

卵形捕植蟎在胡瓜田之族群動態¹

白桂芳²、施劍瑩³

摘 要

卵形捕植蟎活動期(幼、若蟎及成蟎)在胡瓜植株上之密度顯著以中位葉為最高(1.38 ± 0.50 隻/葉)，依Taylor及Iwao的方法，屬於低程度之聚集分布型($a=0.311$ ， $b=1.074$ ； $\alpha=1.477$ ， $\beta=1.014$)。卵形捕植蟎族群密度於秋季至翌年春季(10月~5月)受溫度影響呈正相關關係，但夏季族群則未顯示受溫度影響；此外，週降雨量對捕植蟎族群密度則無影響。

關鍵字：卵形捕植蟎、空間分布、環境因子。

前 言

卵形捕植蟎*Amblyseius ovalis* (Evans)主要分布於紐西蘭、東南亞、琉球、臺灣及中國東南地區，為臺灣本地重要捕食性蟎類^(3,9)。學者報導卵形捕植蟎之各齡期由逢機~均勻分布型，但卵、雌蟎及所有齡期混合時，則傾向聚集分布型⁽¹¹⁾。此外，捕植蟎*Euseius tularensis*、*Neoseiulus fallacis*及*Typhlodromus rhenanoides*屬聚集分布型^(4,14,17)；*Phytoseiulus persimilis*則呈現逢機~均勻分布型⁽¹⁰⁾；而Zemek and Nachman認為捕植蟎在植株間的擴散行為與其食餌密度及植株枝條交錯銜接的數量有關⁽¹⁸⁾。

本研究測定卵形捕植蟎在胡瓜株內之垂直分布及其空間分布型，並探討卵形捕植蟎密度在胡瓜田之消長與受環境因子(溫度及降雨量)之影響，祈由田間生態資料之蒐集，闡明捕食者在寄主植物(胡瓜)上之族群律動，以提供日後卵形捕植蟎生物防治小型農業害蟲之參考。

材料與方法

胡瓜調查田及葉序定義

於臺中區農業改良場試驗田區，每6週點播鳳燕[®]胡瓜種子0.03 ha (6畦，畦寬150 cm，畦高25 cm，每畦2行，每行40株，共480株)，做為卵形捕植蟎之調查田。於點播10週後實施清園。胡瓜自點播到完全收成約為65~80天。依胡瓜之種植循環週期，本播種栽培法可保持調查田內終年均有胡瓜植株供為捕植蟎之調查。本研究將胡瓜植株自頂芽起至最老葉分別定義為L1、L2、L3...L20，其中L1訂為頂芽，L2~L6為上位葉，L7~L12為中位葉，L13~L20為下位葉。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0649 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

³ 國立中興大學昆蟲學研究所教授。

捕植蟪在胡瓜上之垂直分布

網室內種植鳳燕[®]胡瓜160株(共4畦，每畦種2行，每行20株)。當胡瓜植株成長至7~8片本葉時，逢機取樣40株胡瓜(4畦，每畦10株)，每週調查一次，連續四週。調查時以計數器計算每一葉片上的卵形捕植蟪(幼、若蟪及成蟪)數。上述捕植蟪調查結果分別依其上、中、下位葉統計之。

捕植蟪族群密度調查

自1998年元月起至2000年12月止，於胡瓜調查田每週一次調查卵形捕植蟪之族群密度。調查6週後實施清園，並更換至另一新栽植的胡瓜田調查之。每次自胡瓜中位葉各逢機取樣120葉片(6畦，每畦取20葉)，採目測法以計數器計算中位葉之卵形捕植蟪(幼、若蟪及成蟪)數。彙整該調查期間臺中區農業改良場氣象測候站之氣象資料，並統計每週之平均溫度及降雨量等。

捕植蟪在胡瓜田之空間分布

於臺中區農業改良場試驗田區(南北走向)，點播鳳燕[®]胡瓜 0.05 ha (10畦，每畦種2行，每行40株，共800株)。當胡瓜第一片本葉完全展開後，每3天取樣一次。

由前述植株內垂直分布所獲結果顯示，卵形捕植蟪則多出現於中位葉。故本試驗之調查，自每株胡瓜的中位葉各逢機調查3葉片，採目測法以計數器計算中位葉之卵形捕植蟪(幼、若蟪及成蟪)數。

分析方法

一、依Taylor^(15,16)所報導之方法分析空間分布型。

其公式 $\log(\text{var}) = a + b \times \log(m)$

其中m：取樣之平均值，var：取樣之變方

a：Taylor氏變方與平均值線性迴歸關係中之截距

b：Taylor氏變方與平均值線性迴歸關係中之斜率

由此一迴歸所獲變異數與平均密度之對數相關關係之斜率，可供判斷銀葉粉蝨及卵形捕植蟪之空間分布型。

b < 1		表示傾向均勻分布型
b = 1	a > 1	表示傾向聚集分布型
	a = 1	表示傾向逢機分布型
	a < 1	表示傾向均勻分布型
b > 1		表示傾向聚集分布型

二、依Iwao⁽⁶⁾報導利用mean(m)與mean crowding(mc)之線性迴歸關係，可判別田間族群是否有聚落(patchy)存在，及其聚落間是否有聚集之現象。

其公式為 $mc = \alpha + \beta \times m$

其中 α =截距， β =斜率

由此一迴歸所獲截距 α 與斜率 β 可供判斷銀葉粉蝨及卵形捕植蟪之空間分布型。

$\alpha=0, \beta>1$ ：族群之基本組成單位為個體，各單位間有聚集分佈的現象。

$\alpha=0, \beta=1$ ：族群之基本組成單位為個體，各單位呈隨機分佈。

$\alpha=0, \beta<1$ ：族群之基本組成單位為個體，各單位呈均勻分布。

$\alpha>0, \beta>1$ ：族群之基本組成單位是小聚落(patchy)，且各小聚落呈聚集分布。

$\alpha>0, \beta=1$ ：族群之基本組成單位是小聚落(patchy)，各小聚落呈隨機分布(相互吸引)。

在取樣單位中有一隻個體存在時，會吸引其他個體進入此一取樣單位。

$0>\alpha\geq-1, \beta=1$ ：族群呈均勻分佈。在取樣單位中有一隻個體存在時，會減少另一個體出現的機會(相互排斥)。

結果與討論

捕植蟎在植株上之垂直分布

胡瓜植株到達成熟期(Apr. 23)，卵形捕植蟎(幼、若蟎及成蟎)於胡瓜上、中、下位葉之密度各為 0.12 ± 0.20 隻/葉、 1.38 ± 0.50 隻/葉及 1.08 ± 0.80 隻/葉，中位葉之捕植蟎密度顯著高於上、下位葉($t_{上中(79; 0.05)}=14.824$ ； $t_{中下(79; 0.05)}=2.013$)(表一)。

卵形捕植蟎(幼、若蟎及成蟎)於胡瓜植株內多分布於中位葉(表一)。銀葉粉蝨為卵形捕植蟎在田間之重要食餌，且卵形捕植蟎偏好捕食粉蝨之一、二齡若蟲；又粉蝨之一、二齡若蟲多分布於胡瓜之中位葉^(1, 2)，緣此推測，卵形捕植蟎多分布於胡瓜中位葉應受其食餌在植株上的分布特性而影響。Skirvin and Williams亦指出，智利捕植蟎在植株的聚集與其葉蟎食餌密度成正相關⁽¹³⁾；而智利捕植蟎(*P. persimilis*)在植株內為非隨機(non-random)分布⁽¹⁸⁾。此外，捕植蟎所產生之費洛蒙，亦會影響自身及其食餌的分散行為⁽¹⁵⁾。

表一、卵形捕植蟎活動期密度（幼、若及成蟎）在胡瓜植株上之垂直分布

Table 1. Vertical distribution of active stages of *A. ovalis* on cucumber foliage

Leaves sequence ³	N	No. <i>A. ovalis</i> / leaf			
		Apr. 2 ¹	Apr. 9 ¹	Apr. 16 ²	Apr. 23 ²
L2~L6	40	0.40 ± 0.30	0.12 ± 0.20	$0.12\pm0.20a$	$0.12\pm0.20a$
L7~L12	40	0.83 ± 0.60	1.25 ± 0.80	$1.13\pm0.40c$	$1.38\pm0.50c$
L13~L20	40	--	--	$0.60\pm0.30b$	$1.08\pm0.80b$
t-test; $t_{(79; 0.05)}$		4.095*	8.231*		

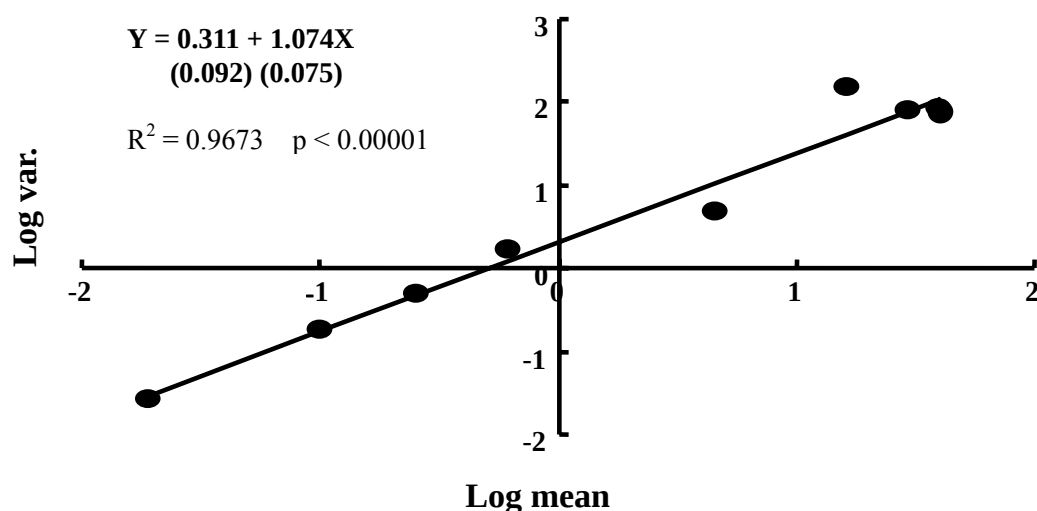
¹. Means followed by * in the same column are significant between upper and middle leaves in the canopy.

². Means followed by the same letter in the same column are not significantly different at $p=0.05$ by Fisher's LSD test.

³. L2~L6, L7~L12 and L13~L20 leaves are the leaves of 2~6, 7~12 and 13~20, respectively, from the tip of vine in the cucumber foliage.

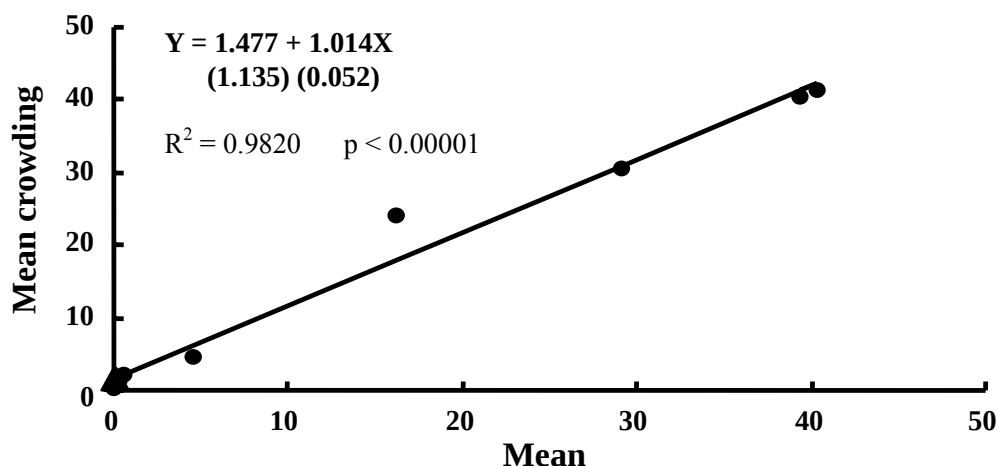
捕植蟪在胡瓜田之空間分布

依Taylor's power law胡瓜田卵形捕植蟪平均密度(Mean)與其標準差(Variation)之線性關係為： $Y=0.311 (0.092)+1.074 (0.075) X$ 。另依Iwao's patchiness regression求成蟲平均密度(Mean)與平均擁擠值(Mean crowding)之關係則為： $Y=1.477 (1.135)+1.014 (0.052) X$ 。因此，卵形捕植蟪在胡瓜田之屬聚集分布型($b > 1$)(圖一)。另依Iwao's patchiness regression之結果($\alpha > 0, \beta > 1$)，卵形捕植蟪在胡瓜田亦傾向聚集分布型(圖二)。但卵形捕植蟪之 β 值為1.014，減2倍標準差(0.052)： $1.014-0.052 \times 2=0.910$ ，此結果有趨向 $\beta=1$ 之機率，顯然卵形捕植蟪在聚落間為聚集分布型，各聚落間為低度聚集分布且有傾向逢機分布型之趨勢。



圖一、卵形捕植蟪族群在胡瓜田之 Taylor's power law 迴歸。

Fig. 1. Taylor's power law regression ($\log \text{var.} = a + b \times \log \text{mean}$) of *A. ovalis* in cucumber field.



圖二、卵形捕植蟪族群在胡瓜田之 Iwao's patchiness 迴歸。

Fig. 2. Iwao's patchiness regression ($mc = \alpha + \beta \times m$) of *A. ovalis* in cucumber field.

由Taylor^(15,16)及Iwao⁽⁶⁾之聚集度測定結果顯示，卵形捕植蟻在胡瓜田雖亦呈現聚集分布型(圖一、二)，但Iwao's擁擠指數($\beta=1.014$)之代表性稍弱，依現有之結果推測，卵形捕植蟻在胡瓜田固然為屬聚集分布，但較不明顯。Shih and Wang報導卵形捕植蟻各齡期為逢機~均勻分布型，但卵及活動期(幼、若及成蟻)混合時，則傾向聚集分布型⁽¹¹⁾。此外，棉花田之智利捕植蟻呈現逢機~均勻之分布型⁽¹⁰⁾。

依Taylor's power law線性迴歸分析對所截距“a”及斜率“b”之描述，當 $b>1$ 時，表示族群傾向聚集分布。據此判定，卵形捕植蟻($a=0.311$ ； $b=1.074$)在胡瓜上呈聚集分布型。另依Iwao報導m對mc之線性迴歸關係($mc=a+\beta\times m$)，當 $\alpha>0$ 且 $\beta>1$ ，表示族群由小聚落(patchy)為單位而組成，且各小聚落間亦呈聚集分布型。依此分析，卵形捕植蟻為低度聚集分布型(即由聚集傾向逢機)；其可能之遷移模型為：(1)雌蟻逢機或非逢機尋找新食餌。(2)發展聚落。(3) 1~2代以後遷移尋找新食餌。

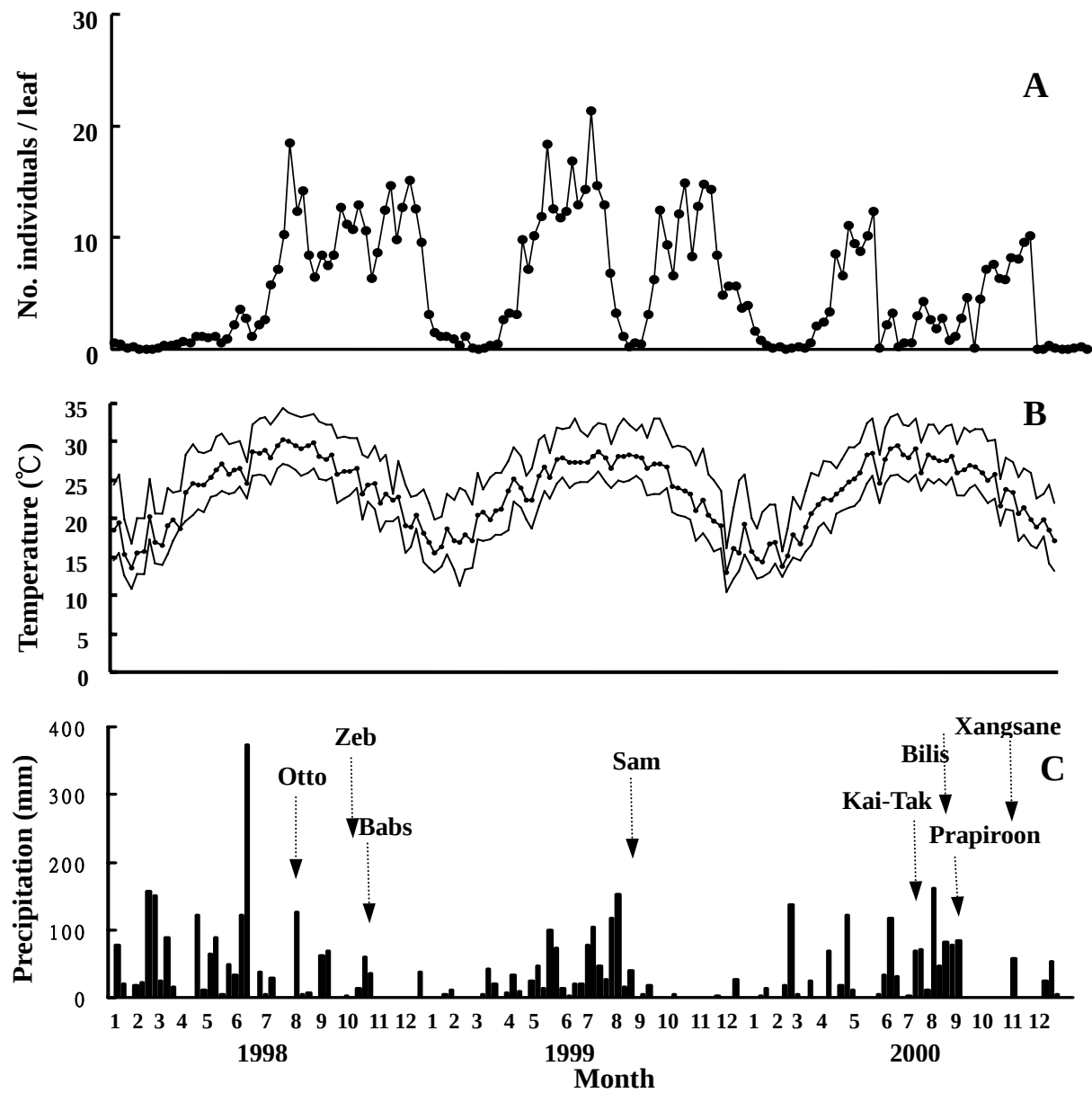
溫度及降雨量對捕植蟻之影響

臺灣中部每年的平均高溫出現於6~9月($28\sim 32^{\circ}\text{C}$)，平均低溫則在12~2月($13\sim 17^{\circ}\text{C}$)；卵形捕植蟻族群高峰雖不明顯，但以每年5月中旬及10月下旬之族群密度較高(圖三)。分析1998~2000年氣象測候站的氣象資料，顯示臺灣中部平均高、低溫分別為每年的6~9月及11~2月；降雨集中於5~8月，秋季(9~11月)的降雨則多由颱風所造成(圖三)。學者報導高溫及乾旱的氣候環境均不利捕植蟻族群之發展，尤其相對濕度較低(60~65%)或蒸散壓增加($> 2.5\text{ kpa}$)時，捕植蟻的存活率甚低^(8,12)。

卵形捕植蟻密度之年度高峰雖不明顯，但顯示其可於胡瓜田周年發生。捕植蟻族群密度和溫度之相關性以春秋及冬季較明顯，其正相關關係顯著($R^2=0.6570$ 、 0.7328 ； $p<0.0001$)，於夏季則不明顯(表二、圖四)。另1998至2000年田間各季或年度降雨量與卵形捕植蟻密度之關係，顯然週降雨量與卵形捕植蟻族群消長之相關性不明顯($R^2=0.1001$ 、 0.0049 、 0.0100 ； $p=0.0218$ 、 0.7236 、 0.5509)(表三、圖五)。

卵形捕植蟻於胡瓜田為聚集~逢機分布型(圖一、二)，且偏好於胡瓜中位葉活動(表一)，此應與偏好掠食粉蝨之一、二齡若蟲有關。另季節變化顯著影響捕植蟻的族群密度，每年秋季至翌年春季($< 25^{\circ}\text{C}$)其族群密度與溫度成正相關，夏季的高溫則與族群密度無關，而降雨量並非影響捕植蟻族群密度之重要因子。

本試驗僅就三年的田間資料進行初步探討，然而影響捕植蟻族群密度的環境因子(溫度、降雨量)變異甚大，其作用力錯綜複雜。為求更真實描述田間狀態，需長期累積田間生物性及非生物性因子的資料，方足以較完整闡明環境與害蟲、天敵間的相互關係。



圖三、卵形捕植蟻在胡瓜田之族群密度(A)，每週平均溫度(B)及每週降雨量(C)。

Fig. 3. Population densities of *A. ovalis* on cucumber (A), the weekly average temperature (B), and the weekly precipitation (C) since 1998-2000.

(↓ : typhoon)

表二、溫度(X)和卵形捕植蟻族群(Y)在不同季節之相關性

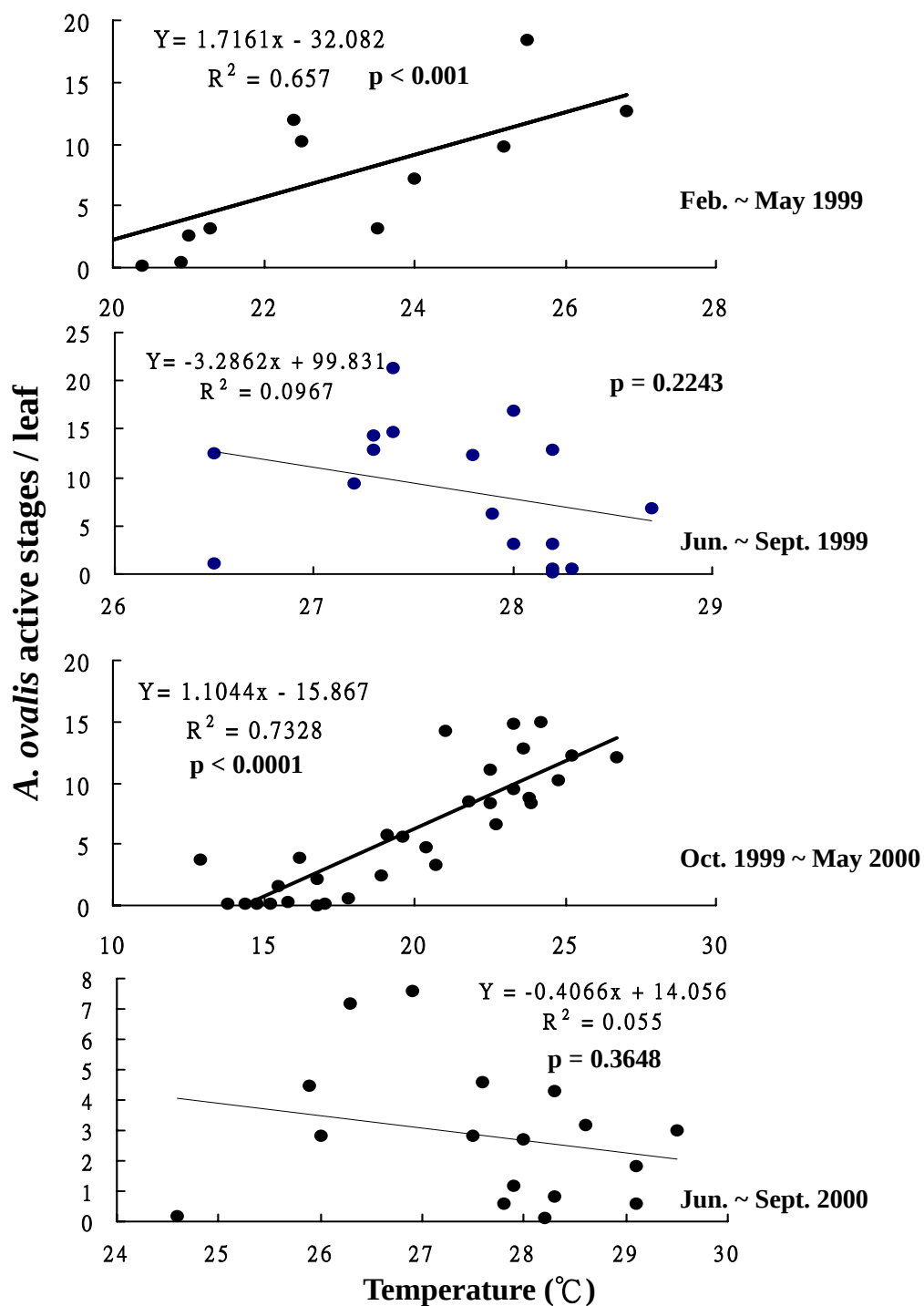
Table 2. The regression of temperature (X) and *A. ovalis* densities (Y) on cucumber in different seasons

Year	Season	Equation	R-square	P-value
1998	Spring (Jan. ~ May)	$Y = 0.1090X - 1.5610$	0.7008	<0.0001
1998	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = 0.747X - 12.1540$	0.0736	0.2763
1998	Autumn (Oct. ~ Nov.)	$Y = 3.8459X - 83.3570$	0.6910	0.3753
1998 ~ 1999	Winter (Dec. ~ Feb.)	$Y = 3.3059X - 54.3350$	0.6310	0.0105
1999	Spring (Mar. ~ May)	$Y = 1.7882X - 42.2780$	0.7570	0.0108
1999	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = 3.2862X + 99.8310$	0.0967	0.2243
1999	Autumn (Oct. ~ Nov.)	$Y = 1.4475X - 22.3490$	0.4296	0.1576
1999 ~ 2000	Winter (Dec. ~ Feb.)	$Y = 0.8072X + 11.9100$	0.6309	0.0106
2000	Spring (Mar. ~ May)	$Y = 1.2403X - 19.0280$	0.9093	<0.0001
2000	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = -0.4066X + 14.0560$	0.0550	0.3648
2000	Autumn (Oct. ~ Dec.)	$Y = 1.0184X + 19.3510$	0.8245	<0.0001

表三、不同季節雨量(X)和卵形捕植蟻族群(Y)之相關性

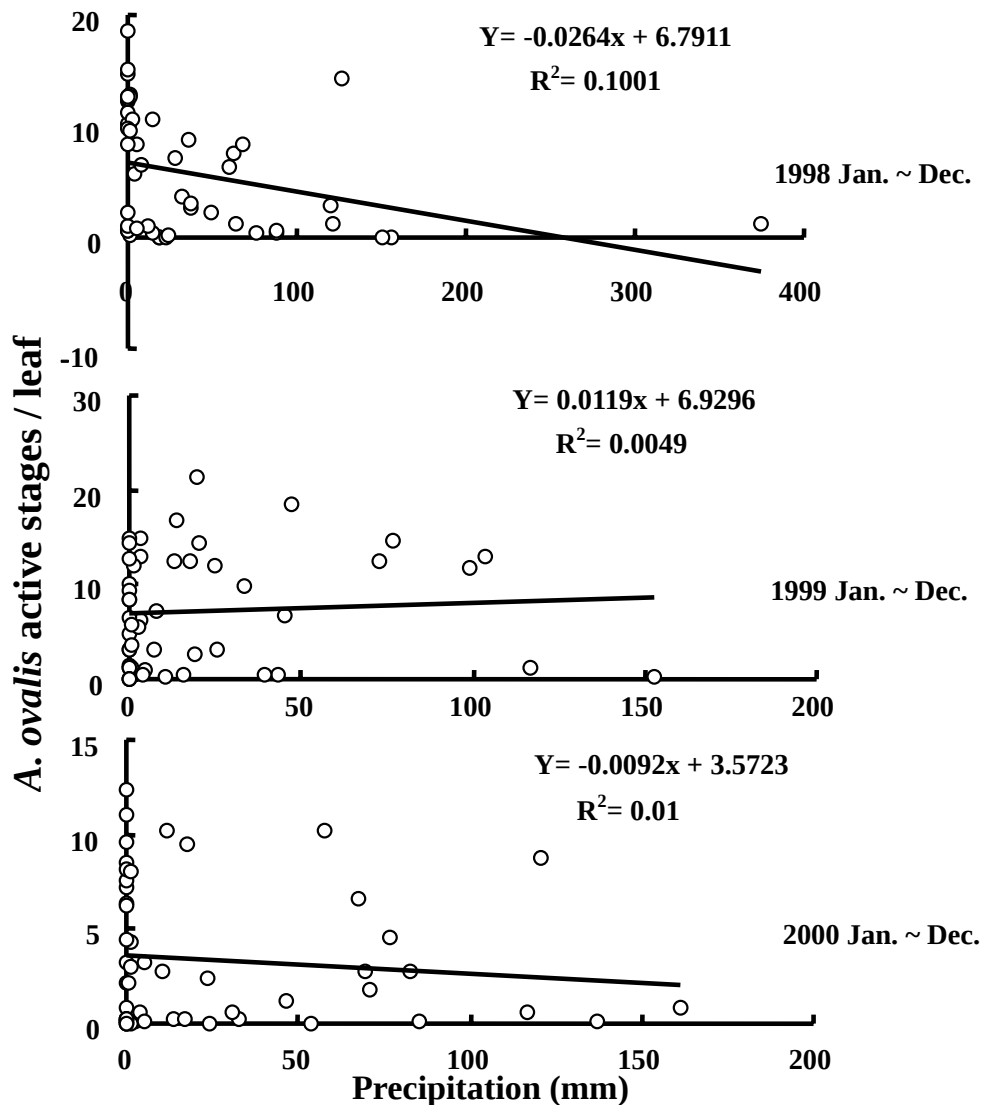
Table 3. The regression of precipitation (X) and *A. ovalis* densities (Y) on cucumber in different seasons

Year	Season	Equation	R-square	P-value
1998	Spring (Jan. ~ May)	$Y = 0.0011X + 0.7934$	0.0036	0.7916
1998	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = -0.0193X + 9.7120$	0.1522	0.1094
1998	Autumn (Oct. ~ Nov.)	$Y = -0.1118X + 12.8640$	0.7065	0.0089
1998 ~ 1999	Winter (Dec. ~ Feb.)	$Y = -0.0058X + 2.4874$	0.0002	0.9606
1999	Spring (Mar. ~ May)	$Y = 0.1112X + 5.1725$	0.1231	0.3545
1999	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = -0.0323X + 10.6170$	0.0518	0.3639
1999	Autumn (Oct. ~ Nov.)	$Y = 1.4624X + 9.9719$	0.2028	0.1915
1999 ~ 2000	Winter (Dec. ~ Feb.)	$Y = 0.0333X + 2.0369$	0.0155	0.7318
2000	Spring (Mar. ~ May)	$Y = -0.0104X + 5.7100$	0.0109	0.7221
2000	Summer (Jun. ~ Sep.)	$Y = -0.0208X + 3.5161$	0.1980	0.0562
2000	Autumn (Oct. ~ Dec.)	$Y = 0.0231X + 3.0737$	0.0118	0.6996



圖四、週平均溫度與卵形捕植蟻密度在胡瓜田之相關性。

Fig. 4. Regression analyses of the responses of *A. ovalis* densities on cucumber to the weekly mean temperature during 1998 ~ 2000.



圖五、週降雨量與卵形捕植蟎密度在胡瓜田之相關性。

Fig. 5. Regression analyses of the responses of *A. ovalis* densities on cucumber to the weekly precipitation during 1998~2000.

參考文獻

1. 白桂芳、王玉沙 2003 銀葉粉蝨在胡瓜田之空間分佈 臺中區農業改良場研究彙報 81: 43-56。
2. 白桂芳、施劍鑒 2003 利用卵形捕植蟎綜合防治胡瓜銀葉粉蝨 p.121-137 臺灣作物病蟲害綜合管理研討會專刊農業試驗所編印 臺灣，霧峰。
3. Chang, H. Y. and Y. H. Tseng. 1978. A field survey of phytoseiid mites of tropical orchards in southern Taiwan. Plant Prot. Bull. 20: 338-345 (in Chinese).

4. Grout, T. G. 1985. Binomial and sequential sampling of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae), a predator of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. 78: 567-570.
5. Hislop, R. G. and R. J. Prokopy. 1981. Mite predator responses to prey and predator-emitted stimuli. J. Chem. Ecol. 7: 895-904.
6. Iwao, S. 1968. Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. Res. Popul. Ecol. 18: 243-260.
7. Kramer, D. A. and F. P. Hain. 1989. Effect of constant- and variable-humidity and temperature regimes on the survival and developmental periods of *Oligonychus ununguis* (Acari: Tetranychidae) and *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 18: 741-746.
8. Lo, P. K. C. 1986. Present status of biological control of mite pests in Taiwan. Plant. Prot. Bull. 28: 31-39 (in Chinese).
9. Pickett, C. H., F. E. Gilstrap, R. K. Morrison and L. F. Bouse. 1987. Release of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) by aircraft for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn. J. Econ. Entomol. 80: 906-910.
10. Shih, C. I. T. and C. J. Wang. 1997. Spatial dynamic of acarine predator-prey system: responses of *Amblyseius ovalis* (Evans) to its egg-laying behavior and density and aggregation of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Chinese J. Entomol. 17: 100-118 (in Chinese).
11. Shipp, J. L. and Y. M. van Houten. 1997. Influence of temperature and vapor pressure deficit on survival of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 26: 106-113.
12. Skirvin, D. J. and M. D. C. Williams. 1999. Differential effects of plant species on a mite pest (*Tetranychus urticae*) and its predator (*Phytoseiulus persimilis*): implications for biological control. Exp. Appl. Acarol. 23: 497-512.
13. Strong, W. B., B. A. Croft and D. H. Slone. 1997. Spatial aggregation and refugia of the mites *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus fallacis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). Environ. Entomol. 26: 859-865.
14. Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189 (4766): 32-735.
15. Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Ann. Rev. Entomol. 29: 321-357.
16. Tsolakis, H., E. Ragusa and S. R. D. Chiara. 2000. Distribution of Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) on hazelnut at two different altitudes in Sicily (Italy). Environ. Entomol. 29: 1251-1257.
17. Zemek, R. and G. Nachman. 1999. Interactions in a tritrophic acarine predator-prey metapopulation system: prey location and distance moved by *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 23: 21-40.

Population Dynamics and Spatial Distribution of *Amblyseius ovalis* on Cucumber ¹

Kuei-Fang Pai ² and Ching-Ing Shih ³

ABSTRACT

A higher density (1.38 ± 0.50 individuals/leaf) of active stages (larvae, protonymph, deutonymphs and adults) of *Amblyseius ovalis* was found on the middle leaves of cucumber. The spatial distribution patterns of *A. ovalis* was aggregated and was determined by Taylor's Power Law (a: 0.311, b: 1.074) and Iwao's Mean Crowding Regression (α : 1.477, β : 1.014). Population density of predacious mite was significantly depended on temperature during the period of October ~ May, but not in summer season (June ~ September). Weekly precipitation did not positively influenced the densities of *A. ovalis*.

Key words: *Amblyseius ovalis*, spatial distribution, environmental factors.

¹ Contribution No. 0649 from Taichung DARES, COA.

² Associated Entomologist of Taichung DARES, COA.

³ Professor of Entomology Institute, National Chung Hsing University.