

日本九州多元化水稻育種

文/圖 張芳瑜¹、胡智傑²

前言

九州地區位於日本南端，地理面積與臺灣相似，2015年食用水稻栽培面積為166,000公頃，相當於臺灣一個期作的稻作面積。日本農林水產省公布2015年，每人每年米食消費量為54.6公斤，較1926年的118.3公斤減少63.7公斤。在氣候變遷與人民飲食習慣改變下，米食政策與產業需隨著調整，間接影響當地水稻的育種方向。九州沖繩農業研究中心(以下簡稱九州沖繩農研)的水稻育種部門，位於福岡縣筑後市，其水稻育種方向，主要分為食用米、米粉加工用米、飼料稻、酒米與其他特殊用途等目標。

耐高溫逆境食用米開發

日本的九州與北陸地區是水稻遭受熱危害的主要兩個熱點。8月至9月是九州地區正常插秧期水稻的穀粒充實期前期到中期，也是九州稻作易受高溫影響嚴重期間，且自2000年以來九州地區經常受到8月至9月颱風影響，在這種高溫與低日照的環境下，如何維持甚至提升稻米外觀品質，更具挑戰性。也因此，在品種開發上就得同時具備耐高溫與低日照的氣象環境。九州沖繩農研於是以前以塑膠布棚架進行耐熱品系篩選(圖1)，試驗材料在設施內抽穗後20日內的平均溫度可達27°C以上，系統遮光度約15%，以設施為重複，進行2重複。

九州地區目前推廣的耐熱水稻品種除了九州沖繩農研育成的「Nikomaru」之外，尚有福岡農林綜合試驗所育成的「Genkitsukushi」、佐賀農業試驗中心育成的「Sagabiyori」及熊本農業研究中心育成的「Kumasannochikara」，以上品種皆屬於高溫抗性品種。由九州沖繩農研育成的「Akimasari」及由鹿兒島縣農業開發綜合中心育成的「Akihonami」生育



圖1. 九州沖繩農研水稻耐熱篩選系統田區。(技術交流時已田間處理完畢，故無覆蓋塑膠布)

期比「Hinohikari」多約10~14天，由於九州地區大約9月底至10月初收穫，策略上，生育期長的品種可避免穀粒充實期遭遇高溫的危害。此外，九州沖繩農研育成的「Harumoni」也具有耐高溫特性，加上堆疊抗褐飛蝨基因**bph11**、抗縞葉枯病基因**Stvb-i**與抗穗稻熱病基因**Pb1**，以具備抗主要病蟲害的抵抗力，惟**bph11**對近年飛來九州地區的褐飛蝨生物小種效果不佳，該中心已著手堆疊其他抗褐飛蝨基因。

具抗病的低直鏈性澱粉食用米開發

依日本農林水產省的調查，1997年日本食用米消費動向，81.1%為家庭，18.9%為中食(冷凍食品商品的稱呼)和外食；2016年已演變為68.9%為家庭、18.3%為中食、12.8%為外食。中外食已超過3成的需求，符合作為中食和外食的米飯品質，也因此獲得重視。

一般食用稈稻的直鏈澱粉含量介於15%至20%，糯稻直鏈澱粉含量理論上為0，而所謂的低直鏈澱粉是指直鏈澱粉含量大於0%且小於15%之間。全日本的低直鏈澱粉水稻品種中，最普遍的是「Milky queen」，從鹿兒島到秋田都有人種植。九州過去的低直鏈澱粉代表品種是「柔小町」，但由於該品種抗倒伏性不佳，食味較「Milky queen」差，直鏈澱粉含量會隨年份變動。為此九州沖繩農研於是在2014年育成低直鏈澱粉含量的水稻品種「Pikamaru」—米飯黏性較強，冷飯也不易變硬，具備家庭用米、銘柄米與冷凍米飯用途所需的特性。除此，「Pikamaru」產量較「Hinohikari」多10%，有同等食味值，且葉稻熱病、穗稻熱病與縞葉枯病抗性強，具有低投入生產成本的特性，也適合直播栽培。

高產與多用途米開發

米消費量下降及日本農村勞力人口年齡老化，加上未來14至64歲勞動人口比例縮減情況下，為維持糧食安全與提高糧食自給率，日本將部分食用米栽培面積轉為推廣戰略用作物，如高產且具多用途的飼料稻。

飼料稻依利用部位又可分為穀粒利用型與全株青芻型。九州地區主要推廣的飼料稻有九州沖繩農研育成的飼料稻品種「Mizuhochikara」，乃自秈稻品種導入高產且莖桿強壯抗倒伏特性，糙米產量每分地達1,000公斤，除了供福岡縣作飼料用途，亦為熊本縣米穀粉的主力品種，可用於製作米麵包。其餘2個主要品種為：兼具青芻利用型與穀粒利用型的「Mogumoguaoba」和早熟的青芻利用型的「Makimizuho」品種。

酒米開發

北九州為傳統清酒生產的主要區域，為了因應當地需求，九州沖繩農研開發低投入生產的釀酒用品種「Ginnosato」，不但具有日本主要酒米品種「山田錦」的遺傳背景，同樣與山田錦擁有優質的釀酒特性，更改善了山田錦在北九州栽培容易倒伏的缺點。酒米的特色需要心白率高且吸水性佳的特性，心白發生部位可讓酒麴容易繁殖，心白形狀又以山田錦的線狀心白(圖2)，較容易提高精米程度。「Ginnosato」和



圖2. 酒米品種「山田錦」的線性心白

「山田錦」同樣為線狀心白，心白比率達69%較「山田錦」優，蛋白質含量與吸水性皆與「山田錦」相近。

其他用途

為了節省勞動時間與降低生產成本，水稻直播技術近年在日本也為重要的研究方向。「Tachiharuka」為適合直播的品種，乃從美國直播品種Lemont導入抗倒伏特性，產量可比一般食用品種多10~20%，同時兼具稻熱病抗病基因*Pb1*、*Pi3*與縞葉枯病抗病基因*Stvb-i*，有低生產成本的優勢，且食味值可媲美「Hinohikari」及「Koshihikari」，是團膳、餐廳與便當業者喜愛的業務用品種。此外，「Tachiharuka」的米粒大、蛋白質含量低，亦適合作為釀酒用。

結語

抗多重逆境為九州未來10年水稻育種方向，高溫逆境下除了影響白堊質及稔實率外，還容易伴隨著發生生物逆境，如褐飛蝨、細菌性穀枯病與胡麻葉枯病，由此可見高溫環境是九州稻作生產重要的逆境(圖3)。在育種工作上，育種家需兼具外表型選拔與分子標誌輔助選種能耐，然而抗生物逆境研究上尚需要從選定雜交組合起預測未來生理小種或生物小種的發生型態，著實有相當難度，且需要有長時間的基礎資料累積。

本場近年來與九州相關試驗單位與學術單位進行交流，開始著手進行耐熱篩選系統的建置，並參與其他水稻耐逆境的研究，如稻熱病抗病育種、低穗上發芽、低落粒性與加工用硬秈品種的開發，期望未來雙方的試驗交流可以持續進行，以加速國內水稻的耐逆境研究。

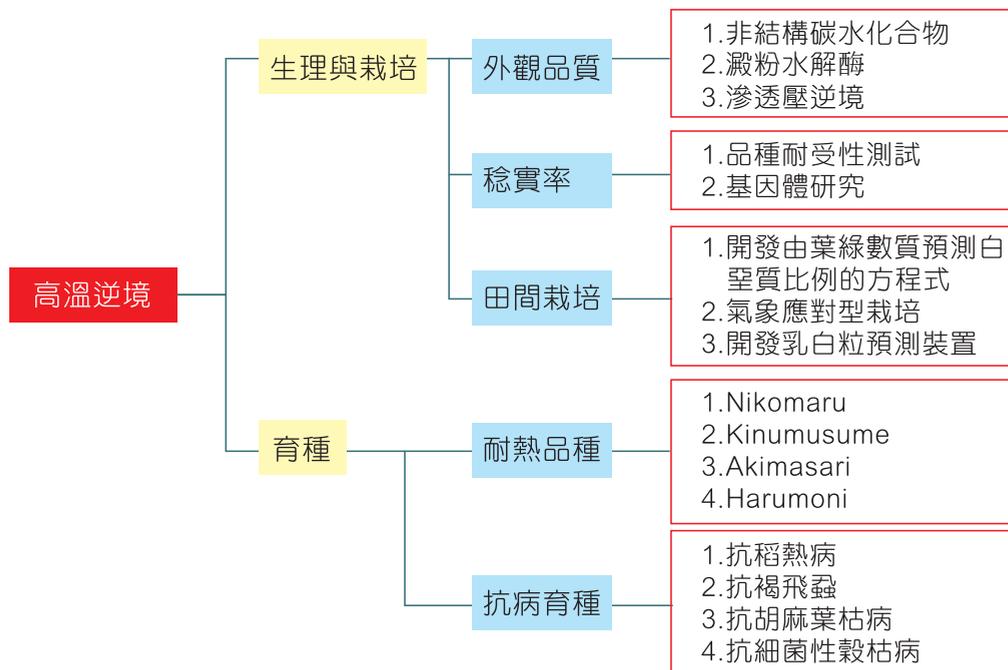


圖3. 九州地區高溫逆境相關因應研究項目

1 農藝研究室 助理研究員 (08)7746730
2 農藝研究室 助理研究員 (08)7746734