

「偷天換日」 ～水稻育種新技術

文／圖 ■ 羅正宗、陳榮坤

前言

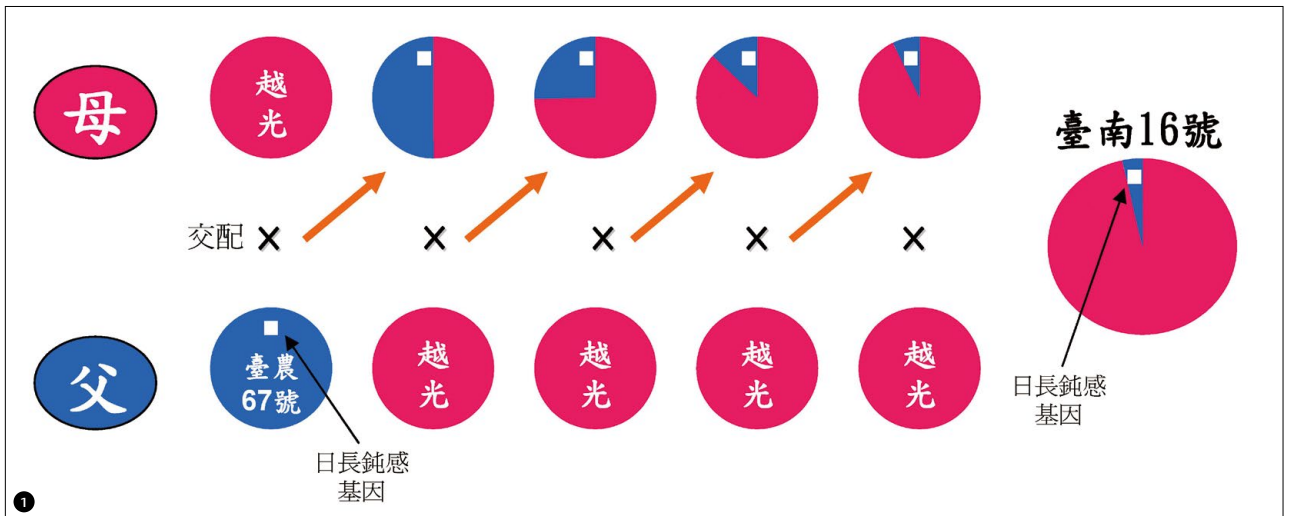
稻米為國人之主要糧食，也是種植面積最廣、農戶數最多的產業，目前國人對米飯之消費逐年減少，但對品質之要求日益提昇。全球氣象變遷所造成的生物與非生物性逆境，均是水稻生產之重大挑戰。克服相關挑戰之最有效途徑即是透過育種方法，育成品質、產量及逆境抗性均優的品種。作物育種技術開發已有長遠歷史，一般多以引種、選種及雜交育種等進行新品系之育成。臺灣自日據時代開始即進行適宜臺灣地區水稻生產的新品系之育種工作，持續至今，從早期引入大陸及日本品種至台試種，而後在臺灣進行雜交育種，成績也甚為豐碩，惟，如今面臨新的挑戰，除參考其他國家水稻品種特性之利用外，提升國內水稻育種效率與新技術之開發，將是克服水稻生產挑戰的利器。

日本水稻品種在臺灣生產環境下適應不良

由於地理位置的差異，日本水稻一年僅能一個期作從事生產，生育期約在5月至

9月，由於這段生育期正值夏天，太陽直射北半球，因此北半球高緯度國家（如日本）白天的時間比低緯度國家（如臺灣）長，我們稱日本為日長比較長的生長環境，相對台灣為日長比較短的環境。由於水稻生育特性，處於較短の日長環境下達到抽穗的日數會縮短（一般稱為短日植物），因而成熟期提早。台灣相對處於日長較短的環境，因此，日本環境育成的水稻品種因多具日長敏感性，移至台灣種植均會較日本提早抽穗而形成早熟品種。以日本知名水稻品種「越光」為例，在日本新潟縣生育期約為140天，在台灣一般一期作生育期約為100天、二期作約80天即可成熟收穫。越光品種因為對日長具有敏感性而提早開花，大幅的降低了產量與品質，直接影響農民收益與消費品質。

有些植物為了適應環境，演化出對日照長短敏感的特性，但是也可以利用這種特性增加農業生產的利益。例如彰化田尾地區的電照菊，利用菊花為短日照植物的特性，短日照可以促進開花，長日照則延遲開花；所以只要透過人為的照光改變日照長短，就可以調整菊花開花時期，達到最



① 分子標誌輔助回交育種流程

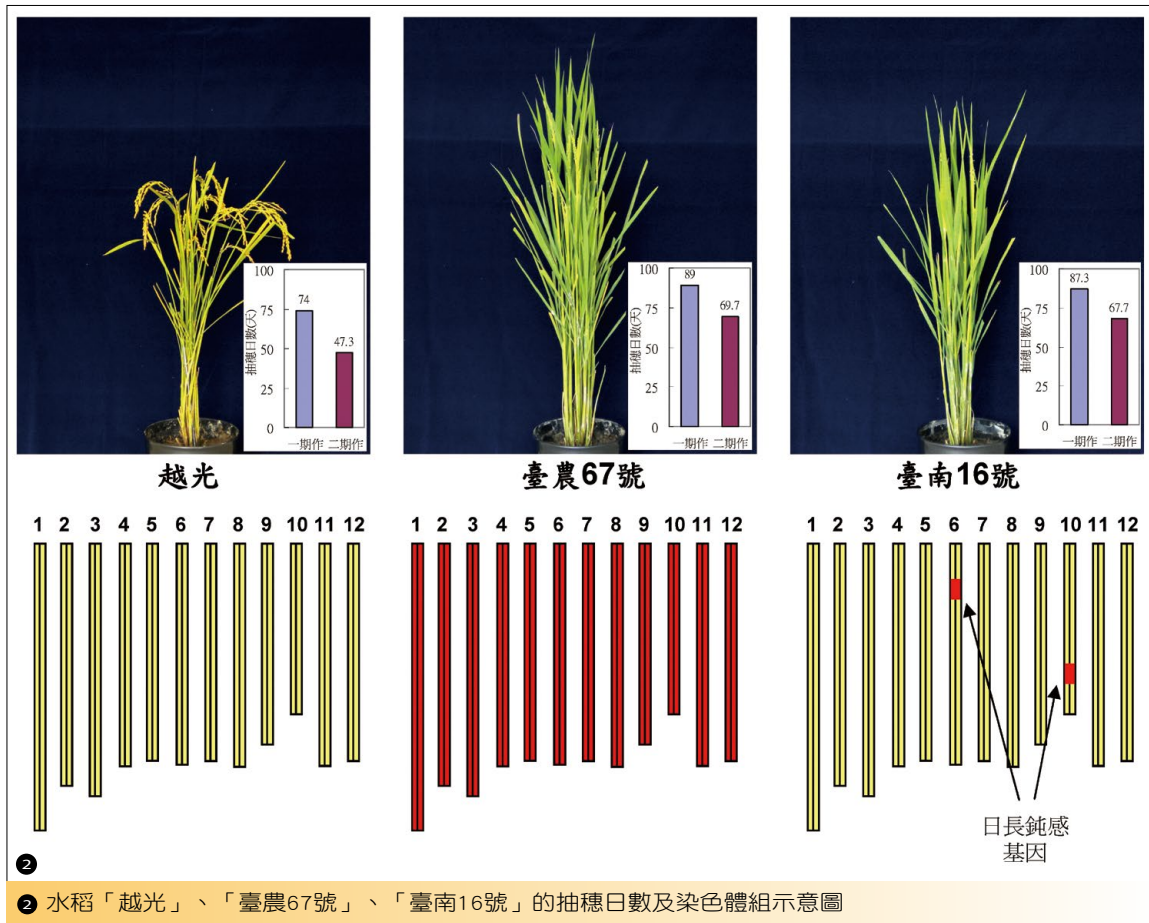
大的經濟效益，也可以讓消費者在一年四季都能夠買到菊花。

日本原產的「越光」品種，具備有米粒外觀優良、黏性強及口感風味佳等優點，常作為高級食米輸出日本海外，價格較其他種類的食米高昂。在臺灣，越光米亦深受消費者歡迎，價格居高不下。稻米是基本的糧食作物，在成本因素考量之下無法使用照光的技術進行大規模、大面積生產。而利用分子標誌輔助回交育種的技術，把臺灣本土水稻品種的日長鈍感基因導入「越光」，培育出一個抽穗開花期與臺灣本土水稻品種相近，但是遺傳背景大部分為「越光」的水稻新品種，就成為讓「越光」本土化最好的方法。本場與國立臺灣大學農藝學系合作，利用先進的分子標誌輔助選種技術改良日本「越光」品種，推出米粒外觀晶瑩剔透，米飯口感及稻穀產量更甚於「越光」的新品種「臺南16號」。此品種

為我國第一個利用分子標誌輔助選種技術育成的水稻品種，以非基因改造的方式將「越光」導入臺灣本土水稻品種特有的日長鈍感基因，育成一個大部分為「越光」遺傳背景，而且適合在臺灣環境下栽培的優質品種。

偷天換日～將「越光」導入日長鈍感基因

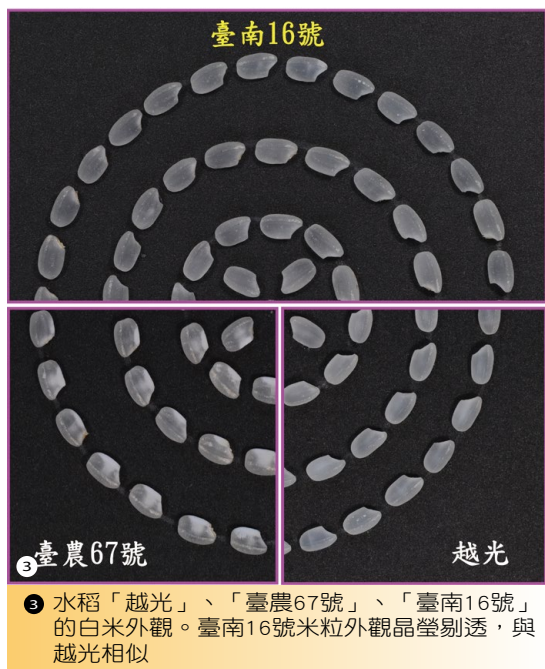
將「越光」導入日長鈍感基因的育種方法採用回交育種法，利用臺灣本土品種「臺農67號」作為提供日長鈍感特性的貢獻親，而「越光」則作為輪迴親。兩個品種進行交配，從其子代選出帶有「臺農67號」日長鈍感特性者，回頭再與「越光」交配，其子代同樣再選擇帶有「臺農67號」日長鈍感特性者再與越光品種交配，重複進行3到4次的回交，可以把日長鈍感特性『轉移』到「越光」。如此一來，後代的遺



傳背景會越來越接近日本的「越光」品種，但是仍然保有臺灣本土品種的日長鈍感特性。

但是傳統回交育種方法是以子代的外表形態表現（如植株高低、成熟期早晚等）作為選拔的依據，這些外表形態容易受到環境的影響，而造成無法精準選拔帶有日長鈍感特性的後代，選拔效率低落。為了提高回交子代的選拔效率，將「臺農67號」日長鈍感基因當作DNA分子標誌，在每一次篩選子代時，選擇帶有「臺農67號」日長鈍感基因，而且其它背景與「越

光」相近的子代，來進行下一次的回交（圖1）。如此不但可以取代田間冗長費工的形態選拔，還可以在不受到栽培氣候環境影響的情況下，精準的把「臺農67號」日長鈍感基因導入「越光」，大幅提升選拔的效率。這樣的育種技術稱為「分子標誌輔助選種」，而「臺南16號」就是我國第一個利用此類技術選拔出來的品種；該品種除了少數幾個日長鈍感基因來自「臺農67號」之外，其它的遺傳背景幾乎與「越光」沒有差別（圖2）。

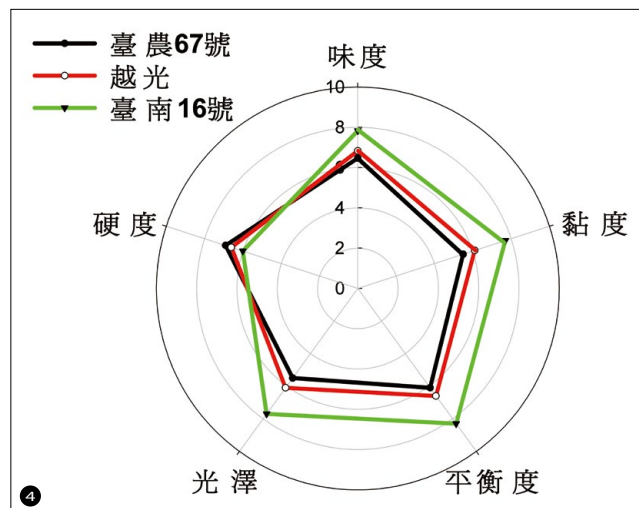


「臺南16號」產量及品質均優於越光品種

水稻「臺南16號」的遺傳背景與「越光」相近，相似度約95%，只有抽穗期較越光延遲，一期作延遲約13.3天，二期作延遲約20.4天（圖2），與臺灣本土栽培品種相近，可稱為「越光」抽穗期近似同源系，比「越光」更適合在臺灣氣候環境下栽培。該品種米粒外觀晶瑩剔透，透明度高，白垩質粒甚少，品質與越光相近（圖3）；米飯口感軟而黏，富有彈性及光澤，比「越光」更加優異（圖4）；而且因為抽穗期延遲導致生育時間增加的關係，產量比在臺灣氣候環境下種的「越光」增加30%以上，已經明顯改善越光之極早熟、產量低等缺點，成為適宜臺灣生產的高品質且穩產的水稻品種。

結語

生物科技的進步帶動農業研究的發展，在育種工具與技術的開發上亦有長遠進步，對水稻育種流程與操作當有深遠影響。但不管是育種人員或消費者，都應了解水稻新品系的育種流程最後仍須回歸田間選拔，育種選拔需要詳細的觀察與不斷試驗才能達成，是一門高深且具藝術性的學問。而導入現代生物技術的分子標誌輔助選種更是結合了傳統與現代的育種知識，未來在研發上不僅分子標記朝向更精準、更能快速偵測的角度往前邁進，相關的輔助技術的開發也需持續的研究及導入，惟有在各界互相合作共同研究下，才得以利用分子標誌輔助選種加速選育出切合農民及消費者需求的優良品種，此不僅能創造出農業的新價值，同時也將提供農業永續發展之動力。



4 水稻「越光」、「臺農67號」、「臺南16號」的米飯食味口感表現(味度為實測值除以10)。臺南16號米飯口感比越光更加優異