

米の食味関与要因の変動に関する研究

第1報 玄米タンパク質含量の品種間差異

前 重 道 雅

要 約

前重道雅(1980)：米の食味関与要因の変動に関する研究。第1報 玄米タンパク質含量の品種間差異。広島農試報告42：1～10。

米の食味関与要因の一つとして、米粒タンパク質含量をとりあげ、普通うるち米、心白米及びもち米計44品種を2ヶ年供試し、その品種間差異及び品種の主要形質との関係について検討した。

供試各品種群の玄米タンパク質含量の範囲、平均値及び変動係数はそれぞれ、普通うるち米7.73～10.77%、9.24%及び6.21%、心白米7.17～10.89%、9.40%及び8.95%、もち米7.97～10.29%、9.89%及び5.77%であり、3品種群とも近似値を示した。玄米タンパク質含量と水稻主要形質との関係については、品種の出穂期及び玄米収量との間に次の高い負の相関関係を認めた。普通うるち米品種群 $r = -0.655^{**}$ 及び $r = -0.508^{**}$ 、心白米品種群 $r = -0.771^{**}$ 及び $r = -0.633^{**}$ 、もち米品種群 $r = -0.503$ 及び $r = -0.753^{**}$ 。玄米タンパク質含量の品種間差異及び年次間変動の原因は、品種の遺伝的要因及び早晚性に伴う稲体窒素濃度や登熟温度の影響が考えられるが、sink-sourceの均衡関係による要因をつけ加えなければ説明できない点を指摘した。

I 緒 言

米の食味に関与する要因として、吉川、竹生ら⁶³⁾は多数の食味官能試験及び理化学的測定結果を集約して、13の要因をあげ、そのうちで品種の影響が最も大きいものの一つとした。最近、食味に大きく関与している成分として米粒のタンパク質含量と食味との関係について、無関係^{12,13,20)}あるいは高含量が食味がよいとする報告³²⁾もあるが、古くは岡村(1940)³³⁾の報告をはじめ、多くの報告^{1,10,14,15,24,30,31,36,47,48,55,60)}が米粒タンパク質含量と食味との間に負の相関関係を認めている。

その原因について、米粒タンパク質含量の増加に伴うアミノ酸組成の変化が食味に影響を与えるとした報告^{1,12,16,49,55,57,59,60)}、また、米粒タンパク質含量の増加は米飯の粘性、弾性を低下させるため^{22,26,58)}、あるいはデンプンの糊化特性を劣化させる¹⁾などの報告があり、これらは食味に対する粘性、弾性の寄与率がきわめて高いとする谷、吉川らの報告⁵⁴⁾から照らして納得される。

注意しなければならないことは、多くの報告が米粒の高タンパク含量が食味を劣化させる、あるいは無関係としながらも、品種間差と生産環境条件間差を明確に分け

て論じたものでないことである。この点に関して南²⁶⁾は、同一品種内では米粒の高タンパク質含量は食味を劣化させるが、品種間では無関係であったとした。また、平ら^{47,48)}はより具体的にコシヒカリ、ササニシキの米粒の低タンパク質含量は良食味の一要因であるが、食味の劣るフジミノリもまた低含量品種であり、品種間では同一品種内のタンパク質含量の変動とは異なり、他の要因が大きく関与することを指摘した。

本研究ではこれら関与要因とその変動を明らかにしようとした。第1報ではまず同一地点で生産した普通うるち米、心白米及びもち米の玄米タンパク質含量の品種間差異を検討した。

I 試 験 方 法

1. 試 料

試料は1973年及び1974年に広島県立農業試験場園場において標準栽培して得られた精玄米(1.85mm 篩別)を用いた。なお、供試材料としては米飯により近い白米がよいとも考えられるが、均一に糠を除くことが困

Table 1. Some traits with different variety

Variety	Heading date		Number of spikelets per m ²	Yield**		Perfect kernels weight per 1,000 grains**	1,000-kernel weight*	
	1973	1974		1973	1974		1973	1974
			— × 100 grains —	— kg per a —		— g —		
Non-glutinous rice								
Shurei	Aug. 4	Aug. 5	255	36.8	41.1	16.1	19.3	19.3
Fujiminori	Aug. 5	Aug. 5	262	45.8	55.1	21.0	20.2	19.4
Todorokiwase	Aug. 5	Aug. 7	244	43.7	53.4	21.9	19.6	19.8
Hounenwase	Aug. 5	Aug. 7	264	38.9	49.5	18.8	18.7	19.0
Koshijiwase	Aug. 4	Aug. 8	275	43.5	49.3	17.9	17.8	18.6
Tarehonami	Aug. 7	Aug. 10	282	36.8	49.1	17.5	19.6	19.6
Toyonishiki	Aug. 7	Aug. 11	275	50.4	54.8	19.9	19.5	19.7
Koshihikari	Aug. 9	Aug. 11	289	41.3	51.5	17.8	19.3	19.4
Ozora	Aug. 10	Aug. 11	275	46.6	50.7	18.4	19.1	19.1
Ginmasari	Aug. 11	Aug. 12	259	40.2	55.2	21.3	19.3	20.8
Nihonmasari	Aug. 11	Aug. 14	255	44.1	58.3	22.9	20.1	21.1
Chubu 13	Aug. 11	Aug. 14	277	39.6	56.3	20.3	18.0	19.3
Minehikari	Aug. 13	Aug. 16	265	40.2	57.4	21.7	18.2	20.0
Ine-62-re-9	Aug. 18	Aug. 16	256	30.4	50.7	19.8	18.1	19.6
Shuhou	Aug. 18	Aug. 17	306	36.7	53.5	17.5	17.1	17.7
Nihonbare	Aug. 16	Aug. 19	322	51.3	61.0	18.9	19.6	20.0
Akitsuho	Aug. 17	Aug. 19	267	44.0	61.3	23.0	20.0	20.6
Yamabiko	Aug. 17	Aug. 19	276	50.2	65.0	23.6	20.6	21.5
Chugoku 56	Aug. 19	Aug. 19	270	60.7	56.5	20.9	19.1	19.4
Satominori	Aug. 19	Aug. 19	281	44.0	53.8	19.1	18.5	19.2
Minenishiki	Aug. 20	Aug. 19	276	41.3	60.7	22.0	16.7	19.1
Kanto 106	Aug. 19	Aug. 21	322	54.3	62.7	19.5	18.9	19.7
Kairyosenbon	Aug. 23	Aug. 20	285	41.6	53.4	18.7	16.9	19.7
Norin 22	Aug. 21	Aug. 20	270	46.0	56.0	20.7	18.8	20.0
Nakateshinsenbon								
	Aug. 23	Aug. 21	310	47.1	67.4	21.7	18.2	20.4
Koganenishiki	Aug. 24	Aug. 25	323	46.4	63.4	19.6	18.2	18.9
Chiyohikari	Aug. 27	Aug. 24	283	45.6	59.3	21.0	18.1	19.9
Mihonishiki	Sept. 2	Aug. 31	364	54.9	65.0	17.9	18.1	20.4
White core rice								
Sachidama	Aug. 2	Aug. 3	225	43.9	47.9	21.3	23.7	23.3
Gohyakumangoku								
	Aug. 4	Aug. 6	230	39.0	50.4	21.9	22.0	22.3
Hirosake 4A	Aug. 5	Aug. 10	234	34.4	41.9	17.9	22.2	21.7
Hattan 35	Aug. 8	Aug. 10	287	35.3	43.9	15.3	20.1	19.8
Hattan 10	Aug. 12	Aug. 13	220	37.3	40.7	18.5	22.1	21.5

(continue)

Variety	Heading date		Number of spikelets per m ²	Yield**		Perfect kernels weight per 1,000 grains**	1,000-kernel-weight*	
	1973	1974	1974	1973	1974	1974	1973	1974
	— × 100 grains—			— kg per a—		— g—	— g—	
Hattan 40	Aug. 12	Aug. 13	235	31.7	44.4	18.9	22.4	21.7
Hirosake 5-2	Aug. 13	Aug. 13	240	38.1	49.2	20.5	22.0	21.9
Tamasakae	Aug. 16	Aug. 17	216	37.9	54.6	25.3	24.4	25.5
Hyosake 18	Aug. 16	Aug. 17	186	46.5	51.6	27.7	24.9	25.8
Kairyoomachi	Aug. 17	Aug. 19	239	35.2	49.6	20.8	21.7	22.2
Hyosake 28	Aug. 24	Aug. 21	211	53.9	57.5	27.3	23.6	25.0
Yamadanishiki	Aug. 30	Aug. 28	223	57.9	55.5	24.9	22.8	23.2
Glutinous rice								
Hatsukine	Aug. 5	Aug. 5	212	40.0	42.1	19.9	17.8	18.1
Takasagomochi	Aug. 11	Aug. 14	270	49.0	54.3	20.1	19.2	19.1
Tanchomochi	Aug. 21	Aug. 19	228	50.0	52.3	22.9	19.5	20.7
Binanmochi	Sept. 1	Aug. 28	294	55.9	56.5	19.2	18.7	18.1

* On dry basis ** On air-dry basis

難であること、胚芽の存否の取扱いをどうするか、また米粒のタンパク質含量の大部分は白米中に含まれていること⁴⁾などから、この種の試験には玄米形態で供試することがよいと考えられたので本報ではこれにしたがった。

供試品種数は、普通うるち米28品種、心白米12品種、もち米4品種の合計44品種（系統も含む）である。供試品種の出穂期、m²当り初数、玄米収量、千頭花当り精玄米重及び玄米千粒重を第1表に示した。播種期は兩年とも5月7日、移植期は1973年には6月15日、1974年には6月12日。栽植密度は20.2株/m²（条間33cm、株間15cm）、1株3本植とした。施肥量は兩年ともa当りN、P₂O₅、K₂O各々0.8kgを基肥（移植前日）、中間追肥（6月30日）及び穂肥（7月29日）の3時期に50—25—25%の割合に分施した。

供試圃場の立地条件は、広島県中部の西条盆地に位置し、標高222m、土壌の母材は凝灰岩を含む花崗岩湖成沖積土で土壌群は細粒グライ土、作土の土性はSCL、耕土は20cm、肥沃度はやや高く、平年収量は兩年次県平均（470kg/10a）より高く、534kg/10a（兩年次供試主要品種平均）であった。

2. 定量方法

玄米試料はマクロケルダール法により全窒素を定量し、これにタンパク質換算係数5.95を乗じタンパク質量とした。乾物換算のための水分定量は135℃1時間法²⁸⁾とした。

Ⅲ 結 果

1. 玄米タンパク質含量の品種間差異

普通うるち米、心白米及びもち米各品種群の玄米タンパク質含量を乾物中百分率として、第2表に示した。各品種群とも品種間、年次間に有意差が認められた。各品種群の玄米タンパク質含量の範囲、平均値及び変動係数はそれぞれ、普通うるち米（*n*=28、2ヶ年）7.73～10.77%、9.24%及び6.21%、心白米（*n*=12、2ヶ年）7.17～10.89%、9.40%及び8.95%、もち米（*n*=4、2ヶ年）7.97、10.29%、9.89%及び5.77%であった。また、玄米タンパク質含量の、最低値に対する最高値の割合は普通うるち米品種群124%、心白米品種群137%、もち米品種群115%であった。

これを品種間についてみると、出穂期の早晚性と高い負の相関関係を示し、早生品種の中にとくに高含量を示すものがあつた。普通うるち米品種では、ホウネンワセ、越路早生、トドロキワセ、タレホナミが高含量であり、ミホニツキ、改良千本、農林22号、中生新千本が低含量であった。心白米品種では幸玉、五百万石が高含量であり、山田錦が低含量であった。また、もち米品種ではハツキネが高含量で備南糯が低含量であった。

玄米タンパク質含量の年次間差についてみると、登熟期間が高温であった1973年産米が1974年産米に比較して高含量を示し、対73年比率でみると74年は普通うるち米品種群105%、心白米品種群108%、もち米品種群114%であった。

Table 2. Protein content of brown rice

Variety	1973	1974	Mean	Variety	1973	1974	Mean
—% on dry basis—				—% on dry basis—			
Non-glutinous rice				White core rice			
Shurei	9.74	9.46	9.60	Sachidama	10.41	9.78	10.10
Fujiminori	9.54	9.03	9.29	Gohyakumangoku	10.89	10.08	10.49
Todorokiwase	10.58	9.65	10.12	Hirosake 4A	10.46	9.47	9.97
Hounenwase	10.77	9.33	10.05	Hattan 35	10.34	9.42	9.88
Koshijiwase	10.32	10.34	10.33	Hattan 10	9.59	9.99	9.79
Tarehonami	10.66	9.44	10.05	Hattan 40	8.73	8.88	8.81
Toyonishiki	9.85	9.08	9.46	Hirosake 5-2	10.07	9.13	9.60
Koshihikari	8.95	9.08	9.01	Tamasakae	9.35	8.16	8.76
Ozora	9.31	9.23	9.27	Hyosake 18	10.46	8.56	9.51
Ginmasari	9.28	9.19	9.24	Kairyoomachi	9.92	9.23	9.58
Nihonmasari	8.59	8.99	8.79	Hyosake 28	8.84	8.46	8.65
Chubu 13	9.90	9.63	9.77	Yamadanishiki	8.17	7.17	7.67
Minehikari	9.69	9.87	9.78	Mean	9.77	9.03	
Ine-62-re-9	9.37	9.01	9.19	L. S. D. (5%)			
Shuhou	9.59	8.97	9.28	Variety	0.94		
Nihonbare	9.76	8.64	9.20	Year	0.38		
Akitsuho	9.63	9.28	9.46	—% on dry basis—			
Yamabiko	8.91	8.90	8.91	Glutinous rice			
Chugoku 56	9.21	9.52	9.37	Hatsukine	10.29	9.00	9.65
Satominori	9.24	8.53	8.89	Takasagomochi	9.52	8.16	8.84
Minenishiki	9.06	9.04	9.05	Tanchomochi	9.64	8.39	9.02
Kanto 106	9.15	8.74	8.97	Binanmochi	8.86	7.97	8.42
Kairyosenbon	8.49	8.23	8.36	Mean	9.58	8.38	
Norin 22	8.85	8.35	8.60	L. S. D. (5%)			
Nakateshinsenbon	8.93	8.58	8.76	Variety	0.47		
Koganenishiki	9.81	8.67	9.24	Year	0.33		
Chiyohikari	8.99	8.51	8.75				
Mihonishiki	8.64	7.73	8.19				
Mean	9.46	9.04					
L. S. D. (5%)							
Variety	0.69						
Year	0.18						

2. 玄米タンパク質含量と他の形質との関係

玄米タンパク質含量と水稻主要形質との関係をみると、まず、出穂期の早晩性と高い負の相関関係を認めた(第3表, 第1図)。普通うるち米品種群は $r = -0.655^{**}$ 、心白米品種群 $r = -0.771^{**}$ 、もち米品種群 $r = -0.503$ の関係を示し、出穂期の早い品種が玄米タンパク質含量

が高く、晚い品種が低い値を示した。

玄米タンパク質含量と玄米収量との間にも高い負の相関関係が認められ(第3表)、普通うるち米品種群 $r = -0.508^{**}$ 、心白米品種群 $r = -0.633^{**}$ 、もち米品種群 $r = -0.753^{**}$ の関係があり、低収量では玄米タンパク質含量は高く、高収量では低含量を示した。

玄米収量を粒数要素と登熟要素に分けて、玄米タンパ

Table 3. Correlation coefficients between protein content and some traits.

Variety group	Crop year	n	Heading date	Yield	1000-kernel-weight
Non-glutinous rice	1973	28	-0.653**	-0.315*	0.136
	1974	28	-0.710**	-0.495**	-0.260
	Both years	56	-0.655**	-0.508**	-0.179
White core rice	1973	12	-0.797**	-0.448	-0.173
	1974	12	-0.859**	-0.692**	-0.529
	Both years	24	-0.771**	-0.633**	-0.363
Glutinous rice	1973	4	-0.899	-0.979*	-0.474
	1974	4	-0.874	-0.992**	-0.118
	Both years	8	-0.503	-0.753**	-0.244

* significant at the 5% level. ** significant at the 1% level.

Table 4. Correlation coefficients between protein content and number of spikelets or perfectly kernels weight per 1,000 grains.

Variety group	Crop year	n	Number of spikelets	Perfect kernels weight per 1,000 grains
Non-glutinous rice	1974	28	-0.607**	0.025
White core rice	1974	12	0.318	-0.620*
Glutinous rice	1974	4	-0.914*	0.125

* significant at the 5% level. ** significant at the 1% level.

ク質含量との関係を見ると（第4表）、普通うるち米及びもち米品種群ではm²当り粒数とそれぞれ、 $r = -0.607^{**}$ 、 $r = -0.914^{*}$ の、また、心白米品種群では、千穎花当り精玄米重と $r = -0.620^{*}$ の負の相関関係を示した。

玄米タンパク質含量と玄米千粒重の間に負の相関関係を認めたが有意差ではなかった（第3表）。

IV 考 察

1. 品種の早晚性と玄米タンパク質含量との関係

本報の玄米タンパク質含量値は、平らによる全国平均値8.76%⁴³⁾からみるとやや高い値を示した。これは供試品種中に当該生産地点としては早熟すぎる品種が含まれているためとみられ、これらを除いた適熟品種の平均値と比較すると、普通うるち米品種群（ $n = 7$ 、2ヶ年）8.81%、心白米品種群（ $n = 7$ 、2ヶ年）9.24%、もち米品種群（ $n = 2$ 、2ヶ年）8.93%であり、全国平均値に近似した。しかし、この値を県内他生産地点における測定値（未発表）と比較するとやはりやや高い値を示した。これは当該生産地点の供試圃場条件に基因するものと考えられた。

品種の早晚性と玄米タンパク質含量との関係について

は、早生品種は晩生品種に比較して、タンパク質含量が高いとした報告がある^{2,5,11,18,19)}。

本庄⁶⁾はその原因を集約して、早生品種は登熟気温が高いため米粒の成熟速度が早く、粒重は小さくなり、登熟後期の玄米充実が劣ってデンプン集積の不十分な腹白米や心白米が増加する。また、胚乳部に対する胚の比が大である、などの理由で含量が高くなるとした。

しかし、米粒のタンパク質含量は胚乳部分に大部分含まれ^{18,19,21,41,60)}80~90%を含有している。したがって、搗精によってほとんどが除去される胚、あるいは糊粉層などの高タンパク質含量が、小粒玄米の高含量の主な原因とするには問題がある。

稲体の窒素は、出穂後に急速に穂へ移行蓄積されるがその量は出穂期及び登熟期間中の稲体窒素濃度と高い正の相関関係があり、早生品種は稲体窒素濃度が高い状態で出穂登熟するため、米粒のタンパク質含量は高くなる^{7,8,24,29,36,40,41,42,45,51)}。

梁取⁵²⁾は登熟期の高温が玄米タンパク質含量を増加させることについて、高温による呼吸の増加によって炭水化物の消耗が増大し、米粒を構成する炭水化物と窒素の均衡が変化することに基因するとしている。しかし、同一気温で登熟した場合でも早生品種のタンパク質含量が高い傾向があり、登熟気温と品種の遺伝的特性が相まっ

て品種間差異としてあらわれ、登熟気温が高いということのみでは説明できないとし、重要な示唆を与えた。そして、東ら³⁾は、玄米タンパク質含量の品種間差異の原因を次の三つに要約した。(1)穂へのタンパク質集積能力の遺伝的変異。(2)収量へ直接影響を及ぼすような草状変異、すなわち、sink(乾物収納の場)に対する source(乾物生産の場)の割合の変異。(3)早晩性に伴う環境条件のちがひ。(1)の品種の遺伝的変異か、環境条件に伴う変異であるかについては厳密には遺伝分析によらなければならない。多くの報告が(3)の早晩性に伴う環境条件のちがひに基因する品種間差異について明らかにした。(2)の sink-source の関係から追求した報告は少ないがその根拠となる考え方は既に木戸、梁取ら^{18,62)}によって示唆されたところである。

米粒中化学成分のうちタンパク質などの含量は、主成分であるデンプンの集積量との比率によって決まる。タンパク質の集積がデンプンの集積に先行して行われるため^{9,18)}、sink サイズが制限された場合には相対的にタン

パク質含量が高まる^{3,38)}。逆に sink に比較して、source が著しく不十分で登熟が不完全な場合も相対的にタンパク質含量が高まる^{3,37,61)}。

このことを品種の早晩性からみると、早生品種は LAI が小で 1 穎花当り乾物生産量が小さい。このためデンプン蓄積量が少なく、相対的にタンパク質含量が高くなるもの^{37,38,39)}と考えられる。育種上有用な差異は、穂へのタンパク質集積能力の遺伝的変異であるが、出穂期、収量及び粒大からみて遺伝的に高含量の品種が報告されている。その主なものとして、ハウネンワセ^{3,43)}、フクニシキ³⁾、オイラセ、ハツニシキ⁶⁾があり、低い品種としては、ササニシキ^{6,47,48)}、コシヒカリ^{12,13,43)}、フジミノリ⁴⁹⁾などがある。本報における絶対量からみた高含量または低含量品種は、前述の結果のとおりであるが、各品種群の回帰式に近似しない品種を、遺伝的に高含量または低含量品種としてみた場合、普通うるち米品種の高含量品種として、ハウネンワセ、トドロキワセ、タレホナミ、黄金錦が、また低含量品種として、フジミノリ、

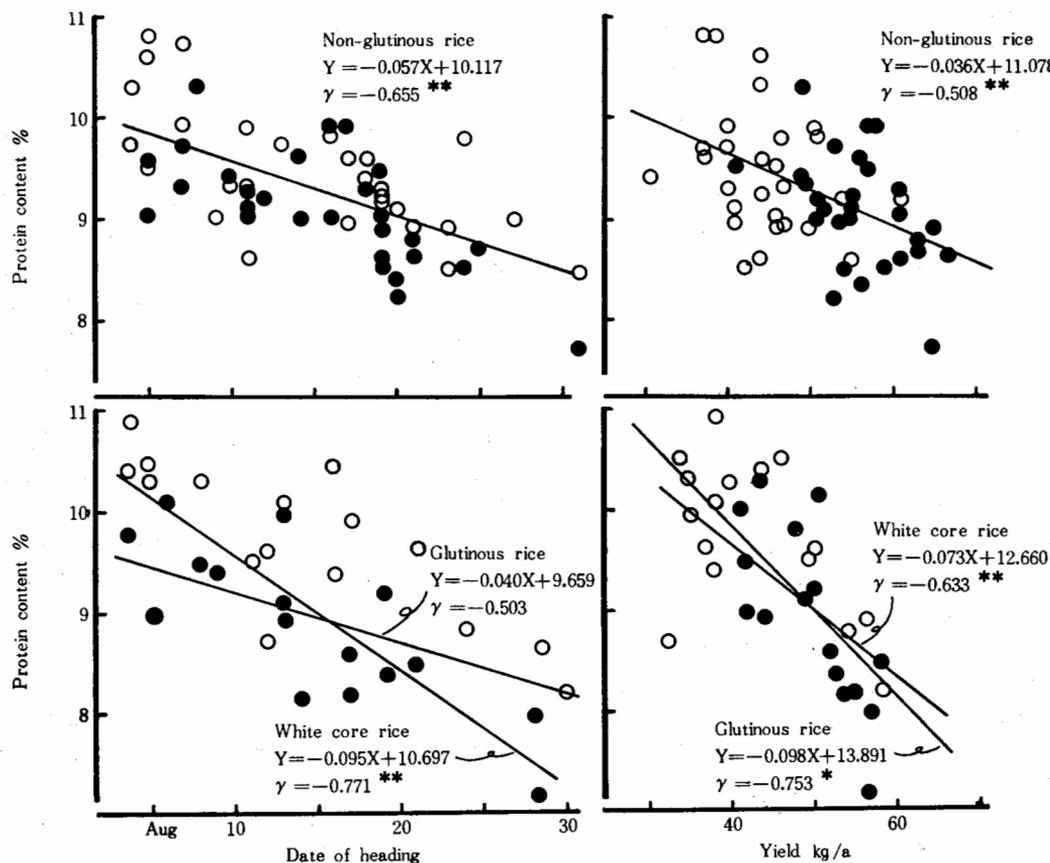


Fig 1. Correlation coefficients between protein content and heading or yield, ● 1973 ○ 1974

ニホンマサリ、改良千本があげられる。心白米品種では兵系酒18号は高含量で山田錦は低含量であった。

2. 玄米タンパク質含量の生産年次間差異

両年度の登熟期間の気温が1.4℃高温であった1973年産米が、1974年産米に比較して、玄米タンパク質含量の最大値及び平均値が、普通うるち米品種群で15%及び5%、心白米品種群で22%及び8%、もち米品種群で17%及び14%、それぞれ高含量を示し、有意差を認めた。これは本庄⁶⁾が認めた栽培年次間差異が小さい品種で6%、大きい品種で14%と近似した。

3. 玄米タンパク質含量と玄米千粒重との関係

玄米タンパク質含量と玄米千粒重との間に、傾向的に負の相関関係が認められた。木戸¹⁰⁾は穂数が多いと面積当り粒数が増加して、小粒化するためにタンパク質含量が高まることを認めており、その他にも同様の報告がある^{45,52,53)}。

玄米タンパク質含量と玄米千粒重との関係を考察する場合に、品種と生産環境条件を分けて考える必要がある⁴⁴⁾がいずれの場合でも次のような原因から必ずしも高い相関関係が認められないようである。すなわち、生産環境条件についてみると、穂数が多くなると1穂粒数が減少方向に作用して必ずしも面積当り粒数が増加するとは限らず、したがって小粒化するとは限らない。一方、単位面積当り粒数が増加してやや小粒化しても多収の場合には、玄米タンパク質含量は低下方向に作用する。など収量構成要素の決定オーダー²³⁾からみて、千粒重決定以前に変動要因としての1穂粒数と登熟歩合があり、玄米千粒重を含めて3要素が相互補的に作用するという過程があり、この結果、玄米タンパク質含量と玄米千粒重との関係は流動的であると考えられる。

玄米タンパク質含量と粒重との関係について、小粒玄米は品種間、生産環境条件間についても高含量を示している^{45,50,51)}。矮性稲の玄米千粒重は普通うるち玄米の約1/2の重量(乾物千粒重約10g)であるが、玄米タンパク質含量は14%前後を示している⁴⁵⁾。しかし、大粒心白米は予想に反して必ずしも低含量を示すものではなく⁴⁶⁾、極大粒心白米なだひかり(乾物千粒重約27g)の玄米タンパク質含量は普通うるち玄米と同程度の8.0%前後にすぎない^{34,35)}。本報においても、心白米品種は普通うるち米品種と同程度の含量を示した。

これらのことからみると、平らの指摘した⁴⁶⁾ように矮性稲や突然変異稲の小粒玄米の高含量は収量水準との関連について十分考慮すべきであった。

玄米タンパク質含量の広義の遺伝力は高く、F₂集団で50%⁴⁾、あるいは39.3~78.3%¹⁷⁾が得られており、品種の遺伝的支配は強いことがわかる。

長戸²⁰⁾は心白米や腹白米は、強勢顕花に発生しやすく、これらの米粒はデンプン集積能力が旺盛なため、正常米に比較して低タンパク質含量を示すとした。しかし、木戸¹⁸⁾は腹白、乳白、心白の発生した玄米はデンプンの充実が劣るためタンパク質含量が高いとしており、この両面から米粒のタンパク質とデンプン相互の集積の機作によって、それほど低含量を示さないものと考えられる。

4. 玄米タンパク質含量と玄米収量との関係

本報では、玄米タンパク質含量と玄米収量との間に高い負の相関関係を認めた。この関係は水稻以外の作物でも認められている³⁾。

収量構成要素は品種、生産環境条件によってかなりの変異を示すが、各要素は補償的に作用して最終的に収量へ収れん(斂)される。このため、収量と玄米タンパク質含量との間には高い負の相関関係があらわれるものと考えられる。しかし、収量構成各要素と玄米タンパク質含量との関係は変動的であることは、玄米千粒重との関係の項で述べたとおりである。このことは、本報の玄米タンパク質含量と玄米収量の間には、3品種群とも高い負の相関関係を示したにもかかわらず、玄米収量を粒数要素と登熟要素に分けて、玄米タンパク質含量との関係をみた結果3品種群が異なった相関関係を示したこともわかる。一般に収量に対して、普通うるち米及びもち米品種では粒数要素が^{27,56)}、また、心白米品種では登熟要素が大きく寄与していること²⁵⁾と関連しているものと考えられる。

V 摘 要

米の食味関与要因の一つとして、米粒タンパク質含量をとりあげ、普通うるち米28品種、心白米12品種、及びもち米4品種を、1973、1974年の2年間供試し、その品種間差異及び品種の主要形質との関係について検討した。

1. 供試各品種群の玄米タンパク質含量の範囲、平均値及び変動係数はそれぞれ、普通うるち米7.73~10.77%、9.24%及び6.21%、心白米7.17~10.89%、9.40%及び8.95%、もち米7.97~10.29%、9.89%及び5.77%であり、3品種群とも近似値を示した。

2. 玄米タンパク質含量と、水稻主要形質との関係は品種の早晩性及び玄米収量との間に次のとおり高い負の

相関関係を認めた。出穂期；普通うるち米品種群 $r = -0.655^{**}$ ，心白米品種群 $r = -0.771^{**}$ ，もち米品種群 $r = -0.503$ 。玄米収量；普通うるち米品種群 $r = -0.508^{**}$ ，心白米品種群 $r = -0.633^{**}$ ，もち米品種群 $r = -0.753^{**}$ 。

3. 玄米タンパク質含量の品種間差異及び年次間差異の原因については品種の遺伝的要因及び品種の早晚性に伴う環境変異による稲体窒素濃度や登熟温度の影響が考えられるが，sink-source の相互関係による均衡要因をつけ加えなければ説明できない点を指摘した。

この報告は，農林水産省食品総合研究所 竹生新治郎元部長（現 日本穀物検定協会中央研究所長）にご便宜を与えられ，同研究所栄養化学研究室，平 宏和室長，農産第3研究室，平 春枝室長の有益な示唆とご指導の中で実施した研究の一部である。また，当時 江戸義治場長，作物部滝広徳男部長にも多くのご教示と叱咤を賜った。併せて，深く謝意を表するものである。

引用文献

- 1) 茶村修吾・本田康邦・飯田耕平・坪川藤夫；1972. 米の食味と土壌型との関係. 第2報 米粒の物理化学的性質と食味との関係. 日作紀 41 : 244—249.
- 2) HILLERISLAMBERS, D., J. N. RUTGER, C. O. QUALSET and W. J. WISER; 1973. Genetic and environmental variation in protein content of rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica* 22 : 264—273.
- 3) 東 正昭・櫛淵欽也・伊藤隆二；1974. 高蛋白質米品種の育種に関する基礎的研究. I 玄米蛋白質含有率の品種間差異および諸形質とくに収量との関係について. 育雑 24 : 88—96.
- 4) ———— : 1976. 高蛋白質米品種の育種に関する基礎的研究. II 高・低蛋白質品種間交雑による高蛋白質性の遺伝分析. 育雑 26 : 17—24.
- 5) 平野哲也・堀末 登；1973. 水陸稲品種玄米蛋白質含量の施肥による変動. 育雑 23 (別2) : 140—141.
- 6) 本庄一雄；1971. 米のタンパク質含量に関する研究. 第1報 タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀 40 : 183—189.
- 7) ———— : 1971. 米のタンパク質含量に関する研究. 第2報 施肥条件のちがいが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響. 日作紀 40 : 190—196.
- 8) ————・平野 貢；1979. 米のタンパク質含量に関する研究. 第3報 登熟に伴う体内窒素及び穂揃期窒素の穂への移行. 日作紀 48 : 517—524.
- 9) 星川清親；1975. イネの生長. XI 登熟. 農文協東京. 263—285.
- 10) 石間紀男・平 宏和・平 春枝・御子柴 穆・吉川誠次；1974. 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. 食総研報 29 : 9—15.
- 11) 市橋秀樹・米澤勝衛・山縣弘忠；1976. 水稻における種子蛋白質含有率の品種間差異について. 育雑 26 : 157—158.
- 12) 石墨慶一郎；1980. コシヒカリおよびその姉妹品種の普及経過と主要特性[2]. 農及園 55 : 254—258.
- 13) ———— : 1980. コシヒカリおよびその姉妹品種の普及経過と主要特性[3]. 農及園 55 : 381—386.
- 14) JULIANO, B. O., L. U. ONATE and A. M. del MUNDO; 1965. Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. *Food Technology* 19 : 116—121.
- 15) ———— : 1971. 米の理化学的性質についての総括的研究. 食糧 14 : 108—125.
- 16) 関西土壌肥料協議会；1969. 米の品質. 食味と土壌・肥料について. 関西土壌肥料協議会講演要旨 32 : 58—61.
- 17) 片岡勝美；1978. 米の蛋白質含有率の遺伝分析. 育雑 28 : 263—268.
- 18) 木戸三夫・梁取昭三；1965. 米粒蛋白質集積過程の組織化学的研究. 日作紀 34 : 204—209.
- 19) ————・——— : 1968. 栽培条件が米質，特に米粒の蛋白質含有率に及ぼす影響に関する研究. 日作紀 37 : 32—36.
- 20) 倉沢文夫・伊賀上 郁夫・早川利郎・高橋善策；1969. 米デンプンの物理化学的性質. 特に米質を中心として. 植物生理 8 : 38—46.
- 21) 松島省三・松崎昭夫；1972. V字理論による安全良質稲作[3] V字理論による玄米品質の向上. 農及園 47 : 1130—1134.
- 22) ————・——— : 1972. V字理論による安全良質稲作[4] V字理論による玄米品質の向上. 農及園 47 : 1271—1276.
- 23) ———— : 1959. 稲作の理論と技術. 養賢堂 東京. 243—249.
- 24) 松崎昭夫・松島省三・富田豊雄；1973. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第113報

穂揃期窒素追肥が品質に及ぼす影響. 日作紀 42 : 54—62.

25) 前重道雅・竹井孝行：1964. 酒米の心白に関する研究. (VI) 品質を中心とした直播用品種の選定について. 中国農研 30 : 12—14.

26) 南 松雄・土居晃郎：1973. 北海道産米の品質に関する物理化学的研究. 第2報 米の食味特性と蛋白質含量との関係. 北海道農試集報 26 : 49—58.

27) 村山 登：1967. 水稲多収と後期栄養の重要性. 鳥取大学農学部肥科学研究室編. 水稲多収技術の現状と将来. シンポジウム記録 : 22—31.

28) 永原太郎・堤 忠一：1959. 乾燥法による米の水分定量. 食研報 14 : 77—82.

29) 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士：1972. 玄米の蛋白質含量に関する研究. 日作紀 41 : 472—479.

30) 中西秋四郎・山本勝久・芳賀光司：1972. 米質に及ぼす土壌肥料的要因に関する研究. 第1報 水稲の土壌型における食味と理化学性. 愛知農総試研報 A4 : 69—74.

31) 農林水産技術会議事務局：1974. 米の食味改善に関する特別研究. 1—118.

32) 岡崎正一・沖 信子：1861. 精米中の遊離アミノ酸について. 農化 35 : 194—199.

33) 岡村 保：1940. 米穀の品質に関する研究. 大原農研報 5 : 1—576.

34) 佐村 董：1976. 酒米品種の育成と問題点. 日本育種学会編 育種学最近の進歩 第17集 : 67—72.

35) ———・角田和美・西田清教・山根国男・田渕満一・越生博次：1977. 酒米新品種「なだひかり」の育成について. 兵庫農総セ研報 26 : 1—8.

36) 食糧庁：1975. 米穀の各種品質試験について. 理化学計測値と食味評価指数との相関関係. 1—38.

37) 徐 錫元・茶村修吾：1979. 玄米蛋白質含有率の品種間差異の発現. 日作紀 48 : 34—38.

38) ———：1980. 1穂登熟粒数の制限が登熟期間中の粒重増加および玄米の蛋白質含有率におよぼす影響. 日作紀 49 : 8—14.

39) ———・茶村修吾：1980. 玄米の蛋白質・燐・カリウム含有率の品種間差異, およびそれらに及ぼす登熟期間の気温としゃ光の影響. 日作紀 49 : 199—204.

40) 平 宏和：1970. 多収穫栽培米のタンパク質含量に与える施肥の影響. 日作紀 39 : 200—203.

41) ———・松島省三・松崎昭夫：1970. 水稲収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第92報 窒素施肥による米の蛋白質の収量およびその栄養価の増

大の可能性の栽培試験. 日作紀 39 : 33—40.

42) TAIRA, H. and H. TAIRA : 1971. Effect of irrigation on protein content of upland, lowland and their hybrid brown rice. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 40 : 294—298.

43) 平 宏和・平 春枝：1971. 水稲うるち玄米のタンパク質含量. 日作紀 40 : 21—26.

44) ———：1971. 米のタンパク質含量. 食糧 14 : 93—107.

45) ———・星川清親・平 春枝：1972. 矮性水稲玄米のタンパク質含量. 日作紀 41 : 155—159.

46) ———・平 春枝：1976. 醸造用玄米のタンパク質含量および粒重. 食総研報 31 : 12—14.

47) ———・———：1977. 宮城県産ササニシキ玄米のタンパク質含量. 食総研報 32 : 1—5.

48) ———・———・佐野稔夫：1979. 宮城県産水稲玄米とその精白米の化学成分組成. 日作紀 48 : 25—33.

49) 高野圭三・野津幹雄：1961. 米の遊離アミノ酸の種類. 日作紀 29 : 216—218.

50) TANAKA, S. and S. TAMURA : 1968. A short report on gamma ray induced rice mutants having high protein content. Japan Agr. Res. Quarterly 3 : 32—35.

51) 田中幸彦：1969. 玄米蛋白質含有率に関する突然変異について. 育種 19 (別2) : 83—84.

52) TANAKA, S. and Y. TAKAGI : 1970. Protein content of rice mutants. Improving plant protein by nuclear techniques. IAEA, FAO, Vienna : 55—61.

53) 谷 達雄：1954. 小麦の検査における品質指標. 第1報 玄米の品質指標について. 食研報 9 : 245—249.

54) 谷 達雄・吉川誠次・竹生新治郎・堀内久弥・遠藤 勲・柳瀬 肇：1969. 米の食味評価に関する理化学的要因(I). 栄養と食糧 22 : 452—461.

55) 富田豊雄・松島省三：1969. 作物の生育診断に関する研究. 第3報 稲胚乳に含まれる可溶性蛋白質について. 日作紀 38 (別1) : 69—70.

56) 和田 学：1980. 暖地稲作における Lag phase の問題点. 日本農学研究50年の歩みシンポジウム. 暖地稲作に関する諸問題[1]. 農及園 55 : 992—994.

57) 安松克治：1969. 米飯の味の化学. とくに匂いについて. 日本農業技術懇談会年報43年版 兼商刊 33—43.

58) 山下鏡一・藤本堯夫：1974. 肥料と米の品質に関

する研究. 2 窒素肥料が米の食味, 炊飯特性, デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響. 東北農試研報 48: 65—79.

59) ———— : 1974. 肥料と米の品質に関する研究. 4 窒素肥料による精米のタンパク質の変化と食味との関係. 東北農試研報 48: 91—96.

60) 梁取昭三・木戸三夫: 1971. 米粒内の蛋白質, 脂質, 磷酸および加里の量的分布に関する研究. 日作紀 40: 420—423.

61) ———— : 1972. 米粒構成成分の量的相互関係に関する研究. 新潟農林研究 24: 1—5.

62) ———— : 1974. 登熟期間の気温が水稻の米質におよぼす影響. 新潟農林研究 26: 9—13.

63) 吉川誠次・竹生新治郎・谷 達雄・堀内久弥・柳瀬 肇: 1969. 米の食味に関する要因. 農林省食糧研究所 食糧技術普及シリーズ 第7号 米の品質と貯蔵, 利用: 29—32.

Studies on Factors Affecting Eating Quality of Paddy Rice

1. Varietal difference on protein content of brown rice.

Michimasa MAESHIGE

Summary

It is known that protein content of rice is one of the factors affecting eating quality. In the present paper, varietal difference on the protein content of brown rice and relation between the content and varietal characters, i. e. heading date, number of spikelets, yield, and 1000-kernel-weight, were investigated on non-glutinous rice (28 varieties), white core rice (12 varieties), and glutinous rice (4 varieties) in both the crop years (1973 and 1974).

1) Range and mean values of protein on dry matter basis were as follows: non-glutinous rice 7.73% to 10.77%, and 9.24%, white core rice 7.17% to 10.89% and 9.40%, and glutinous rice 7.97% to 10.29% and 9.89%.

2) The protein content showed significant negative correlation coefficients with heading date and yield, i. e. heading date: non-glutinous rice -0.655^{**} , white core rice -0.771^{**} , and glutinous rice -0.503^{**} and yield: non-glutinous rice -0.508^{**} , white core rice -0.633^{**} , and glutinous rice -0.753^{**} .

3) As to varietal and year differences of the protein content of brown rice, genetic variation, nitrogen content of rice plant, and ripening temperature may be pointed out, From the result, however, it was presumed that sink (receptive capacity)—source (dry matter weight of rice plant) relation theory was further necessary for explanation of the variation of protein content.