

矮性水稻玄米のタンパク質含量

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	平, 宏和 星川, 清親 平, 春枝
巻/号	41巻2号
掲載ページ	p. 155-159
発行年月	1972年6月

矮性水稻玄米のタンパク質含量*

平 宏 和**・星 川 清 親***・平 春 枝**

(**農林省食糧研究所・***東京大学農学部)

米のタンパク質含量と物理的品質との関係について、谷¹⁴⁾は1942年および1943年産玄米において1943年産の54試料が、千粒重との間に負相関を示すことを認めている。このような玄米の粒重とタンパク質含量の関係については、同一品種における相関と異なつた品種間における相関があるものと考えられるが、谷の結果はその両方の影響によるものと思われる。玄米の粒重については、小粒ないわゆる矮性種から中粒の普通種、さらにいわゆる巨大粒種までかなりの変異がある。したがつて、品種間の粒重とタンパク質含量に負相関があるとすれば、矮性種玄米はかなり高いタンパク質含量であることが推定される。

このようなことより、著者らは本邦在来の矮性水稻玄米のタンパク質含量を調査し、さらにこれら矮性水稻について、出穂期および完熟期の水稻体各部の窒素含量と玄米のタンパク質含量との関係について検討を行なつたので、その結果を報告する。

材料および方法

本実験は、実験1および実験2よりなる。

実験1では、1968年に東京大学農学部育種学教室により埼玉県農業試験場の圃場で栽培された矮性水稻12品種の玄米を同教室より分譲をうけ、また1969年に九州大学農学部附属農場で栽培された矮性水稻12品種の玄米を同大学育種学教室より分譲をうけたものを、それぞれ試料とした。それらの品種名は、第1表および第2表に示した。栽培条件としては、埼玉県農業試験場の試料は、1968年5月上旬播種、以後同一圃場において標準的な管理・施肥条件で栽培したものであり、また九州大学農学部の試料は、播種日：5月25日・移植日：7月1日で、同一圃場において無肥料栽培したものである。

実験2では、東京大学農学部育種学教室および九州大学農学部育種学教室より分譲をうけた矮性水稻14品種を用い、1969年に東京大学農学部の圃場のビニル水田で栽培を行なつた。それらの品種名は、第3表に示した。栽培条件としては、播種日：5月1日・移

植日：6月10日、施肥として10a当りN：8kg・P₂O₅：8kg・K₂O：8kgを基肥に70%、穂肥に30%分施し、基肥には10a当り1000kgの堆厩肥を与えた。試料として出穂期の根、葉鞘および稈、葉身、穂と完熟期の葉鞘および稈、葉身、玄米を用いた。

両実験ともに、試料は風乾後、30 meshに粉碎し、マクロ・ケルダール法で全窒素を定量し、玄米については、全窒素にタンパク質換算係数：5.95を乗じてタンパク質量とした。また、乾物換算のための水分定率については、水稻体は105°C乾燥法、玄米は135°C・1時間乾燥法によつた。

結果および考察

実験1.

1968年(埼玉県農業試験場)および1969年(九州大学農学部)試料について、タンパク質含量を乾物中百分率、千粒重を乾物重として第1表および第2表にそれぞれ示した。

1968年試料についてタンパク質含量をみると、その範囲は8.27% (ふ系71号)~13.99% (小丈玉錦)を示している。これを別に検討した同年産水稻うるち玄米(3等米)の全国平均値：8.64%¹¹⁾と比較する

Table 1. Protein content and thousand-kernel-weight of brown rice of dwarf variety in 1968.

Variety	Protein content*	Thousand-kernel-weight*
	%	g
Daikoku	10.05	10.8
Omachi-hen	9.22	14.8
Kotake-tamanishiki	13.99	11.4
Sankei No. 10	8.97	17.3
Waisei-shirozasa	9.06	10.9
Kiine	11.30	11.8
Fukei No. 71	8.27	16.8
Daikoku No. 5	11.70	10.3
Kotake-fukushima	8.64	19.3
Yukara-waisei	9.15	18.2
Okitama No. 1	8.86	19.2
Okitama No. 2	9.98	16.7

* 昭和46年11月15日受理

* on dry matter basis.

Table 2. Protein content and thousand-kernel-weight of brown rice of dwarf variety and its heading date in 1969.

Variety	Heading date	Protein content* %	Thousand-kernel-weight* g
Daikoku**	Aug. 25	0.071	12.6
Daikoku**	Aug. 30	11.59	9.9
Kotake-tamanishiki	Sept. 1	10.24	19.9
Bungetsu-ine	Sept. 2	7.88	13.5
Shinriki-hen No. 8	Sept. 6	10.02	18.0
Shinkin×Aikoku	Sept. 8	14.37	9.8
Chokei-daikoku	Sept. 10	8.69	18.0
Omachi-hen	Sept. 11	6.62	16.3
Kikei-ban-shinriki	Sept. 11	5.96	13.9
Miyazaki No. 3	Sept. 12	8.97	17.9
Waisei-shirozasa	Sept. 15	8.08	13.4
Tankan-shirozasa	Sept. 15	8.63	14.8

* on dry matter basis.

** different variety.

と、12品種中10品種がそれぞれ高い含量を示しており、そのうち4品種が10%以上の値を示した。

1969年試料のタンパク質含量については、範囲は5.96%（崎型晩神力）～14.37%（信金×愛国）であり、12品種中5品種が10%以上の値を示した。これら試料の中には、同年産水稻うるち玄米（3等米）の全国平均値：8.64%¹¹⁾に比較して、崎型晩神力の5.96%をはじめとして、より低い含量のものが12品種中5品種みられる。これは1969年試料が無肥料栽培によるものなので、その影響が大きいものと推定される。なお、このことは、同時に同一圃場で栽培した普通種：モツレおよび伊予緋1号および大粒種：三國一の玄米のタンパク質含量が、それぞれ7.24%、7.68%、7.42%と低含量を示したことから推定される。そして、これら普通種および大粒種の玄米のタンパク質が低含量であることからみて、第2表に示した矮性水稻品種の多くは、特性としてタンパク質含量が高いものであるとみることができる。

これら矮性水稻玄米の千粒重についてみると、その範囲は1968年試料では10.3g（大黒5号）～19.3g（小丈福島）、1969年試料では9.8g（信金×愛国）～19.9g（小丈玉錦）と、品種間に約2倍の差がみられる。これら千粒重において小さい値を示した品種に、高タンパク質含量のものが多く傾向が認められるので、千粒重とタンパク質含量の関係をみると、196

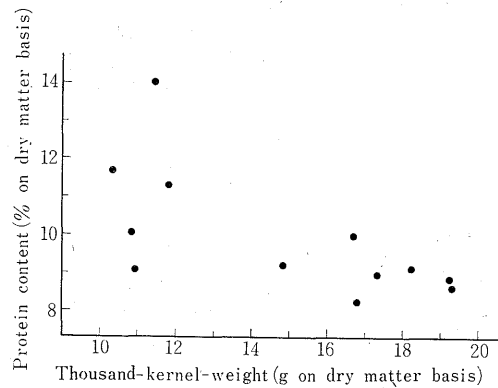


Fig. 1. Correlation between protein content and thousand-kernel-weight of brown rice of dwarf variety in 1968.

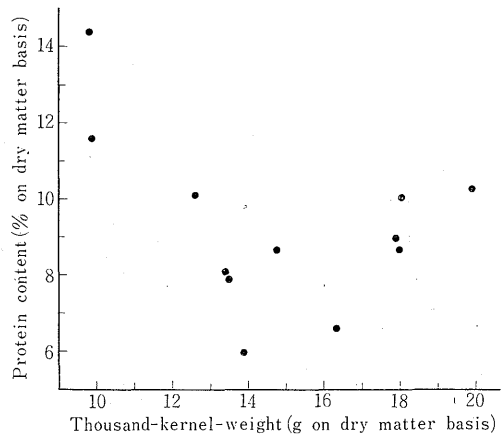


Fig. 2. Correlation between protein content and thousand-kernel-weight of brown rice of dwarf variety in 1969.

年試料については、第1図に示したように有意の負相関（相関係数： -0.653^* ）が認められる。しかしながら、1969年試料については、第2図に示したように、千粒重とタンパク質含量の間に有意の相関は認められない。その要因として、千粒重の大きい品種にタンパク質含量の高いものがあるためと思われるので、千粒重17.0gすなわち風乾物（水分：15.0%）で千粒重20g以上の4試料を除いてみると、有意の負相関（相関係数： -0.869^{**} ）が認められる。これら両年の検討より、矮性水稻とくに小粒品種において、玄米のタンパク質含量は、その粒重と負相関を有するとみてよいものと思われる。

また、水稻の早晩生と玄米のタンパク質含量の関係において、早生種が晩生種に比較して高含量であるこ

Table 3. Nitrogen content of dwarf rice plant at heading and full ripe stages, heading date, protein content of brown rice and thousand-kernel-weight in 1969.

Variety	Heading date	Heading stage				Full ripe stage			
		Nitrogen content*				Nitrogen content*		Protein content* of brown rice	Thousand-kernel-weight*
		Root	Leaf sheath + culm	Leaf blade	Ear	Leaf sheath + culm	Leaf blade		
%	%	%	%	%	%	%	g		
Kiine	Aug. 9	1.15	1.31	2.73	2.02	1.27	1.75	21.94	9.7
Kotake-fukushima	Aug. 9	1.09	0.94	2.50	1.43	0.93	1.31	14.42	16.1
Fukei No. 71	Aug. 9	1.07	0.88	2.23	1.53	0.85	1.46	12.41	16.8
Okitama No. 1	Aug. 13	1.10	0.97	2.45	1.45	0.81	1.61	12.06	14.2
Okitama No. 2	Aug. 13	0.94	0.91	2.38	1.48	0.85	1.69	12.52	17.7
Daikoku No. 5	Aug. 13	0.99	0.97	2.29	1.78	0.67	1.48	17.22	9.2
Sankei No. 10	Sept. 9	1.05	0.83	2.15	1.53	0.96	1.94	11.12	18.6
Waisei-shirozasa	Sept. 9	1.03	0.97	2.32	1.71	1.05	1.20	13.17	15.4
Daikoku	Sept. 9	0.93	0.74	1.98	1.72	0.96	1.55	14.35	10.8
Bungetsu-ine	Sept. 17	1.18	0.78	1.49	1.43	0.77	1.12	13.91	11.1
Kotake-tamanishiki	Sept. 17	0.99	0.98	2.28	1.47	0.93	1.39	12.50	18.5
Kotake-tamanishiki	Sept. 19	1.16	1.20	2.59	1.54	—	—	12.90	14.1
Omachi-hen	Sept. 19	0.94	1.01	1.82	1.48	0.93	1.35	12.41	13.6
Miyazaki No. 3	Sept. 19	0.95	0.71	1.42	1.47	0.76	1.25	11.22	14.1

* on dry matter basis.

とが認められているが^{2,6)}、1969年試料においては、タンパク質含量と出穂日との相関は認められなかつた。

実験 2.

1969年(東京大学農学部)試料について、出穂期および完熟期の水稻体各部の窒素含量および玄米のタンパク質含量を乾物中百分率、千粒重を乾物重として、出穂日とともに第3表に示した。

玄米試料のタンパク質含量についてみると、その範囲は11.12% (三系10号)~21.94% (黄稲)で、その間に約2倍の差を示しているが、いずれの試料も10%以上の高含量であることが認められた。なお、これと同時に同一圃場で栽培した普通品種:ギンマサリおよび農林8号のタンパク質含量も、それぞれ10.59%および12.29%と高い値を示した。また、実験1と本実験で共通に用いた品種について、玄米のタンパク質含量をみると、本実験の試料は実験1の1968年試料より平均42%、1969年試料より平均49%それぞれ高含量を示している。このように本実験の試料が高タンパク質含量を示した要因については、まず本栽培が新たに設けたビニル水田によつたので、畑土壌から水田土壌への転換による影響⁸⁾が考えられるが、この場合はビニル水田栽培のため窒素肥料の流亡がなかつたこ

Table 4. Correlation coefficients of protein-content of brown rice with heading date, nitrogen content of rice plant and thousand-kernel-weight, and of thousand-kernel-weight with heading date and nitrogen content of rice plant in 1969.

	Protein content of brown rice (%)	Thousand-kernel-weight (g)
Heading stage		
Heading date	-0.458	0.070
Nitrogen content (%)		
Root	0.313	-0.171
Leaf sheath + culm	0.589*	-0.183
Leaf blade	0.424	0.122
Ear	0.842**	-0.601*
Full ripe stage		
Nitrogen content (%)		
Leaf sheath + culm	0.487	0.000
Leaf blade	0.176	0.179
Thousand-kernel-weight (g)	-0.690*	—

* significant at the 5% level.

** significant at the 1% level.

とと本実験の水管理の状況から土壌水分の影響¹²⁾も大きく作用しているものと推定される。

玄米の千粒重についてみると、その範囲は 9.2 g (大黒 5 号)~18.6 g (三系 10 号) で、その間に約 2 倍の差がみられる。千粒重と玄米のタンパク質含量との間には、第 4 表に示したように有意の負相関が認められる。

出穂期および完熟期の水稻体各部の窒素含量と玄米のタンパク質含量との関係については、第 4 表に示したように、出穂期の葉鞘十稈、穂との間に正相関を示し、とくに穂との間の相関が高い。なお、穂との相関については、さらに籾殻および穂軸の窒素含量との関係について検討することが必要と考える。つぎに両期の水稻体各部の窒素含量と千粒重との関係は、出穂期の穂と有意の負相関が認められるが、他の部分との相関はみられず、その係数の値も低い。また、出穂日と玄米のタンパク質含量の間には、実験 1 の 1969 年試料と同様に、相関は認められない。これらのことは、矮性水稻玄米のタンパク質含量の変動において、とくに出穂期の水稻体の窒素含量が影響を与えていることを示している。

以上の実験 1 および 2 の結果をみると、矮性水稻玄米のタンパク質含量については、同一品種において栽培環境により、かなりの変動を示すことが認められた。一方、同一栽培条件におけるタンパク質含量の変動は、粒重と関係があり、小粒種にかなり高いタンパク質含量のものがみられたが、その要因として出穂期の水稻体の窒素含量が関係していることが明らかとなった。そして、窒素施肥⁷⁾、畑栽培¹⁾、稲の早晩生⁵⁾における出穂期の稲体の窒素含量の報告より、いままで普通種玄米のタンパク質含量の変動要因として認められている実肥^{9),10)}、灌漑条件¹²⁾、稲の早晩生^{3),6)}なども、出穂期の稲体の窒素含量と関係があると推定されるので、矮性種を含めて一般に玄米のタンパク質含量に与えるもつとも大きな要因の一つとして、出穂期の稲体の窒素含量の影響をあげることができるものと考えられる。なお、田中ら¹³⁾は放射線による農林 8 号の突然変異系統より、高タンパク質含量の玄米を見出しており、その中に矮性種が含まれているが、この矮性種の高タンパク質含量については、本報の在来矮性水稻玄米と同様に、粒重とともに出穂期の稲体の窒素含量との関係が、その要因となつていないかと推定される。また、水稻玄米の細胞構成において、小粒種と普通種は基本となる細胞の大きさは等しく、ただその構成数が小粒種は大粒種に比較して少ないことが認められており⁴⁾、小粒種の糊粉層数は普通種とはほぼ同程度であることから³⁾、本報の小粒種の高タンパク質

含量の結果は、胚乳部に対してタンパク質含量の高い糊粉層の割合の大きいことによる影響も考えられる。そこで、1 例として 1968 年試料の小丈玉錦の精白米(歩留り:82%)のタンパク質含量をみると、玄米が 13.99%であるのに対し、12.58%と高含量を示しており、この結果は小粒種ほど胚乳部の個々の細胞のタンパク質含量も高いことを示唆している。

摘 要

1. 在来矮性水稻品種の玄米のタンパク質含量を、1968 年および 1969 年栽培の各 12 試料について検討し(実験 1)、さらに 1969 年栽培の 14 試料については、出穂期および完熟期の水稻体各部の窒素含量についても検討を行なつた(実験 2)。
2. 同一品種の玄米のタンパク質含量については、栽培条件による変動がみられた。すなわち、同一品種試料において、実験 2 は実験 1 に比較していずれも高タンパク質含量であり、実験 1 の 1968 年試料より平均 42%、1969 年試料より平均 49%高い値を示した。
3. 同一栽培条件においては、千粒重が小さい値を示した小粒種の玄米に、かなり高いタンパク質含量を示す品種がみられ、実験 1 の 1968 年試料および実験 2 の試料において、千粒重とタンパク質含量との間に有意の負相関が認められた。
4. 玄米のタンパク質含量と水稻体各部の窒素含量との関係については、出穂期の葉鞘十稈、穂との間に有意の正相関が、また千粒重と出穂期の穂の窒素含量との間に有意の負相関がそれぞれ認められた。

本実験に対して玄米試料の分与を賜つた東京大学農学部育種学教室および九州大学農学部育種学教室に謝意を表す。

引用文献

1. 長谷川新一 1962. 水稻の畑栽培に関する研究。農試報 No. 1 : 109—156.
2. 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.
3. 星川清親 1967. 米の胚乳発達に関する組織形態学的研究。第 5 報 糊粉層数の品種間差異および登熟期の環境条件による変異について。日作紀 36 : 221—227.
4. 星川清親 1967. 米の胚乳発達に関する組織形態

- 学的研究, 第7報 日本に栽培される水稲品種の胚乳の大きさと細胞層数について, 日作紀 36: 395—402.
5. 石塚喜明・田中 明 1969. 水稲の栄養生理, 養賢堂, 東京, 151.
 6. 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.
 7. 松島省三 1957. 水稲収量の成立と予察に関する作物学的研究, 農技研報 A 5: 1—271.
 8. 城下 強・石居企救男・高橋和夫・金子淳一 1960. 田畑転換に関する土壌肥料学的研究, 関東東山農試報 No. 16: 50—96.
 9. 平 宏和・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増大の可能性の栽培試験, 日作紀 39: 33—40.
 10. 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.
 11. 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.
 12. 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.
 13. 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.
 14. 谷 達雄 1954. 米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 No. 9: 245—249.

Protein Content of Brown Rice of Dwarf Lowland Variety

Hirokadzu TAIRA*, Kiyochika HOSHIKAWA** and Harue TAIRA*

(*National Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry, Koto-ku, Tokyo and **Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo)

Summary

The protein content of brown rice of dwarf lowland variety was investigated on 12 samples each grown in 1968 and 1969 (experiment 1). Further, the protein content of brown rice and the nitrogen content of each part of rice plant at heading and full ripe stages were investigated on 14 samples grown in 1969 (experiment 2).

There was considerable variation in protein content of the same variety in experiment 1 and 2. The low kernel-weight variety in the samples showed a tendency of high protein content. With respect to the same cultural condition, the protein content was negatively correlated with thousand-kernel-weight on 1968 sample (experiment 1) and 1969 sample (experiment 2). In experiment 2, the protein content of brown rice was positively correlated with the nitrogen content of ear and leaf sheath+culm at heading stage. On the other hand, the thousand-kernel-weight was negatively correlated with the nitrogen content of ear at heading stage.