

部編大學用書

# 蔗作學

國立編譯館主編

王啓柱編著

國立編譯館出版  
正中書局印行

部 編 大 學 用 書

蔗 作 學

國 立 編 譯 館 主 編

王 啓 柱 編 著

國 立 編 譯 館 出 版  
正 中 書 局 印 行



版權所有

翻印必究

中華民國六十八年七月臺初版

部編 蔗 作 學  
大學用書

全一册 基本定價 精裝七元六角  
平裝六元五角

(外埠酌加運費滙費)

主編者	國立編譯館
編著者	王啓柱
出版者	國立編譯館
發行人	黎元譽
發行印刷	正中書局

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號(7348)外  
(1000)

### 正中書局

CHENG CHUNG BOOK COMPANY

地址：臺灣臺北市美蘭路二十號

Address: 20 Heig Yang Road Taipei, Taiwan, Republic of China

經理室電話：3821145 總編輯部電話：3821147

業務部電話：3821153 門市部電話：3822214

郵政信箱：九九一五號

### 海外總經銷

OVERSEAS AGENCIES

香港總經銷：集成圖書公司

總辦事處：香港九龍油蔴地北海街七號

電話：3-886172-4

日本總經銷：海風書店

地址：東京都千代田區濱町西船保町一丁目五六番地

電話：291-4345

東海書店

地址：京都市左京區田中門前町九八番地

電話：791-6592

泰國總經銷：集成圖書公司

地址：泰國曼谷暹羅力路233號

美國總經銷：華強圖書公司

Address: 41 Division St., New York, N.Y. 10002 U.S.A.

歐洲總經銷：英華圖書公司

Address: 14 Gerard Street London W1, England

加拿大總經銷：嘉華圖書公司

Address: China Court, Suite 212, 208 Spadina Avenue Toronto,

Ontario, CANADA M5T 2G2

## 導 言

我國蔗糖業歷史悠久，二千年來與印度並稱於世。降至近代，仍為國際蔗糖業中心之一，臺灣尤為其主要產區。從國內經濟作物言，在華南一帶，包括海南島與臺灣兩區，其重要性與稻米相伯仲；至於由杜絕外糖之傾銷，進而爭取國際糖業市場而換取外匯，則其經濟價值尚有過之。

現代科學昌明，農業技術進步迅速，加以國際間糖業市場競爭之劇烈，因而各蔗糖生產國力求單位產量之增高，與生產成本之降低，故蔗糖生產技術必須與時俱進。設欲保持國際技術水準，並適合國內環境與條件，勢須致力於實驗與研究，而使蔗作技術不斷改進；同時，繼續培育蔗作有關技術人才，以從事研究及推廣工作。誠如是，建教始能密切合作，而學亦有以致用，藉收相互增長之效。

國內蔗作實驗與研究，年來大有進展，研究報告亦甚充實可觀，惜蔗作綜合性專書仍未多見，尤其供為大學及專科之課本，至今尚付缺如。此點在以農立國達數千年的我國，及廣大蔗糖產區，極值重視；而比之其他作物，如稻、麥、棉、茶等，皆有大專及農業學校課本，甚至多達數種者，實不可同日而語。在此缺乏教學課本，直接對於蔗作人才的培育，間接對於蔗作學識的普及，蔗糖業的改良，息息相關，而對建教之進行更不無影響。

蔗糖業雖已為世界性產業之一，然世界主要蔗區大專學校開始蔗作學專課者，尚不多見。因此蔗作學之完整教本，即在國外亦不易得。且蔗作學一如一般作物學，為極具地方性的應用科學，其主要內容應以當地風土農情與實驗研究結果為依據。故蔗作學課本勢須各地自行編著，始能適合實際的需要。

基此需要，編者於民國三十一年在福建協和大學授蔗作學一課時，曾不計工拙，着手編印蔗作學講義，亦即此書三十年前粗具的雛形。惟時值抗戰，國內蔗作研究資料貧乏，所編講義雖嫌簡略，尚可增進

## 式 蔗 作 學

教學效率。戰後來臺，復陸續搜集臺灣及國外有關文獻，計畫改編。直至三十九年在臺灣大學重授蔗作學一課時，乃照計畫加以改編、補充及修訂，內容於是倍增，而講授時間與教材之配合較能一致。嗣後由於從事國際農業技術合作，曾先後至中南美洲之多明尼加、波多黎各、厄瓜多爾及非洲之南非等蔗區，復就地蒐集有關蔗作資料，乃再度補充修訂而成此書。

本書在協大之講義，初分甘蔗通論、甘蔗栽培及甘蔗育種三篇。在臺大之講義，原分上下兩卷：上卷甘蔗及其栽培，包括第一篇之甘蔗通論及第二篇之甘蔗栽培；下卷甘蔗育種與蔗園管理，包括第三篇之甘蔗育種及第四篇之蔗園管理。惟在臺大印發之講義僅及上卷，仍未能適合教學之需求，且錯字甚多，乃有重加改編修正，並將內容精縮一卷付梓，以償三十年來便利蔗作學教學之宿願。

經精縮後之本書仍分四篇，每篇各四章：第一篇甘蔗通論，分論甘蔗起源與蔗糖業之發展、甘蔗形態及構造、生理與營養、環境因素與生態；第二篇分類遺傳與育種，分論分類與品種、細胞與遺傳、育種方法與技術、品種選育與改良；第三篇甘蔗栽培，分論氣候與土壤、栽培汎論、宿根蔗栽培、甘蔗特殊栽培法；第四篇蔗園管理，分論雜草及其防除、施肥與灌溉、病蟲鼠害及其防治、及成熟管制與收穫等共十六章。

本書取材與編寫原則，以國內與國外資料兼顧，理論與實際並重。全書以我國資料為根據，而以臺灣蔗作為中心；略述大陸各省蔗作概況，以視目前蔗作演變之由來，並介紹國外研究成果，以窺現代蔗作技術發展之趨向。臺灣光復後之蔗糖業，對內有其經濟作物之對抗，對外有國際糖業市場之競爭，曾力求單位蔗糖產量之增進與生產成本之減低。因而栽培制度與生產技術，由不斷研究試驗而不斷改進，已顯收成效。惟國內蔗作業發展程度不一，即以臺灣論，蔗園經營有臺灣糖業公司之大農制，亦有契約蔗農之小農制；耕作方法有大農制之機械化耕作，利用殺草劑及現代化的灌溉、施肥設備，亦有小農制之沿用人、畜力及簡單農具之耕犁操作。因此，本書對於大農制與小農制之經營制度及耕作方法，亦兼籌並顧。

蔗作學一課講授時間爲一學期。本書構想，以每月一篇爲一大單元，每週一章爲一小單元，教學進度較易把握，而每月或每週各有其教學中心。本書各章授課時間各約二小時，少數教材較多者僅能講授概要，而使修習的學生充分利用此課本，在課前及課後閱讀。設能課前預讀，授課時節約半小時作爲該課有關問題之討論，獲益當較多。在開課過程中，如能使講授內容與實驗相輔並行，課程進度與蔗場之參觀及實習互相配合，更有助於深切的瞭解及認識。各章末附有「習題」，爲供複習之用；並列有「參考及進一步研讀文獻」，以供指定閱讀，或對蔗作專題有興趣者課外研讀之需。

本書編寫前後雖經卅載，惟因學疏識淺，藏拙至今。現以此課範圍日廣，內容大增，國內參考書刊仍感缺少，爲便於教學及一般參閱，乃敢重加修訂，嘗試印行。此書如微有所成，實得力於國內外蔗糖試驗機構，尤其臺灣糖業研究所，及有關蔗作專家研究資料之惠予引用。引用資料除分誌來源外（圖未誌來源者皆爲編者原圖），均在此首致謝忱。

本書原稿各章曾分別蒙臺灣糖業研究所專家及臺灣大學農學院教授審閱：形態及構造一章由陳文輝技師；生理與營養及環境因素與生態兩章由楊滔慈技師；育種方法與技術及品種選育與改良兩章由湯文通教授；第三篇甘蔗栽培四章及成熟控制與收穫一章由馬蔭春技師；雜草及其防除一章由彭聲揚技師；施肥與灌溉一章由楊尙仁技師及徐玉標教授；及病蟲鼠害及其防治一章由潘榮松技師等悉心校訂、補充及修正，使謬誤得以減少，匡教之誠，五中銘感。書中如仍有疏誤，仍望讀者惠予指正，以期再版時加以修訂。

# 蔗 作 學

王啓柱 撰 民國 68 年 臺 北 市

正 中 書 局 印 行

〔 5 〕 761面 有圖表 21公分

I. 王啓柱撰

434.71

8463

# 目 次

## 導 言

第一篇 甘蔗通論 .....	1
第一章 甘蔗起源與蔗糖業之發展.....	1
第二章 形態及構造.....	25
第三章 生理與營養.....	79
第四章 環境因素與生態.....	151
第二篇 分類遺傳與育種 .....	201
第五章 分類與品種.....	201
第六章 細胞與遺傳.....	233
第七章 育種方法與技術.....	269
第八章 品種選育與改良.....	307
第三篇 甘蔗栽培 .....	369
第九章 氣候與土壤.....	369
第十章 栽培汎論.....	419
第十一章 宿根蔗栽培.....	485
第十二章 甘蔗特殊栽培法.....	515
第四篇 蔗園管理 .....	555
第十三章 雜草及其防除.....	555
第十四章 施肥與灌溉.....	593



(2) 蔗 作 學

第十五章	病蟲鼠害及其防治.....	675
第十六章	成熟管制與收穫.....	733

# 第一篇 甘蔗通論

## 第一章 甘蔗起源與蔗糖業之發展

### 〔1- I〕 甘蔗起源與傳佈

#### 1-1. 蔗及糖之名稱

甘蔗及蔗糖之名稱甚多，幾與世界各國語文之不同而互異；且在蔗糖產國，即同一國內名稱亦相當繁雜。惟考其名稱的衍變，則多起源於亞洲東南部的語文。故 KRUGER<sup>④</sup>，曾以甘蔗名稱的起源作甘蔗原產地的根據。據甘蔗及蔗糖之名稱在語文上的衍變，可分梵語、中國語、馬來語三類。<sup>⑤⑥⑦</sup> 現就此三類語系參考有關文獻所及，分述如下：

#### (一) 中國語

甘蔗在我國說文稱為「諸蔗」。吳其濬氏謂「蔗或作諸蔗，或都蔗，諸蔗係疊韻；或作竿蔗，以象其形；或作甘蔗，以擬其味。此外或稱邯鄲或肝臙，所在不同。」日語之甘蔗則由中國傳入。砂糖一字或謂由梵語 sarkara 轉譯而成，以「砂」與 sarkara 之音頗協，則顯屬附會之說。我國古代稱糖為蔗錫、石蜜、及糖霜等；一如砂糖、冰糖、白糖、紅糖、赤糖、烏糖等，乃後來象其形，傳其色，以資區別而已。

#### (二) 梵語

甘蔗梵語作 ikshu，砂糖作 sarkara。北印度土語作 cheni，越南語作 miabei。梵語中蔗糖作 sarkara，而俗語演變成 sakkara。

由此，波斯語作 shakar，西藏語作 schakara，土耳其語作 sheker，俄語作 ssachar，匈牙利語作 tzukur，意大利語作 zucchero，西班牙語作 azucar，葡萄牙語作 assucar，德國語作 zucker，荷蘭語作 suiker，法國語作 sucré，英語則作 sugar。至於「甘蔗」一詞則在「糖」後加一名詞以表之，如德國語的“zucker-rohr”，英語的“sugar-cane”等是，似由「甘蔗」轉譯而來。

### (三) 馬來語

甘蔗作 tabu，砂糖則作 gula，菲律賓語甘蔗作 tubu，爪哇作 tebu，婆羅洲作 tuvo，夏威夷作 ko，暹羅作 to，緬甸則作 tipoh，當皆由馬來語系中演變而來。

## 1-2. 甘蔗起源

甘蔗原產地可能是在亞洲南部的印度、越南、中國及近亞洲東南部之太平洋島嶼。從甘蔗名稱說，印度之梵語，中國語及馬來語皆有其獨特的語系，皆可能為甘蔗的原產地。德人瓦格里氏(W. WAGNER)在其所著中國農書<sup>②</sup>裏曾記有「自最古的時代以來，zuckerrohr 即稱為「蔗」。這個名詞表明一種純粹中國的起源。由此可以作出一種結論：即就中國種植此種作物論，牠是中國固有的東西，恰和小麥、大蔴、茶及其他作物一樣。G. R. PORTER 在「甘蔗之歷史」中強調中國為第一個種甘蔗的國家，且中國已利用蔗糖二千年之久，歐洲始採用<sup>③④⑤</sup>。

從歷史記載論，印度在西元一千年前即有甘蔗的記載；我國則在西元前三百年才有甘蔗的記事。據印度神話在西元前 1200 年，隱士 VISHVA MITRA 替 RAJAH TRISHANKU 皇子在暫時樂園中造出甘蔗；在此樂園毀滅後，甘蔗始為世人所取用。此外，西元前 800 年，印度教經典中即有「我用蔗冠戴你頭上，因此你將不至違背我。」此種傳說亦可作甘蔗原產於印度的旁證。因此有人斷定中國甘蔗可能是在西元前 250 年由印度輸入(見[1-4])。這種論證還不充分。自從印度、中國(廣東、廣西、福建、臺灣等地)<sup>⑥⑦</sup>及南洋羣島發見野生蔗後，證

明這些地區都具備有甘蔗原產地的條件。實則野生蔗分布頗廣，西至托可馬尼亞 (Turcomania)、阿富汗 (Afghanistan)，東至美拉尼西亞 (Melanesia) 及臺灣各地。因此所爭論的，應該是那一種甘蔗的原產地。因蔗屬 *saccharum*，現有五種 (species) (見分類與品種章)，皆有其不同產地，殊難一概而論。

晚近BRANDES對於甘蔗起源的學說，尚有可取。氏以高貴蔗(noble cane) 起源於新畿內亞 (New Guinea) 一帶，並以南太平洋羣島之美拉尼西亞 (Melanesia) 為栽培蔗起源的第一原始中心。是後於比較近代的史前期，栽培型甘蔗乃自此中心地東向被傳至坡里尼西亞 (Polynesia) 的一些島嶼；西北向至亞洲大陸及其間的部分小島。在這些地區，栽培型蔗曾與各地蔗屬近親植物，發生自然雜交的雜種；因而又建立一個相當適應於栽培蔗的第二原始中心地。中國蔗 (Chinese cane) 及北印度蔗 (North Indian cane) 即由此發生 (參考圖1-1)。但 BRANDES 認為此兩種蔗發生於北印度。㊸㊹編者則認為中國蔗可能起源於以越南為第二原始中心的東南亞，其半徑可能遠達中國西南部、泰國、緬甸及印度。至於北印度甘蔗中，與高貴蔗發生血統關係，可能僅限當地中國型蔗 *S. sinense* 一種，而北印度蔗則可能由 *Saretha* 羣中較原始品種，直接與印度野生蔗自然雜交演變而來。㊺此點仍須續集論料，予以證實。

### 1-3. 甘蔗傳布

甘蔗之傳布，大約早在幾千年前即有人從事㊻。八、九世紀乃由亞洲南部的原產地，分東西兩條路線傳布各國。向東的路線自日本琉球至太平洋北部各島；向西的路線經波斯 (即現在伊朗)、阿拉伯、及埃及。後因十字軍傳至敘利亞及西西利 (Sicily) 等地。是後由地中海沿岸各國傳達葡萄牙，西元755年 ABDURRAHMAN 傳甘蔗至西班牙南部。㊼㊽㊾葡萄牙人 DON HENRY 輸蔗種至非洲之 Madeira 及 Canary 島，其後約經三百年歐洲消費之糖全由該地供給。十五世紀始隨哥倫布 (COLUMBUS) 帶入新大陸。1493年傳入聖多明各 (San Domingo) 以後分布於西印度及南美洲各國。1520 年傳至墨西哥 (Mexico)，

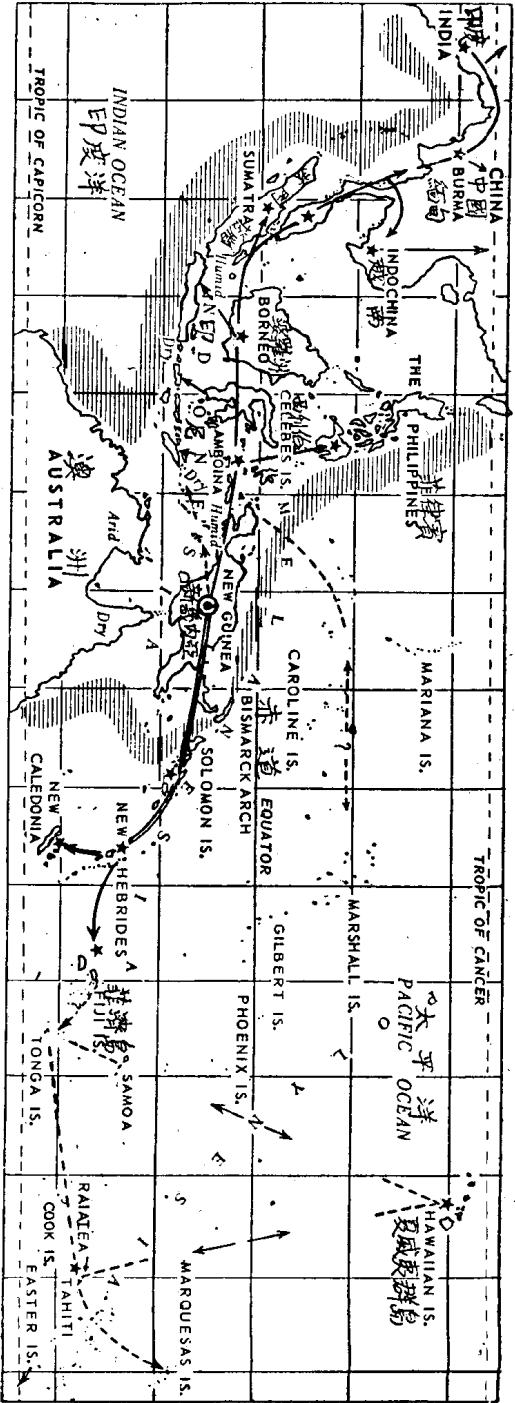


圖 1-1. 甘蔗原產地及傳布中之演變中心 (採自 F. ARTSCHWAGER 等)

◎高貴蔗 (*S. officinarum*) 之原產中心, 在西元前 8,000-15,000 年, 由新畿內亞野生蔗 (*S. robustum*) 演變而來。

——高貴蔗第一次傳布路線 (西元前 8,000 年開始)

——高貴蔗第二次傳布路線 (西元前 6,000 年開始)

.....高貴蔗第三次傳布路線 (西元後 500-1,100 年開始)

☆ 演變中心或第二、第三次原產中心, 影線示前此亞洲—澳洲大陸 (Asiatic-Australian Continent)

1532 年至巴西 (Brazil), 1533 年至秘魯 (Peru), 1547 年至古巴 (Cuba), 1548 年至波多黎哥 (Porto Rico), 1751 年甘蔗始傳入美國之路州 (Louisiana), 1817 年 T. Scott 帶蔗種入澳洲。此後甘蔗即普遍傳布到各國溫熱帶區域。<sup>②③④⑤</sup> 其傳布年代, 根據根岸勉治氏<sup>⑦</sup> 彙集各家考證則詳見於下表:

表 1-1. 甘蔗之傳布年代

傳布年代	地 域	論 證 者
327 B.C.	印度恒河 (Ganges) 附近之 Jenseits	NEARCHOS
250 B.C.	中國	LIPPMAN
1 A.D.	爪哇 Ostindische 緬甸之 Insein	LIPPMAN
400 A.D.	北印度之 Kushmir, 西藏 (Tibet)	FOHIAN
450 A.D.	Gondispur	MOSSE VON CHRORANE
600 A.D.	錫蘭 (Ceylon)	RITTEP
643 A.D.	埃及 (Egypt)	RITTEP
680 A.D.	敘利亞 (Syria)	RITTEP
700 A.D.	塞浦路斯 (Cyprus) 柬埔寨 (Cambodia) 印度洋之 Socotra	MAS-LARRIE ABEL-EMUSAT MASSUDI
709 A.D.	摩洛哥 (Morocco)	DOZY
714 A.D.	西班牙 (Spain)	REED
750 A.D.	法國之 Provence	BEER
818 A.D.	地中海之克里地島 (Crete Isl.)	BEER
827 A.D.	意大利之西西利 (Sicily)	GIBBON
850 A.D.	馬達加斯加島 (Madagascar Isl.) 安達曼羣島 (Andoman Isl.)	SOLEIMAN SOLEIMAN
900 A.D.	敘利亞之脫里波利 (Tripoli) 阿富汗之 Balch	ISTACHRI MURADEASSI MURADEASSI

6 蔗 作 學

1100 A.D.	Zan Zibar Mroea	EDIRCI RITTER
1200 A.D.	西班牙 Baleario 羣島之 Majorca	PEOLOTTI
1420 A.D.	非洲之 Madeira 島	BARROS
1480 A.D.	非洲之 Canary, St. Thomas	PESCHEL; KNAPP
1493 A.D.	西印度羣島之聖多明各 (San Domingo)	KOLUMBUS OVIEDO
1520 A.D.	墨西哥 (Mexico)	HUMBOLDT
1524 A.D.	阿富汗之 Kabul Georgian Rep. 之 Titlis 土耳其斯坦之 Oxus	BABUR BABUR BABUR
1532 A.D.	巴西 (Brazil)	HANDELMANN
1553 A.D.	秘魯 (Peru)	CIEZA
1549 A.D.	法國之 Provence	CLVERDE SERRES
1580 A.D.	巴拉圭 (Paraguay) Newspanien	VOLZ HUMBOLDT
1620 A.D.	阿根廷 (Argentina)	VOLZ
1630 A.D.	西印度羣島之 Guadeloupe Martinique	MASELY MASELY
1640 A.D.	西印度羣島之 St. Christopher	MASELY
1641 A.D.	西印度羣島之巴白突斯 (Barbados)	LIONG
1664 A.D.	非洲之留尼汪 Reunion (Bourbon)	RITTER
1673 A.D.	美國路易西安那 (Louisiana)	RITTER
1712 A.D.	非洲之毛里求斯 (Mauritius)	RITTER
1770 A.D.	日本	THUNBERG
1785 A.D.	美國之 Pennsylvania	POPPE
1850 A.D.	澳洲 (Australia)	BEER
1852 A.D.	南非洲之那塔爾 (Natal)	RITTER
1852 A.D.	非洲之 Maderia	GRIE SEBACH

資料來源：臺大農業研究資料⑨

## 〔1-Ⅰ〕 蔗糖業及其發展

### 1-4. 蔗糖業之發展及其條件

甘蔗利用為糖料作物，栽培至今不下二千餘年。歷史雖久，但甘蔗品種及栽培方法的改進，尚為近二百年事。在海運未通以前，各國經濟政策，都在於自給自足，既無世界市場的誘惑，復無經濟侵略的野心，對其國內生產力不求精進，產量稀少。此時甘蔗多為小面積的經營，園藝式的栽培，尚無改進的必要。甘蔗需要稍多時，乃進而至放任式的栽培，彼時對於甘蔗亦多採自生自滅，未能注意蔗種的選擇，或設法保護蔗種，使不至於劣化<sup>②③</sup>。

自十九世紀實業革命完成，海上交通工具進步，航海技術精進，東方和西方的貿易關係日趨頻繁，蔗糖業乃漸為人所重視。甘蔗或蔗糖既為人類日常生活的必需品，而又為東西貿易上的重大商品，因而促進了蔗糖業的改良<sup>④⑤</sup>。綜括促進甘蔗改良的主要因子，約有下列四點：

#### (一) 製糖機械及方法的發明

此點將詳世界蔗糖技術發展史蹟。

#### (二) 甘蔗病害

1860年巴西蔗區發生膠質病 (gumming disease)，1880年爪哇蔗區發生之帚形病或萎縮病 (sereh)，幾致整個蔗糖業於絕境。當時的爪哇蔗糖業經此打擊後，乃致力於抗病育種工作，卒告成功。此不僅解除前此病害的威脅，而品種因而乃得改良。實為甘蔗改進之先聲。故至今在蔗糖界仍流傳「無病害即無現代的蔗種」<sup>⑥⑦</sup>的傳說。

#### (三) 產糖國間的競爭

蔗糖國家自歐戰後，因砂糖產量減少，對於甘蔗栽培及製糖方法，乃突飛猛進，以期爭取世界的砂糖市場。商業上競爭主要的原則，為減低生產成本。因此甘蔗中糖分之高低、單位面積蔗糖產量之



## 8 蔗 作 學

豐歉等，無不盡力研討，使蔗糖日臻優良，土地的生產力達於最高峯。結果蔗種復因之改良，各種栽培作業也更為精進<sup>⑧</sup>。

### (四) 植物學的發展

甘蔗植物學的發展，亦為促進甘蔗改進的一大因子。1887年 SOLTWEDEL 之在爪哇中央試驗場；HARRISON 之在巴白突斯 (Barbados)，同年發現甘蔗種子及實生苗，乃啓發育種學家得從事甘蔗雜交育種<sup>⑨</sup>。

### (五) 甘蔗雜交技術的成功

甘蔗交配技術的進步，使甘蔗得結合二種或二種以上的優良性狀於一體，優良品種得以育成。（詳見甘蔗育種與品種改良章）

## 1-5. 蔗糖業之發展與國際關係

蔗糖業之發展不僅與人類文明有關，且與國際間交通、貿易、政治、經濟、宗教，甚至戰爭等皆有其錯綜複雜的關係。如古代亞歷山大第一 (ALEXANDER the GREAT) 之遠征亞洲，近代哥倫布之發現新大陸，及美洲與非洲之奴隸經濟制度等，皆直接或間接影響蔗糖之傳布與發展。綜合各家考證，<sup>⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲</sup>世界蔗糖業之發展可分下列五期：

### (一) 古代時期

此期屬第七世紀以前的時期，以印度洋為中心，主要產區分布於海岸及羣島。蔗糖業在此期之傳布方法乃由國際間的戰爭、遣使、宗教及貿易等。主其事者則為印度人及中國人。當時以印度為起源地，東北向傳至交趾（即越南）及中國，東南向傳至馬來西亞及南洋一帶。向西方之傳布，則由西元前 327 年亞歷山大第一遠征亞洲，越印度河，將蔗糖業傳布於阿拉伯，而在底格里斯河 (Tigris R.) 及發拉底斯河 (Euphrates R.) 流域之美索不達米亞 (Mesopotamia) 平原興盛。此後逐漸轉向歐洲。<sup>⑳㉑</sup>