

# 臺灣粳型水稻品種隨機型 SNP 分子標誌 資料庫的建構<sup>1</sup>

陳榮坤<sup>2</sup>、蔡孟勳<sup>3</sup>、陳凱儀<sup>4</sup>

## 摘 要

陳榮坤、蔡孟勳、陳凱儀。2013。臺灣粳型水稻品種隨機型 SNP 分子標誌資料庫的建構。臺南區農業改良場研究彙報 61：15-28。

本研究針對臺灣粳型水稻品種進行隨機型 SNP 分子標誌資料庫的初步開發，以應用於遺傳歧異度分析、品種鑑定、數量性狀基因座定位，及分子標誌輔助選拔等多功能使用。為開發臺灣粳型水稻之 SNP 分子標誌，首先比對九個臺灣粳稻品種重新定序的基因體組資料，並參考日本農業生物資源研究所（NIAS）針對日本粳稻品種所開發的隨機型 SNP 分子標誌，由其中挑選 144 個均勻散佈於水稻基因體組的 SNP 位點，再自臺灣各稻作育種改良場所收集共 460 個品種（系），包括各改良場所已育成之品種、及雜交育種通常使用的優良親本，以 Illumina BeadXpress 平臺鑑定該 460 個品種的基因型。結果共成功開發 123 個在粳稻品種間具有多形性之 SNP 分子標誌，成功率達 85%；並依據研究結果，提出後續 SNP 分子標誌開發的策略與方法。

**關鍵詞：**單一核苷酸多型性、分子標誌、粳稻

接受日期：2013 年 1 月 23 日

## 前 言

作物 DNA（deoxyribonucleic acid）分子標誌技術發展至今將近 20 年的時間裡，已經能逐步實際達成產業應用的需求。從早期的品種鑑定，發展迄今已能常態性進行數量性狀基因座的遺傳定位與使用功能性分子標誌（functional marker）進行回交輔助選種，甚至包括了未來可預見的基因體選種（genomic selection）方法。上述產業應用得以落實的主要因素是基因型鑑定技術的翻新、以及基因型鑑定價格的快速下降。臺灣對於能將 DNA 分子標誌技術落實應用至產業的速度落後世界先進國家大約有 5 至 10 年的時間。以水稻為例，水稻是目前全世界公共遺傳資源工具最為齊備的作物，也是臺灣最重要的糧食作物。臺灣大約在 3 年前才開始有計劃性地自國外引入在稻作生產上與重要農藝性狀相關的功能性分子標誌（例如白葉枯病抗病基因 *Xa21*），並開始對不同的重要農藝性狀進行分子標誌輔助回交選種的工

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 404 號。
2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場助理研究員。
3. 國立臺灣大學生物科技研究所副教授。
4. 國立臺灣大學農藝學系助理教授。

作<sup>(3,4)</sup>。然而，臺灣水稻育種改良主要以粳型水稻為雜交親本及育種目標，對於現有稻種於各種重要農藝性狀所具有的優良對偶基因型仍然缺乏系統性地探勘，主要原因即是缺少隨機型分子標誌的基因型資料庫，而無法執行數量性狀基因座定位工作與分子標誌輔助選種的背景選拔。國內學者曾經嘗試針對臺灣粳稻進行系統性地開發隨機型 SSR (simple sequence repeat) 分子標誌的研究，卻遭遇困難<sup>(2,6)</sup>，因為粳稻間的遺傳歧異度低，很難使用 SSR 分子標誌技術，找到足夠數量而且具有多型性的 SSR 分子標誌。

單一核苷酸多型性 (SNP, single nucleotide polymorphism) 分子標誌的開發，是國際水稻基因體組定序團隊在 2005 年完成第一個水稻全基因體組定序後的工作重點，但由於當時核酸定序的經費十分昂貴，因此 SNP 分子標誌開發的工作也是透過原基因體組定序的國際團隊進行。日本因為國內的稻米生產都是使用粳稻品種，因此日本自行開發以溫帶粳稻品種為主的 SNP 分子標誌，並未加入由國際稻米研究所 (International Rice Research Institute) 與美國康乃爾大學研究團隊以秈稻品種為主的 SNP 分子標誌開發。日本研究團隊採用了 Illumina 的 Infinium SNP array 平臺<sup>(9,11)</sup>，而國際稻米研究所與美國康乃爾大學團隊則採用了 Affimatrix 的 GeneChip SNP array 平臺<sup>(7)</sup>。國際稻米研究所隨後並以此 44k SNP array 的基因型資料為基礎，使用 Illumina BeadXpress 的平臺，開發出更適合於稻作育種 (主要包含數量性狀基因座的定位與後續的分子標誌輔助選種兩部分的工作) 的 7 組小規模 SNP 分子標誌基因型鑑定模組，每個模組含有 384 個 SNP 分子標誌<sup>(10)</sup>。育種家使用這些 SNP 分子標誌模組前需要先大致了解所使用雜交的親本屬於哪一種稻的亞種，以便選擇適當的 SNP 分子標誌模組，避免在所使用的分子標誌模組中，有過多的分子標誌無法辨認出兩親本基因型的差異。

臺灣於 2009 年開始規劃進行水稻分子標誌輔助育種計畫<sup>(1)</sup>，即體認到隨機型 SNP 分子標誌對於執行計畫的重要性，而且由於次世代核酸定序技術的成熟，使核酸定序的成本於 2009 年開始大幅下降，因此我們也投注額外的資源與精力，嘗試開發適用於臺灣粳稻雜交育種可以使用的 SNP 分子標誌。本試驗工作的初始規劃是藉由比對少數臺灣水稻品種的全基因體組序列，找出在基因體組中物理距離間隔大致一致的 144 個 SNP 位點，然後透過農業研究改良場所的協助，收集 460 個臺灣稻作育種上常用的種原、品系以及已育成的品種，期望取得臺灣稻作育種遺傳資源在 SNP 分子標誌歧異度的初步輪廓。此試驗最終的目標是建立可適用於臺灣粳稻育種的 SNP 分子標誌模組，如同國際稻米研究所所開發的 SNP 分子標誌模組<sup>(10)</sup>。

## 材料與方法

### 一、植物材料

本研究所使用的 460 個稻種 (表 1) 蒐集自農業試驗所作物種原組 (ID 1 ~ 16)、花蓮區農業改良場 (ID 17 ~ 24)、臺東區農業改良場 (ID 25 ~ 27)、桃園區農業改良場 (ID 28 ~ 60)、苗栗區農業改良場 (ID 61 ~ 77)、臺中區農業改良場 (ID 78 ~ 115)、高雄區農業改良場 (ID 116 ~ 136)、農業試驗所作物組 (ID 137 ~ 159)、農業試驗所嘉義分所 (ID 160 ~ 191)、日本農業生物資源研究所 (ID 194 ~ 200)、以及臺南區農業改良場 (ID 192, 193, 201 ~ 480)，其中有 20 個重複，因此共有 460 個不同的品種 (系)。參試的稻種都是各改良場所的水稻育種專家認定為該場育

成之重要優良品種（系）或種原，或在未來會持續使用作為雜交育種親本的材料。此外，蒐集自日本農業生物資源研究所的 7 個稻種為該研究所培育之十多組染色體片段置換系（CSSLs, chromosome segment substitution lines）與回交近同源系（BIL, backcross inbred line）的 7 個主要親本。所有植物材料於民國 99 年二期作，在臺南區農業改良場的簡易玻璃溫室內以盆栽方式種植。各個品種都只保留單一植株，做為葉片取樣（抽取 DNA）與種子收穫之用。

## 二、全基因體組核酸定序資料

本試驗共使用九個梗稻品種的全基因體隨機定序的資料，進行 SNP 的搜尋。九個梗稻品種分別為高雄 143 號、高雄 146 號、臺南 11 號、吉野 1 號、臺中 65 號、臺農 67 號、臺農 71 號、臺農 72 號、及臺梗 9 號。前 4 個品種為因應本試驗自行選定進行全基因體隨機定序的梗稻品種，後 5 個品種的全基因體隨機定序資料則由中央研究院植物暨微生物學研究所邢禹依特聘研究員慷慨提供。

前述 4 個梗稻品種的高品質 genomic DNA 皆抽取自約 30 公克由健康植株新鮮摘取的水稻葉片，抽取 genomic DNA 的方法修改自 Zhang 等人<sup>(12)</sup>，在取得核仁沉澱後，使用 QIAGEN 試劑組 genomic tip 100G 取得高純度的 genomic DNA。每個水稻品種取 5  $\mu$ g 的 genomic DNA 委託陽明大學基因體研究中心進行全基因體組隨機定序，每個品種的核酸定序量介於 4 ~ 5Gb 之間（Illumina GAII, 75bp paired end reads, one sample per lane）。獲得之全基因體組隨機定序資料再使用軟體 CLC Genomics Workbench（CLCbio, Denmark）進行序列組裝與 SNP 的偵測。在進行核酸序列組裝時是以 IRGSP（International Rice Genome Sequencing Project）網頁所下載的日本晴（Nipponbare）品種的全基因體組序列的 Build 5 作為組裝的參考序列。由自行定序獲得之 4 個梗稻品種定序資料，每個品種序列資料的平均覆蓋率約為 8 ~ 10 倍，而由邢禹依特聘研究員所提供之定序資料，在給定相同組裝參數的條件下，每個品種序列資料的平均覆蓋率約為 4 ~ 5 倍。

## 三、SNP 分子標誌的設計

九個梗稻品種的定序資料以合併資料的型態進行全基因體組序列組裝及 SNP 偵測，結果顯示在每一條染色體可偵測到的 SNP 數目都在二萬個以上，因此 SNP 分子標誌位點的選擇，就依據相鄰之 SNP 分子標誌的物理距離相隔 3Mb 左右為原則，在預期的物理距離附近，尋找具備下列條件的 SNP 位點：(1) 在 SNP 位點前後 60 bp 的距離內沒有第二個 SNP 位點；(2) 選出 SNP 位點的兩個對偶基因頻度，其中一個至少要大於 2/9；(3) 所有的 SNP 分子標誌的設計，必須能夠通過 Illumina Veracode 分子標誌設計軟體的電腦引子設計分析軟體的要求。依據前述方法所設計的 SNP 分子標誌共有 110 個。在進行 SNP 分子標誌設計的同時，我們參考了日本針對溫帶型梗稻所開發出來、適用於 Illumina Veracode 基因型鑑定系統的 SNP 分子標誌<sup>(9)</sup>，由其中選用了 34 個 SNP 分子標誌。

## 四、SNP 分子標誌在 460 個稻種的基因型鑑定

460 個品種小量 DNA 的抽取是先以 Fulton 等人<sup>(5)</sup>的方法粗萃取 DNA，再使用 QIAGEN 的 DNeasy<sup>®</sup> Blood & Tissue 試劑組進一步純化 DNA。這 460 個品種在 144 個 SNP 分子標誌的基因型鑑定，是使用 Illumina 的 GoldenGate 基因型鑑定技術，配合 Illumina 公司所開發的 VeraCode 微玻璃珠技術，能在一個試管內同時進行最多 384 個

SNP 分子標誌的基因型鑑定。本試驗因為缺乏足夠經費，因此只進行 144 個 SNP 分子標誌的基因型鑑定。我們使用臺灣大學生物技術中心的 Illumina BeadXpress 平臺進行基因型鑑定試驗資料的讀取，再使用 Illumina GenomeStudio 軟體，將個別 SNP 分子標誌的 460 個樣品分群成不同的基因型。

#### 五、選獲 SNP 分子標誌資料庫之建立

在確認所有 SNP 分子標誌的樣品基因型後，將此基因型資料由 GenomeStudio 軟體輸出，並轉換成 EXCEL 可讀取的檔案。為了方便此基因型資料的分享與使用，此資料被再次轉換成免費軟體 Flapjack 可以讀取的格式<sup>(8)</sup> (<http://bioinf.hutton.ac.uk/flapjack/>)。

## 結 果

#### 一、開發之 SNP 分子標誌鑑定成功率

本試驗藉由比對九個臺灣硬型水稻品種重新定序的全基因體組序列，由其中挑選在基因體組中均勻散佈的 144 個 SNP 位點，鑑定 460 個水稻品種（系）的基因型。結果共有 123 個 SNP 分子標誌在所有 460 個樣品的基因型具有多型性，鑑定成功率達到 85% 以上。失敗的 21 個 SNP 分子標誌，有 6 個選自日本農業生物資源研究所所開發的 SNP 分子標誌，剩下 15 個為自行開發的 SNP 分子標誌。就成功率而言，來自日本農業生物資源研究所的 SNP 分子標誌成功率約為 82%，與本研究自行開發的 SNP 分子標誌成功率（約 86%），差異並不明顯。

#### 二、SNP 分子標誌資料庫的建構與使用

本試驗資料共包含 460 個品種在 123 個 SNP 分子標誌的基因型資料（表 1 與表 2）。為方便此 SNP 分子標誌資料的分享與使用，將資料轉換成免費軟體 Flapjack 可以讀取的格式，以藉由 Flapjack 軟體檢視此基因型資料庫。Flapjack 軟體的資料讀取介面則如圖 1 所示，分子標誌上不同的核苷酸鹼基使用不同的顏色表示，同型結合的基因型只有一種顏色，異型結合的基因型則以對角斜線畫分兩種顏色。如圖 1，H87-43 品種橫列上有三個分子標誌為異型結合，若為缺值則該資料點以空白的方式顯示。當滑鼠游標移動時，游標所指示的基因型資料點會使縱向（顯示分子標誌名稱）與橫向（顯示品種名稱）所有基因型資料的底色都呈現較為明亮，方便使用者確認所欲檢視之資料點基因型所對應的品種與分子標誌無誤。欲檢視同一條染色體的分子標誌基因型，可直接使用滑鼠轉輪捲動頁面。如欲檢視其他染色體的分子標誌基因型，可以使用滑鼠點選變更左上方介面上、「Chromosome」字樣右方的數字至希望檢視的染色體即可。其他 Flapjack 軟體的進階功能可參閱軟體的線上輔助說明。

## 討 論

本試驗為開發適用於臺灣硬稻雜交育種可以使用的 SNP 分子標誌資料庫，藉由比對九個臺灣水稻品種重新定序的全基因體組序列，找出在基因體組中物理距離間隔大約一致的 144 個 SNP 位點。然後自臺灣各稻作育種改良場所收集共 460 個臺灣稻作育種上常用的種原，



包括各改良場所已育成之品種、雜交育種通常使用的優良親本等，以 Illumina BeadXpress 平臺鑑定 460 個品種的基因型，成功開發 123 個在梗稻品種間具有多形性之 SNP 分子標誌，取得臺灣稻作育種遺傳資源在 SNP 分子標誌歧異度的初步輪廓，並建立可適用於臺灣梗稻育種的 SNP 分子標誌資料庫。此研究成果除了能瞭解臺灣梗稻品種間的遺傳歧異度，應用於品種鑑定之外，並可作為梗稻分子標誌輔助選種的前置工作。

此外，由研究結果觀察，日本農業生物資源研究所所開發的梗稻 SNP 分子標誌，應該也適用於臺灣的梗稻品種。或許可以進一步推論國際稻米研究所開發的 7 個 SNP 分子標誌模組，應該可以利用於臺灣籼梗雜交或籼籼雜交的育種族群。然而，這樣的假設，都還有待進一步的驗證。後續的 SNP 分子標誌開發，可以嘗試先將所蒐集的 460 個稻種，使用日本與國際稻米研究所分別已開發的 SNP 分子標誌，進行基因型的鑑定，再決定要挑選那些 SNP 分子標誌出來，作為適用於臺灣梗稻分子標誌輔助育種的 SNP 分子標誌模組。

育種家最關心的資訊是瞭解欲進行雜交的兩個親本之間，可以使用哪些具有多型性的 SNP 分子標誌。以圖 1 為例，如果想要進行日本晴與越光兩個梗稻品種的雜交，可以查詢到由本試驗開發位於第一條染色體上的 15 個 SNP 分子標誌，僅有 5 個分子標誌是具有多型性的。事實上，在本試驗成功開發的 123 個分子標誌中，僅有 46 個分子標誌 (37.4%) 在越光與日本晴之間具有多型性。由此可知，本試驗結果僅為初步成果，欲達到完全開發出足夠數量的 SNP 分子標誌，以期望這套系統能完全適用於任意兩個品種之雜交族群間數量性狀基因座定位或是分子標誌輔助背景選拔，則仍然有待更多的經費支持。

## 致 謝

感謝稻作界所有的前輩與同仁鼎力協助稻種的蒐集，以及中央研究院植物暨微生物學研究所邢禹依特聘研究員慷慨提供未發表之臺中 65 號、臺農 67 號、臺農 71 號、臺農 72 號、及臺梗 9 號等 5 個梗稻品種的全基因體組定序資料，作為本試驗開發 SNP 分子標誌之用。此外，也感謝行政院農業委員會臺南區農業改良場提供之委辦計畫經費（計畫編號：99 農科 -4.2.1- 南 -N4）與國立臺灣大學研發處提供之研究經費，資助本試驗的進行。

## 引用文獻

1. 朱柏穎、林泰佑、張芯瑜、潘昶儒、陳凱儀。2012。水稻穗上發芽分子標誌輔助育種技術之建立。p.17。良質米研究團隊研發成果研討會摘要集。行政院農業委員會臺中區農業改良場出版，彰化縣。
2. 林彥蓉、吳永培、魏甫錦、盧柏昌、黃元辰、張健興、侯藹玲、郭素真、謝兆樞、邢禹依。2008。架構「臺灣水稻遺傳標幟之研究資源」網站。作物、環境與生物資訊 5：1-21。
3. 陳正昇、陳榮坤、金漢煊、林彥蓉。2010。以分子輔助選種導入 *hd1*、*Hd6* 和 *ehd1* 抽穗期基因至水稻越光品種。作物、環境與生物資訊 7：1-20。
4. 簡祥庭、陳榮坤、侯藹玲、陳正昇、林彥蓉。2011。*Hd1*、*Hd6* 和 *Ehd1* 對水稻抽穗期之影響。作物、環境與生物資訊 8：45-57。
5. Fulton T. M., J. Chunwongse, and S. D. Tanksley. 1995. Microprep protocol for extraction of

- DNA from tomato and other herbaceous plants. *Plant Molecular Biology Reporter* 13: 207-209.
6. Lin H. Y., Y. P. Wu, A. L. Hour, S. W. Ho, F. J. Wei, Y. I. Hsing, and Y. R. Lin. 2012. Genetic diversity of rice germplasm used in Taiwan breeding programs. *Botanical Studies* 53: 363-376.
  7. McCouch S. R., K. Zhao, M. Wright, C. W. Tung, K. Ebana, M. Thomson, A. Reynolds, D. Wang, G. DeClerck, M. L. Ali, A. McClung, G. Eizenga, and C. Bustamante. 2010. Development of genome-wide SNP assays for rice. *Breed Science* 60: 524-535.
  8. Milne I., P. Shaw, G. Stephen, M. Bayer, L. Cardle, W. T. B. Thomas, A. J. Flavell, and D. Marshall. 2010. Flapjack - graphical genotype visualization. *Bioinformatics* 26: 3133-3134.
  9. Nagasaki H., K. Ebana, T. Shibaya, J. Yonemaru, and M. Yano. 2010. Core single-nucleotide polymorphisms - a tool for genetic analysis of the Japanese rice population. *Breeding Science* 60: 648-655.
  10. Thomson M. J., K. Zhao, M. Wright, K. L. McNally, J. Rey, C. W. Tung, A. Reynolds, B. Scheffler, G. Eizenga, A. McClung, H. Kim, A. M. Ismail, M. de Ocampo, C. Mojica, M. Y. Reveche, C. J. Dilla-Ermita, R. Mauleon, H. Leung, C. Bustamante, and S. R. McCouch. 2012. High-throughput single nucleotide polymorphism genotyping for breeding applications in rice using the BeadXpress platform. *Molecular Breeding* 29: 875-886.
  11. Yamamoto T., H. Nagasaki, J. Yonemaru, K. Ebana, M. Nakajima, T. Shibaya, and M. Yano. 2010. Fine definition of the pedigree haplotypes of closely related rice cultivars by means of genome-wide discovery of single-nucleotide polymorphisms. *BMC Genomics* 11: 267.
  12. Zhang H. B., X. Zhao, X. Ding, A. H. Paterson, and R. A. Wing. 1995. Preparation of megabase-size DNA from plant nuclei. *Plant Journal* 7: 175-184.

表 1. 進行基因型鑑定的 460 個稻種列表

Table 1. The list of 460 rice varieties for genotyping

ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱
1	白米粉	51	TORO 2	101	Prenifull	151	臺農秈糯 2 號	201	豐錦
2	白穀早仔	52	LASMINE 85	102	Pokhareli	152	東陸 2 號	202	H91-38-1
3	臺中在來 1 號	53	Kitakaori	103	オオチクス	153	臺東育 46 號	203	H91-38-3
4	臺中秈 2 號	54	IR841-85	104	臺中秈 10	154	臺東育 48 號	204	H87-43
5	臺農秈 12 號	55	BASMATI 370 A	105	臺中秈 17	155	臺東育 49 號	205	點 6
6	臺北 7 號	56	IR1909-1-3-3	106	臺中秈糯 1	156	南陸 1 號	206	點 8
7	臺北 177 號	57	IR1545-399	107	臺中秈糯 2	157	南陸 2 號	207	Milyang23
8	臺北 301 號	58	龍錦 1 號	108	中秈育 112	158	DULAR	208	臺中糯 70
9	臺中 176 號	59	光復香糯選 10	109	中秈育 837	159	852T034	209	臺南秈 15
10	臺中 181 號	60	光復紫米選 2	110	中秈育 952031	160	光復 1 號	210	高雄秈 7
11	嘉南 8 號	61	MY-99-191	111	中秈育 962021	161	嘉農 242 號	211	新竹矮腳尖
12	高雄 6 號	62	MY-97-170	112	中秈育 962024	162	臺農 62 號	212	IR72
13	臺農 37 號	63	MY-97-171	113	中秈育 962037	163	臺農 68 號	215	IR68003-45-2-2
14	嘉農 242 號	64	臺梗 6 號	114	中秈育 962045	164	臺農 70 號	216	IR61608-3B-20-2-2-1-1
15	臺農選 1 號	65	IRBB1	115	中秈育 962058	165	臺農 72 號	217	B6490
16	Azucena	66	IRBB7	116	高雄選 1 號	166	臺農 74 號	218	BSI324
17	臺梗 4 號	67	IRBB21	117	KHY4625	167	臺農 80 號	219	BSI325
18	光香 8 號	68	ML1	118	KHY4683	168	嘉農育 902036	220	BSI328
19	光香 9 號	69	981-21- 淡綠	119	KHY4554	169	嘉農育 911128	221	H3340
20	花梗育 121 號	70	IR1552	120	KHY4731	170	嘉農育 911609	222	H3308
21	臺南 5 號	71	MY-98-190	121	高雄 141	171	嘉農育 912079	223	IR71694-39-2-5-2
22	花陸 48 號	72	花梗育 86	122	高雄 142	172	嘉農育 912140	224	IR76904-7-19
23	花陸 127 號	73	中梗育 10706	123	高雄 143	173	嘉農育 941002	225	IR75286-AC5
24	Balinono	74	MY-95-158	124	高雄 144	174	嘉農育 942126	226	IR61608-3B-20-2-2-1-2
25	臺東 30 號	75	MY-94-97	125	高雄 145	175	嘉農育 952026	227	R95-899
26	臺東糯 31 號	76	MY-95-165	126	高雄 146	176	嘉農育 961118	228	IRBB 57
27	臺東 32 號	77	臺中秈 17 號	127	高雄 147	177	嘉農育 971070	229	IRBB 60
28	桃園 1 號	78	秋田小町	128	高雄 139 號	178	嘉農秈 6 號	230	Annada
29	桃園糯 2 號	79	北陸 100	129	臺梗 5 號	179	嘉農選 8 號	231	Bordagal
30	桃園 3 號	80	絹光	130	臺秈糯 2 號	180	嘉農 11 號	232	Lemont
31	桃園 4 號	81	臺中 65	131	高秈育 1275	181	臺農秈 14 號	233	Nato
32	臺梗 14 號	82	臺梗 9	132	高秈育 1299	182	臺農秈 18 號	234	光復香糯
33	新竹 64 號	83	臺中 192	133	高秈育 1312	183	臺農秈 19 號	235	南華香糯
34	密陽	84	臺中 194	134	高雄秈糯 8 號	184	臺農秈 20 號	236	本場香糯
35	心町	85	高雄 1	135	高秈糯育 1290	185	嘉農秈糯育 892220	237	古 2986
36	桂朝	86	中梗育 10241	136	臺秈 2 號	186	嘉農秈糯育 892229	238	Kabastico
37	IR36	87	中梗育 11401	137	臺梗 1 號	187	嘉農育 952609	239	Azucena
38	美山錦	88	中梗育 11604-1	138	臺梗 3 號	188	嘉農育 961524	240	Khao-lo-1
39	靈峰	89	M401	139	臺梗 7 號	189	嘉農秈糯育 892239	241	Ku79-2
40	Sam Pomenica	90	臺農秈育 2414	140	臺梗 10 號	190	嘉農秈育 961001	242	Hseng-Ma-Tsam
41	楊梗 186	91	IR 65598-112-2	141	臺梗 11 號	191	臺農秈 22 號	243	Hung-Mi-Hsiang-Ma-Tsam
42	陸 INTA N-1	92	IR 65600-27-1-2-1	142	臺梗 12 號	192	吉野 1 號	244	Jasmine 85
43	陸 Auar-97	93	IR 66159-189-5-5-3	143	臺梗 13 號	193	臺南 11 號	245	丹陽香梗
44	陸 INTA Dorado	94	Hill padi	144	臺梗 15 號	194	日本晴	246	Warisan mochi 2
45	陸 INTA chinadeg	95	Basmati 370	145	臺梗 17 號	195	Kasalath	247	K-17032
46	K-17080	96	Basmati T3	146	臺農 67 號	196	越光	248	Aromatic Lemont
47	Houel Deng	97	Pakistan Basmati	147	臺農 69 號	197	NonaBokra	249	農委 BW
48	Amol 3 (Sona)	98	KDML-105	148	臺農 71 號	198	Habataki	250	地方種 BW
49	Lege Pisak	99	Ku 79-1	149	臺農 75 號	199	Sasanishiki	251	日本紫香糯
50	Aromatic Lemont	100	撰 7	150	臺農糯 73 號	200	Akihikari	252	嘉義紫香糯

表 1. 進行基因型鑑定的 460 個稻種列表 (續)

Table 1. The list of 460 rice varieties for genotyping (continued)

ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱	ID	品種名稱
253	成功紅糯	304	大粒種	365	茶山 -6	421	Della	471	都 95
254	長濱紅糯	305	Milky Queen	366	茶山 -7	422	Khao-Kueng	472	ときあき 35
255	草屯大粒糯	306	Milky Princess	367	茶山 -8	423	Xiang-Geng	473	月之光
256	D 23	307	山美 -4	368	茶山 -9	424	Chu-Xiang-Xian	474	花之舞
257	TH	308	嘉農育 942543	369	茶山 -10	425	Cisedame	475	NKY 991010
258	Pankaj	309	Pegonil	370	茶山 -11	426	Khazar	476	NKY 982107
259	Chung-Chieh	310	Kasalasu	374	CNSWY233	427	Ai-Zi-Dao	477	NKY 982115
260	Ching Chueh Chin yu	311	月眉	375	FINS Brown	428	Pusa 44	478	NKY 982117
261	IR76-83-3-1	312	タカナリ	376	NKY-982111	429	Houei Deng	479	NKY 992003
262	SLG 21	313	春陽	377	中 34	430	Gz 5379	480	魔鬼稻 (22108)
263	東陸 3	314	オオチカラ	378	臺南 9 號	431	Giza 4120-205		
264	FKR 19	315	Raffaello	379	NKY-991032	432	Java 14		
265	Guizhao	316	ホミアオバ	380	霜降	433	大理早秈		
266	Asd 16	317	日矮梗糯	381	東陸 1 號	434	Adan		
267	Tox 3108-1	318	日高梗糯	384	山美 -0	435	Hsien-yu-Chan		
268	ATM3	319	CNY892234	385	臺南 13 號	436	Tsao-lo-shien		
269	NER 10A KEAN 2	321	美秈紅	386	Nortai	437	CT9159-13-2-2-1		
270	RASI	322	美秈黑	387	星豐	438	Jinya-31		
271	WAB 56-50	323	臺南 14 號	388	峰朝日	439	MGG		
272	WAB365-B-1-1-H1-HB	324	興大 1 號	389	一目窓	440	Start Bomet		
273	WAB450-1-B-P-163-4-1	325	CNY912300	390	H91-38-2	441	ATM5		
274	WAB450-11-1-1P31-HB	326	山田錦	391	初星	442	SAHEL 108		
275	臺秈 1	327	500 万担	392	世稔	443	SAHEL 201		
276	Hseng-Nuv-1	328	Pokhrel	393	轟早生	444	IR 30		
277	中國糯 120	329	Basmati Pakistan	394	臺中 178	445	中國糯 119		
278	明星	330	Sesca	395	高雄 140	446	中國糯 130		
279	籐錦	331	Aromatic	396	臺東 29	447	Norin 18		
280	千代錦	332	Lomello-1	397	TP177	448	糯多收系 1385-2		
282	山形酒 49	333	Lomello-2	398	花蓮 19	449	立見糯		
283	臺中 191	334	南梗育 196	399	嘉農秈 11	450	關東 143		
284	秈早糯	335	南梗育 197	401	臺中秈 5	451	關東 154		
285	金香松	336	南梗育 198	402	臺中秈 16	452	良稔		
286	綠香松	337	南梗育 199	403	菊仔	453	福錦		
287	IR65598-112-2-2	338	秋光	404	低腳敏黨	454	山形 45		
288	Vandana	341	山美 -3	405	IR 29	455	N 200		
289	M 202	342	茶山 -1	406	PsBRc 4	456	Pi No 4		
290	觀 2	343	CD-13	407	PsBRc 10	457	BL 1		
291	觀 3	344	CD-2	408	B6522	458	藤坂 5		
292	撰 9	345	CD-1	409	B6464	459	奧羽 342		
293	A 23	346	CD-3	410	IJ 14	460	飛鳥稔		
294	ミルキヘ	348	NERICA	411	IJ 39	461	夢光		
295	栃木酒 14	349	劉 1	412	IF 176	462	津輕乙女		
296	臺梗 2 號	350	H-106	413	BG367-4-1	463	山形 89		
297	臺梗 8 號	351	H-98	414	3141-2	464	南錦		
298	臺梗 16 號	352	CD-20	415	CITA 960504	465	東北 144		
299	臺梗糯 3 號	360	山美 -12	416	Pelde	466	久住		
300	臺南糯 10 號	361	茶山 -2	417	Taro	467	秋豐		
301	臺農 68 號	362	茶山 -3	418	Pasi	468	福光		
302	CD-5	363	茶山 -4	419	Jely	469	日野光		
303	Mudgo	364	茶山 -5	420	Milfore	470	加賀光		



表 2. SNP 分子標誌列表

SNP 分子標誌名稱*	分子標誌 SNP 多態性位點前後 60bp 之核醣序列
RJb5_0100599441	ACAGAGAAGTCAAGCCGTCACCTTGTGACCTTGTAGCCCTTCTACAAAACCTACC[A/T]CCAACTTTGTACTTGC AAAATFACCAAGTTGGCTGGTGTCTCTTTATGGACCAATG
RJb5_0104918182	AGACGACGAGACAGACAGC AAGAGGACAGGACAGCCGCGGGTACATAAATA[A/G]ATGAGCTCCACTTCTTGTCTGGCTTCTTGTCCCTCCCTGTCTCCAGAGGAGATCGA
RJb5_0108410515	GACTCTACTATTGAAATCTGGATAGATTAGAAAGGGTCTCACTA GATTGGCTTTTTTGG[G/A]AAGGAGGAGTACACCTTCAATTC AATA CAAGGATCTTTTTTCTCTTTGTTTGA
RJb5_0110119503	AAGCCTACTGTTTCAATTAATTATATATAATTTCTCTAGTCACTAAGATGTTGTTG[G/A]GJTAGAGTACAGCTCTCCAGTTTCCAGATCAACCATCCATATATATATGGGT
RJb5_0113697362	CAGGTGCTATGAGATAAGAAATGGAGAAATGTCCTGAGCTTCCGCAATGC[A/G]AGTGGTCTATCTTCTGGGTGAGATTTCCAGTCCACATACGACAAAGATACCAAGGCT
RJb5_0116910707	CATFGAGCTGATCTTAGCCTAGAGATGATGTTCCGAAAACAAGAAATGTTCC[A/G]TATAACCTAGAAAGCAAAGAAATACTCTGCAAAATTAATAAATCAATAAAGCTATAACA
RJb5_0122648985	ACAAACAAGATGATGATCAATTTCCAGATGACTGGTATAGAAATATGTTGACGTAC[A/C]AGCTGGCTTGGGTCACTATGTTATACTCTCACACTTACAAAGACTCCGCTCTCGTGT
RJb5_0125654655	GCACAGTGGAAAAGGCTTGGACATTTCCACATAGGAGACTGAAATCGCTCCGAAATC[G/A]JTTCGTTCACTGTAGGAAAAGAAAAGGATATAGATACACCAAGCTGGAATACCTGAAC
RJb5_0128660664	GCAAATACCGTGTGCCACACAAACGGAGCAGCTCATGTTGTTCTCACGATACCA[A/T]JAGCAACTGACGGCATGCCCCACACATACACAGACAAAGGACAAGATAGAGCGGTTATG
RJb5_0131373723	GGTGTTAAGGTTTTCGAGTGCACATAGATTATTTCTCTATCACTTGTGATCTTAAACCTATCA[G/A]JTCATATCAAAATAAGATCTCAACTGTGATGTTGGTGTCTCTATATGTTTACTTTAA
RJb5_0133860208	TTGTGACGCCATTATTTCTCCACCCCTTACCAAGCACGCTACGCTATCCCAACCAATA[A/G]AJACCTTCCACGACACGGTACGGCACCTCACCTGACATGATGAGGACACACCTCCGC
RJb5_0136398832	TCTTACATGATTTTGGAGTAACTGTGCATAACAATTTCTCTTCTTCTGTGACATTC[G/A]ATCATGAAAACCTGGTGTGTAAGAAATCTAAAGGAGATTTCTTTGATGCTAATTTCATAG
RJb5_0139255531	AGTTCGAGGGGAAAACAATCCAAGTCTAGGACTAAATTACTAGATGACAATTTAT[C/A]GJCAAAATTCGAAAATAGGATCATATCTAGACGGCAATTTATTTGGCAAATTTGTGAAATA
RJb5_0142416515	CCTCATGTTTCATGAAAGGCTGGAGATGATCTACCTTTTCATCGACAAATGTCACCAAGG[G/A]GJCAAGGTAATGAAATCGAATAAGAAACTTGAATGCAAAACAGCTCTCGCACAT
RJb5_0144736969	TCFATCAAGTTTGTGAGAAATGATGAGAGAGGTTTCCAGGCTGTGCAATCAACCGTAC[A/T]JCCAATTTGCAATTTTCATTAFAATCTGCTGTGAGTTCTTTTTCCCGAAGACACATGAT
RJb5_0200712121	ACAGCTCCACATATTTGTGAAATCATTTATGCTCCGGAATAAATAATGTTGGCTGAA[A/G]JCTTAGGTAGCTGGAACATCTATCTGGCCCAAACCTGGATGGGGAAAAGGGTCAGCGAATTTGGT
RJb5_0202645417	GCTTGATGGCACATAGTCTAGTCTATCTCAACAAGTTTGGCACATCGAGTAGTA[A/G]JCTTCCCTTGGTTACCCTCCATTTGGAGGATCCACCATGATCGCCATTTCTACTAAGG
RJb5_0205602214	AAGTTGGTGTAGAACGATAAAAAGGGTTGGGATTTTTTTTGTGTGCTTCAGTAGT[G/A]GJCAACCCGCAAAATAGGATTTGCACITTTCTTGATTTGATAGGTTGATGATAAAAACA
RJb5_0208748763	CAAAATTTCAAATAAGATGATGATCAAAATGAFACATGTTCCAAAACCTCAACCGGGTCAA[A/G]JCAATTA AAAACCCGGAAGGAAATAATAAGAAAGTACAGTTAAATCCAAATTTGCTTATTTAA
RJb5_0211124494	AAGCACAAAGCGCACAAATTTGCTATATATATCCACTTATTCCTCTC[A/G]JGTCCAGTTTCCCTCAAACCTGAATTA CTGAAATTA CTGAAA ACTAATAATTTTGTGATTTCTGTCT
RJb5_0216380305	GTCTCTGCAGATAACCCAAATCATCCATGACAGCCTTGATATAAAATGTCAGTGG[G/A]JATCTTGTGGCAACAACCTGTTCAAATAGGCTTATTTCTTGTTTTCCAGACAGCAATAA
RJb5_0219391057	GAAAGGGTTGAAAAGGTGC-AAATGATGAAAAGCTTTCTGCTGACGCAAGGGGAGAGAG[G/A]GJGGGGGATCGATGATGATGCTAGGGGAAAAGTAAACATCAACCTACTCCATGGCCACTC
RJb5_0222312207	GAAATTTGATCAGTACACGTGTGATCAATTAATCAACATATAAACAAGAGCAACAAAGAGCAAAATA[A/G]JGTGGTTTAAATTTGAAACCCGTTCAATGTTAACTCATGTTGGTCAAAATAGCTAGCTCAC
RJb5_02255078619	ACACACATGATGGTGTGGATGACGGCAAGCATCAATTTGTAGTCTTATPACTCTG[C/A]GJGATAGTACACTATAAGGAGGCAAGTTTGTGGCAGATGGTATGATGATCGAGGTCACCTGT
RJb5_0227839401	TCCATCTAATTTATACAGTATAAGATTTGGCAGATACATTTATCACATCTTTTCACTTT[A/G]JCCGGTGTCTTACTACTGACATAGAGACTGATGATAGAGAAATGTAAATGATGTT
RJb5_0230629559	ATCAATGACGGAGTCCAGGGCTTAGCTGTAAGTAATATCATGATACGAATTACACAG[A/G]JCCAGTACAGACTGAGAGACACAGCACACTTTGTATATAAAATAFACCTGCACTCAAGCTTT
RJb5_0236036013	AACCTTTGTTGATCTCAATGATGACAGTATCCTTGAACGATGTCATCAAGAAAATCTT[C/A]JACTCCATCTGACGAGATTTAGCGTTTACATAGAACGGCTTTGGAAAATAAGAAAAGACT
RJb5_0300442369	AGGAACCTCAAATFATGGGACTGGATAGTTCGAAAGAACTTTGAAGATGATGTA[A/G]JTTCGAAAAGAACTCAAATGCAAACTTATCCATGACACTGAAAATACTCAAGAAAGCAAT
RJb5_0302806843	AACTACACTGTGTAACGGAAGGACGACTAGAGTTGTTACAGTTGGGAAAAGAGATGAC[A/C]JAATGGTTAGCGGCAACCACTCCCTGCTGGTCAAAATTACTTCGGGTAG
RJb5_0305910083	TTTGTCTGTAGACAGAGTCCCTAACGAGGTTGTTCTTATCCCAATTAATCCGCACT[G/A]JCTTTTATTCAGAAAATCGGATTTTTCAGCAACTGTTGTGGAAAACAATAAGAAAAGGGA
RJb5_0308598314	GAGTTTACTCACAGCAAAATTCATCAATGAAATCAACAATTTTTGTAAGAATAGATCAAA[A/G]JTAAAGATCCCATCACTTTTTGCAAAAGCCGGCAAAAGATCTGAAACTCATCCATCAGCACT

\* : SNP 在水稻基因體組序列上的位置資訊，包含在其名稱之中。每個 SNP 分子標誌的名稱皆使用 RJb5 為首，再加上 10 個數字。RJb5 表示使用水稻日本晴 IRGSP build 5.0 基因體組序列作為 SNP 分子標誌位置的參考座標，10 個阿拉伯數字的參考座標，後八個數字則代表 SNP 所在的染色體，後兩個數字則代表 SNP 在該染色體上的核醣序列位置。



表 2. SNP 分子標誌列表 (續)

Table 2. The list of SNP molecular markers (continued)

SNP 分子標誌名稱*	多形性位點及 SNP 位點前後 60bp 之核酸序列
RJb5_0608693780	AAGCTTAATTAATCTTGGATGGCAAGAGCTCATATCAAAAGGTTCTCGGATGAGTTAGCAAC[G/A]CTGTGGACGACCTGGTCTCAAATGCCAAAAGTCTTTCATCAAAGGCCGATGTATATGT
RJb5_0611495698	GATCAAGCCGGACGGCTAGATCAAGCTACACCCGCACTACAGCAAGTACAGCAAAATACTGT[G/A]GCATGGAGTACTGTTCACATGGTCTGATGTGATAGGCTAGGCTAGCTAGCTGATGCTGTA
RJb5_0614263717	TTCTCAAAGTTTTCAAGACAAAGAAATTTAATAGTTGACATGTAGCTGATTCCTG[G/A]GCACATGGTGGTGGAGACATCATTAAGAGGCTAAGAGGCTAAGGAGTGTGGTCTTTCATATACCTAC
RJb5_0617531370	ACAGCTGACATGATATGTTACTTAAAAACACGTTGGCATGACATGTTTGAFAGCG[G/A]GCACAACATACAAAATAATGCGCAAAAATACTAGCTAACAATAGCTAGATGGCAACAGGTT
RJb5_0620750268	TCAATACCAAAATATATCTTTCATTTGTTAAAGAAAACAATAATTCATCAAGAGAGAT[G/A]TCJGAAAACCAACATGGAAAGAGTTCCTCAATATCTAGTTA ACTAATAATTTCCAAAGGGTTGC
RJb5_0623572988	CAAAGGGAATTCGCATTCAGATGTAGGCAAAAAATACTACTAGTTCACTGTTCTCTGTCTGCT[G/A]TCCTGCTACAAATAGGAAATAGCAATATCCTACTCTGTCTGCTATATTTGGTGTAGCAAAGT
RJb5_0626441136	AGATGGAGCTCGCCGGAAGCTCTCCAATACACCCAAATCTAACCGAGGCTTGGAGCGG[G/A]GCCTGGGCTGCAACCCCTCTTTTACGTCAACCGTTAGCTAGGCTAACATTTGTCACGTT
RJb5_0629209485	TTTATGTAGGTGTTCAAACCGTTTGTATGTACAGGTTATAAATTTGAGGTGGATCTAA[G/A]GCAGCCCTCAATAGGTTGTATAAGTGGTATAGTAGTACTGAGTAGTAGTACTGAGTAGGACTGTA
RJb5_0631670827	TCTTAAAAAANAATTTGGAGGATGCTCTCTCTCAAAATATCGTTTTTATGTCAACA[G/A]GJGAGCAATTGATTTGTAGGGA AAAAAGCAAGGTGCTAAGAATATCATCTTTTCTCTGTATTT
RJb5_0700234548	AAGATAACATAGCTAGTGAATGACGTAGCTAGCGCAAAAATGCAATGTCATGTCGGTGGTCTTCTGCTACACTTTTTCTGGTCTAGTCTAGTCTCCAGCTAGCACTAGTACAGCAACATAATC
RJb5_0703138619	TCATACCTTCTGGTGTAGTCTTAATGGCTGCAAAATGAAGAAATGTTTGAAGAATTCAGT[G/A]ATGCACTTTCCACGATTTTAGAGGTATCTTCCCTACACTCAACAATCTAAATGTAGGACA
RJb5_0705963702	GCACATGCCACATTCCTCCATGGGCATCAATTTGTTGGGATAGATACCGTTAATACA[G/A]TJGAGGAGGATAGTTAGTTGCTGGCATGGCTACTCAAGCAACAACAATGTTATATACCCCTC
RJb5_0708772090	AGCGACACACCGAATCTACTCTGGCATTTGGAAGGATAGATTGATGATTAACGCTACAAT[G/A]JTGAGCATCGGGATGAAATGTTCAAGAAAGTAAAGCAAGATGCTGGGTTCCGGATCGGG
RJb5_0711987250	GAGAGAGCTGTATAGCGGTTCAAGTTGCTGCTAGCTCGCCTCTCTCTCGCGTAGGACT[G/A]GIAGCACGATGAGGTGCTGCTAGGCTGTTAAAAGTGTACAAATATCTCTTGGTTCTTAAAA
RJb5_0715272026	GATTGCAATGGTGAACACAGAGGATGACATCCAGAGGCTTCTCTAATTTACTGCA[G/A]GAACTTGTCTGATTTTGCAITTA AAAAGTGTGTTAATTTGTTGTAACATTTTGTCTGAG
RJb5_0718544719	AAAATGTCACAACCTGATTAAGTTATCTCTTAACCCACATCTCTGTTAACCCCTGAC[A/G]ATGTAGCTAAGAGAAAATCTCACCAAGTTAATTTCTTTGGTGCATGGACCAAAAAGAA
RJb5_0721451479	CTAAACATATTGCATAGTACGGTAAATAAGTTATCCATGCTAGCTTAATCAAAAGTT[G/A]JTHTTATATATCAAGCAGGTCTCATTTGCACATTTGGTGAAGAGGACGTAGAAAGTAAACGGCG
RJb5_0723897779	ACCTCGATTATCTCTCTCTCTCCCTGACCCCGTCCAACTCCAACCTACCGCTTTTCA[C/J]TTTTTCCCAAAAGTTCTCCAAACCAAAATGGATCGATTTTGGCAGCATCAGACCAGAGTTC
RJb5_0727710942	GAAATTTCACAATAAACAATTCATTCATTCGCCTGGAAACTCTGAAATAGTGTCTCAAGCA[G/J]GGGCCAACTGATGATACACAAGAACCATTCATTAAGAAAAAGAAAAACAAGTTCA
RJb5_08000172474	ACATGTTTCCACTCTGGAAATTAICTTGGGTTGAGATGAGAAGTTCTGACCAGAGTTT[C/G]GATGCAACAGTTTTTTCCATCTTTGGATGAGAATCTCATAAGGTGCTGCTTGTCTCAACA
RJb5_0802853149	GCTTGTACTCATTCTATATATTTTTTTGACCAAGGAGCAAGACTACCATTTACAG[G/A]JATTAAGAGAAAGTTTCGATAGGATTTGATGAAATGATCGGTTCTGGCATCATACATGCAT
RJb5_08060600474	TTACTGTTAAATCTCCATTTCCCTTCCCAATCCGACCCAGATAGGTACTAGTCCAG[G/A]ATCTGAGAACAAGTTCAGACTGGGTGTGAAATTCAGGCTCGGTCCTGACAATTTGGTAT
RJb5_0809105705	GAAAAGATCATCGATGATAGAAAGATAATGTTCTTATTGGAGTAATTAATGATTTCAAG[G/A]JAGCTACAATGGGAATTTGATTTTAATGTTAGCTGAAAATTTGGAGAGACC AATAAAACCC
RJb5_0811457202	AAAAGGGGGCCCTATCACAGCTGCTTCCACCCCTACAGGGGGCCCAAGAGGAGTTTATGTA[G/C]TGTCAAACTGCAACAAGGTTAGAAAAGGAAAGTCAAAATCAAGATGACAGCACCTAGTTTTG
RJb5_0814222185	AATGACATGAATGATTAATTTGGTGAACAATACATATCTTCCATTTCCAGTTA[G/G]CGCTGCTCCGATTTGAAATCGTGTGTTGCAAAAAGACAGCAAGAAGAAGCATGACTGGGT
RJb5_0817407334	ATCATTAACGACCTTTCAAACTTAAGTGTAGATGAGCGGCAAAAGCCCTCAACAAG[G/A]JGAAGTTTTAGTTAATTTGATAAATTAGGCTATTTGATGCTATTTGATGGCGCCGACTCATGTTATATGCCCA
RJb5_0819762385	GCTGCTGGACAGCATCAATTGAAACCCGCTCACAAAAAGGAGTCGGATATATCAGTCT[G/A]JCCAAGGCTAAATGCTCTGAAACAGAGTAAATAATAGCAATTCACACGTTAGCATCAAGTATA
RJb5_0822933263	TACCTTACTGACCAACATCCAGACCGATTTTATCTACATGACATGACGCTGACAACCCA[G/G]TCATCATTTTTTAAACGTGGTGGGGCCCACTTGTCAATATATACTCTCTCTCTCTTCCC
RJb5_0825678319	CCCTCAAAATTTCTAGCGGTTTCGGCATCTAGTGCACTAGTGCACTAGTGCAACCGGTTACCCTA[G/C]GTTACTCAATCAATCAAGAAAATCATCAATTTGGGCAATTTCAAGCAAGGTCAGTGGCA
RJb5_0828304764	ACCAAAATTAATGGTTACAGTATAGGGATGTTTACCCTTTGGACACTGGAGACTGGCAACCAACCACTGATGACAGATCAACCCACATTCATCAACCCAGTGTGGCATGTTCTAGAAATCACT
RJb5_0900242538	GTCGAAGTCTCTGAAAGGTATCGTCCCGACTGGATTAGCGCAGCCTCGCAACTCTTCCAA[G/G]TTGGTTGAGATTCTCTATCTTCTGCTATCTGCTCATGACGGTCTTCAATGAAATTTACAACAACA

\* : SNP 在水稻基因體組序列上的位置資訊，包含在其名稱之中。每個 SNP 分子標誌的名稱皆使用 RJb5 為首，再加上 10 個數字。RJb5 表示使用水稻日本晴 IRGSP build 5.0 基因體組序列作為 SNP 分子標誌位置的參考座標，10 個阿拉伯數字的前兩個數字代表 SNP 所在的染色體，後八個數字則代表 SNP 在該染色體上的核鹼序列位置。

表 2. SNP 分子標誌列表 (續)

SNP 分子標誌名稱*	多形性位點及 SNP 位點前後 60bp 之核醣序列
RJb5_0902611260	AGCCTTTGTGGGATCCATCTGGAAAAGAGCCCTCCTAATCTCATCAATTTTGTCTGGGT[A/G]CAGATTAGAAGTTTAGTTTGTGAGGAGTCTTAAACTTTTAGATAATAGATCCTTTAAAAA
RJb5_09060604122	TTGATTCAACTGAAGGGCTGTGGCATATAAGTGGAGCCACTGACCGGCAATGTGCA[A/G]AJGCTGTGGAGGTCTTCCTGTAACCTCCAATAAAGCTTTTCCAGTGGTTCTGCTTTT
RJb5_0914559951	GAGGTCAATCAAGGATAAGTGCTAACCCATGAACCCCATAGTAAGTCAAAATAACAG[G/A]JGGTTACCCTACAGTTATATCAAGATCAATCAAGATCAAGATATATGCTGATTTGCT
RJb5_0917894718	ATATGAAAACCTTTTCTTTGGTACAACTGGTCTCCACATCACATCATGATGGATAG[A/G]AJGCTGACGTAACCACTGGTCAATAAAATTTGCTTCTTAATACCCCTT
RJb5_0920725917	TTGTGATTTGGAACTGGATGTGATGTTCTTGGCTATAGTGTGGTGTGACAA[A/G]JGGTCTTTGGCCGTTCTTGTGGCAATTTCAATGGGGTTTGTAGCTCAATCGCGAT
RJb5_0923166431	GGATTTGGATCCACTGAAGATCCCTTTGGCCGAAACGTGGCCACAGTTGATGATGCTCT[A/G]JCTCTGGAGTGTCTGGTCTTCGTGTATGATGAAGAGATGAGCGGCCGAATGGTGTTC
RJb5_1000057481	TAACGTGAGGGCCGCTCTCATCTGCTGCTA[CT]TCTCACAGACCCTGGCTGCAAGT[A/G]JGCTTTGAGCATTTTACATACAGGTACAATAAACTATAAGCCAGCTATAACAATTT
RJb5_1005648480	GTCGACGAAAGGATCTAGATCTACAGTAGTGC[AA]AGGTCTCTGGATAGAGCTTCAAG[A/G]JTAGGGAGGAAGAAGACTGTAGACTCCGGGTGTAAC TAGAGGGAAGGCTGGCCACCAG
RJb5_1009334023	ACATAAGATCCCTAAAGCATAATTACACATATCTCCCACTGTTCAAATGTTACACATA[A/C]JGATGGCGCAATAAGCAATCAGTGGGAGACCAAGCAATATCTTGCATTTAGCAAC
RJb5_1011994704	TAACCGAAAATGATGAAGTGCAGAGATTAAACATTTGATGATGCTTTGGCCACTCAAT[C/G]JGGCCAGTTCATTTACACTTTTGTGGATTAGTAGTCTCCCTCCGGTTCTCATTTAAT
RJb5_1014901095	TTTTCGATGGAGAAAACAATGTTGTTAAATATTATGCAAGCAATTCAGATAAGTACCTGATGACAGCAAGTGGAAATTTTGTGATTGTCACAAAATAAGATAAACA
RJb5_1018176364	CTTTGTGAACCCAAACAGTGGAAATGGATGTAACGGGGCAATACAGGGGCAACACACAT[G/A]JCTTTTAAATGAAAAGATAACAAGAATAAGATAAAGATAGTTGATCAAATAGTGTCTCTAT
RJb5_1020399939	TGCATCAGCAGAGTCTTAGATACTACTACAAGGGGACATGTTGGCGGAAATCTCTGAT[C/G]JGACCGAGTACAAATTTGTAAGAATGTAACAATTTCCAAATTTGTTATTTCTATCCC
RJb5_1023166786	ATACTTGGCCAGATTGGCACAAATTAATCATATATGTTGTAAGTGTGAAGCTTGTCAATAG[C/A]JGGCCGACAGGCAATGTAAGTGGAAAGTGGAAATCCAGAAAGTAGAAGTCTTGAGCT
RJb5_1102805494	TCTGATTTCAACACTACTGTGTAGCCTAGCTAGCACTAATGCACTTTGAGTAAG[A/G]JTGCTAATGCTTATTTGGCCAGAGGGTTAGTGGCCCACTTTTTTTCCTCTTTTCAATTT
RJb5_1105893116	GGGAGGCTCACAGAACTTAAGTATTGACCTACAGGTTGTTTGGGATAAAGAATTT[G/A]JCCGAATCAATTTCAAGCAGTAAATAAATTTGGTGCATCTGGATCTGTGCTGTAATGTT
RJb5_1111282498	GTTCAATCTTTACCAACAGTAGCAATTAATATC[AT]GCTCTGAAGGCTTAGGCCCTAA[C/G]JCTGGAACAATAACTATCTGGATCAAACTCTATAITTTTGTAAAACCTTTAGTTTGG
RJb5_1114333588	GTACCTGTGGTGTGTGAATCCCAATGTTTTCCAGAGGAATTACCAGGAATACCACT[A/G]AJATC[GG]AAGTTGAGTTTGTATAGTCTTGTGCCCGGAATACTCCAAATTTCAAAAAGAC
RJb5_1119710500	GAGGAGGTAAATTAATTAATTAATCAACTAGTCCGGTCTGTCATCTGTGACGAA[C/A]JCTTAATGACTATGATGGGTAGTAGCAAGTGTCTGTGCTGTGATGATGATGCTAATG
RJb5_1125475885	TAATGTTGATTGCTTGAATCAAGTAAGTGGCAAACTCCAATCTTGTGGTCACTT[A/G]JGCTGCTGATGATGATGCTGCAACTTACCTTAGCCCCCAAGTCTATGATTAATAAGGTTGAGTCT
RJb5_1128015403	AGTTTCAACTTGGCTGATCAAGATCTTCCGCAACATCAATCTGATGTTA[C/A]JGATAATGATAATCTGCTGATGCTTGTGCAAGTTTGAAATCTTATGCAAAAGAGATGA
RJb5_1131162974	GCATTTCTTTCAGCCAAATGAAATCAGGGTAGCATTTCTTGTATGAG[G/A]JCCCTGGTAAACATCTACAAATATGTAAGAATGATAACAAGATCTAATTTACTAGTAACTC
RJb5_1202837277	TCAAAGGGTTTTTGTGTCAGGAGGCTGTCTCATTTGAATGTGTGACACCCCTTAAGG[A/G]JCAAGACTTGAAGTTCACAAAGCTGGTTTTGGTTGGATTCTCACACAATGAATGAATTTGGC
RJb5_1205123843	TGAAAATGTTGCGGGTATTTCTCGACCCTCGCCCACTCAAGGCTGTGGGAGGAATATA[G]JGGAGAAAAAATAAGGATPACAGATPACTCCGAGTTTCGAATCCGAAITTCATTCGAAATTTT
RJb5_1207671637	TTTTTGAAATTTTAAATTAATTTTAAACAAATTTTGTGTTTATGAGCCGATACTGTG[C/A]JGATGTGAAAATTTTATTTTCAATGTTTGGACCTCTCGTGGAAAATAATTTCAATTTTTC
RJb5_1213920333	CCATTCGTGGCCAGGATGCCCTGCTGTGTCACCTCGCCGACCCGCAAAATCGCC[C/A]JGAGAAAGGAGCACTGATGCTGATGGCTCAATGCCAACCCGGCTGAGGAGGAAGCTGTCTGT
RJb5_1219303334	AGAGTCCCTGCTTTGAAAGGATTCGGTGGAAACCTTAGTTTTGTGTGTCATGCTATG[A/G]JGTGCTATGACGAGCCGAGTCTCTTAACACCCTGATGCTCTCTCTTTCCACAGAGG
RJb5_1222245654	TGCACAAAAGATTAAGTAAATTAATTTCAACCAATAATAGTTTAATCCGACCCGAC[C/A]GJCAAGTTCGATCTCCCTACTTTTGTCTTATTTTCTCCATCTCCATCGCCGCTGATTCGT
RJb5_1225441577	ATAATATTTCTTGTATAATAATCAATCAATTAATGCTGTGTCACCTGGTGTG[A/G]JTTGATCTGTACGTAGCTGCAAAAATGACACGTAATGAGCCAGACAGAGGGGATCGATCC
RJb5_1227650658	CATTCGTTCAACTCTTTTGTATGCAATTTGACCCAGTGGCGAACTAGAACAAAATTA[G]JCCCGGGTGTCTATACATACTAATGATCTAACCATTTGACTAATTTATTAAGATGGCAATAA

\* : SNP 在水稻基因體組序列上的位置資訊，包含在其名稱之中。每個 SNP 分子標誌的名稱皆使用 RJb5 為首，再加上 10 個數字。RJb5 表示使用水稻日本晴 IRGSP build 5.0 基因體組序列作為 SNP 分子標誌位置的參考座標，10 個阿拉伯數字代表 SNP 所在的染色體、後八個數字則代表 SNP 在該染色體上的核醣序列位置。

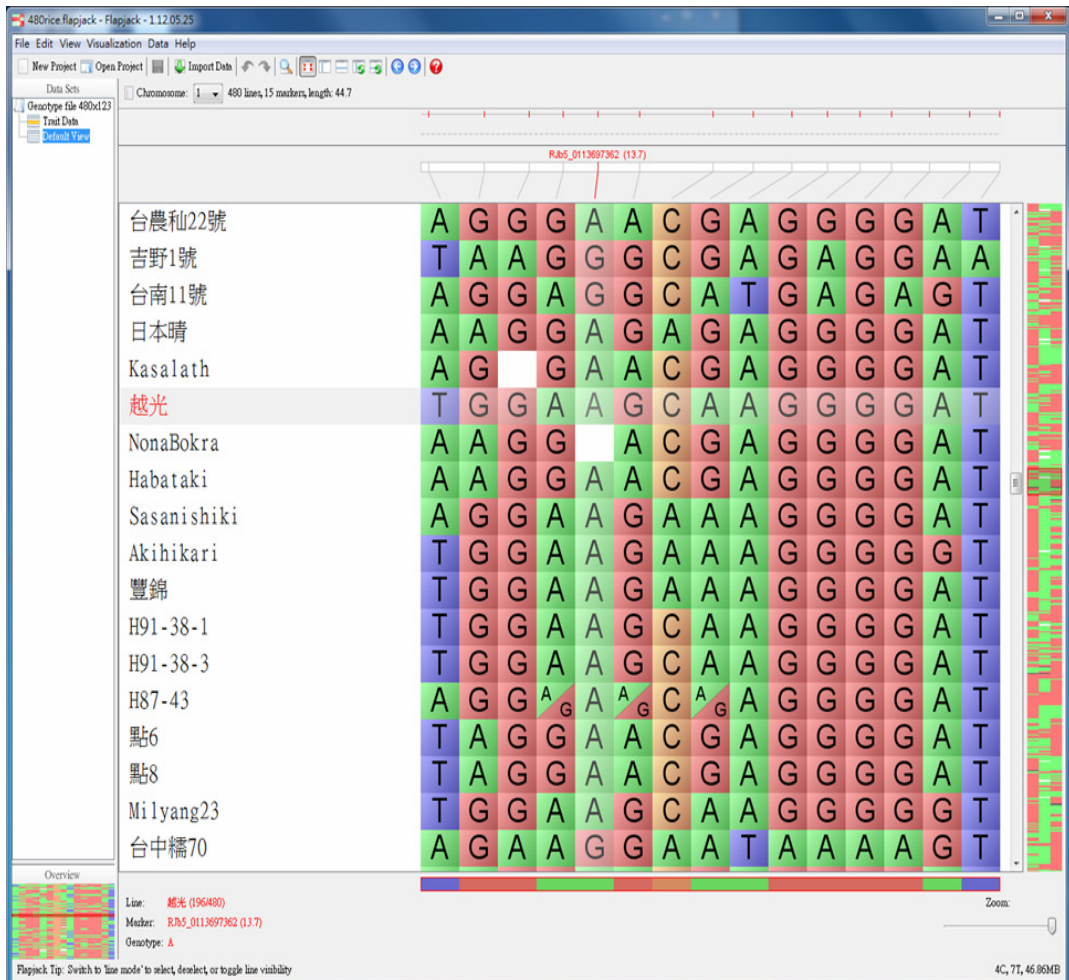


圖 1. 免付費軟體 Flapjack 的使用介面  
 Fig. 1. User interface of the free software “Flapjack”



# The Construction of Random-Type SNP Molecular Marker Database for Taiwanese *japonica* Rice Varieties<sup>1</sup>

Chen, R. K.,<sup>2</sup> M. H Tsai<sup>3</sup> and K. Y. Chen<sup>4</sup>

## Abstract

The objective of this project is to develop polymorphic SNP markers for Taiwanese *japonica* rice varieties. We expect these SNP markers can be used not only for identification of rice varieties, but also for QTL mapping as well as assistance of rice breeding. The strategy to develop SNP markers was as below: The SNP sites based on the shot-gun sequencing data of 9 Taiwanese *japonica* rice varieties was identified first. Then approximately equally spaced SNP sites (approximately 3Mb per site) from the identified SNP pools was selected, including those SNPs developed by NIAS in Japan. The genotyping panel includes 460 rice varieties and elite breeding lines. We totally picked 144 SNPs (34 from NIAS) for genotyping on those 460 varieties using Illumina BeadXpress platform. The results showed that 123 SNP markers were successfully genotyped and the successful rate is approximately 85%.

**Key words :** Polymorphic SNP, Molecular Marker, *Japonica* Rice

Accepted for publication : January 23, 2013

- 
1. Contribution No.404 from Tainan District Agricultural Research & Development Station.
  2. Assistant Agronomist, Chiayi Branch Station, Tainan DARES.
  3. Associate Professor, Institute of Biotechnology, National Taiwan University.
  4. Assistant Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University.