

## 分子輔助育種實例—臺南16號

陳榮坤<sup>1\*</sup>，林彥蓉<sup>2</sup>，陳正昇<sup>2</sup>，簡祥庭<sup>2</sup>，羅正宗<sup>1</sup>

<sup>1</sup>臺南區農業改良場

<sup>2</sup>國立臺灣大學

\*通訊作者信箱：rkuen@mail.tndais.gov.tw

### 摘 要

水稻新品種臺南16號原品系名稱為南梗育1001044號，係本場與臺灣大學農藝學系藉由分子輔助育種技術為工具，選育具有日本梗稻品種越光之優良稻米品質，且對光週期不敏感而能於臺灣廣泛種植的育種目標下，所選育的優良稻米品種。於2007年二期作利用越光為母本，抽穗期之貢獻親臺農67號為父本進行雜交，獲得之F<sub>1</sub>再與輪迴親本越光回交四次，分別產生BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>及BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>，每一個回交世代輔以分子標誌輔助進行前景篩選與背景篩選，確定導入臺農67號抽穗期基因，並挑選帶有較多越光基因體背景之個體進入下一世代的回交。2010年一期作於BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>世代選定9個單株，於2010年二期作及2011年一期作進入產量比較試驗及米質分析檢定，從中擇優選出南梗育1001044號。本品種抽穗期較越光延遲13.3~20.4天，屬於中晚熟品種，米粒外觀晶瑩剔透、白垩質率低，食味品質甚於越光，以及產量高於越光30%以上等優良特性，已明顯改善越光在臺灣栽培之極早熟、產量低等缺點，為適合於臺灣環境下栽培的優質品種。本品種之命名，代表良質米研究團隊現正積極推動分子輔助育種技術作為水稻特性改良之育種工具，具有高度可靠性，可提升水稻育種效率，對我國稻米品質持續提昇、建立本土稻米品牌及增加農民收益等方面均有所助益，深具強化稻米產業競爭力。

**關鍵字：**水稻、稻米品質、育種、分子標誌輔助選種。

## 前 言

水稻傳統育種選拔一般自雜交選拔至新品種育成，期間約八至十年，耗時費力。外表型性狀表現容易與環境產生交感，選拔效率不彰，近年來生物技術快速發展，2005年水稻基因體解序後，分子標誌輔助選拔(marker-assisted selection, MAS)可有效進行數量性狀基因型選拔而於育種計畫的角色日顯重要。MAS是以分子標誌基因型作為選拔的依據，於植株幼苗即可進行檢測及選拔，並能在早期世代進行篩選作業，減少土地、人力的耗費，大幅提高育種效率及準確性(Collard *et al.*, 2008)。分子標誌應用於育種選拔可分為前景選拔(foreground selection)和背景選拔(background selection)，前景選拔是根據基因的功能性分子標誌或緊密連鎖的分子標誌作為篩選依據，可導入一個或是堆砌數個標的基因，尤其對於形態不容易鑑定的性狀之利用性最大，或同時堆砌數個不同數量性狀的基因以開發新品種亦十分有利；背景選拔則利用均勻分布於全基因體之多型性分子標誌作為篩選依據，以回復特定親本之基因體，特別適用於輔助回交育種，可大幅縮短育種時程。目前分子標誌輔助選種已廣泛應用於水稻育種研究中，如抗病、抗蟲、耐淹水、耐旱、耐鹽、半矮性、株高、穀粒重及抽穗期等(Collard *et al.*, 2008; Jena *et al.*, 2008)。

日本水稻稈型品種越光(*Oryza sativa* ssp. *japonica* cv. *Koshihikari*)自1956年登錄命名以來，即以米粒透明度高、低心腹白、黏性強及食味佳等優點，自1979年登上日本水稻栽培面積首位之後，至2005年仍為日本栽培面積最大的品種，栽培面積達38%，亦為其它新品種育成之主要親本(日本水稻品種特性檢索網站，<http://ineweb.narcc.affrc.go.jp/index.html>)。然而日本國土狹長，不同緯度所造成的溫度與日長差異，對於越光的品質有很大的影響。為使廣受市場歡迎的光敏感性品種越光可廣泛種植於日本各地，日本國內的農業試驗研究單位以越光為輪迴親，利用MAS導入秈稻品種Kasalath喪失功能的*Hd1* (Yano *et al.*, 2000)及在長日下具有延遲抽穗功能的*Hd4*、*Hd5*與*Hd6* (Lin *et al.*, 2003)，育成4個越光近似同源系(nearly isogenic lines, NILs)，分別命名為Kanto IL1 (*Hd1*)、Wakei 367 (*Hd6*)、Wakei 370 (*Hd4*)

與Wakei 371 (*Hd5*)。這些NILs除了抽穗期，其它農藝性狀與生理特性，幾乎與越光沒有差別，可適應日本不同地區的栽培環境(Takeuchi *et al.*, 2006)。臺灣越光米深受消費市場歡迎，價格居高不下。直接自日本引種越光種植於臺灣環境時，由於對光週期的敏感性，在臺灣短日照環境下，呈現抽穗極度提早，產量及米質降低的情形，不利於農民栽培生產與市場行銷。目前臺灣的栽培品種經過長年的一、二期作連續選育後，大部份均對於光週期呈現不敏感，可作為改良越光對光週期敏感性所需之光不敏感性基因的種原。

為選育具有越光優良品質，且對光週期不敏感而能於臺灣廣泛種植的優良稻米品種，將光不敏感性的稈稻臺農67號品種作為導入光不敏感性基因的種原，並以越光為輪迴親本，利用MAS輔助回交選種，於2011年選育出抽穗期比越光延遲之中晚熟越光近似同源系南梗育1001044號，於2012年命名為臺南16號。臺南16號於臺灣氣候環境條件栽種，其糙米心、腹白少，具有越光優異的米質外觀特性，米飯食味及稻穀產量更甚於越光，可迎合消費者對高品質米飯的需求，頗具推廣價值。

### 親本來源及特性

選擇日本水稻品種越光為輪迴親(母本)，對日長不敏感的臺灣栽培品種臺農67號為父本，利用分子標誌技術輔助選拔後代，以回交法進行育種。兩親本特性如下：

越光：原產於日本的水稻稈型品種，具有白垩質低、黏性強及口感風味佳等優點的食用米種，因此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。在臺灣栽培環境下，對日長敏感導致極早熟、生育期短，穀粒脫粒性低，植株軟弱、易倒伏，產量低下。

臺農67號：農業試驗所於1978年登記命名的品種，對日長不敏感，中晚熟，強桿不易倒伏，適應性廣，具有穩定高產潛力，為1980~1999年間臺灣地區主要栽培品種。

## 育成經過

臺南16號原品系名稱為南梗育1001044號，係利用越光為母本，抽穗期之貢獻親臺農67號為父本，於2007年二期作進行種植與雜交，獲得之F<sub>1</sub>再與輪迴親本越光回交四次，分別產生BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>及BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>，每一個回交世代輔以MAS前景篩選與背景篩選，確定導入抽穗期基因，並挑選帶有較多越光基因體背景之個體進入下一世代的回交。2010年一期作於BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>世代選定9個單株，於2010年二期作及2011年一期作進入產量比較試驗及米質分析檢定，從中擇優選出南梗育1001044號。其親源系譜圖及選育過程分別如圖1及圖2所示。

### (一)貢獻親之抽穗期基因型判定

分析已選殖的6個抽穗期基因(*Hd1*、*Hd3a*、*Hd6*、*Ehd1*、*Ghd7*與*SE5*)，發現越光與臺農67號於*Hd1* (染色體6)、*Hd6* (染色體3)及*Ehd1* (染色體10)等3個基因存在序列與功能上的差異(Chen *et al.*, 2010)，並將該3個基因作為導入越光的抽穗期目標基因。

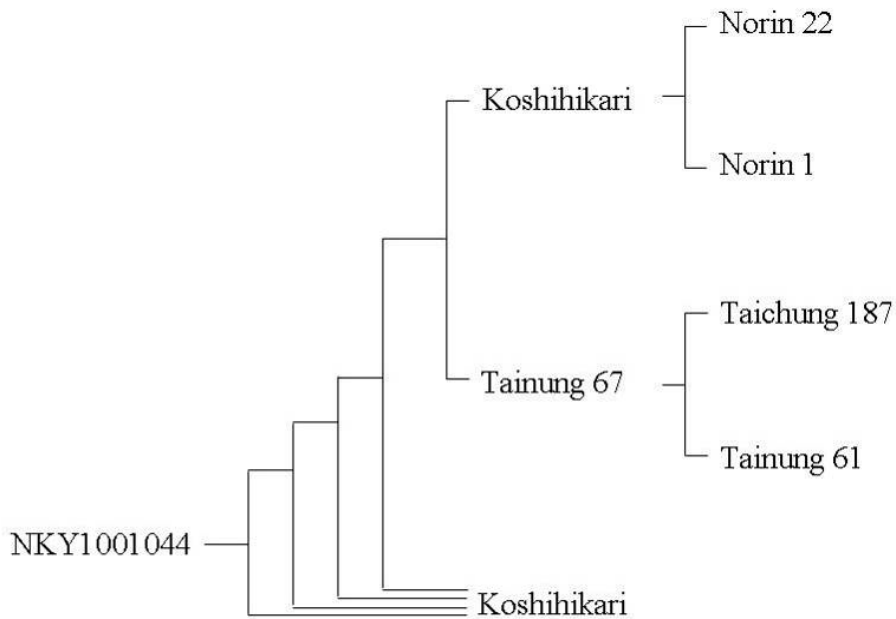


圖 1.水稻品系南梗育 1001044 號之譜系

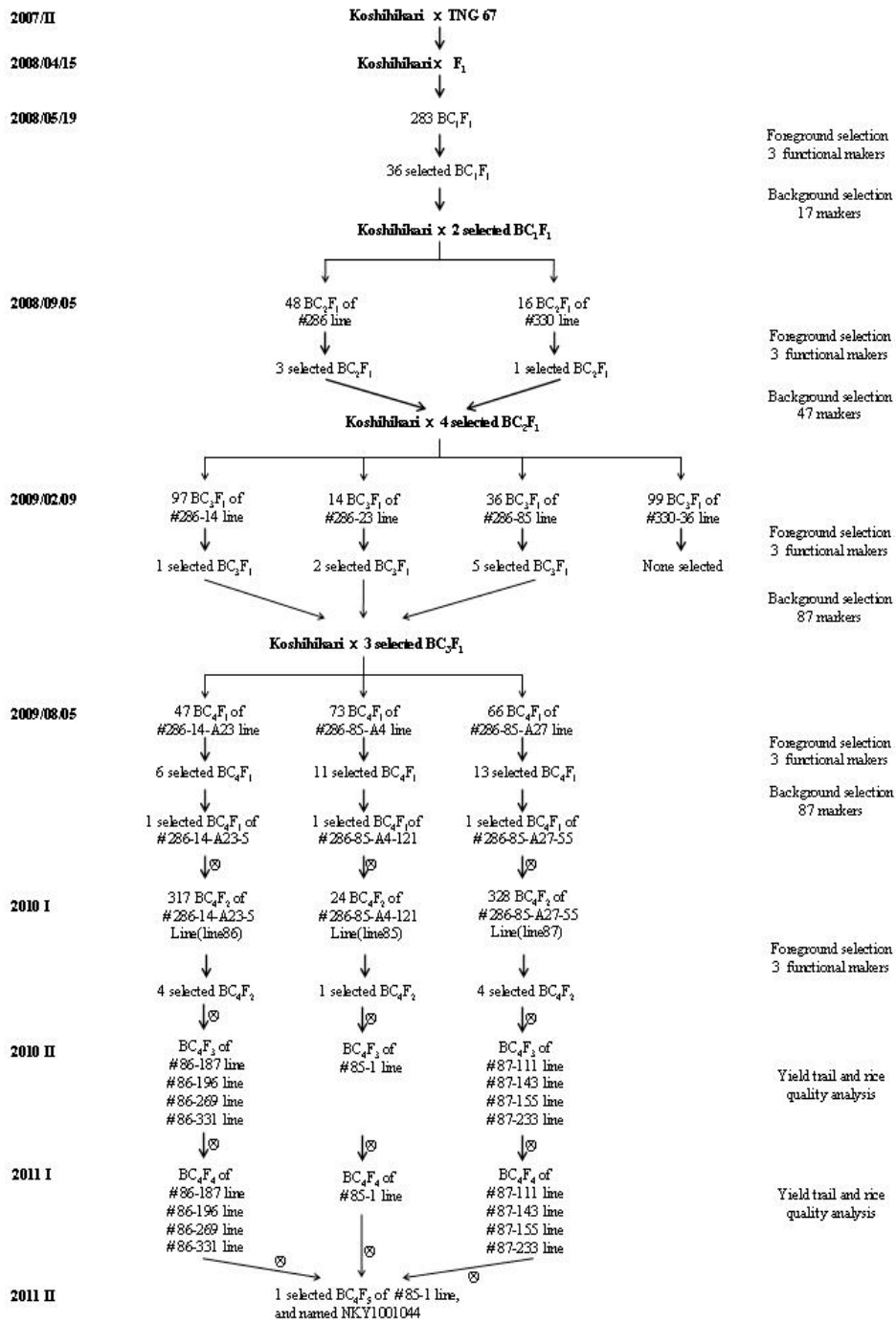


圖 2.水稻品系南稈育 1001044 號之選育過程

## (二)前景選拔與背景篩選

依3個抽穗期目標基因設計3個功能性分子標誌做為前景篩選，分別為indel形式的*Hd1*功能性分子標誌、CAPs形式的*Hd6*功能性分子標誌與dCAPs形式的*Ehd1*功能性分子標誌。背景篩選的分子標誌則有87個，為越光與臺農67號之間具多型性的SSR和indel分子標誌，其平均間距為17.3 cM。育種流程中，於BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>及BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>世代使用3個功能性分子標誌選拔異質結合個體(*Hd6hd6/Hd1hd1/Ehd1ehd1*)，BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>世代使用3個功能性分子標誌選拔同質結合個體(*hd6hd6/hd1hd1/ehd1ehd1*)，並於各世代進行數量不等的多型性分子標誌篩選越光基因體背景。由283株BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>、64株BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>、和147株BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>分別選拔出2株、4株和3株做為父本與越光回交，再從186株BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>挑選出# 286-14-A23-5、# 286-85-A4-121與# 286-85-A27-55，分別帶有94.05%、97.49%與97.08%之越光基因體(Chen *et al.*, 2010)。最後從BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>挑選出9株抽穗期延遲且3個功能性分子標誌為隱性同質結合之個體進行族群種植，以調查農藝性狀及進行產量比較試驗，並分析米質外觀與食味。

## (三)產量比較試驗及農藝性狀分析

產量比較試驗於臺南區農業改良場嘉義分場(嘉義縣鹿草鄉)進行，田間種植採逢機完全區集設計(randomized complete block design)，三重複，每小區56株，行株距30×15公分。以小區族群內單株抽穗達50%之移植後天數作為抽穗期，收穫前每小區逢機量測株高及穗數各10株，於成熟期各小區逢機收取3株進行產量構成因素調查，最後將剩餘稻株收割脫粒、烘乾並稱取乾穀重量，依行株距及株數推算產量。各小區調查完畢之稻穀再進一步分析米質外觀與食味。

## (四)米質外觀與食味分析

### 1. 糙米外觀分析：

每小區稻穀稱取樣品500 g，碾製成糙米後，以米粒外觀品質判別器(rice quality selector, model RGQI 10B, Satake Co., Hiroshima, Japan)進行乳白率、腹白

率、基白率、長度、寬度及厚度檢測，每樣品2000粒糙米。

2.糙米粗蛋白質含量分析：

每小區之糙米樣品以穀粒成分分析儀(*grain composition analyzer, model AN 800, Kett Co., Tokyo, Japan*)進行粗蛋白質含量分析。

3.白米味度分析：

每小區稱取糙米樣品300 g，依重量碾除糙米外層10%，所得白米稱取33 g 利用味度計(*taste meter, model MA-30, Toyo Co., Wakayama, Japan*)測定味度值 (*palatability score of MA-30*)，每樣品測定需時15分鐘。

4.白米食味計分析：

每小區稱取30 g白米樣品，以炊飯食味計(*rice taste analyzer, model STA1A, Satake Co., Hiroshima, Japan*)依機械操作程序煮飯後，檢測米飯之外觀光澤、黏度、硬度及平衡度。

(五)統計分析：

農藝性狀、產量構成因素及米質外觀調查資料以SAS統計軟體(*statistical analysis system*)以GLM (*general linear model*)程式進行最小差異顯著性(*least significant difference*)測驗分析。

### 抽穗期基因型分析及抽穗期比較

不同抽穗期基因型組合會形成不同日數的抽穗期(表1)，日本稈稻越光品種帶有顯性的*Hd1*、*Ehd1*光週期敏感基因與隱性的*hd6*光週期敏感基因(在長日照下)，栽種於日本時具有良好的品質與產量；但是在臺灣環境下栽培時，對光週期敏感而提早抽穗，於2010年二期作抽穗期為47.3天，2011年一期作抽穗期為74.0天。臺農67號為臺灣育成之優良栽培品種，帶有隱性*hd1*、*ehd1*光週期不敏感的基因與顯性*Hd6*光週期不敏感基因，於2010年二期作抽穗期為69.7天，2011年一期作抽穗期為89.0天。

利用分子輔助選種將臺農67號三個抽穗期基因*hd1*、*Hd6*和*ehd1*導入越光中，經由BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub>之抽穗期分析後，基因型*hd1hd1 hd6hd6 ehd1ehd1*個體之抽穗期為最長(Chien *et al.*, 2011)。而衍生帶有不同抽穗期基因的近似同源系，經產量試驗及品質檢定後，於BC<sub>4</sub>F<sub>5</sub>選拔出南稈育1001044號。南稈育1001044號帶有臺農67號隱性*hd1*、*ehd1*光週期不敏感基因與越光隱性的*hd6*光週期不敏感基因，其抽穗期無論是一、二期作，均介於二親本之間，而且差異顯著；本品系抽穗期於2010年二期作為67.7天，2011年一期作為87.3天，比越光抽穗延遲13.3~20.4天，較臺農67號提早抽穗僅1.7~2.0天。

表 1. 於 2010 年二期作及 2011 年一期作，水稻臺農 67 號、越光及南稈育 1001044 號之抽穗期基因型、抽穗日數及產量比較

Crop season	Accession	Genotype of heading date genes	Heading date	Yield	Yield index
			(days)	(kg/ha)	(%)
Second crop of 2010	TNG 67	<i>Hd6Hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	69.7 <sup>az</sup>	4530.6 <sup>a</sup>	100.0
	Koshihikari	<i>hd6hd6-Hd1Hd1-Ehd1Ehd1</i>	47.3 <sup>c</sup>	1502.7 <sup>b</sup>	33.2
	NKY1001044	<i>hd6hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	67.7 <sup>b</sup>	4211.4 <sup>a</sup>	93.0
First crop of 2011	TNG 67	<i>Hd6Hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	89.0 <sup>a</sup>	6825.5 <sup>a</sup>	100.0
	Koshihikari	<i>hd6hd6-Hd1Hd1-Ehd1Ehd1</i>	74.0 <sup>c</sup>	5657.0 <sup>b</sup>	82.9
	NKY1001044	<i>hd6hd6-hd1hd1-ehd1ehd1</i>	87.3 <sup>b</sup>	7348.5 <sup>a</sup>	107.7

<sup>z</sup> Values of same column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level of least square difference test.

### 產量比較試驗及農藝性狀分析

以臺農67號為對照品種，進行南稈育1001044號及越光之產量比較試驗。試驗結果顯示(表1)，南稈育1001044號稻穀產量於2010年二期作較臺農67號減產7%，較越光增產180.3%，2011年一期作則分別較臺農67號及越光增產7.7%與29.5%；南稈育1001044號與臺農67號之稻穀產量在一、二期作差異均不顯著，而與越光之稻穀產量呈顯著差異，尤其在二期作，產量達越光2.8倍以上。顯示南稈育1001044



號在臺灣栽培環境下之稻穀產量，具有明顯優於越光並且與臺灣栽培品種相近的優良特性。

南稈育1001044號、越光及臺農67號之農藝性狀分析結果如表2所示。南稈育1001044號之株高無論在一、二期作均為最高，臺農67號次之，越光最矮；單株穗數在2010年二期作以南稈育1001044號最多，2011年一期作則無顯著差異；穗長、穗重、一穗穎花數及千粒重以臺農67號最高，南稈育1001044號次之，越光最低；南稈育1001044號之稔實率於2011年一期作略高，2010年二期作則無顯著差異。顯然南稈育1001044號株高較越光稍高而適於機械採收，並且在單株穗數、穗長、穗重、一穗穎花數及千粒重等農藝性狀的表現均較越光優良。

表 2. 於 2010 年二期作及 2011 年一期作，水稻臺農 67 號、越光及南稈育 1001044 號之農藝性狀分析

Crop season	Cultivar	Plant height	Panicle number	Panicle length	Panicle weight	Spikelet per panicle	Fertility (%)	1000 grain weight
		(cm)	(no.)	(cm)	(g)	(no.)	(%)	(g)
Second crop of 2010	TNG 67	92.9 <sup>az</sup>	9.0 <sup>b</sup>	19.6 <sup>a</sup>	2.85 <sup>a</sup>	114.1 <sup>a</sup>	87.5 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>
	Koshihikari	75.8 <sup>b</sup>	9.2 <sup>b</sup>	17.5 <sup>b</sup>	1.47 <sup>c</sup>	67.5 <sup>c</sup>	90.8 <sup>a</sup>	23.4 <sup>b</sup>
	NKY1001044	97.0 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	18.9 <sup>a</sup>	2.29 <sup>b</sup>	97.4 <sup>b</sup>	88.3 <sup>a</sup>	23.7 <sup>b</sup>
First crop of 2011	TNG 67	106.9 <sup>b</sup>	11.4 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup>	123.1 <sup>a</sup>	95.7 <sup>b</sup>	26.5 <sup>a</sup>
	Koshihikari	97.8 <sup>c</sup>	10.6 <sup>a</sup>	16.9 <sup>c</sup>	2.18 <sup>c</sup>	80.4 <sup>c</sup>	96.3 <sup>ab</sup>	24.2 <sup>b</sup>
	NKY1001044	114.2 <sup>a</sup>	12.2 <sup>a</sup>	18.1 <sup>b</sup>	2.91 <sup>b</sup>	108.1 <sup>b</sup>	97.4 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>

<sup>Z</sup> Values of same column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level of least square difference test.

### 糙米外觀品質檢定

以產量比較試驗之稻穀為材料，進行糙米外觀品質分析，分析結果如表3所示。南稈育1001044號糙米外觀在乳白率、腹白率及基白率的表現相當優異，介於3.9~5.2 %之間，與越光無顯著差異，明顯優於臺農67號，在一、二期作皆然。南稈育1001044號之粒形表現，其糙米長度於2010年二期作與越光相同，2011年一期

作則稍短於越光，臺農67號糙米粒形最短；南稈育1001044號之糙米寬度介於臺農67號與越光之間，然而在2011年一期作差異未顯著；南稈育1001044號糙米厚度在2010年二期作表現較薄，低於臺農67號與越光，然而在2011年一期作之糙米厚度與越光相同。整體而言，南稈育1001044號之糙米外觀品質與越光相近而優異，但粒形受不同期作環境影響而與越光稍有差異。

表 3. 於 2010 年二期作及 2011 年一期作，水稻臺農 67 號、越光及南稈育 1001044 號之糙米外觀性狀分析

Crop season	Cultivar	Milky white (%)	Base white (%)	White belly (%)	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)
Second crop of 2010	TNG 67	12.3 <sup>az</sup>	8.2 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	4.79 <sup>b</sup>	2.89 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
	Koshihikari	5.2 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	4.88 <sup>a</sup>	2.60 <sup>c</sup>	1.88 <sup>a</sup>
	NKY1001044	5.0 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>	4.88 <sup>a</sup>	2.71 <sup>b</sup>	1.83 <sup>b</sup>
First crop of 2011	TNG 67	11.4 <sup>a</sup>	18.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	4.61 <sup>c</sup>	2.85 <sup>a</sup>	1.83 <sup>b</sup>
	Koshihikari	3.8 <sup>b</sup>	0.9 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	4.98 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>
	NKY1001044	3.9 <sup>b</sup>	2.6 <sup>b</sup>	0.9 <sup>b</sup>	4.81 <sup>b</sup>	2.84 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> Values of same column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level of least square difference test.

### 食味品質檢定

以產量比較試驗之稻穀為材料，檢測糙米粗蛋白質含量，以及白米米飯之食味特性與味度值，分析結果如圖3所示。當糙米粗蛋白質含量愈高，則米飯之官能食味表現可能愈差。南稈育1001044號之糙米粗蛋白質含量均為最低，優於越光及臺農67號，而且無論在一、二期作，表現均相當穩定。此外，南稈育1001044號米飯硬度最低，口感相對較軟，米飯外觀光澤、口感平衡度及黏度均比越光及臺農67號佳；味度值於2010年二期作及2011年一期作分別為72.0分及74.3分，優於越光的66.3分及69.3分，更遠高於臺農67號的味度值。綜合以上結果顯示，南稈育1001044號之食味品質不但承襲越光的優良特性，並且有更優於越光的品質表現。

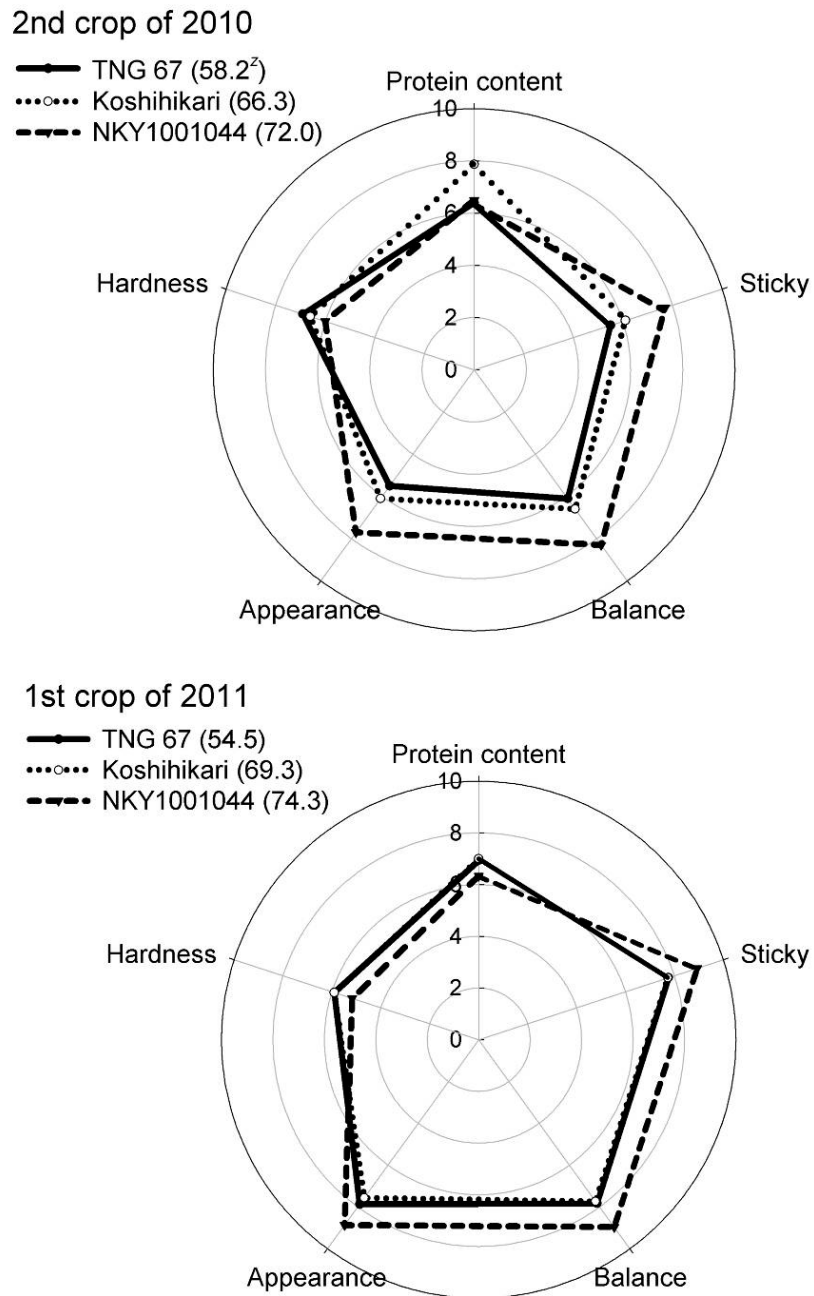


圖 3. 於 2010 年二期作及 2011 年一期作，水稻臺農 67 號、越光及南稈育 1001044 號之食味品質分析  
<sup>z</sup> Palatability score

## 結 語

水稻新品種臺南16號為日本越光品種之抽穗期近似同源系，是臺灣第一個利用分子標誌輔助選種技術育成的品種。本品種抽穗期較越光延遲，屬於中晚熟品種，米粒外觀晶瑩剔透，食味品質甚於越光，並且具有產量穩定的特性，已明顯改善越光之極早熟、產量低等缺點，適合臺灣地區栽培。本品種之命名，代表良質米研究團隊現正積極推動分子輔助育種技術作為水稻特性改良之育種工具，具有高度可靠性，可提升未來水稻育種效率，對我國稻米品質持續提昇、建立本土稻米品牌及增加農民收益等方面均有所助益，深具強化稻米產業競爭力。

## 參考文獻

1. Chen C. S., R. K. Chen, H. H. Chin, and Y. R. Lin. 2010. Introgression of three heading date genes, *hd1*, *Hd6*, and *ehd1*, to *Oryza sativa* L. *japonica* cv. Koshihikari by marker-assisted selection. *Crop Environ. Bioinform.* 7: 1-20.
2. Chien H.T., R. K. Chen, A. L. Hour, C. S. Chen, and Y. R. Lin. 2011. The Effects of *Hd1*, *Hd6*, and *Ehd1* on rice heading date. *Crop Environ. Bioinform.* 8: 45-57
3. Collard B. C. and D. J. Mackill. 2008. Marker-assisted selection: An approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 363: 557-572.
4. Jena K. K. and D. J. Mackill. 2008. Molecular markers and their use in marker-assisted selection in rice. *Crop Sci.* 48: 1266-1276.
5. Lin H. X., Z. W. Liang, T. Sasaki, and M. Yano. 2003. Fine mapping and characterization of quantitative trait loci *Hd4* and *Hd5* controlling heading date in rice. *Breed Sci.* 53: 51-59.
6. Takeuchi Y., T. Ebitani, T. Yamamoto, H. Sato, H. Ohta, H. Hirayashi, H. Kato, K. Ando, H. Nemoto, T. Imbe, and M. Yano. 2006. Development of isogenic lines of rice cultivar Koshihikari with early and late heading by marker-assisted selection. *Breeding Sci.* 56: 405-413.

7. Yano M., Y. Katayose, M. Ashikari, U. Yamanouchi, L. Monna, T. Fuse, T. Baba, K. Yamamoto, Y. Umehara, Y. Nagamura, and T. Sasaki. 2000. *Hdl*, a major photoperiod sensitivity quantitative trait locus in rice, is closely related to the *Arabidopsis* flowering time gene *CONSTANS*. *Plant Cell* 12: 2473-2483.

## ABSTRACT

A new rice variety “Tainan 16” originated from NKY1001044 was developed by marker-assisted backcrossing. Tainan 16 which inherits the excellent eating quality from *japonica* rice variety, Koshihikari, but without photoperiod sensitivity, is expected to be cultivated in Taiwan broadly. Koshihikari as the female parent was crossed to Tainung 67 (TNG 67) as the male parent in the second crop season of 2007, and then the F<sub>1</sub> was backcrossed to the recurrent parent, Koshihikari, for four times. The progeny of each generation, BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>, BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>, and BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>, were selected for backcross by implementation of marker-assisted selection, for which three heading date alleles of TNG 67 were used as foreground selection, and homozygous Koshihikari genotypes of markers covered rice genomes were used as background selection. Nine selected BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub> individuals were planted in first crop season of 2010 and were assessed for agronomic traits, yield components, and grain quality in the second crop season of 2010 and first season crop of 2011. As the consequence, NKY1001044 was selected for further field trials. NKY1001044 is middle-late mature and headed later than Koshihikari did for 13.3-20.4 days. The grain appearance of NKY1001044 is translucent and little chalky, the eating quality of NKY1001044 was better than Koshihikari's. In addition, NKY1001044 produced 30% of grain yield more than Koshihikari did. We expect that the implementation of marker-assisted selection can enhance rice breeding efficiency, increase the revenue of farmers, and strengthen the competence of rice industry in Taiwan.

**Key words:** Rice, grain quality, breeding, marker-assisted selection.