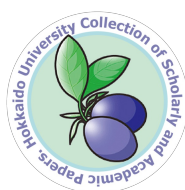




HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	機器分析法と官能試験法とによる米の食味評価
Author(s)	川村, 周三; 夏賀, 元康; 河野, 慎一 他
Citation	農業機械学会誌, 58(4), 95-104 https://doi.org/10.11357/jsam1937.58.4_95
Issue Date	1996
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70944
Rights	© 農業機械学会
Type	journal article
File Information	58_95.pdf



機器分析法と官能試験法とによる米の食味評価*

川村周三**・夏賀元康**・河野慎一***・伊藤和彦**

要 旨

機器分析による米の食味評価法が開発され実用化されている。しかし、機器分析による米の食味評価が官能試験の食味評価に換えて利用できるか、それぞれの機器で得られた食味評価に相関があるか、などの客観的データに少ない。そこで、近赤外分光法を利用した3機種と電磁波を利用した1機種を用い、61種類の米の機器分析と官能試験とを行った。機器分析による食味評価と官能試験の総合評価との相関は低かった。したがって、これらの機器は食味評価として数値を示すほどの精度はなく、食味別に米をグループ分けすることに用いるのが適当であった。各機器の食味評価値の間に互換性はなかった。機器分析法による米の食味評価の今後の発展のためには食味評価尺度の統一が不可欠である。

〔キーワード〕 機器分析法, 近赤外分光法, 官能試験法, 米食味分析計, 米, 食味

Instrument Analysis and Sensory Test for Rice Taste Evaluation*

Shuso KAWAMURA**, Motoyasu NATSUGA**, Shin-ichi KOUNO***,

Kazuhiko ITOH**

Abstract

Several instruments are commercially available for rice taste evaluation. However, there is little objective data whether these instruments can be used instead of sensory test, whether the instrumental taste evaluation has correlation with each other. Accordingly, sensory test and instruments analysis were carried out using 61 rice samples. The correlation between instrument's taste evaluation and overall flavor by the sensory test was low, and consequently, these instruments were not accurate enough to estimate taste evaluation value. These instruments can be used for classifying rice into qualitative groups; such as, good, medium, and poor taste one. Conversion of taste evaluation among instruments were impossible because of low correlation among them. The standardization of the taste evaluation scale promises evolution and popularization of the instrument analysis.

〔Keywords〕 instrument analysis, near-infrared spectroscopy, rice taste meter, sensory test, rice, taste

I 緒 言

近年、機器分析による米の食味評価法が開発され、いくつかの米食味分析計が実用化されてい

* 1992年4月 第51回農業機械学会年次大会(東京農工大)および1993年4月 第52回農業機械学会年次大会(弘前大)にて一部講演

** 北海道大学農学部(〒060 北海道札幌市北区北9条西9丁目 ☎011-706-2558) Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo-shi, 060 Japan

*** 北海道立食品加工研究センター(〒069 北海道江別市文京台緑町589-4 ☎011-387-4126) Hokkaido Food Processing Research Center, Ebetsu-shi, 069 Japan

表 1—1 米の理化学的特性
Table 1—1 Physicochemical properties of rice

Variety	Crop year	Growing prefecture	Physicochemical properties							Starch-iodine BV (-)	Trans-lucency (-)
			Moisture content (%WB)	Protein content (%DM)	Amylose content (%)	Free fat acidity (mg-KOH)	Amylo-gram MV (BU)	Texturo-gram A3 (TU)			
1 Sasanishiki(ササニシキ)	1992	Miyagi	16.3	6.8	19.4	7.5	527	0.90	0.27	93.1	
2 Hitomebore(ひとめぼれ)	1991	Miyagi	16.0	6.8	18.5	3.7	731	1.15	0.29	91.0	
3 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Niigata	16.3	6.2	17.8	6.9	686	1.06	0.18	97.4	
4 Mutsukaori(むつかおり)	1991	Aomori	16.4	7.2	21.5	6.9	480	1.00	0.23	88.4	
5 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Niigata	16.0	6.5	18.2	9.5	773	1.12	0.15	88.1	
6 Hatsuboshi(初星)	1992	Fukushima	16.9	6.4	20.1	8.9	517	1.00	0.31	89.4	
7 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Okayama	14.9	6.7	17.4	6.6	646	0.98	0.22	76.2	
8 Akitakomachi(あきたこまち)	1992	Akita	16.7	6.5	18.0	10.2	557	1.00	0.22	99.5	
9 Koshihikari(コシヒカリ)	1992	Tokushima	14.6	7.1	16.5	11.1	613	0.90	0.17	87.6	
10 Kirara397(きらら397)	1991	Hokkaido	17.2	7.0	20.6	9.8	627	1.09	0.20	103.0	
11 Sasanishiki(ササニシキ)	1992	Yamagata	15.9	7.3	18.7	8.0	530	0.90	0.28	91.6	
12 Hananomai(はなの舞い)	1991	Yamagata	16.5	7.3	18.7	11.7	568	1.00	0.16	89.7	
13 Koshihikari(コシヒカリ)	1992	Niigata	15.5	6.8	16.3	9.5	603	1.00	0.19	79.1	
14 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Shimane	14.0	7.3	18.8	2.7	843	1.19	0.17	91.0	
15 Yamahikari(ヤマヒカリ)	1991	Mie	15.1	6.5	18.8	9.9	616	1.15	0.18	91.2	
16 Akitakomachi (あきたこまち)	1991	Akita	16.1	7.6	17.8	5.6	519	0.96	0.22	98.6	
17 Sasanishiki(ササニシキ)	1991	Miyagi	16.5	6.1	19.7	7.1	590	1.17	0.22	91.7	
18 Nipponbare(日本晴)	1991	Hyogo	15.4	6.7	20.5	10.0	657	1.13	0.21	87.7	
19 Mutsukaori(むつかおり)	1991	Aomori	16.4	7.0	21.3	5.1	613	1.17	0.22	93.4	
20 Aya(彩)	1991	Hokkaido	16.2	7.9	15.5	8.8	731	1.33	0.22	97.6	
21 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Ibaraki	15.4	7.1	18.8	8.1	732	1.15	0.18	76.8	
22 Koshinohana(越の華)	1991	Toyama	14.8	7.0	19.4	6.1	622	1.07	0.20	97.2	
23 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Nagano	17.0	7.1	19.6	7.7	757	1.10	0.18	91.7	
24 Tsugaruotome(つがるおとめ)	1991	Aomori	16.2	6.1	21.0	9.1	508	1.10	0.23	83.2	
25 Yamabiko(ヤマビコ)	1991	Okayama	15.6	7.2	19.6	8.6	454	0.91	0.30	94.0	
26 Aichinokaori(あいちのかおり)	1991	Aichi	15.3	7.0	20.2	8.1	779	0.99	0.23	93.2	
27 Akitakomachi(あきたこまち)	1991	Akita	16.1	7.5	18.2	7.1	700	1.04	0.21	96.1	
28 Sasanishiki(ササニシキ)	1991	Miyagi	16.0	7.2	19.7	12.7	618	1.18	0.15	78.9	
29 Nipponbare(日本晴)	1991	Shiga	14.6	7.1	18.7	10.2	570	1.42	0.19	83.2	
30 Nipponbare(日本晴)	1991	Shiga	14.5	6.8	20.0	9.9	685	1.33	0.18	86.2	
31 Nipponbare(日本晴)	1992	Shiga	15.4	7.0	19.1	10.0	526	0.90	0.26	93.6	
32 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Fukui	15.7	6.9	18.4	5.4	808	1.04	0.16	95.2	
33 Koganebare(黄金晴)	1991	Shizuoka	16.2	6.8	19.0	17.9	554	0.82	0.15	100.4	
34 Yamahikari(ヤマヒカリ)	1991	Tottori	15.1	7.0	19.5	8.3	746	1.10	0.19	89.8	
35 Yukihikari(ゆきひかり)	1991	Hokkaido	15.8	8.0	21.1	3.9	559	0.93	0.28	97.0	
36 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Ibaraki	15.2	8.1	17.9	7.3	566	1.04	0.14	73.5	
37 Kirara397(きらら397)	1991	Hokkaido	16.7	7.7	20.0	9.0	482	1.12	0.22	105.2	
38 Kinuhikari(キヌヒカリ)	1991	Fukuoka	14.8	8.3	17.8	5.1	852	1.11	0.18	95.3	
39 Hourei(ホウレイ)	1991	Hiroshima	15.2	7.1	20.8	6.2	712	0.98	0.21	106.0	
40 Fukuhikari(フクヒカリ)	1991	Fukui	15.5	7.6	17.7	10.8	586	0.91	0.15	82.1	
41 Nakateshinsenbon(中生新千本)	1991	Hiroshima	15.1	6.7	19.1	9.7	773	1.26	0.21	79.7	
42 Honoka224(ほのか224)	1991	Hokkaido	16.2	8.0	18.4	9.5	507	0.94	0.18	104.8	
43 Akitasuho(アキツホ)	1991	Hiroshima	15.1	7.4	21.7	8.9	719	1.03	0.20	85.3	
44 Nipponbare(日本晴)	1991	Shiga	14.6	7.2	19.5	11.5	528	0.80	0.24	84.7	
45 Sasanishiki(ササニシキ)	1991	Iwate	16.3	7.0	20.9	5.9	660	1.09	0.23	87.6	
46 Asahi(朝日)	1991	Okayama	15.5	7.2	22.7	7.3	588	1.09	0.25	89.4	
47 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Tokushima	15.4	7.0	16.8	11.4	662	0.99	0.14	73.8	
48 Mineasahi(ミネアサヒ)	1992	Kumamoto	16.4	7.3	18.3	7.0	461	1.00	0.22	88.1	
49 Koshijiwase(越路早生)	1991	Toyama	15.4	8.8	19.7	8.7	694	0.93	0.19	90.3	
50 Fukuhikari(フクヒカリ)	1991	Fukui	15.2	7.3	17.6	8.4	848	0.99	0.17	76.1	
51 Kinuhikari(キヌヒカリ)	1991	Fukuoka	14.8	8.6	17.4	8.3	567	0.96	0.19	86.6	
52 Akitasuho(アキツホ)	1992	Hiroshima	16.3	6.8	20.4	21.1	501	0.90	0.20	79.7	
53 Kinuhikari(キヌヒカリ)	1992	Ibaraki	16.1	7.4	16.5	10.3	590	1.00	0.18	98.7	
54 Koshihikari(コシヒカリ)	1991	Shizuoka	15.7	6.9	17.0	12.8	715	0.79	0.14	72.3	
55 Sasanishiki(ササニシキ)	1991	Yamagata	15.8	7.2	19.6	8.4	685	1.23	0.18	84.0	
56 Yamabiko(ヤマビコ)	1992	Okayama	16.1	6.8	22.6	8.5	399	0.60	0.47	90.6	
57 Koganebare(黄金晴)	1991	Shizuoka	15.7	7.8	19.5	14.0	642	1.05	0.13	60.0	
58 Koshihikari(コシヒカリ)	1992	Nagasaki	14.5	7.3	14.8	13.7	718	1.00	0.17	74.1	
59 Koshijiwase(越路早生)	1991	Toyama	14.9	7.1	19.2	8.4	609	1.05	0.18	80.6	
60 Nakateshinsenbon(中生新千本)	1992	Hiroshima	16.0	7.6	17.9	14.9	493	1.00	0.20	80.2	
61 Harebare(晴々)	1991	Shizuoka	16.0	8.3	19.6	24.1	650	0.96	0.11	94.7	

表 1—2 米の官能試験の総合評価と機器分析結果

Table 1—2 Overall flavor by sensory test and instrument analysis of rice

Sensory test	Instrument analysis												
	Instrument A				Instrument B				Instrument C				Ins. D
	Moisture content (%)	Protein content (%)	Cohesiveness index (-)	Taste evaluation (-)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Aging index (-)	Taste evaluation (-)	Moisture content (%)	Protein content (%)	Cohesiveness index (-)	Taste evaluation (-)	
flavor (-)	(%WB)	(%DM)	(-)	(-)	(%DM)	(%)	(-)	(-)	(%WB)	(%DM)	(-)	(-)	(-)
0.48	14.4	7.3	0.54	80	7.0	21.1	7.0	65	10.2	6.8	6.6	76	77
0.46	14.3	8.3	0.38	65	6.5	19.5	7.1	73	10.5	7.0	6.4	73	80
0.46	14.3	7.7	0.88	96	6.1	17.2	7.1	72	10.1	6.4	7.0	82	79
0.40	14.1	8.4	0.64	89	7.2	22.4	7.1	65	10.3	7.5	5.7	64	60
0.39	14.3	7.6	0.54	72	6.4	19.3	7.1	75	10.4	6.4	7.2	82	81
0.37	14.3	6.9	0.66	81	7.0	22.1	7.0	69	10.4	6.6	7.0	79	81
0.35	14.0	8.1	0.78	89	6.7	18.1	7.2	71	9.8	6.9	7.5	80	72
0.30	14.5	7.3	0.99	88	6.8	20.5	6.9	65	10.2	6.7	7.3	80	82
0.29	13.8	7.4	0.77	81	7.5	17.9	7.0	65	9.2	7.1	7.1	76	79
0.27	14.2	8.2	0.37	67	6.8	21.2	7.0	64	10.9	7.2	6.1	69	74
0.26	14.3	7.9	0.52	80	7.5	20.4	7.0	63	10.0	7.5	6.6	70	70
0.24	14.2	8.2	0.28	81	7.1	18.1	7.0	65	10.1	7.5	5.8	65	73
0.24	14.0	7.2	0.84	83	6.9	18.7	7.0	72	10.0	6.8	7.2	79	78
0.21	13.9	8.3	0.59	73	6.9	19.3	7.1	69	10.3	7.4	7.4	76	70
0.20	13.9	8.1	0.95	98	6.8	16.4	7.1	61	9.9	6.7	7.0	78	66
0.19	14.2	8.6	0.26	80	7.4	18.5	7.1	61	10.2	7.8	6.2	65	69
0.14	14.3	7.6	0.73	87	6.4	18.9	7.1	73	10.3	6.3	6.4	78	79
0.13	14.2	7.9	0.45	73	6.6	19.4	7.0	73	10.6	6.9	7.3	79	62
0.12	14.1	8.3	0.60	69	6.8	20.2	7.0	68	10.6	7.2	6.5	72	61
0.12	14.2	9.4	-0.13	57	7.4	19.0	7.2	68	10.7	8.1	6.1	62	70
0.11	14.1	8.1	0.39	62	6.6	22.1	7.0	60	10.3	7.0	6.9	76	75
0.11	13.9	8.5	0.79	96	7.0	19.8	7.1	68	9.9	7.3	7.3	76	75
0.07	14.2	8.2	0.20	65	6.7	18.4	7.0	78	10.7	7.4	6.6	71	76
0.05	14.4	7.8	0.83	90	6.5	22.6	7.2	75	10.2	6.3	6.5	79	69
0.05	14.0	8.5	0.62	89	7.0	21.1	7.2	63	10.0	7.4	6.2	69	67
0.05	14.1	8.5	0.53	65	6.8	20.4	7.1	66	10.4	7.2	6.7	73	68
0.03	14.1	8.7	0.35	62	6.9	19.9	7.1	66	10.5	7.6	6.2	67	73
0.02	14.1	8.1	0.16	63	6.8	20.8	6.9	62	10.4	7.3	6.1	68	68
0.00	14.0	8.4	0.28	80	7.0	19.6	7.2	61	9.7	7.3	7.0	75	59
0.00	14.1	8.2	0.33	70	6.9	20.3	7.1	64	10.2	7.3	7.0	75	65
0.00	14.3	7.3	0.52	86	7.0	20.4	7.0	63	10.0	6.9	7.3	79	72
0.00	14.2	7.8	0.58	78	6.6	19.7	7.1	72	10.5	7.1	7.2	77	77
-0.05	14.3	8.2	0.51	87	6.8	19.3	6.9	66	10.0	7.0	7.1	77	67
-0.05	14.1	8.5	0.50	72	6.9	18.9	7.1	72	10.4	7.3	6.7	72	64
-0.06	14.1	9.1	0.13	63	7.4	18.3	6.9	68	10.5	8.2	5.3	57	59
-0.08	14.1	8.9	0.23	79	7.6	18.5	7.3	59	10.0	8.2	6.5	64	71
-0.08	14.2	9.0	0.45	87	7.4	20.8	7.1	53	10.5	8.2	5.5	58	74
-0.08	13.9	9.4	0.09	62	7.6	18.6	7.1	68	10.3	8.3	6.9	66	66
-0.12	14.1	8.7	0.63	68	6.8	20.5	7.0	64	10.4	7.3	6.9	73	71
-0.16	14.1	9.1	-0.06	70	7.5	19.3	7.1	58	10.0	7.9	6.5	66	74
-0.19	14.0	7.7	0.28	66	6.7	19.6	7.1	70	10.5	6.9	6.8	76	59
-0.19	14.1	9.3	-0.31	70	7.9	17.0	7.2	51	10.3	8.5	5.3	55	76
-0.25	14.1	8.6	-0.08	64	7.1	20.2	7.1	64	10.4	7.7	6.6	68	56
-0.28	14.1	7.4	0.22	82	7.6	21.0	7.0	63	9.7	7.3	7.3	76	70
-0.28	14.3	8.3	0.15	63	6.7	21.2	7.0	62	10.7	7.0	5.9	70	67
-0.28	14.0	8.6	0.05	57	7.0	19.3	7.2	70	10.7	7.7	6.5	68	72
-0.32	14.0	8.4	0.36	78	6.9	16.1	7.1	65	9.9	7.3	6.9	74	72
-0.36	14.3	7.8	0.47	75	8.0	19.0	7.0	62	9.8	7.5	6.1	67	78
-0.41	13.9	9.6	0.14	61	8.1	18.4	7.1	64	10.3	9.2	5.6	51	71
-0.42	14.0	8.3	0.25	64	7.0	20.9	6.9	60	10.3	7.4	6.4	70	68
-0.43	13.5	9.6	0.07	72	7.9	18.0	7.2	59	9.8	8.8	6.4	59	66
-0.44	14.2	7.1	0.25	78	7.5	20.9	7.0	61	9.8	7.0	6.4	73	59
-0.45	14.2	7.9	0.38	77	7.6	18.5	7.0	65	10.1	7.5	7.1	73	78
-0.49	14.2	7.9	0.25	77	6.9	16.9	7.0	67	10.0	7.1	7.3	77	69
-0.49	14.2	7.7	0.24	66	6.7	19.0	7.1	72	10.4	7.1	6.4	72	71
-0.50	14.3	7.8	0.42	77	7.5	24.4	7.0	60	9.7	6.8	6.2	73	73
-0.57	14.1	8.7	-0.40	52	7.3	18.8	7.0	68	10.4	8.4	6.5	63	58
-0.57	13.9	7.4	0.35	83	7.5	16.5	7.1	63	9.1	7.5	7.1	74	62
-0.65	13.9	8.3	0.52	85	7.2	20.0	7.1	64	9.8	7.5	7.1	73	71
-0.75	14.1	8.2	-0.05	73	8.2	18.5	7.1	60	9.7	7.8	6.3	66	61
-0.81	14.2	9.6	-0.29	70	7.5	22.4	7.0	53	10.5	8.7	6.3	59	56

る。それにともない、生産、流通、消費の各段階で機器分析による米の食味評価値が利用される例が増加している¹⁾⁻³⁾。しかしながら、官能試験法による米の食味評価に換えて、これらの機器が利用できるかどうか、それぞれの機器で得られた食味評価値に互換性があるかどうか、などの実用技術上重要な客観的データの公表⁴⁾⁻⁶⁾はまだ十分ではない。

そこで本論文では、機器分析法と官能試験法とによる米の食味評価、および各機器分析による食味評価値の関係について報告する。

II 方 法

1. 試料

試料を表1—1に示した。供試した米は27品種で61種類である。これらは1991年または1992年産の水稲粳米であり、生産地は北海道から長崎県までの25道県である。試料は食糧事務所の検査後、市場で流通している玄米を入手した。

玄米の搗精は小型の摩擦式精米機（佐竹製作所製 MCM-250型）を用いて行った。搗精方法は、実用大型精米機を模倣し、米の精米機通過回数が4回となるように行った。搗精歩留は、市販の精白米を参考にし、 $90.5(\pm 0.1)\%$ とした。以下の分析はすべて精白米について行った。

2. 理化学的特性

(1) 水分

水分を10g、粒、135°C、24時間法を測定し、湿量基準で示した。

(2) タンパク質含量

ディッキンソン製インスタラブ600を用い、タンパク質含量を測定し乾物基準で示した。

(3) アミロース含量

テクニコン製オートアナライザを用い、米デンプンの中のアミロース含量を求めた。

(4) 脂肪酸度

精白米中の脂質がリパーゼにより加水分解されて生成する遊離脂肪酸をAACC迅速法により測定し、脂肪酸度とした。

(5) アミログラム特性

ブラベンダー製アミログラフを用い、アミログラムの最高粘度(MV)を求めた。

(6) テクスチュログラム特性

ゼネラルフーズ製テクスチュロメータを用い、テクスチュログラムの付着性(A3)を求めた。

(7) 炊飯特性

ウォータバスを用いて加熱水温を $75(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ に制御して炊飯特性の測定を行い、ヨードデンプン反応の呈色度(BV)を求めた。

(8) 透光度

理研計器製ライスメータを用い、青色光による米粒の透光度を求めた。

なお、以上の理化学的特性は機器を使用しての測定であるが、本論文では後述する米の食味分析計による測定を機器分析法と呼ぶこととした。また、理化学的特性の測定値を実測値と呼ぶ。

3. 官能試験法

官能試験は食糧庁の「米の食味試験実施要領」に準じて行った⁷⁾。

(1) パネルの選定

パネルは北海道大学内の教職員学生および大学外の一般市民から選定した。官能試験は14回行い、パネル人数は1回の平均で41名であった。パネルの構成は平均で41名のうち女性が16名であった。また、年齢は、40歳未満が77%、40歳以上が23%であった。試験の精度を向上させるため、できるだけ食味試験経験者を選定するとともに、結果の検討中にあきらかに異常であると思われるデータは削除した。

(2) 炊飯方法

炊飯には電気炊飯器を用いた。精白米は1kgを用い、加水量は1.3Lとし、浸漬時間は2時間とした。炊飯時間はおよそ30分であり、その後30分間蒸らして米飯を軽く攪拌した。攪拌後さらに1時間米飯を静置し、食味試験を開始した。

(3) 食味評価

食味評価の際の基準米は滋賀県湖南地方産の日本晴とした。

評価項目は精白米外観、炊飯米外観、香り、硬さ、粘り、総合評価の6項目とした。評点は硬さと粘りでは ± 3 の範囲とし、その他の項目では ± 5 の範囲とした。本論文では総合評価を米の食味評価の実測値とした。

4. 機器分析法

米の食味分析機器として4社から市販されている4種機を選んだ。以下、それぞれを機器A、

B, C, Dとする。

機器A, B, Cの3機種種の測定原理は近赤外分光法である⁸⁾。機器Aは精白米を粒の状態で測定し、水分、タンパク質含量、粘り指標、食味評価値をそれぞれ算出する。機器Bは精白米を粉碎して測定し、水分、タンパク質含量、アミロース含量、古米化指標を算出し、これらの数値を基に食味評価値を算出する。機器Cは精白米を粉碎して測定し、水分、タンパク質含量、粘り指標を算出し、これらの数値を基に食味評価値を算出する。機器Dは精白米を水中で短時間加熱した後に、電磁波を利用して米粒表面の水の膜の量を測定し、食味評価値を算出する⁹⁾。

III 結果と考察

表1-1と表1-2に理化学的特性、官能試験の総合評価、機器分析結果を示した。試料は官能試験の総合評価の高い順に上から表示した。

全試料の食味評価値は範囲は、官能試験の総合評価では-0.81~0.48, 機器Aでは52~98, 機器Bでは51~78, 機器Cでは51~82, 機器Dでは56~82であった。

1. 機器分析と官能試験の測定精度

機器分析と官能試験による米の食味評価値の測定精度を知るために、標準誤差を求め表2に示した。標準誤差は以下の式で定義される。

誤差の平方和 (SSE)

$$SSE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (1)$$

ここで x : 各データ

$\bar{x}_i$: 各データの平均値

n : 試料数

m_i : (官能試験の各試料におけるパネル数)

(機器分析の各試料における反復数)

誤差の不偏分散 (MSE)

$$MSE = \frac{SSE}{\sum_{i=1}^n (m_i - 1)} \quad (2)$$

$$\text{標準誤差 (SE)} \quad SE = \sqrt{\frac{MSE}{n_e}} \quad (3)$$

表2 機器分析と官能試験による米の食味評価値の標準誤差

Table 2 Standard error of taste evaluation by instrument analysis and overall flavor by sensory test

Instrument				Sensory test
A	B	C	D	
0.82	0.94	0.45	1.00	0.22

$$\text{ここで } n_e : \text{有効反復数} \quad n_e = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \quad (4)$$

機器分析では、測定セルの試料を入れ替えて2~3回反復測定した。機器分析による食味評価値の標準誤差はいずれも1以下であった。これから、機器分析では同一試料の反復測定の精度は良いと考えられた。

官能試験の総合評価の標準誤差は0.22であった。官能試験では任意の2点の試料間において、総合評価が0.6以上または0.8以上の差があると危険率5%または1%でそれぞれ有意な差があると認められた。

2. 理化学的特性と機器分析結果との相関

米の理化学的特性と機器分析結果との単純相関係数を表3に示した。

水分は、機器Aと機器Cのいずれも理化学的特性の実測値と危険率0.1%で有意な正の相関があった。しかし、機器Cの水分の相関係数は機器Aより低かった。これは機器Cが精白米を粉碎して測定することから、粉碎による水分蒸発が生じるため、粒で測定する実測値との相関が低くなったからと考えられる⁹⁾。

タンパク質含量は機器A, B, Cのいずれにおいても実測値と高い正の相関を示した。近赤外分光法による米のタンパク質含量の測定は高い精度があることが既に示されており⁸⁾¹⁰⁾、この原理を応用した米の食味分析計においてもタンパク質含量の測定精度が良いことが確認された。

アミロース含量は、機器Bにおいて危険率0.1%で実測値と正の相関が認められた。

脂肪酸度は米の脂質の変化を示すものであり、従来から米の品質劣化(古米化)の指標として用いられている。機器Bによる古米化指標は脂肪酸度の実測値と危険率5%で負の相関があった。し

表3 米の理化学的特性と機器分析結果との単純相関係数

Table 3 Simple correlation coefficient between physicochemical properties and instrument analysis of rice

Instrument analysis	Moisture content	Protein content	Amylose content	Free fat acidity	Amylo-gram MV	Texturo-gram A 3	Starch-iodine BV	Trans-lucency
A	Moisture content	0.73***	-0.48***	0.23	0.05	-0.21	-0.06	0.27*
	Protein content	-0.14	0.80***	0.05	-0.10	0.15	0.01	-0.22
	Cohesiveness index	0.00	-0.70***	-0.02	-0.32*	-0.08	-0.01	0.23
	Taste evaluation	0.00	-0.47***	-0.15	0.06	-0.46***	-0.24	0.10
B	Protein content	-0.11	0.75***	-0.19	0.23	-0.39**	-0.39**	0.05
	Amylose content	0.26*	-0.18	0.61***	0.05	-0.26*	-0.11	0.51***
	Aging index	-0.35**	0.28*	-0.18	-0.30*	0.01	0.29*	-0.07
	Taste evaluation	0.05	-0.52***	0.04	-0.36**	0.39**	0.29*	0.05
C	Moisture content	0.45***	0.05	0.45***	-0.28*	0.35**	0.40**	0.00
	Protein content	-0.15	0.97***	-0.09	0.10	0.00	-0.07	-0.25
	Cohesiveness index	-0.49***	-0.48***	-0.31*	0.04	0.34**	0.06	-0.21
	Taste evaluation	-0.13	-0.88***	-0.09	-0.05	0.16	0.09	0.07
D	Taste evaluation	0.31*	-0.31*	-0.28*	-0.35**	-0.04	-0.11	0.14
r(5%, 59)=0.252* r(1%, 59)=0.327** r(0.1%, 59)=0.411***								

かし、これは水分、タンパク質含量、アミロース含量の相関係数と比較すると低いものであり、精度良く古米化の程度を測定しているとは考えられなかった。なお、表1-1で、脂肪酸度が2.7~24.1と大きくばらついているのは、入手前の貯蔵状態の差に起因するものと考えられる。

アミログラムの最高粘度、テクスチュログラムの付着性、炊飯特性のヨードデンプン反応の呈色度は、いずれも米のテクスチャーに関連する理化学的特性である。機器Aと機器Cによる粘り指標は、これらの理化学的特性の実測値との相関が低かった。

透光度は、精白米を肉眼で観察した際の透明感や米粒表面の滑らかさなどの外観と関連のある理化学的特性であり、官能試験の総合評価との相関も高いとされているが¹¹⁾、本実験の透光度は機器A、B、Cの食味評価値と相関がなかった。機器Dの食味評価値は透光度と危険率5%で正の相関が認められたが、この相関係数は、他の機器で測定した水分、タンパク質含量、アミロース含量と理化学特性値との相関係数と比較すると低かった。

以上のことから、米の機器分析では、全体的に判断して、水分、タンパク質含量、アミロース含量は測定できるが、古米化やテクスチャーおよび

外観に関連する理化学的特性の測定は十分な精度ではないと考えられた。

3. 各機器それぞれの分析結果の相関

機器A、B、Cそれぞれによる分析結果の単純相関係数を表4~表6に示した。

機器Aによる食味評価値は、水分との相関はなく、タンパク質含量と負の相関、粘り指標と正の相関があった。機器Bの食味評価値は、アミロース含量や古米化指標との相関はなく、タンパク質含量と負の相関があった。機器Cの食味評価値は水分との相関はなく、タンパク質含量と負の相関、粘り指標と正の相関があった。

米のタンパク質は、浸漬炊飯の際に米粒の吸水やデンプンの膨潤を阻害して、米飯の粘りを抑える働きをする¹²⁾¹³⁾。一方、日本人を含めた東アジアの人々は、一般に粘りのある米飯を好む傾向がある¹⁴⁾。したがって、タンパク質含量の高い米は粘りが少なく、その結果、官能試験の食味評価が低くなることが認められている¹⁵⁾。

供試した機器の食味評価値の算出には、重回帰分析あるいはPLS回帰分析などが用いられており、ニューラルネットワーク、ファジー理論は適用されていない。また、食味評価値を算出するキャリブレーションはいずれも公表されていない。上記の結果から、近赤外分光法を測定原理とする

表4 機器Aによる分析結果の単純相関係数
Table 4 Simple correlation coefficient between analysis by instrument A

	Moisture content	Protein content	Cohesiveness index
Protein content	-0.40**		
Cohesiveness index	0.14	-0.58***	
Taste evaluation	0.08	-0.43***	0.71***

表5 機器Bによる分析結果の単純相関係数
Table 5 Simple correlation coefficient between analysis by instrument B

	Protein content	Amylose content	Aging index
Amylose content	-0.01		
Aging index	0.20	-0.29*	
Taste evaluation	-0.63***	-0.15	-0.01

表6 機器Cによる分析結果の単純相関係数
Table 6 Simple correlation coefficient between analysis by instrument C

	Moisture content	Protein content	Cohesiveness index
Protein content	0.09		
Cohesiveness index	-0.32*	-0.51***	
Taste evaluation	-0.21	-0.91***	0.81***

機器では、機器により差はあるが、食味評価値の算出においていずれもタンパク質含量を重要な要因としているものと思われる。

4. 機器分析による食味評価値と官能試験の総合評価との相関

各機器の食味評価値と官能試験の総合評価との相関を図1～図4にそれぞれ示した。

いずれの機器においても、食味評価値と官能試験の総合評価との間で統計的に有意な正の相関が認められた。しかし、相関係数は最大で0.45であった。したがって、供試した機器では食味評価値として数値を示すほどの精度はないと考えられた。

そこで例えば、相関係数が $r=0.45$ （寄与率 $r^2=0.20$ ）の機器Dを用いて、米を食味の良いグループと良くないグループの2つに分類すると、正しく試料を分類できる確率は64.8%となり、また例えば食味の良いグループ、中間のグループ、良

くないグループの3つに分類すると、正しく試料を分類できる確率は47.1%となる¹⁶⁾。すなわち供試した機器は、米を食味別に2グループもしくは3グループに分類することを用いるのが適当と考えられる。

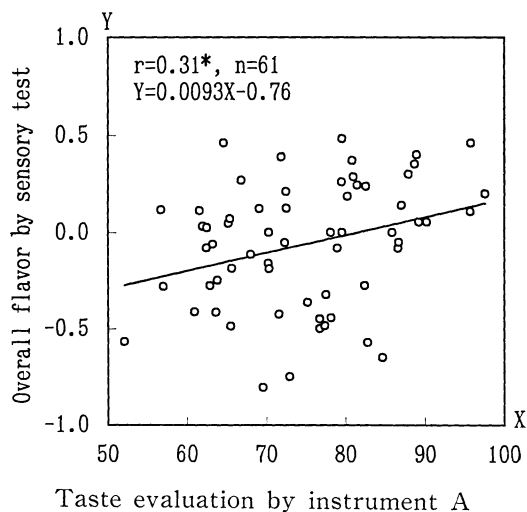


図1 機器Aの食味評価値と官能試験の総合評価との相関図

Fig. 1 Correlation diagram between taste evaluation by instrument A and overall flavor by sensory test

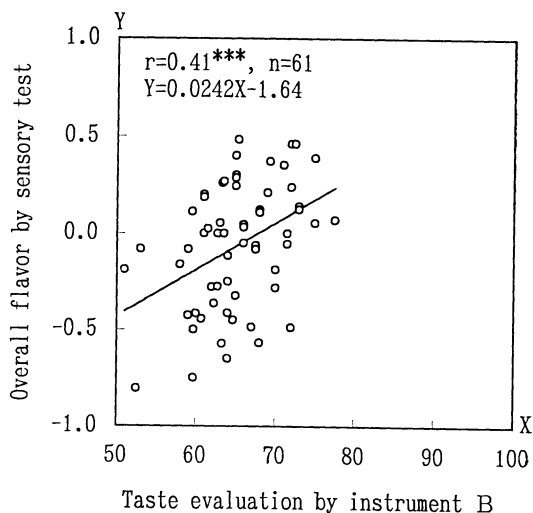


図2 機器Bの食味評価値と官能試験の総合評価との相関図

Fig. 2 Correlation diagram between taste evaluation by instrument B and overall flavor by sensory test

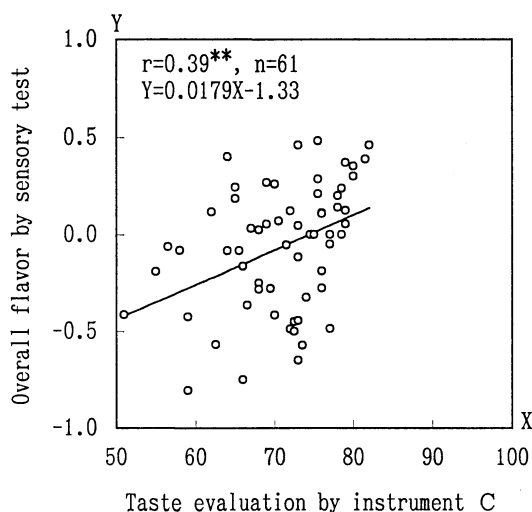


図3 機器Cの食味評価値と官能試験の総合評価との相関図

Fig. 3 Correlation diagram between taste evaluation by instrument C and overall flavor by sensory test

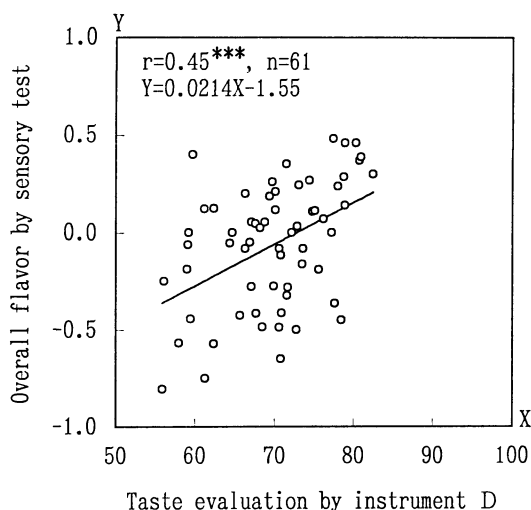


図4 機器Dの食味評価値と官能試験の総合評価との相関図

Fig. 4 Correlation diagram between taste evaluation by instrument D and overall flavor by sensory test

米の官能試験において総合評価は外観、香り、粘りと相関があり、外観と香りが良く、粘りのある米飯の総合評価が高い傾向にある¹¹⁾¹⁷⁾。機器分析による米の食味評価では水分、タンパク質含量、アミロース含量などの測定から、米飯の硬さ

表7 機器分析の食味評価値に透光度のデータを加えた際の官能試験総合評価との重相関係数

Table 7 Multiple correlation coefficient between overall flavor by sensory test and taste evaluation by instrument analysis plus translucency

Correlation coefficient	Instrument			
	A	B	C	D
r	0.31*	0.41***	0.39**	0.45***
R	0.43***	0.56***	0.56***	0.50***

$R(0.1\%, 58) = 0.416^{***}$

r : Simple correlation coefficient between overall flavor by sensory test, and taste evaluation by instrument analysis

R : Multiple correlation coefficient between overall flavor by sensory test, and taste evaluation by instrument analysis plus translucency

や粘りに関する情報がある程度は得ていると考えられる。しかし、これらの機器では外観と香りに関する情報の測定が不十分である。

そこで、機器分析の食味評価値に透光度のデータを加えて官能試験の総合評価と重相関分析を行い、重相関係数を表7に示した。その結果、機器分析の食味評価値に透光度の情報を加えることにより相関係数は高くなった。すなわち、米の食味分析機器に外観情報の測定を加えることにより、食味評価の精度は向上することが示唆された。

5. 各機器分析による食味評価値の相関

各機器分析による米の食味評価値の単純相関係数を表8に示した。

表8によれば、機器Cと機器A、B、Dとの間にそれぞれ有意な相関が認められたが、その相関係数は高くなかった。また、その他の機器間では相関は認められなかった。すなわち、供試した機器の食味評価値間に互換性はなかった。これは、

表8 各機器分析による米の食味評価値の単純相関係数

Table 8 Simple correlation coefficient between taste evaluations of rice by instrument analysis

Instrument	A	B	C
B	0.00		
C	0.46***	0.52***	
D	0.24	0.23	0.32*

ある機器で高い食味評価値が出た米を別の機器で測定すると低い食味評価値が出る可能性があることを示しており、食味分析機器の利用者にとって混乱を招く原因となっている。

これらの機器では、食味評価値のキャリブレーションを作製した際の米の試料数、品種、産地、生産年、官能試験の手法や食味評価値を算出するキャリブレーションなどは公開されておらず、それぞれ独自の尺度で食味評価値を算出している。これが各機器による食味評価値の互換性がないことの大きな原因であると考えられる。したがって、機器分析法による米の食味評価の今後の普及のためには食味評価尺度の統一が不可欠であると考えられる。

VI 摘 要

- 1) 米の食味分析機器では、水分、タンパク質含量、アミロース含量は測定できるが、古米化やテクスチャーおよび外観に関連する理化学的特性の測定精度は十分でなかった。
- 2) 近赤外分光法を測定原理とする機器では、食味評価値の算出においてタンパク質含量を重要な要因としていた。
- 3) 供試した機器では米の食味評価値として数値を示すほどの精度はなく、食味別に2グループもしくは3グループに米を分類することに用いるのが適当であった。
- 4) 米の食味分析機器に外観情報の測定を加えることにより、食味評価の精度は向上した。
- 5) 供試した機器の食味評価値間に互換性はなかった。
- 6) 機器分析法による米の食味評価の今後の普及のためには、食味評価尺度の統一が不可欠であると考えられた。

〔謝辞〕 機器分析法による米の食味評価を行なうにあたり、(株)ニレコ、(株)佐竹製作所、静岡製機(株)、(株)東洋精米機製作所の協力を得た。また、理化学的特性の測定の一部は北海道道立中央農業試

験場農産化学科の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 鳥羽 茂, 田中 良, 加藤久昌, 亀井良明: 食味計はどう使われているか, 食品工業, 35(24), 59—72, 1992
 - 2) 金本繁晴, 山下律也: 米流通品の食味値実態について, 農機関西支報, 77, 69—72, 1995
 - 3) 山縣一郎: 食味評価装置(食味計など)活用の現状と問題点, 精米工業, 131, 22—28, 1991
 - 4) 川村周三, 夏賀元康, 樋元淳一, 伊藤和彦: 近赤外分光法と官能試験法とによる米の食味評価, 農機誌, 53(6), 93—96, 1991
 - 5) 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
 - 6) 庄司一郎, 倉沢文夫: 福島県産米の味度メーターによる食味評価ならびに理化学的性質, 日本家政学会誌, 43(3), 219—227, 1992
 - 7) 川村周三: 米の官能試験と機器分析, 農業施設学会技術研修会, 新時代に求められる米の品質, 31—44, 1995
 - 8) 河野澄夫, 岩元睦夫: 米の食味計の原理について, 食品加工技術, 12(2), 15—22, 1992
 - 9) 夏賀元康, 川村周三, 伊藤和彦: 近赤外分光法による穀物成分測定値の変動要因(第1報), 農機誌, 56(2), 41—48, 1994
 - 10) 夏賀元康, 川村周三, 伊藤和彦: 近赤外分光法による穀物成分測定の精度(第2報), 農機誌, 54(6), 89—94, 1992
 - 11) 川村周三: 米の搗精と精白米の品質および食味(第4報), 北海道大学農学部紀要, 17(4), 517—530, 1991
 - 12) 柳瀬 肇, 大坪研一, 橋本勝彦, 佐藤裕保, 寺西敏子: 米のタンパク質含量と米飯テクスチャーならびに灯飯特性, 食品総合研究所報告, 45, 118—122, 1984
 - 13) 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
 - 14) 佐々木高明: 照葉樹林文化の道, NHKブックス422, 日本放送出版協会, 149—164, 1982
 - 15) 石間紀男, 平 宏和, 平 春枝, 御子榮穆, 吉川誠次: 米の食味に及ぼす窒素施肥および精米中のタンパク質含有率の影響, 食品総合研究所報告, 29, 9—15, 1974
 - 16) Shenk, J.S., Westerhaus, M.O.: Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy, Infrasoftware International, Silver Spring USA, 13—16, 1993
 - 17) 竹生新治郎, 渡辺正造, 杉本貞三, 真部尚武, 酒井藤敏, 谷口嘉廣: 米の食味と理化学的性質の関連(第2報), 澱粉科学, 32(1), 51—60, 1985
- (原稿受理平成7年10月30日・質問期限平成8年9月30日)

コ メ ン ト

〔読者のコメント〕

食味計による米の品質評価値が、今後さらに正しく有効に利用されるには、本論文のような手法で、長期間にわたる多量のデータの蓄積と解析が必要です。また、本論文でも御指摘の通り、各種間の互換性を得ることも重要であると考えられます。それらを達成するためには、どのような方策を進めてゆくべきか、お考えを示していただけませんか。

〔コメントに対する著者の見解〕

食味分析計による食味評価値を正しく利用するためには、まず、多量のデータを蓄積し、解析する必要があります。これにはまず、全国各地の大学、農業試験場、穀物検定協会で行われている食味試験の結果が公表される必要があります。これらのデータを蓄積、解析することにより、食味の地域性などの問題を明らかにして食味試験の食味評価値の信頼性を向上させていくことが必要です。このようにして初めて食味分析計の互換性が議論できると考えます。

出版案内

農業機械学会選書

		頁	価格(送料込)	発行
穀物乾燥施設の診断	山下 律也著	214	2,000円	1985. 3
ベクトルによるトラクタ力学	小中 俊雄著	98	1,200円	1989. 5
米のポストハーベスト新技術	山下 律也著	144	2,300円	1991. 9
農産施設コストエンジニアリング	山下 律也著	169	2,300円	1992. 3
穀物の物性値解説	山下 律也著	149	2,300円	1992. 7
農業機械・施設の自動化と新技術	山下 律也著	152	2,300円	1993. 4
太陽熱利用の農産物乾燥	山下 律也著	160	2,300円	1994. 6