

品質・加工

北部九州産米の食味に関する研究

—稈長+穂長の大きさ別の穂に着生した米の食味および理化学的特性—

松江勇次*・尾形武文

(福岡県農業総合試験場)

要旨: 良食味米生産技術の改善上の知見を得るために、水稻の稈長+穂長の大, 中, 小別とそれぞれの穂に着生している米の食味および理化学的特性との関係を検討した。稈長+穂長が大の分けつは低次位低節位からの発生で、茎は太く、穂に着生した玄米の千粒重は重かった。稈長+穂長が大の穂に着生した米の食味は稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米の混合米に比べて外観は同程度であったが、味が優れ、粘りが強くなって総合評価は優れた。稈長+穂長が大の穂に着生した米の理化学的特性は稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米に比べてタンパク質含有率は低く、アミロース含有率は高かった。また、アミログラム特性の最高粘度は高く、ブレークダウンは大きく、テクスチャー特性の $H/-H$, H/A_3 は小さい傾向を示した。稈長+穂長の大きさ別の玄米千粒重とタンパク質含有率、テクスチャー特性の $H/-H$ と H/A_3 との間にはそれぞれ負の相関関係が、アミロース含有率、アミログラム特性の最高粘度とブレークダウンとの間には正の相関関係が認められた。したがって稈長+穂長が大, 中, 小の穂に着生した米の食味および理化学的特性の違いは、稈長+穂長の大きさと密接に関係のある米粒の充実度を示す玄米千粒重の差異によるものと考えられた。これらのことから良食味米生産技術の改善という視点からみて、稈長+穂長が大きい稲体を確保することが必要であり、そのためには低次位低節位からなる茎の太い分けつの早期確保と充実をはかり、千粒重の重い玄米を生産することの重要性が示唆された。

キーワード: 稈長+穂長の大小, 米, 食味, 節位別分けつ, 理化学的特性。

一般に出穂期前に茎葉に蓄積された炭水化物の量は収量構成要素をとおして収量に大きな影響を与えていることが明らかにされている(星川 1980, 松島 1966, 翁ら 1982)。穂に供給される光合成産物のうち出穂期以前の占める割合は、玖村(1984)は多くの事例を総合した結果から 14~38%であることを述べている。これらのことから出穂期前に茎葉に炭水化物を多く蓄積させて収量性の向上を図るためには稲の形態からみて茎の太い稲体を確保する必要性がうかがえる。また、山口ら(1995)は太い茎ほど根の生理活性(山口ら 1995)および光合成速度(黒田・玖村 1990)と強い関係がある茎の出液速度は高い値を示すことを報告している。すなわち太い茎ほど根の生理活性が高く光合成能力は優れる可能性を示している。さらには、松島(1966)は第一伸長節間の太いもののほど、それに応じて穎花数が増えることを明らかにし、稲体を構成している有効分けつの子実生産力(松村ら 1985, 山本・池内 1990, 丹野・飯島 1991)や物質生産(本田 1977)は発生次位および節位によって異なることが報告されている。このことは太い茎ほど大きな穂を形成することを示唆するものである。このように茎の太さは穂の大きさを通して玄米への炭水化物の蓄積量と収量に大きく影響を及ぼしていることから、食味および理化学的特性にも大きく影響を与えていることが推察される。しかし、米の食味が重視されて

いるなかで穂の大きさと食味との関係は明らかにされていない。

稲株全体の米の食味と理化学的特性は株を構成しているそれぞれの有効分けつの穂に着生している米の食味と理化学的特性から成立している。このため、良食味米生産を図っていくためには稲株を構成している各有効分けつの穂に着生している米の食味と理化学的特性を明らかにする必要がある。

そこで良食味米生産技術の改善上の知見を得るために、水稻の稈長+穂長の大, 中, 小別とそれぞれの穂に着生している米の食味および理化学的特性との関係を検討した。

材料と方法

試験は 1996 年と 1997 年の 2 カ年にわたって、福岡県農業総合試験場農産研究所の砂壤土水田において行った。供試品種はコシヒカリ、夢つくし、日本晴を用いた。1996 年は中苗を用いて、1 株 3~4 本の機械移植で、栽植密度は条間 30 cm, 株間 15 cm とした (22.2 株 m^{-2})。移植時期は 6 月 18 日であった。窒素施肥量(基肥+第 1 回穂肥+第 2 回穂肥)はコシヒカリと夢つくしが $5+2+1.5 \text{ g m}^{-2}$, 日本晴が $6+2+1.5 \text{ g m}^{-2}$ とした。稈長+穂長の大, 中, 小の区別は、各品種とも 100 株を用いて天日乾燥後、株を分解し、第 1 表に示したような長さに準じて行っ

た。なお、稈長+穂長の大、中、小別の稈長、穂長、1穂粒数、茎の太さはそれぞれ20個体調査した。茎の太さは、葉鞘1枚付きN₃節間の長径と短径を調査した。食味官能試験は各品種とも稈長+穂長が大の穂に着生している米と、稈長+穂長が中の穂に着生している米と小の穂に着生している米との混合米別に行い、農産研究所パネル16名前後で行った。食味評価における基準米はコシヒカリと夢つくしはコシヒカリを、日本晴は日本晴を、いずれも1株全茎を対象に収穫調製した玄米粒厚1.8mm以上のものを基準にした。タンパク質含有率は精米中の全窒素をケルダール法で測定し、これにタンパク質換算係数5.95を乗じて求めた。アミロース含有率はブラン・ルーベ社製オートアナライザーII型で、アミログラム特性はブラベンダー社製ビスコグラフE型により測定した。テクスチャー特性は全研社製テクスチュロメーターを使用し、遠藤ら(1980)の極少量炊飯方式に準じて測定した。なお、食味評価のための試料の調製および評価方法は既報(松江ら1991)のとおりである。1997年は1株内における節位別の1次有効分げつの形態調査を行った。調査個体は3株でその平均値で表した。1次の節位別有効分げつを識別する

ために発生するすべての分げつの出現時にビニール製カラーリングでマーキングしておき、収穫乾燥後に分解調査を行い、節位別に1次有効分げつの識別を行った。栽培方法は6月16日に1株1本の手植えで行い、苗の種類、栽植密度および窒素施肥量は1996年に同じとした。

結 果

1. 稈長+穂長が大、中、小別の地上部形質

稈長+穂長が大、中、小別の地上部形質を第1表に示した。100株中に占める稈長+穂長が大、中、小別の穂数の割合はそれぞれコシヒカリでは51.5%、37.7%、10.8%、夢つくしでは55.4%、35.8%、8.8%、日本晴では71.8%、23.1%、5.1%であった。稈長+穂長が大の分げつの稈長、穂長は長く、1穂粒数は多く、N₃節間の茎の太さは太かった。精玄米千粒重は稈長+穂長が大と稈長+穂長が中との間では有意な差は認められなかったが、稈長+穂長が小は稈長+穂長が大と中に比べて有意に軽かった。主稈と1次の節位別有効分げつの稈長と穂長を第2表に示した。主茎および1次の下位分げつ(Ⅲ~Ⅴ)の稈長と穂長は上位分げつ(Ⅵ~Ⅷ)に比べてそれぞれ長か

第1表 稈長+穂長の大、中、小別の地上部形質。

品種名	稈長+穂長の 大、中、小	100株当 たり穂数	稈長	穂長	1穂粒数	N ₃ 節間の茎の太さ		精玄米 千粒重*
						長径	短径	
		本	cm	cm		mm	mm	g
コシヒカリ	大	1,011	81 c	18.9 c	101.3 c	4.90 b	3.67 b	21.9 b
	中	741	76 b	16.9 b	76.1 b	4.87 b	2.97 a	21.7 b
	小	212	70 a	15.1 a	56.2 a	4.09 a	2.61 a	20.5 a
夢つくし	大	1,022	66 c	16.7 c	71.7 c	4.69 c	3.43 c	22.6 b
	中	661	59 b	14.7 b	51.9 b	4.09 b	2.83 b	22.4 b
	小	162	54 a	12.4 a	33.7 a	3.34 a	2.18 a	21.4 a
日 本 晴	大	1,382	79 c	19.3 c	88.1 c	4.81 b	3.79 c	21.9 b
	中	444	72 b	17.4 b	66.4 b	4.65 b	3.40 b	21.7 b
	小	98	63 a	14.6 a	39.7 a	3.94 a	2.58 a	20.5 a

同一文字間には5%水準で有意差がないことを示す(Scheffeの多重検定による)。

*精玄米千粒重は粒厚1.8mm以上のものである。

第2表 主茎および1次の節位別有効分げつの稈長と穂長。

コシヒカリ			夢つくし			日本晴		
節位別有 効分げつ	稈長	穂長	節位別有 効分げつ	稈長	穂長	節位別有 効分げつ	稈長	穂長
	cm	cm		cm	cm		cm	cm
主茎	88 d	20.2 d	主茎	76 c	19.9 f	主茎	77 bc	20.8 bc
1 Ⅲ	87 cd	20.1 d	1 Ⅲ	76 c	18.0 d	1 Ⅲ	79 c	21.1 c
次 Ⅳ	82 c	21.3 e	次 Ⅳ	77 c	20.2 f	次 Ⅳ	77 bc	21.1 c
分 Ⅴ	84 c	21.0 e	分 Ⅴ	77 c	19.5 e	分 Ⅴ	77 bc	21.1 c
げ Ⅵ	80 c	19.5 c	げ Ⅵ	69 b	17.2 c	げ Ⅵ	74 ab	20.4 b
つ Ⅶ	72 b	15.3 b	つ Ⅶ	61 a	15.2 b	つ Ⅶ	71 a	18.9 a
Ⅷ	41 a	9.8 a	Ⅷ	64 a	14.1 a			

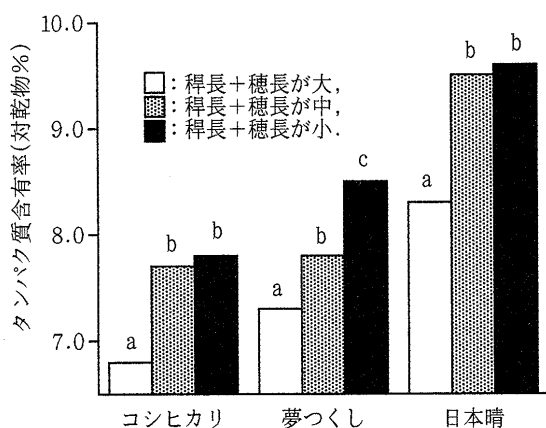
同一文字間には5%水準で有意差がないことを示す(Scheffeの多重検定による)。

第3表 稈長+穂長の大, 中, 小別の食味評価.

品種名	稈長+穂長の 大, 中, 小	食味評価			
		総合評価	外観	味	粘り
コシヒカリ	大	0.27	0.00	0.20	0.33
	中+小	-0.33*	-0.20	-0.20*	-0.13*
夢つくし	大	0.00	-0.13	-0.13	-0.07
	中+小	-0.47*	-0.13	-0.20	-0.33
日本晴	大	0.07	0.07	0.07	0.07
	中+小	-0.40*	-0.33*	-0.47*	-0.53*

基準米: コシヒカリ, 夢つくしはコシヒカリ, 日本晴は日本晴で, いずれも株全茎を対象とした米.

*印は稈長+穂長が大と比較したときに5%水準で有意差があることを示す.



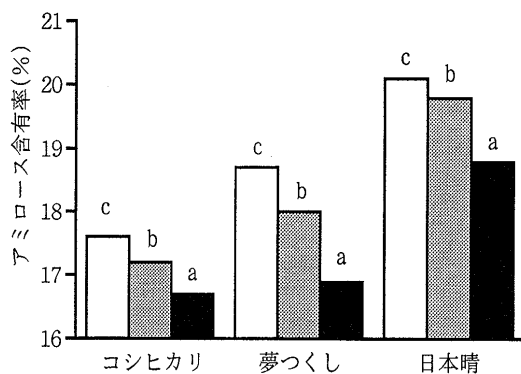
第1図 稈長+穂長の大きさ別にみた精米中のタンパク質含有率.

同一文字間には5%水準で有意差がないことを示す (Fisher's PLSDの多重検定による).

った.

2. 稈長+穂長が大, 中, 小別の穂に着生している米の食味

稈長+穂長が大の穂に着生している米と, 稈長+穂長が中の穂に着生している米と小の穂に着生している米の混合米との食味評価を第3表に示した. なお, 稈長+穂長が中と小別のそれぞれ穂に着生した米における食味評価はサンプル量の不足のため実施出来なかった. コシヒカリ, 夢つくし, 日本晴の3品種とも稈長+穂長が大の穂に着生した米の食味は稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米の混合米に比べて外観は同程度であったが, 味は優れ, 粘りは強かった. 総合評価はコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ稈長+穂長が大の穂に着生した米では0.27, 0.00, 0.07, 稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米の混合米では-0.33, -0.47, -0.40と稈長+穂長が大の穂に着生した米の食味は稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米の混合米に比べて3品種とも優れた.



第2図 稈長+穂長の大きさ別にみた精米中のアミロース含有率.

図中の記号は第1図に同じ.

3. 稈長+穂長が大, 中, 小別の穂に着生している米の理化学的特性

稈長+穂長が大, 中, 小別のそれぞれの穂に着生している米のタンパク質含有率とアミロース含有率をそれぞれ第1, 2図に示した. 稈長+穂長が大の穂に着生した米のタンパク質含有率はコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ6.8, 7.3, 8.3%と稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米に比べてタンパク質含有率は低かった. 一方, 稈長+穂長が大の穂に着生した米のアミロース含有率はコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ17.6, 18.7, 20.1%とタンパク質含有率とは逆に稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米に比べて高かった.

稈長+穂長が大, 中, 小別のそれぞれの穂に着生している米のアミログラム特性とテクスチャー特性を第4表に示した. 稈長+穂長が大の穂に着生した米におけるアミログラム特性の最高粘度はコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ514, 597, 360 B.U.と稈長+穂長が中の穂に着生した米に比べて高かった. ブレークダウンはコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ266, 305, 152 B.U.と稈長+穂長が中の穂に着生した米に比べて大きかった. なお, 稈長+穂長が小の穂に着生した米はサンプル量の不足のため稈長+穂長が小の穂に着生した米単独ではアミログラム特性の調査が実施出来なかった. 稈長+穂長が大の穂に着生

した米におけるテクスチャー特性の H/-H はコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ 11.00, 14.10, 25.81 と稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米に比べて有意差はなかったが小さい傾向を示した. H/A₃ もコシヒカリ, 夢つくし, 日本晴それぞれ 14.67, 20.94, 47.93 と稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米に比べて小さい傾向を示した.

稈長+穂長が大, 中, 小別のそれぞれの穂に着生している米の千粒重と理化学的特性値との関係を品種別にみると, コシヒカリ, 夢つくし, 日本晴の 3 品種とも千粒重とタンパク質含有率とテクスチャー特性の H/-H と H/A₃ との間にはそれぞれ負の相関関係が, アミロース含有率との間には正の相関関係が認められた (第 5 表). アミログラム特性はコシヒカリを除いて, 夢つくしと日本晴で最高粘度, ブレークダウンとの間に正の相関関係が認められた.

考 察

本研究では良食味米生産技術の改善上の知見を得るために, 水稻の稈長+穂長の大, 中, 小別とそれぞれの穂に着生している米の食味および理化学的特性との関係を明らかにした. 稈長+穂長の大, 中, 小で区分した有効分げつを形態的にみると, 稈長+穂長が大きい分げつほど稈長, 穂長は長くなり, 1 穂粒数は多く, N₃ 節間の茎の太さは太く, 玄米千粒重は重かった. 1 次分げつの節位別でみると

稈長+穂長が大きい分げつは低節位分げつであった. この結果は分げつの着生次, 位によって形態が異なり, 高次位高節位の分げつでは稈長は短く, 稈の重さは軽くなり, 穂長は小さくなるという報告内容 (松尾 1950, 松尾 1951) と一致する. よって区分した稈長+穂長が大の分げつは主に低次位低節位の分げつで, 稈長+穂長が中, 小の分げつは高次位高節位の分げつからなっていると考えられる.

本研究の結果, 稈長+穂長が大の穂に着生した米の食味は稈長+穂長が中, 小の穂に着生した米の混合米に比べて優れた. 玄米千粒重が重い 1 次枝梗着生米の食味は玄米千粒重が軽い 2 次枝梗着生米に比べて優れている (Matsue ら 1994) ことと, 同一品種内では玄米千粒重が重い粒ほどタンパク質含有率 (東ら 1974, 松江・尾形 1997) は低く, アミログラム (Matsue ら 1995) およびテクスチャー特性値 (松江・尾形 1997) は良好であることが知られている. 本研究でも玄米千粒重が重く稈長+穂長が大の穂に着生した米は玄米千粒重が軽い傾向にあった稈長+穂長が中, 小のそれぞれ穂に着生した米に比べてタンパク質含有率は低く, アミログラムおよびテクスチャー特性値は良好であった. これらのことから, 稈長+穂長が大の穂に着生した米の食味が優れた要因としては, 玄米千粒重が重かったことによる米粒へのデンプン蓄積量の増大によって理化学的特性が優れたためと考えられる.

玄米千粒重は米の食味と理化学的特性に大きく影響を及

第 4 表 稈長+穂長の大, 中, 小別のアミログラムおよびテクスチャー特性.

品種名	稈長+穂長の 大, 中, 小	アミログラム特性		テクスチャー特性	
		最高粘度	ブレークダウン	H/-H	H/A ₃
		B.U.	B.U.		
コシヒカリ	大	514	266	11.00 a	14.67 a
	中	493	241	12.29 a	17.26 ab
	小	—	—	15.58 a	21.61 b
夢つくし	大	597	305	14.10 a	20.94 a
	中	570	288	18.37 ab	34.23 b
	小	—	—	18.97 b	40.26 b
日 本 晴	大	360	152	25.81 a	47.93 a
	中	355	145	28.79 a	54.85 a
	小	—	—	33.24 a	62.82 a

同一文字間には 5% 水準で有意差がないことを示す (Fisher's PLSD の多重検定による).

第 5 表 稈長+穂長の大, 中, 小別の千粒重と理化学的特性との相関係数.

品種名	タンパク質 含 有 率 (n=9)	アミロース 含 有 率 (n=9)	アミログラム特性		テクスチャー特性	
			最高粘度 (n=6)	ブレークダウン (n=6)	H/-H (n=9)	H/A ₃ (n=9)
コシヒカリ	-0.673 *	0.908 ***	0.654 ns	0.636 ns	-0.725 *	-0.777 *
夢つくし	-0.969 ***	0.966 ***	0.845 *	0.880 *	-0.607 +	-0.826 **
日 本 晴	-0.617 +	0.985 ***	0.811 *	0.748 +	-0.808 **	-0.739 *

***, **, *, + はそれぞれ 0.1, 1, 5, 10% 水準での有意性を, ns は 10% 水準での有意性がないことを示す.

ばしており、しかも稈長+穂長の大きさと密接に関係していることが予想されることから、稈長+穂長の大きさ別のそれぞれの穂に着生した玄米千粒重と理化学的特性値との関係を検討した。玄米千粒重が重くなるほどタンパク質含有率は低く、アミロース含有率は高く、アミログラム特性とテクスチャー特性は優れるという関係が認められた。この関係は既報の結果 (Matsue ら 1995, 松江・尾形 1997) と一致するものである。したがって、稈長+穂長が大きくなるほどその穂に着生した玄米千粒重も重くなることが認められる場合、稈長+穂長の大、中、小別のそれぞれの穂に着生した米の食味と理化学的特性の違いは、稈長+穂長の大きさと密接に関係のある米粒の充実度を表す玄米千粒重の差異によるものと考えられる。このように玄米千粒重が重い稈長+穂長が大きな有効分げつが確保された場合は、収量面からの有効性だけではなく、良食味米生産の視点からも望ましいことが確認された。

以上、論議した稈長+穂長の大、中、小別の地上部形態とそれぞれの穂に着生した米の食味および理化学的特性との関係から、良食味米生産技術の改善という視点からみて、稈長+穂長が大きい稲体を確保することが必要であり、そのためには低次位低節位からなる茎の太い分げつの早期確保と充実をはかり、千粒重の重い玄米を生産することの重要性が示唆される。

引用文献

- 東正昭・柳淵欽也・伊藤隆二 1974. 高蛋白米品種の育種に関する基礎的研究. I 玄米蛋白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. 育種 24: 88-96.
- 遠藤勲・柳瀬肇・石間紀男・竹生新治郎 1980. 極少量炊飯方式による米飯のテクスチュロメーター測定. 第1報 測定条件の検討と主要品種への適用. 食糧研報 37: 1-8.
- 星川清親 1980. 新編食用作物. 養賢堂, 東京. 94-95.
- 本田強 1977. 水稻の分げつに関する研究, とくに物質生産と生長およ

- び配分の関係. 東北大農研集報 28: 171-312.
- 黒田栄喜・玖村敦彦 1990. 水稻個葉の光合成速度における新旧品種間差異. 第2報 気孔伝導度における品種間差異の生理学的基礎. 日作紀 59: 293-297.
- 玖村敦彦 1984. 果実・種子の形成・発育. 佐藤庚ら編, 作物の生態生理. 文永堂, 東京. 269-322.
- 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦 1991. 北部九州産米の食味に関する研究. 第1報 移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀 60: 490-496.
- Matsue, Y., K. Odahara and M. Hiramatsu 1994. Differences in protein content, amylose content and palatability in relation to location of grains within rice panicle. Jpn. J. Crop Sci. 63: 271-277.
- Matsue, Y., K. Odahara and M. Hiramatsu 1995. Differences in amylose content, amylographic characteristics and storage proteins of grains on primary and secondary rachis branches in rice. Jpn. J. Crop Sci. 64: 601-606.
- 松江勇次・尾形武文 1997. 玄米の形状と理化学的特性との関係. 日作九支報 63: 12-14.
- 松尾大五郎 1950. 稲作 [1] 診断編. 養賢堂, 東京. 1-361.
- 松尾孝嶺 1951. 水稻栽培の理論と実際. 農業技術協会, 東京. 1-262.
- 松村修・波多江政光・岐部利幸 1985. 水稻品種における分げつ別の穂の発生と収量について. 日作九支報 52: 8-11.
- 松島省三 1966. 稲作の理論と技術. 養賢堂, 東京. 1-302.
- 丹野文雄・飯島正光 1991. 水稻の栄養診断と予測技術に関する研究. 第6報 粒厚および分げつ別の玄米への窒素集積特性と玄米窒素濃度の予測法. 福島農試研報 30: 1-10.
- 翁仁憲・武田友四郎・縣和一・箱山晋 1982. 水稻の子実生産に関する物質生産的研究. 第1報 出穂期前に貯蔵された炭水化物および出穂期後の乾物生産が子実に及ぼす影響. 日作紀 51: 500-509.
- 山口武視・津野幸人・中野淳一・真野玲子 1995. 水稻の茎基部からの出液速度に関する要因の解析. 日作紀 64: 703-708.
- 山本由徳・池内浩樹 1990. 水稻の主稈における節位別分げつの子実生産力. 第1報 分げつ出現節数と出現節位の影響. 日作紀 59: 8-18.

Studies on the Palatability of Rice in Northern Kyushu —The relationship between the culm and ear length of productive tillers and the palatability and physicochemical properties of rice— Yuji MATSUE* and Takefumi OGATA (*Fukuoka Agr. Res. Cent., Chikushino 818-8549, Japan*)

Abstract: In this study we examined the relationship between the culm and ear length of productive tillers and the palatability and physicochemical properties of rice. The diameter of the stem, 1000 grain weight, and the culm and ear length for lower nodal productive tillers were large, high, and long, respectively. The overall eating-quality, taste, and stickiness of cooked rice of productive tillers with long culms and ears were superior to those of productive tillers with short culms and ears. Grains on the productive tillers with long culms and ears showed lower protein content, higher amylose content, higher maximum viscosity and breakdown values, and lower H/-H and H/A₃ ratio than those on the productive tillers with short culms and ears. Among productive tillers were inversely proportional relationships between 1000 grain weight and protein content, the H/-H ratio, and the H/A₃ ratio, and proportional relationships between 1000 grain weight and amylose content, maximum viscosity, and breakdown values. It was concluded that the variations in physicochemical properties and differences in palatability among productive tillers were caused by differences in the extent of the grain filling, which was closely related to the culm and ear length. To produce rice with a high and stable palatability, a cultivation technique that secures lower nodal position tillers and tillers of an earlier order is recommended along with the production of higher 1000 grain weight.

Key words: Culm and ear length, Palatability, Physicochemical properties, Tillering position.