

## ムラサキクダモノトケイソウ *Passiflora edulis* Sims の花芽分化と花芽の発育

石畑清武・新堂高広<sup>\*1\*2</sup>・岩堀修一<sup>\*1</sup>

(指宿植物試験場・<sup>\*1</sup>果樹園芸学研究室)

昭和63年8月10日 受理

### Flower-Bud Differentiation and Development in Purple Passion Fruit, *Passiflora edulis* Sims

Kiyotake ISHIHATA, Takahiro SHINDO<sup>\*1\*2</sup> and Shuichi IWAHORI<sup>\*1</sup>

(Ibusuki Experimental Botanic Garden, <sup>\*1</sup>Laboratory of Fruit Science)

#### 緒 言

トケイソウ属の中で食用に広く利用されている種はムラサキクダモノトケイソウ *Passiflora edulis* Sims とキイロトケイソウ *P. e. f. flavicarpa* Deg. である。前者は熱帯高地<sup>29)</sup>および亜熱帯から温帯の一部<sup>1,8,9,20,26,33,34)</sup>、後者は熱帯地方低地の高温地帯<sup>1,7,26,31)</sup>で栽培されている。わが国では、南九州の降霜の少ない地域から沖縄県にかけて、主にムラサキクダモノトケイソウが露地栽培されている。開花期は4月下旬から6月上旬(前期, 夏実)と9月下旬から10月中旬(後期, 冬実)の2期間である<sup>20,23,33,34)</sup>が、成熟にいたる開花期は前者である<sup>12,17)</sup>。しかし、New South Wales<sup>20,24)</sup>、Western Australia<sup>23)</sup>、Queensland 南部<sup>33,34)</sup>では夏実を主に、冬実もあわせて年2回収穫している。

花芽は伸長する新梢(蔓)の葉えき毎に1個形成され、順次開花するが、前述2開花期の間的高温期には花芽は未発達のまま落下する。茎葉は強い霜に遭うと凍害をうける。前期に開花する初期の花は、自家稔性花の割合が高く<sup>12,14)</sup>、良形質果が生産されている。このように、開花に到る前期の花芽分化及び花芽発達の解明は、結果安定ならびに栽培技術の確立上必要である。しかし、トケイソウ属の花芽分化、発育についてはRaju<sup>27)</sup>の *P. calcarata* を材料とした Gametogenesis と Seed development および Ishihata<sup>11)</sup>の花芽発育終期の形態研究のほかに報告例はみられない。本研究では、南九州で前期に開花に到る花芽の分化およびその後の発育過程の検討を

行った。

#### 材料と方法

材料として鹿児島大学農学部指宿植物試験場のほ場に栽培された実生由来の3年生株を供した。株は畦幅2 m、株間1.5 m、主枝4本、高さ2 mの垣根仕立てで、子蔓は無せん定とした。栽培は壤土で、清耕栽培を行った。施肥は10 a 当り N:P:K 16-16-16 の成分の複合肥料を100 kg および菜種油粕90 kg を3月と6月に分施した。その他の管理は慣行法で行った。

##### 1. 枝梢の生長と花芽着生の消長

1977年5株を選び、各株より伸長する1本の新梢について、茎の生長、花芽の縦径および横径、落らについて調査を行った。

##### 2. 花芽分化および花芽の発達

材料は、1977年12月30日より1978年3月27日までは1977年に生長した枝梢の基部6節より先の葉えきに着生した長さ1~2 mmの側芽(側枝)を、1978年4月1日以後1978年5月21日までは生長した新梢(側枝)の基部より第5~6節位に着生する花芽(新梢1~4節位には開花がほとんどみられない)を採取した。採芽は5~7日おきに、1回10~30芽ずつ行い、平均的な5~10個体について、剝離法と光学顕微鏡で調査した。

##### 3. 花芽発育経過と到花日数

1983年4月19日に、2~3日後に開花可能と思われる花芽の着生している新梢20枝を採取した。花芽は基部側より番号を付し、採取し、それらの形状を測定した。採取した材料のうち、基部側より5~6節の花芽は光学顕微鏡で、6~7節より生長点までの花芽は走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。一方、

<sup>\*2</sup> 現 佐賀県果樹試験場

Present address: Saga Fruit Tree Experiment Station, Saga Prefecture

ほぼ同一形状の新梢に着生した花芽の開花に至るまでの所要日数を調査した。

光学顕微鏡用材料は FAA 液で固定し、常法に従いパラフィン誘導を行い、厚さ12~14 $\mu$ の連続切片を作成しテラフィールドのヘマトキシリンで染色し、永久プレパラートを作成した。走査型電子顕微鏡観察材料は、リン酸バッファー (pH 7.2) に溶かした4% グルタルアルデヒドで固定し、エタノールシリーズで脱水後、酢酸イソアミルによる臨界点乾燥

(HITACHI, HCP-1)を行った。それを金属片にドータイトで接着、イオンスパッター (日本電子製 JFC-1,100) による金蒸着を行い、走査型電子顕微鏡 (日本電子製 JSM-15型) で、加圧電圧 15 KV で観察した。

## 結 果

1. 枝梢の生長と花芽着生の消長  
新梢の伸長状況と葉えきに着生した花芽の消長お

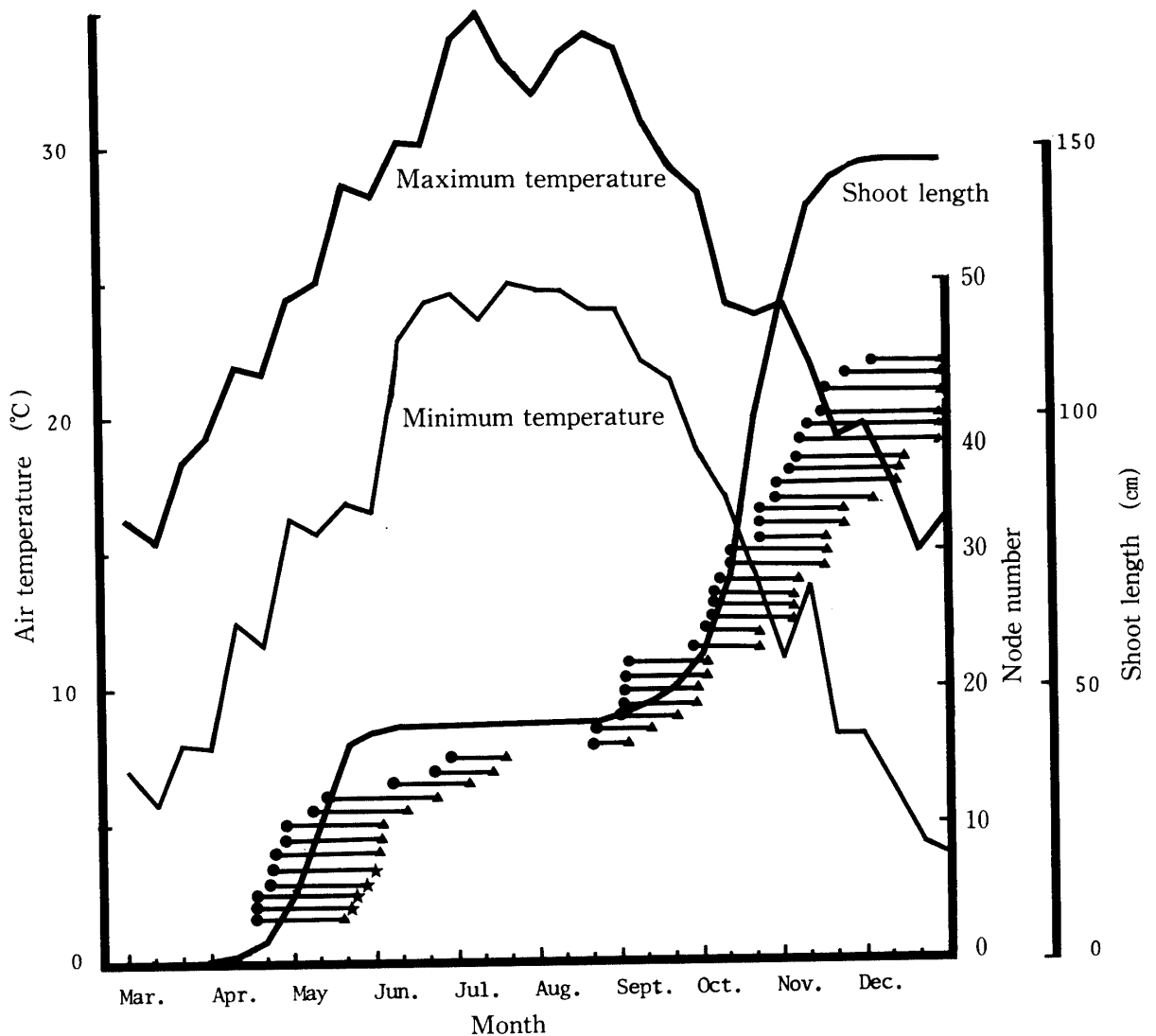


Fig. 1. Shoot elongation, development of flower-bud and flower-bud abscission with elapsed days after bud differentiation in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims, and air temperature of the planting place (1978).  
● : Flower-bud longer than 0.4 mm in length, ▲ : Dropped flower-bud, ★ : Flowering.



4月16日の材料ではやくおよび柱頭の形成期であった (Fig. 15). 4月21日には、花柱形成 (Fig. 16) および花卉基部の内側に花冠初生突起が認められた (Fig. 17).

4月26日の材料では子房は形成期にあり、胚珠初生突起 (Fig. 18) およびがく片の基部の内部に密腺 (Fig. 20) が観察された。一方、やくには4室のやく胞 (Fig. 19), 花粉母細胞 (Figs. 21, 22) の形成が認められた。

5月1日の材料では胚珠形成期であった (Figs. 23, 24). やく胞内にはじゅうもう (絨毯) 組織から分離した四分子期の花粉粒が観察された (Figs. 25, 26). 5月6日には胚珠は倒生形に发育し、内珠皮、珠心、胚のう、合点及び珠孔形成が認められた (Fig. 27). やく胞の内皮と絨毯組織は破壊されて薄くなり、やく胞内には发育した小孢子 (花粉粒) がみとめられた (Figs. 28, 29). 5月11日には胚珠は発達肥大し、やく胞の相接する基部の内皮と絨毯組織は破壊され、完成間近の花粉が認められた (Fig. 30).

5月16日にはがく片長は包葉長の約1.5倍に、花柱長は子房縦径と同じ位で完成期の約70%の大きさに、胚珠は縦径0.3~0.4 mmに、子房は5.0~5.5 mmに发育した。半やく (やく室) が形成され、花

冠は長さ13~14 mm位に发育し、基部側には紫斑点が観察された (Fig. 31). 5月20日には、包葉、がく片、花卉、花柱、花糸共に发育を終了した。胚珠は縦径0.55~0.60 mm、子房は縦径5.5~6.0 mmに发育した (Figs. 32, 33). 夕刻にはがく片頂部が少し開きはじめた。5月21日開花に到った。

以上のように、花芽原基では、最も外側に位置する包葉の初生突起が隆起し、この形成が進行する過程で、その内側にごく片初生突起が形成され、ごく片发育の過程で、その内側基部に花卉初生突起が形成された。さらに、花卉发育の過程で、その内側基部に雄ずい初生突起、雄ずい发育過程でその内側基部に雌ずい初生突起が形成され发育した。つまり、各器官は外側から求心的にかつ連続して形成された。花冠のみは、雌雄ずい初生突起より遅れて花卉基部に初生突起が形成された。一方、花芽に隣接して形成された側枝の原基は次の開花期または翌春まで生長しなかった。

### 3. 花芽发育経過と到花日数

期間中の最高および最低気温を Fig. 2 に示した。開花に到る花芽の縦径および横径 (X) と到花所要日数 (Y) との間には正の相関が認められ、それぞれ  $Y=1.73X^2-14.38X+32.43$ ,  $Y=7.56X^2-32.37X+36.09$  の回帰式がえられた (Figs. 3, 4).

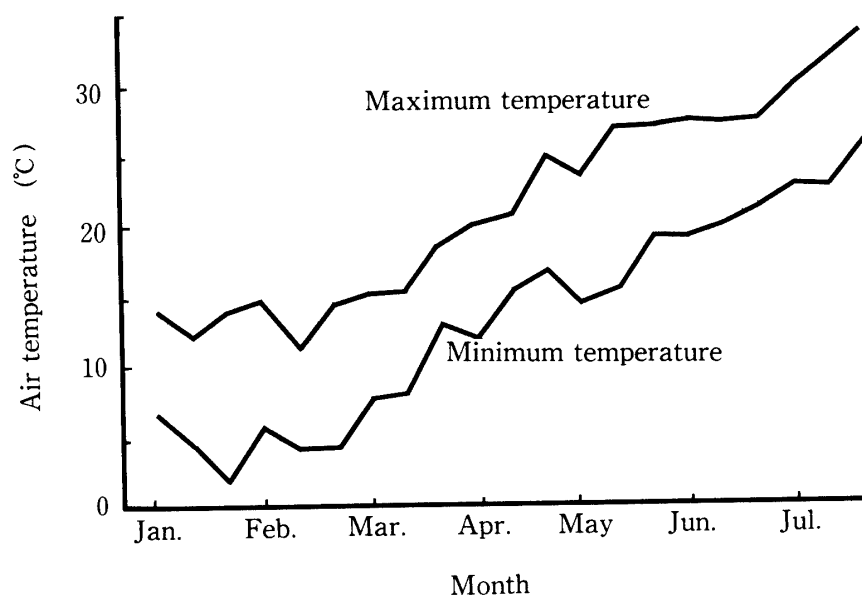


Fig. 2. Air temperature of the planting-place during the experiment periods (1983).

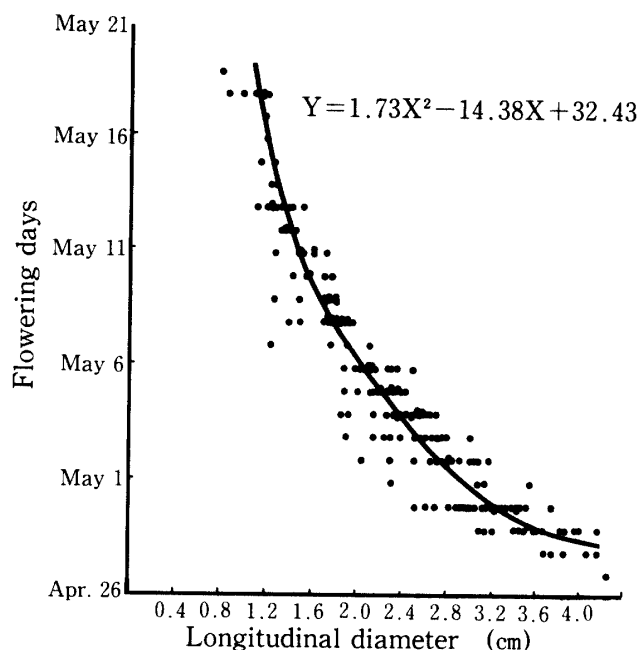


Fig. 3. Relationship between the longitudinal diameter of the flower-bud and the flowering days in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims (1983).

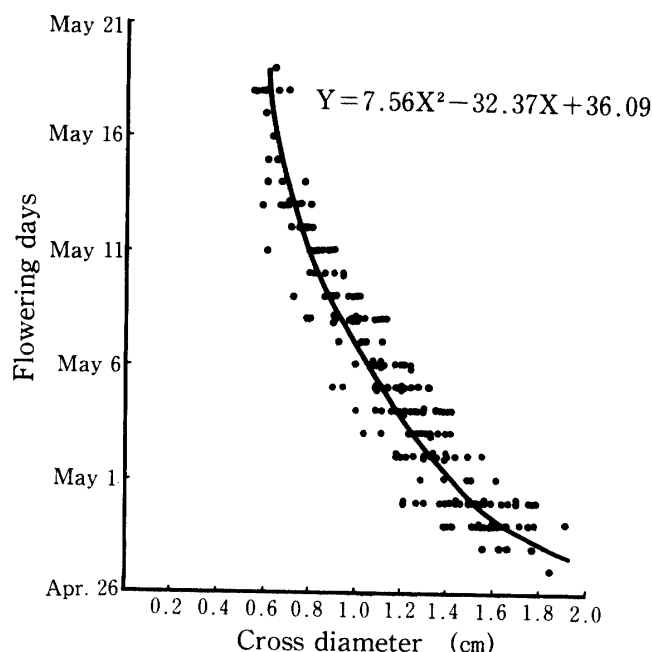


Fig. 4. Relationship between the cross diameter of flower-bud and flowering days in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims (1983).

新梢の生長点部から基部側にかけて、花芽の發育過程を観察すると以下のとおりであった。生長点部は緩やかな円頭状 (Fig. 35) で、生長点から識別して5~6節位下がった葉えきには花芽原基または包葉形成初期の花芽が認められた (Figs. 36, 37)。

横径0.2 mm位の花芽では (開花5週間位前)、やく片、花卉の發育した内側にやくが發育し、円頭状の柱頭が観察された (Fig. 38)。

開花3.5週間位前の材料では、柱頭は發育して内部に浅い溝が形成された (Fig. 39)。やく胞内には絨毯組織及び花粉母細胞 (diakinensis期) (Figs. 40, 41)、胚珠原基 (Fig. 42) が認められた。

開花3週間位前の材料では、花芽は縦径1.2~1.4 cm、横径0.5~0.7 cmに生長した。珠柄、内珠皮、外珠皮、胚のう母細胞 (Fig. 43)、やく胞内には同時膜形成の花粉四分子 (Fig. 44) 形成等が認められた。

開花2週間位前の材料では、花芽は縦径1.3~1.7 cm、横径0.8~1.1 cmに生長した。やく胞内には絨毯組織の破壊および花粉粒の肥大が認められた (Fig. 45)。

開花1週間位前の材料では、花芽は縦径2.0~3.0 cm、横径1.1~1.5 cmに生長した。胚珠は形成終期に近づいた (Fig. 46)。

開花2~3日前の材料では、花芽は縦径3.1~4.0 cm、横径1.5~2.0 cmに生長した。胚珠、花糸 (Figs. 47, 48)、やく (Fig. 49)、柱頭 (Fig. 50)、花粉 (Fig. 51) 等各花器とも形成終期であった。

開花直前の材料では、花芽は縦径4.5~5.0 cm、横径2.3~2.5 cmに生長し、翌日開花した (Fig. 52)。

## 考 察

ムラサキクダモノトケイソウの花芽は、健全に生長し充実した枝梢より発生する新梢の基部より5~6節以上の葉えきごとに、えき花芽として分化する。好適環境条件下では、栄養生長を無限に行い、莖頂部の生長点は次々と葉原基を分化し、その葉えきに花芽を分化しつづける。

南九州で、春から夏にかけて開花する初期の花の分化過程を、休眠期から春の生長期にかけて一定日ごとに調査すると、花芽分化は3月下旬に始まる。分化後各花器は求心的に連続して分化發育し、分化後約60日で開花に到る。この花芽分化、發育過程はキュウリの場合<sup>9)</sup>と極めて類似している。ただし、ムラサキクダモノトケイソウは雌ずい初生突起分化後に花卉の基部に花冠の初生突起を分化するという点で特異である。

一方、花芽の大きさと到花日数との間には正の相関が見られる。開花5週間位前の花芽は、花芽分化より一定日ごとの調査による開花35日前に当る4月16日の材料 (Fig. 15) とほぼ類似し、24~26日位前の花芽は4月26日の材料 (開花25日前, Figs. 18~22) より少し発育が進み、花粉母細胞は *diakinesis* 期であった。開花3, 2および1週間位前の花芽は、それぞれ、5月1日 (開花20日前, Figs. 23~26), 5月6日 (開花15日前, Figs. 27~29) および5月16日 (開花5日前, Fig. 31) の材料よりわずかに発育が進んでいた。このように、花芽分化と花芽発育を、分化より一定日ごとに調査した材料と、ある開花前日数における花芽の形状とを比べると、いずれも、分化後の花芽発育程度および開花に到る日数はほぼ一致している。

ムラサキクダモノトケイソウは高温期の7~8月には新梢の伸長が抑制されるとともに、着生した花芽は縦径0.1 cm以下、子房形成期のステージで落下する。平均気温が13°C以下に低下すると、枝梢、花芽の発達は停止する。

Simon<sup>29)</sup>は、地温を25°Cに設定し、昼一夜の気温30°~20°C-25°C下では25°~15°C-20°Cにおける場合より着花数は著しく減少することを報告しており、この点は本調査とも一致した。したがって、ムラサキクダモノトケイソウの花芽分化と発育、開花には13°~25°Cの温度が必要と思われる。また、地温については15°~35°C範囲内で栄養生長をみると20°~25°Cの時が最も旺盛である<sup>15)</sup>とされている。

年間2回果実を収穫しているQueensland南部<sup>33,34)</sup>の開花期は8~9月と3~4月で、平均気温<sup>30)</sup>はそれぞれ、16.8°~21.9°C, 21.2°~23.6°Cである。本実験を行った指宿地方の4~6月、9~10月の平均気温はそれぞれ、16.3°~23.3°C, 20.4°~25.6°Cで両者はほぼ類似している。しかし、指宿地方では9~10月は花芽の発育、開花に対する最適気温よりいくらか高いため、多くの花芽は開花に到らず落下する。また、気温が好適な年には秋にも開花に到ることがあるが、この9月~10月に開花した花はその後低温に遭遇するため、収穫に到らない。

果樹類の花芽分化から開花に到るまでの日数をみると、ブドウ<sup>5)</sup>は6月上旬、カキ<sup>10,21)</sup>は7月下旬に花芽分化するが、各花器の形成は翌年春の新梢生長開始とともに行われ、結局花芽分化より開花までに9カ月以上を要している。ナシ<sup>2,18)</sup>は6月下旬~7月上旬、モモ<sup>3,4)</sup>は7月下旬~8月下旬に花芽分化し、秋

には花器は完成するが、開花は翌春でやはり8カ月以上である。常緑樹である温州ミカン<sup>16,22)</sup>は1月下旬に花芽分化を開始し、約100日後の5月上中旬に開花し、ビワ<sup>25)</sup>は7月に花芽分化し、開花までに90~100日を要する。さらに、木本性のキウイでは3月15日頃花芽形成が始まり、約2カ月後の5月中下旬に花器を完成し開花する<sup>32)</sup>。草本性であるムラサキクダモノトケイソウの花器形成は、好適環境条件下では花芽原基形成より花器完成まで60日と極めて短い期間内に連続して行われる。これは草本性蔬菜であるキュウリの36日<sup>6)</sup>、ナスの32日<sup>28)</sup>よりはやや長く、つる性のキウイとはほぼ同じであるが、木本性の果樹での花芽分化から開花までの日数に比べて著しく短く、ムラサキクダモノトケイソウは果樹類の中では花芽分化より花器完成、開花までの所要日数が極めて短いという点で特異である。

**謝辞** 本実験を行うにあたり電子顕微鏡用資料作成、検鏡に御協力いただいた鹿児島大学農学部有村光生講師及び実験に全面的に御協力いただいた木下雅親君 (現大塚製薬株式会社) に謝意を表す。

## 摘 要

ムラサキクダモノトケイソウの南九州における花芽分化および花芽の発育、開花に到る状況を明らかにする目的で形態学的な観察調査を行った。

1. 花芽は枝梢の伸長に伴ない頂部生長点近くの葉えきに順次分化する。分化形式はキュウリの場合と非常に類似していた。
2. 花芽形成は伸長の停止する冬季を除き常時行われるが、高温長日の夏季には枝梢の生長、花芽発育ともに抑制され、花芽は縦径1.0 mm位で落下する。花芽分化および発育の適温は13°~25°Cである。
3. 花芽の器官形成は求心的に行われる。
4. 5月~6月開花に到る花芽は3月下旬より分化し、約60日で花器は完成、開花する。花芽の縦径および横径 (X) と開花所要日数 (Y) との間には、それぞれ  $Y=1.73X^2-14.38X+32.43$ ,  $Y=7.56X^2-32.37X+36.09$  の正の相関が認められた。
5. 開花25日位前は花粉母細胞と胚珠形成始期、14日位前は花粉、胚のう及び珠心形成期、7日位前は胚珠および花粉形成終期で、開花前日花器は完成した。

## 文 献

- 1) Akamine, E. K. and Girolami, G. : Passion fruit culture in Hawaii. Univ. of Hawaii Ext. Cir., **345**, 7-23 (1956)
- 2) Banno, K., Hayashi, S. and Tanabe, K. : Morphological and histological studies on flower bud differentiation and development in Japanese pear (*Pyrus serotina* Rhed.). J. Japan. Soc. Hort. Sci., **55**, 258-265 (1986)
- 3) 江口庸雄 : 桃の花芽分化期及び其発生に就て. 農及園, **3**, 875-892 (1928)
- 4) 江口庸雄 : 果樹の花芽分化期と開花期との関係に就いて. 園学雑, **2**, 26-39 (1931)
- 5) 江口庸雄・加藤照孝・小出正文 : 葡萄の花芽分化並びに花芽の発育に就いて. 園学雑, **21**, 46-52 (1952)
- 6) 藤枝国光 : キュウリ, 花芽の分化と発達. 農業技術体系, 野菜編. 農山漁村文化協会, 東京, 61-77 (1974)
- 7) Gilmartin, A. J. : Post-fertilization and ovary development in *Passiflora edulis* Sims. Trop. Agric. (Trin.), **35**, 41-58 (1958)
- 8) Greig, A. M. W. : Passionfruit culture. Bull. Dep. Agric. N. Z., **135**, 1-10 (1948)
- 9) Gumah, A. M. and Gachanja, S. P. : Spacing and pruning of purple passion fruit. Trop. Agric. (Trin.), **61**, 142-147 (1984)
- 10) 蜂巣統三 : 柿の花芽分化に就いて. 園芸の研究, **25**, 92-103 (1930)
- 11) Ishihata, K. : On the development of the fruit and behavior of flower organs in purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ. **5**, 1-7 (1961)
- 12) 石畑清武 : 紫果物時計草の花の形態と結果に関する研究. 鹿大農学術報告, **31**, 25-31 (1981)
- 13) 石畑清武 : 紫果物時計草の受精に関する研究, 受粉処理した柱頭数が結果率ならびに果実品質に及ぼす影響. 鹿大農学術報告, **36**, 53-56 (1986)
- 14) 石畑清武・林満・池田三雄 : 紫果物時計草の人工受粉による結果率および果実品質の向上. 鹿大農学術報告, **34**, 9-16 (1984)
- 15) 石畑清武・水野宗衛 : 熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響. 1. 栄養生長にみられる樹種間差異について. 鹿大農場研報, **12**, 13-20 (1987)
- 16) 伊東秀夫・藤田克治・大垣智昭 : 温州蜜柑の隔年結果防止に関する研究. 第1報. 花芽分化時期について. 園学雑, **27**, 94-100 (1958)
- 17) 片山義勇・長友大・川島達夫 : 熱帯及び亜熱帯作物の育種に関する2, 3の研究. 宮大農研時報, **11**, 220-256 (1965)
- 18) 川口正英 : 日本梨「長十郎」の各種形態枝梢の花芽分化期に就て. 農及園, **8**, 987-1002 (1933)
- 19) Kuhne, F. A. : Cultivation of granadillas. Farming S. Africa, **43**, 29-32 (1968)
- 20) Levit, E. C. and McGillivray, K. D. : Growing passion-fruit. Agr. Gaz. N. S. Wales, **69**, 518-524 (1958)
- 21) 松原茂樹・川人茂樹 : 柿の花芽分化期に就て. 園芸の研究, **34**, 72-81 (1938)
- 22) 松原茂樹・遠山良樹 : 柑橘の花芽分化に関する研究. 柑橘 **10**, 61-75 (1941)
- 23) Melville, F. : The passion fruit. J. Agr. W. Australia **16**, 737-747 (1952)
- 24) New South Wales Department of Agriculture : Passionfruit growing. Miscellaneous fruit, Bulletin H. **3**, 1, 8, 1-21 (1975)
- 25) 大野正男・松村久雄・白木孝誠 : 枇杷の花芽分化期に就いて. 園学雑, **17**, 100-109 (1948)
- 26) Pope, W. T. : The edible passion fruit in Hawaii. Hawaii Agric. Exp. Sta. Bull., **74**, 1-22 (1935)
- 27) Raju, M. V. S. : Embryology of the *Passifloraceae*, 1. Gametogenesis and development of *Passiflora calcarata* Mast. J. Ind. Bot. Soc., **35**, 126-138 (1956)
- 28) 斎藤隆 : ナス, 花芽発育の生理, 生態. 農業技術体系, 野菜編 5. 農山漁村文化協会, 東京, 71-81 (1974)
- 29) Simon, P. : Effect of soil and air temperature on growth and flower formation of purple passionfruit (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). Acta Hort., **139**, 83-90 (1983)
- 30) 東京天文台 : 理科年表. 丸善, 東京, 308-309 (1985)
- 31) Vallini, P. C. : Studies on the flowering period of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) in the region of Jaboticabal, Sao Paulo., Acta Hort. **57**, 233-236 (1976)
- 32) 渡辺慶一・高橋文次郎 : キウイの花芽分化, 花芽発育について. 園学雑, **53**, 259-264 (1984)
- 33) Wills, J. McG. and Stephens, S. E. : Passion fruit and granadillas. Queensland Agr. J., **79**, 205-217 (1954)
- 34) Wills, J. McG., Stephens, S. E. and Groszmann, H. M. : Growing passion fruit and granadillas. Queensland Agr. J., **87**, 680-689 (1961)

### Summary

Morphological studies of flower-bud differentiation, development and flowering in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims were conducted at Kagoshima Prefecture from 1977 to 1983.

1. Flower-bud was recognized as a shape of crotch at every leaf axil near growing points of the new shoots from late March to April. The process of flower-bud differentiation is like that of cucumber.

2. Flower-bud differentiation was recognized continuously during the growth of shoot, except in winter season. The flower-bud development and shoot elongation were inhibited during summer season when the mean temperature was higher than 25°C, and flower-buds dropped before they reached the size of 1.0 mm in longitudinal diameter. The optimum temperature for flower-bud differentiation was noted at 13° to 25°C.

3. Flower-bud differentiation and development were centripetally performed.

4. Flower-bud which was differentiated in late March, developed into flowering in May to June, and thus the flowering was observed about 60 days after flower-bud differentiation. Highly significant correlation coefficients were observed between the longitudinal diameter of the buds and the flowering days, and, cross-diameter and flowering days, respectively.

5. The initial stage of pollen mother cell and ovule formation was noted about 25 days before flowering. Pollen, embryo sac and nucellus formation stages were brought forth about 14 days before, final stages of ovule and pollen formation were about 7 days before, and all the flower organs were completed perfectly one day, before the flowering.

### Explanation of figures

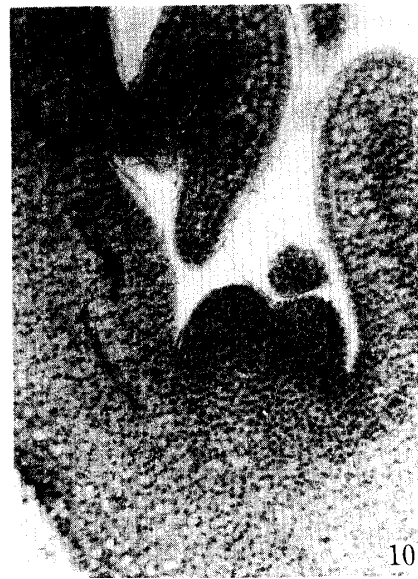
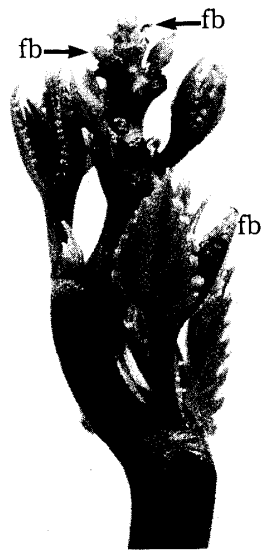
- Fig. 5. Flower-buds near apex of shoot, removed leaves.  $\times 3$ .  
 Fig. 6. Magnified version of Fig. 5. Showing flower-bud near apex.  $\times 8$ .  
 Fig. 7. Flower-bud and lateral shoot.  $\times 8$ .  
 Fig. 8. Growing point.  $\times 150$ .  
 Fig. 9. Flower-bud differentiation, bract primordia formed on March 22.  $\times 100$ .  
 Fig. 10. Bract formation stage on March 22.  $\times 130$ .  
 Fig. 11. Calyx primordia formed on March 27.  $\times 130$ .  
 Fig. 12. Petal primordia formed on April 1.  $\times 55$ .  
 Fig. 13. Anther primordia formed on April 6.  $\times 40$ .  
 Fig. 14. Stigma primordia formed on April 11.  $\times 35$ .  
 Fig. 15. Pistil and stamen formation stage on April 16.  $\times 30$ .  
 Fig. 16. Style formation stage on April 21.  $\times 22$ .  
 Fig. 17. Ovary formation and corolla primordia formed on April 21.  $\times 10$ .  
 Fig. 18. Ovule primordia formed on April 26.  $\times 70$ .  
 Fig. 19. Pollen sac formation on April 26.  $\times 120$ .  
 Fig. 20. Nectary formation on April 26.  $\times 30$ .  
 Fig. 21. Magnified version of Fig.19, showing pollen mother cell in pollen sac.  $\times 120$ .  
 Fig. 22. Pollen mother cell on April 26.  $\times 480$ .  
 Fig. 23. Ovule formation stage on May 1.  $\times 30$ .  
 Fig. 24. Magnified showing of ovules (Fig.23).  $\times 150$ .  
 Fig. 25. Showing tapetum and pollen tetrad on May 1.  $\times 40$ .  
 Fig. 26. Magnified showing of pollen tetrad (Fig.25).  $\times 330$ .

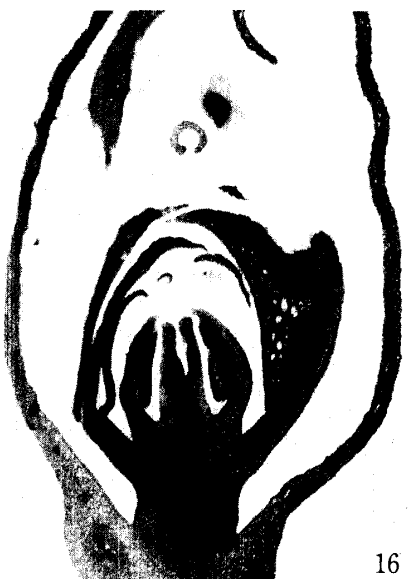
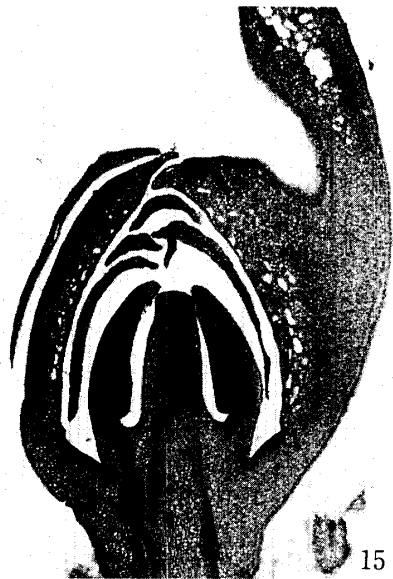
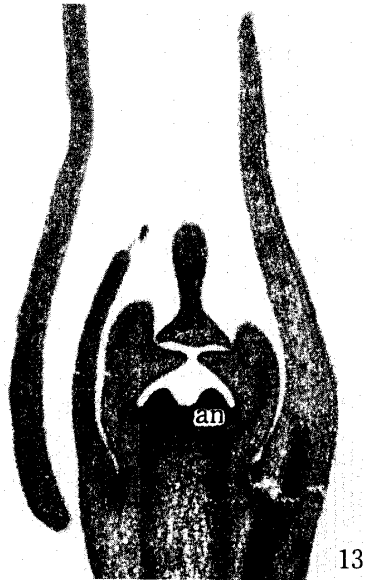
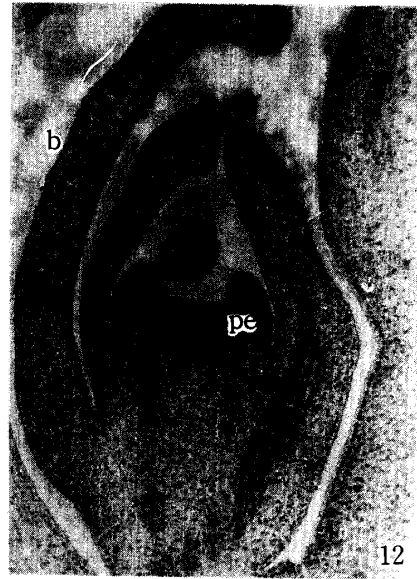
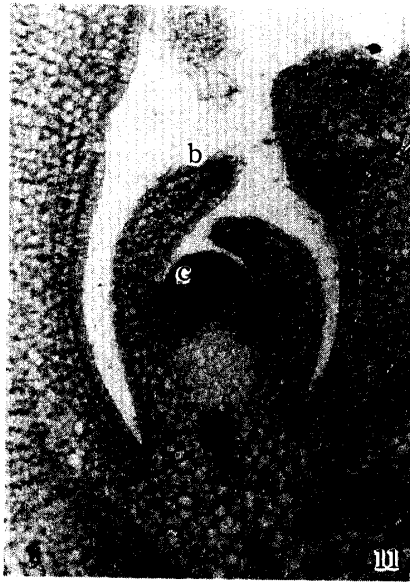


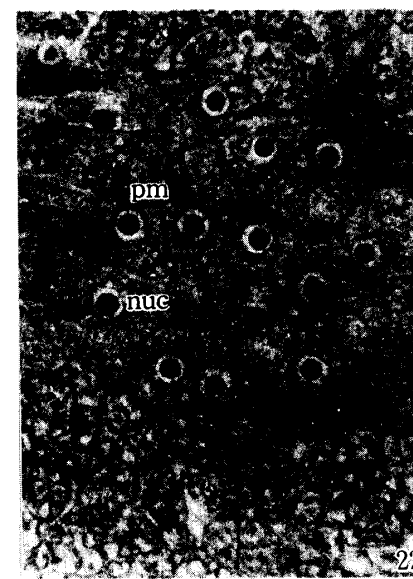
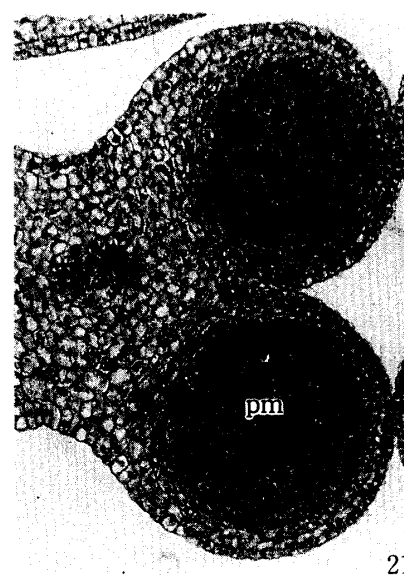
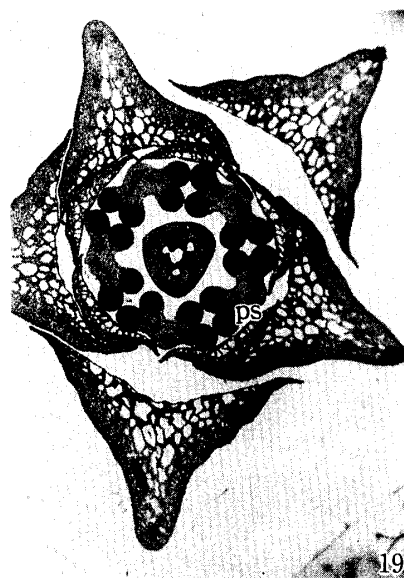
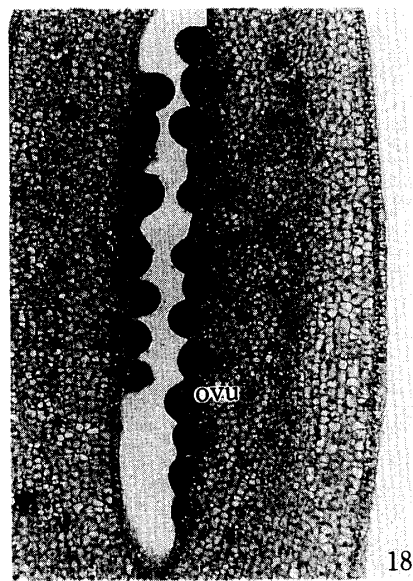
- Fig. 27. Anapous ovule on May 6.  $\times 240$ .  
 Fig. 28. Anther and pollen sac, pollens are found in pollen sac on May 6.  $\times 30$ .  
 Fig. 29. Magnified showing of pollen (Fig.28).  $\times 240$ .  
 Fig. 30. Tapetum disrupted and pollen sac. Pollen grains near final formation stage are found in pollen sac.  $\times 35$ .  
 Fig. 31. Longitudinal section of flower-bud on May 16.  $\times 1.7$ .  
 Fig. 32. Longitudinal section of flower-bud on May 20, one day before flowering.  $\times 1.5$ .  
 Fig. 33. Ovules on one day before flowering.  $\times 30$ .  
 Fig. 34. Magnified showing of ovule (Fig.33).  $\times 80$ .  
 Fig. 35. Shoot apex. Upper portion of growing point is dome-like apex.  $\times 150$ .  
 Fig. 36. Showing flower-bud formed near apex of shoot.  $\times 20$ .  
 Fig. 37. Showing flower-bud near apex of shoot.  $\times 70$ .  
 Fig. 38. Flower-bud about 5 weeks before flowering.  $\times 200$ .  
 Fig. 39. Flower-bud on 24 to 26 days before flowering, showing stigma, ovary and anther.  $\times 80$ .  
 Fig. 40. Pollen mother cell of diakinesis stage on 24 to 26 days before flowering.  $\times 40$ .  
 Fig. 41. Magnified showing of pollen mother cell (Fig.40).  $\times 230$ .  
 Fig. 42. Ovule primordia on 24 to 26 days before flowering.  $\times 200$ .  
 Fig. 43. Embryo sac mother cell formation stage about 3 weeks before flowering.  $\times 260$ .  
 Fig. 44. Pollen tetrads in pollen sac about 3 weeks before flowering.  $\times 320$ .  
 Fig. 45. Pollens in pollen sac 2 weeks before flowering.  $\times 260$ .  
 Fig. 46. Ovule about 1 week before flowering, showing longitudinal section of ovule near final formation stage.  $\times 100$ .  
 Fig. 47. Upper portion of filament 2 to 3 days before flowering.  $\times 16$ .  
 Fig. 48. Magnified showing of filament (Fig.47) joined to anther. Filaments joined to gynophore below.  $\times 32$ .  
 Fig. 49. Anther 2 to 3 days before flowering.  $\times 8$ .  
 Fig. 50. Capitate stigma 2 to 3 days before flowering.  $\times 20$ .  
 Fig. 51. Pollens 2 to 3 days before flowering.  $\times 240$ .  
 Fig. 52. Flowering, showing 5 calyxes, 5 petals, corolla, 3 stigmas and one ovary.  $\times \frac{1}{2}$ .

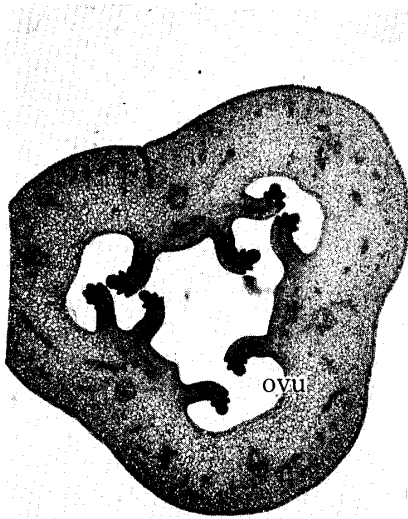
## Abbreviation :

an : anther, b : bract, c : calyx, co : corolla, es : embryo sac, f : funiculus, fb : flower-bud, fi : filament, g : gynophore, gp : growing point, ii : inner integument, ls : lateral shoot, m : micropyle, n : nucellus, nec : nectary, nuc : nucleus, o : ovary, oi : outer integument, ovu : ovule, pe : petal, pm : pollen mother cell, po : pollen, ps : pollen sac, pte : pollen tetrad, s : stigma, ta : tapetum.

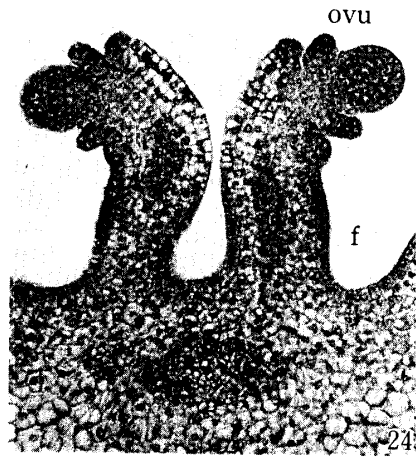




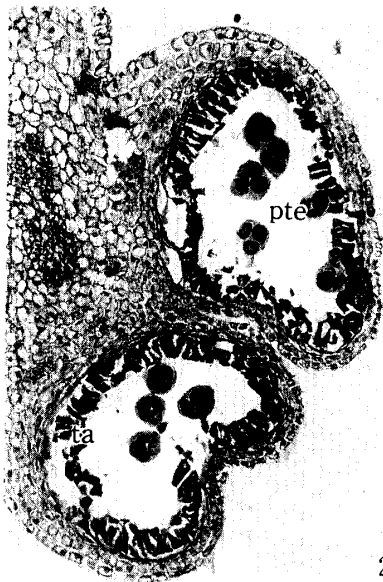




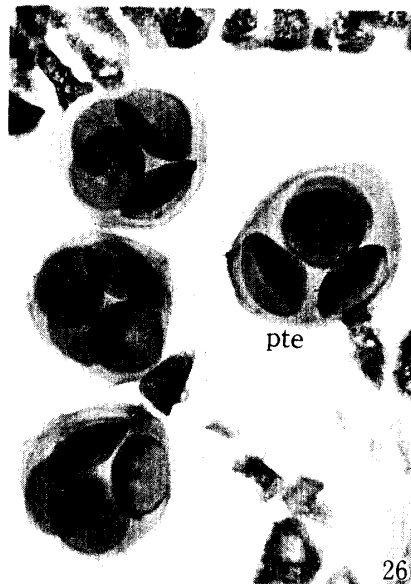
23



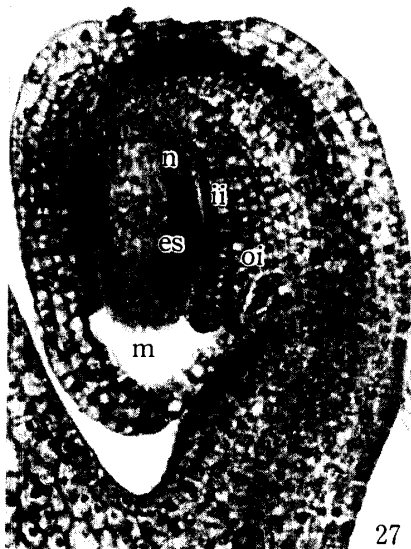
24



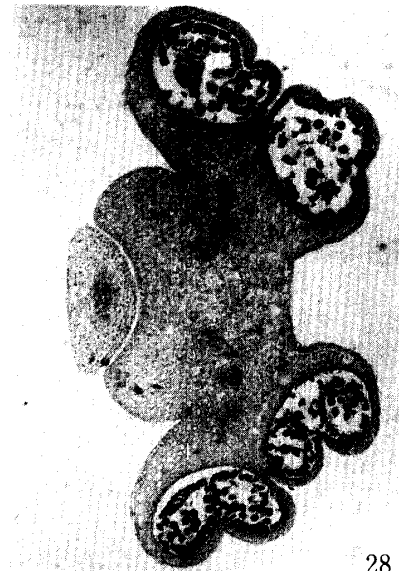
25



26



27



28

