

日本飼料稻 品種選育經驗之研習心得

農試所作物組 吳東鴻 賴明信

一、前言

依照「糧食供需年報」所載，以我國熱量為權數之綜合糧食自給率只有32.0% (2009)，其中穀類為25.8%，較10年前降低了3.9%，顯示國內的糧食自給率偏低。近年全球氣候異常，重大災變接連發生，致使地區性的糧食生產呈現不穩，造成糧食大國之出口量銳減；加以新興國家經濟快速發展，全球糧食作物需求增加；以及因油價大漲促成生質能源蓬勃發展，排擠了人類糧食的供應，導致國際上常聞發生糧食危機。而國人飲食習慣的多元化，年均食米量只有約48公斤，導致國內稻田大量休耕。以2009年為例，我國全年種稻面積約26萬公頃，另有約22萬公頃的田地休耕，其中連續休耕的面積約有6.3萬公頃。這些田地因長期沒有耕作，不但地力未能保持，亦成為病、蟲越冬的溫床，對整個農業生態平衡產生影響；更嚴重是水利系統缺乏維修損壞，復耕投入困難。如果能適度活化休耕地種植糧食作物，不但可以保住農田，減少熱島效應及減少逕流、降低洪害，發揮農田的重要生態意義，而且可以提高糧食自給率。

本所於2010年派員赴日本筑波市觀音台的獨立行政法人農業食品產業技術綜合研究機構(National Agriculture and Food Research Organization, NARO)之作物研究所(National Institute of Crop Science, NISC)，研習日本開發水稻應用於飼料調製之相關技術，期望對我國水稻育種研究提供多元方向。

二、飼料稻用途開發與日本需求現況

日本自1990年便已開始投入飼料稻專用品種選育及栽培管理等相關研究，至2010年已開始實施「水田利用活用自給率提升計畫」之實用階段，對於種植飼料稻之農戶發給每公頃80萬日元的補貼。飼料稻可分為糙米高產型與莖葉高產能型兩類，糙米高產品種可應用為乳牛、肉牛全株青貯飼料 (Whole Crop Silage, WCS)，亦可生產飼料米作為家禽與豬隻動物飼料澱粉，或工業發酵原料、米製粉及糙米用生質酒精等來源，而莖葉高產能型可提供大量生物質作為調製成青貯料，供牛、羊、馬草食性家畜動物纖維素來源，亦可應用稻稈作為生產生質酒精之用（圖一）。日本2010年農林水產省統計水稻全株青貯用之栽

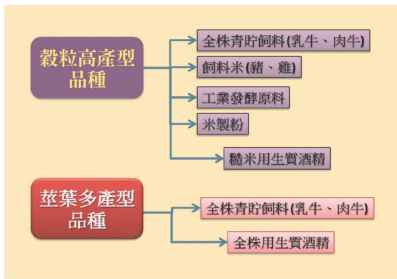
作者：賴明信副研究員
連絡電話：04-23317103

培面積達1.6萬頃，較2009年增加50%面積，而飼料米栽培面積更快速增長為去年2.5倍，已達1.5萬頃，2010年生產81,237噸飼料糙米，顯示目前日本已有0.67%灌溉田面積轉作飼料稻，可供給46.5萬噸芻料（圖二）。日本民眾對於餵食WCS水稻之牛肉、牛乳願意多付出每100克19日圓、每公升9日圓的價格購買，且餵食WCS飼料的牛隻，其排泄物氮元素較慣行飼養法低6.2%，造成環境污染負擔較低。

三、飼料稻之選育目標

日本主要食用米品種每公頃乾物量僅14~17噸，然飼料稻獎勵品種可達25~35噸，飼料米糙米產量亦較普通食用米高出10至30%以上，每公頃可產出7.13~8.23噸糙米。飼料稻須為高產型品種外，亦應具低落粒性、耐病蟲害等農藝特性。而為了減少移植時的生產成本，日本亦開發多項直播機具與栽培技術（圖三），同時針對種苗耐淹性選育適合直播品種。然飼料稻除了乾物重可達24噸以上，遠比一般食用米高之外，全株青貯用（WCS）品種亦需考量植株

內總可消化營養分含量（Total Digestible Nutrients, TDN）與其單位面積收穫量，目前獎勵品種大多為TDN含量在60%左右，每公頃TDN產量最高可達12噸。顯而易見，飼料稻如同牧草作物一般，應可低投施、耐病蟲等粗放管理，並易直播、生質高、後期生育時期老化慢、易再生等強勢特性，但對於全株青貯用水稻品種選育上更須考量倒伏性，避免植株在生育後期倒伏，導致青貯品質大幅下降。



圖一、開發飼用水稻多元化用途。



圖二、日本近3年飼用水稻栽培生產之變遷（農林水產省，2010）。

四、日本飼料稻選育現況

日本飼料稻專用品種選育大多為糙米高產型品種，此類型可兼作全株青貯利用亦能僅收穫糙米、米麩副產品，較莖葉高產能型用途更具多元化。而據抽穗、乳熟、糊熟、黃熟、完熟等不同水稻生育期之TDN產量遞減趨勢，可知於黃熟期收穫全株進行青貯發酵可獲得最高TDN產量，因此設定全株青貯用育種目標為於黃熟期乾物重達每公頃22公噸、TDN產量欲達每公頃13公噸，需高於目前日本青割玉米每公頃13公噸，而飼料米育種目標則係每公頃產量要達收穫9公噸以上糙米。

目前日本2010年高產飼用水稻獎勵品種依各不同適栽區推薦品種不同，北海道地區為北海飼308號（きたあおば），東北地區可種ふ系211號（みなゆたか）、奥羽飼395號（べこごのみ）、奥羽331號（ふくひびき）、奥羽飼387號（べこあお



圖三、水稻試驗用直播機（左圖為直播機具，右圖機具操作示範圖）。

表一、日本2010年飼用水稻獎勵栽培品種清單與其農藝特性

品系代號	品種名稱	命名 年代	抗 伏性	脫粒 性	稻熱病 抗病基因	糙米 千粒重 (g)	全株 乾物重 (kg/0.1公頃)	糙米 產量 (kg/0.1公頃)	TDN 產量 (kg/0.1公頃)	對照 品種	用途
北海飼308號	きたあおば	2008	弱	難	+	21.7	1420	823	893	上育397號	WCS、飼料米
ふ系211號	みなゆたか	2009	強	難	Pii	22.1	1700	663	-	青系89號	WCS、飼料米
奥羽飼395號	べこごのみ	2007	強	難	Pib,Pik	22.0	1170	686	726	ふ系104號	WCS
奥羽331號	ふくひびき	1993	強	難	Pia,Pib	23.2	1610	703	-	ふ系104號	酒米、加工、 WCS、飼料米
奥羽飼387號	べこあおば	2005	強	難	Pita,Pita2	30.6	1370	732	849	奥羽331號	WCS、飼料米
北陸187號	夢あおば	2004	極強	難	Pita-2,Pib	26.5	1516	720	927	奥羽331號	WCS
北陸168號	クサユタカ	2002	強	難	Pia,Pik	35.0	1614	708	940	北陸122號	WCS、飼料米
關東146號	タカナリ	1990	極強	微難	不明	21.0	1959	758	-	玉系67號	加工
中國146號	ホシアオバ	2002	微強	微難	Pita-2,Pib	29.4	1720	694	-	日本晴	WCS
北陸193號	北陸193	2007	極強	微難	不明	22.9	1710	780	1124	日本晴	加工
關東飼226號	モミロマン	2008	極強	難	不明	24.1	1800	823	1097	日本晴	WCS、飼料米
西海203號	ミズホチカラ	2009	極強	難	不明	23.0	1888	725	-	南海65號	WCS、飼料米
西海飼262號	モグモグあおば	2009	強	難	不明	31.1	1920	-	1099	南海65號	WCS
關東飼206號	クサホナミ	2002	強	難	Pia,Pii,Pika	21.7	1900	699	1210	日本晴	WCS
中國147號	クサノホシ	2002	微強	難	Pita-2,Pib	24.3	1880	670	-	日本晴	WCS

註：WCS：指全株青貯飼料（Whole Crop Silage）。

ば)、北陸187號(夢あおば)、北陸、關東、近畿、中國、四國地區則推薦北陸168號(クサユタカ)、關東146號(タカナリ)、中國146號(ホシアオバ)、北陸193號(北陸193號)、關東飼226號(モミロマン)、關東飼206號(クサホナミ)、中國147號(クサノホシ)、九州地區係西海203號(ミズホチカラ)、西海飼262號(モグモグあおば)、其各獎勵品種之農藝特性如表一。

日本農業、食品產業技術總合研究機構下的作物研究所，2002年起先後育成9個飼用水稻品種(系)，已命名品種如：關東飼206號(クサホナミ，2002)、關東飼215號(リーフスター，2005)、關東飼225號(たちすがた，2008)、關東飼226號(モミロマン，2008)；已品系登記：關東飼219號(2003年)、關東飼231號(2006年)、關東飼242號(2008年)、關東飼糯254號(2010年)、關東飼255號(2010年)等。其中關東146號、關東飼226號、關東飼206號均列為關東地區官方獎勵種植飼用品種，黃熟期總乾物種能達每公頃19公噸以上，較對照品種日本晴(Nipponbare)高出10%以上，糙米產量增加30~40%達每頃7~8噸，其TDN每頃能收穫12噸，比對照品種TDN收穫量提高30%產量，顯見該所於飼用水稻上育種成果豐碩。

五、國內飼料稻展望

日本研發的飼料稻品種，由於感光及感溫性強，在台灣種植時其特性無法表現，從國外直接引種推廣種植，顯然可行性不高。在飼料稻專用品種研發上，採用滾動式的作法，短期上利用國內已經存在的非商業品種(系)直接推廣，長久之計還是要進行飼料稻專用品種的選育。國內水稻育種歷史悠久，育成的

品種數量很多，其中不乏稻穀產量高，抗(耐)逆境的品種，有些品種因不符合現今消費市場的需求，沒有商品化種植，可從中找尋適合的品種，進行評估以應短期政策需求。長期規劃上可以引進國際水稻研究所(IRRI)的新株型(new plant type, NPT)超級稻，或中國大陸的常規超級稻及超級雜交稻當親本進行雜交，除了保留高產潛能的特性外，必須結合穀粒蛋白質含量高、碾率率高、低脫粒性、株矮抗倒伏性，水分及養分利用能力高及耐病蟲害，並能適合粗放栽(如直播性等)，及具有與食用品種明顯區隔的穀粒特徵。

國內將庫存陳米移撥作為飼料米已經行之多年，飼料廠反應在飼料混合與製程上沒有問題，問題在於符不符合經濟效益。飼料稻的研發只是稻多元化育種的一環，發展穀粒型飼料稻(飼料米)在國內是建構全新的產業。從專用品種育成，推廣種植區域釐定，繳交體系建立，飼料配方研發，飼料廠配合加工，以及飼養場使用，都需要審慎的評估與建置。飼料米適合食用的動物較廣，在專用飼料品種選育時，可以思考以育成穀粒利用型為主，全株芻料型為輔，使其後可依飼料成本彈性調整用途，若當玉米價格偏高時，收穫穀粒作為替代飼料供應豬雞食用，作為飼料澱粉取代用，然玉米價格低時，於乳熟期收穫全株作物，供應為草食動物之芻料來源。飼料米的主要目的是供給為飼料，但在糧食極度短缺時，亦可以轉移提供食用。因此，在構思推廣種植及收穫入倉時的管理機制，讓飼料米與一般食用米能明顯區隔，避免合流或混雜，影響國內食用米的產業發展，是發展飼料米產業最重要的起始工作。