檬果花器構造之探討[1]

楊紹榮[2]，李國權[3]，張武男[3]

摘　要

楊紹榮・李國權・張武男・1990・檬果花器構造之探討。台南區農業改良場研究彙報24：65～72。

檬果花器在萼片及花瓣形成後，以功能雄蕊之分化及發育最早，次爲退化雄蕊，雌花器之心皮發育最遲。當花穗抽出後花器之分化暨發育仍持續進行。小花綻放後調查得知：檬果花穗著生雄花、兩性花暨不完全兩性花等三種小花，以雄花最多，不完全兩性花所佔比率最少、不足1%。單一小花之功能雄蕊平均爲1枚，惟凱特及懷特檬果易產生2枚或3枚之功能雄蕊；單胚型愛文及海頓檬果小花之退化雄蕊平均爲4.5枚，凱特2.8枚，而多胚型本地種檬果則無明顯退化雄蕊。單一小花偶會產生2枚、3枚或4枚子房之畸形花，供試品種以愛文檬果最易發生。

關鍵詞：檬果・雄花・兩性花・花性表現。

前　言

檬果（*Mangifera indica* L.）原產印度、緬甸等地區爲熱帶及亞熱帶地區[21]之重要經濟果樹。本省檬果自民國49年愛文檬果等品種推廣種植後，栽培面積劇增[1]，迄今全省檬果種植面積已達16,722公頃[2]。早期檬果栽培、結實及產量尚佳，惟民國64年起連續數年發生結實率偏低現象，經諸多學者調查發現檬果結實不良原因可能與花器形態特性、氣候環境不良暨肥培管理失調有關[3.5.8]。事後雖亦採取了諸多改進措施，惟除民國70年生產過盛外，迄今單位面積產量仍未臻理想。

鑑於花器形態表現爲檬果初期著果率高低之主要影響因子[21.29]，故有關花器構造及發育之探討殊屬必要。在國外Sturrock氏等諸多學者[12.14.16.17.18.20.22.24.26.27]已有頗多報導，惟本省僅張氏[7.9.10]及許氏[4]有少許敍述，因此本研究擬就本省栽培環境下進一步探討檬果經濟栽培品種之花器構造俾供未來產期調節暨穩定結果之參考。

材料及方法

本試驗從民國75年9月至民國77年4月分別於台中中興大學園藝系果園及台南縣新化鎮台南區農業改良場新化分場進行，供試品種爲盆栽愛文、海頓檬果嫁接苗（75年9月2及3日種植，塑膠盆內徑

1．本文爲第一作者碩士論文之一部份。台南區農業改良場研究報告第177號。

2．台南區農業改良場助理研究員。

3．國立中興大學園藝系教授。

爲 37cm，高 25cm）；七年生愛文（Irwin），海頓（Haden），懷特（White）及本地種檬果暨二十年生愛文、海頓、凱特（Keitt）及本地種檬果。當前述供試品種被取樣花穗之第一朵小花開啓後，逐日或隔日記錄已開雄花、兩性花及不完全兩性花數，並以鑷子摘除，俟最後一朵花開展時即停止調查。另取愛文、海頓、本地種、凱特及懷特等品種花穗，每品種每花穗逢機選取 30 朵已開雄花及兩性花，分別調查退化雄蕊及功能雄蕊數目。不同花性小花除了以解剖顯微鏡觀察拍照外，同時進行掃描式電子顯微鏡鏡檢，取尚未開啓小花蕾（以解剖刀處理後）暨已開雄花、兩性花及發育不全兩性花先用 3%戊二醛（Glutaraldehyde）溶液（以 1 M磷酸爲緩衝液，PH 6.8－7.4）在 4–6℃固定 2 小時，再用 1%四氧化鋨（O_sO_4）（以 1 M磷酸爲緩衝液，PH 6.8－7.4）固定 4 小時，以酒精系列脫水，然後以液態二氧化碳臨界點乾燥，再以離子覆膜機（ion coater）在樣品外表鍍抹一層金粉，使用 Baush and Lomb（manolab 2100）掃描式電子顯微鏡觀察，加速電壓爲 15 kv。

結　　果

利用掃描式電子顯微鏡觀察得知：檬果花器在萼片及花瓣形成後，以功能雄蕊（functional stamen）發育最早（圖 1），隨後退化雄蕊（Staminodes）顯現，雌花器之心皮則漸次突起，惟據調查當花穗主花軸抽出 3cm，而其基部第一或第二分支長度在 1.5cm時，鏡檢 0.1cm大小之花蕾得知：雌花器的分化尚未完全形成（圖 2）。當花穗充分伸長且花朵開始綻放時調查愛文、海頓、本地種、凱特及懷特等五品種花穗，結果顯示檬果小花有雄花（圖 3），兩性花（圖 4）暨不完全兩性花（圖 5）等三種花性。單一花穗所佔比率以雄花最多，依品種而異，懷特最多平均爲 88.8%，本地種 82.4%，海頓81.1%，愛文 65.5%，懷特最少 50.2%。雄花心皮退化或皺縮（圖 6）。兩性花之心皮發育成球形子房，著生於五裂花盤上，花柱側生，柱頭不顯著。不完全兩性花除子房縮小，花柱變短外，其餘均和兩性花相同，其在花穗所佔比率最小，且依品種而有不同。海頓平均爲 0.18%，本地種 0.24%，愛文 0.86%，懷特略多，佔 2.4%。雄花暨兩性花均具退化雄蕊及功能雄蕊，退化雄蕊數目依品種而異，以愛文、海頓較多，平均 4.5 枚，凱特 2.8 枚，懷特 1 枚，而本地檬果則無明顯之退化雄蕊（圖 7）。又愛文、海頓之兩性花偶亦可見十餘枚之退化雄蕊（圖 8）。單一小花之功能雄蕊平均爲 1 枚，惟亦有 2 或 3 枚功能雄蕊之小花（圖 9）。此種小花以凱特及懷特品種最易發生。通常兩性花具 1 個子房，惟有時單一小花具有 2 個或 3 個之畸形子房（圖 10A 及 B），其產生之多寡依品種而異（圖 11）。

從圖 11 得知本地種、海頓及愛文等品種均會產生畸形子房，惟以以愛文檬果最易發生，甚至產生 3 子房之單一小花。

討　　論

一般而言，檬果花芽分化及發育可歸納爲 4 個時期，而小花之花器原體在第三階段形成[11]，小花不同花器構造之發育依序爲萼片、花瓣、功能雄蕊、退化雄蕊、心皮及花盤[23]。Juliano 及Cuevas 氏[14]亦指出心皮爲最後形成之花器，分化期間心皮遭受干擾會導致不完全兩性花形成。Sturrock 氏[27]調查 40 朵愛德華（Edward）檬果小花發現有 23 朵小花爲兩性花，另外 17 朵小花則具有 3 種不同退化程度之胚珠。第一種爲小花子房形狀縮小，胚珠萎縮；第二種爲小花子房外部萎縮（deterioration）且胚珠皺縮；第三種爲小花子房外觀退化成點。

本研究愛文、海頓、本地種及懷特等檬果小花鏡檢顯示除雄花（圖 3）及兩性花（圖 4）外，尚可發現如 Sturrock 氏所敍述之第一種不完全兩性花（圖 5 A）及第二種不完全兩性花（圖 5 B）。又雄花經電子顯微鏡鏡檢（圖 6）顯示心皮退化或皺縮，如同 Sturrock 氏所敍述之第三種小花。本研究不完全兩性花在單一花穗所佔比率僅 0.18－2.4%。惟 Singh 及 Sharma 氏[25]在印度調查不同時期抽穗之 Langra，Chausa 和 Bombay Green 檬果均發現有不完全兩性花存在且早期抽穗者比率高達 10－20%。

Sturrock 氏[28]指出不完全兩性花形成有兩個可能：第一爲花穗早期發育之頂芽所開小花經常是兩性花，故推想到早期產生之小花可以發育其內部生殖器官，而那些較後發育之小花則不能充分而完全地形成其內部生殖器官。第二爲低溫傷害之影響，或謂低溫對於植株之營養器官不致有傷害，惟植株生殖器官可能已受害。

Laksriminarayana & Aguilar 氏[15]則指出海頓檬果若溫度低於 10℃以下，對於年幼或正發育胚之退化扮演著重要角色。Sauco[19]亦指出檬果花期之低溫會導致胚退化。陳[6]指出 0.2%氯化鈣（$CaCl_2$）及 0.5%硼酸（H_3BO_3）之葉面噴施對檬果樹體生理代謝有促進作用，沒有處理的，花穗滿開期後之花柄氨基酸態氮減少，由於構成蛋白質原料之氨基酸不足，子房發育因而受影響。本研究調查發現品種特性影響不完全兩性花之形成，至於是否有其他原因，則待進一步探討。

Singh 及 Sharma 氏[25]指出畸形花對檬果結實有不利之影響。本研究愛文、海頓及本地種檬果小花均會產生多子房之畸形花，且又以愛文檬果小花最易發生（圖 11）和張氏之調查[10]相同。又新化及台中地區 1986 至 1987 年之調查結果（資料未列出）顯示 11 月及 3 月抽穗之小花均可產生多子房之畸形花，以 12 月及 2 月低溫期間較易發生，其中又以 12 月份抽穗小花產產生最多。張氏[9、10]亦指出 30℃高溫及 15℃低溫均可產生多子房之畸形花。

Mukherjee 氏等[17.20.24.27]發現檬果雄花及兩性花花器之雄蕊羣中，通常僅具有一枚功能雄蕊（functional stamen），惟有時會產生 2 枚或極爲罕見的 3 枚功能雄蕊[14.17]。退化雄蕊（staminodes）通常有 4－5 枚[18.20.26]。在印度曾發現具有 10 枚退化雄蕊之花原體[16]又品種不同，退化雄蕊數目亦異[22]，凡此均和本研究之調查結果大體一致。

另從圖 1 及圖 2 得知檬果花穗剛抽出時，其雌花器之發育尚未完全形成，由於調查得知檬果花穗平均長度爲 22.4cm，因此當花穗充分伸長迄全部小花綻放過程中，有不少小花仍繼續進行花器之分化暨發育。由於檬果抽穗後花芽分化及發育仍陸續進行，據此可做爲果農在肥培管理及藥劑施用上之參考。

由於從花芽分化迄小花全部綻放完成所需時日甚久，其受環境因素影響亦大，如有些小花在低溫期花芽分化而其發育卻延至較高溫度進行，花器形態表現因而受影響。

光照、水份、營養狀況及植物生長素等均可影響某些園藝作物之花芽或花器構造發生變化[13]，故檬果花器形態構造之變化除受遺傳特性及溫度左右外，可能尚受其他因素影響。

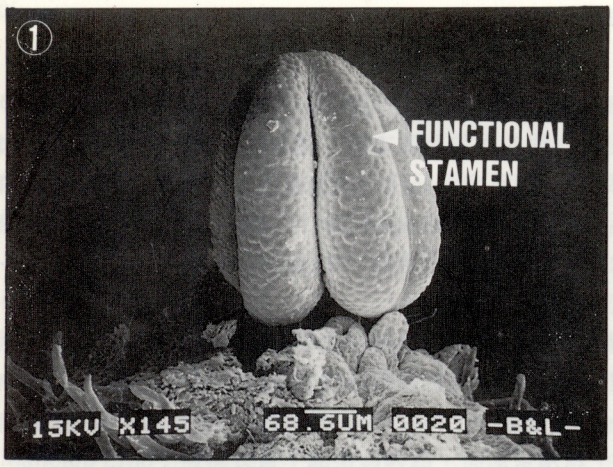

圖 1. 檬果小花功能雄蕊之發育

Fig. 1. The development of functional stamen of mango floret

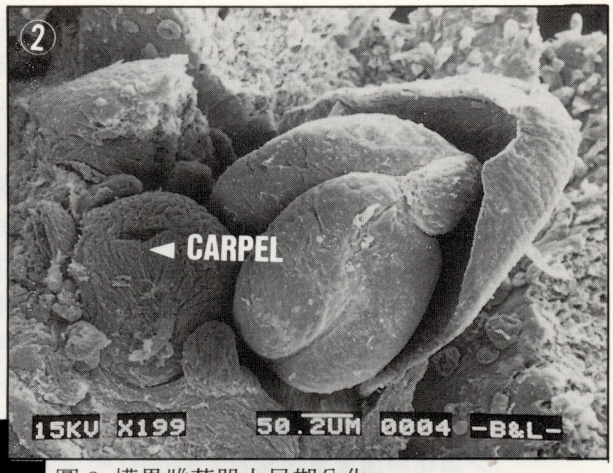

圖 2. 檬果雌花器之早期分化

Fig. 2. The early initiation of gynoecium of mango flower

圖 3. 檬果雄花

Fig. 3. Male flower of mango (*Magifera indica L.*) optical micrograph (OM 25 X)

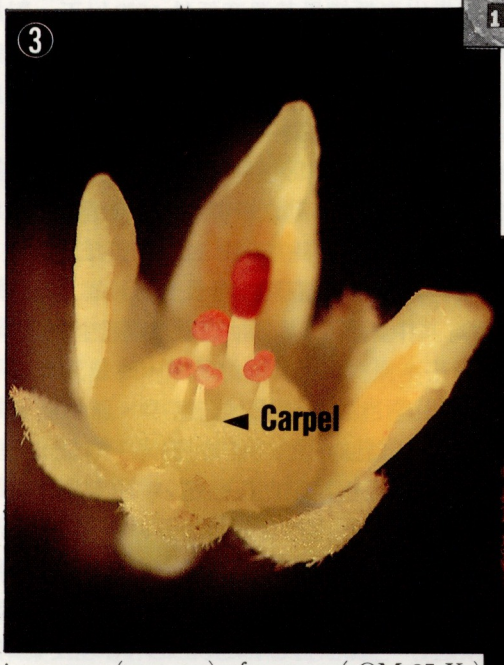

圖 4. 檬果兩性花

Fig. 4. Hermaphrodite flower of mango (OM 25 X)

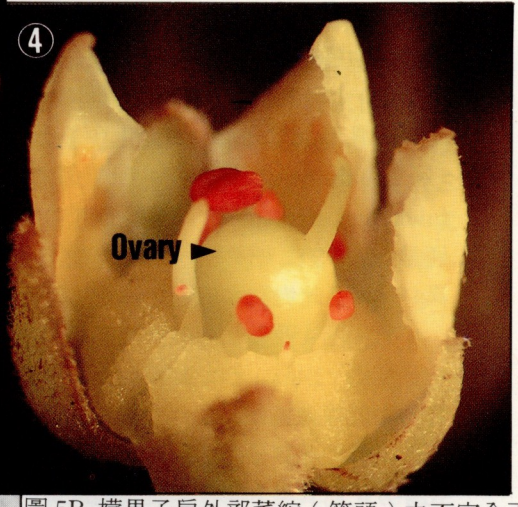

圖 5A. 檬果子房形狀縮小 (箭頭) 之不完全兩性花

Fig. 5A. Imperfect flower with reduce-size ovary (arrow) of mango (OM 25 X)

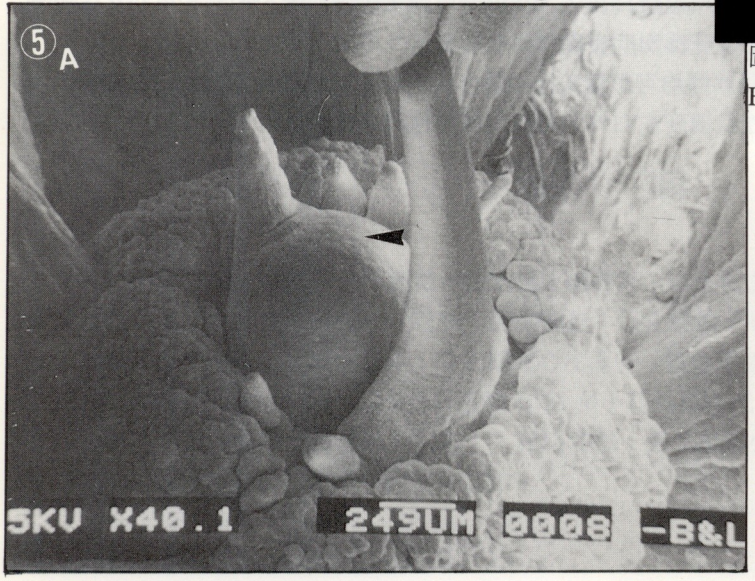

圖 5B. 檬果子房外部萎縮 (箭頭) 之不完全兩性花

Fig. 5B. Imperfect flower with externaly deteriorated ovary (arrow) of mango (OM 25 X)

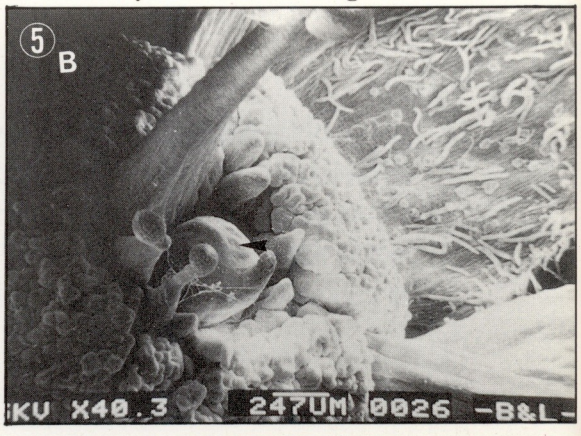

圖 6. 檬果雄花之心皮退化皺縮（箭頭）

Fig. 6. Male fower with degenerate carpel（arrow）of mango

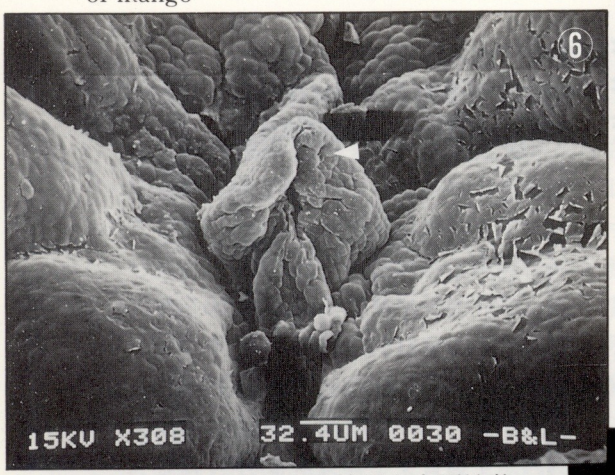

圖 7. 本地種檬兩性花（左）及雄花（右）之退化雄蕊（箭頭）不明顯

Fig. 7. Hermaphrodite（left）and male（right）flowers of Native mango with scarcely notice- able staminodes（arrow）（OM 25 X）

圖 8. 海頓檬果具多枚退化雄蕊（箭頭）之兩性花

Fig. 8. Hermaphrodite flower of Haden mango with multiple staminodes（arrow）（OM 25 X）

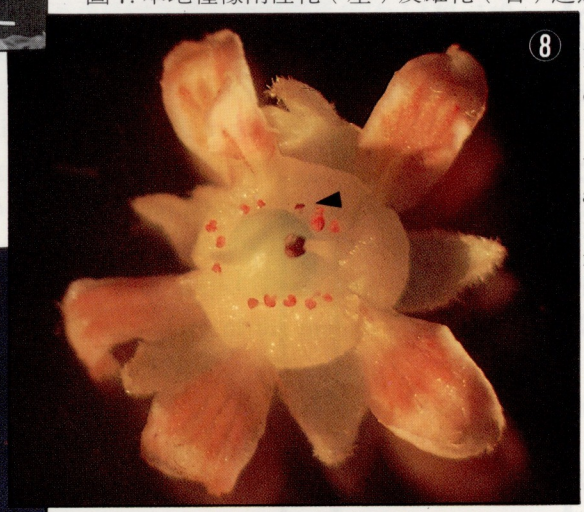

圖 9. 凱特檬果具 3 個功能雄蕊（箭頭）之雄花

Fig. 9. Male flower of keitt mango with three functional stamens（arrow）（OM 25 X）

圖 10. A. 愛文檬果具雙子房（箭頭）之兩性花

Fig. 10. A. Hermaphrodite flower of Irwin mango with two ovaries（arrow）（OM 25 X）

圖 10. B. 愛文檬果具參子房（箭頭）之兩性花

Fig. 10. B. Hermaphrodite flower of Irwin mango with three ovaries（arrow）（OM 25 X）

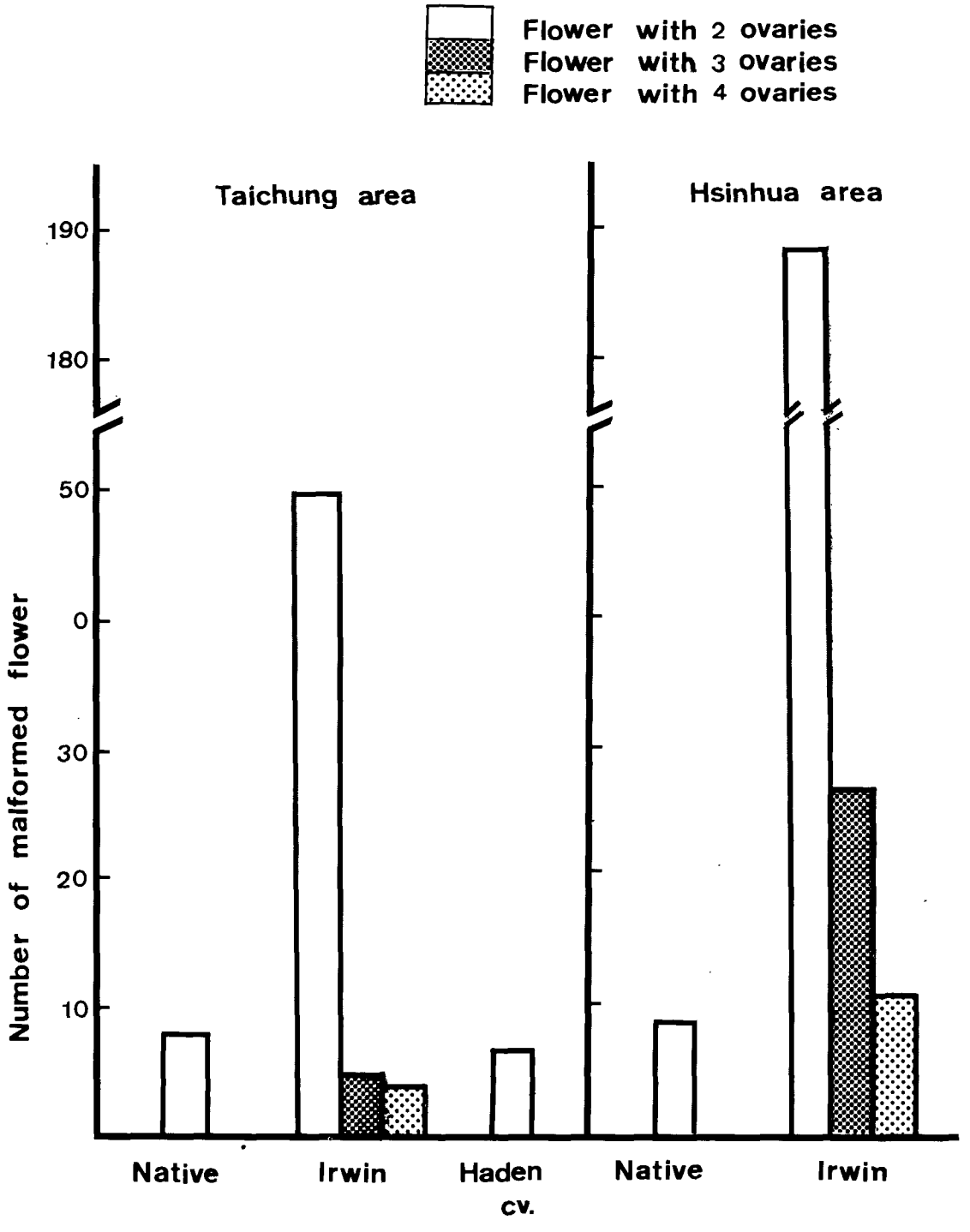

圖 11. 不同品種檬果畸形子房發生數目

Fig. 11. Number of malformed flowers of three mango cultivars in Hsinhua and Taichung areas

參考文獻

1. 王炘.曾錫恩.1965.自美國引進之檬果品種之性狀調查報告.中國園藝 11（1,2）：8−12.
2. 台灣農業年報.1988.台灣省政府農林廳編印.
3. 林俊彥.1980.台灣檬果結果不良原因之探討・台灣農業 16(5)：55−58.
4. 許仁宏.1982.檬果小花的分化與發育.中華農業研究 31(4)：313−320.
5. 黃子彬.1987.檬果著果率偏低問題之探討.農情周刊 21 期 P.28
6. 陳文孝.1979.檬果開花結實之生理研究(一)鈣與硼素對開花結實之影響.科學發展月刊.7(2)：1220−1230.
7. 曾夢蛟.張武男.1983.溫度與生長素對檬果開花結實之影響.中國園藝 29(2)：87−95.
8. 張振宙.陳吉雄.樊莉莉 1979.玉井檬果結果不良原因之調查.中國園藝 25(4)：140−149.
9. 張武男.1983.檬果畸型果實發生原因及防治方法研究.中央加速農村建設補助計畫報告（未發表）.
10. 張武男.1984.環境因子對檬果花性及畸形花產生之研究.中央加速農村建設補助計畫報告（未發表）.
11. Bakr,E.I.,K.M.Abdalla. and A.Ismail.1981.Floral differentiation in mango as affected by growth regulators,ringing and defoliation.Egypt.J.Hort.8(2)：161−166.
12. Chacon,R.,R.L.Bernandez and G.Sancho.1984.Floral biological study of five mango（*Mangifera indica L.*）cultivars in Costa Rica's high central valley.Fruits 39(5)：329−333，360−361.
13. Halevy, A.H. 1985. Handbook of flowering. Vol. 1−5 CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
14. Juliano, J.B. and N.L. Cuevas. 1932. Floral Morhology of the mango（*Mangifera indica* L.）with special reference to the Phillipines. Philipp Agric. 21: 449−464.
15. Lakshminarayana, S. and P.H. Aguilar. 1975. Effect of orchard heating in reducing parthenocarpic fruit in Haden mango. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 88: 502−505.
16. Maheshwari, P. 1934. The Indian mango. Curr. Sci. 3: 97.
17. Mukherjee, S.K. 1953. The mango-Its botany, cultivation, uses and future improvements, especially as observed in India. Econ. Bot. 7: 130−162.
18. Pimental, R.B., R.E. Coronel and R.R.C. Espino. 1984. Floral biology and fruit set in mango（*Mangifera indica* L.）cultivars:."Carabao","Pico" and "Kancha Mitha". Philipp. J. Crop. Sci. 9(1): 47−51.
19. Sauco, V.G. 1979. Actual situation, problems and prospects of mango development in the Canary Island. Acta. Hort. 102: 7−14.
20. Scholefield, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. Scientia Hort. 16(3): 263−272.
21. Singh, L.B. 1960 a. The Mango: Botany, cultivation and utilization. Leonard Hill, London.
22. Singh, R.N. 1954. Studies in floral biology and subsequent development of fruits the mango（*Mangifera indica* L.）varieties Dasheri and Langra. Indian J. Hort. 11: 69−88.
23. Singh, R.N. 1958. Studies in the differentiation and develonment of fruit buds in mango（*Mangifera indica* L.）varieties Dashehari and Langra. Indian J. Hort. 11: 1.
24. Singh, R.N., P.K. Majumdar and D.K. Sharma. 1965 Studies on the bearing behaviors of some South Indian varieties of mango（*Mangifera indica* L.）under conditions. Trop. Agric.（Trin.）42: 171−174.

25.Singh, R.N. and D.K. Sharma. 1972. Some pollination problems in mango. Acta Hort. 24: 134–138.
26. Smith, J.H.E. 1979. B.1. Climatic requirements for mango. Citrus and Subtrop. Fruit Res. Inst. Nelspruit.
27.Sturrock, T.T. 1966. The mango inflorescence. Pro. Fla. St. Hort. Soc. 70: 336–369.
28.Sturrock, T.T. 1969. Degenerate mango varieties. Pro. Fla. St. Hort. Sc, 82: 321–324.
29. Wolstenholme, B.N. and P.D. Mullins. 1982. Flowering. pollination and fruit set in mango-A discussion of limiting factors. S. Africa Mango Grower Assoc.Res. Rpt. 5–11.

Study of Floral Morphology of Mango (*Mangifera indica*)[1]

YANG, S.R [2], K.C Lee [3] and W.N CHANG [3]

Summary

The order of differentiation and development of flower bud of mango were functional stamens, followed by staminodes and the carpel was the last development organ. The differentiation of florets will be lasted after the paincle emerged. The one of functional stamen were observed in both of cultivars of Irwin, Haden. Keitt, White and Native mango, but sometime 2 or 3 of functional stamens were produced in cvs of Keitt and White mango. The staminodes were average 4.5 for cvs Irwin and Haden and 2.8 for Keitt mango, but there are scarcely noticeable staminodes founded in Native mango. Multiple carpels (2–4) also were observed in a flower, especially in cv. Irwin. The mango panicle consists of male, hermaphrodite and imperfect flowers. The imperfect flowers are the least abundant (less than 1 %) among the three categories of flowers.

---

1 : This paper is a part of M.S thesis (1988) of the senior author.contribution No. 177 from Tainan District Agricultural Improvement Station

2 : Assistant horticulturist, Tainan District Agricultural Improvement Station
3 : Professor, Department of National Chang Hsing University