



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

On the Copulation of Smaller Tea Tortrix (*Adoxophyes* sp.) 【Research report】

茶姬捲葉蛾 (*Adoxophyes* sp.) 之交尾習性 【研究報告】

Yau-I Chu, Li-Wen Lo, Kim-Ming Shek
朱耀沂、羅麗紋、石劍明

*通訊作者E-mail:

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

Abstract

The mating behavior of the smaller tea tortrix (*Adoxophyes* sp.) was initiated by slight ascent of the abdominal tip by the female moth; then it secreted a little pale brown liquid. After ascending wings the genital organ was protruded. The response by the male moth was observed at this stage. The male accordingly protruded antennae, followed by intermittent walking and flying. The ensuing behavior included vibrationally bending the abdomen violently, and the female running about until both moth's genitalia completed copulation with each other. The newly emerged moths maintained a considerable mating ability. The rate of the newly emerged or one-day-old adult was approximately 70%. That of the two-day-old stage, is about 80%. As the adult stage progressed, the mating ability appeared to decrease. Infrequent mating was observed among six-day-old adults. Most females that mated once in their adult stage obtained adequate sperm for use in the entire life span. Only 14% or 2% females accepted twice or thrice mating respectively. However males exhibited multiple mating; they could mate twice or thrice in their adult stage. When two-day-old males and females were provided, there occurred two peaks of mating in a day. One occurred about 0 : 30-2 : 30 am, the other about 4 : 30-5 : 00 am, but most mating began about 1 : 00 am. The mating duration of newly emerged adults was less than 100 min, but it elongated to 176 min on average for the one-day-old adults. The duration for two-day-old adults was 125 min. The duration decreased as age increased and became about 70 min by six-day-old adults.

摘要

茶姬捲葉蛾交尾開始時，雌蛾先微微隆起腹端，分泌少量淡褐色液體，此後翅膀漸向上伸展成斜角狀且伸出交尾器。雄蛾約由此時開始行動，即先伸展觸角，開始間歇性步行或飛翔，靠近雌蛾時激烈振動翅膀並不停旋轉且彎曲腹部，露出交尾器。自雌蛾之腹部背面靠近，以腹部接觸雌蛾而旋轉。尋找雌蛾之腹端，將交尾器插入雌蛾體內。成蟲交尾前期甚短，羽化時已具某程度之交尾能力，此時之交尾率超過70%，至第2日齡時到最高之80%，此後隨日齡增加交尾能力驟降。當6日齡雌、雄蛾配對時幾無交尾行為。雌蛾一生大多只交尾1次，且由此可得一生所需之精子。交尾2次及3次之雌蛾各僅佔14%及2%。然雄蛾一生可交尾多次，以交尾2、3次為多，最多者一生交尾6次，通常1天只交尾1次。當2日齡雌、雄蛾配對時，1天出現2個交尾高峰，一在午夜0時30分至2時30分之間，另一為黎明4時30分至5時之間，交尾開始頂峰期在上午1時頃。羽化當天雌、雄蛾的交尾持續時間平均不到100分鐘，然1日齡成蟲的持續時間平均約176分鐘，2日齡為125分鐘，以後持續時間逐漸縮短，至6日齡只約70分鐘。

Key words: *Adoxophyes* sp., Smaller tea tortrix, mating behavior, mating ability.

關鍵詞: 茶姬捲葉蛾、交尾習性、交尾能力。

Full Text:  [PDF \(1.25 MB\)](#)

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

茶姬捲葉蛾 (*Adoxophyes* sp.) 之交尾習性

朱耀沂、羅麗紋 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段 1 號

石劍明 生物技術開發中心 臺北市長興街 81 號

摘要

茶姬捲葉蛾交尾開始時，雌蛾先微微隆起腹端，分泌少量淡褐色液體，此後翅膀漸向上伸展成斜角狀且伸出交尾器。雄蛾約由此時開始行動，即先伸展觸角，開始間歇性步行或飛翔，靠近雌蛾時激烈振動翅膀並不停旋轉且彎曲腹部，露出交尾器。自雌蛾之腹部背面靠近，以腹部接觸雌蛾而旋轉。尋找雌蛾之腹端，將交尾器插入雌蛾體內。成蟲交尾前期甚短，羽化時已具某程度之交尾能力，此時之交尾率超過 70%，至第 2 日齡時到最高之 80%，此後隨日齡增加交尾能力驟降。當 6 日齡雌、雄蛾配對時幾無交尾行為。雌蛾一生大多只交尾 1 次，且由此可得一生所需之精子。交尾 2 次及 3 次之雌蛾各僅佔 14% 及 2%。然雄蛾一生可交尾多次，以交尾 2、3 次為多，最多者一生交尾 6 次，通常 1 天只交尾 1 次。當 2 日齡雌、雄蛾配對時，1 天出現 2 個交尾高峰，一在午夜 0 時 30 分至 2 時 30 分之間，另一為黎明 4 時 30 分至 5 時之間，交尾開始頂峰期在上午 1 時頃。羽化當天雌、雄蛾之交尾持續時間平均不到 100 分鐘，然 1 日齡成蟲的持續時間平均約 176 分鐘，2 日齡為 125 分鐘，以後持續時間逐漸縮短，至 6 日齡只約 70 分鐘。

關鍵詞：茶姬捲葉蛾、交尾習性、交尾能力。

On the Copulation of Smaller Tea Tortrix (*Adoxophyes* sp.)

Yau-I Chu, Li-Wen Lo Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Kim-Ming Shek Development Center for Biotechnology, 81 Chang Hsing Street, Taipei, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The mating behavior of the smaller tea tortrix (*Adoxophyes* sp.) was initiated by slight ascent of the abdominal tip by the female moth; then it secreted a little pale brown liquid. After ascending wings the genital organ was protruded. The response by the male moth was observed at this stage. The male accordingly protruded antennae, followed by intermittent walking and flying. The ensuing behavior included vibrationally bending the abdomen violently, and the female running about until both moth's genitalia completed copulation with each other. The newly emerged moths maintained a considerable mating ability. The rate of the newly emerged or one-day-old adult was approximately 70%. That of the two-day-old stage, is about 80%. As the adult stage progressed, the mating ability appeared to decrease. Infrequent mating was observed among six-day-old adults. Most females that mated once in their adult stage obtained adequate sperm for use in the entire life span. Only 14% or 2% females accepted twice or thrice mating respectively. However males exhibited multiple mating; they could mate twice or thrice in their adult stage. When two-day-old males and females were provided, there occurred two peaks of mating in a day. One occurred about 0:30~2:30 am, the other about 4:30~5:00 am, but most mating began about 1:00 am. The mating duration of newly emerged adults was less than 100 min, but it elongated to 176 min on average for the one-day-old adults. The duration for two-day-old adults was 125 min. The duration decreased as age increased and became about 70 min by six-day-old adults.

Key words: *Adoxophyes* sp., Smaller tea tortrix, mating behavior, mating ability.

前 言

茶姬捲葉蛾 (*Adoxophyes* sp.) 之爲害多限於新芽、嫩葉部分，故針對該幼蟲防治之施藥時期也多在茶樹之萌芽、嫩葉期，更易引起所採茶葉之農藥殘留問題 (Chen, 1984; Shiao, 1989)。因此性費洛蒙被視爲防治該蟲極有前途之防治資材 (Chow *et al.*, 1975)。然

性費洛蒙之利用乃針對其成蟲期，減少交尾機會使它降低產卵數或產不孵化之未受精卵，進而壓抑下一代族群之發生。因此，應用性費洛蒙之前，對於害蟲交尾行爲、能力、習性之研究尤爲重要。Noguchi (1981; 1984) 曾調查日本產茶姬捲葉蛾 (*Adoxophyes* sp.) 之交尾次數及時刻。而臺灣產茶姬捲葉蛾 (註)，雖有 Kou (1992) 之研究，已知以

註：臺灣產茶姬捲葉蛾曾使用 *Adoxophyes orana* 之學名，然經其後之研究得知，該學名之昆蟲爲未分布臺灣爲害蘋果之另一種類 (Noguchi *et al.*, 1985; Yasuda, 1975)。至於臺灣產茶姬捲葉蛾，

有人雖認爲應用 *A. fasciata*，然未有正式報告，故其正確分類地位仍未定，因此暫以 *Adoxophyes* sp. 表示，且臺灣產茶姬捲葉蛾又和日本產者爲不同種類 (保田淑郎私信)。

14L:10D 之光週期處理，雌蛾交尾行為多發生於熄燈後 8~10 小時，但該蟲之交尾習性仍未能充分瞭解。著者於是就該蟲雌、雄蛾之交尾習性進行一系列更深入之試驗，在此介紹所得結果以供該蟲防治上之參考。

材料與方法

由桃園、龍潭、埔心等地採回之茶姬捲葉蛾幼蟲以前報(Chu *et al.*, 1993)之方法飼養，就所得之成蟲為供試蟲進行下列試驗：

一、交尾行為之觀察

將近羽化期的雌、雄蛹各 10 隻置於直徑 10 cm 長 20 cm 之壓克力管內，俟羽化後以含 10% 蜜水之棉球餵飼，以肉眼與拍照方法觀察雌、雄蛾之交尾行為與過程。

二、各日齡雌、雄蛾之交尾能力

以未交尾成蟲為供試蟲，就如下 3 種組合：(a)羽化當日至 10 日齡雌、雄蛾與同日齡之異性蛾配對。(b)羽化當日至 10 日齡之雌蛾與羽化 2 日齡之雄蛾配對。(c)羽化當日至 10 日齡之雄蛾與羽化 2 日齡之雌蛾配對。3 種處理均利用雌、雄蛾各 1 隻配對後置放於含 10% 蜜水棉球的檢驗杯中。自上午 8:00 時至翌日晨 8:00 時止，晚間則使用包有紅色紙的手電筒每隔 15~30 分鐘觀察，記錄每 1 對供試蛾之交尾開始至終止時間。每日齡配對之重覆數自 20 至 50 次。

三、雌、雄蛾連續配對時的交尾能力

1. 雌蛾一生連續配對時之交尾次數

利用剛羽化之雌蛾，每隻和 1 隻 2 日齡未交尾雄蛾配對，放入含 10% 蜜水棉球的檢驗杯中，任其交尾。自配對當天 18:00 時開始，與上述方法相同記錄雌、雄蛾之交尾時間。翌晨 8:00 時取走雄蛾接入另 1 隻 2 日齡的雄蛾，自 18:00 時再以相同方法觀察，至翌晨 8:00 時，再更換新雄蛾，如此至雌

蛾死亡為止。本項試驗共調查 50 隻雌蛾。

2. 雄蛾一生連續配對時之交尾次數

利用剛羽化之雄蛾，各別在含 10% 蜜水棉球的檢驗杯中與 1 隻 2 日齡之未交尾雌蛾配對。自配對當天 18:00 時，以二相同方法記錄交尾情形，至翌晨 8:00 時取出雌蛾。並供另 1 隻 2 日齡雌蛾與留在檢驗杯中雄蛾配對，如此繼續至雄蛾死亡為止。本項試驗共調查 50 隻雄蛾。

四、雌、雄蛾在不同性比下 1 日之交尾次數

1. 1 隻雌蛾在多隻雄蛾下 1 日之交尾次數

1 隻 2 日齡雌蛾分別與 1、2、3 隻具有標識之 2 日齡雄蛾，收容於直徑 10 cm 長 20 cm 的壓克力管中。自放入當天 18:00 時，與二相同方法記錄雌、雄蛾之交尾次數至翌晨 8:00 時。每組處理使用 20 隻雌蛾，並重覆 3 次。

2. 1 隻雄蛾在多隻雌蛾下 1 日之交尾次數

1 隻 2 日齡雄蛾分別配以 1、2、3 隻 2 日齡雌蛾，與二相同方法測定雄蛾 1 天的交尾次數。每處理使用 20 隻雄蛾，並重覆 3 次。

五、交尾開始時刻之日週性及交尾持續時間

1. 不同羽化日齡雌、雄蛾交尾開始時刻之日週性及交尾持續時間

與三、2. 之試驗同時進行，並記錄每小時雌、雄蛾交尾開始時刻之日週性及交尾持續時間。

2. 雌、雄蛾在不同性比下交尾開始時刻之日週性及交尾持續時間

該試驗與上述四、1., 2. 試驗同時進行。並記錄雌、雄蛾在不同性比下每小時交尾開始時刻之日週性及交尾持續時間。

結果與討論

一、交尾行為之觀察

配對於壓克力管內之 2 日齡雌蛾，暫停

留於管壁上休息。至午夜間，部份雌蛾開始微微隆起腹端，並分泌少量淡褐色液體，此後漸向上伸展翅膀成斜角狀，伸出交尾器，此時可視為性費洛蒙之釋放盛期。此期之雌蛾皆呈靜止，除非受到干擾，否則很少移動。雄蛾之求偶行為約由此時開始，即先伸展觸角，開始間歇性步行或飛翔，尋找雌蛾。靠近雌蛾時激烈振動翅膀及不停旋轉並彎曲腹部，露出交尾器。從雌蛾之腹部背面靠近，以腹部接觸雌蛾，繞著雌蛾而旋轉，尋找雌蛾腹端之交尾器。碰觸雌蛾交尾器後，雄蛾將交尾器插入雌蛾體內，此時雌蛾位於雄蛾之上方。雌、雄蛾交尾時偶有其它雄蛾闖進干擾。當交尾完畢時，雄蛾疾走離開雌蛾，經間歇性飛翔後便停止，雌蛾則移動數步後休息。

二、各日齡雌、雄蛾之交尾能力

當同日齡雌、雄蛾或不同日齡雌、雄蛾與2日齡異性蛾配對時的交尾率如圖一。

從同日齡成蛾配對時交尾率的變化可知，羽化當天的交尾率不到40%，然2日齡時到達最高值約80%，此後隨日齡之增加而驟降，當6日齡雌、雄蛾配對時幾無交尾，可知2日齡為交尾能力最強之時。若不同日齡雄蛾與2日齡雌蛾配對或不同日齡雌蛾與2日齡雄蛾配對時，羽化當天及1日齡時之交尾率也超過70%以上。表示雌、雄蛾羽化當時已具某程度之交尾能力，若和交尾能力更強之異性蛾配對時可發揮其潛在之能力。超過2日齡之老齡雌蛾與2日齡雄蛾配對時交尾率之變化與同日齡雌、雄蛾配對的交尾率曲線甚為類似。當雌蛾到7日齡時已無交尾。表示雌蛾達2日齡後其交尾能力不但急劇減退且其衰退之程度已無法與所配對之雄蛾彌補，或此時之雌蛾只能分泌極少量之性費洛蒙，無法誘發雄蛾之交尾行為。當不同日齡雄蛾與2日齡雌蛾配對時，3日齡以後雄

蛾之交尾率與上述兩個配對組相同也有衰退趨勢，然其降低趨勢顯然緩慢，6日齡時之交尾率降為26%，9日齡時仍維持約10%之交尾率。可知雄蛾之交尾能力雖在2日齡時為最高，其後之減退程度則較雌蛾緩慢。若是遇到適當日齡之雌蛾，8~9日齡之老齡雄蛾仍可發揮交尾能力，而最長者至12日齡仍保持交尾能力。

從該試驗的過程中另知，雄蛾羽化12小時；雌蛾羽化8小時後即具交尾能力。如前報所述(Chu *et al.*, 1993)，成蟲之羽化盛期在上午6:00~10:00時及中午至14:00時之間，如此中午前羽化之雌、雄蛾當天晚上皆可交尾，中午以後約半數之羽化雌蛾當晚雖可交尾，但雄蛾必至翌晚才具交尾之能力。

三、雌、雄蛾連續配對時的交尾能力

1. 雌蛾一生連續配對時之交尾次數

當羽化後之雌蛾和2日齡雄蛾配對，而每天更換配對用雄蛾時，大多數雌蛾一生只交尾1次，交尾2次及3次者各僅佔14%與2%(表一)。未見交尾4次以上之供試雌蛾，而供試雌蛾中無交尾者亦佔10%。在交尾2次或3次的雌蛾中，連續2天各交尾1次者只佔2%，大多雌蛾經1~2天之間隔才進行第2次交尾。由此可知茶姬捲葉蛾雌蛾大多在1次交尾中可得一生所需充分之精子。然1次或多次交尾對產卵數及孵化率之影響如何將於續篇中詳述。至於日本產茶姬捲葉蛾雌

表一 茶姬捲葉蛾雌蛾一生的交尾次數

Table 1. Mating frequency during the entire life by female smaller tea tortrix moth (5 replicates)

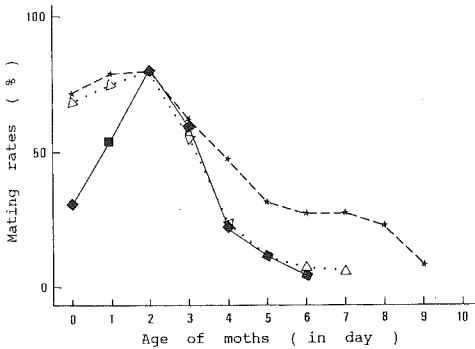
Frequency	Mating rate(%)
1	74.0
2	14.0
3	2.0

蛾之交尾次數，據 Noguchi (1981) 之報告，交尾 2 次者竟佔 50%，3 次者為 20%。與此次試驗結果比較，多次交尾雌蛾之比例顯然較高，然彼仍認為雌蛾在 1 次交尾中可得一生所需充分之精子。

在本試驗中，50 隻供試雌蛾共發生 56 次之交尾，其中 51 次發生在雌蛾之羽化當日或翌日。雌蛾羽化當日之交尾率高達 70%，第 2 天為 18%，但至 2 日齡時已無交尾。此結果與圖一中所示的趨勢稍有差異。然由此可知在小空間內大多數茶姬捲葉蛾雌蛾若遇到適當之配偶，未到其交尾盛期也已完成交尾。換言之，雌蛾之交尾前期甚短，一般不到 1 天。然其後本身之交尾或誘發雄蛾交尾能力之衰退也很迅速，尤其經過 1 次交尾之雌蛾衰退更為明顯。

2. 雄蛾一生連續配對時之交尾次數

將茶姬捲葉蛾雄蛾自羽化當日起每天與 2 日齡雌蛾配對，翌日取出雌蛾從它所產卵的



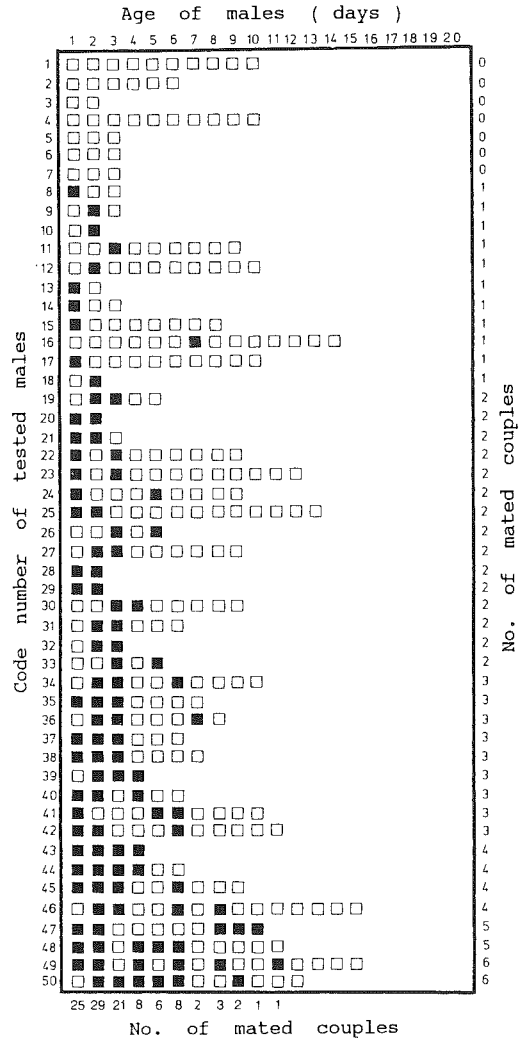
圖一 茶姬捲葉蛾雌、雄蛾與不同日齡異性蛾配對時 1 天之內之交尾率。

Fig. 1. Mating rate (per day) by smaller tea tortrix moth which paired with variously aged partner.

- : Couples of the same age of adult.
- △: Couples of a two-day-old female and a variously aged male.
- *: Couples of a two-day-old male and a variously aged female.

孵化情形判斷是否交尾，其結果如圖二。

即 50 隻供試雌蛾中，25 隻的雄蛾在羽化當天交尾，羽化當日與翌日內交尾 2 次者有 16 隻，羽化經過 24 小時以上即第 2 日齡後才交尾者有 15 隻，經 48 小時才交尾者只 2 隻，由羽化當日連續 3 日皆交尾者 8%。從羽



圖二 與 2 日齡雌蛾連續配對時 50 隻茶姬捲葉蛾雄蛾之交尾情形。

Fig. 2. Mating record of 50 male smaller tea tortrix moths continuously provided with two-day-old females.

- : Copulation
- : No copulation

化當天至 3 日齡連續 4 天皆交尾者佔 2%，從羽化當天至 4 日齡連續 5 天交尾的亦佔 2%。雄蛾最多交尾次數達 6 次者共 2 隻，5 次者亦有 2 隻。雄蛾一生交尾次數 2 次為最多佔 30%，其次為 1 次之 22%，3 次為 18%，4 次為 8%，然 50 隻供試蟲中有 7 隻即 14% 之雄蛾未交尾而死亡。從此可知雄蛾之交尾前期亦短，大多在 1~2 天。Noguchi (1981) 在雄蛾連續交尾試驗中發現，最多交尾次數超過 8 次。從此顯示臺灣及日本產茶姬捲葉蛾之雄蛾一生可交尾多次，並交尾 2、3 次為常見之現象。而且交尾常發生於連續之 2、3 天中，甚至如圖二之第 43、44、50 號雄蛾，連續 4 天每天交尾。此種現象通常只交尾 1 次，而與偶爾隔 1、2 天後交尾 2、3 次之雌蛾習性有所不同。

四、雌、雄蛾在不同性比下 1 日之交尾次數

1. 雌蛾 1 日之交尾次數

將 2 日齡之雌蛾分別與 1、2、3 隻 2 日齡雄蛾在檢驗杯中配對，觀察 1 日內在雌蛾上發生的交尾次數結果如表二。從此可知雌雄比為 1:3 時之交尾率最高達 83.3%，雌雄比為 1:2 及 1:1 時之交尾率各為 76.7% 與 80.0%，交尾率均高。若以新鄧肯氏多變域分析時，三者之間無明顯差異。當 2 或 3 隻雄蛾與 1 隻雌蛾收容在一起，而雌蛾開始分泌性費洛蒙時，雄蛾間經常發生爭先交尾的現象。但當第 1 隻雄蛾與雌蛾交尾後，其他雄蛾雖靠近雌蛾只作短暫之徘徊及騷擾後便離去，如此大多數雌蛾 1 天只交尾 1 次。

2. 雄蛾 1 日之交尾次數

將 2 日齡之雄蛾分別與 1、2、3 隻 2 日齡雌蛾收容於檢驗杯時之交尾發生次數如表三，即與 1 隻雌蛾配對的雄蛾交尾率為 80%，與 2 隻或 3 隻雌蛾配對的各為 50% 與 45%。當一隻雄蛾與 2 隻以上雌蛾配對時，交尾雄蛾率之降低可能由高濃度性費洛蒙所

表二 在不同性比下茶姬捲葉蛾雌蛾 1 日之交尾率

Table 2. Mating rate of female smaller tea tortrix moth for varied sex ratio in a day (5 replicates)

Sex ratio(♂ : ♀)	Rate of mated female(%)
1 : 1	80.0
2 : 1	76.7
3 : 1	83.3

表三 在不同性比下茶姬捲葉蛾雄蛾 1 日之交尾率

Table 3. Mating rate of male smaller tea tortrix moth for varied sex ratio in a day (5 replicates)

Sex ratio(♂ : ♀)	Rate of mated female(%)
1 : 1	80.0
1 : 2	50.0
1 : 3	45.0

產生之擾亂作用所引起。

如後述，2 日齡雌蛾 1 天中有 2 個交尾高峰期(圖四)。如此使雌蟲 1 天有 2 次之交尾機會，但從試驗結果既知大多雄蟲 1 天只交尾 1 次。若與 2 隻以上雌蟲配對時，偶有 1 天交尾 2 次的情形。在此次試驗中，雌雄比 3:1 之條件下，20 隻供試雌蛾中，3 隻雌蛾曾交尾 2 次，其中 2 隻之交尾情形各為如下：1 隻雄蛾在下午 9 時 30 分亦即天黑 3 小時 30 分後與另 1 隻雌蛾開始交尾。至翌晨上午 4 時 45 分才結束，費時 435 分鐘，經 105 分鐘後之上午 6 時 30 分再與另 1 隻雌蛾交尾至下午 5 時 15 分結束，即第 2 次交尾持續時間為 645 分鐘。待配對雌蛾產卵後解剖時發現，第 1、2 隻雌蛾各具 1 個精胞，但在第 2 隻雌蛾中之精胞頗小。另 1 隻 2 次交尾的雄蛾情形為：第 1 次交尾便在凌晨 2 時 50 分開始至 4 時 35 分，費時 115 分後經 100 分鐘之休息，自 6 時 15 分與另 1 隻雌蛾交尾至下午 16 時 40 分，交尾持續時間長達 625 分鐘，經解剖後發現在第 1 次交尾的雌蛾中竟發現 2

個精胞，而第 2 次交尾的雌蛾具 1 個精胞，並其 3 個精胞大小皆屬中等，可見雄蛾交尾能力之個體差異甚大。

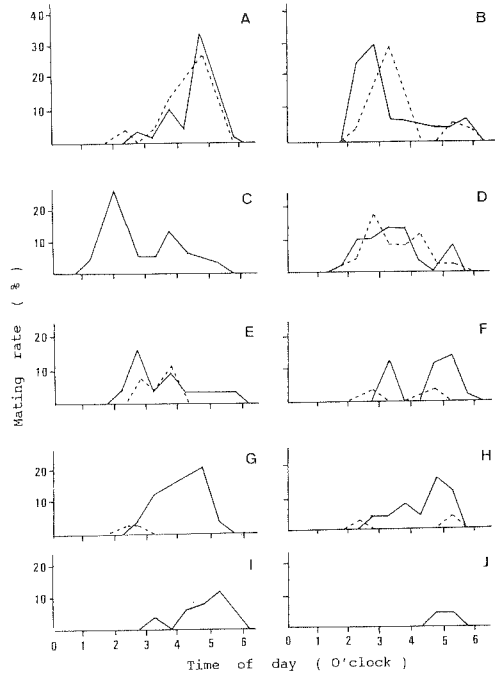
五、交尾開始時刻之日週性

1. 成蟲日齡與交尾開始時刻日週性之關係

將羽化當天至 7 或 9 日齡雌、雄蛾與 2 日齡的異性蛾配對時交尾開始時刻之周日變化如圖三。

由正值交尾最盛日齡之 2 日齡雌、雄蛾配對時，交尾皆由午夜後開始。上午 6 時後則未見開始交尾之成蟲，然此間可見 2 個明顯的高峰。即一在 0 時 30 分至上午 2 時 30 分之間，另一為 4 時 30 分至 5 時之間（圖三、C）。然第 1 高峰比第 2 高峰為大，可謂主要交尾開始時刻在上午 1 點頃。羽化當天雌、雄蛾與 2 日齡異性蛾配對時，第 1 高峰卻不明顯而出現甚大之第 2 高峰。當如二、交尾能力時所述，雄蛾羽化經 12 小時、雌蛾經 8 小時後即具交尾能力，而羽化當天之供試蟲中包括未達 8 或 12 小時之雌、雄性成蟲，致使第 1 高峰之出現不明顯（圖三、A）。然從圖三、B、C、D、E 可知，當雌、雄蛾皆具相當旺盛之交尾能力時還是在午夜 1 時頃之主要交尾時刻，然至老齡時，黎明前出現的第 2 高峰漸趨明顯。此種現象於雄蛾更是顯著。至今尚無試驗證據，老日齡雄蛾或受長期性費洛蒙之刺激才能反應。

當配對相同日齡雌、雄蛾時，其交尾開始時刻之日週期如圖四。其中圖四、C 之有關 2 日齡成蟲之試驗與圖三、C 相同乃沿用圖三、C 之資料。就羽化當日之成蟲而言，交尾即 2 點半頃開始，形成 1 個上午 5~6 時之間之高峰（圖四、A），顯然相當於圖三、A 之第 2 高峰。若 1 日齡之雌、雄蛾配對時也出現不明顯之第 1 高峰，但此時仍以 5、6 點時開始交尾之成蟲為多（圖四、B）。配對 3 日齡雌、雄蛾之情形類似圖四、C，可見較大的



圖三 各日齡茶姬捲葉蛾雌、雄蛾交尾開始時刻之日週性。

Fig. 3. The diurnal periodicity of mating beginning with variously aged adult of male and female smaller tea tortrix moth.

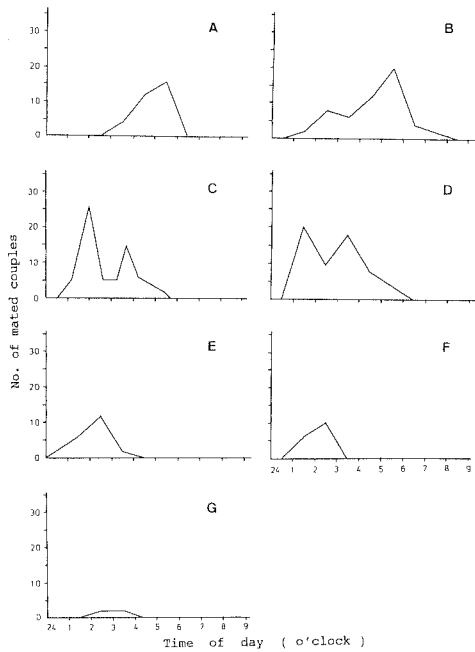
---: Couples of variously aged males and two-day-old females.
—: Couples of variously aged females and two-day-old males.

A to J indicate pairs of moths of age 0~9 days.

第 1 高峰與較小的第 2 高峰（圖四、D）。當老齡之成蟲配對時，不但整個交尾率降低，黎明前發生之第 2 高峰亦消失（圖四、E、F、G）。此種老齡成蟲配對時第 2 高峰之消失與第 2 日齡成蟲配對各日齡雌、雄蛾時第 2 高峰之減少完全相反。然其原因從現在試驗之資料中尚難推測。

2. 性比對交尾開始時刻日週性之影響

2 日齡成蟲交尾開始時刻之日週性如圖三、C 及圖四、C，由上午 2 時之大高峰與 4



圖四 相同日齡茶姬捲葉蛾配對時之交尾開始時刻之日週性。

Fig. 4. The diurnal periodicity of mating beginning with adults of the same age, for male and female smaller tea tortrix moth.

See Fig. 3.

時頃之小高峰所成。然 1 隻雌蛾與 2 隻或 3 隻雄蛾一起時，交尾在黎明前才開始，而 1 日中只形成黎明前之一大高峰。此高峰之出現期比雌、雄蛾各 1 隻時晚約 1 個半小時出現(圖五、B、C)。經觀察結果既知當複數雄蛾與 1 隻雌蛾配對時，雌蛾自午夜頃隆起腹端採取分泌費洛蒙之姿勢，然雄蛾伸展觸角後未表示交尾之進一歩行爲。如此經過第 1 高峰期，至黎明前雌蛾再度分泌費洛蒙時，雄蛾在伸展觸角後，進入間歇性步行或飛翔。在性比 1:1 時即需較長時間，此乃第 1 高峰之消失及第 2 高峰較遲出現之經過。探討其原因，至今雖完全在假設階段，當雄蛾受到雌蛾分泌費洛蒙之刺激而被誘引到近距

離時，雄蛾爲反應雌蛾亦分泌某種生理活性物質，而該物質中除含有使雌性繼續分泌費洛蒙或提高對交尾之意願外，還含有抑制其他雄蛾行爲之效果。使得如在直徑 6 cm 高 7 cm 之小空間中收容多隻雄蛾時產生交尾開始時刻之大幅延遲，但證實該假設還需多項試驗。

當 1 隻雄蛾與 2 隻雌蛾配對時，情形與多隻雄蛾配對 1 隻雌蛾完全相反。只在值第 1 高峰期之上午 2 時形成 1 個開始交尾之高峰，而黎明前之第 2 高峰完全消失(圖五、D)。在此種條件下，具有交尾能力之雄蛾在第 1 高峰期已完成交尾所致，若與 3 隻雌蛾配對時之情形也類似圖五、D。然此時第 1 高峰之出現期拖得較長，並出現不明顯之第 2 高峰，此種現象或可在小空間中收容多隻雌蛾而引起的性費洛蒙交信擾亂效果解釋。

六、交尾持續時間

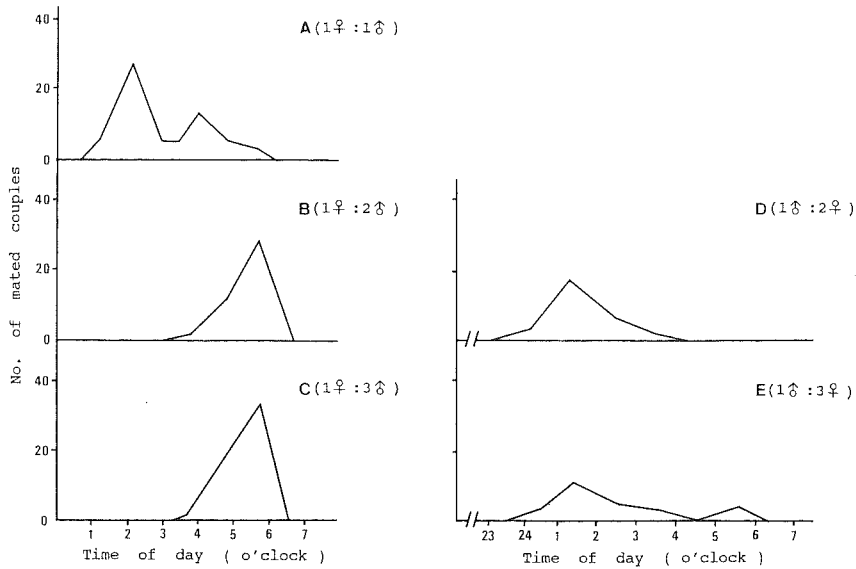
1. 同日齡雌、雄蛾配對時之交尾持續時間

羽化當日至 6 日齡之 1 對雌、雄蛾，在檢驗杯中調查之交尾持續時間如圖六。

雌、雄同爲羽化當天時之交尾持續時間平均不到 100 分鐘，然 1 日齡成蟲之間的持續時間爲最長，平均約 176 分鐘。被認爲交尾能力最旺盛的 2、3 日齡成蟲爲 125 分鐘。以後持續時間逐漸縮短，至 6 日齡只約 70 分鐘。交尾持續時間之個體差異也甚大，如 1 日齡成蟲配對時之平均時間雖爲 176 分鐘，最長達 745 分鐘，最短爲 90 分鐘，然交尾持續時間隨著成蟲日齡有明顯縮短的趨勢。據 Noguchi (1981) 日本產茶姬捲葉蛾 3 日齡成蟲之交尾持續時間爲 92 分鐘，又據 Chen and Cheng (1989)，臺灣產該蟲之平均交尾持續時間爲 84 分鐘也比此次試驗所得之數值短。

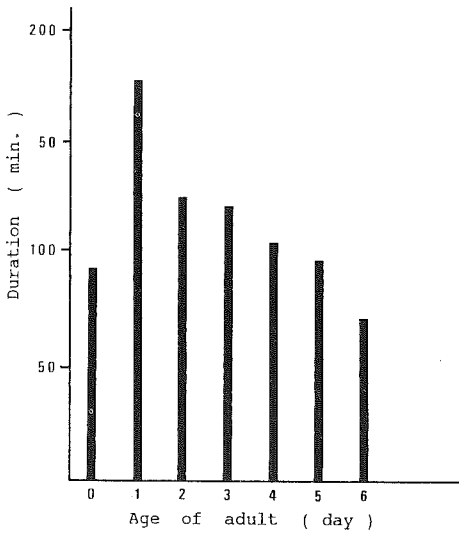
2. 與 2 日齡成蟲配對時之交尾持續時間

將羽化當日至 7 日齡雌蛾或至 9 日齡雄



圖五 茶姬捲葉蛾雌、雄蛾在不同性比下之交尾開始時刻之日週性。

Fig. 5. The diurnal periodicity of mating beginning with smaller tea tortrix moth under a varied sex ratio.



圖六 茶姬捲葉蛾同日齡雌、雄蛾配對時之交尾持續時間。

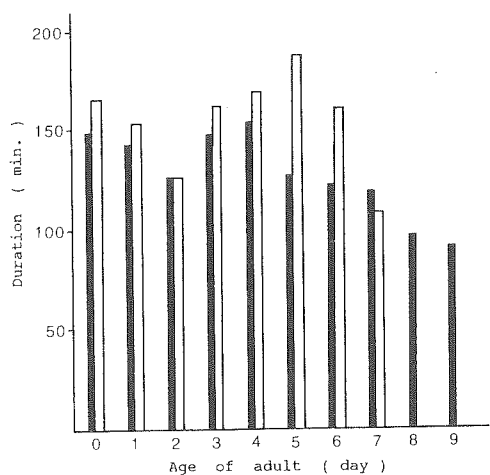
Fig. 6. Mating duration of smaller tea tortrix moth when male and female of the same age were provided.

蛾各與 2 日齡雄蛾或雌蛾配對時之交尾持續時間如圖七。

就一般趨勢而言，雌、雄蛾皆是 2 日齡時之交尾期間為最短。而雌蛾日齡對交尾期間之影響比雄蛾大。以雄蛾而言，4 日齡雄蛾與 2 日齡雌蛾交尾時之持續時間為最長，此後又縮短，而雌蛾之交尾持續時間以 5 日齡時為最長。

再者與同日齡雌、雄蛾配對時的結果比較(圖六)，2 日齡雌、雄蛾配對時之持續時間同為 125 分鐘。雌、雄蛾皆為 1 日齡時為 176 分鐘，然 1 日齡雌蛾與 2 日齡雄蛾交尾時 155 分鐘，1 日齡雄蛾與 2 日齡雌蛾交尾時 143 分鐘，比同 2 日齡成蟲間之持續時間較短外，以 2 日齡雌、雄蛾配對時之交尾持續時間皆比同日齡成蟲間之交尾時間長。

總之，臺灣產茶姬捲葉蛾之交尾前期甚短，約 30% 之羽化當天雌、雄蛾具交尾能力。至 2 日齡，雌、雄蛾之交尾能力最高，



圖七 茶姬捲葉蛾各日齡雌、雄蛾與2日齡異性蛾配對時之交尾持續時間。

Fig. 7. Mating duration of smaller tea tortrix moth of varied age when a two day old partners were provided.

□: Mating duration of variously aged female coupled with two day old male.

■: Mating duration of variously aged male coupled with two-day-old female.

其後隨日齡增加交尾能力逐漸衰退。然雌蛾至6日齡仍具微度之交尾能力，雄蛾之交尾能力最長維持到12日齡。大多數雌蛾一生中只接受1次交尾，然雄蛾卻具多次交尾之能力，如有連續5天交尾，或一生中交尾6次者。

當1隻雌、雄蛾與2隻以上之異性蛾共居時，大多數1天只接受或進行1次交尾，尤其雄蛾在複數雌蛾共居時，比單隻雌蛾配對時之交尾率顯著減低。此種現象雖暗示以高濃度性費洛蒙可控制雄蛾交尾活性，進而利用合成性費洛蒙以交信擾亂法防治該蟲之可行性。但如上述雄蟲具有多次交尾之能力，並可維持10天左右，雌蛾也具數天接受交尾之能力。考慮此點，交信擾亂法之應用必需在成蟲羽化當時進行，長期維持穩定且高濃度費洛蒙之條件是影響效果之重要因

子。

在本試驗中，多就交尾率衡量其交尾活性，至於交尾後之產卵數及孵化率更是評估交信擾亂法效果之關鍵因子，關於此點，容後篇中詳細討論。

誌 謝

本試驗承國家科學委員會 NSC78-0414-P002-01A 經費補助，特此申謝。

參考文獻

- Chen, F. T. 1984. Ecology and natural enemies of smaller tea tortrix (*Adoxophyes orana* Fischen von Röslerst-ann). Bull. Taiwan Tea Improv. Stat. 3: 15~23. (In Chinese with English summary).
- Chen, Y. T., and S. K. Cheng. 1989. Studies on the mass rearing and behavior of smaller tea tortrix. Ann. Rep. Taiwan Tea Improv. Stat. 1989: 33~35. (In Chinese).
- Chow, Y. S., L. C. Yang, M. Y. Lee and J. Chen. 1975. Insect sex pheromone and pest control. Plant Protec. Bull. Taiwan. 17: 29~41. (In Chinese with English summary).
- Chu, Y. I., J. L. Li, and K. M. Shek. 1993. Adult emergence and longevity of the smaller tea tortrix (*Adoxophyes* sp.) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 13: 27~32. (In Chinese with English summary).
- Kou, R. 1992. Calling behavior and pheromone titer in the smaller tea

tortrix moth, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae). J. Chem. Ecol. 18: 855~861.

Noguchi, H. 1981. Mating frequency, fecundity and egg hatchability of the smaller tea tortrix moth, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 25: 259~264. (In Japanese with English summary).

Noguchi, H. 1984. Effect of temperature on mating time of the smaller tea tortrix moth, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 28: 118~124. (In Japanese with English summary).

Noguchi, H., H. Sugie, Y. Tamaki, and Y. Oomasa. 1985. Sex-pheromone

components and related compounds released by virgin females of *Adoxophyes* sp. and *Adoxophyes orana fasciata* (Lepidoptera: Tortricidae). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 29: 278~283. (In Japanese with English summary).

Shiao, S. N. 1989. Utilization of synthetic sex pheromone of smaller tea tortrix in the tea garden. Bull. Taiwan Tea Improv. Stat. 8: 27~35. (In Chinese with English summary).

Yasuda, T. 1975. The Tortricinae and Sparganothinae of Japan (Lepidoptera: Tortricidae). Bull. Univ. Osaka. Prefect. Ser. B27: 79~251.

收件日期：1993年10月1日

接受日期：1993年11月16日