

南九州におけるハウス栽培レイシ *Litchi chinensis* Sonn. の
花芽分化と花芽発達に関する研究

石畑清武

(1997年9月20日受理)

Flower Bud Differentiation and Development of *Litchi chinensis* Sonn.
Cultivated in Greenhouse in Southern Kyushu

Kiyotake ISHIHATA

緒 言

亜熱帯果樹レイシは亜熱帯地方から温帯南部地方の降雨の少ない土地で栽培が可能である。南九州では露地または雨除けのハウスで栽培されている。栽培品種は藩政時代の1659年¹⁸⁾に薩摩山川郷(現在の鹿児島県揖宿郡山川町)に導入された在来品種が主流である。今日、露地栽培では結果率が低く栽培が安定しないことから、ハウスでの栽培法、栽培適応性品種の探索・育成、結果率の向上あるいは果実の鮮度保持性などの検討がなされている。

レイシの花序は頂生または頂えき生で、両性花および雄花を同一花序に着ける。また、両花とも花弁を欠くという花の特徴を持つ。南九州におけるレイシの開花期は2~4月、収穫期は7~8月である (Fig. 1)。ハウスで適切な栽培管理を行うには温度条件、花芽の分化と発達、開花期等を



第1図. レイシの果実.

Fig.1. Ripe fruits of litchi.

明確にしておくことが望まれているが、特に花芽分化期およびその発達についての報告例は見られない。本研究ではハウス栽培の在来品種について、花芽の分化およびその後の花器の発達過程を調査し、その特性について検討を行った。

材料と方法

供試樹は鹿児島大学農学部附属農場指宿植物試験場内ビニルハウスで栽培中の取り木由来の在来系10年生樹を使用した。樹形は開心形仕立て、栽植密度は10 a 当たり100本である。ハウスは1992年11月より1993年7月までビニル被覆した。肥料は10 a 当たり N, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ100, 60, 50kgを2月(60%)と6月(40%)に施用した。

花芽調査は1992年10月より1993年2月の開花まで、良く充実した本年生枝の先端芽を10芽ずつ10日おきに採取し、FAA液に保存したものを常法によりパラフィン切片を作成し、検鏡した。

結 果

実験ハウス内外の気象条件の推移は Table 1 に示したとおりで、レイシの生育は最低気温が17.4℃以下に低下した10月下旬より見かけ上は停止した。

Fig. 2 に示すように、花芽は12月30日頃より充実した枝(主軸)先端の頂部はドーム状になった(Fig. 3-A)。この時期が花芽分化始期であった。1月4日には頂部花芽にがく片原基が認められた(Fig. 3-B)。

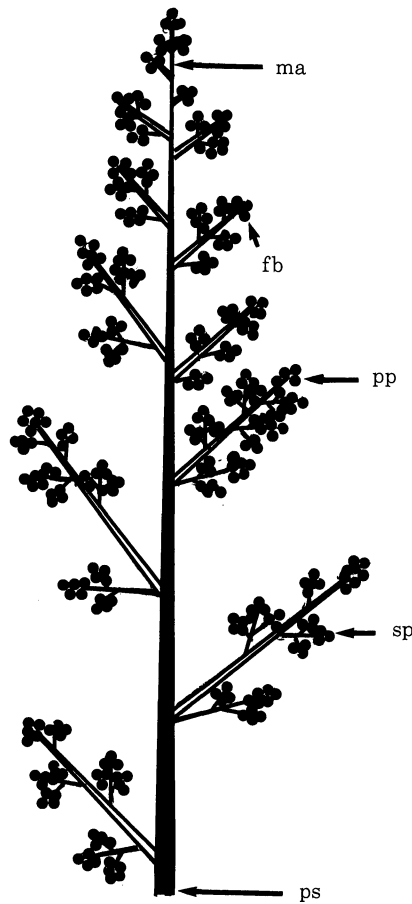
1月10日には主軸の頂点下部の包葉葉えきにも花芽および1次花穂を形成した(Fig. 3-C)。主軸および1次花穂には頂部から下部に向かって次々に花芽が分化したが、本調査では頂部花芽について調査を行った。

1月20日には第1次花穂頂部の両性花の花芽はがく片の形成終期および花粉形成期(Fig. 3-D)。

第1表. 実験地の気象

Table 1. Climate conditions in the experiment fields

年	月	ハウス内気温		屋 外		
		Air temp. in plastic film green house		Outdoor		
Year	Month	最 高	最 低	日照時間	降 水 量	
		Max.	Min.	Hours of sunshine	Precipitation	
		℃	℃	h	mm	
1992	9	Sep.	30.2	22.1	369.5	68.0
	10	Oct.	26.2	17.4	224.2	58.0
	11	Nov.	21.4	14.3	133.9	59.0
	12	Dec.	17.7	11.3	141.4	151.0
1993	1	Jan.	20.7	11.7	94.1	102.0
	2	Feb.	21.5	11.2	130.6	72.0
	3	Mar.	23.5	13.7	213.1	190.0



第2図. レイシの花序 (模式図).

ma : 主軸, fb : 花芽, pp : 一次花穂, sp : 二次花穂, ps : 穂梗.

Fig. 2. Inflorescence of litchi.

ma : main axis, fb : flower bud, pp : primary panicle,
sp : secondary panicle, ps : panicle stalk.

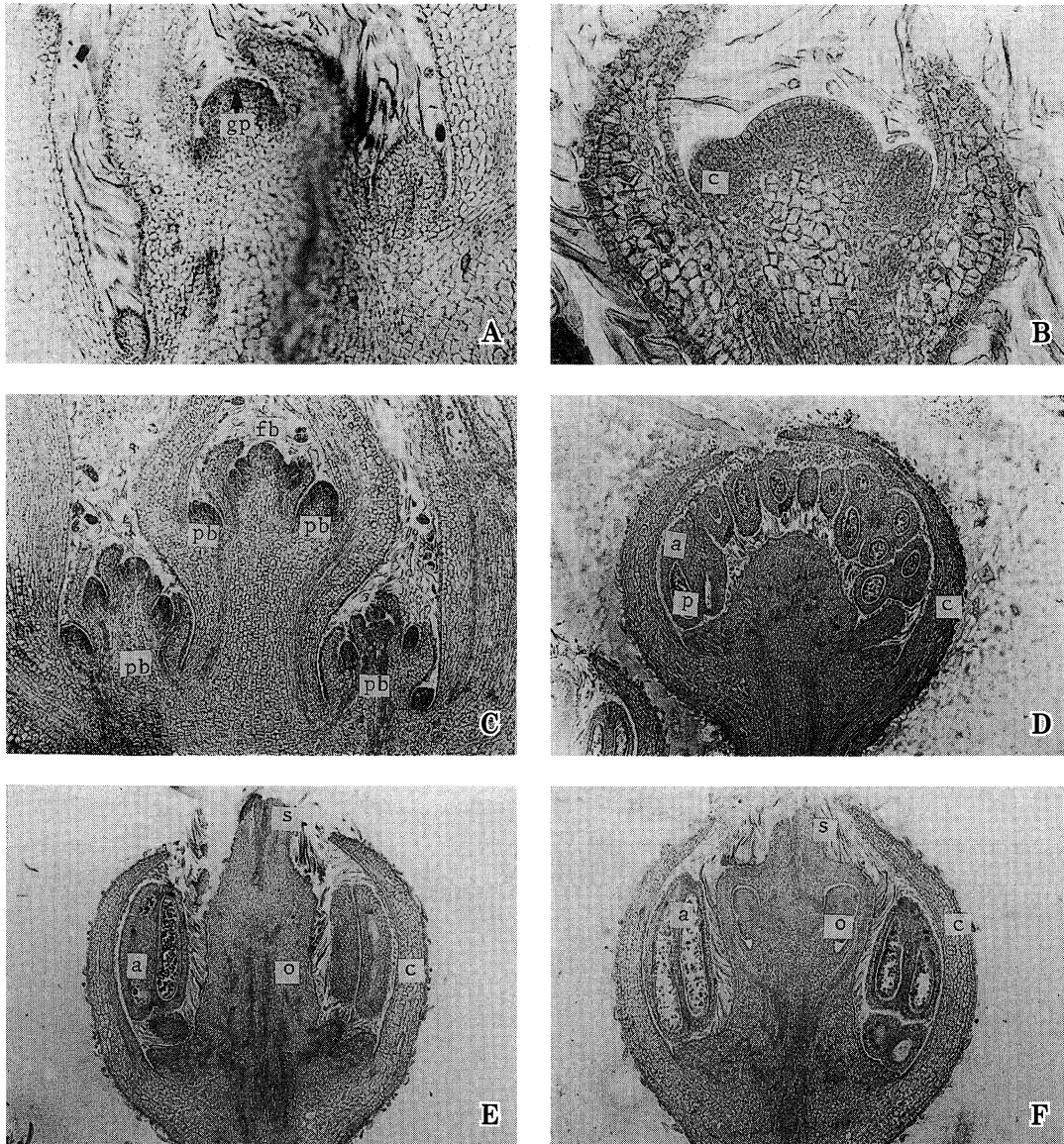
1月30日には1次花穂頂部の両性花の花芽は雌ずい形成期であった (Fig. 3-E). 図示はしていないが, 1次花穂の基部 (主軸) に近い節には1次枝と同様な順序で花芽および花穂が分化, 発達して2次花穂を形成した.

2月10日には各花穂頂部の両性花の花芽は子房および柱頭形成終期で (Fig. 3-F), 雄花の花粉はほぼ完成した形状であった (Fig. 4-A). 2月15日には1次花穂の頂部から両性花 (Fig. 4-B) または雄花 (Fig. 4-C) が開花した.

最初の花芽分化は主軸頂部から行われたが, その後の分化・発達は1次または2次花穂の頂部花芽から始まり, 開花もこれらの部位より始まった. 花芽分化開始より開花に至るまでの日数はおおよそ45日であった.

開花始めの花の性は花序により両性花または雄花であったが, 雄花が多く見られた. 花芽は両性花 (Fig. 4-B) と雄花 (Fig. 4-C) が同一花序に分化・発達し, 雌雄混株花序¹³⁾を形成した.

花器の分化・発達は両性花はがく片→雄ずい→雌ずい, 雄花はがく片→雄ずいの順に, つまり各



第3図. レイシの花芽分化.

Fig. 3. Flower bud differentiation of litchi.

A : 12月30日, 生長点 (矢印) (縦断面). $\times 70$.

Longitudinal section of growing point on Dec. 30. (arrow). $\times 70$.

B : 1月4日, がく片初生突起の形成 (縦断面). $\times 75$.

Longitudinal section of calyx primordia formed on Jan. 4. $\times 75$.

C : 1月10日, 主軸上の花芽と1次花穂の分化 (縦断面). $\times 45$.

Longitudinal section of flower bud on the shoot apex and formation of primary panicle on Jan. 10. $\times 45$.

D : 1月20日, 雄花の花粉形成期 (縦断面). $\times 30$.

Longitudinal section of pollen formation stage of male flower on Jan. 20. $\times 30$.

E : 1月30日, 両性花の雌ずい形成期 (縦断面). $\times 25$.

Longitudinal section of pistil formation stage of hermaphrodite flower on Jan. 30. $\times 25$.

F : 2月10日, 両性花の雌ずい形成終期 (縦断面). $\times 25$.

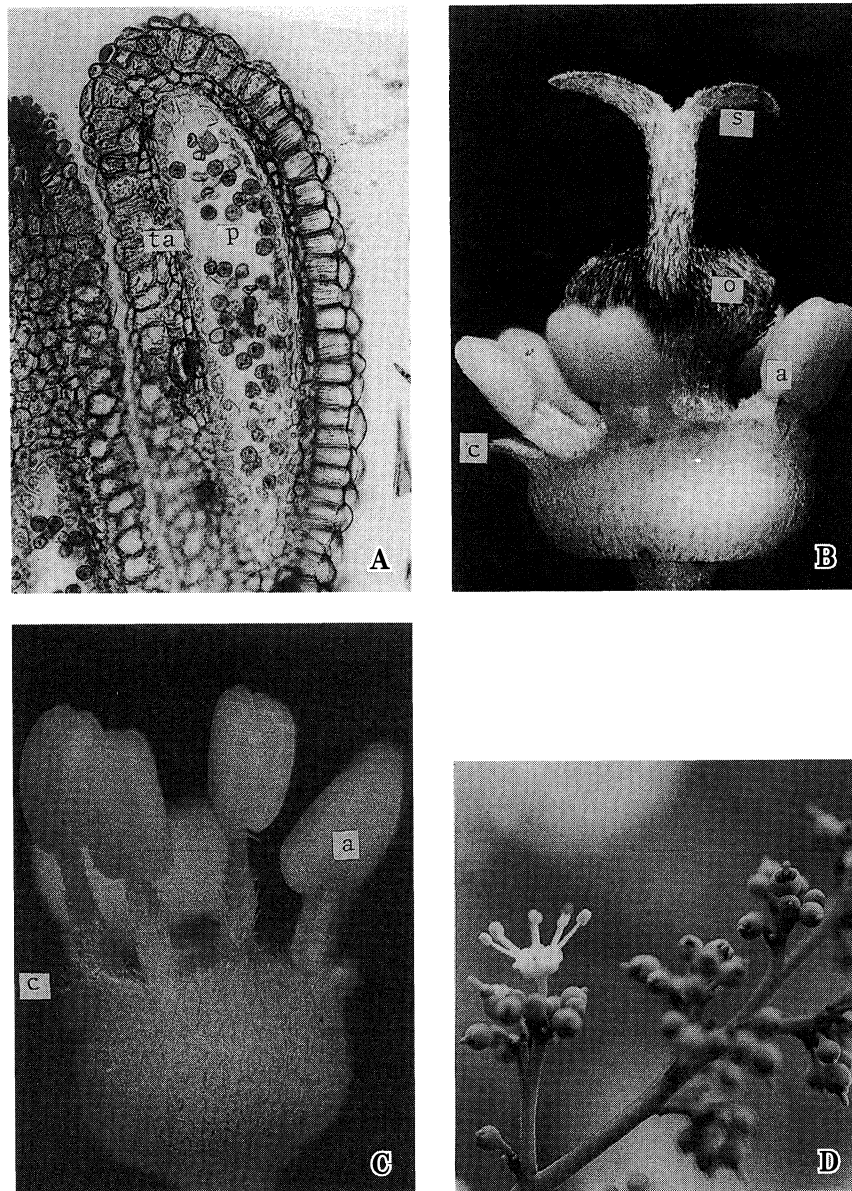
Longitudinal section of final pistil near formation stage of hermaphrodite flower on Feb. 10. $\times 25$.

略語の説明

a : 葯, c : がく片, fb : 花芽, gp : 生長点, o : 子房, pb : 1次花穂, s : 柱頭.

Abbreviation

a : anther, c : calyx, fb : flower bud, gp : growing point, o : ovary, pb : primary panicle, s : stigma.



第4図. レイシの花芽分化.

Fig. 4. Flower bud differentiation of litchi.

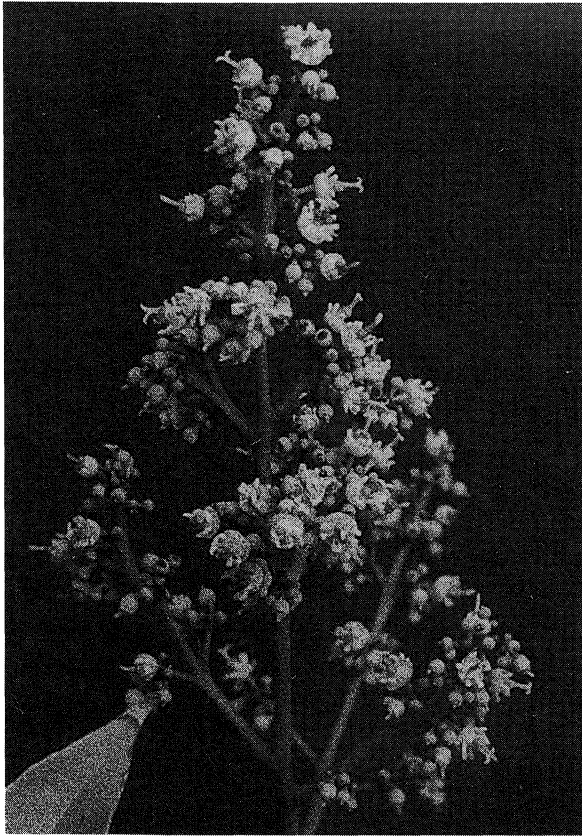
- A : 2月10日, 雄花の花粉形成終期. ×60.
Final pollen formation stage of male flower on Feb. 10. ×60.
- B : 2月15日, 両性花 (やくは裂開せず). ×10.
Hermaphrodite flower on Feb. 15. ×10.
- C : 2月15日, 雄花. ×10.
Male flower on Feb. 15. ×10.
- D : 花芽3~9個で形成された密すい花序. ×0.8.
Thyrse formed with 3 to 9 flower buds. ×0.8.

略語の説明

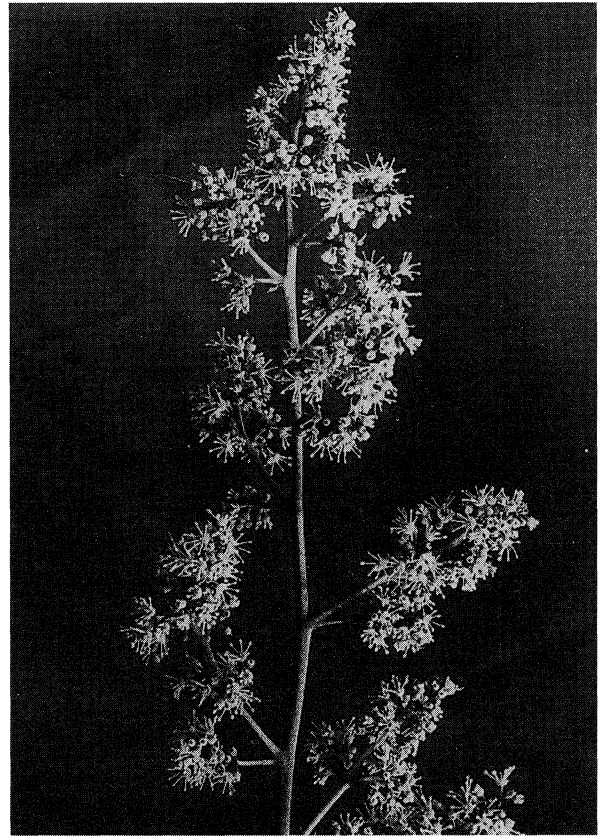
a : 葯, c : がく, fb : 花芽, o : 子房, pb : 1次花穂, p : 花粉, s : 柱頭, ta : 絨毯組織.

Abbreviation

a : anther, c : calyx, fb : flower bud, o : ovary, pb : primary panicle, p : pollen, s : stigma, ta : tapetum,



第5図. 両性花の開花(×0.12).
Fig. 5. Blooming of hermaphrodite flower(×0.12).



第6図. 雄花の開花(×0.12).
Fig. 6. Blooming of male flower(×0.12).

器官は外側から求頂的に¹³⁾, かつ連続して行われた. 両性花の雄ずいは形態的には認められたが, 開花しても開やくせず, 雄ずいとしての機能は認められなかった.

花房は3~9個の花芽による密すい花序(Fig. 4-D)を基本形として1~2次花穂上に着生し, 1~2次花穂で構成された花穂(枝梗)25~30本が主軸上に段状に着き, 全形的には円錐花序(花房)^{12, 22, 23)}となった(Figs. 5, 6).

考 察

南九州におけるハウス栽培レイシの花芽分化は12月以降に充実した枝の先端で行われる. レイシの花芽分化はまず主軸の先端の分化に続いて, 主軸の基部側に1次花穂, それに2次花穂が分化・発達する. このような花芽の分化・発達経過はマンゴー^{6, 10, 16, 24)}の花芽分化・発達過程とも類似していた.

Mustardら¹⁷⁾はレイシの花を雄花, 雌花および不完全両性花に分類し, また, 不完全両性花は品種により発現の程度が大きく異なることを報告している. 本研究で用いた材料では不完全両性花の発現はほとんど認められなかった. 各花房当たり花芽総数はTable 2に示すとおりで, 花房によりかなりの変異が見られた. 両性花の発現数は総花芽数の1割くらいであった. 同一花房内の開花は両性花および雄花が同時に開花することはなく, 性別の発現は雄花→両性花→雄花, あるいは両性花→雄花→両性花→雄花の順の2タイプ¹⁵⁾がほとんどであった.

第2表. 花序当たりの花芽数.

Table 2. Numbers of flower per inflorescence

花の性 Flower type	着生数 Numbers of flower
両性花 Hermphrodite flower	181±96
雄花 Male flower	1,594±620
計 Total	1,775±450

レイシの花芽分化期は気象条件, 生産地および品種等によって異なり, Groff²⁾は0~5℃, Young²⁵⁾は0~7℃で花芽分化を促進すると報告している. Menzel and Paxon¹⁴⁾は11℃では枝梢の生長は停止し, 花芽分化が始まることを認めている. また, Nakata and Watanabe²⁰⁾は自然条件下では夜温が18℃以下に低下した30日後には花芽を肉眼で確認している. 一般に北半球ではレイシの花芽分化期は11月から1月の間である^{13, 19, 22, 23)}. 本研究のハウス栽培では, 日平均最低気温が11℃に低下した12月下旬には花芽分化を開始した. このようにレイシの花芽分化は17~18℃以下の低温に遭遇することで促進されることは明らかである. 一方, レイシは0℃に6時間遭遇させると若芽は寒害を受け⁸⁾, -2.8℃以下の条件に長時間置かれると枯死に到る^{8, 11)}ことから, 降霜の強い地域での栽培は不可能である.

花芽の分化と発達には日長依存性はなく²⁰⁾, 花芽分化から開花までは休眠も認められない^{14, 23)}. Nakata and Watanabe²⁰⁾は13.9℃以下では花芽分化後60~70日で開花に到ったことを報告しているが, 本研究では日最低平均気温11.2~11.7℃のハウス内気温で花芽分化後45日で開花しており, 花芽分化から開花までの期間はNakata and Watanabe²⁰⁾の報告とほぼ類似した.

果樹類の花芽分化から開花に至るまでの日数を見ると, 落葉樹のナシは6月下旬~7月上旬^{1, 9)}, モモは7月下旬~8月下旬^{3, 4)}に花芽分化し, 秋までには花器は完成するが開花は翌春であり, 8ヶ月以上を要している. これに対し常緑樹のウンシュウミカン^{7, 12)}は1月下旬に花芽分化を開始し, 約100日後の5月上旬に開花する. ビワは7月下旬²¹⁾に花芽を分化し, 開花までに90~100日を要する. また, 草本生のパッションフルーツは好適環境条件下では開花までの日数は60日である⁵⁾. レイシの場合45日であり, パッションフルーツ同様果樹類の中では花芽分化開始より開花までの期間が短いことは, 亜熱帯果樹の特性の一つと思われる.

1花房の開花期間は30~42日であった. 1花房での花芽分化は花穂頂部から基部に向けて連続的に分化することと, 低温期間での分化・発達であり, 花房全花芽の開花には長い日数を要するものと思われた. この点について今後両性花および雄花ごとの詳細な解剖学的な調査を行いたい.

要 約

1992年から1993年にかけて鹿児島大学指宿植物試験場ビニルハウス栽培のレイシ在来品種を用いて花芽分化とその発達について形態的観察・調査を行った.

1. 花芽分化期は12月30日頃であった。
2. まず枝の先端の生長点がドーム状になり、花芽に分化した。それに続いて、その下位に1次花穂が、さらに、この花穂に2次花穂が分化・発達した。花序は雌雄混株である。
3. 各花器の分化・発達は求頂的に連続して行われた。
4. 花芽分化後の花芽の発達は急速に進み、分化後45日で開花し、全花房の開花の所要期間は30~42日であった。

文 献

- 1) 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 Hort. Soc., **55**, 258-265 (1986)
- 2) Groff, G.: Some ecological factors involuved in succesful lychee culture. Proc. Fla. St. Hort. Soc., **56**, 134-155 (1943)
- 3) 江口康雄：桃の花芽分化期及び其発生に就いて。農及園, **3**, 875-892 (1928)
- 4) 江口康雄：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) 石畑清武・新堂高広・岩堀修一：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。鹿大農学術報告, **39**, 103-119 (1989)
- 6) 石畑清武：南九州におけるハウス栽培マンゴーの花芽分化に関する研究。園学雑, **64別2**, 182-183 (1995)
- 7) 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 (1953)
- 8) Joubert, A. T.: The litchi. Rep. S. Afr. Dept. Agric. Tech. Bull. Serv., **389**, p.21 (1970)
- 9) 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いて。農及園, **8**, 987-1002 (1993)
- 10) Lanuza, E. A.: Notes on bud differentiation in Carabao mango (*Mangifera indica* L.). Philip. J. Agric., **10**, 131-151 (1939)
- 11) Lynch, S. T.: The effect of cold on lychees on the calcaeous of southern Florida. Proc. Fla. St. Hort. Soc., **73**, 359-362 (1959)
- 12) 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)
- 13) Menzel, C. M.: The control of floral initiation in lychee. A review. Scientia Hort., **21**, 201-215 (1983)
- 14) Menzel, C. M. and Paxon, B. F.: The effect of temperature on growth and dry matter production of lychee seedling. Scientia Hort., **26**, 17-23 (1985)
- 15) 水野宗衛・石畑清武：レイシの受精に関する研究。アセトンによる花粉採取と発芽について。園学要旨, **昭61秋**, 138-139 (1986)
- 16) Mustard, M. J. and Lynch, S. J.: Flower-bud formation and development in *Mangifera indica*. Bot. Gaz., **105**, 136-140 (1946)
- 17) Mustard, M. J., Liu, S. Y. and Nelson, R. O.: Observation of floral biology and fruit setting in lychee varieties. Proc. Fla. St. Hort. Soc., **66**, 210-212 (1954)

- 18) 長井實孝：薩摩藩博物學年表。鹿児島高等農林学校開校廿五周年記念論文集， p.291-323 (1934)
- 19) Nakata, S. and Suehisa, R.: Growth and development of *Litchi chinensis* as affected by soil-moisture stress. *Amer. J. Bot.*, **56**, 1121-1126 (1969)
- 20) Nakata, S. and Watanabe, Y.: Effects of photoperiod and night temperature on the flowering of *Litchi chinensis*. *Bot. Gaz.*, **127**, 146-152 (1966)
- 21) 大野正夫・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)
- 22) Pandry, V. A. and Bajpai, P. N.: Studies on blossom bud differentiation and ontogeny in litchi var. Kalkatta and Rose-Scented. *Indian J. Sci. Indust.*, **3**, 90-102 (1969)
- 23) Shukla, R. K. and Bajpal, P. N.: Blossom bud differentiation and ontogeny in litchi (*Litchi chinensis*). *Indian J. Hortic.*, **31**, 226-228 (1974)
- 24) Singh, L. B.: The mango. p.54-58, Leonard Hill, London (1968)
- 25) Young, T. W.: Some climate effects on flowering and fruiting of 'Brewster' lychees in Florida. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, **83**, 362-367 (1970)

Summary

A morphological investigation of flower bud differentiation and development using a domestic variety of greenhouse-cultivated litchi was conducted from 1992 to 1993 at the Ibusuki Experimental Botanical Garden, the Faculty of Agriculture, Kagoshima University. The results obtained were as follows.

1. Flower bud differentiation occurred around December 30.

2. First, the growing point of the shoot became dome-shaped, which implied the differentiation of the flower bud. Then, the apex of the main axis became distinctly multi-lobed, followed by the emergence of primary panicles in the lowerpart of main axis. Furthermore, secondary panicles differentiated in the primary panicles. The inflorescences were polygamous in nature.

3. Differentiation and development of flower organs, such as calyx, pistile, stamen, etc., took place acropetally, in a continuous manner.

4. After flower bud differentiation, the flower buds developed rapidly and bloomed within 45 days. Thirty to 42 days were required for all of the flowers to full bloom.