



Effects of Oviposition Behavior on Host Preference of *Callosobruchus maculatus* 【Research report】

四紋豆象之產卵行為與產卵偏好之關係【研究報告】

Yu-Shuan Shiau, Lik Wai L. Lai and Shwu-Bin Horng
蕭玉璇、黎歷偉、洪淑彬

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1994/03/16 Available online: 1994/06/01

Abstract

The oviposition choice of *Callosobruchus maculatus* was tested by providing different ratios of azuki and mung beans to the female. The results show that females preferred to deposit eggs on azuki beans. The fraction of eggs laid on azuki beans increased with increasing ratio of azuki beans, whereas it decreased with a decreasing duration of oviposition. Even when the data were transformed to a preference index, the effects of host ratio and oviposition duration were not eliminated. The ovipositional behavior was observed on different beans. The results indicate that the probability of the female encountering azuki beans was significantly higher than that of mung beans, but even when the female was provided with the same probability of encounter it still preferred to lay eggs on azuki beans. Females tended to spend more inspecting time on azuki beans than on mung beans, but the handling time spent on these two hosts was found no differences. The results indicate that the relationship between egg-laying behavior and oviposition preference may provide important information for the evaluation of host preference of cowpea weevils.

摘要

以不同比例之紅豆與綠豆混合提供四紋豆象產卵，發現雌蟲產卵於紅豆之比例，隨提供紅豆比例增加而增加，但隨試驗期間延長而降低。產卵偏好指數分析結果，亦無法消除寄主比例及試驗期間之作用，因此進行寄主偏好測定時，此兩因子的選定非常重要。又由產卵行為觀察發現，雌蟲遭遇紅豆的機率顯著較高，惟即使提供相同遭遇機率，雌蟲仍偏好在紅豆上產卵。此外，雌蟲拒絕產卵時之檢識時間，在紅豆上顯著較高；而接受紅豆或綠豆並產卵之處理時間差異不顯著。在無法找到適當的偏好指數時，探明雌蟲的產卵行為與產卵偏好的關係，可提供評估寄主偏好所需之重要資訊。

Key words: *Callosobruchus maculatus*, oviposition behavior, host preference cowpea weevil.

關鍵詞: 四紋豆象、產卵行為、產卵偏好。

Full Text:  [PDF\(0.48 MB\)](#)

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

四紋豆象之產卵行為與產卵偏好之關係

蕭玉璇、黎歷偉、洪淑彬 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

摘要

以不同比例之紅豆與綠豆混合提供四紋豆象產卵，發現雌蟲產卵於紅豆之比例，隨提供紅豆比例增加而增加，但隨試驗期間延長而降低。產卵偏好指數分析結果，亦無法消除寄主比例及試驗期間之作用，因此進行寄主偏好測定時，此兩因子的選定非常重要。又由產卵行為觀察發現，雌蟲遭遇紅豆的機率顯著較高，惟即使提供相同遭遇機率，雌蟲仍偏好在紅豆上產卵。此外，雌蟲拒絕產卵時之檢識時間，在紅豆上顯著較高；而接受紅豆或綠豆並產卵之處理時間則差異不顯著。在無法找到適當的偏好指數時，探明雌蟲的產卵行為與產卵偏好的關係，可提供評估寄主偏好所需之重要資訊。

關鍵詞：四紋豆象、產卵行為、產卵偏好。

Effects of Oviposition Behavior on Host Preference of *Callosobruchus maculatus*

Yu-Shuan Shiau, Lik Wai L. Lai and Shwu-Bin Horng Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The oviposition choice of *Callosobruchus maculatus* was tested by providing different ratios of azuki and mung beans to the female. The results show that females preferred to deposit eggs on azuki beans. The fraction of eggs laid on azuki beans increased with increasing ratio of azuki beans, whereas it decreased

with a decreasing duration of oviposition. Even when the data were transformed to a preference index, the effects of host ratio and oviposition duration were not eliminated. The ovipositional behavior was observed on different beans. The results indicate that the probability of the female encountering azuki beans was significantly higher than that of mung beans, but even when the female was provided with the same probability of encounter it still preferred to lay eggs on azuki beans. Females tended to spent more inspecting time on azuki beans than on mung beans, but the handling time spent on these two hosts was found no differences. The results indicate that the relationship between egg-laying behavior and oviposition preference may provide important information for the evaluation of host preference of cowpea weevils.

Key words: *Callosobruchus maculatus*, oviposition behavior, host preference, cowpea weevil.

前 言

四紋豆象 (*Callosobruchus maculatus*) 的雌蟲將卵產於豆上，幼蟲孵化後隨即鑽入豆中取食。由於幼蟲屬內食性昆蟲，無法自行選擇棲所，而僅能在雌成蟲選定的寄主內取食、生長至成熟，因此幼蟲的存活受到寄主的品質和大小影響。一般四紋豆象的雌蟲在產卵選擇時，對寄主豆的種類、大小甚至豆上卵數均有辨識能力，而表現不同的偏好(Mitchell, 1990)。

一般進行寄主偏好性試驗時，往往同時以2種以上之寄主供昆蟲選擇，對寄主之產卵或取食偏好性則可由比較提供和利用之寄主比例加以測量。有關寄主偏好性的測定和分析，曾有許多方法被提出(Krebs, 1989; Roa, 1992; Manly, 1993)。至於評估寄主偏好的結果，除提供瞭解取食生態(Peterson and Renaud, 1989)及檢測寄主偏好的演化假說(Arntes, 1990)外，在抗蟲品種之篩選上亦極重要(Singh and Singh, 1990)。

Thanthianga and Mitchell (1990)發現

四紋豆象對四種寄主的產卵偏好，與寄主大小及表面質地均無相關。而四紋豆象產卵行為的研究資料相當豐富(Mitchell, 1990; Messina, 1990)，應有助於釐清影響其寄主偏好之行為機制。

Wilson (1988)認為四紋豆象的產卵決策採行絕對法則，即對已具有多數卵的豆粒接受機率較低。Mitchell (1975, 1990)則認為雌蟲採行相對法則，以決定產卵與否，即雌蟲利用比較前後遭遇的兩顆豆上的卵數來作產卵決策。由於雌蟲在小型寄主上(如綠豆)的產卵趨向均勻(Messina and Mitchell, 1989; Mitchell, 1990)，類似的法則亦可能用來決定是否在某種寄主豆上產卵，因而影響雌蟲之產卵偏好。

本文首先探討提供寄主比例及試驗期間對四紋豆象產卵選擇及寄主偏好的影響，接著進行雌蟲產卵行為過程觀察，以期從遭遇寄主機率、接受機率、檢識寄主和產卵處理時間等因子，探明影響產卵偏好的行為機制。最後則就雌蟲產卵行為與產卵偏好之關係加以討論，並對產卵偏好之測定與分析提

出建議。

材料與方法

試驗用之四紋豆象 (*Callosobruchus maculatus*) 4C6-4 品系，蟲源由核能研究所胡燦博士提供，在室內於 28°C，40-50%RH 及全暗之生長箱中，以省產紅豆累代飼養多年，供為試驗使用。

一、產卵偏好

試驗條件與飼養條件相同。為探討供應寄主比例及試驗期間對四紋豆象產卵偏好之影響，以紅豆與綠豆計 50 顆，其顆數比各為 0 : 50, 10 : 40, 25 : 25, 40 : 10 及 50 : 0 等 5 種處理進行試驗。上述 5 種處理中，紅豆比例分別為 0, 0.2, 0.5, 0.8 及 1。將各處理組之紅豆與綠豆置於直徑 5.5 cm 的玻璃培養皿中，接入已交尾 1 日齡之雌蟲 1 隻，每 24 小時分別記錄紅豆及綠豆上的卵數，並統計不同卵密度之紅豆及綠豆之頻度，試驗進行 3 日，每處理 10 重複。

除比較各處理組每日之累計產卵數，及產卵於紅豆之比例外，並以 Manly 氏的 α 指數來校正供應寄主比例 (Manly *et al.*, 1972; Krebs, 1989)，以計算在供應相同數量寄主時，四紋豆象對紅豆及綠豆之相對偏好指數。此外，亦計算各樣品之平均擁擠度

(mean crowding, m^*)，以比較各處理組之產卵分布程度 (Iwao, 1968)。

二、產卵行為過程

將羽化 1 小時內之雄蟲與雌蟲挑出，置於塑膠杯中，不供應寄主豆，使其無法產卵，待其交尾，4 小時後進行產卵行為過程觀察。另外，在白紙上畫一直徑 4 公分的圓，等距作上 10 個標記，並加以編號。將不具卵的紅豆及綠豆各 5 顆，逢機交錯置於標記上。試驗時，將雌蟲置於圓心，任其自由選擇及檢識紅豆，以錄影機記錄雌蟲的產卵行為過程。錄影進行 2 小時，隨後檢查每顆豆上的卵數，並就錄影資料記錄雌蟲到達豆粒的編號、到達時間、離開時間等資料。就上述資料分別統計雌蟲與紅豆及綠豆的遭遇次數、在紅豆及綠豆上的檢識時間及產卵時之處理時間，並以 Mann-Whitney U test 比較其差異 (Sokal and Rohlf, 1981)。

結 果

一、產卵偏好

以不同比例之紅豆與綠豆混合提供四紋豆象雌蟲產卵，統計前三日其在兩種寄主豆上合計之平均產卵數及總產卵數如表一。各處理組之前三日產卵數及總產卵數間差異均不顯著 ($P > 0.05$)。雌蟲在前三日平均分別

表一 提供不同比例之紅豆與綠豆時，四紋豆象雌蟲在寄主豆上前三日之平均產卵數與總產卵數
Table 1 Number of eggs laid by female of *Callosobruchus maculatus* on different ratios of azuki and mung beans for the first three days of life

Days	Ratio of number of aruki beans to total number of beans				
	0	0.2	0.5	0.8	1
1	19.4±1.4a ¹⁾	13.2±2.2a	14.9±2.2a	16.2±1.3a	15.7±1.0a
2	17.1±1.1a	15.6±1.1a	13.9±1.9a	17.0±1.0a	17.7±0.9a
3	12.4±1.1a	14.3±1.2a	14.3±2.1a	13.5±1.0a	12.5±1.3a
Total	48.9±1.8a	43.1±3.1a	43.1±2.1a	46.7±1.4a	45.9±1.6a

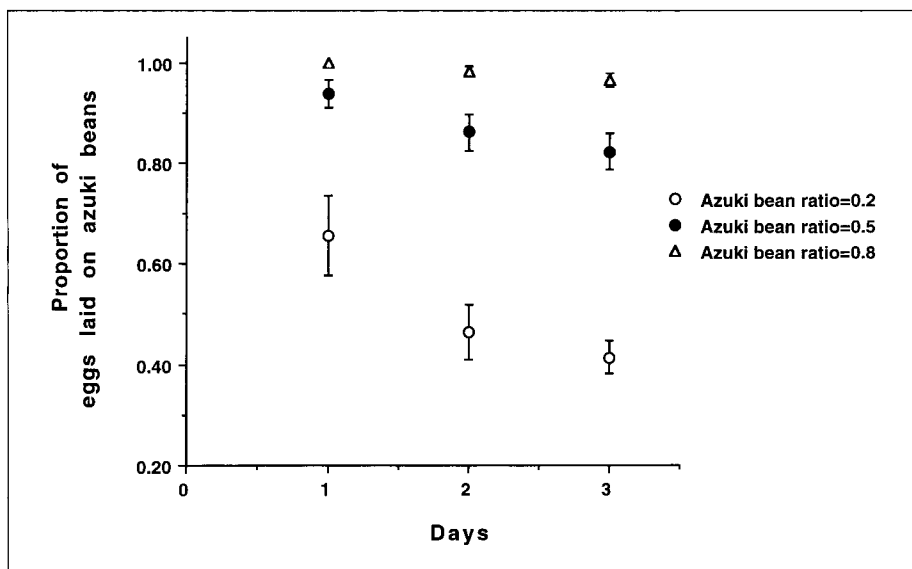
1) Means in the same rows followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; DMRT).

產下 15.9、16.2 及 13.4 粒卵，前三日之平均總產卵數為 45.5 粒。

統計各處理組前三日產於紅豆及綠豆上之累計卵數，並計算其比例，結果如圖一。產卵於紅豆之比例，在各處理組之間差異極顯著 ($P < 0.01$)，不同日數間亦有顯著差異 ($P < 0.05$)。提供紅豆比例愈高，產卵於紅豆上之比例亦愈高。在提供紅豆比例為 0.2 時，產卵於紅豆之卵數比例約為 0.4 至 0.6；而在提供紅豆比例為 0.8 時，則卵幾乎完全產

5 及 0.8 處理組分別為 -0.684 ($P < 0.001$)、 -0.648 ($P < 0.001$) 及 -0.582 ($P < 0.001$)。在紅豆比例為 0.2 之處理組中，僅提供 10 顆紅豆，當產卵數達 50 粒時，卵產於紅豆之比例仍佔 0.3 以上 (即超過 15 粒卵)，此時紅豆中有一半以上已產有 2 粒卵，此可能為雌蟲產卵於紅豆比例降低之原因。

以提供寄主之比例，將各處理之產卵比例校正為偏好指數，亦即當提供寄主比例相同時，產卵於紅豆之比例，結果如圖三。各



圖一 四紋豆象雌蟲在不同比例之紅豆與綠豆上之產卵比例與產卵日數之關係。

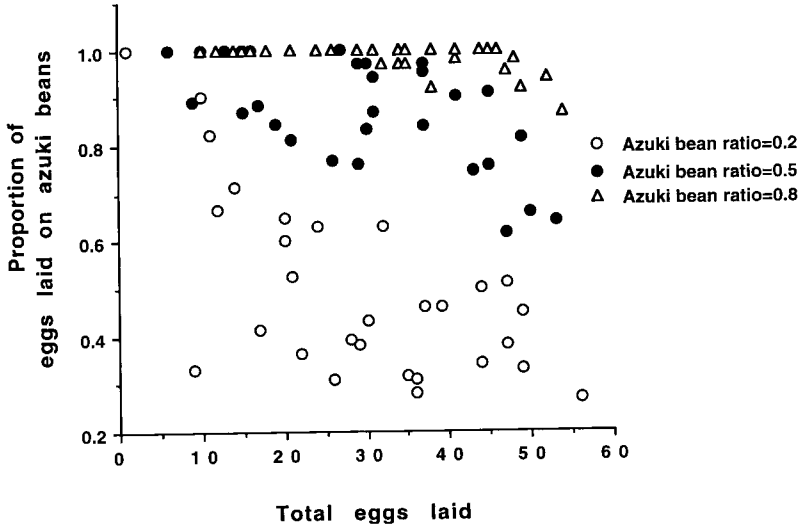
Fig. 1. Oviposition choice of *Callosobruchus maculatus* females on different ratios of azuki and mung beans for the first three days of life.

於紅豆上。各處理雌蟲產卵於紅豆之比例，隨產卵日數增加而減少，以提供紅豆比例 0.5 之處理組為例，第 1 日產卵於紅豆之比例約 0.9，第 2 日約 0.85，至第 3 日則僅約 0.8。

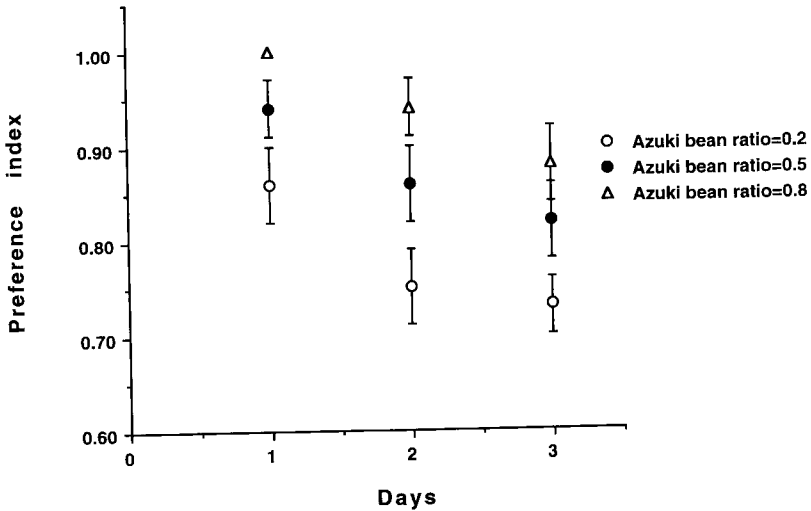
為瞭解產卵於紅豆之比例隨雌蟲產卵過程中之產卵數而變動之關係，將每一雌蟲產卵於紅豆之比例與其產卵數作圖 (圖二)，結果顯示雌蟲產卵數增加，產卵於紅豆之比例愈低，此種現象在提供紅豆比例較低時，尤為明顯。兩者之相關係數在紅豆比例為 0.2, 0.

處理組間，雌蟲之產卵偏好指數仍然有極顯著差異 ($P < 0.01$)，而不同日數間亦有顯著差異 ($P < 0.05$)。當提供紅豆比例較高時，雌蟲對紅豆之產卵偏好亦較高。而各處理組之偏好指數，則隨產卵日數增加而降低。

根據產卵分布資料，將不同紅豆與綠豆比例之各處理組，分別統計其第二及第三日之平均擁擠度 (mean crowding, m^*) 及平均 (mean, m)，並以 m^*/m 為分布指標以比較各處理組產卵分布之變化，結果如表二。分



圖二 四紋豆象雌蟲在不同比例之紅豆與綠豆上之產卵選擇與雌蟲產卵數之關係。
 Fig. 2. Oviposition choices and number of eggs laid by *Callosobruchus maculatus* females on different ratios of azuki and mung beans.



圖三 四紋豆象雌蟲在不同比例之紅豆與綠豆上之產卵偏好與產卵日數之關係。
 Fig. 3. Oviposition preference of *Callosobruchus maculatus* females on different ratios of azuki and mung beans for the first three days of life.

布指標在第二及三日間差異極顯著 ($P < 0.01$)，即第三日之產卵分布較第二日集中；

又各處理組間差異亦顯著 ($P < 0.05$)。第二及第三日各處理組之分布指標，均以全綠豆組

最低，全紅豆組次之；紅豆與綠豆混合處理中，則以紅豆比例較低之 0.2 及 0.5 組其分布指標較高而與前兩組有顯著差異 ($P < 0.05$)。

二、產卵行為過程

由於雌蟲產卵數影響其產卵分布甚鉅，因此進一步探討產卵過程之現象，以提供資料解釋影響產卵偏好之機制。雌蟲在產卵過程中遭遇紅豆與綠豆之機率分別為 0.663 及 0.337，遭遇紅豆之機率顯著較高(表三)。統計紅豆與綠豆之截面積分別為 27.3 ± 3.0 及

$14.3 \pm 1.5 \text{mm}^2$ ($n=10$)，如果雌蟲逢機尋找寄主，其遭遇紅豆與綠豆之機率應與兩者截面積之比相等，亦即為 0.66 及 0.34，此比例與觀察結果相近。

雌蟲在產卵過程中，產卵於紅豆及綠豆之百分率分別為 81 和 19%。如果以遭遇機率來校正其偏好，雌蟲對紅豆及綠豆的偏好指數分別為 0.684 及 0.316。因此即使遭遇機率相同，雌蟲仍然顯著偏好產卵於紅豆上。

雌蟲一旦遭遇寄主豆，即進行檢識，如果雌蟲拒絕產卵，會在較短的時間離開，反之如果接受寄主，則花費較長的時間處理(表四)。雌蟲檢識綠豆及紅豆的時間分別為 7.6 ± 1.0 及 13.2 ± 0.9 秒，前者顯著較短 ($P < 0.001$)；而雌蟲接受並處理綠豆及紅豆之時間則分別為 273.2 ± 25.5 及 388.0 ± 47.6 秒，兩者間並無顯著差異 ($P > 0.05$)。

表二 四紋豆象在不同比例之紅豆與綠豆中之產卵分布
Table 2. Egg dispersions of the *Callosobruchus maculatus* female on different ratios of azuki and mung beans in the second and third days of life

Azuki bean ratio	2nd day	3rd day
0	0.123a ¹	0.189a
0.2	0.526c	0.490bc
0.5	0.453bc	0.642c
0.8	0.309abc	0.346ab
1	0.212ab	0.319a

1) Means in the same columns followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; DMRT).

討 論

表三 四紋豆象雌蟲產卵過程中對紅豆與綠豆之遭遇機率，產卵比例及其偏好性

Table 3. Encounter probability, oviposition choice, and host preference of the *Callosobruchus maculatus* female in the egg-laying process

Hosts	Encounter Probability	Percent oviposition	Preference index
Mung beans	0.337 ± 0.028	19 ± 0.04	0.316
Azuki beans	0.663 ± 0.028	81 ± 0.04	0.684
P	0.001	0.001	0.001

1) Means between two treatments are significant difference by Mann-Whitney U test.

表四 四紋豆象雌蟲產卵過程中在紅豆及綠豆上之檢視及處理時間(秒)

Table 4. Recognition time and handling time spent on azuki and mung beans by the female of *Callosobruchus maculatus* in the egg-laying process (mean \pm SE [sample size])

Hosts	Rejection time (sec.)	Handling time (sec.)
Mung beans	7.6 ± 1.0 [394]	273.2 ± 25.5 [18]
Azuki beans	$13.2 \pm 0.8^{**1}$ [662]	$388.0 \pm 47.6^{\text{NS}}$ [68]

1) Mann-Whitney U test: NS, not significant; ** $P < 0.01$.

四紋豆象雌蟲在不同比例紅豆與綠豆混合之各處理組間，其產卵數並無顯著差異(表一)。由於紅豆與綠豆均是四紋豆象的良好寄主，雌蟲可能已將成熟的卵完全產下，而由於蟲源相同，因此各處理組間產卵數並無顯著差異。

四紋豆象雌蟲在紅豆上產卵比例，均高於供應的紅豆比例(圖一及圖二)，顯示雌蟲偏好在紅豆上產卵。一般四紋豆象雌蟲為避免幼蟲競爭，均會選擇不具卵的寄主豆產卵(Mitchell, 1975; 1990; Messina, 1990)，甚至可辨別豆上卵數，而選擇在卵數少的豆上產卵(Messina and Renwick, 1985; Wilson, 1988)。由於豆上卵數愈多，幼蟲競爭愈激烈，導致子代存活率降低，且存活而羽化之子代其發育期延長，而體重較輕。因此辨識豆上卵數的行為，有利於減少幼蟲競爭而增加子代數(Mitchell, 1990; Credland *et al.* 1986)。產卵初期，由於大部份紅豆均不具卵，雌蟲產卵於紅豆上的比例顯著較高。隨著產卵數增加，不具卵的紅豆逐漸減少，此時雌蟲亦選擇不具卵的綠豆產卵，此可能為產卵於紅豆之比例隨產卵數增加而降低之原因。由於此種趨勢在供應紅豆比例較低之處理組較為明顯，因此亦支持此推論。

又在提供紅豆比例增加時，雌蟲產卵於紅豆之比例增加之趨勢尤為明顯(圖一，圖二)。即使以偏好指數將提供之寄主比例標準化，仍然顯示雌蟲對紅豆的產卵偏好，隨產卵日數增加而降低，但卻隨提供紅豆之比例增加而增加(圖三)。如果雌蟲對紅豆及綠豆的接受機率為定值，則偏好指數在不同比例處理組間應該沒有差異。推測四紋豆象可能以相對法則選擇寄主產卵(Mitchell, 1975; 1990)，即雌蟲會比較遭遇的紅豆與綠豆，而選擇較好的寄主產卵。

綜合三日內的產卵分布資料顯示，雌蟲

在全綠豆組產卵分布最均勻，而在紅豆比例低時，產卵最集中(表二)。由於綠豆較小，豆中幼蟲的競爭較為激烈，因此雌蟲趨向均勻產卵；反之，由於紅豆較大，當紅豆與綠豆混合時，雌蟲偏好在紅豆上產卵，造成產卵趨向集中之特性。

由於紅豆體積較綠豆為大，如果雌蟲逢機尋找寄主，推測雌蟲遭遇紅豆的機率應較高。產卵行為觀察證實此種推論，而測量紅豆與綠豆的截面積，其比值與遭遇機率接近。以遭遇機率校正產卵偏好，顯示即使遭遇機率相同，雌蟲仍較偏好選擇紅豆產卵。如果雌蟲產卵依循絕對法則，即不受經驗影響，則其對紅豆與綠豆的接受機率比應為 0.68 : 0.32 (表三)。

反之，假設雌蟲依循相對法則產卵且對每一顆紅豆及綠豆的接受機率相同，則其遭遇並接受紅豆的機率為 0.663；由於雌蟲在依序遭遇紅豆-綠豆時，拒絕產卵，因此其接受綠豆的機率則為 $0.337^2 = 0.114$ 。由此推算雌蟲在紅豆上產卵之比例為 0.85 (即 $0.663 / (0.114 + 0.663)$)，與觀察結果相近。究竟那一假說是正確的，則仍待進一步試驗驗證。

由雌蟲檢識時間及處理時間之比較，顯示雌蟲檢識寄主豆的時間相對較短，即代價較低。因此，雌蟲可能對較差的寄主(如綠豆或卵數多的寄主豆)有較高的拒絕機率，由遭遇及接受次數看來，亦可證實此種觀點。

綜合兩組試驗結果顯示，四紋豆象的產卵選擇，可能與其遭遇及接受寄主的機率有關。產卵偏好試驗顯示，試驗日數及提供的寄主比例，均顯著影響雌蟲的產卵偏好程度，即使經過產卵偏好指標的校正，仍然無法除去提供寄主比例的作用。而既然產卵日數作用顯著，試驗期間的決定便不可忽視。事實上，這些現象均是由遭遇寄主、接受寄主的機率及產卵法則所決定。如果無法去除

寄主比例與試驗期間的作用，而此二因子與產卵偏好之間又非線性關係，最佳的方法應是探明前述三者以建立寄主比例及試驗期間與雌蟲產卵偏好之關係。因為四紋豆象對寄主的偏好可能即為昆蟲與寄主交互作用的動態結果。

誌 謝

本研究承國科會經費補助(NSC 82-0409-B-002-411)，特此致謝。又本文承台灣省農業試驗所應用動物系陳健忠博士提供寶貴意見亦一併致謝。

參考文獻

- Arrontes, J.** 1990. Diet, food preference and digestive efficiency in intertidal isopods inhabiting macroalgae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 139: 231-249.
- Credland, P. F., K. M. Dick, and A. W. Wright.** 1986. Bionomic variation among three populations of the Southern cowpea weevil *Callosobruchus maculatus*. *Ecol. Entomol.* 11: 41-50.
- Iwao, S.** 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Pop. Ecol.* 10: 1-20.
- Krebs, C. J.** 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, New York, 654 pp.
- Manly, B. F. J.** 1993. Comments on design and analysis of multiple-choice feeding-preference experiments. *Oecologia* 93: 149-152.
- Manly, B. F. J., P. Miller, and L. M., Cook.** 1972. Analysis of a selective predation experiment. *Am. Nat.* 106: 719-736.
- Messina, F. J.** 1990. Alternative life-histories in *Callosobruchus maculatus*; environmental and genetic bases. pp.305-315. *In* K. Fujii *et al.* (Eds.) *Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution*.
- Messina, F. J., and R. Mitchell.** 1989. Intraspecific variation in the egg-spacing behavior of the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. *J. Insect Behav.* 2: 727-741.
- Messina, F. J., and J. A. A. Renwick.** 1985. Ability of ovipositing seed beetles to discriminate between seeds with differing egg loads. *Ecol. Entomol.* 10: 225-230.
- Mitchell, R.** 1975. The evolution of oviposition tactics in the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Ecology* 56: 696-702.
- Mitchell, R.** 1990. Behavioral ecology of *Callosobruchus maculatus*, pp.317-330. *In* K. Fujii *et al.* (Eds.) *Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution*.
- Peterson, C. H., and P. E. Renaud.** 1989. Analysis of feeding preference experiments. *Oecologia* 80: 82-86.
- Roa, R.** 1992. Design and analysis of multiple-choice feeding-preference experiments. *Oecologia* 89: 509-515.
- Singh, B. B., and S. R. Singh.** 1990. Breeding for Bruchid resistance in cowpea. pp. 219-228. *In* K. Fujii *et al.*

- (Eds.) Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution.
- Sokal, R. R., and F. J. Rohlf.** 1981. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 859 pp.
- Thanthianga C., and R. Mitchell.** 1990. The fecundity and oviposition behavior of a South Indian strain of *Callosobruchus maculatus*. Entomol. Exp. Appl. 57: 133-142.
- Wilson, K.** 1988. Egg laying decisions by bean weevil *Callosobruchus maculatus*. Ecol. Entomol. 13: 107-118.

收件日期：1994年3月6日

接受日期：1994年3月16日