

米 飯 の 老 化 (第 3 報)

長期貯蔵古米飯の粘着度

尾崎 直臣

Retrogradation of Cooked Rice (Part 3)

The Effect of Long Storage on Adhesiveness of Rice after Cooking

Naoomi Ozaki

緒 言

古米の食味が不良であることはしばしば問題とされるところである。著者¹⁾はさきに、米飯の食味において大きな比重を占める粘着度を指標として米飯の老化を検討したが、そのなかで、新米の飯と古米の飯の粘着度を測定して両者に著しい相違のあることを知った。今回の実験の目的は、とくに長期間にわたって貯蔵した米を用いて炊飯した飯を対象として、粘着度およびその経時的変化を検討することにより、米の貯蔵による古米化が米飯の粘着度および老化に及ぼす影響を、より明確に把握することにある。

なお、本報においては、米(生)の状態における時間経過を貯蔵、炊飯後の飯の状態における時間経過を保存とよんで区別することとする。また、今回のとくに長期間貯蔵した米を長期貯蔵古米、それを試料とした飯を長期貯蔵古米飯とよぶこととする。

第2報¹⁾において著者は、精白米の種類、炊飯条件および保存温度を異にする米飯の老化を検討する目的で、米飯保存中における飯粒の粘着度の変化を著者考案の粘着度測定装置を用いて測定し、粘着度の変化が、第1報²⁾で報告した米飯の消化性の低下およびX線回折像の変化とよく対応し、かつこれらよりも老化の状態をさらに鋭敏に反映する傾向があることを見出した。

著者の測定方法による粘着度は、飯粒の粘着力のみならず硬さも加味されたものであることはそのさい触れたところであるが、その後、遠藤ら³⁾はテクスチュロメーターで測定した米飯の特性値のうち付着性および硬さ/付着性の値が、米飯の理化学的指標のなかの粘性および弾性と相関がかなり高く、また官能検査による食味評価とのあいだにも比較的高い相関がみられ、食味の簡単な指標として有望であることを報告している。

第2報の実験で得られた具体的な知見として、炊飯

後、粘着度はしだいに低下していくが初期において速やかであること、粘着度の低下は保存温度が低いほうが急速であるが、凍結状態で保存した場合にはきわめてわずかなこと、炊飯時加水量したがって飯の水分含量の大なるものほど粘着度が大でありかつその低下率が小であること、古米の飯は新米の飯より粘着度が著しく小であるが、保存中の低下率には両者に大きな相違がないこと、モチ米飯は粘着度が非常に大でありかつその低下率が小であること、などがあり、さらに食塩、酢酸、蔗糖、大豆油、Tween 60 を添加した飯の粘着度の変化についても多くの情報を得た。

今回は、著しく長期間にわたって貯蔵した精白ウルチ米および精白モチ米を材料として炊飯した米飯を用いて、炊飯後の時間経過にともなう飯粒の粘着度の変化を検討したのであるが、ウルチ米飯、モチ米飯のいずれにおいても、炊飯後の保存温度を異にした場合について、ウルチ米飯においては、さらに炊飯時加水量を変えて飯の水分含量を異にした場合について、実験を行なった。また、炊飯による釜ぶえの問題についても検討を試みた。

方 法

1. 試料米、炊飯方法、保存条件など

実験に供した精白ウルチ米は、第2報の加水量の影響および添加物の影響の実験に用いた市販精白ウルチ米(1971年産)の残りを、すりあわせふたのガラスビン中に室温で貯蔵しておいたもの、精白モチ米は、第2報の米の種類と比較の実験に用いた市販精白モチ米(1970年産)の残りを、同様の要領で貯蔵しておいたものである。実験は、ウルチ米については1978年夏、モチ米については1977年夏に実施した。したがって、これらの米はいずれも、第2報における実験時よりは6年を、生産されてからは7年ちかくを経過している。

このように、今回実験に供した米は精白米の状態で作成したものであって、その点では実際に行なわれている玄米などによる貯蔵とは貯蔵の状況が異なるが、炊飯方法の相違、ウルチ米、モチ米の相違、きわめて長期にわたる貯蔵の影響などについての情報を得るには差支えないものとする。

炊飯方法は前報の場合と同様である。炊いた飯の保存も前報の要領で電気冷蔵庫内および室温で行ない、それらの温度条件も前報の場合と同様であった。電気冷蔵庫内に保存したものは、やはり前報の場合と同じく、測定前にとり出し室温にもどしてから粘着度の測定を行なった。

炊飯時加水量（米の重量に対する加えた水の割合）は、ウルチ米については前報における加水量の相違に関する実験の場合と同様、100%、130%、160%、190%の4種とし、モチ米についてはやはり前報の場合と同様、140%とした。飯の水分含量は、ウルチ米飯はそれぞれ58.2%、63.5%、67.7%、70.9%、モチ米飯は65.1%であって、前報における新米飯の場合とはほとんど変りない。

2. 粘着度の測定

粘着度の測定装置は前報に記した著者考案のものを用い、測定要領および測定時の室温も前報の場合と同様である。

3. 釜ぶえの測定

炊飯前と炊飯後に、炊飯前の米および炊飯後の飯の上面の位置をそれぞれビーカー壁に記しておき、その記録線まで水を満たして水量を測定することにより、生米の見かけ体積および飯の見かけ体積を求め、前者に対する後者の割合（%）を以て炊飯による釜ぶえとした。

4. 実験結果の解析

粘着度に関する実験結果を論ずるにあたっての諸判断は、実験値相互間の差の有意性の検定（t検定）を行ない、すべてその結果にもとづいて行なった。t検定にさいしてはあらかじめ等分散の検定を行ない、等分散の仮説が棄却された場合は Cochran-Cox の方法⁴⁾を用いた。

今回の実験結果と前報の実験結果を比較する場合においても、上記の方法による有意性の検定によった。

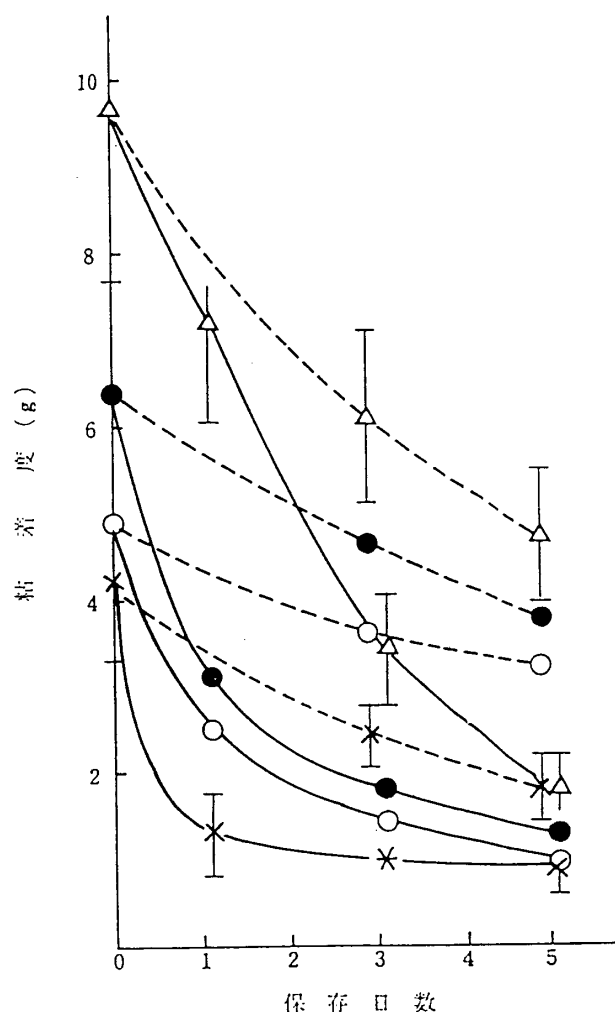
なお、釜ぶえについては米の新・古と加水量を要因とした分散分析を行ない、また加水量と釜ぶえとの関係について相関係数を求めた。

結果および考察

1. ウルチ米飯

第1図にウルチ米飯の粘着度の変化を示す。図が煩瑣になることを避けるため、標準偏差は一部（炊飯時加水量100%および190%の場合）を示すにとどめた。比較のために前報の結果を再録する（Fig. 2およびFig. 4）。

方法の項に記載したように、今回の実験に使用した米は前報の Fig. 2の実験で用いたものと同じであるから、第1図と Fig. 2を比較することによって、長期間にわ



第1図 ウルチ米飯の粘着度の変化

×加水量 100%, ○加水量 130%,
●加水量 160%, △加水量 190%,
——冷蔵庫,室温,
クテ線は標準偏差を示す(一部のみ例示)

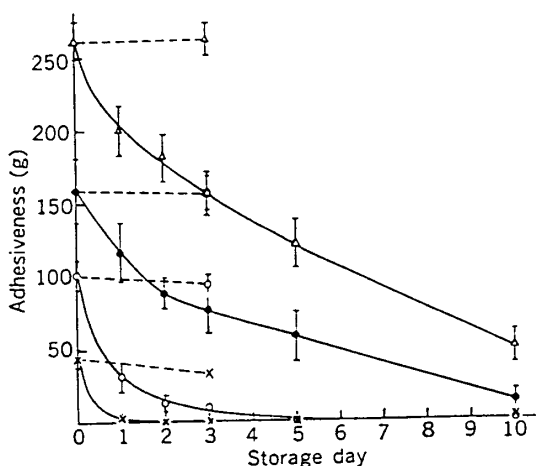


Fig. 2. Effect of amount of added water on change of adhesiveness.

× Added water 100%, ○ Added water 130%,
● Added water 160%, Δ Added water 190%,
— In refrigerator, --- At room temperature,
Bars indicate standard deviation.
(第2報より再録)

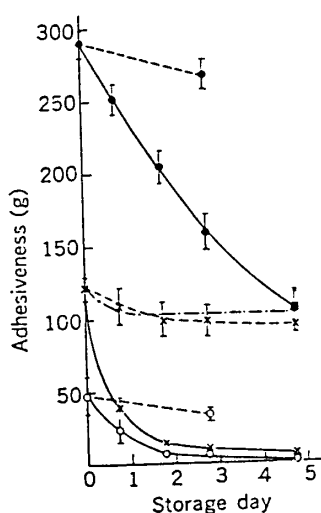


Fig. 4. Change of adhesiveness of different kind of rice.

× Non-glutinous, new, ○ Non-glutinous, old,
● Glutinous, — In refrigerator, --- At room temperature, - · - In freezer, Bars indicate standard deviation.

(第2報より再録)

たる貯蔵の影響を端的に知ることができる。一方、前回 Fig. 4 の実験に用いたウルチ米は今回のものと異なりまた貯蔵時の米の形態も相違するので、直接の比較はやや困難であるが、Fig. 4 においては新米と比較的短期間貯蔵の古米の場合が示されているので、今回の著しく長期間にわたって貯蔵した米の場合を検討するにあたって大いに参考になる。

まず、第1図と Fig. 2 の比較によって、長期貯蔵古米飯の粘着度が新米飯に比べて極端に小（炊飯直後においておよそ1/10~1/30）であることが認められる。Fig. 4にみられるように、比較的短期間貯蔵の古米の飯の場合には、粘着度が新米飯より著しく小ではあるが、新米飯の1/2程度であることと照らして、貯蔵期間が長期に及ぶことの影響が非常に大であることがわかる。

しかし、炊飯時加水量したがって飯の水分含量の多いものほど粘着度が大であること、炊飯後の時間の経過ともなう粘着度の低下が初期において速やかであること、また冷蔵庫保存のほうが室温保存のものより粘着度の低下が急速であることは、長期貯蔵古米飯においても新米飯の場合と同様である。

つぎに、炊飯直後の値を100として粘着度の低下割合を示すと第2図のようになる。（やはり標準偏差は一部を示すにとどめた。）比較のために前報における新米飯の場合の低下割合の図を再録する（Fig. 3 および Fig. 5）。

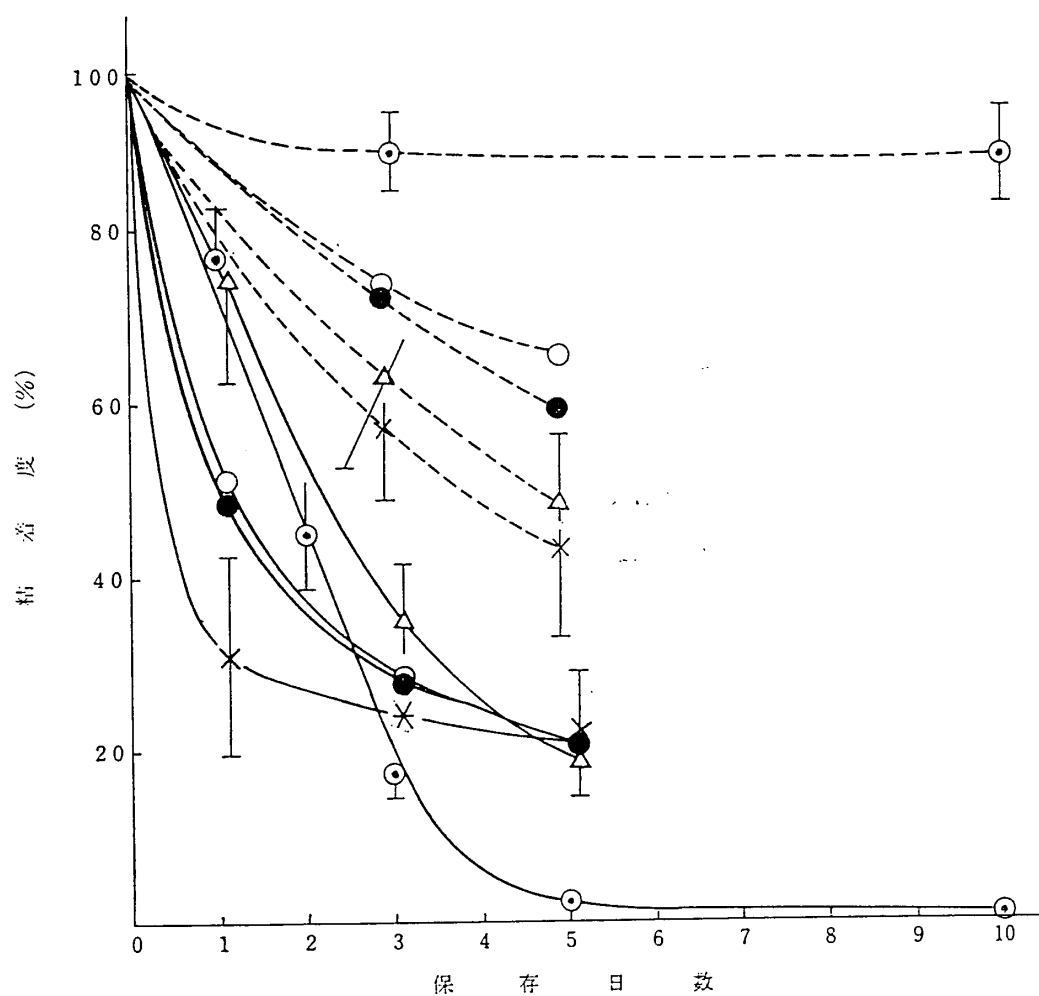
新米飯においては、室温保存の高水分含量のもの2種のあいだを除き、いずれの保存温度の場合にも水分含量の大なるものほど粘着度の低下率が小であることが明瞭に認められた。それに対し長期貯蔵古米飯では、冷蔵庫保存の場合は水分含量130%のものと160%のもののあいだを除き、やはり水分含量が大なるものほど粘着度の低下率が小であることが認められるが、室温保存の場合には水分含量と低下率との関係に一定の傾向がなく、水分含量の大なるものと小なるものが、中間程度のものより低下率が大となっている。

2. モチ米飯

第3図にモチ米飯の粘着度の変化を示す。Fig. 4 には前回におけるモチの新米飯についての実験結果が示されており、そのさい使用したモチ米は今回用いたものと同じである（方法の項に記載）から、両者を比較することによって、モチ米の場合の長期間にわたる貯蔵の影響を知ることができる。

図からわかるように、モチ米においては、長期貯蔵古米飯は新米飯に対し、炊飯直後の粘着度は約2/3とかなり小さくなってはいるが、さきのウルチ米では1/10~1/30と極端に小であったのに比べて、長期貯蔵による影響ははるかに小さい。したがって、飯の粘着度からみる限りでは、モチ米はウルチ米に比べて非常に古米化しにくいといえるであろう。

炊飯後における粘着度の低下が、冷蔵庫保存のものが室温保存のものに比べてはるかに急速であることは、長期貯蔵古米飯の場合も新米飯の場合と同様である。



第2図 粘着度の低下割合

○モチ米飯

その他の記号は第1図に同じ.

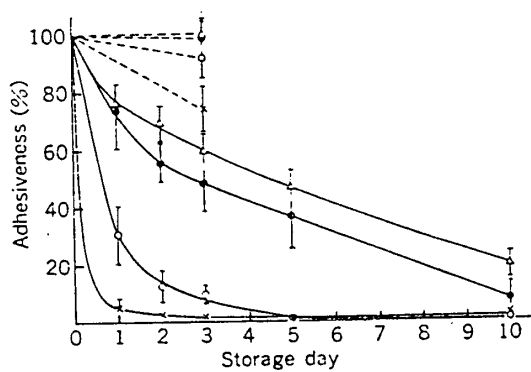


Fig. 3. Effect of amount of added water on rate of change of adhesiveness.

For symbols see foot note of Fig. 2.

(第2報より再録)

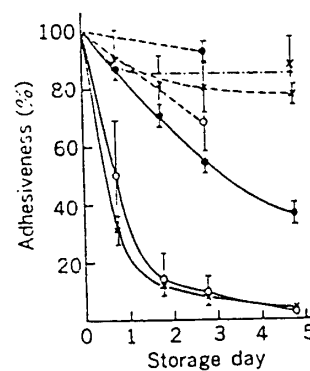
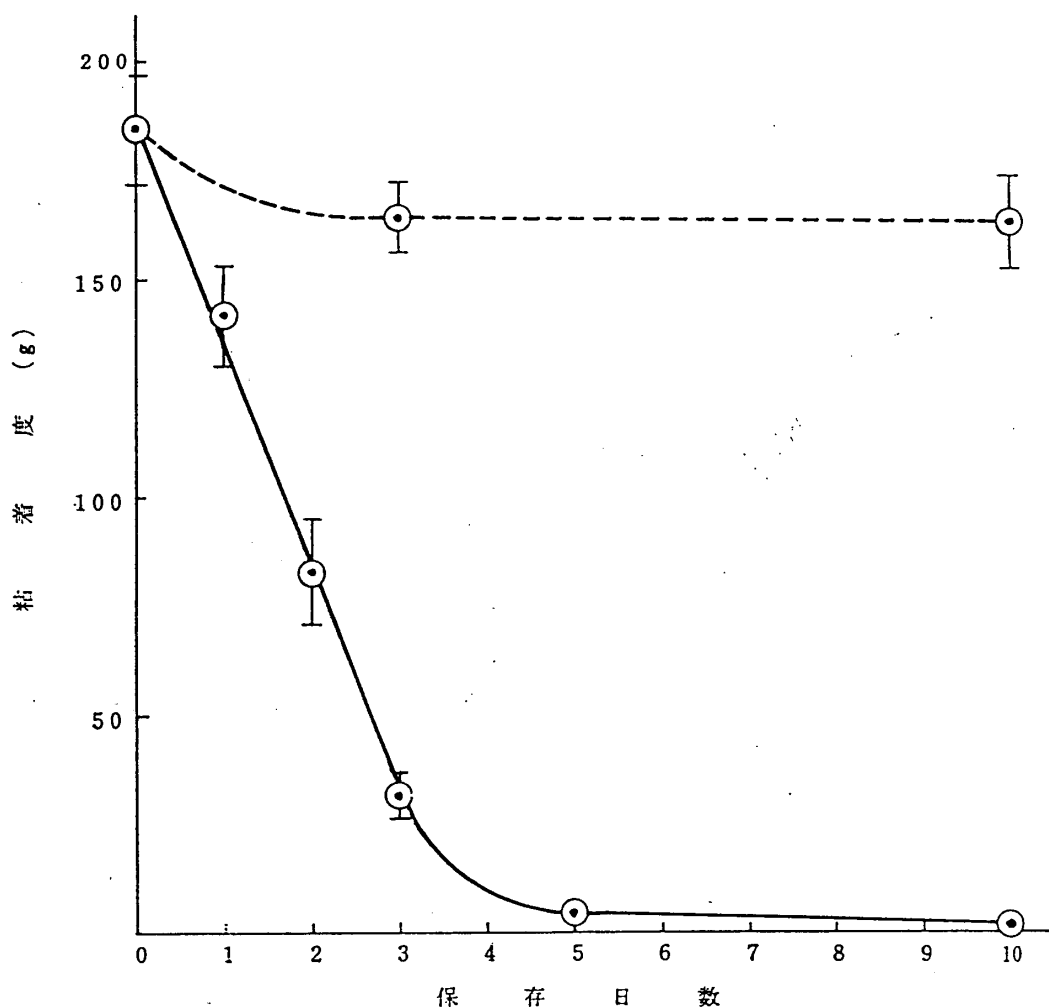


Fig. 5. Rate of change of adhesiveness of different kind of rice.

For symbols see foot note of Fig. 4.

(第2報より再録)



第3図 モチ米飯の粘着度の変化

記号は第1図に同じ。

粘着度の低下割合を示した第2図および Fig. 5 から、冷蔵庫保存の場合、粘着度の低下率は長期貯蔵古米飯のほうが新米飯よりもかなり大であることがわかる。また冷蔵庫保存において、前報の新米の場合にはモチ米飯の粘着度の低下率の方がウルチ米飯のそれより著しく小であることが認められたが、長期貯蔵古米の場合には、第2図の模様からみて、モチ、ウルチ両飯の粘着度低下率を一概に比較して論ずることは困難である。

なお、長期貯蔵古米にあっても、ウルチ米飯、モチ米飯ともに、炊飯後における粘着度の変化は食味の変化とおおむね一致した。

3. 釜ぶえ

前報における実験にさいしても、新米について今回と

同様の方法で釜ぶえの測定を行なったので、今回の長期貯蔵古米の場合とあわせて結果を述べる。

なおウルチ米、モチ米とも、新米と長期貯蔵古米の水分含量はほとんど一致しており、また飯の水分含量も、それぞれの炊飯時加水量において、新米飯と長期貯蔵古米飯とでほとんど一致している。(前報および本報の方法の項参照)

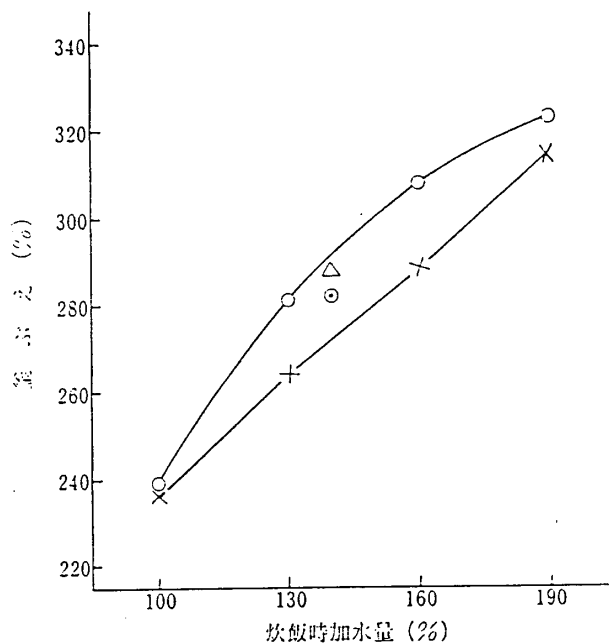
炊飯時加水量と釜ぶえとの関係を図示すると第4図のとおりであり、ウルチ米について米の新・古と加水量を要因として分散分析を行なった結果は第1表のとおりである。

第4図および第1表からわかるように、ウルチ米の場合、新米、長期貯蔵古米のいずれも加水量の増加とともに

第1表 米の新・古と炊飯時加水量に関する分散分析の結果

要 因	自 由 度	不偏分散	分 散 比
米 の 新 ・ 古	1	300.1	10.07
加 水 量	3	2438.8	81.84**
誤 差	3	29.8	

注: **は $\alpha=0.01$ において有意であることを示す。



第4図 炊飯時加水量と釜ぶえとの関係
ウルチ米 { × 新米, ○ 長期貯蔵古米 }
モチ米 { △ 新米, ● 長期貯蔵古米 }

にはほぼ直線的に釜ぶえが大となり、分散分析の結果によると加水量に関しては高度の有意差が認められる。一方、新米と長期貯蔵古米のあいだには有意差を認めることはできない。ただし、分散比は危険率5%の有意水準 ($F_3^1(0.05)=10.13$) にわずかに及ばない程度である。

ウルチ米について、加水量と釜ぶえとのあいだの相関係数を求めると下記のとおりである。

新米 $r=0.9996^{**}$

長期貯蔵古米 $r=0.9773^*$

(**は $\alpha=0.01$ において有意, *は $\alpha=0.05$ において有意であることを示す。)

モチ米の場合、図にみられるように、炊飯時加水量に対応する釜ぶえの値はウルチ米と同程度であり、また新米と長期貯蔵古米とで釜ぶえに差は全く認め難い。

明確に把握する目的で、とくに長期間(7年間)にわたって貯蔵した精白米を用いて炊飯した飯を対象として、飯粒の粘着度およびその経時的变化を測定し、前報における新米飯の場合と比較して検討を行なった。あわせて、炊飯による釜ぶえについても検討を加えた。

得られた結果の大要はつぎのとおりである。

(1) ウルチ米飯

長期貯蔵古米飯の粘着度は新米飯に比べて極端に小であり(炊飯直後においておよそ1/10~1/30)、貯蔵期間が長期に及ぶことの影響は非常に大きい。

炊飯後、粘着度はしだいに低下していくが、初期において急速である。また粘着度の低下は保存温度が低いほうが速やかである。

炊飯時加水量したがって水分含量の大なる飯ほど粘着度は大である。低温保存の場合には水分含量の大なる飯のほうが粘着度の低下率が小である傾向が認められるが、室温保存の場合には水分含量と低下率のあいだに一定の傾向がみられない。

(2) モチ米飯

長期貯蔵古米飯の粘着度は新米飯に対しかなり小であるが(炊飯直後において約2/3)、ウルチ米の場合に比べると変化の割合ははるかに少なく、モチ米は貯蔵による影響を受けにくいと考えられる。

炊飯後における粘着度の低下は、低温保存の場合は室温保存の場合に比べてきわめて速やかである。

低温保存の場合、長期貯蔵古米飯の粘着度の低下率は新米飯のそれに比べてかなり大である。

(3) 釜ぶえ

ウルチ米の場合、新米、長期貯蔵古米のいずれも、炊飯時加水量の増加とともに釜ぶえが大となるが、新米と長期貯蔵古米とのあいだには差が認められない。

モチ米の釜ぶえはウルチ米と同程度である。

文 献

- 1) 尾崎直臣: 栄養と食糧, 26, 289 (1973)
- 2) 尾崎直臣: 日本農芸化学会誌, 34, 1054 (1960)
- 3) 遠藤勲, 竹生新治郎, 鈴木実, 小林亨一, 中正三

要 約

米飯の粘着度および老化に及ぼす米の古米化の影響を

：食品総合研究所研究報告，31号，1（1976）

- 4) 北川敏男：実験計画法講義 I，145（1961），培風館（東京）