

# トウガラシの授粉に関する研究 III

## 不稔花粉の発現\*

広瀬忠彦

TADAHIKO HIROSE : Studies on the pollination of pepper. III.  
The occurrence of abortive pollen

**摘要** トウガラシの授粉に関する研究の一部として不稔空虚な花粉粒の発現についての調査を行なった。

不稔花粉発現率は、春秋の比較的低温の時期には5~10%にすぎないが盛夏期には50%に達する。人為的にさらに高温下におくと不稔花粉は一層増加し、高温の影響によつて発現することが明らかである。また開花15日前頃の気温と平行的関係にあることから、不稔の機構は高温による花粉母細胞の分裂異常によるものと推察される。

種間差異をみると、トウガラシの不稔花粉発現率はナス・トマトに比較してはるかに高く、盛夏期での不結実および授粉能率低下の原因のひとつとなつているものと思われる。品種間では在来品種が洋系品種より発現が少なかった。

窒素施肥の多少は影響がみられないが、相当生育してのちに供給が急減した場合には一時的にかなり高率の不稔がおこつた。樹令すなわち播種期による影響はほとんどみられなかつた。

## I 緒 論

本研究の目的はすでに第1報<sup>9)</sup>にのべたように、トウガラシの生殖生理に関する特性を明らかにし栽培および採種を行なう上で問題となる点を明らかにしようとするにある。第1報で花粉の発芽および花粉管の伸長とこれに関係のある諸条件について調査したが、本報では花粉粒の発育途上での形態的空虚不稔化とそれに関係のある諸条件について報告する。

本研究に際し終始御指導をいただいた京都府立大学高嶋四郎教授に厚く謝意を表する。

## II 材料および方法

種間差異の検定には、ナス(中生真黒)・トマト(栗原)・トウガラシ(在来大獅子)・食用ホウズキ(Burpee's Physalis)・キウリ(夏節成)のナス科を主とした5種の果菜を用いた。このうち食用ホウズキは盛夏期に枯死したので8月にふたたび播種し2期作を行なつた。

トウガラシの品種間差異の検定には、蔬菜用各品種群からの代表として伏見甘・在来大獅子・Early Giantの3品種を用いた。これらはすべて3月10日に播種し、定植後はすべて圃場で普通の規準に従つて栽培

し、生育期間中5日または10日おきに花粉を鏡検して不稔空虚な花粉粒をかぞえた。鏡検は醋酸カーミン染色法により、1回の検定には10花以上、1花当たり1000個以上の花粉粒を観察した。気温の測定は材料植物が栽培されている場所で行なつた。また温床枠を使用して気温が外温より高くなるような装置をつくり、これを高温区として不稔花粉の発生を圃場に栽培した標準区と比較した。さらに播種期の相違と不稔花粉の発現との関係を調べるため、4月10日および5月10日にそれぞれ播種し育苗した苗を高温区内に定植し、標準の3月10日播種のものと比較した。いずれも品種は在来獅子を用いた。

栄養との関係を調べるために、在来獅子を用いてa/2000 磁製ポットによる砂耕試験を行ない、とくに窒素施用との関係を調べた。砂耕には比較的粗粒の川砂を用い、使用前15日間濃塩酸に浸しのち十分に水洗した。砂耕液の組成は第1表に示すとおりで、液は1週ごとに更新した。普通に育苗した苗を5月10日にポットに定植した。標準区では窒素80 ppmを与え続け、試験区でははじめ窒素を80 ppm与え、A区では5月15日からB区では6月15日から窒素の施用濃度を20ppmおよび5ppmに減じて、開花および花粉粘性に現われる影響を調べた。各区5個体を供試し果実は幼

京都府立大学農学部蔬菜園芸学研究室

\* 本研究の要旨は昭和36年園芸学会春季大会にて発表

Table 1. The contents of nutrient solution used for sand culture

Chemicals	Concentration mg/l
NaNO <sub>3</sub>	485.6
	→ 242.8
	→ 121.4
	→ 30.4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	278.4
CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	420.2
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	268.7
MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1.50
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.25
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	0.25
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.0125
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.0125
FeC <sub>6</sub> O <sub>6</sub> H <sub>7</sub> ·5H <sub>2</sub> O	5.00

果のうちにつみとつた。

これらの観察および実験はいずれも1960年に京都市で行なつた。

### III 結 果

#### A. 不稔花粉発現の種間差異

各果菜の生育期間中における不稔花粉の発現経過は第1図のとおりである。ナスの花粉の不稔率は生育期間中10%を越えることがなく、時期的な差も認め難い。トマト・トウガラシ・食用ホウズキ・キュウリの4種ではいずれも盛夏期に不稔率が高まるが、その程度には種間に大きい差がみられる。キュウリでは8月上中旬に不稔率が20%を越えるが、その他の時期ではすべ

て10%以下であつた。トマトでは8月上中旬の最高時にはキュウリと等しく20%を越えるが、その前後ではキュウリよりも発生率が高かつた。トウガラシでは不稔率がさらに高くなり、不稔率は7月中旬より上昇しはじめ、8月上中旬の最高時には45%に達し、以後次第に減少して9月末にようやく10%以下となつた。食用ホウズキでは不稔率が他の種よりはなはだ高く盛夏には花粉のほとんどが不稔となる。しかし秋期作では不稔率が5%以下となり、他の種との間に差がみられなかつた。

#### B. 不稔花粉発現の品種間差異

供試3品種の生育期間中の不稔花粉発現経過は第2図に示すとおりである。どの品種についても不稔率は8月15日に最高を示した。不稔率は伏見甘<在来大獅子< Early Giant の順に高いがその差はわずかで、品種間の差はむしろ高率不稔の続く期間の長さ認められる。

#### C. 気温と不稔花粉発現との関係

高温区および標準区での不稔花粉の発現経過ならびに両区の気温変化は第3図に示すとおりである。花粉不稔率は標準区でも8月15日には50%を越えた。高温区では最高84%に達し、しかも標準区に比較して変動がはげしい。気温変化との関係を見ると、両区の変化の様相は相似しているが、不稔花粉率の変化は気温の変化に比べておよそ半箇月おくれで現われた。つまり気温の最高は両区とも8月1~3日であつたが、花粉不稔率は8月15日に最高を示した。また8月13~15日に気温が一旦かなり低くなつたが、花粉不稔率の変化では8月30日に一旦低下がみられた。

#### D. 播種期と不稔花粉発現との関係

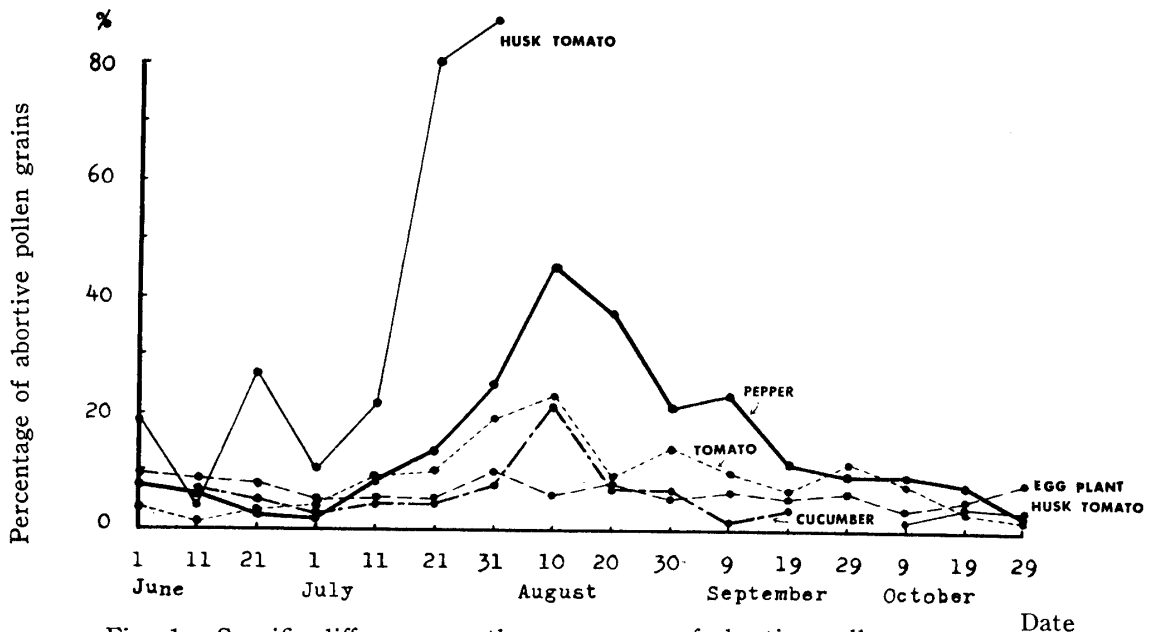


Fig. 1. Specific difference on the occurrence of abortive pollen.

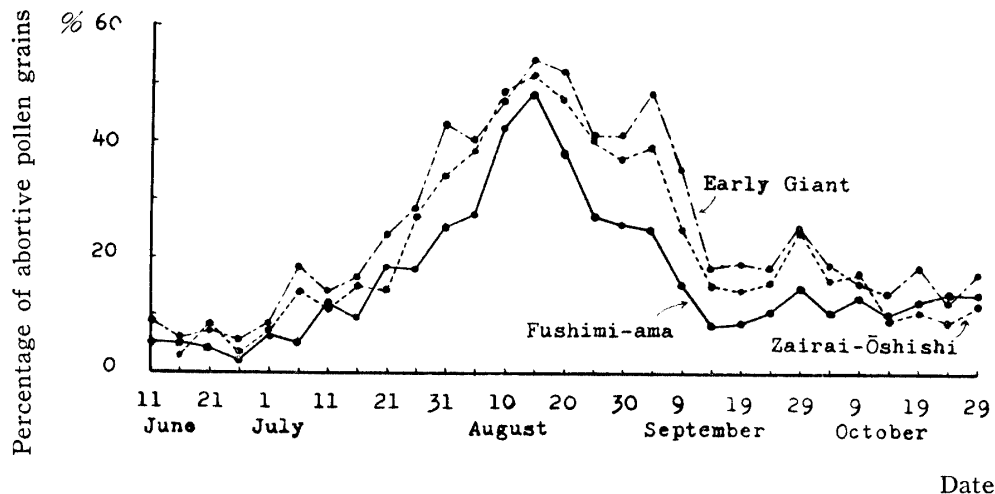


Fig. 2. Varietal difference on the occurrence of abortive pollen.

高温区のうちで播種期を変えて栽培したトウガラシの生育期間中の不稔花粉発現経過は第4図のとおりである。播種のおそい区ほど開花がおくれるのは当然であるが、花粉不稔率の変化にはほとんど差がみられなかった。ただ播種のおそい区の方が僅かに不稔率が低く推移した。

#### E. 窒素施用量と不稔花粉発現との関係

各施肥区の不稔花粉発現経過は第5図のとおりである。定植直後5月15日から低濃度に変えた区では生育および開花数には著しい差がみられたが、不稔花粉の発現には大差がみられず標準区とほぼ同様な発現経過を示した。これに反して6月15日になって低濃度に変えた区では、生長量が次第に減るのみでなく処理後1箇月以内に40~50%の高い率で不稔花粉が現われ、前者と異なつた発現経過を示した。またこの時期の花は標準区のものよりかなり小型になり落花するものが多かつた。

## IV 論 議

花粉の形態的不稔をひきおこす理由についてはいくつかの原因が考えられ、すでに志佐<sup>12)</sup> および安田<sup>14)</sup> がこれらを挙げて論じている。志佐は、遺伝的原因を除くと温度の不適と栄養の欠乏が不稔花粉発現をひきおこすもつとも大きい原因であるといい、また病害によつておこる場合もあることを指摘した。

上記の観察および実験の結果から、トウガラシの栽培期間中にみられる不稔花粉の発現は高温によつておこるものであることが明らかである。またその発現経過と気温変化との間にはおよそ15日のずれのあることが認められる。筆者は本調査に併行して、在来獅子を用いて花粉母細胞に減数分裂の起る時期を観察調査した結果、その時期は正常な発育を示す蕾では開花前13

~17日の間であることを認めた。そこで両者の関係をさらに明らかにするために、不稔花粉率の開花13~17日前気温に対する回帰を高温区についてみると第6図のとおりである。すなわちaの様な直線回帰として考えた場合  $Y=40.7+6.25(x-27.1)$  なる回帰係数が得られ統計的に有意な高度の関係が認められる。しかし不稔率の気温に対する回帰の一層広い範囲の関係を示すには、bの様な曲線回帰とするのが一層適切であろう。いずれにしても、不稔花粉発現は花粉母細胞減数分裂時の気温に影響されることが明らかである。同様の結果は藤井<sup>1)</sup> のトマトの高温処理にも現われている。不稔花粉はこの時期の高温によつて分裂異常をおこすかまたはその前後のごく近い時期に発育異常をおこすことによるものと思われる。いずれであるかは明らかでないが、いままでの報告のうちおもにナス科植物について調べたものをみると、YOUNG<sup>15)</sup> は不良環境によつてバレイショ花粉の退化がおこることを報告し、STOW<sup>13)</sup> はバレイショ花粉が25°C~30°Cで花粉母細胞の分裂に異常を来たすことを認めている。NAKAMURA<sup>10)</sup> は最高気温が32°Cを越えるとホウセンカの花粉母細胞の減数分裂が乱されるといい、岡<sup>11)</sup> は4倍性トマトの花粉母細胞成熟分裂が月平均気温25°C以上の時期にはかなり乱されるとのべ、MATSUDA<sup>9)</sup> はペチュニアを40°C以上の高温にさらすと異常巨大花粉を多く生ずると報告している。トウガラシについては、KOSTOFF<sup>8)</sup> が染色体数の異なる2系統間の雑種にみられる減数分裂の不規則性が温度の高低によつて増減することを認めている。さらに穂積<sup>7)</sup> はわが国でのベニバナインゲンの寡産性が夏期の高温による花粉母細胞の分裂異常に原因することを報告している。これらに基づいて安田<sup>14)</sup> も高温によつて花粉に異常をおこす場合は分裂異常が多いと述べており、トウガラシ

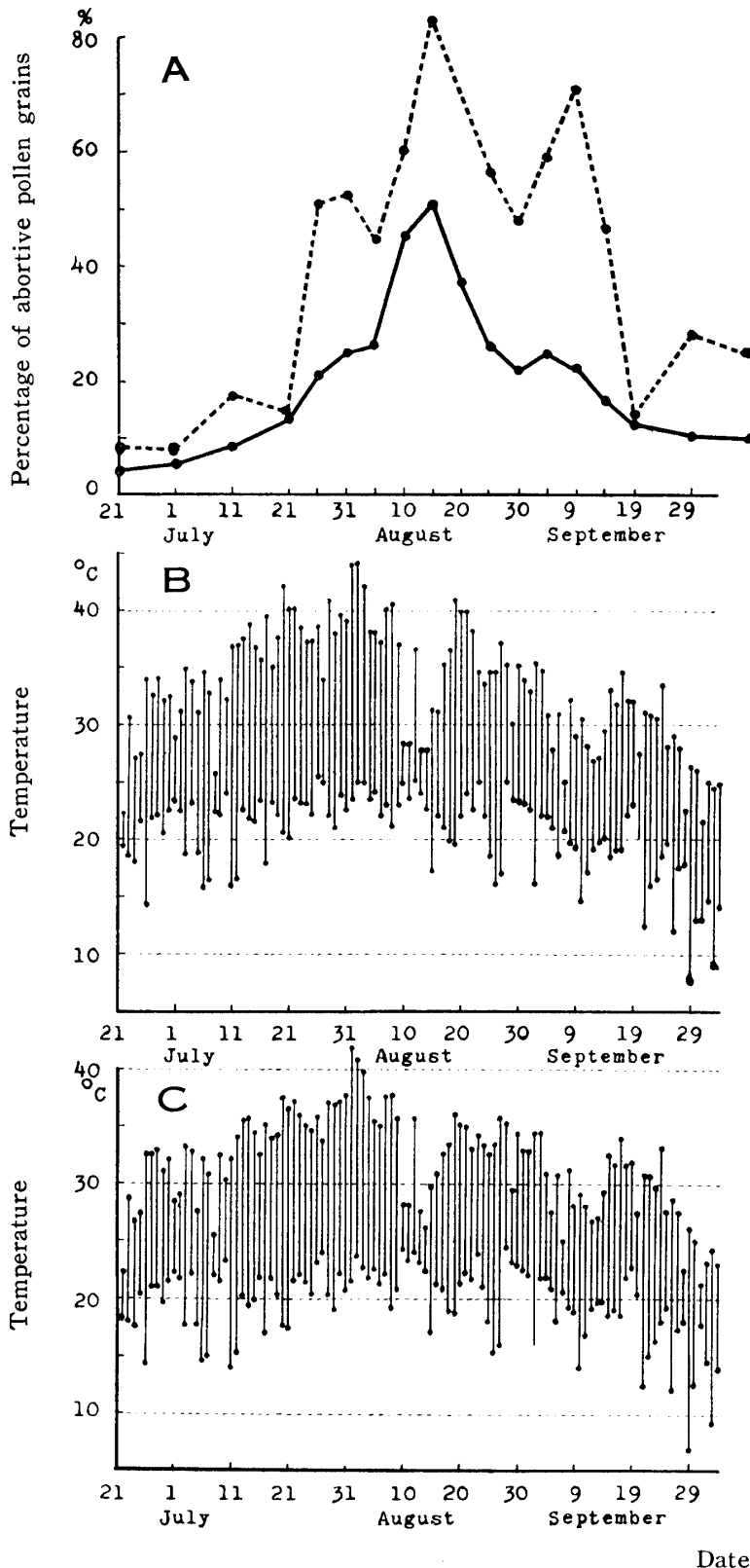


Fig. 3. Relation between the occurrence of abortive pollen and temperature. A. Variation of the occurrence of abortive pollen under natural and artificially high temperature condition. B. Variation of maximum and minimum temperature measured in artificially high temperature condition. C. Variation of maximum and minimum temperature measured in natural condition.

においてもおそらく花粉母細胞の分裂異常によるものと考えられる。

一方栄養的原因による花粉の形態的不稔化または機能の低下について、HOWLETT<sup>6)</sup>は、トマトで炭水化物が不足すると退化花粉を生じ、窒素の不足はおもに雌蕊に影響を及ぼすが極端に不足すると花粉にも影響するという。トウガラシでは単なる窒素施用量の不足は生長量および開花数を少なくするだけで花粉に形態的不稔をおこさない。しかし蕾が相当着生した後に急激に施用量が減少した場合は不稔化をおこす。つまり生育初期に窒素が不足した場合は、窒素の供給減少→生長量の低下→開花数の減少という順序で影響し花粉にまでおよばないが、すでに多く着蕾し発育しつつある段階で急に窒素が不足した場合は、以後の発育および開花数に影響するのはもちろん発育中の蕾にも供給不足となり、花粉粒の発育まで阻害されて不稔化するものと察せられ、結局1花当りの栄養量が問題になるものと考えられる。しかし実際栽培においては生育中に体内への養分供給のこのように急激な低下がおこる場合はごく稀で、普通に施肥管理がなされる場合には問題にならないものと思われる。

ナス科果菜類の種間においては発現の程度に明らかな差がみられ、多いものからいうと食用ホウズキ>トウガラシ>トマト>ナスの順となる。わが国では食用ホウズキの栽培はごく少ないから実際上もつとも問題になるのはトウガラシの場合といえよう。藤下<sup>2,3,4)</sup>はトマト・ナス・トウガラシについて低温と不稔花粉発現との関係を調べたが、冬の低温によつては3種とも同程度の影響を受けて不稔花粉が現われている。このことから3種のナス科果菜類中ではトウガラシが正常花粉発育のための好適温度の幅のもつとも狭いもの

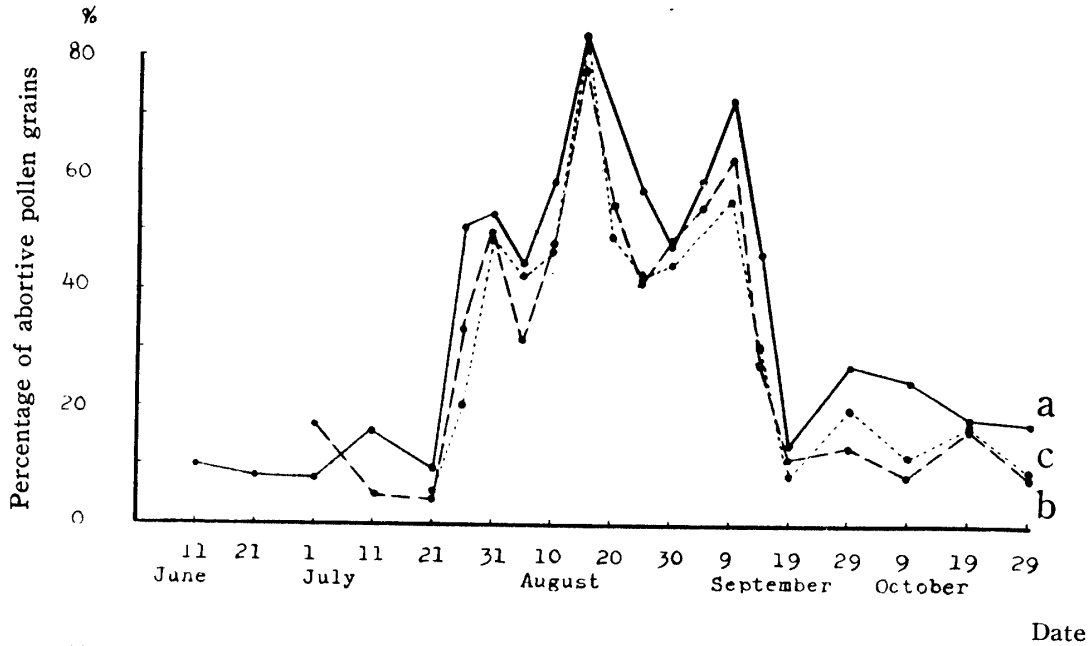


Fig. 4. Relation between the occurrence of abortive pollen and the time of sowing seed. a. Seed was sown in March 10th. b. Sown in April 10th. and, c. Sown in May 10th.

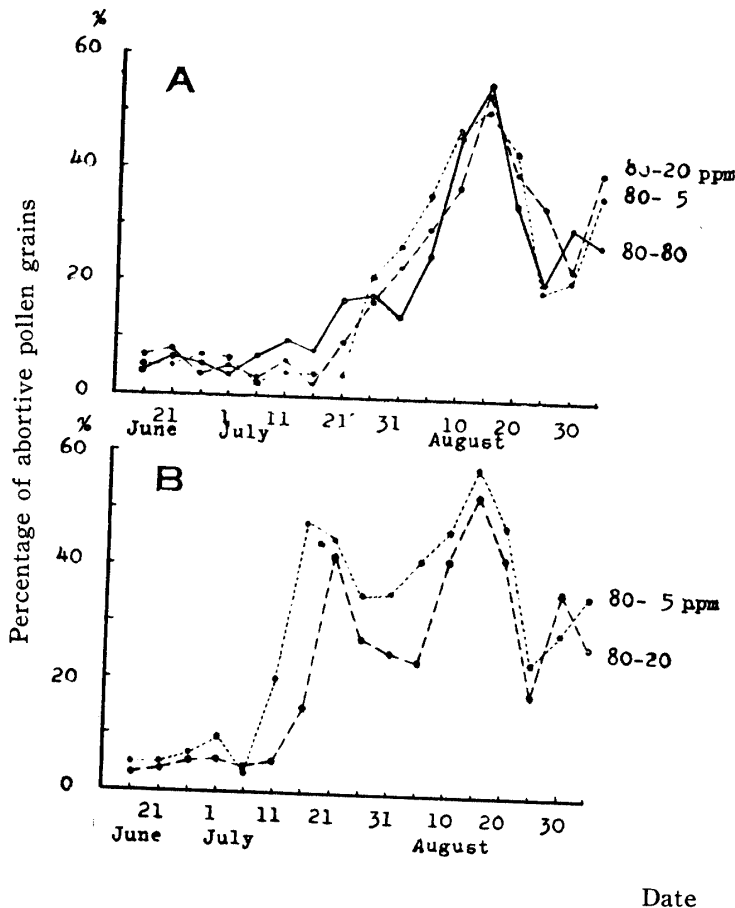


Fig. 5. Relation between the occurrence of abortive pollen and nitrogen nutrition. A. The case of which nitrogen supply was decreased in May 15th. B. Decreased in June 15th.

といえる。低温によつて不稔花粉が発現する場合はすでに花弁または葯が開裂不能の状態にあり、花粉の不稔化のみが授粉授精を妨げるのではないが、高温では障害が花粉のみにおこりやすくまた種間差異もはなはだしいので實際上注意する必要がある。

品種間差異については、在来品種の方が洋系品種よりも発現が少なかった。筆者<sup>5)</sup>はさきに花粉の発芽力と気温との関係についても同様な品種間差異を報告したが、これらは古くからわが国に栽培されている品種の方が長い間に生殖上の特性についても淘汰が行なわれた結果であろうと考えられる。

文 献

1. 藤井健雄 (1949) : 果菜類の落花に関する研究.
2. 藤下典之 (1956) : 低温によるナスのタバート細胞の異常肥大と花粉退化について. 園芸学会講演.
3. ——— (1960) : 花粉退化の機構に関する研究 (第2報) 低温によるトマトの花粉退化とタバート細胞の異常消化. 園芸学会講演.
4. ——— (1961) : 花粉退化の機構

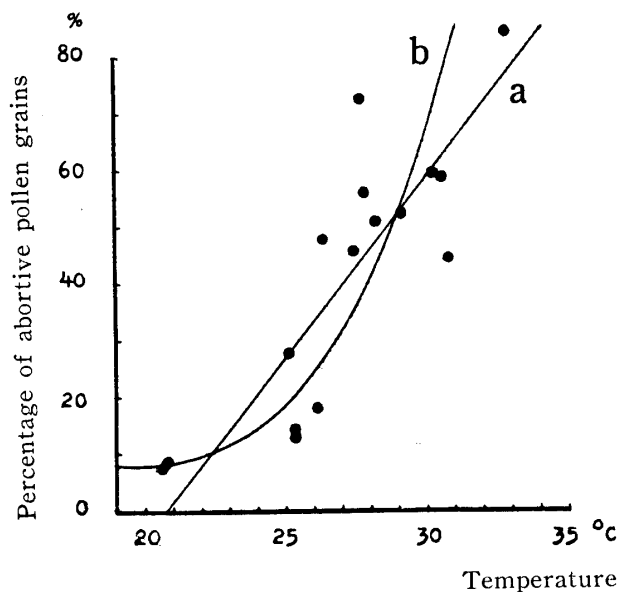


Fig. 6. The regression between percentage of abortive pollen grains and daily mean of air temperature of 13-17 days before anthesis.

に関する研究 (第3報) 低温によるトウガラシの花粉退化とタベート細胞の異常消化. 園芸学会講演.

5. 広瀬忠彦 (1957) : トウガラシの授粉に関する研究 I. 開花および花粉の発芽力. 西京大学学術報告農学, 9号, 5~12.
6. Howlett, F.S. (1936) : The effect of carbohydrate and of nitrogen deficiency upon microsporogenesis and the development of

the gametophyte in the tomato. Ann. Bot., 50:767~804.

7. 穂積和夫 (1951) : ベニバナインゲンの寡産性. 園芸学研究集録 5 : 15~18.
8. Kostoff, D. (1931) : Hybrid mutation, chromosome aberration and sterility in pepper (*Capsicum*). Agri. & Nat. Domains. Farm. Econ. Lib., Sofia Univ. Bulgar., 42:45. (reviewed in Plant Breed. Abstr. 1:473)
9. Matsuda, H. (1930) : Further studies on the origin of giant pollen grains in *Petunia*. Proc. Crop Sci. Soc., 2: 110~119.
10. Nakamura, M. (1936) : Experimental and cytological studies on the unstability of meiotic division of the pollen mother cells of *Impatiens balsamina* L. caused by the effect of high temperature. Mem. Fac. Sci. Agri. Taihoku Imp. Univ., 17: 121~183.
11. 岡 英人 (1938) : 蕃茄の倍数性に関する研究. 第1報. 倍数個体の稔性について. 園学雑., 9 : 231~254.
12. 志佐 誠 (1934) : 植物の不稔性.
13. Stow, I. (1927) : A cytological study on the pollen sterility in *Solanum tuberosum* L. Jap. Jour. Bot., 3 : 217~238.
14. 安田貞雄 (1947) : 高等植物生殖生理学.
15. Young, W.J. (1923) : The formation and degeneration of germ cells in the potato. Amer. Jour. Bot., 10: 325~335.

## Summary

This paper deals with the occurrence of abortive pollen grains of pepper in its growing season and the relation to some environmental factors.

The ratio of abortive pollen grains increased and reached to fifty per cent in hot season while about ten per cent in other season, and much increase of them was observed when the plants had been placed in artificially high temperature condition. The above facts show that the abortive pollen are caused by high temperature. High temperature seems to affect the meiotic division of pollen mother cells to be irregular, because the percentage of abortive pollen grains was closely related with the

temperature of 13-17 days before anthesis.

Percentage of abortive pollen grains of pepper is so much higher than that of egg-plant, tomato or cucumber in hot season, and, in pepper, percentage of abortive pollen of foreign varieties is higher than that of native varieties. The effect of nitrogen nutrition was not clear unless the abrupt deficiency of nutrition happened after many flower buds were developed.

From the results mentioned above, in pepper, it may be considered that one cause of the deterioration of pollinating efficiency is due to high percentage of abortive pollen occurring in hot season.