



## Pollination Ecology of *Apis cerana* Fab. and *Apis mellifera* L. on Plum 【Research report】

### 東方蜂(*Apis cerana*)和西方蜂(*Apis mellifera*) 在李花上授粉生態比較 【研究報告】

Shu-Young Chang, Feng-Kuo Hsieh, Chi-Tung Chen\*, and Kai-Kwang Ho  
張世揚、謝豐國、陳吉同\*、何鑑光

\*通訊作者E-mail: [mite01@mdais.gov.tw](mailto:mite01@mdais.gov.tw)

Received: 2001/04/09 Accepted: 2001/06/06 Available online: 2001/09/01

#### Abstract

This experiment was conducted in a plum orchard in which half-and-half peach root-stocked plums and California plums are cultivated. Two colonies of *Apis cerana* and five colonies of *Apis mellifera* were moved in before flowering to investigate the pollinating ecology of the two pollinator species. The plum blooming period was 21 d, and there were more than six flowers per twig from the 7th to 12nd days after blooming. The pollination activity of *A. cerana* on plums peaked between 0900 and 1100 h, while that of *A. mellifera* peaked between 1100 and 1300 h, coinciding with the time period of daytime gathering of maximal amount of plum pollen for both species. The number of foraging bees on blooming plums decreased with increasing distance from plums to the beehive. However, the high-stem planting surrounding the orchard created a wall effect that resulted in similar number of foragers on plums 50 and 150 m from the beehive. During the plum blooming period, the total number of non-plum pollen pellets gathered by *A. cerana* has a 13.5-fold increase compared with that of plum pollen pellets. But the number of plum pollen pellets gathered by *A. mellifera* was 2.6 fold higher than the number of non-plum pollen pellets. The final fruit sets were 8% and 13% of the initial number of flowers for bagged and non-bagged twigs, respectively, for peach root-stocked plums, and were 0% and 5%, respectively, for California plums.

#### 摘要

本試驗於種有桃接李與加州李各約0.5 ha之果園內，放置2箱東方蜂(*Apis cerana*)和5箱西方蜂(*A. mellifera*)，進行兩種蜜蜂在李樹開花期間之授粉生態調查。李花期有21天，始花後第7-12天，每枝條上平均有6朵花以上，授粉用蜜蜂應於第5-6天移入果園內。東方蜂訪李花高峰為上午9至11時，西方蜂則為11至13時，該訪花時段亦為兩種蜜蜂一天中採集李花粉最多時段。西方蜂在李樹上之數量，以距離蜂箱50 m以內者最多，距巢越遠而逐漸減少，但果園周圍高莖作物形成圍牆效應，使距蜂群150 m李樹上蜜蜂數與50 m處者相近。東方蜂在李樹上之數量則不受蜂群距離影響。李樹開花期間，東方蜂採集其他植物花粉粒數量是李樹之13.5倍，西方蜂採集李花粉粒數量則為其他植物之2.6倍。桃接李花經套袋不授粉後，採收果數是原花量之8%，不套袋者採收果數是原花量之13%；加州李則分別為0%與5%。

**Key words:** *Apis cerana*, *Apis mellifera*, pollination, plum.

**關鍵詞:** 蜜蜂、授粉、李

Full Text: [PDF\(0.34 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

# 東方蜂(*Apis cerana*)和西方蜂(*Apis mellifera*)在李花上授粉生態比較

張世揚 農委會動植物防疫檢疫局 臺北市重慶南路二段 51 號  
謝豐國 國立自然科學博物館 臺中市館前路 1 號  
陳吉同\* 農委會苗栗區農業改良場 苗栗縣公館鄉館南村 261 號  
何鎧光 國立臺灣大學昆蟲系 臺北市羅斯福路四段 113 巷 27 號

## 摘 要

本試驗於種有桃接李與加州李各約 0.5 ha 之果園內，放置 2 箱東方蜂(*Apis cerana*) 和 5 箱西方蜂(*A. mellifera*)，進行兩種蜜蜂在李樹開花期間之授粉生態調查。李花期有 21 天，始花後第 7-12 天，每枝條上平均有 6 朵花以上，授粉用蜜蜂應於第 5-6 天移入果園內。東方蜂訪李花高峰為上午 9 至 11 時，西方蜂則為 11 至 13 時，該訪花時段亦為兩種蜜蜂一天中採集李花粉最多時段。西方蜂在李樹上之數量，以距離蜂箱 50 m 以內者最多，距巢越遠而逐漸減少，但果園周圍高莖作物形成圍牆效應，使距蜂群 150 m 李樹上蜜蜂數與 50 m 處者相近。東方蜂在李樹上之數量則不受蜂群距離影響。李樹開花期間，東方蜂採集其他植物花粉粒數量是李樹之 13.5 倍，西方蜂採集李花粉粒數量則為其他植物之 2.6 倍。桃接李花經套袋不授粉後，採收果數是原花量之 8%，不套袋者採收果數是原花量之 13%；加州李則分別為 0%與 5%。

關鍵詞：蜜蜂、授粉、李

## 前 言

李花原產於中國大陸長江沿岸地區，於 200 餘年前引入本省栽培，目前約有五千公頃，以苗栗縣、台東縣、南投縣及台中縣為主要栽培區。李主要有 20 多個種，經濟樹種分為亞洲李(*Prunus salicina*)和歐洲李(*P. domestica*)兩大系統，全世界約有 2000 多李

品種，本省栽培者，不超過 15 品種(Kang, 1970)。李花芽著生於當年生枝條上，於元月中旬開始萌芽，旋即開花，雌雄同花，花藥 10-20 枚，有些品種之柱頭突出於花藥之上，不利於授粉。李品種多有自體授粉不親和性或雜交不親和現象，歐洲李及亞洲李都是自體授粉不結果種類(Dickson and Smith, 1953)。在自體授粉不結果品種，充分之雜交授粉

\*論文聯繫人  
e-mail:mite01@mdais.gov.tw

(cross pollination)與提供適當之雜交品種成為兩個影響產量之因素(Keulemans, 1990、1994)；即使是自體授粉結果品種，如果提供其他品種做雜交授粉，亦可提高產量(Bajwa *et al.*, 1990)。因此李果園中必須混植約10%的雜交授粉樹，離授粉樹近者，其結果量較多(Free, 1962)。李花粉發芽適溫為23-24℃，低溫影響花粉發芽率(Keulemans, 1990)；花期若遇陰雨，將妨礙授粉，且花粉黏重，風力無法完成授粉工作，雖然熊蜂和切葉蜂(Calzoni and Speranza, 1998)及麗蠅類能幫助授粉，但李開花期間，正值寒冬，自然授粉昆蟲有限，人工飼養之蜜蜂成了最佳授粉昆蟲(Free, 1962; Hooper, 1936)。

李開花期間，花期僅有10-14天，花粉不足以吸引傳粉昆蟲(Philip and Congdon, 1955)，利用李花養蜂價值亦不高，且元月期間，本省多數蜂農將蜂群移去採集較具經濟價值的茶花或油菜花粉，一方面蓄養蜂群，準備於三月開始從南部到中部，依花期遊牧式採集荔枝及龍眼蜜，因此李花多依賴野生東方蜂(*Apis cerana*)完成授粉，一旦野生蜂群數量減少，則明顯影響李樹結果量。本研究試驗前先行調查李花性狀及測定花期，進而移入蜂群，探討西方蜂(*Apis mellifera*)與東方蜂在本省李子園內之授粉生態與行為，包括進出蜂箱數、訪花族群及採集行為調查等，並比較其間之差異，據以探討引進西方蜂為李花授粉之實用性與可行性。

## 材料與方法

### 一、試驗李園花期之測定及蜂群之放置

於苗栗縣大湖鄉武榮村選一約1公頃之李子園，栽種之李樹有桃接李及加州李二種，分別各約有半公頃，各樹間距3m，開花期間至

試驗完成，未施任何藥劑。於1991年1月27日，在2種李品種上各選取30枝10-15cm含花苞之枝條，均分為各含15枝條之兩組，其中一組以防蚊尼龍塑膠袋套上，防止蜜蜂授粉；另一組開放做為對照。記錄開放每枝條上之花苞數，隨後每天計算各枝條上開花數與剩餘花苞數，以枝條上每天平均花數，做為估算花期之依據。花期結束後第1週及第6週調查套袋枝條結果數，最後計算成熟採果數。東方蜂2群與西方蜂5群，前者為含5巢片工蜂蜂群，後者為含8巢片工蜂蜂群，同時於李樹開花前移入果園內，放置在距果園邊緣15m處。由於正處冬季，試驗期間以人工花粉餅與果糖溶液輔助餵飼蜂群，並做適當管理，以維持蜂群強勢及正常授粉工作。

### 二、李花上昆蟲族群之調查

在距離蜂群所在位置各25、50、75、100、125及150m處，分別標示3棵李樹，藉由定時錶及掌上型計數器，每天分別自上午9時至下午5時，每隔2h駐足於標示之李樹周圍，計算一分鐘內在李花上見到之訪花者數量。故每一距離上之每棵樹，每天有5次計算每分鐘內訪花者數量；而每隔2h之時段上，共有18(6x3)棵李樹要計算每分鐘內之訪花者數量。不同距離之每棵李樹上每天每分鐘訪花者數量，為在該距離之3棵李樹上，每天所有時段每分鐘所算得數量之平均值；而每天各不同時段每分鐘之訪花者數量，則為在所有距離之3棵李樹上，不同時段每分鐘所算得數量之平均值。因試驗期間訪花者族群共調查15天，上述訪花者數量為15天之總平均值。另於李園中隨機選取25棵李樹，每隔2h計算每棵樹上一分鐘內見到之訪花者數量，每天計算5次，其總和作為每棵李樹上該天之訪花者族群數量；李開花期間每棵樹上之訪花者數

量，為調查 15 天之總平均值。

### 三、工蜂進出蜂箱及採集花粉數量計算

李開花期間，選東方蜂與西方蜂各一箱，在蜂箱巢門口放置花粉採集器，每天自早上 9 時至下午 5 時，每隔 2 h 移走花粉採集器，將花粉粒自集花粉盒內倒出收集；收集花粉後，在另一箱之東方蜂與西方蜂蜂箱門口，以掌上型計數器計算各蜂群工蜂一分鐘內進出之數量，共計算 15 天。每天每分鐘工蜂進出數量，則為 15 天每分鐘計算所得數量之平均值；各時段上每分鐘進出蜂之數量，為 15 天之該時段計算所得數量之平均值。試驗用蜂群於各時段收集的花粉粒，於室內將李花粉粒單獨與其它花粉粒區別，每天各時段花粉粒之總和，即為每天蜂群收集之總花粉粒數量；各時段花粉粒數量為 15 天之總平均值。

## 結果與討論

### 一、李花期

本試驗中，由 10 15 cm 之短枝條上花苞數及開花數估算結果，顯示李花自 1 月 29 日開花至 2 月 18 日結束，花期共計有 21 天，每一枝條從平均有 17 個花苞(表一)至開花後第 9 天(2 月 6 日)，每一枝條上花數最多達 8 朵，開花後第 7 至 12 天，平均每天每枝條上有 6 朵花以上，可謂是開花盛期，平均每天花量是總花量之 9%。Stephen (1961)認為李樹開花達 1/3 時，應引進西方蜂開始授粉，本調查結果顯示本省李樹開始開花後第 5-6 天，開花數即達原花苞數之 1/3，亦即授粉用蜜蜂最好於開始開花後第 5-6 天引進，以因應盛花期之授粉工作。開花第 12 天以後，平均每枝條所剩花苞為原有花苞之 10%，花期已接近尾聲，此刻移走授粉用蜂群，對李結果量影響不

大。2 月 14-15 日連續陰雨，使大量花朵凋落，每枝條平均剩不到一朵花，顯示李花期間，陰雨除阻礙蜜蜂授粉外，亦直接打落花朵，影響李樹結果量。

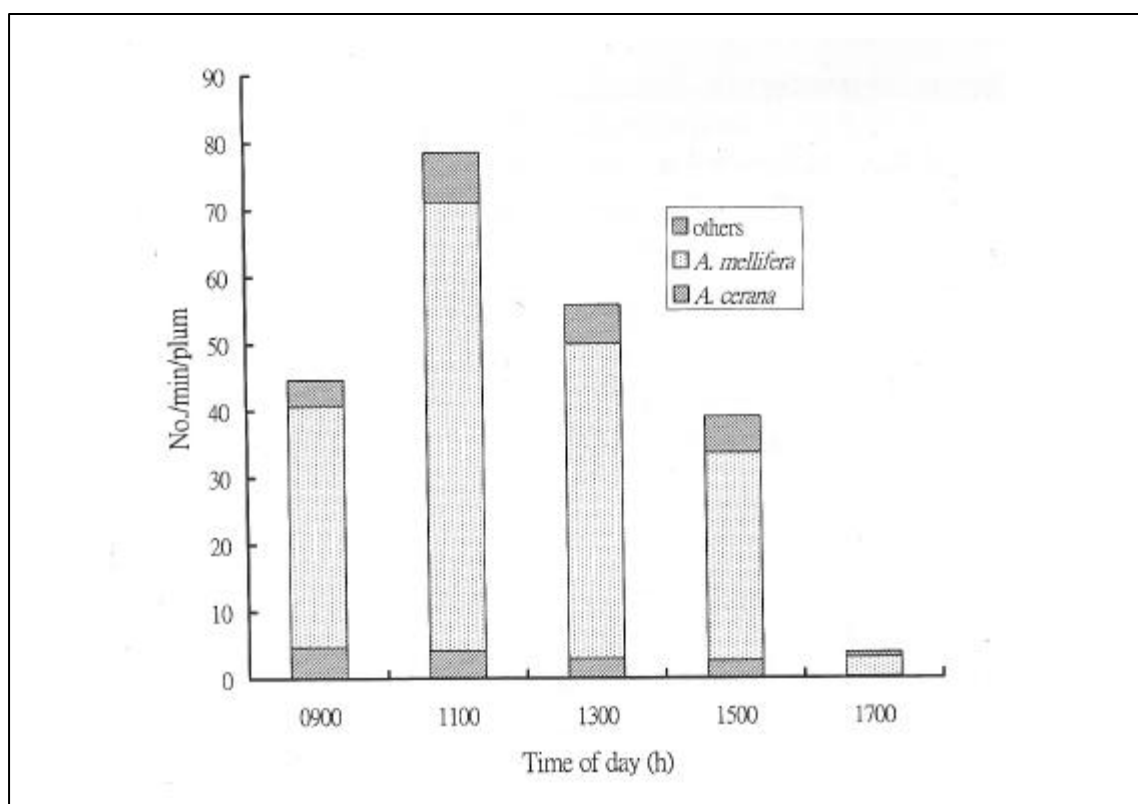
表一 李樹開花枝條上之平均花苞與花數量

Table 1. The average number of flower buds and flowers per twig on a blooming plum tree in 1991

Date	Number/twig (mean±SD)	
	Flower bud	Flower
Jan. 27	17.1±6.4	0
29	16.6±6.0	0.6±0.9
30	15.5±5.6	2.0±2.5
31	14.8±5.6	2.8±2.4
Feb. 2	13.2±6.1	4.2±2.6
3	11.7±5.7	5.4±2.7
4	9.2±4.7	6.5±3.6
5	8.9±4.6	6.3±3.5
6	6.0±4.4	8.0±4.3
7	4.8±4.3	7.7±4.2
8	4.0±3.5	6.5±3.9
9	2.7±3.0	6.7±4.3
10	1.7±2.3	4.7±4.2
11	1.0±2.0	3.3±3.7
12	0.7±1.5	3.1±3.5
13	0.6±1.5	1.4±1.8
16	0	0.5±0.9
17	0	0.4±0.9
18	0	0.1±0.3

### 二、訪花族群

李花期間除了陰雨天外，白天分別於距蜂群 25 m 起至 150 m 處，在各相距 25 m 處，於不同調查時段上，訪花昆蟲族群共調查 15 日結果顯示，李花上西方蜂的數量明顯多於其它昆蟲與東方蜂，除了 9 時之數量外(36 : 4.6)，西方蜂在各調查時段之數量(2.8 至 67)，均為東方蜂(0.2 至 4.1)之 10 倍以上。其它昆蟲中主要為蠅類，其在花上數量(0.8 至 7.4)與東方蜂相差不多(圖一)。東方蜂於早上 9 時即活躍於李花上，此時之數量與 11 時之數量相



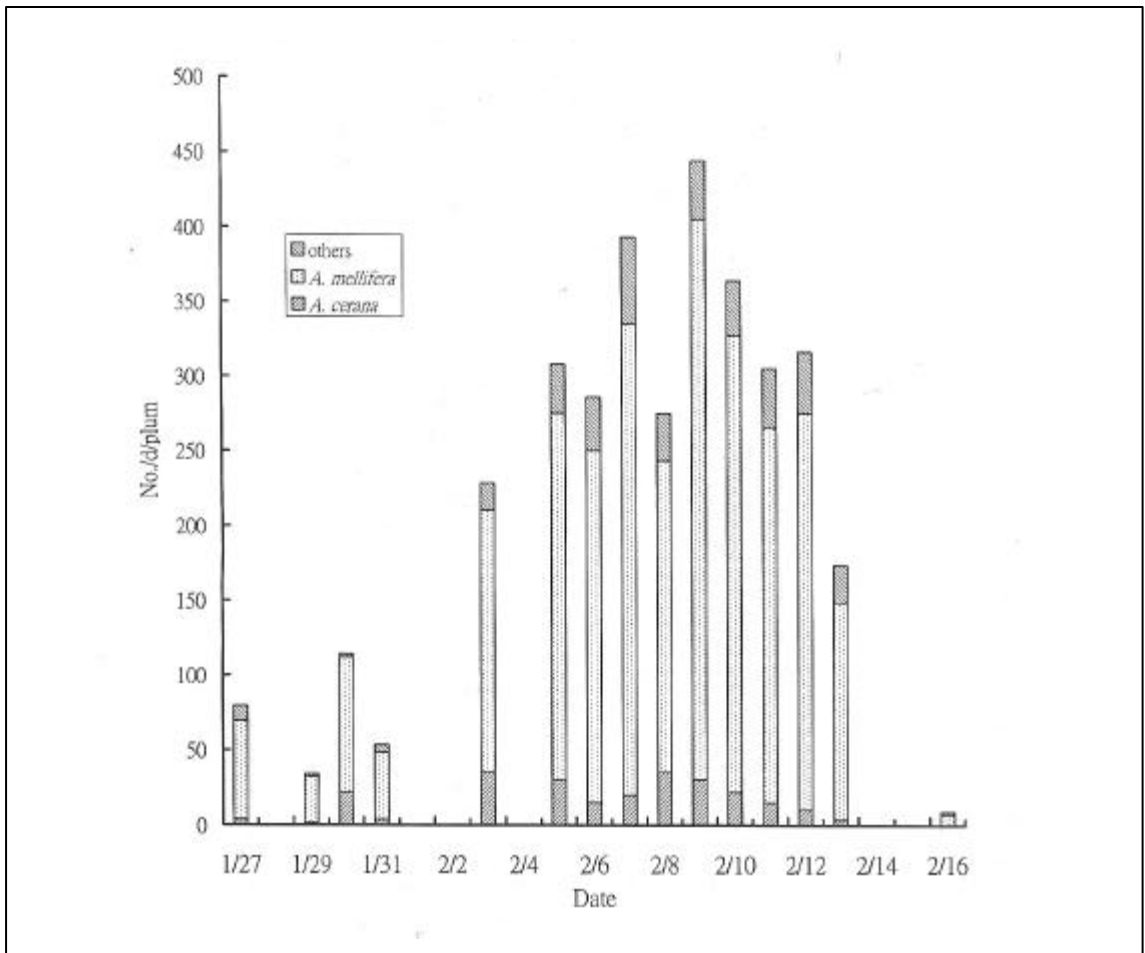
圖一 開花李樹上平均每天不同時間之訪花昆蟲數量。

Fig. 1. The average number of foragers per minute on a blooming plum during daytime.

當(4.6與 4.1)，但在下午 1 時及 3 點時之數量 (2.9 及 2.6) 漸減少，至下午 5 時，李花上已幾乎見不到東方蜂(0.2)。於早上 11 時，平均每分鐘內可見到 67 隻西方蜂在李花上採集，約為 9 時數量(36)之兩倍，隨後於下午 1 時及 3 時逐漸減少，但數量仍在 30 隻以上，至 5 時為 3 隻以下。由授粉昆蟲於李花上一天中活動結果顯示，李花期間如需施用藥劑，應於下午 3 時以後施用，以防止殺死授粉昆蟲，影響結果量。

李樹開花期間，平均每天花上之訪花族群數量(圖二)，顯示西方蜂是主要授粉昆蟲。李樹開花後 3 天內，開花數仍少於 20%，李樹花上西方蜂數量每日平均仍少於 50 隻(圖二)，始

花後第 6 天(2 月 3 日)，開花數約已達 30%，花上西方蜂數量明顯增至每日約 170 隻，至開花後第 15 天(2 月 12 日)，此期間亦正是李開花盛期，花上蜂數量一直維持在 200 隻以上。當李花數剩下原花苞數約 30% 時(2 月 10 日)(表一)，經 2 天後(2 月 13 日)花上西方蜂數量便明顯下降(圖二)，顯示出西方蜂對李花的明顯採訪行為，約發生在李開花數達 30% 時，與 Stephen (1961) 認為李花開 1/3 時引進蜜蜂之建議相吻合。這可能與西方蜂一窩蜂的採集行為有關(Ribbands, 1949)，在高密度花源情況下，其傾向於集中採集大蜜源區域，直到粉蜜源逐漸枯竭時，才擴大採集範圍，此種“蜂海”戰術明顯使其它昆蟲無法接近花上採集，



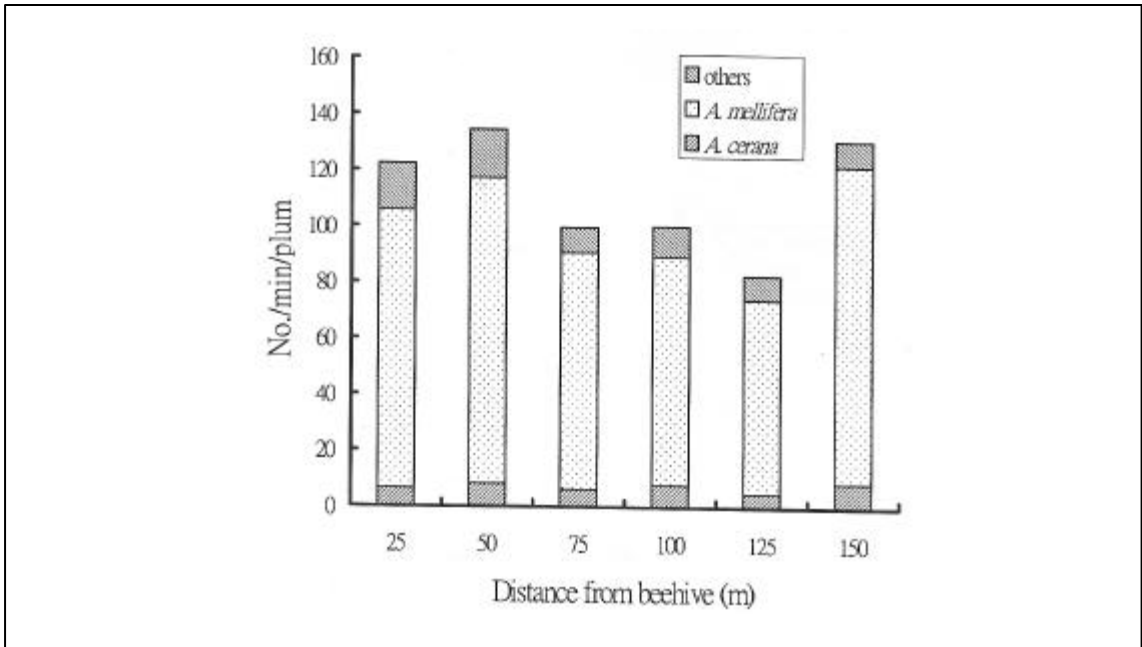
圖二 每棵李樹開花期間每天平均訪花昆蟲之數量。

Fig. 2. The daily average number of foragers on a plum tree during the blooming period.

使西方蜂成為主要授粉昆蟲。但在缺少西方蜂的李樹果園內，當地野生東方蜂便成為主要授粉昆蟲(Bhalla et al., 1983)。本試驗中，東方蜂在李花上數量不多，除了受到西方蜂競爭外，亦可能與其具有採集零星蜜源能力及分散性的採集行為有關(Sakagami, 1960)。

李樹花上採集蜂的數量有隨距蜂群愈遠逐次遞減趨勢，於 50 m 處有 110 隻，至 125 m 處減少為 70 隻，但在距蜂群 150 m 處又增加至 120 隻，此因果園外圍即為竹林，形成圍牆效應，使外勤蜂不再飛越竹林，逗留在附近

果樹花上採集，使採集蜂數量相對提高，而使該處訪花蜂數略高於 50 m 處之蜂數(圖三)。竹林形成之防風牆效果及提升果園內溫度，可提高訪花昆蟲活動量(Free, 1960; 1964)，亦有助於導引蜜蜂前往採集粉蜜，尤其在李開花之低溫期，多數訪花昆蟲尚未出現時(McGregor, 1976)，此防風增溫效果更加明顯。西方蜂受到距離蜂箱遠近之影響較東方蜂明顯，後者在距蜂箱不同距離之李樹花上數量，並無明顯差異，亦無表現出與西方蜂相同之距離效應，顯示東方蜂與其他訪花中主要之



圖三 離蜂箱不同距離之開花李樹上每分鐘之訪花昆蟲數量。

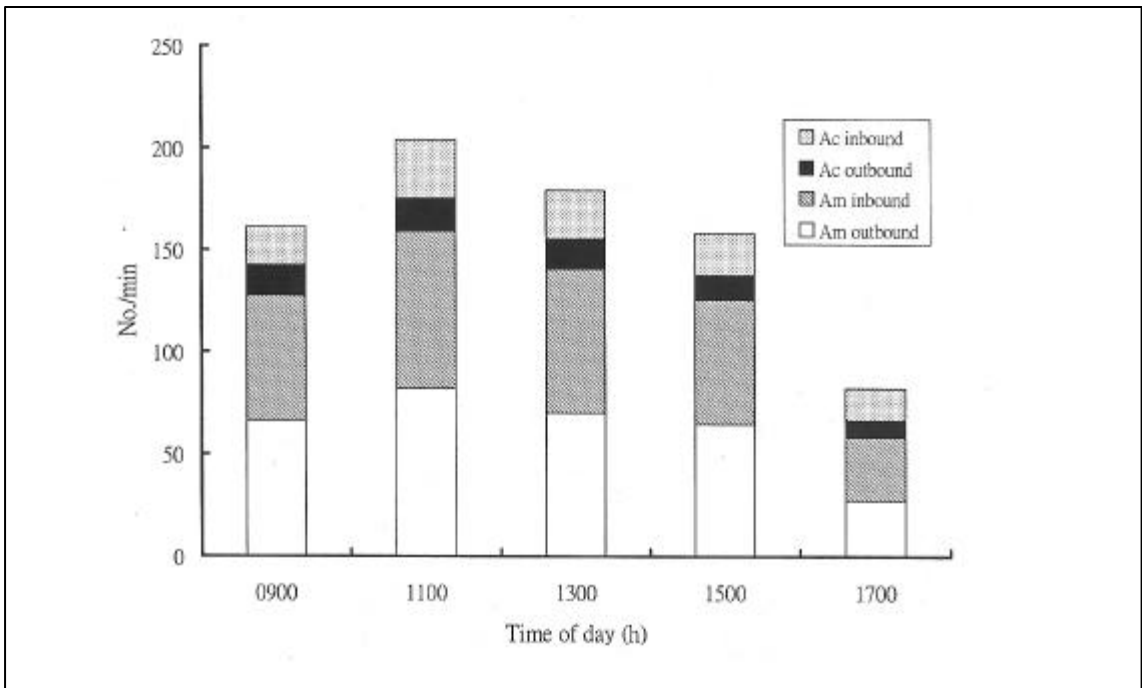
Fig. 3. The average number of foragers per minute on a blooming plum located at various distances from the beehive.

蠅類昆蟲類似，在李果園中屬於較為逢機式之訪花行為。Free (1962)發現愈靠近蜂群之李樹結果數愈多，每英畝(約 4050 m<sup>2</sup>)放置一群 (Stephen, 1961)，或可數群放在果園中央易於管理，兩蜂場間距離不要超過 150 碼(約 137.2 m) (Philip and Congdon, 1955)。依本試驗之結果，李樹上授粉蜂數量以距蜂群 25 m 及 50 m 處最佳，故距蜂群 50 m 半徑內之李樹授粉效果最好，因每棵樹之產量與蜜蜂造訪次數呈直線關係 (Calzoni and Speranza, 1998)，所以授粉用西方蜂群放置在李果園內相隔約 100 m，可以達到最佳產量；但如以東方蜂為主要授粉昆蟲時，蜂箱位置對授粉結果影響可能不明顯。

### 三、採集蜂活動量

採集蜂於蜂箱門前進出之數量，可用於說明該蜂群之授粉價值(Moeller, 1973)，具有越

多外勤蜂族群，就有越多採集蜂進入田間為果樹進行授粉(Vansell, 1942)。本試驗中，東方蜂與西方蜂，進出蜂箱時間主要在下午 3 時以前，而以上午 11 時及下午 1 時較多(圖四)，兩種蜂各別進入與出外蜂箱之工蜂數量相差不多，但各調查時段所計算之外勤蜂數量，西方蜂之總數約為東方蜂之 2-4 倍(圖四)。李花期間，平均每天每分鐘之外勤蜂數量，西方蜂亦遠高於東方蜂(圖五)。此外，東方蜂無論在一天中各調查時段(圖四)，或是在李花期間蜂箱門口計數每天之進出蜂數(圖五)，其結果皆顯示東方蜂進入蜂箱之數量比出外者多，但西方蜂則無此趨勢，是否意味著東方蜂出外之採集活動時間比西方蜂短，則有待探討。本試驗中使用之蜂群，西方蜂群在人為管理下，是為工蜂占滿八巢片之強盛族群，相較於東方蜂之難於飼養管理，各蜂群僅有占滿五巢片蜂，工蜂族群約為西方蜂之一半，採集蜂活動量顯然遠



圖四 李樹開花期間東方蜂與西方蜂白天不同時間每分鐘進出蜂箱之平均數量。

Fig. 4. The average number of inbound and outbound *A. cerana* or *A. mellifera* foragers per minute in daytime during the blooming period of plum.

不及西方蜂，因此東方蜂授粉效果顯不如西方蜂。

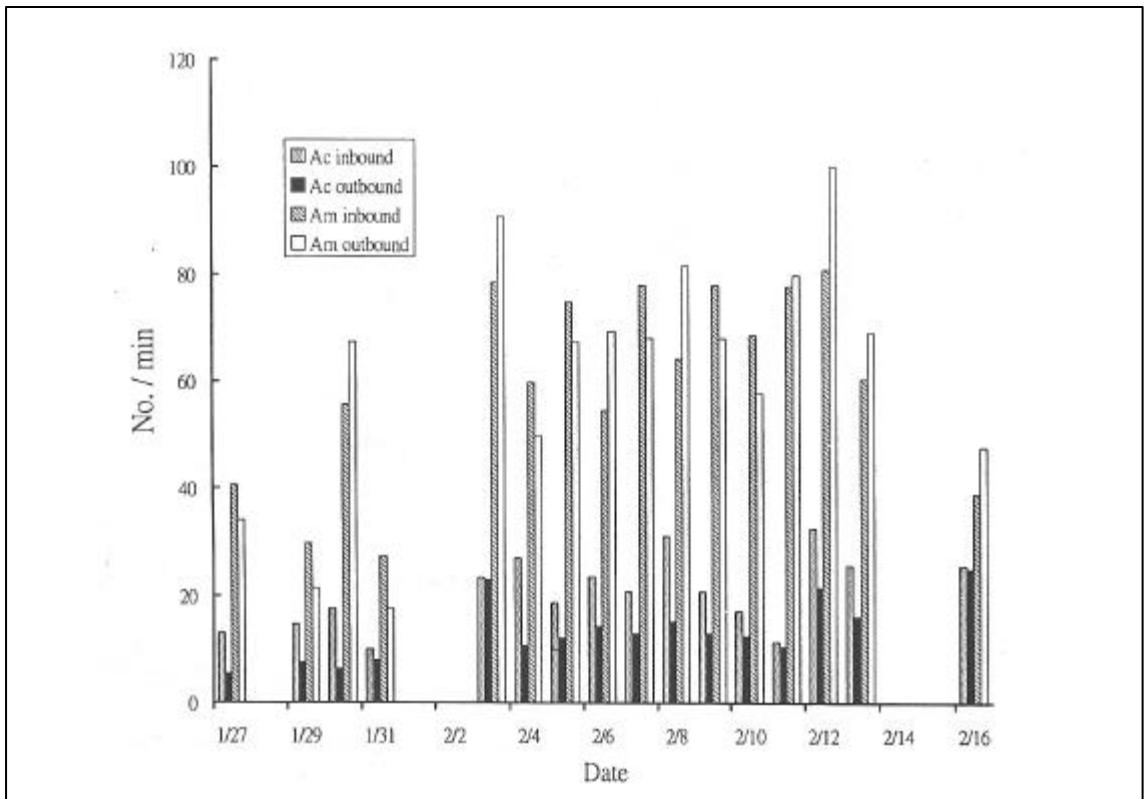
李開始開花後至 1 月 31 日，適逢鋒面接近，陰雨天致使兩種蜂之活動量降低，2 月 1-2 日之雨勢使工作停頓，而 2 月 3 日放晴後，工蜂因受到兩天陰雨禁閉在蜂箱內，必須飛出蜂箱排遣，以致造成進出蜂箱之蜂數量驟然增加(圖五)，此乃蜂群自然現象，並非蜂群正常之活動情況。此後至 2 月 12 日止，李樹上每一花枝條上平均仍有三朵花以上(表一)，外勤蜂之活動數量頗為一致，西方蜂進出巢門之外勤蜂平均每天每分鐘約有 180 隻，仍多數前往李花上採集，如圖二之西方蜂族群所示；但東方蜂外勤蜂於最後三天之活動量，由平均每分鐘之 22 隻(2 月 11 日)增加至 50 隻(2 月 12 日)，卻未見李花上之東方蜂族群有相同增加趨勢(圖二)，採集李或其它植物花粉粒之數量亦未

增加(表二)，因此推論該三天進出蜂箱之大部份工蜂為新工蜂(-1 wk old)之定位飛翔(orientation flights)，並非全是從事採集之外勤蜂。

#### 四、蜜蜂採花粉行為

由於採花粉蜂比採花蜜蜂碰觸柱頭的機會多，因此採花粉行為具有較高的授粉效率(Robinson, 1979; Thorp, 1979)，蜂巢內如有大量的幼蟲，則可刺激蜂群採花粉行為(Free, 1967; Todd and Reed, 1970; Moeller, 1977)，提高蜂群花粉採收量。本試驗期間，西方蜂採集之李花粉粒數量遠多於東方蜂，亦比其它植物花粉粒多(表二)，可見其為李花之授粉蜂。雖然東方蜂蜂群放在果園內，其外勤蜂主要採集果園外其它植物花粉(表二)，此種捨近求遠的採集行為，是否因受西方蜂競爭或





圖五 李樹開花期間東方蜂與西方蜂每天每分鐘進出蜂箱之平均數量。

Fig. 5. The daily average number of inbound and outbound *A. cerana* or *A. mellifera* per minute during the blooming period of plum.

本省李花對本地東方蜂品種不具有吸引力，則不得而知。1月31日鋒面來襲時之低溫(18)，使西方蜂之外勤蜂數量明顯降低(圖五)，其在李花上之採粉量僅為前一天之一半，但對其他植物之採粉量並無減少(表二)，顯示低溫影響西方蜂在李花上之授粉工作。東方蜂受低溫之影響，雖然外勤蜂數量略減(圖五)，在其他植物上之採粉量反而明顯增加(表二)，因此於18下，並不影響東方蜂採集行為。受到前兩天陰雨影響，2月3日兩種蜂之外勤蜂數雖然增加很多，西方蜂採集之花粉粒數量與1月30日相比，或東方蜂與1月31日比較結果，總採粉量卻未明顯增加(表二)，顯示正如前述，多數工蜂是在陰雨後外出排遺完即返

巢，並無進行採集行為，採集蜂數量可能與前述日期者一樣。為何東方蜂在雨後第一天採集多量李花粉(表二)，亦不得而知。

試驗期間白天之平均溫度介於18-25之間，並不影響蜜蜂正常飛行活動(Gary, 1979)，於早上9時，李樹上東方蜂與西方蜂平均每分鐘內已分別可見到約5隻和36隻工蜂採集(圖一)，但由於早晨花上露水使李花粉更加黏重，收集不易，使9時收集到之李花粉粒數量遠低其它時段收集者(表三)，東方蜂在李花上採集花粉主要時段為早上9時至下午1時，雖然其在李花上之外勤蜂數量維持到下午3時(圖一)，但此時已明顯採不到花粉(表三)。西方蜂在李花上採集活動隨溫度升高而增

表二 李開花期間東方蜂與西方蜂每天採集花粉粒總數

Table 2. The total daily number of pollen pellets gathered by a colony of *Apis cerana* and *A. mellifera* during the blooming period of plum \*

Date	Number of pollen pellets			
	<i>Apis cerana</i>		<i>Apis mellifera</i>	
	plum	others	plum	others
Jan. 27	0	168	1,036	707
29	0	1,203	4,692	1,417
30	3	282	6,497	1,263
31	0	1,484	2,273	1,232
Feb. 3	242	1,045	6,555	554
5	7	351	18,310	6,228
6	-	-	3,751	1,313
7	-	-	6,684	609
8	-	-	10,267	695
9	0	111	9,853	7,065
10	78	520	16,018	5,868
11	105	383	16,660	5,962
12	9	144	8,122	5,590
13	7	199	14,028	6,901
16	2	260	224	1,955
Total	454	6,148	124,969	47,359

\* Pollen pellets were collected by a pollen trap at 2-h intervals from 0900 to 1700 h.

表三 李開花期間東方蜂與西方蜂平均每天不同時段內平均採集花粉粒數量

Table 3. The average number of pollen pellets gathered by a colony of *Apis cerana* and *A. mellifera* in daytime during the blooming period of plum

Collection period	Number of pollen pellets/day(mean±SD)			
	<i>Apis cerana</i>		<i>Apis mellifera</i>	
	plum	others	plum	others
before 0900	2.8±10.5	101±318	167±426	158±368
0900-1100	19.0±59.9	129±179	2,099±2,021	705±550
1100-1300	6.8±22.4	145±219	3,233±2,555	913±804
1300-1500	1.0±2.2	23.5±26.7	2,043±1,683	738±687
1500-1700	0.6±2.2	9.9±15.3	787±869	640±640

加，其採花粉行為高峰自早上 9 時延續到下午 3 時，此採粉量結果與圖一所示在李樹上之活動時間相吻合，更顯示李花期中之噴藥作業應於下午 3 時後實施，以免影響蜜蜂授粉結果情形。

桃接李平均每小枝條之開花數量高於加州李(表四)，桃接李因具有自花授粉能力，花

經套袋後收成之果粒數約為總花數之 9%，開放授粉者約為 13%，加州李花則必須要經授粉後才有果實收成。因為李花有極顯著之落果現象(Kang, 1970)，於比利時，Keulemans (1990)發現花數量與產量無絕對關係，花期中會因花蕊發育不全或未授精而落花，結果後會因胚停止發育造成落果，最後於果實成熟前又

表四 套袋與未套袋李樹枝條之開花數與結果數

Table 4. The average number of flower buds and fruit set on open and bagged plum twigs

Treatment	Initial flower buds	Fruit set after cessation of blooming/twig(mean±SD)		
		1 week	6 weeks	harvest
<i>Peach rootstock</i>				
open	72.1±26.6a	37.1±24.7a	24.5±16.9a	9.4±7.5a
bagged	68.7±26.6a	23.4±17.7a	13.2±12.6b	5.7±4.6a
<i>Cal. plum</i>				
open	45.9±13.3a	28.0±11.8a	13.9±6.1a	2.4±2.3a
bagged	49.5±17.6a	30.5±14.2a	7.6±6.5b	0b

Means with different letters within a column in a class of treatment are significantly different ( $P < 0.05$ ) using *t*-test.

會造成落果。由表四中顯示花謝後一週，套袋與否並未顯著影響結果量，至花謝後六週，套袋枝條之果數才顯著低於開放者；等到採收時，套袋並不影響桃接李品種結果數，加洲李則完全不結果。試驗結果顯示，雖然開放授粉枝條上初期有不少果粒，但並不代表蜜蜂授粉之效益，最後收成之果實數量，才是可用以評估之依據，而結合園藝學者，進行較大規模之推廣性試驗，應有助於釐清蜜蜂對本省李樹授粉之應用性。

## 引用文獻

- Bajwa, G. S., A. S. Bindra, J. S. Bal, and P. P. S. Minhas.** 1990. Problems of pollination and fertilization in plum. *Acta Hort.* 283: 157-162.
- Bhalla, O. P., A. K. Verma, and H. S. Dhaliwal.** 1983. Foraging activity of insect pollinators visiting stone fruits. *J. Entomol. Res.* 7: 91-94.
- Calzoni, G. L., and A. Speranza.** 1998. Insect controlled pollination in Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). *Scientia Hort.* 72: 227-237.
- Dickson, G. H., and M. V. Smith.** 1953. Fruit pollination. *Ontaria Agric. Coll. Circ.* 172pp.
- Free, J. B.** 1960. The pollination of fruit trees. *Bee World* 41: 141-151, 169-186.
- Free, J. B.** 1962. The effect of distance from pollinizer varieties on the fruit set on trees in plum and apple orchards. *J. Hort. Sci.* 37: 262-271.
- Free, J. B.** 1964. Comparison of the importance of insect and wind pollination of apple trees. *Nature* 201: 726-727.
- Free, J. B.** 1967. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. *Anim. Behav.* 15: 134-144.
- Gary, N. E.** 1979. Factors that affect the distribution of foraging honey bees. *Proceedings of 4th International Symposium on Pollination, Maryland Agric. Exp. Stn. Special Publication* 1: 353-358.
- Hooper, C. H.** 1936. Plums, notes on their pollination, order of flowering of varieties and insect visitors to the blossoms. *J. South East Agric. Col.*

38: 131-140.

- Kang, Y. D.** 1970. Plum. Taiwan Farm List. Vol. 1, pp. 782-788, Harvest Farm Magazine, Taiwan (in Chinese).
- Keulemans, J.** 1990. Cropping behaviour, flowerbud formation, pollination and fruit set of different plum cultivars in Belgium. Acta Hort. 283: 117-129.
- Keulemans, J.** 1994. Pollination and fruit set in self-incompatible plum cultivars. Acta Hort. 359: 269-277.
- McGregor, S. E.** 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. USDA Handbook no. 496.
- Moeller, H. E.** 1973. Timing of placement of colonies of honeybees for pollination of cranberries. J. Econ. Entomol. 66: 370-372.
- Moeller, F. E.** 1977. Managing colonies for pollen production. pp. 232-239, Proceedings of 26th International Agricultural Congress, Adelaide, Romania.
- Philip, G. L., and N. B. Congdon.** 1955. The relationship of nectar secretion and sugar concentration to insect pollination of plums (*Prunus* spp.). New Zealand J. Sci. Tech. 37: 196-206.
- Ribbands, C. R.** 1949. The foraging method of individual honeybees. J. Anim. Ecol. 18: 47-66.
- Robinson, W. S.** 1979. Effect of apple cultivars on foraging behavior and pollen transfer by honey bees. J. Am. Soc. Hort. Sci. 104: 596-598.
- Sakagami, S. F.** 1960. Two opposing adaptations in the post-stinging response of the honey bees - Studies on the Japanese honeybees. Evolution 14: 29-40.
- Stephen, W. P.** 1961. Bees and pollination of stone fruits. Oregon State Hort. Soc. Ann. Report 53: 78-79.
- Thorp, R. W.** 1979. Honey bee foraging behavior in California almond orchards. Proceedings of 4th International Symposium on Pollination. Maryland Agric. Exp. Stn. Special Publication 1: 385-392.
- Todd, F. E., and C. B. Reed.** 1970. Brood measurement as a valid index to the value of honeybees as pollinators. J. Econ. Entomol. 63: 148-149.
- Vansell, H. H.** 1942. Factors affecting the usefulness of bees in pollination. USDA Circ. no. 650.

收件日期：2001年4月9日

接受日期：2001年6月6日

# Pollination Ecology of *Apis cerana* Fab. and *Apis mellifera* L. on Plum

Shu-Young Chang Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, 51 Chungching S. Road, Sec. 2, Taipei 100, Taiwan.

Feng-Kuo Hsieh National Museum of Natural Science, 1 Kuandsein Road, Taichung 403, Taiwan.

Chi-Tung Chen\* Miaoli District Agricultural Improvement Station, 261 Kuannan Village, Kungkuan 363, Miaoli, Taiwan

Kai-Kwang Ho Department of Entomology, National Taiwan University, No. 27, Lane 113, Roosevelt Road, Sec. 4, Taipei 106, Taiwan.

## ABSTRACT

This experiment was conducted in a plum orchard in which half-and-half peach root-stocked plums and California plums are cultivated. Two colonies of *Apis cerana* and five colonies of *Apis mellifera* were moved in before flowering to investigate the pollinating ecology of the two pollinator species. The plum blooming period was 21 d, and there were more than six flowers per twig from the 7th to 12nd days after blooming. The pollination activity of *A. cerana* on plums peaked between 0900 and 1100 h, while that of *A. mellifera* peaked between 1100 and 1300 h, coinciding with the time period of daytime gathering of maximal amount of plum pollen for both species. The number of foraging bees on blooming plums decreased with increasing distance from plums to the beehive. However, the high-stem planting surrounding the orchard created a wall effect that resulted in similar number of foragers on plums 50 and 150 m from the beehive. During the plum blooming period, the total number of non-plum pollen pellets gathered by *A. cerana* has a 13.5-fold increase compared with that of plum pollen pellets. But the number of plum pollen pellets gathered by *A. mellifera* was 2.6 fold higher than the number of non-plum pollen pellets. The final fruit sets were 8% and 13% of the initial number of flowers for bagged and non-bagged twigs, respectively, for peach root-stocked plums, and were 0% and 5%, respectively, for California plums.

**Key words:** *Apis cerana*, *Apis mellifera*, pollination, plum.