



Title	トウモロコシ (Zea mays L. )花粉粒大の変異
Author(s)	中嶋, 博; NAKSHIMA, Hiroshi; 津田, 周彌 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 27, 55-61
Issue Date	1991-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13408">https://hdl.handle.net/2115/13408</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p55-61.pdf



## トウモロコシ (*Zea mays* L.) 花粉粒大の変異

中嶋 博・津田 周彌

(北海道大学農学部附属農場)

(1990 年 12 月 25 日受理)

### 緒 言

植物の花粉粒大の変異についての研究は、進化や繁殖様式とかがわって、属や種のレベルで行われている。しかしながら、種内の変異を扱った研究は、倍数性を異にした場合を除き少ない。本研究ではトウモロコシの種内の花粉粒大ならびに粒形の変異について、スイート種、デント種およびフリント種を用いて、自殖系統と  $F_1$  雑種間で考察した。トウモロコシの自殖系統では個体の遺伝子型も花粉のもつ遺伝子型も系統内では同一と考えられるが、 $F_1$  雑種では個体の遺伝子型は同一であるが花粉粒の遺伝子型は分離しており花粉によって異なる。またトウモロコシでは一般にヘテロシスが強くあらわれるが、花粉での対立遺伝子内ヘテロ性ではヘテロシスが現われるか興味深い。

### 材料および方法

供試した材料は Table 1 に示されたトウモロコシの 20 自殖系統と 12  $F_1$  雑種である。自殖系統のうちスイート種は 13 系統、デント種は 5 系統そしてフリント種は 2 系統である。 $F_1$  雑種ではそれぞれ、8、3 および 1 組合せである。これらを北海道大学農学部附属農場において栽培した。各系統 5 個体、1 穂 2 個所の花より開花時に花粉を採取しコットン・ブルーで染色し、各 10 花粉粒の長径と短径を測定した。これをもとに花粉粒断面を楕円形と見做し、その面積、および粒形の尺度として長径/短径比を求めた。自殖系統と 12  $F_1$  雑種間および各群間ならびに群内遺伝子型間の変異を分散分析によって検討した。さらに  $F_1$  雑種と

両親の 3 遺伝子型間の差異についても調査した。

### 結 果

用いた系統および  $F_1$  雑種の長径、短径、平均値および各群および総平均値を Table 1 に示した。長径では W 6786 の  $78.46 \mu\text{m}$  から C 13×4703 の  $95.54 \mu\text{m}$  まで、短径では W 6767 の  $66.15 \mu\text{m}$  から C 13×4703 の  $87.07 \mu\text{m}$  まで変異していた。楕円形と見做したときに W 6786 の  $4102.3 \mu\text{m}^2$  から C 13×4703 の  $6545.7 \mu\text{m}^2$  まで、また長径/短径比では、Ma 21547 の 1.2917 の長細いものから V 574 の 1.1085 の円形に近いものまでであった。

各形質の分散分析の結果を Fig. 1 に示した。長径/短径比の  $F_1$  雑種のデント・フリント種を除き、他のすべての群内では系統あるいは  $F_1$  雑種に有意な差異が認められた。長径では、自殖系統と  $F_1$  雑種の間には有意な差異は見い出されなかった。しかしながらスイート種とデント・フリント種の間では  $F_1$  雑種では両種の間には差異は認められなかったが、自殖系統と込みにした場合では両種に有意な差異が見い出され、デント・フリント種が大きかった。短径では、 $F_1$  雑種内のスイート種とデント・フリント種間では有意な差異は見出されなかった。しかし、他の群間では有意となった。スイート種とデント・フリント種間では差異は自殖系統内で大きかった。面積では、自殖系統と  $F_1$  雑種間の差異は見出されなかった。スイート種とデント・フリント種間では差異は自殖系統内で大きかった。長径/短径比はデント・フリント種の自殖系統と  $F_1$  雑種間で差異は見出されなかったが、他の関係は差異がみとめられた。

Table 1. Mean values of 4 pollen characters in maize.

	Lines and crosses	major axis ( $\mu\text{m}$ )	minor axis ( $\mu\text{m}$ )	ellipse ( $\mu\text{m}^2$ )	major/minor	
I N B R E D	4703	91.20	77.95	5580.6	1.1704	
	C13	84.40	75.95	5045.9	1.1115	
	G61D	88.19	77.66	5380.2	1.1362	
	J9C	82.95	70.55	4605.7	1.1761	
	Ma21547	90.95	70.65	5052.9	1.2917	
	V574	84.17	76.00	5028.3	1.1085	
	Sweet	V7111	88.62	77.66	5408.5	1.1415
	W3722	83.37	73.66	4845.5	1.1319	
	W5579	87.40	70.50	4850.0	1.2406	
	W6708	84.35	75.35	5000.7	1.1201	
	W6767	81.10	66.15	4220.8	1.2275	
	W6786	78.46	66.38	4102.3	1.1817	
	WC7	82.13	72.91	4707.7	1.1273	
	Mean	85.18	73.18	4909.9	1.1665	
	Dent + Flint	CK24	85.07	75.19	5043.9	1.1320
CM174		92.57	79.28	5773.5	1.1690	
RB259		86.20	77.50	5256.2	1.1124	
RB262		86.95	78.35	5358.6	1.1101	
Flint		W79A	86.03	75.67	5125.5	1.1368
T6		90.85	81.70	5844.5	1.1124	
To15		91.72	79.05	5698.9	1.1612	
Mean		88.48	78.11	5443.0	1.1334	
Inbred mean		86.33	74.91	5096.5	1.1549	
H Y B R I D		Ma21547×W5579	84.98	72.88	4879.1	1.1672
	Ma21547×W6786	82.81	72.47	4714.4	1.1436	
	C13×4703	95.54	87.07	6545.7	1.1008	
	Sweet	V679×G61D	84.68	76.20	5070.2	1.1118
	V7111×WC7	82.50	74.40	4831.8	1.1090	
	V574×W3722	89.26	79.25	5563.5	1.1274	
	J9C×W6708	84.10	73.35	4887.0	1.1407	
	W6767×J9C	82.58	72.08	4705.3	1.1482	
	Mean	85.81	76.01	5149.6	1.1311	
	Dent	CM91×W79A	83.16	72.15	4723.8	1.1539
	+	RB262×CK24	83.55	74.55	4912.8	1.1208
	Flint	CM174×RB259	88.55	77.00	5361.5	1.1509
	T6×To15	93.84	81.32	6049.7	1.1589	
	Mean	87.28	76.26	5262.0	1.1461	
	Hybrid mean	86.30	76.09	5187.1	1.1361	
Grand mean	86.32	75.35	5130.5	1.1479		

これらのことを総括して、トウモロコシの花粉粒は長径が約  $86\ \mu\text{m}$  で短径は約  $75\ \mu\text{m}$  である。自殖系統と  $F_1$  雑種間では長径で差異はなく、短径で差異が認められ、 $F_1$  雑種で大きい。スイート種とデント・フリント種間では、長径、短径とも、デント・フリント種が大きく、特に自殖系統間で顕著で、 $F_1$  雑種間では差異はなかった。すなわち、自殖系統と  $F_1$  雑種間よりもむしろ、スイート種

とデント・フリント種間で顕著な差異が見出された。この差異は自殖系統間で顕著であった。自殖系統のスイート種は特に短径で小さく、長楕円形を示すことが明らかとなった。

供試した  $F_1$  雑種のうち、両親の自殖系統も供試されている 10  $F_1$  雑種組み合わせで、 $F_1$  雑種と、その両親の自殖系統の関係を検討した。その結果を Fig. 2 に示した。デント種、フリント種の

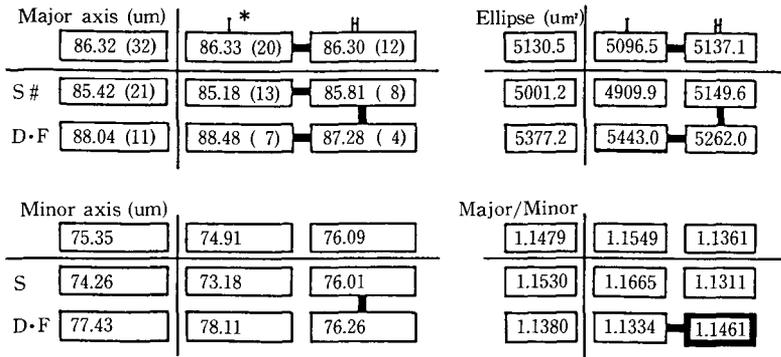


Fig. 1. Relationships among mean values of each group of 4 pollen characters in maize.

No significant difference between two groups connected with thick solid lines and within group surrounded by thick solid line.

\*I : inbred, H : hybrid #S : sweet, D·F : dent and flint

Figures in parentheses show the number of genotypes used.

3 組み合わせの F<sub>1</sub> 雑種では、4 形質とも両親の平均値 (中間親) と有意な差異は認められなかった。スイート種では長径で 2 F<sub>1</sub> 雑種組み合わせ (C 13×4703; V 574×W 3722) で F<sub>1</sub> 雑種では中間親より有意に大きく、2 F<sub>1</sub> 雑種組み合わせ (Ma 21547×W 5579; V 7111×WC 7) では有意に小さい。短径では 3 F<sub>1</sub> 雑種で、また面積では 2 F<sub>1</sub> 雑種で正の有意な値をとった。

### 考 察

トウモロコシの花粉粒大については PFAHLER (1965) は、F<sub>1</sub> 雑種で 90.0-98.3 μm また STANLEY と LINSKENS (1974) は、116.3 μm から 107.3 μm と報告している。山田 (1982) は自殖系統および F<sub>1</sub> 雑種で 2.620×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup> から 4.228×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup> を得ている。前の結果を球および卵形として計算すると 3.8170×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup> から 4.9887×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup> ならびに 7.0010×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup> となる。本研究では平均長径で約 86 μm、短径で約 75 μm の値をこの値から卵形として 2.5329×10<sup>-3</sup>mm<sup>3</sup> となり、やや小さな値が得られている。自殖系統と F<sub>1</sub> 雑種の間では長径および楕円面積で有意な差異は認められなかった。しかし、短径と長径/短径比で有意差が見い出され、短径では F<sub>1</sub> 雑種が大きく、比は自殖系統で大きかった。スイート種とデン

ト・フリント種の間では、デント・フリント種が大きく、丸い形をしているが、F<sub>1</sub> 雑種では差がなく、主として自殖系統による差異であることがわかった。自殖系統と F<sub>1</sub> 雑種では器官の大きさや、生育状態などでは明らかに F<sub>1</sub> 雑種が優れていたが、生殖器官では異率相対生長の場合が多く、花粉ではヘテロシスの程度が低いことが考えられる。また自殖系統のスイート種とデント・フリント種間の差異の機作は花粉粒大を支配する遺伝子とこれらの子実の形質との連鎖も考えられるが明らかではない。PLITMANN と LEVIN (1983) はハナシノブ科の属間の研究で花柱の長さ と花粉直径の間に有意な正の相関関係を見出し、大きな花粉粒は長い花柱に花粉管を伸ばす能力をもつとしている。しかしながら本研究では絹糸長は測定されていないが、明らかに F<sub>1</sub> 雑種の方が自殖系統よりも長いのににもかかわらず、花粉粒大は両者では明らかな差異は認められず、種内での変異には前述のような関係はないようである。PANDEY (1971) は *Nicotiana* 属の研究で、*N. longiflora* は 15 cm 以上の花をつけるが花粉粒は小さいとしている。しかし、30 cm 以上の絹糸をもつトウモロコシが約 100 μm の大きな花粉をもち、花粉粒大と花柱の長さの関係は無視できないとしている。しかしながら STANLEY と LINSKENS (1974) は

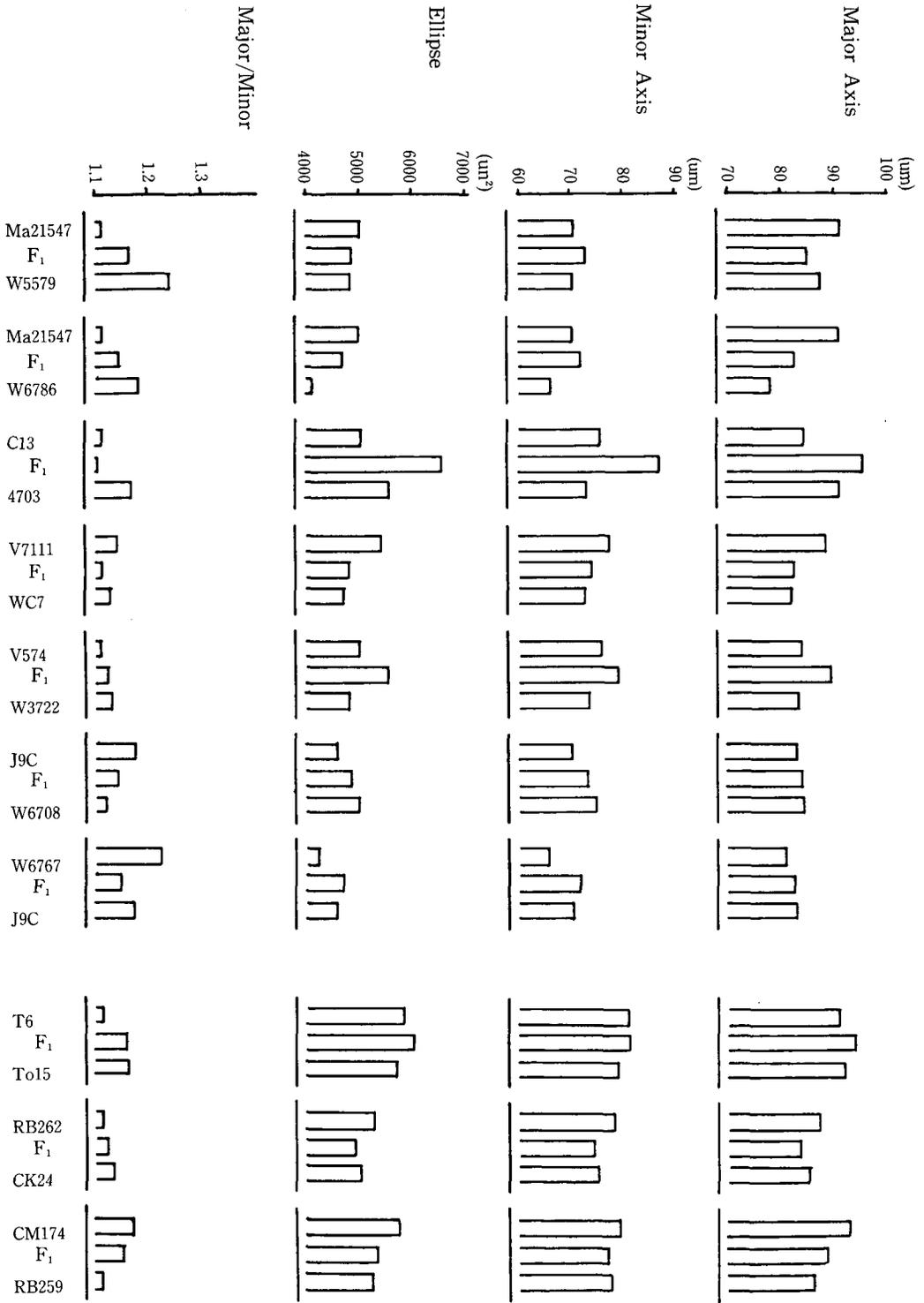


Fig. 2. Diagrams of mean values of 4 characters in 10 F<sub>1</sub>'s and their parents.

*Cucurbita pepo* が直径  $213.8 \mu\text{m}$  の球形であるとリストしている。これらのことから花粉粒大と花柱の長さの関係は科・属・種といった分類単位内で起こる現象であると思われる。先の PANDEY (1971) は *Nicotiana* 属の 34 種の花粉粒大と不和合性の関係で 17 の南米種は小さい花粉粒をもち、 $26 \mu\text{m}$  から  $37 \mu\text{m}$  で 1 種だけが、 $47 \mu\text{m}$  であったが、17 のオーストラリア種では連続的に変異して  $31 \mu\text{m}$  から  $49 \mu\text{m}$  であったと報告している。両種とも小さい方と大きい方の両端に属するものは自家和合性で、交雑不和合性であった。また花粉粒大と染色体数では直接関係がなかったとしている。NAKASHIMA ら (1984) は *Beta* 属の種間で、4 倍体の種の花粉は 2 倍体種のそれよりも大きいこと、および人為 4 倍体の *B. vulgaris* はその 2 倍体よりも花粉の大きいこと、また *B. vulgaris* の種内でも花粉直径に差のあることを報告している。

このように花粉粒大の変異が植物にとってどのような意味があるのかについては明らかではないが種内に変異が認められ、とくに農業形質を異にするスイート種とデント種・フリント種で顕著に見られたことは興味深いことである。F<sub>1</sub> 雑種とその両親の関係は組合せにより異なり、長径では 2 つの F<sub>1</sub> 雑種は中間親より有意に小さく、2 つの F<sub>1</sub> 雑種では大きく、残りの 6 F<sub>1</sub> 雑種で中間の値を示した。自殖系統個体の花粉の遺伝子型はすべて同一と考えられるが、F<sub>1</sub> 雑種個体の花粉の遺伝子型は異なっていると考えられる。山田 (1982) はトウモロコシの選抜受精の研究で、デント種とフリント種を用いた F<sub>1</sub> 雑種個体花粉は中間親程度のもが多いと報告している。しかしながら 20 組合せのうち 2 組合せで F<sub>1</sub> 雑種個体花粉は大きい花粉をもつ親個体花粉より大きく、4 組合せで小さい花粉をもつ親個体の花粉よりも小さい値を示している。ここでは山田は F<sub>1</sub> 雑種個体花の選抜受精上の有利性を見出だしているが直接花粉粒大の大きさによるものでなく、選抜受精上のヘテロシスの存在を明らかにしている。しかしこの現象が、接合体でのヘテロシスが花粉の生長の優位性に及ぼす結果なのか、あるいは花粉である配偶体の遺伝子型によるのかは、残された問題である

としている。本研究では自殖系統と F<sub>1</sub> 雑種の間で有意な差異は見出されなかったが、組合せによっては中間親よりも有意に異なる差異を得た。このことは一種のヘテロシス現象と見ることができるが、先の選抜受精と同様に今後に残された課題である。F<sub>1</sub> 雑種では草丈、草重などで明らかなヘテロシスが現われるが、生殖器官ではその程度の少ないことは異率相対生長として十分考えられる。

本研究では花粉粒大、粒形は遺伝子型によって異なるが、自殖系統と F<sub>1</sub> 雑種間よりむしろ、スイート種とデント種およびフリント種の間で大きかった。また F<sub>1</sub> 雑種花粉粒大は組合せにより、中間親と有意に異なるものもあることが明らかとなった。今後形質の発現、ヘテロシス、およびアロメトリーなど解決されるべき問題が残されている。

## 摘 要

トウモロコシの花粉粒大の変異についての知見を得るために、20 自殖系統と 12 F<sub>1</sub> 雑種の花粉を用いて研究を行った。花粉粒大は遺伝子型間差異があるが、平均で長径約  $86 \mu\text{m}$  短径は、 $75 \mu\text{m}$  であった。自殖系統と F<sub>1</sub> 雑種の花粉粒大には大きな差異はなく、自殖系統のスイート種とデント・フリント種間に大きな差異が認められた。F<sub>1</sub> 雑種とその両親の間での関係では組合せにより、ヘテロシス様の効果が見られた。

## 謝 辞

この研究に、種子を提供された北海道立十勝農業試験場トウモロコシ科に対して、心から謝意を表明する。

## 引用文献

1. PFAHLER, P. L. : Fertilization ability of maize pollen grains. I. Pollen sources. *Genetics* **52** : 513-520. 1965
2. STANLEY, R. G. and H. F. LINSKENS : Pollen : Biology Biochemistry Management Springer-Verlag Berlin Heiderberg, New York 1974
3. 山田 実 : トウモロコシにおける  $F_1$  個体の花粉が示す選択受精上の有利性とその育種的意義. 農技研報 D-33 : 63-119, 1982
4. PLITMANN, U. and D. A. LEVIN : Pollen-pistil relationships in the *Polemoniaceae*. *Evolution* **37** : 957-967, 1983
5. PANDEY, K. K. : Pollen size and incompatibility in *Nicotiana*. In : Pollen : development and physiology (ed.) J. Heslop-Harrison : 317-322, Butterworths, London 1971
6. NAKASHIMA, H., J. ABE and C. TSUDA : Pollen diameter and ultrastructure in genus *Beta*. *Jap. J. Palynol.* **30** : 7-13. 1984

## Variation of Pollen Grain Size in Maize (*Zea mays* L.)

Hiroshi NAKASHIMA and Chikahiro TSUDA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

(Received December 25, 1990)

### Summary

In order to understand pollen size of maize, this study was carried out using 20 inbred lines and 12 hybrids. Differences for pollen size characters such as major axis, minor axis, area of ellipse and ratio of major axis/minor axis were found among genotypes in maize. The mean values of major axis and minor axis are about  $86\mu\text{m}$  and  $75\mu\text{m}$ , respectively. Differences between inbred lines and  $F_1$  hybrids are not clear, but clear differences are found between sweet corn group, and dent and flint corn group. For the relationships among parent lines and  $F_1$  hybrid, the pollen size of certain hybrids shows heterotic effect.