中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）35(1)：99～106（1986）

釋放赤眼卵蜂（*Trichogramma chilonis*）防治稻縱捲葉蟲及影響該蜂活動因子之研究[1]

陳健忠　　邱瑞珍[2]

摘要：本試驗於民國72年在水稻移植後60天在稻田試行釋放稻縱捲葉蟲（*Cnaphalocrocis medinalis*）之卵寄生赤眼卵蜂（*Trichogramma chilonis*），放蜂率 19,000隻／公畝及9,000隻／公畝，兩處理區在放蜂後均提高寄生率，但彼此差異不顯著。另在移植後85天進行第二次放蜂，結果兩處理區與對照區之寄生率亦無顯著差異。

又進行 *T. chilonis* 之爬行、飛行受溫度、濕度、風速、不同寄主植物之影響等研究，結果發現該蜂之爬行速率隨溫度之升高而增加。溫度若低於 25°C 時其活動速率開始降低。相對濕度大於92.0%或小於33.0%時其爬行速率顯著降低。風速小於 3.6m/sec 時則爬行速率差異不顯著。*T. chilonis* 在6種寄主植物上之活動以玉米葉背、甘蔗及柑橘葉片上之爬行速率最高，水稻、玉米葉表、甘藍葉次之，大豆葉最低。

稻縱捲葉蟲(*Cnaphalocrocis medinalis*)爲害水稻葉片，常使稻株生長延緩而影響穀粒稔實，減低產量，該蟲過去被視爲水稻之次要害蟲，近年來因其發生量年有增加，乃被認定爲水稻主要害蟲之一，其在本省之爲害面積已超過3萬5千公頃[1]。目前該蟲之防治均依賴藥劑，一般使用之推廣藥劑雖具有優良之殺蟲效果，但農民習慣在被害癥狀出現後才開始施藥，此時幼蟲捲藏在葉片內，已錯過施藥殺蟲之適當時機，無法發揮藥效[3]，因此若以生物防治法等配合使用可望挽回部分損失。

稻縱捲葉蟲之天敵目前已發現25種，包括21種寄生性昆蟲，2種病原菌及2種蜘蛛；其幼蟲與蛹之被寄生率平均約爲24%，二期稻作時其卵之被寄生率達52.9%[2,5]，在3種卵寄生蜂中以赤眼卵蜂（*Trichogramma chilonis*）之寄生率占 96.4%顯示其乃稻縱捲葉蟲卵期之最重要天敵，其在田間對縱捲葉蟲族羣之控制能力實不容忽視。毛小蜂科之數種卵蜂（*Trichogramma* spp.）在植物保護方面之利用不乏成功實例，其防治該蟲之應用價值已被肯定[4]。*T. chilonis* 在本省之記錄寄主包括爲害水稻、玉米、大豆、甘蔗、甘藍和柑橘等作物之10種重要害蟲，其在稻田之生態與產卵習性，筆者等已另文發表[2]；爲謀充分發揮該蜂之生物防治潛能，提高其對寄主害蟲之寄生率，本文爰就影響該蜂活動之環境或氣象因子如溫度[8,9,12]，濕度[9]、風速及標的害蟲（target pest）之寄主植物等對該蜂之影響加以探究，期能探測得釋放該蜂防治稻縱捲葉蟲之最佳時機；並進行田間初步釋放試驗以觀其防治效果。

材料與方法

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1264 號。本研究承國立中興大學林俊隆教授協助分析資料，謹此誌謝。
2.本所應用動物系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

田間釋放 *T. chilonis* 防治稻縱捲葉蟲試驗係在本所農場面積1公頃之二期作水稻田內進行。劃定面積1公畝（10×10m）爲1小區，自東向西順序排列爲放蜂19,000隻小區，放蜂 9,000隻小區及不放蜂之對照區，每小區間隔 30m，共2重複，重複間距離爲 45m。放蜂方法係將外米綴蛾卵用膠水黏在自黏標籤（2×3.4cm）之表面，在實驗室內供寄生蜂產卵寄生即成寄生蜂片，蜂片在 30°C恆溫下發育5天後取出儲存於 4°C 冰箱中備用。預定在田間之第二世代稻縱捲葉蟲成蛾發生盛期開始釋放，釋放時將卵片底紙撕下貼於靠近稻叢頂部之葉背，蜂片須均勻散布在各小區內。蜂片自冰箱中取出約經24小時後，寄生蜂便開始陸續羽化。放蜂前每小區逢機取樣 250片稻葉，調查葉上稻縱捲葉蟲卵之被寄生率，釋放後7天再用同法調查1次。

供影響 *T. chilonis*活動因子試驗用之寄生蜂係於70年採自萬豐本所農場，用外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* Stain) 卵爲代用寄主，在 30°C 恆溫下繁殖迄今。試驗時係用馬錶計時，分別觀察雌、雄蜂在每1分鐘內之爬行距離，各5重複，方法如下：

（一）溫度：將單隻 *T. chilonis* 接入充氣之透明塑膠袋（18×24cm）中，袋口用橡皮圈紮緊，在 5、10、15、20、25、30、35°C 之恆溫箱內靜置10分鐘後，用簽字筆描繪其爬行路線，再用曲線測距器（curvimeter）測量其所爬行距離，同時記錄其飛行次數。

（二）濕度：用 H_2O, KNO_3, $(NH_4)_2SO_4$, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $HgCl_2 \cdot 6H_2O$ 之飽和溶液各4cc. 及無水硫酸銅 4g 置於試管（1.5×18cm）內，用石臘伸縮膜（parafilm）封口，置於 25°C 恆溫箱內隔夜後可以調節試管內之相對濕度依次爲 100、92.0、80.3、55.0、33.0及0% [13,14]。取出試管微啓管口將 *T. chilonis* 接入再予封口，在 25±1°C 之室溫下，照（一）項方法記錄其爬行距離。

（三）風速：風洞（wind tunnel）之設計是以一架電風扇（F）送風，用 PE 塑膠袋之開口端套住風扇，袋底剪開套住一長玻璃管（G, 14×61cm），並設置1個活動開口（O），調節風速爲每秒6.3、3.6、2.2、1.0、0.4 和 0m；風速之測定係將一架定向測風速器（A），置於玻璃管內測定後隨即移出。由於風速不會影響管內之氣溫，因此在玻璃管內放置1根溫度計（T），隨時監視使管內溫度維持 25±1°C，玻璃管旁用1台電熱器（H）控制溫度（如圖1）。供試 *T. chilonis* 逐隻接入玻璃管內觀察其受風吹動之情形，並照（一）項方法記錄其爬行距離。

（四）寄主植物：選取新鮮之水稻、玉米、甘蔗、大豆、甘藍、柑橘之葉片，使 *T. chilonis* 在葉片上爬行。並在室溫 25±1°C下，照（一）項方法記錄其爬行距離。

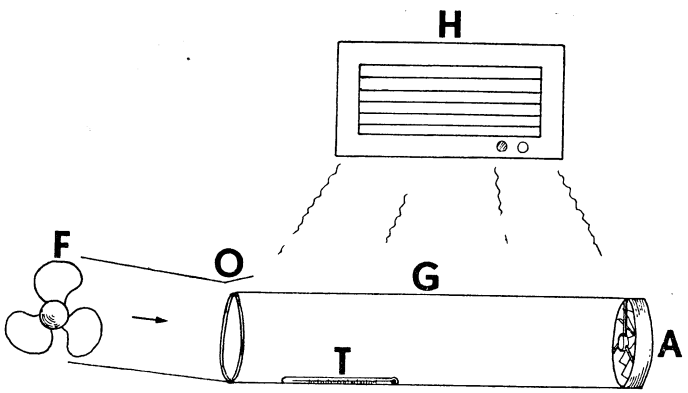


圖1. 風洞之設計，包括風扇（F），活動開口（O），電熱器（H），溫度計（T），玻璃筒（G），風速計（A）。

Fig. 1. A device of wind tunnel comprises fan(F), controllable opening(O), heater(H), thermometer(T), glass tube(G), anemometer(A)

結果與討論

本試驗於72年二期作水稻移植60天後，正逢第二世代稻縱捲葉蟲成蛾之發生盛期，第一次將 *T. chilonis* 釋放至田間，經7天後雖然未放蜂之對照區寄主卵被寄生率略爲增加（見表1），但每公畝19,000隻與 9,000隻之兩釋放區在放蜂後其寄生率均較放蜂前顯著提高，但兩處理間差異不顯著。在水稻移植後85天進行第二次放蜂，結果其寄生率與釋放前差異不明顯，顯示均無防治效果；對照區之寄生率在放蜂前已達 52.8%，這與邱和陳[2]在71年用相同管理方法之鄰近稻田所調查之自然寄生率52.9%極爲相近。

表1. 釋放 *Trichogramma chilonis* 防治稻縱捲葉蟲之結果

Table 1. Results of releasing *Trichogramma chilonis* on rice for the control of rice leaf roller (2nd crop, 1983 at Wangfeng)

每公畝釋放蜂數 No. of *T. chilonis* per are (in 1000's)	平均卵寄生率 % parasitism of eggs*			
	Pre-r1	Post-r1	Pre-r2	Post-r2
19	21.8	54.4	53.9	61.9
9	23.8	58.2	60.0	60.2
0	11.1	18.0	52.8	50.8

二重複平均值，r1：第一次放蜂（移植後60天），r2：第二次放蜂（移植後85天）。

* Average of 2 replicates, where, r1: first release (60 days after transplanting) and r2: second release (85 days after transplanting)

上述兩次釋放之寄生蜂片在田間之平均羽化率分別爲93.1%與89.1%，均甚良好，故欲謀求提高寄生率達到防治稻縱捲葉蟲之目的，似應著眼於增加寄生蜂之釋放次數與釋放數量及把握最佳之釋放時機並繼續進行試驗。

溫度、濕度、風速和寄主植物等因子影響 *T. chilonis* 爬行速率之情形如下：

(一) 溫度：

T. chilonis 之爬行速率隨溫度之增高而增速（表2）。不同溫度處理對其活動之效應函數爲 Y

表2. *Trichogramma chilonis* 在7種不同溫度下之爬行速率

Table 2. Mean rate of travel (cm/min) by *Trichogramma chilonis* at 7 temperatures*

溫度 Temperature (°C)	雌蜂 Female	雄蜂 Male
5	1.2 d	1.5 d
10	3.6 d	4.4 d
15	6.3 bcd	6.0 d
20	5.5 cd	14.4 c
25	10.1 bc	14.6 c
30	11.9 b	28.4 b
35	20.4 a	36.2 a

* 經F測驗，平均值後面之英文字母相同者表示在5%顯著水準下差異不顯著。

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by F-test

$=2.31-1.80S-0.16T+0.03T^2+0.23ST$，其中 S 表性別，T 表溫度，相關係數 $r=0.9129$，所示曲線如圖 2。由雌蜂爬行速率之平均值觀之，溫度若低於 25°C 似乎較不利於其活動，在田間雌蜂活動速率愈高其在單位時間內搜尋寄主之效率亦相對提高，有些學者用不同之溫度處理選擇較能適應釋放地區之赤眼卵蜂種類，並且以理論式估計寄生蜂之活動範圍[8,9,10]。

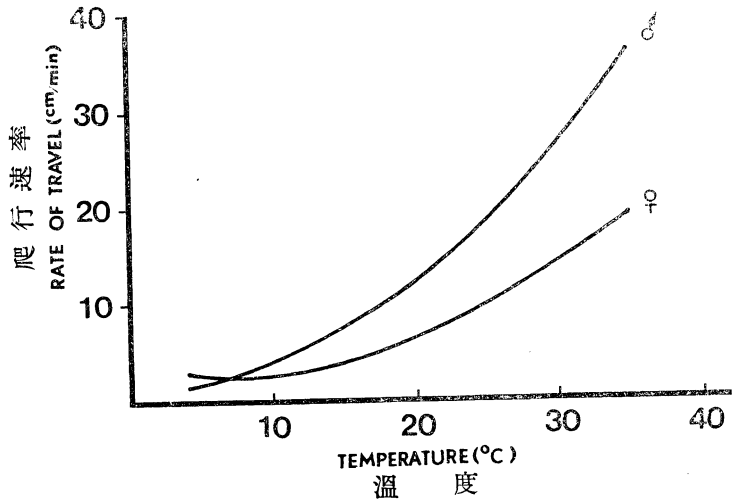


圖2. 溫度對 *Trichogramma chilonis* 爬行速率之影響

Fig. 2. Effects of temperature on the travel rate of *Trichogramma chilonis*

本試驗爲期更能反應溫度對 *T. chilonis* 活動之效應，使用透明 PE 塑膠袋取代比熱較小之玻璃製品爲材料，在觀察中發現在 20°C 以上雄蜂之飛行次數較雌蜂爲多，前者平均每分鐘飛行 0.6-2.2次，後者僅0-0.2次。因此由雄蜂之爬行速率及飛行頻度觀之，雄蜂之活動能力顯然較雌蜂爲强。由變方分析之結果亦可看出雌雄性別，溫度及兩者之交感作用差異均極顯著。

(二) 濕度：

由變方分析中單自由度 F-測驗之結果，得知就不同相對濕度之處理而言，*T. chilonis* 之爬行速率差異極爲顯著，顯示相對濕度會影響其活動，就雌雄性別及其與不同相對濕度之交感作用而言，*T. chilonis* 爬行速率之差異不顯著。由平均值差異顯著性測驗結果（表 3） 更進一步得知在相對濕度 Rh 大於 92.0%或小於 33.0%時 *T. chilonis* 之爬行速率顯著降低。其效應函數 $Y=21.87+$

表3. *Trichogramma chilonis* 在 6 種不同相對濕度下之爬行速率*

Table 3. Mean rate of travel (cm/min) by *Trichogramma chilonis* at 6 relative humidities*

相對濕度 Relative humidity (%)	雌 蜂 Female	雄 蜂 Male	雌雄平均 Mean
100.0	20.3 b	19.0 cd	19.6 b
92.0	29.8 a	23.7 cd	26.8 a
80.3	28.4 a	34.6 a	31.5 a
55.0	25.7 ab	26.6 bc	26.2 a
33.0	29.5 a	32.1 ab	30.8 a
0.0	19.7 b	18.1 d	18.9 b

* 經F測驗，平均值後面之英文字母相同者表示在 5 %顯著水準下，差異不顯著。
Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by F-test

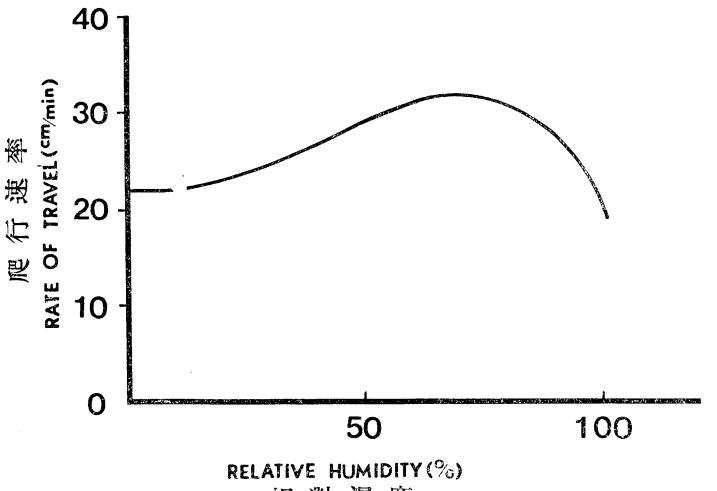


圖3. 相對濕度對 *Trichogramma chilonis* 爬行速率之影響
Fig. 3. Effects of relative humidity on the travel rate of *Trichogramma chilonis*

$0.003Rh^2$，相關係數 r＝0.5079，所示曲線如圖3。

在試管中，相對濕度 100%之試管內壁呈浸濕狀，有肉眼幾難辨視之小水滴，*T. chilonis* 攀爬其上時常無法控制而有滑落之現象，並見其用前、後足清理中足，觸角及翅等附器。在相對濕度爲0時，亦有同樣之清理動作。不同種之赤眼卵蜂對不同相對濕度之反應各異[9]；在田間若有此現象即爲其對棲所或作物環境濕度適應性之表現。在稻田中 *T. chilonis* 之活動盛期爲正午至傍晚間[2]，入夜後氣溫降低，相對濕度增高至露點時，露水即形成，由於試驗乃知露水確爲限制田間寄生蜂活動之主要因子。

(三) 風速

由變方分析知風速（W）對雌雄蜂之爬行速率及風速與性別之交感作用差異不顯著。但不同風速對其爬行速率差異極爲顯著。其效應函數 $Y=25.88+5.10W-2.52W^2+0.03W^4-0.38SW$，相關係數 r＝0.8259 所示曲線如圖4。由表4知風速在每秒 6.3m 時，其爬行速率明顯減低。此時，寄

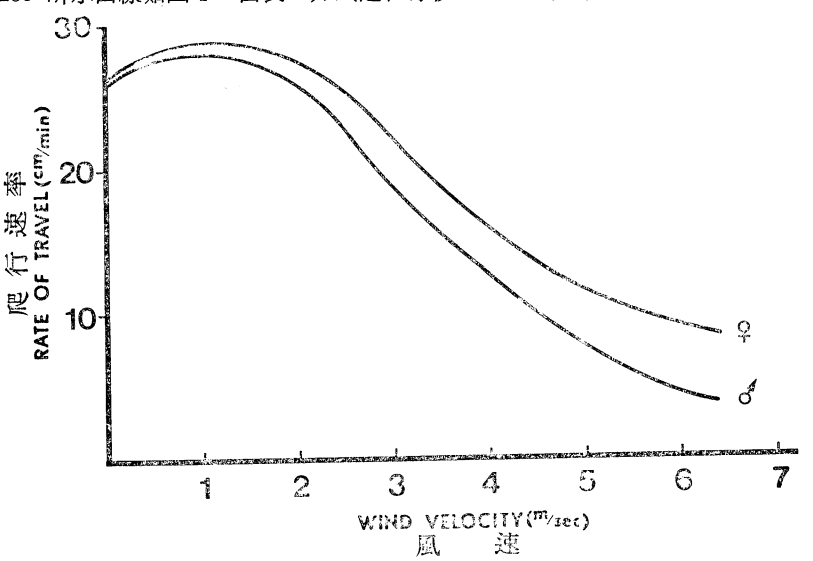


圖4. 風速對 *Trichogramma chilonis* 爬行速率之影響
Fig. 4. Effects of wind velocity on the travel rate of *Trichogramma chilonis*

表4. *Trichogramma chilonis* 在6種不同風速中之爬行速率*

Table 4. Mean rate of travel (cm/min) by *Trichogramma chilonis* at 6 wind velocities*

風 速 Wind velocity (m/sec)	雌 蜂 Female	雄 蜂 Male
6.3	7.3 c	4.9 c
3.6	20.8 b	11.5 b
2.2	27.0 ab	26.8 a
1.0	27.6 a	29.6 a
0.4	21.5 ab	27.9 a
0.0	23.7 ab	32.0 a

* 經 F 測驗，平均值後面之英文字母相同者表示在5%顯著水準下，差異不顯著。
Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by F-test

生蜂需盡力緊附在玻璃管壁上才能緩慢移動，若快速爬行則立即被風吹走，而造成被迫性遷移；風速在每秒 3.6m 以下不影響雌蜂之行動，但風速需減弱至每秒 1.0m 時 *T. chilonis* 才可自行控制飛行方向。就生物防治觀點而言，此風速即爲最佳之放蜂時機，極有助於其尋找寄主產卵。赤眼卵蜂之自力飛行距離甚短，其飛行動作像是在跳躍，故知其遷移仍以藉風力爲主[11]。根據農業氣象資料顯示，本省旬平均風速除梧棲、恆春、新港等沿海地區外，各地全年之旬平均風速多在每秒3.6m以下[6]，適合 *chilonis* 蜂之活動。

(四) 寄主植物：

由變方分析知雌雄性別對不同寄主植物之葉片間差異極顯著，但性別與不同葉片之交感作用不顯著。7個不同處理中，*chilonis* 蜂在玉米葉背、甘蔗及柑橘上爬行速率最高，在水稻、玉米葉表及甘藍次之，大豆最低（表5）。在供試葉片中，大豆葉面之絨毛最密最長，明顯影響 *T. chilonis* 在其上之爬行速率，玉米葉表有絨毛故在其上之爬行速率較在葉背爲低，甘藍葉肥厚多汁，表面偶有裂損常吸引寄生蜂駐足取食葉汁，因此影響及爬行速率。碳水化合物乃赤眼卵蜂唯一需要之營養物質，可延長其壽命[7]；在上述供試作物上常有會分泌蜜露之害蟲存在，勢必影響寄生蜂搜尋寄主卵之效率

表5. *Trichogramma chilonis* 在6種不同寄主葉面之爬行速率*

Table 5. Mean rate of travel (cm/min) by *Trichogramma chilonis* at leaf of 6 host plants*

寄 主 植 物 Host plant		雌 蜂 Female	雄 蜂 Male
水 稻	Rice	8.0 b	3.8 bc
玉 米	Corn		
葉表	Upsurface	7.5 b	5.1 bc
葉背	Undersurface	13.0 a	9.3 a
甘 蔗	Sugarcane	11.7 a	11.4 a
大 豆	Soybean	3.0 c	3.1 c
甘 藍	Cabbage	6.7 b	5.6 b
柑 橘	Citrus	10.8 a	10.5 a

* 經 F 測驗，平均值後面之英文字母相同者表示在5%顯著水準下，差異不顯著。
Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by F-test

，就生物防治觀點而言，是利是弊尚難驟下定論。Ashley 與 Gonzalez 認爲未曾進食之赤眼卵蜂可能先尋找食物，而已取食者才會找寄主產卵[7]，但目前尚無直接證據支持此項說法，惟寄主植物表面之構造及其上之外來附屬物均有可能影響寄生蜂之搜尋率（searching rate），此點正可反應赤眼卵蜂在不同作物上防治害蟲潛能之差異性。

參考文獻

1. 朱耀沂、何坤耀 1981 瘤野螟有關文獻之綜評。臺大植病學學刊 8：36—58。
2. 邱瑞珍、陳健忠 1985 赤眼卵寄生蜂 *Trichogramma chilonis* 之生態及產卵習性研究。中華農業研究 34（2）：207—212。
3. 陳慶忠、王玉沙 1978 臺灣中部稻縱捲葉蟲生活史及水稻品種抵抗性之調查。臺中區農改場研究彙報 2：58-69。
4. 陳健忠 1983 赤眼卵寄生蜂（*Trichogramma* spp.）在植物保護上之利用。科學農業31：237-241。
5. 陳健忠、邱瑞珍 1983 臺灣稻縱捲葉蟲天敵之調查。中華農業研究32（3）：286-291。
6. 農業氣象旬報 1982 中央氣象局應用氣象組農業氣象科主編。
7. Ashley, T. R. and D. Gonzalez 1974 Effect of various food substances on longevity and fecundity of *Trichogramma*. Environ. Ent. 3：169-171.
8. Biever, K. D. 1972 Effect of temperatures on the rate of search by *Trichogramma* and its potential application in field releases. Environ. Ent. 1：194-197.
9. Boldt, P. E. 1974 Temperature, humidity and host: effect of search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum*, Auctt. Ann. Ent. Soc. Amer. 67：706-708.
10. Fye, R. E. and D. J. Larsen 1969 Preliminary evaluation of *Trichogramma minutum* as a released regulator of lepidopterous pests of cotton. J. econ. Ent. 62：1291-1296.
11. Nagarkatti, S. and H. Nagaraja 1977 Biosystematics of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* species. Ann. Rev. Ent. 22：157—176.
12. Parker, F. D., F. R. Lawson, and R. E. Pinnell 1970 Suppression of *Pieris rapae* using a new control system: Mass releases of both the pest and its parasites. J. econ. Ent. 63：721-735.
13. Peterson, A. 1953 A manual of entomological techniques. p. 330, Edwards Brothers Inc. Michigan.
14. Stokes, R. H. and R. A. Robison 1949 Standard solutions for humidity control at 25°C. Ind. Eng. Chem. 41：2013.

Studies on the Field Releases of *Trichogramma chilonis* and the Factors Affect Its Activity

Chien-chung Chen and Shui-chen Chiu

Summary

Percent parasitism of host eggs increased by first release of *Trichogramma chilonis* at 60 days after rice transplanting at the rates of 19,000 and 9,000 *T. chilonis* per are. The results showed that it was not significantly different between these two releases. The second release was conducted at 85 days after rice transplanting, the percent parasitism of host eggs was not significantly different between treatments and control.

Travel rate of *T. chilonis* increased by raising temperature. Its activity decrease when temperature below 25°C. We also found that travel rate was significantly decreased when relative humidity was above 92.0% or below 33.0%. However, travel rate was not significantly different when the wind velocity lower than 3.6m/sec. *T. chilonis* have higher searching rate on the undersurface of corn leaves, leaves of sugarcane and citrus, but do lower on the leaves of rice, cabbage, soybean, and upsurface of corn leaves

1. Contribution No 1264 from the Taiwan Agricultural Research Institute. Thanks are due to Dr. Jiunn-Lung Lin for statistical analysis of data.

2. Assistant entomologist and senior entomologist, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.