生 粳 の 一 時 貯 留 に 関 する 研 究

第 2 報 水稲収穫時期の違いが貯留性に及ぼす影響*

石 倉 教 光・升尾洋一郎**・遠 藤 勲***・竹生新治郎***

(農林省四国農業試験場・北海道農業試験場**・食糧研究所***)

さきに著者ら³⁾は、生粳の貯留^{註1)}性を明らかにする目的から、粳水分と貯留温度が貯留中の米質に与える影響を実験室規模において検討した。

本報告では作季が違うために、収穫時期を異にして収穫された生粳の貯留性を、実験室規模において検討した結果について述べる。

実験材料と方法

材料：供試粳は前報³⁾と同様の材料のほかに、当場で苗播栽培された水稲品種フジミノリ（出穂期・7月3日）を8月4日に手刈り収穫したものを用いた。材料の処理方法は前報³⁾と同様であり、供試粳の含水率は table 1 に示すとおりである。

貯留条件と方法：供試粳は上記のとおり処理したものをプラスチック容器（1.2l）に封納後、直射日光を避けた室内のたなに置き、貯留期間は30日間とした。各収穫期の貯留中における貯留実験室内の気温の

推移を、5日間ごとの日平均気温として table 2 に示した。

貯留粳の採取：粳は貯留後1・3・5・7・10・15・20・30日目に各区約0.6lを採取し、直ちに水分測定した後、残部は加熱通風乾燥し含水率14%以下とし粳すり後、順次品質調査を行なった。

玄米品質指標の測定：粳水分・玄米変質度・胚活性度・脂肪酸度の測定は前報³⁾と同様であるが、脂肪酸度は8月4日収穫の試料についてのみ調査した。

一時貯留安全限界の判定：各収穫期における生脱穀粳を直ちに乾燥した材料を標準米とし、各区の試料と比較しながら変質米（斑紋米・腐敗米）が5～6%以下で、次回採取試料が明らかに変質し、著しく品質が劣つたと認められ、また玄米の検査基準⁶⁾に照らし4等米以上に判定されるまでの期間を貯留の安全限界とした。

実験結果および考察

1. 各収穫期の貯留中における変質米の発生

table 2 に示したように3収穫期における貯留期間の気温の推移は、8月4日収穫（実験1）期の気温がもつとも高く28.4～30.0℃であり、実験2、実験3と収穫時期の遅れるにつれて気温は低下し実験2で17.6～25.8℃、実験3で7.5～15.2℃となつた。実験2、実験3とも気温は貯留開始当初から貯留終了期まで約8℃の低下を示した。

そこで、このような気温条件のもとに生粳を貯留した場合における変質米の発生推移を示したのが fig. 1 註2) である。8月4日収穫粳についてみると、貯留中

Table 1. Moisture content of rough rice tested.

Expt. (Date*)	Moisture content (%)				
Expt. 1 (Aug. 4)	24.6	21.4	20.0	18.4	17.0
Expt. 2 (Sept. 5)	24.2	22.0	20.2	18.0	16.6
Expt. 3 (Nov. 7)	23.4	21.9	20.1	18.7	16.4

* Harvesting date

Table 2. Daily mean room temperature (°C) for each five days during storage.

Expt. (Date)	Periods of storage					
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th
Expt. 1 (Aug. 4)	29.0	29.4	29.9	28.7	30.0	28.4
Expt. 2 (Sept. 5)	25.8	23.8	19.4	18.7	18.3	17.6
Expt. 3 (Nov. 7)	15.2	12.7	10.8	8.7	7.5	7.5

* 昭和44年2月22日受理

註1) ここでは、生脱穀粳・半乾燥粳を穀粒水分14%程度まで乾燥させる過程で貯留タンク、麻袋その他に、乾燥作業上やむを得ず短期間、貯蔵する場合を貯留とよぶこととし、仕上げ乾燥後の政府売渡し粳のような長期間にわたる貯蔵とは区別して用いた。

註2) 貯留の安全限界における変質米発生率は5～6%で、その数値は小さく算術グラフでは各粳水分間の変質米発生率の変化の比較がはつきりしないので対数グラフによつて示した。

Fig. 1. Changes of contaminated grain during storage.

Notes: The symbols are the moisture content of rough rice, and their gradients are ○(◐)(●)(△)(◑); see Table 1.

: Broken lines show safety limits of rough rice storage.

の変質米は粳水分の多いほど貯留初期から発生し、しかもその増加率が著しかった。すなわち、水分 24.6% 粳では貯留後 1 日目の変質米発生率が 8%、3 日

目に 42% となり、水分 21.4% 粳は貯留 5 日後に変質米が 6.8%、7 日目で 19.5% であった。水分 20% 粳では貯留 10 日目で 5%、15 日目で 7.3% であり、水分 18% 粳は貯留 30 日目に発生率 5% であった。しかし、水分 17% 粳では貯留 30 日目に至っても変質米の発生はほとんどみられなかった。9 月 5 日収穫粳については実験 1 のように粳水分の多いほど早く変質米が発生するが、その発生程度は少なく水分 24.2% 粳で貯留後 1 日目の変質米発生率は 2.5%、貯留 3 日目で 9.3%、水分 22% 粳では貯留 10 日目に 2.9%、貯留 15 日目に 11.4% であるのに対し、水分 20.2% 以下の粳では貯留 30 日目に至っても 2% 以下の発生率を示したにすぎない。11 月 7 日収穫粳では水分 23.4% で貯留 10 日目に 2.1%、15 日目に 10.6% であったが水分 21.9% 以下の粳では貯留 30 日間において変質米の発生はほとんどみられなかった。

筆者らは前報³⁾で生粳の貯留中における変質米の発生は粳水分の多いほど、また貯留温度の高いほど（ただし最高温度 32°C）発生は早く、しかもその程度の著しいことを認め、早期収穫粳の貯留時における変質米の多発を推測したが、本試験において収穫期ならびに貯留時期が高温条件下にある早期生粳の貯留では、作季の遅い場合の貯留にくらべ品質劣化の著しいことが認められた。粳の貯留性には空気湿度も影響することが指摘¹⁾されているが、この実験の試料は容器に封納貯留され、容器内の空気湿度の測定を欠いたため各収穫期における湿度と変質米発生との関係については考察できなかった。岩崎ら⁴⁾は早期栽培米は（含水率 13% 程度）可溶性炭水化物、窒素化合物が普通期米より多いことを明らかにし、米粒の変化ならびに微生物の侵入繁殖の容易であることを推測している。また、小野寺ら⁵⁾は生粳の貯蔵中における変質米の発生は早稲（9 月収穫・貯蔵）が晩稲（10 月収穫・貯蔵）に比べ 3 日程度早くなることを認めている。したがって、高温下の早期粳の貯留には十分の注意が必要と考えられ、収穫後の迅速な乾燥処理が望まれる。

2. 胚の活性度 (TZ 値) の変化

貯留にともなう胚の活性度の変化を table 3 に示した。貯留期間が長びくにつれて変質米が発生、増加し胚の活性度は逆に低下して行くが胚の活性度の変化は粳水分ならびに貯留時期によって異なった傾向がみられた。

まず 8 月 4 日収穫の粳についてみると、水分 21.4% 以上の粳は貯留 3 日目まで TZ 値は 80 程度であ

Table 3. Changes of viability (TZ value) in embryo during storage.

Expt. (Date)	Moisture content (%)	Storage time (days)							
		1	3	5	7	10	15	20	30
Expt. 1 (Aug. 4)	24.6	82.0	81.0	78.5	75.0	71.0	73.0	64.0	53.0
	21.4	80.0	82.0	78.5	75.0	76.0	74.0	—	57.0
	20.0	83.5	82.0	80.0	82.0	72.0	62.5	60.0	58.0
	18.4	83.0	82.0	83.5	80.0	81.0	84.2	81.0	78.0
	17.0	84.0	—	85.5	80.0	80.0	81.5	81.0	83.5
Expt. 2 (Sept. 5)	24.2	79.5	77.0	75.5	76.5	73.5	66.0	67.5	65.5
	22.0	80.5	86.5	80.5	81.5	77.5	70.5	69.0	68.0
	20.0	82.0	83.0	81.5	80.0	76.5	73.5	73.0	73.5
	18.0	87.0	81.5	80.5	85.0	88.5	85.5	74.3	76.0
	16.6	88.0	80.5	81.0	83.5	81.5	85.5	83.0	81.0
Expt. 3 (Nov. 7)	23.4	88.0	88.0	86.0	84.5	84.0	83.0	77.0	74.5
	21.9	86.0	81.0	85.5	83.0	83.5	86.5	81.0	78.0
	20.0	86.0	85.0	85.0	82.5	82.0	88.0	82.5	79.0
	18.7	86.0	87.0	85.5	83.0	83.5	88.5	88.0	81.0
	16.4	85.0	90.0	87.0	86.0	88.0	88.0	81.0	81.5

Note: TZ values of standard samples, stored at temperature of 5~6 °C with 14% moisture, were 86 in expt. 1, 86 in expt. 2, and 87 in expt. 3, respectively.

: Broken lines are shown in Table 3, at the 80 per cent level of viability (TZ value) in embryo.

るが、以後低下し貯留 30 日目の TZ 値は 53~57 となつた。水分 20.0% の粳は貯留 7 日目までの TZ 値は 82 であるが、その後急減した。水分 18.4% の粳では貯留 20 日目の TZ 値は 80 以上であつたが貯留 30 日目に TZ 値は 78 に低下した。水分 17% の粳は貯留 30 日間を通じて TZ 値は 80 以上を持続したことが認められる。次に、9 月 5 日収穫の場合水分 24.2% の粳は貯留翌日の TZ 値は 79.5 とな

り、その後低下しつづけ貯留 30 日目には 65.5 となつた。水分 20, 22% の粳は貯留 7 日目まで TZ 値が 80 以上であつたが以後低下し、貯留 30 日目に 68~74 となつた。水分 18% の粳は貯留 15 日まで TZ 値は 80 以上であつたがその後急減した。また、水分 16.6% の粳は貯留期間中の TZ 値が 80~88 であり、80 以下には低下しなかつた。11 月 7 日収穫についてみると水分 23.4% の粳は貯留後漸減しな

Table 4. Changes in fat acidity (mg, KOH/100 g D.W.) of stored rough rice grains containing different moisture content, expt. 1.

Moisture content (%)	Storage time (days)							
	1	3	5	7	10	15	20	30
24.6	16.5	29.2	43.0	46.2	—	—	—	—
21.4	15.2	23.9	42.2	53.8	56.0	—	—	—
20.0	15.9	17.3	28.7	45.7	79.1	97.9	110.5	94.6
18.4	15.9	14.8	24.3	38.5	45.9	57.4	62.5	81.2
17.0	15.9	—	14.8	15.9	16.4	24.6	29.7	33.0

Note: Fat acidity values of standard sample, stored at temperature of 5~6 °C with 14% moisture, was 14.1 g (KOH) per rice dry weight of 100 g.

: Broken lines show the safety limits of rough rice storage (KOH 20 mg per rice dry weight of 100 g).

Table 5. Safety time limits of rough rice storage period at different harvest seasons.

Expt. 1 (Aug. 4)	Moisture content (%)	24.6	21.4	20.0	18.4	17.0
	No. of day	0	3	7	20	30
Expt. 2 (Sept. 5)	Moisture content (%)	24.2	22.0	20.2	18.4	16.6
	No. of day	1	10	30	30	30
Expt. 3 (Nov. 7)	Moisture content (%)	23.4	21.9	20.1	18.7	16.4
	No. of day	10	30	30	30	30

がらも 15 日目の TZ 値は 83 であり、貯留 30 日目には 74.5 となつた。水分 20, 21.9% の粳は貯留 20 日までの TZ 値は 80 以上を示したが、以後 78 ~ 79 に低下した。水分 18.7% 以下の粳では、TZ 値は貯留 30 日間に 80 以下とはならなかつた。

貯留後の胚の活性度は各収穫期いずれも高水分の粳ほど早く低下し、また各収穫期について比較すれば収穫期の早いほど、胚の活性度の低下は著しかつた。ただし、8 月 4 日収穫の水分 24.6% の粳にくらべ、ほぼ同程度の含水率 (24.2%) でありながら貯留時の気温の低い 9 月 5 日収穫の粳は貯留当初から TZ 値の低下が著しい。これは供試材料の差によるものか、実験誤差によるものか明らかにできなかつた。

竹生ら⁹⁾にしたがい TZ 値 80 を貯留性の安全範囲とすれば table 3 に破線で示したとおりとなり、早期の収穫期における生粳の貯留安全期間は短く、一方遅い時期の貯留についてはかなり長期間にわたり貯留可能であることが認められた。

3. 玄米脂肪酸度の変化

玄米の脂肪酸度は table 4 にみるように、含水率の高い粳において貯留後、急速に増加しており標準米 (粳水分 14%・貯留温度 5~6°C) の 14.1 mg (KOH/乾玄米 100 g) に対し、貯留 1 日目 (24 時間後) で 1~2 mg、同 3 日目には 15 mg の増加が認められた。水分 18.4, 20.0% の粳では貯留 1 日目に 1.8 mg の増加、同 5 日目に 10 mg 以上の増加を示し、その後さらに増加の傾向が認められる。水分 17% の粳の脂肪酸度の変化は比較的緩慢であり、貯留 10 日目に標準米より約 2 mg 増加し、同 15 日目には 10 mg の増加にすぎなかつた。

粳の貯蔵性の危険水準 (KOH 20 mg/乾玄米 100 g 以下)¹⁾ からみれば、水分 21.4% 以上の粳は貯留 3 日目に、水分 18.4, 20.0% の粳で貯留 5 日目に、水分 17.0% の粳では貯留 15 日目に危険水準に達して

いることが認められた。

4. 生粳の貯蔵安全限界

生粳を上記 3 収穫期に貯留した場合、玄米の品質をどのぐらゐの期間安全に保持できるかを検討し table 5 に示した。高温時の 8 月 4 日収穫粳の貯留は、高含水率の粳ほど米質を安全に貯留できる期間は短く、水分 24.6% の粳の貯留期間は 24 時間を越えることはできない

が、水分 17% の粳では少なくとも 30 日間は貯留可能であることが認められた。9 月 5 日収穫についても同様の傾向がうかがえるが、8 月 4 日収穫に比べ気温が低いことからほぼ同程度の粳水分でも貯留の安全限界は長くなり、水分 24.2% の粳で 1 日、水分 20.2% 以下の粳では 30 日間となつた。収穫期がさらに遅い 11 月 7 日収穫粳では水分 23.4% の粳は 10 日、水分 21.9% 以下の粳では 30 日間あるいはそれ以上の期間、米質を安全に貯留できることが認められた。

小野寺ら³⁾は、さきに早稲 (9 月収穫・粳水分 22%) を大量堆積した場合 24 時間以内に変質米の発生がみられたことを報告しているが、本実験における貯留は小野寺らの貯留時期に比べより高温、かつ高水分粳の区を設定していることもあつて貯留の許容期間がきわめて短い。しかし、この結果は生粳の大量貯留を模した実験室規模での実験であり、大量貯留との間には粳の温度、水分、粳層内の空気湿度、また貯留の安全限界などにも差があると考えられる。ここではその適合の程度についての実験結果を欠いているため、直ちに本結果を適用できないが、前報³⁾ならびに本結果において貯留時の温度・粳水分が粳米の変質に強い影響を及ぼしており、暖地での高温時における生粳や半乾燥粳の一時貯留は米質を劣化しやすい傾向にあることが類推され、収穫後の迅速な乾燥処置、あるいは通気処理⁷⁾、ガス処理²⁾ などが望まれる。

要 約

生粳の貯留性におよぼす収穫時期の影響を明らかにするため、3 収穫期 (8 月 4 日、9 月 5 日、11 月 7 日) の生粳について実験室規模で貯留実験を 30 日間行なつた。

1) 貯留にともなう変質米の発生は収穫期の早いほど (収穫・貯留時の気温が高い)、含水率の高い粳は

ど変質米の発生時期は早く、その発生程度も著しかった。

2) 貯留中の胚の活性度は収穫期の早いほど、含水率の高いほどその低下が著しかった。

3) 水分 17% 以下の粳はいずれの作季も貯留 30 日間の変質米発生は少なく、貯留の安全限界は最少限 30 日間とみられた。水分 18.4~18.7% の粳は 8 月 4 日収穫で 20 日、9・11 月収穫は 30 日間であつた。水分 20.0~20.2% の粳は 8 月 4 日収穫で 7 日、9・11 月収穫で 30 日間であつた。水分 21.4~22.0% の粳は 8 月 4 日収穫で 3 日、9 月 5 日収穫で 10 日、11 月 7 日収穫で 30 日間であつた。水分 23.4% 以上の粳では 8 月 4 日収穫で翌日までの貯留は不可能、9 月 5 日収穫で 1 日、11 月 7 日収穫は 10 日間であつた。

本研究は生粳の乾燥貯蔵法に関する農林省特別研究の一環として四国農試と食糧研究所の共同研究になるもので、発表にあたり関係者に謝意を表します。とくに、研究の遂行にあたりいろいろご指導いただいた食糧研究所・谷達雄博士に、多大のご支援をいただいた四国農試・森田林逸・池永昇・小松良行の各技官に、また米穀検査についてご指導いただいた香川食糧事務所の各位に対し厚くお礼申し上げます。

引用文献

1. 竹生新治郎・柳瀬肇・遠藤勲・菊池三千雄・谷達雄 1966. 一時貯留における生粳の乾燥程度と貯留性. 日作紀 34: 472—477.
2. 井利一・白倉治一 1966. 酸化エチレンガス処理による高水分生粳の変質防止. 新潟県農林水産技術会議・研究速報 3: 13—30.
3. 石倉教光・升尾洋一郎 1968. 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粳の変質に及ぼす影響. 日作紀 38: 137—142.
4. 岩崎哲也・遠藤勲・竹生新治郎・谷達雄 1965. 早期栽培米の貯蔵性に関する研究. 日本農芸化学会誌 39: 365—370.
5. 小野寺文夫・猪原明城・松山善之助 1967. 循環式穀類乾燥施設(金岡式)の利用法と改善に関する研究(第2報) 粳の一時貯蔵ならびに貯蔵乾燥方式について. 農作業研究 3: 79—85.
6. 食糧庁検査課 1965. 農産物規格規程・玄米, 昭和 40 年度農産物検査手帖 59—61.
7. 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. 農業機械学会誌 28: 238—243.

On the Temporary Storage of High-Moisture Rough Rice

II. Effect of harvesting dates on the quality of rough rice grains during the storage

Norimitsu ISHIKURA*, Yoichiro MASUO**,

Isao ENDO and Shinjiro CHIKUBU***

(*Shikoku Agricultural Experiment Station, Kagawa, **Hokkaido Agricultural Experiment Station, Sapporo, and ***Food Research Institute, Tokyo)

Summary

In the present investigation, the authors observed the changes caused during the storage in the quality of rough rice grains harvested at the different dates (i. e., August 4, September 5, and November 7). For this purpose, rough rice grains were conditioned at four moisture-content levels: approximately at 16, 18, 22 and 24 % and stored for 30 days at variable temperatures in a barn of wooden construction (room air temperatures: 30.0 °C to 28.4 °C on August 4; 25.8 °C to 17.6 °C on September 5; and 15.2 °C to 7.5 °C on November 7).

The results are summarized as follows:

1. The occurrence of deteriorated grain during the storage for 30 days showed an increas-

ing trend in proportion to the earlier harvesting date (higher storage temperature) and higher moisture-content.

2. Viability of embryos (TZ values) tended to decrease more rapidly with longer storage duration, earlier harvesting date and higher moisture-content.

3. In case of grains with less than 17 % moisture-content, grains, irrespective of harvesting dates, could be stored safely for as long as 30 days without any noticeable deterioration in the quality. In case of grains with 18.4~18.7 % moisture-content, grains harvested on August 4 could be stored safely for 20 days and on September 5 and November 7 for 30 days ; grains with 20.0~20.2 % moisture-content harvested on August 4 could be stored safely for 7 days and grains harvested on September 5 and November 7 could be stored for 30 days ; grains of 21.4~22.0 % moisture-content could be stored safely for 3 days only in case of grains harvested on August 4, for 10 days in case of grains harvested on September 5, and for as long as 30 days in case of grains harvested on November 7. In case of grains containing 23.4~24.6 % moisture-content, grains harvested on August 4 were impossible to be stored even for one day, but grains harvested on September 5 and on November 7 could be stored safely for one day and for 10 days, respectively.