

【平成 12 年度日本調理科学会奨励賞受賞記念論文】

米の各種米料理への適性評価式の構築

小西 雅子*

(Masako Konishi)



はじめに

米飯は日本型食生活の基本として日本人の食生活に深く根付いている。平成 5 年の冷夏による米の不作時には、連日米に関する話題が報道され、日本人の米に対する関心の高さが実証されるとともに、緊急に外国米に関する研究が各研究機関で行われた^{1)~6)}。

しかし、このように米の質が問われるようになったのは、米の供給が安定した昭和 30 年代の中頃以降のことであり、この頃から日本人の嗜好は、軟らかく粘りのある飯へと変化したといわれている⁷⁾。米の食味に関する研究が始まったのは大正中期⁸⁾であるが、研究が飛躍的に発展したのは自動炊飯器の開発により一定の炊飯方法が確立された昭和 30 年代であり、日本人の米の嗜好が軟らかく粘りのある飯へと変化した時期と一致している。炊飯器の出現により、現在も米飯の食味研究の基礎となっている官能検査法が確立⁹⁾され、米飯の食味の研究、特に食味と理科学的評価値を関連づけた研究はますますさかんになった。

米の食味評価に関する研究は、飯のテクスチャーの客観的測定評価法の検討、特定産地米あるいは新形質米の食味の客観的評価法の検討、様々な品種の飯の食味の客観的評価法の検討の大きく 3 つに分類することができる。

飯のテクスチャーの客観的測定法に関する研究の中では、特に人間がテクスチャーとして感じる官能値を数値として表すことを試みた研究が多い。加藤¹⁰⁾らはレオロジカルな物性と米飯の食味について検討し、岡部¹¹⁾や、鈴木ら¹²⁾はテクスチュロメーターを用いて、硬さと粘りの測定方法を検討した。

特定産地米あるいは新形質米の食味の客観的評価法を検討した研究としては、倉沢^{13)~18)}が新潟米を用いて、奥野ら¹⁹⁾は島根県産の米を用いて評価を行い、稲津ら^{20)~24)}は北海道米の食味改善を目指して研究を行った。また、スーパーライス計画²⁵⁾により生み出された様々な特性を持った新形質米が登場し、食味評価法、理化学的評価法、調理特性等の研究^{26)~38)}もなされている。

様々な品種の飯の食味の客観的評価法の検討については、谷らが^{39)~41)}品種差に加え、年次差を考慮し、官能検査と理化学的評価の関係を、石間ら⁴²⁾が、米の食味とタンパク質含有率の相関を、丸山ら⁴³⁾が、還元糖量と官能的な味、総合評価との間に高い相関が得られたことを報告した。米の食味は物性に関わる 5 項目で推測することができるとした竹生ら^{44,45)}と、米の食味は数種のミネラル成分あるいはその組成比で表すことができると報告した堀野ら^{46)~48)}の結果は、それぞれ近赤外分光光度計を用いた食味計として応用され、販売されている^{49,50)}。

このように白飯の食味に関する研究はあらゆる方向から様々な形でなされているが、米を食す方法は白飯としてだけではない。調理法としては米に水を入れて加熱するのみの白飯がもっとも一般的であるが、味つけ飯、寿司、チャーハンなどのように他の食品材料や調味料を加えたもの、炒め加熱を含むものなどもあり、米は様々な方法で調理され、食されている。近年消費者の米の食味への関心が高く、特定銘柄米へ嗜好が集中しているが、米料理の多様化を考慮すると、用途に応じた米の選択が必要となっていると考えられる。

そこで筆者らは、米の各種米料理への適性評価法の構築⁵¹⁾を目指した。

まず日本人の米料理の嗜好を知るために大規模なア

* 東京ガス (株) 基礎技術研究所

米の各種米料理への適性評価式の構築

ンケート調査を行い、白飯およびいくつかの米料理に期待される食味要因を明らかにした⁵²⁾。次に、白飯のおいしさを評価するために31種類の米を入手し、それを一定条件で加熱して、官能検査による白飯としての食味評価および物性および化学分析による理化学的測定を行い、白飯のおいしさの客観的な評価を行った^{53)~55)}。これらをもとに、未知の米がどの米料理にどの程度適しているかを客観的に評価する方法を確立したので報告する。

1. 各種米料理のおいしさを構成する要因の分析⁵²⁾

消費者の意識調査により、米料理のおいしさを明らかにすることを目的とした。

1) 米料理の選定および米飯のおいしさを表す言葉の収集：予備調査

本調査に先立って、本調査で対象とする米料理の種類およびそれらのおいしさを表現する用語を決定するために、当社研究所の所員161名を対象に予備調査を行い、有効回答112部を得た。

米料理は、48種類の料理名を収集することができた。単純集計と、重みをつけた集計をした結果、いずれも回答数の多かった米料理はチャーハン、ちらし寿司、おにぎり、ピラフ、カレーライスであった。

米飯のおいしさを表現する言葉は、47あげられた。47の言葉をカテゴリーごとに分類し、さらにその意味合いにより分類した結果、6カテゴリーに分類される15項目の言葉を得ることができた(表1)。

表1. 米料理のおいしさにおける要因項目

カテゴリー		アイテム
米		有名銘柄 高価格 新米
飯	外観	形・大きさ つや 白さ ふっくら感 透明度
	風味	甘味 味 香り
	テクスチャー	粘り 硬さ
	温度	温度
食卓		盛りつけ

2) 消費者の意識調査による米料理のおいしさの要因分析：本調査

調査用紙は、首都圏に住む当社お客様モニターに1,210部配布した。有効回答を得た823名は、関東在住の年齢および性別の偏りのない集団である。予備調査で選択した5種類の米料理に白飯をあわせた6種類について、米飯のおいしさを表す15項目の必要度を7段階評価で尋ね、以下のことが明らかになった。

i) 15の要因項目の平均値は、有名銘柄を除く全ての項目において必要度が高い得点となり、予備調査で選んだ項目いずれもが米料理のおいしさに必要な項目であることが認められた。特に、つや、ふっくら感、味は6つの米料理に共通して高い必要度を示した。

ii) 6種類の米料理を分類し、必要とされるおいしさの要因を明らかにするために因子分析を行った。全項目を変数として分析を行った結果、因子1は食前に評価される因子、因子1は化学的なおいしさの因子と名付けることができ、米料理は3つのグループに大別することができた。食味要因のうち飯に關与する要因9項目のみを変数として分析を行った場合は、因子1は物理的なおいしさの因子、因子2は化学的なおいしさの因子となり、米料理は4つのグループに分類された(図1)。

2. 官能検査による米飯の感覚評価^{54,55)}

31種類の米の詳細な官能検査を行い、官能検査による米の感覚評価を検討した。

米は、92年度産の31試料(表3)とした。官能検査は、お茶の水女子大学研究室員15名をパネルとして、

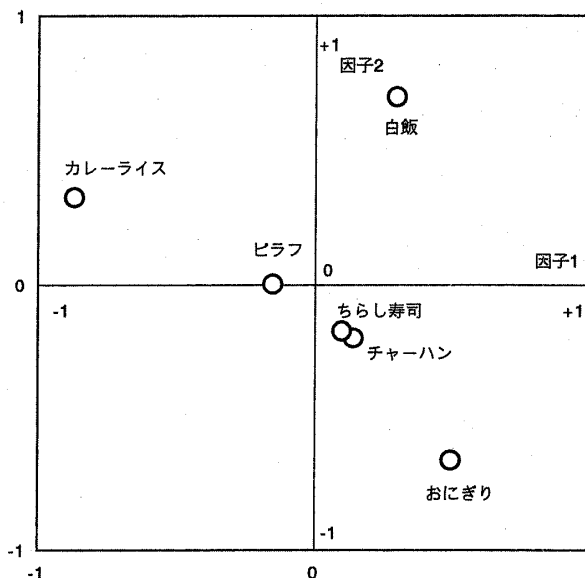


図1. 米料理のおいしさにおける各要因項目の必要度と米料理の関係(変数9)

日本晴を基準 (0) とし, +3~−3 の 7 段階尺度の 2 点嗜好識別尺度法により行った。

1) 各要因項目の平均値の算出

総合的な好ましさは, 0.93~−2.53 に亘っており, 様々な食味の米を試料として選択できたことがわかった。また分散分析の結果, 総合的な好ましさを含めた 15 項目全ての評価項目において 1% の危険率で有意に品種間に差がみられた。

2) 総合的な好ましさと各評価項目の関係

総合的な好ましさに寄与率の高い官能評価項目を明らかにするために, 目的変数を総合的な好ましさ, 説明変数を総合的な好ましさ以外の評価項目として変数増減法による重回帰分析を行った。

その結果, 総合的な好ましさに寄与する項目は, 標準偏回帰係数の高い順位に粘りの好ましさ, 甘味の好ましさ, 白さ, 透明感の 4 項目であり, 重相関係数は 0.97 と高い値であった。式は, 分散分析の結果 1% の危険率で有意であった。4 項目中外観に関する項目が 2 項目, 風味に関する項目が 1 項目, テクスチャーに関する項目が 1 項目であった。意識調査によりテクスチャーだけではなく, 外観や風味も飯の食味に重要であることを明らかにしたが, 官能検査においても再認識することができた。

3. 官能検査による米飯の感覚評価と理化学的測定値の関係^{54,55)}

米飯の感覚評価と理化学的測定値の関係を明らかにするために, 2 と同じ 31 種類の米の理化学的測定を 50 項目行い, 米の総合的なおいしさと物性値, 呈味成分の関係を検討した。

呈味成分の測定では, 味の中でも, 特に米飯の食味に寄与が高いとされた甘味の好ましさに着目して, 呈味に関与すると思われる全粒部および外層部の成分との関係を明らかにすることを目的とした。全粒部は精白米を Cyclone Sample Mill (UDY CORPORATION) を用いて粉碎した米粉を, 試料とした。また, 外層部はテストミル (佐竹製作所) で外層から研削し, 搗精歩留まり 90.78% の米粒外層部のみを試料とした。

50 項目にわたる物性値および呈味成分値の結果から, 一部を抜粋し表 3, 4 に示す。ここでは特に呈味成分値について考察する。

1) 全粒部および外層部中の成分量

全粒部では水分, タンパク質, ミネラル, 糖に比べ, 遊離アミノ酸はきわめて含有量が少なく, もっとも多いアラニンでも 2.25mg% であり, もっとも少ないイ

ジンでは 0.16mg% しか含まれていなかった。外層部は, 正確にとう精歩留まり 90~78% の米粒外層部の試料として調整するため, 玄米で入手した品種についてのみ試料とした。化学成分のなかで品種間に変動係数の大きかった測定項目はフルクトースと遊離アミノ酸であった。米中に多く含有され, 試料間のばらつきが大きい成分は, 食味へ影響を及ぼしやすいと考えられる。しかし全粒部, 外層部ともに変動係数の大きい項目は含有量が少なく, 含有量の多い項目は変動係数が小さい傾向がみられた。

2) 各成分の外層部への偏在

各成分の外層部への偏在の程度を検討するために, 成分の外在率を算出した (表 2)。全粒の重量を 100 とすると, 外層部は 13% (W/W) にあたるので, 外層部含量 (13g 中)/全粒部含量 (100g 中) × 100 により外在率を求めた。米粒中に偏りなく存在していれば, 外在率は 13% となるはずである。

水分以外の成分はいずれも外在率が 13% より高く,

表 2. 成分の外在率

	項目	外在率平均	標準偏差
	水分	14.3	1.17
	タンパク質	30.6	3.16
	Mg	85.6	5.60
	K	55.6	5.80
	全糖	70.8	8.20
	還元糖	44.3	10.99
遊離糖	Fru	53.6	22.32
	Glc	30.7	13.51
	Suc	57.9	11.98
遊離アミノ酸	ASP	72.4	19.62
	GLU	57.8	28.10
	SER	26.6	13.14
	GLY	18.7	14.10
	HIS	18.4	25.23
	THR	34.9	29.13
	ALA	36.8	28.41
	ARG	35.1	27.65
	PRO	40.9	29.24
	TYR	29.1	27.37
	VAL	32.8	26.90
	MET	26.6	26.91
	CYS	25.8	21.14
	ILE	30.9	28.76
	LEU	31.6	26.29
	PHE	26.0	23.94
	LYS	31.5	29.15

外在率は, 外層部含量 (13g 中)/全粒部含量 (100g 中) × 100 により算出した。

米の各種米理料への適性評価式の構築

表 3. 米粒全粒に含まれる成分測定値の種類間の変動 (その 1)

	遊離糖						遊離アミノ酸						
	水分 (米) (%)	タンパク質 (%)	Mg (mg/100g)	K (mg/100g)	全糖 (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	Fru (mg/100g)	Glc (mg/100g)	Suc (mg/100g)	ASP (mg/100g)	GLU (mg/100g)	SER (mg/100g)	GLY (mg/100g)
コシヒカリ (新潟) あきたこまち キヌヒカリ きらら397 ササニシキ はなの舞 フクヒカリ ゆきの精 大空 黄金錦 コシヒカリ (千葉) コシヒカリ (長崎) つがるおとめ 日本晴 能登ひかり 初星 みなみひかり こがねまさり トヨニシキ 中生新千本 フヨウ ゆきひかり あすかみのり リンクス89 NISIKI LONG GRAIN RICE 標準師格米A 標準師格米B 標準師格米C コシヒカリ古米 あすかみのり古米	13.2	5.5	39.7	105.5	419.10	37.33	3.62	16.87	260.55	0.57	0.86	0.49	0.15
	13.1	6.7	35.4	80.0	300.16	27.48	2.24	10.19	212.87	0.73	0.92	0.90	0.25
	14.0	6.2	33.9	99.9	297.40	35.60	4.94	14.00	200.87	1.67	3.18	1.33	0.55
	13.6	7.8	40.0	95.8	280.30	26.43	2.43	7.68	211.24	2.67	3.09	4.83	0.65
	13.2	7.1	39.0	88.0	377.38	24.12	1.72	6.66	185.84	0.27	0.56	0.52	0.24
	13.4	5.3	38.4	93.1	330.38	49.32	9.48	18.55	228.26	0.46	0.68	2.29	0.38
	13.4	5.7	37.4	86.9	319.18	33.79	6.89	19.06	196.91	1.01	1.66	1.52	0.42
	12.5	6.6	35.6	87.1	326.90	40.83	4.30	14.87	228.15	1.72	1.38	0.55	0.69
	12.3	6.5	39.6	94.7	364.87	51.52	14.44	27.93	318.42	0.46	0.67	0.96	0.51
	14.1	6.2	33.8	89.9	273.54	26.09	2.48	10.46	149.75	0.73	1.28	0.97	0.27
	13.5	6.1	36.3	80.6	308.88	19.82	2.98	10.64	193.74	0.39	0.70	1.04	0.43
	13.4	6.8	41.1	94.4	364.87	46.48	8.98	17.03	246.48	0.88	1.33	1.80	0.82
	13.8	5.3	33.6	84.0	276.22	21.24	2.11	7.57	148.14	2.47	2.58	2.89	0.59
	13.4	5.8	34.8	91.7	312.10	26.45	2.26	9.52	164.11	0.47	0.82	0.72	0.35
	13.5	6.7	35.8	82.4	251.86	42.16	7.09	15.81	212.90	0.63	0.95	1.16	0.50
	13.0	5.7	32.3	73.8	274.02	27.36	2.43	11.96	226.13	0.47	0.82	0.79	0.28
	12.6	6.0	40.6	88.3	244.36	24.68	1.40	9.40	163.21	1.16	2.63	1.99	1.07
	12.5	7.3	32.5	89.0	218.90	24.01	1.46	10.04	133.60	0.60	1.05	0.90	0.36
	13.3	6.3	36.5	88.8	283.53	32.99	4.54	10.29	192.49	0.72	1.31	1.99	0.35
	13.8	5.9	33.7	102.2	347.50	35.02	3.52	12.46	256.71	0.68	1.27	0.95	0.31
14.3	6.1	33.7	149.4	243.87	22.73	3.62	10.41	152.89	0.57	1.10	0.79	0.29	
13.5	7.9	42.5	104.3	373.44	34.35	2.58	9.20	226.01	4.22	6.30	5.49	1.79	
13.5	6.1	32.9	94.1	269.03	28.58	2.90	10.82	159.86	0.38	0.70	0.59	0.19	
12.3	7.6	28.3	80.6	116.39	22.33	1.44	5.76	74.19	0.27	0.31	0.48	0.24	
11.5	5.6	24.6	82.0	381.71	66.26	4.39	38.69	171.52	0.37	0.87	0.84	0.74	
12.3	7.4	35.0	77.8	253.00	19.73	3.24	7.69	151.12	0.39	1.11	1.31	0.77	
12.7	5.4	44.0	99.6	365.10	39.88	4.41	14.00	226.54	1.94	2.80	1.43	0.35	
12.8	6.9	26.3	90.9	217.65	47.21	9.81	17.14	147.10	1.08	1.52	3.21	0.64	
13.4	7.0	29.5	83.2	265.59	47.20	9.58	16.72	166.31	1.60	1.74	1.57	0.59	
13.8	5.5	39.7	106.0	285.34	79.01	16.98	27.50	158.15	1.50	1.92	1.74	0.59	
13.4	6.1	32.9	76.7	215.28	40.23	10.09	17.14	120.63	0.91	1.78	2.21	1.65	
平均	13.2	6.4	35.5	91.6	295.41	35.49	5.11	14.07	189.83	1.03	1.54	1.56	0.55
標準偏差	0.62	0.75	4.54	13.77	62.91	13.73	3.93	7.04	48.78	0.87	1.17	1.19	0.38
変動係数	4.70	11.72	12.79	15.03	21.63	33.17	76.91	50.04	25.70	86.27	77.12	78.06	69.09

表 3. 米粒全粒に含まれる成分測定値の種類間の変動 (その 2)

遊離アミノ酸														
	HIS (mg/100g)	THR (mg/100g)	ALA (mg/100g)	ARG (mg/100g)	PRO (mg/100g)	TYR (mg/100g)	VAL (mg/100g)	MET (mg/100g)	CYS (mg/100g)	ILE (mg/100g)	LEU (mg/100g)	PHE (mg/100g)	LYS (mg/100g)	TOTAL (mg/100g)
コシヒカリ (新潟)	0	0.06	1.00	0.21	0.27	0.26	0.25	0.02	2.36	0.02	0.12	0.14	0.02	6.8
あきたこまち	1.00	0.12	1.39	0.31	0.36	0.47	0.32	0.07	2.44	0.15	0.19	0.12	0.06	9.80
キヌヒカリ	1.50	1.12	1.86	0.27	0.41	2.33	0.56	0.25	1.75	0	0	0.28	0.13	17.19
きらら397	0.72	2.96	2.01	0.45	0.28	1.07	0.41	0.26	2.32	0.18	0.20	0.34	0.19	22.63
ササニシキ	0.49	0.31	1.10	0.13	0.30	0.81	0.27	0.03	1.19	0.49	0.10	0.11	0.02	6.94
はなの舞	0.65	1.01	3.65	0.17	0.34	0.13	0.33	0.07	1.96	0.42	0.21	0.12	0.05	12.92
フクヒカリ	2.33	0.26	4.06	0.23	0.47	0.59	0.38	0.25	4.62	0.24	0.31	0.35	0.20	18.90
ゆきの精	0.11	0.79	2.86	0.54	0.95	1.31	0.27	0.04	3.85	0.15	0.37	0.13	0.09	15.80
大空	0.13	0.21	2.33	0.20	0.40	0.28	0.40	0.22	3.30	0.40	0.27	0.23	0.10	11.07
黄金錦	0.16	0.24	1.18	0.31	0.41	0.34	0.58	0.12	4.00	0.16	0.23	0.17	0.07	11.22
コシヒカリ (千葉)	1.65	0.16	1.44	0.18	0.32	5.16	0.35	0.19	2.37	1.14	0.20	0.29	0.08	16.09
コシヒカリ (長崎)	0.15	0.21	3.18	0.25	0.39	0.32	0.47	0.23	3.33	0.44	0.25	0.25	0.23	14.53
つがるおとめ	2.21	2.64	2.41	0.74	1.13	0.39	0.66	0.27	3.26	0.27	0.36	0.38	0.26	23.51
日本晴	0.78	0.98	1.05	0.11	0.40	0.91	0.23	0.10	2.92	0.22	0.15	0.04	0.12	10.37
能登ひかり	0.01	0.18	2.00	0.23	0.50	0.24	0.43	0.20	3.34	0.37	0.22	0.18	0.08	11.22
初星	0.65	0.14	0.99	0.16	0.25	0.23	0.31	0.12	1.89	0.11	0.19	0.15	0.07	7.62
みなみひかり	1.45	0.18	3.77	0.29	0.90	3.04	1.37	0.24	4.12	0.75	0.40	0.46	0.23	24.05
こがねまざり	0.28	0.17	1.29	0.15	0.39	0.21	0.40	0.12	3.62	0.22	0.22	0.15	0.06	10.19
トヨニシキ	0.66	2.03	1.47	0.21	0.50	0.25	0.61	0.11	2.46	0.28	0.13	0.27	0.06	13.41
中生新千本	0.14	0.21	1.32	0.21	0.61	0.26	0.43	0.12	2.15	0.18	0.23	0.19	0.05	9.31
フヨウ	0.98	0.22	1.19	0.16	0.39	0.23	0.56	0.14	1.83	0.55	0.19	0.17	0.05	9.41
ゆきひかり	1.42	2.63	4.25	2.05	1.31	1.05	1.71	0.41	5.49	0.32	0.53	0.38	0.86	40.21
あすかみのり	1.21	0.13	0.65	0.15	0.31	0.23	0.32	0.18	2.84	0.17	0.15	0.14	0.05	8.39
リングス 89	0.76	0.11	0.56	0.29	0.18	0.23	0.30	0.15	1.78	0.15	0.17	0.21	0.05	6.24
NISIKI	1.60	0.14	3.84	0.21	0.44	1.44	0.51	0.14	3.16	0.31	0.36	0.40	0.08	15.45
LONG GRAIN RICE	0.95	0.51	3.07	0.21	0.56	1.77	0.60	0.14	0.29	0.39	0.38	0.37	0.96	13.78
標準画格米 A	2.53	2.98	3.43	0.20	0.83	2.47	0.52	0.19	1.67	0.18	0	0.38	0	21.90
標準画格米 B	0.53	0.41	2.95	0.34	0.55	0.33	0.63	0.11	2.54	0.43	0	0.13	0.10	15.50
標準画格米 C	0.18	0.35	2.91	0.57	0.59	0.37	0.70	0.16	2.78	0.31	0.35	0.25	0.13	15.15
コシヒカリ古米	2.08	0.19	2.48	0.43	0.63	0.62	0.55	0.24	1.27	0.24	0.34	0.24	0.15	15.21
あすかみのり古米	0.63	0.57	3.94	0.48	2.20	1.70	0.88	0.73	5.22	0.53	0.61	0.73	0.26	25.03
平 均	0.90	0.72	2.25	0.34	0.57	0.94	0.53	0.18	2.78	0.32	0.24	0.25	0.16	14.83
標準偏差	0.73	0.91	1.14	0.35	0.40	1.09	0.31	0.13	1.17	0.22	0.14	0.14	0.21	7.10
変動係数	82.56	127.40	54.98	109.09	73.21	116.84	60.38	72.22	41.20	71.88	58.33	56.00	146.67	48.78

米の各種米料理への適性評価式の構築

表 4. 米粒外層に含まれる成分測定値の種類間の変動 (その1)

遊離アミノ酸													
遊離糖													
	水分 (米) (%)	タンパク質 (%)	Mg (mg/100g)	K (mg/100g)	全糖 (mg/100g)	還元糖 (mg/100g)	Fru (mg/100g)	Glc (mg/100g)	Suc (mg/100g)	ASP (mg/100g)	GLU (mg/100g)	SER (mg/100g)	GLY (mg/100g)
コシヒカリ (新潟)	15.0	13.8	280.0	409.6	2087.64	110.79	10.52	24.70	1010.48	3.40	6.58	1.25	0.40
あきたこまち	15.1	10.9	238.3	383.6	1708.60	84.65	3.56	10.66	856.98	4.65	5.03	3.09	0.46
キヌヒカリ	15.8	14.8	232.0	404.5	1418.36	113.11	15.96	53.24	1026.74	3.03	4.56	2.27	0.46
きらら397	16.1	16.5	258.7	441.1	1821.88	91.44	4.16	10.14	855.34	11.63	12.88	4.07	0.84
ササニシキ	15.4	16.2	281.3	410.8	1944.96	83.69	5.38	12.06	895.64	1.88	3.98	3.78	1.05
はなの舞	15.9	14.2	219.0	337.5	1530.64	197.49	57.36	74.00	801.56	2.62	3.46	4.44	0.75
フクヒカリ	14.0	13.1	238.0	385.0	1715.92	139.89	43.92	52.08	928.56	6.86	6.96	3.38	0.67
ゆきの精	13.6	16.6	254.0	391.3	1622.04	94.85	20.02	29.64	856.10	5.13	8.93	3.32	0.75
大空	15.4	15.9	266.0	384.7	1801.76	157.73	46.38	50.42	822.96	3.18	4.60	2.94	1.25
黄金錦	13.9	15.2	236.0	409.2	1382.04	125.46	10.11	38.74	831.14	5.24	7.61	4.02	0.64
コシヒカリ (千葉)	14.7	15.7	254.0	344.7	1591.92	99.26	15.81	34.54	999.16	2.73	3.38	2.41	0.36
コシヒカリ (長崎)	12.7	16.3	265.0	408.6	1921.28	185.51	64.12	64.20	921.32	4.05	9.49	5.32	1.46
つがるおとめ	15.2	11.0	205.8	355.5	1661.68	67.09	4.58	12.82	928.58	3.26	7.44	2.03	0.50
日本晴	15.0	13.4	230.7	391.4	1776.56	74.13	6.24	13.28	917.28	3.18	3.70	5.40	1.32
能登ひかり	14.4	16.7	262.0	406.4	1514.36	135.89	46.68	49.38	827.46	4.23	6.32	3.55	0.74
初星	14.2	13.6	212.0	348.6	1538.73	75.06	14.50	22.74	928.25	2.86	6.19	3.18	0.57
みなみひかり	15.1	15.8	240.6	403.4	1473.60	73.13	3.76	12.22	844.92	6.67	12.98	4.44	0.84
こがねまざり	15.2	16.5	220.0	370.8	1351.52	65.28	7.14	15.06	745.72	3.83	7.42	3.32	0.72
トヨニシキ	14.1	15.7	228.0	406.5	1503.92	105.89	24.86	28.26	846.32	4.39	7.08	5.32	0.58
中生新千本	14.6	15.4	203.0	432.3	2341.04	80.35	12.46	18.84	834.76	4.02	7.49	5.56	0.49
フヨウ	13.6	14.8	221.0	424.8	1407.12	126.12	21.99	43.78	750.38	9.26	7.67	2.68	0.58
ゆきひかり	15.1	16.1	277.6	435.2	1506.08	86.06	5.22	11.64	737.70	9.79	13.73	4.01	0.36
あすかみのり	15.0	14.5	202.0	368.1	1469.32	104.35	9.59	32.98	808.92	2.03	3.28	1.67	0.49
リンクス 89													
NISIKI													
LONG GRAIN RICE													
標準御格米 A													
標準御格米 B													
標準御格米 C													
コシヒカリ古米	13.5	13.8	280.0	409.6	1594.41	236.08	18.20	24.50	320.76	4.20	7.67	2.13	0.57
あすかみのり古米	13.7	14.5	202.0	368.1	1218.03	175.43	16.50	17.32	418.23	3.60	3.92	2.22	0.63
平均	14.7	14.8	240.3	393.3	1636.1	115.5	19.6	30.3	828.6	4.6	6.9	3.4	0.7
標準偏差	0.85	1.60	26.28	28.41	251.63	44.88	17.78	18.44	158.63	2.46	2.98	1.21	0.29
変動係数	5.83	10.77	10.94	7.23	15.38	38.84	90.90	60.88	19.14	53.08	43.21	35.28	42.00

表 4. 米粒外層に含まれる成分測定値の種類間の変動 (その 2)

遊離アミノ酸														
	HIS (mg/100g)	THR (mg/100g)	ALA (mg/100g)	ARG (mg/100g)	PRO (mg/100g)	TYR (mg/100g)	VAL (mg/100g)	MET (mg/100g)	CYS (mg/100g)	ILE (mg/100g)	LEU (mg/100g)	PHE (mg/100g)	LYS (mg/100g)	TOTAL (mg/100g)
コシヒカリ (新潟)	0	0.48	2.24	0.62	0.71	0.52	0.62	0.11	3.83	0.14	0.45	0.14	0.12	21.61
あきたこまち	0.23	0.58	3.42	1.62	1.47	2.13	0.95	0.17	4.12	0.33	0.45	0.31	0.17	29.18
キヌヒカリ	0.98	6.11	6.08	0.64	1.43	0.69	0.39	0.21	12.15	0	0	0.24	0.36	39.60
きらら397	0.41	0.90	5.56	2.93	1.45	1.30	1.94	0.13	3.33	0.87	0.64	0.49	0.32	49.69
ササニシキ	1.29	0	7.60	0.64	2.24	1.76	1.49	0.14	6.32	0.48	0.64	0.48	0.16	33.93
はなの舞	1.09	0.88	19.81	1.28	2.23	0.79	2.30	0.48	5.25	1.85	1.52	0.89	0.29	49.93
フクヒカリ	1.85	0.29	6.02	0.71	1.10	0.78	1.42	0.50	6.56	1.03	0.84	0.63	0.14	39.74
ゆきの精	0.75	2.85	5.23	0.54	1.71	1.20	2.02	0.25	5.04	0.97	0.74	0.79	0.23	40.45
大空	0.44	1.30	3.97	0.50	1.41	1.46	2.24	0.50	5.61	1.07	0.91	0.83	0.16	32.37
黄金錦	0.41	1.03	7.65	0.64	2.58	1.33	2.32	0.42	5.62	1.08	0.98	0.74	0.26	42.57
コシヒカリ (千葉)	10.78	0.97	5.64	0.51	0.94	0.43	0.78	0.27	6.54	0.74	0.34	0.21	0.23	37.26
コシヒカリ (長崎)	0.62	0.73	10.95	1.36	1.84	2.73	1.75	0.44	7.05	0.59	0.53	0.66	0.25	49.82
つがるおとめ	2.34	0.37	3.06	0.68	1.77	0.83	0.79	0.21	5.30	0.28	0.49	0.26	0.10	29.71
日本晴	0.91	1.97	7.96	0.19	2.90	1.37	0.30	0.74	4.10	0.27	0.99	0.15	0.62	36.07
能登ひかり	0	0.59	9.12	1.04	1.60	1.08	1.97	0.47	6.19	0.92	0.71	0.77	0.15	39.45
初星	0.61	0.71	6.35	0.28	1.33	0.55	0.66	0.27	7.45	0.73	0.42	0.22	0.37	32.75
みなみひかり	0	0.55	3.13	0.78	1.19	1.76	0.86	0.20	5.89	0.37	0.59	0.27	0.10	40.62
こがねまさり	1.40	0.67	6.35	0.83	1.62	1.31	1.09	0.22	3.62	0.52	0.35	0.29	0.11	33.67
トヨニシキ	0.77	7.03	6.04	1.08	2.18	0.58	2.32	0.26	7.68	1.37	0.81	0.47	0.21	48.17
中生新千本	0.42	0.66	4.27	0.23	2.69	0.51	0.86	0.23	7.28	0.53	0.48	0.41	0.33	36.46
フヨウ	0.42	0.83	3.88	0.60	1.99	0.69	1.22	0.24	6.59	0.80	0.71	0.43	0.06	38.65
ゆきひかり	0.90	0.98	7.16	2.29	2.15	1.28	1.61	0.37	5.37	0.62	0.94	0.51	0.26	52.33
あすかみのり	0.20	0.51	2.35	0.69	1.39	0.58	0.33	0.15	12.21	0.19	0.17	0.12	0.23	26.59
リンクス 89														
NISIKI														
LONG GRAIN RICE														
標準価格米 A														
標準価格米 B														
標準価格米 C														
コシヒカリ 古米	0	0.62	2.93	1.33	0.84	1.36	1.15	0.31	1.54	0.48	0.61	0.47	0.28	26.49
あすかみのり 古米	0.15	0.43	3.12	0.59	1.14	0.98	0.97	0.53	2.73	0.60	0.35	0.28	0.14	22.38
平 均	1.1	1.3	6.0	0.9	1.7	1.1	1.3	0.3	5.9	0.7	0.6	0.4	0.2	37.18
標準偏差	2.10	1.69	3.63	0.63	0.58	0.56	0.66	0.16	2.44	0.42	0.31	0.23	0.12	8.60
変動係数	195.11	132.12	60.61	69.81	34.55	50.34	51.24	50.54	41.38	61.87	49.77	52.94	52.68	23.13

米の各種米料理への適性評価式の構築

米表層部に化学成分が多く存在することが、様々な米においても確認された。特に外層に多く偏在する成分はマグネシウム、アスパラギン酸、全糖で、70%以上の外在率であった。試料間の水分、タンパク質、ミネラル、全糖の外在率の標準偏差は、10%以下と低めであったのに対し、遊離糖、遊離アミノ酸は全て10%以上で、特に遊離アミノ酸のプロリン、リジンでは、約30%とばらつきが大きかった。

3) 感覚評価値と理化学的測定値の関係

まず、2で解析された、総合的な好ましさと相関が高い粘りの好ましき、甘味の好ましき、透明感、白さを、客観的測定値に置き換えることを試みた。次に、目的変数を総合的な好ましき、説明変数を粘りの好ましき、甘味の好ましき、透明感、白さを表した客観的測定値を用いて重回帰分析を行った。

その結果、米飯の総合的な好ましきは外層部スクロース、L値、アミロース比の3項目で表され、重相関係数は0.85で、1%の危険率で有意な式であった。本式には、テクスチャーに關与するアミロース比、外観に關与するL値、呈味に關与する外層部のスクロースが説明変数として用いられ、米飯の食味の要因が多岐に亘っていることが示された。

アミロースの含有量については、従来報告されているとおり増加すると粘らなくなることが示された。

スクロースは温度による変化がなく安定した甘味を持つことから、各糖の甘味度の基準にされている。今回測定した3種類の遊離糖の甘味度は、フルクトースが1.2~1.7、グルコースが0.6~0.7、スクロースが1.0であり、他の単糖類であるマンノースの0.3、ガラクトースの0.2~0.3、二糖類であるラクトースの0.16~0.32、マルトースの0.3に比べ、甘味度が高い糖である。スクロースは全粒部、外層部ともに含有量が多

く、外層部への外在率も比較的高い。外層部中のフルクトースの平均含有量は828.6mg%であり、3点比較法によるスクロースの閾値は0.086%⁵⁶⁾であることから、外層部のスクロース量は甘味として認識できる可能性が考えられる。今回の結果から、スクロースが直接甘味の好ましきに關与している可能性が示唆された。

L値は明度であり、明るさの度合いを示す。透明感、白さと高い相関が見られた。

4. 品種の異なる米の米料理への適性評価⁵¹⁾

アンケート調査、官能検査、理化学的測定結果を用いて、図2に示す手順で、白飯以外の5種類の米料理の客観的な適性評価法を確立することを検討した。

1) アンケート調査結果による各種米料理への適性評価法の確立

i) アンケート調査結果による白飯への適性評価式と官能検査結果による白飯への適性評価式の比較検討

白飯以外の米料理への適性を評価する方法を確立するために、アンケート調査の因子分析の結果(図1)を用いることを試みた。アンケート調査による白飯の評価と、実際に白飯を食した時の評価を、粘り、透明感、白さ、甘味の4項目で比較した相関分析を行った結果、両者の相関係数は0.87であり、1%の危険率で有意に相関があることが認められた。

ii) アンケート調査結果を用いた各種米料理への適性評価式の確立

i)と同様に、アンケート調査による因子分析結果を用いて、白飯以外の5種類の米料理に対する適性評価を行うことにした。未知の米の官能検査による粘りの好ましき、透明感、白さおよび甘味の好ましきの4項目の評価値を用いて、未知の米の図1の位置(X, Y)

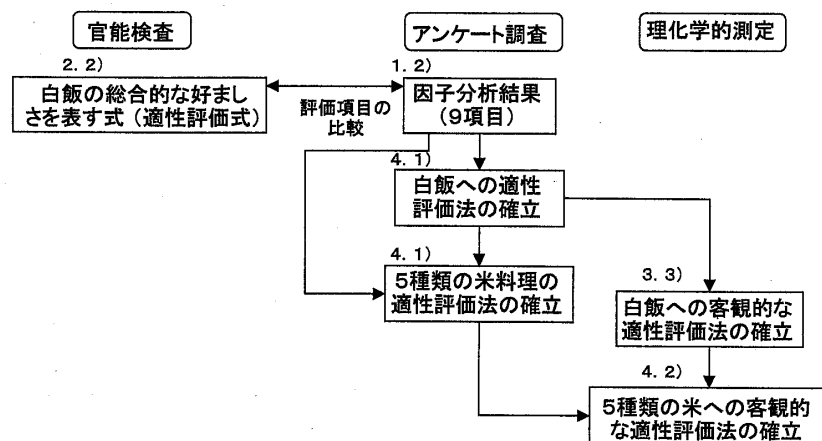


図2. 米料理への客観的な適性評価法の確立

を算出し、各種米料理との距離から適性を評価することとした。これにより、未知の米の米料理への適性評価はもとより、複数の米の米料理への適性比較も行うことができるようになった。

2) 米の各種米料理への客観的な適性評価式の構築
アンケート調査結果による各米料理への適性評価式を確立することができたので、粘り、透明感、白さ、甘味の各項目を理化学的測定値に置き換え、試料米の各種米料理への適性を客観的に評価する式を作成した。式に使用した理化学的測定値は、白飯の評価式で用いたアミロース比、外層部スクロース、L 値に加え、粘り、透明感、白さ、甘味に關与する未知の米の千粒重(精米)、白度、整粒率(精米)、全粒部全糖である。

この結果の適否を確認するために、試料の理化学的測定値を式に代入して、白飯以外の5種類の米料理への適性評価値と、試料米の各種米料理への適性を官能検査で評価した値を相関分析した。その結果、いずれの料理も0.74~0.78と高い相関が見られ、1%の危険率で有意であった。

以上より、理化学的測定値を用いて、白飯および5種類の米料理への客観的な適性評価ができることが明らかになった。

以上の方法を用いれば、未知の米の米料理への適性評価はもとより、値を比較することにより、複数の米の米料理への適性比較も行うことができる。

おわりに

以上、大規模なアンケート調査、詳細な官能検査および多項目に亘る理化学的測定より、未知の米の客観的な米料理への適性評価法を構築することができた。

未知の米の千粒重(精米)、白度、整粒率(精米)、アミロース比、外層部スクロース、全粒部全糖の理化学的測定値により、下記のように白飯および5種類の米料理への客観的な適性評価ができることが明らかになった。

まず、未知の米の図1の位置(X, Y)を算出し、各米料理への適性値Sを算出する。

$$X = 0.41 \text{ 千粒重(精米)} + 0.14 \text{ 白度} - 0.06 \text{ 整粒率(精米)} - 0.29 \text{ アミロース比} - 2.81$$

$$Y = 0.001 \text{ 外層部 SUC} + 0.003 \text{ 全粒部全糖} - 1.65$$

白飯への適性値 (S)

$$S = (0.29 - X)^2 + (0.70 - Y)^2$$

チャーハンへの適性値 (S)

$$S = (0.14 - X)^2 + (-0.20 - Y)^2$$

ちらし寿司への適性値 (S)

$$S = (0.10 - X)^2 + (-0.17 - Y)^2$$

おにぎりへの適性値 (S)

$$S = (0.49 - X)^2 + (-0.66 - Y)^2$$

ピラフへの適性値 (S)

$$S = (-0.15 - X)^2 + (0.003 - Y)^2$$

カレーライスへの適性値 (S)

$$S = (-0.87 - X)^2 + (0.33 - Y)^2$$

S 値の値が小さいほど、各米料理への適性が高いことを示す。この評価式により、未知の米の米料理への適性評価、および複数の未知の米の米料理への適性比較も可能になった。

また、ここでは省略したが、米料理への適性評価法を、近赤外分光光度法を取り入れた食味評価システムに適用した。

未知の50試料を用いて、食味評価システムによる値と官能検査による値の相関を検討した結果、白飯は0.81、その他の料理も0.71~0.75の高い値となり、危険率1%で有意に相関があるとされ、未知の米の米料理への適性評価が非破壊で行えるようになった。

従来、未知の米の米料理への適性評価法を系統的に研究した例はなく、これまで米の用途は経験的に選択されてきた。この評価法を用いることにより、米料理に応じた適切な米を客観的に選択することを可能とした。筆者らによる食味評価法は、米を大量に用いる食品調理加工において、有用な知見であると考えられる。

本研究をご指導くださいました、お茶の水女子大学教授 畑江敬子先生、昭和女子大学教授 福場博保先生、島田淳子先生に深く感謝申し上げます。研究を行うにあたりご協力をいただきましたお茶の水女子大学の調理科学研究室の皆さまに深謝いたします。また、この研究は、東京ガス株式会社の研究業務によりもたらされたものであり、関係の皆さまに心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) 島田淳子, 大田原美保, 畑江敬子, 小西雅子: 日調科誌, 28, 158 (1995)
- 2) 畑江敬子, 綾部園子, 島田淳子, 貝沼やす子: 日調科誌, 28, 231 (1995)
- 3) 加藤治美, 江上いすず: 日本調理科学会平成6年度大会要旨集, 3 (1994)
- 4) 入江一恵, 口羽章子, 池田ひろ, 石村哲代, 岩木由希子, 金谷昭子: 日本調理科学会平成6年度大会要旨集, 4 (1994)
- 5) 江間章子, 貝沼やす子: 日本調理科学会平成6年度大

米の各種米料理への適性評価式の構築

- 会要旨集, 6 (1994)
- 6) 高稲未来絵, 小川敬子, 相内雅治, 木村利昭: 日本調理科学会平成6年度大会要旨集, 6 (1994)
 - 7) 保坂秀明: 食の文明史, 食品加工技術 (1), (1988)
 - 8) 竹生新治郎: 日作紀, **59**, 600 (1990)
 - 9) 食糧研: 食糧 新庁舎竣工記念特別号, 196 (1963)
 - 10) 加藤寿美子: 家政誌, **24**, 89 (1973)
 - 11) 岡部元雄: *New Food Industry*, **19**, (4) (1977)
 - 12) 鈴木裕, 志岐淳一, 大杉万美: 栄養と食糧, **36**, 199 (1983)
 - 13) 倉沢文夫: 農業技術, **18**, 26 (1963)
 - 14) 倉沢文夫: 農業技術, **18**, 128 (1963)
 - 15) 倉沢文夫: 農業技術, **18**, 218 (1963)
 - 16) 倉沢文夫: 農業技術, **18**, 265 (1963)
 - 17) 倉沢文夫: 農業技術, **18**, 620 (1964)
 - 18) 倉沢文夫: 遺伝, **22**, 73 (1969)
 - 19) 奥野元子, 柳瀬肇: 食総研報, **43**, 13 (1983)
 - 20) 稲津脩: 澱粉科学, **26**, 191 (1986)
 - 21) 稲津脩: 北海道土壌肥料研究通信, **88**, 1 (1986)
 - 22) 稲津脩: 北海道農業試験場報告, **66**, 3 (1988)
 - 23) 稲津脩: 北海道農業試験場報告, **57**, 51 (1990)
 - 24) 稲津脩: 日作学会記事, **59**, 611 (1990)
 - 25) 横尾政雄: 研究ジャーナル, **13**, 50 (1990)
 - 26) 朝岡正子, 井ノ内直良, 不破英次: 糖質シンポジウム講演要旨集, **14**, 35 (1992)
 - 27) 不破英次, 朝岡正子, 新谷宏高, 重松利典, 大柴正之, 井ノ内直良: 日食工誌, **41**, 413 (1994)
 - 28) 朝岡正子, 高橋慶一, 中平健, 井ノ内直良, 不破英次: 応用糖質科学, **41**, 17 (1994)
 - 29) 朝岡正子, 中山朝雄, 遠藤潤, 井ノ内直良, 不破英次: 応用糖質科学, **41**, 25 (1994)
 - 30) 太田久稔, 岩崎哲也: 食品総合研究所研究報告, **57**, 23 (1993)
 - 31) 石井卓朗, 岩崎哲也: 食品総合研究所研究報告, **57**, 29 (1993)
 - 32) 豊島英親, 内藤成弘, 岡留博司, 小川紀男, 大坪研一, 馬場広昭, 村田智子: 食品総合研究所研究報告, **58**, 27 (1994)
 - 33) 阿久澤さゆり, 澤山茂, 川端晶子: 家政誌, **42**, 441 (1991)
 - 34) 綾部園子, 浜田陽子, 畑江敬子, 島田淳子, 滝口操, 貝沼やす子: 家政誌, **44**, 269 (1993)
 - 35) 浜田陽子, 綾部園子, 畑江敬子, 島田淳子, 貝沼やす子: 家政誌, **45**, 803 (1994)
 - 36) 高橋節子, 西川優子: 共立女子大学家政学部紀要, **38**, 9 (1992)
 - 37) 高橋節子: 澱粉科学, **40**, 245 (1993)
 - 38) 高橋節子, 西川優子, 内藤文子: 共立女子大学家政学部紀要, **39**, 95 (1993)
 - 39) 竹生新治郎, 岩崎哲也, 谷達雄: 栄養と食糧, **13**, 137 (1960)
 - 40) 竹生新治郎, 遠藤勲, 谷達雄: 栄養と食糧, **16**, 407 (1964)
 - 41) 谷達雄, 吉川誠次, 竹生新治郎, 堀内久弥, 遠藤勲, 柳瀬肇: 栄養と食糧, **22**, 452 (1969)
 - 42) 石間紀雄, 平宏和, 平春枝, 御子柴一, 吉川誠次: 食品総合研究所報告, **29**, 9 (1974)
 - 43) 丸山悦子, 東紀代香, 梶田武俊: 家政誌, **34**, 819 (1983)
 - 44) 竹生新治郎, 渡辺正造, 杉本貞三, 酒井藤敏, 谷口嘉: 澱粉科学, **30**, 333 (1983)
 - 45) 竹生新治郎, 渡辺正造, 杉本貞三, 酒井藤敏, 谷口嘉: 澱粉科学, **32**, 51 (1985)
 - 46) 堀野俊郎, 原城隆, 阿江教治: 日作紀, **56**, 461 (1983)
 - 47) 堀野俊郎, 長峰司, 岡本正弘, 福岡忠彦, 細田浩: 日作紀, **56** (別2), 263 (1987)
 - 48) 堀野俊郎: 日作紀記事, **59**, 605 (1990)
 - 49) 達林顯一: 食品工業, **12**, 49 (1992)
 - 50) 保坂幸男: 食品工業, **12**, 44 (1992)
 - 51) 小西雅子: 博士論文
 - 52) 住吉雅子, 寺崎太二郎, 畑江敬子, 島田淳子: 家政誌, **43**, 277 (1992)
 - 53) 杉山智美, 小西雅子, 寺崎太二郎, 畑江敬子, 島田淳子: 日食工誌, **442**, 401 (1995)
 - 54) 小西雅子, 井出邦康, 畑江敬子, 島田淳子: 日調科誌, **29**, 254 (1996)
 - 55) 小西雅子, 井出邦康, 畑江敬子, 島田淳子: 日調科誌, **29**, 264 (1996)
 - 56) Yamaguchi S.: *Am. Chem. Soc.*, pp. 35 (1979)