

## トウガラシの授粉に関する研究 (II)

# 雌薬の受精力および蕾授粉\*

広瀬忠彦

TADAHIKO HIROSE : Studies on the pollination of pepper. II.  
On the fertilizing power of pistil and the bud pollination.

### I 緒 論

本研究の意義についてはすでに第1報<sup>1)</sup>において述べたとおりであつて、その目的とするところは、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う上で問題となる点を解明しようとするにある。

前報においては開花現象と花粉の機能について論じたので、本報では主として雌薬の受精力について論ずる。各種蔬菜の雌薬の機能については今までに多数の報告があるが、その多くは蕾授粉および老花授粉によって雌薬の受精力保存期間を示したもので、やや詳細なものでもこの間の着果率および種子数を報告したものがほとんどである。しかし蕾授粉の成績というものは花粉と雌薬の両者の機能の和のあらわれであつて開花前の雌薬の受精力のみを表わすものではない。さらに、雌薬の受精力に及ぼす環境要因の影響については、花粉について多くの研究があるのに反してほとんど調べられておらず、果菜では高嶋<sup>10)</sup>がカボチャ属について、井上・鈴木<sup>9)</sup>がインゲンマメについて気温の影響を調査した報告を見るにすぎない。雌薬の受精力も花粉の発芽力と同様に外界の環境要因とくに気温の影響を受けるであろうことは当然考えられることである。この様な見地から第1報においても開花現象および花粉発芽力のいずれについても気温との関連のもとに観察を行い、本報においても同様な見地から雌薬の受精力について調べてみた。

本研究に際し始終懇篤なる御指導を賜つた本学高嶋四郎教授に対し厚く感謝の意を表する。

### II 材料および方法

供試品種はすべて伏見甘を使用した。授精に要する

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33年園芸学会秋期大会にて発表。

時間と受精力の発現時期の検定はガラス室内に栽植したものについて行い、他の試験は圃場で行つた。材料植物は毎年3月10日に播種、5月15日に定植し、以後は普通栽培を行つた。

授精に要する時間の検定<sup>2)</sup>は1958年7月10日、7月17日、8月2日の3回行つた。あらかじめ開花前日の蕾を除雄し袋掛を行い、開花当日の午前9時にいっせいに授粉し、のち2時間おきに雌薬の花柱を基部より切除し、採果後種子数をかぞえ1交配当り種子数を求めたのち、花柱を切除しなかつた区を100とする比数になおして表わした。

雌薬の受精力発現時期の検定は数回の予備試験のうち1959年7月に行つた。あらかじめ前日に除雄しておいた花と当日除雄した蕾とを揃え正午にいっせいに授粉し、4時間後から2時間おきに各10花ずつ柱頭を切除し、10日後に着果率と種子数を調べた。この場合花粉の機能が低下しない様に比較的低温の日を選んで行つた。試験中の最高気温は26.8°C、最低は24.0°Cであつた。

蕾授粉および老花授粉は1956年6月より9月まですべて圃場において行つた。あらかじめ除雄を行つた開花2日前および1日前の蕾、開花当日の花、開花第2日(開花翌日)および開花第3日(開花翌々日)の老花各10花ずつを1組としこれに午前8時いつせいに新鮮花粉を授粉し、採果後着果率と種子数より1交配当り種子数を求め開花当日授粉区を100とする比数に換算して授粉能率とした。夕刻の蕾授粉は午前8時に採集した花粉を室温下および5°Cの冷蔵庫内に保存し、あらかじめ除雄した開花前日の蕾に夕刻5時に授粉した。気温は毎日圃場内で測定した。

### III 結果および考察

#### A. 授精に要する時間

花粉が授粉されてから花柱内を伸長し子房に達するまでの所要時間を花柱切除法によつて調べた結果は第1図に示すごとくである。各試験日の気温は第1表のごとくである。雌藥の胚珠数は時期によつて幾分変化するので、無切除花の1交配当り種子数を100とする比数で示した。7月10日および7月17日の8時間後区ならびに8月2日の10時間後区以降の着果率はすべて100%であつた。

7月10日および7月17日の両区では授粉後6時間ではまだ着果がみられず8時間後になつてはじめて着果しており、8月2日区では10時間後になつてはじめて着果がみられる。また子房内の全胚珠の受精に必要な花粉管が子房内に達するためには相當長時間を要し12時間後でも無切除花の40~70%である。前報<sup>9)</sup>に述

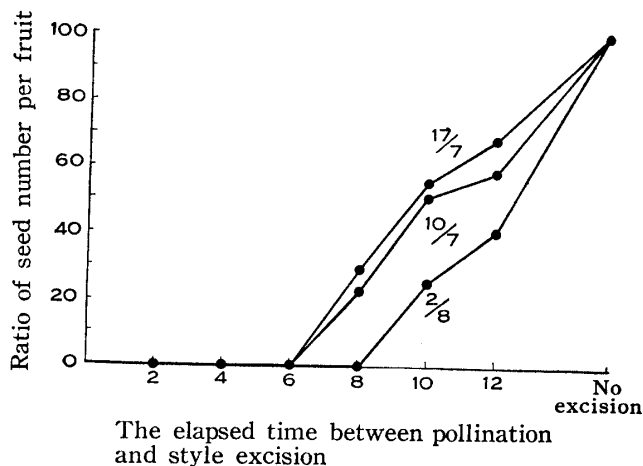


Fig. 1 Time needed for pollen tube extension through style.

Table 1 Atmospheric temperature at various time of days of investigation. (1958)

		(°C)							
Hours after pollination		0	2	4	6	8	10	12	
		a. m.		p. m.					
Date	Time	9	11	1	3	5	7	9	
July	10	27.0	29.4	31.5	30.3	28.8	27.0	25.8	
July	17	30.0	31.3	31.9	33.8	31.0	29.8	27.2	
August	2	32.9	33.0	33.5	36.5	33.0	28.9	25.2	

べたとおり、トウガラシの花粉管伸長に好適な気温は30°C前後であり、7月10日区および7月17日区に着果が早く種子数の増加も早いのは好適な温度条件下で花粉の発芽と花粉管の伸長が行われたからであり、8月2日区がともにおそいのは気温が高すぎて発芽伸長ともに遅れたためと考えられる。

花柱切除法によつて実際に花柱内における花粉管伸長速度を測定した報告のうち果菜類を材料としたものについてみると、井上・鈴木<sup>5)</sup>はインゲンマメで授粉1時間後切除で早くも結莢がはじまるといい、近藤・小野<sup>12)</sup>はエンドウについて授粉4時間後切除区から結莢するといひ、JUDKINS<sup>9)</sup>はトマトについて温室内で9月に65~90°F(18~32°C)および10月70°F(21°C)の温度下で着果を調べ、24時間後切除区に着果率はそれぞれ38.7%および29.1%にすぎず全胚珠が授精されるには3~4昼夜以上を要すると報告し、その速さは植物によつて様々である。

一般に授精時間の長短には気温の影響が大きく、花粉の発芽および花粉管の伸長に不適な気温になるほど長時間を要することになるから、観察結果は気温との関連のもとに示さなければ意味が少ない。また同一種でも供試品種によつて花粉管の伸長力および雌藥の花

柱長が相違して異つた結果を示すものと考えられる。トウガラシでは、授粉後花粉管が胚珠に達するに要する時間はもつとも好適な気温条件下でもつとも早い花粉でも6時間以上を要し、全胚珠が授精されるには12時間以上を要する。本報では低温の時期には観察していないが高温の場合と同様適温から遠ざかるに従い長時間を要することになり、その場合所要時間の延長は前報において花粉管伸長と気温との関係について示した伸長率と反比例する比率となるものと考えられる。なお本調査を行つた時の伏見甘の花柱長は4.5~5.5mm 平均5.1mmであり、同じ花粉を同時刻に人工発芽床(蔗糖10%・寒天1.5%・pH 6.0)上で発芽試験した成績と比較すると花柱内の伸長の方がかなり早くなつている。

## B. 蕾授粉

### (1) 蕾授粉と開花授粉との比較

種々な方法による蕾授粉と開花授粉の成績は第2表のごとくである。9月14日区以外はすべて授粉日日中最高気温が32°Cを越えており高温期における成績を示している。蕾授粉は當日授粉に比較すると、朝行つた場合も夕刻行つた場合も1交配当り種子数にて示した授粉能率は著しく低下し実用的にほとんど意味が



**Table 3 The time of appearance of the fertilizing power of pistil.**  
(July 1~2, 1959)

Time of stigma excision	Hours after pollination	Fruiting percentage		Average number of seed per fruit	
		Polli. on flowering day	Polli. 1 day before flowering	Polli. on flowering day	Polli. 1 day before flowering
4 p. m.	4	10	0	33.0	—
6	6	80	0	29.5	—
8	8	100	0	114.0	—
10	10	80	0	117.1	—
12	12	100	0	134.3	—
2 a. m.	14	100	0	112.5	—
4	16	100	0	118.3	—
6	18	100	50	125.0	109.4
8	20	—	60	—	97.1
10	22	—	60	—	96.0

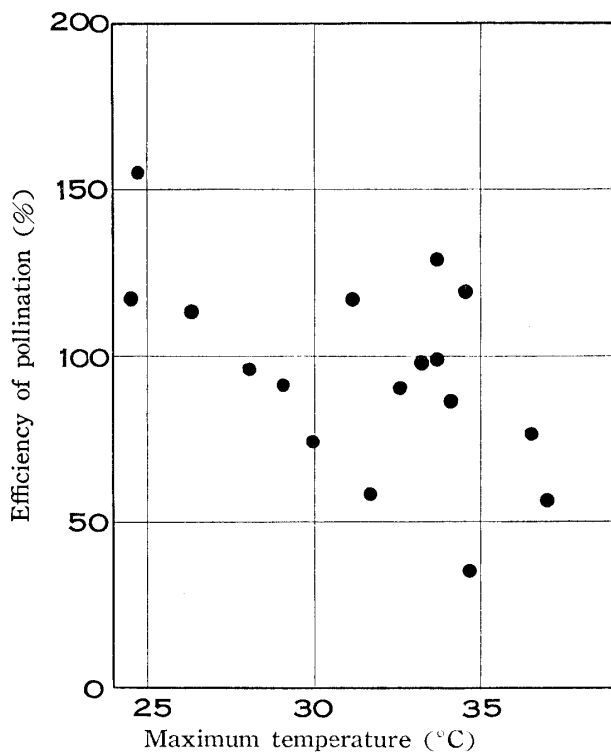
いることになるが、開花前日の蕾では18時間後すなわち開花当日の朝6時切除区ではじめて着果がみられる。

柱頭切除法は間接的な観察法であるためどの程度花粉管が花柱内に伸長すれば柱頭を切除しても授精に支障をきたさないかは明らかでないが、当日授粉の結果からみて試験を行った日の様な気温条件下では授粉後たゞちに発芽伸長するとして約4時間経過すればよいといえる。これから推察して、開花前日の蕾の雌薬に

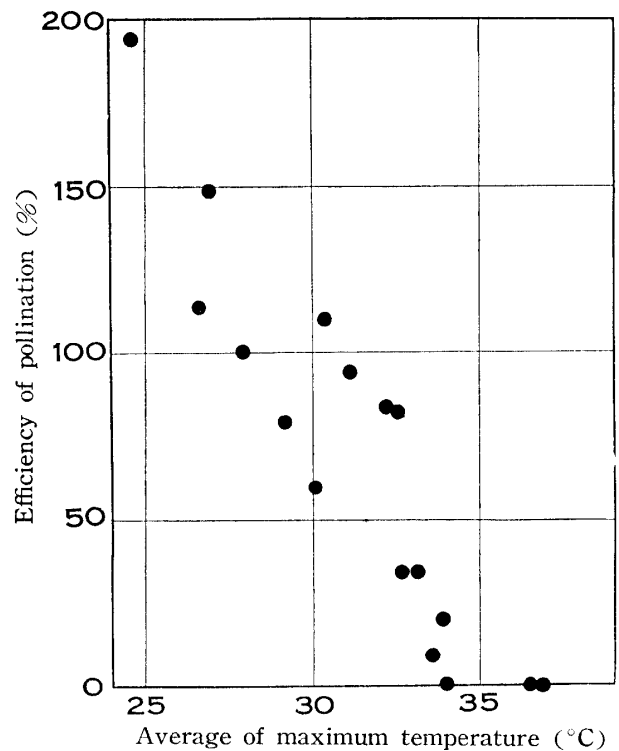
はまだ受精力がなく、開花当日に入つてはじめて雌薬の受精機能が完成され花粉管の花柱への伸長が可能になるものと考えられる。

#### (2) 老花授粉と気温との関係

つぎに開花後における雌薬の受精力の変化とそれに及ぼす気温の影響について調査した。気温については蕾授粉の場合と反対に開花してから授粉するまでの間の最高気温と授粉能率との関係のみた。まず開花第2日(開花翌日)の老花授粉能率と授粉前日(開花当日)



**Fig. 4** Relation between maximum temperature on flowering day (the first day of flowering) and efficiency of old flower pollination on the second day of flowering.



**Fig. 5** Relation between the average of maximum temperatures of 2 days after flowering (first day and second day of flowering) and efficiency of old flower pollination on the third day of flowering.

の最高気温との関係を示すと第4図のごとくである。授粉前日最高気温が25°C前後の比較的低い場合は当日授粉よりもかえって能率がよく、気温の高いときは能率の低下することが多い。

さらに開花第3日の老花授粉と気温との関係は第5図に示すごとくである。気温は授粉前日(開花翌日)および授粉2日前(開花当日)の最高温度の平均をもつて示した。この場合についても低温期には当日授粉より能率が良く気温の高くなるにつれて低下することは開花第2日老花授粉の場合と同様であるが、気温の影響は開花第2日の場合よりはるかに強く明瞭に現われている。

この結果からみれば、トウガラシの雌薬についても、花粉の場合ほど敏感ではないが、明らかに気温の影響をうけて高温になるほど受精力の低下が早められ、日中最高気温が連日35°C前後にのぼる様な高温期にあつては雌薬の受精力は開花後約2昼夜で失われる。

#### IV 論 議

雌薬の機能については従来から多くの報告があるが園芸作物について雌薬の受精力の現われる時期を明確にしたものは非常に少く、多くの報告が蕾授粉の成績をもつてそのまま開花前の雌薬の受精力として表わしていることが多い。しかし先に述べた様に蕾授粉の成績は花粉の発芽力と雌薬の受精力の和としてあらわれるものであるから、蕾授粉の成績が良くても必ずしも雌薬の受精力が開花前からそなわつているとは限らず、むしろ花粉の発芽力がよく保たれるために蕾授粉の成績がよくなつている場合が多い様である。開花前の雌薬の受精力を正確に観察するためには花柱組織を鏡検する直接法によるか柱頭切除法などの間接法によらねばならない。

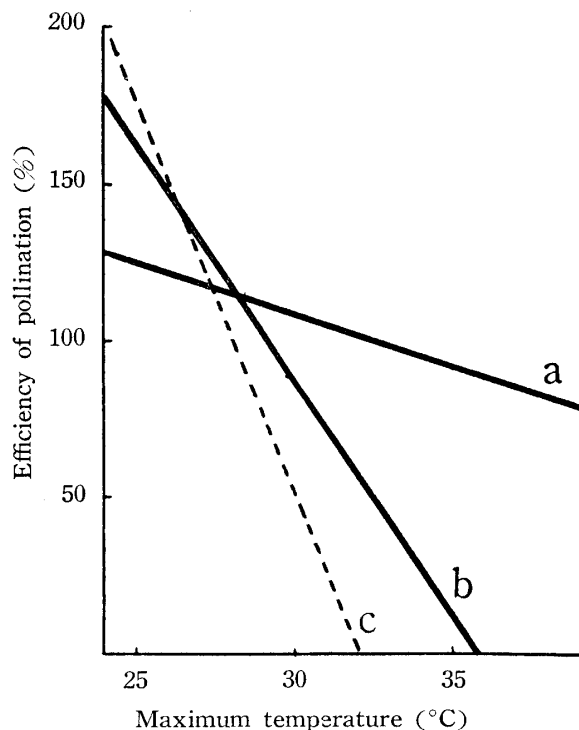
高嶋<sup>16), 17)</sup>はカボチャを材料として柱頭に授粉した花粉が花柱内を伸長して行く状態を肉眼観察しているが、トウガラシでは組織観察法によることが困難であつたため柱頭切除法によつた。開花前の蕾では授粉した花粉が雌薬の成熟まで柱頭上で全く発芽しないのか、あるいは発芽しても花粉管の伸長がきわめておそいのか、どちらであるかは間接法であるため断定できないが、いずれにしてもトウガラシの雌薬は開花前日にはまだ受精力がなく夜半をすぎ開花当日に入つてはじめて受精力が現れてくるものと推察される。たゞトウガラシの花および蕾は個々によつて发育段階がことなりその段階は連続的である。しかし開花は前報にのべたごとく早朝の2~3時間位の間にいつせいにおこ

るから同一日に開花した花といつても或程度の範囲で发育程度の違うものを含んでいる。本観察ではそのうち发育段階が中程度のものを選んで行つたのであるが、これよりさらに发育の進んだ蕾では雌薬の受精力がもう少し早くあらわれ、发育のおそい蕾では雌薬の受精力の現われるのも遅れるであろう。結局、トウガラシの雌薬の受精力は開花前日の蕾にはまだ見られず開花日の前夜から早朝にかけて成熟し受精力が発現してくるものといえる。

開花後の雌薬の受精力保存期間とその間の授粉成績については多くの報告がある。ナスについて建部<sup>18)</sup>は開花当日授粉に対し翌日授粉の受精歩合が94%、開花第3日が84%で開花第4日になつてはじめて32%に低下するといひ、八柳<sup>19)</sup>は1交配当り種子数比で開花第2日95%第3日で122%であるという。またトマトでは井上<sup>4)</sup>は4~8日間受精力が保存されるといひ、野々村<sup>14)</sup>は第2日授粉で86%であるという。キウリでは井上<sup>4)</sup>は開花前後各1日間受精力が保たれるといひ、八柳<sup>19)</sup>によると開花第2日授粉で67%、第3日になると5%に低下すると報じ、門田<sup>9)</sup>は開花第2日授粉で48.1%であるといつている。カボチャの雌薬の受精力は一般に開花当日のみとされているが、伊藤・中井<sup>7)</sup>は開花翌日でも受精力を保つものがあつたことを報じ、スイカについて神田<sup>10)</sup>は開花当日のみに限られるという。果菜以外ではPEARSON<sup>15)</sup>はカンランの雌薬の機能が開花第4日になつてもよく保たれているといひ、井上<sup>4)</sup>はニンジンの雌薬が成熟後10日間位受精力を保つていと述べている。この他ヒマワリ・タバコ・スモモ・オオムギ・モロコシ・イネ等についても受精力保存期間が報告されている。この様に雌薬の機能についての報告では開花後の受精力保存期間を日数であらわし詳細なものでもこの間の受精率の変化を示したものがほとんどで、環境要因との関連について報告したものは、花粉の発芽や貯蔵について気温や湿度の影響を調べた報告にくらべると非常に少い。最近になつて高嶋<sup>16)</sup>はカボチャの雌薬を開花当日朝から20°C、25°C、30°Cの各温度下に種々の時間おいてのち授粉して花粉管の伸長を観察し気温が高くなる程短時間で雌薬の受精機能が失われるといひ、とくに *Cucurbita pepo* はもつとも敏感で30°Cに6時間おくとほとんど受精力が失われると述べ、井上・鈴木<sup>2)</sup>はインゲンマメの除雄花を10~45°Cの温度下に4時間処理した所、10°C区および45°C区は全く結実しなかつたが15~40°Cの各区間には差がみられなかつたと述べている。これらはいずれも定温器内で行つた試験結果であるが、本報ではこの様な方法をとらず圃場において変化する気温のもとで観察を行つた。これは

花や枝柎を切取るために起る障害を避け正常な状態において観察しようとしたからである。気温については一定温度以上の積算をとり、これとの関係をみるのがより妥当であろうが、気温が特別な変化をした日を除けば最高気温をとることによって充分代表しうると考えた。第4図および第5図の結果をみれば、トウガラシの雌薬の機能がいかにより大きく気温の影響を受けているかが明らかであり、受精力保存期間も気温に関する考慮なしに一概に日数のみをもつて表わせないということがわかる。開花が一定の時期にそろふ葉根菜や、果菜類中でも花期の短い矮性インゲン等は開花期の気温が大体定まっているので雌薬の受精力保存期間を日数で表わしても大きい誤りはないであろうし、またカボチャ・スイカ等では雌薬の受精力の減衰が早いので実用的には開花当日または当日の午前中といった表わし方でさしつかえないであろうが、ナス・トウガラシなどのように在圃期間が長く種々な気温のもとで次々に開花結実が行われてゆくものにあつては気温との関連のもとに動的な表わし方をしてはじめて意義があるといえよう。

本報では開花第4日以後の雌薬の受精力をみていない。日中最高気温が  $35^{\circ}\text{C}$  以上になる様な気温のもとでは第5図に示すごとく開花第3日には受精力が失わ



**Fig. 6** Change of relation between the average of maximum temperature during the period from flowering to pollination and efficiency of old flower pollination. (a ; the second day of flowering, b ; the third day of flowering, c ; the fourth day of flowering)

れるが、より低温の時期にはもつと長期間にわたつて雌薬の受精力が保たれるものと推察される。さらに第4図および第5図の結果から推論して、開花後の雌薬の受精力と気温との関係は第6図のごとく日の経過につれて  $a \rightarrow b \rightarrow c$  の様に変化して行くものと考えられる。また第4図、第5図とも低温期には老花授粉の方が当日授粉にくらべてかえつて能率がよくなつてゐる。この理由については明らかでないが、トウガラシでは雌薬の成熟が開花後も進行しており高温期ならば当然開花当日に完熟に達するものが低温期には緩慢に進み、開花第2日ないし第3日に雌薬の成熟が頂点に達するためではないかと考えられる。

蕾授粉については熊沢・南川<sup>18)</sup>および藤井<sup>19)</sup>の報告と同じく授粉能率ははなはだ低い。果菜類の蕾授粉については、ナスについて建部<sup>18)</sup>、熊沢<sup>13)</sup>、八柳<sup>20)</sup>、トマトについて熊沢<sup>13)</sup>、伊藤<sup>6)</sup>、野々村<sup>14)</sup>、キウリについて熊沢<sup>13)</sup>、八柳<sup>19)</sup>、門田<sup>9)</sup>等の諸報告があるが、これらに比較するとトウガラシは果菜類のうちでもつとも蕾授粉能率のわるい種類であるといえる。

蕾授粉の成績は花粉の機能と雌薬の機能の和としてあらわれるものであり、花粉と雌薬のそれぞれはまた環境要因とくに気温の影響を受け、とくに花粉はその生命の保持および発芽伸長に気温の影響を大きく受ける。もし雌薬が開花前に相当なあるいは充分な受精力をもっているならば温度の影響は主として花粉の発芽伸長にあらわれるから一定の温度を最適点としてそれより気温が高くあるいは低くなる程受精が遅れることになるが、結果を交配当り種子数としてみるならば最適点をはさんでかなりの温度の幅の間では授粉能率に大差はみられないであろう。しかし雌薬の受精力が開花当日になつてはじめて現われるのであれば開花前の気温が極端でない範囲で低ければ低いほど花粉の活力をよく保つために授粉能率は向上するはずである。雌薬の受精力の現われる時期についてはすでに論じたが、第2図および第3図の結果についてみても、トウガラシの雌薬の受精力は開花前日まではまだ現われないで花粉は柱頭上におかれたままになり、その間に遭遇する気温の高いほど多くの花粉が死滅し、また他の要因としては風雨による振動などに原因する花粉の散逸があり、それらに耐えて開花当日まで柱頭上に残存する健全花粉の多少が蕾授粉能率を左右するものと推察される。前報において花粉の機能は  $30^{\circ}\text{C}$  を越えると急激に低下すると述べたが、蕾授粉能率も  $30^{\circ}\text{C}$  を越えると急に低下している。冷蔵花粉による夕刻蕾授粉<sup>13), 14)</sup> は普通の蕾授粉にくらべると明らかに効果があるが実用的には当日授粉にはるかに劣る結果となつた。

## V 摘 要

1. トウガラシの授粉と採種に関する基礎研究として雌薬の受精機能の調査と蕾授粉試験を行い、とくに気温との関係を検討した。

2. トウガラシの花粉が雌薬の柱頭上で発芽して花粉管が胚珠に達するには好適な温度のもとでもつとも伸長の早い花粉でもおよそ6時間以上を要し、全胚珠が授精されるには12時間以上を要する。

3. 雌薬の受精力は開花前日の蕾にはまだなく、開花前数時間のあいだにはじめてそなわるものと推察される。

4. 蕾授粉は他の果菜類に比較して能率わるく、高温下ではとくにわるい。これは雌薬の受精力が蕾の時期にないことと花粉の発芽力が高温下で比較的失われやすいことが主原因と考えられる。開花2日前の蕾授粉では授粉から開花までの間に気温が30°Cを越えるときはまったく結実しなかつた。冷蔵花粉使用による夕刻蕾授粉はかなり有効であるが実用上開花授粉に及ばない。

5. 雌薬の受精力保存期間も気温の影響を受けて大きく変化するので、簡単に日数でもつて表わしたり老花授粉と当日授粉とを比較して一概に良否を論じたりすることはできない。気温との関連のもとで動的な表わし方をする必要がある。

## 引 用 文 献

1. 藤井健雄(1955)農林省農林水産業応用試験報告。

2. 早瀬廣司(1954)育学雑. 3(3, 4) 41—46.
3. 広瀬忠彦(1957)西京大学報・農. 9, 5—12.
4. 井上頼数(1950)蔬菜採種法各論.
5. ———・鈴木芳夫(1959)園学雑. 28(1): 19—22.
6. 伊藤庄次郎(1938)農及園. 13(5): 1185—1196.
7. ———・中井元四郎(1929)園芸の研究. 24: 126—138.
8. JUDKINS, W. P. (1939) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37: 891—894.
9. 門田寅太郎(1942)育種研究. 1: 128—131.
10. 神田 武(1934)園芸に関する研究報告. 81.
11. 児玉政弘(1939)農及園. 14: 1113—1115.
12. 近藤雄次・小野 豊(1955)九州農業研究. 15: 149—150.
13. 熊沢三郎・南川勝次(1937)園芸の研究. 33: 118.
14. 野々村増男(1939)農及園. 14(12): 2775—2781.
15. PEARSON, O. H. (1932) Calif. Agri. Exp. Sta. Bull. 532.
16. 高嶋四郎(1953)園芸学研究集録. 6: 104—107.
17. ———(1953)遺雑. 28: 233—237.
18. 建部民雄(1938)園学雑. 9(1): 61—69.
19. 安田貞雄(1949)高等植物生殖生理学.
20. 八柳三郎(1936)農及園. 11(1): 140.
21. ———(1936)農及園. 11(1): 138—139.

## Summary

1. With the object of researching the pollination in pepper, the observation of the fertilizing power of pistil and the test of bud pollination were carried out, especially on their relations to the influence of temperature.

2. The time needed for pollen tube extension through style was investigated by the means of style excision. It takes more than six hours after pollination for the most rapidly growing pollen tube to go into ovary under the most favorable condition, and more than twelve hours are necessary for sufficient pollen tubes to fertilize all ovules under the same condition.

3. The time of appearance of the fertilizing power of pistil was investigated by the means of stigma excision. From the result, it is considered

that the fertilizing power of pistil does not appear during bud stage yet, but in a few hours before flowering.

4. Efficiency of bud pollination is worse than that of the other fruit-vegetables, especially under high temperature condition, and it is possibly due both to the lack of fertilizing power of pistil in bud stage and to the considerable deterioration of the germinating power of the pollen under high temperature condition.

5. The fertilizing power of pistil is greatly influenced by temperature, so that the functional period of pistil can not be indicated in number of days and the pollinating efficiency of old flower pollination can not be compared with that of flowering day without consideration of temperature.