



Title	節間長比を異にする水稲品種群間の交雑について 予報 : 稲の交雑に関する研究 第X X X VIII報
Author(s)	武田, 和義; TAKEDA, Kazuyoshi; 高橋, 萬右衛門 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(1), 44-50
Issue Date	1969-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11786
Type	departmental bulletin paper
File Information	7(1)_p44-50.pdf



節間長比を異にする水稲品種群間の 交雑について 予報

— 稲の交雑に関する研究 第 XXXVIII 報¹⁾ —

武田 和義・高橋萬右衛門

(北海道大学農学部育種学教室)

Preliminary report on cross experiments in six types of
internode pattern in rice culm

— Genetical studies on rice plant, XXXVIII —

Kazuyoshi TAKEDA and Man-emon TAKAHASHI

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

Received January 6, 1969

緒 言

前報 (高橋および武田 1969) で矮性稲を含む水稲品種が節間長比を指標として5群に大別されることを報告した。節間長比に明かな品種間差が認められるのはこの群別の群間差によるものであり、一般に群内の品種間差は有意ではない。節間長比の型は栽培年次及び場所に関しかなり安定した形質であり、群別された品種の形態特性からみて、主働遺伝子に支配される遺伝的形質とも考えられるが、この点を明確にするため一連の実験を行ないつつある。本報は、それぞれの群に属する代表的な品種間で相互交雑を行ない、節間長比の型の遺伝性を検討した結果の予報である。

本文に入るに先立ち、遺伝子型の作製、形質の判別その他全般にわたって御協力いただいた木下俊郎氏及び圃場管理に御尽力いただいた畠山明、佐藤コンの両氏に謝意を表す。

材料及び方法

本実験に供試した交配組合せは Table 1 に示すごとくであり、これは5群間の相互交雑で可能な10通りの組合せのうち、nl型×dm型、nl型×d₆型、d₆型×dm型を除くすべての組合せである。F₄世代まで養成調査中であるが、今回はF₂世代についてのみ報告する。

栽培、管理、及び調査方法は前報の品種に関する実験に準じている。すなわち節間名は上から In₁, In₂, In₃ 及び4番目以下を In₄ と呼び、各節間長の稈長に対する百

Table 1. List of cross combination

cross combination	type of cross
N-62 × H-21	dn × N
” × H-123	”
” × H-143	”
” × Shimada-mochi	”
” × Yukara	”
” × Himehonami	”
H-61 × Yukara	”
C-19 × H-129	dm × N
N-58 × H-75	”
A-23 × Furen-bozu	”
N-58 × N-62	dm × dn
H-135 × N-56	”
H-126 × Norin 9	d ₆ × N
N-45 × Somewake	”
” × Yukara	”
H-69 × Yukara	nl × N
N-62 × H-69	dn × nl
N-7 × N-62	dn × dn
N-4 × Wasenishiki	N × N
Ju-4 × Himehonami	”
Yukara × A-58	”
N-62 × N-45	dn × d ₆
” × H-100	”

1) 北海道大学農学部育種学教室業績

分率を算出し、角度変換した値を節間長比と称する。

実験は1966年から1968年の4カ年にわたったが、 F_2 集団毎に両親を対照として栽培し、年次の影響を除いた。従って、 F_2 集団における節間長比の型の遺伝性は、各集団内で分離個体相互の関係及び両親との比較において検討せられた。

各 F_2 集団は100~400個体からなり、親品種は10~20個体である。

なお、群間の相互交雑のほか、群内品種間の遺伝変異を調べるため、N型及びdn型に属する品種で群内相互交雑が行なわれた。

分離様式は稈長、穂長、各節間長および各節間長比について検討されたが、本報告では In_1 及び In_2 の節間長

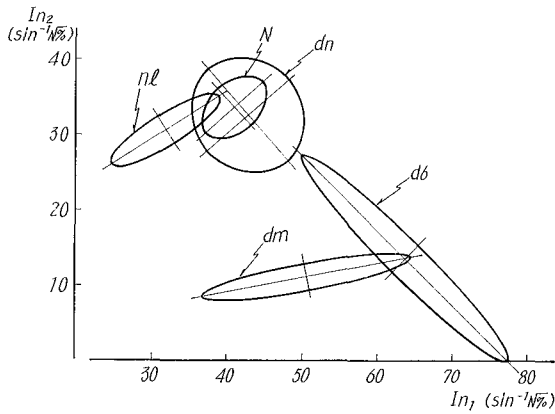


Fig. 1. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_1 and In_2

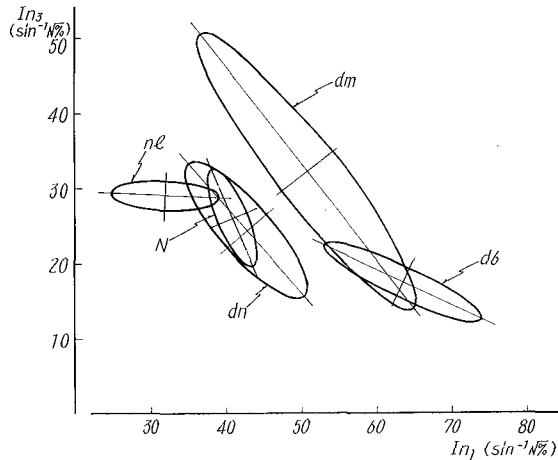


Fig. 2. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_1 and In_3

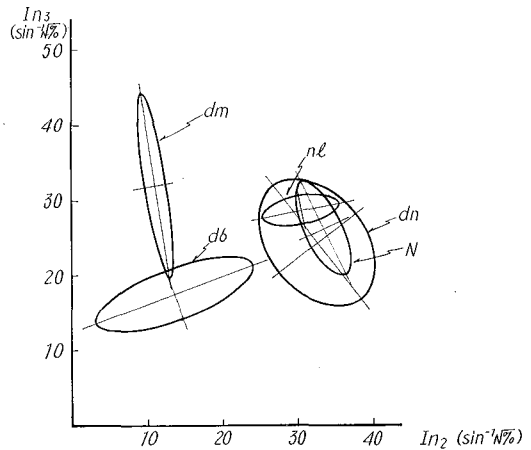


Fig. 3. Ellipse with equal probability ($P=0.95$) of each internode pattern in regard to In_2 and In_3

比を軸とする平面上の F_2 個体の分布図を示した。分布図には作図の都合上、分離個体すべてではなく、各遺伝子型に属する20~40個体を抽出して描いてある。

同時に F_2 集団を節間長比の型で群別し、節間長比の群毎の平均値を算出し、両親の節間長比の値と対照して図示した。この場合、節間長比の値は角度変換せずに用いてある。

前報で品種平均値について計算された各群の等確率偏差楕円を Fig. 1, Fig. 2 および Fig. 3 に示し、これと分離個体の節間長比とを対照して各個体の節間長比の型を判別した。

実験結果

1) N型×N型

前報では正常型品種のすべてがN型に含まれると結論されたが、節間長比に関する DUNCAN の多重検定では、一部に有意差が認められ、群別に若干の不安が残ったので、N-4×早生錦、重-4×ヒメホナミおよびユーカー×A-58で群内品種間の遺伝変異を検討した。N-4、重-4およびA-58は下位節間の節間長比が比較的大きく、早生錦は上位節間の節間長比が比較的大きい品種であり、ユーカー及びヒメホナミは両者の中間である。

それぞれの交雑 F_2 において、稈長、穂長、各節間長は全く連続的な分離となり、両親の間に主働遺伝子の差異が存在しないことが示された。

節間長比に関する分離も連続的であり、 F_2 個体の平均値は中間親に良く一致した。

N-4×早生錦の F_2 について In_1 及び In_2 の節間長比

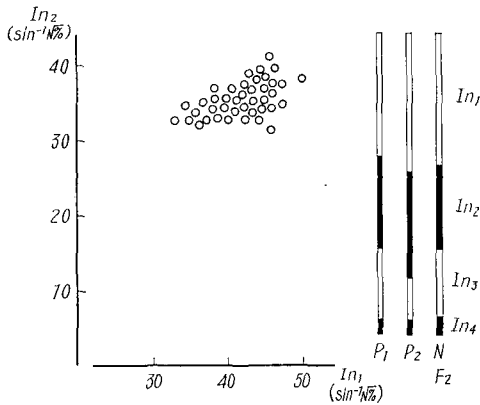


Fig. 4. F₂ segregation in N-4 (the N-type) × Wasenishiki (the N-type)
○ N-type

を軸とする平面上の分布を示したのが Fig. 4 である。

2) dn 型 × dn 型

前報において矮性種のうち dn 型及び d₆ 型に属する品種以外のものはすべて dn 型としたが、これはあくまで概括的な群別であり、分散分析の結果からも dn 群内に多少の遺伝変異の存在することが示されていた。dn 型節間長比を発現する矮性遺伝子は現在まで d₂, d₃, d₄, d₅, d₇, d₉, d₁₀, d₁₁, d₁₂ が知られているが、このうち d₁₀ 遺伝子を持つ N-57 及び d₁₂ 遺伝子を持つ N-62 の 2 品種は比較的下位節間の節間長比が小さかった。

そこでこの N-62 と d₇ 遺伝子を持つ N-7 の F₂ で節間長比の分離を調査したところ、Fig. 5 の結果を得た。すなわち、d₇ 型矮性は d₁₂ 型矮性に較べて、In₁ の節間

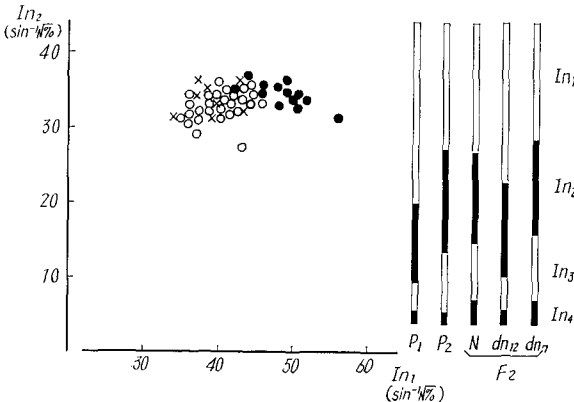


Fig. 5. F₂ segregation in N-62 (the dn₁₂-type, d₁₂ gene) × N-7 (the dn₇-type, d₇ gene)
○ N-type, ● dn₁₂-type due to d₁₂, × dn₇-type due to d₇

長比が小さく、In₃ の節間長比が大きかった。両者の差は d₇ 及び d₁₂ 遺伝子によって惹き起こされたものと考えられる。この結果からは、dn 型の中には、この群が完全に別個の二群に分割されるほどの変異は存在せず、比較的上位の節間長比の大きい d₁₂ 型と比較的下位の節間長比の大きい d₇ 型の 2 亜群が存在するとみるのが妥当であろう。以後、dn 型品種のうち、N 型と全く相似的なものを dn₇ 型、相対的に下位の節間長比が小さいものを dn₁₂ 型と呼び、両者を特に区別しない場合には dn 型と称することにする。

この組合せは調査個体数が少なく、d₇+d₁₂ の二重劣性型個体は分離しなかった。

3) N 型 × dn 型

N 型は節間長比に関しては dn 型に属し、両者の差異は矮性遺伝子を持つか否かにあるので、N 型 × dn 型の F₂ 集団では矮性遺伝子の分離が起こったとしても、節間長比の型に関しては分離しないことが予想された。しかしながら、前記の dn 型内の交雑実験で dn 群が更に二つの亜群に分割される可能性が示されたので、dn₁₂ 型品種及び dn₇ 型品種と N 型品種の間で交雑実験を行なった。H-61 (d₂ 遺伝子を持つ dn₇ 型) × ユーカラの F₂ 集団から得られた結果は Fig. 6 に示す通りで、F₂ 集団は d₂ 遺伝子に関して分離するのみで、dn 型個体と N 型個体の節間長比の型はきわめて良く一致した。

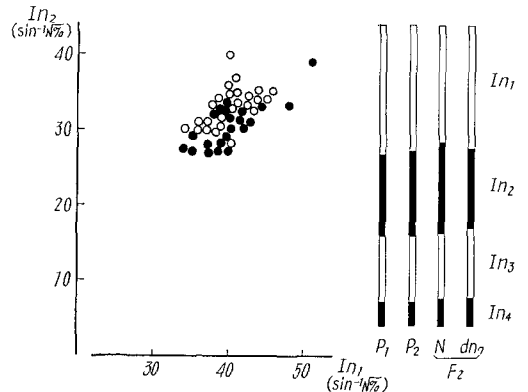


Fig. 6. F₂ segregation in H-61 (the dn₇-type, d₂ gene) × Yukara (the N-type)
○ N-type, ● dn₇-type due to d₂

一方、dn₁₂ 型の N-62 とユーカラ (N-62 の原品種) の交雑 F₂ では節間長比の型に関して分離が見られ、dn₁₂ 型は下位の節間長比が明らかに小さかった (Fig. 7)。N-62 にはほかの N 型品種を交雑した場合も同様の結果が得られた。

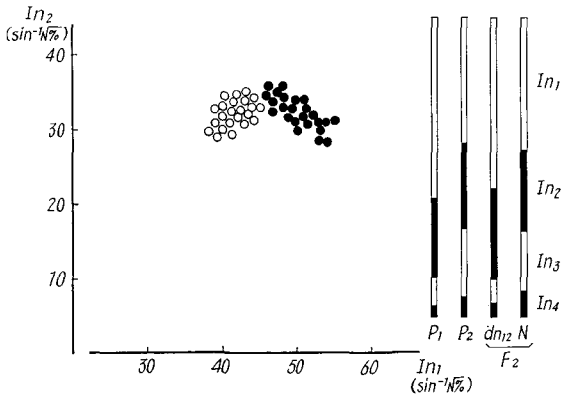


Fig. 7. F₂ segregation in N-62 (the *dn*₁₂-type, *d*₁₂ gene) × Yukara (the N-type)
○ N-type, ● *dn*₁₂-type due to *d*₁₂

4) N型 × *dm* 型

前報で述べたように *dm* 型節間長比の表現度は100%でなく、同一個体内に *dm* 型分蘖と *dn* 型分蘖が混在する。従って *dm* 型の遺伝性に関しては、*dm* 型そのものの遺伝様式と *dm* 型の表現度の遺伝性の両面を追求しなければならない。表現度を支配する遺伝様式は複雑で現在追究中であるので、追って報告することとして、ここでは表現度の比較的高かった N-58 (*d*₈) を片親とする F₂ 集団を用いて、*dm* 型の遺伝性を検討する。その結果は Fig. 8 に示す通りで、*dm* 型節間長比が *d*₈ 遺伝子により発現することが知られる。なお、別途に行なっている *dm* 型表現度の遺伝性に関する実験からは *d*₁ 及び *d*₂ 遺伝子も *dm* 型節間長比を発現することが知られた。

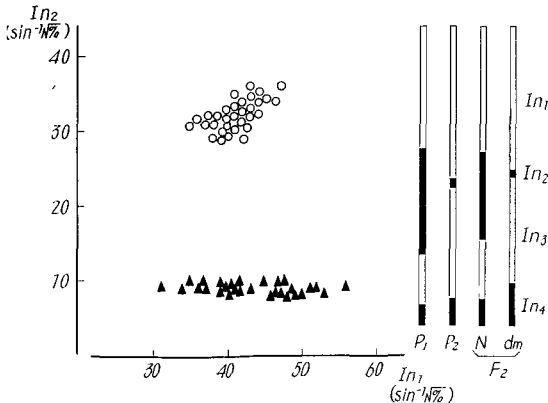


Fig. 8. F₂ segregation in H-75 (the N-type) × N-58 (the *dm*-type, *d*₈ gene)
○ N-type, ▲ *dm*-type due to *d*₈

5) N型 × *d*₆ 型

*d*₆ 型節間長比は現在のところ *d*₆ 遺伝子を持つ品種にのみ認められ、H-126 (*d*₆) × 農林9号の交雑実験から得られた Fig. 9 で見られるように *d*₆ 型節間長比は *d*₆ 遺伝子に支配されるものである。ほかの N 型品種 × *d*₆ 型品種の F₂ 集団でも全く同じ結果が得られた。

6) N型 × *nl* 型

nl 遺伝子は neck leaf すなわち穂首節に痕跡的な葉身をつけた葉鞘を発現する遺伝子であるが、著者らの研究で、更に、穂首節間を短縮し、第4節間及び通常ほかの品種ではほとんど伸長しない第5節間、時には第6節間をも伸長する作用を持つことが知られた (高橋および武田 1969)。

nl 型に属する H-69 と N 型に属するユーカーラの交雑

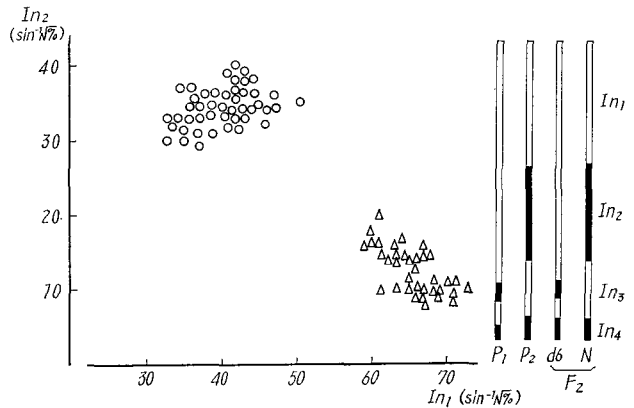


Fig. 9. F₂ segregation in H-126 (the *d*₆-type, *d*₆ gene) × Norin 9 (the N-type)
○ N-type, △ *d*₆-type due to *d*₆

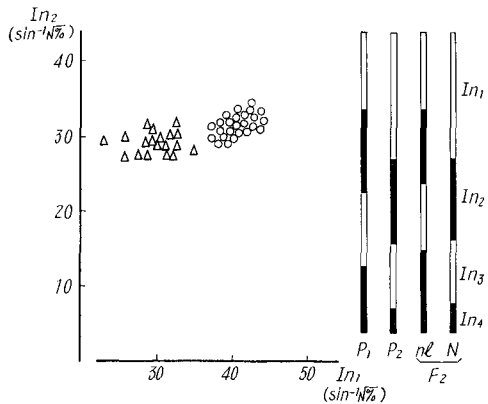


Fig. 10. F₂ segregation in H-69 (the *nl*-type, *nl* gene) × Yukara (the N-type)
○ N-type, △ *nl*-type due to *nl*

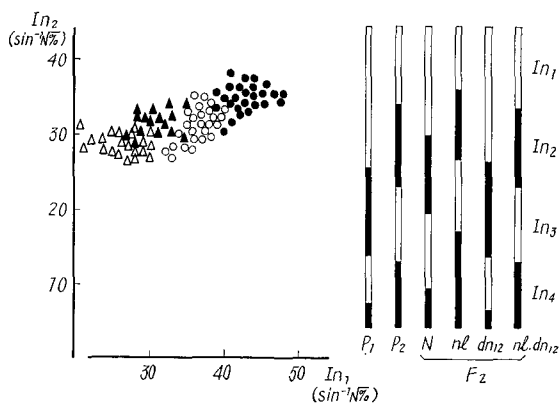


Fig. 11. F_2 segregation in N-62 (the dn_{12} -type, d_{12} gene) \times H-69 (the nl -type, nl gene)
 ○ N-type, ● dn_{12} -type due to d_{12} , △ nl -type due to nl , ▲ a type with $nl+d_{12}$

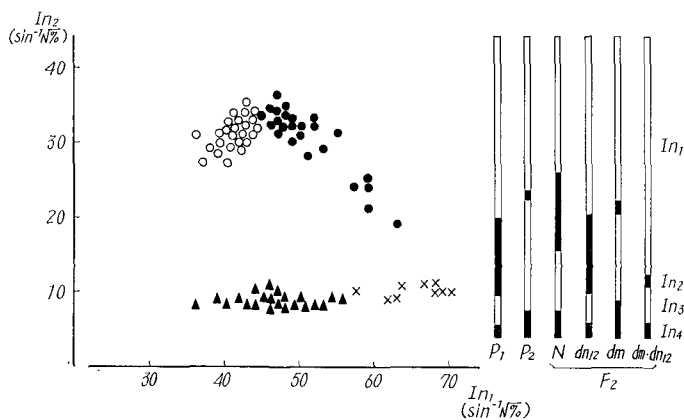


Fig. 12. F_2 segregation in N-62 (the dn_{12} -type, d_{12} gene) \times N-58 (the dm -type, d_8 gene)
 ○ N-type, ● dn_{12} -type due to d_{12} , ▲ dm -type due to d_8 , × a type with d_8+d_{12}

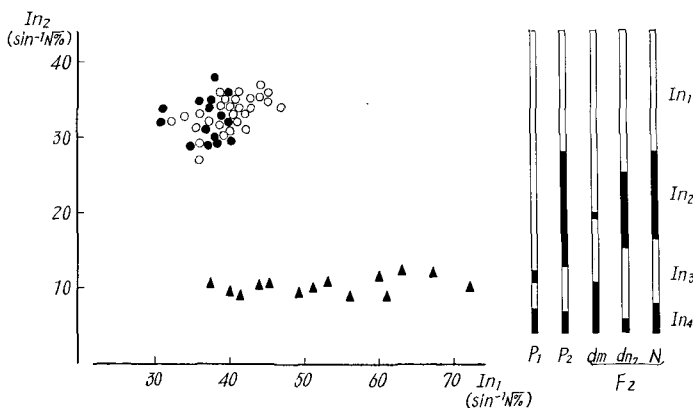


Fig. 13. F_2 segregation in H-135 (the dm -type, d_1 gene) \times N-56 (the dn_7 -type, d_{11} gene)
 ○ N-type, ● dn_7 -type due to d_{11} , ▲ dm -type due to d_1

実験の結果は Fig. 10 に示す通りで、 In_1 の節間長比に関して非連続的な分離が見られ、 nl 遺伝子を持つ個体は In_1 の節間長比が小さく、第 5 節間が伸長していた。

7) dn 型 \times nl 型

dn_{12} 型である N-62 と nl 型に属する H-69 の交雑の F_2 集団は Fig. 11 に見られる分離を示した。すなわち dn_{12} 型個体は上位の節間長比が大きく、 nl 型個体は上位の節間長比が小さく、ほとんどすべての個体で第 5 節間が伸長していた。

d_{12} 及び nl の両遺伝子を共にホモに持つ個体は nl 遺伝子の作用で neck leaf を着生し、 In_1 が短縮して第 5 節間が伸長し、かつ d_{12} 遺伝子の作用で下位節間がいくぶん短縮した新しい型を発現した。

8) dn 型 \times d_6 型

dn_{12} 型の N-62 と d_6 型の N-45 及び H-100 との交雑 F_2 を調査した。実験の都合上節間長の測定は行なわれなかったが、 d_6 型個体では In_1 が稈の約 80% を占め、下位節間は極端に短縮しているので、 d_{12} 遺伝子によって下位節間が更に短縮されるという現象は認められなかった。

9) dn 型 \times dm 型

dm 型に属する N-58 と dn_{12} 型の N-62 の交雑 F_2 では、Fig. 12 に示すように N 型個体、 dn_{12} 型個体および dm 型個体が分離し、更に d_8+d_{12} の二重劣性ホモ個体は dm 型の In_3 が短縮した節間長比を示した。

すなわち、 In_2 を短縮する d_8 遺伝子の作用と In_3 を短縮する d_{12} 遺伝子の作用が組み合わせられたと考えられる。

dm 型に属する H-135 (d_1) と dn_7 型に属する N-56 (d_{11}) の交雑 F_2 では Fig. 13 にみられるように、N 型個体、 dn_7 型個体および dm 型個体が分離した。N-56 は d_{12} 型品種と違って、下位の節間長比を小さくする作用はないので、 d_1+d_{11} の二重劣性ホモ型の個体は特異な型とならず dm 型に含まれた。

論 議

前報 (高橋および武田 1969) で矮性稲を含む多数の水稲品種が節間長比を指標として 5 群に大別できることを認めたが、本実験でそれらの節間長比の型が主働遺伝子

に支配される遺伝的形質であることが明らかにされた。さらに dn_{12} 型× nl 型および dm 型× dn_{12} 型では両親の特徴を併せ持つ個体が分離した。

従来、稈長は単一の形質として取りあつかわれていたが、本実験の結果は稈を構成する各伸長節間が必ずしも同一の遺伝要因によって支配されているのではなく、個々の節間又は二、三の節間に対して作用する相互に独立でかつ組合せ得る主働遺伝子によって支配されていることを示している。すなわち、 d_6 型節間長比を発現する d_6 遺伝子は In_2 以下の節間を短縮し、 dm 型節間長比を発現する遺伝的要因は In_2 を特異的に短縮する。 nl 型節間長比を発現する nl 遺伝子は neck-leaf を着生するほかに、 In_1 を短縮し、下位節間を伸長せしめ、時には第 6 節間をも伸長する。

前報で dn 型として分類された品種群内には主働遺伝子による遺伝変異が存在した。すなわち、N-7 に代表されるいくつかの矮性品種は N 型と全く同一の節間長比を有していたが、N-62 及び N-57 は In_3 がより短い形を示した。

すなわち、N-7 的 dn 型を発現する遺伝子は全節間をアイソメトリックに短縮し、N-62 的 dn 型を発現する遺伝子はそれに加えて In_3 以下をより短縮する。前者を dn_7 型、後者を dn_{12} 型と称するが、両者の差異は大きなものではない。また多肥密植条件では N-62 の In_3 と In_4 の節間長比が増大する場合があり、両者の差は一般的にあまり顕著なものではない。

nl 遺伝子と d_{12} 遺伝子、及び dm 型を発現する遺伝要因と d_{12} 遺伝子は相加的に作用することが F_2 で分離した二重劣性型個体の調査から明らかになった。現在、経続中の交雑実験によれば、 nl 型、 d_6 型および dm 型を発現する遺伝要因の間にも相加作用が存在するようである。

本実験と平行して行なわれた dm 型節間長比を発現する遺伝的要因の形質表現に関する研究によると、 dn 型個体と dm 型個体を分離する F_2 集団において、稈長、穂長、第 3・第 4 節間長、第 4 葉身長および第 1・第 2 葉鞘長に関して両群の平均値には有意差が認められず、第 2 節間長にのみ顕著な差異が認められた。

このように節間長比の型に変更を加える主働遺伝子は各伸長節間に独立に作用を及ぼす一方、節間長比の型で分類された群内の稈長、穂長および各節間長の遺伝変異は微働遺伝子に支配され、その遺伝子効果は、葉鞘および葉身を含む各器官の長さに対してアイソメトリックであることが、別に遂行中の実験から判別しつつあり、H.

MORISHIMA および H. OKA (1968) の報告もこれを支持している。

本実験においても、各節間伸長型に属する F_2 の個体間変異は両親の誤差変異よりも大きく、微働遺伝子による遺伝変異の存在を示唆しているが、その詳細は F_3 、 F_4 の調査結果と共に追って報告する予定である。

本実験で示された節間長比の型を支配する主働遺伝子系が節間以外の穂長、葉鞘、葉身長等の器官に及ぼす作用、ならびにこのような主働遺伝子による遺伝変異と主働遺伝子型で分類された品種群内に存在する微働遺伝子による遺伝変異との比較に関する発育遺伝学的研究は、器官形成の遺伝的支配に関する有用な情報を提供するのみならず、育種家が具体的に特定草体の育成を目標とするとき、その可能性を予見するうえに不可欠の資料ともなるものと考えられる。

摘 要

1. 節間長比の型を異にする品種群間で相互交雑が行なわれ、節間長比の型の遺伝性が検討された。
2. 節間長比の型は主働遺伝子に支配され、遺伝子の作用は個々の節間又は二・三の節間に独立に働く。
3. 前報で dn 型とされた品種群は dn_7 型と dn_{12} 型の 2 亜群に分れる。
4. dm 型× dn_{12} 型及び nl 型× dn_{12} 型の F_2 で現われた二重劣性型は両親の特徴を併せ持った。

引用文献

- 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. Jap. J. genetics, 43: 181-189
- 高橋万右衛門・武田和義 (1969): 稲の交雑に関する研究. XXXVII 報. 節間長比の型による水稲品種の群別. 北海道大学農学部邦文紀要. 第 7 巻第 1 号 32-43

Résumé

In the preceding paper (TAKAHASHI and TAKEDA 1969) the authors have demarcated rice varieties and genetic stocks, available at their laboratory, into five types of the internode distribution pattern, and suggested that they were intrinsically governed by particular genes, irrespective of showing considerable phenotypic and isometric variations in actual culm length among varieties of the same type.

The present paper deals with results of cross experiment among these types, the N, the dn, the

dm, the d_6 and the nl (Table 1). This was attempted to throw more light on the nature of genic constitutions of these types. In accordance with the preceding paper, the successive internodes from the top downward are designated as In_1 , In_2 , In_3 and In_4 , respectively.

Looking through the data in the figures, 1-13, the following facts were pointed out.

Crosses within the N-type varieties no noticeable segregation of the internode pattern was observed, indicating that, so far as a major gene or genes for the internode type are concerned, no difference was in existence among parental varieties (Figure 4).

The dn-type can be classified into two sub-types, the dn_7 and the dn_{12} , the former being the typical dn-type while the latter being characterized with a slight reduction of the relative length of the lower internodes (Figures 5-7).

From the results of F_2 segregation modes given in possible cross combinations among six types, the N, the dn_7 , the dn_{12} , the dm, the d_6 and the nl, excepting $nl \times dm$, $nl \times d_6$ and $d_6 \times dm$, it was revealed that these types are principally governed by the respective major gene, which extends its effect into the determination of internode pattern, together with its essential function on the reduction of general plant size.

Especially in the F_2 s of those crosses whose

combinations were $dn_{12} \times dm$ and $dn_{12} \times nl$, new striking phenotypic segregates which seemingly were the resultant products of an accumulative interaction between major genes of both parents appeared (Figures 11-13).

As regards the pathway or contribution of these genes to the respective internode length, causal genes of the dn_7 -type shorten the successive internodes in an isometric pattern, i. e. in proportion to their contribution to total culm length of the N-type, thus brings about the dn_7 -type. The genes for the dn_{12} -type are slightly different from those of the dn_7 in their effect in that they shorten the In_3 still more. A gene action of the dm-type reflects on striking shortening of the In_2 , and in the gene for the d_6 -type, little progress of the growth in the In_2 , the In_3 and the In_4 is the major path of the reduction of total culm length. Further, the causal gene of the nl-type is characterized with its dual but counteractive effect, i. e. the shortening of the In_1 and the elongation of the In_4 .

The facts that the culm length can be analyzed by breaking this character into its primary components, length of each internode, and that the each internode may comprise an isometric and an allometric phase of genetic effect will offer valuable informations relating to developmental genetics and actual breeding works of rice plants.