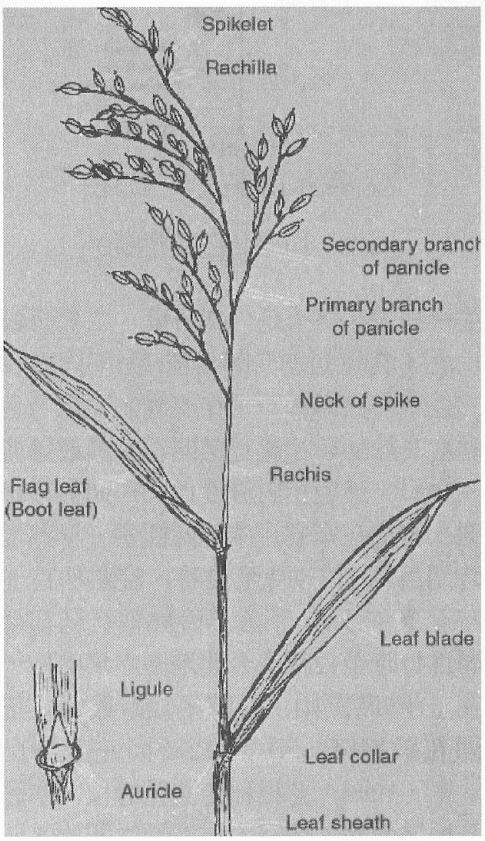
從水稻開花習性看去雄與授粉之雜交技術

◎農試所農場室　陳烈夫
◎農試所農藝系　曾東海、卓緯玄、呂椿棠

稻米爲全球人民二大主要糧食之一，台灣地處亞熱帶，適合水稻生長，其栽培歷史悠久，是台灣最主要的農作物。國內有系統的改良研究工作已逾百年，歷年來品種改良與栽培技術改進之成績斐然。品種改良是在變異的族群中，選擇適合目標的個體，再歷經多期的選育與各項檢測，選出理想的品系成爲推廣品種；而水稻族群變異雖自然存在，但其頻度極低，一般以人爲手段增加變異，方法有人工雜交、化學誘變、放射線誘變、細胞融合及基因轉殖等，其中以人工雜交最爲傳統且常用；因此，水稻雜交技術是水稻育種工作者所必須熟悉的，其作業程序通常包括選穗、去雄、授粉、套袋及掛牌等幾個主要的步驟，其中以去雄、授粉爲最關鍵性的技術。

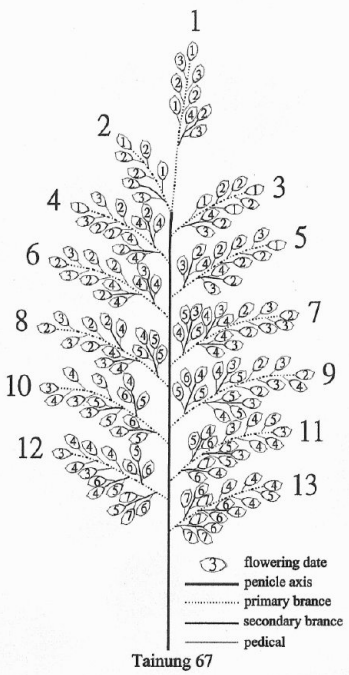
就整體雜交工作而言，水稻開花習性與水稻雜交技術頗具密切關係，因此育種工作者首先要瞭解的是，稻穗穎花究竟在一天當中何時會開花？並要求參與雜交的父母本不僅能花期相遇，而且在一天中的花時也能相同或相近；另外也應瞭解開花是否有一定之順序等問題（圖一）。一般認爲稻穗穎花之開放，受環境因子所支配，如溫度、濕度、光線及其他機械刺激作用等。而稻穗穎花正常開放之時刻，因天候、地域、品種、時期而有異，水稻在各分蘗間的開花順序，通常



(Original figure by S.Iyama)

圖一、稻穗各部位名稱

作者：陳助理烈夫
聯絡電話：04-23302301-751



(Original figure by W.S.Jwo)

圖二、稻穗穎花開花順序

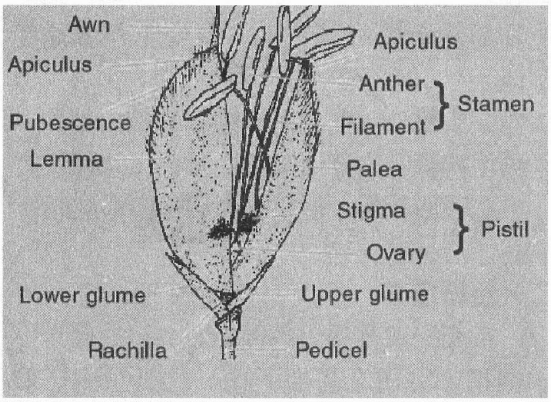
以主稈爲先，再來是一次分蘗、二次分蘗依序爲之，其時間差異因品種(系)不同而有極大的差距。水稻穎花需在溫度20℃以上且相對濕度高於60% 才能正常開花，其最適溫度28～32℃，最適相對濕度爲80～90% 。1915年磯永吉氏在本省台中地區觀察，早熟稻開花時間爲約上午9時至12時，晚熟稻在上午10時至下午2時，不論早晚熟稻其開花最盛時間爲11時至12時；台北地區之早熟稻，通常在上午9時開始，11時至12時最盛，正午後開花數驟減，至下午2時則完全停止開放。王（1948）認爲稻的開花過程，亦隨品種及地域而異，觀察本省稻穎從開始張開至完全閉合之時間與溫度有關，溫度高則開花集中，溫度低則每日開花時間可延長約爲一小時四十分鐘。又據Nagato（1941）觀察稻穗穎花開花順序（圖二），大都爲由上而下逐日開放，枝梗中第一粒穎花先開，第六粒次開而後由下至上逆序進行，第二粒最後開放；分生的小枝梗上，亦爲第一粒穎花先開，第三粒次之，第二粒後開。一般而言，一穗中不結實者常爲後開之穎花，因此雜交時宜選擇枝梗上部位之穎花，除去第二粒及下部位小枝梗之穎花，小枝梗上第二粒之弱勢粒尤須剪除，這是育種工作者所必須掌握的。現僅將去雄、授粉這兩個環節技術之原理扼要論述，以提供水稻雜交育種或水稻開花生理與生態研究上之參考。

一、去雄方法

雜交技術中去雄的方法可分爲個體去雄與集體去雄兩大類，其實際作法有開穎去雄、剪穎去雄、溫水去雄、暗室去雄、溫水暗室併用去雄、熱氣去雄及吸藥去雄等幾種方法，每種方法各有其優缺點，就育種工作者之目的以及方便性加以選擇使用，茲分別說明如下：

㈠開穎去雄法：研究指出光線的種類對開花雖不及溫度及濕度影響大，但仍受其影響，此法是利用橙色或其他光線亦可促進開穎之原理，藉由有色紙袋作遮蓋促進開穎，因已知支配開穎之因子主要在於濕度，而支配開裂花藥之因子主要在於溫度，兩者明顯不同，若能使穎花張開而花藥仍未裂開，則可妥善處理除雄而不傷其生殖及保護器官，達到去雄之目的。因此欲提早開穎時間而使花藥尚未開裂，則可選擇當日開花最多的穗，於正常開花前1～2小時，用橙色紙袋套於穗上，並於袋

之下方放入吸水脫脂棉一小片，以保持適當濕度，再以迴紋針挾緊袋口，在一般稻穗開花時，取下所套之紙袋，則見各花盛開而花藥雖突出但未開裂，此時可用鑷子除去各穎花之六本雄蕊（圖三），惟須注意不可傷到柱頭，粉囊尤不可破裂，去雄後並剪去未開之穎花，用透光紙袋套上，在袋內穗之基部包一吸水棉片，以保持適



(Original figure by S.Iyama)

圖三、穎花各部位名稱

宜濕度而防乾燥等待授粉。此法之缺點爲耗費人工，不宜大量進行。

㈡剪穎去雄法：其操作簡便且實用爲水稻育種應用最多的方法之一，但亦有本身難以克服之缺點，那就是將穎花中的花藥完全剪去的同時，很容易傷及雌蕊柱頭，一般情況下，雌蕊柱頭在穎殼中低於雄蕊花藥，但很多水稻品種也存在著柱頭與花藥齊平或稍爲低下的情形，去雄時難以保證不傷及柱頭，柱頭一旦被損傷，則導致雜交失敗。改良式剪穎去雄法是將水稻穎殼中的雄蕊花藥完全剪去改變爲剪去一半或更少，總之是要將花藥剪破，然後馬上向剪雄後的穎殼內噴水，將花藥弄濕，由於雄蕊被弄濕，濕度增加，花絲很快就會伸長，花藥因而伸出穎殼，此時可用手指輕彈數下，乾癟的花藥都會被彈掉，然後套上紙袋等待授粉。由於改良式剪穎的高度提高，傷及雌蕊柱頭的可能性降低，相對地可提高雜交的成功率。

㈢溫水去雄法：此法是以容器盛43℃溫水，將快要開花之稻穗斜置於溫水中，並以長頸漏斗和溫度計插入水瓶中，在10分鐘內隨時注意水溫之維持，以熱水經由漏斗徐徐加入容器中，以維持水溫不變，達到完全殺死雄蕊的目的；更專業之作法則利用自動控溫的水浴器，以對溫度的控制更有效地掌握。經溫水去雄後不久，即可見花開纍纍，此時剪去未開之穎花，即可進行授粉。該法原理爲在40～44℃之溫水中7～10分鐘，花粉可全部殺死，而雌蕊無損傷；9～39 ℃之溫水對花粉無礙，44℃以上之溫水則使花之各部皆受損傷。因此，必須密切注意溫度與水浴時間，時間過短或溫度太低，花粉不能完全殺死，時間過長或溫度過高，又恐傷及柱頭，都會降低雜交之成功率。此法之優點爲雜交後不必常罩紙袋，籽粒可發育健全，但須待父本開花後才開始處理母本，若遇母本穎花已閉合，父本才開花之組合則無法採用此法，爲彌補此缺點，可採用溫水去雄剪穎併行法，其法爲經溫水去雄後剪去開花之穎約三分之一，如此雖母本已閉穎但不影響授粉工作，處理母本時不必考慮父本的開花狀況，時間較充裕，可同時處理較多的組合。

㈣熱氣去雄法：此法是攜帶熱水瓶兩個，其

一盛50℃熱水，另一爲空瓶，並準備可斜放熱水瓶之三角架、溫度計、剪刀各一支，棉花少許，選擇將開花之稻穗，透視日光見穎內花藥已伸高約三分之二至頂端高度，將一熱水瓶之溫水倒入另一空熱水瓶中，以溫度計測量所剩之空瓶中溫度約在44℃左右，即將母穗斜插於瓶內，以棉花塞其瓶口，經10分鐘後其花粉已被熱氣殺死，再將其取出，每穗選留開花較佳之穎花，其餘剪去而等待授粉。此法利用之原理與溫水去雄法相同，但其處理規模則更小。

㈤暗室去雄法：此法係利用搬入暗室以促進開花之原理，首先將母本個別盆栽，或將栽植於田間至孕穗尚未抽穗時的母本，連土整株掘起移植於缽內，然後在實行雜交之前一日，選擇已抽穗且預測其翌日能開花之植株提取應用，第二日於稻花正常開放前2～3小時，將第一日已選定之母本盆缽直接移置於黑暗交配室中。通常母本移入暗室後數分鐘即可見稻花開放，此時花絲伸長、花藥吐出於外穎外，但粉囊並未開裂，故交配者可用尖銳之鑷子，輕輕夾住花絲除去花藥，並將未開(已自花授粉或未成熟)之穎花一律剪去，然後套以紙袋準備授粉。

㈥溫水暗室併用去雄法（渡邊忠夫法）：此法爲改良溫水去雄交配法，是在溫水去雄法的基礎上，同時利用加茂巖氏所建議之光強度變化來提高稻穗開花的效果，以促使父本開花，並調節母本去雄開花與父本開花時間，把授粉的操作最簡單化，省卻了勞力和手續而得到了許多便利。該法原理爲於交配前一日選取母本，移植盆缽中並置於室內，當日早上再採集父穗插於水瓶並置於日光照射之處，在母本溫水處理前，將父穗移於室內暗箱中以促其開花，如同溫水去雄法一般處理，將母本連缽向一方傾斜，以便將母穗浸於43℃溫水中處理10分鐘，母穗已成熟之花均開放，套以紙袋保存，未開之花一律剪去，再將暗箱中原置之父穗近置於母穗上，取去其紙袋並輕輕振搖已開放花粉之父穗，則其花粉即紛紛落於母穗花上，授粉工作於是完成。

㈦吸藥去雄法：此法是先將穎端剪去稍許，再用粉囊吸取器之嘴插入穎內，以減壓之方法吸取花藥，但須注意切勿損傷柱頭。

二、授粉方法

在交配前選擇出鞘後約2～3日之健全父本稻穗，從穗之基部下10～20公分處切取之，集合數穗後插於水瓶中，俟花藥開裂時在母穗上抖動，使花粉直接輕輕震落於已除雄之柱頭上，達到授粉之目的；但應注意取穗時間，太早取穗，其穎花開放較少，恐花粉量不足，但太晚取穗，將因相互碰撞及在風吹的情況下，將使花粉散落無存，導致雜交效果不理想。改良方法可將父本同時挖回，將其稻穗與處理過之母穗一齊套入紙袋中，當父本稻穗大量開花時抖動父本，父本的花粉就不會有任何損失。

檢視大規模的水稻雜交工作，其困難不在於去雄或授粉之實際作業工作，而是在時間與材料的選擇。培育適當的父母本植株，爲雜交成功的首要，因此爲使父母本可望同期開花，必須分期插植父母本，以達花期一致。其次，選擇雜交材料應以當日達盛花期

者爲佳，一般以該株多數之分蘗約25～30%之穎花已開花爲主，而不以穗抽出程度做依據。再者如何調控父母本每日之開花時間，亦爲雜交效率的關鍵，在自然狀況下，稻穗穎花之開啓與花粉之散落配合良好，但母本的去雄工作必須在稻穗穎花正常開放之前進行，以避免自花授精，父穗之採集亦需於開花前進行，以免花粉散落；若因品種、氣候環境上的差異，常常在母本穎花閉合之前，父穗的花藥尚未裂開，或偶而母本在未完成整穗(去雄、剪除已授粉及未成熟穎花)之前，父穗的花粉已經散落，使雜交的工作難以順利進行，尤其是集體授粉法，更必須於稻穗穎花之內外穎閉合以前進行，否則穎花不能結實。爲能達到延遲稻穗穎花閉穎的時間，可將整穗後之母本噴水，然後用大型之塑膠袋套起來，延長穎花開啓時間；或用暗室法處理父穗，利用光線突然減少以促其開花。偶或遇天氣不良之情況下，因受水稻開花期之限制，有時亦得進行人工雜交，此時可將母本按一般法處理，父穗於正常開花前採回，置於30℃左右之恆溫箱內，恆溫箱內應加水以提高濕度，使花藥不開裂，便於花粉保存，當母本處理完畢，父本多數穎花已開，取出父穗，以燈光照射，促使花藥開裂，再進行授粉工作。或有父穗花藥成熟時，母本穎花已經閉合，則可將已閉合之穎花尖端剪一小洞，洞長約爲穎花全長五分之一，以利授粉而不影響其結實。綜合前述，育種工作者若能依據個別需求，愼選適當的去雄及授粉方式，則當可提高雜交之效率性。特別要注意的是，水稻各品種(系)之開花習性雖有前人之研究可供參考，但品種(系)間仍有若干的差異，尤其是父母本之親緣差異較大之組合，故雜交前應對擬採用之親本多觀察瞭解其特性，選擇適當的親本或進行恰當的栽培管理，如此才可提高雜交成功率，進而提高育種效率。

三、參考文獻

王啓杜。1948。水稻開花習性之研究。農報 2：206-254。

胡穎哲。1947。水稻出穗開花時間之新檢討。農報 1：17-21。

湯文通、萬雄。1947。本所之稻作雜交新法。農報 1：8-9。

彭金波。2000。淺論一種高效便捷的水稻雜交新技術。中國稻米 3：13。

渡邊忠夫。1951。水稻交配新法--改良溫湯去雄交配法。臺灣農林 5：23-25。

鄧耀宗、許東暉。1973。改良式水稻雜交法。農業研究 22：1-5。

蒯建敏、莫惠棟、惠大豐。1994。水稻花時與氣象因子的關係。中國水稻科學 8：79-84。

趙傳纓。1953。介紹熱氣法稻作人工授粉。臺灣農林 7：24。

Jodon, N.E. 1938. Experiments on artificial hybridization of rice. Agron. J. 30:294-305.

Nagato, K. 1941. An investigation in maturity of rice kernels in relation to the location on flower panicles of the plant. Proc. Crop Sci. Japan 13:156-169.

Ramiah, K. 1927. Artificial hybridization in rice. Agron. J. India 22:17.

Sharngapani, S.G. 1924. A few observations on paddy（*Oryza sativa*）crossing. Agron. J. India 19:48-50.