



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                  |                                                                                                                            |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | 米飯物性による米の品質評価技術の開発（第1報）：米飯の水分および糊化度が米飯のテクスチャに及ぼす影響                                                                         |
| Author(s)        | 清水, 直人; 木村, 俊範; 大坪, 研一 他                                                                                                   |
| Citation         | 農業機械学会誌, 59(6), 75-82<br><a href="https://doi.org/10.11357/jsam1937.59.6_75">https://doi.org/10.11357/jsam1937.59.6_75</a> |
| Issue Date       | 1997-11                                                                                                                    |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/68495">https://hdl.handle.net/2115/68495</a>                                          |
| Type             | journal article                                                                                                            |
| File Information | 59(6)75.pdf                                                                                                                |



## 米飯物性による米の品質評価技術の開発 (第1報)\*

——米飯の水分および糊化度が米飯のテクスチャに及ぼす影響——

清水直人\*<sup>1</sup>・木村俊範\*<sup>1</sup>・大坪研一\*<sup>2</sup>・豊島英親\*<sup>3</sup>

## 要 旨

米飯の水分および糊化度が米飯テクスチャに及ぼす影響を明らかにし、米飯物性を指標とした米の品質評価への指針を得ることを目的とした。米飯水分が米飯テクスチャに及ぼす影響が大きいことから、水分63% w.b.に調整したインド型米および日本型米の米飯をテクスチャ測定に供した。米飯粒において糊化澱粉の割合が高いものは、米飯の硬度が低下することが明らかとなり、米飯粒に残存している細胞壁が米飯の硬度増加に大きく影響することが推察され、加熱吸水率ならびに糊化度が米飯の硬度に係わる指標として活用できることを示した。

[キーワード] インド型米, 日本型米, 米飯, 水分, 糊化度, 加熱吸水率, 物性, テクスチャ, 硬度, 粘着力

## Development of Rice Quality Evaluating Technique Based on Physical Properties of Cooked Rice (Part 1)

——Effect of Cooked Rice Properties on Texture of Cooked Rice——

Naoto SHIMIZU\*<sup>1</sup>, Toshinori KIMURA\*<sup>1</sup>,  
Ken'ichi OHTSUBO\*<sup>2</sup>, Hidechika TOYOSHIMA\*<sup>3</sup>

## Abstract

In order to develop rice quality evaluating technique by physical properties of cooked rice such as moisture content and degree of gelatinization, the present paper deals with the effect of cooked rice properties on the texture of cooked rice. A grain of cooked rice with 63% w. b. moisture level from each indica and japonica type sample was provided for texture measurement, because the texture of cooked rice was affected by the moisture in cooked rice. It was found that the hardness of cooked rice decreased with increasing the degree of

gelatinization in cooked rice. It was assumed that the hardness of cooked rice was affected by cell wall in cooked rice. These results led the conclusion that water uptake ratio and degree of gelatinization can be used for the indicator of hardness of cooked rice.

[Keywords] *indica* type, *japonica* type, cooked rice, moisture content, degree of gelatinization, water uptake ratio, physical properties, texture, hardness, adhesion

\* 1995年4月 第54回農業機械学会年次大会(東京大学)にて一部講演, 1997年4月 第56回農業機械学会年次大会(三重大学)にて講演

\*<sup>1</sup> 会員, 筑波大学農林工学系(〒305 つくば市天王台1-1-1 ☎0298-53-6971) Inst. of Agric. and Forest Engineering, University of Tsukuba, Tsukuba, 305 Japan

\*<sup>2</sup> 農林水産省食品総合研究所(〒305 つくば市観音台2-1-2 ☎0298-38-8045) National Food Research Inst. Tsukuba, 305 Japan

\*<sup>3</sup> 会員, 農林水産省食品総合研究所 兼 筑波大学大学院農学研究科(〒305 つくば市天王台1-1-1 ☎0298-53-6971) Inst. of Agric. and Forest Engineering, University of Tsukuba, Tsukuba, 305 Japan

## I 緒 言

我国の米市場では、良食味米や他用途米、日本型米やインド型米、そして精白米や加工米飯などが出回り、扱われる米が多様化し、その結果、用途に応じた米を消費者に提供することが可能となっている。現在、米の品質についての関心が高まっているといわれ、新しく開発された食味関連測定装置が米の生産・流通・加工の段階に設置され、広く普及しつつある<sup>17)</sup>。

米飯の物理性（以下米飯物性と記す）は、米の食味特性を構成する主要な因子として知られ<sup>4)</sup>、米飯物性を評価する手法の開発が精力的に行われてきた<sup>6)10)13)14)18)</sup>。米飯物性に関する正確な情報が求められるが、日本型米のみならずインド型米に関して再現性の高い技術で米飯粒の特性を測定し、米の品質評価を行った例は数少ない。そのため米飯物性に関与する米の理化学的要因はあまり明らかとなっておらず、米飯物性を代表し得る指標の信頼性は高くないと考えられる。

本研究では、日本型米およびインド型米を対象とし、米飯物性を主体とした米の品質評価技術を開発して米飯物性に関与する米の理化学的要因を明らかにし、米飯物性に基づく品質評価のための知見を得ることを試みる。本報では、物性測定機器による米飯の硬度や粘着力を米飯テクスチャと定義<sup>20)</sup>し、米飯の水分や糊化度が米飯のテクスチャに及ぼす影響を明らかにすることで、米飯テクスチャを指標とした米の品質評価技術の指針を得ることを目的とする。

## II 供試材料ならびに実験方法

### 1. 供試材料

日本型米品種として1995年山形県産キヨニシキ、あきたこまち、茨城県産コシヒカリ、初星をもみ形態で入手した。インド型米品種として1995年イラン産 Amol, Sephet, Khazer を精白米形態で、茨城県産 Bellepatona をもみ形態で入手した。上記のもみならびに精白米を5°Cで冷蔵保管し、もみ形態で入手した試料については米の理化学試験直前にインペラもみ摺機（㈱大竹製作所製、形式 FC1）で脱おし、玄米を摩擦式精米機（㈱山本製作所製、VP-150）で歩留90%に搗精して精白

米とした。さらにシリンダセパレータ（㈱佐竹製作所製、形式 TRG）で碎粒を取除き、米の理化学試験には完全粒を供した。

### 2. 理化学試験

#### (1) 精白米水分

105°C 5 g-粉碎-5時間-絶乾法によって測定した。

#### (2) アミロース含量

Juliano による簡易ヨード比色法<sup>7)</sup>を基本とする大坪の方法<sup>12)</sup>によって測定した。

#### (3) 米飯の糊化度

Beta-Amylase-Pullulanase (BAP 法)<sup>9)</sup>によって測定した。

#### (4) 米飯の水分

135°C, 2時間乾燥法<sup>11)</sup>によって測定した。

#### (5) 加熱吸水率

Batcher らの方法<sup>1)</sup>を改良した炊飯試験法<sup>2)</sup>によって測定した。

#### (6) 米飯テクスチャ

物性測定装置としてテクスチャアナライザ XT2 (Stable Micro Systems Ltd.製)を用い、米飯一粒の見かけの硬度(以下硬度と記す)、ならびに粘着力を測定した。すなわち米飯一粒をブラットフォーム速度(以下圧縮引張り速度と記す)3.0mm/s、米飯の圧縮率80%で圧縮引張り試験を行い、得られる特性を図1に示した。これをテクスチャプロファイル法<sup>20)</sup>で評価すると点aが硬度、点bが粘着力に対応し、これらの値を米飯の硬度、粘着力<sup>4)13)16)</sup>と定義した。

## III 米飯テクスチャの指標化および米飯加工

米飯テクスチャの指標化を行うためには、米飯粒を加工し測定する条件が問題となる。なぜなら、米飯の水分および糊化度が米飯テクスチャに及ぼす影響が大きいことが予想され、米飯のレオロジ的特性が米飯の成分のみによって明確に決定されているものではない<sup>14)</sup>からである。吉井ら<sup>18)</sup>は、異なる米の米飯物性値を損失正接( $\tan\delta$ )で評価し、この値で米品種の違いを代表し得ることを見いだしている。再現性のある米飯物性値を得るためには、米飯物性を測定する際の米の加工条件を定めることが重要と考えられる。

本報の実験においては、米飯テクスチャの試験

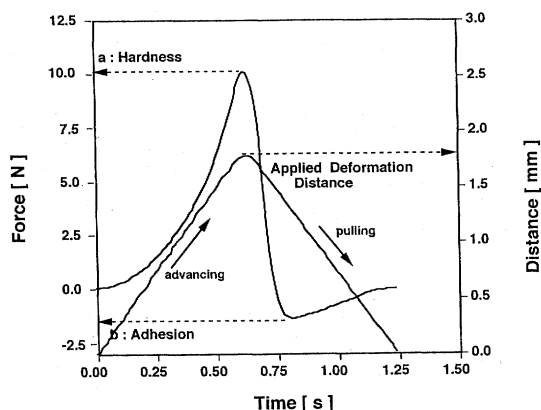


図1 米飯一粒のテクスチャ特性

Fig. 1 Texture profile of single grain of cooked rice

に供する米飯粒を少量炊飯法<sup>9)</sup>で作成することとし、米飯粒の加工条件と手順を表1に示した。加熱装置として電気炊飯器（㈱松下電器産業社製SR-3150、炊飯容量 1.5L）、試料容器として4つのピーカ（100mL）を用いた。精白米約20.0gをピーカに精秤投入し、所定量の蒸留水を注水した。ピーカを入れた内釜に160mLの蒸留水を加え、30°Cで60分間精白米を浸漬した。これを電気炊飯器で約14分間加熱した。そして釜内温度を熱電対でモニタリングしつつ、温度が90°Cに低下するまで試料を約14分間蒸らした。そしてピーカを取り出し、素早くピーカ上部をアルミホイルで密封して米飯粒からの水分蒸発を防止した。

幾つかの炊飯加工操作の中で注水量が米飯テクスチャに及ぼす影響が最も大きい<sup>9)</sup>。このことから本実験では注水量を5段階（28.0, 32.0, 36.0, 40.0, 44.0g）に設定して米飯を加工し、米飯水分が米飯テクスチャに及ぼす影響を調査した。

米飯粒の理化学試験を行う手順を図2に示した。米飯サンプルは、30°Cで50分間保持した後、

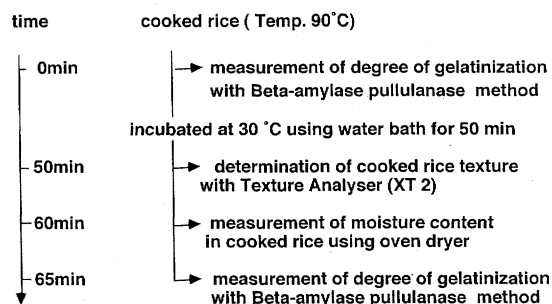


図2 米飯のテクスチャおよび糊化度の測定手順

Fig. 2 Preparation for determination of texture and degree of gelatinization of cooked rice

常温にて米飯テクスチャを測定した。同一試料からピーカを1個炊飯し、同一ピーカから米飯粒を10粒測定した結果の平均値を米飯のテクスチャ値として代表した。なおテクスチャ測定時間は10分であった。テクスチャ測定後に米飯粒の含水率を測定し、米飯粒をエチルアルコールで脱水して糊化度測定に供する米粉を得た。

#### IV 実験結果および考察

##### 1. 米飯水分が米飯テクスチャに及ぼす影響

図3に米飯水分が米飯の粘着力に及ぼす影響を示した。52～62% w.b.の米飯水分域において、米飯水分の増加とともに米飯の粘着力が増加した。一方62～66% w.b.の米飯水分域においては、米飯水分の増加とともに米飯の粘着力が減少した。このように米飯の粘着力が凸型の挙動を生ずる機構は不明であるが、米飯水分が約62% w.b.を境界に大きく変化しているものと推察される。

図4に米飯水分が米飯の硬度に及ぼす影響を示した。米飯水分の増加とともに米飯の硬度が減少した。これは、注水量の増加とともに米飯の動的弾性率が減少するとした吉井ら<sup>18)</sup>の報告と一致し

表1 テクスチャ測定における精白米の炊飯方法

Table 1 Method of rice cooking for texture measurement

| Sample                | Process condition |             |             |             |             |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                       | Soaking           | Heating     | Steaming    | Holding     | Measuring   |
| Milled rice 20g       | Temp. 30°C        | Rice cooker | Rice cooker | Temp. 30°C  | Room Temp.  |
| Water 28,32,36,40,44g | Time 60 min       | Time 14 min | Time 14 min | Time 50 min | Time 10 min |

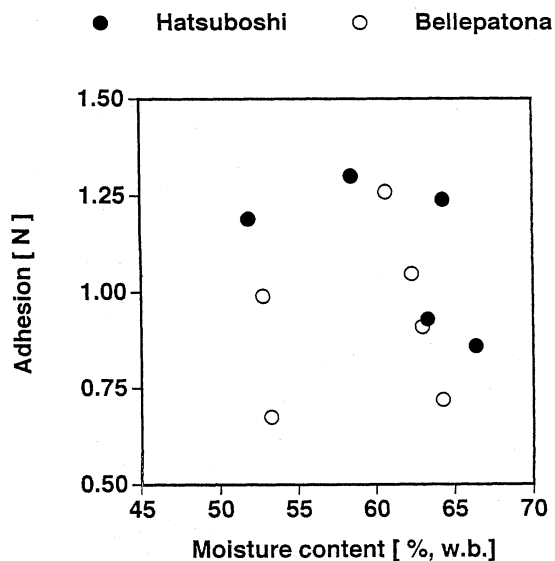


図3 米飯水分が米飯の粘着力に及ぼす影響

Fig. 3 Effect of moisture content in cooked rice on adhesion of cooked rice

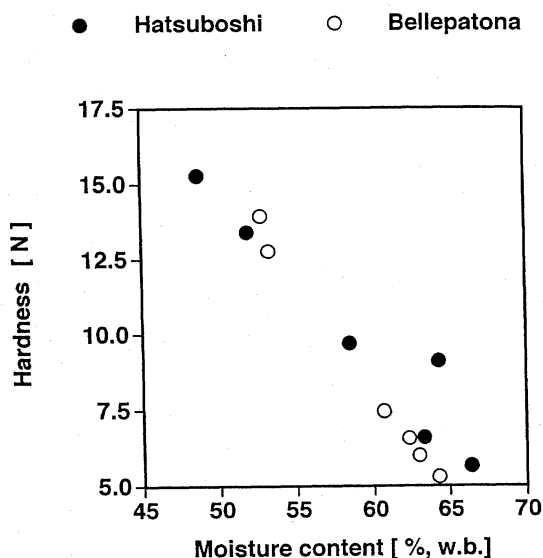


図4 米飯水分が米飯の硬度に及ぼす影響

Fig. 4 Effect of moisture content in cooked rice on hardness of cooked rice

ている。米飯粒においては細胞壁が弾性的な性質を示し、糊化澱粉が粘性的な性質を示すことを渋谷<sup>19)</sup>が指摘している。したがって水分の低い米飯においては、炊飯による細胞壁の崩壊が少ないため米飯の硬度は高い値を示す。そして米飯水分の

増加とともに細胞壁の崩壊が進み、糊化澱粉の割合が増加するために米飯の硬度が減少するものと推察される。

上記のように、米飯粒内における残存細胞壁や糊化澱粉の割合が米飯の硬度に関与する要因と考えられてきた。一方、プローブ表面と米飯表面との界面の挙動が米飯の粘着力に影響していると思われる。このように米飯の硬度に関与している要因と米飯の粘着力に関与している要因が異なっていると考えられる。

米飯に水分を62~65% w.b.有していると美味しいご飯とされ<sup>5)</sup>、したがって米飯テクスチャを水分約63% w.b.で測定することが望ましい<sup>12)</sup>とされている。これらの指摘は、米飯の粘着力を最大にする米飯水分が約62% w.b.となった本研究の結果と一致している。このことから米飯水分を63% w.b.に加工作成して各種米飯のテクスチャを測定することにより、テクスチャを主体とした米の品質評価が可能であると考えられる。

## 2. インド型米および日本型米の炊飯加工特性

供試したインド型米および日本型米の精白米の含水率およびアミロース含量を表2に示した。精白米の含水率は、12.0~14.9% w.b.の範囲に分布した。また供試精白米のアミロース含量は、13.8~27.7% d.b.であった。アミロースによる米の分類<sup>8)</sup>によると、アミロース含量が12.1~20.0% d.b.の米は低アミロース米であり、20.0~25.0% d.b.の米は中アミロース米であり、25.0% d.b.以上の米は高アミロース米である。供試した日本型米が低アミロース米、インド型米が中および高アミロース米と見なされる。

インド型米について注水重量と米飯の含水率と

表2 精白米の水分ならびにアミロース含量  
Table 2 Moisture and amylose content in milled rice

| Variety      | Moisture content [% w.b.] | Amylose content [% d.b.] |
|--------------|---------------------------|--------------------------|
| Koshihikari  | 14.9                      | 13.8                     |
| Akitakomachi | 12.0                      | 15.4                     |
| Kiyonishiki  | 12.4                      | 18.0                     |
| Khazer       | 12.6                      | 21.6                     |
| Sephet       | 13.1                      | 26.9                     |
| Amol         | 12.4                      | 27.7                     |

- Amol  $y = 47.53 \text{ Log}(x) - 8.40 \quad r = 0.982$   
 ● Sephet  $y = 55.82 \text{ Log}(x) - 20.74 \quad r = 0.985$   
 △ Khazar  $y = 51.14 \text{ Log}(x) - 14.88 \quad r = 0.992$   
 ■ Koshihikari  
 ◇ Akitakomachi  
 ▼ Kiyonishiki

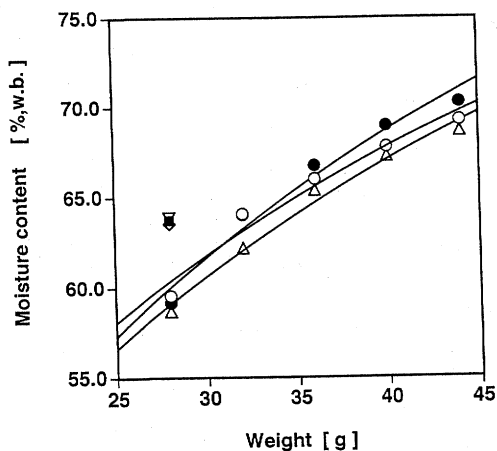


図5 加水重量と米飯水分との関係

Fig. 5 Relationship between weight of added water and moisture content in cooked rice

の関係を図5に示した。なお日本型米においては、少量炊飯法で定められた注水重量比（精白米20.0g：蒸留水28.0g）で概ね水分63% w.b.の米飯を得た。しかしインド型米を日本型米と同じ条件で加工すると、米飯の水分は60% w.b.を下回った。このようにインド型米米飯の水分は、日本型米の米飯水分と大きく異なること、さらにインド型米3品種はともに注水重量の増加とともに増加することが確認された。

一般的にインド型米は日本型米よりアミロース含量が高いため、糊化開始温度と糊化終了温度が高いことが知られている<sup>3)</sup>。そのため同一の注水量で両者を炊飯した場合、インド型米が日本型米に比較して、相対的に炊飯中に蒸発する水の量が多く、米粒中に吸収される水の量が減少するものと考えられる。

先に、同一品種においても、米飯水分が米飯テクスチャ特性に大きく影響するため（図3、図4）、米飯水分を一定として米飯テクスチャを測定する必要性を指摘した。

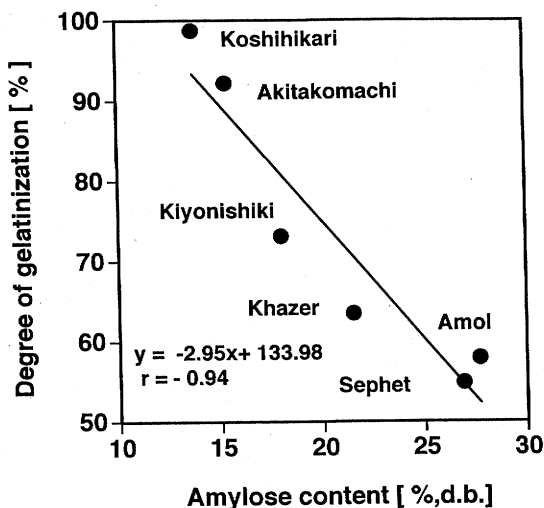


図6 精白米のアミロース含量と米飯の糊化度との関係

Fig. 6 Relationship between amylose content in milled rice and degree of gelatinization of cooked rice

そこで図5のプロットを対数近似して米飯水分が63% w.b.となる注水重量を推定した。これによるとAmolが31.5g, Sephetが32.0g, Khazarが33.0gであった。このようにインド型米の米飯を水分63% w.b.に加工するためには、日本型米と比べて注水重量を多くする必要があることが分かった。

これまでの結果をうけて、水分が63% w.b.となるように米飯粒を加工し、米飯の糊化度と精白米のアミロース含量との関係を図6に示した。アミロース含量の高い精白米は米飯の糊化度が低かった。糊化度を指標とした米飯品質の評価において、官能的には米飯の糊化度が90%以下であると硬さとはぼそ感のため品質的には許容できなくなる<sup>15)</sup>。2つの日本型米品種は、90%以上の糊化度を示したが、インド型米の糊化度は、日本型米の値を大きく下回るものであった（図6）。

### 3. 加熱吸水率および糊化度と米飯テクスチャとの関係

インド型米および日本型米の加工特性をもとに水分含量が63% w.b.となるように加工した米飯粒の硬度と米の加熱吸水率との関係を図7に示した。

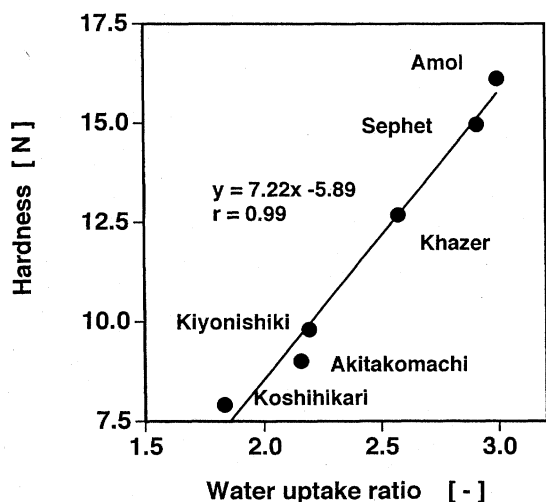


図7 加熱吸水率と米飯の硬度との関係

Fig. 7 Relationship between water uptake ratio and hardness of cooked rice

炊飯特性試験による加熱吸水率を求めるとインド型精白米は、自重の2.5～3.0倍の質量となった。一方、日本型精白米は、1.7～2.3倍に留まった。インド型米の加熱吸水率が日本型米の加熱吸水率より高いこと、インド型米の米飯の硬度が日本型米の米飯の硬度より高いことが分かった。さらに、加熱吸水率の高い精白米は米飯の硬度が大きいことが確認された。

米の加熱吸水率は、見かけの膨潤容積とともに米の釜殖に関係する指標<sup>2)</sup>である。よって釜殖の大きな米は、同一の水分となるように炊飯した際には米飯の硬度が高いといえる。換言すれば、加熱吸水率の高い米を水を制限して炊飯したことにより、米飯の硬度が高くなったと考えられる。上記の結果から、インド型米米飯が、日本型米米飯に比して一般的にかたいこと、さらに米飯の糊化度が90%以下であり、米飯品質として許容できる範囲を大きく外れていることが示された。

米飯粒に細胞壁などが多く残存している場合、米飯は弾性的な挙動を示す。これは、米飯水分の増加とともに米飯の硬度が減少することで裏づけられた。しかしここでは、米飯水分を一定として品種間の米飯のテクスチャを比較しており、米飯粒には一定量の水が含まれている。したがって米飯の水分以外の要因が米飯の硬度に影響している

と見なされる。

図8にテクスチャ測定後の米飯の糊化度と米飯の硬度との関係を示した。テクスチャ測定後の米飯の糊化度は、図6に示した蒸らし直後の米飯の糊化度に比べて Sephet, Khazer, キヨニシキの糊化度が増加し、Amol, コシヒカリ, あきたこまちの糊化度の減少が認められた。

テクスチャ測定において米飯の水分や糊化度などの性状を安定化するため米飯粒を30℃で50分間保持しても、米飯の糊化度が時間に依存して大きく変化した。これが、米飯テクスチャを再現性良く測定することを困難としている原因の一つと考えられる。

なお米飯の糊化澱粉は、蒸らし直後から減少する。図6と図8における結果を照合すると、本方式による糊化度を指標として、蒸らし直後の米飯と30℃で50分間保持した米飯の糊化度の違いを適正に評価することは困難であると思われる。このことから、糊化度を指標として、炊飯直後の米飯の変化を追跡するためには、方法を再検討する必要がある。

図8において、糊化度の高い米飯は硬度が低いことが確認された。糊化度の高い米飯は炊飯による細胞壁の崩壊が多いと考えられることから、米粒内に残存している細胞壁が米飯の硬度に大きく関与しているものと推察された。これは米飯粒の

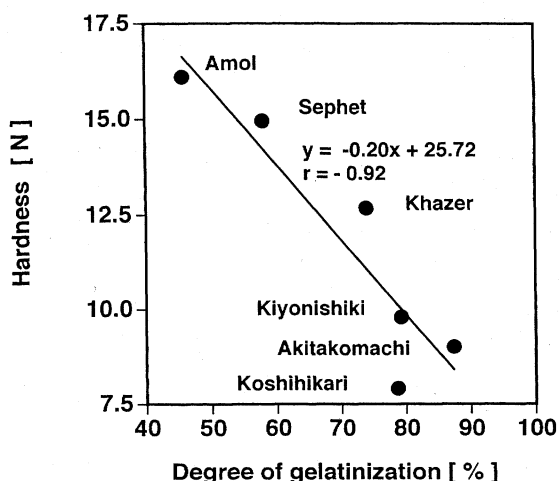


図8 米飯の糊化度と米飯の硬度との関係

Fig. 8 Relationship between degree of gelatinization and hardness of cooked rice

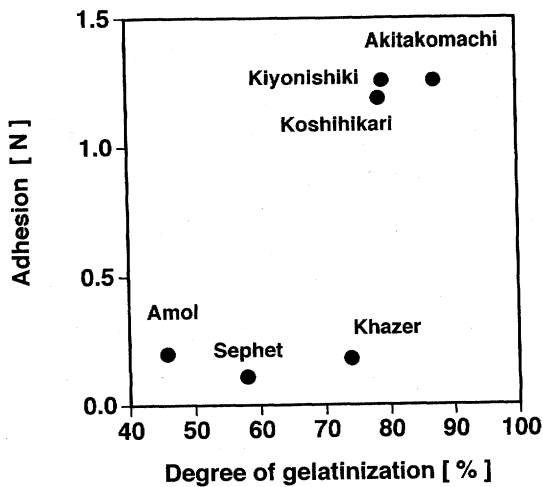


図9 米飯の糊化度と米飯の粘着力との関係

Fig. 9 Relationship between degree of gelatinization and adhesion of cooked rice

糊化澱粉の割合と米飯の硬度との係わりを明確に示すものであり、加熱吸水率および糊化度を指標として米飯の硬度を代表し得ることが示された。

米飯の糊化度と米飯の粘着力との関係を図9に示した。図3で示した日本産のインド型米 Bellepatona と比較すると、イラン産のインド型米の粘着力は、低かった。これは、Bellepatona が日本で栽培されたため、栽培環境がその品質に大きな影響を及ぼし、その結果 Bellepatona がインド型米であるにもかかわらず日本型米に近い品質を持ったためと推察される<sup>10)</sup>。

インド型米および日本型米による米飯の糊化度と粘着力との関係においては、糊化度が80%以上で米飯の粘着力が急激に増加した。このことから米飯水分を63% w.b.とした場合、米飯粒内の糊化澱粉の増加とともに米飯の粘着力が増し、糊化澱粉の割合が80% 前後で米飯の粘着力が顕著に変化する可能性があることが分かった。

## V 結 言

インド型米および日本型米の炊飯加工特性を検討した。定められた炊飯手順に基づき水分を63% w.b.とした米飯でインド型米ならびに日本型米のテクスチャを測定した。

米飯の水分および糊化度と米飯テクスチャとの関係を検討した結果、米飯粒において糊化澱粉の

割合が高いものは米飯の硬度が低下することが分かった。また、米飯粒内の残存細胞壁などが米飯の硬度増加に大きく影響するものと推察された。これにより加熱吸水率および糊化度を指標としてインド型米や日本型米の米飯の硬度を代表することが可能であることを導いた。この結果は、米飯テクスチャを指標とした米の品質評価技術の一つの指針となるものと考えられる。

〔謝辞〕 米飯の糊化度の測定に関する技術習得にあたっては、元茨城県立女子短期大学の故松永曉子教授に御指導頂きました。記して謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) Batcher, O.M., P.A. Deary, E.H. Dawson: Cooking quality of 26 varieties of milled white rice, *Cereal Chemistry*, 34, 277-285, 1957
- 2) 竹生新治郎, 岩崎哲也, 谷 達雄: 米の炊飯嗜好特性に関する研究 (第1報), *栄養と食糧*, 13(3), 137-140, 1960
- 3) 竹生新治郎, 谷 達雄, 堀内久弥: 穀類澱粉の性状に関する研究 (第3報), *日本農芸化学会誌*, 32(4), 268-272, 1958
- 4) 遠藤 勲, 柳瀬 肇, 竹生新治郎: 米飯の食味評価の簡易化のためのテクスチュロメータ用付着性強調アームの製作ならびに標準アームとの比較, *日本食品工業学会誌*, 27(2), 92-97, 1980
- 5) 平田孝一: 大型炊飯装置について, 米飯の技術とその利用, *穀工業技術会*, 345, 1990
- 6) 稲津 脩: 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究, *北海道立農業試験場報告*, 66, 10-13, 1988
- 7) Juliano, B.O.: A simplified assay for milled rice amylose, *Cereal Science Today*, 16(10), 334-338, 1971
- 8) Juliano, B.O., C.P. Villareal: Grain quality evaluation of world rice, *International Rice Research Institute*, P.O. Box 933, Manila 1099, Philippine, 1993
- 9) 貝沼圭二, 松永曉子, 板川正秀, 小林昭一:  $\beta$ -アミラーゼ-ブルナーゼ (BAP) 系を用いた澱粉の糊化度, 老化度の新規測定法, *澱粉科学*, 28(4), 235-240, 1981
- 10) 木村俊範, 清水直人, 吉崎 繁, 種谷真一: 米質評価における米飯のねばりに関する実験的研究 (第1報), *農業施設*, 27(1), 3-10, 1996
- 11) 日本食品工業学会, 食品分析法編集委員会: 食品分析法, 光琳, 42, 1982
- 12) 大坪研一: ポストハーベスト技術 (細川 明 編), 穀物の収穫後処理技術高度化研究会, 481-484, 1994
- 13) 岡留博司, 豊島英親, 大坪研一: 米飯一粒による高度米飯物性測定法の開発 (第1報), *日本食品科学工学会誌*, 43(9), 1004-1011, 1996
- 14) 乙部和紀, 内藤成弘, 杉山純一, 菊池祐二: 米飯の動的粘弾性と官能評価, *日本食品科学工学会誌*, 42(10), 748-755, 1995

- 15) 鳥羽 茂：テイクアウト食品，米の科学，朝倉書店，164，1995
  - 16) 辻昭二郎：米飯のテクスチャの米粒レベルでの2点測定法と食味と関係するパラメータ，日本食品工業学会誌，27(6)，265-269，1980
  - 17) 山縣一郎，安藤光夫，柳瀬 肇：米の食味評価装置(食味計など)の試験結果，精米工業，123，10-20，1990
  - 18) 吉井洋一，乙部和紀，杉山純一，有坂将美，菊池祐二：動的粘弾性測定による米飯の品種特性の解明，日本食品工業学会誌，40(4)，236-243，1993
  - 19) 渋谷直人：米の細胞壁の化学構造と品質，日本食品工業学会誌，37(9)，740-748，1990
  - 20) Szczesniak, A.S.: Classification of texture characteristics, Journal of Food Science, 28, 385-389, 1963
- (原稿受理：1997年3月12日・質問期限：1998年1月31日)

## ＜新しい出版物＞

### 農業機械革新技術調査報告書

編集・発行 農業機械学会 A4版 3冊セット価格 9,600円(送料込)

我が国の農業は21世紀に向けて大きく変貌しようとしている。農業生産の場における生産費の低減，農産物の高付加価値化を飛躍的に推進する必要がある，そのためには革新的な技術を利用した機械化農業システムを構築しなければならない。

本事業は日本農業機械工業会からの委託により当学会が3年間にわたって実施したもので，平成2年度は西暦2000年に向けての革新技術開発の可能性に関する調査を行い，西暦2000年における日本農業の構造，機械化の方向を予測設定するとともに，これを支える農業機械・施設技術を摘出した。

平成3年度は2000年に向けて，世界の小規模農業の機械化を促進するための革新技術を，海外における多数の文献資料により調査し，重要度あるいは革新性が高いと思われる技術を摘出した。

さらに平成4年度は前年度，前々年度の調査結果を踏まえて，21世紀へ向けてわが国の農業機械を飛躍的に発展させるため，革新技術を取り入れた新しい農業機械化システムを設定し，この中で革新的技術のあり方，進め方等を検討した。

本報告書が今後の機械開発の貴重な資料となり，日本農業に大きく貢献することが期待される。

#### 平成2年度 農業機械分野の革新技術に関する調査研究(297頁 4,000円)

将来の農業と機械化の方向(政府・団体・学会・有識者の施策・提言・予測)

国内の農業機械研究の現状と将来に関する調査(アンケート調査・資料調査の結果)

海外の農業機械研究の現状調査(動力・農作業機械・機械化，施設・ポストハーベスト技術)

低コスト農業機械化のための技術(低コスト機械の開発，効率的利用，未機械化作業の機械化)

農産物の品質向上のための農業機械技術(バイオ・新品種，栽培技術，高品質収穫・調製技術)

農産物の付加価値増加のための技術(予冷・貯蔵・流通技術，加工技術，機能性食品と技術)

環境・省資源のための農業機械技術(農薬肥料，畜産廃棄物，代替エネルギー，環境保全改善技術)

農業機械化のための情報技術(AI・エキスパートシステム，営農計画支援システム，情報通信)

#### 平成3年度 農業機械分野の革新技術に関する調査研究(海外版)(277頁 4,000円)

海外の農業機械技術の動向(農業機械化の発展，環境保全，インテリジェント化)

エネルギー・原動機・車両(エネルギー関連技術，ディーゼル機関性能改善・排気浄化，車両)

栽培・管理用機械(普通作・果樹・野菜生産管理用機械)

収穫用機械(穀物・園芸作物・その他の収穫機)

農産機械および農産加工技術(農産機械，乾燥貯蔵施設，果実・野菜選果貯蔵施設，品質，流通)

農業情報技術(データベース，AI，エキスパートシステム，支援システム，通信ネットワーク)

#### 平成4年度 革新技術による農業機械化システム(255頁 4,000円)

穀類生産システム(水稻移植栽培，水稻直播栽培，麦，大豆)

野菜生産システム(高冷地・露地キャベツ，キュウリ，ダイコン，バレイショ，カンショ)

果樹生産システム(急傾斜地・緩傾斜地・平坦地カンキツ，リンゴ)

飼料生産・家畜飼養管理システム(牧草，トウモロコシ，調製貯蔵，飼養・搾乳・ふん尿処理)