



Title	節間長比の型による水稲品種の群別 : 稲の交雑に関する研究 第X X X VII報
Author(s)	高橋, 萬右衛門; TAKAHASHI, Man-emon; 武田, 和義 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(1), 32-43
Issue Date	1969-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11785
Type	departmental bulletin paper
File Information	7(1)_p32-43.pdf



節間長比の型による水稲品種の群別

— 稲の交雑に関する研究 第 XXXVII 報¹⁾ —

高橋萬右衛門・武田和義

(北海道大学農学部育種学教室)

Type and grouping of internode pattern in rice culm

— Genetical studies on rice plant, XXXVII —

Man-emon TAKAHASHI and Kazuyoshi TAKEDA

(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received January 6, 1969

緒 言

水稲の稈長は、栽培、育種の両面から、重要な形態的特性であり、穂長、穂数、耐倒伏性などとの関連において、いろいろな研究が行なわれてきた。多くの場合、稈長はそれ自体一つの形質として取り扱われているが、稈は実際上数個の伸長節間の集合体であり、従ってそれぞれの伸長節間が環境要因および遺伝要因によって全く同一の支配を受けている場合には上述のごとく単一の形質としてあつかい得るとしても、環境要因に対する反応性または遺伝的支配が、それぞれの伸長節間によって異なる場合には、むしろ異質の伸長節間で構成される複合形質として把握されるべきものである。

また個々の伸長節間は、それが集まって、稈を構成するだけでなく、それぞれの節間長が遺伝的相関関係において葉鞘長、葉身長と関連し、葉身の立体的配置、ひいては受光態勢にも大きなかわりをもつものと考えられる。

節間伸長に関する研究は、その時間的關係にいつては、すでにいくつかの報告があるが、個々の節間長及び節間と他の器官との相互関係を遺伝、育種学的立場から検討しようとする研究が始められたのは、極く最近のことである。

著者らは、いわゆる“草型”という概念の確立を最終目標として、育種学的立場から形態的諸形質の動的な解析を試みているが、節間伸長の主働遺伝子による支配について、若干の知見を得たのでここに報告する。

本研究の遂行には遺伝子型の作製、形質の識別、その他種々の面で木下俊郎氏の協力にまつところ多大であった。また圃場管理に当り畠山明、佐藤コン両氏の助力を受けた。本文に入るに先立ち、共に記して深く感謝する。

材料及び方法

実 験 1

1965 年矮性稲を含む水稲 26 品種を 4 月下旬冷床苗代に播種し、6 月上旬、生育良好な苗を窒素 4.8 kg/10 a、

Table 1. Materials of experiment 1

Variety	Genotype	Variety	Genotype
Yukara	Normal	L-14	Normal
Eiko	"	A-58	"
Horyu	"		
Hinodenishiki	"	H-69	<i>nl</i>
Joiku 265	"		
Kuiku 45	"	H-125	$d_3 d_4 d_5$
Himehonami	"	N-57	d_{10}
Yukimochi	"		
Akage	"	C-19	d_1
N-4	"	N-58	d_8
Norin 15	"		
Akamuro	"	N-45	d_6
H-60	"	N-46	d_6
H-68	"	H-100	d_6
H-128	"	H-126	d_6

1) 北海道大学農学部育種学教室業績

加里 3.0 kg/10 a, 燐酸 4.8 kg/10 a, に施肥された北大実験圃場に 30×15 cm の密度で一本植した。1 品種約 50 個体を栽培し、反復は設けなかった。成熟期に周辺を除く 10 個体を採取し、稈長、穂長、及び各節間長を 0.5 cm 単位で測定した。

供試品種名、及びその姿形に関する遺伝子型を Table 1 に示す。

実験 2

1966 年、Table 2 に示す 62 品種を供試し、栽培、調査法は実験 1 に準ずるが、施肥量は、窒素 4 kg/10 a, 加里、燐酸各 5 kg/10 a であった。また測定は 1 cm 単位で行なわれた。

Table 2. Materials of experiment 2

Variety	Genotype	Variety	Genotype
Akage	Normal	N-4	Normal
Furen-bozu	"	N-53	"
Ishikari-shiroke	"		
Norin 15	"	H-69	nl
Norin 20	"	H-70	"
Norin 28	"	H-103	"
Tokachi-kuromomi	"		
Yukimochi	"	A-12	d ₃ d ₄ d ₅
Wasenishiki	"	A-26	d ₂
Yukara	"	H-12	d ₂
Sasahonami	"	H-125	d ₃ d ₄ d ₅
Hokkai 95	"	N-7	d ₇
Eiko	"	N-51	d ₂
Kuiku 45	"	N-57	d ₁₀
Horyu	"	N-60	d ₉
Himehonami	"	N-62	d ₁₂
Hinodenishiki	"		
Hashiri-bozu	"	A-23	d ₁
Bozu 5	"	C-19	d ₁
Hokkaimochi 1	"	D-25	d ₁
Igoshi-wase	"	H-85	d ₂
Sakigake	"	H-86	d ₁
Shimadamochi	"	N-58	d ₈
Shiroke	"		
Kamenishiki	"	A-28	d ₆
Tomoenishiki	"	H-88	"
Megurosakae-b	"	H-98	"
Hosogara	"	H-100	"
H-28	"	H-101	"
H-45	"	H-126	"
H-60	"	H-127	"
H-75	"	N-45	"
L-14	"	N-46	"

実験 3

1968 年、Table 3 に示す 25 品種を供試、施肥量を窒素 4.8 kg/10 a, 燐酸 4.8 kg/10 a, 加里 3.0 kg/10 a とし、調査個体数を 5 個体とした以外は実験 2 に準ずる。

いずれの実験においても、節間名については、上から In₁, In₂, In₃ と呼び、上から 4 番目以下はまとめて In₄ と呼んだ。

Table 3. Materials of experiment 3

Variety	Genotype	Variety	Genotype
Akamuro	Normal	N-57	d ₁₀
Norin 20	"	N-62	d ₁₂
Sakaemochi	"		
Sasahonami	"	C-19	d ₁
Wase-nishiki	"	H-85	d ₂
		H-86	d ₁
H-69	nl	H-135	d ₁
H-103	"	N-58	d ₈
H-104	"		
H-105	"	H-88	d ₆
H-137	"	H-98	"
		H-100	"
A-26	d ₂	N-24	"
H-125	d ₃ d ₄ d ₅	N-46	"
N-7	d ₇		

各節間長の稈長に対する百分率を求め、これを角度変換して節間長比と名付けた。

すべての品種は 8 月上旬から中旬にかけて出穂した。ほとんどすべての品種は 4 個の伸長節間を有したが、稀に 3 又は 5 個の節間が伸長した個体も存在した。なお、後に nl 型として群別される品種はほとんどの場合 5 個の伸長節間を有していた。

実験結果

A) 節間長比の品種間差異

それぞれの実験から得られた、稈長、穂長、各節間長、各節間長比の平均値、品種分散、及び遺伝力を Table 4 に示した。遺伝力は分散分析法により個体単位で計算されている。供試材料中には矮性種も含まれるので、稈長及び各節間長の遺伝力が非常に高い（つまり遺伝変異が、誤差変異に較べてはるかに大きい）ことは容易に予想されたが、各節間長の稈長に対する相対的割合を示す節間長比にも顕著な遺伝変異が認められた。

これは、節間長のみならず、節間長が稈長に占める

Table 4. Varietal mean, variance and heritability of component characters in plant height

	mean			variance			heritability (%)		
	exp. 1	2	3	exp. 1	2	3	exp. 1	2	3
culm length (cm)	59.88	53.50	53.20	294.74	308.81	434.86	97.57	96.12	97.31
panicle length	15.92	16.59	16.16	6.41	7.67	9.19	69.13	80.19	76.67
In ₁	26.28	24.93	24.39	31.48	40.67	65.20	78.13	82.80	89.91
In ₂	15.61	14.10	11.44	67.11	67.17	91.50	97.10	96.50	98.63
In ₃	12.15	10.41	10.78	24.09	24.22	46.79	83.14	80.16	91.51
In ₄	5.85	4.05	6.59	11.59	8.03	44.39	63.65	36.33	86.81
In ₁ (%) ¹⁾	42.99	45.01	46.06	64.25	81.75	186.10	88.49	87.34	93.28
In ₂	28.45	28.08	23.63	71.26	84.07	117.35	93.04	94.35	98.49
In ₃	26.19	25.40	24.86	20.07	24.96	46.91	70.69	62.81	73.17
In ₄	17.42	15.03	18.06	19.86	17.46	68.55	52.56	16.32	84.94

1) $\text{Arcsin } \sqrt{\text{internode length} \times 100 / \text{culm length}}$ **Table 5.** Varietal difference in relative internode length determined by DUNCAN'S Multiple range test ($P=0.01$)

In ₁		In ₂		In ₃		In ₄	
variety	length ¹⁾						
N-45	61.8 a ²⁾	Horyu	35.0 a ²⁾	N-58	37.8 a ²⁾	H-69	30.0 a ²⁾
H-100	60.9 a	L-14	34.9 a	C-19	33.6 b	N-4	23.2 b
H-126	60.3 a	N-57	34.5 a	A-58	29.6 c	H-68	23.1 b
N-46	55.8 b	Kuiku 45	34.4 ab	H-60	29.4 c	N-58	22.5 b
C-19	46.6 c	Norin 15	34.4 ab	N-4	28.7 cd	C-19	22.0 b
Norin 15	46.2 cd	Hinode-	34.2 abc	H-69	28.7 cd	H-60	21.9 b
L-14	43.1 de	Eiko	34.1 abc	Yukara	28.3 cde	H-128	20.1 bc
N-57	42.8 ef	Joiku 265	33.2 abcd	H-68	28.1 cde	Joiku 265	20.0 bc
N-58	42.1 efg	Himehonami	33.0 abcd	Joiku 265	28.1 cde	A-58	19.2 bc
H-125	41.7 efg	Yukimochi	32.9 abcd	Himehonami	27.9 cde	H-125	17.6 cd
Hinode-	41.4 efg	A-58	32.8 abcd	Kuiku 45	27.5 cdef	Akamuro	17.2 cd
Horyu	41.3 efg	H-60	32.4 abcde	Akamuro	27.3 cdef	N-46	16.8 cde
Akage	41.2 efg	H-128	32.3 abcde	Akage	27.2 cdef	Himehonami	16.6 cde
Yukimochi	41.0 efg	Akage	32.0 abcde	Eiko	27.0 cdef	Eiko	16.1 cde
Yukara	40.8 efg	Yukara	32.0 abcde	Yukimochi	26.5 cdef	Yukimochi	15.8 de
Akamuro	40.5 efg	H-125	31.9 abcde	H-128	26.0 defg	Akage	15.8 de
Eiko	39.7 efg	Akamuro	31.4 bcde	H-125	25.2 efg	Hinode-	15.6 de
Kuiku 45	39.4 fgh	H-68	31.3 cde	L-14	25.1 efg	Yukara	15.4 def
H-128	39.2 fgh	N-4	30.3 de	Horyu	24.4 fgh	N-57	14.7 def
Himehonami	38.9 gh	H-69	29.8 e	Hinode-	24.3 fgh	H-126	14.2 defg
N-4	36.9 h	H-100	18.1 f	N-57	22.9 ghi	Kuiku 45	14.1 defg
H-68	36.8 h	H-126	17.0 f	N-46	21.7 hi	Horyu	13.5 defg
Joiku 265	36.8 h	N-46	16.0 f	Norin 15	20.5 ij	N-45	13.0 efg
A-58	36.6 h	N-45	12.8 g	N-45	19.9 ijk	H-100	12.7 efg
H-60	34.9 i	C-19	10.0 h	H-126	18.1 jk	L-14	11.5 fg
H-69	31.0 j	N-58	9.1 h	H-100	17.2 k	Norin 15	10.2 g
standard error	0.86		0.70		0.77		0.97

1) $\text{Arcsin } \sqrt{\text{internode length} \times 100 / \text{culm length}}$ 2) Reading vertically, means followed by the same letter do not differ significantly at $P=0.01$

相対的割合にも品種間差があることを示唆するものである。そこで、実験1で得られた節間長比のデータをDUNCANの多重検定にかけた。その結果がTable 5である。すなわち、 In_1 の節間長比に関して他の品種とは非連続的かつ有意に大きな値を示すH-100、H-126、N-45、N-46の4品種、及び反対に小さな値を示すH-69が区別され、残りの品種はC-19と農林15号が比較的大きな値を示したほかは連続的な変異となっている。

In_2 の節間長比に関しては、N-58、C-19の両品種が極めて小さな値 (In_2 が稈長に占める実際の割合は2~3%)を示し、N-45、N-46、H-126、H-100の4品種も顕著に小さな値を示した。

In_3 に関しては、N-58、C-19が大きな値を示し、N-45、

H-126、H-100は小さな値を示した。

In_4 に関しては、H-69が非連続的に大きな値を示す以外は、有意差は認められるが、連の変異であった。

DUNCANの多重検定は比較すべき標本を共通の母集団から抽出されたものとして統計的にあつかうので、品種毎に計算された誤差分散が均一であることが必要となる。そこで分散の均一性をBARTLETTの方法で検定した(Table 6)。分散の均一性は満足し得るものであるとはいえないが、この結果、ならびにそれぞれの品種の遺伝子型、および別に報告する交雑実験の結果等をも考慮にいれ、これらの品種を5群に大別した。得られた各群の特徴を示したのがTable 7である。

すなわち、普通栽培品種のN型、これとほぼ類似の節

Table 6. Test for homogeneity of variance

character	In_1	In_2	In_3	In_4
χ^2	97.26	214.08	109.76	65.96
degree of freedom	25	25	25	25
probability	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$

Table 7. Feature of each internode pattern

internode	internode pattern				
	N	dn	dm	d_6	nl
In_1					fairly short
In_2			short	short	
In_3				short	
In_4				short	long

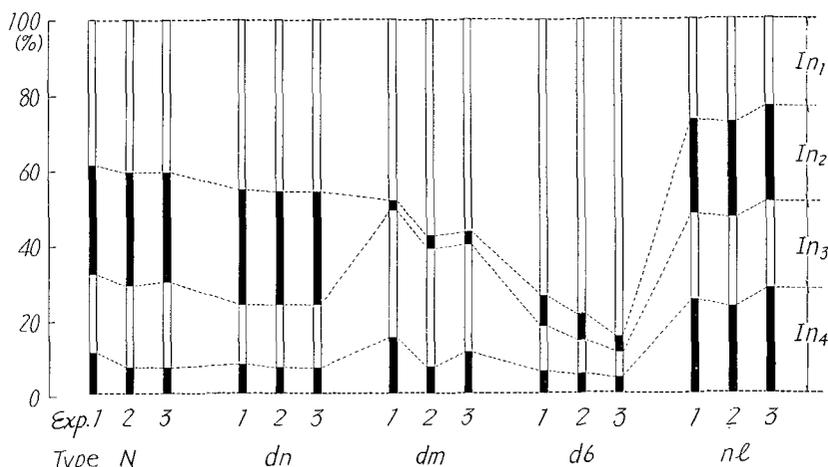


Fig. 1. Ideograms of internode patterns on five groups obtained from the three experiments

間長比を示す矮性稲の dn 型, In_2 が特に短縮する dm 型, In_2, In_3, In_4 が短縮する d_6 型, In_1 が短く, In_4 が長い nl 型である。N 型として群別された品種の中には農林 15 号のように下位の節間長比が有意に小さいものも認められたが, N 型内の変異が連続的であり, 又別に報告するように下位節間長比の大きい品種 N-4 と, 下位節間長比の小さい早生錦との交雑実験において分離集団は連続変異を示したので, N-4 と農林 15 号の間に存在する程度の変異は節間長比の型を異にするものとは認め難く, N 型の範疇に含まれるものとした。

実験 2 及び 3 のデータにこの節間長比の型を当てはめた結果, N 型にはすべての正常型品種, dn 型には, $d_2, d_3, d_4, d_5, d_7, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}$ の矮性遺伝子による矮性稲, d_6 型には d_6 遺伝子を持つすべての矮性稲, nl 型には nl 遺伝子を持つすべての品種が含まれ, dm 型には, d_1, d_2, d_8 遺伝子を持つ品種及びこの一連の実験には用いられなかったが, 放射線突然変異系統 M-17 (d_{14}) が含まれる。(NAGAO and TAKAHASHI 1963) (TAKAHASHI, KINOSHITA and TAKEDA 1968)。

実験 1, 実験 2 及び実験 3 のデータについて各群に属する品種の節間長比の平均値を図示したのが Fig. 1 である。ここでは節間長比は角度変換せずに示されている。

実験 1 のデータに関する DUNCAN の多重検定は分散の均一性に関して若干の難点を含んでいるので, 供試品種数の外い実験 2 のデータについて, 等確率偏差楕円を計算して群別を試みた。この方法では計算に品種平均値を用いているので, 多重検定で問題になった分散の均一性は考慮する必要はないという利点がある。N 型, dn 型, d_6 型, dm 型, 及び nl 型について 95% の等確率偏差楕

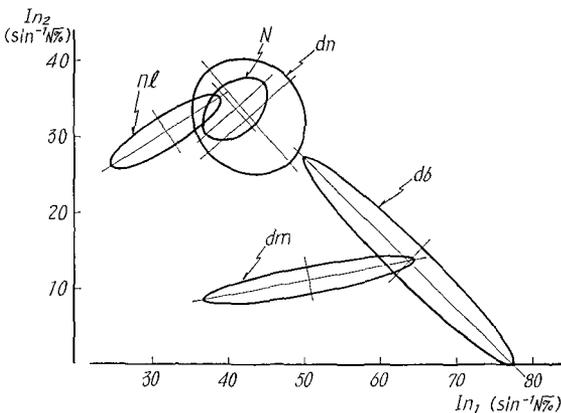


Fig. 2. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_1 and In_2

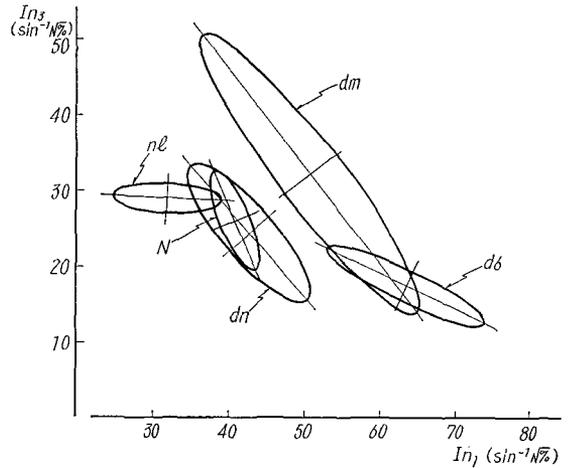


Fig. 3. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_1 and In_3

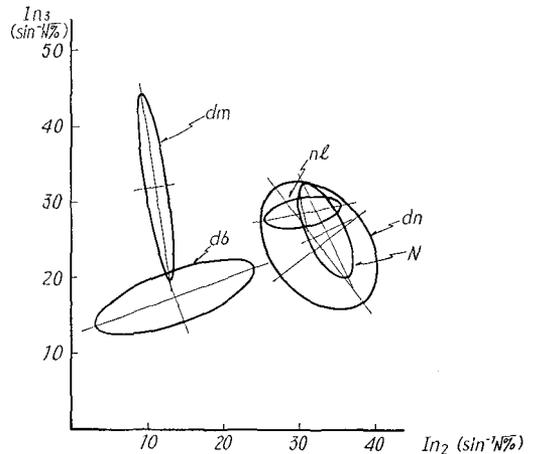


Fig. 4. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_2 and In_3

円を算出し, Fig. 2, Fig. 3 及び Fig. 4 を得た。等確率偏差楕円の計算は石川 (1964) によった。 In_4 の節間長比は, Table 4 に示されるように一般に遺伝力が低く, 測定値の信頼性が低いと考えられたのでこれを除外し, In_1 と In_2, In_2 と In_3 , 及び In_1 と In_3 を軸とする三つの平面でそれぞれの群に属する品種の分布範囲を推定した。それによると, dn 型, dm 型, d_6 型, 及び nl 型は相互に明らかに異なる群に属し, N 型は dn 型に含まれることが, 視覚的にも明瞭に示される。

実験 2 の供試材料は過半数が N 型に属し, nl 型は 3 品種にすぎなかったので, nl 型に関する等確率偏差楕円は

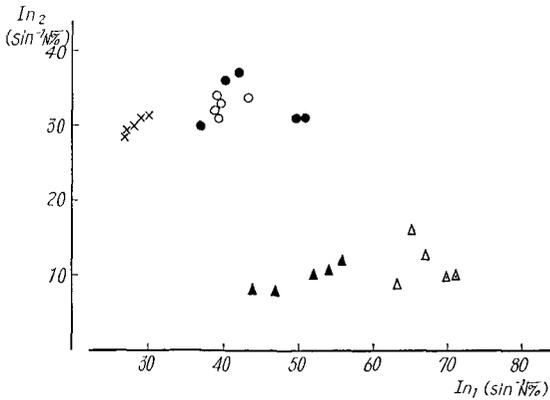


Fig. 5. Varietal demarcation on the basis of relative internode length between In_1 and In_2

○ N-type, ● dn-type, × nl-type, ▲ dm-type, △ d_6 -type

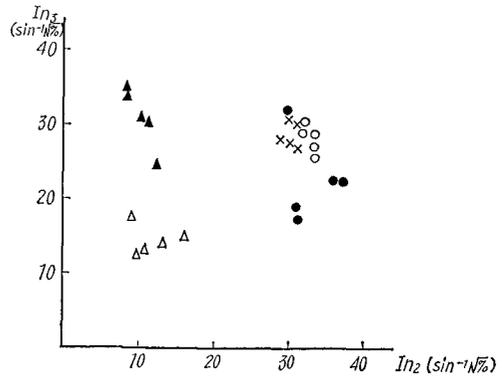


Fig. 7. Varietal demarcation on the basis of relative internode length between In_2 and In_3

○ N-type, ● dn-type, × nl-type, ▲ dm-type, △ d_6 -type

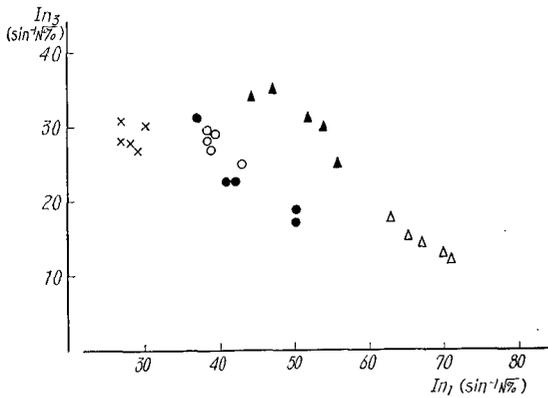


Fig. 6. Varietal demarcation on the basis of relative internode length between In_1 and In_3

○ N-type, ● dn-type, × nl-type, ▲ dm-type, △ d_6 -type

必ずしも信憑性が高くないおそれがあった。そこで実験3では各群から等しく5品種ずつを供試した。その分布を In_1 , In_2 及び In_3 の各節間長比を軸とする平面に示したものが Fig. 5, Fig. 6, 及び Fig. 7 である。それによると、節間長比の型は、供試品種数及び栽培年次を超えてかなり安定な形質であると考えられる。

B) 節間長比の安定性

実験1と実験2に共通に供試された20品種について、稈長、穂長、各節間長および各節間長比の年次変動を分散分析で示したのが Table 8 である。それによるとすべての形質で品種間差は有意であった。約半数の形質に

は年次間差が有意に認められたが、年次と品種の相互作用は In_2 でわずかに認められた以外は、いずれも有意とはならなかった。すなわち、年次によって節間伸長の大きさは変化しても、品種間の相対的な関係までが影響されるほどには変動しないことを物語っている。

さらに、節間長比に関しては、 In_2 , In_3 で年次間差に有意性が認められず、 In_4 でも有意性は低かった。また、1965年から1967年にわたる3カ年間に北海道大学圃場、北海道立上川農業試験場圃場および札幌郊外の農家の圃場で栽培した材料に対して、実験2のデータから計算された等確率偏差楕円がどの程度あてはまるかを検討したところ、N型110例、dn型27例、dm型13例、 d_6 型21例、nl型4例、計175例中、平均93%が確率95%の楕円に含まれ、それから外れたものも確率99%の楕円にはすべて含まれる程度のふれであった。このように、節間長比の型は栽培年次、場所に関してかなり安定な形質と考えられる。

各節間長の品種内変異を変動係数の形で算出し、節間の実際の長さとの節間長比と比較したものが Table 9 である。それによると、ほとんどの場合、節間長の変動係数と節間長比の変動係数の間では分散比 (F 値) が有意となり、 t 検定が適用できなかったため、変動係数を対数変換して分散の均一性を向上させた後、 t 検定を行なった。その結果、いずれの場合にも、節間長比の変動係数は実際の節間長の変動係数よりも有意に小さく、対数変換する前の値で前者は4~23%であり、これは後者の7~45%に較べて常に約1/2であった。すなわち、品種の平均値に関して節間長比を尺度とした場合には、節間

Table 8. Variance analysis for year effect

Character	Source of variance	D.F.	M. S.	F value	
				a ¹⁾	b ²⁾
culm length	variety	19	641.65	67.04*** ³⁾	
	year	1	347.22	36.28***	
	v × y	19	9.57		1.12
	error	360	8.52		
panicle length	variety	19	13.82	10.71***	
	year	1	2.28	1.84	
	v × y	19	1.28		—
	error	360	1.77		
In ₁	variety	19	73.04	15.92***	
	year	1	9.80	2.14	
	v × y	19	4.59		—
	error	360	6.84		
In ₂	variety	19	148.64	50.71***	
	year	1	23.03	7.85*	
	v × y	19	2.93		1.70*
	error	360	1.73		
In ₃	variety	19	49.27	37.31***	
	year	1	34.04	25.78***	
	v × y	19	1.32		—
	error	360	4.33		
In ₄	variety	19	15.37	5.11***	
	year	1	23.72	7.88*	
	v × y	19	3.01		—
	error	360	4.18		
In ₁ % ⁴⁾	variety	19	176.25	25.95***	
	year	1	77.28	11.38**	
	v × y	19	6.79		—
	error	360	10.29		
In ₂ %	variety	19	180.87	73.82***	
	year	1	4.23	1.72	
	v × y	19	2.45		—
	error	360	4.50		
In ₃ %	variety	19	47.39	5.26***	
	year	1	22.65	2.51	
	v × y	19	9.01		1.12
	error	360	8.04		
In ₄ %	variety	19	31.57	4.22**	
	year	1	44.73	5.99*	
	v × y	19	7.47		—
	error	360	12.54		

1) against v × y interaction 2) against error

3) *, **, *** significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 levels, respectively

4) $\text{Arcsin } \sqrt{\text{internode length} \times 100 / \text{culm length}}$

Table 9. Comparison of C.V. in internode length and relative internode length

internode pattern	internode	D.F.	mean ¹⁾ (%)	mean ²⁾ (%)	F value	F value (log) ³⁾	t value
N	In ₁	56	8.63	5.41	1.95*** ⁴⁾	1.28	6.22***
	In ₂	56	7.29	4.41	2.33**	1.46	15.03***
	In ₃	56	16.37	7.85	3.89***	1.12	33.18***
	In ₄	56	45.23	22.97	3.93***	1.07	43.36***
dn	In ₁	15	11.41	6.06	3.42**	1.29	6.41***
	In ₂	15	13.71	6.07	11.74***	2.55*	6.98***
	In ₃	15	23.13	13.50	1.14	1.66	7.96***
	In ₄	15	43.13	22.18	5.46***	3.63**	3.67**
dm	In ₁	12	15.57	10.60	2.51	1.06	3.19**
	In ₂	12	—	—	—	—	—
	In ₃	12	30.80	17.32	3.30*	1.42	5.17***
	In ₄	12	44.53	21.92	4.75**	3.39**	1.53
d ₆	In ₁	17	8.97	4.79	2.37*	1.69	6.87***
	In ₂	17	33.57	16.36	3.77**	4.69**	0.85
	In ₃	17	28.18	14.47	3.91**	1.01	27.60***
	In ₄	17	34.68	17.40	4.99***	2.24	4.15***
nl	In ₁	8	14.75	8.56	3.43*	1.02	7.95***
	In ₂	8	7.23	4.22	2.32	1.24	4.71**
	In ₃	8	10.32	4.10	1.60	2.78	7.99***
	In ₄	8	15.18	7.27	4.30*	1.13	7.45***

1) mean value of C.V. in the actual internode length

2) mean value of C.V. in the relative internode length

3) in the logarithmic scale

4) *, **, ***, significant at the 0.05, 0.01 and 0.001 levels, respectively
(C.V. — coefficient of variability)

長を尺度にした場合に較べて約 1/4 の個体数で同じ測定精度を期待できるといってよい。

実験 2, 及び実験 3 のデータから各形質について節間長比の型で分けられた各群内の平均値, 品種間分散および個体単位の遺伝力を示したのが Table 10 である。それによると, いずれの形質でも, 品種内分散及び遺伝力は全品種で計算したものよりも小さくなっており, 遺伝変異が群内ではかなり減少していることを示している。この傾向は節間長比に関して, より顕著である。

実験 3 のデータについて群間及び群内の変異を分散分析で比較したものが Table 11 である。これによると群間の変異は群内の変異に較べて常に明らかに有意であるけれども, 節間長比の型で群別された品種群内には遺伝

変異がほとんど存在しないことが知られる。特に節間長比に関しては In₂ 以外の器官で群内品種間分散は誤差分散に較べて有意ではなかった。

論 議

永松ら (1961) は矮性稲を観察して, それぞれの節間長が稈長に占める割合, すなわち節間長比は品種により, 特異性を有することを報告しており, S. KUMAR ら (1967) は大麦の草丈に関する突然変異系統を調査し, 節間長の短縮の様相が系統により明らかに異なることを報告している。また F. H. McNEAL ら (1960) は春小麦の農林 10 号×Brevor の後代から得られた短稈系統では主として上位の節間が短縮していることを報告してい

Table 10. Varietal mean, variance and heritability within respective group

internode pattern	character	mean		variance		heritability (%)	
		exp. 2	exp. 3	exp. 2	exp. 3	exp. 2	exp. 3
N	culm length (cm)	66.33	82.24	87.65	119.91	85.67	90.56
	panicle length	17.74	18.88	4.84	5.57	74.82	91.74
	In ₁	27.51	33.52	13.50	8.57	44.89	47.04
	In ₂	20.03	24.24	9.06	9.37	68.81	81.21
	In ₃	13.25	18.44	11.40	17.15	47.97	80.41
	In ₄	4.68	6.04	3.18	3.57	—	—
	In ₁ (%) ¹⁾	40.92	39.80	3.23	2.90	—	3.45
	In ₂	33.36	32.92	2.97	0.83	3.66	—
	In ₃	26.26	28.00	5.83	3.20	3.56	59.38
	In ₄	14.73	15.20	6.57	4.74	—	—
dn	culm length (cm)	38.72	48.76	114.62	392.41	89.76	97.47
	panicle length	14.94	15.68	3.24	11.91	70.19	85.22
	In ₁	17.67	22.60	22.43	40.78	73.29	89.65
	In ₂	11.69	14.56	25.80	41.07	91.79	92.23
	In ₃	6.71	8.32	6.08	47.27	60.21	83.29
	In ₄	2.66	3.28	1.05	11.97	—	14.97
	In ₁ (%) ¹⁾	42.83	44.32	9.54	42.05	18.09	81.88
	In ₂	32.54	33.04	9.86	11.47	49.65	67.04
	In ₃	24.38	22.12	11.96	29.95	28.35	43.98
	In ₄	14.93	13.20	14.33	19.88	9.95	11.87
dm	culm length (cm)	28.38	35.76	42.86	144.77	65.47	85.31
	panicle length	14.50	15.16	11.31	5.25	69.32	46.27
	In ₁	16.35	20.52	2.72	21.05	—	32.26
	In ₂	1.00	1.00	0.00	0.00	—	—
	In ₃	9.13	10.28	29.43	24.85	69.60	71.83
	In ₄	1.90	3.96	0.69	8.81	—	64.35
	In ₁ (%) ¹⁾	50.75	50.68	32.25	21.81	—	—
	In ₂	11.12	10.04	1.63	2.89	58.63	73.68
	In ₃	32.15	30.96	53.88	16.71	24.75	—
	In ₄	14.53	17.92	11.66	17.67	—	5.95
d ₆	culm length (cm)	35.22	36.84	25.37	1.11	69.61	—
	panicle length	14.64	14.20	9.20	12.04	87.31	96.18
	In ₁	27.96	31.24	12.39	0.83	46.56	—
	In ₂	2.38	1.64	3.60	0.75	4.10	81.28
	In ₃	3.29	2.36	1.30	0.55	18.36	37.96
	In ₄	1.60	1.60	0.10	1.04	—	84.62
	In ₁ (%) ¹⁾	63.66	67.24	19.09	12.75	39.43	74.27
	In ₂	13.60	11.84	18.39	8.41	15.92	80.26
	In ₃	17.40	14.40	4.68	4.70	—	27.66
	In ₄	12.14	11.60	1.11	11.70	—	82.91
nl	culm length (cm)	53.13	62.40	9.16	51.60	—	75.00
	panicle length	18.03	16.88	5.06	4.11	24.15	—
	In ₁	14.77	14.08	4.20	1.53	24.84	—
	In ₂	13.43	15.76	0.97	1.23	—	2.28
	In ₃	12.40	14.48	0.28	3.95	—	68.12
	In ₄	12.43	18.08	22.70	22.07	52.48	63.66
	In ₁ (%) ¹⁾	31.90	28.28	8.47	1.71	22.47	—
	In ₂	30.47	30.32	4.08	1.37	47.57	12.54
	In ₃	28.87	28.80	0.64	2.50	—	0.00
	In ₄	28.37	32.40	23.24	8.30	60.47	39.76

1) $\text{Arcsin } \sqrt{\text{internode length} \times 100 / \text{culm length}}$

Table 11. Variance analysis for between and within groups divided by internode pattern

character	source of variance	D.F.	M. S.	F value	
				a ¹⁾	b ²⁾
culm length	variety	24	434.86	37.13*** ³⁾	
	bet. gr.	4	1899.35		13.38***
	wit. gr.	20	141.96	12.12***	
	error	100	11.71		
panicle length	variety	24	9.19	4.36***	
	bet. gr.	4	16.24		2.09
	wit. gr.	20	7.78	3.68***	
	error	100	2.11		
In ₁	variety	24	65.20	9.92***	
	bet. gr.	4	318.45		21.88***
	wit. gr.	20	14.55	2.21	
	error	100	6.58		
In ₂	variety	24	91.50	72.73***	
	bet. gr.	4	496.59		47.37***
	wit. gr.	20	10.48	8.33***	
	error	100	1.26		
In ₃	variety	24	46.79	11.78***	
	bet. gr.	4	186.95		8.84***
	wit. gr.	20	21.15	5.33***	
	error	100	3.97		
In ₄	variety	24	44.39	7.58***	
	bet. gr.	4	218.87		23.06***
	wit. gr.	20	9.49	1.62	
	error	100	5.86		
In ₁ (%) ⁴⁾	variety	24	186.10	14.89***	
	bet. gr.	4	1035.35		215.70***
	wit. gr.	20	16.24	1.30	
	error	100	12.50		
In ₂ (%)	variety	24	117.35	66.22***	
	bet. gr.	4	679.13		136.00***
	wit. gr.	20	4.99	2.82***	
	error	100	1.77		
In ₃ (%)	variety	24	46.91	3.73***	
	bet. gr.	4	224.39		19.66***
	wit. gr.	20	11.41	—	
	error	100	12.58		
In ₄ (%)	variety	24	68.55	6.64***	
	bet. gr.	4	348.98		28.01***
	wit. gr.	20	12.46	1.21	
	error	100	10.32		

1) against error 2) against within group variance

3) ***, significant at the 0.001 level

4) $\text{Arcsin } \sqrt{\text{internode length} \times 100 / \text{culm length}}$

る。これらの研究は、発育遺伝学的に詳細な検討を加えたものではないにしても、各節間長を決定する遺伝的要因が、相互に異なることを示唆している。

本実験において、普通栽培品種にみられる、上から下に向って順次短縮してゆく節間長比の型は矮性及び *nl* (neck leaf) 遺伝子を持たないすべての品種で認められた。 $d_2, d_3, d_4, d_5, d_7, d_9, d_{10}, d_{11}$ および d_{12} 遺伝子を持つ矮性では特にどれかの節間が短縮するというのではなく、従って、節間長比に関しては、正常種とほぼ等しい値を示した。*dm* 型は d_1, d_2, d_8 遺伝子を持つ品種で認められ、 d_6 型は d_6 遺伝子、*nl* 型は *nl* 遺伝子を持つ品種で認められた。従って、これらの節間長比の型が上記の主働遺伝子によって発現すると推測される。これは別に報告する交雑実験の結果(武田, 高橋 1969) からも肯定され、本実験で示された栽培年次及び場所に対する安定性及び誤差変異の小さいことからみて、質的形質に準ずるものとして取りあつかうことが可能である。

群別された群内の遺伝変異は一般にかなり小さく、群別する以前に認められた顕著な品種間差は主として、節間長比の型を決定する主働遺伝子の作用でもたらされていたものであることが知られる。

農業形質に関して全く選抜されていない Linkage Tester を含む多数の正常品種が、*N* 型という小さな変異の中に包含された点は注目に値する。栽培品種として望ましい型があって、その方向に強い選抜が加えられるならば、できあがった品種は比較的小さな変異しか持たないということは容易に想像されるが、本実験の供試材料に含まれる Linkage Tester のように一定の型を目指して強い選抜を受けていないものまでが、一定の型に収まるという場合には、この形質に関してもともと遺伝変異が存在しないと考えるのが自然であろう。ある形質に遺伝変異が認められないということは、これをいいかえると、その形質が極めて普遍的な遺伝的要因によって支配されていると考えることもできる。別途に行ないつつある水稻とエンバクの器官伸長の対比に関する研究からは、節間長、葉鞘長および葉身長に認められる、アイソメトリ、アロメトリの相が両者で極めて良く一致することが見出されており、このような器官相互の関係を支配する遺伝的要因は種の域を超えて、科のレベルにおいても普遍的なものである可能性が示唆される。

節間長比の変動係数が、実際の節間長の変動係数に較べて有意に小さいことは、節間伸長に影響する Micro な環境要因は、各節間に“アイソメトリック”な効果を与えることを意味し、これは H. MORISHIMA and H.

OKA (1968) の研究からも支持される。しかしながら、窒素施肥量、栽植密度、遮光処理等の Macro な環境要因は各節間にかなり“アロメトリック”な効果を与えることが知られている。また伸長節間数は生育期間の長い品種では多い傾向が認められており、栽培条件、又は供試品種を大きく変えた場合には、多少違った結果がえられる可能性もある。

尚、*dm* 型の表現度は 100% ではなく、同一個体内に *dm* 型分蘗と *dn* 型分蘗が混在し、表現度は品種により 20~50% であった。この表現度の遺伝性および環境反応については追って報告する。

摘 要

- (1) 矮性種を含む水稻品種は、節間長比を指標として 5 群に大別され、それぞれ *N* 型、*dn* 型、*dm* 型、 d_6 型、*nl* 型と称する。節間長比に関してそれぞれの群内で遺伝変異はほとんど認められない。
- (2) *dn* 型は正常種の *N* 型と相似的な節間長比を有し、*dm* 型は In_2 が特に短縮し、 d_6 型は In_2 以下の節間が短縮している。*nl* 型は In_1 が短く、 In_4 が長く、多くの場合 5 個の節間が伸長している。
- (3) 節間長比の型は主働遺伝子に支配されており、環境変異は比較的小さく、栽培年次、場所に関してかなり安定な形質である。
- (4) *N* 型にはすべての正常型品種、*dn* 型には $d_2, d_3, d_4, d_5, d_7, d_9, d_{10}, d_{11}$ および d_{12} の矮性遺伝子による矮性種、 d_6 型には d_6 遺伝子を持つすべての矮性種、*nl* 型には *nl* 遺伝子を持つすべての品種が含まれ、*dm* 型には d_1, d_2, d_8 および d_{14} 遺伝子を持つ品種が含まれている。

引用文献

- KUMAR, S., H. C. BANSAL, DALMIR SINGH, and M. S. SWAMINATHAN (1967): Pathways of height reduction in induced dwarf mutants in barley. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 57: 317-324.
- MCNEAL, F. H., M. A. BERG and M. G. KLAGES (1960): Evaluation of semidwarf selections from a spring wheat breeding program. *Agr. J.* 52: 710-712.
- MORISHIMA, H. and H. I. OKA (1968): Analysis of genetic variations in plant type of rice. III. Variations in general size and allometric pattern among mutant lines. *Japan. J. Genetics* 43: 181-189.

永松土己・大村 武・戸田 修 (1961): 矮性稲における節間長の分解的研究. 日本作物学会九州支部会報, 18: 29-31.

NAGAO, S. and M. E. TAKAHASHI (1963): Genetical studies on rice plant, XXVII. Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Faculty of Agr., Hokkaido Univ., 53: 72-130.

TAKAHASHI, M. E., T. KINOSHITA and K. TAKEDA (1968): Genetical studies on rice plant, XXXIII. Character expressions and causal genes of some mutants in rice plant. J. Faculty of Agr., Hokkaido Univ., 55: 496-512.

武田和義・高橋万右衛門 (1969): 稲の交雑に関する研究 XXXVIII 報. 節間長比を異にする水稲品種群間の交雑について. 予報. 北海道大学農学部邦文紀要. 第7巻第1号 44-50.

Résumé

Internode distribution patterns in more than seventy rice varieties, including some gene stocks of short stemmed mutants, maintained in the authors' laboratory, were analyzed to make clear if they were assorted into some distinctive groups associated with an intrinsic genetic control.

The varieties or stocks used in this study are much the same in their maturity, giving panicle emergence from early to middle in August. A majority of them gives rise to four elongated internodes accompanied with several reduced basal internodes. The successive internodes from the top downward are designated as In_1 , In_2 , In_3 and In_4 respectively, in which the last one consists of many nodes being contiguous (Tables 1-3).

In order to express their differential relative size in terms of metric indices, the following numerical measure, tentatively called "internode ratio" was employed. This is an arcsined percentage of the respective internode which shows a degree of contribution to a final culm length.

At least five basic types of the internode distribution patterns, the ideograms, were succeeded to demarcate, and their details are as follows (Tables

4-7):

i) the N-type—the most popular type, including those whose internodes generally become decreasingly shorter from the top to the base of the culm.

ii) the dn-type—in which the lengths of successive internodes are reduced in proportion to their contribution to total culm length in the N-type.

iii) the dm-type—an singular type in which the In_2 is strikingly shortened to the same level irrespective of differences in total culm length.

iv) the d_6 -type—another marked type of which internodes, except the In_1 , are so shortened that the In_1 measures much longer than the total length of other internodes, and

v) the nl -type—a type which attracts attention in its dual effect of reduction in the In_1 length and slight elongation in the In_4 .

The ideograms of these internode patterns are briefly given in Figure 1. These types of internode patterns remain relatively constant whether or not they are obtained in some different environmental conditions, e. g. differences of locations and those of years (Tables 8-11 and Figures 2-7). It is also suggested that the more the varieties are employed the more new types will be found out.

In general, it would appear from the present analysis that the internode pattern, a new descriptive character of rice plants, seems to be inherent and therefore the total culm length, a final character, should be discussed in the light of relative length or growth rate of each internode. The plant height is an outward character expression of interactions between the panicle length, the internode length and the number of internode.

This line of thought will afford an useful approach in both phases of rice genetics, i. e. finding genetical pathways by which a final manifestation of plant type can be reached, and breeding new varieties featured with particular length and lodging resistance of culm suitable for respective environmental conditions and cultivation practices.