

檬果綠葉蟬之發生消長與氣候因子關係¹

溫宏治^{2,3} 劉政道²

摘 要

溫宏治、劉政道。2006。檬果綠葉蟬之發生消長與氣候因子關係。臺灣農業研究 55:53-62。

由 2000 至 2004 年利用黃色粘紙於鳳山地區檬果園內偵測綠葉蟬 (*Idioscopus clypealis*) 之族群消長，結果顯示其族群均於開花期 (1~4 月) 最高，且為褐葉蟬之 3.5 倍。開花期每週 36 張粘紙所捕捉到蟲數為 466.3~2243.5 隻，平均 1312.4 隻；其次結果期 (5~7 月) 216.4~824.8 隻，平均 600.8 隻，其他時期則較少。在開花期氣象單因子中以溫度與綠葉蟬數之直線關係 ($R^2=0.7211$, $p=0.0012$) 較明顯，結果期關係次之 ($R^2=0.6302$, $p=0.0025$)；開花期氣象雙因子中，溫度及雨量與綠葉蟬數相關性高 ($R^2=0.8102$, $p=0.002$)，與溫度、相對濕度相關性也高 ($R^2=0.8314$, $p=0.0018$)，如同時以溫度、雨量及相對濕度三因子進行複迴歸分析時，其間相關性更高 ($R^2=0.8517$, $p=0.0026$)。預測檬果綠葉蟬之實測與估算值比較，均以開花期同時與溫度、雨量、相對濕度之複迴歸導出來蟲數誤差最小，5.68~9.93%，平均 7.69%，另利用路徑分析變數因子之貢獻率，為溫度 31.42%，相對濕度 10.43%及雨量 8.72%，故氣候因子中以溫度佔較大影響力。

關鍵詞：檬果、檬果綠葉蟬、發生消長、氣象因子、迴歸分析。

前 言

檬果為台灣重要水果之一，由中南部至東部均有種植，種植面積約 1 萬 7 千百餘公頃，在果樹中種植面積，僅次於柑桔 (COA, 2002)。在台灣為害檬果害蟲種類共有 81 種，蟬蟴類 2 種 (Wen & Lee 1978; Lee 1988)，但足以引起產量和品質受損者約有 8~10 種。檬果葉蟬於花期為害最為慘烈，防治不當時，易造成花穗全毀 (Tsay 1961; Chou & Chou 1990; Palo & Garcia 1936)。為害檬果之葉蟬有二種，一為檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nivesparsus* Leth)，亦稱檬果頭巾葉蟬，分佈於台灣、中國大陸、菲律賓、爪哇、印度、斯里蘭卡、新加坡等地，其寄主植物在台灣僅於檬果，但在國外尚記錄有柑桔、胡桐及人心果；另一種為綠葉蟬 (*I. clypealis* Leth)，又稱龍眼葉蟬，分佈於台灣、爪哇、菲律賓、印度，寄主植物除檬果外，尚有龍眼。此二種葉蟬均會於檬果花穗上吸食汁液，造成花穗枯萎，花蕾脫落，影響結實甚大 (Wen 1999, 2001a, 2001b; Hapitan & Castillo 1976; Verghese & Rao 1985)。尤其綠葉蟬在鳳山地區發生頗為嚴重，常造成大量落花落果，並使收成化為烏有。通常氣象因素對農作物栽培影響甚大，而蟲害也直接、間接受其影響 (Hsu 1981; Kuo & Young 1981; Tseng *et al.* 1986)，故本試驗目的仍調查綠葉蟬田間族群之密度，配合密集之氣象資料 (包括溫度、雨量及相對濕度等)，分析其間相關性，供作為該蟲田間發生生態基本資料，俾能提高該蟲之防治效果。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2252 號。接受日期：95 年 3 月 31 日。

2. 本所鳳山分所研究員兼植物保護系主任、研究員兼分所所長。臺灣 高雄縣 鳳山市。

3. 通訊作者，電子郵件：we@fthes-tari.gov.tw；傳真機：(07)7315590。

材料與方法

葉蟬類族群發生調查

於鳳山選定椪果園二區，每區面積約 0.5 ha，椪果園內植株之行、株距為 2 × 4 m，6 行共 60 株，採用一般農民之栽培管理方式，定期施肥、灌溉、除草。於試區內，每行約 10 m 距離懸掛黃色粘紙 (12 × 15 cm) 一片，一行 6 片，共 36 片。每週調查粘片上之成蟲數並更換粘片一次，逢開花期則每三天密集調查一次，黃色粘片收回置於室內，分別計算褐葉蟬及綠葉蟬數目。

氣象觀測

於椪果園旁設置溫度計、濕度計、雨量計、風速計及日照計，全天候利用電腦自動記錄，作為害蟲發生預測之資料。

統計分析

將五年調查數據於分析前先行平方根轉換，分別以椪果之各生育期氣象單項因素做為自變數 (x)，同期葉蟬發生量為依變數 (y)，利用 SAS 之逐步迴歸 (SAS Institute, 2000) 及簡單直線迴歸分析，取其間相關性較高及 p 值較顯著之自變數兩項或三項與依變數進行各項複迴歸分析 (Multiple linear regression)，再以各年度之自變數代入迴歸方程式，所獲得之估算值計算其與實測值之差異，在預測蟲數取其各年度變異值與實測值之平均變異在 10% 之內之方程式，作為影響因子之確定。

結 果

椪果各發育期葉蟬族群密度之變動

利用黃色粘紙於椪果園內偵測兩種葉蟬之族群變動，經由 2000~2004 年調查資料整理，兩種葉蟬之密度均於開花期 (1~4 月) 最高，如表 1，每週粘蟲片所捕捉到褐葉蟬數平均為 373.8 隻，綠葉蟬則高達 1312.4 隻，其次於結果期 (5~7 月) 捕捉褐葉蟬為 275.4 隻，綠葉蟬達 600.8 隻，新梢生長期 (8~10 月) 粘到蟲數則減少，褐葉蟬數為 134.5 隻，綠葉蟬為 372.5 隻，休眠期 (11 月~12 月) 蟲數大幅減少，褐葉蟬僅 31.2 隻，綠葉蟬為 88.5 隻。大致上綠葉蟬族群遠超過褐葉蟬，其原因可能調查果園長久未施藥防治，及為調查試驗需要作較粗放之管理，較有利於綠葉蟬之繁殖，此點符合溫等在 1999 年作調查結論 (Wen 2000, 2001a, 2001b)，由於綠葉蟬於田間族群較高，且發生期集中在椪果開花期 (圖 1)，為害椪果甚烈，故進一步分析其族群與氣候因子關係。

椪果綠葉蟬族群發生量之自變數與依變數因子及相關性

以簡單直線迴歸分析各自變數 (x) 與依變數 (y) 之相關的結果列如表 2，於椪果各發育期比較綠葉蟬與氣象因子關係中，由於開花期係椪果葉蟬發生密度最高時期，此時逢枯水期，氣候乾旱，雨量較少，由雨量自變數與蟲數依變數分析結果，其間相關係數均未達顯著標準 ($p = 0.0713$)，而濕度因子亦有類似情形 ($p = 0.0665$)，同樣二因子 (雨量與溫度) 在椪果結果期、新梢生長期及休眠期與椪果綠葉蟬族群發生較無相關性 ($p = 0.0902, 0.0814, 0.1051$ 及 $0.1022, 0.0951, 0.1408$)。另比較五年來氣溫、雨量及相對濕度 (圖 2)，顯示椪果開花期 (1~4 月) 之雨量與相對濕度前後變化起伏不大，相對的對葉蟬族群變化影響也不會太多，反觀溫度前後變化大，似乎對葉蟬之族群有較大之影響。而分析開花期溫度自變數與蟲數依變數關係式中，顯然其間關係互為密切，決定係

數 (R^2) 達 0.7211 ($p = 0.0012$)，結果期間，部份植株尚有花穗生長，故綠葉蟬之密度仍高，其間自變數（溫度）與依變數（蟲數）之關係，決定係數 (R^2) 達 0.6302 ($p = 0.0025$)（表 3）。

表 1. 檬果各發育期二種葉蟬族群密度之變動

Table 1. Changes of population density of two species of mango leafhoppers during various developmental stages of mango at Fengshan, Kaohsiung (2000~2004)

Insect	No. of leafhoppers / 36 yellow stricky plates / week			
	Blossom stage (Jan-Apr)	Fruiting stage (May-Jul)	Growing stage (Aug-Oct)	Dormancy stage (Nov-Dec)
Mango brown leafhopper	102.5~530.5 (373.8±177.5) ^z	97.3~366.5 (275.4±128.9)	65.8~414.6 (134.5±215.6)	6.3~80.3 (31.2±22.8)
Mango green leafhopper	466.3~2243.5 (1312.4±842.5)	216.4~824.8 (600.8±166.9)	107.8~600.2 (372.5±274.8)	20.3~195.6 (88.5±50.8)

^z Figures in parenthesis indicate average ± difference.

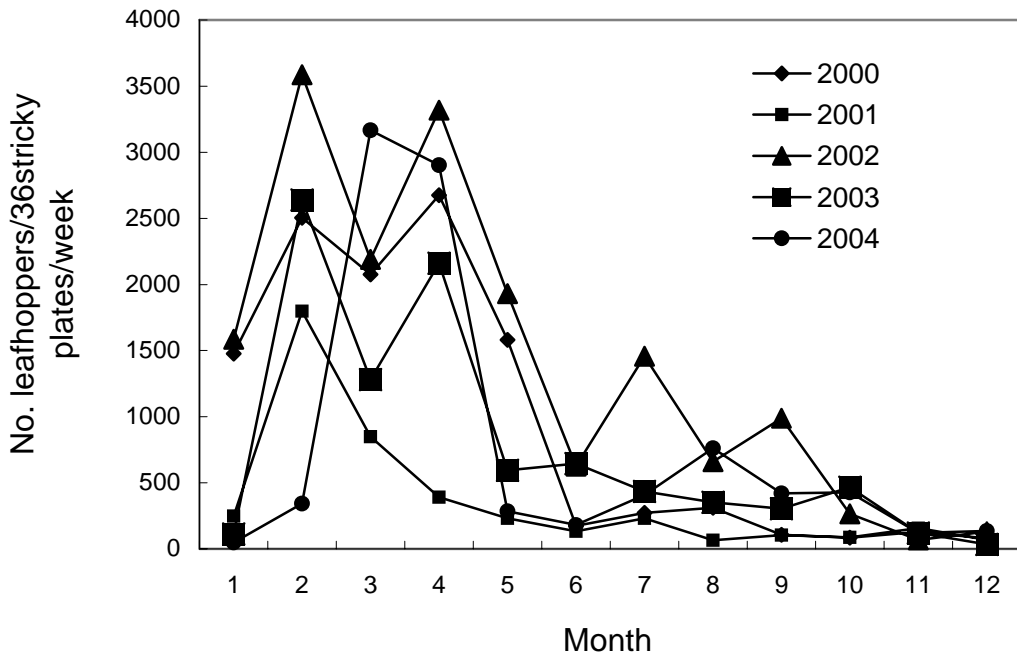


圖 1. 鳳山地區檬果綠葉蟬週年族群變動 (2000-2004)。

Fig. 1. Population fluctuation of mango green leafhopper in mango orchard at Fengshan, Kaohsiung, Taiwan from 2000 through 2004.

表 2. 應用於分析影響鳳山地區椪果綠葉蟬族群發生密度之自變數與依變數之因子及其相關性
 Table 2. Description of the relationship between dependent and independent variable used in the analysis of the factors affecting the population abundance of mango green leafhopper in Fengshan Kaohsiung

Variable	Factor	F- value ^z	P- value ^y	R ²
Dependent y	No. of leafhoppers per 36 yellow sticky plate per week in the test mango orchard			
Independent				
x ₁	Temperature during blossom stage	1975.23**	0.0012	0.7211
x ₂	Temperature during fruiting stage	722.15**	0.0025	0.6302
x ₃	Temperature during growing stage	404.22	0.0621	0.3241
x ₄	Temperature during dormancy stage	195.43	0.0924	0.3634
x ₅	Temperature on whole stage	612.65	0.0713	0.4822
x ₆	Rainfall during blossom stage	460.45	0.0902	0.3415
x ₇	Rainfall during fruiting stage	245.68	0.0814	0.3148
x ₈	Rainfall during growing stage	132.13	0.0932	0.3002
x ₉	Rainfall during dormancy stage	37.25 ^{ns}	0.1051	0.4028
x ₁₀	Rainfall on whole stage	296.61	0.0718	0.3017
x ₁₁	Humidity during blossom stage	478.35	0.0665	0.4677
x ₁₂	Humidity during fruiting stage	267.22	0.1022	0.5012
x ₁₃	Humidity during growing stage	185.73 ^{ns}	0.1951	0.3572
x ₁₄	Humidity during dormancy stage	88.43 ^{ns}	0.1408	0.2872
x ₁₅	Humidity on whole stage	362.23	0.0911	0.4832

^z *, **, ^{ns} the determination coefficient between independent and dependent variables were significant at the 0.01, 0.05 level and non significant, respectively.

^y Means within a row were test at $p < 0.05$ are significantly different according to ANOVA.

預測綠葉蟬族群發生量

由直線迴歸分析單因子間相關性，獲得開花期與結果期之溫度因子與綠葉蟬族群量有顯著關係 ($p = 0.0012, 0.0025$)。進一步納入此二生長期間之雨量與相對濕度因子作複迴歸分析，結果如表 3，開花期綠葉蟬族群發生量 (y) 與溫度 (x₁) 及雨量 (x₆) 關係極顯著，決定係數 (R²) 為 0.8102 ($p = 0.002$)，與溫度及相對濕度 (x₁₁) 亦相同，R²為 0.8314 ($p = 0.0018$)，與溫度、雨量、相對濕度三因子之關係顯著，R²為 0.8517 ($p = 0.0026$)。結果期綠葉蟬族群發生量與溫度 (x₂) 及雨量 (x₇) 之關係亦極顯著，R²為 0.8213 ($p = 0.0027$)，與溫度及相對濕度 (x₁₂) 關係顯著，R²為 0.8012 ($p = 0.0015$)，與溫度、雨量、相對濕度三因子之關係亦顯著，R²為 0.8218 ($p = 0.0023$)。由複迴歸分析，顯示各氣象單因子中以溫度影響最大，各單因子雨量及相對濕度對椪果綠葉蟬族群發生量具較少之影響力。

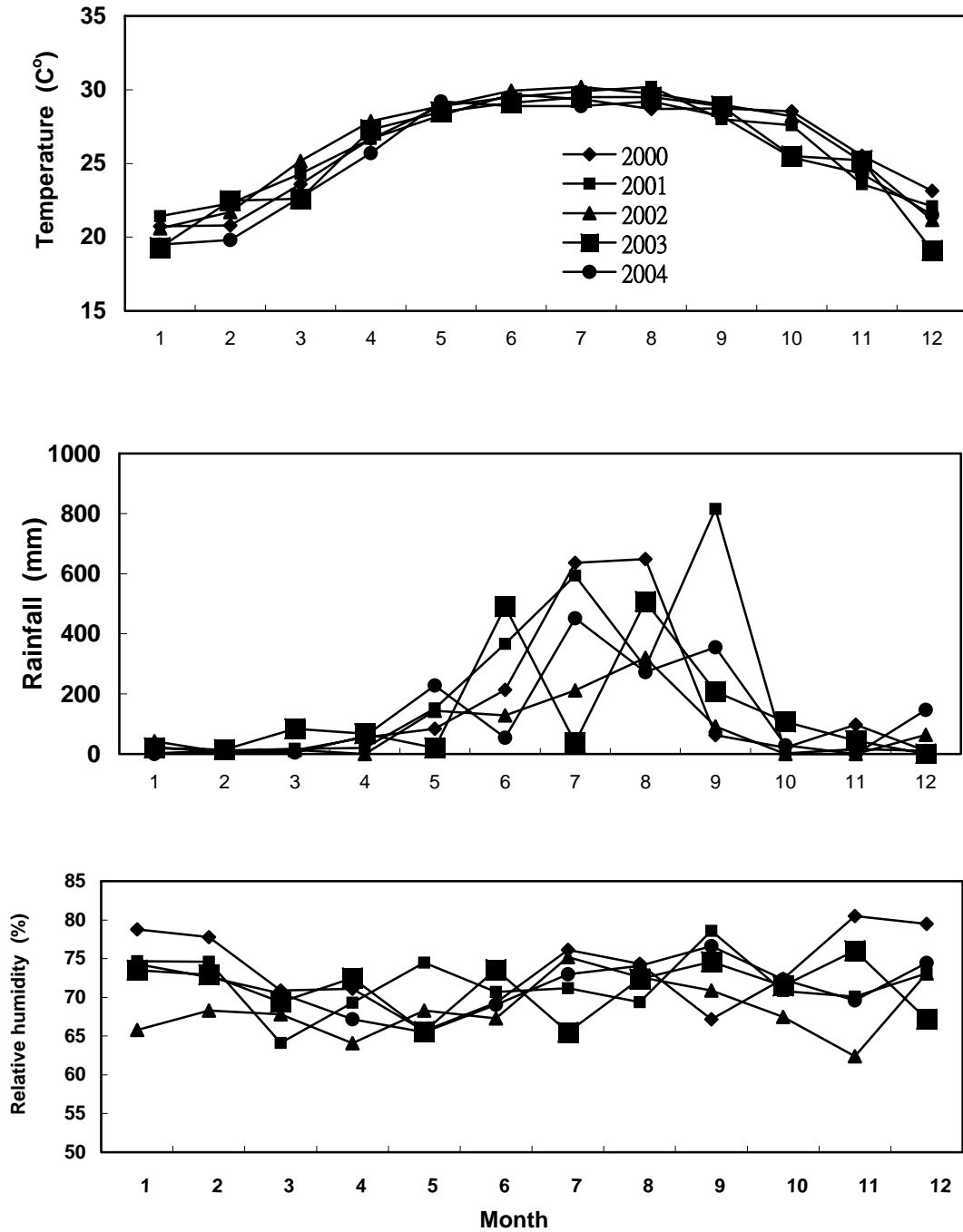


圖 2. 鳳山地區溫度、雨量及相對濕度等氣候因子之變化情形 (2000~2004)。
 Fig. 2. Changes of climatic factors including temperature, rainfall and relative humidity at Fengshan, Kaohsiung, Taiwan from 2000 through 2004.

預測椪果綠葉蟬之實測與估算值比較

利用表 3 複迴歸方程式推算出之蟲數，與實測蟲數作比較結果如表 4，於 2000 年由單因子與複因子之迴歸分析與實際蟲數相差百分率由 8.67~50.1%，以開花期與溫度、相對濕度及雨量之複迴歸導出蟲數誤差值最小，結果期與溫度及雨量之迴歸導出之蟲數誤差值最大。2001 年各迴歸方程式導出蟲數與實際蟲數相差百分率為 9.93~73.56%，同樣以開花期與溫度、雨量及相對濕度之複迴歸導出蟲數誤差值最小，結果期與溫度之迴歸導出之蟲數誤差值最大。2002 年各迴歸方程式導出蟲數與實際蟲數相差百分率為 6.59~69.48%，以開花期溫度、雨量及相對濕度之複迴歸方程式導出之蟲數誤差值最小，結果期與溫度及雨量之方程式導出蟲數誤差值最大。2003 年各迴歸方程式導出蟲數與實際蟲數相差百分率為 5.68~88.96%，同樣以開花期與溫度、相對濕度及雨量之迴歸方程式導出之蟲數誤差最小，於結果期與溫度、雨量之迴歸方程式導出蟲數誤差最大。2004 年各迴歸方程式導出蟲數與實際蟲數相差百分率 7.62~84.32%，以開花期溫度、雨量、相對濕度之迴歸方程式導出之蟲數誤差最小，以結果期與溫度與相對濕度之迴歸方程式導出之蟲數誤差最大。綜觀五年來調查分析結果，均以開花期與溫度、相對濕度及雨量之複迴歸導出蟲數誤差值最小，概椪果開花期為綠葉蟬主要發生期，較易顯現其間族群發生量與氣象因子之間關係。

影響椪果綠葉蟬族群發生量之各因子份量

利用路徑分析各自變數對依變數之貢獻百分率如表 5，分析開花期與溫度、雨量、相對濕度之各因子獨立連結關係，分析其各因子之貢獻百分率，其中以溫度因子貢獻率 31.42% 最高，其次相對濕度 10.43%，雨量 8.72%，另外 49.43% 為昆蟲之來源及未知因子，另結果期時同樣以溫度因子貢獻率 24.41% 最高，其次雨量 14.21%，相對濕度 10.38%，另外 51.0% 為昆蟲之來源及未知因子。

表 3. 預測鳳山地區椪果開花與結果期綠葉蟬族群發生密度之複迴歸程式

Table 3. Multiple linear regression equations for predicting the population density of green leafhopper during mango blossom and fruiting stages in Fengshang area

Independent ^z variable	Equations	F- value	P- value ^y	R ²
x ₁	y = 1779.4 + 22.4 x ₁	2175.23	0.0012	0.7211
x ₂	y = 1218.2 - 23.3 x ₂	822.15	0.0025	0.6302
x ₁ , x ₆	y = 1410.2 + 25.7 x ₁ - 12.4 x ₆	528.42	0.0020	0.8102
x ₁ , x ₁₁	y = 2648.5 + 24.6 x ₁ - 20.4 x ₁₁	430.33	0.0018	0.8314
x ₂ , x ₇	y = 1043.2 + 34.7 x ₂ - 20.9 x ₇	513.13	0.0027	0.8213
x ₂ , x ₁₂	y = 976.8 + 52.8 x ₂ - 22.6 x ₁₂	284.66	0.0015	0.8012
x ₁ , x ₆ , x ₁₁	y = -304.25 + 52.50 x ₁ - 7.14 x ₆ + 9.97 x ₁₁	228.57	0.0026	0.8517
x ₂ , x ₇ , x ₁₂	y = -408.42 + 41.45 x ₂ - 73.55 x ₇ + 18.03 x ₁₂	263.12	0.0023	0.8218

^z Explanation of each independent variable refer to table 2.

^y Same as table 2.

表 4. 各年度實測檬果花期與結果期綠葉蟬與表 3 複迴歸程式之估算值之差異

Table 4. Fitness of estimated population of green leafhopper during mango blossom and fruiting stage as calculated with the equations listed in Table 3

Independent ^z variable	Estimated population / 36 yellow stricky plates /week				
	2000	2001	2002	2003	2004
Actual population					
(blossom)	1757.6	1494.9	1527.3	1593.2	1597.5
(fruiting)	736.2	624.7	603.4	591.4	574.3
x ₁	1686.2 (48.85) ^y	1578.3 (60.35)	1469.35 (38.36)	1496.75 (82.26)	1492.3 (74.37)
x ₂	702.2 (36.05)	565.6 (73.56)	641.9 (43.56)	513.8 (70.11)	515.8 (38.09)
x ₁ , x ₆	1808.7 (40.10)	1473.2 (24.91)	1482.5 (45.15)	1527.9 (58.34)	1521.7 (37.43)
x ₁ , x ₁₁	1697.4 (43.33)	1405.1 (60.98)	1449.3 (61.25)	1611.7 (24.91)	1637.5 (50.25)
x ₂ , x ₇	791.9 (50.10)	603.6 (25.90)	672.5 (69.48)	513.1 (88.96)	555.5 (24.07)
x ₂ , x ₁₂	801.4 (46.53)	697.3 (41.96)	677.9 (67.21)	545.4 (48.71)	507.8 (84.32)
x ₁ , x ₆ , x ₁₁	1772.0 (8.67)	1464.4 (9.93)	1545.3 (6.59)	1548.0 (5.68)	1549.7 (7.62)
x ₂ , x ₇ , x ₁₂	784.6 (31.6)	584.7 (40.09)	582.0 (9.93)	1546.6 (30.99)	603.56 (26.83)

^y Explanation of each independent variable refers to Table 3.

^z The percentages in parenthesis indicate the difference in the number of leafhopper from actual occurred recorded.

表 5. 利用路徑分析各影響因子對綠葉蟬族群密度之影響比重

Table 5. Percentage of contribution of various influence factors to the population density of green leafhopper by using path analysis

Combination of independent factor ^z	% of contribution of each independent factor to the dependent variable ^z			
	Temperature	Rainfall	Humidity	Others ^y
x ₁ , x ₆ , x ₁₁	31.42	8.72	10.43	49.43
x ₂ , x ₇ , x ₁₂	24.41	14.21	10.38	51.00

^z Independent and dependent variables refer to table 2.

^y Contains sources of insect and unknown.

討 論

鳳山地區檬果綠葉蟬之發生族群量在開花期高於褐葉蟬 3.5 倍；生長期 1.8 倍；結果期 2.2 倍；休眠期 3 倍，顯然檬果綠葉蟬在檬果開花期間族群密度較檬果褐葉蟬為高，此因可能係檬果綠葉蟬體小較佔優勢，期間又與檬果褐葉蟬同時於花穗上吸食汁液，造成花穗枯萎，花蕾脫落；並分泌蜜露沾於花器上，阻礙授粉，影響結果甚大，故堪稱為檬果開花期之關鍵性害蟲，又於開花期如未徹底防治，所誘發之煤病也將影響果實外觀品質。其田間發生族群量除受檬果植株品種、大小、鄰近植物影響外 (Wen 2000)，氣象因子也為影響因素之一。開花期各氣象單因子中溫度與綠葉蟬數呈直線關係 ($R^2 = 0.7211$, $p = 0.0012$)，故此期溫度上升，綠葉蟬密度隨即升高。雙因子中以溫度及相對濕度與綠葉蟬數相關性高 ($R^2 = 0.8314$, $p = 0.0018$)，若加入雨量因子，其間關係更顯著 ($R^2 = 0.8517$, $p = 0.0023$)，分析各類關係式中同時以溫度、雨量及相對濕度與開花期綠葉蟬族群之實測及估算差值最少。另利用路徑分析各因子對檬果開花期綠葉蟬之族群密度貢獻率，得溫度佔 31% 以上，顯然在氣象因子中溫度對綠葉蟬之發生影響最大。由五年來調查結果，檬果綠葉蟬於檬果開花期之族群變量，除了受不明因素如天敵或其他生物之競爭等之影響外，與氣候中之溫度因子最為密切，雨量與相對濕度影響較少。

誌 謝

本文研究承蒙行政院農業委員會 5 年公務氣象經費補助，特以致謝。本分所李明哲先生、黃凱揚先生、黃益美小姐、陳慈善小姐及洪瑞蘭小姐協助參與，一併致上衷心謝忱。

引用文獻 (Literature cited)

- Chou, K. C. and L. Y. Chou. 1900. Survey of the natural enemies of mango leaf-hoppers in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 39:70-75. (in Chinese with English abstract)
- Council of Agriculture. 2004. Agriculture statistics yearbook. Council of Agriculture. Executive Yuan, Taiwan, ROC. 101 pp. (in Chinese)
- Hapitan, J. C. and B. S. Castillo. 1976. Commercial Mango Production in the Philippines. Agrix Publishing Corp. 34 pp.
- Hsu, S. H. 1981. Characters of geographical distribution of air temperature in southwest area of Taiwan. *Soil Water Conserv. Bull. China* 12:93-101. (in Chinese with English abstract)
- Kuo, W. S. and C. Y. Young. 1981. Division of agriculture-climate zone in Taiwan area. *Meteorol. Bull.* 27:16-28. (in Chinese with English abstract)
- Lee, H. S. 1988. The ecology and control of the insect pest of mango. *Chinese J. Entomol., Special Pub.* 2:71-79. (in Chinese with English abstract)
- Palo, M. A. and C. E. Garcia. 1936. Further studies on the control of leaf hopper and top-borers on mango inflorescence. *Philipp. J. Agric.* 6:425-464.
- Tsay, J. M. 1961. Study of mango diseases and pests. *Plant Prot. Bull.* 3:113-116. (in Chinese)
- Tseng, W. P., C. Chu, and C. Y. Young. 1986. The study of the influence of meteorological factors on the safety crop cultivation period in Taiwan. *Meteorol. Bull.* 32:102-119. (in Chinese with English abstract)

- Verghese, A. and G. S. P. Rao. 1985. Sequential sampling plan for mango leaf hopper *Idioscopus clypealis* Lethierry. *India Entomol.* 10:285-290.
- Wen, H. C. 1999. The occurrence and control of mango pests. p.87-96 *in*: Integrated Pest Management of Mango. (S. J. Yang, Y. L. Wu, Y. M. Huang, and C. S. Cheng, eds.) Taiwan Agric. Chem. Toxic. Res. Int. Press, Taichung, Taiwan. (in Chinese)
- Wen, H. C. 2000. Field distribution and chemical control of two species of leafhoppers on mango in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 49:61-67. (in Chinese with English abstract)
- Wen, H. C. 2001a. The occurrence and control of mango pest in Taiwan. p.44 *in* the Proceeding of the Second China Conference of Entomology. Zhong-Shan, Guangdong. (in Chinese)
- Wen, H. C. 2001b. Studies on the affecting factor of population fluctuation of mango leafhopper in field. *Formosan Entomol.* 21:424-425. (in Chinese)
- Wen, H. C. and H. S. Lee. 1978. Binomics observation and control of mango brown leafhopper (*Idioscopus niveosparus* Leth). *J. Agric. Res. China* 27:47-52. (in Chinese with English abstract)

Relationship of the Occurrence of Mango Green Leafhopper, *Idioscopus clypealis* Leth and Climate Factors on Mango¹

Hung-Chich Wen^{2,3} and Tsung-Dao Liou²

Abstract

Wen, H. C. and T. D. Liou. 2006. Relationship of the occurrence of mango green leafhopper, *Idioscopus clypealis* Leth and climate factors on mango. J. Taiwan Agric. Res. 55:53-62.

Mango green leafhopper, *Idioscopus clypealis* Leth, is a most destructive insect pest during mango flowering stage. The insect feed on the tender shoots and excreted a sticky substance which cause sooty molds grow. This experiment was conducted to investigate the population fluctuation of mango green leafhopper to determine factors that affecting the population abundance, based on data collecting from 2000 to 2004 in a mango orchard at Fengshan in southern Taiwan. The population abundance of the mango green leafhopper in mango blossom stage was highly correlated with the climatic factors such as temperature ($p = 0.0012$), rainfall ($p = 0.0902$) and relative humidity ($p = 0.0665$), and among them, temperature affected more than others.

Key words: Mango leafhopper, Climatic factors, Occurrence, Multiple regression analysis, Regression equations.

1. Contribution No.2252 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: March 31, 2006.
2. Respectively Researcher and Head, Department of Plant Protection, and Director of Fengshan Tropical Horticultural Experimental station, ARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: we@fthes-tari.gov.tw ; Fax: (07)7315590.