

日本蔬菜育種之發展與趨勢

王小華¹ 郭宏遠² 譯

前言

日本園藝作物的育種技術自1950年後，不論在生態型的改變，如早生(early maturation)、抗病性、一代雜交種以及品質的改進等方面，可謂進步神速，尤其是蔬菜作物方面。而促成這些育種目標的形成與育種技術進步的主要因素，除了南北向高山群的自然地形與季節風所造成日本各地區之降雨量與季節變化的天然氣候因素外，小農生產型態以及嚴厲的市場競爭性；再加上日本國內在戰後的總體經濟、社會以及技術層面上的改變等等因素，直接或間接的促進了育種改良工作的進展。育種家也適時的針對以下現象在育種策略上作了反應。這些現象包括：1.百姓對農產品的周年需求；2.快速交通系統的改善；3.更好的冷藏設備的發展；4.遠離市場之生產地的形成與擴展；5.設施保護栽培方式的擴展，包括棚架、塑膠房、溫室等；6.種植與採收機械的發展；7.因連作及精耕所產生的土傳病害問題。

生態型育種(Ecotype breeding)的進展

育種者為滿足生產者與消費者的周年需求，而育成一系列分別適應不同地理環境或不同季節生產的生態型品種。包括因應促成、半促成、大田或晚季栽培(late-season cultures)等不同栽培方式的果疏與觀賞植物，以及適應不同季節播種

生產的根、葉菜類品種。

在胡瓜的品種改良方面，基本上仍然是藉由中國南方與中國北方不同生態系間的品系雜交來獲得育種上的進展；也就是綜合使用兩個生態系分別具有的耐熱性與較佳的食用品質以及較強的生育性狀與耐寒性來達到特性需求的育種目標。網紋甜瓜的品種改良乃是利用東方型(Orental melon/*Cucumis melo* L., makuwa group)與網紋且高品質之西方型甜瓜(netted Western melon/*C.melo* L., reticulatus group)間的雜交。日本南瓜，這個在生長勢、耐熱性、果肉品質及儲架壽命等性狀已明顯獲得改善的作物，則是利用非粉狀(non-mealy)質地的中國南瓜(*Cucurbita moschata*)與粉狀(mealy)質地的印度南瓜(*C.maxima*) 間的交配來進行育種改良工作。草莓的育種方向乃利用低溫需求性、早熟性以及果實品質等不同的生長特性，以育成適應不同溫度環境的品種。甘藍、白菜及一些葉、根類蔬菜也在耐熱或耐寒性、早熟及晚抽苔等生長特性上獲得相當的改良。

這類運用不同生態系的育種工作，乃是因應育種材料的生育特性並且利用不同地區或不同季節來進行選育；近年來，在耐熱、耐寒、抗倒伏、低溫生長、抗抽苔、抗生理失調症諸如缺鈣症及高效率的肥料使用能力，例如少氮肥施用量即有高

1. 種苗改良繁殖場 研究員兼品種改良課課長

2. 種苗改良繁殖場 助理研究員

生產力的品種等等，都是蔬菜品種的改良目標。而更進步的評估方法與選拔技術也陸續被建立，例如缺鈣症的篩檢技術已經運用在白菜的品系選育工作上了。

雜交育種(Hybrid breeding)的進展

雜交品種之優於開放授粉品種乃在於其產量、生育及產品齊一的園藝性狀表現，以及包括抗病性等特殊性狀的強弱，這些現象也已經在很多報告上被引述過。日本早在1940年代就進行果菜類的雜交育種工作，到1950年代，葉菜類的雜交種就廣為流傳，而根菜類的雜交種也在1960年代開始被使用。在雜交種的育成及種子生產技術的利用方面，果菜類與觀賞植物類都是利用人工去雄及授粉的操作方式，而十字花科作物如蘿蔔、甘藍及結球白菜等大多是利用自交不親合的特性，有些作物之雜交品種的育成亦有利用雄不稔特性的例子，諸如洋蔥、胡蘿蔔及向日葵等作物。

1951年日本第一個實用的雜交品種被推出，它就是利用兩個自交不親合的品系經過交配所產生而來的一代雜交種甘藍"Nagaoka Kohai No.1"，自此以後許許多的雜交品種陸續取代了傳統上被種植的開放授粉品種。直到今日，幾乎所有的十字花科作物都是利用自交不親合性來生產雜交種，而自交不親合品系的維持除了利用蕾期授粉外，二氧化碳及蜜蜂也被用來降低人工授粉勞力的投入。1962年第一個洋蔥雜交品種被推出後，目前雜交品種已成為市場的主流。1964年利用雄不稔性育成了第一個胡蘿蔔的雜交品種，同樣技術的應用也在1979年推出了第一個芹菜的雜交品種。目前利用雄不稔性育成

的青蔥(welsh onion)雜交品種正不斷的被推出；利用全雌株當母本與全雄株的父本交配而成的菠菜雜交品種也被育成了。

未來對於雜交品種的性狀要求將會更為嚴密，因此所用來組成雜交品種的親本就必須分別具有多種不同的優良特性以期達到育種目標。此外，為了使育種系統更有效率與穩定，生物技術應該高度參與並使用在進行以下幾種性狀選拔時之輔助標記(marker-assisted selections)，諸如自交不親合性、抗病性、細胞質雄不稔性、各類生理抗性與品質等性狀。

抗病育種(Disease resistance)的進展

由於人為篩選技術的發展，抗病育種工作已在日本獲得相當的進步。也因為在降低農藥施用量、自動化生產以及勞力節省的願景之下，這一個領域的重要性不斷增加。多數病害是由一對顯性基因所控制，然而針對這種病害，能夠育成複合抗病(compound resistance)的品種，才是積極的進展。對於微效基因(polygenes)所控制的病害例如番茄青枯病(bacterial wilt of tomato)或結球白菜的輪生菌萎凋病(verticillium wilt of Chinese cabbage)等，要由傳統育種系統達到成果仍然有其困難度。而近年來建立的信賴度較高的抗病性篩選技術以及性狀選拔之輔助分子標記(marker-assisted selections)系統，應該可以期望對這方面的育種工作產生促進的效果。茲舉出幾種作物來說明日本在蔬菜抗病育種工作的發展：

胡瓜

亞洲的品種對於露菌病(downy mildew)以及嵌紋病毒病(mosaic virus)較原生於歐洲的品系更具有抗病性。具有此類抗病性

的歐洲品種其抗源大多來自具抗病性的亞洲品種，而亞洲的胡瓜品種之所以有抗病因子可能是它長期的在季風環境下栽培的結果。為了增強現有的抗病品系，藉由較大規模的育種計畫來聚積抗病基因似乎是必需的。此外，南瓜屬內有許多物種被用來作為胡瓜的砧木以保護植株避免受到蔓割病(fusarium wilt)的侵害，中國南瓜或其與印度南瓜的一代雜交種(*C.maxima* x *C.moschata*)都被普遍的當作抗病砧木在使用；此外源自南美洲的黑子南瓜(*C.ficifolia*)也因其具有耐寒性而被用來做為塑膠房內於冬天栽培胡瓜的砧木。

甜瓜

日本在甜瓜的抗病育種方面也已獲得相當的改良。東方型的甜瓜(makuwa group 酥瓜群)原就具有生長勢強且容易栽培的特性，加上多年來在抗病性的遺傳研究結果並藉由微效基因的聚積，使得東方型甜瓜在抗病性的表現上遠優於西方型的甜瓜；因此，一直到1950年代，栽培上的主流品種都還是東方型甜瓜品種，而西方型的甜瓜僅能利用溫室進行小面積的生產。1962年，日本推出了一個由西方型(cantaloup)甜瓜與東方型(oriental melon)甜瓜雜交育成的品種"Prince melon"，當時以其高甜度的特點而在栽培面積上完全取代了東方型甜瓜的品種。也因為"Prince melon"這個品種的成功，育種者皆紛紛投入兩型間雜交的育種計畫。在東方型甜瓜與越瓜群內發現具有抗流膠病(gummy stem blight)、嵌紋病毒病(mosaic virus)以及露菌病(downy mildew)的種原以及自美國引進抗蔓割病(fusarium wilt)及白粉病(powder mildew)的種原，

並利用抗病種原間的交配及選育，將抗病基因導入新育成的網紋甜瓜(netted melon)；今天日本的網紋甜瓜品種不但具有優良的品質以及對上述病害的抗病性，而且具有比西方型甜瓜更強的生長勢也更容易栽培。

番茄

在果蔬類作物的抗病育種工作中，番茄的成果是最有進展的。具有抗番茄嵌紋病毒病(TMV)、番茄萎凋病(fusarium wilt)、輪生菌萎凋病(verticillium wilt)、葉霉病(leaf mould)、葉斑病(leaf spot)以及根瘤線虫(root nematode)等多種病害的品種已經被推出且廣為種植了。這些病害的抗性都是由一對顯性基因所控制，而且多數是由番茄屬(*Lycopersicon*)的野生種所導入的。日本在番茄育種的起始階段，一個具紅色果實且容易與栽培種雜交的野生種*Lycopersicum pimpinellifolium*最常被拿來使用；由於此一野生種所擁有的基因很快被用竭，因此綠色果實的種原包括*L.hirsutum*及*L.peruvianum*被使用的頻率也就增加了。冬季在塑膠房栽培番茄時，一個由栽培品種與*L.hirsutum*交配而來的雜交種常被用來作砧木以防止低溫造成的褐根症(brown root)。

甘藍

在甘藍的抗病育種工作方面，利用來自美國的抗病種原，許許多多品質優良又抗黃化症(Yellow/Fusarium oxysporum)的甘藍品種不斷的被推出。此外，利用一個由荷蘭引進的抗病種原進行抗病因子的導入，也使得根瘤病(clubroot)的抗病育種工作有所進展，並因而順利的推出了一些抗病品種。

結球白菜

源自中國的結球白菜對根瘤病(clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae* Woron.)並無抗性因子，而有一些歐洲的蕪菁(turnip)品種，則對根瘤病具有抗性，利用兩者間的雜交進行後裔選育，可以在結球白菜的抗病性上獲得改善，也已經有不少的抗病品種被推廣栽培了；根據報告，蕪菁之抗病因子是由一對顯性基因以及數個微量因子(minor genes)所控制。與蕪菁之雜交後代只要經少數幾次回交，很容易就可以恢復包括結球等原屬結球白菜的生育特性；但是病原性的變異(differentiation of the pathogenicity)問題則成為抗根瘤病育種的最大問題。結球白菜抗嵌紋病毒病及細菌性軟腐病的基因是從白菜(*B.compestris*)與甘藍(*B.oleracea*)的人為雜交種CO(artificial Brassica napus)轉入，並育成結球白菜軟腐病之抗病品種"Hiratsuka No.1"(1962,清水、金澤等)，而此抗病品種也成為目前許多雜交品種育成時，最常使用的親本材料之一。

蘿蔔

很多抗病品種是由農民從感病很嚴重的栽培田所選拔出來的地方品種，黃化症(Yellow/*Fusarium oxysporum*)的抗病因子也存在某些日本的地方品種，但是一些歐洲的蘿蔔品種則擁有更強的抗病性。

生物技術(Biotechnology)的利用

在日本，生物技術的應用乃在增強傳統育種的效率，而這方面的技術發展進步得非常快；利用莖頂培養無病毒植株的組織培養技術已經被廣泛的應用在草莓、百合及青蔥(welsh onion)等作物的繁殖上。核融合技術也被應用並產生許多新型的植

物，但是這些新型的植物在品質上以及種子生產上的問題依然未能克服。在種間雜交方面"Hukuran"及"Senpohsai"是利用胚培養技術所得到的兩個新的種間雜交種。花藥培養技術是一種能夠在較短的時間內獲得純系的有效技術，結球白菜新品種"Orange Queen"即是利用此技術所育成的，此種技術在甘藍、青花菜、茄子及番椒等作物上的花藥培養也已成功建立，但是尚未應用在商業育種上。胚培養及原生質培養技術應用在蘆筍、胡蘿蔔、茄科及一些十字花科作物的量化系統已在實驗室成功，唯因成本上的考量，仍未能在商業上應用。

基因轉殖技術在馬鈴薯、萵苣、番茄、茄子、甜瓜、胡瓜、青花菜、蝴蝶草(torenia)、芋頭、山藥等作物上都已經被建立。番茄抗胡瓜嵌紋病毒(CMV)的品系亦已由轉殖技術獲得，並經與商業品種雜交證明為一對顯性基因所控制。番茄與其近緣種(屬)在自然界中並不存在抗胡瓜嵌紋病毒的抗病基因，因此運用基因轉殖技術來做為產生新育種材料的方法是可以預期的。此外利用基因圖譜標識來幫助雜交種子的純度檢定已經被充分應用，某些觀賞作物及蔬菜之傳統育種作業上也利用遺傳標識(DNA makers)的技術來做為性狀篩選時之工具；現在或未來，不論在日本或其他地區，針對基因工程的進步與應用，在育種目標的達成上，都將是極具鼓舞性的輔助工具。

※譯自Hiroaki Yoshikawa(Taki & Co., Ltd). 2001. Breeding techniques in Japan. Asian Seed 8(5):25-29.