

## 総説特集 おいしさの基礎、開発、マーケティング - 5

## 米飯のおいしさに関する要因\*

丸山 悦子\*\*

(奈良女子大学・生活環境学部)

米飯のおいしさを決定する要因として、各種の低分子呈味物質があげられる。これについては、各種糖、遊離アミノ酸、無機質などがあげられているが、この他に米の主な組成であるでんぷんの物理的な性質が重要であり、とくにでんぷんの構成要素としてアミノ酸が占める役割は微妙で、かつ大きいと推定される。食味評価の方法についても種々検討されているが、新しい方法の展開が待たれる。炊飯の機構を明らかにした上で、米飯のおいしさに寄与する味の発現に焦点をあてた。

キーワード：おいしさ、物理化学的な味、米飯、評価、テクスチャー

## はじめに

飽食の時代を経て、生活習慣病が社会的問題となり、日本型食事が見直されている。米は古来から日本人の命の糧として欠くことのできない食糧であるが、近年では米の高品質化や嗜好性が求められており、米飯は主食としてふっくらとして粘りや弾力性があるなど飽きない独特のおいしさが要求されている。食物の味は五感、すなわち視覚、味覚、嗅覚などの化学味のほかに触覚、聴覚による物理的な味が評価因子になっていることが多く、多成分が複雑に組み合わさった不均一な分散系であるといわれ、様々な物理化学的な特性を示す。米飯のおいしさに関わる要因を図1に示した。

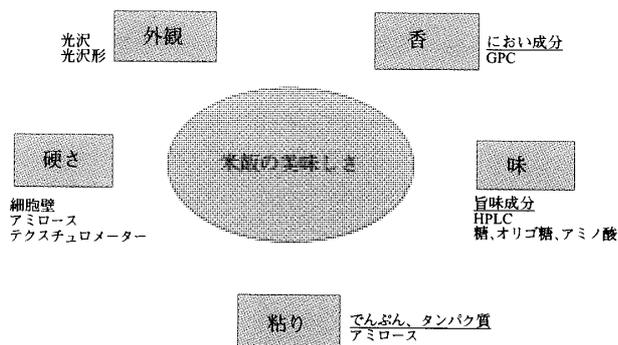


図1 米飯のおいしさの評価。

一方、米の呈味成分には炭水化物やたんぱく質の分解した遊離糖、遊離アミノ酸、脂肪酸や無機質などが知られているが、これに組織構造が関与し、これがご飯特有の粘りのある食感を示している。本研究では米飯のおいしさを組織や品種と評価法、炊飯条件や加熱の普遍的なメカニズム、米、酵素との関係、炊飯による味の発現などを紹介する。

## 1. 米の組織・品種

米の主成分は炭水化物で約75%、たんぱく質が約7%、脂質が約1%であるが、わずかに含有される細胞壁は繊維として0.3%含有され、これはヘミセルロース、セルロース、ペクチンから成り、分離したでんぷんが加熱により吸水すると約30倍に容積が増加するのに対し、米粒内にあるでんぷんはわずかに2.5倍に膨潤する。米粒の形態はインデイカ米とジャポニカ米では背腹経線の長軸と短軸の比はジャポニカで1.7前後、インデイカ米で3.0前後が多く、この比が2.0以下では丸く、2.5以上になると長くみえ、ホシユタカは3.0で長軸に長いことを示している。米粒はイネ科に属し、胚乳部を白米では食用にしている。胚乳部の内部は米粒中心部から放射状にでんぷん貯蔵細胞が並び、このでんぷん細胞は40X100平方ミクロンで、この中には2~9ミクロンの小さい

\*Received June 20, 2001; Accepted July 5, 2001.

Possible factors to decide the taste of cooked rice.

\*\*Etsuko Maruyama, Faculty of Human Life and Environment, Nara Women's University, Kita Uoya Higashi, Nara 630-8506, Japan; e.maruyama@cc.nara-wu.ac.jp, Fax +81-742-20-3499

でんぷん粒が複粒をなして詰まっている。この細胞の集まりをアミロプラストとよんでいる。米粒の横断面をナチュラル SEM で顕鏡すると、でんぷんの配列は硬質米や世界の米では中心から外側に向って、放射状かつ同心円状に層をなしているのが観察された。コシヒカリなどの軟質米は背腹経線にそって、細胞が内部では平行に、外側では放射状に広がっているが、でんぷん細胞の形や大きさは均一ではない。

## 2. 米飯のおいしさの評価

炊飯によって米の外層部の細胞壁が崩壊するが、この崩壊の程度が大きいほど、軟らかく、粘りのある米飯になる。糊粉層はタンパク質や脂質が多く、胚乳部にはでんぷんが多く<sup>3)</sup>、アミロースやアミロペクチンの分布も異なっている<sup>4)</sup>。米の食味評価については米の組成が炊飯時にどのように変化をうけるのかを調べ、炊飯特性を明らかにした竹生らの研究<sup>5)</sup>があり、農水省による官能検査と理化学的測定が行われている。竹生らの方法は炊飯特性の加熱吸水率と膨張容積、アミログラムによる糊化開始温度とブレイクダウン、テクスチャー特性によるご飯の硬さや粘りの要因が食味の約72%寄与しているとされ、この6つの項目の測定が行われている。最近では各種機器による判定が日進月歩で研究されている。

表1<sup>6)</sup>は著者らの行ったものであるが、竹生の方法により、国産米13品種を使用して、官能検査をおこない、食味の総点と米の炊飯特性、アミログラムによる粘度特性、テクスチュロメーター特性による硬

さ、粘りを測定した。このように官能検査では秋田、宮城産のササニシキ、コシヒカリのような食味のよい米はやや値が小さいことを示している。また総合評価の高い米はアミログラム特性の糊化開始温度が低く、最高粘度が高く、試料間および品種間でいずれも有意差が得られた。米に過剰の水を加えて何倍に膨潤するかを調べた加熱吸水率や膨張容積ではジャポニカ米で低く、インディカ米がやや大きく、またヨード呈色度が高く、アミロース含量が大きく、タンパク質含量もインディカ米が多いことを示している。

### 2.1 化学的要因

米飯の物性を左右し、食感に影響する主成分はでんぷんである。米の主成分であるでんぷんは図2に示したように $\alpha$ -1,4結合をして直鎖状に連なったグルカンであるアミロースとこの結合が $\alpha$ -1,6結合の箇所では枝分かれしたアミロペクチンの2種類で構成され、二国らによる<sup>7,8)</sup>と房状の規則正しいミセルを形成している。米にはアミロペクチンが約80%で、アミロースが約20%を占めており、このアミロースが炊飯時の粘度特性や炊飯特性に大きく影響し、粘りや硬さを決める上で重要な働きをしている。アミログラムは一定速度で加熱を行い、糊化や老化の過程での粘度変化を調べることができる。糊化開始温度はインディカ米がやや高く、最高粘度が小さく、このような数値と官能検査による硬さや粘りに有意な相互関係がみられた。

おねばのオリゴ糖をペーパークロマトグラフィー<sup>9)</sup>

表1 米飯の官能検査と物理化学的測定値。

|               | I(H)  | S(A)  | S(M)  | K(U)  | K(F)  | N(F)  | N(T)  | N(S)  | M(M)  | F(N)  | A(N)  | M(N)  | E(N)  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 官能検査          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 食味総点          | 10    | 28    | 23    | 17    | 4     | 11    | 14    | 0     | -16   | 16    | 20    | 9     | 12    |
| 外観            | -20   | 26    | 6     | 19    | 13    | 13    | 3     | 0     | -2    | -4    | 10    | 10    | 6     |
| 香             | -13   | 33    | 25    | 21    | 2     | 10    | 9     | 0     | -30   | 6     | 24    | 24    | 21    |
| 味             | -5    | 32    | 22    | 16    | 1     | 9     | 11    | 0     | -21   | 23    | 22    | 8     | 18    |
| 粘り            | -12   | 16    | 31    | 6     | 8     | -1    | 6     | 0     | 2     | 11    | 21    | 9     | 16    |
| 硬さ            | 11    | -8    | -42   | -15   | -19   | -4    | -1    | 0     | -29   | -1    | -1    | -16   | -20   |
| 米アミロース(%)     | 23.5  | 20.0  | 16.3  | 19.5  | 16.5  | 22.5  | 21.0  | 20.0  | 19.5  | 21.3  | 22.5  | 17.5  | 22.3  |
| 米タンパク質(%)     | 8.1   | 6.8   | 10.02 | 7.3   | 9.8   | 7.2   | 6.3   | 7.4   | 10.2  | 5.6   | 8.7   | 7.2   | 6.2   |
| 炊飯特性          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 加熱吸水率         | 3.75  | 3.00  | 3.29  | 2.93  | 3.09  | 2.97  | 2.92  | 2.96  | 2.95  | 2.93  | 2.93  | 3.00  | 2.97  |
| 膨張容積          | 31.4  | 33.3  | 33.3  | 33.6  | 32.3  | 33.1  | 34.2  | 34.4  | 31.7  | 33.1  | 32.0  | 33.4  | 33.3  |
| pH            | 6.42  | 6.49  | 6.47  | 6.18  | 6.32  | 6.34  | 6.28  | 6.50  | 6.42  | 6.35  | 6.42  | 6.46  | 6.46  |
| 炊飯液のヨード呈色     | 0.22  | 0.20  | 0.18  | 0.14  | 0.12  | 0.19  | 0.17  | 0.15  | 0.16  | 0.18  | 0.23  | 0.21  | 0.22  |
| 溶出固形物         | 0.53  | 0.54  | 0.46  | 0.49  | 0.43  | 0.51  | 0.46  | 0.41  | 0.44  | 0.47  | 0.54  | 0.52  | 0.56  |
| アミログラム特性      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 糊化温度(°C)      | 88.0  | 85.5  | 83.5  | 85.0  | 83.5  | 85.0  | 86.0  | 86.0  | 85.0  | 87.5  | 84.5  | 85.5  | 86.5  |
| 最高粘度(B.U)     | 236   | 290   | 445   | 365   | 455   | 430   | 340   | 355   | 320   | 305   | 330   | 250   | 240   |
| ブレイクダウン       | 35    | 50    | 130   | 85    | 105   | 100   | 80    | 80    | 60    | 60    | 75    | 50    | 40    |
| コンシステンシー(B.U) | 295   | 275   | 310   | 260   | 305   | 360   | 345   | 305   | 310   | 300   | 320   | 295   | 290   |
| テクスチュロメーター特性  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 硬さ(H)         | 13.58 | 10.88 | 9.72  | 10.88 | 10.50 | 12.74 | 12.67 | 12.67 | 12.67 | 12.13 | 12.79 | 11.71 | 12.92 |
| 粘り(A)         | 6.55  | 7.28  | 6.53  | 7.06  | 6.44  | 6.53  | 9.33  | 8.78  | 8.33  | 7.58  | 7.56  | 6.11  | 7.28  |
| 凝集性           | 0.49  | 0.52  | 0.51  | 0.52  | 0.49  | 0.50  | 0.52  | 0.52  | 0.55  | 0.45  | 0.49  | 0.50  | 0.49  |
| H/A           | 2.07  | 1.49  | 1.52  | 1.54  | 1.63  | 1.95  | 1.36  | 1.44  | 1.46  | 1.69  | 1.55  | 2.11  | 1.63  |

## 米飯のおいしさに関する要因

により調べた結果、表2のように食味の良い米はグルコース、マルトース、スクロース、マルトトリオースなどが多量に含まれていることが明らかになった。とくにスクロースやマルトースは米飯の甘みとして主要な成分であると考えられる。

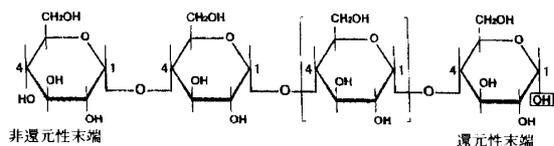
これをHPLCで糖の定量した<sup>6)</sup>ところ、食味良好米はグルコース、スクロース、フラクトースなどが多く、このグルコースは生米には少ないが、米飯ではでんぷんの分解により生成され、食味の良い米飯には多量に含まれていることを示した。たんぱく質含量が多いと米飯は硬く、食味は劣る。

## 2.2 物理的要因

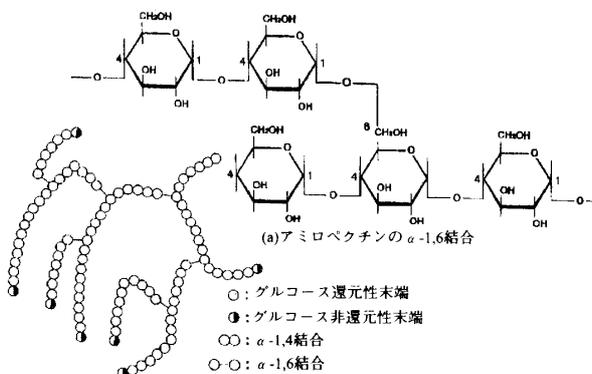
食品のテクスチャー、とくに米飯の物理的性質には多くの解決しなければならない問題が残されている。粘性、弾性などの流動特性はフォークト理論、

マックスウェル理論により、裏づけられている。物性測定器にも多種あり、各種粘弾性測定器が汎用されている。

テクスチュロメーターのパラメーターは試料の選定において必ずしも、一定の値を得るとはいえず、物理的常数ではないが、人の咀嚼時における食感をシュミレートすることにより、機械的、官能的歪みの大きさをkg重単位で表している。米粒内のでんぷんは白米の70~80%を占め、でんぷんのもつ粘性や硬さ、膨潤性、溶解性などはでんぷんのアミロース、アミロペクチンの量比や両成分の結晶構造などとともに、米飯の物性に大きく関与する。竹生ら<sup>9)</sup>は日本国産米とインデイカ米のアミログラムを比較し、粘りの少ないインデイカ米は日本米に比べ、最高粘度、ブレイクダウンが小さく、糊化開始温度が高く、コンテンシーが小さい傾向がある。これらの数値は官能検査の結果と高い相関が得られている。米粒の溶出液の粘度も品種間で差異がみられる。著者らは米の品種別に溶出でんぷんに枝切り酵素を作用させ、アミロース部分の分子量分布について検討し、でんぷんの構造部分の違いを物性との関係から明らかにした<sup>13)</sup>。



(a)アミロースの直鎖構造



(b)アミロペクチンの分岐模式図

図2 でんぷんの基本構造。

## 3. 炊飯過程における米粒の変化

洗米や加水量などの調理条件の如何によって米飯はおいしくもなり、まずくもなる。<sup>11)</sup> 加水量を変えて、米飯の弾性率を測定し、米飯の応力と水分の関係から適正水分量を推定すると、水分64%あたりで交点となり、このあたりが経験的にも知られているように適正水分である。また直交配列による条件の割付<sup>12)</sup> を行い、浸漬温度を2水準、昇温速度を4水準、沸騰時の火力を強弱の2水準の計32水準で浸漬、

表2 液体クロマトグラフィーによる飯粒洗浄液中に糖の定量。

| 試料      | (μg/米g) |       |       |       |          |           |
|---------|---------|-------|-------|-------|----------|-----------|
|         | フラクトース  | グルコース | スクロース | マルトース | マルトトリオース | マルトテトラオース |
| あきたこまち  | 30.6    | 104.6 | 30.1  | 34.8  | 39.7     | 45.1      |
| コシヒカリ   | 17.7    | 115.2 | 32.1  | 39.0  | 43.7     | 5.2       |
| きらら397  | 21.7    | 107.3 | 21.0  | 11.1  | 11.6     | 16.2      |
| アスカミノリ  | 22.7    | 70.5  | 33.2  | 5.8   | 6.8      | 6.8       |
| ホシユタカ   | 25.9    | 49.3  | 18.9  | 6.3   | 6.3      | 6.1       |
| RINX-89 | 22.3    | 97.3  | 32.9  | 7.9   | 7.9      | 7.5       |
| AI-333  | 29.4    | 39.5  | 14.7  | 6.3   | 6.3      | 7.3       |

重量やテクスチャーを測定した結果を表3に示した。浸漬温度は体積や重量に相同作用がみられ、60℃浸漬による米飯では付着性が小さいことが明らかになった。炊飯条件と米飯の還元糖および糊化度との関係を図3に示した。

そこで浸漬温度や時間、昇温速度、沸騰時の火力などの要因の分析を行い、その結果を表4にあげた。

還元糖、飯のテクスチャーに有意差がみられ、昇温時と沸騰時の火力には相互作用がみられた。これレの設定した炊飯条件で、炊飯を行い、官能検査を行った結果を平均評点でみると図4のように、浸漬時間を除いて、温度は20℃に比べ40℃の方が、昇温速度はM、火力は弱が比較的最適条件であることが示された。官能検査の項目では総合評価、粘り、う

表3 浸漬・昇温がテクスチャーに及ぼす影響。

| 浸漬温度 (°C) | 浸漬時間 (分) | 昇温時間 (分) | 水分 (%)    | 重量 (倍)    | テクスチャー(R.U.) |              |              |
|-----------|----------|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|
|           |          |          |           |           | 硬さ           | 付着性 (×1/100) | 凝集性 (×1/100) |
| 20        | 0        | 6        | 60.0±0.3  | 2.23±1.00 | 1.81±1.2     | 20.8±5.2     | 41.7±2.8     |
|           |          | 10       | 59.8±0.8  | 2.30±1.08 | 16.9±1.2     | 22.5±6.0     | 40.5±2.6     |
|           |          | 15       | 62.7±0.3  | 2.32±1.04 | 16.9±2.0     | 21.3±4.4     | 40.4±3.3     |
|           | 30       | 6        | 61.1±2.3  | 2.28±1.14 | 16.7±2.0     | 20.5±6.6     | 39.3±2.8     |
|           |          | 10       | 61.6±2.2  | 2.31±1.15 | 15.0±1.7     | 21.9±8.0     | 41.7±2.8     |
|           |          | 15       | 62.7±1.2  | 2.33±1.13 | 14.2±1.0     | 20.8±7.1     | 40.4±2.6     |
| 60        | 6        | 59.8±1.6 | 2.30±1.08 | 16.8±1.8  | 29.8±4.7     | 41.1±2.7     |              |
|           | 10       | 60.8±1.4 | 2.31±0.53 | 16.3±1.3  | 24.1±4.4     | 42.4±3.0     |              |
|           | 15       | 61.3±2.5 | 2.33±1.10 | 15.6±1.6  | 29.4±6.3     | 44.2±2.7     |              |
| 40        | 10       | 6        | 59.2±0.8  | 2.29±1.08 | 16.1±2.1     | 28.5±9.8     | 43.2±3.2     |
|           |          | 10       | 61.8±1.9  | 2.32±1.09 | 15.1±1.9     | 30.0±8.4     | 42.3±3.5     |
|           |          | 15       | 62.2±1.2  | 2.34±1.17 | 14.9±1.8     | 29.9±9.0     | 43.5±3.0     |
|           | 30       | 6        | 59.6±3.2  | 2.27±1.02 | 16.1±1.2     | 20.7±8.3     | 41.2±4.6     |
|           |          | 10       | 62.4±2.8  | 2.32±1.09 | 16.1±2.1     | 20.0±6.0     | 39.0±1.7     |
|           |          | 15       | 63.6±0.5  | 2.35±1.05 | 15.2±1.5     | 24.4±3.7     | 42.7±3.5     |
| 60        | 6        | 61.8±2.1 | 2.28±0.52 | 15.5±1.3  | 19.8±7.3     | 40.3±2.8     |              |
|           | 10       | 62.7±2.0 | 2.32±0.73 | 14.5±1.2  | 21.0±8.1     | 41.1±4.1     |              |
|           | 15       | 63.1±1.8 | 2.34±0.87 | 14.4±1.6  | 24.2±7.3     | 41.2±3.9     |              |
| 60        | 10       | 6        | 60.8±0.6  | 2.28±1.11 | 16.5±1.4     | 25.2±2.5     | 43.7±2.1     |
|           |          | 10       | 62.3±2.8  | 2.32±1.15 | 14.8±1.1     | 29.6±8.0     | 40.0±3.4     |
|           |          | 15       | 63.3±2.7  | 2.34±1.16 | 15.1±1.7     | 31.3±6.5     | 43.5±2.9     |
|           | 20       | 6        | 61.4±1.2  | 2.30±1.12 | 17.2±1.6     | 21.7±8.9     | 42.0±4.4     |
|           |          | 10       | 62.3±1.6  | 2.31±1.13 | 15.8±1.4     | 26.3±8.2     | 41.6±2.0     |
|           |          | 15       | 63.9±1.6  | 2.36±1.17 | 15.1±1.3     | 27.7±6.9     | 42.1±3.1     |
| 20        | 6        | 62.3±1.6 | 2.30±1.09 | 16.4±0.8  | 21.7±5.8     | 40.8±2.8     |              |
|           | 10       | 62.5±1.3 | 2.32±1.15 | 16.3±2.3  | 23.4±8.0     | 43.5±2.1     |              |
|           | 15       | 62.3±0.8 | 2.35±1.17 | 16.0±2.5  | 25.8±9.7     | 41.5±3.7     |              |

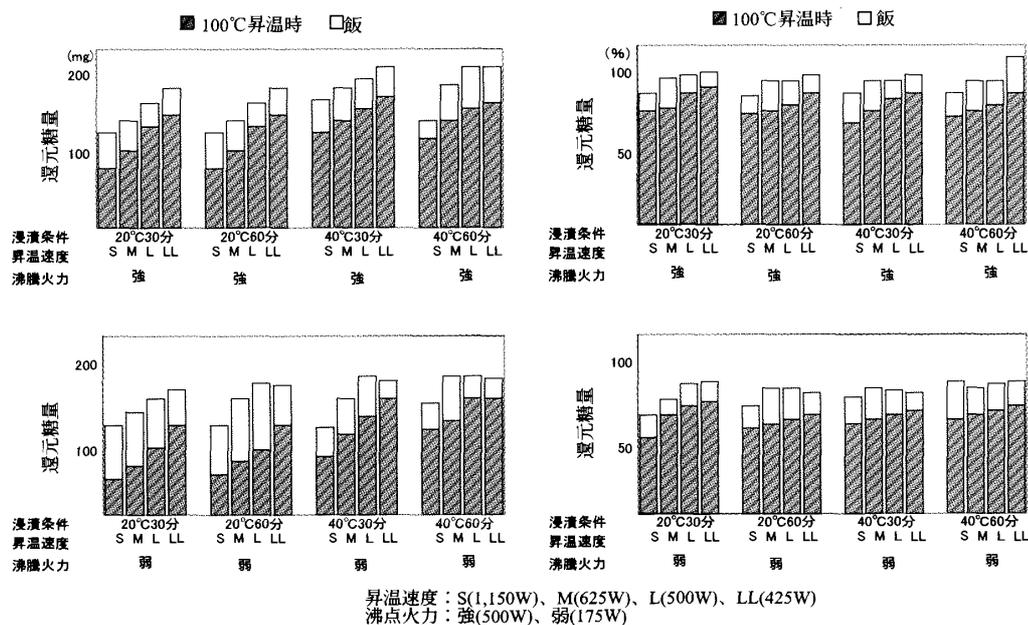


図3 炊飯条件の異なる飯の還元糖および糊化度。

米飯のおいしさに関する要因

ま味、硬さに有意差がみられた。昇温速度が速やかなときは炊飯時間が短く、米飯の硬さは大きく、付着性は小さく、還元糖の生成量や糊化度に有意差がみられた。

炊飯は米と水のみでのクッキングであり単純な系であるため、加熱方法が直接おいしさに関わる炊き干し法が行われている。そこで、加熱条件を変化させ、米飯の軟化を指標として、経時的に測定を行い、速度論的解析<sup>3,12)</sup>を行った。米2gに水を加え、一定時間加熱後、レオメーターでテクスチャーを測定し、軟化度の指標として硬さを測定することによって、

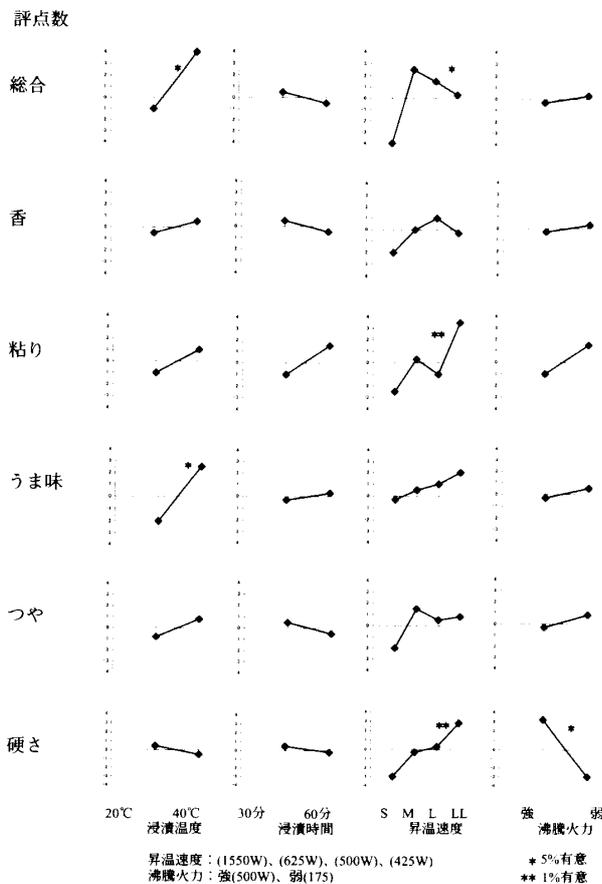


図4 官能検査結果。

110°C以下では20分~40分で一旦平衡に達し、40分以降の軟化はゆるやかになった。120°Cで最大値までの変化はゆるやかとなり、浸漬温度の影響では、高温浸漬の方が軟化は速やかで、浸漬温度の影響は90~110°Cあたりで顕著であった。調理時間と加熱温度との間には直線関係がみられたので、次に硬さの変化を1-x, logHで示した。それぞれの直線の勾配から変化点が得られた。

4. 炊飯による関与するでんぷんの分解酵素

米の生でんぷんは(β-でんぷん)は房状構造をしており、酵素の作用をうけにくい。図5に示したように、加熱により、ミセル構造が邂逅し、酵素作用を受け、粘りや透明度のある糊化澱粉(α-でんぷん)となる。一方、炊飯中にでんぷんが分解し、各種糖が生成されることを示したが、これを酵素と関係から検討するために冷水と70°Cででんぷんの溶出量を比べた。

70°Cでは分子量の小さい直鎖状の分子が抽出されるが、70°Cで溶出した糖を調べると、グルコースがスクロースの約3倍も多く、炊飯温度でグルコースへの分解が行われ、還元糖や全糖が増加したものと

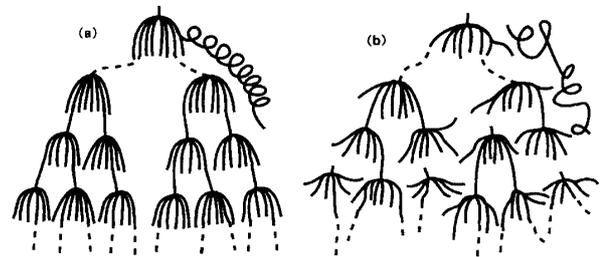


図5 α-でんぷんとβ-でんぷん。(二国, 1969)

- a: β-でんぷん(生でんぷん)の一部
- b: α-でんぷん(糊化でんぷん)
- A: 還元末端

表4 理化学的測定値の要因分析。

| 原因      | 炊飯に要した時間 | 沸騰時間     | 重量   | 体積   | 硬さ     | 蒸気口     | 還元糖     | 糊化度  |
|---------|----------|----------|------|------|--------|---------|---------|------|
| 試料      | 51.00**  | 34.39**  | 1.27 | 0.97 | 0.50   | 5.71**  | 6.96**  | 2.11 |
| 浸漬温度(A) | 0.19     | 1.63     | 1.63 | 3.08 | 2.44   | 0.09    | 0.25    | 1.32 |
| 浸漬時間(B) | 2.11     | 1.26     | 0.90 | 0.34 | 0.26   | 0.67    | 0.05    | 1.14 |
| 昇温速度(C) | 26.92**  | 15.96**  | 1.45 | 0.34 | 4.55** | 20.54** | 3.12**  | 0.02 |
| 沸騰火力(D) | 174.78** | 119.10** | 1.12 | 0.12 | 3.18** | 1.37**  | 17.23** | 1.97 |
| A×B     | 0.47     | 0.65     | 0.16 | 0.67 | 1.55   | 0.04    | 6.74    | 1.32 |
| C×D     | 7.68*    | 6.38*    | 0.12 | 2.31 | 4.29*  | 0.18    | 1.25    | 0.76 |
| A×B×C   | 0.47     | 0.38     | 1.15 | 0.67 | 0.43   | 0.24    | 0.61    | 0.69 |
| A×B×C×D | 0.52     | 0.78     | 0.78 | 2.31 | 0.10   | 0.18    | 2.95    | 1.22 |

危険率: \*\* 1% \* 5%

推定された。米粒から酵素を分離抽出し<sup>15,16)</sup>、酵素反応生成物をペーパークロマトグラフィーにより検出を行った。米から抽出した粗酵素を作用させることにより、G1, G2, G3, G4 からやや長い重合度をもつデキストリンまで分解され、米粒に存在する酵素の作用ででんぷんの分解が行われたことが確認された<sup>17)</sup>。米でんぷんを100℃、3時間加水分解を行うことによってでんぷんは全く分解されていないが、0.3N硫酸で酸分解を行うと、著しくでんぷんが分解され、酵素の作用による分解によることが明らかになった。生米と米飯ではグルコースやマルトース、トリオースなどの増加がみられ、これは主に $\alpha$ -グルコシダーゼによる分解でオリゴ糖が生成されたことを示すと推定された。

## 5. 飯粒溶出でんぷんの粘度と分子量分布

このように炊飯によるでんぷんの分解に酵素が重要であることを明らかにしたが、米飯は高分子と低分子物質が混合した不均一な分散系であるので、これだけでは説明が不十分であり、さらに高分子の示す物理的性質を解明しなければならない。次においしい米飯と低食味といわれる米飯の物理的性質を示す。

図6は米飯のテクスチャー・プロファイルによる咀嚼曲線を示した。A1は硬さ、A2は付着性、A1/A2は凝集性で、これは組織の壊れやすさを表している。魚沼産こしひかりのような良食味のものは飯粒中心部を調べると、第1ピークがやや小さく、軟らかいが、日本晴のような硬い食感の米飯は付着

性は小さく、凝集性は大であることを示した。

次に炊飯中に溶出するおねばの粘度測定を行い、炊飯中の温度別に粘度曲線を作成した。食味の良い米ほど粘性が大きく、みかけの温度の粘度を対数で示すと、コシヒカリでは40~70℃までの増加はほとんどみられないが、100℃、5分にかけてやや上昇し、100℃、20分で著しい粘度の増加がみられ、良食味米は低食味米に比較し、凝集構造がやや強いことが推定された。降伏値は100℃、20分ではきわめて著しい増加がみられた。

米でんぷんはグルコースが約300-3,000個をもつグルカンであることが知られている。おねばはどのくらいの分子量をもつのかを Malles HPLC システムを使用して調べた結果では高分子多糖が粘りの本体であり、重要な米飯の構造物質であることを推定した。

## 6. 粘りの発現

米飯の食味向上のため、圧力<sup>18)</sup> や酵素剤<sup>19)</sup> の使用などが行われ、粘りの発現に対してその効果が知られている。また、炊飯条件の中で浸漬温度をあげることで米飯の粘弾性が変わることを示したが、20℃と50℃浸漬による米飯では、50℃の方が周囲のおねばが少なく、弾性の強い米飯である。これらのおねばを集め、水溶性画分とアルカリ可溶性画分にかけて、全糖と還元糖を測定すると、20℃では全糖が多く、還元糖は50℃が多いことがわかる。浸漬温度の異なる米飯の表面を走査電顕で5,000倍で観察すると、高温浸漬により充分糊化されているように推

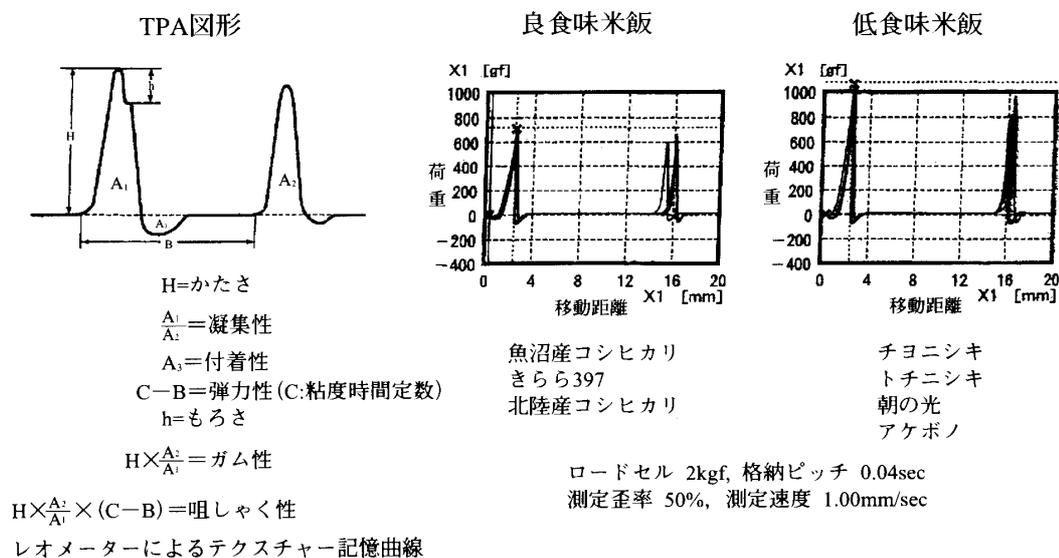


図6 TPA法による良食味米飯。

## 米飯のおいしさに関する要因

定された。また、各種酵素剤によって、米飯の軟化や粘りが増強され、食味が向上する。

## 7. おわりに

米飯のおいしさとは米の品種のもつ特性と炊飯による煮る・焼く・蒸すなどの過程を経て完成される。調和された美味はこの過程で米の物理的、化学的、組織学的変化を生じ、日本人が共通したおいしさが形成されることによる。さらには栄養価により修飾され、飽きない米飯の味が好まれている。

## 文 献

- 1) 竹生新次郎：米の科学. p.3, 朝倉書店 (1995)
- 2) 竹生新次郎：米の科学. p.32, 朝倉書店 (1995)
- 3) 松尾孝峯ほか：イネ学体制集. 第1巻, 形態編, p.67, 農文協 (1996)
- 4) 丸山悦子ら：応用糖質科学会講演集 (1998)
- 5) 竹生新次郎：米の食味. 全国米国協会 (東京) (1987)
- 6) 丸山悦子、東紀代香、梶田武俊：日本家政学雑誌 28 (4), 819. (1993)
- 7) 雑賀慶二：食品と科学 10, 8. (1990)
- 8) 二国二郎編：澱粉科学ハンドブック. p.16 (1995)
- 9) 丸山悦子、坂本薫、岡井紀代香：日本調理科学会誌 28 (4), 819-825 (1969)
- 10) 丸山悦子：未発表
- 11) 丸山悦子、坂本薫：日本家政学雑誌 43(2), 97-103 (1992)
- 12) 丸山悦子：日本調理科学会誌 24, 297-301 (1991)
- 13) 丸山ら：未発表
- 14) 丸山悦子、西千代子、宮田康子、梶田武俊：日本家政学雑誌 3, 253-258 (1961)
- 15) 丸山悦子、永曾康子、中西洋子、梶田武俊：日本家政学雑誌 3, 18-24 (1961)
- 16) 坂本薫、丸山悦子：澱粉科学 37 (1), 29-34 (1991)
- 17) 丸山悦子：未発表
- 18) 新井映子：第24回食品の物性シンポジウム要旨集 p.16 平成7年度
- 19) 丸山悦子：文部省科学研究費 (B) 一般研究. (平成9年度)

## &lt;著者紹介&gt;

丸山 悦子 (まるやま えつこ)氏略歴

1962年 3月 奈良女子大学家政学部食物学科卒  
 1962年 4月 大阪大学医学部生化学教室雇  
 1966年 3月 大阪大学教務員  
 1969年 3月 大阪大学医学博士取得  
 1970年 4月 奈良女子大学家政学部助手  
 1973年 4月 奈良女子大学家政学部講師  
 1975年 4月 奈良女子大学助教授  
 1993年 4月 奈良女大学生活環境学部教授、奈良女子大学人間文化研究科教授併任、  
 現在に至る

