

面對全球暖化水稻耐淹品種 分子輔助育種之應用

作者：林妤姍（作物改良課助理研究員）
電話：037-222111#323

作者：張素貞（祕書辦公室研究員）
電話：037-222111#204

作者：繆韋瀚（嘉義大學
農藝學系碩士生）

水稻為世界主要的糧食作物，在糧食缺乏與氣候變遷的今日更有其重要性。近年來全球氣候暖化，颱風頻繁以及聖嬰現象頻頻發生造成海平面上升，洪水發生情形自然常伴隨而來。在許多地區，印度以及東南亞各國，常因為突如其來的豪雨加上排水設施不良造成農產損失難以估計。菲律賓國際稻米研究所（International Rice Research Institute, IRRI）在易洪澇地區開發適合栽種的稻米品種，以解決未來糧食的危機，如近期比爾蓋茲與梅琳達基金會亦投入相當可觀的資源，共同為消滅飢餓而努力。

洪澇（Flooding）對於水稻產量所造成的影響，是因為突如其來的大量洪水造成了缺氧逆境，因而使得產量急遽下降。學者認為其與植物體內荷爾蒙如GA及乙烯有密切關聯。在淹水逆境如何讓水稻產量損失最少策略，主要在尋找或育成耐淹品種，次在建立淹水後復耕技術。

1993年IRRI提出具耐淹性優良品系IR49830（-7-1-2-2），其親緣有FR13A、IR24及IR48等品種，其中FR13A為印度具耐淹之品種，由傳統遺傳分析，得知其為一對顯性基因所控制之特性。1996年Xu及Mackill等確認耐淹基因在第9條染色體後，2006年Fukao等利用分子標幟輔助回交育種技術（Marker-assisted backcrossing, MABC），成功的從耐淹水稻品種FR13A與不耐淹水稻品種M202雜交後裔中，將掌控淹水逆境表現型70%的數量性狀基因群定位、分析基因序列並加以命名。2006年

Xu等使用與Sub1基因緊密連鎖的RM219與RM464A等簡單重複序列標幟（Simple sequence repeats, SSR）的分子標幟（Molecular marker）完成水稻耐淹水基因Sub1基因定序。這被定位出來的三組基因群，命名為Sub1、Sub1B和Sub1C，其具有ERF（Ethylene-response-factor），一種在生物及非生物逆境之下調控轉錄因子的特殊結構域。利用回交育種方法，將源自FR13A地方種之耐淹基因Sub1，導入Swarna品種（該品種為印度當地品種，對病蟲害耐性高），並利用均勻分布於整個基因體的分子標幟選拔Swarna的遺傳質，加速回交時輪迴親的回復速度。由BC₁、BC₂、BC₃之F₁植株，選出具Swarna-sub1個體，最後再由選出F₁植株種子繁殖至BC₃F₂或BC₂F₃族群，於幼苗期即以分子標幟（SSR1、RM316、RM464、RM464A、RM219）篩選耐淹幼苗，選入植株再進行成株耐淹性的評估。2008年Septiningsih等利用RT-PCR測定淹水處理對照組織內mRNA量之差異，發現耐淹性除質之差異外，尚有量的問題。

2009年莫拉克颱風與八八水災後，水稻耐淹性水稻品種改良更顯重要，水稻育種及栽培技術應有新的觀念及視野。傳統作物育種以外表型（Phenotype）作為選拔的依據，每次雜交即將兩親本所有的好、壞的基因型及性狀合併至子代，再經由世代選拔逐步去蕪存菁，選出包含所欲改良性狀的子代。但在進行非生物逆境之作物改良選拔

的過程中，需考慮如非生物逆境的重疊性 (Multiple) 等因素，且掌控作物與非生物逆境耐受性相關基因大多為數量性狀基因座 (Quantitative trait loci, QTLs)，此類性狀容易受到環境因素的影響，使得僅由外表型進行選拔效果不佳。分子輔助育種直接進行基因型選拔取代傳統育種之外表型選種，藉由分子標幟技術及建構基因連鎖圖譜 (Linkage map)，育種者在進行物種間雜交 (Introgression) 所產生的子代中，只要選取與目標性狀緊密連鎖的分子標幟，便可直接的得知貢獻親的目標基因是否與輪迴親進行重組合 (Foreground selection, 前景篩選)，以輪迴親回交方式進行背景篩選 (Background selection)，準確的確認該品系的基因型。可在早期世代篩選目標品系，縮減育種年限，及減少以往需大量繁殖子代數量，找尋合適基因型所耗費的人力。

另外，在作物生育初期即可進行篩選，無需等到作物成熟，同時節省了育種所需的栽培面積與勞力。因此，傳統育種與分子育種必須結合。

本場於2009年6月7日至13日邀請國際稻米研究分子生物暨遺傳育種專家Dr. Micheal Thomson至本場協助分子輔助育種系統建立，並舉開「分子標幟在農業上之應用與展望」演講，與面對全球暖化水稻分子輔助育種選拔應用發展座談會及分子輔助育種研習會。透過國際合作及研習，引進國際稻米研究所 (IRRI) 之分子輔助育種技術，加速耐淹性水稻之品種選育。本次研習利用Dr. Thomson所提供分子標幟引子比較本場主要水稻雜交親本差異性，發現惟RM23887分子標幟可區分出6個親本之差異 (圖1)，並可區分具Sub1基因之品系與臺灣主要品種之差異性。

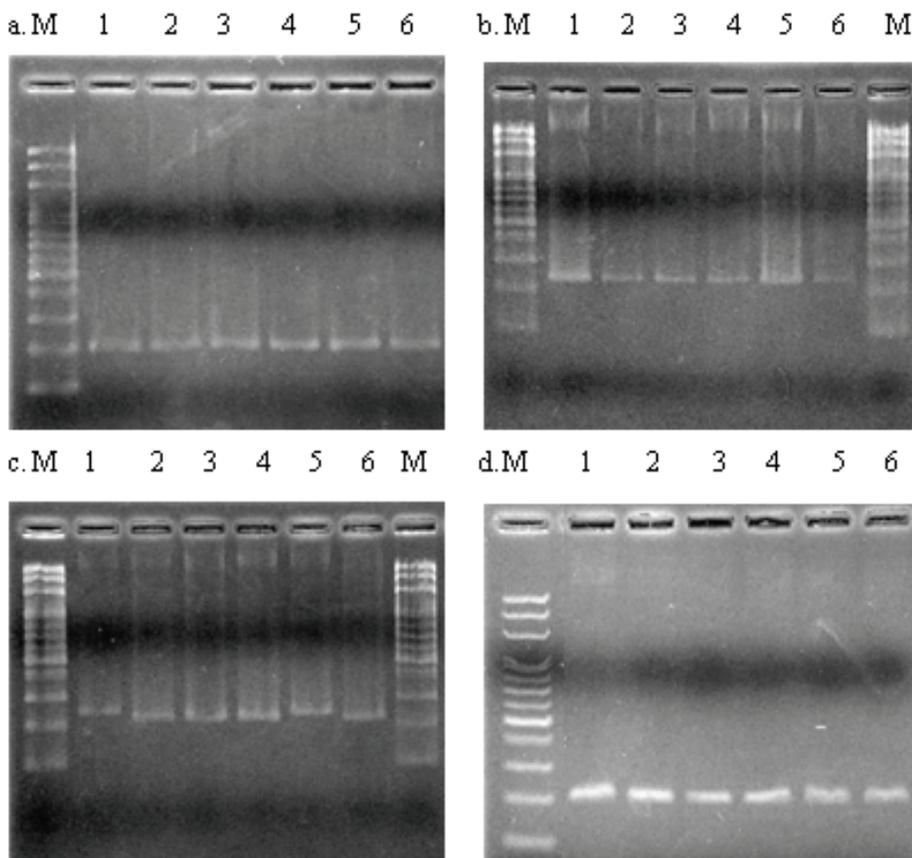


圖1. 利用水稻研習國際稻米研究分子生物暨遺傳育種專家Dr. Micheal Thomson所提供分子標幟引子區分本場主要雜交親本差異性。

檢測的品種 (系) 1: Swarna-Sub1、2: TCS10、3: TK14、4: IRBB7、5: IR64-Sub1、6: TK9。

檢測的品種(系)1: ML-GR-157、2: TCS10、3: TK14、4: IRBB7、5: ML-GR-153、6: TK9、a. RM8300、b. GnS2、c. RM23887、d. SC3
M: 標準分子量。