



【Review article】

昆蟲的遷入和立足【綜合論述】

穆萃1、朱耀沂2、洪淑彬2

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1987/02/10 Available online: 1987/03/01

Abstract

摘要

昆蟲的遷入多利用自己的飛翔能力、或靠氣流、海流及各種運輸工具等自然或人為因子行之。在遷入初期，具有孤雌生殖能力者，短期間可得較大的立足機會，而多化性、雜食性種類之立足率也高，寡食性或單食性昆蟲因和寄主植物間已有堅定的適應關係，故若氣候條件適當時也易立足。侵入昆蟲在立足、馴化之階段中必須與其他本地生物建立共存之關係，此關係包括在食物鏈中與本地種及遷入種間的水平關係，及本身食物及天敵等之垂直關係，自過去之記錄推測建立此種馴化階段需要以百年為單位之期間。

Key words:

關鍵詞:

Full Text:  [PDF\(0.59 MB\)](#)

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

綜合論述

昆蟲的遷入和立足

穆 萃¹ 朱耀沂² 洪淑彬²

¹ 國科會生物處

² 國立臺灣大學植物病蟲害學系

(接受日期: 民國76年2月10日)

摘 要

昆蟲的遷入多利用自己的飛翔能力、或靠氣流、海流及各種運輸工具等自然或人為因子行之。在遷入初期，具有孤雌生殖能力者，短期間可得較大的立足機會，而多化性、雜食性種類之立足率也高，寡食性或單食性昆蟲因和寄主植物間已有堅定的適應關係，故若氣候條件適當時也易立足。侵入昆蟲在立足、馴化之階段中必須與其他本地生物建立共存之關係，此關係包括在食物鏈中與本地種及遷入種間的水平關係，及本身食物及天敵等之垂直關係，自過去之記錄推測建立此種馴化階段需要以百年為單位之期間。

緒 論

臺灣位於北緯 21 度 45 分至 25 度 38 分，東經 119 度 18 分至 124 度 34 分，西方隔着 250 公里的臺灣海峽與中國大陸東南海岸相望，為一個大陸性島嶼 (Continental island)，其面積約為 36,000 平方公里。以地質學的觀點來看，臺灣在中生代至新生代之間 (約 7,000 萬年前) 仍是亞洲東緣的一部分，與中國大陸相連；然而經過新第三紀初期的斷層造島運動後，漸漸形成了沖繩、臺灣等大陸外廊之弧形列島。

其後到了新生代洪積世 (Pleistocene)，亦即距今約 200 萬年至 1 萬年前，受到四次冰河期與間冰期之影響，列島或時與中國大陸連接，或時而分離。最後在距今 5 萬 3 千年至 1 萬年前之烏爾姆冰河期 (Würm glacial period)，進入現在溫暖的間冰期，並於此時形成了臺灣昆蟲相的雛型。雖然地質上的影響在距今 1 萬年前即已停止，但其後的臺灣昆蟲相仍有一些變化，因為人類活動和農業、商業活動，有意或無意中帶來了昆蟲相的變化，而產生今日的昆蟲相。

多數的昆蟲具有翅膀，因此大幅度地提高其遷移性，再加上利用氣團之流動而飄流其中，更形成大範圍的遷移。此種氣團本身的移動方向變化不大，但遷入後昆蟲的立足、繁殖率等會受當地的植物相、農業形態等影響，因而隨着此等人為的變動，造成了容納新昆蟲的新環境。

又因受到人類活動的直接或間接影響，各種動植物的移動也日漸活潑，所以一萬年前洪積世的最後冰河期結束後，有些地域仍然發生生物相的大幅變化，而此種生物相的變動速度可能隨着人類文化之發達，有愈來愈加速的趨勢。

人類的活動對各地昆蟲相的影響，可能開始於新大陸的發現 (1492)，其後新舊大陸之間的交流開始頻繁，原產於新大陸的番茄、玉米、馬鈴薯、樹薯等被引進到舊大陸開始栽培；相反地原產於舊

大陸的各種麥類、水稻、甘藍、蘿蔔、西瓜和黃瓜等多種十字花科、瓜科作物也被帶到新大陸。因而在兩大陸的植物相上造成很大的變化——爲了栽培這些作物在草原、森林地帶進行之開墾也是一個不能忽略的因子。隨着各種種子、苗木的引進，無意中被帶進來的各種昆蟲，在新天地上開始侵入和立足。例如：在加拿大東部 New Foundland 島的昆蟲相中，14%爲來自英國西南部，混於帆船的底貨 (Ballast) 中遷入的種類；而冰島 (Ice land) 的昆蟲相，半數以上爲外來種 (Buckland, 1981)。英國雖然是一個島國，但曾爲羅馬帝國的一部分，所以與歐洲大陸的來往較爲頻繁，因而受到歐洲大陸各種昆蟲的侵入，使原來的昆蟲相造成頗大的變化。

至於亞洲地區的日本，旱田雜草 302 種中，固有種僅矮竹 (*Pleiblastus variegatus variegatus viridis* Makino) 一種而已，水田雜草 191 種中，除狹葉慈菇 (*Sagittaria aginashi* Makino) 外，其他皆爲隨農耕文化引進日本之種類 (大崎, 1986)。由此可知，受到人類活動影響的干擾地 (Disturbed land) 和生物的遷入，立足有密切的關係。據 Sailer (1983) 統計，美國產之昆蟲、蜘蛛和蟎類共約 10 萬種，其中約 1683 種爲 1640 至 1980 年間從國外侵入之外來種。如再詳細調查，此數目預期可能達 2,000 種。如此，外來種約佔全美昆蟲相之 2%，其中除以人爲方法引進之天敵外，自然歸化之昆蟲中%爲害蟲。美國已有記錄之農業害蟲共約一萬種，其中歸化昆蟲佔 8.7%，即 865 種；若只限於重要害蟲，則 600 種中有 235 種爲 (39%) 歸化害蟲。而在農耕地般的干擾地中，歸化昆蟲種類特多且豐度 (Abundance) 也超過本地種。這種例子在臺灣蔬菜上的本地種臺灣紋白蝶與侵入種紋白蝶上可以看到。

遷入、立足昆蟲的生物特性

桐谷 (1984a) 將遷入昆蟲所具有的共通性整理爲如下三點。

一、具有適於遷移的性質

昆蟲遷移的各種方式中，最有效的乃是飛翔。但如橫渡大洋的長距離遷移，只靠本身的飛翔能力就無法達成，此時還要利用氣流流動。空中遷移性昆蟲大部分爲鱗翅目、半翅目和雙翅目，約佔90% (桐谷, 1984c)。

海洋對木材穿孔性昆蟲而言，是最重要的遷移工具，如小蠹蟲、天牛、象鼻蟲和白蟻等，其遷移主要依靠海流，而很少以成蟲之飛翔進行長距離之遷移。例如日本小笠原羣島之昆蟲相，現有記錄之 570 種中，甲蟲佔 $\frac{1}{8}$ (中根, 1970)。其中天牛、吉丁蟲等潛材性昆蟲所佔的比率相當高，天牛就有 30 種，而金花蟲只有四種之記錄。但就整個東南亞而言，金花蟲分布的種類數與天牛接近，小笠原羣島有如此懸殊的比例，是因爲天牛爲穿孔性，而金花蟲爲食葉性，後者很難依海洋漂流而立足於如小笠原的海洋島 (Oceanic island) 上；反之木材穿孔型或樹皮生活型的昆蟲，可忍受長期的漂流生活。最近木材的進出口增加，也顯著地擴大了潛材性昆蟲的分布範圍。

交通工具是貯穀害蟲擴大分布的主要工具，交通發達更加速此類昆蟲之分布，例如原產於澳洲南部 Tasmania 島的金毛標本蟲 (*Ptinus tectus*) 的成蟲和幼蟲，在 35°C 高溫下只能維持一週的生命，由於早期航速緩慢，故不能忍受跨越赤道及熱帶地區，而未能分布於北半球。然而隨着船舶航速的提高及冷藏船的出現，竟替金花標本蟲衝破熱帶高溫之障礙，而於最近立足於歐美各國。最近二、三十年姬紅鏗節蟲 (*Trogoderma granarium*) 世界性分布範圍的擴大，也和貿易路線的擴大有密切的關係 (桐谷, 1968)。又原產南美的巴西豆象 (*Zabrotes subfasciatus*) 之爲害紅豆 (原產地據推測爲中國大陸) 或原產東南亞之綠豆象 (*Callosobruchus chinensis*) 之爲害豌豆 (其原產地爲亞洲西部至地中海沿海) 也和此等豆類栽培地區之擴大與國際貿易有密切關係。

對固定生活型的介殼蟲而言，交通工具可能爲唯一的遷移方法，如分別於 1911 年、1936 年侵入

本省的吹棉介殼蟲 (*Icerya purchasi*) (新渡戶, 1909) 及箭頭介殼蟲 (*Unapsis yanonensis*) (未具名, 1937) 都是附在柑橘苗木侵入的。

二、多具孤雌生殖系統

遷入昆蟲在遷入地立足初期所遇到的最大問題乃是繁殖，遷入族羣絕滅的比率，原則如下：

(1) 內在增殖率愈 (r) 大，絕種的可能性愈小。

(2) 決定族羣增加趨勢的重要指標為 r 和 k (某特定環境對某種生物的負荷力)， k 愈大，絕種的可能性愈小。

(3) 競爭種的存在及環境上的大幅變化，減低 r 及 k 的數值，因而提高絕種的可能性。

因為族羣到達飽和密度乃是在遷入後期，所以迴避遷入初期絕種危機的最佳策略便是 r 值之提高。在遷入初期受到低密度之影響，雌雄成蟲相遇的機會並不多，再者由少數的遷入個體建立族羣，會有近親交配和導致適應力減低的危機；基於上述考慮，行孤雌生殖的種類在初期之族羣建立上顯然較為有利。行兩性生殖的種類，若只有一隻個體遷入，則此蟲為雌性的機率為 0.5，又其已受精之機率亦為 0.5，則能夠留下後代的機率只有 0.25。亦即行產雌性孤雌生殖 (Thelytokous parthenogenesis) 的種類，遷入後能夠留下子代的機會為行兩性生殖者的四倍，而出生率也為兩性生殖者的兩倍，同時也沒有近親交配引起的弊害。此為多種介殼蟲或蔬菜象鼻蟲 (*Listroderes obliquus*) (松澤, 1954) 和水稻象鼻蟲 (*Lissorhoptrus oryzaeophilus*) (岡田, 1982) 在日本立足而猖獗的原因之一。其中蔬菜象鼻蟲數年前也侵入臺灣而成為萵苣等之害蟲 (朱, 1984)。又以小蠹蟲類而言，最近擴大分布的 54 種中，42 種為行產雌性孤雌生殖的種類 (Wood, 1982)。

但就已經馴化的長期立足種而言，則多為行兩性生殖。所以在遷入初期，孤雌生殖雖較為有利，就長程而言，行產雌性孤雌生殖的種類，其適應力較差，在長期立足上可能較為不利。

三、具有類似雜草的性質

多種遷移性昆蟲具有類似植物中隨處可生長的雜草一般的性質，像多化性與雜食性，紋白蝶、南黃薊馬 (*Thrips palmi*)、溫室粉蝨 (*Trialeurodes vaporariorum*) 皆為此例。雜食性的種類在遷入初期容易獲得食物。而遇到適宜的溫度與充分的食物，多化性昆蟲可迅速增加其個體數。所以多化性和雜食性種類在遷入初期具有較一化性、單食性昆蟲有利的特性。

但意外地，外來昆蟲中一化性或單食性，甚至兼具此兩種特性的也不少。如三化螟 (*Tryporyza incertullus*)、箭頭介殼蟲 (*Unapsis yanonensis*)、褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens*) 皆是單食性昆蟲；豌豆象 (*Bruchus pisorum*)、蠶豆象 (*Bruchus rufimanus*) 更為一化性的寡食性昆蟲。

因為單食性昆蟲在原產地與其寄主植物有共同進化之過程，在遷入地發現寄主而立足後，若能適應季節，則長期性立足的成功率也很高。立足的外來昆蟲在走上馴化 (Domestication) 之途前，當然會遭遇到各種困難，故遷入昆蟲適應力更為重要。較高的內在增殖力，在遷移後，能夠高效率地利用不安定的棲所，忍受不適當的溫、濕度條件，或對農藥等具先天性耐性，為外來昆蟲能夠立足的重要條件。

遷入昆蟲的馴化

侵入昆蟲立足後，在參與原住民的生態系前，必須經過生理變化以適應新環境，並競爭確保自己的生態地位 (Niche)。

一、季節適應

侵入新地域的昆蟲為擴大自己的分布範圍，得適應當地緯度、海拔的日照條件及溫度量，為配合

當地的季節必須調整本身的生活史。

1945 年從美國侵入日本的美國白燈蛾，首先在東京附近被發現（長谷川，1966）。Masaki 等（1968）曾就其光週期反應等推測該族羣係來自美國一年發生三代之北緯 33~36 度地區。該蟲在侵入日本後，向北擴大其分布範圍，但至侵入後四十餘年的今日，尙未擴展到北海道及四國、九州的南部。若該蛾擬向南北擴大其分布範圍，必須對引起休眠的臨界日照時間及完成一個世代的有效積溫量等生理反應進行再調整。此種例子也可見於自古棲息於當地昆蟲的地域性變異，例如：在廿世紀初侵入美國東北部的歐洲玉米螟（*Ostrinia nubilalis*），原僅有一化型及二化型兩類，但目前其分布範圍擴大至墨西哥灣地域後，竟有一年發生三代以上的情形。隨其分布南下，不但臨界日照改變，在同一溫度條件下的發育日數也縮短，而顯示完整的地域性變異（桐谷，1984b）。

二、共適應

1986 年在本省正式被確定分布的松材線蟲，其病原性與松樹之抗病性間，爲了彼此的共存建立了遺傳性的共適應關係。

從歐洲引進澳洲的歐洲野兔（*Oryctolagus cuniculus*）與 Myxoma virus 之間，在短期內即建立此種共適應關係（Fenner 及 Myers, 1978）。在 1950 年爲防治野兔，引進南美產之傳染病原 Myxoma virus，該病毒係由蚊和蚤媒介。引進當時該病毒的病原性甚爲顯著，當年之野兔死亡率高達 99.8%。但存活的野兔中漸漸產生抗病性，一年後其死亡率減低至 90%。

而病毒本身的病原性也發生變化，據 1963~1964 年間的調查，共產生 I、II、III A、III B、IV 及 V 等六型病毒。在當初導致高度死亡率的 I 型病毒漸漸式微，致死率較低而致死期間需 1~2 個月的 III B 型和 IV 型却佔優勢（I 型的致死期間爲半個月以內）。較長的致死期間，使病毒更容易得到媒介蚊之接觸與傳播，傳染效率提高爲原先 I 型之 3~4 倍。又以 III 型病毒試驗結果獲知，試驗開始時之野兔死亡率雖高達 95%，然隨着野兔的世代，死亡率漸漸降低，至第六代其死亡率僅 25%，如此病毒和野兔之間建立了共適應關係。

此等共適應的例子，在獵物與捕食者、寄主與寄生者、植物與草食性昆蟲等生物相互作用時，爲共存與生態系的穩定而存在，亦即共適應爲侵入昆蟲土產化之一側面過程。

三、天敵的作用

侵入昆蟲往往未與其天敵相伴遷入，因此在新侵入地引起突發性大發生，並對農作物和森林造成嚴重爲害，此種事例已不勝枚舉。但也有些害蟲自原產地引進有效的天敵後，成爲不需要經常防治之輕微害蟲，澳洲瓢蟲（*Rodalia cardinalis*）與吹棉介殼蟲乃是典型的例子（新渡戶，1909）。而在此種害蟲與天敵之間應產生如前述野兔與 Myxoma 病毒般的共適應現象，換句話說，在侵入害蟲中屬於主要害蟲地位的，尙在立足的階段而未走上馴化的途徑，所以天敵的引進也是促進馴化之一方法。

另一方面，馴化後之天敵往往對侵入種之立足及立足後之增殖有極大的影響。目前養蜂用的蜂種大多爲西洋種蜜蜂（*Apis mellifera*），在日本該蜂的最大敵害乃是本地種之大胡蜂（*Vespa mandarinia*），由 1~2 萬隻蜜蜂形成之蜂羣，若受到 20~30 隻大胡蜂之攻擊，在 2~3 小時內即面臨毀滅。但本地種蜜蜂（*Apis cerana*）却能夠巧妙地躲避大胡蜂之攻擊，且以敏捷的行爲加以反擊，故所受到的損害很有限。而西洋種蜜蜂，若無人類之加護，則不能在引進地立足。

巴拿馬運河將太平洋和大西洋的加勒比海連接起來，在加勒比海生長有各種茂盛的海草，運河中的淡水雖然成了海草遷入太平洋的障礙，部分海草仍能附着於航底而被運到太平洋域，然至運河開航後七十年，加勒比海的海草仍未立足於太平洋域，追究原因，太平洋域的珊瑚礁較不發達，因此海草在遷入初期就被草食性魚類和棘皮動物所攝食（Hay and Gaines, 1984）。據 Schoener 等（1983）調查，Florida 半島西南方西印度羣島的巴哈馬列島的九十三個島嶼上，蜘蛛之密度和蜥蜴之分布與

島嶼面積大小及生物供給地之距離有莫大的關係，若同面積島嶼而又離給源地同距離時，蜘蛛之密度與蜥蜴之存在關係密切，即在有蜥蜴生活的島嶼上蜘蛛的密度為無蜥蜴島嶼之 $1/10$ 以下。

另如侵入日本之美國白燈蛾不能在森林地域增殖，主要原因為鳥類的捕食壓力，使該蛾在森林地域絕滅 (Itô 等, 1969)。

四、競爭關係

與生態同位種或類似種之間的競爭較捕食——被食的關係更為重要。侵入種的馴化往往因先住種（先來的侵入種或本地種）之驅逐而完成，而其能够馴化的地域以受干擾程度較高的地域為多。在森林地域，外來昆蟲之侵入、增殖而立足成功的事例並不多。

在歐洲大陸，目前看到的森林大多屬人為造林的二次林，原始林甚少存在，因此歐洲產的昆蟲多能適應干擾地。相反地，北美近百年前全土為原始林所佔，因此隨着國土開發出現新干擾地，原產的昆蟲未能十分適應此新環境，因此歐洲產的昆蟲一旦侵入此新領域，就輕易適應干擾地而驅逐北美產的本地種而立足，如 Oregon 州的溪谷地域，歐洲產的盲椿象 *Leptopterna dolabrata* 代替了本地的常見種 *L. ferrugata*。在日本，水稻之早期栽培引起先住種綠椿象 *Nezara antennata* 被侵入種南方綠椿象 *N. viridula* 之壓迫 (Kiritani 等, 1963)。又如臺灣自 1960 年代，由於廣大十字花科蔬菜田之出現，林棲性臺灣紋白蝶為草原性紋白蝶取代；製粉廠和倉庫中發生的條粉斑螟蛾 (*Anagasta kueiella*) 為粉斑螟蛾 (*Ephestia cautella*) 取代均為此範疇之事例。

五、土產昆蟲相之成立

在某一地域或某一特定植物上，昆蟲依循什麼？經過多長時間才能立足？這個問題自古即引起生態學者極大的興趣。

島嶼的生物相與供給地大陸相隔距離愈長，或島嶼面積愈小，遷入分布的種類數愈少，又因島嶼面積愈小，環境之歧異性及收容量愈小，故移入種之絕滅率較高。依遷入與絕滅的平衡而定的種類數；以近於大陸的大島較多，而愈遠隔的小島較少 (MacArthur and Wilson, 1967)。此為在地理上的島嶼所做的試驗結果，但原則也可應用於生態上的島嶼 (Ecological island)。

那麼到底需經過多少年才能到達平衡種類數？分布的種達到平衡值時，羣集可趨於再穩定之階段。據桐谷及中筋 (1972) 在日本就鱗翅目及半翅目昆蟲調查本地害蟲及侵入害蟲寄生性天敵的種類數，結果發現侵入害蟲侵入不滿一百年，其寄生性天敵之種類數約為本地害蟲一半，因此害蟲要完全成為侵入地的羣集成員，需要一百年以上的時間。

Southwood (1967) 以屬為單位整理森林內樹木之分布面積及寄棲其上的昆蟲種類數，結果發現樹木分布面積與昆蟲種類數間有正相關關係——即生態學上島嶼面積愈大，寄棲於該樹種上的昆蟲種類數愈多。在樹木分布面積 (x) 與昆蟲種類數 (y) 的對數值間有 0.62 之相關。而位於迴歸直線下側者——實際種類數小於理論值——多為引進樹種，位在迴歸直線上側者，多為本地樹種。然在廣大面積栽植的樹木區，昆蟲的種類數要達到平衡值，大約需要 500~1,000 個世代，換言之，即需 2~300 年到 1,000 年的時間。

在印尼，Sunda 海峽上的小島 Kurakatau 在一百餘年前 (1883 年) 因火山之大爆發，島上所有生物因此絕跡，為紀念爆發 100 週年而實施的生物相調查結果顯示，植物相已呈恢復之外觀，且可觀察到特定昆蟲 (尤其部分雙翅目) 之異常大發生，因此可知該島之生物相尚未達穩定狀態 (桐谷, 1983a)。

侵入昆蟲在侵入初期，若能克服該地的氣候條件及干擾地的環境條件，即可立足。立足意謂與其他生物之間關係的建立，即先住種類與後侵入種類，在食物鏈上建立平等地位的關係，同時也建立本身、食物和天敵之間的垂直關係。以侵入昆蟲為主的各種生物間的複雜關係，大約以 100~200 年之速度進行，另一方面侵入昆蟲又以季節上的適應來擴大其分布範圍，且在新分布地重複同樣的過程，

昆蟲之侵入至馴化的過程乃是昆蟲演化過程的縮圖之一。

結語——將來之展望

關於害蟲之侵入(遷入)、立足自古即有很多事例之觀察,並被介紹於 Elton (1958) 及 MacArthur (1972) 等專書中。Elton 特別指出外來種在經人為影響造成的棲所,如都市區、農耕地等生物構造單純的生物社會中,特別容易立足;而在安定且複雜的生物社會中則難以立足。亦即缺乏競爭種、捕食者和寄生者的環境,較容易受到外來種之侵入、立足而引起大發生。

最近農業進步,趨向於廣大面積栽植單一作物的專業化,再加上密植、多肥栽培和病蟲、雜草徹底防治所致的農藥多次噴佈;以及工商業發展導致的都市面積擴大、物資運輸量增加和運輸速度提高等,更增加外來昆蟲的侵入與立足之機會。

尤其最近發展的生物技術在農業方面的應用,將會帶來新型作物之栽培,且將對農耕地的物理、化學和生物條件造成極大的變化,而致新型害蟲之崛起。例如,目前被認為是夢想作物之一的番茄薯(Pomato),為兼具番茄(Tomato)的耐熱性和馬鈴薯(Potato)的抗寒性的新型作物。其優點為可在熱帶至寒帶廣泛栽培,且地上部可採收番茄,地下部可採收馬鈴薯。此種作物之育成尚在嚐試階段,將來如果真能推廣,目前因寄主植物缺乏不能往南或往北擴大分布範圍的害蟲,可能趁機崛起,出現番茄與馬鈴薯害蟲同時發生的局面。

值此轉機性的時刻,我們重新探討昆蟲的侵入和立足的問題,同時建議對目前蟲害問題的瞭解和管理體系的建立應及早做前瞻性的整體規劃。

參 考 文 獻

- 大崎直太 1986 モンシロチ日本の昆蟲——侵略攪亂 生態學。東海大學出版社。東京 pp. 33-42。
- 未具名 1937 柑橘害蟲 矢根介殼蟲 *Prantaspis yanonensis* Kuwana。臺灣總督府殖產局農務科 2pp。
- 朱耀沂 1984 本省最近發現之蔬菜害蟲——蔬菜象鼻蟲。蔬菜害蟲研討會專刊 pp. 56-71。
- 朱耀沂 金小安 1973 臺灣兩種紋白蝶分布變遷之推測。植保會刊 15(2): 93-96。
- 中根猛彦 1970 小笠原の自然——小笠原諸島の學術。天然記念物調査報告書。日本文部省文化廳 pp. 15-32。
- 岡田齊夫 1982 イネミズゾラムシの分布の擴大。植物防疫 36(12): 21-25。
- 長谷川仁 1966 アメリカシロヒトリの侵入と發生の問題點。關東、東山病害蟲研究會年報 13: 5-16。
- 松浦 誠 1983 社會性ハチ類の生態(6)スズメバチの狩り。イニヤクタリラム 20: 190-195。
- 松澤 寬 1954 渡來害蟲ヤサイゾラムシに就いて。植物防疫 8(5): 225。
- 桐谷圭二 1968 穀類の移動と害蟲の傳搬。植物防疫 22: 204-209。
- 桐谷圭治 1983 移住する昆蟲①——昆蟲相のをりたちと侵入害蟲。イニヤクタリラム 20: 240-248。
- 桐谷圭治 1984 移住する昆蟲(7)——定着かろ土着へ。イニヤクタリラム 21: 248-262。
- 桐谷圭治 1984 移住する昆蟲(8)——適應と絶滅。イニヤクタリラム 21: 284-292。
- 桐谷圭治 1984 移住する昆蟲(9)——歸化昆蟲にとつて日本とは。イニヤクタリラム 21: 326-335。

- 桐谷圭治、中筋房夫 1972 農薬禍と害虫管理(寶月吉良岩城編環境之科學)。日本放送出版協會 pp. 234-282。
- 眞宮靖治 1982 マツノザイヤンチェラの生態すよび病原性。森林病虫獣害防除技術——森林防疫事業三十周年記念出版 pp. 183-223。
- 黒澤良彦 1976 小笠原諸島の甲虫相——その構成と起源(1)。月刊むし 68: 21-26。
- 黒澤良彦 1976 小笠原諸島の甲虫相——その構成と起源(2)。月刊むし 68: 33-38。
- 新渡戸稻雄 1909 恐るべき綿吹介殼虫に就て。臺灣農事報 3(29): 19-26。
- Buckland, D. C. 1981. The early dispersal of insect pest of stored products as indicated by archaeological records. J. Stored Prod. Res. 17: 1-12.
- Elton, C. S. 1958. The ecology of invasion by animals and Plants. Methuen & Co. London 181pp.
- Fenner, F. and K. Myers 1978. Myxoma virus and myxomatosis in respect: the first quarter century of a new disease. In Kurstak, E. and K. Maramorosch. "Viruses and environment" 3rd Int. Conf. Comparative Virology. Mont. Gabriel, Quebec. pp. 539-570.
- Hay, M. E. and S. D. Gaines 1984. Geographic differences in herbivore impact: Do Pacific hervivores prevent Caribbean seaweeds from colonizing via the Panama Canal? Biotropica 16: 24-30.
- Itô, Y., A. Shibazaki and O. Iwahashi 1969. Biology of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctidae) in Japan. IX. Population dynamics. Res. Popul. Ecol. 11: 211-228.
- Kiritani, K., N. Hokyo, and J. Yukawa 1963. Co-existence of the two related stink bugs *Nezara viridula* and *N. antennata* under natural conditions. Res. Popul. Ecol. 5: 11-22.
- Kiritani, K., T. Muramatu, and S. Yoshimura 1963. Characteristics of mills in faunal composition of stored products pests their role as a reservoir of new imported pests. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 7: 49-58.
- MacArthur, R. H. 1972. Geographical Ecology. Harper & Row Pub. N. Y., 269 pp.
- MacArthur, R. H. and E. O. Wilson 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press. Princeton N. J., 203 pp.
- Masaki, S., K. Umeya, Y. Sekiuchi, and R. Kawasaki 1968. Biology of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctidae) in Japan. III. Photoperiodic induction of diapause in relation to the seasonal life cycle. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 3: 55-66.
- Sailer, R. I. 1983. History of insect introductions. In "Exotic plants pests and North American Agriculture". Academic Press. pp. 15-38.
- Schoener, T. W. and A. T. Catherine 1983. Spider populations Extraordinarily high densities on islands without top predators. Science 219: 1353-1355.
- Southwood, T. R. E. 1967. The interpretation of population change. J. Anim. Ecol. 36: 519-529.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae) a taxonomic monograph. Great. Basin Naturalist. Mem. 6: 1-1359.

IMMIGRATION AND ESTABLISHMENT OF THE INSECT

Tsui Mu¹, Yau-I Chu² and Shwu-Bin Horng³

¹ *National Science Council, Life Science Division*

² *National Taiwan University, Plant Pathology & Entomology Department*

Insect migration substantially occur by the flight of insect itself. Besides, the atmospheric and oceanic current, as well as traffic facilities, act as the important media of the insect migration. At the just immigrated period, the insects with parthenogenetic fecundity have a big advantage to establish their population, also the species of multivoltine and omnivorous afforded big opportunity. On the other hand, the oligo- or monophagous insects already have a well adapted relation between their food-host at their originated area. Therefore, under the favorable climatic environment in the case they meet with their food, they can establish the population early.

In the process of the establishment and domestication, the immigrant compelled to make up the co-existence relation among other domestic species. The relation includes the horizontal one with domestic and junior immigrant through the food chain, as well as the vertical one with its food or natural enemies. The past studies suggest that the domestication of the new comer insect will progress with the unit of a few hundreds years.