



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

【Research report】

亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis* (Guen' ee))之空間分布及取樣數估計【研究報告】

徐士蘭、謝豐國*、彭武康

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1987/10/22 Available online: 1988/03/01

Abstract

摘要

亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 在發生初期，卵塊呈隨機分布，以後密度升高，逐漸趨向聚集式分布；幼蟲及蛹多數呈聚集分布。但冬季低溫或族群密度低時，卵塊、幼蟲及蛹大多符合隨機分布。由全年調查資料顯示，玉米螟之卵塊、幼蟲及蛹，大多以小群為分布之基本單位，僅在飼料玉米之卵塊以個體為分布單位。而卵塊、幼蟲、蛹之基本單位在棲所內之分布趨向聚集性。本文根據上述特性估計在玉米田中調查亞洲玉米螟所需適當取樣數。

Key words:

關鍵詞:

Full Text:  [PDF\(0.43 MB\)](#)

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

亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* (Guenée)) 之空間 分布及取樣數估計

徐士蘭 謝豐國* 彭武康

國立臺灣大學植物病蟲害學研究所

(接受日期: 民國76年10月22日)

摘 要

亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 在發生初期, 卵塊呈逢機分布, 以後密度升高, 逐漸趨向聚集式分布; 幼蟲及蛹多數呈聚集分布。但冬季低溫或族羣密度低時, 卵塊、幼蟲及蛹大多符合逢機分布。由全年調查資料顯示, 玉米螟之卵塊、幼蟲及蛹, 大多以小羣為分布之基本單位, 僅在飼料玉米之卵塊以個體為分布單位。而卵塊、幼蟲、蛹之基本單位在棲所內之分布趨向聚集性。本文根據上述特性估計在玉米田中調查亞洲玉米螟所需適當取樣數。

緒 論

昆蟲空間分布之研究主要為探討昆蟲本身受遺傳特性及環境因子交互影響後, 在空間、時間序列上分散的情形, 為生物種的重要生態特徵之一, 是一動態的狀況。昆蟲之取樣技術乃在一昆蟲族羣中, 取部分個體做樣品, 而由這些樣品的特性中, 找尋共通的性狀, 進而推測族羣的特徵。此方法可探求吾人欲瞭解之生物特性 (Cochran, 1977)。

昆蟲之空間分布及取樣技術, 在近二十年來, 才逐漸受昆蟲學者重視, 研究生態學的學者由許多不同的學說、理論中發展出一系列的數學模式, 實際應用於分析空間分布 (Anscombe, 1949; Green, 1966; Kuno, 1968; Lloyd, 1967; Morista, 1962; Taylor, 1965) 及評估取樣技術 (Harcourt, 1969; Iwao and Kuno, 1968; Taylor, 1961)。

國內外有關玉米螟空間分布及取樣技術之研究文獻甚少, 僅有 Beall (1940) 及 Chiang and Hodson (1959) 曾報導歐洲玉米螟卵塊呈逢機分布。而臺灣玉米之耕作面積正逐年增加, 亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 又為玉米作物主要之害蟲, 為害嚴重, 因此建立此害蟲之基本生物學、生態學及防治法所需之資料, 實刻不容緩。本試驗採用簡單逢機取樣法, 調查亞洲玉米螟各蟲期在玉米之分布情形, 並探討適合臺灣玉米田使用之螟蟲取樣技術, 監視臺灣玉米螟之發生及消長, 提供綜合防治策略之參考資料。

材 料 與 方 法

一、試驗田規劃

分區栽植臺農 351 號飼料玉米及興農 236 號甜玉米。每品種各栽植三區, 每區面積約為 970 m²

* 臺灣省政府農林廳蠶業改良場

。試驗田附近種植之作物多為水稻及甘蔗。試驗區內玉米之株距 40 cm，行距 60 cm，每小區約種植玉米 4000 株。採用一般農民之栽培管理方式，定期施肥、灌溉、除草，但試驗期間不使用任何殺蟲劑，任玉米螟於田間自然發生。

二、調查方法

玉米發芽後每週定期至田間以簡單逢機取樣法，調查各區玉米植株上亞洲玉米螟之卵塊數。當玉米葉部出現螟蟲食痕時，以簡單逢機不歸還取樣法，解剖玉米 100 株，調查植株各部位之存活幼蟲及蛹數，直至收穫時方才停止。

三、分析方法

依玉米品種及種植時期，分別將各次取樣調查之資料，以均方 (mean square, S^2) 與均值 (mean, m) 之比值 (S^2/m ratio) 分析其分布型。其測試的方法是卡方符合度測驗 (Chi square goodness-of-fit test) 判斷其符合卜瓦松或負二項式之空間分布模式。

再由 Taylor (1961) 或 Iwao and Kuno (1968) 之方法，將同一生長季各次取樣之均值及均方經轉換求得迴歸式之斜率 b 及 β 之大小，亦可判別族群分布之型態。Taylor 所採用之公式為 $S^2 = a m^b$ ，但可轉換成 $\log S^2 = \log a + b \log m$ ，式中之斜率 b 即為聚集指數 (index of aggregation)。Iwao 的程式是依據 Lloyd (1967) 所提出之平均擁擠度 (\hat{m}) 與族群平均密度 (m)，做線性迴歸求得 $\hat{m} = \alpha + \beta m$ ，而 \hat{m} 之計算公式為 $\hat{m} = m + (S^2/m - 1)$ 。即分布為常態分布時對應 0.95 信賴水準之數值，迴歸式中之截距 (α)，及斜率 (β) 即為族群分布指數， α 為基本聚集指數 (Index of basic contagion)， β 為密度聚集度係數 (Density-contagiousness coefficient)。當 β 大於、等於或小於 1 時，表示族群中各基本單位在棲息空間之分布型態分別為聚集、逢機及均勻。

本試驗採用 Taylor 氏及 Iwao and Kuno 氏兩種方法估算樣品數。Taylor 的計算步驟是將 $\log S^2 = \log a + b \log m$ 式中 a 、 b 值，代於 $N = \frac{t^2}{D^2} a m^{b-2}$ 的公式 (陳, 1984)。而 Iwao and Kuno (1968) 的計算方法是將 $\hat{m} = \alpha + \beta m$ 式中的 α 、 β 值，代於 $N = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha + 1}{m} + \beta - 1 \right)$ 的公式中，即可估算出取樣所需之樣品數。式中之 N 為所需樣品數； t 為要求之信賴係數，一般採用之 t 值為 1.96 (即 95% 之信賴水準)，但為計算方便起見，通常 t 值為 2； D 即為要求之精密度，通常以小數點表示之。本試驗資料分析時，設定的精密度 D 分別為 0.1 及 0.25； m 為樣品的密度平均數。

結果與討論

一、玉米螟之空間分布

以卡方符合度測驗，分析玉米螟在兩品種玉米之空間分布型態，結果顯示發生初期玉米螟卵塊為逢機分布，當密度逐漸升高時趨向聚集分布。綜合各次調查之結果 (表一)，亞洲玉米螟之卵塊，多數呈現聚集分布，但仍有少數為逢機分布，此與 Beall (1940) 和 Chiang and Hodson (1959) 調查歐洲玉米螟卵塊之分布型式，略有不同。北美洲發生之歐洲玉米螟其卵塊主要呈逢機分布，但略有聚集分布之趨勢。本研究發現亞洲玉米螟之幼蟲及蛹在大多數時期，呈聚集性分布。McGuire *et al.* (1957) 曾提出當取樣面積大時，幼蟲為逢機分布，若取樣面積小，則幼蟲有聚集分布趨勢。

Sevacherian and Stern (1972) 之報導，當昆蟲之族群分布符合逢機之卜瓦松模式時，其泰半處於低密度狀態。本研究之結果亦發現類似情形，當田間玉米螟之族群符合逢機分布時，正值族群發生初期或冬季低溫期，螟蟲族群密度甚低。

依 Iwao and Kuno (1968) 和 Taylor (1961) 之方法，玉米螟在兩品種玉米各栽培季之分布

表一 亞洲玉米螟各蟲期空間分布型態之評估

Table 1. The spatial distribution of *Ostrinia furnacalis* measured by Chi-square test

Stage	No. surveys	No. fitted to		
		NB	Poisson	Neither
Sweet corn				
Egg mass	30	19	8	3
Larva	21	20	1	0
Pupa	11	9	1	1
Field corn				
Egg mass	18	13	3	2
Larva	18	16	2	0
Pupa	14	13	1	0

NB: Negative binomial distribution.

資料，所得迴歸式中之斜率 b 及 β 值，即為此族羣之分布指數（表二），至於其聚集之程度可由 β 、 b 值之大小來決定。雖然兩種分析方法所得之結果並非完全相同，但仍有類似趨勢。在兩期作飼料

表二 亞洲玉米螟在四季中卵塊、幼蟲及蛹之 Taylor 及 Iwao 聚集指數

Table 2. The aggregated index of Taylor's power law and Iwao's $m-m$ regression of the Asian corn borer in various seasons

Variety	Stage	Cropping	Iwao's β	Taylor's b
Sweet corn	Egg mass	Autumn	1.7242*	1.1803*
		Winter	1.7425*	1.1001*
		Spring	4.0796*	1.1038*
		Summer	1.1894*	0.6038*
	Larva	Autumn	0.9800*	0.7362*
		Winter	-15.7443	0.7933*
		Spring	0.4732	0.6065
		Summer	1.0627	1.1676*
	Pupa	Autumn	1.1793*	1.2083*
		Winter	—	—
		Spring	2.2337*	1.3546*
		Summer	1.1791*	1.2427*
Field corn	Egg mass	Spring	1.5267*	1.0808*
		Autumn	1.7644*	1.0426*
	Larva	Spring	1.0892*	1.0311*
		Autumn	1.8003*	1.1503*
	Pupa	Spring	1.0522*	0.9869*
		Autumn	1.9099*	1.0912*

* Significant level at $p > 0.05$

玉米，玉米螟之卵塊、幼蟲、蛹之分布均趨向聚集性；但在甜玉米，卵塊及蛹之分布多為聚集型，幼蟲在秋、冬、春三期作之分布呈均勻分布，夏季呈逢機分布。

表三 各生長季亞洲玉米螟卵塊、幼蟲及蛹田間取樣之平均擁擠度及樣品均値之線性迴歸關係

Table 3. The relationship between mean crowding and mean

Variety	Cropping	Stage	$\bar{m}-m$ regression		r^2
			α	β	
Sweet corn	Autumn	Egg mass	0.562	1.724	0.631
		Larva	7.044	0.980	0.991*
		Pupa	0.975	1.179	0.948*
	Winter	Egg mass	0.0004	1.743	0.273
		Larva	3.003	-15.744	0.225
		Pupa	—	—	—
	Spring	Egg mass	-0.025	4.080	0.871*
		Larva	11.336	0.473	0.764*
		Pupa	0.030	2.234	0.980*
	Summer	Egg mass	3.561	1.189	0.873*
		Larva	1.704	1.063	0.980*
		Pupa	0.705	1.179	0.981*
	Pooled	Egg mass	0.234	1.780	0.975*
		Larva	2.984	1.072	0.973*
		Pupa	0.778	1.196	0.963*
Field corn	Spring	Egg mass	0.084	1.527	0.828*
		Larva	1.144	1.089	0.981*
		Pupa	0.433	1.052	0.948*
	Autumn	Egg mass	-0.028	1.764	0.942*
		Larva	0.262	1.800	0.724*
		Pupa	0.378	1.910	0.425
	Pooled	Egg mass	-0.007	1.721	0.964*
		Larva	0.880	1.137	0.952*
		Pupa	0.565	1.025	0.956*

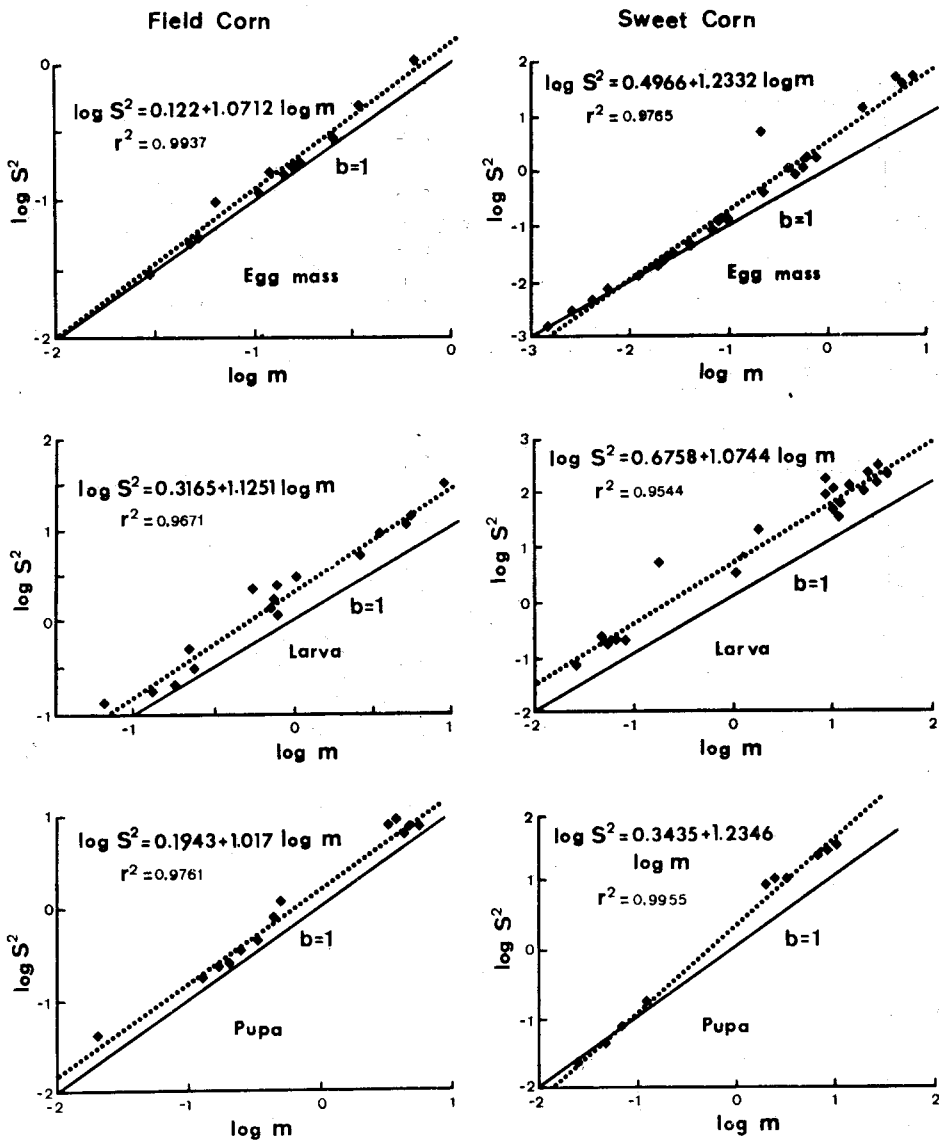
* Significant level at $p < 0.05$.

由表三資料得知，玉米螟卵塊之聚集指數一般均較幼蟲或蛹者為大，此即表示卵塊於玉米田中之分布較集中。主要因玉米螟之雌蟲一次可產數個卵塊，分布在同一玉米株或鄰近株上 (Kira *et al.*, 1969)，因此在田間調查時，卵塊之分布呈聚集型。

將玉米各期作上螟蟲之調查資料，以 $\bar{m} = \alpha + \beta m$ 程式分析。結果由表三中 α 值之大小顯示，甜玉米在冬、春兩栽培季螟蟲卵塊發生密度較低，分布之基本單位為個體，分布型態屬聚集型；而夏秋兩季卵塊分布仍聚集，但基本單位為小羣。四期作甜玉米幼蟲及蛹均以小羣為分布之基本單位，但幼蟲之分布有均勻亦有逢機，而蛹為聚集分布。在飼料玉米，螟蟲卵塊、幼蟲及蛹均為聚集分布，但卵塊是以個體為分布單位，幼蟲及蛹則以小羣為分布之基本單位。

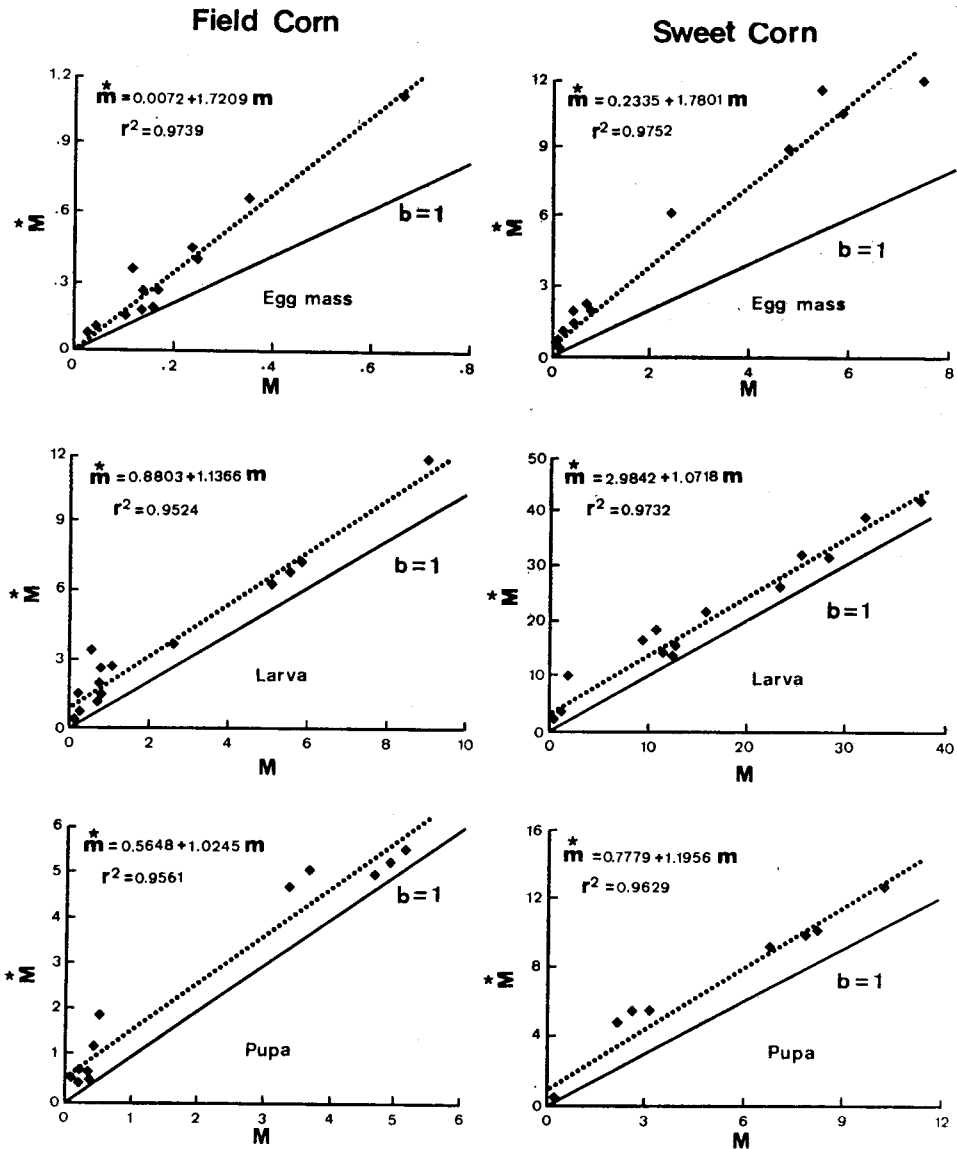
由於玉米螟是以產卵塊的聚集方式繁殖，幼蟲之遷移性小 (Anderson *et al.*, 1984)，在甜玉米田中發生密度又高，因此每單位樣品內之幼蟲數多，甚至高達植株之最大負荷量，且田間甜玉米植株普遍受螟蟲為害，除冬季外，其餘生長季節，田間甜玉米植株至少有 80% 以上，受螟蟲侵害。因此取樣時幼蟲之平均密度大，但單位樣品間之變異小，故幼蟲之分布單位為小羣，分布型態則呈叢機或均勻。某些研究者亦認為，當田間為害率高，且昆蟲密度不斷升高至單位樣品之最大負荷量時，其族羣將由聚集型轉向叢機型或均勻分布 (Bergman *et al.*, 1983; Taylor, 1965)。

全年之調查資料以 Taylor 氏及 Iwao 氏的方法分析，可分別求得 $\log S^2 - \log m$ 及 $\dot{m} - m$ 之迴歸式 (圖一、圖二)。兩品種玉米田中，螟蟲卵塊、幼蟲、蛹之分布趨向聚集型，而卵塊之聚集程



圖一 亞洲玉米螟卵塊、幼蟲、蛹之田間樣品均值與雙方經對數轉換後之線性迴歸方程式。

Fig. 1. Regression equation of $\log S^2$ on $\log m$ for egg mass, larva, pupa of Asian corn borer from corn field samples in Wufeng, 1983~84.



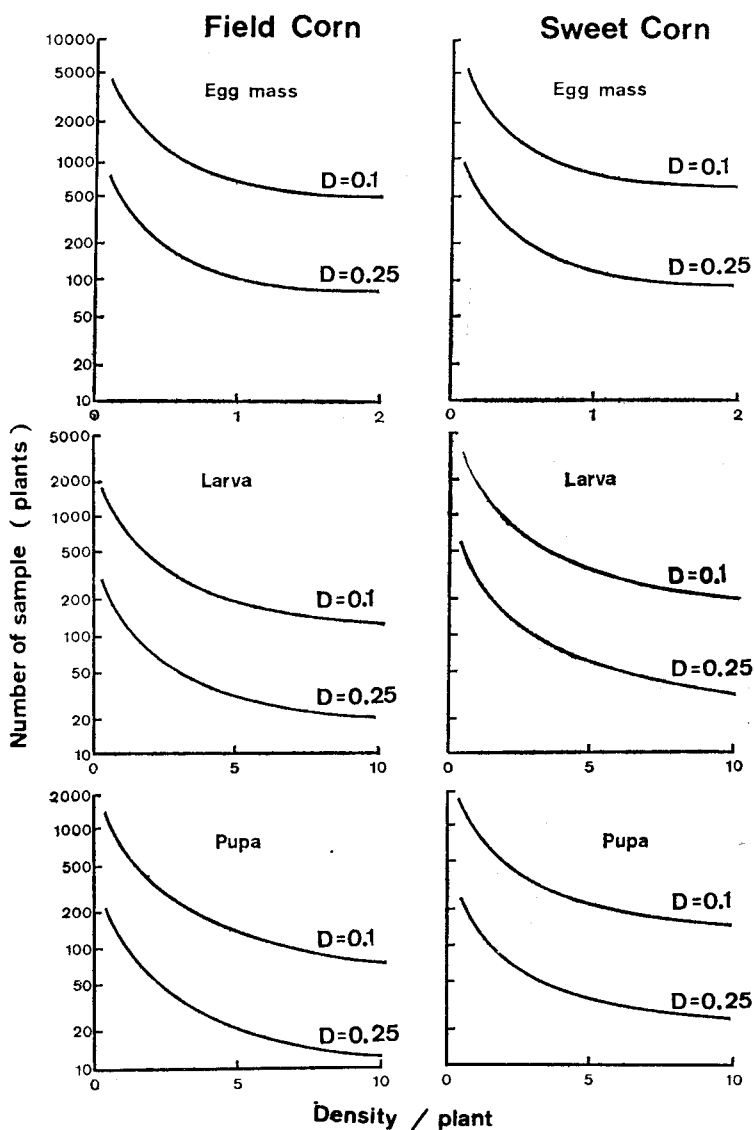
圖二 亞洲玉米螟卵塊、幼蟲、蛹田間取樣均值與平均擁擠度之迴歸方程式。

Fig. 2. Regression equation of mean crowding (\dot{m}) on mean (m) for egg mass, larva, pupa of Asian corn borer from corn field samples in Wufeng, 1983~84.

度較幼蟲及蛹大。比較三蟲期族羣分布單位之大小，則依序為幼蟲>蛹>卵塊。幼蟲、蛹分布基本單位為小羣，多數時期卵塊以個體為分布單位。

二、最適樣品數之估算

田間玉米樣品調查，採用適合臺灣玉米田應用的分區逢機取樣法。樣品數之估計則採用 $N = \frac{t^2}{D^2} a m^{b-2}$ ，及 $N = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha+1}{m} + \beta - 1 \right)$ 的公式，設定之信賴限界為 95%， t 值為 1.96，要求之精密度 D 值分別為 0.1 及 0.25 (Roberts *et al.*, 1982; Southwood, 1978)。將兩品種玉米田中不同蟲期之調查資料，以 Iwao 公式估計求得之樣品平均密度與樣品數之相關曲線如圖三，顯示所需



圖三 在不同要求精密度下，亞洲玉米螟各蟲期樣品平均密度與所需樣品數間之關係曲線。

Fig. 3. Relationship between population density and numbers of sample required at two precision levels for the Asian corn borer sampling in corn field.

樣品數與要求精密度成正相關，而與樣品平均密度成負相關。即要求精密度高或樣品平均密度低時，所需之樣品數多，反之要求精密度低或樣品平均密度高時，所需之樣品數少。一般而言，田間精密取樣是在研究昆蟲之族羣動態，所要求之精密度 $D=0.1$ ，亦即田間取樣之誤差不可超過 10%。而蟲害管理系統中監視害蟲發生之密度，是較粗放之取樣工作，要求之精密度 D 值為 0.2 或 0.25，可容忍之誤差為 20% 或 25% (Southwood, 1978)。

所得之資料分析顯示，當甜玉米植株上卵塊之密度為 0.5 塊/株， $D=0.1$ 及 0.25 時，估算之最適樣品數分別為 1299 及 208 株；但在飼料玉米所需之樣品則分別為 1083 及 173 株。幼蟲在平均密度為 1 隻/株， $D=0.1$ 及 0.25 時，所需甜玉米之樣品數為 1622 及 260 株；飼料玉米之樣品數

分別爲 807 及 129 株。當蛹之密度爲 1 隻/株，所需甜玉米樣品數，在 $D=0.1$ 及 0.25 時分別需 789 及 126 株；飼料玉米樣品 636 及 102 株。

昆蟲族羣空間分布型態，取樣方法，爲研究昆蟲族羣動態及蟲害管理之重要工作。本試驗調查結果，亞洲玉米螟在玉米田中之分布，受生長期之影響較大，而受作物品種之影響較小。

昆蟲之空間分布及取樣數估計常受許多因素之影響，田間取樣數雖愈多，其評估之可信度愈高，但因費時，費工，不合乎經濟原則，取樣效率較低，因此取樣數之多寡，將隨害蟲之族羣密度、取樣之目的及要求精密度而波動。昆蟲空間分布及取樣技術之研究，需考慮之因素甚多，本試驗僅做初步探討，有關此類基本生態資料，值得再進一步研究。

參 考 文 獻

- 陳秋男 1984 十字花科蔬菜主要害蟲密度估計取樣法。蔬菜害蟲研討會專刊，31-36 頁。
- Anderson, T. E., G. G. Kennedy and R. E. Stinner. 1984. Distribution of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, as related to oviposition preference of the spring-colonizing generation in eastern North Carolina. *Environ. Entomol.* 13: 248-251.
- Ancombe, F. J. 1949. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics* 5: 165-173.
- Beall, G. 1940. The fit and significance of contagious distributions when applied to observations on larval insects. *Ecology* 21: 460-474.
- Bergman, M. K., J. J. Tollefson and P. N. Hinz. 1983. Spatial dispersion of corn rootworm larvae in Iowa corn fields. *Environ. Entomol.* 12: 1443-1446.
- Chiang, H. C. and A. C. Hodson. 1959. Distribution of the first-generation egg masses of the European corn borer in corn fields. *J. Econ. Entomol.* 52: 295-299.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling techniques*. 3rd. ed. John Wiley and Sons, New York. 428 pp.
- Green, R. H. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Res. Pop. Ecol.* 8: 1-7.
- Harcourt, D. G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* 14: 174-196.
- Iwao, S. and E. Kuno. 1968. Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the analysis of variance. *Res. Pop. Ecol.* 10: 210-214.
- Kira, M. T., W. D. Guthrie and J. L. Huggans. 1969. Effect of drinking water on production of eggs by the European corn borer. *J. Econ. Entomol.* 62: 1366-1368.
- Kuno, E. 1968. Studies on the population dynamic of rice leafhoppers in a paddy field. *Bull. Kyushu Agric. Exp. Stat.* 14: 131-246.
- Lloyd, M. 1967. "Mean crowding." *J. Anim. Ecol.* 36: 1-30.
- McGuire, J. U., T. A. Brindley and T. A. Bancroft. 1957. The distribution of European corn borer larvae *Pyrausta nubilalis* in field corn. *Biometrics* 13: 65-78.
- Morista, M. 1962. I index, a measure of dispersion of individuals. *Res. Pop. Ecol.* 4: 1-7.
- Roberts, S. J., R. D. Pausch, R. J. Barney and E. J. Armbrust. 1982. Effect of spatial distribution on determining the number of samples required to estimate populations of *Hypera postica*, *Sitona hispidulus*, and *Hypera punctata* for specified probability and accuracy levels. *Environ. Entomol.* 11: 444-451.
- Sevacherian, V. and V. M. Stern. 1972. Sequential sampling plans for Lygus bugs in California cotton fields. *Environ. Entomol.* 1: 704-710.
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. London: Chapman and Hall. 524 pp.

Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732-735.

Taylor, L. R. 1965. A natural law for the spatial distribution of insects. *Proc. XII Int. Congr. Entomol.* 396-397.

EVALUATION OF SPATIAL DISTRIBUTION AND OPTIMUM SAMPLE SIZE FOR SURVEY OF THE ASIAN CORN BORER, *OSTRINIA FURNACALIS* (GUENÉE) IN CORN FIELD

S. L. Hsu¹, F. K. Hsieh², W. K. Peng¹

¹ *Department of Plant Pathology and Entomology, National
Taiwan University, Taipei, Taiwan 10764 R. O. C.*

² *Taiwan Sericultural Improvement Station,
Miaoli, Taiwan 36307, R. O. C.*

The spatial pattern of the three growth stages of the Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis*) in both field corn and sweet corn confirmed to be the aggregated type. Most of the survey indicated that the borer populations fitted to the negative binomial distribution, but few fitted to the Poisson distribution. The dispersion unit on the eggs was based on individual egg masses, while in both larvae and pupae were based on a group. According to these characters, the optimum sample size for survey of the borers was estimated.