

第一章 生物產業與資源

1.1 生物資源型態

生物為地球之資源，包括人類、動物與植物，是具有生命的個體。這些生物之存在形成一種共生體，相互間塑造出一種和協的生態環境。在這個資源體系中，人類雖為主宰者，可利用這些生物為其資源，但如何進行有效管理，取得整體的協調以及對其相關生理的關懷，甚為重要，這也是身為主宰者之責任。生物為自然的一部份，人類利用它，必須在適當的範圍與選擇適當的對象以及採用適當的照顧與管理方法。對人類而言，生物的多樣性以及豐富的內涵成為重要的知識寶庫，而生物資源之存在也成為人類自我管理與體驗的平台。這些資源包括如醫術、農業、畜牧、漁業及細菌等之領域，如何利用新的科技觀念及生物技術，豐富其內涵，使其生生不息，才是生命科學的真正意義。

在整個生物系中，植物佔領整個體系，由此構成一個相互依賴的組織鏈。植物之多樣性提供動物的生存空間，使人類得以養生，動物得以度日。此外，在動物與植物間，另存在微生物群，利用其化學功能可以將殘存之有機質加以分解，然後回歸植物之平台應用。而無機物雖屬無生命之物，仍為生物生命延續之中介，亦屬整個體系中重要一環(圖 1.1)。

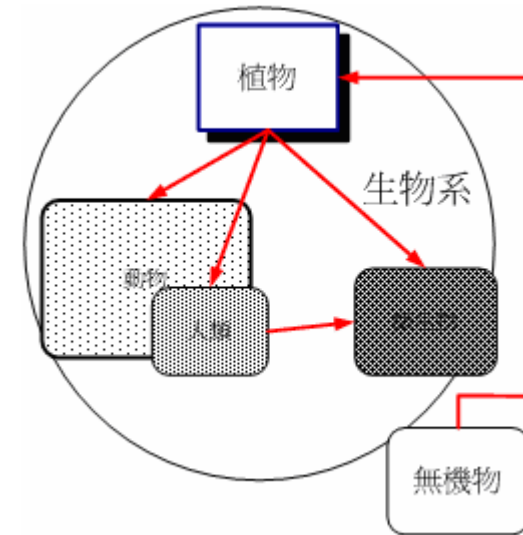


圖 1.1 生物系中動植物及微生物間之相互關係

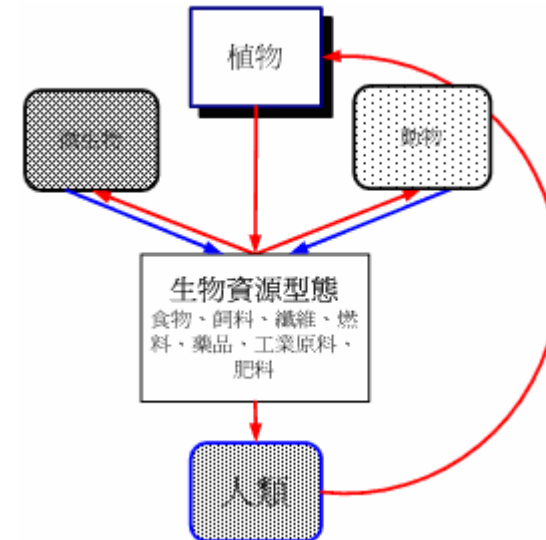


圖 1.2 生物資源型態之利用

在實務上，對於生物之成長與供應，也逐漸累積出一種自

然的法則。就歷史之發展而言，人類早已設法或自經驗知識中歸納出此方面資源之利用型態（或稱為 7 F）如：

1. 食物(Food)。
2. 飼料(Feed)
3. 肥料(Fertilizer)。
4. 衣物纖維(Fiber)。
5. 工業原料(Feedstock)。
6. 燃料(Fuel)。
7. 精密藥品用之化學原料(Fine chemicals)。

這些項目或稱為生物資源的內涵，利用這些資源，整個生物循環的產物終為人類所利用(如圖 1.2)。這些型態將在本書中詳加討論。

1.2 生物的特質

就植物而言，一般生物體之特質如下：

- 具有生命力，可自行增殖成長；其種子可以儲藏，以維持生命。
- 其植物體可經由光合作用或呼吸作用進行新陳代謝。
- 對環境有適應性，可與週圍環境互相調和、永續及更生。
- 數量龐大、物種繁雜，形成一個生態體系，其分佈且呈地域性。

然而生物生存的型態仍有特別之缺陷，諸如其個體性差，因此必須群體而居。生物體既是具生命物質，其體質容易受到傷害與變質，必須因其特性環境分別處理。

就動物而言，除具有移動之特性之外，與植物之特徵仍有

相似之處，而兩者最大之差別在於前者僅具呼吸作用，而後者則可藉光合作用製造體內所需之養分。未來生物技術之發展能否將光合作用之基因加入動物，則是努力的方向。

1.3 生物成長之要素

生物成長之環境需具備下列要素：

1. 日光、空氣、水及營養分等維持生物體能所需之物質。
2. 適合生物發育及成長之環境溫度與濕度。
3. 搬移設備器材、維持環境所需供應之能源、相關控制及理論基礎資訊。

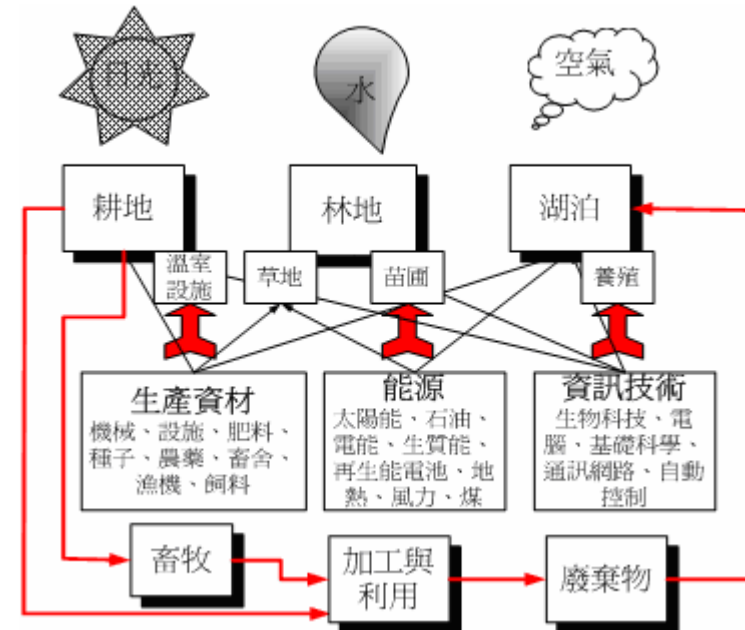


圖 1.3 生物生產系統及其流程

在支援的生產資材中，包括機具、搬運及栽培設施或畜舍、肥料或飼料、種子、農藥等項目，依所需之對象而不同。其次為能源。基本上太陽能為萬物生存之源，沒有太陽有時得需人工補光，其他包括石油、電力、生質能、再生能源、地熱、風力或煤等。在栽培期間，管理所需的資訊亦必須相互配合，利用基礎知識，配合電腦及自動控制理論，或透過網路連結，可以有效節省能源及工作人力(如圖 1.3)。

生物生產的基本能源為太陽能。有日光植物才能行光合作用，延續其生命。太陽光普照大地，故無論屬耕地、林地或湖泊的生物均能在高效率的狀況下轉換成生質。為提高其光合成效率，則需投入相當的資材、燃料，以維持週圍環境的溫濕度，或利用人工補光的方式以增強其光合作用的效率。最佳狀態的生產系統必須能提高光合成效率，使單位面積的收穫量達到最大，如此可降低成本，並獲得最大收益。

在畜產或微生物生產方面，可以將廢棄物經過醱酵的過程，轉換為有用的物質，而過程中，其轉化效率與產出質量間之平衡亦成為重要的課題。

1.4 生物生產之分類

自然之生物體成長是依天時與地利，得其日月之精華，因地制宜。有些生物經由人類就其習性進行訓養、或因其特質進行栽植，形成一種刻意營造的環境下，使其生長與繁殖並行收穫，此過程謂之生物生產。這些非自然形成之過程或謂之生產體系，一般可依生物體對象區分為植物、動物與微生物等三項：

1. 植物生產：栽培作物、果樹、林木、蔬菜及海藻等。
2. 動物生產：拳養家禽牲畜、魚蝦貝養殖、野外狩獵、

漁撈作業及拳養寵物等。

3. 微生物生產：利用細菌、酵母菌等媒介之生產如酒精、乳酪、醬油與甲烷等。

此三種相關之生物生產方式及種類則如表 1.1。

表 1.1 生物生產的方式與種類

生產別	植物生產	動物生產	微生物生產
生物技術	組織培養	胚胎移植	基因轉殖
農業	作物生產	畜牧生產、 漁業生產	堆肥製造、甲烷發 酵、酒精釀造
林業	林木生產	動物狩獵	林產(菇類)
漁業	海藻養殖、 海帶收穫	漁業生產、 漁撈作業	浮游生物利用進 行二氧化碳固定
微生物產業	酒精發酵	動物實驗	菌、菇類生產

1.5 生物生產作業

每種生物體在生產過程中均可構成一完成的系統，而一個生產系統中也包括許多項與生產有關之作業。生物生產的作業則依生物生長過程之處理與需求進行。以作物生產為例，準備植床之工作稱為整地，必須利用機械先行破壞土壤，繼之鬆土，以獲得鬆軟適中之土床。其次是播種作業，使用播種機可將種子依特定方式植入土床內，必須適度適中，而此時亦有同時進行施肥作業。待種子發芽，作物開始發育成長。管理作業於焉開始，此時需要中耕除草、施肥及病蟲害防治等工作。作物成熟時，即進入收穫作業。收穫過程中，先行收割、再行脫穀、選別等調製工作，近幾年來，某些作業大都可在一貫化的方式下完成。而收穫之穀物經收集後，必須搬至適當的地方

乾燥，然後進行加工儲藏。

動物生產也因對象物成長過程需要不同的作業。以養雞為例，先將受過精的卵置入孵蛋器內，維持 38C，三週後就能孵化。飼養初生雛、然後幼雛、中雞、大雞依序進入不同階段，相對需要不同的作業。其給飼的量亦必須隨雞隻之成長調整。成雞約莫五個月才開始下蛋，此時必須進行集蛋、檢查、分級與包裝等作業。對於種雞本身，則仍須繼續預防接種及施用驅蟲劑，種種作業均不能省略。產蛋雞須每天餵食、供水，定期除糞及消毒。雞舍的環境調節也是重要的工作，雞隻才能有更舒適的成長環境，而產蛋效率低的雞隻也要適時淘汰。

就上述兩種例子而言，生物生產過程之作業對象仍可依生物體、管理資材與生長環境情況分類，其情況如表 1.2。以生物體為對象者如作物、樹木、禽畜、魚貝、藻類等；管理資材則包括支援之肥料、飼料，除草劑、消毒、投入之藥劑及接種之藥品等。而其他與環境有關者則如土壤、空氣、陽光、水等。

表 1.2 生產作業之對象

生產過程	作業	作業對象
植物生產	整地、犁耕、中耕	土壤
	除草、移植、收穫噴	作物
	藥、施肥、病蟲害防治	肥料、藥劑
	灌溉	水
	溫室設施	空氣、水
動物生產	環境控制	空氣、水
	餵飼、防疫	飼料、藥劑
	集蛋、擠奶	家禽、家畜
	採蜜、脫繭	昆蟲

不同的作業對象可經由一系列作業相互串連，其所用之機

具也需相互平衡，構成一個有效的作業系統，其所需之作業機具方能獲得充分利用。

1.6 生物生產機具與設備

以生物為作業別之生物機械大體上可依表 1.2 所列進行分類。以田間作業為例，如播種機、移植機、插秧機、間苗機、除草機、收穫機、脫粒機等，這些機械均以作物為作業對象；另外與倉儲藏作業有關者則如調製機、乾燥機、倉庫等，其中尚包含相關之輸送裝置及偵測設備。在園藝方面，與細胞、組織培養有關之機器則如溫室、組織培養室、養生裝置、嫁接機以及生物科技機器如培養皿、殺菌裝置。

以處理肥料、營養、藥劑等為對象之有關機具則如施肥機、清毒機、防除機、飼料調製機、餵飼機、堆肥撒佈機等。這些機具有時也因生物體之不同而產生不同的型式。以清毒機為例，對於雞鴨、豬牛或池魚等之作業機械均會有所不同。

以改善土壤有關之機械則有深耕犁、迴轉犁、耕耘機、中耕機、土地改良機。與空氣、水有關之機械則有水泵、送風機、壓縮機、噴灌設備等；而暖氣機、冷氣機、冷凍設備、熱泵等則屬環境控制機械，可以控制溫室、畜舍、加工與倉儲設備之空氣狀態。

除上述作業機械外，尚有提供能量之動力機械，如引擎、馬達、曳引機等，這些動力可以用來驅動作業機具。為使物體能夠移動，尚須藉助搬運機械，其中包括輸送帶、高架輸送設備、卡車及推車等。此外，為控制作業的精度，減少人力，可利用電腦系統或機電進行控制，控制的方式包括油壓與氣壓系統。

由某些機具係經由串聯後再針對特定對象及特殊目的進行的組合，有時稱為生物生產之機械系統，以達到一貫作業的目的。這些系統有些由單純數種機械組合而成，有些則需借助電腦的模擬進行控制者，如機械控制系統、畜產系統、漁業系統、漁汛預報系統等等。

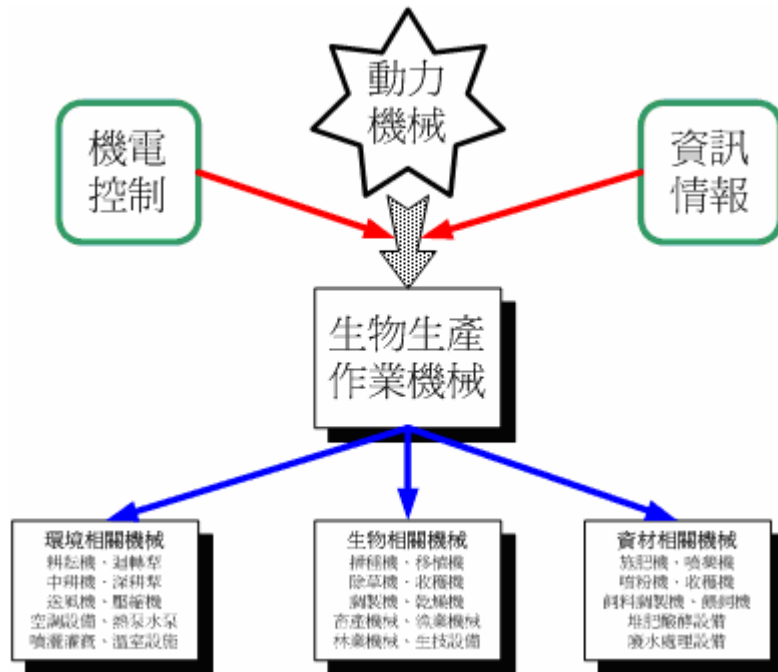


圖 1.4 生物生產機械系統之組成

1.7 生產技術之源起

各項生產技術早已隨歷史演進而發展，尤其在農業及工業方面，早在世紀前就已開始。民以食為天，故最早發展之生產技術均以農業為始，而農業之發展也奠定了近代工業及生物

技術之基礎。

在近廿世紀內，農業之生產技術已歷經相當大的變革。由從前人力及牛拉馬耕的時代，逐漸蛻變為機械動力時代。強而有力的曳引機取代了從前的耕牛、馬、驢等畜力，這是從前農夫所必須依賴的力源。而屬於機械動力用之各種特殊農機具亦相繼出現，取代早期畜力用之簡單農具。電腦在農場上亦逐漸被應用，諸如資料搜集、記錄、分析與計算禽畜之飼料配方，並助於經營管理與市場的決策工作。農業技術生產之對象將包括所有農產品、畜產品以及消費者喜好的食品與日常用品等，其間並牽涉到所用之器具與設備。

農業科技

在生產技術進步的過程中，研究可說是產生科技成果的主因。透過科學研究，可以解決農業諸多問題。農業研究是研究動植物對不同刺激所產生反應，並找出其原因。有時亦可直接檢驗科學性之原理，藉以瞭解其與生物間之關係。在農業的領域裡，其在科學與技術上所提供之證據，或在農場、或在公路上、或在實驗室裡，隨處可見。透過科學研究，農業進展之證物隨時可在百貨公司之食品架或衣服架上找到。

萬物以食為天，如此演化為千千萬萬之生物，農業即扮演此項基本角色以生產人類所需之食物與衣物。食物為世上人所吃的各種農產品；而纖維則是用來製造衣服的原料，如棉花、羊毛、麻、與蠶絲等，使人有衣可蔽體。但是，農業新科技之影響則不只限於生產食物及衣料。新的科技已能使一個農民生產足供七十人吃穿的產品，人類因此而不必淪為土地的奴隸。而由於新科技之引進，許多人方得以離開農村，追求另一片天空。沒有農業科技之發展與進步，人間無法達到現代社會之生活標準，並擁有各種不同的休閒活動。

農業科技之進展與單位農戶面積之擴大趨勢有密切的關係，農地僅由少數農民經營。在這種趨勢之下，農村之社會及經濟層面均產生極大的變化，部份農民在田間的勞力被機器所取代，而農業生產之效率卻大大增加。在農業技術發達的國家，其農產品之價格在整個人類需要之收入上所佔的比例相對降低。

農機具之使用

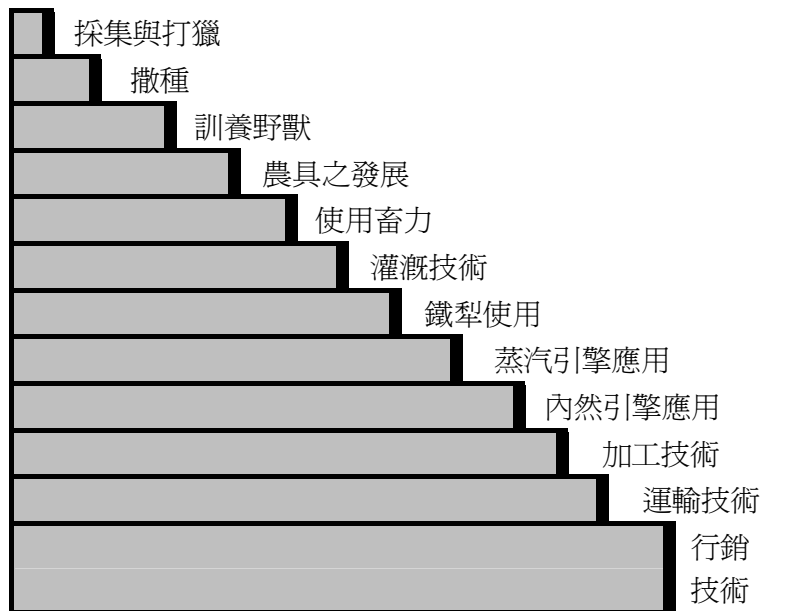


圖 1.5 農業技術之發展層次

當人類學習如何使用農具以控制環境之初，農業技術即開始萌芽。有些人開始訓服野獸，作為耕作的動力，以提供可靠的食物或毛皮衣物之來源。較早期的文化中，並學習如何收集

種子，然後進行播種。早期所用之農具包括播種用之竹器、用以切割用之銳利石斧或石刀。銅質農具後來取代石器。幾世紀以後，鐵器開始發展並取代銅器。這些最重要的技術發明，沒有人申請專利，但卻是人類最偉大的技術發展。

以動物作為交通工具是人類馴服野力獸的第一步，這也是一般交易行為之開始，可以將人或原料在兩地之間互通有無。利用畜力在田間拖拉簡易農具以耕地的方式則是一項農業技術的大改進，比從前僅用人手的情況改善許多，亦可耕種較大的田地。這種方式在人類史上也延續了數千年。隨著畜力耕作的想法，其相繼而來的發展則是犁具的改良，這在西元前三千年左右的事情，發生在埃及及古中國。利用鐵製犁板取代使用甚久之木製犁，不但實用而且耐用。



圖 1.6 牛車之使用 (<http://www.bisouth.com.tw/1047.jpg>)

誰發明車輪？

輪子的發明拓展了人類另一層次的文明，也是交通技術應用的里程碑。有了輪子，小車、搬運車可以用來搬運穀物與農產品，並進行快速的交易行為。

水車是最早提供機械動力的一種形式，由流動的水產生推力，以帶動軸承及齒輪，並運轉機械。機械動力可以輔助或取代人力與畜力，執行負荷更大的工作。風車亦在力源開發過程中扮演重要的角色，但主要用來抽水灌溉。目前風力發電的應用也開始興起，可以利用地區性之風力供應電力。



圖 1.7 水車之利用在中古時代相當普遍

(<http://itp.ne.jp/i-town/kansai/shiga/images/KNS009PREshig.jpg>)

蒸汽機之發明

瓦特於 1799 年發明的蒸汽機則帶給人類文明一大衝擊，

也造成第一次工業革命。這種蒸汽動力除了在田間作拖帶農具的動力外，亦應用於工業及交通上不同的用途。許多新興工業亦於焉產生，諸如利用其動力進行紡織並製造布匹及衣服。

1793 年阿里懷尼(Eli Whitney)發明去棉子機，以分離棉花纖維。此項技術是導向紡織工業成功的重要關鍵。阿里後來建立的大量生產觀念對當時之棉紡業具有同等之重要性。他認為在生產線上，每一位工人僅須執行一項小工作即可，分工合作，使生產的速度加快。這種製程觀念與方式一直沿用至今，並為現代化工業奠定基礎。由於紡紗及織布技術相繼改進，使紡織工廠林立，並開始大規模的生產。

蒸汽火車的發明則立即應用在原料與產品之運搬工作上，解決工廠原料供應與商品銷售上的困擾，鐵路闢建乃蔚為風潮。並由歐洲轉向美洲，再傳進亞洲。在這之前，大量之運輸均必須倚賴河流及海岸，以船來搬運。

煉鋼技術之發展

煉鋼方面，柏斯麥轉爐法(Bessemer Process, 如圖 6)的發明則造成製鋼業的技術大衝擊。由於鋼比鑄鐵硬度高，使用上更為堅固強韌，鋼鐵遂成為建築用之重要材料，廣泛使用在結構體及機械上。農業更需要此種材料以建造田間使用之機具，因此鐮刀、犁鏵成為有利的農具。農機工廠更需要利用這種材料製造各種作業機具。

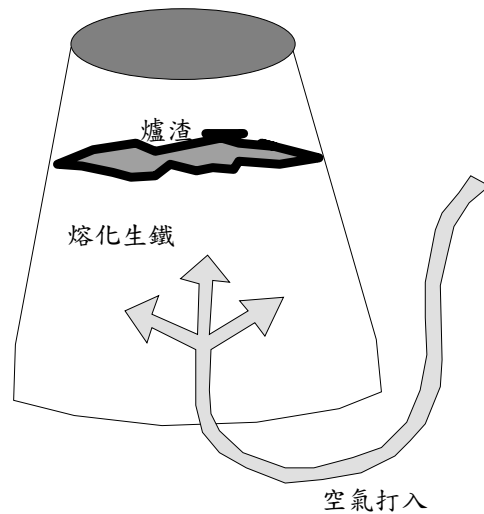


圖 1.8 柏斯麥轉爐係將空氣注入生鐵之熔爐中，使熔液中之不純物與空氣中之氧燃燒，形成爐渣浮於上層，最後殘留下來為鋼鐵

授田大學制度

在美國，授田大學(Land grant university)之制度於 1862 年由莫里耳(Morrill)提出，並經國會通過。這是一個配合州立大學進行農業研究之法案(這也是為什麼現今這些授田大學均有以莫里耳為名的行政大樓的原因)。在這法案下建立的大學均由國家授與龐大的土地，以進行農業方面之研究。而農業實驗站則於 1887 年由國會通過設立。農業推廣法案成立於 1914 年。農業職業教育則建立於 1917 年。後者各機構之建立對於農業研究與推廣發揮相當大的影響力。

板犁與收割機

約翰迪耳(John Deere)發明板犁，麥孔密克(McCormick)發明收割機。板犁可以進行犁田作業，對土壤翻土以利播種；收

割機則是利用剪刀之原理在田間大量收穫穀物。這些發明影響早期農業機械化之發展至鉅，但仍然沒有比內燃機之發明更具影響力了。這種型式引擎在一密閉的空間燃燒油料，並能利用廢氣之龐脹作用產生動力。



圖 1.9 約翰迪耳發明之板犁

以汽油為燃料之內燃引擎係由歐圖(Otto)發明。其後 1893 年迪賽耳(Rudolf Diesel)發明柴油引擎。曳引機開始以蒸汽為動力，其後在二次世界大戰前即完全以燃油為動力。

電力在農村應用始於 1930 年代，但對人類生活品質及農產品之生產力之影響則極大。許多鄉間人手的工作，迅速為由電力驅動之機械所取代。

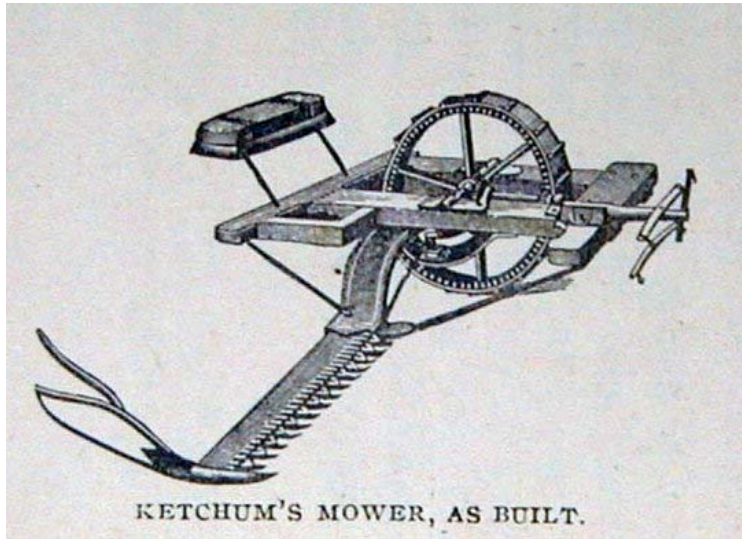


圖 1.10 麥孔密克發明之剪刀型收割機

1.11 生物技術之發展

基於過去多年來生物技術之快速發展，人類改造生物體基因或基因轉殖生物體之時代已在 1980 年代來臨，而這些科技的影響則相當深遠。任何一項基因轉殖植物之成就，均會造成農企業之革命。例如，豆科固氮基因轉殖水稻、小麥等，將減少大量氮肥之施用。而基因轉殖作物對農業之貢獻，基本上有增加產量、改良風味、增加營養價值、減少肥料及農藥之使用、提供永續生質能源、改進土地利用狀況及提供製造特殊藥劑原料等。此一技術在社會上亦會帶來另一方面之衝擊，包括天然基因庫之改變、破壞食物鏈、侵犯傳統育種學家之工作權、製造頑固之病蟲及嚴重侵蝕傳統之農業經濟。

肥料之施用

當人類開始瞭解植物生長並非全依靠土壤時，直接提供需要的肥料讓作物成長變成一個可以控制的因子。由無機質製成之綜合肥料此時開始大行其道，使一向貧瘠的土地也適合作物生長。這些無機肥主要用來取代自然有機肥如家畜廄肥。經過實驗過程，一般農民瞭解如何補充何種元素，使土地肥力保持一致。

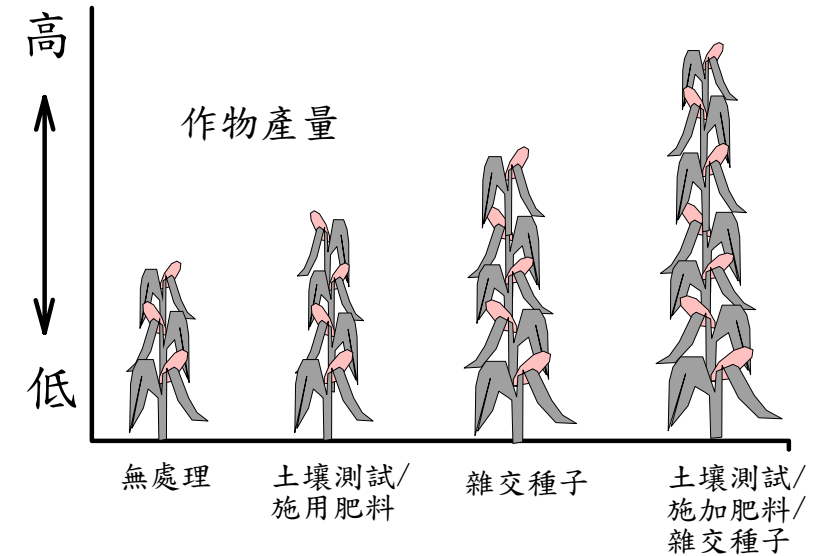


圖 1.11 利用三種新技術—土壤測試、施用肥料及雜交品種等可使作物產量提高產量。

肥料的種類一般分成有機肥料及無機肥料兩種，無機質肥料一般為化學肥料，易溶於水，可迅速為根部所吸收。化學肥料較重要的三原素為氮、磷、鉀，另配合一些植物必須之微量元素。有機肥料是有機質經發酵、並在土壤中慢慢分解成無機物質，如此才能被植物的根部吸收。其分解的過程是漸近式的，分解速度較慢。因此在實際的作業上，必須適時補充無機

肥料。

由於土壤之肥力可以測試，並就所缺少之元素進行補充，使作物產量得以維持不墜。當這些技術經整合並配合高產之雜交種子，農作物高產量之生產方式即可多作期待（圖 1.11）。

1.12 雜交優勢

如前所述，在生物界，兩個遺傳基礎不同的植物或動物進行雜交，其雜交後代所表現出的各種性狀均優於雜交雙親，比如抗逆性強、早熟高產、品質優良等，就稱之為雜交優勢。雜交產生優勢是生物界普遍存在的現象。

雜交是後來育種學者依據遺傳學所發現之技術，利用雜交技術可以產生優質之後代。雜交種子係經由兩純種父本及母本雙雜而得。這種作物生長後，其經濟價值均比原來母本植株為高。

雜交優勢表現在三個方面：一是雜交後代的營養體大小、生長速度和有機物質積累強度均顯著超過雙親。這類優勢有利於農業生產的需要，但對生物自身的適應性和進化來說並不一定有利。二是雜交後代的繁殖器官優於雙親，例如農作物結籽多，產量高；家畜產仔多，成活率高等。三是表現為進化上的優越性，如雜交種的生活力強，適應性廣，有較強的抗逆力和競爭力。

上述三種優良性狀，一般說來雜交優勢都表現在雜交第一代，從第二代起雜交優勢就明顯下降。因此，在農業生產上主要是利用雜交第一代的增產優勢。雜交優勢理論廣泛地應用於農業，培育出品類眾多的高產優質的農作物和畜禽新品種，開

創現代農業的新時代。

在動物方面，最廣泛應用此項雜交技術的是馬與驢雜交後產生騾。騾子不但有馬的力氣而且兼有驢脾氣的耐性，故在曳引機未普遍應用前，常為田間主要之拉力源。

豬之雜交品系目前已完全商品化，其主要結合純母系之種豬與純父系之公種豬，進行配對。這種雜交後之仔豬品種雖優良，但無法拿來作為種豬再進行配對繁殖，主要是無法再獲得最佳的雜交優勢。將雜交豬進行育種配對後，一部份可能類似父系特性，另一部份仍為雜交系的特性。原來利用純種父母系所產生之雜交優異勢及均勻性均會因而失去。

現代農業生產上最早應用雜交優勢的是玉米、水稻和小麥，稍後應用於經濟作物、果蔬等。雜交玉米的培育和應用，使世界玉米產量大幅度增長，1940年玉米平均每畝產量僅120公斤，50年代增加到225公斤，90年代玉米單位畝產量已達300公斤！現今全世界近20億畝玉米有4/5採用雜交種。雜交水稻70年代育成並應用於生產以來，種植面積逐年擴大，產量持續增長。大陸雜交稻種植面積發展到3.0億畝，平均每畝產量達500公斤，最高達1000公斤。矮稈小麥在亞、非、拉地區推廣，20年間使小麥產量提高1.5倍。世人把雜交水稻、雜交玉米和矮稈小麥的培育、傳播和獲取高產，稱之為20世紀的“綠色革命”。

除主要穀物之外，科學家還成功地把雜交優勢理論應用於棉花、油料、蔬菜、果樹以及其他各類作物；後來又採用遠緣雜交、單倍體、多倍體和輻射育種等育種新技術，培育出品類繁多、高產優質的新品種。科學家指出，現今世界農業生產上應用的多數新品種都源於雜交育種；雜交優勢利用是選育高產優質新品種的最有效最成熟的方法之一，它在未來選育新品種

工作中仍將起重要作用。

1.13 易採收品系

一些水果或蔬菜採收時，使用容易遭受機械損傷，但改變蔬果本身之性質則可以減輕這方面的傷害程度。種植番茄時可以先行選種，使其在採收時成熟期一致，如此不但有利採收，而且可以找到果皮較厚的品系使其在收穫過程中，忍受機械劇烈的碰撞，使其採收後仍有良好的品質。新的小麥品種經改良後，可以抵抗銹枯病及其他病害的侵襲，而且可以使單位產量大為提高。以水稻為例，體矮、莖強、抗倒伏、不易掉穗的品種已陸續開發，並可適應聯合收穫機之收穫作業。其他小粒種作物亦有類似的品系出現，使機械化之工作更容易進行，並避免收穫時所造成之田間損失。許多家禽品系亦有類似的研究與發展，不但生長迅速，肉質好，而且換肉率高。

1.14 育種

在過去的年代，傳統之選擇育種(Selective breeding)方式曾廣被用於選擇或改變生物體本身之基因特性，但所需時間甚長，每育成一種品系常需經年累月。這種古老的方法是以單株品種相互配對，以尋找良好的品系。以茶樹之育種為例，一個良好品系獲得命名常需經歷十數年之久，這種速度常使年青的研究者視其為畏途。

生物體之改變可以經由兩種優良的單體進行配對而產生，這種過程類似高級動物進化時之自然選擇。在自然的環境裡，一個生物體顯現其在某種特定能力上之改善特徵時，會自然增加其數量，並形成族群優勢。故若能利用這種顯示之特性

進行選擇時，其育種過程應可加速進行，尤其在禽畜方面之育種更是如此。而基因工程則是跳過這項漫長的選擇程序，直接在目標品系上將所希望的基因植入染色體中。如此，在目標生物體中，可即從其他生物體獲得良好基因。

選擇育種的方式，無論是自然變異還是人工創造的變異，從產生變異開始到培育成爲品種的整個的過程中都是在培育的基礎上。選擇的過程，即便在已經培育成功的品種中仍然能透過選擇方法繼續育種。選擇的作用不僅僅是把植物已經有的變異篩選出來，祛除不利的變異，而且對發生變異的植株要通過連續的選擇，就能夠使變異定向發展，積累和鞏固，形成新的類型。所以選擇也是具創造性的勞動。

選擇的基本方法有：

1. 個體選擇法：就是以植株的個體爲單位進行的選擇。
2. 混合選擇法：按照育種目標的要求，從變異群體中選擇出具有一定生長特點的一些優良的個體進行混合授粉。

以往我們的農業科學以追求產量爲主，但隨著人民生活水準的提高，農產品的質量逐漸成爲重要的指標，育種目標也因轉向質量並重。兩造之間其特點如下：

- 品質的概念屬相對性，不同的作物以及同一作物產品用於不同的用途，對品質的要求和評價標準可能完全不同。例如用大麥做飼料或釀酒，油菜籽油用做食油或工業用油，其所需之蛋白質和芥酸含量自有不同。前述之早熟品系與同熟品系等之要求亦不同。品質育種亦而具多樣化的特點。

- 瞭解事物的質比量更難，作物的品質育種和產量育種也具有類似的關係。譬如，小麥育種中可以根據其株穗大小、成穗多少、稈的高矮和強度以及抗病性如何對其未來的豐產性、穩產性作出粗略的估計，然而卻很難根據某個直觀的指標推測其籽粒的蛋白質含量以及是否適於烤製麵包等。所以，進行品質育種往往需要借助於某些科學儀器進行分析鑑定，其投資大、費用較高。
- 農作物產品的品質和產量之間、營養成分中不同組分之間多呈負相關。穀類作物單產提高時其蛋白質含量往往降低，營養品質下降；相反，品質改良後，其產量又會降低；再如，大豆的油分和蛋白質在營養價值和經濟價值上各有其重要性，但二者之間也呈負相關。

基於上述原因，育種中很容易顧此失彼，無法兼顧。然而，育種家的使命就是要在這些一般規律中尋找特殊規律，從而育成理想的品種。事實上，近幾十年來作物的品質育種也獲得甚大的成就，例如提高甜菜的含糖量、向日葵的含油率和玉米的氨基酸含量等都有重大進步。由於科技的進步、人們對高品質農產品的需求將是推動作物育種工作發展的誘因。

1.15 植物之有性繁殖

植物是一種多樣分類的生物體，可依其不同能力進行繁殖。許多植物採取有性繁殖方式，以種子生產下一代。有些具有葡萄莖、地下莖的植物則採用無性生殖的方法。另有一些則採用無性或有性的方式均可。

有性繁殖是當上一代作物結出種子後，由這粒種子再長成下一代。種子之產生係由雄蕊之花粉粒使胚胎受粉，或使孢子

受精。胚胎受精後即會成長種子，以繁殖下一代。

許多作物如小麥、燕麥、豆科植物及豆莢作物等係屬種子作物的品種，以有性方式繁殖下一代。這些植物具有相同的遺傳特徵，稱之為同一品系。構成同品系的植物個體均由一母群體中繁衍下來。

種子生產技術

種植作物之主要目的常是要其種子作為人類之食物或家禽之飼料。這使種苗之生產更為重要，因為每年必須有足夠的種子才能大量生產所需之糧食。

利用種子生產之最大優點是在同一季節裡，可以大量進行播種。只要生長條件良好，可以大量生產。

一般種子有三部份：即種皮、胚胎與胚乳。種皮目的在保護胚胎及胚乳。水分進入種皮後，會使種子內部膨脹，脹破種皮，胚胎乃開始發育成芽。胚乳含有澱粉、蛋白質及油質，是為小芽體發育時之營養來源，這就是發芽的過程。胚乳繼續供應植物體養分，直到根部發育完整，即可直接自土壤中吸收養分，並行光合作用。

胚胎是一個未成熟的微小植物，含有根、莖及葉。一旦種皮破裂，胚胎內之根與莖先由種子內長出，葉再長在莖部上。整個小植物體開始形成自有之營養供應系統。

由種子轉變為植物，發芽過程相當重要。影響發芽的因素包括種子品質、水分含量及溫度等；而週圍之土壤及土壤特性對於種子之發芽率亦具重要之地位。

雜交種子之生產是一種利用具有兩種遺傳特徵之族系進行交配，以進行商品化之生產。如前所述，玉米是典型例子。

種子雜交是在開花期間，避免同株發生授粉，僅容許待交配的品系花粉進行授粉。但雜交種子必須每年培育，雜交種子成長後，所產生下一代種子則不具原雜交種子之特性，非但成長不均，有些則恢復母本的特性。故僅雜交的一代種子可以作為生產之用。

植物之再生

植物與其他生物體不同的地方是它具有以新的組織取代缺損部位的能力。這種過程稱之為再生。有些植物可以由葉子、根部或莖部等再生或發育成完整之植株。無性繁殖是植物可以維持其原有品系特徵之唯一再生方式。有些水果、花卉等植物無法育成純種，有些品種甚至沒有種子。這些植物必須取自母株之部份進行培植。

種苗繁殖及品種改良

生物技術應用於種子的改良已廣為應用。以落花生為例：以 TNS-9 品種授粉後 1~2 週，以子房柄為材料，利用 MS 基礎培養基可促進子房柄伸長及發根，並可促進癒合體(callus)生成，但對子房膨大效果則因品種而異，且胚可發育至圓球形胚。

在蔬菜方面，若以甘藍原生質體培養器官則可獲得單倍體與多倍體植株，同理亦可建立木瓜原生質體培養介質。花卉方面，利用組織培養技術可大量培育文心蘭、報歲蘭、拖鞋蘭，並可改進天南星科、洋桔梗、金花石蒜等觀賞植物組織培養效率，降低變異發生率，提高產業利用性。

樹木之種子如牛樟、紅檜、台灣扁柏等可利用試管繁殖頂芽，並誘導側芽發育，此種繁殖法可固定母樹品系，避免發生變異。而利用組織培養繁殖台灣紅豆杉及其二次代謝物亦有相

當良好的結果；胚培養已可成功的克服台灣紅豆杉種子休眠問題，縮短育苗期使新鮮種子甚至未成熟種子，不需層積即可在適當培養基中發芽成苗。

1.16 無性繁殖技術

無性繁殖是一種生產具有相同遺傳基因個體之技術。將一個未受精卵胎細胞核由另一個待複製的生物體細胞核取代，以複製許多相同基因構造之個體。每一細胞由一個含有完整基因分子之生物體組成。當不同組織產生時，僅一部份可用之基因資訊被使用，具有其他功能之基因則被關閉。這種方式最大的問題是，在哺乳動物方面，成熟細胞或高等胚胎細胞則無法使用。

植物方面之無性繁殖可以藉刺激單株細胞之分裂來達成。這種方式下，細胞必須回歸至一種很單純的狀態，此時細胞不能分化為特殊組織。若所使用之細胞培養基是來自葉片部份，則必須加入荷爾蒙成份，使所有之基因均能活化。藉此程序產生之細胞稱為癒合體(Callus)。一旦進入此階段，培養基必須改變，加入一些營養素及各種荷爾蒙素，使基因得以依適當的順序打開或關閉，以分別刺激根部、莖部、葉部及其他植物器官之生長。這種程序即為時下流行之組織培養(Tissue culture)過程。新的植物於焉產生，並可直接種植於土中。其所結之種子可進行測試，以瞭解是否有新的基因存在。這種由修改的植體細胞再行複製新植物，並產生優良遺傳特性的方式，其經濟價值相當高。

利用植物體一部份及組織培養技術複製植物體的方法亦因植物之種類而不同。也因為如此，此種技術在大豆及穀類方面之應用則較為遲緩；而其他如番茄、菸草及花卉等之應用則

較為廣泛。植物育種學家已普遍應用無性繁殖之技術加速新植物品種之發展。故若無性繁殖與基因組合相互為用，此方面之成果應屬指日可待。

動物之無性繁殖技術亦有些進展，尤其合成基因之應用亦有成功的案例。但哺乳動物方面之應用則不像植物那麼簡單，至少目前尚無重大的突破。但是以手術的方式將胚胎切割，以複製不同生命個體的技術則已見成熟。這種技術是將成長的胚胎以顯微手術進行切割。胚胎成長至 16 至 32 個細胞的階段可切割成二對以上之活性胚胎。分割後之胚胎再以手術植入母體之子宮中，以產生相同之獨立個體。這種方式應用在酪牛及肉牛之培育方面最多，但費用甚高。不進行胚胎分割即行移殖，其懷孕率僅 65%。移殖前先行分割，則其懷孕率約僅 50%，但由分割可獲得雙倍以上之胚胎，故後者之方式可以比傳統增加 35% 之仔牛。因此，即使這種胚胎轉移技術甚為昂貴，仍漸為人所接受，這也使一些畜牧專家有許多額外的工作。

基因轉殖作物產品亦會對消費者造成安全上之衝擊。故唯有透過國家或國際上統一且清楚、具公信力的標示，配合詳實的安全測試，讓消費者完全釋疑。在道德問題上，基因轉殖可能是某些人士或宗教團體群起攻訐的對象，因為它的本質有些像是上帝或造物者，但改造生命或創造新品種用以造福人群，應是可以接受的。

1.17 基因工程

在每一個生命體的細胞內，均有染色體。這種染色體成對存在細胞核內。每一對染色體中則包含有所謂之基因符碼，或者可用來決定生物特性的基因。一隻動物之顏色、一粒種子之形狀及一個生物個體成熟後之大小等均由這種基因所控制。每一細胞核中含有同樣的基因符碼。基因內藏有該生物體未來生

長、發育及繁殖時之各項奧秘與資訊。

生物技術是近二十年發展起來的一門新學科，其核心部分就是基因工程。它透過體外 DNA 重組技術將外源基因轉移到受體物種中，使受體生物產生新的遺傳特性。植物基因工程是以植物為受體材料，西元 1983 年學者首次將細菌的基因轉移到煙草細胞中，並成功地獲得細菌基因的轉化植株。植物基因工程可說為未來農業帶來第二次綠色革命。

將遠緣物種的有利遺傳特性轉移到作物中，一直是育種學家夢寐以求之事，傳統方法對此則無能為力。基因工程則提供一個可靠的解決方案。植物可以不受限制地接受任何外源基因，包括不同品種、種屬、甚至不同門類的生物基因。目前育種學家已普遍地體會到基因工程是農作物育種的一重要手段，或稱為生物技術育種。

在國際上，抗蟲、抗病、抗除草劑的轉基因棉花、玉米、大豆、馬鈴薯等已進入商業化應用階段，並有較大面積的推廣。美國 1997 年種植了 100 萬公頃轉蘇雲桿菌毒蛋白基因的抗棉鈴蟲棉花。由於化學殺蟲劑用量減少，或甚至不用，總計可減少殺蟲劑用量近 40 萬加侖，而皮棉產量也淨增 7%。這種抗蟲棉之綜合收益每公頃可達 83 美元，總經濟效益高達 9,000 萬美元。其他作物如抗蟲玉米、抗除草劑大豆和油菜的推廣面積也一直增加，達百萬公頃以上。

基因與遺傳密碼

基因是去氧核糖核酸(DNA)分子上一段特定的核苷酸序列，它具有重組、突變、轉錄或對其他基因調控的遺傳學功能。DNA 分子中係由四種鹼基(A、T、G、C)組成，亦為遺傳信息的編碼。在這四種鹼基中，每三個一組，構成一個「密碼子」，

或稱「三聯體密碼」，就如電報機的摩爾斯電碼一樣，負責傳遞資訊。四種字母，以三三組合，可形成 64 種組合方式，亦即去氧核糖核酸 DNA 大分子上載有 64 種密碼子，這不僅能夠構成蛋白質的 20 種氨基酸，而且還有二倍以上之餘裕。這是因為 1 個氨基酸最多享有 6 種暗碼，此外還在讀取暗碼終的三個密碼子（見表 1.3）

密碼表就像一部字典，從中可以找出任何三個字母組成的單詞所代表的含義，即氨基酸的種類，進而可以找到一段載有若干個密碼子的去氧核糖核酸片段（基因）所代表的蛋白質種類，因此，密碼表所表現的基因中的核苷酸順序與蛋白質中氨基酸順序是對應的線性關係。

基因到蛋白質的資訊傳遞不能直接進行，而是需要依靠另一種核酸棗核糖核酸（RNA）來牽線搭橋。RNA 的區別有二：一是 RNA 中的五碳糖是核糖，不是去氧核糖；二是構成 RNA 的四種鹼基略有差別，RNA 中是以尿嘧啶 U 代替了 DNA 中的胸腺嘧啶 T。RNA 有幾類，其中主要的是接受 DNA 中的遺傳密碼並負責傳遞給蛋白質的 mRNA，即是信使 RNA。從 DNA 到 mRNA 傳遞遺傳密碼時，鹼基按 A≡U、G≡C 的原則進行配對，即以 DNA 的一條鏈為範本，合成 mRNA（此時 DNA 中的鹼基 T 在 mRNA 中為鹼基 U 代替），DNA 上的三聯體密碼也隨之轉移到了 mRNA 上。

表 1.3 遺傳密碼表

第二個字母

	U	C	A	G	
U	UUU } 苯丙氨酸 UUC } UUA } 亮氨酸 UUG }	UCU } 絲氨酸 UCC } UCA } UCG }	AU } 酪氨酸 UAC } UAA } 終止 UAG }	UGU } 半胱氨酸 UGC } UGA } 終止 UAA }	UCAG
C	CUU } 亮氨酸 CUA } CUC } CUG }	CCU } 脯氨酸 CCC } CCA } CCG }	CAU } 組氨酸 CAC } CAA } 穀氨 CAG }	CGU } 精氨酸 CGC } CGA } CGG }	UCAG
A	AUU } 異亮氨酸 AUC } AUA } 蛋氨酸 AUG }	ACU } 蘇氨酸 ACC } ACA } ACG }	AU } 天冬醯胺 AAC } AAA } 賴氨酸 AAG }	CGU } 絲氨酸 AGC } AGA } 精氨酸 AGG }	UCAG
G	GUU } 纈氨酸 GUC } GUA } GUG }	GCU } 丙氨酸 GCC } GCA } GCG }	GAU } 天冬氨酸 GAC } GAA } 谷氨酸 GCG }	GGU } 甘氨酸 GGC } GGA } GGG }	UCAG

基因組合

任何生物體之基因庫包括所有在全類似族群中可發見或所存在之基因。在動植物體之遺傳基因構造中，其變化愈多，愈容易發展較有用的育種交配方式，以克服特定的問題。若僅有適度差異存在時，研究者可能會嚐試使用遺傳性品系於該生物體內。有些進行的實例是將不相關生物體之基因植入染色體中，以期在某生物體之基因結構上增加一些希望有之特徵。

染色體含有決定所有生物體特性之信息。具有某種特徵之基因常存在於染色體中之特定位置或所謂之基因座。這使得科學家們得以獲得有用之基因圖表，有如金銀島中之藏寶圖。利用這種基因圖可以找出特殊基因之貯藏位置，並瞭解其所控制之特徵。

基因符碼若要進行更改，基因存在之位置必須先能確定。在生物技術領域中，有一大部的研究人員是專注於這種基因圖表之研究。這是一種尋找及記錄基因在染色體中位置的過程。動植物細胞中之染色體存有數以百萬計之各種基因，但至目前為止，僅有少數的基因位置被找出來。

建立基因圖表是一個相當困難的過程。科學家必須先將染色體分離，以找出所需基因之位置。找出基因位置後，再使用限制酵素對該基因進行切割。

DNA 重組技術

人類進行動植物基因的研究多年，並且利用基因技術進行動植物之選育工作，使某些動植物在特定的環境條件下可大量繁殖。因此培育適合於特定環境的動植物，其品種之篩選變成輕而易舉之事。

基因重組技術是以遺傳基因工程及育種方法將植物、動物或微生物等生物體改良其特性，而達成的一種新生命體。

基因改造生物主要是透過以下三種基因重組技術方式來製造：

1. 增加法：爲了改變動物或植物的表現性狀，而從某一物種抽取個別基因，將其植入另一動物或植物的基因組內，例如將人類黃體素的基因植入酵母菌中以大量生產避孕藥所需的主成份；又如把抗除草劑的基因植入大豆裏，令大豆能夠抗除草劑。至目前爲止科學家已可以將細菌、病毒、昆蟲、動物，甚至人類的基因，引入植物內，製造基因改造植物。

2. 減少法：使特定動植物基因發生缺失，令動植物喪失某些原有性質與功能，如減少蕃茄內催熟基因的數量，將減緩其組織成熟軟化，以延遲蕃茄的成熟期。

3. 調節法：去除或增加某固定基因的控制因子，可以改變生物特性的表現或功能的變化，造成調整生物生命特性之目的，就如利用紫外線可以促成癌細胞的發生一般。又如透過刺激頭髮的基因，改變頭髮的色素；又如調節菜籽油內控制飽和脂肪酸的基因，使其減少製造飽和脂肪酸，使菜籽油的飽和脂肪酸含量降低。

以牲畜爲例，利用基因可以依據乳牛及肉牛等不同用途進行選育。肉牛以肌肉見長故肌肉發達，而乳牛則瘦而細長。後者是因選種時以其飼料轉換爲泌乳量之能力爲標準。

肉雞與蛋雞之選育亦有同樣的問題，前者之選擇在於換肉率，後者則在於產蛋率。故前者體型碩大，後者則嬌小玲瓏。

由於不同 DNA 鏈的斷裂和連接而產生 DNA 片段的交換

和重新組合，形成新 DNA 分子的過程。原核生物的基因重組有轉化、轉導和接合等方式。受體細胞直接吸收來自供體細胞的 DNA 片段，並使它整合到自己的基因組中，從而獲得供體細胞部分遺傳性狀的現象，稱為轉化。

通過噬菌體媒介，將供體細胞 DNA 片段帶進受體細胞中，使後者獲得前者的部分遺傳性狀的現象，稱為轉導。自然界中轉導現象較普遍，可能是低等生物進化過程中產生新的基因組合的一種基本方式。供體菌和受體菌的完整細胞經直接接觸而傳遞大段 DNA 遺傳信息的現象，稱為接合。

細菌和放線菌均有接合現象。高等動植物中的基因重組通常在有性生殖過程中進行，即在性細胞成熟時令其產生減數分裂，同源染色體的部分遺傳物質因而可實現交換，導致基因重組。基因重組是雜交育種的生物學基礎，對生物圈的繁榮昌盛起重要作用，也是基因工程中的關鍵性內容。

1977 年美國科學家首次用重組的人體生長激素釋放抑制因數獲得成功。此後，運用基因重組技術生產醫藥上重要的藥物以及在農牧業育種等領域中獲得相當重要的成果，預計下世紀初，在治療心血管病、鎮痛和清除血栓等藥物方面基因重組技術將發揮更大的作用。

科學家利用酵素(或稱為酶)切割及組合基因就如一個人用剪刀將有瑕疵的部份剪掉一樣。準備酵素的工作也是一門學問，不同的基因所使用之酵素也不同。唯有利用特定的酵素才能對某一種基因進行移除及修補的工作。這種過程又稱為基因組合。不良的基因被切除後，染色體會產生黏稠兩個端點，此時必須利用一種稱為連接酶的東西將好的基因在同一個位置加以接合。這種連接酶可以將新的基因永久固定於原來之染色體上。

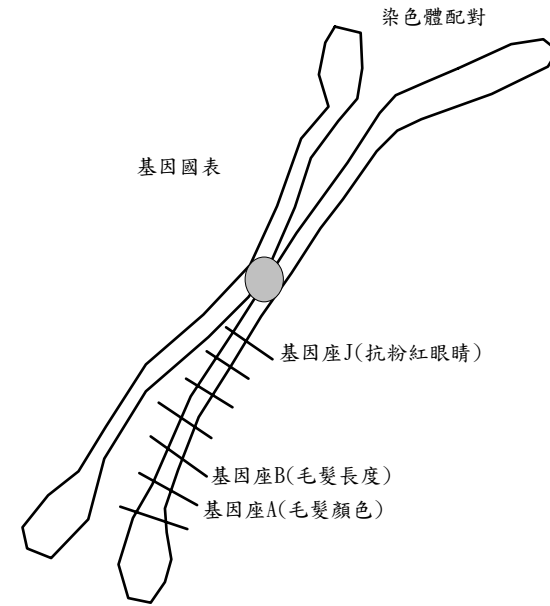


圖 1.12 基因圖表之概念圖，各基因座之基因均所控制之特徵

含有這種修改過染色體之細胞核，經過多次分裂後即可產生相同特徵之後代，維持相同的新基因組合。此時外來植入之基因即變為這個生物體中之一部份。經過育種篩選後，遺傳性之變化會慢慢出現。其變化之幅度則受限於屬於該生物體之基因庫大小。

基因組合技術發展之前，科學家們依賴突變基因之自然發生來修改生物體。突變基因與其母系原有之基因不同，其在自然界之發生率相當低。導致基因產生突變的原因至今仍無法確

定，但一般認為暴露於輻射線或某些特定的化學藥劑的環境中會產生基因突變。這種突變的現象有好有壞。例如有些蘋果的顏色較暗紅，看起來較有吸引力，但這是某種基因突變的結果。而健康的身體中，產生癌症細胞，則是一種不良的基因突變情形。

基因之轉移

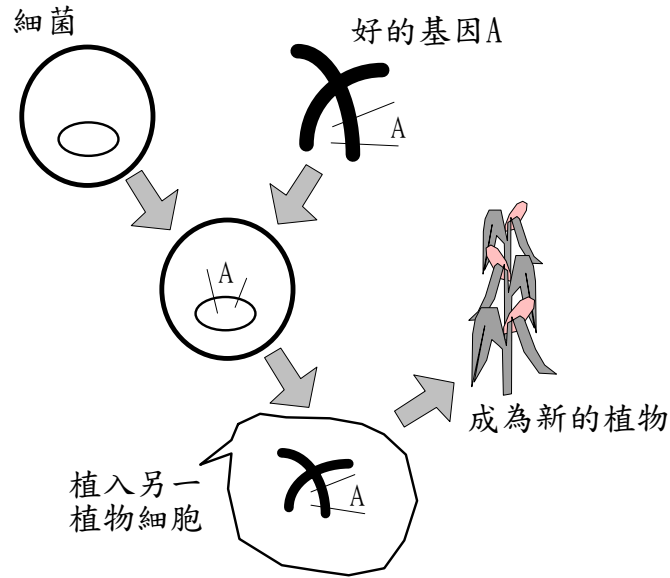


圖 1.13 由其他株體上之基因可以傳移至另外動植物體之染色體內

科學家利用基因組合技術即可將品系與品系間之基因進

行轉移，不必長期等待基因之自然突變。某一基因經選定移植後，需先組合至一特定系統之細菌 DNA 上。有一種叫農桿菌或癌腫菌(*Agrobacterium tumefaciens*)在自然界普遍存在，其內含有質體，可以殖入部份之基因材，然後移植至植物體之染色體內。在自然的發育中，這種原質體與造成植物癌腫之病徵有關，會使植物體株桿部位產生腫瘤狀的生長物，稱為冠狀蟲癭 (Crown Gall)。由於其基因具有環形結構，此結構一旦打開便可結合其他基因序列，並由體外攜往體內，或由體內移往體外。根據此特性，轉殖之基因可藉此菌之質體先攜入細菌體內，再將此菌接種入植物組織完成感染，終能達到基因殖入之目的。

篩選育種以往是一種相當有用的方法，目前亦可以用來繁殖具有新基因特性的諸多個體。現行基因組合技術已經相當成熟，故可以在較有規則及較快速的方式下直接控制及改變生物體之特徵。這比以前要耗費經年才能進行篩選育種的老方式要好得很多。

1.19 基因的轉殖

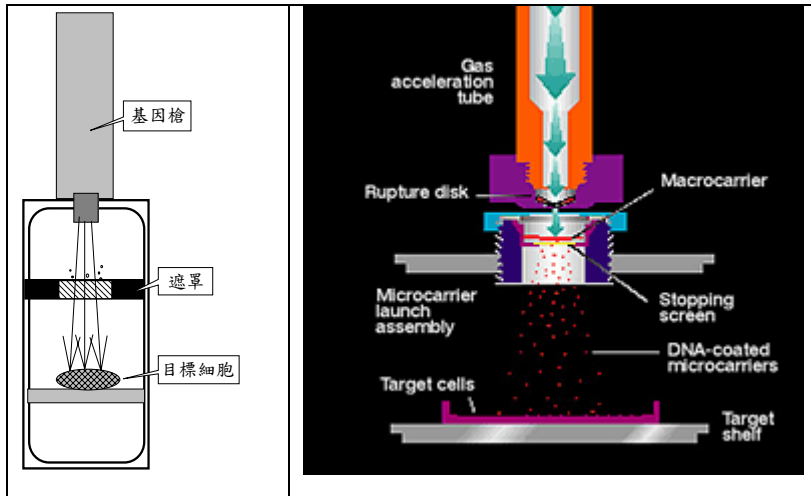


圖 1.12 基因槍的原理

(transplant.sinica.edu.tw/pds_1000_diagram.gif)

利用基因槍進行轉殖也是一種有效的方法。其原理是將切割的基因以高速的方式直接射入成長組織內，以進行基因移植(圖 1.12)。外來基因先混合在某種特殊物質中，以高密度粒子如黃金微粒、鎢粒子等為投射體，先覆以基因物質，再藉由火藥點火造成推動力或高壓氮氣產生之動力，射入目標細胞或其組織中。

投射體有如子彈，經槍膛發射後，其結構體會被中間一個強力擋板攔下，而外來基因質藉慣性繼續前行，並穿透目標細胞。這種基因槍類似一般槍枝，屬高科技範圍，在美國一度被列為禁運之列。此法之優點在於完全不受植物分類地位之限制，且可將基因打入完整可再生之植物細胞，故可避免如原生

質再生之困難(圖 1.13)。一般選擇用以打入外來基因之材料多為未成熟胚，或其他可再生之培養體如嫩葉基部、胚原癒合組織，或懸浮培養之細胞等，可以減少長期組織培養造成變異之



問題。

圖 1.13 基因槍設備之外觀

(transplant.sinica.edu.tw)

1.18 生物產業之範疇

近 20 年來，現代生物技術發展迅速，在醫藥、農業、工

業、環保等諸多領域有極廣泛的應用遠景。目前，全球生物技術發展的基本格局是：美國佔據了絕對優勢，擁有世界上約一半的生物技術公司和一半的生物技術專利；西歐和日本屬於第二層次，各國政府都在調動企業、學校等多方生物技術和生物工程資源，積極建立強大的生物技術基礎研究基地；第三層次是古巴、以色列、韓國、印度等國，它們也投入到競爭行列。生物技術的成長，為生物製品業發展提供了巨大的技術支援動力。

從生物工程技術發展的趨勢出發，其範疇包括基因工程、細胞工程、酶工程、生化工程，生物醫藥等技術，密切關注人類基因組計畫、基因治療及轉基因動植物等熱點領域。廣泛開展生物工程在農業、醫學、能源及環保等領域的應用。

在材料方面，則包括超細粉體材料技術與奈米技術，及其在農業、微電子、能源、環保、醫療、化工、建材、交通運輸等領域的應用。利用新型金屬結構材料、非金屬材料、高分子材料和複合材料技術所組成之生產群體，可進而開發多功能、機敏、智慧、仿生等複合材料。

醫藥及醫療

生物產業是結合農醫及工程應用之產業，除利用動植物之本體外，主要以醫藥、醫療器械為主，並擴及生物晶片之發展與應用。利用基因工程，發展不同制劑，以治療目前無法有效治癒的病症。其次是就工程技術發展成套之醫療廢棄物集中處理設備、高頻醫用診斷 X 射線機、呼吸機、血液回收機、癌症治療儀及醫療電子產品等。

中藥和天然藥物領域之重點在於提取、分離、精製、微粉化技術之發展；化學制藥重點則是發展緩釋、控釋、靶向技術等現代給藥技術。針對心血管疾病、癌症、糖尿病、免疫性疾

病、腎病、肝炎等多發疑難病症，開發、引進具有國際、國內先進技術的新藥。

農業

在農業方面，其產業化的方向則如種植業，利用設施或溫室，大規模栽種優質作物與種子。利用產業化控制工程技術，進行種植業結構調整與強化優質農產品地域化之觀念，配合節水灌溉與旱作農業技術、重大病蟲草害預測預報及綜合防治技術等，使農作物，尤其蔬菜花卉等，在設施栽培之方式下，能降低生產低成本、以追求高產、超高產、高效能之農產品。

畜牧與飼料業：發展優質畜禽產業化、規模化高效養殖技術及牧草品種選育和人工草地建植技術；新型飼料和飼料添加劑技術及其加工設備研究開發；畜禽重要疾病診斷、監測、控制技術及畜禽廢棄物資源化利用技術；畜禽產品優質加工技術開發等。

水產業：發展水產養殖品種改良與良種繁育技術；水產業生物工程、資訊工程、設施養殖等高新技術開發；集約高產高效淺海養殖以及內陸水域綜合開發技術；遠洋捕撈技術；水產漁業重大病蟲害防治與預測技術；水產品精深加工與綜合利用技術等。

農業機械與農產品加工設備：包括小麥、玉米、水稻、棉花等主要農作物機械化關鍵機具生產及配套技術體系之研發；機械化旱作農業技術與設備；機械化節水灌溉技術與設備；機械化稻桿利用與青貯技術與設備；工廠化育苗與機械化移栽技術與機具；高效低污染植保機具設備；設施種養業技術設施；糧食乾燥技術與設備；種子加工、農產品加工與檢測技術；與精準農業技術相關配套之資訊機具設備等。

農業資源環境

節水、節地與高效施肥、施藥等農業資源節約與高效利用技術；農業廢棄物資源化高效技術；生態農業技術；農村可再生能源綜合利用技術；無公害農產品開發關鍵技術；多功能複合型生態工程與配套技術。

能源與環保

以新型、高效、清潔能源技術和石油替代技術為發展之產業，並能改造傳統能源利用技術，提高能源效率，降低排放污染。利用高新技術開發環保產業，變廢棄資源為再生資源，保護資源、保護生態。

環保產品則包括液化天然氣技術和應用、水煤漿清潔燃料、石油化工污水回用技術和應用、高效水處理劑、生物菌降解膜、地面塵土覆蓋劑等。其次為生產各種生物肥、有機肥或複合肥等，以及有關生物、植物源及新劑型農藥。其他如清潔生產技術，節能與資源綜合利用技術，節水技術，生態環境保護技術，環境監測技術。煙氣脫硫技術，汽車尾氣污染防治技術；城市污水、城市垃圾處理和資源化技術存和處置技術；廢家電（電腦）回收處理及報廢汽車拆解技術等。

石化產品

石化、化工之應用發展方面則研究精細化工產品及專用化學品，諸如與電子資訊產業配套用化學品、化學試劑、生物新醫藥、醫藥中間體及配套材料、感光材料、功能性粘合劑、環保塗料、塑膠加工助劑、食品添加劑、飼料添加劑、非離子表面活性劑、有機矽系列產品等。

民生產品

在民生用品方面則包括生產各種酶製劑、合成香料、單離香料、食用級之黃原膠、綠色無公害環保食品加工技術及設

備、食品保鮮技術及設備、農副產品深加工技術及設備、一次性全生物降解快餐具及全自動生產線設備、無酒精保健飲品、食品加工副產品綜合利用技術和設備、食品行業清潔生產工藝和技術、天然飲料、微生物發酵技術和設備、功能性低熱量油脂新技術、速凍食品、微波食品的生產技術和產品以及乳製品的生產等。

問題

- 辨識植物在無性及有性生殖的差別。
- 說明植物利用有性生殖的過程。
- 認識種子之各部份及其功能。
- 評估雜交種子對現代化農業之重要性。
- 定義植物無性生殖之過程。
- 列舉四種無性生殖的方式。
- 評估組織培養在植物品種改善發方面之重要性。

<http://www.bast.cn.net/kxmc/8/13.htm>

裘之君。首都科技網

<http://www.bast.cn.net/kxmc/index3.htm> 領導幹部科技手冊

房寧、仇逸及孫麗萍。2002。中國已經具備揭開水稻高產遺傳密碼的實力。新華社

2002-4-17<http://www.china.org.cn/chinese/TEC-c/133495.htm>