



水稻分子標誌輔助育種

之應用

文 / 林家玉

前言

DNA分子標誌自1980年代發展至今，在技術及基礎研究上已有相當之進展，目前多用於親緣鑑定、品種鑑定、種子純度檢驗及輔助育種等方向。其中輔助育種技術，其原理是利用特定的DNA序列與目標性狀基因之緊密連結，可作為雜交育種品系篩選之工具，有助於減少田間種植規模，提高育種效率。水稻於2005年公布日本晴(Nipponbare)全基因組核苷酸序列後，分子標誌之應用日益顯著，目前在高產、高品質、低白粉質粒、改善光敏感性、抗病、抗旱、

耐淹水及耐鹽等性狀皆有不錯之成果，本文即以改善光敏感性、低白粉質粒及耐淹水選育應用進行介紹。

水稻光不敏感性選育

水稻為短日照植物，在短日環境下會促進其抽穗開花。臺灣在經過多年的品種選育後，主要品種均為光不敏感性，然而由日本引進之品種越光(Koshihikari)仍為光敏感性，導致在臺灣種植時生育期較短，產量及品質皆有下降之情形，對此國內研究單位希望能改善此一性狀。臺南場於2007年將越光及光不敏感之臺農67號作為材料進行分

表1.南梗育1001044號與臺農67號及越光之抽穗期基因型、抽穗期及產量比較

Crop season	Accession	Genotype of eading date genes	Heading date (days)	Yield (kg/ha)	Yield index (%)
Second crop of 2010	TNG 67	<i>Hd6Hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	69.7 ^{az}	4,530.0 ^a	100.0
	Koshihikari	<i>hd6hd6-Hd1Hd1-Ehd1Ehd1</i>	47.3 ^c	1,502.7 ^b	33.2
	NKY 1001044	<i>hd6hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	67.7 ^b	4,211.4 ^a	93.0
First crop of 2011	TNG 67	<i>Hd6Hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	89.0 ^a	6,825.5 ^a	100.0
	Koshihikari	<i>hd6hd6-Hd1Hd1-Ehd1Ehd1</i>	74.0 ^c	5,657.0 ^b	82.9
	NKY 1001044	<i>hd6hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	87.3 ^b	7,348.5 ^a	107.7

(陳榮坤等，2012)

析，結果顯示兩品種在抽穗基因上之差異為*Hd1*，*Hd6*及*Ehd1*等3個基因之序列及功能，將此3個基因導入越光即能明顯改善其光敏感性。

為保留越光在米粒外觀及食味值之優良表現，希望僅導入目標性狀之基因。臺南場於2007年第2期作以越光為母本，臺農67號為父本進行雜交後，於2008、2009年共進行4次回交，以3個目標基因進行前景選拔(Foreground selection)，並利用87組SSR引子進行其背景選拔(Background selection)，於 BC_4F_1 (回交4次之雜交1代)時，除3個目標基因仍為異質結合體外，94.05-97.49%之基因型皆為越光之同質結合體，再以自交之方式固定目標基因，於 BC_4F_5 選出NKY1001044，即為2012年命名之臺南16號。臺南16號田間生育，其抽穗期方面，1期作較越光晚13.3天，較臺農67號早1.7天，2期作較越光晚20.4天，較臺農67號早2天；產量方面，1期作較臺農67號提高7.7%，2期作則低7%，與越光相較有明顯增產(表1)；白米外觀方面，與越光相近且優於臺農67號，顯示分子標誌輔助育種對於目標性狀之改進具有實用價值。

水稻低白粉質粒選育

白粉質粒，依其發生位置不同可分為心白、腹白及背白等，其主要發生原因是胚乳中澱粉及蛋白質粒堆積不密實而導致，會造成白米外觀表現不良。在

目前白米外觀品質規格中，CNS一等米之白粉質粒比例應在5%以下，因此較高的白粉質粒比例亦會造成市場價格降低。影響白粉質粒比例之因素，除了肥培管理、病蟲害防治及水稻充實期溫度以外，品種特性也是重要的因素，對此，本場與臺灣大學、桃園場、農試所嘉義分所合作，利用國內高產品種臺農67號及米粒外觀優良的越光雜交後裔之自交重組系進行與白粉質粒比例相關之分子標誌篩選，找出RM1248、CH0701及RM6306等分子標誌，並於後代選拔中選出豐產且米質優良的3個優良品系，分別為KTF2-65、KTF2-593及CYF2-133，於2013年的田間試驗結果，此三個品系之白粉質粒比例分別為0.6、0.5及1.7%，越光為1.0%，臺農67號則為8.4%，單株產量方面，分別為25.7、22.4及26.3公克，越光為12.5公克，臺農67號為33.3公克，顯示分子標誌在雜交育種品種改良上，針對目標性狀改進可有顯著之助益。

水稻耐淹水選育

在南亞及東南亞地區每年約有1,500萬公頃的水稻受到淹水影響，估計損失金額達10億美元，因此國際稻米研究所積極進行耐淹水之水稻品種選育。首先由耐淹水的FR13A中找出耐淹水的主效QTL基因座*Sub 1*，並選用印度及孟加拉共和國廣泛種植之Swarna品種作為母本，IR49830-7(帶有FR13A之*Sub 1*基因



之品系)作為父本進行雜交。為保留品種適應性，再以Swarna為父本進行2-3次回交，*Sub 1*基因以RM464等引子進行前景選拔，並利用23-56組具多型性之SSR引子進行其背景選拔。結果顯示，至BC₂F₁時選出之2個品系，除*Sub 1*基因外，分別具有87.2%及94.2%之基因與Swarna相同，將此2個品系分別進行選拔，分別於BC₃F₂及BC₂F₂時選出除*Sub 1*以外，基因型與Swarna幾乎相同之品系。此品系於田間測試，栽培14天之植株以淹水逆境處理10天，並於處理後21天進行檢定，以IR42為感性對照組，FR13A為耐性對照組進行試驗，結果顯

示Swarna-*Sub 1*存活率為41.9-69.9%，原Swarna則為8.4-32.8%，IR42為3.1-11.8%，FR13A為49.9-81.2%；栽培19天之植株以淹水逆境處理14天，於處理後6天進行檢定，並以IR42為感性對照組，IR49830-7為耐性對照組，Swarna-*Sub 1*存活率為70.9%，原Swarna則為15.6%，IR42為5.6%，IR49830-7為85.7%。顯示導入*Sub 1*基因對耐淹水具有明顯之改善效果(表2)。另於無淹水逆境下Swarna-*Sub 1*與Swarna產量分別為5,285及5,011公斤/公頃，顯示Swarna-*Sub 1*在產量上沒有受到明顯的影響。

表2. Swarna-*Sub 1*、Swarna、FR13A及IR49830-7之淹水耐性比較(以IR42為感性對照組)

品種(系)	<i>Sub 1</i> 基因有無	淹水耐性(%，存活百分比)		
		處理1*	處理2	處理3
IR42	-	3.1	11.8	5.6
Swarna	-	8.4	32.8	15.6
Swarna- <i>Sub 1</i>	+	41.9	69.9	70.9
FR13A	+	49.9	81.2	
IR49830-7	+			85.7

*處理1、2為栽培14天之植株以淹水逆境處理10天，於處理後21天進行檢定。

處理3為栽培19天之植株以淹水逆境處理14天，於處理後6天進行檢定。

(Neeraja *et al.*, 2007)

結語

利用分子標誌輔助育種選拔，除不易受植株生長期之影響外，也可有效篩選於外表型較難判別之數量性狀，不僅利於早期固定品系，避免目標性狀基因流失，亦可提高育種強度，且降低田間

栽種規模，為一種良好的育種工具。國內近年來因應氣候變遷，利用此技術積極進行各種耐旱、耐鹽、抗白葉枯病及抗稻熱病等品種(系)之選育，期能降低農友栽培風險及成本，並增加農友收益。