

琉球之灌溉事業與甘蔗糖業現況

Irrigation and Sugar Industry in Okinawa

臺灣糖業研究所農藝系副研究員

張 玉 鑽

Yu-Tsuan Chang

Abstract

Regional development in agricultural establishments, exploitation of water resources, and irrigation have been accomplished in Okinawa in recent years with well-planned projects and government and private investments. This has greatly contributed to the development of agriculture in Okinawa. Sugarcane is the major crop in Okinawa and also an important sugar resource in Japan. Therefore, many efforts have been made on the improvements of sugarcane varieties and cultivation practices, and protection of sugarcane growers. Development of new varieties and further improvement of cultural methods are still needed to increase sugarcane yield per unit area and also to reduce production cost.

一、前言

琉球與臺灣受地理位置的關係，兩地人民在文化、經濟，甚至於生活習慣方面均有非常相似的地方，因此近年來在政府贊助之下，兩地人民的往來，逐年有顯著增加之趨勢。著者於民國74年7月19日至25日，在臺糖研究所及臺糖公司同意下，接受沖繩縣生產性本部與日本分蜜糖工業會之邀請及費用資助，赴琉球列島的沖繩本島、宮古島、石垣島，並分別在沖繩縣勞働福祉會館（生產性本部主辦），日本分蜜糖工業會、琉球大學農學部南方資源利用技術研究會，沖繩縣八重山支廳等四處演講，講題前者兩個單位為「臺灣における甘蔗栽培の技術改善について」，而後者兩個單位則為「臺灣の水資源と灌溉技術」，題目均為對方預先指定，聽講者最少一場為40名，而最多一場為120名。本人在出席演講會前後，儘量利用時間及機會赴現場考察灌溉事業及甘蔗糖業，並與當地有關人員交換意見及資料。本人很榮幸有機會應邀前往琉球演講及考察，深深領會日本專家學者認真而友善，人民有高度敬業精神，並很尊重專家，對促進中琉農業技

術與學術交流，加強雙方友好關係至有裨益，茲將這一次考察心得加予整理，以供有關方面參考以外，特向在琉球期間接待本人的各單位先生女士表示謝意，又辦理出國手續，承蒙中琉文經協會與臺糖公司的關心及照顧，在此一併致謝。

二、沖繩概況

琉球地理位置在日本西南端，係現在的沖繩（Okinawa），於日本明治維新以前是一個琉球王國，當時與中國和日本均保持有密切的關係，但從明治以後，受到王制廢止及貴族階級衰退，而歸屬於日本以後，到現在仍能保持特有的「琉球文化」實屬難能可貴⁽¹⁵⁾。第二次世界戰後，沖繩被美軍統治27年，當時均以琉球政府名稱推行地方自治工作，從1972年5月15日復歸日本以後，又回復沖繩縣名稱，並成立沖繩開發廳，大力推行沖繩振興開發計畫，第一次10年計畫業已完成，並獲得顯著效果⁽¹⁶⁾。

日本地圖上的南西諸島，包括薩南列島（Satsunan Is.）及琉球列島（Ryukyu Is.），前者屬於鹿兒島縣，而後者屬於沖繩縣，係有沖繩諸島

及先島諸島所組成，其行政區域分爲國頭、中頭、島尻、宮古及八重山等五郡（區）。沖繩縣廳的那霸市至南大東島爲372公里；至宮古島爲303公里；至石垣島爲429公里，而石垣島至與那國島爲128公里。由此可知，其地理位置約爲北緯24—28度，東經122—133度之間⁽¹¹⁾，而有70餘個小島所組成，現在有人居住的島嶼爲39個。全縣總面積爲2,251平方公里，耕地面積爲45,100公頃，耕地率爲20%，其中水田爲929公頃；旱地爲44,200公頃。旱地中普通旱地爲38,000公頃；樹園地爲3,870公頃；牧草地爲2,290公頃⁽¹⁴⁾。沖繩縣的水田面積僅爲總面積的2%，與日本全國的55%及臺灣的56%水田面積比較，係一種代表型的旱地農業地區。另一方面由日本全國總面積爲377,770平方公里，耕地爲541.1萬公頃；臺灣總面積爲36,000平方公里，耕地爲90萬公頃比較，琉球以「島」來稱呼時爲太小，而以「國」來稱呼時，則爲太大的感覺，但若與日本各縣互相比較時，它却有歷史上的時間背景存在⁽¹⁵⁾。

沖繩縣中，八重山諸島的與那國島是日本最西端，又最靠近臺灣，而波照間島是在最南端，八重山羣島總面積爲584平方公里⁽¹⁾，宮古羣島總面積爲227平方公里⁽¹⁴⁾，各佔沖繩縣總面積的26%及10%。沖繩又是重要軍事基地，軍用地佔全面積的12%。沖繩縣年平均氣溫爲攝氏22—24度，在冬季氣溫也很少下降到月平均攝氏16度，年降雨量爲2,000—2,200公厘，而5月、6月、8月爲多雨月份，相反的4月、7月、9月、10月、11月却爲少雨月份，年間蒸發量爲1,600—1,800公厘，而7月份爲蒸發量的尖峯月份⁽¹²⁾。

根據沖繩開發廳統計⁽¹⁶⁾，自1972年沖繩復歸日本後10年之間，所投資公共事業爲1兆3,500億圓（臺幣2,250億元）左右，其中最多爲道路整備費佔39%，而且收購及補償國道費用又佔39%之中的三成；第二位爲下水道、環境衛生等佔21%；第三位爲港灣、魚港、機場整備約19%；第四位爲農業基盤整備（加速農業建設），農地改良事業約8%；第五位爲治山、治水事業約5%；其他爲8%。

沖繩復歸日本以後的產業別就業人數變遷而言，1972年全縣產業就業人數爲364,000人，至1979年增加爲419,000人，其間所增加55,000人的就業產業爲第二次產業（建設業）爲20,000人；第三次產業（商業、服務業）爲43,000人；另一方面第一次

產業（農林業）減少8,000人，第二次產業之製造業也減少2,000人。亦即復歸後10年的縣經濟爲財政投資與觀光收入爲主的經濟成長型態。沖繩縣人口爲114萬人，那霸市人口約30餘萬人，一年觀光客爲180—190萬人，1985年可能增加到300萬人。

三、土 壤

沖繩縣土壤可分爲下列四種^(2,10)：

(1)島尻 Maji：本土壤分佈在沖繩本島中南部與北部、宮古諸島、八重山諸島、南北兩大東島、伊江島、久米島等範圍很廣，是黃褐色弱酸性或中性的珊瑚礁石灰岩土壤，其基岩爲一種極多孔隙的石灰岩，通常表土很淺，本土性雖然與國頭 Maji 或 Jagal 均爲重粘土，但其灌溉上限與下限值之差（可利用水分量）比較少，同時受石灰岩層切斷表土與地下水，以致很難獲得毛管水補給量，而有效根系向下層土壤吸收補給水分的機會又很少，因此，受旱害機會顯然較其他土壤爲多是主要的理由，本地主要栽培作物爲甘蔗。Maji 是沖繩的方言。

(2)國頭 Maji：本土壤可分爲鮮紅色或黃色強酸性的國頭礫層土壤與呈紅褐色或黃褐色的酸性粘板岩土壤兩種。主要分佈在沖繩本島中北部、石垣島、伊平屋島、伊是名島、慶良間諸島。其土壤爲國頭礫層或粘板岩爲基岩，一般而言，表土較深且可利用水分量較大，因此，本地帶栽培作物，受旱害的機會較少，主要栽培作物爲鳳梨及甘蔗。

(3)Jagal：本土壤分佈在沖繩本島中南部泥灰岩土壤，是灰色弱鹼性土壤，而又是一種不透水性的強泥灰岩爲基岩，土層較深，且可利用水分量較大，其土壤地帶所栽培的甘蔗，不會受旱害，而常有排水問題。Jagal 是沖繩的方言。

(4)沖積土：本土壤分佈在沖繩本島中南部海岸地帶，粘土含量雖少，但粒子的配合很好，可利用水分量很大，因爲地勢平坦，地下水位較高，是屬於排水不良地帶，主要栽培作物爲水稻、甘蔗。

四、沖繩縣之國營灌溉事業

沖繩地方，因爲無高山及無較深的溪谷，而河川又很少，並且其坡度也很陡，流域的延長距離較短。土壤大部份爲孔隙較多的珊瑚礁石灰岩土壤。年間雖然有較多降雨量，但大部份均流出大海，島民飲用水均利用湧泉爲主，農業用水也多利用湧泉及地下水井爲主。而沖繩縣在1971年以前，並無大

規模的旱地灌溉設施。

1971年曾在宮古及八重山地域發生大乾旱，導致農作物發生大旱災，因此政府利用這次機會，在本中心地區執行「緊急旱害對策事業」，以利打破過去依賴降雨生存的農業型態，提供加速施行旱地灌溉設施，其國營事業有宮古地區、宮良川地區等。

(1)宮古地區^(12,14,17)：

宮古地區國營事業計畫，係採用世界第一次嘗試的地下壩來灌溉 8,500 公頃農地為主。宮古島的地形是比較平坦的農業地帶，而農業又是本地區的主要產業，但因缺乏水源，導致常遭遇旱害，本地區若能獲得灌溉設施，對農業發展潛能有莫大的幫助。因此，政府積極推行旱地灌溉設施，到1984年為止，業已完成設施有640公頃，受益農戶1,350戶。在沖繩縣而言，除八重山宮良川地區以外，本地區是灌溉設施最早又最進步的地區，其設施大部份在1971—74年完成，並以利用地下水加壓方式的設施型態為主，這個事業設施通常叫做「初期設施」這種設施計畫，在根本上，雖然可改變沖繩農業經營型態，但尚有很多問題存在，因此，在事業運用上並不順利，甚至於僅有一部份設備被利用而已。為求進一步改進設施起見，宮良川地區國營事業是一種較新的設施。

宮古島面積為158平方公尺，年雨量為3.6億立方公尺，其中一半由蒸發散從地面消失，而另一半則由土壤滲透地下而流出大海，政府為確保灌溉水源，由農林省與沖繩綜合事務局合作探討地下壩建設施工技術的開發，該處曾在1974年開始於宮古島內做各種實驗地下壩施工及調查工作，其原理係將水泥漿灌注在地下石灰岩縫做成止水壁攔水來提高地下水位，並將其豐富的地下水儲存在岩石內的孔隙中，以防止向海邊流出，而提供農作物必要灌溉時，才來抽水使用。其實驗地下壩在1977年開始施工，而蓄水量有70萬立方公尺的皆福實驗地下壩業已在1979年3月竣工，提倡地下壩的古川博泰氏，並獲得沖繩研究獎勵賞50萬圓⁽⁴⁾。因為皆福地下壩建設成功，珊瑚礁石灰岩地帶的地下壩建設技術，大約已經建立，現在宮古島已開始建設幾個新的大規模地下壩，將來可提供農業用水之用。

(2)宮良川地區^(1,6,12)：

宮良川地區國營事業計畫，從1975年10月開工，受益面積為3,605公頃，受益農戶2,010戶。事業

費分配負擔如下：國庫補助80%，縣15%，受益者5%，圍場整備：國庫補助75%，縣15%，受益者10%。主要設施為水庫3座（石垣、眞榮里、底原），井堰2座（平喜名、二又），抽水及加壓站6座，配水池7座，到1985年為止，灌溉面積業已超過1,000公頃，而全面積都有充分運轉利用。以各種不同設施，經因子分析結果顯示：

①水源——（自然流下）——配水池——（自然壓）——末端（重力壓式）。

②水源——加壓抽水機——加壓水槽——末端（壓力水槽式）。

③水源——抽水機——配水池——（自然壓）——末端（配水槽式）。等三種設備最容易被農民接受，顯示使用者滿意度極高。

④水源——抽水機——配水池——加壓抽水機——壓力水槽——末端。

⑤水源——（自然流下）——配水池——加壓抽水機——壓力水槽——末端。等兩種設施有兩次加壓及壓力水槽的關係，農民不太容易接受。由此可知，宮良川地區的配水方式是採用末端的自然流下式，以致能節省電力費及操作經費，今後儘可能範圍下，再檢討到最細部，以能徹底節省能源。

(3)羽地大川地區⁽¹²⁾：

羽地大川地區國營事業計畫，係在沖繩本島北部地區，位置在名護市周邊有起伏的丘陵地帶及海岸地帶（今歸仁村），本計畫因為設計在本島內，所以與八重山地域宮良川地區的農業經營及營運型態有甚大差異，根據1982年在現地調查顯示，今歸仁村地帶的灌溉設施，從原來的甘蔗灌溉為主，轉移到蔬菜為重點，亦即末端較宮良川地區為多樣化之趨勢，換言之，旱地灌溉設施的引入，可改變栽培作物及輪作方式的改變，因此，必須適應趨勢，改變末端型態，才能適應水的利用多元化要求。

沖繩縣因為水源缺乏，所以用水量應以節省灌溉需水量為宜，而且灌溉期距及一次灌溉水量，應該採用最大值為佳，另一方面灌溉方式應注意計畫地區將來的營農情形，並依水源出水量的多少來檢討各方式的用水標準，以符合實際需要。

五、沖繩甘蔗糖業

沖繩甘蔗糖業係日本國內主要三大產糖地區之一，根據1984年沖繩甘蔗糖年報記載⁽³⁾，1982年日本砂糖總需要量為254.3萬公噸，國內產糖量為北

海道甜菜糖61.4萬公噸，甘蔗糖鹿兒島8.5萬公噸；沖繩 16.7萬公噸，合計 86.6萬公噸（換算精糖量），當年輸入實績為 171.3 萬公噸，而向臺灣輸入量為 12.7萬公噸，佔總輸入量之 6 %。該年每人消費糖量為 21.36公斤，臺灣為 23.85公斤，以兩者比較，中華民國臺灣地區砂糖消費量較日本增加11%。

又根據1983年的統計資料而言⁽⁵⁾，沖繩縣甘蔗收穫面積為 22,865公頃，佔總耕地面積 45,100公頃之 50.7%，但甘蔗栽培農戶數為 37,620戶，却佔總農戶數之 84.8 %。當年期甘蔗生產額為367億 9 千 1 百萬圓，佔農業粗生產額之 34.4%，而佔作物項目別農業粗生產額之 60.6%。另一方面以日本其他二大產糖地區比較，甘味資源作物栽培農家數比率及其對農業粗生產額比率為，鹿兒島 9.8%及 4.4%；北海道20.2%及8.7%，由此可知，沖繩縣農家對甘味資源作物的栽培依賴度，遠大於鹿兒島及北海道兩地。1983—84 年期沖繩縣分蜜糖產量為 19.66 萬公噸，產糖率為 11.92 %，甘蔗每公噸收購價格為21,470圓（臺幣3,580元），事業機關購入糖價每公噸為272,000圓（臺幣45,333元）⁽³⁾。

沖繩甘蔗糖業在地域上可分為沖繩、宮古及八重山三區域，沖繩又可分為北部、中部、南部，則國頭本島，包括金武町以北的名護市，今歸仁村、國頭村等，國頭離島，包括伊江島等；中頭，包括浦添市以北的沖繩市、嘉手納町、石川市等；島尻本島，包括那霸市以南的糸滿市、東風平町、玉城村等，島尻離島，包括粟國島、久米島、南大東島、北大東島等；宮古又可分為宮古本島及離島，包括伊良部島、多良間島等；八重山又分為八重山本島即石垣島及離島，包括西表島（竹富町）、與那國島、波照間島等，製糖會社（公司）的分佈在沖繩本島有，北部製糖，經濟連製糖，中部製糖，琉球製糖，第一製糖，沖繩離島有，伊江村農協製糖、伊是名村農協製糖、久米島製糖、大東糖業、北大東製糖，宮古本島有，沖繩製糖、宮古（城邊）製糖，離島有，宮古（伊良部）製糖，八重山有，石垣島製糖，以上是分蜜糖工場，其他尚有含蜜糖工場、分蜜糖工場，開工期間均在每年 1 月中旬至 4 月上旬，製糖日期為 90—100 天。1974—83年10年平均沖繩產糖量為16萬公噸，收穫面積為21,600公頃，每公頃蔗產量為67.5公噸，步留為11.49%，栽培品種為N:co 310佔大部份。1984—85年期全縣植期別每公頃蔗產量：夏（秋）植 86.19 公噸，春

植56.33公噸，宿根71.97公噸，總平均為75.35 公噸，收穫面積：夏植 8,005公頃，春植2,375公頃，宿根 12,291公頃，總面積為 22,671公頃，栽培品種：N:co 310, 83%；N:co 376, 7%；IRK 67-1, 4%；F161, 3%；其他 F160、RK 65-37、N:co 334為 3 %⁽⁷⁾。

沖繩縣甘蔗生產費用，以1983年統計而言，每公噸甘蔗為 21,978圓，其中勞動費為 16,797圓佔第一位，而支付家族勞動費用為 15,558圓，勞動費用中收穫費却佔 51.4%，日前有大型採收機者，僅為南大東村21臺，北大東村 5 臺及石垣市 6 臺，肥料費為2,185圓，佔生產費用的第二位⁽⁵⁾。

日本政府非常重視日本國內的甘味資源，根據 1985年 6 月 7 日，由日本甘味資源審議會會長岡田覺夫送給農林水產大臣佐藤守良先生，有關第28屆甘味資源審議會建議指出，甜菜與甘蔗係北海道及鹿兒島、沖繩兩縣的主要作物，同時也是國民生活重要食品之一的砂糖原料作物，今後必須謀求鼓勵其生產能力及安定其生產量為宜。因此，應加強充實推行基盤整備、農業機械化、病蟲害防治、品種改良及試驗研究工作。另一方面甘蔗方面，今後應加強謀求提高單位面積產量及品質，因此，必須確保灌溉用水量及增進地力，並應講求栽培管理的指導工作⁽¹³⁾。

沖繩縣甘蔗灌溉效果而言，依據石垣島宮良川土地改良事業的實驗成績來說明⁽⁶⁾，宮良川土地改良地域的土壤，大部份屬於珊瑚礁石灰岩的島尻 Maji，土壤常與石礫混合，土層淺、保水力差，經綜合土地改良事業完成後，利用石垣市上原地區，選定土壤條件相似田區，分噴灌區 24.15 公頃及不灌溉區 21.88 公頃，進行1983—84年期灌溉試驗，該年期從 1983 年 4 月至 1984 年 3 月的降雨量為 1,815.5 公厘，噴灌水量 1,677,760立方公尺，以24.15公頃計算每公頃灌水量為 694.7 公厘，一次噴水量為40公厘計算，一作甘蔗平均灌溉 17.4次，該年期最早月份為 7 月份，其月降雨量為13公厘，該月份噴灌水量 198.1 公厘，約灌溉 5 次，計畫灌溉期距為 8 天，耗水量 7—8 月尖峯期為每天 5 公厘，一次灌水量為40公厘。灌溉效果而言，新植大於宿根，平均每公頃蔗產量噴灌區89公噸，不灌溉區52公噸，增產效果每公頃為37公噸，增產率72%。目前該地區圍場整備後，甘蔗品種大部份仍為 N:co 310，少部份為 F161，地方農試所推廣單位已了解

應加速尋求耐水耐肥品種，來代替現階段品種，以能獲得水源開發以後的灌溉栽培效果。

至於有了灌溉環境之下甘蔗品種間的反應情形，根據1984年度縣農試所八重山支所⁽⁸⁾，曾於夏植甘蔗，於灌溉期距6天，一次噴灌水量30公厘處理下，蔗產量F172 較N:co 310（對照）增產20%，其次為F161>KF71-194>RK78-16的順序，但若以糖產量言，較對照品種增產幅度，以F161之34%及KF71-194之29%均大於F172之28%。顯示有灌溉條件之下，石垣島的多收品種應選擇枯死莖少，收量及品質佳的F172，F161，KF71-194等品種較有希望。又依據縣農試所宮古支所⁽⁹⁾，利用夏植甘蔗於乾旱時，7天灌一次20公厘的畦溝灌溉試驗結果，灌溉較不灌溉增產糖量而言，KF71-194增產26%，而N:co 310僅增產1%，但在無灌溉之下，KF71-194及N:co 310兩品種的糖產量，均無差別。宮古地區土壤透水性大，保水力小，所以尖峯期灌溉期距設計計畫為7天，即較宮良川地區短一天，一次噴灌水量為35公厘，以利節省灌溉用水量。

六、結 論

琉球近年來經政府及人民的大力投資與有計畫的建設之下，農業基盤整備（加速農業建設），水資源開發，灌溉事業的建設，均得逐年分區完成，對於促進農業發展貢獻良多。

甘蔗和糖業係沖繩縣的主要栽培作物與重要產業，而又是日本國內的甘味原料之主要來源，因此，政府全力輔導甘蔗品種改良及栽培技術，並保護生產業者無微不至。今後應加強於甘蔗品種更新及栽培方法的改進，俾能減低生產成本而達到增加單

位面積產量，終而達成增加產量之目的。

七、參 考 文 獻

1. 八重山支廳農林水產課. (1984) 八重山の農林水産業42pp.
2. 山城三郎. (1983) 琉球大學農學部學術報告30:367-488.
3. 日本分蜜糖工業會. (1984) 沖繩甘蔗糖年報23:143-154.
4. 沖繩協會. (1985) 沖繩月刊148:2.
5. 沖繩縣農林水產部. (1985) 糖業關係資料32pp.
6. 沖繩縣農林水產部. (1985) 宮良川土地改良事業10年の歩み174pp.
7. 沖繩縣農林水產部. (1985) 1984-85 年期甘蔗及甘蔗糖生產實績93pp.
8. 沖繩縣農試所八重山支所. (1985) 甘蔗關係試驗成績概要書pp.130-131.
9. 沖繩縣農試所宮古支所. (1985) 甘蔗關係試驗成績概要書pp.204-205.
10. 宜保清一、宮城調勝. (1977) 琉球大學農學部學術報告24:449-455.
11. 砂川季昭. (1967) 琉球大學農學部學術報告14:1-122.
12. 畑地農業振興會. (1984) 沖繩の灌溉施設とその利用. 第1部72pp.第2部11pp.
13. 紀内祥伯. (1985) 甘味をめぐる最近の情勢と行政の課題。第1部9pp.第2部20pp.
14. 宮古支廳農林水產課 (1984). 宮古の農林水産業167pp.
15. 琉球放送會社 (1985). 沖繩名所135pp.
16. 稻泉 薫 (1981). 沖繩生產性3(4):6-16.
17. 農林水產省、沖繩總合事務局 (1981). 皆福ダムー地下ダム、新しい水資源を求めてー33pp.

森 林 土 木 包 工 業

負責人：劉 清 連

地 址：四湖鄉湖西村中正路62巷2號

電 話：(053) 8 7 2 6 6 7