

# 嘉南大圳的成本收益分析

古慧雯·吳聰敏·何鎮宇·陳庭妍\*

日治時期台灣的農業發展相當可觀，而學者多認為水利建設是重要關鍵之一。日治時期的農田水利建設以嘉南大圳規模最大，它是由總督府與農民合資興建。大圳之規模雖大，但其供水仍不足以滿足嘉南平原農作之所需，因此而實施三年輪灌的給水制度。這強制的給水制度受到當時學者如矢內原忠雄(1929)的詬病，認為是日本糖業資本家宰制台灣農民的一種手段。本文嘗試計算嘉南大圳的成本與收益。根據我們的計算結果，嘉南大圳顯著提升嘉南地區的農民所得，卻對糖廠影響不大。

**關鍵詞：**灌溉，成本效益分析

**JEL 分類代號：** N15, O13, Q15

*Every government action has costs and generates benefits. Figuring out which of these — the costs or the benefits — is bigger in any given situation is often problematic. Data on the cost side usually are not too difficult to establish. . . . The real trouble comes when we try to determine the benefits of government action.*  
Miller et al. (2001, 頁 177)

自荷蘭統治時期開始，台灣的農業產品以稻米與甘蔗最為重要。1860年台灣開港之後，茶業頗為興盛；一直到清末，茶葉出口金額凌駕砂糖之上。不過，日治初期新式糖廠紛紛設立之後，砂糖生產額很快又超越茶葉。稻米與甘蔗的生長都需水份，前者對水的需求尤甚。台灣地形山高水急，降雨集中於特定月份，因此必須透過水利建設才能解決農地灌溉問題。

---

\*古慧雯與吳聰敏皆為台大經濟系教授，何鎮宇任職於英飛凌 (Infineon) 公司，陳庭妍任職於安捷倫 (Agilent) 公司。我們感謝嘉南農田水利會，特別是陳正美先生，對於本研究的協助。我們並感謝編輯與三位評審的建議與指正。

台灣的農田灌溉主要透過埤圳,「埤」指蓄水池,「圳」指灌溉水路。有鑑於水對於提高農業生產力的重要性,早在荷蘭統治時期,台灣就有水利建設的記載。清國時期,埤圳間的分水問題是由官府協調裁決;但埤圳的開築與管理則幾乎完全是民間自行解決。雖然沒有政府介入,清國時期台灣仍開築了相當多的埤圳,其中規模最大的是彰化地區的八堡圳,灌溉排水面積約2萬甲。

研究台灣經濟發展之學者多認為,日治時期農業的發展得利於農田水利的開拓。此一時期台灣農田水利制度出現結構性的轉變:水利工程原本是由民間興辦經營,改變成由政府直接興辦。川野重任(1941)指出,「在灌溉排水事業的發展上,應特別記述的是日本政府的支配力量。」日治時期由官方所主導興建的埤圳中,規模較大的是桃園大圳及嘉南大圳。這兩個大圳都是由總督府與農民合資興建。因為農業的發展相當成功,總督府「強力支配」農田水利開發之作法被某些學者認為是可以接受的。<sup>1</sup>

由於水庫供水量不足,嘉南大圳採取輪流給水的制度,這就是所謂的「三年輪作」制度。嘉南大圳灌溉區域分為三大區域,以三年為一循環,每一區域依序得到較多的供水(可種稻),較少的供水(可種甘蔗),或完全不供水(只能種耐旱的雜作)。這強制的給水制度受到當時學者如矢內原忠雄(1929,頁260-63)的詬病,認為是日本糖業資本家宰制台灣農民的一種手段。矢內原認為嘉南大圳三年輪作的灌溉制度切斷了稻蔗的競地關係,使甘蔗價格不復受制於米價,保護了日本的糖業資本。根岸勉治(1935,頁68-69),根岸勉治(1943,頁318),平山勳(1935,頁144-45),與川野重任(1941,頁194)亦表示,給水的統制可以確保年年一定的甘蔗面積。另一方面,則有報導指出農民負擔大圳的費用沉重,有「大圳咬人」之抗議聲浪。<sup>2</sup>

嘉南大圳是否真是犧牲農民利益來圖利糖廠的公共構造呢?本文的目的即是要檢討嘉南大圳對於灌溉區域內糖廠與農民的影響。<sup>3</sup>底下第1節說明水利與農業之關係。第2節推算嘉南大圳對於農業生產額之影響;第3節估算大圳的興建與維護成本以及農民所得的改變。我們發現,嘉南大圳顯

<sup>1</sup>參見川野重任(1941),頁15-22;與惜遺(1950),頁55。

<sup>2</sup>引自郭雲萍(1995),頁91。

<sup>3</sup>完整的成本效益分析還要考慮大圳通水可能引致農作物價格變化,及其對於消費者剩餘的影響。限於篇幅,本文未做這方面的討論。

著提升農民的所得。第4節分析大圳對於糖廠的影響，發現糖廠並未從大圳之興建中得利。第5節為結語。

## 1 水利與農業發展

清國統治時期，台灣的埤圳幾乎全由民間興築，自行經營管理。日治初期開始，台灣的農田水利制度出現結構性轉變。1901年總督府公布「公共埤圳規則」，將與「公共利害」有關的埤圳指定為公共埤圳，納入管理。依規定，公共埤圳須成立公共埤圳組合，負責經營管理事宜。總督府對全台之埤圳展開調查，以了解台灣之灌溉狀況；並提供補助經費，改修舊圳。

1908年，總督府頒布「官設埤圳規則」，積極主導埤圳之興建。1910年代，官設埤圳較大者包括八堡十五庄圳、二層溪蓄水池等。桃園大圳之主要工程也屬於官設埤圳，1916年動工，1924年完成。官設埤圳主要是由總督府編列經費，但民間通常也分擔部分經費。<sup>4</sup> 官設埤圳須設置官設埤圳水利組合，負責埤圳之經營管理。水利組合之管理委員是由廳長遴選；相對的，公共埤圳水利組合則是自行決定管理人員。

1919年，台灣由武官政治改為文官政治，水利組織之管理逐漸走向自治。1921年，總督府發布「水利組合令」，本文所討論的嘉南大圳於1919年開始規畫時，先組織公共埤圳組合；1921年因應「水利組合令」，改名為「公共埤圳嘉南大圳組合」。1943年再改組為「嘉南大圳水利組合」。<sup>5</sup>

清國時期，台灣規模最大的埤圳為彰化之八堡圳，灌溉面積號稱約1萬9千餘甲。<sup>6</sup> 若以日治時期之統計數字來看，1931年八堡圳水利組合之灌溉面積為23,254甲。日本政府所推動建設之桃園大圳灌溉面積為22,025甲，嘉南大圳組合灌溉面積則高達137,078甲。1903年全台灣灌溉排水面積對耕地面積之比率為28.2%。到了嘉南大圳建設前夕（1920年），灌溉面積比率增加為40.7%。嘉南大圳完成後，灌溉面積比率在1931年增加為55.5%；1942年更上升至63.8%。<sup>7</sup>

<sup>4</sup> 臺灣公共埤圳規則及官設埤圳規則之條文，請見張勤（1992），頁176-94。關於官設埤圳工程，參見惜遺（1950），頁13-15。

<sup>5</sup> 參見惜遺（1950），頁55，67-82。1944年嘉南大圳水利組合兼併台南縣新豐等6個特別地區水利組合，1946年11月改為「嘉南大圳水利協會」。參見陳正祥（1950），頁246。

<sup>6</sup> 參見依能嘉矩（1928），中卷，頁338。

<sup>7</sup> 參見台灣行政長官公署（1946），頁594。

## 1.1 嘉南大圳

嘉南平原佔有全島耕地面積30%以上，地處熱帶與亞熱帶之接，是農業生產的適宜地區。然而嘉南平原的雨量分佈極不平均，每年5-9月間的降雨量佔全年雨量80%以上，除了少數鄰近天然溪水、池塘或坑潭的土地能引水灌溉以外，大部分的耕地均只能依靠天上降雨來耕種，旱季時則幾乎無水，是為看天田或稱旱田。1910年代中期，八田與一技師在嘉南地區的調查發現，如果把曾文溪支流之一的官佃溪壩住，便有希望作成一大蓄水池。1917年，總督府起草官佃溪埤圳計劃，作成3個可能的方案。1920年8月30日，總督府批准成立「公共埤圳官佃溪埤圳組合」，1921年4月1日改稱「公共埤圳嘉南大圳組合」。<sup>8</sup>

嘉南大圳的灌溉範圍北起濁水溪，南至鹽水溪，東接中央山脈邊緣，西達海岸地帶，總灌溉面積約15萬餘甲，全域在台南州之內。大圳的給水來源有兩個，北港溪以北的區域是由濁水溪取水。北港溪以南的區域是由攔截曾文溪的流水，經由一條3公里長的地下引水道，注入烏山頭水庫，再由人工圳道系統灌溉。大圳給水的幹線長110公里，支分線1,200公里，小給水路7,400公里；排水圳路960公里，小排水路6,000公里。

限於水量不足，區域內之農田無法同時被灌溉，3年輪作制便是此背景下的產物。依據水路系統，3年輪作區域內農田每150甲劃定為一給水區，每一給水區又以50甲為一單位，劃分為三個小輪作區。第一小區為間斷灌溉的冬春季蔗作，第二小區為連續灌溉的二期水稻作，第三小區為不供水的雜作區。<sup>9</sup>此三區每年依序循環，3年為一週期，故有「三年輪作制」之稱。灌溉水量之供給，主要係配合水稻與甘蔗生長上的需要。在北港溪以北的濁水溪系統，水稻的給水期為5月至9月，甘蔗的給水期為9月至翌年1月。而北港溪以南的烏山頭貯水池系統，水稻給水期為6月至9月，甘蔗給水期為11月至翌年4月。<sup>10</sup>濁水溪系統由於無貯水池，難以儲蓄水源，冬季枯水期給水不力，此灌區之甘蔗給水因此較烏山頭系統提前且期間較為短暫。

嘉南大圳灌區依給水方式之不同，分為兩種區域，一為「三年輪作區」，

<sup>8</sup>參見惜遺(1950)，頁20-29。

<sup>9</sup>輪作順序詳見三浦博亮(1923)。

<sup>10</sup>有關供水的安排請見陳正祥(1950)，頁244-246；惜遺(1950)，頁25-26；郭雲萍(1995)，頁84-87。

另一為「特殊區域」。特殊區域為在嘉南大圳建造之前即有埤圳灌溉之區域，面積有 10,107 甲，多在北港溪以南。由於特殊區域之面積只佔嘉南大圳總灌區之 7%，本文的討論將偏重於 3 年輪作區。

## 1.2 旱田水田化

嘉南大圳對農業生產之影響主要是提升單位面積之生產額。要了解生產額之增加，我們可以從兩個角度計算，一是旱田水田化，二是水旱田之則別雖無變動，但土地生產力上升。陳正祥 (1950) 指出，嘉南大圳的主要貢獻並不在於耕地之擴充，而是在於土地性質之改良，使得旱田轉變為水田。本小節將討論旱田水田化現象，下兩小節則分析生產力之變動。

根據定義，水田指「能蓄水，經常可以栽培水稻之耕地」，其進一步區分為兩期作田與單期作田。旱田（亦稱園或畑）指「土壤不容易貯水或水量不足只能栽培陸稻、雜糧及果樹類等之耕地」。<sup>11</sup> 嘉南大圳於 1920 年動工興建，1924 年北港溪以北區域開始逐步通水；北港溪以南區域於 1930 年開始逐步通水。整個大圳系統約於 1935 年全面運作。1925–35 年之間，大圳區域內水田與旱田合計之總耕地面積略有增加，但最大的改變是旱田面積減少，水田面積增加。圖 1 為 1920–41 年間台南州水田與旱田面積的變動。1931 年以前，台南州水田面積幾乎沒有變動，約占總耕地面積 35%。換言之，北港溪以北區域雖然於 1924 年開始通水，但在 1931 年之前，水田與旱田面積並無改變。1932 年開始，因為北港溪以南區域通水的緣故，台南州的水田面積快速增加，但總耕地面積在 1930–36 年間僅有些微增加。因此，水旱田面積的變動主要是反映大圳區域內之變動。

## 1.3 單位面積產量之變化：甘蔗與甘藷

旱田水田化之後，原先種植的耐旱作物得以轉作價值較高的水稻，農業生產價值提高。除此之外，大圳通水之後，農民即使種植同樣的作物，也會因為灌溉用水更為充分與穩定，而有更高的收成量。台南州的主要作物為甘蔗、水稻與雜作，雜作中以甘藷最為重要。1913–41 年間，這三種作物的產額占台南州農業總產額的比例平均為 89%。本小節首先觀察甘蔗與甘藷單位面積產量之變動。

<sup>11</sup> 參見黃登忠·馬達真 (1979)，頁 220。

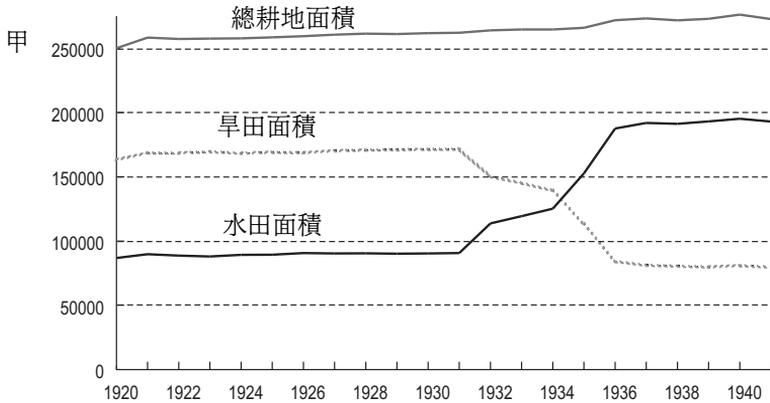


圖 1: 台南州水田與旱田面積的變動

說明:「總耕地面積」為水田與旱田面積之和。

資料來源: 各年度臺灣總督府殖產局 (1919-1941)。

圖 2 為甘蔗之單位面積產量，其中，「州外」是指台灣全島扣除台南州之後的單位面積產量。「高雄台中平均」之單位面積產量為兩州合計之產量除以合計面積。甘蔗的單位面積產量於 1919-20 年期開始快速成長，盧守耕 (1948, 頁 4) 表示，這是由於爪哇大莖種之更新與普及、早植法之採行、及肥料推廣等因素所促成的。日治初期開始，甘蔗的單位面積產量即出現長期上升趨勢。1910 年代初期至 1920 年代中期之間，台南州的單位面積產量與州外在伯仲之間，但 1920 年代後期開始，台南州的單位面積產量便顯著地凌越州外。嘉南大圳是在 1920 年代晚期通水，<sup>12</sup> 故甘蔗產量的上升很可能就是通水灌溉之效果。

為了估算嘉南大圳之效益，我們須把台南州單位面積產量之變動中歸因於大圳通水的部分區隔出來。影響單位面積產量的因素包括總體性衝擊 (global shocks)，如技術進步與品種改良，以及地區性衝擊 (local shocks)，如地域性之颱風侵襲。總體性之衝擊影響台南州之產量，也影響州外之產量；而地區性衝擊則僅影響某一地域。嘉南大圳之灌溉區域是在台南州內，故其影響屬於地區性衝擊。我們假設肥料與品種改良等總體性衝擊對於台南州與州外之影響相同。1920 年代晚期大圳通水使台南州之產量增加，而在

<sup>12</sup>1926 年嘉南大圳之灌溉面積只有 9,220 甲，1927 年為 26,273 甲，1928 年為 45,099 甲，1929 年為 46,163 甲。見臺北米穀事務所 (1936)，頁 130-134。

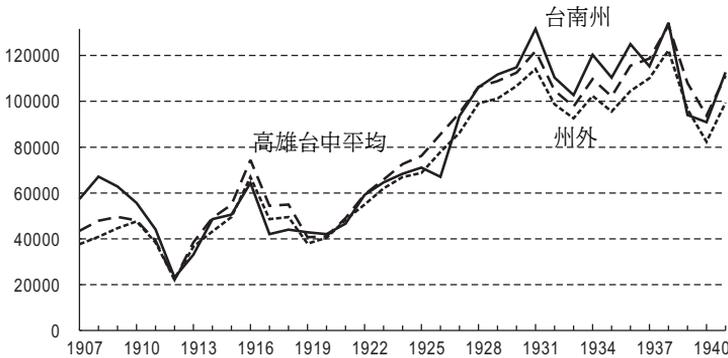


圖 2: 甘蔗單位面積產量 (斤/甲)

說明：「州外」是指台南州以外。1907指1907-08年期，餘類推。1907-08年期是指1906下半年種植，1907年底至1908年初採收製糖之甘蔗。甘蔗的資料主要引自臺灣總督府殖產局(1911-1938)，最後兩個年期引自臺灣總督府殖產局(1919-1941)。1910-19年間甘藷與在來米水稻的資料來源為臺灣總督府(1897-1942)，1920-42年間為臺灣總督府殖產局(1919-1941)。

同一期間，假設台南州以外並未出現較大且持續的地區性衝擊。在以上的假設之下，若大圳通水之前，台南州與州外之單位面積產量相同，通水之後，台南州之單位面積產量高出州外，則此高出之產量即為大圳通水之效果。

依據台灣行政長官公署(1946, 頁595)，台灣的公共埤圳組合與水利組合之灌溉面積在1926年為23.0萬公頃，1930年增加為35.5萬公頃。這五年間之增加主要應該是反映嘉南大圳之完工通水。不過，到了1940年，灌溉面積又增為49.8萬公頃，這表示台灣各地之水利建設持續進行。若1930年代之灌溉面積增加主要發生於台南州以外，則以台南州與州外的單位面積產量之差異作為估算嘉南大圳效果之方法將會低估。從這個角度來看，本文之估算值為大圳效益之最低值(lower-bound)。

因為總體性衝擊之效果不易具體衡量，故除了以「州外」之單位面積產量作為指標外，我們也試用「高雄台中平均」作為指標。<sup>13</sup>圖2的「州外」及

<sup>13</sup>審查人之一指出，台灣南北各地之氣溫、雨量、土壤都不盡相同，同一農業技術進步對

「高雄台中平均」兩線是用以表現總體性衝擊之影響。在1907–41年期之間，高雄台中兩州之甘蔗產量占「州外」產量的79.7%，表示甘蔗主要生產於高雄、台南、與台中3州。因此，圖2之「州外」與「高雄台中平均」之變動趨勢接近也就不足為奇。以1930年代而言，台南州與「州外」之差異較大，與「高雄台中平均」之差別較小。故若以「州外」之單位面積產量代表總體性衝擊之影響，則嘉南大圳效益之估算值將會較大。反之，若以「高雄台中平均」之單位面積產量代表總體性衝擊，效益估算值將會較小。

圖2顯示，在1907–10年期的四年之間，台南州甘蔗的單位面積產量顯著高於州外與高雄台中兩州。不過，較早期之統計資料多為估算值，而非調查結果。<sup>14</sup> 因此，這4個年期之差異可能是推定誤差所致。此外，台灣的行政區域在1909.10.25及1920.9.1曾有所變遷。本文所分析之時間資料採1920年以後之行政區域劃分，早期的資料則依行政區域之變遷而重新整理，但是前後資料之銜接無法完全準確。舉例來說，1920.9.1開始台灣西部地區改劃分為5州，其中高雄州包含原阿緱廳及台南廳的一小部分；台南州則包含原台南廳的大半部分及嘉義廳。欲準確銜接前後資料，台南廳的資料須拆解為兩部分，但因為無細節統計，這不可能作到。不過，本文主要是以平均單位產量進行分析，故資料銜接所產生的問題應該不致有太大影響。

圖3畫出甘藷田單位面積產量之變動情形。依三年輪作制，甘蔗田主要種植於間斷給水的區域；而甘藷主要種於不供水區域。但圖3顯示，即便是未受大圳灌溉的台南州甘藷田，1920年代中期開始，其單位面積產量的提升亦較州外快速。既然未受灌溉，為何台南州甘藷之單位面積產量上升仍較州外為高呢？這或許是由於有些甘藷為糊仔栽培，在水稻收割前，利用水稻田之濕潤水份，與水稻共生。當第二期水稻之給水轉為充份穩定，糊仔甘藷也會連帶受益。<sup>15</sup>

於台南州與台北州之影響可能有不同的影響。高雄與台中兩州緊臨台南州，本文依其建議，兼採高雄台中之平均進行分析。

<sup>14</sup>例如，昭和14年版的《臺灣米穀要覽》頁24之註解說明，1900–11年之稻米生產額並非調查結果，而是推定值。我們猜測，甘蔗及其他作物之統計應該也是如此。

<sup>15</sup>另外一個可能性是農民運用甘蔗或水稻之給水轉而灌溉甘藷，使得甘藷之單位面積產量提升。在嘉南大圳輪作區內的實際輪作情形調查中，陳佳貞(1997，頁42–43)指出，在蔗作給水區約有30%至50%的農田種植雜作或休耕，在稻作給水區則約有10%至20%種植雜作或休耕。雖然我們無法確定在蔗作區及稻作區種植的雜作即為甘藷，但雜作中以甘藷為大宗，故可能性並不低。

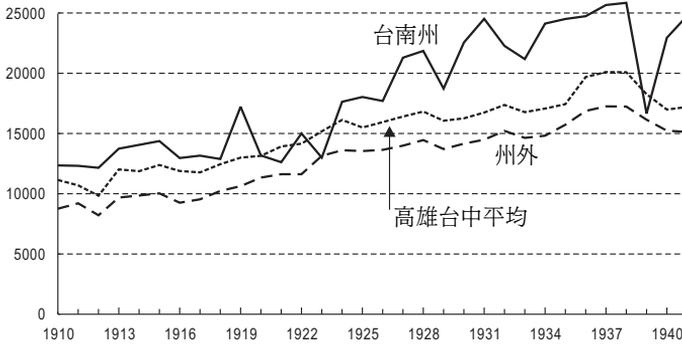


圖 3: 甘藷單位面積產量 (斤/甲)

#### 1.4 單位面積產量之變化: 在來米與蓬萊米

甘蔗之外，稻作是農民主要的收入來源。台灣的稻米分水稻與陸稻兩大類，水稻主要種植於連續灌溉的區域。嘉南大圳為水利灌溉工程，若要觀察其對稻作之影響，應以水稻為觀察對象。水稻種類有蓬萊米、在來米、丸糯米及長糯米，其中以蓬萊米及在來米為大宗。

台灣的水稻依種植期間，可分第一期稻與第二期稻。嘉南大圳的供水是在二期稻作期間，第一期稻並未接受灌溉，因此單位面積產量之變動與大圳之通水應該無關。第二期稻若在輪作時間下付植，可接受嘉南大圳之灌溉。但是，大圳供水主要造成旱田水田化，因此，大圳通水會使水稻面積增加，但不見得會改變水稻之單位面積產量。不過，若水田之灌溉水原先並不充足，大圳通水之後灌溉較為充分，則單位面積產量可能會提升。反之，原先之旱田轉變為水田之後，也許因為土壤品質或其他因素，使該水田之生產力不若既有之水田。在此情況之下，單位面積產量反而下降。

綜合以上所述，大圳通水對水田生產力之影響並不確定，而 1920 年代中期蓬萊米之開發成功又加入一個複雜的影響因素。蓬萊米早自 1906 年開始試種，但一直到 1920 年代中期才開發成功，並開始推廣。蓬萊米之市場價格高於在來米，故為農民偏好之品種。<sup>16</sup> 圖 4 為台中與台南第一期水稻之耕種面積。因為丸糯米與長糯米之耕作面積相對而言甚小，故本圖僅計

<sup>16</sup>參見葉淑貞 (2004) 之分析。

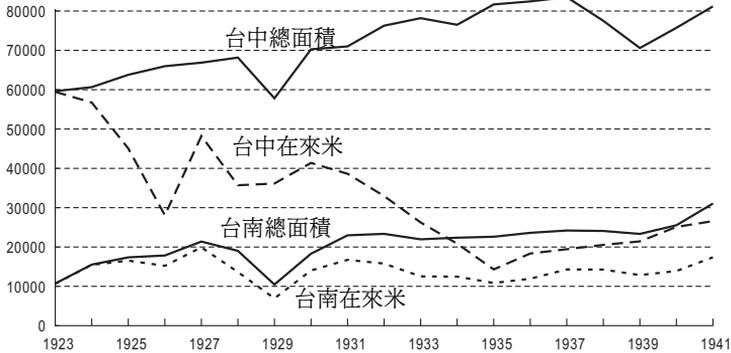


圖 4：第一期水稻耕作面積：總面積與在來米（甲）

總面積指在來米加上蓬萊米面積。資料來源：1923–25，臺中州立農事試驗場（1927），1926年開始，《總督府統計書》。1922年開始，統計資料列有完全無收穫地之面積，本文之把完全無收穫地也納入計算。

入在來米與蓬萊米面積。以台中州而言，1923年蓬萊米面積仍微不足道，但1926年已增加為57.45%。翌年雖然降為27.92%，1932年又達56.79%，之後即不會回到50%以下。台南州蓬萊米的推廣較為緩慢。1926年曾上升至14.77%，翌年降為6.83%。在1941年之前，僅1935年曾上升至52.02%，其餘各年未曾超過50%。

台南與台中之外，高雄州蓬萊米的推廣情況與台南州類似，但台北州則類似台中州。在1920年代下半期，高雄州蓬萊米之推廣速度不如台南州，但之後急起直追。1930年代中期以後，高雄州蓬萊米面積比率甚至超過台南州。

利用上述之總體性衝擊及地區性衝擊之概念，蓬萊米開發之後即在台灣各地推廣，故應視為總體性衝擊。但由圖4可知，以一期蓬萊米而言，台南州與台中州之推廣速度顯然不同。1920年代中期以後，台中州一期水田陸續轉作蓬萊米；其餘繼續種植在來米之水田可能是品質較差之土地。換言之，若品質較佳的土地轉作蓬萊米，則留下來繼續種植在來米之水田是品質較差者，台中州之平均單位面積產量將會下降。相對而言，台南州一期在來米水田面積原本就小於台中州，而在1930年代中期之前，在來米轉作蓬萊米之比率遠小於台中州。因此，若原先兩州之單位面積產量相同，以

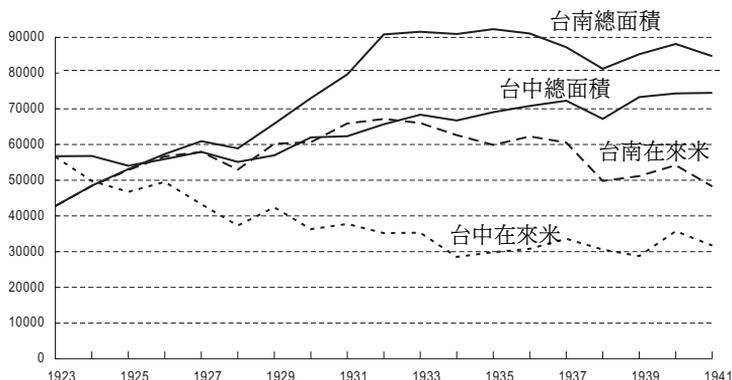


圖 5: 第二期水稻耕作面積: 總面積與在來米 (甲)

上之因素將使台南州之單位面積產量超過台中州, 且差距日趨擴大。

以上的分析根據的是第一期水稻之面積變動, 第二期水稻之情況有所不同。圖 5 畫出第二期稻作蓬萊米之推廣速度, 顯然台南州與台中州之差異並不大。因此, 以上所討論的台南州與台中州生產力差異之情形, 在第二期稻作上可能不會出現。

圖 6 表現水稻生產力之變動, 為節省篇幅, 我們僅畫出在來米二期作之單位面積產量。由圖形觀察, 大圳通水對於生產力似無明顯影響。實際情形如何, 下一節將以迴歸方法分析。本圖亦顯示, 農業之單位面積產量除了長期成長趨勢之外, 另一個特徵是波動甚大, 主要原因是自然災害。根據臺灣總督府農商局 (1944) 之說明, 1939-40 兩年台灣連續遭受嚴重的暴風侵襲, 甘蔗、在來米、及甘藷 (台南州) 的單位面積產量都大幅下降。不過, 以二期在來米而言, 台南州與其他各州之下降幅度相當, 故單位面積產量之差異與前後年比較並無太大之不同。

## 2 農業生產額之變動

嘉南大圳規模雖大, 但其供水仍不足以滿足嘉南平原農作之所需, 故實施 3 年輪灌的給水制度。這個制度受到當時學者如矢內原忠雄 (1929, 頁 260-63) 的詬病, 認為是日本糖業資本家宰制台灣農民的一種手段。3 年輪灌制度是否對農民不利, 對糖廠有利? 要回答這個問題, 我們須估算大圳之興

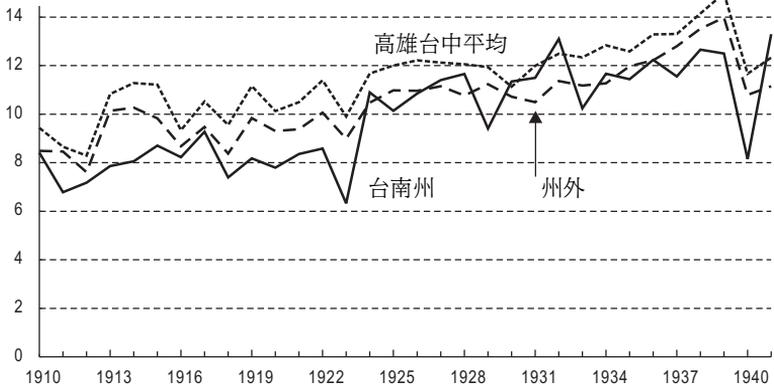


圖 6: 第二期在來梗米單位面積產量 (石/甲)

建對於糖廠及農民淨利益之影響。本節推算嘉南大圳對農民所得之影響，第4節則估算糖廠淨利益之變動。

要了解大圳灌溉之影響，想像嘉南大圳是民間自費興建。農民欲引水灌溉，每年須繳交水費。灌溉之後，土地生產力上升，收穫額增加。若其他條件不變，且生產額之增加大於大圳興建費用支出及水費支出，農民的淨所得即增加。以上所描述的是最簡化的情況，實際之狀況較為複雜。

利用國民所得帳之概念，若不考慮租稅，農民所得等於農業生產之附加價值加上移轉收入淨額。附加價值是由生產額減去中間投入。就中間投入而言，種子與肥料可能是農家自給，也可能是自外購入。若是自給，這也是農家所創造之所得。若是購入，例如化學肥料主要是自日本進口，其價值是由肥料公司所創造的，不能計入農家的所得。不過，我們取得的資料無法細分中間投入中自給與購入之比率，故以下之計算將假設中間投入全部為自給；換言之，我們假設生產額即為附加價值。日治時期台灣農業中間投入占總生產額之比率並不高，故此一處理應不致產生太大偏誤。<sup>17</sup>

若興建大圳之費用以及後續之維護支出都是農民自行負擔，則計算農民所得時必須扣除興建與維護費用。實際上，總督府對於嘉南大圳之興建

<sup>17</sup>利用臺灣總督府財務局 (1936) 之調查資料，台北州水田之中間投入占收穫額比率為11.67%，其中，中間投入含肥料、種子、水租、及僱入牛隻 (以7圓計算)。牛隻應屬於農家所有；若不計入牛隻，則中間投入比率為9.60%。

提供巨額補助。將此項補助視為總督府對農民之移轉，則計算農民所得淨額須加入移轉金額。綜合以上所述，農民之所得可表示如下：

$$\text{農民所得} = \text{生產額} - \text{興建與維護費用} + \text{總督府之移轉}, \quad (1)$$

上式中，生產額是指生產量乘上作物的產地價格，也就是農民出售產出之收入。日治時期，台灣農地出租的比率超過百分之五十，而且向地主租入土地耕種之佃農，還可能僱入勞動力，故本文所計算之農民所得指的是地主、佃農、與外僱勞動力所得之合計。

由式 (1)，若大圳未曾興建，則興建與維護支出皆無，總督府也沒有移轉，故欲估算大圳興建前後農民所得之變動，可直接由生產額之變動計算而得。不過，此一估算方法不完全符合機會成本的概念。舉例來說，若農家原有一塊旱田，主要作物為甘蔗與甘藷。現大圳興建之後，此一旱田升級為水田，農業生產額(所得)增加。假設耕種水田須多使用一單位的勞動力，則所得之增加有一部分是此額外勞動力的貢獻，而非大圳灌溉之直接效果。假設此一單位的勞動力原先是在大圳區域外工作，在大圳通水之後，才移入大圳區域內，則以生產額之增加估算所得之增加，將高估嘉南大圳之收益。反之，如果水田所使用之勞動力少於旱田，則以生產額之增加估算，反而是低估嘉南大圳之收益。我們無法判斷那一種是實際狀況，故以下之計算也不考慮此一因素。

本節以下將說明生產額變動之計算結果；大圳之興建與維護成本以及總督府移轉支出之計算則留待下一節說明。

## 2.1 生產額變動：單位面積產量提升

伴隨大圳的通水，嘉南平原開始實行三年輪作制。根據陳正祥 (1950, 頁 253) 之調查，在36,060公頃的調查農地上，31%農地的作物輪作次序為：綠肥、水稻、甘藷、甘蔗。以下將假設3年輪作期間農民會種一回甘蔗，一回二期水稻，及一次或兩次的甘藷，<sup>18</sup> 故生產額的變動有兩個來源：

### 1. 通水後種植之作物如前，但單位面積產量增加

譬如，通水之前某農地原種甘蔗。依三年輪作制度，通水之後的某一

<sup>18</sup>下一小節考慮株出甘蔗轉作水稻時，將假設農民在種植水稻之前還會種一次甘藷，故3年之中總共種了兩次甘藷；詳見該小節說明。

期間，此農地剛好輪到種甘蔗。雖然作物相同，但通水灌溉會使單位面積產量提升。

## 2. 農民轉作價值較高的作物

通水之後若供水量可以種水稻，因為水稻附加價值較高，農民會由原先之作物轉作水稻。依下文之分析，轉作主要是由陸稻與甘蔗轉為二期水稻。

本小節將分析第1種情況。

先就甘蔗而言， $q_c^N(t)$  與  $q_c^O(t)$  分別為台南州與州外之單位面積產量； $\Delta q_c^O(t) \equiv q_c^N(t) - q_c^O(t)$  則代表兩者之差異。同理， $\Delta q_c^{KC}(t)$  代表台南州與鄰州高雄台中平均之差異。上一節討論影響單位面積產量之因素時，區分總體性衝擊與地區性衝擊兩種因素。嘉南大圳通水之影響屬於地區性衝擊，迴歸分析時以虛擬變數  $D$  代表，大圳竣工的1930–31年期開始， $D$  為1，之前為0。總體性衝擊，如新品種或化學肥料普及，對於各州之影響應該類似。不過，以蓬萊米之推廣為例，如上一節說明，因為台中州一期水田很快地由在來米轉作蓬萊米，其生產力可能逐漸低於台南州。以甘蔗而言，是否有其他的總體性衝擊產生類似之影響，不得而知。但若有類似之衝擊，其邊際效果可能也是長期逐漸減弱。以下的迴歸分析中，我們加入一替代變數  $\ln(\text{year})$ ，以了解是否有此一類型之衝擊存在。綜合以上所述，迴歸分析式之設定如下：

$$\Delta q_c^O = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 \ln(\text{year}) + e. \quad (2)$$

以圖4為例， $\ln(\text{year})$  代表1923年開始台中州蓬萊米面積相對於台南州快速增加之影響。

上一節曾說明，部分年期之產量因受暴風影響而下降，1939年的甘藷及1940年的二期在來米是兩個顯著的例子。不過，由圖6來看，1940年之暴風對於各州二期在來米之影響程度類似。本文主要分析台南州與州外（以及高雄台中平均）之差異，若各州所受影響之程度大約相同，則台南州與州外單位面積產量之差異可能與前後年相當。相反的，1939年台南州之甘藷產量則是相對於州外大幅下降。在迴歸分析中，我們可以把1939年之樣本點去掉。不過，地區性之衝擊經常出現，有時是正向的，有時是負向的，

表 1: 甘蔗單位面積產量: 1910–11 至 1941–42 年期

		常數項	$D$	$\ln(\text{year})$	$\bar{R}^2$
(a)	$\Delta q_c^O$	3,248 (0.88)	10,663** (3.76)	-765 (-0.47)	0.39
(b)	$\Delta q_c^O$	1,629 (1.27)	9,783** (4.67)		0.40
(c)	$\Delta q_c^{KC}$	4,115 (1.02)	9,422** (3.05)	-3293* (-1.85)	0.19

說明: 單位為斤/甲。\*\* 為顯著水準為5% 之下, 顯著異於0。\* 為顯著水準為10% 之下, 顯著異於0。

1930–31 年期開始,  $D = 1$ ; 之前,  $D = 0$ 。1910–11 年期之  $\text{year}$  變數值等於 1, 以後逐年加 1。 $\bar{R}^2$  為調整過的  $R^2$ , 括弧內的值為  $t$  值。

要作準確之調整幾乎不可能。故底下逕以原始資料進行分析, 而不作資料調整。

表 1 是針對甘蔗的分析結果。式 (a) 與 (b) 之應變數為台南減州外平均。式 (a) 除了虛擬變數  $D$  的係數以外, 其它係數皆不顯著, 其意涵是: 台南州與州外的甘蔗單位面積產量原本相同, 直到大圳通水後, 兩地的單位面積產量才出現明顯的差距。變數  $\ln(\text{year})$  之估計值不顯著異於 0。若去除此一變數重跑迴歸, 結果如式 (b)。與式 (a) 相較,  $\bar{R}^2$  略為提高,  $D$  之估計值則略為下降。若依式 (b), 嘉南大圳通水以後, 台南州的蔗田受惠, 原本與州外相差無幾的甘蔗單位面積產量在通水後高出州外達 9,783 斤/甲。<sup>19</sup>

式 (c) 之應變數是台南州減高雄台中兩州平均, 迴歸結果, 常數項仍不顯著異於 0, 但  $\ln(\text{year})$  之係數則是在 10% 水準下異於 0。虛擬變數  $D$  之估計值為 9,422, 與式 (a) 與 (b) 之結果差異不大。故若以式 (c) 之結果推算, 嘉南大圳通水之後, 甘蔗單位面積產量升高 9,422 斤/甲。

重覆式 (2) 的概念, 我們可以檢視大圳通水對於甘藷產量之影響, 分析結果列於表 2。因為  $\ln(\text{year})$  變數之係數皆不顯著, 為節省篇幅, 表中不列出其結果。式 (a) 為台南州與州外之差異, (b) 為台南州與高雄台中兩州平均之差異。這兩式之常數項的係數在 5% 的顯著水準下為正, 這反映台

<sup>19</sup>陳佳貞 (1997, 頁 15–17) 進一步分析了台南州以外的其他四州, 發現高雄州在同時亦有甘蔗單位面積產量提昇的現象, 而高雄州的蔗田水田比例亦如台南州一般在增加中。這發現強化了我們的想法: 嘉南大圳的水田化效果有提升台南州蔗田單位面積產量的作用。

表 2: 甘藷的單位面積產量: 1910–1941 年

		常數項	$D$	$\bar{R}^2$
(a)	$\Delta q_p^O$	3,909** (8.31)	3,830** (4.99)	0.44
(b)	$\Delta q_p^{KC}$	1,698** (3.68)	3,784** (6.02)	0.44

說明:  $\Delta q_p^O$  為台南州與州外單位面積產量之差異,  
 $\Delta q_p^{KC}$  為台南州減高雄台中兩州平均,單位為斤/甲。

\*\* 為顯著水準為5%之下,顯著異於0。 $\bar{R}^2$  為調整過的  
 $R^2$ 。括弧內的值為  $t$  值。

南州甘藷的單位面積產量一向皆超出州外。虛擬變數的係數亦顯著為正,反映了大圳通水對於台南州甘藷單位面積產量的提升程度。以式 (a) 而言,大圳通水之後使台南州甘藷田的單位面積產量提高了3,830斤/甲。若根據式 (b),其值為3,784斤/甲。

最後,我們分析嘉南大圳對於水稻生產力之影響。依上一節之分析,大圳通水對於一期稻作應無影響,二期稻作之影響有正有負,淨效果如何無法確定。不過,1920年代中期蓬萊米之推廣,可能使台南州一期在來米之生產力逐漸高出於台中州;但二期作則無影響。蓬萊米於1923年開始普及,以下之迴歸分析,ln(year) 變數在1910–22年之間皆設為0,1923年開始,year 之值為1,其後則逐年加1。

表3為在來米之分析結果,(a),(b)兩式為一期在來米,(c),(d)為二期在來米。在(a),(b)兩式中,ln(year)之係數都顯著大於0;(c),(d)兩式中則不顯著異於0。這與上述關於蓬萊米普及之推論是一致的。就變數  $D$  而言,(c),(d)兩式之係數不顯著異於0,這與推論相符。亦即,大圳通水造成旱田水田化現象,但並未提升水田生產力。但是,(a),(b)兩式之係數顯著大於0則與推論不符,因為這表示台南州一期在來米之生產力相對上升,此部分如何解釋,有待未來進一步探討。

除了在來米之外,我們亦對蓬萊米進行分析,各項變數之設定如同表3。因為1923–24兩年,蓬萊米之耕種面積甚小,故我們所取的樣本期間是1925–41。迴歸結果發現, $D$  與 ln(year) 變數之係數都不顯著異於0,這與

表 3: 在來米的單位面積產量: 1910–1941 年

		常數項	$D$	$\ln(\text{year})$	$\bar{R}^2$
(a)	$\Delta q_{r1}^O$	-1.97** (-8.26)	-3.24** (-4.66)	1.23** (4.34)	0.39
(b)	$\Delta q_{r1}^{KC}$	-0.98** (-4.62)	-3.00** (-4.86)	1.44** (5.70)	0.50
(c)	$\Delta q_{r2}^O$	-2.14 (-7.30)	0.12 (0.13)	0.35 (1.011)	0.10
(d)	$\Delta q_{r2}^{KC}$	-1.18** (-3.76)	0.00 (0.00)	0.40 (1.07)	0.09

說明:  $\Delta q_{r1}^O$  為台南州一期在來米單位面積產量與州外之差異; 下標  $r2$  為二期在來米之差異。上標  $KC$  代表台南州與高雄台中平均之差異。1923年,  $\text{year}$  變數值等於 1, 以後逐年加 1; 1910–22年之間,  $\ln(\text{year}) = 0$ 。\*\* 為顯著水準為 5% 之下, 顯著異於 0。\* 為顯著水準為 10% 之下, 顯著異於 0。 $\bar{R}^2$  為調整過的  $R^2$ , 括弧內的值為  $t$  值。

以上之分析是吻合的。為了節省篇幅, 蓬萊米之迴歸結果不予列出。

綜合以上之分析, 台南州的甘蔗與甘藷單位面積產量在大圳通水後皆顯著提升, 由於這是異於州外的現象, 我們可以排除肥料、品種等因素, 而將其歸因於灌溉設施的改善。依表 1 之式 (b), 大圳全面通水後台南州的甘蔗每甲產量提升了 9.783 千斤。若依式 (c), 產量提升了 9.422 千斤, 兩者差異不大。為節省篇幅, 以下僅報告台南州減州外之分析結果。由甘蔗的買收價格乘上產量之增加, 即得每甲收穫的增加金額。舉例來說, 1930 年甘蔗價格為每千斤 6.122 圓, 因此每甲之生產額增加 59.89 圓。同理, 由表 2 之迴歸結果, 1930 之前台南州甘藷每甲單位面積產量高於州外約 3.909 千斤, 1930 之後又提升了 3.830 千斤。利用台南州之甘藷價格即可算出大圳灌溉所引起的生產額變動。表 4 的第 (3) 欄與第 (5) 欄分別列出 1930–39 年蔗田與甘藷田在大圳通水之後生產額的變動。

以上的結果可與嘉南大圳興建前之評估作一比較。根據公共埤圳嘉南大圳組合 (1930, 頁 115–116), 在規畫興建大圳時之評估是, 大圳通水可使每甲水稻之產量增加 4.88 石, 每甲甘蔗產量增加 33.827 千斤。兩者都是過度樂觀的估計。

表 4: 嘉南大圳對農業生產額之影響

(1)	(A) 蔗田		(B) 甘藷田		(C1) 陸稻轉作水稻					(C2) 甘蔗轉作水稻		
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	$P_c$	$\Delta R_c$	$P_p$	$\Delta R_p$	$P_{r2}$	$q_{r2}$	$P_{dr2}$	$q_{dr2}$	$\Delta R_{r2}$	$q_c^O$	$q_p^N$	$\Delta R_{r2}$
1930	6.12	59.89	7.36	28.19	19.12	12.27	11.29	9.30	129.61	106.68	22.55	-34.85
1931	5.63	55.04	4.24	16.24	18.96	11.92	8.37	9.73	144.56	114.16	24.53	-98.20
1932	4.39	42.96	7.40	28.34	14.72	14.22	13.59	10.39	68.12	98.73	22.26	85.00
1933	4.53	44.33	8.43	32.29	14.88	12.04	13.72	7.91	70.63	92.62	21.18	77.89
1934	4.86	47.56	6.99	26.77	18.96	13.43	16.36	8.51	115.41	102.35	24.12	91.50
1935	5.21	51.01	8.15	31.21	18.96	13.04	18.84	8.05	95.58	95.57	24.50	114.72
1936	5.48	53.65	8.70	33.32	20.09	13.63	19.02	9.05	101.70	104.55	24.74	106.86
1937	6.17	60.40	7.39	28.30	19.67	13.07	18.47	7.57	117.27	110.05	25.66	-6.26
1938	6.39	62.46	8.20	31.41	23.65	14.30	21.74	8.14	161.23	122.16	25.84	30.09
1939	7.16	70.00	12.26	46.96	24.95	14.00	23.82	8.25	152.79	96.50	16.65	93.10

$\Delta R_c$  指甘蔗生產額之變動，由甘蔗單價  $P_c$  乘上每甲產量變動而得。餘類推。

(1) 1930年指1930-31製糖年期；餘類推。(6) 為台南州二期水稻價格(圓/千斤)，(7) 為台南州二期水稻單位面積產量(千斤/甲)；(8) 為台南州二期陸稻價格(圓/千斤)；(9) 為台南州二期陸稻單位面積產量(千斤/甲)。(6)-(9) 引自《台灣農業年報》。(10) 為陸稻轉作水稻所增加的收入(圓/甲)，(10) = (6) × (7) - (8) × (9)。(11) 為無大圳時的甘蔗單位面積產量(千斤/甲)，假設與州外的單位面積產量相同。(12) 為台南州甘藷單位面積產量(千斤/甲)。(13) 株出甘蔗轉作二期水稻與甘藷所增加的收入(圓/甲)，(13) = (4) × (12) + (6) × (7) - (2) × (11) × 2/3。

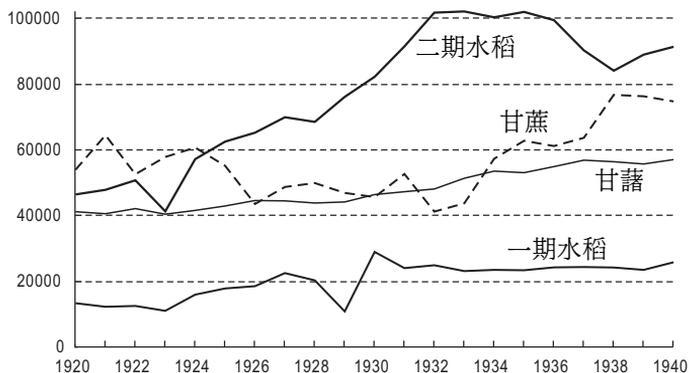


圖 7: 台南州主要作物耕作面積 (甲)

## 2.2 生產額變動: 轉作水稻

大圳通水除了提升作物的單位面積產量之外，也讓農民有機會轉作價值較高的水稻。那麼，是那些作物轉為水稻？我們沒有大圳區域內各種作物長期栽培面積的統計，但由前面的分析，1920年代中期以來，台南州的旱田水田化主要發生於大圳區域內，故台南州作物面積的變遷應主要是在反映大圳區域內轉作的現象。以下即就整個台南州來討論。

圖7繪出1921—40年間台南州重要作物的耕作面積，其中，二期水稻面積的增加最為醒目。1924年北港溪以北區域通水之後，第二期水稻的面積便開始增加；1930年大圳竣工之後，增加的速度更為快速。若以1930年為分隔點，1920—29的10年間，台南州二期水稻的平均面積為每年58,575甲；1930—39年間則增加至94,265甲，多出了35,690甲，增幅為61%。同一時期，州外的水稻田面積雖亦在擴張，但成長幅度不過16%。嘉南大圳對於台南州二期水稻的發展之影響顯而易見。

由前面圖1可知，嘉南大圳對於台南州總耕地面積的影響並不大。1920年台南州的耕作面積為250,011甲，1940年為276,089甲，成長幅度為10%。同時期州外的耕作面積擴張較快，1920年州外的耕作面積為522,650甲，1940年為611,053甲，成長幅度為17%。州外二期水稻面積約與耕作面積同幅度擴張；台南州二期水稻田卻展現了遠超於總耕地面積的擴張：可見台南州有些作物轉作二期水稻了。若假設二期稻作面積之增加全部為轉作

而來，則轉作面積約占二期水稻面積之37.86% (= 35,690/94,265)。

台南州的旱作作物主要有甘藷、陸稻與甘藷；但是，二期水稻耕作面積的擴張並非來自甘藷的轉作。圖7顯示，自1924年大圳通水以來，台南州甘藷的面積便一直在擴張，並沒有轉作二期水稻的現象。二期水稻的播種期在6月中旬至7月中旬，收穫期則在9月中旬至11月下旬。<sup>20</sup>而台南州的甘藷的插植時間主要在10月，<sup>21</sup>基本上是二期水稻收穫後的間作作物。部分甘藷為糊仔栽培，在水稻未收穫前，趁田面尚為濕潤狀態，即於稻田畦條間插入甘藷苗，與水稻共生。糊仔甘藷的種植時期雖與二期水稻有部分重疊，但並不能視為二期水稻的替代作物。

以生產額而論，稻米與甘蔗是台南州最重要的兩項作物。圖7中的甘蔗面積在1924年大圳開始通水時下降，但至1936年二期水稻面積減少時，甘蔗面積卻又開始上升，甘蔗與水稻顯然有相當程度的替代性。對於兩種具替代性的作物，其相對價格定然會影響耕作面積的消長。以下4.2節中甘蔗供給函數的估計式顯示，除了相對價格會影響甘蔗與水稻的相對種植面積之外，大圳通水亦使甘蔗供給減少。我們因此推論，其他條件不變時，有部分的甘蔗田在大圳通水後轉作水稻了。

此外，根據嘉南大圳輪灌時期及耕作標準圖，<sup>22</sup>與二期水稻同時栽種的作物除了甘蔗以外，尚有綠肥、落花生、陸稻與大豆等。圖8繪出這些作物的耕作面積，其中二期陸稻面積有長期縮減的現象。1924年大圳開始通水時，台南州二期陸稻面積有18,728甲，至1940年僅餘10,794甲，減少了約8千甲；若拿1924年與二期陸稻種植面積的最低點1938年相比，更是減少了1萬甲有餘。由此可見大圳通水之後，陸稻田水田化了。

圖8中落花生面積並沒有縮減的現象，綠肥面積更是在大幅擴張中。綠肥包括大菜、田菁、大豆等，是其他作物的前置作物，其栽培目的並不在於出售，而是要鋤入土中，做為其後作物的肥料。<sup>23</sup>圖8顯示，台南州綠肥的面積有長期增加的趨勢，而且與圖7中的二期水稻面積有相似的起伏。在

<sup>20</sup>見于景讓(1949)，頁5-9。

<sup>21</sup>根據陳炯松(1951，頁16)所引舊台北帝國大學作物學教室的資料，台南各月插植甘藷面積的百分比為：8月之13%，9月之29%，10月之42%，11月之21%。其他諸月的插植面積百分比均未超過1%。

<sup>22</sup>見孫鐵齋(1956)，頁165。

<sup>23</sup>見徐水泉(1950)，頁25。

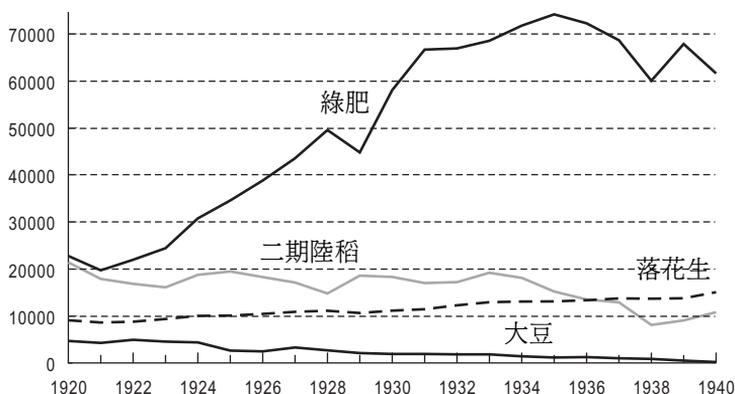


圖 8: 台南州作物耕作面積 (甲)

資料說明: (1) 作物的耕地面積主要引自歷年之臺南州官房文書課 (1922–1940); 但1930年之綠肥面積, 1931–34年以及1940年之所有作物的資料引自臺灣總督府殖產局 (1919–1941)。(2) 綠肥是其他作物的前置作物, 包括大菜、田菁、大豆等。有些作物同時列在普通作物與綠肥之中。以1930年為例, 綠肥面積包括大豆水田 13,786.28 甲, 旱田 568.65 甲; 而普通作物中所列之大豆水田面積僅 1,910 甲。(3) 綠肥資料分單播與混播兩種, 混播指兩種作物, 如大菜與豌豆, 一起種植。混播面積不大, 例如1931年之混播水田有 867.49 甲, 旱田有 856.9 甲。本文僅計算較重要的綠肥單播面積。

1920–1940 之間, 台南州綠肥面積與二期水稻面積的相關係數高達 0.98; 圖 8 中綠肥面積的擴張很可能反映的是二期水稻前置綠肥面積的擴張, 所以, 二期水稻田之擴張也非由綠肥轉作而來。1924 年至 1940 年, 大豆面積減少了 4,173 甲。不過台南州大豆的栽培面積本有長期下降的趨勢, 我們無法確定嘉南大圳是否進一步促成大豆面積的縮減。

總之, 台南州的二期水稻面積在大圳通水之後大幅擴張。同時期台南州耕作的總面積亦在擴張, 但其幅度並不足以解釋二期水稻面積的成長, 新增的二期水稻主要來自二期陸稻與甘蔗的轉作。在以下的計算中, 我們將假設二期水稻之轉作一半來自甘蔗, 一半來自陸稻。

### 2.2.1 陸稻轉作二期水稻

假設陸稻與二期水稻在田時間完全重疊，種植水稻與陸稻的生產額差異取決於兩種作物的單位面積產量與價格。由於未能找到陸稻的市場交易單價，我們利用《臺灣農業年報》所載台南州陸稻的產額與產量去折算。<sup>24</sup> 由《臺灣農業年報》所載台南州陸稻的總產量與種植面積，可算出陸稻田單位面積的產量。單位面積的產量乘上單價，便得一甲陸稻的生產額。二期水稻的生產額計算方式亦同。後者減去前者，即可算出陸稻轉作水稻之生產額增加。以上之計算，列於表4第(6)至(10)欄。

### 2.2.2 甘蔗轉作二期水稻

以類似的方法，我們可計算甘蔗轉作二期水稻之利益。甘蔗的種植時間遠長於水稻，要計算甘蔗轉作二期水稻之利益，我們必須設想甘蔗田轉作後，除了種一回二期水稻以外，還種植了那些作物？

假設在大圳通水之前，農夫在 $t$ 年的上半年種植甘藷或其它旱作，該年年中收穫後改植甘蔗，待 $t+1$ 年末甘蔗收成以後，利用殘莖株出，至 $t+2$ 年尾再收穫一回甘蔗。而大圳通水後，該農夫不再株出甘蔗，改在 $t+2$ 下半年種植第二期的水稻，上半年則改種甘藷。在本假設下，不僅二期水稻面積會因此增加，甘藷亦將因株出甘蔗的退讓而增植，正與通水前後甘藷面積的變化情形相符。

在此假設下，我們將比較一甲田一年間株出甘蔗的生產額，與1年栽種一回甘藷與一回二期水稻的生產額。新植甘蔗的在田期間長達18個月，我們假設株出1年的甘蔗產量只是種植滿18月者的 $2/3$ 。我們並假設若無大圳，台南州的甘蔗單位面積產量將與州外的水準相當。株出甘蔗轉作水稻與甘藷後生產額之變化列於表4第(13)欄。

<sup>24</sup>為求資料處理的一致性，我們以同樣的方法算出台南州的二期水稻價格。為求證這種折算方式的合理性，我們另外計算出全台灣的第二期在來米價，並與《臺灣米穀要覽》所載三等在來糙米之價格做比較。在本文分析的1930-39年期間，兩者相當接近；平均而言，後者乃前者的1.06倍。故以《臺灣農業年報》的產額與產量折算出的水稻與陸稻價格應與市價相去不遠。值得注意的是，《臺灣米穀要覽》所列之第二期米價是指前一年11月至該年5月為止的米價，第一期則指當年的6月至10月的價格。因此，《臺灣米穀要覽》中的第一期對應的是《臺灣農業年報》上的第二期。

由我們推算的結果，蔗田轉植二期水稻與甘藷未必有利。例如1931年，轉作的農夫會因此蒙受每甲98.20圓的損失。推測農民所得惡化的原因，米價下跌應該是主要原因。1929年高雄市躉售三等糙米每百斤之價格為8.15圓，1930年為6.9圓，1931年出現了谷底價格4.38圓；價格下降幅度分別為15%與37%。同一時期，甘蔗價格的下降幅度僅為12%與9%。<sup>25</sup>在價格劇烈下跌時，若農民對價格預期錯誤，轉作彼時價值較低的水稻，所得減少其實不無可能。不過，嘉南大圳的輪作制度只規範了灌溉用水的方式，農夫仍然保有選擇作物的權利，當經濟條件不利於種植二期水稻時，農民仍可選種較有價值的旱作，所得不致於惡化。

### 2.2.3 小結

大圳通水之後，部分甘蔗田與陸稻田轉作水稻。假設甘蔗田與陸稻田轉作二期水稻的面積相當，則轉作二期水稻所致生產額的變動為兩種轉作方式的平均，亦即表4第(10)欄與第(13)欄的平均。由於二期水稻田中約有37.86%為轉作田，我們將上面設算的平均值乘上37.86%，做為二期水稻田因轉作而發生的生產額變動。

表5第2欄列出1930–39年間每甲農地生產額之變動。生產額之變動有三個來源：分別是甘蔗與甘藷生產力上升，以及轉作二期水稻。這三種作物恰好分別種植於輪作區的各區域之內，故我們以其平均數作為單位面積的獲益。以1930年為例，表4顯示甘蔗每甲生產額增加59.89圓，甘藷增加28.19圓。陸稻轉作水稻使生產額增加129.61圓，甘蔗與甘藷之轉作則使生產額減少34.85圓。我們假設後兩者各占轉作的一半，而且水稻田中約有37.86%為轉作田，故1930年生產額之變動為：

$$\frac{59.89 + 28.19 + (129.61 - 34.85)/2 \times 0.3786}{3} = 35.34\text{圓。}$$

其他各年之數字以同樣方法計算。

<sup>25</sup>米價資料取自臺灣總督府殖產局(1934–1942)(1941年版，頁104–105)，蔗價由臺灣總督府殖產局(1911–1938)推算。1931年的米價下跌主要是因為當年稻米產量特別多。依高橋龜吉(1937，頁192)所整理的數字，日本、台灣、與朝鮮產米合計，1930年為80,371千石，1931年劇增為93,573千石。米產量增加不僅使台灣的米價下跌，也使日本國內米價下跌。依川野重任(1941，頁157)所整理的價格資料，日本國內之平均米價，1930年每石27.34圓，1931年降為18.46圓。

表 5: 農業生產額變動之平均

	三年輪作 平均值	平均值 (1937年幣值)
1930	35.34	43.66
1931	26.69	41.76
1932	33.43	47.85
1933	34.91	48.13
1934	37.83	49.35
1935	40.68	45.77
1936	42.15	43.14
1937	36.57	36.57
1938	43.36	38.69
1939	54.50	43.06
1930-39年平均	38.55	43.80

單位: 圓/甲。1930年指1930-31製糖年期; 餘類推。「平均值」指三年輪作制下生產額平均值之變動(圓/甲); 右欄之數字為生產額以消費者物價指數轉換為1937年幣值。

### 3 農民所得的變動

依上一節式 (1), 農民所得之變動等於由生產額變動減去大圳之興建與維護費用, 再加上總督府之移轉。以下首先說明嘉南大圳之興建及維護成本, 以及總督府所提供之補助。

#### 3.1 臺南大圳之興建與維護成本

嘉南大圳於1920年9月動工興建。最早的計劃是以6年的時間來興建, 總事業費用預計為4,200萬圓, 其中總督府的補助金額為1,200萬圓, 其餘由嘉南大圳組合下的組合員負擔。總督府於1920年發出指令第14486號, 每年逐額提撥補助金做為嘉南大圳之工事費用或其他建設所需經費。1921年9月由於日本關東大地震, 使得原先的建設計劃在1924年時被迫修改, 工事施行期間延長至1929年, 整體經費也增加至4,816.3萬圓, 總督府的補助金總額提高為2,408萬圓, 是為第一次改訂計畫。其後, 由於嘉南大圳

工程上的諸多障礙與工事設計上的改善，1927年11月通過第二次改訂計畫，總督府的補助金總額再增加為2,705.94萬圓。<sup>26</sup>

臺灣總督府內務局（1929–1938）載有嘉南大圳組合歷年之預決算數字，可供計算成本支出。<sup>27</sup> 總督府的補助終止於1930會計年度。大圳通水啟用之後，平時須有維修費用。事實上，早自1929年度開始，歲出科目中已有「既設埤圳維持費」。此外，嘉南大圳組合之運作需「事務費」，而向農民徵收水費也有徵收成本，此為「徵收費」。成本之計算分兩部分，第一部分為1920–30年之興建成本，第二部分為1931年以後之維護與經營成本。表6第2欄中，1920–30年之支出屬於興建成本，1931–40年之支出屬於維護與經營成本。<sup>28</sup>

### 3.2 農民所得之變動

依式(1)，所得是生產額減去大圳之興建與維護成本再加上總督府之移轉。表5列出1930–39年間生產額之變動，但嘉南大圳的灌溉功能當然不僅僅是這10年間，事實上，一直到21世紀初，它仍繼續發揮作用。因此，要比較大圳的成本與效益，我們須設想大圳可以運作多久？從1930年到21世紀初，嘉南大圳運作已超過70年。為了簡化計算，本小節將假設嘉南大圳可以運作無窮期。此一假設顯然將高估大圳的效益，不過，以現值而言，計算誤差並不大。<sup>29</sup>

欲計算各期生產額變動之現值，我們利用消費者物價指數將1930–39年間之生產額變動折算為1937年幣值，再計算其平均，結果為43.80圓（參見表5）。<sup>30</sup> 嘉南大圳自1924年便已局部通水灌溉，但初時面積極小。我們

<sup>26</sup>其中包括了對於曾文溪官田溪及渡頭溪之水橋道路的建設費用319,400圓，因此與一般文獻上所說的總督府負擔26,740,000圓的嘉南大圳建設費略有出入。請參見公共埤圳嘉南大圳組合（1930），頁251–53。

<sup>27</sup>支出科目中有「借入金償還」一項，此為償還債務之支出。為簡化起見，本文直接計算各年之購買支出，與債務相關之項目不列入計算。

<sup>28</sup>大圳開始通水之後，農民須繳水費（水租）。以1934年度為例，嘉南大圳公共埤圳組合之水租收入為1,063,751.82圓，特別水租為1,799,866.46圓。水租與特別水租合計遠高於表6之維護與經營成本。不過，公共埤圳組合並非營利單位，故長期而言，各年之水租收入平均應等於維護與經營成本。

<sup>29</sup>舉例言之，若每一期之所得都是1，而利率為5%，則無窮期之現值為21；而70期之現值為20.31，為前項數值的0.967。

<sup>30</sup>理想的分析應當儘量延長模擬的時間，然台灣在1940年代進入價格管制的戰時，戰爭

表 6: 嘉南大圳之成本

	成本 (當期值)	國庫補助 (當期值)	成本 (1937 幣值)	國庫補助 (1937 幣值)	消費者 物價指數
1920	2,294,237	1,200,000	2,041,875	1,068,002	112.36
1921	6,802,660	2,000,000	7,341,530	2,158,429	92.66
1922	4,524,571	2,200,000	5,092,779	2,476,282	88.84
1923	3,336,739	1,500,000	3,857,755	1,734,218	86.49
1924	2,758,366	1,500,000	2,913,435	1,584,327	94.68
1925	4,294,033	2,200,000	4,158,148	2,130,381	103.27
1926	5,115,501	1,523,400	4,784,933	1,424,957	106.91
1927	6,598,165	3,120,000	6,890,422	3,258,196	95.76
1928	7,537,177	3,000,000	7,905,328	3,146,534	95.34
1929	8,200,245	5,736,000	8,709,723	6,092,375	94.15
1930	4,644,316	3,080,000	5,737,719	3,805,119	80.94
1931	2,074,009	0	3,245,538	0	63.90
1932	1,967,803	0	2,816,492	0	69.87
1933	1,552,178	0	2,140,046	0	72.53
1934	1,749,260	0	2,281,617	0	76.67
1935	1,592,884	0	1,792,217	0	88.88
1936	1,610,308	0	1,648,226	0	97.70
1937	2,029,209	0	2,029,209	0	100.00
1938	2,410,323	0	2,150,738	0	112.07
1939	2,340,691	0	1,849,478	0	126.56
1940	2,443,291	0	1,723,821	0	141.74

成本包括興建成本與維護成本，見正文之說明。以 1937 年幣值計算  
計算成本與國庫補助時，消費者物價指數取自吳聰敏 (2005)，1937 =  
100。

假設大圳於 1925 年開始發生效用，1925–35 年間，實值生產額由零開始提  
升至 43.80 圓，此後即維持此固定數值，一直到無窮期為止。在以上的假設  
下，我們可算出各年生產額變動之現值。

末期遭受轟炸，農作物的生產力嚴重減損，甘蔗的生產力制 1950 年代初期仍未回復水準。  
若將時點往後推移，我們將進入非常的時段，這不在草擬大圳計劃時成本效益的分析計算  
之中。

表 7: 農民稅後所得之變動: 1920年現值

生產額變動 (1925 – 無窮期, 1920年現值)	700.41
興建與維護成本合計 (1920年現值)	476.82
興建成本 (1920 – 30, 1920年現值)	325.58
維護成本 (1931 – 無窮期, 1920年現值)	151.24
總督府補貼	153.59
農民所得淨額 (1920年現值)	377.18

單位: 圓/甲。以1920年為起始點, 幣值單位為1937年台幣圓, 實質利率假設為6%。

表5之生產額數字是以1937年幣值計算, 欲計算現值時, 須有實質利率數字。根據定義, 實質利率約等於名目利率減去物價膨脹率。嘉南大圳工程一開始, 大圳組合就向銀行及國庫借款。向國庫借款的部分有小部分免付利息, 這是國庫對大圳組合的補助。其餘須交付利息部分, 年利率大抵在5%上下。<sup>31</sup> 嘉南大圳的工程投資在先, 生產額的變化發生在後。為不高估生產額之折現價值, 以下將假設較高的年利率6%。在物價膨脹率方面, 取1920–39年間之消費者物價指數, 先取對數, 再對時間作迴歸, 所估算之物價膨脹率不顯著異於0。因此, 本文假設物價膨脹率平均為0。名目利率為6%, 物價膨脹率平均為0, 實質利率即為6%。在以上的假設之下, 每甲農地生產額變動之現值為700.41圓。(此一數值是以1920年為起始點, 並以1937年之幣值計算, 以下相同。)

以同樣方法可算出興建與維護成本之現值。利用表6之數字計算, 1920–30年間大圳的興建成本每甲平均為325.58圓; 而維護成本為151.24圓/甲, 兩者合計為476.82圓 (1920年現值)。總督府之補貼折算為1920年之現值, 每甲平均為153.59圓。由生產額變動扣除興建與維護成本, 再加上總督府補貼, 農民的所得每甲計增加了377.18圓 (1920年現值), 如表7所示。若總督府不補貼, 農民的所得增加將為223.59圓 (1920年現值)。

以上的結果與文獻中「大圳咬人」之說矛盾。本文計算的是平均每甲的成本與利益, 如果某農民耕地單位面積產量低於平均, 其負擔的成本卻

<sup>31</sup>以臺灣總督府內務局 (1929–1938) (昭和15年版, 頁63) 所載昭和13年度末之數字為例, 嘉南大圳計有尚未清償之12筆借款, 起始年最早是1929年, 最晚是1937年; 名目利率介於4.3%至5.3%之間。

未對應地減少，他便可能有虧負的感受。不過，經過以上保守的估算，農民平均的淨收益既然仍為正數，「大圳咬人」應非普遍現象。

#### 4 嘉南大圳對糖廠之影響

關於嘉南大圳對於糖廠之影響，早期的學者多認為大圳有保護日本糖業資本的效果。譬如，矢內原忠雄即認為三年輪作制有效限制了作物的栽種，糖廠因此不再顧忌甘蔗的競爭作物，可以較低廉的價格買收甘蔗。但實際上，大圳通水之後，農民可由甘蔗轉作價值較高的水稻，糖廠可能反而須以較優惠的條件收購甘蔗。糖廠之利益到底是增加？還是減少？這是本節所要探討的內容。

糖廠與蔗農之間訂有買賣契約，我們首先分析各糖廠之甘蔗買收契約，以了解大圳區域內之契約是否與區域外有所不同。其次，我們分析嘉南大圳之完工通水，是否改變了甘蔗的供給函數及蔗田單位面積產量，以此推論大圳對糖廠的影響。

##### 4.1 甘蔗的買收條件

台灣糖業研究會所出版之《糖業》月刊增刊發表了甘蔗買收契約，明載當時的交易條件。有關嘉南大圳之特殊條款可大致分為以下幾類：

###### 1. 嘉南大圳輪作助成

在嘉南大圳區域內，若甘蔗種植面積達總可能輪作種植面積之80%以上，則補助前一年度既成埤圳維持費每甲8圓。此條款相當嚴苛，臺北米穀事務所(1936, 頁130-43)表示，大圳通水初期蔗作給水輪作區內實際種植甘蔗的比率約在30-40%之間，達到80%者並不尋常。補助金額相對而言也不大，譬如，1929-30年期昭和製糖會社之玉井製糖廠的看天田堆肥達2萬斤以上之蔗作，可獲補助金每甲30圓以上。相較之下，補助既成埤圳維持費僅每甲8圓。本條款只施用於剛通水的前幾年，1932-33年期以後不復出現。

###### 2. 嘉南大圳區域內之甘蔗買收價格較為優厚

糖廠的甘蔗買收價格包括原料費、特別補助款與種植獎勵金。某些糖廠的契約中，嘉南大圳區域內的種植獎勵金較高，依種植月別之

不同相差約在 0.2–0.4 圓/千斤之間。前述輪作助成獎勵出現在通水的早期，種植獎勵金的差別定價則出現較晚。此種條款明確地說出大圳區域內外價格的差異，但此類之契約很少。可能是因為會制定不同買收條件的糖廠必然是一部份工廠在大圳區域內，而有另一部份在大圳區域外，但此類的糖廠不多。

### 3. 看天田栽培改良獎勵

在嘉南大圳輪作的看天田蔗作區，某些糖廠發布特別規定，支付獎勵金，但是各年期獎勵之名目與金額不同。譬如，1932–33 年期鹽水港製糖株式會社之新營與岸內糖廠發布特別規定，用意是獎勵嘉南大圳蔗作區內的集團耕作。在灌溉區內的 14 個糖廠中，只有新營及岸內製糖所採用過此條款，不過其採用的時間很長，自 1931–32 年期至 1942–43 年期，未曾中斷。

### 4. 植替新植補助

嘉南大圳區域內植替新植而非株出甘蔗者，交付每甲 40 圓補助金。採此條款者只有 1942–43 年期的台灣製糖株式會社的三崁店與灣裡製糖所。

### 5. 嘉南大圳以外區域及特殊區域適用之特殊條款

在嘉南大圳以外區域及特殊區域，經糖廠認定之優良旱田，依集團之大小及排水狀況給予獎勵金。1942–43 年期台灣製糖會社的車路墘、三崁店、灣裡糖廠給予大圳內外區域兩種不同的獎勵方式，在大圳區域內獎勵植替新植，區域外卻是獎勵優良旱田的集團耕作。

如果嘉南大圳建成之後，大幅改變了糖廠的利潤，這有可能促使糖廠變更其與蔗農的契約。不過，以上所整理的甘蔗買收契約中有關嘉南大圳之特殊條款頗為零星，有的契約甚至專門獎勵大圳以外的區域。在嘉南大圳興建後，糖廠的買收條件並未見系統性的變化，故我們無法由此推論糖廠利潤之變動。

## 4.2 甘蔗面積

嘉南大圳通水之後，某些作物的單位面積產量會提升，農民因此會重新選擇作物以期提高收益。本小節將討論在嘉南大圳通水前後，甘蔗的供給是

否發生結構性的轉變。

令  $A_c(t)$  與  $A_s(t)$  分別代表  $t$  年台南州甘蔗與其替代作物 (如稻米與甘藷) 的栽培面積, 以下將考慮甘蔗的相對面積  $A_c(t)/(A_c(t) + A_s(t))$  在大圳通水前後的變化。甘蔗的栽培會受到甘蔗與其替代作物相對價格的影響。甘蔗的種植期間長達 18 個月,  $t$  年的在田甘蔗在  $t - 1$  年中即已播種, 討論  $t$  年甘蔗的相對面積時, 我們須考慮  $t - 1$  年農夫面對的各種作物價格。農夫播種甘蔗之前, 糖廠已發佈期貨契約,  $t$  至  $t + 1$  年期的甘蔗價格為已知數, 令其為  $P_c(t)$ 。令  $P_s(t)$  代表  $t$  年甘蔗替代作物的價格, 這在  $t - 1$  年為未知數。假設農夫對於為來的價格有「靜態預期」(static expectations):  $EP_s(t) = P_s(t - 1)$ 。在此設定下, 甘蔗的相對面積受到相對價格  $P_c(t)/P_s(t - 1)$  的影響。

古慧雯·吳聰敏 (1996, 頁 186–88) 討論日治時期台灣的甘蔗供給函數時, 發現農民對於 1930 年代初期的價格變動有很好的預期。農民在 1931 年似已預期到 1932 年的米價會自谷底攀漲, 1932–33 年期台灣的甘蔗相對面積因此而減少, 這種表現並非「靜態預期」所能刻畫的。為兼顧農民的理性預期, 我們在甘蔗的供給函數設定中加入  $D_{32}$  之虛擬變數, 該變數在 1932 年時為 1, 其他時候為 0。

以虛擬變數  $D$  來反映大圳通水的情況, 大圳竣工之前其值為 0, 1930–31 年期開始, 其值為 1。由以上的討論, 甘蔗的供給函數簡單設定如下:

$$\frac{A_c(t)}{A_c(t) + A_s(t)} = \alpha + \alpha_1 D + \alpha_2 D_{32} + \beta \frac{P_c(t)}{P_s(t - 1)}. \quad (3)$$

如果大圳通水對於甘蔗的供給意願有正面的影響,  $\alpha_1$  將為正, 反之為負。在農民對景氣的復甦有正確的預期情況下,  $\alpha_2$  應為負。甘蔗的相對價格應與相對面積維持正向關係, 我們預期  $\beta$  的係數為正。我們的分析始於台灣糖業已然成熟定型的 1911–12 年期, 止於 1937–38 年期, 排除了戰時的管制經濟。為確認台南州甘給供給的結構性改變是來自其域內灌溉設施的改善, 而非受到全島一般性因素之影響, 我們同時也檢定台南州以外的區域。

台南州之三大主要作物為甘蔗、水稻及雜作, 雜作中以甘藷最為重要, 我們將分別考慮水稻及甘藷為甘蔗之替代作物。各種作物面積的資料來源請見 1.3 節的說明, 其中水稻種植面積係第一期作與第二期作面積之加總。甘蔗價格引自古慧雯·吳聰敏 (1996) 附表 1。水稻的價格引自台灣行政長

表 8: 甘蔗供給函數: 1911-12 至 1937-38 年期

	常數項	相對價格	$D_{32}$	$D$	$R^2$
<b>台南州</b>					
甘蔗/水稻	0.279** (3.87)	0.208** (2.11)	-0.109* (-1.87)	-0.082** (-3.03)	0.58
甘蔗/甘藷	0.434** (11.68)	0.143** (3.13)	-0.102** (-2.21)	-0.016 (-0.84)	0.34
<b>台南州以外區域</b>					
甘蔗/水稻	0.067** (2.15)	0.073 (1.69)	-0.042 (-1.60)	-0.003 (-0.24)	0.14
甘蔗/甘藷	0.314** (7.51)	0.145** (2.65)	-0.092* (-1.75)	0.014 (0.58)	0.22

說明: \*\* 為顯著水準為5%之下, 顯著異於0; \* 為顯著水準為10%之下, 顯著異於0。  $\bar{R}^2$  為調整過的  $R^2$ 。括弧內的值為  $t$  值。

官公署 (1946) 表319 歷年糙米躉售價格中的在來米價格。台南州的部分, 係引用台南市的價格; 台南州以外區域, 則引用台中市之價格為代表。甘藷價格則利用臺灣總督府 (1897-1942) 與臺灣總督府殖產局 (1919-1941) 所載甘藷產值除以產量折算得之。

表 8 列出迴歸的結果, 虛擬變數  $D$  只有在台南州甘蔗相對於水稻的供給函數中係數顯著為負。這意謂在大圳完成通水之後, 蔗作受到米作更大的威脅。而且, 這並非台灣整體的現象; 台南州單獨如此。蔗藷的相對價格會明顯地影響農民種植甘蔗的意願, 可見甘藷亦是甘蔗的重要替代作物, 台南州與州外皆然。不過, 台南州甘藷的相對面積卻未受到大圳通水的影響, 這點與蔗稻的關係不同。也許是因為甘藷與甘蔗皆可耐旱, 蔗農若要改種甘藷, 在大圳未通水之前即可辦到; 但農民若想由甘蔗改植水稻, 尚有待於良好的水利條件的配合。

本小節的分析顯示, 大圳通水後, 部分蔗作會轉作水稻, 以致台南州甘蔗相對面積縮減, 對糖廠不利。這與前人所謂「大圳可為糖廠確保一定面積之甘蔗」之看法正好相反。

### 4.3 甘蔗供給量

嘉南大圳的灌溉一方面提高了甘蔗的單位面積產量，另一方面卻也導致甘蔗的相對種植面積減少，本小節將分析大圳對於台南州甘蔗供給量的淨影響。我們將進行反事實的分析，模擬 1930 年之後台南州並沒有大圳灌溉情況下的甘蔗供給量，並和實際的數量比較，以了解嘉南大圳對於台南甘蔗供給數量的影響。

令  $Q_c(t)$ 、 $A_c(t)$ 、 $q_c^N(t)$  分別代表  $t$  年台南州有大圳灌溉時的甘蔗生產量、作付面積、及單位面積產量，因此， $Q_c(t) = q_c^N(t) \times A_c(t)$ 。類此，定義無大圳時的對應變數為  $Q'_c(t)$ 、 $A'_c(t)$  與  $q_c^{N'}(t)$ 。台南州因受大圳灌溉而致甘蔗生產量的變化為：

$$Q_c(t) - Q'_c(t) = (q_c^N(t) - q_c^{N'}(t)) \times A'_c(t) + (A_c(t) - A'_c(t)) \times q_c^{N'}(t) + (q_c^N(t) - q_c^{N'}(t)) \times (A_c(t) - A'_c(t)). \quad (4)$$

由式 (4)，要了解嘉南大圳對台南州甘蔗供應量的影響，我們須先估算大圳通水所致甘蔗單位面積產量的變化、甘蔗付植面積的變化等項目。

由 2.1 節的討論，台南州的甘蔗單位面積產量在 1930 年之前與台南州以外地區的甘蔗單位面積產量差異十分微小；但在 1930 年之後，差異卻明顯地擴大。這表示若無大圳之灌溉，1930 年之後台南州之單位面積產量應與州外之單位面積產量維持極微小的差異。我們因此假設在 1930 之後，台南州若無嘉南大圳的灌溉，其甘蔗單位面積產量  $q_c^{N'}(t)$  與州外之單位面積產量  $q_c^O(t)$  相同。依表 1 之式 (b)，1930 年後台南州因大圳之灌溉，甘蔗單位面積產量相對於州外提升了約 13,059 斤/甲，這反映大圳提升台南州甘蔗單位面積產量的幅度  $q_c^N(t) - q_c^{N'}(t)$ 。

大圳通水後部分蔗田有轉作水稻的現象。當我們考慮稻作為甘蔗的替代作物時，甘蔗的相對面積由表 8 第一式所決定，我們將 1930 年之後的蔗稻相對價格代入表 8 第一式中，並將虛擬變數  $D$  設為 0，來模擬 1930 之後在無大圳的情況下甘蔗佔蔗稻總面積之比例。再將此比率乘上在 1930 之後無大圳下的蔗稻總面積，即可估計出  $A'_c(t)$ 。假設若無大圳之灌溉，台南州之蔗稻總面積的成長率與州外的水準相當，透過此成長率可推算出 1930 後若無大圳情況下的蔗稻總面積。雖然我們有台南州 1930 之後的甘蔗實

際種植面積的資料，為求估算之一致性，我們亦套用表8第一式，並設  $D$  為 1，算出台南州 1930 年後有大圳下的甘蔗種植面積  $A_c(t)$ 。

將以上算得之資料代入式 (4)，便可估計出因嘉南大圳的灌溉而引起甘蔗生產量的變動。就 1930–31 至 1937–38 年期進行計算，我們發現糖廠所購得之甘蔗數量有時增加，有時卻減少。大圳所致台南州甘蔗產量的變動與實際產量的比例自  $-6.91\%$  至  $3.31\%$  不等。此生產量的累積變動量為正值，佔台南州實際甘蔗生產量 8 個年期累積數量的  $-1.35\%$ 。<sup>32</sup>

綜合本節之分析，嘉南大圳並未明顯地圖利糖廠。糖廠買收契約中，大圳區域的甘蔗價格並未出現系統性的優惠情況。由於灌溉的改善，農民可以轉作水稻，在相同的買收條件下，願意繼續為糖廠種甘蔗的農地反而減少了。不過，因為大圳也提高了蔗田的單位面積產量，對甘蔗的供給量有正面的效果。總結起來，糖廠輕微受損。在同樣的買收條件下，糖廠能購買到的甘蔗數量減少了，但平均而言不足 2%。

## 5 結語

本文分析嘉南大圳的成本與收益。根據本文的推估，嘉南大圳興建之後，灌溉區域內農業的收益額提高；大圳工程之淨收益大於 0，農民因此獲益，這發現與文獻中「大圳咬人」之論不同。由本文的簡單模擬，也看不出糖廠會是大圳工程的受益者，這點與矢內原忠雄 (1929) 的認定不同。

各項文獻都指出，總督府的出錢出力在嘉南大圳的興建上扮演關鍵角色。表 7 計算農民所得之變動時，已加入總督府對農民的補助支出。若總督府不提供補貼，嘉南大圳完全由農民自行集資興建，農民所得之變動仍然大於 0。如果水利建設可以提升所得，民間部門應該有強烈的誘因集資興建大圳，不須等待總督府的推動。那麼，到底是什麼因素使得嘉南大圳要等待總督府的推動才能進行？政府在大型建設畫中扮演什麼角色？這是未來值得進一步討論的問題。

另外，嘉南大圳通水之後，因為烏山頭水庫的儲水不足以充分灌溉區域內農地，灌溉給水係採所謂的「輪灌制度」。若不採取輪灌制度，而由價格機制決定給水量，則農民可能依其土地與作物特性決定買多少水。輪灌制

---

<sup>32</sup>若令  $A_c(t)$  為甘蔗的實際面積，生產量的累積變動量仍為正值，佔 8 個年期累積量的  $-1.0\%$ ，與正文所述者相差有限。

度是3年一個循環，3年之間稻作、蔗作、與雜作之面積是相等的。但是，若由市場機制運作，三者未必相等。嘉南水利會為何不以價格機制來分配水資源？這是另一個值得進一步探討的問題。

本文嘗試計算嘉南大圳的成本與效益。成本方面可以利用統計書中簿記的資料，問題不大；但效益的估計是反事實的分析，我們必須去設想台南州未建大圳狀況下的農業產額，有許多細節必須去推敲，有時甚至還得做出武斷的假設。由於我們的出發點是在質疑時人「大圳咬人」之說，需要做假設時，我們都採取會低估大圳收益的假設。在此保守的計算下，仍得出大圳提升農民所得之結論，這結果應有相當的強韌性。

但如果成本效益的分析結果會隨假設而改變，我們應如何來看待這分析？本文開頭所引 Miller et al. (2001) 的話語，談論的便是這方面的難處與侷限性。當然，更為困難的是，決定興建大圳之前預做的成本效益分析。由歷史資料看來，當時的計劃者不僅高估了水稻與甘蔗的收益，又低估了興建的成本，致日後追加預算。這樣的難題不僅是任何公共工程規劃者必須面對的，也是私部門的廠商從事投資之前的夢魘吧。

### 參考文獻

- 三浦博亮 (1923), “嘉南大圳と輪作方式”, 《台灣農事報》, 第200號。
- 于景讓 (1949), 《臺灣之米》, 臺灣特產叢刊第2種, 台北: 台灣銀行。
- 川野重任 (1941), 《臺灣米穀經濟論》, 東京: 有斐閣, 林英彥譯, 《日據時代臺灣米穀經濟論》, 台北: 台灣銀行, 1969年。
- 公共埤圳嘉南大圳組合 (1930), 《嘉南大圳新設組合概要》, 公共埤圳嘉南大圳組合。
- 古慧雯·吳聰敏 (1996), “論「米糖相剋」”, 《經濟論文叢刊》, 24(2), 173–204。
- 台灣行政長官公署 (1946), 《臺灣省五十一年來統計提要》, 台北: 行政長官公署。
- 平山勳 (1935), 《台灣糖業論》, 台北: 台灣通信社。
- 矢內原忠雄 (1929), 《帝國主義下の臺灣》, 東京: 岩波書店, 周憲文譯, 台北: 海峽學術出版社, 1999年。

- 吳聰敏 (2005), “台灣農村地區之消費者物價指數: 1902–1941”, 《經濟論文叢刊》, 33(4), 321–355。
- 依能嘉矩 (1928), 《臺灣文化志》, 臺灣省文獻會, 上中下 3 冊, 江慶林等譯, 臺灣省文獻會 1991 年出版。
- 孫鐵齋 (1956), “臺灣嘉南大圳輪作制度之初步研究”, 《臺灣銀行季刊》, 8(4), 164–77。
- 徐水泉 (1950), “臺灣之肥料問題”, 收錄於《臺灣之肥料問題》, 臺灣研究叢刊第 5 種, 1–50, 台北: 臺灣銀行。
- 根岸勉治 (1935), “臺灣農企業と米糖相剋關係”, 《社會政策時報》, 178 號, 36–66; 179 號, 61–72。
- (1943), “臺灣輪作農業と稻蔗相剋統制”, 收錄於《台灣經濟年報》, 304–327, 東京: 國際日本協會。
- 高橋龜吉 (1937), 《現代台灣經濟論》, 東京: 千倉書房。
- 張勤 (1992), 《重修臺灣省通志, 卷四, 經濟志, 水利篇, 第一冊》, 南投: 臺灣省文獻會。
- 惜遺 (1950), “臺灣之水利問題”, 《臺灣之水利問題》, 臺灣研究叢刊第 4 種, 1–82, 原作者為芝田三男與磯田謙雄。
- 郭雲萍 (1995), “國家與社會之間的嘉南大圳”, 碩士論文, 中正大學歷史所。
- 陳正祥 (1950), “嘉南大圳之灌溉與輪作”, 《臺灣糖業季刊》, 3(2), 240–267。
- 陳佳貞 (1997), “嘉南大圳之經濟效益分析”, 碩士論文, 台大經研所。
- 陳炯松 (1951), “臺灣之甘藷”, 收錄於《臺灣之澱粉資源》, 1–30, 台北: 臺灣銀行, 臺灣研究叢刊第 8 種。
- 黃登忠·馬達真 (1979), “臺灣地區之農業生產統計”, 《臺灣銀行季刊》, 30(2), 219–56。
- 葉淑貞 (2004), “台灣蓬萊米稻作普及之因素”, 《經濟論文叢刊》, 32(1), 97–141。
- 臺中州立農事試驗場 (1927), 《臺中之蓬萊米》, 臺中: 臺中州立農事試驗場。
- 臺北米穀事務所 (1936), 《嘉南大圳》, 台北: 臺北米穀事務所。

臺南州官房文書課 (1922–1940), 《臺南州統計書》, 臺南州。

臺灣總督府內務局 (1929–1938), 《土木事業統計年報》, 臺灣總督府。

臺灣總督府財務局 (1936), 《地租調查事業成績報告書》, 台北: 臺灣總督府財務局。

臺灣總督府殖產局 (1911–1938), 《臺灣糖業統計》, 臺灣總督府。

—— (1919–1941), 《臺灣農業年報》, 台北: 臺灣總督府殖產局。

—— (1934–1942), 《臺灣米穀要覽》, 臺灣總督府。

臺灣總督府農商局 (1944), 《過去二十四個年間農作物被害狀況調查》, 農業基本調查書, 第45, 台北: 臺灣總督府。

臺灣總督府 (1897–1942), 《臺灣總督府統計書》, 臺灣總督府。

盧守耕 (1948), “臺灣之糖業及其研究”, 《臺灣銀行季刊》, 1(4), 1–23。

Miller, Roger LeRoy, Benjamin, Deniel K., and North, Douglas C. (2001), *The Economics of Public Issues*, New York: Addison Wesley Longman, Inc.

投稿日期: 2003年7月10日, 接受日期: 2005年4月15日

## A Cost-and-Benefit Analysis of Chia-Nan Channels

Hui-Wen Koo and Tsong-Min Wu

*Department of Economics, National Taiwan University*

Frank Ho

*Infineon Technologies*

Vita Chen

*Agilent Technologies*

Agriculture in Taiwan developed rapidly in the Japanese colonial era. The irrigation systems constructed then were generally considered a key factor in this success. Chia-Nan Channels, co-financed by the Governor-General and local farmers, was the largest irrigation system constructed. Despite its large scale, the water supply was still insufficient to irrigate the whole Chia-Nan Plain. In response to this, a 3-year crop rotation plan was executed and farmers had to take turns irrigating their land. This water regulation has been considered a means by which Japanese sugar capitalists exploited Taiwanese farmers, and was criticized by scholars at that time, e.g. Yanaihara (1929). This paper makes a cost-and-benefit analysis of Chia-Nan Channels. Our calculation shows that Chia-Nan Channels actually enhanced the farmer's income significantly, and its impact on a sugar mill's profit was only marginal.

Keywords: irrigation, cost-and-benefit analysis

JEL classification: N15, O13, Q15