

## 第一章

# 緒言

(preface)

作物生產科學 (crop production science) 是研究作物 (crops) 栽培、生長 (growth) 發育 (development) 現象、及其與自然環境之關係，以及探討如何提高作物產量與品質，並降低生產成本之一門科學。凡是與作物生產 (crop production) 相關之基礎科學，包括植物生理學、作物生理學、作物栽培原理、作物學、作物生化學、生態學 (ecology)、植物保護學、土壤學、肥料學、遺傳學、育種學、農業機械學、農業藥劑學、雜草管理學、農業氣象學、農藥學、生物技術學等均牽涉其中。近年來，資訊技術與網路蓬勃發展，未來如何利用網路資訊、網路行銷、以及生產自動化，均是作物生產領域值得重視與發展之趨勢。近年來逐漸成型之「農業 4.0」更是結合不同領域，將作物生產從生產端至消費端帶向一個新的層次，使作物生產與利用更有效率。

作物生產學基本上與植物學 (botany) 不同。植物學是以專門研究植物生命現象為目的的基礎科學，而作物生產學則是以作物為對象，具有實用科學的特性。作物生產學的基本領域，必須涵蓋植物學領域的生理學、生態學、形態學、遺傳學、與分類學等知識及方法並加以活用。此外，肥料學、土壤學、植物病理學、昆蟲學、農業氣象學、植物育種學、農藥學、農業土木學等農業科學領域的相關知識，以及農業經濟關連的知識及資訊均不可或缺。近半世紀以來，農化或生化技術，尤其目前已經蓬勃發展的生物技術學 (biotechnology)，也已經具體應用在作物生產上。作物生產學包含相當廣泛的研究領域，但因屬實用科學，最終必須面對現實的作物生產面。

本書內容共計 21 章，包括農業之重要性與發展、作物起源與分類、

## 2 作物生產概論

作物分布 (distribution) 與生產狀況、農業生態、作物生產系統、作物與水、土壤與植物養分、作物種子與播種、作物根部、作物莖部 (stem) 與葉部 (leaves)、光合作用 (photosynthesis) 與呼吸作用 (respiration)、開花 (flowering) 與生殖 (reproduction)、作物改良 (crop improvement)、氣候 (climate)、天氣 (weather) 與作物、作物害物 (pests)( 蟲害 ) 與控制、作物病害 (disease) 與控制、雜草 (weeds) 與雜草控制 (weed control)、植物生長調節劑 (plant growth regulators)、作物產量品質與生產技術、以及永續農業 (sustainable agriculture) 與作物生產，期待讀者對於作物生產有初步了解。

## 第二章

# 農業之重要性與發展

(importance and development of agriculture)

## 第一節 台灣農業發展與作物

(agriculture development and crops in Taiwan)

台灣農業發展歷史至少可追溯到 5,000 年前，考古學者在大坵坑文化層（南關里東，台南科學園區現址）遺址（大約距今 5,000 年），發現有稻穀（約距今 4,800 ~ 4,200 年）。另在台南牛稠子文化層（4,000 年前）、台北芝山巖文化層（芝山巖）、台南蔦松文化層（五間厝）（距今約 1,500 年前）、以及台中番仔園文化層（惠來里）遺址均有發現稻穀化石，顯然台灣自古以來即有稻穀生產歷史。但台灣對於農耕歷史之記載直到 16 世紀前後（前荷時期）才開始有相關資料。

於前荷時期漢人移居前，台灣農業開始時係以栽培食用作物 (food crops) 為主，放牧農業似無足輕重，有記載的農業相當晚。自明嘉靖中葉前後，漢人農民常在春季自中國南方沿海入台耕種，秋收後再返中國大陸，並未定居。1624 年荷人引進中國漢人移民來台墾植定居，與之後的明鄭時期共 60 年，可稱為台灣本國農業的草創時期。殖民重點在於糖業，土地是以武力向原住民奪取，但農業勞動者問題並不容易解決，因為當時的原住民只懂得耕種粟或稗之原始農耕技術，種植甘蔗的技術落後。因此具農耕經驗並能刻苦耐勞的中國福建、廣東的失業農民，即迅速引起西洋殖民者的注意。

1636 年荷人邀請巴達維亞（現在的印尼雅加達）第一代華僑首領蘇鳴崗來台定居，並透過其關係號召漢人移居台灣，從事種植甘蔗與稻、提

#### 4 作物生產概論

供耕牛、農具、種子、資金等，以獎勵從事開墾，並且保護其農耕免受原住民的干擾。這些漢人大規模地由中國福建、廈門或泉州出發來台。1648年，台灣的漢人驟增至二萬人，並皆從事於農業。荷人施行土地開發 38 年期間，以台南為中心向四方開墾，擴及目前的新化、善化、佳里、麻豆、富田、安定、東山、關廟、仁德一帶，其它如新竹竹北、台中大肚、嘉義市等地亦傳有零星的擴殖。1626 ~ 1642 年西班牙人也在淡水附近開墾，地名為王田、紅毛田等，皆為其痕跡。此時期農作以甘蔗為主，主做外銷，稻米僅供本地食用。

荷蘭時代我國的經濟作物，有糧食作物，包括稻、小麥、大麥、豆類、甘藷、芋類；有蔬菜作物 (vegetable crops)，包括甘藍、胡蘿蔔、南瓜、檳榔子、檸檬、柑橘；有水果作物，包括西瓜、香蕉、鳳梨、椰子、番石榴、野葡萄；有特用作物 (special or industrial crops)，包括甘蔗、綿、麻、菸草、蓖麻、蠶臺；有藥用作物 (medicinal crops)，包括土茯苓、苦蓬、羅馬蓬、三葉、牛舌草、野生郭公草、生薑、野生薄荷、木賊、茴香、錦葵、夏白菊、芸香、沈香等。台灣原有野生柑桔生長，所栽培的柑桔類，如麻豆文旦已有將近 300 年歷史，1790 年即有桶柑栽培。荷人引進台灣的農作物尚包括荷蘭豆、番芥藍、波羅蜜、釋迦果、檳、番薑（辣椒）、番柑、番薏茹、蓮霧、羅勒、番茄、牛心梨、山藍。

自 1641 年開始，蕭壠（今佳里）與麻豆的原住民已陸續有米穀的收穫 (harvest)，這是台灣栽培水稻之開端（迄今約 376 年前）。1650 年荷蘭人來台所撰寫之報告中，台灣已有栽培鳳梨之記錄。當時所栽培的品種 (variety) 係由葡萄牙人傳入澳門，漸次普及廣東、福建，然後再由福建傳入台灣，即為今所稱之本地種。

明鄭時代，鄭成功為穩定軍糧供應，先考察台南附近的地形和產業，然後設定屯田制度，兵分南北二路，散居各地以開墾土地，並供給農具、種子，專事栽培禾穀以生產軍隊的主食。至 1665 年，軍糧民食已能自給，而農業勞動力的主要來源，仍為鄭軍的士兵及其眷屬。土地開發以台南為中心，向南北開墾，南至高雄、車城、恆春，北達鹽水、鹿草、六

腳、嘉義、竹山、彰化、六甲、後龍、蘆竹、淡水等。新營、天營、前鎮、中銜、後勁、前鋒等地名為其痕跡。此時自中國福建、廣東沿海地區引進台灣的蔬菜品種有 43 種。包括韭菜、大蒜、芥菜、小白菜、結球白菜、甕菜（蕪菜）、芹菜、茼蒿、冬瓜、茄子、扁蒲（土名匏仔）、絲瓜（土名菜瓜）等。

清國時代（1683 ~ 1795 年），由於漢人農業移民渡台者日眾，以及水利系統的大量構築，促使我國農業由原來的蔗園粗放農作，改變為水田為主的精耕農作。由於此種變化，社會內部組織也隨之而變，如地緣團體（同鄉會館、商業行郊）的建立及血緣團體（宗祠、宗族）的發展。米、糖即成為我國農業兩大產業。兩種作物皆種在西部平原較早開發的農地上，而開發的城市也以平地與港口為主。1720 年清國移居墾殖的禁令鬆弛，移民日增。1787 年，美國船 (Rover) 在台灣南端觸礁，船上人員遭牡丹社原住民殺害，美國政府抗議，清國回覆：「生番之地不隸中國版圖，難用兵究辦」。

1811 年（清嘉慶 16 年）閩浙總督汪志伊，以專運方式分三次運回配穀十萬石，因而導致台灣米價騰漲而人民糧食不足。1860 年清國在天津條約下，開放淡水、基隆、高雄、安平等港口對外通商，外商亦開始在台設立洋行。至 1894 年，可稱為茶、糖與樟腦等經濟作物的發展時期，此時期也是清末西方帝國主義經濟勢力影響我國農業開發的時期。茶、糖、與樟腦，取代先前之稻米與糖，成為台灣之出口大宗。茶業的發展，則是利用過去種植番薯、靛藍（染料作物 (dye crops)，19 世紀前曾是法國重要的輸出品）等經濟價值不高作物的北部丘陵台地。

由於樟腦生產所需之樟樹是砍伐自山林的天然樟木，茶則種在中、北部山地與丘陵地，原住民的原本居地因而受侵而往山地內移，因此山區的城市也開始興起，如大溪、三峽、關西、竹東、苗栗、大湖、三義、東勢、集集、竹山等。我國的政治經濟中心也因而北移。1874 年台灣全面開放移民時，全島各地皆已有漢人活動，而我國土地的開發，已經由點而面，全力發展。

## 6 作物生產概論

日本時代（1895～1945），日本政府即開始進行全台的全面調查工作，以作為殖民政策擬定與執行的基礎。1895～1911年為糖業改良時期，糖業經營進入資本主義化的時期。1912～1925年為在來米（秈稻）改良時期，1926～1936年為蓬來米（粳稻）發展時期。1934年，為保護日本本土稻農，開始減少台灣稻作面積。獎勵轉作的代替作物，則有棉花、黃麻、苧麻、蓖麻、甘藷、小麥、花生、鳳梨、香蕉、柑桔類、咖啡、可可亞、蔬菜類等，因而改變了過去一直以糖、米為重心的單一作物生產體制。1920～1930年八田與一興建烏山頭水庫與嘉南大圳，蓄水量達55億立方公尺，灌溉嘉義、台南等地區15萬甲農田，其流域延伸90餘公里，支渠達1,000餘公里。

1937～1944年稱為特用作物的發展時期，1938年首先訂定「台灣重要農作物增產十年計畫」，因應戰時軍事動員之需要，各種原料特用作物的引進或擴充甚為迅速，更促進了台灣農業的多角化、高度化、計畫化。

二次大戰結束後，台灣進入國府時代。1945～1949年屬於農產搜括期。1945年國府代表盟軍暫時接管台灣，接收財產設備包括製糖、肥料等大工廠。糖、米等國內需求甚殷的農產品被強行徵收，運往上海，造成台灣物價極端上揚。國共內戰失敗後，中國軍隊撤退至台灣，1949年開始實施「三七五減租條例」。1950～1953年，糖、米仍嚴重外流，對外輸出總值中，農產品及農產加工品所佔比率，每年平均在90%以上（其中糖、米二項約佔75%）。外匯成為台灣工業化初期購進機器設備所需資金的主要來源。1950年台灣省農林處改制為農林廳。1953年開始實施耕者有其田條例。

1954～1967年進入農業擴張期，此時期政府以農業支援工業發展。革新耕種技術，改善化學肥料、農藥(pesticides)施用方法，以及擴大水利與其他生產設施等。因此，各種作物個別產量不斷提高。各項農產品中，果品生產年平均成長率高達14.5%，其次為蔬菜之5.4%。就作物生產總值來說，1967年為275.7億元，較1954年的60.7億元，約增加4.5倍。但財經政策方面，採取了許多措施，使得農民所得卻未有顯著的提

高。1966 年輸出日本之米大幅減少，世界砂糖生產過剩，糖價下跌，致農產品及農產加工品僅佔總出口值之 44.9%，其中砂糖與米減少至僅剩 16.6%，而新興產品洋菇與蘆筍輸出快速成長，已取代過去糖、米在輸出農產品中的重要地位。

1968 年以後台灣進入農業衰退期，由於工商業快速發展、農村勞動力大量外流、農業工資急遽上升、農用資材成本偏高、農產品價格不穩定、農民所得偏低、以及國外農產品大量進口等種種因素，導致農業發展面臨了前所未有的困難，農民生產無利可圖，被迫放棄利用間作 (intercropping)、裡作的機會，耕作 (tillage) 漸趨粗放，浪費不少農地資源。此外，由美國進口的大宗穀物，不但影響國內稻米的產銷，更剝奪農民兼種雜糧之收益，而公營企業的台糖公司與大宗穀類進口商的民營企業，順便兼營大養豬場及養雞場，其規模既大，成本亦低，故其生產遠較一般農戶之副業養豬、養雞有利，使得農家養豬、養雞備受打擊，甚至無法生存，養豬、養雞收入也大受影響，這亦是造成農民所得偏低的主要因素之一。1988 年 5 月 20 日農民與大學生聚集立法院與台北車站，為農民生計與權益展開劇烈抗爭，爆發將近 20 小時警棍、石塊、甚至燃燒汽油的激烈衝突，稱之為 520 事件。〔網路資料來源：種子網站 <http://seed.agron.ntu.edu.tw/>（台灣大學農藝系郭華仁教授整理張貼之網頁資料，<http://seed.agron.ntu.edu.tw/civilisation/Taiwan/aghis.htm> 原出處引用資料列於本書〈參考資料〉中）〕

## 第二節 農業之重要性與發展

### (importance and development of agriculture)

綠色植物為地球上所有生命形式所必需之重要支柱，人類所需要之食物、纖維、飼料、成分萃取物及衍生物，以及結構性物質與能量來源均來自植物。植物經由光合作用 (photosynthesis) 可將陽光之輻射能轉變成化學能，儲存於植物之根、莖 (stalks)、葉、果實與穀粒。當我們直接或間