

北海道の水稲品種における穂形質の変異

村井 正之

(農学部暖地農学講座)

Varietal Differences of Panicle Characters in Rice in Hokkaido

Masayuki MURAI

Chair of Agriculture, Faculty of Agriculture

Abstract: Investigation was made on the variation of panicle characters in 32 historical varieties in Hokkaido. They were divided into three groups: group A (indigenous varieties and pure line selections from some of them, nine entries as total), group B (12 varieties developed through hybridization. Their official recommendations were begun from 1935 to 1961), and group C (11 varieties. Their official recommendations were begun from 1962 to 1975). They were transplanted with single seedling per hill in the field. The panicles of main culm were measured (Table 1.). The abbreviations of nine panicle characters were used in this study. There is the following relationship among five panicle characters (MURAI and IZAWA 1994). $NS = SB1 \times NB1 + SB2 \times NB2 \times NB1$ ($NB2 \times NB1 =$ No. of secondary branches per panicle). This formula indicates that NB1, NB2, SB1 and SB2 are the components of NS.

The mean values of the three varietal groups in each character were in following order (Table 3.): $A \approx B > C$ in NS; $A \approx B \approx C$ in NB1; $A > B > C$ in NB2; $A < B \approx C$ in SB1; $A \approx B > C$ in SB2; $A > B \approx C$ in LP; $A > B > C$ in LB1 and LB2; $A > B > C$ in B2%.

Four varieties of large and small NSs were examined about eight characters (Fig. 1.).

It seems that NB1 and NB2 exerted greater effects on NS than other characters (Table 4. and 5.).

The varieties of group C have brown rice of high grade in external appearance, according to the standard in Hokkaido (Hokkaido Central Agricultural Experiment Station 1979, EBE 1982). In general, green and opaque rice kernels were more frequent in spikelets setting on secondary branches than in those setting on primary branches. It was inferred that small B2% of most varieties in group c were advantageous for enhancing the grade of brown rice.

緒言

北海道における稲作は、明治の前半まで、南部の渡島および松山地方に限定されていた。しかし、1973年(明治6年)渡島支庁大野村から札幌郡広島村へ導入された‘赤毛’は、その早熟性や耐冷性のため、石狩、空知および上川地方への稲作の北進を可能にした。その後、赤毛より選抜された

無芒の‘坊主’は、直播栽培の普及に伴って作付が広がった(北海道農業試験場 1967, 外崎 1963)。

1910年には、純系分離法による品種改良が開始され、在来種から‘坊主5号’や‘北見赤毛1号’などが選抜された(北海道農業試験場 1967)。さらに、交雑育種法によって育成された‘富国’は、従来の品種と比べて短稈かつ多収であったので、1940年には全稲作面積の55%にまで作付された。その後も、育種事業の進展と保護育苗の普及とが相俟って、単位面積当りの収量は向上した(北海道農業試験場 1967年, 外崎 1963年)。そして、1962年から優良品種として奨励された‘ユーカラ’は、短稈、直立葉、穂数型などの特性によって多肥栽培における多収を可能にし、良品質でもあったので、一時期には広く栽培されたが、いもち病の特定菌系に対して罹病性であるために作付面積は減少した(北海道農業試験場 1967, 田中ら1968, 佐本1971)。しかし、交雑親に用いられて、‘イシカリ’や‘クタヒカリ’などのその後の基幹品種が育成された。イシカリは、現在の水準でも多収の品種である。クタヒカリは、それまでの品種より良質・良食味であったので(江部1982)、時代の要請と合致して、1985年前後に広く栽培された。現在では、さらに良質・良食味の‘ゆきひかり’と‘きらら397’が広く作付されている(和田ら1986, 佐々木ら1990)。

前報(村井ら1983)では、在来種からクタヒカリまでの品種のうち、代表的な32品種について草型と収量性の変異および変遷を調べた。本報では、同一の品種について、穂の形態の変異を1穂穎花数の構成要素(村井・木下1983, MURAI and IZAWA 1994)などを用いて調査し検討した。

材料および方法

実験には、前報(村井ら1983)と同じ32品種を用いた(Table 2)。これらは、前報と同じく3群に区分された。すなわち、A群は、在来種もしくは純系分離によって育成された赤毛‘坊主2号’等の9品種である。B群は、1935~1961年に優良品種として奨励され始めた富国、‘栄光’等の12品種からなり、いずれも交雑育種によって育成された。C群は、1962~1975年に奨励品種に決定されたユーカラ、クタヒカリ等の11品種であり、いずれも近年における基幹品種であるが現在ほとんど作付がない。

実験は、拓殖大学北海道短期大学(深川市)の実験水田を用いて1977年に行われた(村井ら1983)。基肥として $N14.0$ 、 $P_2O_5 15.5$ および $K_2O 13.0$ ($kg/10a$)を施し、6月28日に $N3.5$ ($kg/10a$)を追肥した。1本植で、畦幅33cm、株間15cmとし、各品種は3列(30株)ずつ栽植して反復を設けなかった。各品種の中央列10個体の主稈の穂の形態的形質を調べた。

調査した形質およびそれらから算出した形質をTable 1. に記した。1穂穎花数(NS)などには以下の様な関係がある(村井・木下1983, MURAI and IZAWA 1994)。

$$NS = SB1 \times NB1 + SB2 \times NB2 \times NB1 \quad (NB2 \times NB1 = 2 \text{次枝梗数})$$

すなわち、1次枝梗数(NB1)、1次枝梗当り2次枝梗数(NB2)、1次枝梗当り穎花数(SB1)および2次枝梗当り穎花数(SB2)は、NSの構成要素とみなしうる。なお、本報より以前において、SB1ならびにSB2は、1次枝梗着生穎花数ならびに2次枝梗着生穎花数と称していたが、本報以降はこれらの名称を用いることとする(‘着生’を‘当り’に変更)。2次枝梗数でなくNB2(=2次枝梗数÷1次枝梗数)を用いたのは、2次枝梗数だと1次枝梗数に大きく影響されるからである。他方、2次枝梗に着生する穎花の数(1穂当り)の1穂穎花数に対する割合をB2%(2次枝梗穎花歩合)と略称する。以後、本論文では、これらの略称を用いることとする。

Table 1. Panicle characters and abbreviations

Character (abbreviation)	Explanation
1. No. of spikelets per panicle (NS)	Measured by panicle of main culm.
2. No. of primary branches (NB1)	do.
3. No. of secondary branches	do.
4. No. of secondary branches per primary branch (NB2)	No. of secondary branches per panicle ÷ No. of primary branches per panicle.
5. No. of spikelets per primary branch (SB1)	No. of spikelets setting on primary branches ÷ No. of primary branches.
6. No. of spikelets per secondary branch (SB2)	No. of spikelets setting on secondary branches ÷ No. of secondary branches.
7. Length of panicle (LP)	Length from base to tip of panicle.
8. Length of primary branch (LB1)	Total length of primary branches ÷ No. of primary branches.
9. Length of secondary branch (LB2)	The mean length of secondary branches, measured by the second lowest primary branch from the panicle base.
10. Percentage of spikelets setting on secondary branches (B2%)	No. of spikelets setting on secondary branches ÷ No. of spikelets per panicle × 100.

結果

3品種群の相互間で穂形質の平均値を比較した (Table 3.)。なお、各品種の形質値はTable 2. に記した。NSでは、C群が他の2群より小であったが、A群とB群の間に有意差はなかった。なお、最小はなるかぜ (50.6) でキタヒカリ (61.4) がそれに次ぎ、他方、最大は石狩白毛 (135.0) であった。NB1においては、3群間の差は有意でなかった。ただし、最大11.3 (石狩白毛) から最小6.4 (なるかぜ) までの明らかな品種間差が認められた (Table 2.)。NB2では、C群が他の2群より有意に小さいが、A群とB群の間に有意差はなかった。なお、最大値を示したのは井越早生 (3.18) であり、最小値はなるかぜ (0.95) でキタヒカリ (1.25) がこれに次いだ。SB1では、A群が3群中最も小さかった。これは、A群において、胆振早生の値 (3.7) が他より著しく小さく、坊主系3品種の値もこれに次いで小さかったためである。SB2では、C群が他の2群より小さかった。LPでは、A群が他の2群より有意に長かった。なお、最大は赤室 (22.4cm) で、最小はなるかぜ (13.8cm) であった。NSが最大の石狩白毛のLPは、中程度であった。LB1とLB2は、いずれも、A群>B群>C群の順であった。この2形質においては、胆振早生が最大で赤室がこれに次ぎ、なるかぜが最小であった。B2%は、A群>B群>C群の順であり、最大は赤室 (74.9) で坊主2号 (64.8) がこれに次ぎ、最小はなるかぜ (33.2) でほうりゅう (35.6) がこれに次いだ。

Table 4.には、穂形質の間の相関係数を記した。NSは、NB1、NB2、SB2およびLPと1%水準で有意な相関を示した。NB1は、NS以外の形質とは相関関係が認められなかった。NB2は、SB2、LB1およびLB2と高い相関を示した。SB1は、NSとは相関関係が認められなかった。SB2とLB2の

Table 2. Panicle characters of the 32 varieties

Group	Variety	NS	NB1	NB2	SB1	SB2	LP ¹⁾	LB1 ¹⁾	LB2 ¹⁾	B2%
A.	Akamoro	117.5	8.1	2.43	5.8	3.6	22.4 ^a	9.2	2.16	60.2
	Iburiwase	90.5	6.1	3.18 ^a	3.7 ^b	3.5	16.8	9.9 ^a	2.26 ^a	74.9 ^a
	Akage	77.4	7.9	1.57	5.4	2.8	17.9	7.6	1.27	44.4
	Tokachikuroge	91.3	9.4	1.63	5.1	2.9	16.9	7.3	1.62	47.9
	Igoshiwase	88.2	7.7	1.78	6.0	3.1	18.3	7.6	1.44	47.6
	Bozu	97.1	8.8	1.99	4.9	3.1	17.5	7.7	1.76	55.8
	Bozu 2 go	93.1	7.5	2.40	4.4	3.4	18.6	9.0	2.15	64.8
	Bozu 5 go	111.1	8.2	2.34	4.8	3.7 ^a	19.8	8.3	2.15	64.4
Kitamiakage	85.9	7.9	1.86	5.4	3.0	15.9	7.2	1.59	50.5	
B.	Fukoku	89.1	6.7	2.27	5.1	3.6	17.1	7.8	1.86	61.3
	Norin 20	83.7	8.6	1.48	5.3	3.0	15.7	6.3	1.45	45.9
	Eiko	99.0	9.8	1.48	5.5	3.1	14.7	6.3	1.37	45.8
	Ishikarishiroke	135.0 ^a	11.3 ^a	1.88	5.3	3.6	16.3	7.0	1.32	55.8
	Kamenishiki	80.1	7.1	2.14	4.8	3.0	18.7	8.3	1.85	57.3
	Shin-ei	104.4	8.1	2.00	6.6	3.2	17.3	7.0	1.03	48.9
	Toyohikari	74.4	7.3	1.67	5.3	2.9	15.3	6.6	1.23	47.2
	Terunishiki	82.3	7.9	1.59	5.6	3.0	15.1	6.4	1.60	46.5
	Shinsetsu	92.8	8.3	1.58	6.1	3.2	16.4	7.0	1.35	45.8
	Fukuyuki	120.2	9.5	1.92	6.5	3.2	17.4	6.6	1.14	48.8
	Mimasari	76.0	7.2	1.38	6.6	2.9	15.2	6.4	1.13	37.9
Sasahonami	111.9	7.2	2.60	6.8 ^a	3.4	16.4	8.0	1.59	56.4	
C.	Yukara	78.1	7.7	1.55	5.3	3.1	16.6	6.4	1.31	47.9
	Shiokari	99.9	10.3	1.45	5.4	3.0	15.1	6.0	1.13	44.3
	Horyu	76.3	8.3	1.25	5.9	2.6 ^a	15.6	6.3	1.08	35.6
	Uryu	86.2	7.5	1.93	5.6	3.0	15.9	6.8	1.02	51.0
	Himehonami	78.2	7.7	1.53	5.7	2.9	15.1	6.7	1.31	43.5
	Sorachi	70.3	7.0	1.57	5.3	3.0	15.3	6.3	1.22	47.1
	Narukaze	50.6 ^b	6.4 ^b	0.95 ^b	5.3	2.8	13.8 ^b	5.6 ^b	0.95 ^b	33.2 ^b
	Matsumae	95.0	9.6	1.58	5.6	2.7	18.0	6.5	1.15	43.6
	Ishikari	84.5	8.3	1.76	5.2	2.9	17.1	6.7	1.46	49.3
	Yunami	71.6	6.3	2.02	5.1	3.1	15.3	7.0	1.32	55.2
	Kitahikari	61.4	7.3	1.25	4.8	2.9	14.8	6.0	1.18	42.5
Mean Value	89.2	8.0	1.81	5.4	3.1	16.6	7.1	1.45	50.0	
Standard deviation	17.5	1.2	0.45	0.6	0.3	1.7	1.0	0.36	8.8	
C. V. ²⁾ (%)	19.6	14.7	25.0	11.9	8.9	10.4	14.0	25.0	17.6	

Abbreviations : see Table 1. ^aMaximum value. ^bMinimum value.

¹⁾ cm. ²⁾ Coefficient of variation.

間には高い相関が認められた。他方、LP、LB1およびLB2の相互間には、高い相関がみられた。B 2%は、NB2、SB2、LB1およびLB2と高い相関を示し、特にNB2との相関は高かった。以上より、以下のことが指摘される。1) NB1、NB2およびSB1は、相互に独立に変動した。2) NB2、SB2およびLB2は、相互に相関関係にあった。3) NSは、NB1、NB2およびLPのいずれとも正の相関があった。4) B2%は、NB2と密接な相関があった。

NSとその構成要素の間で重回帰分析を行った (Table 5.)。重回帰式の決定係数は、0.991であった。標準偏回帰係数は、NB1が最も大きく、NB2がそれに次いだ。

Table 3. Comparison of the three varietal groups in panicle characters

Character	Group		
	A.	B.	C.
NS	94.7	95.7 *	77.5 (**)
NB1	8.0	8.3	7.9
NB2	2.13	1.83 *	1.53 (**)
SB1	5.1 *	5.8	5.4
SB2	3.2	3.2 **	2.9 (**)
LP	18.2 *	16.3	15.7 (**)
LB1	8.2 **	7.0 *	6.4 (**)
LB2	1.82 **	1.41 *	1.19 (**)
B2%	56.7	49.8	44.8 (**)

*, ** Difference between two groups was significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively, according to the t-test. Significant difference between group A and C was shown in parentheses. Abbreviations: see Table 1.

Table 4. Correlation coefficients among panicle characters

NS	NS								
NB1	.636 **	NB1							
NB2	.512 **	-.239	NB2						
SB1	.230	.199	-.286	SB1					
SB2	.667 **	.006	.761 **	-.169	SB2				
LP	.526 **	.084	.575 **	-.071	.505 **	LP			
LB1	.398 *	-.254	.898 **	-.377 *	.666 **	.727 **	LB1		
LB2	.324	-.188	.770 **	-.537 **	.673 **	.632 **	.873 **	LB2	
B2%	.478 **	-.174	.947 **	-.510 **	.813 **	.562 **	.874 **	.846 **	

Abbreviations: see Table 1.

*, **Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

NSの多い2品種と少ない2品種の穂形質をFig. 1.に示した。図中の数字は、全32品種の平均値に対する比率(%)である。A群に属しNSが3番目に大きい赤室では、NSの増加はNB2の増加と同程度であった。また、LP、LB1ならびにLB2は長かった (Fig. 1.-(1))。B群に属しNSが最大の石狩白毛では、NSの増加はNB1の増加に主として起因した (Fig. 1.-(2))。しかし、LPとLB1は平均値 (32品種の)と同程度であり、LB2はやや小であった。なお、これら2品種のSB2は、やや大であった。C群に属しNSが最小のなるかぜは、NB2が著しく小であり、NB1とSB2も小さかった (Fig. 1.-(3))。また、LB2が顕著に小さく、LPとLB1も小であった。同様の傾向は、キタヒカリにもみられた (Fig. 1.-(4))。

Table 5. Multiple regression analysis using NS (the number of spikelets per panicle) as dependent variable, and its four components as independent variables

Character	Partial regression coefficient	Standard partial regression coefficient
NB1	10.4	0.701
NB2	20.4	0.527
SB1	7.9	0.294
SB2	19.7	0.312
Constant	-135.7	
Coefficient of determination	99.1	
F-value ¹⁾	777.73 **	

Abbreviations: see Table 1.

¹⁾ Mean square due to regression / Residual.

** Significant at the 0.01 level.

考察

松島 (1957) によって確立された稲における収量構成要素は、収量を解析するための手段として広く利用されてきた。他方、著者は、本報でも用いた1穂穎花数の構成要素を考案し(村井・木下1983)、それらは*Dn-1*(密穂)、*lax*(疎穂)等穂の形態に関する主働遺伝子の作用を解析するのに有用であった(MURAI and IZAWA 1994)。真中・松島(1971)は、種々の環境条件で栽培したいくつかの日本型品種の穂を調べ、1次枝梗当りに直接着生する穎花は5もしくは6粒であった(平均5.5粒、例外は2%のみ)と報告している。本研究で用いた32品種は、SB1の値が3.7~4.9の6品種ならびに同6.1~6.8の4品種を含んでいた(Table 1.)。すなわち、SB1が5より小さいもしくは6より大きい品種が明らかに存在する。真中・松島(前述)は、2次枝梗当りの穎花数は2~4粒であったとしている。本研究におけるSB2は、2.6~3.7の範囲であり、両者は矛盾しない。NSならびにその構成要素の間の関係は、1) NB1とNB2は、NSの増減に大きく係わるが、相互の間に相関はなく独立に変動した。2) SB2はNSと相関があるが、SB1はNSとは独立に変動した。すなわち、それぞれの構成要素は、それぞれに個有の特性を有する。なお、品種間におけるNSとNB1の有意な相関は、工藤(1991)も認めている。

村井ら(1983)によると、1株穂重(=収量性)はA群<B群<C群の順に増加し、その要因は1株穂数の増加であった。しかし、C群のNSは、A、B群より少なかった。これは、C群のNB2が他の2群より小であったことに主として起因する。また、C群のSB2は、他の2群より小であった。さらに、これらの結果、B2%においては、C群が3品種群中最も小であった。C群の中でも、なるかぜはB2%が最小であり、キタヒカリの値も小さかった。一般に、2次枝梗に着生する穎花は、1次枝梗に直接着生する穎花に比べて、成熟が遅く、青米や死米になりやすく、粒重(1粒当たり)が軽いので(岩槻・立野1934ab, 長戸1941, 太田ら1958)、精玄米(粒厚1.8mm以上)の割合が低い(工藤1991)。北海道は、生産米における1等米の比率が他府県より低い(和田ら1991)。これは、秋冷のために登熟期間が制限されることが大きな要因である。なお、本研究に用いた品種の

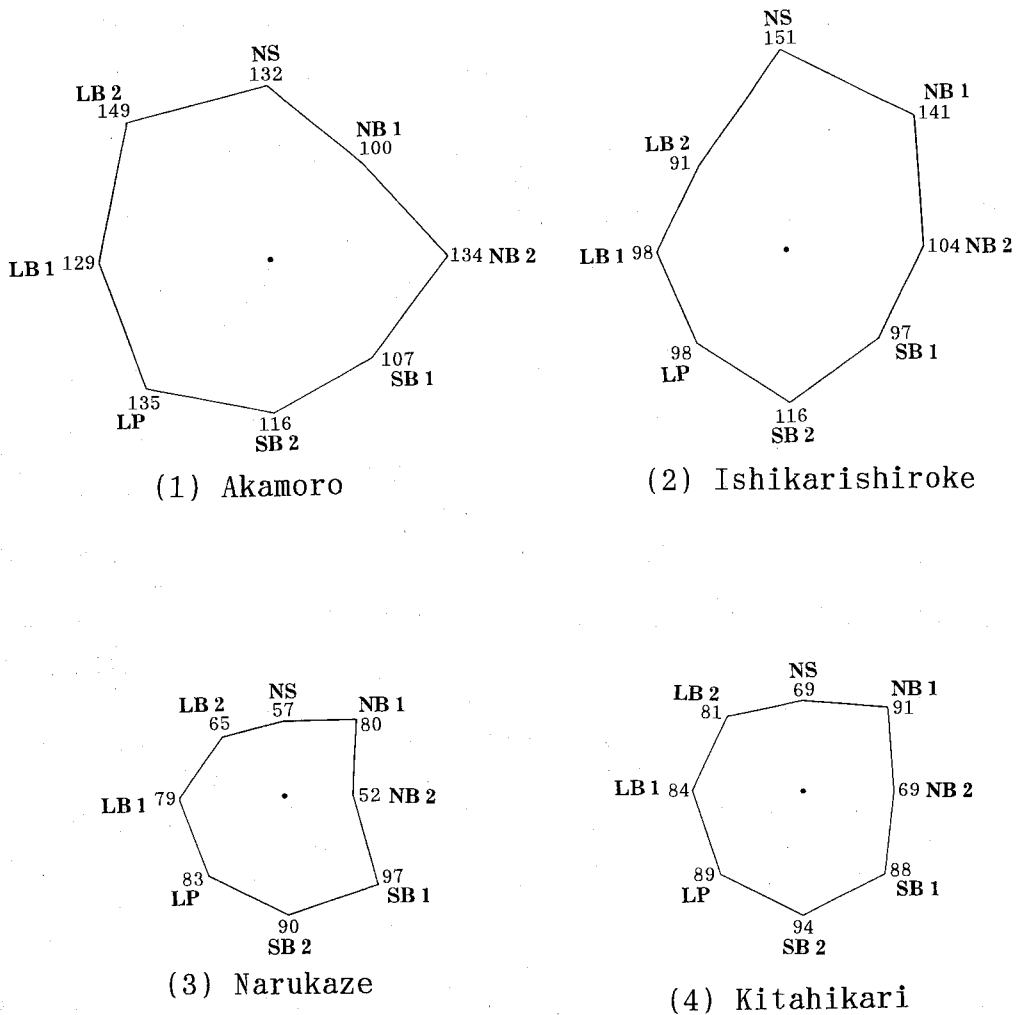


Fig. 1. Panicle characters of Akamoro, Ishikarishiroke, Narukaze and Kitahikari. Numbers in the figures indicate the percentage to the mean value of all the 32 varieties in each character.

Abbreviations: see Table 1.

うち、なるかぜ、キタヒカリおよびしおかりの登熟速度は比較的早いとされ（北海道立中央農業試験場1979）、これらの品種のB2%は比較的小さかった（Table 2.）。

赤毛、赤室、坊主等の在来種は、近年の基準では品質（検査等級）が不良である（北海道農業試験場1967）。B群の品種のうち、農林20号、栄光等5品種の品質は良とされるが、他の7品種の品質は中程度である（同上文献）。C群の11品種は、すべて品質が良とされ、特にキタヒカリは上位等級米の比率が高い（北海道立中央農業試験場1979， 江部1982）。北海道において、品質に関する主な形質としては、整粒歩合（未熟粒の多少が大きく影響する）、腹白の多少・大小、溝の深さ、粒形、色沢がある（柴田1974）。B2%が小さい方が整粒歩合が高くなりやすいと考えられ、この点

に関してはC群の品種の多くは有利である。すなわち、C群の品種の品質が良である要因の一つであると推察される。

現在の北海道で作付面積が1位と2位のきらら397とゆきひかりは、キタヒカリより良品質であるが、収量は多収品種イシカリとほぼ同程度である。(和田ら1986, 佐々木ら1990)。つまり、品質と食味はさらに改善されたが、A→C群までの収量の伸びは、その後停滞していた。江部(1982)は、北海道における穂数型への育種は、1穂穎花数の減少のため、収量が頭打ちになっていることを指摘した。NB1とNB2は独立に変動するので、NB2を増加させずにNB1を増加するのは可能と考えられる。1次枝梗数の増加によって1穂穎花数を増加すればB2%は増加しないので、品質と登熟性をさほど低下させずに収量性を向上させる可能性があると考えられる。

要約

北海道において過去に栽培された品種のうちの代表的な32品種について、穂の形態的形質の変異を調べた。それらは、A群(在来種もしくは純系分離による9品種)、B群(1935~1961年に優良品種として奨励され始めた‘富国’、‘栄光’等交雑育種による12品種)、およびC群(1962~1975年に奨励され始めた‘ユーカラ’、‘キタヒカリ’等11品種)に区分された。水田で1本植で栽培し、主稈の穂の形質を調べた(Table 1.)。NS(1穂穎花数)等に、次の様な関係がある。NS = SB1 × NB1 + SB2 × NB2 × NB1 (NB2 × NB1 = 2次枝梗数) すなわち、NB1(1次枝梗数)、NB2(1次枝梗当り2次枝梗数)、SB1(1次枝梗当り穎花数)およびSB2(2次枝梗当り穎花数)は、NSの構成要素である。

A、B、C群の平均値の大小関係は、次に述べるような順位であった(Table 3.)。NS : A = B > C。NB1 : A = B = C。NB2 : A > B > C。SB1 : A < B = C。SB2 : A = B > C。LP(穂長) : A > B = C。LB1(1次枝梗長)ならびにLB2(2次枝梗長) : A > B > C。B2%(2次枝梗穎花歩合) : A > B > C。なお、NSが3番目に多い‘赤室’のNSの増加はNB2の増加に主として起因し、LP、LB1およびLB2も長かった(Fig. 1., Table 2.)。NSが最大の‘石狩白毛’では、NSの増加はNB1の増加のためであったが、LPは中程度であった。NSが最小の‘なるかぜ’およびキタヒカリでは、NB2が著しく小さく、NB1、LP等他の穂形質も小さかった。

穂形質間の相関関係は、1) NB1、NB2およびSB1は相互に独立に変動した。2) NB2、SB2およびLB2は、相互に相関関係にあった。3) NSは、NB1、NB2およびLPのいずれとも正の相関があった。4) B2%は、NB2と密接な相関があった。とまとめられた(Table 4.)。重回帰分析によると、NSに最も大きく係わったのはNB1であり、NB2がこれに次いだ(Table 5.)。

C群に属する品種の品質(検査等級)が比較的良いとされるのは、B2%が比較的低いことに関係すると推定された。

キーワード：水稲、品種、穂形質。

謝辞

実験材料の栽培、管理およびサンプリングを行って頂いた拓殖大学北海道短期大学教授石村桜博士に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 江部康成：[2] 育種。「北海道農業技術研究史1966～1980」, 北海道農業試験場・北海道立農業試験場編, P.39-48, 北農会, 札幌 (1982).
- 2) 北海道農業試験場：第1節水稲育種。「北海道農業技術研究史」, P.103-135, 北海道農業試験場, 札幌 (1967).
- 3) 北海道立中央農業試験場：1. 水稲〈粳種〉. 北海道立農業試験場資料, 9, 1-28 (1979).
- 4) 岩槻信治・立松鑑一郎：稲穂に於ける粒着の相貌と結実の趨向に就て [1]. 農業及園芸, 9, 2153-2164 (1934).
- 5) 岩槻信治・立松鑑一郎：稲穂に於ける粒着の相貌と結実の趨向に就て [2]. 農業及園芸, 9, 2387-2392 (1934).
- 6) 工藤啓一：水稲の登熟に関する研究. 2. 粒着密度を異にする水稲品種の登熟歩合について. 日作東北支部報, 34, 109-112 (1991).
- 7) 真中多喜夫・松島省三：水稲収量成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第100報穂相による稲作診断. (3) 1・2次枝梗上の分化穎花数, 穂長・実穂長および粒着密度. 日作紀, 40, 101-108 (1971).
- 8) 松島省三：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, 1-217 (1957).
- 9) 村井正之・木下俊郎：穂および穀粒形質における矮性遺伝子の多面作用. 稲の交雑に関する研究 第LXX XVI報. 北大農農場研究報告, 23, 1-10 (1983).
- 10) 村井正之・木下俊郎・石村桜：北海道の水稲新旧品種における草型ならびに収量性. 北大農邦文紀要, 14, 64-75 (1983).
- 11) MURAI, M. and IZAWA, M. : Effects of major genes controlling morphology of panicle in rice. Breed. Sci., 44, 247-255 (1994).
- 12) 長戸一雄：穂上位置に依る米粒成熟の差異に就いて. 日作紀, 13, 156-169 (1941).
- 13) 太田保夫・山田登・加美佐郷・田島克巳・舟山謙三郎：水稲の登熟に関する研究. 第2報 登熟に対する遮光の影響. 日作紀, 27, 196-200 (1958).
- 14) 佐本四郎：水稲の多収品種育成よりみた主要形質の変遷. 北農試報告, 78, 1-73 (1971).
- 15) 佐々木多喜雄・佐々木一男・柳川忠男・沼尾吉則・相川宗嚴：水稲新品種「きらら397」の育成について. 北海道立農試集報, 60, 1-18 (1990).
- 16) 柴田和博：米質をめぐる諸問題. -北海道における産米改良の歩みとこれから-. 農業技術, 29, 199-204 (1974).
- 17) 外崎正次：「北海道農業発達史 上」P.261-298および1057-1113, 北海道立総合経済研究所, 札幌 (1963).
- 18) 和田定・江部康成・森村克美・江川勇雄・前川博・佐々木忠雄・菊地治己・新井利直・本間昭・山崎信弘：水稲新品種「ゆきひかり」の育成について. 北海道立農試集報, 54, 57-70 (1986).
- 19) 和田定：北海道における水稲の収量と収量構成要素の実態 [3]. 農および園, 66, 515-519 (1991).

平成7(1995)年9月11日受理

平成7(1995)年12月25日発行

