

大豆田間昆蟲分佈與異花授粉之研究

連柏雁¹、郭寶錚¹、張惠如²、沈翰祖²

¹ 國立中興大學農藝學系

² 行政院農業委員會種苗改良繁殖場

關鍵詞：大豆、分佈、昆蟲、異花授粉

Key words: soybean、distribution、insect、cross-pollination

摘要

大豆為自花授粉及閉花受精的作物，自然異交率低於 1%，但是由於品種與環境的效應，可能使大豆的異交率高於 1%。學者認為大豆的天然異交可能是由於小型的昆蟲在花朵間移動所造成的。本研究的目的即在調查台灣大豆產區其昆蟲相的分佈以及可能對大豆授粉的影響，以作為未來防範基因轉殖大豆花粉流動的參考。調查結果顯示，不論黏紙取樣或掃網取樣，皆捕獲到薊馬與蜜蜂等昆蟲，這些昆蟲被認為可能是造成大豆異花授粉的媒介。然而，礙於本研究的取樣方式，以至於無法藉由此調查判定昆蟲對大豆基因流動的實際影響。若要更清楚瞭解昆蟲與大豆基因流動的關係，則必須設計更嚴謹的試驗。此外，異交率檢測的結果顯示，僅發現少數異交，距離貢獻親 1.2 公尺處的平均異交率為 0.07%，而 3 公尺處的平均異交率為 0.13%，超過 3 公尺後的平均異交率皆為 0%。因此，建議以 10 公尺作為 GM 大豆種植與非 GM 大豆共存的隔離距離。

一、前言

Erickson (1975)指出大豆為自花授粉(self-pollinating)及閉花受精(cleistogamy)的作物，在開花之前花藥已釋放花粉到同一朵花裡的柱頭且完成受精(Ahrent and Caviness, 1994)。大豆的自然異交率低於 1%，但是由於品種與環境的效應，可能

使大豆的異交率高於1%，甚至觀察到在相距15.2公分時，異交率仍可高達6.32% (Ray *et al.*, 2003)。

而 Yoshimura (2011) 指出大豆藉由風來授粉的方式是可忽略的。Caviness (1966)認為大豆的天然異交可能是由於小型的昆蟲在花朵間移動所造成的。而觀察大豆異花授粉試驗指出，蜜蜂(honeybees)為大豆常見的授粉者(common pollinators) (Yoshimura *et al.*, 2006)。除了蜜蜂，相關試驗也發現，在有發生異交情況時，薊馬是田區中為數較多的昆蟲(Ray *et al.*, 2003; Yoshimura *et al.*, 2006)，有可能是造成異花授粉的原因。因此，昆蟲可能是大豆異花授粉的媒介。然而，風會影響昆蟲移動的方向，所以仍需要考慮風的影響。

Chiari *et al.* (2005a)曾比較在有無蜜蜂接觸的情況下，大豆產量、每株莢數以及每株粒數的差異；發現當蜜蜂存在時，大豆的產量、每株莢數以及每株粒數皆顯著增加，顯示蜜蜂確能成為大豆的授粉者。Chiari *et al.* (2005b)亦發現大豆在沒有接觸蜜蜂時，其開花時間較有接觸蜜蜂時要長，且其柱頭接受能力亦大於有接觸蜜蜂時的接受能力，這可能表示花正在等待授粉者。自花授粉是大豆繁衍後代的主要方法，但可能由於柱頭與花藥成熟度不一致，而造成異花授粉。其他研究結果顯示，不同的大豆品種間，不孕率介於43%至87%，推測大豆可能仍保有自交不親和的遺傳機制以避免完全的自花授粉，而提供藉由昆蟲異花授粉的機會 (Shaik and Probst, 1958)。

Ding and Gai (2000)曾調查接近大豆花朵的昆蟲種類時發現，花薊馬 (*Frankliniella intonsa*)的體型夠小，能鑽入花朵內，且成蟲能藉風力飛往遠處，故能爬行於多個花內，通過體外攜帶花粉造成異交。Zhao *et al.* (2009) 觀察苜蓿切葉蜂(alfalfa leafcutter bee)在大豆授粉的情形，由結果推測，苜蓿切葉蜂可透過特別的機制將豆科的龍骨瓣打開，接著震動腹部進而採集花粉。因此，即便大豆為閉花受精，仍有可能藉由蜜蜂授粉。綜合以上試驗結果顯示:大豆可藉由薊馬或蜜蜂等昆蟲進行異花授粉，但由於環境條件的不同，不同地區可能有不同的授粉媒介。

根據「我國植物品種及種苗法」與其相關管理法規，有關基因轉殖作物在上市前除須進行生物安全評估外，上市後，產品除須標示外，亦須接受主管機關監控，以維護國內生態環境與消費者之安全。有關基因轉殖與非基因轉殖作物之共存栽培之相關研究，國內目前僅位於起步階段。雖然我國目前尚未有任何基因轉殖作物可合法種植於開放農田內，但在未來的狀態則未可知，其中基因轉殖大豆已為衛生署公告許可上市之品項，產品原料雖以大宗穀物途徑進口，但也可能流入田間種植，或者混在非基因轉殖作物種子中被私自帶入，而造成混雜或花粉污染。因此，為及早因應基因轉殖大豆對傳統農業產生可能的影響，並維護傳統大豆(毛豆)產業之永續發展，以及保護外銷產品不受基因轉殖大豆污染。本研究目的將調查台灣大豆產區其昆蟲相的分佈，以探討其可能對大豆授粉的影響，作為未來防範基因轉殖大豆花粉流動的參考。

二、材料與方法

(一) 昆蟲調查試驗

本研究於 2012 年春作親本開花時進行昆蟲調查，地點在台南區農業改良場義竹工作站。親本的田區配置如圖 1. 所示，中間種植 18 畦的接受親，長 7.6 公尺，寬 20.5 公尺，種植的品種為毛豆亞蔬 2 號，兩側為貢獻親，長 7.6 公尺，寬 10.5 公尺，選用的品種為黑豆台南 3 號，各種植 9 畦。2012 年 2 月 21 日兩品種同時播種，栽培管理方法依照慣行農法進行。毛豆亞蔬 2 號於 4 月 4 日開花，黑豆台南 3 號於 4 月 6 日開花，至 5 月 10 日，兩品種的花期大致結束。在這期間，以兩種捕蟲方法，各別進行 4 次調查，調查方法如下：

第一種調查方式為黏紙取樣，從 2012 年 4 月 10 日至 5 月 8 日，每週二早上 8:00 至 9:30 之間進行，黏紙設立地點如圖 2. 所示，分別在由北往南數的第 9 和 10 畦、27 和 28 畦之間的走道設立兩枝黏板，而在第 18 和 19 畦則是設立一枝。第一次於 4 月 10 日設立這些裝置，之後每週更換一次黏紙，共取得 4 次的樣本資料。

第二種調查方式為掃網取樣，從 2012 年 4 月 10 日至 5 月 1 日，每週二早上 8:00 至 9:30 之間進行，共計 4 次。取樣的路徑如圖 3. 所示，分別在由北往南數的第 7 和 8 畦、11 和 12 畦、25 和 26 畦以及 29 和 30 畦之間的走道，來回走一趟進行打撈，每行打撈完，將網裡的昆蟲裝至夾鏈袋，帶回實驗室調查。

(二) 花粉飄散試驗

本試驗於 2013 年在行政院農業委員會台南區農業改良場義竹工作站及台中霧峰地區行政院農業委員會農業試驗所進行大豆花粉飄散試驗。試驗於 2013 年第一期作與第二期作在兩地同時進行，各種植兩期作。2013 年在義竹地區第一期作之田區配置如圖 4. (a)所示，而第二期作之田區配置如圖 4. (b)所示。2013 年在霧峰地區第一期作之田區配置圖如圖 5. (a)所示，第二期作之田區配置則如圖 5. (b)所示。此四期作的配置皆是將接受親安排於貢獻親中間，接受親面積皆為 9.7 公尺×21.2 公尺，而貢獻親面積皆為 9.7 公尺×11.2 公尺，並且四期作所有種植密度皆為行距 60 公分，株距 10 公分。

2013 年各地兩期作之試驗皆以黑豆台南 5 號與毛豆高雄 9 號作為親本材料，種子由台南區農業改良場提供。其中黑豆台南 5 號的花色為紫色，用以模擬 GM 大豆品種作為花粉貢獻親，而毛豆高雄 9 號的花色為白色，作為花粉接受親。若毛豆高雄 9 號被黑豆台南 5 號雜交，則毛豆高雄 9 號後代的花色為紫色，可作為判斷雜交的準則。

為了模擬 GM 大豆污染非 GM 大豆最嚴重之情形，需讓貢獻親與接受親的開花期完全重疊，而根據黑豆台南 5 號與毛豆高雄 9 號之生長習性，其所需之生育日數與成熟性大致相同，因此，將親本在同一日播種即可。在義竹地區，2013 年第一期作於 2 月 26 日播種，而 2013 第二期作於 10 月 2 日播種。在霧峰地區，2013 年第一期作於 2 月 19 日播種，而 2013 第二期作於 9 月 24 日播種。

本試驗以花色作為判定異交的準則，紫花相對於白花為顯性，因此，擁有白花的毛豆高雄 9 號若與黑豆台南 5 號雜交，其後代會開紫花。在收穫接受親時，每一植株為一樣本點，用網袋各別收穫植株，並分開進行脫粒，脫完粒後分別裝入牛皮紙袋保存。於下一期作播種在國立中興大學北溝農業試驗場第三試驗區之田區，將種子依照樣本點記號播種，等到開花時，計算後代開白花的株數與開紫花的株數，進而計算異交率。異交率(CP)的計算方法如下：

$$CP(\%) = \text{hybrids/progeny}$$

其中，hybrids 為每一植株後代開紫花之數目，progeny 為每一植株後代總數目，即開白花與開紫花的後代株數之總和。

三、結果

(一) 黏紙取樣

黏紙取樣一共捕獲 13,202 隻昆蟲，包含 5 目及 20 科(表 1.)，其中捕獲為數較多的有粉蝨科(Aleyrodidae)、蚜總科(Aphidoidea)、葉蟬科(Cicadellidae)以及薊馬科(Thripidae)。在取樣期間，五個取樣點的昆蟲消長情形如圖 6. 所示。4 月 24 日至 5 月 1 日捕獲的昆蟲量明顯較其他三週少，可能是因為這段期間下雨的日數較多(圖 7.)，導致昆蟲數目減少。在這些昆蟲科目之中，以薊馬科、葉蟬科、蚜總科及粉蝨科所捕獲之總數超過 1000 隻，其數量消長情形如圖 8. 所示，整體消長的趨勢大致與昆蟲總數的消長情形相似，其中薊馬科被指出能在大豆育種時，可利用其當作授粉媒介，並且根據其習性，薊馬能進出大豆花朵，很可能在本試

驗中扮演大豆基因流動的媒介。而本次捕捉的結果發現，薊馬科數量的消長，在 5 月 1 日時，由於降雨日數增多使之數量驟減，但其他三個科目到 5 月 8 日時，數量皆有回復的現象，唯獨薊馬科的數量繼續減少，可能是因為大豆的花期也即將結束。因此，薊馬科的數量沒有回復的現象。進一步分析薊馬科在田區分布的情形，以最小顯著差異法(Fisher's least significant difference, LSD)比較薊馬科在四個方位的取樣數(表 2.)是否有差異。統計結果顯示，四個取樣位置的薊馬科數量都沒有顯著差異，表示薊馬科在田區的分布，與方位沒有關係(表 3.)。也就是說，接受親與貢獻親在南邊或北邊的交界處若有異交的事件發生，異交率並不會有顯著差異。

(二) 掃網取樣

在為期四週，每周進行一次的掃網取樣中，一共捕獲 591 隻昆蟲，包含 6 目及 25 科，其中有 10 科 413 隻屬於害蟲，15 科 178 隻屬於益蟲(表 4.)。在這些昆蟲當中，薊馬科為數較多，且被指出能扮演大豆花粉流動的媒介。除此之外，也捕獲到不少膜翅目的蜂類。掃網取樣沒有捕獲蜜蜂，可能是因為取樣過程中，蜜蜂因為田裡的擾動而先行飛離，並且取樣者不能為了捕獲某些昆蟲而在取樣過程中任意打撈，因此，在掃網取樣的昆蟲當中並沒有捕獲到蜜蜂。儘管如此，掃網取樣的捕獲結果顯示：還是以薊馬科為數較多，可能造成大豆花粉流動的情況發生。

(三) 異交檢測結果

根據 Ray *et al.* (2003)的研究指出，紫花品種大豆若與白花品種大豆雜交，則白花品種大豆的後代在發育後會擁有紫花，而本研究在觀察後代的表現時確實也發現，正常的後代種子發育後都是白花，如圖 9.所示，但只有 3 株後代種子發育後開紫花，如圖 10.所示，因此判定為異交。

朴子地區 2013 第一期作試驗，從接受親的每一植株收穫種子後，播種於國立中興大學北溝農業試驗場第三試驗區，觀察接受親後代花色的表現，然而，因接近接受親收穫期間，經常下雨，導致收穫的種子品質不佳，所以後代總數只有 877 株，而這 877 株後代也皆為白花，表示在朴子地區第一期作試驗沒有發現異交。

朴子地區 2013 年第二期作試驗，同樣以普查的方式進行調查，結果顯示，40,932 個後代皆開白花，亦表示沒有發現異交。

霧峰地區 2013 年第一期作試驗，以普查的方式收穫所有接受親的種子，再將種子播種後來觀察其花色的表現，結果顯示，在總數為 21,440 株後代中，全數皆為白花，表示在霧峰地區的第一期作試驗並沒有發現異交。

霧峰地區 2013 年第二期作試驗的調查結果顯示，在總數為 57,529 個後代中，有 3 株為紫花，分別發生在與貢獻親的距離為 1.2 公尺及 3 公尺處，如圖 11. 所示，異交率分別是 6.67% (15 株後代植株中有 1 株為紫花)及 4.76% (42 株後代

植株中有 2 株為紫花)，而若以整行(row)來看，其平均異交率分別是 0.07% (1454 株後代植株中有 1 株為紫花)及 0.13% (1565 株後代植株中有 2 株為紫花)。

四、討論

根據前人研究結果顯示，昆蟲是造成大豆花粉流動的主要原因，風對於大豆花粉飄散的影響幾乎是可以忽略。而在本試驗中，確實捕獲不少在過去研究中，所提及能夠造成大豆流動的昆蟲種類。例如在黏紙取樣與掃網取樣的結果中，都有捕獲蜂類。根據 Chiari *et al.* (2005a)的研究顯示，在有蜜蜂活動於大豆田時，大豆的產量有顯著的增加，因此，蜜蜂也是大豆花粉傳播的媒介。此外，Chiang and Kiang (1987)指出蜜蜂飛行於花朵間是以最近的花朵或植株來移動，本試驗的行距(60 公分)寬而株距(10 公分)短，蜜蜂應該以同一行內的移動為主，而同一行內皆為同品種，縱使有蜜蜂造成花粉轉移，也察覺不出。相較之下，跨行移動的機會很低，又必須在蜜蜂由貢獻親跨行移動至接受親時，攜帶貢獻親有活力的花粉轉移至接受親的柱頭後造成授粉，才能檢驗出兩品種異交。因此，能檢驗出的異交率理應相當的低。

前人研究也指出薊馬科是造成大豆花粉流動的媒介，而 Ding and Gai (2000)曾調查薊馬科的生活習性，並指出薊馬能鑽入大豆的花朵內，隨後再藉由風力往其他花朵移動，故可能因為其在移動過程中攜帶了花粉，而造成大豆異交。然而，本試驗雖然捕獲到薊馬科，但根據掃網取樣與黏紙取樣的方式，並不能看出薊馬

是不是從貢獻親移動到接受親時被捕獲，所以本試驗捕獲到薊馬科也只能代表本試驗可能有大豆的花粉流動發生，但並非一定發生。

整體來說，儘管本試驗所捕獲之昆蟲，包含可能造成大豆花粉流動的昆蟲種類，但可惜的是，尚未有研究指出，在田間捕獲的昆蟲量與異交率的關係，並且，本試驗的取樣方式並非針對「特定昆蟲與大豆花粉流動的關係」來設計，導致這樣的試驗結果無法得到與大豆異花授粉的直接關係，也就是說無法藉由此調查判定昆蟲對大豆花粉流動的實際影響。若想要更清楚地瞭解昆蟲與大豆基因流動的關係，則必須設計更嚴謹的試驗。

本研究擁有大豆田裡昆蟲相的調查結果與大豆於自然情況下的異交結果，本應在昆蟲相的調查之期作也進行大豆異交的調查，但由於該期作收穫前，持續下雨數天，導致所收穫的種子品質不佳，因而只有 1,274 株後代供觀察，雖然結果顯示都沒有異交的情況，但由於樣本數太少，因此本研究認為此結果不足以代表該期作真正的異交結果，而雖然後續的期作樣本數夠多，也出現少數的異交情形，但是此異交結果與昆蟲項調查結果並非在同一期作進行，因此不適宜將此昆蟲項調查結果推論至後續期作的異交情形。

另外，根據花粉飄散的試驗結果，這些異交情況在接受親田裡的分佈，本研究認為並不像一般風媒授粉的作物一樣，異交率隨距離呈指數地減少，而是少數零星地出現在田區，由此可證明，大豆的異交並不是靠風力來達成，而雖然本試驗的設計並未針對昆蟲對於大豆基因流動的影響來深入調查，但根據前人研究的

結果，本研究認為這些異交的發生是由昆蟲造成的。此外，本研究所觀察到的異交情況，最遠只發生在距離貢獻親 3 公尺處，此結果與其他各國的調查結果相近，而各國基於這樣的異交結果，認為隔離距離只要 10 公尺便足以達到 GM 大豆與非 GM 大豆的共存，因此，根據本試驗結果與前人研究，未來若要引進 GM 大豆在台灣種植，可將 10 公尺作為參考的隔離距離。

五、引用文献

- Ahrent, D. K. and C. E. Caviness. 1994. Natural cross-pollination of twelve soybean cultivators in Arkansas. *Crop Sci.* 34: 376-378.
- Caviness, C. E. 1966. Estimates of natural cross-pollination in Jackson soybean in Arkansas. *Crop Sci.* 6: 211-212.
- Chiang, Y. C. and Y. T. Kiang. 1987. Geometric position of genotypes, honeybee foraging patters and outcrossing in soybean. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 28: 1-11.
- Chiari, W. C., V. de A. A. de Toledo, M. C. C. Ruvolo-Takasusuki, A. J. B. de Oliveira, E. S. Sakaguti, V. M. Attencia, F. M. Costa, and M. H. Mitsui. 2005a. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48: 31-36.
- Chiari, W. C., V. de A. A. de Toledo, M. C. C. Ruvolo-Takasusuki, V. M. Attencia, F. M. Costa, C. S. Kotaka, E. S. Sakaguti, and H. R. Magalhães. 2005b. Floral biology and behavior of africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48: 367-378.
- Ding, D. R. and J. Y. Gai. 2000. Pollinating insects and natural outcrossing amount of soybean male sterile materials in Southern China. *Soybean Sci.* 19: 74-78.
- Erickson, E. H. 1975. Effect of honey bees on yield of three soybean cultivars. *Crop Sci.* 15: 84-86.
- Ray, J. D., T. C. Kilen, C. A. Abel, and R. L. Paris. 2003. Soybean natural cross-pollination rates under field conditions. *Environ. Biosafety Res.* 2: 133-138.
- Shaik, P. H. and A. H. Probst. 1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. *Agron. J.* 50: 192-197.
- Yoshimura, Y. 2011. Wind tunnel and field assessment of pollen dispersal in soybean (*Glycine max* L. Merr.) . *J. Plant Res.* 124: 109-114.
- Yoshimura, Y., K. Matsuo, and K. Yasuda. 2006. Gene flow from GM glyphosate-tolerant to conventional soybeans under field conditions in Japan. *Environ. Biosafety Res.* 5: 169-173.
- Zhao, L., H. Sun, B. Peng, J. Li, S. Wang, M. Li, W. Zhang, J. Zhang, and Y. Wang. 2009. Pollinator effects on genotypically distinct soybean cytoplasmic male sterile lines. *Crop Sci.* 49: 2080-2086.

表 1. 大豆開花期間，四次黏紙取樣所捕獲的昆蟲之名稱與數量。

Order	Family	4/17	4/24	5/1	5/8
Coleoptera	Coccinellidae	23	16	4	17
	Scolytidae	92	30	15	9
Diptera	Agromyzidae	36	81	113	96
	Chironomidae	30	44	13	32
	Chloropidae	7	29	13	24
	Ephydriidae	179	39	42	38
	Muscidae	12	12	21	14
	Mycetophilidae	214	138	45	66
	Phoridae	256	93	107	69
	Psychodidae	0	9	4	28
Hemiptera	Aleyrodidae	670	1012	487	1747
	Aphidoidea	288	287	219	401
	Cicadellidae	831	669	708	762
	Miridae	30	16	22	44
	Psyllidae	61	8	6	10
Hymenoptera	Apidae	1	1	11	0
	Chalcididae	48	48	147	117
	Ichneumonidae	35	17	38	35
	Vespidae	0	9	0	14
Thysanoptera	Thripidae	790	992	363	218

表 2. 黏紙取樣中，在各取樣時間與取樣位置所捕獲的薊馬科之數量。

Thripidae	Southeast	Northeast	Southwest	Northwest
4/17	125	229	103	96
4/24	172	164	387	133
5/1	97	55	39	100
5/8	50	87	43	38

表 3. 在四個取樣位置，薊馬科的捕獲數之最小顯著差異法測驗結果。

Position	Number
Southwest	143.0 ± 165.3 a*
Northeast	133.8 ± 78.3 a
Southeast	111.0 ± 51.1 a
Northwest	91.8 ± 39.5 a

* Means ± standard error (n=4). Means within the column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 4. 大豆開花期間，四次掃網取樣所捕獲的害蟲與益蟲之數量。

Pest Families		Beneficial Families	
Family	Insects	Family	Insects
Aleyrodidae	123	Agromyzidae	8
Aphiodoidae	19	Chalcididae	30
Cicadellidae	147	Chamaemyiidae	7
Miridae	11	Chironomidae	45
Mycetophilidae	2	Chloropidae	13
Phlaeothripidae	4	Clusiidae	6
Psyllidae	17	Coccinellidae	1
Pyralidae	4	Diastatidae	4
Thripidae	85	Ephydriidae	19
Tineidae	1	Ichneumonidae	5
		Mymaridae	2
		Phoridae	8
		Proctotrupidae	9
		Sphaeroceridae	18
		Vespidae	3
Total	413	Total	178

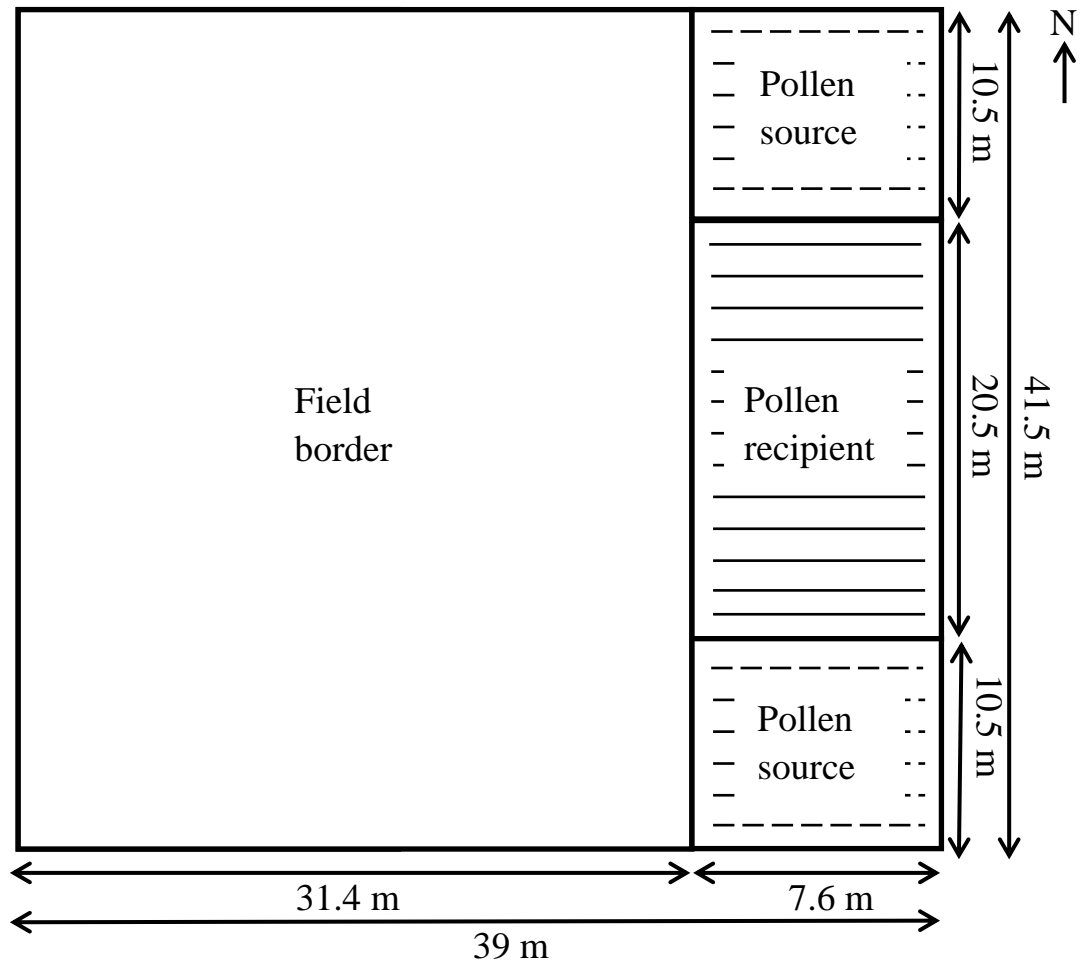


圖 1. 2012 年第一期作之田區配置圖，接受親配置於兩個貢獻親的中間，並且接受親與貢獻親的面積比皆為 2 : 1。

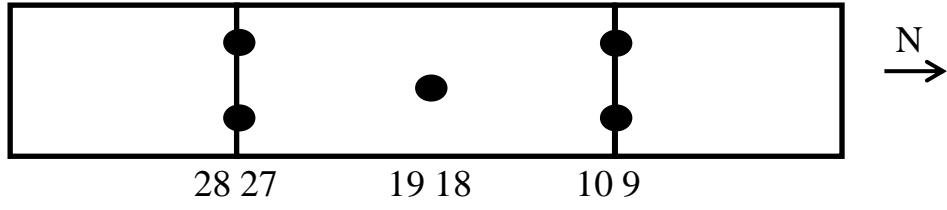


圖 2. 黏紙設立位置，貢獻親與接受親的兩個交界各有兩枝，而接受親中間也設立一枝。

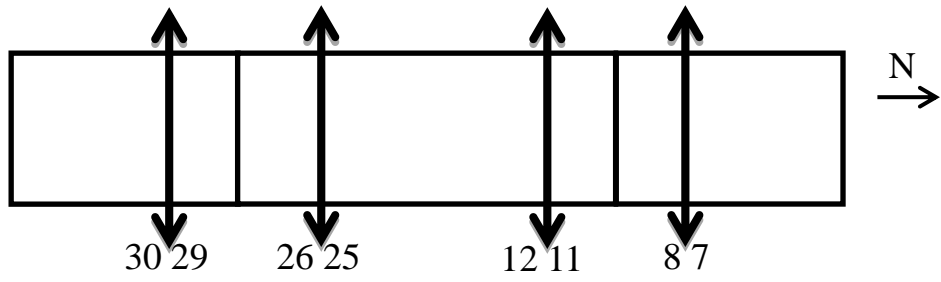


圖 3. 掃網取樣的路徑，由接受親與貢獻親交界的走道(第 9 行與第 10 行之間，及第 27 行與第 28 行之間)，各往左右隔一個走道後進行掃網取樣。

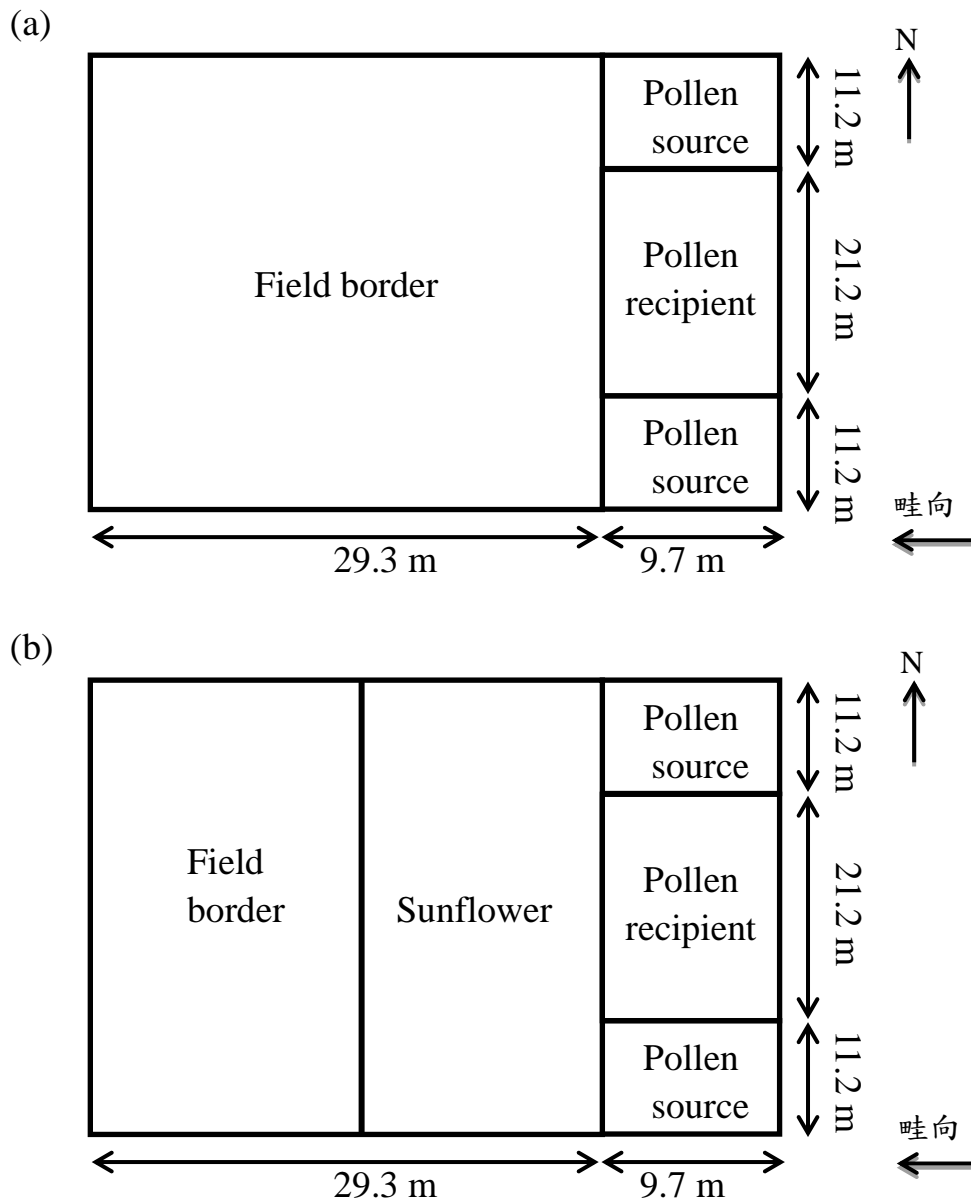


圖 4. 2013 年義竹工作站田區配置圖，接受親配置於兩個貢獻親的中間，並且接受親與貢獻親的面積比皆為 2：1。(a)第一期作。(b)第二期作。

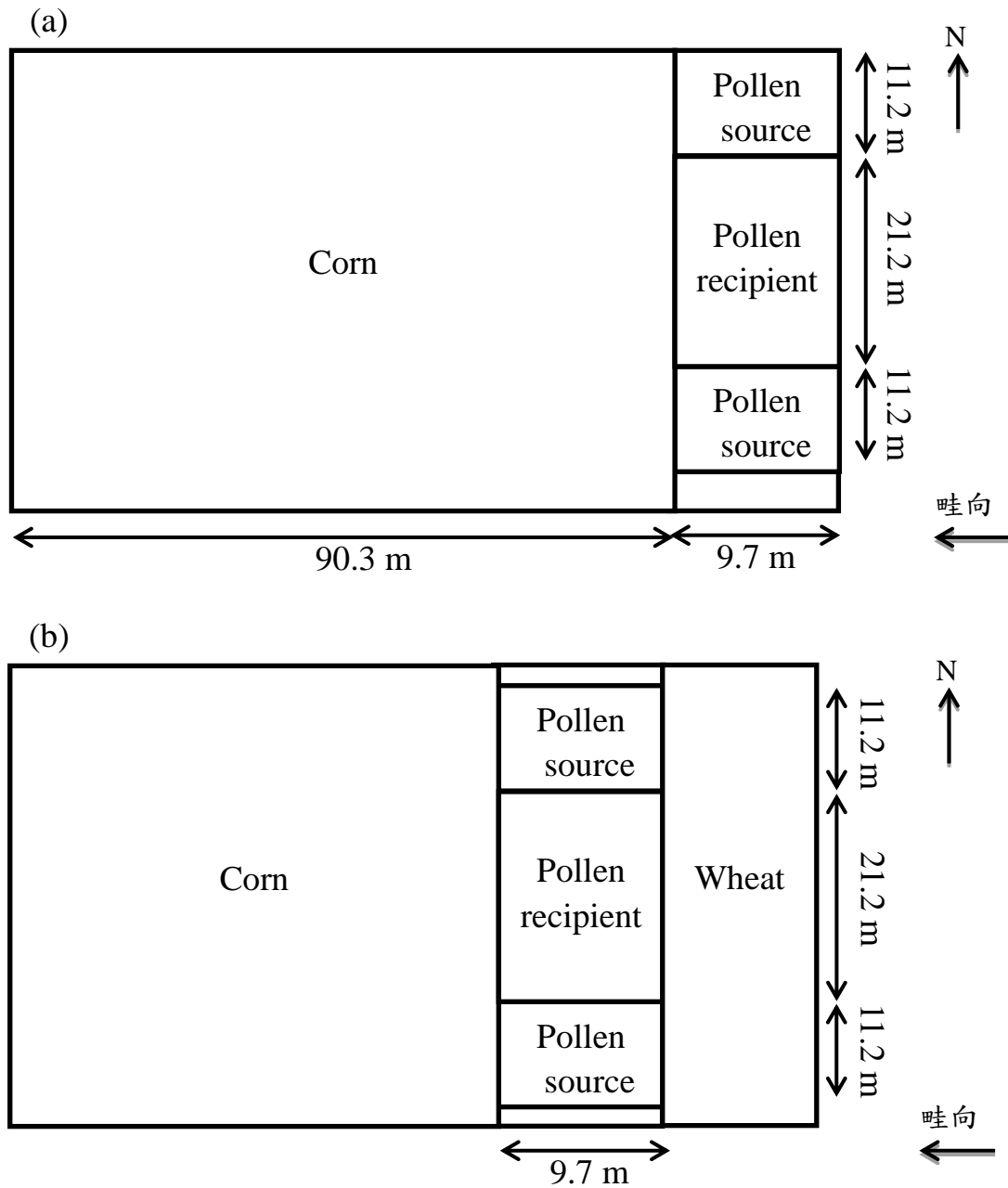


圖 5. 2013 年農業試驗所田區配置圖，接受親配置於兩個貢獻親的中間，並且接受親與貢獻親的面積比皆為 2 : 1。(a)第一期作。(b)第二期作。

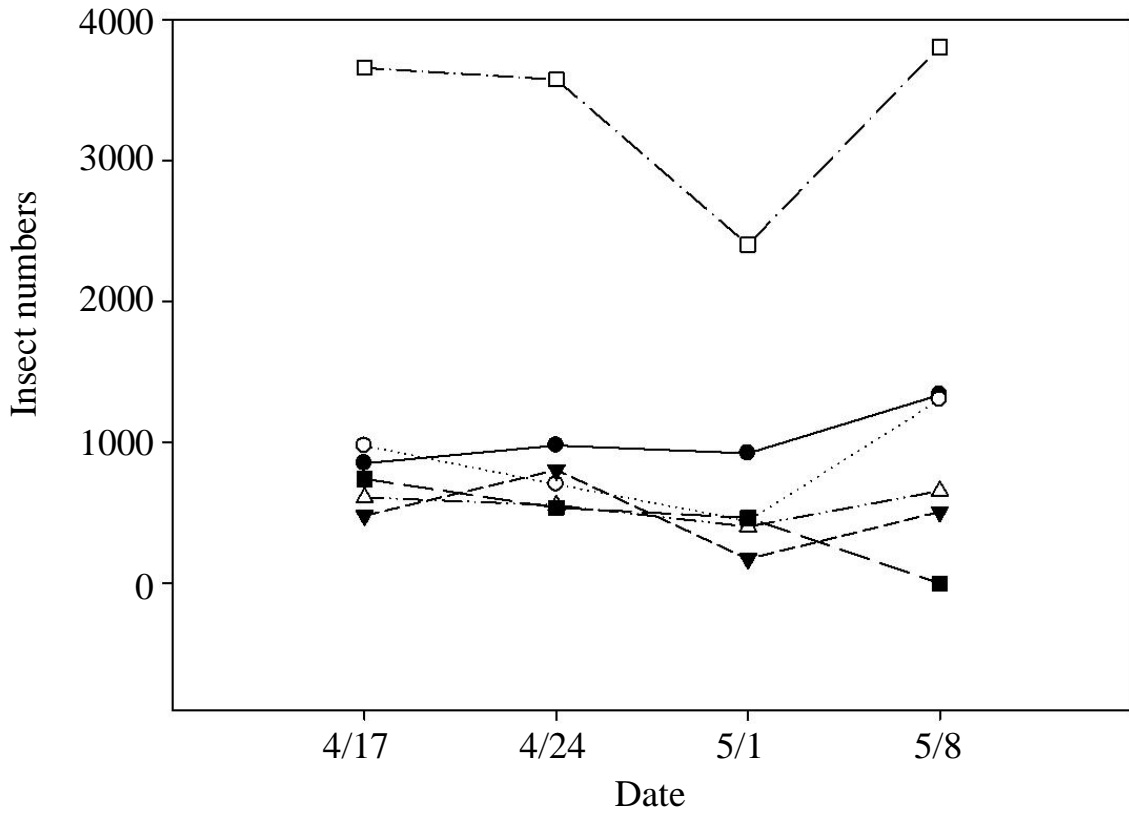


圖 6. 各黏紙取樣地點的取樣結果，縱軸為昆蟲數，橫軸為取樣日期，實心圓為東南方的取樣位置，空心圓為東北方的取樣位置，實心倒三角形為西南方的取樣位置，空心三角形為西北方的取樣位置，實心方形為接受親中間的取樣位置，空心方形為五個取樣位置的總計。

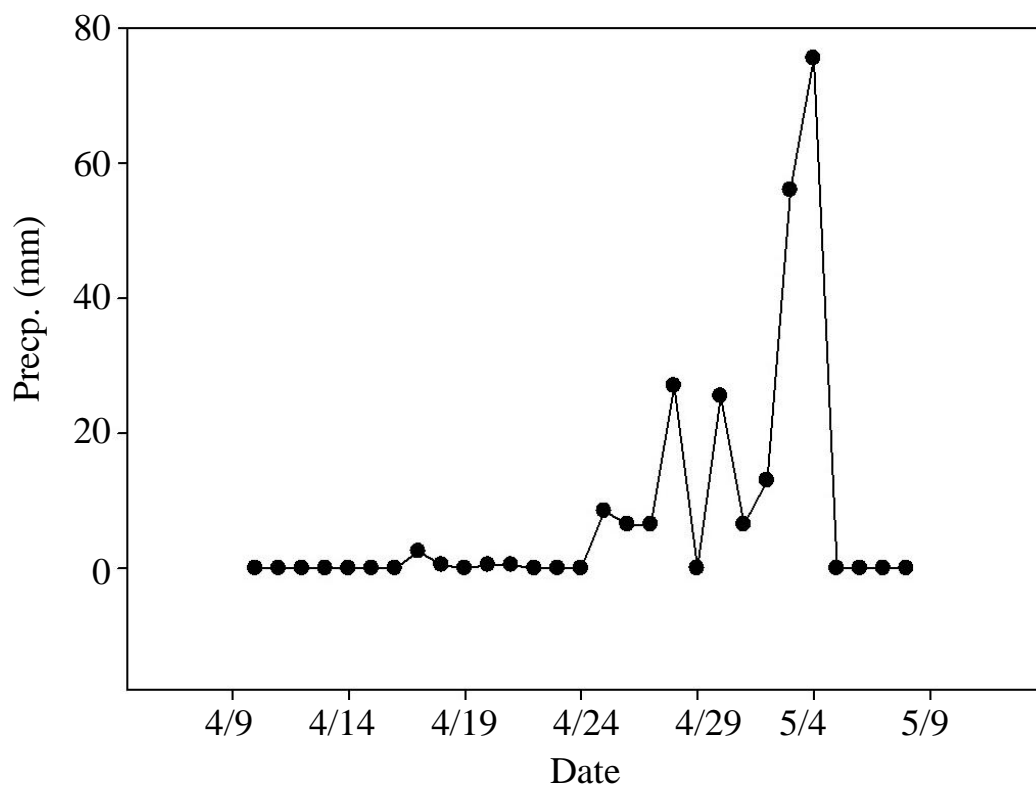


圖 7. 2012 年第一期作開花期時的降雨量，縱軸為雨量，單位為公釐，橫軸為開
花日期。

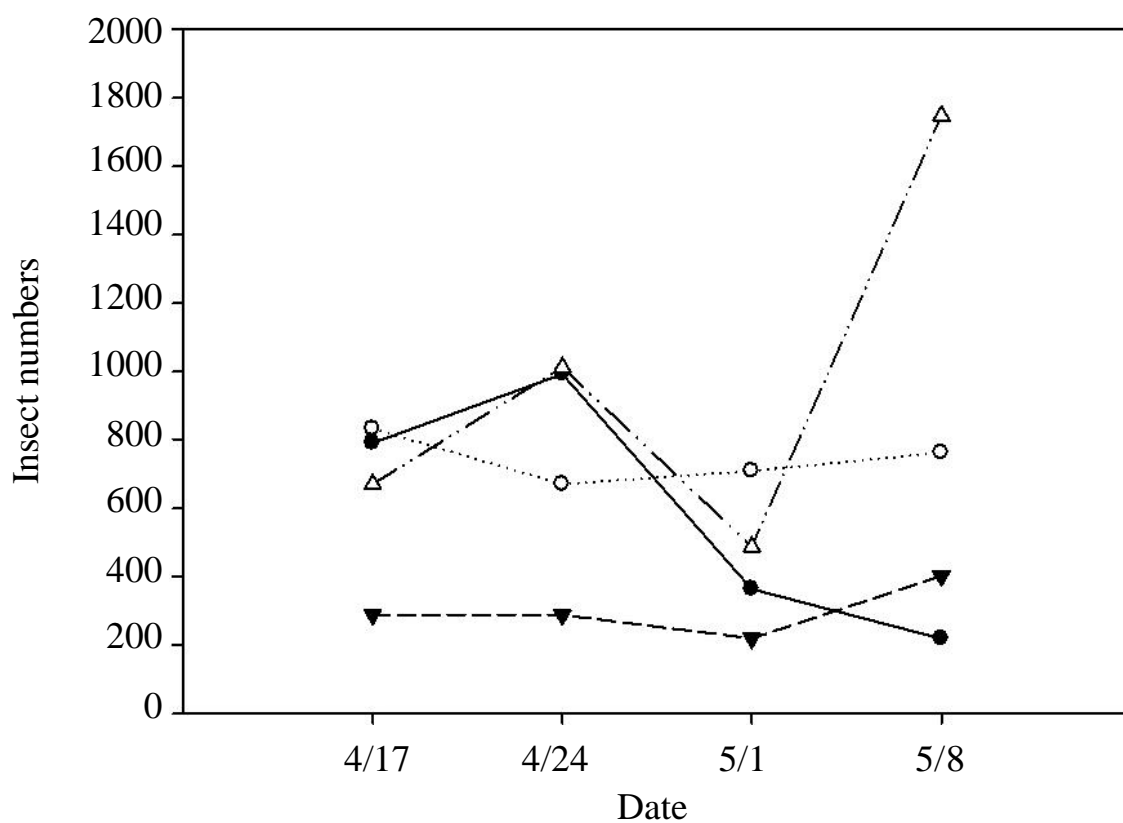


圖 8.薊馬科(實心圓)、葉蟬科(空心圓)、蚻總科(實心倒三角形)及粉蝨科(空心三角形)目之消長情形，縱軸為捕獲數，橫軸為黏紙取樣日期。



圖 9. 接受親後代的生長情形，後代種子發育後如仍開白花，表示沒有異交發生。



圖 10. 接受親後代的生長情形，後代種子在發育後，若為紫花，表示有異交發生。

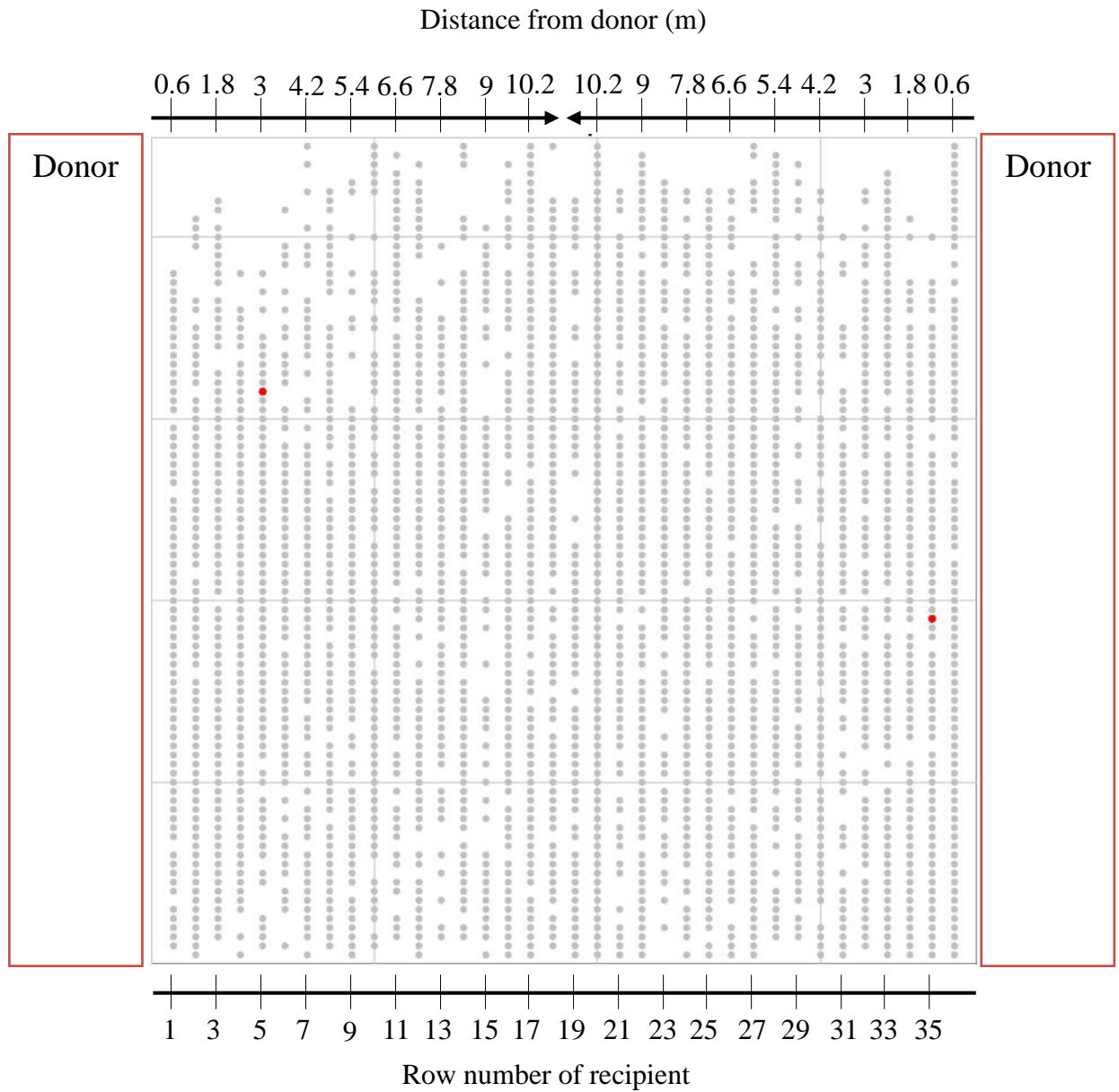


圖 11. 2013 年霧峰地區秋作的異交情形，灰點表示沒有異交，紅點表示有發生異交。上橫軸為接受親各行與最接近的貢獻親之距離。下橫軸為接受親每一行的編號。