植物保護學會會刊 38: 149～166，1996

東方果實蠅族群變動與寄主水果產量之關係

陳秋男[1] 鄭允[2] 黃毓斌[2] 高靜華[2] 蘇文瀛[3]

1. 台北市行政院農業委員會植物保護科
2. 台中縣霧峰鄉台灣省農業試驗所應用動物系
3. 台中縣霧峰鄉台灣省農業藥物毒物試驗所生物藥劑系

(接受日期：民國85年6月30日)

摘 要

陳秋男、鄭允、黃毓斌、高靜華、蘇文瀛 1996 東方果實蠅族群變動與寄主水果產量之關係 植保會刊 38: 149-166.

從初步資料分析獲知，全省各地每月銷往台北市之水果交易量可作爲各類水果之產量指標。進一步利用全省果實蠅密度監測旬報資料，以及重要果實蠅寄主水果之產量指標進行分析。結果顯示，僅以番石榴之產量指標變異即足以解釋58%東方果實蠅平均密度之變異。高屏地區的資料顯示，族群密度數列內存有一個月時差的自我相關；且其區內果實蠅密度變動與番石榴及季節性水果之產量指標間有高度之相關，二者之間存在一至二個月之時差關係。基於上述結果，本文建議可嘗試建構動態迴歸模式來進行短期果實蠅密度變動預測。

(關鍵詞：東方果實蠅、族群變動、寄主水果產量、自我相關、偏自我相關、分布時差分析)

緒 言

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 爲本省最重要之果樹害蟲，其族群遍佈全省各縣市。我國雖曾於1975年至1984年間比照日本沖繩縣防治之經驗(3)，採用不孕性滅雄技術 (Sterile Insect Technique)，但因本省幅員廣闊，山區多種植各類寄主果樹且高低海拔落差大，谷地亦多，略有疏失即形成防治之死角而無法達到滅絕之目的(20)。自1985年以後，改用含毒甲基丁香油誘殺劑進行大量滅雄，藉以降低族群密度，使重要果品所受之爲害維持在2%之受害水平以下(10)。由於甲基丁香油對果實蠅雄性成蟲有強烈的誘引能力，且具長距

離誘集效果[5]，經添加殺蟲劑後，可用於消滅大量雄蟲，大幅降低雌蟲交尾機會，因而減少果樹上藥劑的使用量。但因1992～93年間所購入之誘殺劑品質不良，導致防治失效，1994年3月省政府農林廳指定台灣省農業試驗所研究誘殺劑的品管問題[16]，並協助綜理與防治技術有關之各項事宜。

自1994年8月起，全省開始使用由省農試所改進之新型誘殺板，以地面懸掛及空中投放兩種方式進行田間滅雄工作。經兩年之密度調查結果顯示，果實蠅的發生密度確實普遍受到控制[2]，惟尚有若干地點仍有具威脅性之高密度族群，一旦環境條件適合，仍可能會猖獗而對水果造成危害。爲研發適用且具彈性之防治對策，須先掌握果實蠅密度之季節性變動及地理分佈兩項族群動態資料，並對影響果實蠅密度之重要環境因子進行探討。在有關的研究中，劉等[15]分析嘉義地區果實蠅族群變動受環境因子之影響指出，原有族群大小(前三旬之誘殺數)、溫度及雨量分別爲第一期(8至10月)，第二期(11月至翌年5月)及第三期(5月中至9月底)影響族群變動之最主要的因子。而張與李[9]研究北部內湖地區影響果實蠅族群變動之因子時指出溫度有影響但並非唯一作用之因子，高雨量及連續降雨會造成族群之密度降低，而果實蠅之年密度高峰與寄主作物之花期及果實成熟期有極大之關聯，但在果園內與所觀察到之果實受害情形關係並不明顯。邱等[18]在南台灣所做的觀察包括了番石榴、楊桃及蓮霧等重要寄主果樹，結果顯示在果實蠅之密度急速上升後二週即出現受害果實，而推論密度與受害果間有二週之正時差。由果實蠅對本省多種果樹之果實偏好性來看，番石榴經常名列榜首[12]，其次可能包括柑桔類、芒果、楊桃、蓮霧及梨等[6,11]。而成熟果實較未成熟之果實顯著的對雌蟲有較強之產卵引誘力[12]，雌蟲之產卵次數，產卵孔數與產卵粒數均隨果實越趨成熟而增加[7]。就族群增長理論及以上之研究結果看來，影響果實蠅田間族群密度(誘殺數)變動之因子中除氣候因子之作用有一定之範圍外，由於果樹上之果實，特別是已趨近於成熟之果實，提供了果實蠅雌蟲產卵及幼蟲食物與棲所，因此果實之數量(產量)應爲導致族群變動之主要因子之一。本研究擬就寄主水果的產地、產期和產量，評估寄主對果實蠅密度之影響程度及發生預測之可行性。

材料與方法

東方果實蠅主要寄主水果產量、產期與產地之資料

「台灣省農業年報」[1]是本省主要農產品統計資料重要的參考資料之一，內容包括各項農產品種植面積、收獲面積、單位面積產量、年度總產量及各縣市之年度種植、收獲及產量統計資料。另一方面，台北市農產運銷股份有限公司出版之「果菜運銷統計月報」[4]則詳列各項運銷至台北市的果菜每月交易情形。此份資料因涉及產銷管理，對產地、果菜種類、交易量及價格之登錄均甚爲詳盡可靠。由於在選擇各地區果實蠅主要寄主水果產量資料時，需要用到本省寄主水果在各地區之年產量及各個地區寄主水果之每月生產量，以便與果實蠅之每月密度變化情形配合進行分析，前項資料固然可由農業年報或統計月報彙整得到，但後項資料卻僅能由統計月報中獲得。經實際比對1990～1994二種資料來源可以發現，各項運銷至台北市的主要水果之運銷量約佔全省總量之15%，而各地運銷至台北市之水果產量亦與年報上所載該產地之年度總產量

有顯著的相關。以番石榴爲例，全省15個縣市之總產量與運銷至台北市之交易量間存在著極顯著的相關 ($r = 0.94$, $p < 0.01$)。因此可以認定諸項統計月報所提供之產量資料能夠充分反映全省各地年產量及月產量，而可作爲一種「產量指標」(Yield Indicator)。本文所用資料係以1990至1994年之平均交易重量作爲基本資料，而在果實蠅之衆多寄主水果中選擇重要且產量穩定者共十種水果分爲三大類：計有柑桔類(柑桔、甜橙及柚子)、全年性水果(楊桃及番石榴)以及季節性水果(蓮霧、芒果、梨、桃及番荔枝)。產量指標資料依縣市別及水果類別摘錄於附錄表一。各類水果產量之月分配比率如附錄圖一。

果實蠅密度監測資料

果實蠅密度監測所採用之方法爲監測誘殺蟲數。自1994年8月起採用含90%甲基丁香油混合5%乃力松(Naled)之藥液浸漬纖維板，每片誘殺板($4.5 \times 4.5 \times 0.9$ cm^3)之含藥量約爲13公克[16]，懸掛於適當位置誘引雄性成蟲，經毒殺後落於誘殺器內供做計數之用。監測地點遍及全省15個縣，每縣2至9個鄉鎮，共計61個鄉鎮。在每個鄉鎮中分別選定果園、廢園及空地各一處，每處設立3個監測誘殺器，以監測不同棲地內活動之果實蠅雄蟲數。監測時間以旬(十天)爲一單位，各鄉鎮負責人收集誘殺所得之雄蟲，寄往農業試驗所進行統一計數建立資料庫，並經密度分級，評估各縣市鄉鎮族群密度之變化後，將此一資料編纂成爲「全省東方果實蠅密度測定旬報」[2]，寄往各參與防治工作之單位供做彈性運用防治資材及技術之參考。本文所使用之資料係以1995年度旬報中每旬之平均蟲數爲基礎，計算出15個縣市全年之旬平均密度(附錄表一及二)。至於每月之密度變化資料，則因高雄、屏東二縣分別設立6個及9個監測站，不但爲15縣市設站最多者，且設站地點分布也較其他縣市均勻[2]，能夠充份代表該縣市的密度變化。此外又選用鄰近之台東縣資料做爲比較分析之用。因此密度之每月變化資料共選用了高雄縣、屏東縣及台東縣三個重要果實蠅發生區域的每月之旬平均密度(單位爲隻／誘蟲器／10天，見附錄表三、四及五)。

統計分析方法

全省十五個縣市果實蠅全年之旬平均密度與各地番石榴、楊桃及季節性水果產量指標間之關係是以相關分析及迴歸分析法進行分析。分析時將平均密度作爲依變數(Dependent Variable)，而以各項產量指標爲自變數(Independent Variable)。在分析高雄、屏東及台東三地果實蠅一至十二月之旬平均密度變異與各月各項果品產量指標變化間之關係時，必須考慮可能存在之時間差。本文利用自我及偏自我相關函數(Autocorrelation and Partial Autocorrelation Function)之特性來判定密度數列中是否含有自我相關成份及其時差爲何。至於寄主水果產量指標與密度變動間之關係，則利用分布時差分析(Distributed Lags Analysis)來進行分析；設若t時之依變數(果實蠅密度)爲y_t，而t時之自變數(果實產量指標)爲x_t，則含有二個時差的分布時差模式(Distributed Lags Model)可以寫爲

$$y_t=\beta_0 x_{t-0}+\beta_1 x_{t-1}+\beta_2 x_{t-2}$$

此一關係可以被視爲是複迴歸分析中的一個特例。式中之β_i係數爲各個不同時差之自變數(x_{t-i})的斜率係數，此一係數之顯著與否(t-test)可以作爲檢視該時差是否具有解釋y_i變數變異之能力。在進行複迴歸分析中，計算係數常遇到的一個問題是自變數(x_i)間有非常高的相關關係，這種狀況會使得諸項自變數對

依變數之貢獻 (Contributions) 重複累計 (Redundant) 而無法求得相關矩陣之倒置矩陣，或者所計算出來的β_i係數及其標準機差 (Standard errors) 有非常大的偏性 (Bias)。Almond氏[17]針對此一複共線性 (Multicollinearity) 問題提出了以多項式漸近法 (Polynomial Approximation) 求取，其通式爲

$$\beta_0=\alpha_0+\alpha_1 \times \alpha_i+...+\alpha_q \times {}_i{}^q$$

上式中之i爲時差，爲多項式之次數 (Order)，而$q<i$爲其限制。本分析採用時差爲2，次數爲1之多項式分布時差模式 (Polynomial Distributed Lags Model)，其β_i係數爲

$$\beta_0=\alpha_0,\ \beta_1=\alpha_0+\alpha_1,\ \beta_2=\alpha_0+2\alpha_1$$

就理論而言，以此法求得之β_i係數，其精密度依所採用之多項式次數而異，因而避開了複共線性的問題[19]。

結果與討論

以本省15個縣市之果實蠅全年旬平均密度與當地寄主產量指標進行相關分析，其結果(表一)顯示僅番石榴及全年性水果產量指標與平均密度間有顯著之相關($p<0.01$)。然而在全年性水果中另一果品楊桃與果實蠅密度間卻無顯著相關，顯示其相關性源自與番石榴之強烈相關。值得注意的是在各項果品產量指標間亦存在著一些顯著的相關，尤其是在柑桔類、楊桃與季節性水果之間。而這些水果之產量指標總和與楊桃、柑桔及季節性水果間相關性均爲顯著，但與番石榴則無顯著相關($p<0.05$)。此一結果可能與番石榴之產地相當集中於某些縣市(台中、彰化、台南、高雄)[1]，而其他水果則較爲普遍分布且穩定供應台北市(附錄表二)有關。進一步以複迴歸模式分析柑桔類、番石榴、楊桃及季節性水果對各地平均密度變異之解釋的相對重要性，結果顯示四個自變數的標準化係數(β)中以柑桔類和番石榴爲最高(表二)，但僅番石榴產量指標之係數爲顯著($p<0.01$)。而柑桔類產量指標與果實蠅平均密度之關係爲負值，暗示著主要柑桔產地之果實蠅密度較其他地區爲低的現象。此一含有四類水果產量指標之迴歸模式對於平均密度之地理分布變異的解釋能力爲57.2%(R^2=0.572)。由於番石榴產量指標在上述分析中爲唯一與平均密度有顯著正相關者，因此將此單一變數取出，與平均密度進行簡單迴歸分析，結果(圖一A)顯示其迴歸式之截矩和斜率係數均極顯著($p \leq 0.01$)，解釋

表一、十五縣市東方果實蠅之全年旬平均密度與各類果品產量指標間之相關係數

Table 1. The correlation matrix of 10-day mean density of oriental fruit fly and various fruit yield indicator

Variable	Fly density	Citrus	Guava	Carambola	All time fruit	Seasonal fruit	Total
Fly density	1.00	0.02	0.69 [1)]	0.07	0.66 [1)]	0.13	0.19
Citrus	-	1.00	0.35	0.75	0.45	0.74	0.96
Guava	-	-	1.00	0.25	0.99	0.24	0.50
Carambola	-	-	-	1.00	0.40	0.61	0.75
All time fruit	-	-	-	-	1.00	0.32	0.59
Seasonal fruit	-	-	-	-	-	1.00	0.85

[1)] $r_{0.01}$=0.641, d.f. = 13.

表二、十五縣市之東方果實蠅全年旬平均密度對各類果品產量指標之複迴歸分析結果
Table 2. Result of multiple regression of 10-day mean density of oriental fruit fly(dependent variable) v.s. various fruit yield idicator (independent variable) (R^2=0.572)

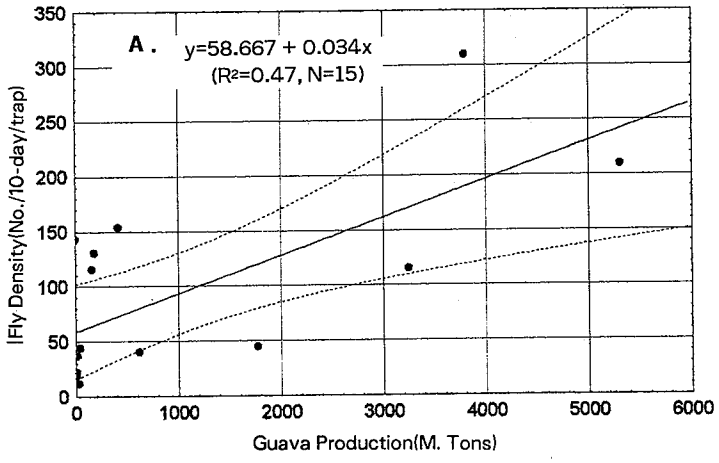
Independent Variable	β [1]	B [1]	t [2]	p [2]
Intercept	-	59.380	2.42	0.036
Citrus	-0.538	-0.008	-1.42	0.188
Guava	0.782	0.039	3.54	0.005
Carambola	0.103	0.031	0.33	0.748
Seasonal fruit	0.280	0.009	0.90	0.389

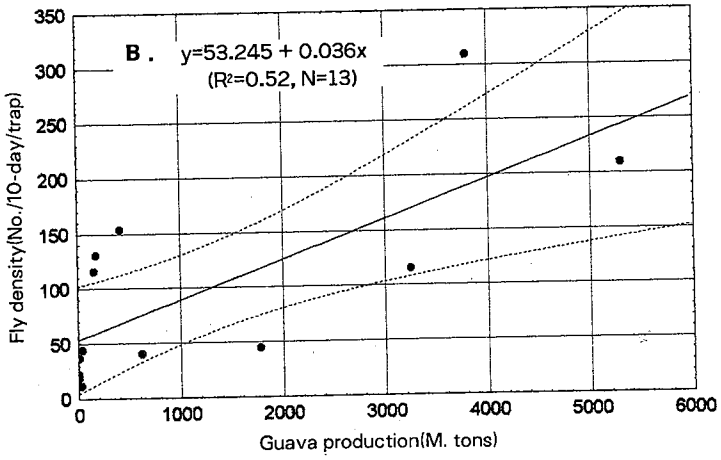
[1] β: Standardized regression coefficients; given all variables standardized to mean 0 and standard deviation of 1.
B: raw regression coefficients.
[2] t:value of student-t test of B and β, d.f.=10.
p:probability of type I error.

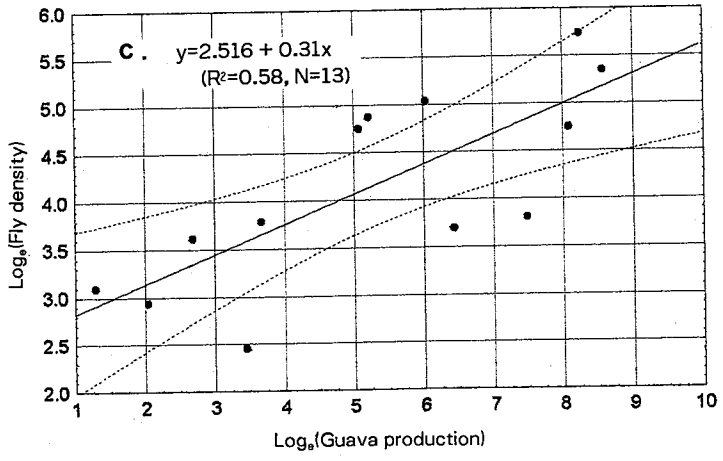
能力亦可達47%。若在資料中去除番石榴運銷台北最低之花蓮及台東二縣數據，僅考慮本省東北及西海岸縣市之資料(圖一B)，則解釋能力可增至52%。又由於平均密度和番石榴產量指標二組資料均偏離常態分布(偏態係數分別爲1.26及1.67，$p<0.05$及$p<0.01$)，因此進行自然對數轉換可使其符合常態分布($p=0.01$)，經過轉換後資料之迴歸分析顯示，番石榴對平均密度之地理分布變異的解釋能力達58%(圖一C)。剩餘42%未能被解釋之變異很可能來自於南北溫度及雨量的差異[9,18]。就可能影響果實蠅豐量的諸多因子而言，以單一變數(番石榴產量指標)即足以解釋58%之密度分布變異誠屬難得，此亦反映番石榴爲果實蠅最偏好之寄主的事實[12]。

屏東縣及高雄縣爲本省主要之水果產地，前者以季節性水果爲主，後者以番石榴爲大宗(圖二)。台東縣位處東岸與前述兩縣有高山相隔，二區氣候有相當大之差異(冬季尤甚)，而水果種類以番荔枝爲大宗，產量及產值均居全省之冠。三縣之果實蠅密度全年變動之型式亦有不同(圖二)；高雄縣果實蠅密度在六月及九月分別有一高峰，屏東縣則僅於六月呈現高峰，台東縣則分別於四月和十月呈現出明顯高峰，且全年平均密度遠低於高屏二縣。仔細比較高雄與屏東二縣之密度變化(圖三)，可以發現兩地之平均密度在七月以前可謂完全同步，族群呈連續之指數成長。八月以後高雄地區密度呈現另一個高峰，而屏東地區則一路滑落至十二月的最低密度。

由這三個地區經自然對數轉換後的密度數列之自我及偏自我相關函數(ACF及PACF)來看，高雄之密度數列內含有顯著的一次自我相關(圖四，r_1=0.58>2 *S.E.*)，顯示此地區族群密度依於前一個月的密度而改變。屏東地區的對數密度數列之自我相關函數在8個時差均爲顯著，暗示數列爲非常駐性(Nonstationary)，必須經過一次差分轉換，轉換後數列之ACF及PACF在時差爲1時均爲顯著(圖五，r_1=0.73>2 *S.E.*)，顯示此地之族群有與高雄地區同樣的回饋機制。至於台東地區之對數族群密度數列，其ACF及PCAF中顯著的時間差(圖六，如r_2=

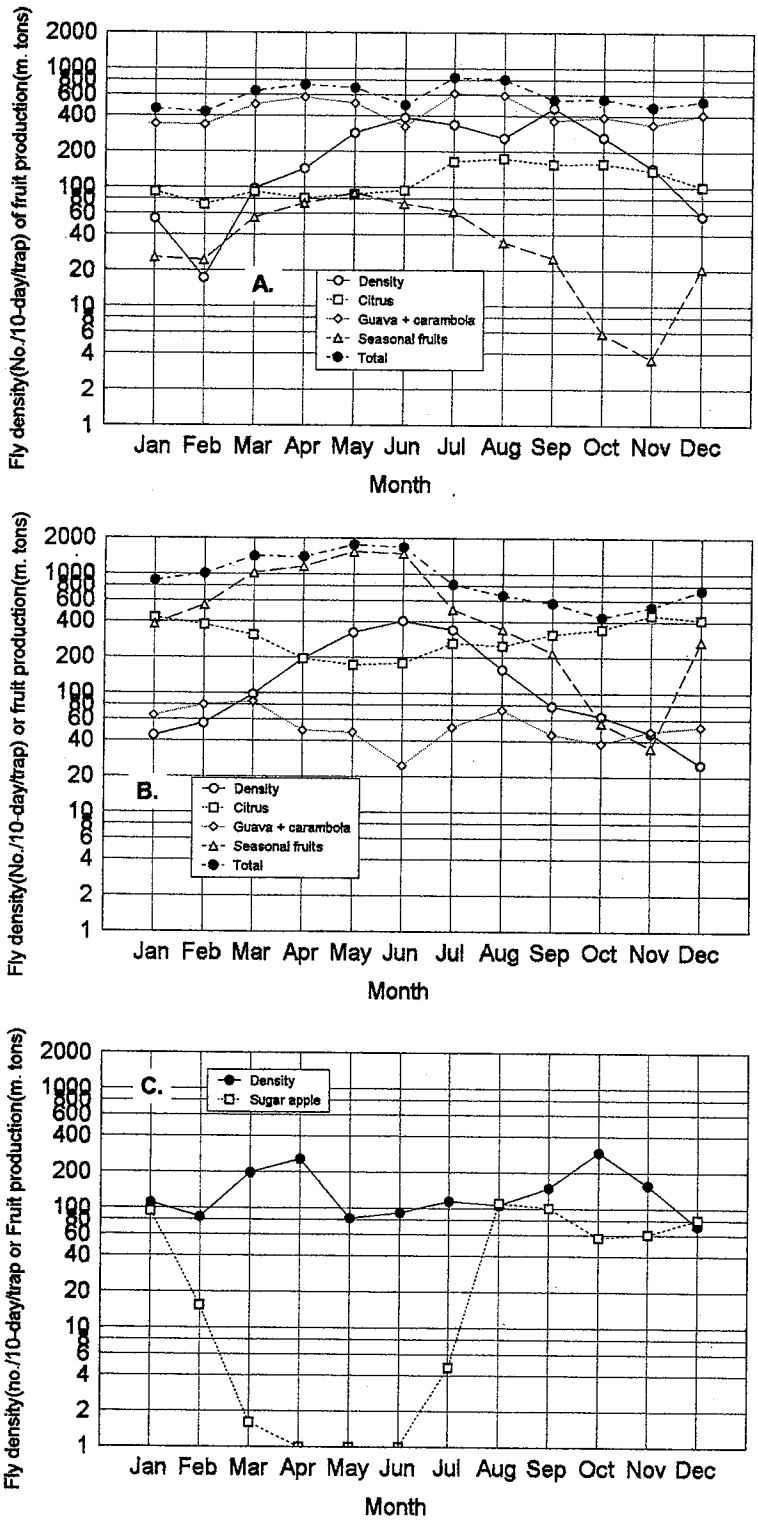






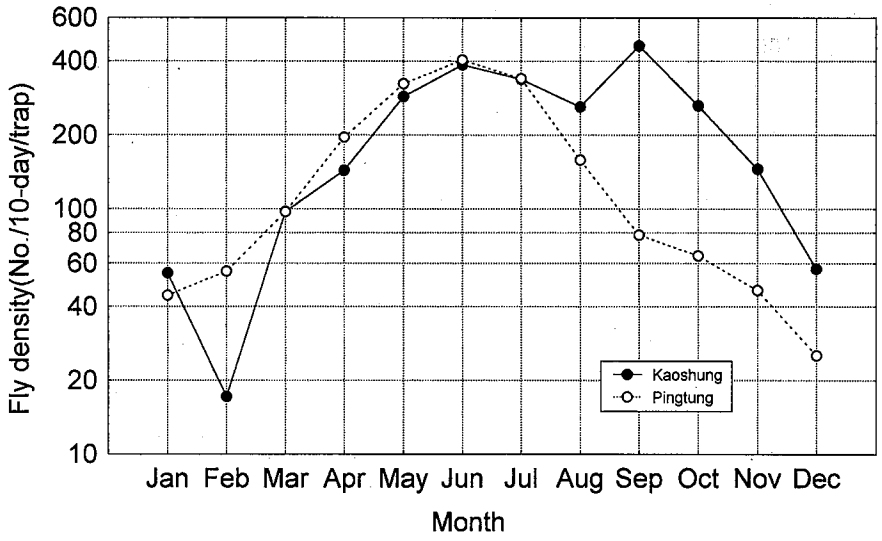
圖一、全年旬平均密度與番石榴產量指標之簡單迴歸分析。(A：15個縣市之資料，B：除去花蓮及台東縣資料，C：經對數轉換後之資料)

Fig. 1.Simple regression of 10-day mean density of oriental fruit fly v.s. guava production. (A: Data from 15 counties, B: Data with Hwalien and Taitung excluded, C: Data after Log_e- transformation.)



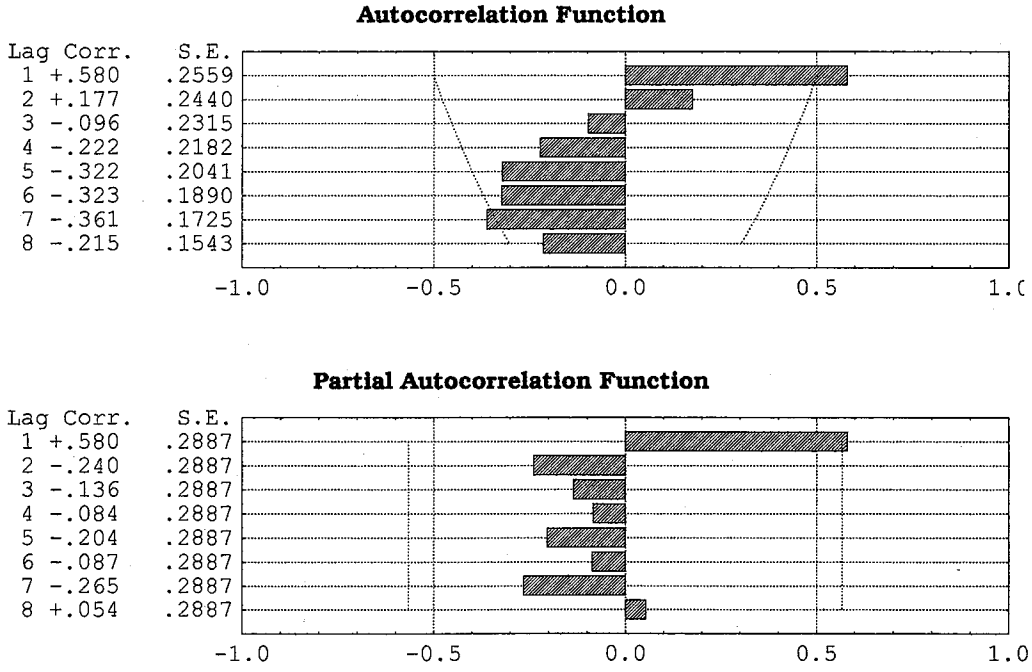
圖二、高雄縣(A)、屏東縣(B)及台東縣(C)東方果實蠅密度及各類寄主水果產量指標的變動情形。

Fig. 2. Monthly varition of fruit fly density and host fruit production in Kaoshung(A), Pingtung(B), and Taitung(C).



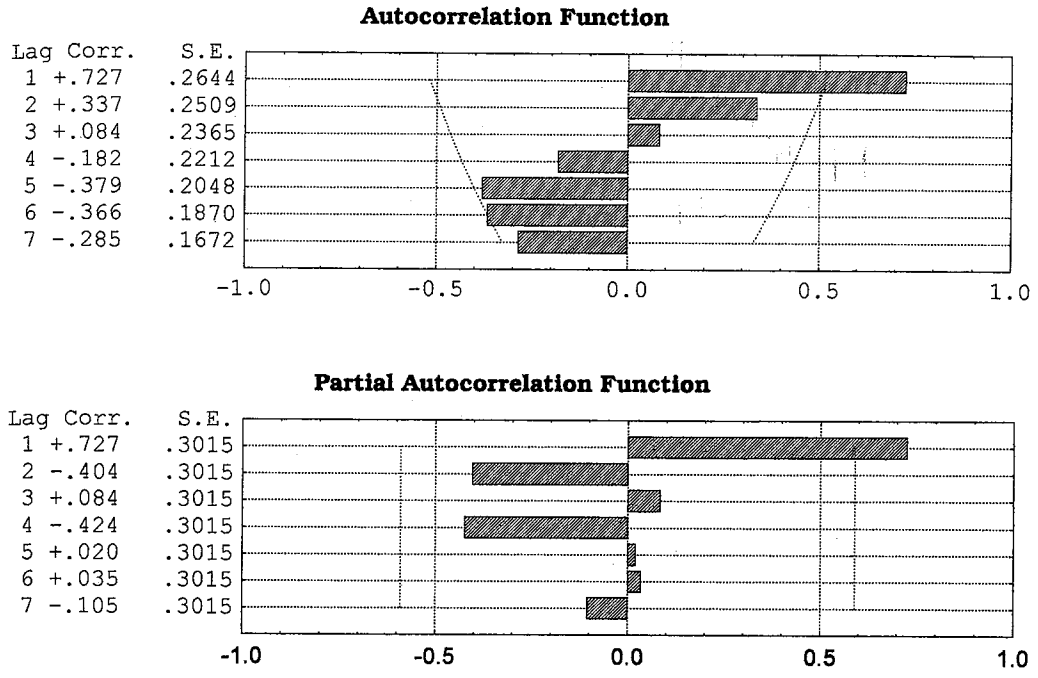
圖三、高雄縣與屏東縣東方果實蠅密度消長型式之比較。

Fig. 3. Comparison of monthly variation of fruit fly densities in Kaoshung and Pingtung counties.



圖四、經自然對數轉換後的高雄縣東方果實蠅密度數列之自我相關及偏自我相關函數

Fig. 4.Autocorrelation and partial autocorrelation function of log-transformed time series of oriental fruit fly density in Kaoshung.



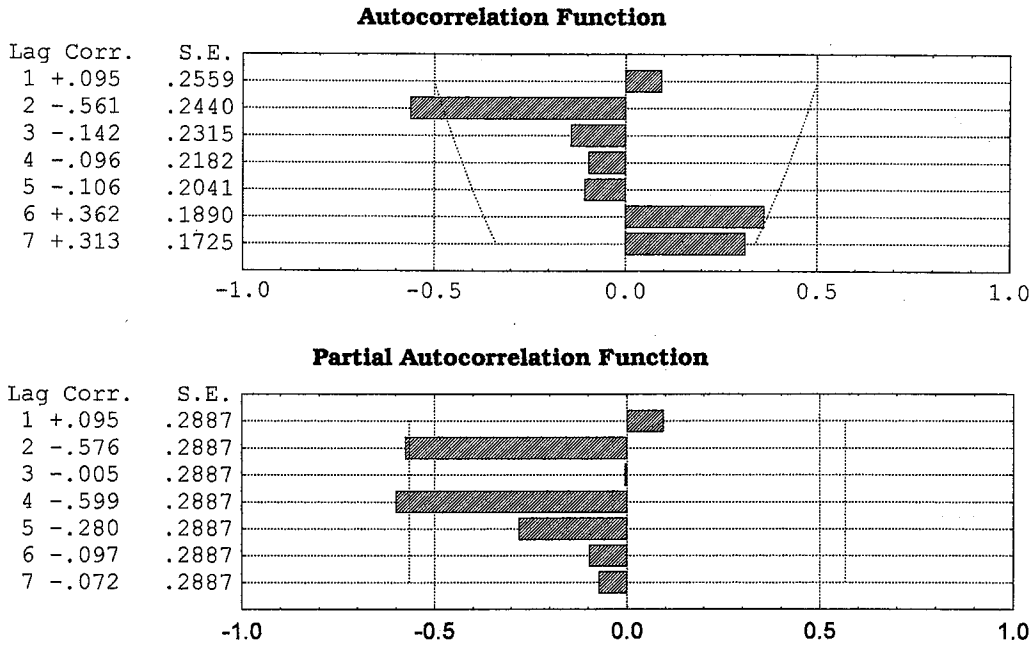
圖五、經自然對數轉換後的屏東縣東方果實蠅密度數列之自我相關及偏自我相關函數
Fig. 5. Autocorrelation and partial autocorrelation function of log-transformed time series of oriental fruit fly density in Pingtung.

- 0.561)均爲負相關，而正相關者均不顯著($r_i < 2$ *S.E.*)，在族群密度自我調節上沒有理論上之意義。由此看來此一地區之族群可能以番荔枝園外遷入的個體爲主。

在另一方面，若將此一密度變動型式與各縣之水果產量指標之變動相比(圖二)，可約略看出高雄之平均密度與番石榴之產量間有時差約爲2的相關，而屏東縣之平均密度則與季節性水果產量指標變化有時差爲1的相關。以此一觀察爲基礎，應用多項式分布時差模式分析時差爲0，1及2對平均密度在時間上之變動的相關性及解釋能力顯示(表三)，高雄縣柑桔類、番石榴、季節性水果及水果總產量指標時差爲0時的迴歸係數(β_0)均爲不顯著($p > 0.05$)，時差爲1時之係數($p < 0.01$)全部顯著(β_1)，其中尤以番石榴及季節性水果之產量指標的係數極爲顯著($p < 10^{-5}$)。時差爲2時係數(β_2)除柑桔類外亦均顯著($p < 0.01$)，但其程度略遜於時差爲1者。就對平均密度在時間上之變異的解釋能力來看，番石榴與季節性水果分別達到95%及92%，遠高於柑桔類者。

屏東縣各類水果產量指標之β_0僅季節性水果爲顯著($p = 0.01$)。四類水果之β_1僅均呈顯著($p = 0.05$)，但季節性水果要較柑桔類及番石榴之顯著性強得多($p < 10^{-6}$)。時差爲2時僅季節性水果之係數爲顯著($p < 0.01$)。就解釋平均密度在時間上之變異來看，季節性水果有高達98%之能力，其他二項水果就弱了許多。台東縣平均密度變動與番荔枝產量指標在任何時差下，其係數均呈現不顯著($p >> 0.05$)，其解釋能力亦僅64%($F = 4.2$, $p > 0.01$)。

綜觀上述分析結果可知，台東縣之



圖六、經自然對數轉換後的台東縣東方果實蠅密度數列之自我相關及偏自我相關函數

Fig. 6. Autocorrelation and partial autocorrelation function of log-transformed time series of oriental fruit fly density in Taitung.

表三、高雄縣、屏東縣及台東縣每月之旬平均密度與數類果品產量指標間的多項式分布時差分析結果

Table 3. Polynomial distributed lags analysis of monthly 10-day mean density v.s. variable fruit production indicator in Kaoshung, Pingtung and Taitung

Fruit production indicator	Lag 0			Lag 1			Lag 2			
	β_0[1]	t[2]	p[2]	β_1[1]	t[2]	p[2]	β_2[1]	t[2]	p[2]	R^2
Kaoshung										
Citrus	2.04	2.06	0.078	0.62	5.71	0.001	-0.80	-0.78	0.460	0.83
Guava	-0.10	-1.06	0.323	0.20	11.78	0.000	2.50	5.12	0.001	0.95
Seasonal	-0.99	-1.09	0.313	1.60	8.99	0.000	4.20	4.64	0.002	0.92
Total	-0.13	-0.97	0.364	0.14	8.94	0.000	0.40	2.98	0.020	0.91
Pingtung										
Citrus	-0.27	-0.51	0.626	0.16	2.57	0.040	0.59	1.11	0.302	0.47
Guava	-0.63	-0.33	0.749	0.94	3.48	0.020	2.52	1.40	0.203	0.61
Seasonal	-0.07	3.52	0.010	0.09	17.50	0.000	0.10	4.85	0.002	0.98
Total	0.04	0.83	0.439	0.06	8.69	0.000	0.09	1.91	0.100	0.91
Taitung										
Sugar apple	0.57	0.55	0.600	0.42	0.30	0.791	1.63	1.81	0.114	0.64

[1] β_0, β_1 and β_2: Regression coefficients, see text for detail.

[2] d. f.=7, see footnotes in table 2.

主要經濟果樹番荔枝之產量變化並不是左右果實蠅豐量的主要原因，此地區之密度變化可能受到移入蟲口及來自於佔有大面積之野生寄主之果實產量及其季節性分布所影響。相對的，土地高度利用於農業生產及城鄉發展之屏東縣和高雄縣，其果實蠅密度變動則幾乎完全取決於番石榴及季節性水果產量之變異。屏東縣季節性水果產量高出番石榴甚多，提供了大量之食物，因而主導了密度的變動；當季節性水果之產量逐漸下降時，誘殺蟲數亦隨之下降。另一方面，高雄縣番石榴和季節性水果可能對該區果實蠅密度有相同份量的影響力，然而由於番石榴之產量較季節性水果高出甚多，尤其在八月以後，番石榴乃成爲果實蠅主要之產卵場所及幼蟲食物與棲所來源，因而形成了屏東縣所沒有的九月份密度高峰。由兩縣時間差分析來看，重要果品之產量指標與果實蠅密度變動間有一到二個月的時間差，此一結果亦相當符合果實蠅之平均世代長(Mean Generation Time)[13,14]。

在影響果實蠅密度變化之因子中，溫度、濕度、雨量及寄主果樹之開花期、結果期和果實成熟度等是經常被提及的因子[9,15,18]。就族群豐量之評估而言，本省北部冬春季的低溫及高雨量可能是主要的限制因子[9]，但其作用效力越往南部就越形減低。從果實蠅發育來看[8]，溫度效應是在臨界低溫以下(16℃左右)才會有作用，在此溫度以上可以說都是發育的適宜溫度。因此溫度的效應與食物及棲所的容納量相比，在北部之夏、秋及初冬以及南台灣(苗栗以南)的全年，可能並非決定性的因子。而由果實蠅密度變動型式來看，夏秋季是密度偏高的時期，而此時期之溫度均爲發育之適宜溫度範圍，因此食物及棲所的供應量可能才是重要的限制因子。劉等[15]以嘉義地區資料所做的分析中並未包括食物與棲所之供應量在內，其結果顯示溫度及雨量都在一定的時間有重要的影響力。而在溫度平穩時，族群密度之自我相關(一個月的時差)就成爲重要的決定因子。本文在分析中使用了食物供應量，所得結果顯示此一因子不但可對果實蠅密度的地理分布予以解釋，對南部二個高密度地區之全年族群豐量亦有相當高之解釋能力，且其所呈現出來之時間差關係亦符合果實蠅發育所需時間[8,14]及因溫度所引起之延遲的低密度效應[9,15]。

由於高雄與屏東二縣之果實蠅密度數列內含有明顯的一次自我相關，且寄主水果產量這項外生變數(Exogenous Variable)與密度變動間存在著時差爲1至2月的高度相關性，因而似可利用監測資料來建構統計預測模式，並嘗試進行實際的短期果實蠅密度預測。模式的可能型式爲含有自我迴歸整數差分移動平均(Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA)及以外生因子爲自變數的時差複迴歸二個機制在內的動態迴歸模式(Dynamic Regression Model)。然而要進行這一類的實際應用研究，則有賴於更長期的密度監測資料之提供。

謝　　辭

感謝農林廳植保科特作保護股股長楊麗珠博士及邱錫欣先生之協助，台北市農產運銷股份有限公司提供果菜運銷統計資料以及農試所李淑瓊和藥試所陳孟婉小姐整理資料、繕打文稿及製作圖表。

引用文獻

1. 未具名　1990-1994　台灣省農業年報。台灣省農林廳。
2. 未具名　1994-1996　全省東方果實蠅密度測定旬報。台灣省農業試驗

所應用動物系農藥研究室。
3. 未具名 1994 沖繩縣ミバエ根絕紀念誌。沖繩縣農林水產部。 350頁。
4. 未具名 1990～1996 果菜運銷統計月報。台北農產運銷股份有限公司。
5. 邱輝宗 1983 東方果實蠅在田間之移動現象。中華昆蟲 3: 93-102。
6. 李文蓉 1988 東方果實蠅之防治。中華昆蟲特刊第二號：「果樹害蟲綜合防研討會」 51-60頁。
7. 邱輝宗、朱耀沂 1987 東方果實蠅之產卵行爲(I)產卵潛能。中華昆蟲 7: 119-126。
8. 徐爾烈、徐世傑 1973 柑果蠅生物學之研究II溫度、濕度對柑果蠅生物效應之研究。台大植病學刊 3: 59-86。
9. 張桃興、李文蓉 1985 內湖區東方果實蠅族群變動之初步研究。中華昆蟲 5: 89-94。
10. 台灣省政府農林廳 1996 八十五年度「農作物病蟲鼠害防治 果實蠅加強防治」計畫書。
11. 劉玉章 1992 利用引誘劑防治東方果實蠅。植物保護學會 「病蟲害非農藥防治技術研討會」專刊 95-98頁。
12. 劉玉章、黃莉欣 1990 東方果實蠅之產卵偏好。中華昆蟲 10: 159-168。
13. 劉玉章、黃莉欣 1990 食物因子作用下之東方果實蠅族群統計量。中華昆蟲 10: 279-300。
14. 劉玉章、齊心、陳雪惠 1985 溫度與食物對東方果實蠅族群介量之影響。中華昆蟲 5: 1-10。
15. 劉玉章、齊心、陳雪惠 1985 嘉義地區東方果實蠅之族群變動。中華昆蟲 5: 79-84。
16. 鄭允、古德業、高靜華、黃毓斌 1996 瓜果實蠅誘殺劑不穩定性研究-混合劑中乃力松之光分解作用。台灣農業研究(編審中)。
17. Almond, S. 1965. The distribution lag between captital appropriations and expenditures. Econometrica 33: 178-196.
18. Chiu, H. T., and Chu. Y. I. 1986. The occurrence and injury of the oriental Fruit Fly in the Southern Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 28: 213-321.
19. Frost, P. A. 1975. Some properties of the Almond lag technique when one searches for degree of polynomial and lag. J. Am. Stat. Asso. 70: 606-612.
20. Lee, L. W. Y., and Chang, K. K. 1980. The Taiwan project in "Proceedings of a symposium on Fruit Fly problem", 85-97pp. Kyoto and Naha, August 9-12, 1980. National Institute of Agricultural Science, Yatabe, Ibaraki 305, Japan.

附　　錄

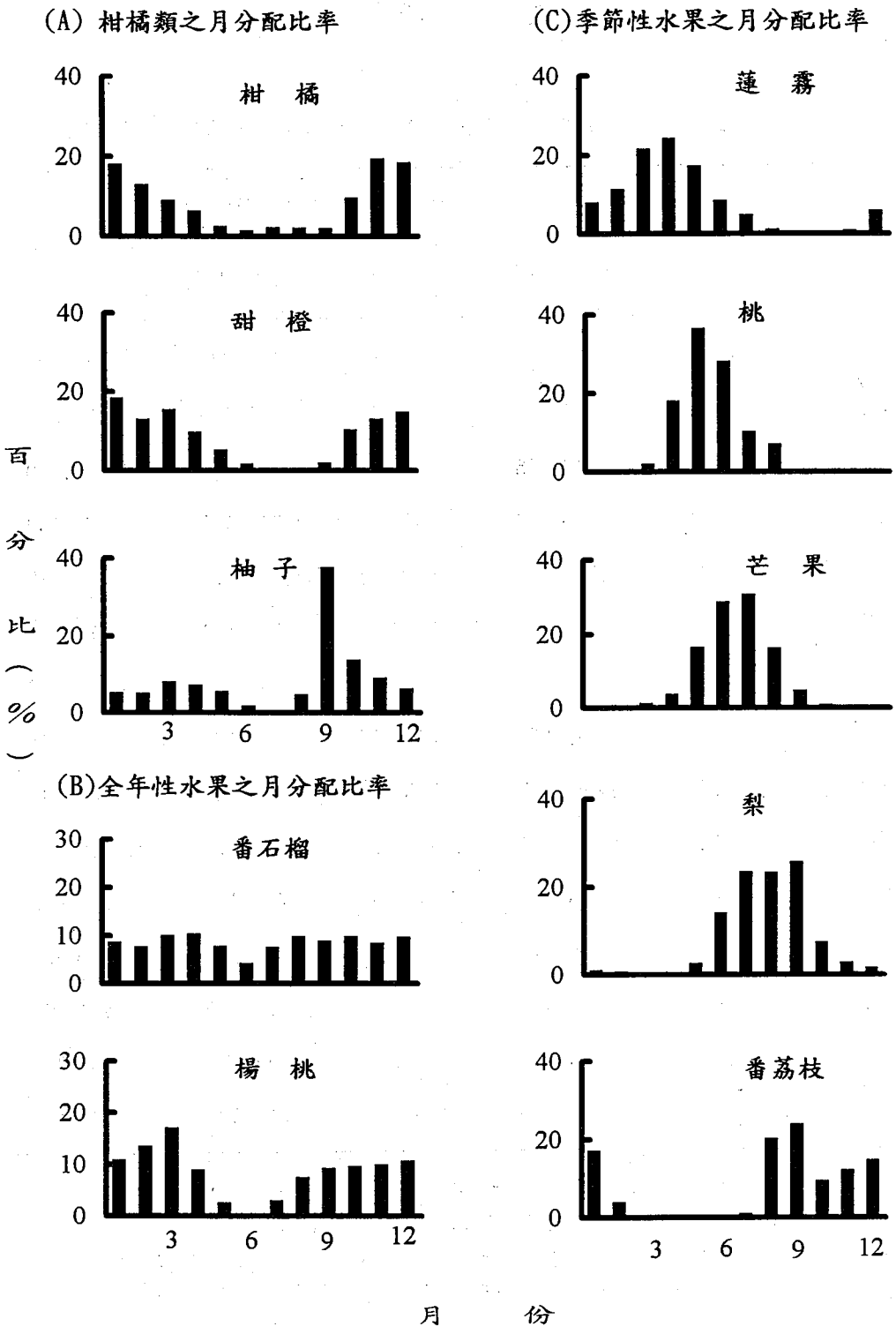
附錄表一、主要水果產地東方果實蠅旬平均密度(1995)與水果產量指標[1)]

縣市別	果實蠅旬平均密度[2)]	寄主水果產量指標(公斤)[3)]			
		柑桔類	全年性	季節性	合　計
台北縣	11.6	364,684	145,995	323,741	834,420
桃園縣	37.2	257,332	55,378	138,589	451,299
新竹縣	22.1	2,849,648	7,912	344,950	3,202,510
苗栗縣	43.9	1,433,719	289,240	1,728,343	3,451,302
台中縣(市)	44.9	7,881,510	2,630,075	5,304,773	15,816,358
南投縣	130.7	4,493,753	792,133	727,192	6,013,078
彰化縣	309.5	619,923	4,088,740	733,729	5,442,392
雲林縣	115.6	1,949,158	269,708	817,570	3,036,436
嘉義縣	40.4	5,064,019	1,363,782	178,284	6,606,085
台南縣	115.2	21,396,524	3,991,796	7,863,190	33,250,510
高雄縣	209.4	1,409,058	5,311,306	494,456	7,214,820
屏東縣	153.5	3,699,588	658,418	7,588,555	11,946,561
台東縣	143.1	4,434	61	520,195	524,690
花蓮縣	21.7	464,851	1,692	18,248	484,791
宜蘭縣	18.8	337,778	39,403	655,008	1,032,189

1) 以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據。

2) 1995年全年果實蠅平均發生密度(依旬報資料)，隻／誘蟲器／10天。

3) 主要水果類別：柑桔類(含柑桔、甜橙、柚子)，全年性水果(含番石榴、楊桃)，季節性水果(含蓮霧、芒果、梨、桃、番荔枝)。



附錄圖一、十種水果產量之月分布情形。
(以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據)

附錄表二、果實蠅旬平均密度(1995)與全年性寄主水果產量指標[1)]

縣市別	果實蠅旬平均密度[2)]	產量指標(公斤)	
		番石榴	楊桃
台北縣	11.6	31,396	114,599
桃園縣	37.2	14,698	40,680
新竹縣	22.1	3,555	4,357
苗栗縣	43.9	39,299	249,941
台中縣(市)	44.9	1,773,929	856,146
南投縣	130.7	184,202	607,931
彰化縣	309.5	3,796,979	291,761
雲林縣	115.6	158,749	110,959
嘉義縣	40.4	621,375	469,051
台南縣	115.2	3,248,389	742,407
高雄縣	209.4	5,302,004	9,302
屏東縣	153.5	416,826	241,592
台東縣	143.1	61	0
花蓮縣	21.7	1,355	337
宜蘭縣	18.8	7,740	31,663

1) 以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據。

2) 1995年全年果實蠅平均發生密度(依旬報資料)，隻／誘蟲器／10天。

附錄表三、高雄縣6個監測站之東方果實蠅平均密度(1995)與主要寄主水果產量指標[1)]

月份	果實蠅旬平均密度[2)]	寄主水果產量指標(公斤)[3)]			
		柑桔類	全年性	季節性	三類合計
一月	54.9	91,247	340,202	25,590	457,039
二月	17.2	71,380	336,093	24,349	431,822
三月	97.5	91,923	499,764	56,270	647,957
四月	143.5	80,699	576,379	73,782	730,860
五月	287.2	87,416	512,071	89,374	688,861
六月	386.5	93,715	326,424	72,508	492,647
七月	337.6	164,063	618,899	62,491	845,453
八月	260.5	175,369	598,304	34,455	808,128
九月	462.1	156,444	364,604	25,198	546,246
十月	263.9	157,796	389,145	5,927	552,868
十一月	145.0	137,448	337,741	3,583	478,772
十二月	57.1	101,558	411,680	20,929	534,167

1) 以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據。
2) 1995年全年果實蠅平均發生密度(依旬報資料)，隻／誘蟲器／10天。
3) 主要水果類別：柑桔類(含柑桔、甜橙、柚子)，全年性水果(含番石榴、楊桃)，季節性水果(含蓮霧、芒果、梨、桃、番荔枝)。

附錄表四、屏東縣9個監測站之東方果實蠅平均密度(1995)與主要寄主水果產量指標[1)]

月份	果實蠅旬平均密度[2)]	寄主水果產量指標(公斤)[3)]			
		柑桔類	全年性	季節性	三類合計
一月	44.5	432,602	64,730	382,523	879,855
二月	55.7	375,520	79,993	553,476	1,008,989
三月	97.4	307,941	84,895	1,029,227	1,422,063
四月	195.5	198,714	48,597	1,159,818	1,404,129
五月	323.8	173,056	46,849	1,548,779	1,768,684
六月	404.4	178,873	24,748	1,482,882	1,686,503
七月	339.9	264,043	52,019	504,260	820,322
八月	157.9	248,850	72,755	346,320	667,925
九月	78.4	312,297	45,460	218,424	576,181
十月	64.5	344,180	37,853	56,348	438,381
十一月	46.6	451,720	48,270	34,766	534,756
十二月	25.3	414,790	52,249	271,734	738,773

1) 以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據。
2) 1995年全年果實蠅平均發生密度(依旬報資料)，隻／誘蟲器／10天。
3) 主要水果類別：柑桔類(含柑桔、甜橙、柚子)，全年性水果(含番石榴、楊桃)，季節性水果(含蓮霧、芒果、梨、桃、番荔枝)。

附錄表五、台東縣東方果實蠅密度(1995)與番荔枝產量指標[1)]

月　份	果實蠅 旬平均密度[2)]	產量指標 (公斤)
一月	110.5	93,283
二月	84.7	14,366
三月	198.5	574
四月	257.0	0
五月	82.5	0
六月	92.0	0
七月	114.3	3,741
八月	107.1	110,131
九月	148.0	100,639
十月	294.6	56,262
十一月	156.7	59,872
十二月	71.4	80,136

1) 以1990-94五年運銷台北市之資料爲估計依據。
2) 1995年全年果實蠅平均發生密度(依旬報資料)，隻／誘蟲器／10天。

ABSTRACT

Chen, C. N.[1], Cheng, E. Y.[2], Hwang, Y. B.[2], Kao, C. H.[2], and Su, W. Y.[3] 1996. Relationship between the population density of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), and its host fruit yield in Taiwan. Plant Prot. Bull. 38: 149-166. ([1] Council of Agriculture, Taipei, Taiwan, R.O.C., [2] Taiwan Agriculture Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C., [3] Taiwan Agriculture Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

Preliminary analysis indicated that the monthly trade record for each fruit shipped from different counties to Taipei City kept by the Taipei Agriculture Products Marketing Corporation could adequately serve as a yield indicator for the total yield of each fruit produced in its origin. The relationship between the 10-day trap records of the oriental fruit fly collected by the island-wide monitoring network and the yield indicator of its major host fruit was further analyzed. Results revealed that the variable of guava yield indicator alone could account for 58% variation of the fruit fly mean density. Data from both Kaoshung and Pingtung County indicated that a 1-month time-lag existed in the autocorrelation of the data series of mean fly density. The fly population density was highly correlated with the yield indicator of both guava and seasonal fruits with a 1 - to 2-month time-lag between them. Accordingly, we suggest that a dynamic regression model could be constructed for the forecast of short-term trend of the population density of the oriental fruit fly.

(Key words: oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, population fluctuation, host plant fruit production, autocorrelation, partial autocorrelation, distributed lags analysis)