4図）。不透明米の発生条件については第2報で述べるが、成熟期における籾は呼吸が激しい¹⁰ので、成熟後の温度・籾含水率が高い状態にあった早・中生の晩刈籾では、立毛中から不透明米となるべき変質が進行し、貯留性の低下を招いたものと推定される。

農林 29 号の晩刈籾にこのような現象を認めなかつ

第1表 適期刈と晩刈籾の貯留下における変質米の発生率の一例 (%)

含水率	変質米の別 類	適期刈 常温貯留							貯留可能 日数	晩刈 常温貯留							貯留可能 日数
		貯留日数						貯留日数									
		5	7	10	15	20	30	5		7	10	15	20	30			
21.8%	斑紋米	2	3	10	30			7	4	7	15				5		
	不透明米	0	0	3	6				2	7	8						
20.0	斑紋米	0	0	1	3	4	13	15	0	1	2	3	7	14	10		
	不透明米	0	0	0	2	3	3		2	3	3	4	5	7		(15)	
18.7	斑紋米	0	0	0	1	1	2	30	0	0	1	1	2	4	20		
	不透明米	0	0	0	2	2	3		2	2	3	3	3	8		(30)	

注：() は不透明米を除いた場合の貯留可能日数、品種は越路早生、晩刈は成熟期 10 日後収穫。
この試料には腐敗米はなかった。

第3図 貯留可能日数の年次間差（適期刈・常温貯留）

● 1964, ○ 1965, × 1966

第4図 成熟程度と貯留可能日数との関係（1965・常温貯留）

○ 早刈, ● 適期刈, × 晩刈, 矢印は不透明米を除外した場合

第5図 同一品種で成熟時期が異なる場合の貯留可能日数（1964・常温貯留）

△ 標準栽培, ▲ 晩植栽培

第6図 倒伏の有無と貯留可能日数との関係

□ 無倒伏稲, ■ 倒伏稲

第2表 産地あるいは収穫機械が異なる材料の条件(1965)

新潟県西蒲原郡			長岡市		新潟県中頸城郡			富山市	石川県	福井市	長野県		新潟県
月潟村			長倉	島田	片津	下増田	布市	松任	西藤	豊科	更北	上越市	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
半 湿 田			半湿田	半湿田	半湿三	半湿田	乾田	乾田	半湿田	乾田	乾田	半湿田	
フジミノリ			越ひび き	初祝も ち	日本海	千秋楽	ハウネ ンワセ	ハウネ ンワセ	ハウネ ンワセ	しなの ひかり	しなの ひかり	3品種	
SCK*	M75R	I-403	NC 18 B	I-93	I-93	0**	I-93	I-93	I-93	U-150	U-150	自脱	
	9/3		10/1	9/6	9/20	10/6	9/8	9/8	8/13	9/28	10/25	—	
26.7	26.7	25.5	23.8	28.4	21.6	19.5	20.5	20.5	22.3	21.8	22.1	—	

注：記号は収穫機型式を示し*は穂刈型,**は自脱型,その他は普通型のコンバインである。

9/3は収穫期日が9月3日を示す。下端の数字は収穫時の籾含水率である。

13番の3品種とは越路早生, コシヒカリ, 農林29号であり, 自脱とは自動脱穀機である。

第7図

第7図 産地が異なる籾の貯留可能日数

○ 5, △ 6, □ 8, ⊙ 9, × 10, ▲ 11, ■ 12, ● 13区

第8図 収穫機械が異なる籾の貯留可能日数

○ 1, △ 2, □ 3, × 4, ⊙ 5, ● 6, 8, 9, 10, ▲ 7, ⊙ 13

たのは, 成熟期以降の低温あるいは長期立毛中の晴天による乾燥履歴があったことなどによると推定される。

4. 成熟時期による差異

同一品種を標準植と晩植をすることによって成熟期を異にした籾の貯留性は, 両者の間に差が認められなかった(第5図)。供試3品種の移植期の違いによる成熟期の差, 及び貯留期間内平均気温の差は, 越路早生では標準植の9月3日に対して晩植は13日おそく3~7°C低く, コシヒカリは9月15日に対して8日おそく1~3°C低く, 農林29号は10月1日に対して21日おそく2~5°C低かった。この程度の熟期及び貯留期の温度差では変質米からみた貯留可能日数に影響はないといえる。小野寺ら¹⁴⁾は富山市での早生種と晩生種で変質開始に3日の差を認め, また石倉ら⁹⁾は香川県における9月と11月の収穫異品種間で貯留性に差のあることを示しているが, このときの貯

第9図 各種コンバインの収穫による玄米の損傷

○ NC 18 B, △ U-150, ● I-93, ▲ I-403, ■ 自脱型

留初期の温度差は15°C, 終期は約20°Cであった。本実験では貯留期間の平均温度差が少なく, また品種間差における早生種と晩生種の成熟期の平均温度差7°Cでも差がなかったため, 変質と温度の関係については他の気象要因とともにさらに検討を要するであろう。

5. 倒伏の影響

1964年は地力差による倒伏・無倒伏部分の稲を, 1965年は窒素の追肥によって倒伏を誘発したものと無倒伏稲の穂発芽のない材料を用いた。この両者の生脱穀籾の貯留性には両年次とも差が認められなかった(第6図)。

6. 籾の生産地による差異

籾の生産地及び収穫の条件を第2表に示した。長野県は秋季少雨であり, 北陸地方に属する他の4県は秋季多雨地帯であるが, 1965年は少雨であった。各産地で多く用いた普通型コンバイン(I-93とU-150)の収穫籾における含水率と貯留可能日数の関係を第7図に示した。両機種での試料番号は5, 6, 8, 9, 10, 11, 12であり, これらと自動脱穀機使用北陸農試産

斑紋米

不透明米

腐敗米

大染色米

小染色米

第10図 生脱穀籾貯留下の変質米と損傷米の染色状態

籾の13を合わせて比較した。北陸地方産籾の各相互間及び13との間に差が認められず、長野県産籾(11, 12)は北陸産籾より貯留性がまさり5%水準の有意差を認めた。

7. 収穫機械による差異

北陸地方内各地産籾での貯留性に差異がなかったので、この範囲で収穫された8型式の機械で収穫した籾の含水率と貯留可能日数の関係を比較したが差異は認められなかった(第8図)。各材料の玄米の損傷程度を調べるため、自動脱穀機と長野県産U-150型の収穫籾を加えて沃度・沃度加里液に玄米を浸漬した結果、表面に円形または不整形で長径が約0.5mm以上の大染色米¹¹⁾と点状の小染色米が観察され(第10図)、前者を機械的損傷とした場合(第2報参照)の発生率を第9図に示した。乾燥後(含水率約15%)の脱穀籾に比べ、含水率20~28%で脱穀したものには35%から60%の多量の大染色米を認めたが、含水率との相関及び機種間の差はなかった。普通型コンバインのこき歯の周速は脱穀機より速いので³⁾前者の打撃力が強く、また損傷頻度は受網における漏下の良否によって異なると考えられるが、各地の材料は機械調整が異なるためか、普通型の機種間及び自脱型との差も明らかでなかった。石倉ら⁷⁾は脱胚・砕米等の外観的損傷が11%と21%のコンバイン収穫籾は脱穀機によった籾より脂肪酸度が高くなったとしているが、玄米表層の損傷程度は不明である。本実験の材料には砕米はなく、脱胚粒が0.2~7%あったが、変質調査から除外した。また生脱穀籾と穂付籾を16~22%の4とおりに異なる含水率で貯留したものを食品総合研究所が分析した結果、同含水率でも生脱穀籾の脂肪酸度が高まった¹³⁾ので、玄米表層の損傷程度に著しい差があれば貯留性に差が生じると考えられる。

先に貯留性がまさることを認めた長野県産の籾はU-150型コンバインで収穫したものであり、この玄米の損傷率は52%と57%で他の機種・産地籾に比べて

少ないとはいえず、この貯留性が高かったのは収穫機械の影響ではないと考えられた。

摘 要

栽培及び収穫の条件が異なる籾の含水率と貯留可能日数の関係を検討した。生脱穀籾の貯留中に発生する玄米の変質を、斑紋米、不透明米、腐敗米の3種に分類し、これらの合計粒数が約5%以下にある期間を貯留可能日数とした。

1. 同様な土性・気象条件下で栽培された生籾の貯留性には品種間、同一品種での成熟期や刈取りの早晚、倒伏の有無、生産地、収穫機械の相違があっても差異が認められなかった。

2. 晴天年次の成熟期収穫の生脱穀籾を常温下(10~25°C)に貯留した場合の含水率と貯留可能日数の関係は、18%で30日、19%で20日、20%で約15日、21%で7~10日、22%で7日前後、23%では1~3日であった(約1lの貯留)。

3. 開花から成熟期の気象条件が著しく異なる環境下で得られた籾の間では、多雨な年次や地帯での生産籾は晴天下のものに比べて貯留性が劣った。

4. 成熟後高水分状態(18~21%)で収穫がおくれた場合は適期収穫の籾に比べて貯留可能日数が短く、その原因は不透明米の発生が多くなるためであった。

この研究は農林省の特別研究の一環として行われ、品質関係の分析については食品総合研究所の、供試籾の入手に当たっては各県農業試験場の方々に御協力をいただき、実験実施には小山懸雄技官の御援助を得た。各位に対し厚く謝意を表します。

1. 竹生新治郎・柳瀬 肇・遠藤 勲・菊地三千雄・谷 達雄 1966. 一時貯留における生籾の乾燥程度と貯蔵性. 日作紀 34: 472—477.
2. ELLIS, L. S., W. G. TAGGART and R. D. LEWIS. 1953. Recent research on drying and

- storage of rough rice. Southern coop series, U.S. Depart. of Agr. 19—25.
3. 江崎春雄 1970. バインダとコンバイン. 農業図書. 東京 233—273.
 4. HOUSTON, D. F., R. P. STRAKA, I. R. HUNTER and R. L. ROBERTS 1957. Changes in rough rice of different moisture content during storage at controlled temperatures. Cere. Chem. **34**: 444—455.
 5. 石倉教光・升尾洋一郎 1969. 生粳の一時貯留に関する研究. 第1報 粳水分ならびに貯留温度が変質に及ぼす影響. 日作紀 **38**: 137—142.
 6. ———・———・遠藤 勲・竹生新治郎 1969. ———. 第2報 水稻収穫時期の違いが貯留性に及ぼす影響. 日作紀 **38**: 402—407.
 7. ———・———・松山竜雄・川崎 健・前岡邦彦・遠藤 勲・竹生新治郎 1970. ———. 第3報 コンバイン収穫粳の貯留性について. 日作紀 **39**: 90—96.
 8. 岩崎哲也・遠藤 勲・竹生新治郎 1965. 早期栽培米の貯蔵性に関する研究. 日農化誌 **39**: 365—370.
 9. 北村英一・加藤雄久・小山懸雄・宮崎脩一 1967. 生粳の貯蔵性に関する研究. 第1報 推積下における生粳の変質について(要旨). 日作紀 **36**: 286.
 10. ———・———・宮崎脩一 1967. ———. 第2報 生粳の含水率と貯蔵性の関係(要旨) 日作紀 **36**: 286.
 11. ———・——— 1967. ———. 第3報 貯蔵生粳の変質と玄米表層の機械的傷害との関係(要旨) 日作紀 **36**: 286.
 12. 農産園芸局 1973. 貯蔵乾燥方法による穀類共同乾燥調製施設の設置運営上の指導について
 13. 農林水産技術会議 1971. 生粳の乾燥貯蔵法に関する研究. 研究成果 **48**: 144—146, 151—152.
 14. 小野寺文夫・猪原明成・松山善之助 1967. 粳の一時貯留ならびに貯蔵乾燥方式に関する研究. 富山農試報告 **2**: 107—113.
 15. 山下律也 1967. 大規模乾燥調製施設の研究. 第2報 コンバイン収穫もみの乾燥課題と対策. 農機誌 **28**: 238—243.

Studies on the Suitability for Storage of High Moisture Rough Rice

I. Effect of cultural and harvest methods on the suitability for storage of rough rice

Eiichi KITAMURA*, Kazuhisa KATO** and Shiuichi MIYAZAKI***

(*Former Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Joetsu, Niigata 943-01,

**Hiroshima Agricultural Experiment Station, Higashi-hiroshima 739-01,

***Chugoku Shikoku Agricultural Administration Office, Okayama 702)

Summary

On the relation between the moisture content and the storable term of rough rice, the materials which were cultured by different methods or harvested by different machines were studied. According to the deterioration developed on the rice surface in newly threshed fresh rough rice in storage, deteriorated rice grains were classified into three groups, the spotted rice, the opaque rice and the rotten rice.

The storable term was shown by the time during which the total of deteriorated grain was less than 5%.

1. The suitability for storage of rough rice obtained from cultivation in the same condition of soil and climate was not affected by variety, the time of maturity or the stage to maturity, lodging, harvest machine or cropping district. (Fig 1, 2, 5, 6, 8)

2. The relation between the moisture content of rough rice and its storable term for ordinary rice harvested in a fine year was as follows.

The rice of moisture content 18% could be stored for 30 days without changes, the rice of 19% kept 20 days, of 20% kept 15 days, of 21% kept 7-10 days, of 22% kept 7 days, of 23% kept 1-3 days. (1 l of capacity, at 10-25°C of room temperature. Fig. 2)

3. The climatical environment from flowering time to mature stage considerably affected the suitability for storage of paddy, and the paddy from the fine climate districts or the fine years were better than in the rainy district or in the rainy years. (Fig. 3, 7)

4. The late harvested rough rice in high moisture conditions was of worse suitability for storage than ordinary harvested, because in some of the stored rice, it had changed to the opaque. (Fig. 4)