

米飯評価のための新しい評価用語による「新形質米」の 食味特性プロファイルおよび用途適性*

内 藤 成 弘・小 川 紀 男

(農林水産省食品総合研究所)

1994年1月21日受理

要 旨:「新形質米」の心理的な品質を評価するために、「白度」、「つや」、「型崩れ度」、「かたさ」、「粘り」、「滑らかさ」、「香り」の7項目からなる「新しい食味評価用語体系」を用いて官能検査を行った。各項目については、基準試料と比較したときの「良い—悪い」や「好き—嫌い」ではなく、心理的刺激の大小、強弱を記録する分析型官能検査で評価した。

また、「新形質米」の用途適性を簡易な方法で把握するために、白飯を食味した後に各々の米の用途適性アンケートを行った。

そして、新しい評価方式による評価の再現性、項目間の相関および用途適性アンケート結果について検討し、妥当な結果を得ることができた。ここで、提案された食味評価用語体系は、「新形質米」ばかりでなく、一般の米の食味研究の場合にも十分適用できるものと思われる。

キーワード:官能検査, 米, 食味特性プロファイル, 食味評価, 「新形質米」, 単純格子方格, 不完備型実験計画法, 用途適性。

A New Evaluation System for Profiling Rice Eating Quality and Its Suitability: Shigehiro NAITO and Toshio OGAWA (*National Food Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan*)

Abstract: To evaluate the eating quality of a new variety of rice bred in the project named “New Characteristic Rice”, a new scoring system was developed, which was comprised of the following seven terms profiling eating quality of rice: “whiteness”, “gloss”, “sharpness of outline on a grain of cooked rice”, “hardness”, “stickiness”, “smoothness”, “flavor”. These variables fully describe the attributes of rice. The scoring form was designed to get information about the magnitude of sensational stimuli, so this method differs from the prevailing Japanese governmental official method (JGOM).

The question of overall evaluation in JGOM is also replaced by suitability for 11 existing rice dishes.

As a result, this scoring system gave reasonable profiling for all “new characteristic rice” and replicated of the practice of sensory experiment showed sufficient reproducibility.

The proposed profiling method may be useful for usual rice quality study.

Key words: Eating quality, Incomplete block design, “New characteristic rice”, Quality profile, Rice, Sensory evaluation, Simple lattice, Suitability.

農林水産省では米の新規需要開拓のためのプロジェクト研究として、1989年から「需要拡大のための新形質水田作物の開発」(スーパーライス計画)^{2,4,6)}を進めている。この中で、これまでの良食味米とは大きく異なる形質を持った米が次々と育成されてきている。例えば、もち米とうるち米の中間の性質を持ち、粘りの比較的強い「半もち米」、インディカとジャポニカの交配によって育成した細長く粘りの弱い米、香り米、粒の大きい米、粒の小さい米などで、これらの米を「新形質米」^{2,4,6)}と呼んでいる。

米の官能検査法としては、食糧庁方式を標準として、これに準じた方法が広く使われている。しかし、この方式は食味特性の「良い—悪い」あるいは「好き—嫌い」のような嗜好性に注目している所に特色がある。そのため先に述べたような多様な食味特性

をもった「新形質米」の食味特性プロファイルを行うという目的のためには不向きである。そこで、「新形質米」の持つ種々の特性を官能検査により的確に評価するために、食糧庁方式に代わる新しい官能検査法を開発する必要がある。

これまでに「新形質米」の品質特性や調理特性の研究の中で官能検査を行った報告はあるが^{1,5)}、官能検査方法そのものについて検討した報告はない。そこで、本研究では、「新形質米」の食味評価をするための官能検査法を提案し、実際の「新形質米」を加えた24種の試料米によって本方法による評価の妥当性を検討した。

材料と方法

1. 試料

平成2年に食品総合研究所に玄米で送付された、第1表に示す24種の試料米について、歩留まり

* 大要は、第194回講演会(1992年10月)において発表。

90%を目標にワンパス式精米機（佐竹製作所製）で搗精した。ただし、第2表に示すような5×5の単純格子方格³⁾に従って官能検査をするためには、基準試料以外に25種類の試料が必要なため、コシヒカリ、ササニシキは重複して2回試料として用いることにより25種類の試料を用意した。搗精した試料600gを電動洗米器（早川電機製，EM-374）で2分

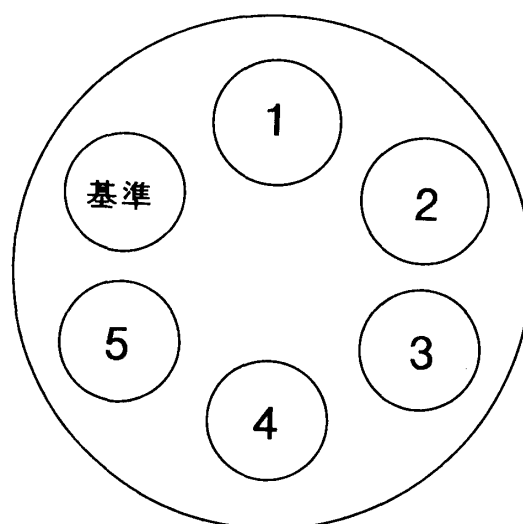
間洗米し、水を替えてさらに2分間洗米した。ざるに上げて水切りをした後、白米の重量比で1.4倍となるよう水を試料に加え1時間浸漬した。そして、電気炊飯器（日立製，RZ-1547）で炊飯し20分間蒸らした後、官能検査用試料としてパネルに供試した。

2. パネル

食品総合研究所職員15名をパネルとした。

3. 官能検査

官能検査は、平成3年11月から12月に掛けて、不完備型実験計画法のうち第2表に示すような5×5の単純格子方格³⁾に従って行った。各回とも農業研究センターで栽培した日本晴を基準にした。1回当たり5種類の試料米を15名のパネルで検査した。実際の試食時の試料の皿への盛り付けは第1図のようにした。評価項目は、米の食味特性にとって重要



第1図 試料の皿への盛り付け方。

第1表 試料名および栽培地。

| 試料名 | 栽培地 |
|-------------------|----------|
| 北海 240 号 | 北海道農業試験場 |
| 北海 268 号 | 〃 |
| 北海 269 号 | 〃 |
| キタカオリ（北海 270 号） | 〃 |
| 北海 271 号 | 〃 |
| 北海 272 号 | 〃 |
| はぎのかおり（東北 144 号） | 古川農業試験場 |
| 東北 148 号 | 〃 |
| ササニシキ | 〃 |
| 北陸 142 号 | 北陸農業試験場 |
| 北陸 147 号 | 〃 |
| オオチカラ | 〃 |
| ハバタキ | 〃 |
| キヌヒカリ | 〃 |
| コシヒカリ | 〃 |
| タカナリ（関東 146 号） | 農業研究センター |
| サリークイーン（関東 154 号） | 〃 |
| つ系 180 | 〃 |
| 関東 160 号 | 〃 |
| 関東 161 号 | 〃 |
| 日本晴 | 〃 |
| ホシユタカ | 中国農業試験場 |
| 西海 187 号 | 九州農業試験場 |
| 西海 191 号 | 〃 |

第2表 25種類の試料米の5×5単純格子方格への割り付け。

(1) 第1群のブロック配置

| | A | B | C | D | E |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1回目 | コシヒカリ | ハバタキ | 北海 268 号 | つ系 180 | 北海 272 号 |
| 2回目 | 関東 161 号 | ササニシキ | サリークイーン | 北海 269 号 | 関東 160 号 |
| 3回目 | 北海 240 号 | 北陸 147 号 | コシヒカリ 2 | ホシユタカ | はぎのかおり |
| 4回目 | キタカオリ | 西海 187 号 | タカナリ | キヌヒカリ | 西海 191 号 |
| 5回目 | 北海 271 号 | 東北 148 号 | 北陸 142 号 | オオチカラ | ササニシキ 2 |

(2) 第2群のブロック配置

| | A | B | C | D | E |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 6回目 | コシヒカリ | 関東 161 号 | 北海 240 号 | キタカオリ | 北海 271 号 |
| 7回目 | ハバタキ | ササニシキ | 北陸 147 号 | 西海 187 号 | 東北 148 号 |
| 8回目 | 北海 268 号 | サリークイーン | コシヒカリ 2 | タカナリ | 北陸 142 号 |
| 9回目 | つ系 180 | 北海 269 号 | ホシユタカ | キヌヒカリ | オオチカラ |
| 10回目 | 北海 272 号 | 関東 160 号 | はぎのかおり | 西海 191 号 | ササニシキ 2 |

| 新形質米の特性評価表 | | 平成 年 月 日 | 研究室 名前 | 才 | | |
|--|-----------|----------|--------------------|----------|-----------|-----------|
| この試験は、米飯の特性を評価するためのものであり、食味の良否を判定するものではないことに注意して下さい。 | | | | | | |
| ① 基準試料と比較して評価して下さい。 | | | | | | |
| ② 目盛り上の相当する位置に試料番号を記入して下さい。 | | | | | | |
| 外観特性 | | | | | | |
| (1) 白度 (白さ) | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (低い) | | | | (高い) | | |
| (6) 舌の上の滑らかさ (飯粒表面のざらざら感, つぶつぶ感の低さ) | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (低い) | | | | (高い) | | |
| (2) つや (てり, 光沢のことで, 白度を含まない) | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (低い) | | | | (高い) | | |
| (7) 香り (香りの強弱を評価し, 好みについては評価しない) | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (弱い) | | | | (強い) | | |
| (3) 米飯粒の型崩れ度 (飯粒の輪郭がはっきりしているかどうかの具合) | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (くずれやすい) | | | | (くずれにくい) | | |
| ①~⑤までの5種類の米の用途として考えられるものを下の中から3種選んで下さい。必ず3種選んで下さい。 | | | | | | |
| (1) すし (2) 炊き込み御飯 (3) 白飯 (4) かゆ | | | | | | |
| (5) 雑炊 (6) チャーハン (7) ピラフ (8) カレーライス | | | | | | |
| (9) ドライカレー (10) 混米用 | | | | | | |
| (11) その他の用途があれば具体例を記入して下さい。 | | | | | | |
| 口内特性 | | | | | | |
| (4) 噛んだときのかたさ | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (やわらかい) | | | | (かたい) | | |
| (5) 噛んだときの粘り感 | | | | | | |
| 非常に -3 | かなり -2 | やや -1 | 基準 同 じと 0 | やや +1 | かなり +2 | 非常に +3 |
| (弱い) | | | | (強い) | | |
| 試料番号 | | | | | 用途調査 | |
| ① | | | | | | |
| ② | | | | | | |
| ③ | | | | | | |
| ④ | | | | | | |
| ⑤ | | | | | | |
| ご協力ありがとうございました。 | | | | | | |

第2図 質問表。

であると思われる「白度」, 「つや」, 「型崩れ度」, 「かたさ」, 「粘り」, 「滑らかさ」, 「香り」の7項目を選定した。また, 「総合評価」に代わるものとして, 白飯の食味をした後に各試料米の用途適性を質問した。用途適性としては, あらかじめ用意した米飯料理名など11種類の用途から3つ適当と思えるもの

を選んでもらった。第2図に今回用いた質問表を示す。

結果と考察

1. 官能検査質問票の設計

まず, 既述の7質問項目としては, 外観に関係し

た項目3種, テクスチャ関連項目3種および香りなどのように, (1) 日常生活の中での米飯の食味特性に即していること, (2) その特性が試料により大きく異なること, (3) パネルが判断しやすいこと, を基準にして選定した。そして, 各項目については, 基準試料と比較したときの「良い-悪い」や「好き-嫌い」ではなく, 心理的刺激の大小, 強弱を記録する方式とした。その理由は, 米について「良い-悪い」や「好き-嫌い」を問う方式は, 日本人の場合コシヒカリのような良食味米に高い評価がされ, そうでない米については判断が不明確になること, および「新形質米」のもつ多様な食味特性を明らかにすることから考えて嗜好を問うタイプの質問設定は適当でないと判断したからである。

今回採用した7項目の中で, 「かたさ」「粘り」は食糧庁方式と同一であり, 「香り」は食糧庁方式では嗜好尺度を用いているが, 本研究では分析型尺度を用いた。「白度」「つや」「型崩れ度」「滑らかさ」の4項目については本研究で新たに採用した評価項目である。「白度」と「つや」は, 外観の良さを評価する場合の主な分析的評価項目と考え採用した。「型崩れ度」は, 炊飯により米からでんぷん等が溶出する量が米により異なるので, その影響を輪郭のシャープさで評価するための項目である。「滑らかさ」は, 炊飯した米粒の表面のザラザラ感, またはつぶつぶ感を評価するための項目である。今回用いた試料のなかで, 「コシヒカリ」とインディカタイプの低アミロース米である「ハバタキ」の平均スコアを比較した場合, 「かたさ」「粘り」「香り」では5%の危険率で有意差がなかったが, 「白度」($t=8.36$), 「つや」($t=5.11$), 「型崩れ度」($t=3.94$), 「滑らかさ」($t=3.22$) では, $t(16; \alpha=0.01)=2.92$ なので1%の危険率で有意差があり, これらの米の違いを評価するのに今回採用した4項目は有効であった。また, クラスタ分析(標準化ユークリッド距離, 群平均法使用)の結果を, 7項目全てを用いた場合と各項目を一つ除いた6項目の場合で比較すると, 全ての場合にクラスタの構成が変化していたことから, 今回採用した7項目は「新形質米」の食味特性プロファイルを行うのに有効と判断した。

基準試料を置いた相対評価方式としたのは, パネルの評価をしやすくして, 評価の安定性を高めるためである。±3の7点尺度系は, 試料間のできるだけ小さい差を検出することと, パネルの評価のしやすさのバランスを考えて採用した。食糧庁方式も, パ

第3表 尺度表現の定義。

| 副詞 | 点数 | 定 義 |
|-----|----|-------------------------|
| やや | ±1 | (数回試食して) ようやく差が認められる場合 |
| かなり | ±2 | 明確な差のある場合 |
| 非常に | ±3 | 明確な差があり, かつ, 差の程度が大きい場合 |

ネルの評価時の負荷を軽減するために±5の11点系の尺度から1992年より±3の7点尺度系に改正している*。なお, 実際の官能検査においては, 「尺度目盛り」となっている言葉(やや, かなり, 非常になど)の定義が若干あいまいであることから第3表のように補完的な定義を与えた紙片をパネルに示した。

「総合評価」としては, 色々な用途毎に向き不向きがあり, 米についても価値観の多様化があつてしかるべきで, 白飯として適しているだけではなく, 他の用途への適性も評価するための方法が必要である。そのための方法として, 実際に調理を行い食味評価をすることは重要であるが, 調理方法に依存して評価が異なること, および育種や栽培の現場で実際に調理を行うのは大変なことが問題と考えた。そこで, 実際に調理せずに用途適性を把握するための簡易な方法として, 白飯の食味特性を把握した後で, 米飯料理を中心とした11種類の利用方法のうち, 各「新形質米」が向くと思えるものを3つ選択してもらう方式を採用した。

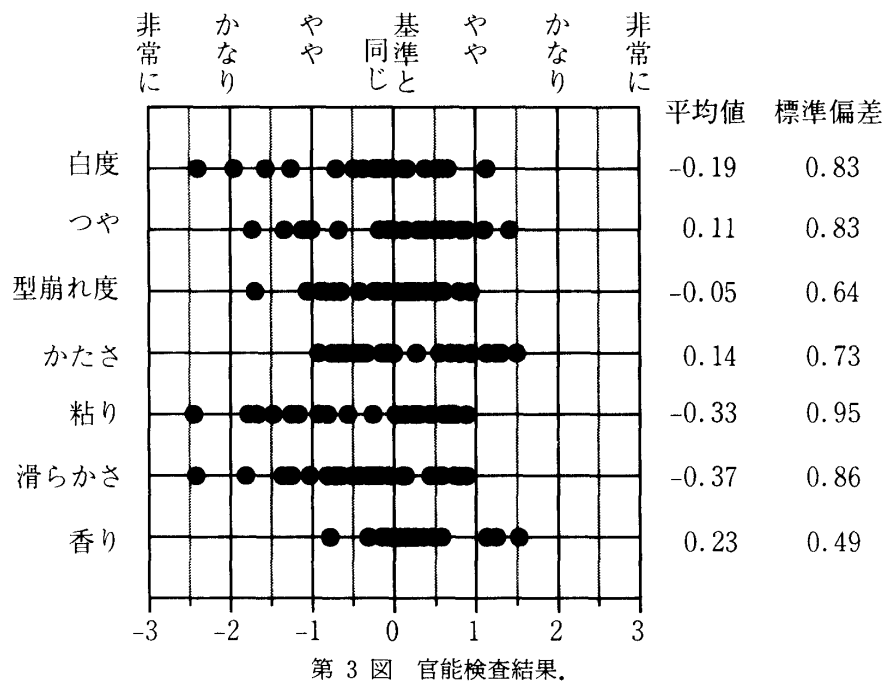
2. 単純格子方格による修正平均値

パネルの疲労や検査精度などにより, 官能検査で一度に検査できる試料数には限界がある。今回の場合, 基準試料も含めると24種の試料米があり, これを一人の人が一度に官能検査するには無理があつた。そこで, 不完備型実験計画法の中の一つで, 組み合わせ効果を修正できる単純格子方格法³⁾を適用した。

単純格子方格法では第2表に示す割付けによって検査を行うので, 各試料米について, 官能検査の平均スコアが2個得られる。しかし, これら2個の平均値は違った組み合わせで行った官能検査により得られたものなので, 組み合わせ効果による影響を修正した。

よって, 各試料米について求めた修正平均スコア

* 平成3年12月4日付けの「3食糧庁第1289号(調査)」の通達による。



は15名による2回反復、つまり30名のパネルによる評価結果である。この人数は、食糧庁方式の24名以上であり、食糧庁方式の嗜好型尺度よりは本研究の分析型尺度の方が評価が安定しやすいため、十分な人数と考える。

組み合わせ効果の修正は、「型崩れ度」以外の6項目について行った。修正量は、項目により、そして試料毎に異なるが、2個の平均値の単純な平均と修正後の平均値の差は、最大で0.18であった。各項目の修正後の平均値の分布を第3図に示す。各項目とも、平均がゼロ付近で標準偏差 (s_{n-1}) が「香り」の0.49を除き0.6以上あることから、スコアが基準に対して左右両側に広く分布しており、「新形質米」の特性が非常に広い範囲で変化していること、片寄りなく各特性を表現できていることがわかる。

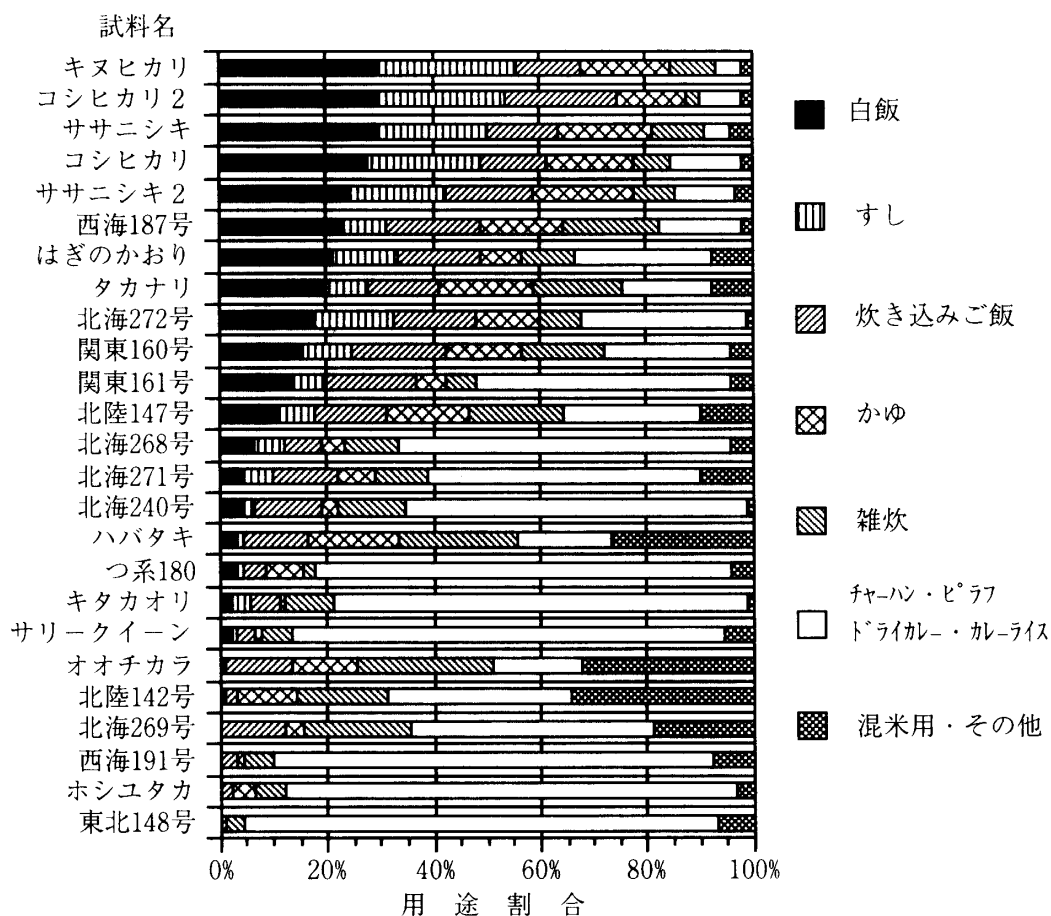
3. 「新形質米」の用途適性

用途適性アンケートの結果を第4図に示す。11種類の用途について回答の似通っていた、「チャーハン」と「ピラフ」と「ドライカレー」と「カレーライス」、および「混米用」と「その他」をそれぞれ一緒にして7つの用途に整理した。全用途の中で、「すし」や「白飯」に向くと回答した割合は、「需要拡大のための新形質水田作物の開発」(スーパーライス計画)に参画された(財)日本穀物検定協会による食糧庁方式の「総合評価」*と「すし」が0.86、「白飯」が0.84の高い相関 ($n=21$) があり、同様に、「チャーハン」「ピラフ」「ドライカレー」「カレーライス」

を合わせた割合は、-0.53の相関 ($n=21$) があった。よって、「すし」や「白飯」の用途割合は、食糧庁方式の「総合評価」に近い目安として使えると判断した。しかし、「チャーハン」「ピラフ」「ドライカレー」「カレーライス」の割合は、食糧庁方式で白飯として食味の良くない米の用途として選ばれた傾向を示しており、本当にこれらの用途に適していると判断して選んだか疑問である。そして、回答を3つに限定し必ず選択してもらうようにしたが、この傾向を増強したかもしれないと考える。ただし、上記の米飯料理については、粘りの弱い米が向いていると判断して用途適性を決めた場合、食糧庁方式の「総合評価」とは負の相関関係になると考えられる。

用途適性アンケートの結果は、各米飯料理に必要とされる米品質特性についてのパネルの考え方に依存する。本研究では、各試料米について2回用途適性アンケートを行ったが、2度の結果がほぼ同じであったことから、本研究のパネルの用途適性に対する考え方を安定してとらえていると判断した。今後の課題としては、調理の専門家の意見や実際に調理して食味評価した結果との比較検討により、簡易法としての用途適性アンケートの実用性について確認する必要がある。

* 日本穀物検定協会 1991. 「需要拡大のための新形質水田作物の開発」推進会議資料。農業研究センター。110-113.



第4図 用途適性アンケート結果。

第4表 項目間相関係数。

| | 白度 | つや | 型崩れ度 | かたさ | 粘り | 滑らかさ | 香り |
|------|----|------|-------|---------|---------|---------|-------|
| 白度 | | 0.14 | 0.01 | -0.06 | -0.05 | 0.16 | -0.30 |
| つや | | | -0.04 | -0.56** | 0.90** | 0.91** | 0.21 |
| 型崩れ度 | | | | 0.07 | -0.24 | -0.03 | 0.38 |
| かたさ | | | | | -0.73** | -0.78** | -0.09 |
| 粘り | | | | | | 0.93** | 0.17 |
| 滑らかさ | | | | | | | 0.17 |
| 香り | | | | | | | |

このように改良の余地は残っているが、「新形質米」の用途適性として、今回用いた方法は利用可能であると判断した。

4. 各評価項目の再現性

各項目の第1群と第2群(第2表)の評価結果の再現性の良さを、2元分散分析および相関係数から検討した。25種類の試料の第1群と第2群の平均値について、試料の違いによる変動と繰り返しによる変動を要因として2元分散分析を行った結果、7項目とも繰り返しによる変動には、危険率10%で有意差がなかった。また、25種類の試料について第1群

と第2群の平均値間の相関係数は、「白度」が0.94, 「つや」が0.92, 「型崩れ度」が0.89, 「かたさ」が0.93, 「粘り」が0.92, 「滑らかさ」が0.93, 「香り」が0.80であった。よって、本研究で選択した項目について、パネルは安定した評価ができると判断した。

5. 各項目間の相関関係

25種類の試料の修正後の平均値を用いて求めた7項目間の相関係数を第4表に示す。「粘り」、「つや」、「滑らかさ」の3項目間には、0.90以上の高い相関があり、「型崩れ度」、「香り」は各々他の項目と相関係数が0.5以下で、独立性の高い項目であった。よっ

て、他の項目との相関が低い「型崩れ度」、「香り」は他の項目では説明できない「新形質米」の品質特性をとらえており、相関の高い「つや」、「粘り」、「滑らかさ」の3項目については、これらの中の1つに絞ることも検討できる。しかし、今回用いた「新形質米」では、「コシヒカリ」と「ハバタキ」のように「粘り」では有意差がないが、「つや」、「滑らかさ」では有意差があるような例もあったので、「つや」、「粘り」、「滑らかさ」の3項目とも評価に用いた方が良いと考える。これらの関係は用いた試料などに依存するため、さらに継続調査する必要がある。

以上の検討結果より、今回採用した食味評価用語体系は、広範な米の食味特性をカバーしており、「新形質米」を評価するのに妥当な評価用語体系と言える。ここで、提案された食味評価用語体系は、「新形質米」ばかりでなく、一般の米の食味評価の場合にも十分適用できると思われる。

謝 辞: 本研究は、農林水産省の総合的開発研究「需要拡大のための新形質水田作物の開発」の予算で行われた。本研究の試料をご提供頂いた各試験場に

深く感謝いたします。また、データの使用を快く許可して下さいました（財）日本穀物検定協会の関係各位、並びに官能検査パネルとしてご協力頂いた食品総合研究所の各位に感謝いたします。

引用文献

1. 阿久澤さゆり・澤山 茂・川端昌子 1991. 種を異にする米の食味特性と嗜好性 —新形質米のプロファイル—. 家政誌 42: 441—450.
2. 浅見 薫 1993. スーパーライス計画の進捗状況について. 食糧振興 48: 33—40.
3. 廣崎昭太 1978. 単純格子法. 応用統計ハンドブック 編集委員会編, 応用統計ハンドブック. 養賢堂, 東京. 222—229.
4. 石谷孝佑 1993. 日本の米の特性と新形質米の開発. 調理科学 26: 365—372.
5. 今井 徹・副島敏子・星野孝文・横尾政雄 1989. 新形質をもつ米「ホシユタカ」の調理特性. 食糧管理月報 41: 29—35.
6. 横尾政雄 1990. スーパーライス計画 —「新形質米」研究の展望—. 農林水産技術研究ジャーナル 13: 50—57.