



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Effects of Intraspecific and Interspecific Male Interference and Density on Reproduction and Longevity of the Bean Weevils *Callosobruchus chinensis* 【Research report】

綠豆象 (*Callosobruchus chinensis*) (鞘翅目：豆象科) 及四紋豆象 (*C. maculatus*) 雌蟲之繁殖與存活受同種或不同種雄蟲及其密度之影響【研究報告】

Jiunn-Yaw Lin and Shwn-Bin Horng\*

林俊耀、洪淑彬\*

\*通訊作者E-mail: [sbhorng@ntu.edu.tw](mailto:sbhorng@ntu.edu.tw)

Received: 2004/03/04 Accepted: 2004/03/24 Available online: 2004/03/01

### Abstract

The bean weevils of *Callosobruchus chinensis* and *C. maculatus* frequently infest seeds in the same storage house simultaneously. We observed a high frequency of interspecific courtship and mating attempts by these two bean weevils in the lab. Male interference may cause the loss of valuable oviposition time and energy of females, which in turn may affect the fecundity and longevity of females. In this study, the effects of intraspecific and interspecific male interference on the fecundity and longevity of female bean weevils were explored. The results showed that the fecundity and longevity of the females of these two species decreased with increasing conspecific or interspecific male density. However, effects of intraspecific and interspecific male interferences on fecundity or egg hatchability of these two bean weevils significant differed. The interspecific interference of males on the fecundity and longevity of females of both species was significantly higher than that of intraspecific interference. The fecundity and number of eggs hatched by *C. chinensis* were significantly reduced with increasing interspecific male density than with conspecific male density. In contrast, the effect of interspecific male interference with the fecundity and egg hatching of *C. maculatus* was higher than that of the intraspecific effect when male density was low. The number of eggs hatched by females of these two species decreased with increasing male density; however, male *C. maculatus* caused higher egg mortality for both species. Consequently, interspecific male interference is a crucial factor in interspecific competition of these two bean weevils. On the contrary, the reduction in longevity of females by interspecific and conspecific male interferences was similar.

### 摘要

綠豆象 (*Callosobruchus chinensis*) 及四紋豆象 (*C. maculatus*) 常同域發生，室內觀察常發現不同種的雄蟲對雌蟲進行求偶、甚至企圖交配的行為發生，此種行為對雌蟲有能量及時間的損失，可影響其繁殖或壽命進而影響其種間競爭關係等。因此進行試驗探討對綠豆象及四紋豆象雌蟲於同種或不同種雄蟲干擾下，其產卵數、卵孵化率及壽命的影響。結果顯示，隨著綠豆象與四紋豆象雄蟲密度增加，其干擾可造成雌蟲之產卵數及壽命顯著降低。比較同種及不同種雄蟲對雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響，顯示四紋豆象雄蟲對綠豆象雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響顯著較綠豆象雄蟲之作用為大；而綠豆象雄蟲在低密度時對四紋豆象雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響較大，高密度處理則四紋豆象雄蟲之干擾作用較顯著。顯示兩種豆象雌蟲受種間雄蟲干擾之影響一般較種內干擾嚴重，且兩種豆象雌蟲受種內及種間雄蟲干擾作用具顯著差異，可能是影響種間競爭之重要因子。由卵孵化率的分析顯示四紋豆象雄蟲對兩種豆象的卵均有較高的致死作用，且卵孵化率隨四紋豆象雄蟲密度增加而顯著降低。而雄蟲對壽命的影響在同種和不同種之干擾作用相近，推測可能不影響種間競爭結果。

**Key words:** *Callosobruchus chinensis*, *C. maculatus*, male interference, oviposition

**關鍵詞:** 綠豆象、四紋豆象、雄蟲干擾、產卵

Full Text: [PDF\(0.54 MB\)](#)

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

# 綠豆象 (*Callosobruchus chinensis*) (鞘翅目：豆象科) 及 四紋豆象 (*C. maculatus*) 雌蟲之繁殖與存活受同種或不同種 雄蟲及其密度之影響

林俊耀 洪淑彬\* 國立台灣大學昆蟲學系 臺北市羅斯福路四段 113 巷 27 號

## 摘 要

綠豆象 (*Callosobruchus chinensis*) 及四紋豆象 (*C. maculatus*) 常同域發生，室內觀察常發現不同種的雄蟲對雌蟲進行求偶、甚至企圖交配的行為發生，此種行為對雌蟲有能量及時間的損失，可影響其繁殖或壽命進而影響其種間競爭關係等。因此進行試驗探討對綠豆象及四紋豆象雌蟲於同種或不同種雄蟲干擾下，其產卵數、卵孵化率及壽命的影響。結果顯示，隨著綠豆象與四紋豆象雄蟲密度增加，其干擾可造成雌蟲之產卵數及壽命顯著降低。比較同種及不同種雄蟲對雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響，顯示四紋豆象雄蟲對綠豆象雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響顯著較綠豆象雄蟲之作用為大；而綠豆象雄蟲在低密度時對四紋豆象雌蟲產卵數及孵化幼蟲數之影響較大，高密度處理則四紋豆象雄蟲之干擾作用較顯著。顯示兩種豆象雌蟲受種間雄蟲干擾之影響一般較種內干擾嚴重，且兩種豆象雌蟲受種內及種間雄蟲干擾作用具顯著差異，可能是影響種間競爭之重要因子。由卵孵化率的分析顯示四紋豆象雄蟲對兩種豆象的卵均有較高的致死作用，且卵孵化率隨四紋豆象雄蟲密度增加而顯著降低。而雄蟲對壽命的影響在同種和不同種之干擾作用相近，推測可能不影響種間競爭結果。

**關鍵詞：**綠豆象、四紋豆象、雄蟲干擾、產卵

## 前 言

四紋豆象 (*Callosobruchus maculatus*) 雌蟲於完成交配後，有拒絕再求偶、交配之行為，Fox (1993) 報導多次交配對四紋豆象雌蟲適存值之增加有限，然而雄蟲則傾向多次交配；因此雌雄蟲間於交配利益上有性別衝突

(sexual conflict) 存在 (Krebs and Davies, 1993)。豆象雄蟲之持續求偶與企圖交配，使雌蟲無法順利檢查寄主，進行產卵，促使豆象雌蟲引發一些抗拒行為 (Crudgington and Siva-Jothy, 2000; Liu, 2002)。雄蟲之求偶耗費雌蟲能量及時間，進而影響其產卵或壽命等。Lan and Horng (1999) 研究指出綠豆象

\*論文聯繫人  
e-mail: sbhorng@ntu.edu.tw

(*C. chinensis*) 雄蟲之干擾可造成雌蟲產卵分布不均勻。Yanagi and Miyatake (2003) 則發現綠豆象雄蟲之干擾對雌蟲之產卵數及壽命皆有不利之影響。Crudgington and Siva-Jothy (2000) 發現四紋豆象雄蟲於交配時會對雌蟲之交尾孔道造成直接傷害，推論此亦為雌蟲拒絕立刻再交尾的可能原因。Yang (1998) 之研究則指出豆象雄蟲之干擾會導致雌蟲卵孵化率降低。

豆象雄蟲具種間干擾行為，Giga and Canhao (1997) 報導四紋豆象雄蟲會對羅德西亞豆象 (*C. rhodesianus*) 雌蟲進行求偶及企圖交尾。不同種雄蟲之干擾若對雌蟲產卵或存活產生顯著之影響，將影響兩種豆象之種間競爭優勢，因此亦為探討種間競爭之重要因子。綠豆象及四紋豆象常同域發生，常發現四紋豆象雄蟲對綠豆象雌蟲進行求偶，以及伸出交尾器企圖與綠豆象雌蟲進行交配；而綠豆象的雄蟲對四紋豆象雌蟲亦有類似之求偶行為發生。Giga and Canhao (1997) 之研究指出四紋豆象與羅德西亞豆象間之種間交互關係，以四紋豆象雄蟲對羅德西亞豆象雌蟲之產卵干擾較大，而四紋豆象雌蟲產卵則完全不受羅德西亞豆象雄蟲影響。目前有關四紋豆象與綠豆象雄蟲之種間競爭研究顯示不同種幼蟲在寄主內之競爭對種間競爭結果有顯著影響 (Lin and Horng, 2003)，由於兩種豆象雄蟲對同種及不同種雌蟲之干擾作用及其機制，亦可能影響其種間競爭之互動與結果，因此值得深入探討。

本研究擬探討綠豆象及四紋豆象雌蟲在產卵過程中，種內及種間雄蟲干擾效應對雌蟲繁殖與存活之影響，干擾作用力之大小則依豆象雌蟲產卵數、孵化幼蟲數及壽命等當作衡量標準比較之，以期探討兩種豆象種間競爭的影響因子。

## 材料與方法

### 一、供試蟲源

試驗用之4C6-4品系四紋豆象由台灣大學儲物昆蟲研究室提供，係分離自購買之紅豆 (*Vigna angularis*) (Hu, 1989)。綠豆象係分離自購買之省產綠豆 (*V. radiata*)。供試豆象皆已於實驗室內累代飼養10年以上。

試驗及飼育使用之紅豆與綠豆，於購入後隨即分裝在三公升或四公升保鮮盒中，置於 $-20^{\circ}\text{C}$ 之冷藏庫至少兩週，以殺死豆子中之昆蟲。紅豆與綠豆置於室溫下至少一週，俟其溫度與含水量恢復正常後，再用於飼育及試驗。

四紋豆象與綠豆象之成蟲分別接種足量之紅豆或綠豆，成蟲不另供給食物或水源，而任其於盒中產卵至死亡，此處理使一寄主豆上平均卵密度小於2，以獲得均質且未經歷幼蟲競爭之成蟲。豆象皆飼育於 $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $45\sim 60\% \text{RH}$  之全暗生長箱中。所有用於試驗的四紋豆象與綠豆象成蟲，均取自前述飼養方法所得之第一子代。所有飼育與試驗均於同一生長箱中進行，且飼育與試驗過程中均不另餵食成蟲其他食物或水源。

### 二、試驗前處理

由於豆象於爬出寄主豆前，會將寄主豆表皮由內啃咬出一圓形窗區 (Window) (Giga and Smith, 1991)，由此判定成蟲將於一天內爬出寄主豆。試驗前先從飼育盒中選取只含1個窗區的寄主豆一批，分別置入離心管中 (2.2 ml)，待成蟲爬出寄主豆，即可獲得未交過尾之成蟲。

### 三、不同密度之同種及不同種雄蟲對綠豆象雌蟲之干擾作用

選取由前處理所得之羽化 24 小時內之綠豆象雌蟲一批，與相同密度之同種雄蟲配對交尾 4 小時後，分別將 1 隻雌蟲置入裝有 100 顆完整紅豆之塑膠培養皿（直徑 9 cm）中，再接入四紋豆象雄蟲，雄蟲密度分別為 1、2、4 及 8 隻，重覆數分別為 18、13、18 及 11。對照組則接入同種的綠豆象雄蟲，雄蟲密度分別為 0、1、2、4 及 8 隻，重覆數分別為 7、9、8、10 及 12。逐日觀察至雌蟲死亡，並記錄每雌蟲產卵數及壽命。並於雌蟲死亡一週後計算幼蟲孵化數及卵孵化率。

以迴歸分析比較綠豆象雌蟲受不同密度之同種或不同種雄蟲干擾，其產卵數、孵化幼蟲數及壽命之變化情形 (SAS, 1996)。雖然孵化幼蟲數可代表進入豆中競爭之幼蟲數，但為瞭解豆象雄蟲干擾造成之殺卵作用，進一步以變方分析比較同種及不同種雄蟲處理對卵孵化率之影響。

#### 四、不同密度之同種及不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲之干擾作用

選取由前處理所得之羽化 24 小時內之四紋豆象雌蟲一批，與同種雄蟲配對交配 4 小時後，分別將 1 隻雌蟲置入裝有 100 顆完整紅豆之塑膠培養皿（直徑 9 cm）中，再接入密度為 1、2、4 及 8 隻之綠豆象雄蟲，各 13、13、18 及 11 重覆，對照組則接入同種的四紋豆象雄蟲，密度分別為 0、1、2、4 及 8 隻，各 15、12、7、7 及 11 重覆。逐日觀察至雌蟲死亡，記錄每雌蟲產卵數及壽命。並於雌蟲死亡一週後計算幼蟲孵化數及卵孵化率。

以迴歸分析比較四紋豆象雌蟲之產卵數、孵化幼蟲數及壽命受不同密度之同種及不同種雄蟲干擾之作用，並以變方分析比較同種及不同種雄蟲對卵孵化率之影響。

## 結 果

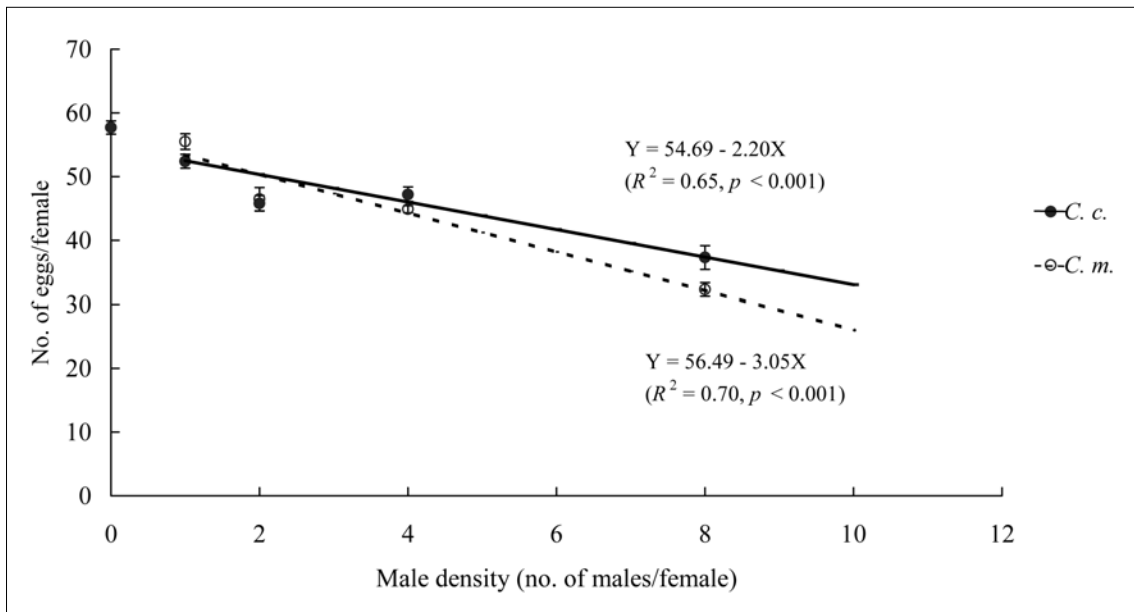
### 一、兩種豆象雄蟲對綠豆象雌蟲之干擾作用

以不同密度綠豆象雄蟲進行對綠豆象雌蟲之干擾試驗，發現綠豆象雌蟲之產卵數隨雄蟲密度增加而顯著降低 ( $Y = 54.69 - 2.20X$ ;  $R^2 = 0.65$ ;  $df = 1, 45$ ;  $p < 0.001$ )，而以不同密度四紋豆象雄蟲進行干擾試驗時，發現綠豆象雌蟲之產卵數亦隨密度增加而顯著降低 ( $Y = 56.49 - 3.05X$ ;  $R^2 = 0.70$ ;  $df = 1, 59$ ;  $p < 0.001$ ) (圖一)。此兩迴歸方程式斜率間有顯著差異 ( $F_{1, 98} = 5.77$ ;  $p = 0.02$ )，因此四紋豆象雄蟲干擾對綠豆象雌蟲產卵數之影響顯著較綠豆象雄蟲造成之影響為大。

進一步分析兩種雄蟲對綠豆象孵化幼蟲數之影響，發現綠豆象雄蟲密度增加，孵化幼蟲數也隨之降低 ( $Y = 54.15 - 2.45X$ ,  $R^2=0.70$ ;  $df = 1, 45$ ;  $p < 0.001$ )，而不同密度四紋豆象雄蟲進行干擾試驗時，綠豆象孵化幼蟲數亦隨密度增加而顯著降低 ( $Y = 52.65 - 4.74X$ ;  $R^2 = 0.79$ ;  $df = 1, 59$ ;  $p < 0.001$ ) (圖二)。此兩迴歸方程式斜率間差異顯著 ( $F_{1, 98} = 31.38$ ;  $p < 0.001$ )，顯然四紋豆象雄蟲所造成之影響顯著較綠豆象雄蟲為大。

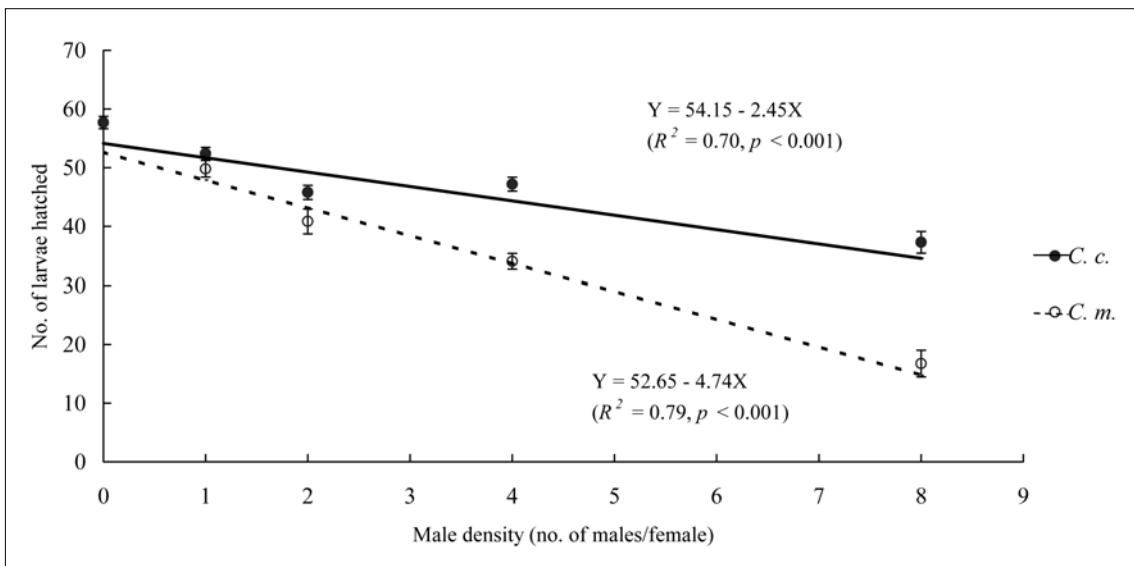
綠豆象雌蟲於高密度雄蟲時卵孵化率顯著較低，而四紋豆象雄蟲對卵孵化率之影響於各密度間皆顯著較綠豆象雄蟲為高 (表一)。

綠豆象雌蟲壽命隨種內雄蟲密度增加，而顯著減短 ( $Y = 6.77 - 0.38X$ ;  $R^2 = 0.76$ ;  $df = 1, 45$ ;  $p < 0.001$ )。以不同密度四紋豆象雄蟲進行干擾試驗時，其密度效應亦顯著 ( $Y = 6.55 - 0.33X$ ;  $R^2 = 0.56$ ;  $df = 1, 59$ ;  $p < 0.001$ ) (圖三)。比較此兩迴歸斜率並無顯著差異 ( $F_{1, 98} = 1.06$ ;  $p = 0.31$ )，可知兩種雄蟲對綠豆象雌蟲壽命之影響並無顯著差異。



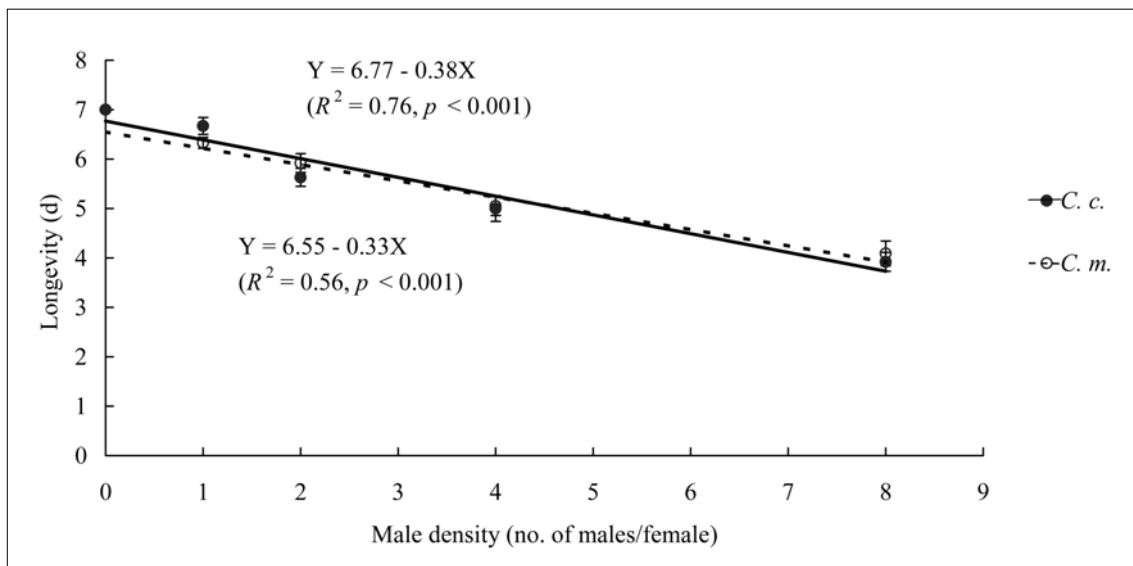
圖一 不同密度之同種或不同種雄蟲對綠豆象雌蟲產卵之影響

Fig. 1. Effects of conspecific and interspecific male densities on the fecundity of the bean weevil *Callosobruchus chinensis* (*C.c.*, *C. chinensis*; *C.m.*, *C. maculatus*).



圖二 不同密度之同種或不同種雄蟲對綠豆象雌蟲孵化幼蟲數之影響

Fig. 2. Effects of conspecific and interspecific male densities on the numbers of larvae hatched by the bean weevil *Callosobruchus chinensis* (*C.c.*, *C. chinensis*; *C.m.*, *C. maculatus*).



圖三 不同密度之同種或不同種雄蟲對綠豆象雌蟲壽命之影響

Fig. 3. Effects of conspecific and interspecific male densities on the longevity of the bean weevil *Callosobruchus chinensis* (*C.c.*, *C. chinensis*; *C.m.*, *C. maculatus*).

## 二、兩種豆象雄蟲對四紋豆象雌蟲之干擾作用

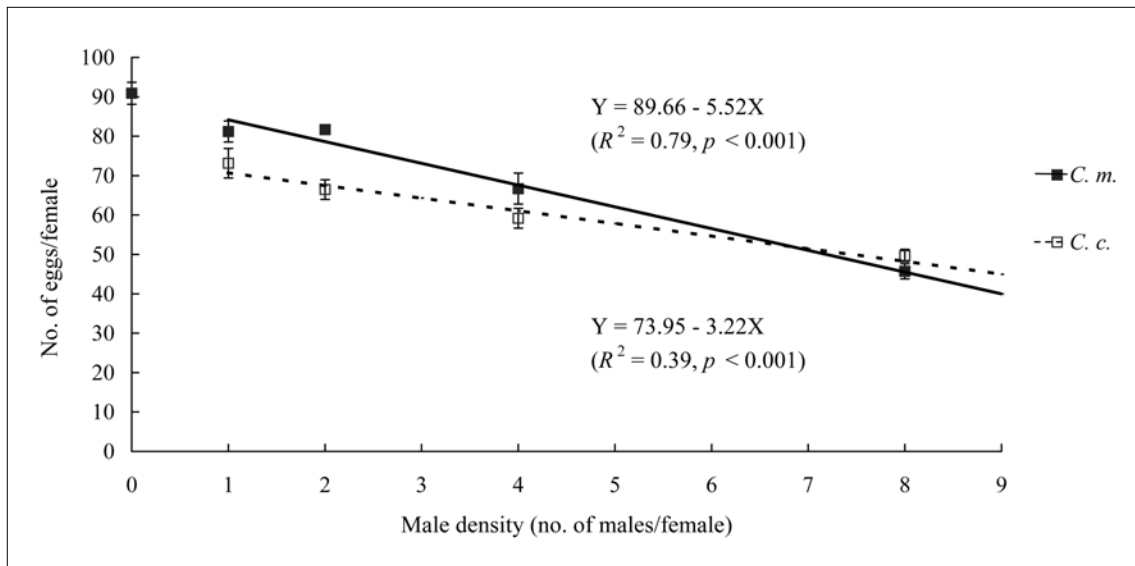
四紋豆象雌蟲之產卵數隨綠豆象雄蟲密度增加而顯著降低 ( $Y = 73.95 - 3.22X$ ;  $R^2 = 0.39$ ;  $df = 1, 54$ ;  $p < 0.001$ ), 亦隨同種雄蟲密度增加而顯著降低 ( $Y = 89.66 - 5.52X$ ;  $R^2 = 0.79$ ;  $df = 1, 51$ ;  $p < 0.001$ ) (圖四)。此兩迴歸方程式斜率間差異顯著 ( $F_{1, 99} = 11.34$ ;  $p < 0.01$ )。綠豆象雄蟲於低密度時對四紋豆象雌蟲產卵數影響顯著較四紋豆象雄蟲造成之影響為大 ( $p < 0.001$ ), 惟當雄蟲密度較高時, 則四紋豆象雄蟲造成之影響較顯著。

進一步分析兩種雄蟲對四紋豆象孵化幼蟲數之影響, 發現綠豆象雄蟲密度增加, 孵化幼蟲數也隨之降低 ( $Y = 73.34 - 3.41X$ ;  $R^2 = 0.40$ ;  $df = 1, 54$ ;  $p < 0.001$ )。而不同密度四紋豆象雄蟲進行干擾試驗時, 四紋豆象孵化幼蟲數亦隨密度增加而顯著降低 ( $Y = 88.47 - 6.41X$ ;  $R^2 = 0.81$ ;  $df = 1, 51$ ;  $p < 0.001$ ) (圖五)。此兩迴歸方程式斜率間差異顯著 ( $F_{1, 99} = 17.78$ ;  $p < 0.001$ ), 因此, 綠豆象雄蟲之處理

於低密度時對四紋豆象孵化幼蟲數影響顯著較四紋豆象雄蟲造成之影響為大 ( $p < 0.001$ ), 惟當雄蟲密度較高時, 則四紋豆象雄蟲造成之影響較顯著。

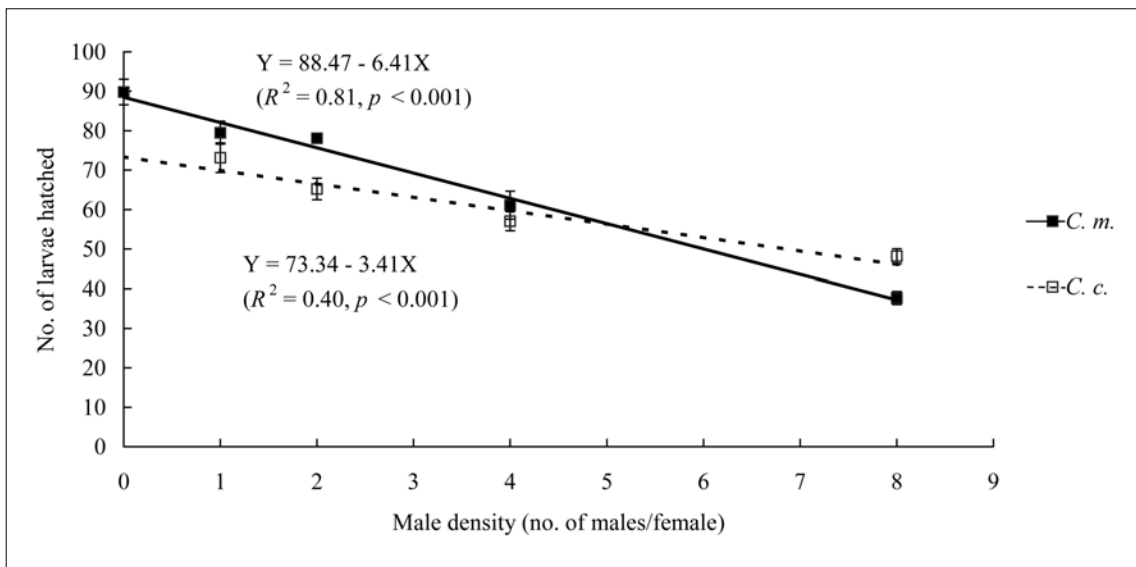
四紋豆象雌蟲於高密度雄蟲時, 卵孵化率顯著較低, 但綠豆象雄蟲對四紋豆象雌蟲卵孵化率之作用在不同密度間則無顯著差異, 顯示綠豆象雄蟲對於四紋豆象卵孵化率影響較小。而比較同種及不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲卵孵化率之影響時, 四紋豆象雄蟲對其卵孵化率之降低作用, 於各處理密度間皆顯著較綠豆象雄蟲為高 (表一)。

四紋豆象雌蟲壽命隨綠豆象雄蟲密度增加, 而顯著減短 ( $Y = 11.29 - 0.58X$ ;  $R^2 = 0.48$ ;  $df = 1, 51$ ;  $p < 0.001$ )。以不同密度四紋豆象雄蟲進行干擾試驗時, 亦具有密度效應亦顯著 ( $Y = 11.52 - 0.61X$ ;  $R^2 = 0.55$ ;  $df = 1, 51$ ;  $p < 0.001$ ) (圖六)。比較此兩迴歸線斜率並無顯著差異 ( $F_{1, 99} = 0.06$ ;  $p = 0.80$ ), 顯示兩種雄蟲對四紋豆象雌蟲壽命之影響並無顯著



圖四 不同密度之同種或不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲產卵之影響

Fig. 4. Effects of conspecific and interspecific male densities on the fecundity of the bean weevil *Callosobruchus maculatus* (*C.c.*, *C. chinensis*; *C.m.*, *C. maculatus*).



圖五 不同密度之同種或不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲孵化幼蟲數之影響

Fig. 5. Effects of conspecific and interspecific male densities on the numbers of larvae hatched by the bean weevil *Callosobruchus maculatus* (*C.c.*, *C. chinensis*; *C.m.*, *C. maculatus*).

差異。

## 討論

本研究發現綠豆象與四紋豆象之雄蟲干擾可造成種內及種間雌蟲之產卵數、壽命及卵

表一 不同密度之同種或不同種豆象雄蟲對綠豆象與四紋豆象雌蟲卵孵化率之影響

Table 1. Effects of male species and density treatments on egg hatchability of the bean weevils *Callosobruchus chinensis* (C. c.) and *C. maculatus* (C. m.)

No. of males	Proportion of eggs hatched by <i>C. c.</i> (mean±S.E.)					Proportion of eggs hatched by <i>C. m.</i> (mean±S.E.)				
	Male of <i>C. c.</i>	<i>n</i>	Male of <i>C. m.</i>	<i>n</i>	<i>p</i> <sup>1</sup>	Male of <i>C. c.</i>	<i>n</i>	Male of <i>C. m.</i>	<i>n</i>	<i>p</i>
0	1.51 ± 0.04 a <sup>2</sup>	7						1.51 ± 0.03 a	15	
1	1.46 ± 0.03 a	9	1.25 ± 0.03 a	18	< 0.01	1.57 ± 0.00 a	13	1.45 ± 0.03 a	12	< 0.01
2	1.53 ± 0.04 a	8	1.20 ± 0.03 a	13	< 0.01	1.50 ± 0.04 a	13	1.36 ± 0.01 b	7	0.04
4	1.45 ± 0.05 a	10	1.06 ± 0.03 b	18	< 0.01	1.45 ± 0.04 a	18	1.28 ± 0.01 c	7	0.02
8	1.32 ± 0.04 b	12	0.75 ± 0.05 c	11	< 0.01	1.46 ± 0.05 a	11	1.14 ± 0.01 d	11	< 0.01

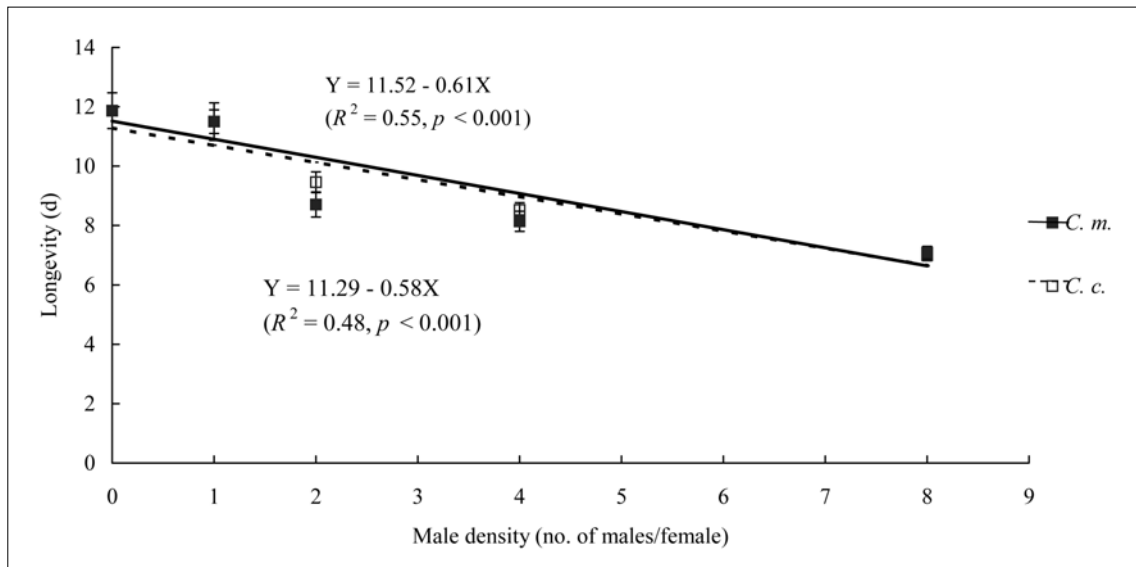
1. Data were transformed to  $\text{Sin}(\sqrt{x})$  values prior to analysis;  $p < 0.05$  significant;  $p < 0.01$  highly significant by the *t*-test.

2. Data were transformed to  $\text{Sin}(\sqrt{x})$  values prior to analysis, and the means in each column followed by the same letters do not significantly differ at the 5% level by the least significant difference test.

孵化率顯著降低。對產卵數及卵孵化率之影響，在同種及不同種間，雄蟲種內及種間干擾作用力的差異，可視為種間競爭之重要因子。同種和不同種之求偶交尾干擾作用對壽命的影響相近，故似不影響種間競爭結果。四紋豆象及羅德西亞豆象間之種間競爭關係研究，顯示四紋豆象雌蟲產卵不受羅德西亞豆象雄蟲影響，而四紋豆象雄蟲對羅德西亞豆象雌蟲之

產卵則有顯著干擾作用 (Giga and Canhao, 1997)。相較之下，四紋豆象與綠豆象雄蟲之干擾以種間作用大於種內之影響。

綠豆象與四紋豆象雌蟲產卵數皆隨同種雄蟲密度增高而顯著降低 (如圖一、及四)。豆象雄蟲對雌蟲持續求偶交配之干擾，打斷雌蟲產卵過程或干擾雌蟲之寄主選擇等，而造成雌蟲產卵數明顯降低 (Wasserman, 1985;



圖六 不同密度之同種或不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲壽命之影響

Fig. 6. Effects of conspecific and interspecific male densities on the longevity of the bean weevil *Callosobruchus maculatus* (C.c., *C. chinensis*; C.m., *C. maculatus*).



Yoshida, 1966; Yanagi and Miyatake, 2003)。此外，豆象雄蟲爬行過寄主豆亦可能留下足跡費洛蒙，使雌蟲產卵數降低 (Yang, 1998)。

比較綠豆象與四紋豆象雄蟲種間之干擾效應，顯示不同種雄蟲對豆象雌蟲產卵數減少之影響皆比同種雄蟲為大 (圖一、四)。然而比較相同密度間不同種雄蟲對豆象雌蟲產卵之作用，可發現兩種豆象雌蟲之產卵反應並不相同。在低密度雄蟲下，不同種雄蟲對四紋豆象雌蟲產卵數影響顯著較同種雄蟲為大，而在高密度下，兩種雄蟲之干擾作用相近。反之，綠豆象雌蟲之產卵在雄蟲密度低時，兩種雄蟲之作用相近，而高密度時，不同種雄蟲之干擾作用則較為顯著。

據 Giga and Canhao (1997) 之研究，可發現四紋豆象雄蟲會對羅德西亞豆象雌蟲進行求偶並企圖交尾，且羅德西亞豆象雌蟲會以後足踢四紋豆象雄蟲，表現拒絕行為，但是羅德西亞豆象雄蟲並不會對四紋豆象雌蟲求偶。因此四紋豆象雄蟲之存在影響羅德西亞豆象雌蟲產卵數，而四紋豆象之產卵數則不受羅德西亞豆象雄蟲影響。因此，就雄蟲干擾作用對種間競爭而言，四紋豆象具競爭優勢。本研究發現兩種豆象雌蟲皆遭受不同種雄蟲求偶及伸出交尾器企圖交尾之干擾。因此，四紋豆象及綠豆象雄蟲求偶及交尾干擾對種間競爭作用之影響，似則更加複雜。本研究以配對交尾過之雌蟲進行雄蟲干擾試驗，已排除兩種豆象雄蟲皆存在時，對雌蟲交尾成功及授精完整與否之影響，關於綠豆象與四紋豆象雄蟲同時存在下，對不同種雌蟲之求偶與交尾等行為對其交尾及產卵之實際影響，值得進一步研究。

分析不同密度之同種雄蟲對兩種豆象孵化幼蟲數之影響，可發現其孵化幼蟲數均隨同種雄蟲密度增加而顯著降低 (圖二、五)。

Yamamoto (1990) 及 Yang (1998) 皆證實豆象雄蟲之足跡費洛蒙具有殺卵作用，此殺卵作用亦隨雄蟲密度增加而增加效應。因此，豆象卵孵化率之降低，應是豆象雄蟲活動爬行所留下之足跡費洛蒙之影響。比較同種與不同種雄蟲之干擾作用，則發現同種雄蟲對四紋豆象雌蟲之卵孵化率影響較大，而綠豆象雌蟲卵孵化率則受不同種雄蟲影響較顯著 (表一)。亦即四紋豆象雄蟲對兩種豆象雌蟲所產之卵皆具較高之殺卵作用。Yang (1998) 之試驗結果亦顯示，四紋豆象雄蟲之殺卵作用造成雌蟲卵孵化率之降低顯著較綠豆象雄蟲為大。因此，四紋豆象雄蟲之足跡費洛蒙對綠豆象卵之殺卵效應在種間競爭具重要意義。此外，四紋豆象雄蟲對兩種豆象之卵皆具較高之殺卵效果，除可能是其足跡費洛蒙之作用外，亦應檢測四紋豆象雄蟲爬行於寄主豆時對卵造成之機械性傷害的可能性。關於雄蟲殺卵效應之機制問題，仍待進一步釐清。

豆象雄蟲對種間及種內之雌蟲壽命，隨雄蟲密度增加而顯著縮短，惟同種及不同種雄蟲之作用相近 (圖三、六)。據 Yanagi and Miyatake (2003) 指出，豆象雄蟲之持續求偶與企圖交配，會引發雌蟲之拒絕雄蟲行為；Crudgington and Siva-Jothy (2000) 則指出多次交配會對四紋豆象雌蟲造成傷害，並使其壽命縮短；Giga and Canhao (1997) 亦指出豆象雄蟲會對不同種雌蟲亦進行求偶與企圖交尾。此等同種及不同種雄蟲對綠豆象及四紋豆象雌蟲壽命之影響，可能導因於雄蟲持續對雌蟲之求偶與交配，雌蟲拒絕交配花費額外之能量。雖然在同種及不同種雄蟲之干擾對雌蟲壽命之影響作用相近，是否因兩種雄蟲求偶、企圖交尾和交尾的頻率或時間並不相同而影響壽命、產卵數及卵孵化率，猶待進一步探討。

## 誌 謝

本研究承國科會 NSC91-2313-B-002-334 經費補助，謹致謝忱。楊永裕博士及楊若苓博士之校稿及提供寶貴修正意見，亦一併致謝。

## 引用文獻

- Crudgington, S. H., and T. M. Siva-Jothy.** 2000. Genital damage, kicking and early death. *Nature* 407: 855-856.
- Fox, C. W.** 1993. Multiple mating, lifetime fecundity and female mortality of the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Funct. Ecol.* 7: 203-208.
- Giga, D. P., and J. Canhao.** 1997. Interspecies interference of oviposition behaviour in the Cowpea weevils *Callosobruchus rhodesianus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F.). *Insect Sci. Applic.* 17: 251-255.
- Giga, D. P., and R. H. Smith.** 1991. Interspecific competition in the bean weevils *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus rhodesianus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Appl. Ecol.* 28: 918-929.
- Hu, T.** 1989. Effect of gamma radiation on the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Fab.). PhD thesis, National Taiwan Univ., Taipei. 127 pp (in Chinese).
- Krebs, J. R., and N. B. Davies.** 1993. Sexual conflict and sexual selection. pp. 175-207. *In: J. R. Krebs and N. B. Davies, eds. An introduction to behavioural ecology.* Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Lan, Y. C., and S. B. Horng.** 1999. Effect of male interference on oviposition behaviour of the Adzuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* (L.), (Coleoptera: Bruchidae). *Chinese J. Entomol.* 19: 249-256 (in Chinese).
- Lin, J. Y., and S. B. Horng.** 2003. Effect of larval density and host on interspecific competition between *Callosobruchus chinensis* and *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Formosan Entomol.* 23: 13-25 (in Chinese).
- Liu, M. L.** 2002. Functional approaches on the sequences of copulating behavior in *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). Master's thesis, National Taiwan Univ., 64 pp.
- SAS Institute.** 1996. SAS/STAT software: change and enhancements. SAS Institute, Cary, NC.
- Wasserman, S. S.** 1985. Oviposition behavior and its disruption in the southern cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 89-92.
- Yamamoto, I.** 1990. Chemical ecology of Bruchids. pp. 53-62. *In: K. Fujii, M. R. Gatehouse, C. D. Johnson, R. Mitchell, and T. Yoshida, eds. Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

mic Publishers, Dordrecht. Netherland.

**Yanagi, S. I., and T. Miyatake.** 2003. Cost of mating and egg production in female *Callosobruchus chinensis*. *J. Insect Physiol.* 49: 823-827.

**Yang, S. H.** 1998. Oviposition-deterred and ovicidal effects of crawling treatments by virgin *Callosobruchus maculatus* or *C. chinensis* (Coleoptera:

Bruchidae). Master's thesis, National Taiwan Univ., 51 pp (in Chinese).

**Yoshida, T.** 1966. Studies on the interspecific competition between bean weevils. *Mem. Faculty Lib. Arts Edn. Miyazaki Univ.* 20: 59-98.

收件日期：2004年3月4日

接受日期：2004年3月24日

# Effects of Intraspecific and Interspecific Male Interference and Density on Reproduction and Longevity of the Bean Weevils *Callosobruchus chinensis* (L.) and *C. maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)

Jiunn-Yaw Lin and Shwn-Bin Horng\* Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

The bean weevils of *Callosobruchus chinensis* and *C. maculatus* frequently infest seeds in the same storage house simultaneously. We observed a high frequency of interspecific courtship and mating attempts by these two bean weevils in the lab. Male interference may cause the loss of valuable oviposition time and energy of females, which in turn may affect the fecundity and longevity of females. In this study, the effects of intraspecific and interspecific male interference on the fecundity and longevity of female bean weevils were explored. The results showed that the fecundity and longevity of the females of these two species decreased with increasing conspecific or interspecific male density. However, effects of intraspecific and interspecific male interferences on fecundity or egg hatchability of these two bean weevils significant differed. The interspecific interference of males on the fecundity and longevity of females of both species was significantly higher than that of intraspecific interference. The fecundity and number of eggs hatched by *C. chinensis* were significantly reduced with increasing interspecific male density than with conspecific male density. In contrast, the effect of interspecific male interference with the fecundity and egg hatching of *C. maculatus* was higher than that of the intraspecific effect when male density was low. The number of eggs hatched by females of these two species decreased with increasing male density; however, male *C. maculatus* caused higher egg mortality for both species. Consequently, interspecific male interference is a crucial factor in interspecific competition of these two bean weevils. On the contrary, the reduction in longevity of females by interspecific and conspecific male interferences was similar.

**Key words:** *Callosobruchus chinensis*, *C. maculatus*, male interference, oviposition