

論「米糖相剋」

古慧雯·吳聰敏*

在農業為主的經濟社會裡，土地是基本的生產要素，產業的發展會影響到土地資源的配置。稻米和蔗糖是日治時期最重要的產業，文獻上所謂的「米糖相剋」問題，便是在探討糖廠為了取得甘蔗原料而和稻作農業競地的情形。本文從甘蔗原料市場均衡的角度來討論「米糖相剋」的問題，並利用日治時期豐富的資料來驗證我們的經濟模型。 (JEL D4, Q12)

關鍵字: 資源配置

早在17世紀荷蘭占領時期，台灣的砂糖產業就開始發展。¹ 1856年，美商 Robinet & Co. 自打狗（高雄）輸出砂糖。² 1860年，淡水開港，基隆、安平與打狗為其副港，砂糖自南部兩港出口，是當時台灣最主要的輸出品。1895年，滿清政府割讓台灣給日本。1902年，台灣總督府發布「糖業獎勵規則」，確立在台灣發展糖業的基本政策。³ 從此開始，一直到戰後初期，砂糖製造業是台灣最重要的產業。

日治以前，台灣砂糖廠的規模都不大。總督府的糖業政策則獎勵設立大規模新式製糖廠。台灣第一家新式製糖廠為台灣製糖株式會社，於1901年1月22日在台南地方法院

*本研究多賴楊文琦、徐中貴、賴香吟小姐協助我們搜集與整理資料。葉淑貞教授提供了重要的舊日文獻，于若蓉小姐則對計量方法提出了寶貴的建議。對於她們的援手，我們謹致謝忱。編者及三位匿名評審精湛的意見致原稿大幅改善，作者感謝他們的指正。

¹在荷蘭人的銳意經營下，彼時台灣糖外銷至巴達維雅（今雅佳達）之荷屬東印度公司、日本，甚至遠達波斯。參見岩生成一（1933）。

²見 Davidson (1903)，頁445。

³由總督府的糖業政策，可見日本對殖民地的經營具有世界性與前瞻性的眼光。彼時，德、奧、俄等歐陸國家對外傾銷甜菜糖，世界糖價劇跌。以英國糖價為例，1875年每112磅糖價為20先令；至1902年則只值7先令4辨士。在這樣的時代背景下，發展糖業合適嗎？1901年，總督府殖產局長新渡戶稻造氏的看法是：一時的糖價下跌並不足為慮，歐洲甜菜國終將不堪傾銷所致的財政負擔，各國會以國際協約廢止傾銷政策。果不其然，1902年布魯賽爾協約成立，德、奧、俄等國廢止過去對甜菜業的保護與輸出獎勵。見矢內原（1929），頁189-201。

完成設立登記。到了1905年,短短的四年之間,新式製糖廠已達七家之多。因其規模龐大,故如何確保甘蔗原料之充分供應,便成爲新式製糖廠經營上的一大問題。

新舊糖廠之間爲了爭取甘蔗原料,糾紛不斷。爲消弭糖廠之間對甘蔗原料之競爭,總督府於1905年6月頒佈「製糖場取締規則」,其第三條規定:「台灣總督許可製糖工廠之設立或變更時,應限定其原料採取區域。...原料採取區域內之甘蔗,未經台灣總督之許可,不得運出此區域,或供製糖以外之用途。」⁴原料採取區域的設定,表示區域內的製糖廠爲甘蔗原料的獨買者(monopsony)。不過,規則中也規定製糖廠有義務將蔗農所種植的甘蔗,依事先訂定之價格全部收購。

新式製糖廠尙未發達之前,台灣的農家以種植米穀、雜糧爲主。一般農家亦有種植甘蔗以供舊式製糖業者之所需,然其栽培面積有限,尙不足台灣總耕作面積之5%(參見以下圖1)。新式製糖廠興起之後,因爲總督府的獎勵政策與糖廠的銳意經營,蔗作面積在短期間之內急速竄升。糖業的興盛提高了甘蔗的價值,不少稻田即因此轉爲蔗作,這轉作自然是有利農民的。不過,對糖公司而言,稻作與蔗作的可替代性卻是不利的。糖廠在訂定其採集區域內的甘蔗收購價格時,不得不顧慮農民培育甘蔗的機會成本,亦即被放棄耕種的稻作之產值。當米業興旺,稻價高抬時,蔗價若不跟漲,則收購不到足量的甘蔗,故米市的景氣必然會威脅到糖業的利潤,而反之亦然。由於兩種產業有彼此牽制的現象,文獻上因而有「米糖相剋」之說。

以往的文獻,如根岸勉治(1932)、川野重任(1941)等皆強調米價對於甘蔗收購價格之影響。但是,甘蔗是製造砂糖的原料,砂糖市場的供需狀況自然會左右糖廠對於甘蔗原料的需求,並進而影響其蔗價之訂定。除此之外,隨著歷年來農業政策的推廣,如埤圳之開鑿、化學肥料之引進等,蔗作與稻作的生產力便不斷提高。對於這兩種競地作物相對生產優勢之變化,蔗價亦必保持相當的靈敏度,隨之調整。影響蔗價者,何獨米價一項?本文擬借力一市場均衡模型,對於「米糖相剋」的問題重新作一完整的分析,以期能進一步地了解縱橫日治時代蔗糖業的重要經濟勢力。

以下第1節裡,我們先對甘蔗農業作一簡單的介紹。第2節從農民的最適決策推導甘蔗原料的供給函數。第3節實證檢定第2節的模型。第4節介紹糖業的產業結構,並進而推導在此結構之下製糖廠對於甘蔗原料的需求。甘蔗的栽種面積與其價格係市場供需兩頭的力量所決定的,根據以上對甘蔗供需的分析,第5節實証甘蔗價格的決定因素。第

⁴在此之前,鹽水港廳長首先於1904年5月下令限制舊式糖廠之原料採集區域。其後,鳳山及阿緞兩廳也分別在同年7月及9月採取同樣措施。台灣總督府有鑑於實施之效果良好,乃於翌年6月宣布全島施行原料採集區域制度。見杉野嘉助,《台灣糖業年鑑》,昭和三年版,頁4-5。

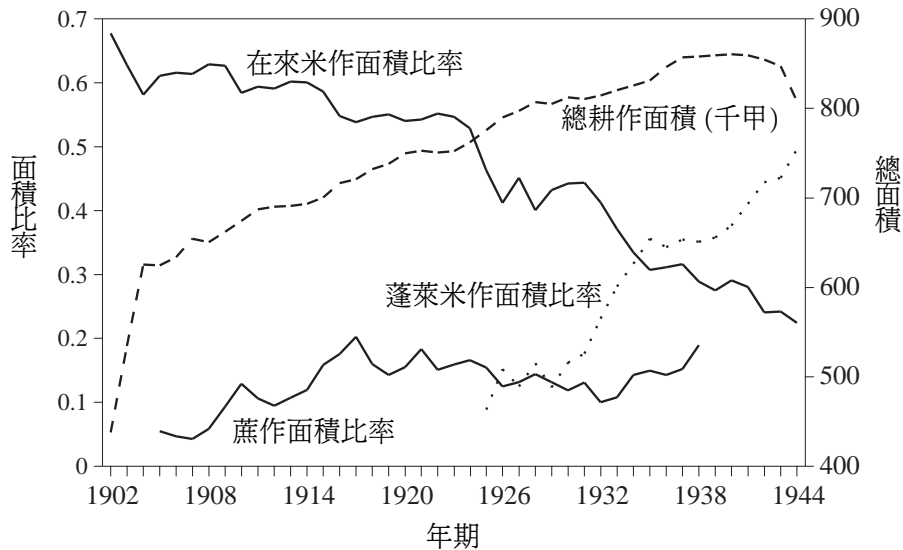


圖 1: 蔗作與稻作面積

說明: 總耕作面積以右縱軸數字表示, 各作物面積相對總面積之比率以左縱軸數字表示, 資料來源請見附錄 1 之說明。

6 節是結語。

1 日治時期台灣蔗業之概況

砂糖生產可分為甘蔗原料種植與砂糖製造兩階段。砂糖的生產量和蔗作面積、蔗田生產力有關, 也和製糖廠的生產力有關。以下我們介紹台灣甘蔗種植的情形, 以為往後諸節模型設立之依據。

日治時期, 稻米是一般農家最重要的作物。圖 1 畫出台灣總耕地面積及甘蔗、在來米與蓬萊米種植面積之比率。台灣的稻作原本以在來米為主。但是, 在 1920 年代中期蓬萊米栽培成功後, 因其單位價值較高, 蓬萊米種植面積迅速上升, 在來米的種植面積則對應地下降。在來米與蓬萊米在南部某些地區一年可以兩作, 圖中的稻米面積是兩作面積之加總。1910 年代, 蔗作面積占總耕地面積不到 5%, 到了 1918 年則上升至 20% 以上。1920 至 1930 年代之間, 蔗作面積比率大約在 10% 至 20% 之間變動。

在 1920 年代至 1930 年代中期, 蔗作面積比率雖然略有下降趨勢, 但由於蔗田生產力持續地提升, 此一時期的砂糖產量不斷地在增加。圖 2 畫出三種作物生產力 (單位種植面積收穫量) 之變動情形。圖中最醒目的是甘蔗生產力的長期持續上升。1912 年前後蔗作生產力曾出現短暫性下降, 這是因為 1911 與 1912 年台灣各遭受一次大暴風, 蔗作嚴重受

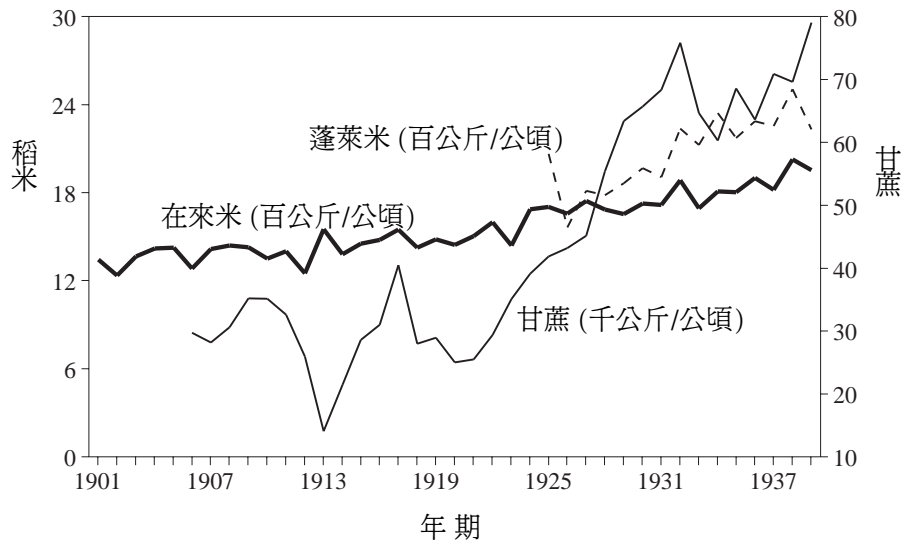


圖 2: 蔗作與稻作之生產力

說明: 甘蔗生產力以右縱軸數字表示, 稻作生產力以左縱軸數字表示, 資料來源請見附錄 1 之說明。

損。⁵ 稻蔗兩種作物之特性差異頗大。一般而言, 稻作從開始播種到收成, 歷時約四個月; 種蔗則需 12 到 14 個月。若不考慮輪種的自然條件之限制,⁶

甘蔗收成一次時, 稻穀已經收成三次。大約在 1920 年代初期, 糖公司的研究發現甘蔗若提早播種, 蔗田單位面積的收穫量會大幅提高。從此開始, 在糖公司的獎勵之下, 蔗農之間流行所謂的「早植法」。在此之前, 蔗苗播種約在每年 11 月至翌年 4 月之間; 收穫則在翌年年底至再下一年之年初。早植法流行以後, 播種期則往前推移至 7 月至 10 月之間, 但收穫時間不變, 生長期間延長至 12 到 18 個月。甘蔗的種植期間的延長雖有提升蔗作收成量之功, 但農民也可能因此損失種植第二期稻或其它作物的機會。由於甘蔗的生長時間較長, 當自然災害 (如颱風或乾旱) 發生時, 蔗作因長期投入所蒙受的損失, 便較生長期間較短的稻作為大, 故種蔗所須承擔的風險較高。

新式製糖廠的甘蔗原料來源有二: 一為糖廠僱用勞力在自有土地上種植甘蔗; 一是以契約方式向一般農民購買甘蔗期貨。統計資料顯示, 糖廠所使用的甘蔗原料大約 15–25% 是由自有土地供應, 其餘則購自種蔗農民。⁷ 由於外購甘蔗是主要的原料來源, 甘蔗

⁵ 見《台灣糖業統計》, 第 28, 頁 2。

⁶ 種植甘蔗, 因須施用石灰, 頗耗地力。農家須在甘蔗收穫後, 播種其它作物, 給予土地休息復元的機會。

⁷ 以昭和 13–14 年期為例, 新式糖廠全部收穫原料計 18,867,693,804 斤, 其中自作之比率為 16.4%, 買收比率為 83.6%。在昭和 12–13 年期, 自作之比率則為 21.7%, 買收之比率為 78.3%。見《台灣糖業統計》, 第

收購價格之定奪便成爲糖廠經營上的重要問題。

自1905年甘蔗原料採集區制度實施之後，糖廠便是區域內甘蔗原料的獨買者。每一製糖年期開始之前，糖廠會公開宣佈甘蔗收成時之收購價格。所謂的製糖年期，是由糖廠製糖的時間來界定。例如，1920–1921年期指的是1919年之年中開始植蔗，1920年底甘蔗原料收成、糖廠開始製糖，直至1921年初製糖告完成。

甘蔗實際收購價格分成「原料費」、「補貼款」及「獎勵金」三部份。簡單來說，原料費就是糖廠收購甘蔗原料時之保證最低價格；補貼款是用於彈性調整蔗價；獎勵金則是以鼓勵早植、集團耕作及施用肥料等爲目的。照道理，原料費應隨著市場情況的變動而調整。但實際資料顯示，除非是市場出現了很大的變動，糖廠通常只調整補貼款或獎勵金，許多糖廠的原料費在幾年之內常維持不變。舉例而言，在1924-1925至1930-1931年期之間，帝國製糖會社的原料費一直維持爲每千斤4圓，補貼款卻從2.70圓下滑至0.60圓，水田獎勵金則從零調整成1926-1927及1927-1928年期的0.70圓。⁸

糖廠普遍地藉由補貼款之變動來彈性調整蔗價，不過，各糖廠所採取的補貼方法不盡相同。有些廠的補貼款係單純地在墊高原料費用。譬如，台灣製糖會社在高雄州有六個工廠，1929-1930及1930-1931年期原料費皆爲每千斤3圓，但另外又一律發放1圓之補貼款。又如，鹽水港製糖會社1930-1931年期的原料費爲每千斤4圓，補貼款爲50錢。⁹

某些製糖廠的補貼款則採取所謂的「米價比準法」。對蔗農而言，種蔗的機會成本是種植稻作或其他作物可能得到的收入。由於甘蔗生長期間長達18個月，在此期間稻米價格可能波動。若米價上揚，選擇種蔗之農民事後的機會成本便隨之上升。爲彌補農民可能的損失，「米價比準法」規定在甘蔗生長期間內，若米價上漲，糖廠便發給與米價漲幅相對應的補貼款。

採用米價比準法的製糖廠都集中在台中州一帶。1930年代初期，大日本製糖會社在虎尾、北港、烏日及月眉各設有製糖廠，前兩廠在台南州，後兩廠在台中州。位於台中州的兩廠皆實施了米價比準法的補貼制度，而台南州的兩廠並未實施此法。根據台灣糖業研究會所出版之《糖業》月刊增刊所載之甘蔗收購契約，1930年代全台各地實施米價比準法的製糖廠有帝國、大日本、明治及昭和等會社設在中北部的16個廠。¹⁰

26, 頁23–25, 29–33。

⁸見根岸勉治(1932), 頁491。

⁹見《台灣糖業年鑑》，昭和五年版，頁123–77。

¹⁰各糖廠實施期間不一。例如，明治製糖會社之南投製糖廠於1933-1934至1938-1939年期實施米價比準法，但1935-1936年期則取消。帝國製糖會社之竹南製糖所則是從1936-1937年期開始實施。參見各期之《糖業》月刊。

在新式製糖廠發展之初，台灣的甘蔗主要是在濁水溪以南較乾旱的土地上種植。台中以北的地區，水利較發達，以種稻為主。新式製糖廠成立以後，蔗田逐漸由南部地區往中北部擴張，侵入稻作的勢力範圍。為與稻作爭地，糖廠必須重視米價對於農夫選作的影響。這或許是米價比準法見用於中北部地區的原因之一。¹¹

1.1 農民的決策與甘蔗原料的供給

1905年所頒佈的「製糖廠取締規則」規定：製糖廠須於農民播種前，預先公告翌年的甘蔗採收價格。在甘蔗收穫時，糖廠有義務依事前公告之價格，收購其採集區內的全數甘蔗作穫。在此規則下，糖廠享有獨買者指定價格的權力。在定奪蔗價之前，糖廠必先考慮高低不同的收購價格會如何影響農民的種蔗意願。要了解此一時期台灣的蔗糖業，我們自然要先自農民的角度來看事情，揣摩出影響甘蔗供給面的因素之後，再回過頭來，自糖廠的角度來理解彼時蔗價之所以忽高忽低的緣由。本節先剖析甘蔗的供給面，需求面則留至第4節討論。

雖然原料採集區制度塑造了糖廠獨買甘蔗的地位，抬高了買者的姿態，農民卻仍保有選擇作物的自由。若某塊土地的條件可以種稻也可以種蔗，農民自然會選種利潤較高的作物。日治時期，甘蔗的替代作物以稻米最為重要；在中北部水利發達地區尤其是如此。種稻與植蔗皆需水份。在水利不發達的地區，甘蔗仍可生長，只是生產力較差。但在乾旱地區，若要種稻，農民只能選種價值較低的陸稻。1920年代中期蓬萊米栽培成功，在此之前，稻米主要的品種是在來米。蓬萊米推廣成功之後，因其經濟價值較高，逐漸地取代在來米，成為甘蔗的主要對抗作物。

農夫在選種作物時，其目標應該是在極大化其未來利潤之折現值。不過，由於文獻上未有戰前各單項作物成本之完整資料，我們不得不略過成本面的討論，而只考慮耕作之收入。而且，據側面的分析，稻蔗兩作所費成本應約略相當，故農夫在選擇作物時，兩種作物收入上的差異可能是主要的考慮因素。底下我們將簡單說明兩種作物成本可能相當接近的原因。

農業之生產要素主要為土地、勞動力、與肥料，故生產成本包括了地租、工資、與肥料成本。就某固定的一甲土地而言，假設農家為照顧該地而僱用的人力固定，則其所須

¹¹見川野重任(1941)，頁81-83，與根岸勉治(1932)之討論分析。值得注意的是帝國及大日本的米價比準法都以在來粳米之價格為比較基準，而不取蓬萊米。根據川野重任(1941)，頁96，帝國製糖會社在1939年期的米價比準法，仍然是以在來粳米為基礎。根岸勉治(1935)，頁75，所引用帝國製糖會社的米價比準法也是以在來粳米為準。但是，孫鐵齋(1954)說明台灣製糖會社1944年期的米價比準政策時，則是以蓬萊糙米為準。

顧慮蔗稻兩種作物生產成本之差異主要在肥料成本上。我們認為，蔗稻兩作肥料成本上之差異應屬有限。日治時期台灣農家施用的肥料來源主要是自給，農家購買肥料佔總施用肥料數量之比例始終不逾 7%。¹²

若假設自給肥料之機會成本為零，則台灣農業的肥料成本完全在於此微量購肥之花費上；而這肥料成本占農業總成本之比例恐亦不大。若視台灣的農產品市場為完全競爭，則農家的收入與其成本應大致相當。以農作物的產值充做農業生產之總成本，則 1922—1939 年間，肥料成本不會超過總成本之 12%。¹³ 故即令蔗稻兩作之肥料成本或有差異，其所致兩作物總成本之差異亦應屬有限。

從現有的文獻中，我們尚未找到日治時期蔗稻農家肥料成本之完整資料，故底下藉助戰後的調查資料來分析此一問題。就戰後的資料來看，甘蔗與稻作單位面積之施用肥料數量差異並不很大。糧食局的《肥料手冊》記載了 1958-86 期間各年稻作與甘蔗的肥料用量，¹⁴ 在此期間一甲稻田肥料用量之年平均為 1.87 公噸，蔗田則為 1.68 公噸。¹⁵ 平均來說，單位蔗田用肥量為稻田之九成左右。由於蔗稻兩作單位面積的用肥量差異不大，而且肥料成本在戰前並未占重要地位，故我們假設農夫在選擇其作物時，並未考慮兩種作物用肥上的可能差異。

此外，根據張漢裕 (1953) 所整理戰後台灣省農林廳的調查資料，1951—52 年期台中區每甲蔗作成本為 7,930 圓，而同期間中部水田稻穀生產成本為 7,910 圓。兩種作物的成本非常接近，與我們的推測相合。¹⁶ 所以，以下的討論將略過成本面，僅就農作的收入面來談農夫選擇作物之問題。

種稻在一年當中可能兩穫，甘蔗則需時 12 個月到 18 個月。我們定義「一期」為種一次稻所需之時間。為了簡化分析，假設種稻歷時一期，而種蔗閱三期。由於蔗苗播種有其

¹²見川野重任 (1941)，表 31，頁 41。

¹³農作物產值取自吳聰敏 (1991) 之工作底稿，原始資料來源為《台灣省五十一年來統計提要》(1947)。化學肥料資料取自同書，第 588 頁。化學肥料自 1922 年始有數字。另外，根據台灣總督府殖產局調查 1926 年第二期之佃耕稻作，購買肥料成本占總生產費之比率蓬萊米為 15.07%，在來米為 10.12%。見川野重任 (1941)，表 28，頁 39。

¹⁴《見肥料手冊》(1964)，頁 113-15；《肥料手冊》(1989)，頁 200-24。農業肥料種類繁多，我們此地所取用的肥料數量係折算了肥料三要素 (氮、磷、鉀) 含量之標準肥料用量。

¹⁵—作物單位面積之肥料施用量，等於該作物當年肥料總用量除以該作物當年耕作面積。計算中的蔗田與稻田面積摘自歷年之 *Taiwan Statistical Data Book*。Data Book 所載稻田之面積係兩作稻面積之加總，我們計算時將其折半。這是因為此地考慮的是某單位土地上究竟會種稻或是種蔗，我們所關心的是年間此單位土地栽種兩種作物所各須施用的肥料數量，Data Book 將一單位兩作的稻田記錄成兩個單位，故須還原之。

¹⁶見張漢裕 (1953)，表 11 與表 12。

固定的時季，故農夫並非在任一時期皆能選種甘蔗。我們將以蔗苗播種的時點為農夫選種的決策點，並假設其目標在求下一個決策點到來之前，三期之內農作物預期收入折現值之極大。

影響農民作物選擇的因素包括各作物的單位價格及其生產力。按「製糖廠取締規則」，糖廠必須在蔗農播種前事先宣告甘蔗的收購條件，故甘蔗交易乃期貨交易。我們以 $P_C(t)$ 表示時點 t (第 t 期期初) 甘蔗之收購單價，此一價格是時點 $t - 3$ 時糖廠所決定的期貨價格。稻米交易則為現貨交易。播種時，未來的稻米收成價格為未知數。令 $P_{R1}(t)$ 為時點 t 在來米之市場價格；而 $P_{R2}(t)$ 為時點 t 蓬萊米之市價。為簡化分析，假設在時點 τ 上，農夫以靜態預期 (static expectations) 方式推估未來諸期稻米的現貨價格： $E(P_{Ri}(t)|P_{Ri}(\tau)) = P_{Ri}(\tau), \forall t > \tau, i = 1, 2$ 。

假設每一位農夫所擁有土地的面積相等。在某一固定時點 t ，農夫 k 土地上的任何地點，種一回甘蔗的單位面積收穫量處處皆是 $q_C^k(t)$ ，而一季在來米的單位面積收穫量為 $q_{R1}^k(t)$ ，一季蓬萊米則為 $q_{R2}^k(t)$ 。此一假設排除了農夫會同時雜種稻蔗兩作的可能性。其目的在簡化文敘，並無礙於推論的一般性。而不同的農夫，由於天候、地緣或水利條件上的差異，其作物 j 之生產力 $q_j^k(t)$ 未必相同。為簡化分析，我們假設農夫對未來各種作物生產力的推估也是靜態預期。

令 $W_C^k(t)$, $W_{R1}^k(t)$, $W_{R2}^k(t)$ 分別代表農夫 k 在 t 至 $t + 3$ 時段內種一回甘蔗，三季在來米或三季蓬萊米所獲得收入的期望值：

$$\begin{aligned} W_C^k(t) &= \delta^3 P_C(t+3)q_C^k(t), \\ W_{Ri}^k(t) &= \sum_{n=1}^3 \delta^n E[P_{Ri}(t+n)q_{Ri}^k(t)|P_{Ri}(t)] \\ &= \sum_{n=1}^3 \delta^n P_{Ri}(t)q_{Ri}^k(t), \quad i = 1, 2, \end{aligned} \quad (1)$$

其中 δ 為跨期的折現因子。假設農夫為風險中立 (risk-neutral) 者，其在決策點 t 時會選種甘蔗的條件是：

$$W_C^k(t) \geq \max[W_{R1}^k(t), W_{R2}^k(t)]. \quad (2)$$

在蓬萊米尚未推廣以前，農夫 k 在 t 時選種甘蔗的條件是： $W_C^k(t) \geq W_{R1}^k(t)$ ，或是：

$$\frac{q_C^k(t)}{q_{R1}^k(t)} \geq \frac{P_{R1}(t)}{P_C(t+3)} \frac{1 + \delta + \delta^2}{\delta^2}. \quad (3)$$

很明顯地, t 時植蔗人口或是面積繫乎其時各農夫蔗稻的相對生產力, $q_C^k(t)/q_{R1}^k(t)$, 與相對價格, $P_{R1}(t)/P_C(t+3)$ 。令 $F_t(\cdot; \alpha_t)$ 表示 $q_C(t)/q_{R1}(t)$ 之累積分配函數 (cumulative distribution function), 其中參數 α_t 反映 t 時的農業政策, 如開墾埤圳、引進肥料、改良品種等措施對蔗稻相對生產力的影響。 α_t 值較大時, 蔗稻相對生產力的分配亦較具「隨機優勢」,¹⁷ 亦即新政策有利於蔗作勝過稻作: $\partial F_t/\partial \alpha_t < 0$ 。按式 (3), t 時甘蔗的植付面積占蔗稻總耕地面積的比率, 乃是相對價格與 α_t 之函數:

$$1 - F_t \left(\frac{P_{R1}(t)}{P_C(t+3)} \frac{1 + \delta + \delta^2}{\delta}; \alpha_t \right) \quad (4)$$

概念上, α_t 可以用來捕捉農夫們對於未來蔗稻收成的預期概況。令 $\tilde{Y}_C(t), \tilde{Y}_{R1}(t)$ 分別為全台灣在 t 時蔗、稻的預期單位面積之平均收穫量, 則 $\tilde{Y}_C(t)/\tilde{Y}_{R1}(t)$ 可以反映 α_t 的大小。令 $A_C(t), A_{R1}(t)$ 分別為 t 時台灣的蔗作與稻作面積。由式 (4), 蔗作之相對面積 $A_C(t)/(A_C(t) + A_{R1}(t))$ 乃甘蔗原料之相對價格 $P_C(t+3)/P_{R1}(t)$ 與相對生產力 $\tilde{Y}_C(t)/\tilde{Y}_{R1}(t)$ 之增函數。

蓬萊米開始推廣之後, 農夫多了一種選擇作物。延申上面的推論, 可得知蔗作之相對面積也是甘蔗與蓬萊米相對價格、與相對生產力之增函數。在下一節裡, 我們將就實際資料, 來驗證上述的農夫理性選擇模型。

2 實証分析: 甘蔗原料供給

圖 1 描繪了 1902–1942 年間甘蔗與稻米收穫面積的變化。它反映四十年期間無數小農在替代作物之間反覆選擇的一個綜合景觀。本節將利用全島的總體資料, 檢定第 2 節中農夫的選擇模型。1937 年開始, 台灣經濟逐步納入日本的戰時管制, 甘蔗與稻米須對戰時所急需之作物, 如黃麻、棉花等讓步。如果政府的強制規定使農民喪失其選擇作物的自由, 則第 2 節的模型即無法用來解釋戰時的資料。¹⁸ 故實証工作的樣本期間始於台灣糖業已然成熟定型的 1911 年, 而終於 1937 年。

2.1 迴歸式

根據第 2 節的分析, 在蓬萊米引進之前, 蔗作相對面積純粹是甘蔗與在來米相對價格與相對生產力之增函數。1920 年代中期蓬萊米引進之後, 農夫的選擇項目增加。自此以後,

¹⁷ 見 Ross (1983), 頁 251–52。

¹⁸ 見涂昭彥 (1975), 頁 120。

蔗作相對面積同時受到蓬萊米與在來米兩種米作之相對價格與相對生產力的影響。在蔗作相對面積的迴歸式中，理應囊括兩種米作與甘蔗競地的態勢。

但是，初步資料分析顯示，在1926–1937年間，甘蔗對在來米的相對價格與甘蔗對蓬萊米的相對價格之相關係數高達0.964；而相對生產力之相關係數也達0.875。為了避免迴歸式中自變數之共相關問題，我們略去蓬萊米相對價格與相對生產力的資料，而以虛擬變數 D_{R2} 來捕捉蓬萊米推廣之後對於農夫選種作物之影響。1926年以前，蓬萊米的虛擬變數 $D_{R2} = 0$ ；1927年開始， $D_{R2} = 1$ 。延承第2節之分析，蔗作之相對面積乃甘蔗與在來米相對價格、相對生產力、與 D_{R2} 之函數。我們設定迴歸式如下：¹⁹

$$\frac{A_C(t)}{TA(t)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{P_C(t+3)}{P_{R1}(t)} + \beta_2 \cdot \frac{\tilde{Y}_C(t)}{\tilde{Y}_{R1}(t)} + \beta_3 \cdot D_{R2} + \varepsilon_t \quad (5)$$

上式中，應變數為蔗作面積 $A_C(t)$ 相對於蔗稻總面積 $TA(t)$ 之比率。在蓬萊米推廣之前， $TA(t) = A_C(t) + A_{R1}(t)$ ；蓬萊米引進之後， $TA(t) = A_C(t) + A_{R1}(t) + A_{R2}(t)$ ，其中 $A_{R2}(t)$ 為蓬萊米種植面積。蓬萊米引進之後，在其他條件不變的情況下，甘蔗的相對面積或者維持不變，或者下降，故我們預期 β_3 之估計值為負。此外，若第2節的模型正確，則 β_1 與 β_2 估計值應為正。

2.2 資料說明

表1為利用1911–1937期間，台灣全島年資料作迴歸分析之結果。在討論迴歸結果之前，我們先說明蔗米相對價格及相對生產力之計算方法。各年版的《台灣糖業統計》中載有新式製糖廠單位砂糖之生產成本，其中包含「原料費」及「原料諸費」。原料諸費是第1節所述補助款與獎勵金的加總。將「原料費」及「原料諸費」相加，並利用製糖率（每單位重量之甘蔗所產製之砂糖重量）即可算出新式製糖廠甘蔗原料的收購價格。

因為甘蔗種植期間長達一年以上，計算蔗價時必須考慮生長期間與製糖期的差異。在《台灣糖業統計》中，列在1920–1921製糖年期下之原料費及原料諸費，為1919下半年開始種植，1920年底收成之甘蔗的收購費用。原料費及原料諸費中的獎勵金及補助金，在1919年下半年植蔗期開始之前就已訂定。其中，原料費（如每千斤甘蔗4圓）係糖廠事先宣告確定。獎勵金或補助金雖然在植蔗期開始時亦已經宣布，但是全部蔗農中有多少比率獲得獎勵或補助，只有在蔗農開始種植之後才能知道。因此，各製糖廠的生產成本要到1921年上半，全部砂糖煉製完成之後才能算出。舉例來說，若糖廠宣告「早植獎勵

¹⁹我們感謝于若蓉小姐對於迴歸式設定所提供的建議。

金]: 凡 1919 年 9 月 15 日以前開始植蔗, 每千斤甘蔗給予 5 角之獎勵。假設糖廠所收購之甘蔗中, 有一半是在 9 月 15 日以種植, 則最後計算出來的每千斤甘蔗之原料諸費中, 即包含 2.5 角之早植獎勵金。

影響作物選擇的主要因素是「預期的」相對價格與相對生產力。實証分析時, 我們將嘗試不同的預期行為假設。以 1920–1921 年期 (以下簡稱 1920 年期) 之樣本點為例, 甘蔗係從 1919 年中開始種植, 1920 年底收成, 1921 年初製糖完成。因此, 1920 年期之甘蔗在圃時間主要為 1920 年全年。在表 1 迴歸式中, 1920 年應變數之樣本點, 為 1920 年期蔗作面積與 1920 年在來米作面積之比率。自變數有兩項, 一為預期相對價格, 一為預期相對生產力。假設某農夫在 1919 年中, 面臨種蔗與種稻之抉擇。在不同預期行為假設之下, 預期相對價格與相對生產力有不同的計算方法。表 1 中, LP 與 FP 分別代表蔗米相對價格的兩種不同計算方法。

首先, LP 變數係假設農夫在 1919 年中作耕種決策時, 使用的是 1919–1920 製糖年期之蔗價。此一設定的理由是農夫若考慮要種蔗, 他在事前, 如 1919 年初, 就必須作整地等預備工作。其時, 糖公司尚未宣告 1920 年期之蔗價, 因此, 農夫只好以 1919 製糖年期宣告之蔗價作為下一年期蔗價之預期值。在此假設下, 影響 1919 年中耕種決策的是 1919 年的米價; 及 1919 製糖年期的蔗價, 而非 1920 年期的實收蔗價。因此, LP 係以 1919 製糖年期之甘蔗收購價格除以 1919 年之米價。計算 LP 時, 我們採用的數字是該製糖年期結束後之蔗價。而實際上, 在 1919 年初, 農夫只有糖廠在上一年宣布之原料費、獎勵金及補助金之數字。因此, 我們等於是再假設製糖年期結束後所算出的蔗價, 和事先宣布之原料費等, 有固定的關係。

相對而言, FP 則假設農夫是在糖廠宣布本年期的蔗價之後, 才做耕種決策。因此, FP 之相對價格是以 1920 年期之蔗價除以 1919 年之米價計算而得。²⁰ 在預期相對生產力方面, 我們假設農民也採取靜態預期, 因此, 預期相對生產力之計算, 也有時間落差的問題。表 1 中, LQ 的計算方法對應 LP 。

在以上的設定下, 所有的自變數, 不論是相對價格或是相對生產力, 悉比應變數早先產生。亦即, 自變數皆是先決的 (pre-determined)。同時, 因為甘蔗市場的均衡乃一獨買下的均衡, 而非由供需兩面同時決定的完全競爭均衡, 此地的迴歸並無計量上因聯立方程式 (simultaneous equations) 而產生的辨識問題 (identification problem)。我們假設

²⁰以 FP 作為相對價格, 還有另外一種解釋方式。若農夫的決策時點仍然是在 1919 年初, 則此一設定也可以視為是農民對於未來糖公司所將宣告的蔗價, 具有完全預期。除了甘蔗市場之外, 台灣的稻米市場亦同時存在有現貨交易與期貨交易, 但以前者較為普遍。參見川野重任 (1941), 頁 134-35。

表 1: 蔗稻面積、相對價格與相對生產力: 1911–1937

	常數項	相對 價格	相對 生產力	D_{R2}	D_{32}	\bar{R}^2	D.W.	ρ	自變數
(1)	.142 (3.578)**	.066 (1.590)	.004 (.237)	-.033 (-1.160)	-	.202	.845	-	LP, LQ
(2)	.117 (2.475)**	.068 (1.786)**	.014 (1.022)	-.049 (-1.923)**	-	.222	.657	-	FP, LQ
(3)	.064 (1.609)*	.132 (3.413)**	.013 (1.050)	-.032 (-1.402)*	-.119 (-3.504)**	.465	1.166	-	LP, LQ
(4)	.099 (2.144)**	.067 (1.840)**	.024 (1.636)*	-.058 (-2.337)**	-.061 (-1.791)**	.290	.878	-	FP, LQ
(1')	.169 (4.538)**	.004 (.106)	.008 (.651)	-.011 (-.477)	-	.070	1.692	.750 (5.836)**	LP, LQ
(2')	.117 (2.859)**	.057 (2.003)**	.011 (1.090)	-.015 (-.703)	-	.195	1.416	.755 (5.979)**	FP, LQ
(3')	.111 (2.683)**	.063 (1.668)*	.013 (1.161)	-.017 (-.798)	-.062 (-2.457)**	.224	2.066	.705 (4.833)**	LP, LQ
(4')	.109 (2.641)**	.043 (1.449)*	.018 (1.629)*	-.015 (-.691)	-.028 (-1.336)*	.225	1.561	.795 (6.871)**	FP, LQ

說明: 括弧內為 t 值, ** 表示在 5% 顯著水準下, 估計值大於零 (或小於零); * 表示在 10% 顯著水準下, 估計值大於零 (或小於零)。 \bar{R}^2 是就解釋變數個數做調整的 R^2 (adjusted R^2)。迴歸分析所使用的資料, 請見附表 1。

甘蔗的供給面不變, 亦即 (5) 式中各 β_i 係數固定。甘蔗產量之所以會有變動, 或由於外生的農業政策之演變改變了蔗稻的相對生產力, 或是由於獨買者在不同的時點, 以不同的價格, 沿著供給線一一兌出來的結果。

2.3 迴歸結果

表 1 的迴歸式 (1) 與 (2) 為初步的實証分析結果。各係數的估計值之正負號和模型相符。不過, 相對生產力之估計值並不顯著異於零。是我們遺漏了什麼重大要素, 以致於出現模型誤設 (misspecification) 問題嗎? 為了解此迴歸分析結果, 圖 3 畫出蔗價與米價的跨時軌跡。由圖中可以看出, 蔗價與米價的變動自 1910 年開始便是亦步亦趨。但是, 1931 及 1932 兩年則有較異常的變動。米價從 1925 年開始長期下跌, 1931 年到達谷底, 1932 年則止跌回升。相對地, 蔗價也自 1926 年開始下跌, 但是當 1932 年米價回升時, 蔗價卻仍然繼續下跌。這使得蔗米相對價格在 1931 年不尋常地大幅上升, 翌年則又下降。

以 LP 相對價格為例, 我們假設農民在 1931 年中作蔗米作物之抉擇時, 農民依據的是 1931 年的米價。這是對現貨價格採「靜態預期」的一種假設。因為 1931 年米價巨幅下跌, 依此法計算所得到的 1932 年蔗稻相對價格, 1.237, 便反映不了當年上揚的米價。以

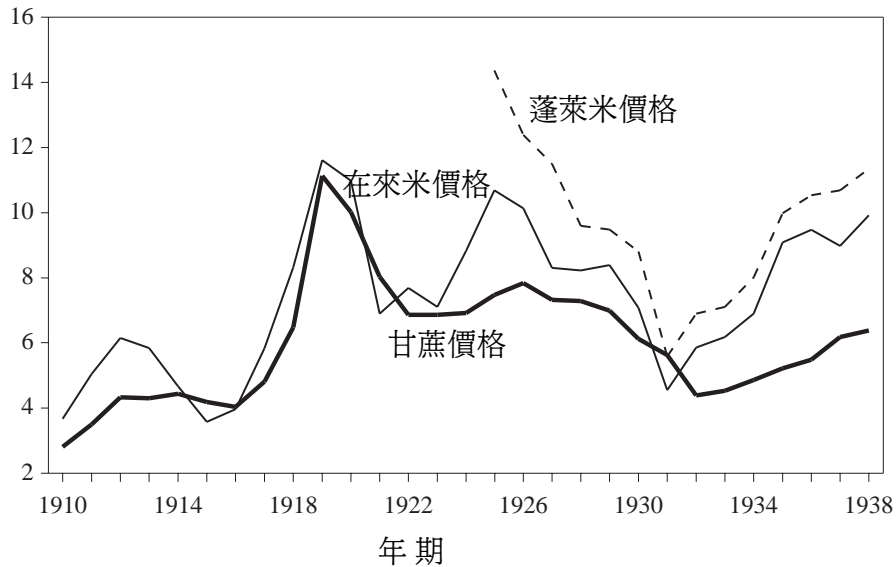


圖 3: 蔗作與稻作價格

說明: 米價單位為圓/百斤。蔗價為由新式製糖廠之成本間接計算而得, 單位為圓/千斤。資料來源請見附錄 1。

同樣方法計算, 1931 年與 1933 年之蔗稻相對價格各為 0.864 及 0.750, 因此三年來的價格走勢呈倒 U 狀。而蔗田與稻田的相對面積比率在 1931-1933 年間分別為 0.174, 0.135, 及 0.144, 卻為正 U 形。自變數與應變數反向而行, 與我們的理論預測完全相違。

從 1932 年蔗米相對面積比率低於前一年的數字看來, 農民顯然預期 1932 年的米價要相對上升, 蔗價要相對下跌。由圖 3 可以看出來, 該年的米價也確實自前一年的谷底翻升, 而蔗價 (1932-1933 製糖年期) 則持續下降。因此, 以上蔗米相對面積及相對價格的數字, 似乎顯示農民對於 1932 年的景氣變動與物價轉折有正確的預期。1931 年是日本與台灣經濟持續不景氣最嚴重的一年。台灣的躉售物價在 1931 年到達 1920 年以來的最低點, 但 1932 年開始則逐漸上升。換言之, 米價的變動、物價指數的上升與景氣復甦是一致的。²¹

因此, 若農民對於景氣復甦有正確的預期, 猜準了 1932 年米價會回升, 則 1932 年的蔗稻相對面積之下降正好呼應了同年相對價格的下降。

²¹ 台灣米價的上升另一個影響因素是日本國內的稻米政策。日本在 1932 年修改「米穀法」, 使政府也能購買殖民地所產稻米。需求增加的結果, 使得米價上升。見涂昭彥 (1975), 頁 108-109。躉售物價指數之數字請見吳聰敏、高櫻芬 (1991)。

爲了進一步了解1932年景氣復甦之影響，我們在迴歸式中加入一代表1932年的虛擬變數， D_{32} 。若農夫料得準1932年之米價回升，則 D_{32} 之估計值應爲負值。蓋在「靜態預期」下，1932年所引用的舊日蔗稻相對價格遠高於當年實際的相對價格，虛擬變數 D_{32} 具有抵消此偏差的效果。新的迴歸分析結果列於表1的迴歸式(3)與(4)。 D_{32} 之估計值爲負數。(4)式中之相對生產力估計值之 t 值上升爲1.636，接近5%顯著水準之 t 值，1.717。而且，相對價格係數之估計值變得更爲顯著，兩式之 \bar{R}^2 值也較迴歸式(1)與(2)爲高。整體而言，我們的模型和實際資料頗爲一致。

表1迴歸式(3)與(4)之D.W.值偏低，顯示迴歸式殘差項具有一階自我相關的特性。此時，由OLS迴歸分析所得估計值之 t 值並不可靠。表1下半部列出經調整殘差項自我相關之估計結果(以最大概似法估計)，我們發現殘差項一階自我相關係數之估計值 ρ 介於0.7與0.8之間。除了(3')之 D_{32} 係數之外， t 值普遍低於表1上半部分之估計結果，特別是式(3')與(4')之 D_{R2} 變成不顯著異於零(10%水準)。不過，各係數估計值之符號仍與模型相符。計量分析之文獻指出，若樣本數少，而且 ρ 值也不大時，則調整殘差項一階自我相關之迴歸分析，其結果不見得優於逕以OLS方法之迴歸分析。²²

由於(3)、(4)兩式的 ρ 值並不小，我們無法直接套用文獻的結果，認定GLS的結果必較OLS遜色。我們假設 ρ 值爲0.7，以模擬的方法來觀察GLS與OLS兩種方法的表現。若以平均方誤差(mean squared error; 簡稱MSE)爲比較標準，OLS對部分係數的估計的確比GLS來得好。²³因此，表1同時列出原始OLS方法與調整後之迴歸結果，以供參照比較。

2.4 製糖公司的決策與甘蔗原料的需求

1901年台灣製糖株式會社在南部設立之後，其它糖廠接踵成立。他們在台灣競買甘蔗，復在日本競賣糖。自1905年總督府劃分了甘蔗的原料採集區之後，糖廠競買甘蔗的情形得而疏緩。1910年10月，眼見1911年期糖產有過剩的可能，爲緩和砂糖市場的競爭，製糖會社成立了台灣聯合糖業會的cartel。本節將討論各種不同的制度如何地影響了製糖公司採購甘蔗的決策，並且說明1905與1910年間兩次產業結構的變革不僅提升了日製

²²參見 Rao and Griliches (1969)。

²³模擬是以式(4)背後27期自變數的資料爲基礎，並假設真實模型中的各係數正如(4)式中的各係數。我們假設殘差項爲常態分配的隨機變數，期望值爲零，標準差爲(4)式中所估計的0.30272，且其一階自我相關係數爲0.7。據此，我們以亂數法產生27期的殘差項與應變數值。重覆以上的方法，我們獲得1,000組爲期27期的資料，再分別以OLS與GLS的方法進行迴歸，並以其係數估計值與模型的眞值對照，計算MSE。結果顯示，在5個待估係數中，OLS所估的前3個係數之MSE較GLS的結果爲小。

糖會社的利潤，也一而再地削減了台灣農民的收益。²⁴ 下一節則進一步驗證本節提出之甘蔗原料需求模型。

2.5 競爭的均衡 (1905 年之前)

假設糖廠為風險中立，它追求期望利潤之極大。假設製糖之單位變動製造成本 (variable manufacturing cost) 為零。對於競買蔗原料的糖廠言，甘蔗收成時其所願意給付的單位期貨蔗價乃是甘蔗的預期邊際生產收益 (marginal revenue product, 簡稱 MRP)。²⁵ 以往的研究文獻大都強調米價是影響蔗價的主要因素。但是，甘蔗是製造砂糖的原料。砂糖價格波動時，甘蔗的收購價格無可避免地會受影響。以下的分析將具體說明此點。

假設在任一時點 t ，製糖具有固定規模報酬的生產特性。在特定的生產技術及其他條件下，一單位重量之甘蔗可以生產出 ϕ_t 單位之砂糖，為方便討論，稱 ϕ_t 為製糖率。²⁶ 定義 $P_S(t)$ 為 t 時之國際單位糖價。假定在 t 時，糖廠根據 $P_S(t)$ 預測未來的國際糖價： $E[P_S(\tau)|P_S(t)] = P_S(t)$, $\tau > t$ 。在此設定下， t 時的邊際生產收益 $MRP_t \equiv \phi_t E[P_S(t+3)|P_S(t)] = \phi_t P_S(t)$ ，台灣糖廠的甘蔗原料需求曲線 D_t 是一條高度為 $\phi_t P_S(t)$ 的水平線。為精簡文敘，在以下的討論中，我們將省略時間的標記。

圖 4 中的 S 曲線代表台灣的甘蔗供給曲線， S 曲線的高度反映了種植各單位甘蔗的機會成本，依第 3 節之討論，這是該單位所在耕地種稻時的收入。在競爭的市場中，甘蔗交易的均衡點為 S 與 D 兩線的交點，甘蔗均衡期貨價格將是 ϕP_S 。蔗價與米價無關，卻與糖價相關，這與文獻上之見解正好相反。米價的高低會導致蔗供給 S 的移動，與甘蔗交易量的對應調整，卻不會影響到蔗價。糖價上升時，甘蔗原料需求 D 會增加，均衡的甘蔗交易量、價格、與農夫的生產者剩餘 (producers' surplus) 皆將增加。至於製糖者的利潤期望值，則始終為零。

²⁴本節討論甘蔗原料的需求時，純自新式糖廠的角度來論事，而未考慮到台灣傳統糖廠在市場上所扮演的角色。據曾汪洋 (1956) 之研究，糖廠在市場上並不具重要性。在本文實證所處理的期間內，糖廠產糖比例自 12% 降至 2%。故忽略掉糖廠的角色，應不至於與事實有太大的出入。

²⁵因為資料不足，我們尚未能確定在 1905 年以前甘蔗是否以期貨方式買賣。此處假設彼時甘蔗市場係期貨市場，不過，縱使它是現貨市場，本小節之推理與結論皆不受影響。

²⁶因為品種改良或天候因素，不同年期的甘蔗所含糖分可能不同。製糖率 ϕ_t 會隨著新品種之引進與製糖技術之進步而提升。

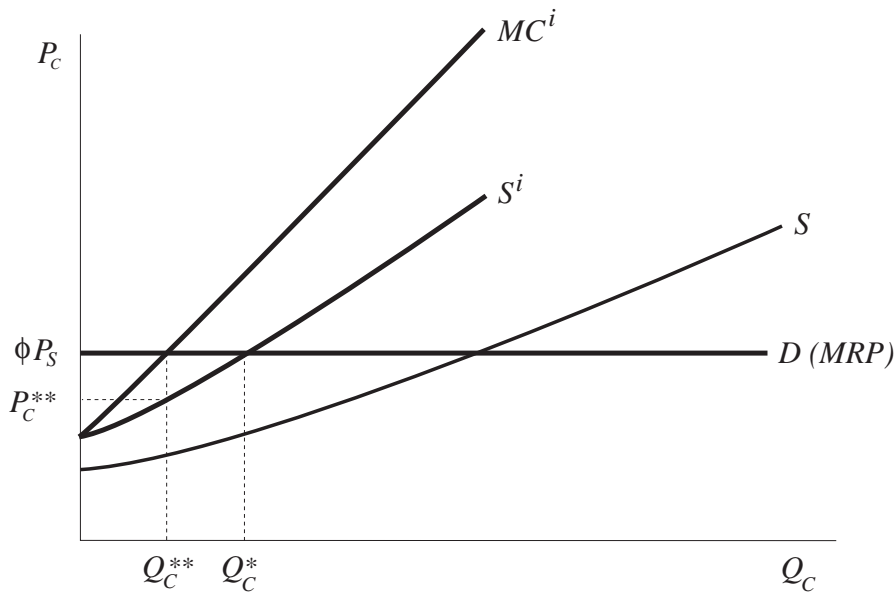


圖 4: 原料採集區制設立前後的蔗市均衡

2.6 原料採集區制度 — 專買的現象 (1905 年之後)

1905年劃分原料採集區之後，各製糖廠成爲其採集區內的專買者，彼此不得越區採購。令 S^i 爲糖廠 i 之採集區域內的甘蔗供給曲線。圖 4 中台灣的甘蔗供給曲線 S 是各採集區域甘蔗供給線 S^i 之橫向累加，故 S^i 應位於 S 之左方。在採集區的制度下，糖廠與農夫的關係變成爲 Stackelberg 賽局中領導者 (leader) 與跟隨者 (follower) 的主從關係。糖廠 i 須參考採集區內農夫的種蔗意願 (S^i) 以決定最適的採購數量，並據此決定採買價格。最適的採購數量之特徵是：多採購一單位甘蔗的邊際成本與其所致的邊際生產收益相當。購買甘蔗的邊際成本 MC^i 導源於供給線 S^i ；邊際收益則如前： $MRP = \phi P_S$ 。糖廠的最適採購量在 MC^i 與 MRP 兩線之交點上： Q_C^{**} ，而最適採購價格 $P_C^{**} = S^i(Q_C^{**})$ 。

由以上的分析，我們可以看出原料採集區制度對於蔗市的影響：

1. 分區後，區域 i 內的均衡供給量 Q_C^{**} 較不分區時的供給量 Q_C^* 少。
2. 在原料採集區制度下，各區的甘蔗期貨價格 P_C^{**} 較不分區時的蔗價 ϕP_S 爲低。農夫的生產者剩餘 (producers' surplus) 降低了。²⁷

²⁷原料採集區制度施行後，各農夫生產者剩餘的變化與其是否會轉作有關。在區域 i 內，原供應前面 Q_C^{**} 單位甘蔗的農夫，其耕地的稻作收入皆小於 P_C^{**} 。故在新價格下，他們仍會繼續種蔗，但是甘蔗的單

3. 與不分區競買的情況相比較，製糖廠的利潤期望值則由零轉為正值。

實際情況是否正如理論所推斷的呢？我們且取原料採集區制度設立前後甘蔗價格與數量的變動，來對照以上的比較靜態分析。

台灣製糖株式會社的橋仔頭工廠是台灣第一家新式製糖工廠。在明治37年期（指1903.7–1904.6期間），其甘蔗原料買入費（預算）每千斤平均為2.16圓。明治38年期，實際平均收購價格上升為3.59圓。甘蔗原料採集區制度於明治38年（1905年）6月實施，到了明治40年期，平均價格再小幅上升為3.62圓。但是，此一期間糙米價格有相當大的波動。若1903年米價指數為1.00，則1904年為0.79，1906年為1.01。經米價指數平減之後，上述三個年期之蔗價分別為：2.16圓，4.55圓，及3.57圓。²⁸

以上蔗價為各品種之平均價格。《第二次糖業記事》（1903）載有1903年竹蔗品種之調查價格，台南永康地區之價格每千斤為1.10圓。而臺灣製糖株式會社同一品種（第四等級）之收購價格，明治38年期（1904.7–1905.6）為2.62圓，明治40年期則大幅下降為1.24圓。同樣以米價平減，三個年期之竹蔗價格分別為：1.10圓，3.32圓，及1.23圓。²⁹這意謂著：在原料採集區劃分之前，隨著製糖廠一一設立，蔗原料越來越搶手，蔗價逐年而上漲。而採集區制度的施行，有貶抑蔗價的效果。

糖廠自蔗原料的競買者升格為獨買者後，其甘蔗的採購數量真會減少嗎？台灣的蔗作收穫面積在1902年僅有16,526甲。但此年因遭旱害，收穫面積大減。1903與1904年分別為24,852甲與24,976甲。至1905年竄升為35,158甲。而在原料採集區施行後的次年，縮減為30,391甲；再次年復下降成為28,704甲。³⁰

上述價格與蔗作面積在1905年前後的轉折過程，與我們的理論推測一致。但是，以上的結論要能確立，必須假設砂糖市場的供需在此期間並未出現重大的變化。事實上，這

位收入下降了 $\phi P_S - P_C^{**}$ 。原供應第 Q_C^{**} 單位至第 Q_C^* 單位者，其耕地的稻作收入介乎 P_C^{**} 與 ϕP_S 之間。採集區制度施行後，他們會改種稻作，耕地收入小於之前的 ϕP_S 。原稻作農夫則將繼續種稻，其生產者剩餘不受影響。

²⁸甘蔗收購價格分別計算自《臨時台灣糖務局第二年報》，頁263；《第四年報》，頁124；《第六年報》，頁171。米價指數採自 Yeh (1991)，頁208。不過，一般物價指數之波動遠小於米價。根據總督府財務局所編之台北市物價指數，1903年物價指數為109.50，1904年為115.03，1906年為115.04，基期為1902年1月。見《臺灣の金融》（1930），頁292。

²⁹蔗價資料參見《臨時台灣糖務局第四年報》，頁122；及《第六年報》，頁187。但1907年期新興製糖會社（鳳山）竹蔗品種同等級之收購價格則為2.20圓，《第六年報》，頁202。

³⁰見《台灣糖業統計》，第15卷，頁1。1908年開始，因為新式製糖廠陸續設立，製糖廠從上一年的9家一下增加為15家，到了1910年又增為21家。因此，甘蔗收穫面積從1908年的39,035甲增加至1910年89,445甲。但此一期間的變化，顯然是由製糖廠家數增加所引起。

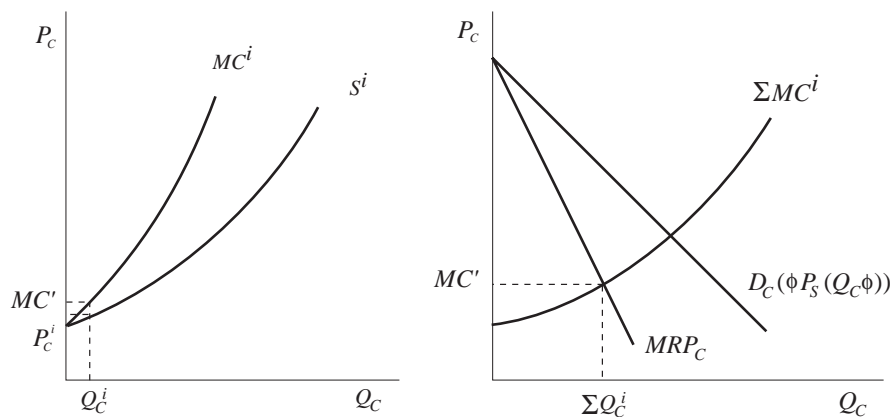


圖 5: 糖業聯合會控制下的甘蔗採購決策

幾年間日本砂糖市場也出現較大幅度的變化。爲了簡化起見，我們僅以糖價的變動來了解砂糖市場的變動情形。我們首先將日本糖價以消費者物價指數平減之，若設定 1902 年日本糖價指數爲 100，1903 年則爲 99，1905 年上升爲 129，1906 與 1907 年復下跌爲 114 與 116。³¹ 如果糖價的波動反映糖公司所面對砂糖市場的需求變動，則前述 1903–1907 年間甘蔗原料價格的起伏，除了受原料採集區域制度變革的影響，也可能部份是在反映砂糖市場的變化。

原料採集區制度導致了製糖廠商與台灣農夫的所得重分配。無怪乎，爲民喉舌的「台灣民報」要疾呼撤廢此一制度。³² 1925 年，「二林事件」爆發。二林蔗農組合糾結農民勢力，爭取與林本源製糖株式會社協定甘蔗收購價格的權力，以期扭轉採集區制度下獨買糖廠單邊定價的交易型態。請願告失敗，被捕者達 93 名，39 名被起訴，25 人被判罪。³³

2.7 糖業聯合會 – 砂糖市場的 Cartel (1910 年之後)

除了劃分原料市場的採購地盤，藉專買的地位來壓抑蔗價，日糖廠商亦謀求糖市場上的合作，企圖藉由對產量的約限，來聯合抬高糖價，以進一步提升製糖利潤。1910 年 10 月，日糖會社組織了台灣聯合糖業會的 cartel，後改名糖業聯合會。聯合會對於日本政府有相當的影響力，1927 年砂糖進口關稅率的修正即以糖業聯合會的意見爲基礎。³⁴

³¹ 糖價見大川一司(1967)，頁 141；消費者物價指數價見大川一司 (1974)，頁 232。

³² 見，“改換糖業政策的急務”，《台灣民報社論》：1924 年 4 月 11 日。

³³ 見《台灣社會運動史》，第六章農民運動，頁 43–46。

³⁴ 日本政商關係微妙。日本皇室是「台灣製糖株式會社」的大股東，其持有股份僅次於「三井物產」。見《台灣製糖株式會社史》，頁 83–87。

藉著對關稅政策的控制,日糖業抵制住了國際糖的競爭壓力。聯合會分配各會社的生產比例,並管制蔗糖的販賣價格。1926年4月,糖業聯合會成立精糖限產協定,精糖市價因而由每百斤的22圓抬高到24.5圓之譜。1928年,因預計台灣糖產量的拉高,會社普遍減產5%,存積2%,還協定每斤賣價不能低過25圓。³⁵糖市減產,蔗市的收購量與收購價格自然降低了。故在糖業聯合會的運作之下,台灣農夫的利益間接受損。

糖業聯合會如何決定各製糖會社的產量,並間接地指揮各處甘蔗的收購決策呢? 假設糖業聯合會在追求整個產業利潤的極值。³⁶ 不論最適的糖之總產量為何,為了以最低廉的方式採購足量的甘蔗來煉取該數量的糖,各地收購甘蔗的邊際成本必須相等,故購蔗的邊際成本乃各地邊際成本 MC^i 的橫向加總: $\sum MC^i$ (見圖5)。

在糖市的需求方面,一旦抵制住國際糖的競爭壓力,日本糖業不復為被動的國際糖價接受者,其所面對的糖需求線之斜率為負值。令 $P_S(Q_S)$ 為糖的需求反函數,其中 Q_S 為糖的數量, $P_S(Q_S)$ 為購買第 Q_S 單位糖的消費者所願給付的糖單價。為求圖形上單位的統一,我們將考慮糖市對甘蔗的引申需求反函數, D_C 。透過甘蔗製糖率 ϕ 的轉換,糖市對第 Q_C 單位的甘蔗之願給付價格乃是 $\phi P_S(Q_C\phi)$ 。令 MRP_C 為對應 D_C 之甘蔗邊際產值。產業的最適甘蔗採購數量 $\sum Q_C^i$ 乃由 MRP_C 與 $\sum MC^i$ 兩線的交點所決定(見圖5)。令交點上邊際成本的數額為 MC' ,則各廠採購甘蔗的邊際成本同為 MC' 。透過 MC^i 的反函數,可求得糖廠 i 之甘蔗採購數量 Q_C^i 。採購價格 P_C^i 則為其原料採集區內的甘蔗供給線 S^i 上 Q_C^i 的價格。

4.2-4.4三小節顯示,在蔗糖業不同之產業結構下,甘蔗的均衡價格雖然各見其異,但是甘蔗之收購價格必然會受到糖價與製糖率之影響。值得注意的是,直至原料採集區成立後,蔗價始與米價產生牽連;在競買甘蔗的情況之下,蔗價在理論上與米價並無關係。限於資料,我們只能對1910年糖業聯合會成立之後的台灣甘蔗價格進行實證分析,下一節將就我們的 cartel 模型來實證探討台灣蔗價的形成因素。

3 實証分析:糖價、米價與蔗價

許多傳統文獻都強調米價是影響蔗價最重要的因素,如根岸勉治(1932)便認為,甘蔗的買收價格與糖廠製成品(砂糖)的售價之間並沒有什麼直接關聯,真正決定蔗價的是甘

³⁵矢內原(1929),頁220-21。

³⁶此地的討論假設了 cartel 運作順利,各製糖會社悉遵守限產之協定。事實上,各會社時有偷自增產的行為。本節採取了一個逼近事實的假設,但它與實際情況並不完全吻合。

蔗對抗作物稻米的價格。他以新高製糖彰化廠的資料來支持其假說。該廠甘蔗收購價格與東京糖價的相關係數為 0.55, 但與台中米價之相關係數則高達 0.91。

柯志明 (1989) 批評根岸取樣狹隘, 不能由此做全島的推論。他整理 1910–1938 年台灣全島的資料, 發現米價與蔗價的相關係數雖高達 0.82, 東京糖價與台灣蔗價的相關係數 0.80 卻也不低, 這點與根岸的區域性觀察出入很大。柯志明因此認為日本的糖價是真正牽動蔗價走勢的主要力量。柯志明的分析不以台灣糖價做準的原因是: 台灣蔗糖的銷路主要不在本島, 而在日本。³⁷ 當製糖會社宣告甘蔗收買價格來誘發農民種蔗時, 腦海中所浮現的成品 (砂糖) 市場應是日本, 而非台灣。是故, 惟日本糖市行情的翻騰方能影響製糖會社在台收購甘蔗的意願, 台灣糖市行情對於本地蔗價的影響反屬有限。³⁸

問題是, 簡單的相關係數不足以證明糖價對蔗價的影響力。兩種價格的高度相關可能只緣於它們皆緊隨著一般物價的律動在上下。因此, 以往文獻中米價與蔗價的高相關性, 可能是反映糖公司的訂價行為, 但也可能是因為兩者都受到一共同因素的影響。譬如說, 若一般物價因受貨幣供給增加而普遍上升, 則蔗價與米價都會上升。此時, 以名目價格計算的相關係數也會很高, 但卻不能用來證明「米糖相剋」的論點。為了排除一般物價上升所造成的影響, 我們將各項價格先以一般物價指數平減之後, 再計算相關係數。

表 2 列出糖價、蔗價及米價的相關係數。上半部分的相關係數是以名目價格直接計算的結果。我們發現日本糖價與台灣糖價的相關係數高至 0.962, 美國糖價與日本糖價的相關係數也達 0.732。此外, 台灣的蔗價與日本糖價的相關係數為 0.730, 與在來米價的相關係數為 0.775。³⁹ 在計算表 2 下半部分的相關係數時, 各項變數已先經物價指數折算。此時, 蔗價與在來米價的相關係數, 從 0.775 大幅下降為 0.278; 而與日本糖價的相關係數變為負值, -0.134 。

以上的結果說明: 傳統文獻中所討論的蔗價與米價, 以及蔗價與糖價之間的高相關性, 主要可能是因為共同的物價變動所產生。底下, 我們將藉助第 2 節的農民選擇模型與第 4 節的糖廠決策模型, 來重新驗證蔗價、糖價與米價之間的關係。

3.1 蔗價的比較靜態分析

圖 5 中, 製糖廠商的甘蔗需求與台農的甘蔗供給交錯地決定了甘蔗的收購價格。自第 2 節

³⁷ 日治時期, 台灣砂糖 90% 係供應日本本國。見矢內原 (1929), 頁 247, 孫鐵齋 (1954), 頁 74。

³⁸ 只要無水貨糖自台輸日, 日糖廠是可以在兩地差別取價的。

³⁹ 第 1 節曾說明過, 中北部地區部分糖廠採取「米價比準法」以鼓勵植蔗。米價上升時, 糖廠的甘蔗收購價格會隨著上升。因此在採取「米價比準法」地區, 蔗價與米價的相關係數應該會比其它地區來得高。

表 2: 蔗價、糖價與米價之相關係數: 1910–1937

	日本糖價	台灣糖價	美國糖價	在來米價	蔗價
日本糖價	1.000				
台灣糖價	0.962	1.000			
美國糖價	0.732	0.800	1.000		
在來米價	0.673	0.642	0.574	1.000	
蔗價	0.730	0.678	0.504	0.775	1.000

	日本糖價	台灣糖價	美國糖價	在來米價	蔗價
日本糖價	1.000				
台灣糖價	0.943	1.000			
美國糖價	0.742	0.770	1.000		
在來米價	-.645	-.466	-.398	1.000	
蔗價	-.134	-.071	-.193	0.278	1.000

說明: 上半部分係以名目價格直接計算; 下半部分則先將價格以物價指數平減。在來米與甘蔗價格是以台灣的消費者物價指數平減, 資料來源為溝口敏行與梅村又次 (1988)。其它的價格是以日本的物價指數平減, 資料來源為大川一司 (1967)。台灣糖價的資料取自柯志明 (1989), 係台灣砂糖在東京的價格; 美國糖價是美國砂糖躉售價格, 並經匯率折算為日圓價格。在來米價是是高雄倉庫交貨價格。(若以其他米價分析, 結果類似。) 蔗價是製糖廠各製糖年期的收購價格, 計算方法詳見正文內之說明。計算相關係數時, 第 t 期樣本點之蔗價係由 $t + 1$ 年期所計算之蔗價。換言之, 此為 t 年中糖公司所宣告之蔗價。

與第3節的分析, 米價的變動與稻蔗相對生產力的變化會左右農夫的植蔗意願, 而第4節的分析則顯示, 糖市的景氣、甘蔗的製糖率會影響糖廠收購甘蔗的意願。底下就以上四項因素, 個別檢討它們對於蔗價的影響力。

當米價上揚 n 倍, 或米對蔗的相對生產力提升 n 倍時, 在稻蔗競地的壓力下, 糖廠是否該提高甘蔗收購價格, 以維持蔗農繼續種蔗的意願呢? 這答案並不確定, 原因如下。令 $P_C(Q_C)$ 為甘蔗的供給反函數。按定義, $P_C(Q_C)$ 乃是誘使第 Q_C 單位甘蔗被種植時, 必須償付該邊際農夫種蔗之機會成本。由數式 (1), 當 P_{R1} 或 q_{R1}^k/q_C^k 上升 n 倍時, 農夫種蔗的機會成本皆漲了 n 倍, 要誘使種植第 Q_C 單位的邊際農夫來種蔗, 則蔗價自然也須漲成 n 倍高。甘蔗的供給曲線提高為原先的 n 倍後, 按邊際成本的定義, $MC(Q_C) = P_C(Q_C) + P'_C(Q_C)Q_C$, 收購甘蔗的邊際成本曲線亦將提高為原來的 n 倍。由圖 5, 甘蔗的收購數量明顯地會減少。至於甘蔗的收購價格的調整方向, 究竟會隨蔗農機會成本的增加而增加, 抑或因為收購數量的減少而下降, 我們並不確定。不過, 如果甘蔗的供給線為線性時, 在米作強勢的競爭下, 甘蔗的價格將上漲。

糖市的景氣對於蔗價的影響則可肯定為正。假設隨著糖市景氣的波動, 糖的需求反

函數 $P_S(Q_S)$ 將做平行的上下移動。當糖市景氣時，圖 5 中的甘蔗引申需求線 D_C 與甘蔗的邊際產值線 MRP_C 皆將對應 $P_S(Q_S)$ 之增加而上移。 MRP_C 與 $\sum MC^i$ 之交點將位於老交點之東北方，各採集區的甘蔗收購數量與價格皆將增加。

最後，當甘蔗的製糖率提高時，糖廠可能因製糖效率的提高而更為積極地買進甘蔗來榨糖，也可能因為要榨出同等分量的糖所需用甘蔗數量的減少，從而減少甘蔗的採購量，甘蔗引申需求的移動方向並不確定。具體言之，甘蔗的引申需求函數 $P_C(Q_C) = \phi P_S(Q_C \phi)$ 。製糖率對於甘蔗需求的影響可拆解為兩部分： $\partial \phi P_S(Q_C \phi) / \partial \phi = P_S(Q_C \phi) + \phi P'_S(Q_C \phi) Q_C$ ，其中，第一項之值為正，第二項為負，甘蔗需求的調整方向不可預測。

3.2 實證分析

歸納以上的分析，甘蔗價格受米價、糖價、蔗稻相對生產力、與製糖率的影響。迴歸分析時，因為蔗作期間長達一年半，各項價格指數之計算必須特別考慮年期之問題。為簡化起見，底下的說明以 1920–1921 製糖年期為例。假設在 1919 年中，糖廠為即將播種的甘蔗宣告翌年（1920 年）底的期終收購價格時，它會盤算 1921 年初榨糖完成時候日本糖市的需求情況。我們進一步假設，糖廠對翌年的日本糖市有良好的預測能力，並以之作為再下一年日本糖市景氣的指標。按 5.1 小節的分析，當預見 1920 年糖價（相對於一般物價）高漲時，在預期 1921 年需求也持續旺盛的心理下，1919 年中宣布之甘蔗收購價格（相對於一般物價）將見高漲。另外，當甘蔗的供給函數接近線性時，米價上升會牽動蔗價上漲；而稻對蔗的相對生產力提升時，蔗價亦會上升。

綜合以上所述，式 (6) 表現影響蔗價的關係式：

$$P_C(t) = \beta_0 + \beta_1 P_S(t) + \beta_2 P_{R1}(t) + \beta_3 \cdot \frac{\tilde{Y}_{R1}(t)}{\tilde{Y}_C(t)} + \beta_4 \cdot \phi_t + \beta_5 \cdot D_{R2} + \varepsilon_t \quad (6)$$

上式中， $P_C(t)$ 表示糖廠在 $t - 1$ 年年中宣告之蔗價； $P_S(t)$ 表示 t 年年底或 $t + 1$ 年初之糖價； $P_{R1}(t)$ 為 $t - 1$ 年之在來米價； ϕ_t 為製糖率。各項價格變數都先以台灣消費者物價指數平減。

我們仍簡單以 D_{R2} 虛擬變數來刻畫蓬萊米推廣以後蔗糖業所承受之衝擊。假設蓬萊米的出現將致甘蔗供給線平行左移，若甘蔗的供給線為線型，由 5.1 小節的分析，甘蔗的價格將隨種蔗機會成本的增加而上漲。因此，我們預期式 (6) 中的 β_1 , β_2 , β_3 , 與 β_5 之估計數為正值， β_4 的符號則不確定。

表 3 中第 1 式為以 OLS 方法之迴歸結果。因為 D.W. 值落於不確定區間，第 2 式列出經調整殘差項一階自我相關之迴歸結果，以作比較。實證分析之結果與模型的預測大體

表 3: 甘蔗價格之決定: 1911–1937

常數項	糖價	米價	生產力	製糖率	D_{R2}	R^2	D.W.	ρ
.067 (4.267)**	.121 (2.959)**	.337 (3.753)**	-.015 (-1.581)*	-.004 (-3.591)**	.006 (1.417)*	.669	1.346	—
.054 (2.985)**	.072 (1.991)**	.302 (3.031)**	-.011 (-1.115)	-.002 (-1.542)*	.001 (.244)	.469	1.842	.597 (3.345)

說明: 括弧內為 t 值, ** 表示在 5% 顯著水準下, 估計值大於零 (或小於零); * 表示在 10% 水準下, 估計值大於零 (或小於零)。生產力代表稻對蔗之相對生產力; 各項資料來源請見附表 1。以 1920 年之樣本點為例, 各變數之計算方法如下。應變數為 1920–1921 製糖年期之蔗價除以 1920 年之 CPI 指數; 米價變數為 1919 年之在來米價除以同年之 CPI 指數; 生產力變數為 1919 年之稻米生產力除以 1919–1920 製糖年期之蔗生產力。製糖率則為 1920–1921 年期之製糖率。

一致。首先, 糖價與米價係數之估計值與模型推論一致, 皆顯著大於零。以 OLS 方法估計之生產力係數在 10% 水準下小於零, 但經調整殘差項一階自我相關後, 則變成不顯著。類似的, 虛擬變數 D_{R2} 的係數雖在 10% 水準下顯著大於零, 經調整殘差項一階自我相關之後, 卻變成不顯著大於零。

最後, 製糖率係數估計值分別在 5% 與 10% 水準下大於零。雖然我們無法利用這結果, 進一步地肯定第 4 節的 cartel 模型; 不過, 我們卻可看出, 在 1910 年以後, 日本製糖會社絕非是個國際糖價的被動接受者。因圖 4 讓我們理解到: 若糖公司為糖價接受者, 則甘蔗採購價格應為製糖率的增函數; 但迴歸結果卻強烈顯示蔗價為製糖率之減函數。

4 結語

本文自一市場均衡模型, 來理解日治時期台灣蔗糖業的事蹟。根岸勉治 (1932) 認為台灣的蔗價主要是由本地的米價決定。本文則強調, 台灣的蔗價其實深受日本糖價的影響。雖然在關稅保護下, 日本糖價並不等於世界糖價, 然而兩者間保持著亦步亦趨的關係, 表 2 顯示日本糖價與美國糖價的相關係數達 0.742。既然國際糖市的景氣左右了日本的糖價, 我們可以推論國際糖價的波動亦牽動了台灣的蔗價, 並影響到台灣蔗農的種植意願。在一次大戰期間, 歐洲甜菜糖減產, 致世界糖價高漲, 也刺激了台灣蔗田面積的銳增。1918 年至 1919 年間, 台灣的蔗糖外銷瑞士、芬蘭、西班牙、土耳其等國, 這是台灣糖業的黃金時代。⁴⁰ 相反地, 在 1930 年代初期的經濟恐慌中, 台灣蔗作面積則見萎縮 (見圖 1)。

⁴⁰ 見矢內原 (1929), 頁 205。

從1901年台灣製糖株式會社在橋仔頭設立糖廠迄今，台灣的新式製糖廠已有近百年的歷史。本文主要分析日治時期米糖相剋的現象；同樣的現象在戰後依然存在。但是，戰後的糖業經營還面臨其他的困難。以下略述我們的初步觀察，並期待未來有進一步的研究出現。

日治末期，台灣新式製糖廠合併成四家。戰後，國民政府接收之，並改組為國省合營的台灣糖業公司。台糖接收了舊日糖業聯合會的功能，卻交不出同等漂亮的成績單，必須藉出售土地的利潤，來遮掩其營業虧損。⁴¹ 這一方面要歸咎於不當的人為干預：在1946–1949年之間，台糖的生產絕大部分以不合理的低價在上海等地出售，以支援國民政府在大陸的反物價膨脹政策。⁴²

從另一個角度來看，戰後台糖的經營效率也不及日治時期的民營製糖會社。舉例來說，日治時期各糖廠在訂定蔗價時，會依照各原料採集區域的水利、天候、蔗稻相對生產力等特性，設定不同的採購價格。戰後，原料採集區域的制度仍然保存，各地的台糖製糖廠依舊為其區域內的甘蔗獨買者。但是，台糖不復依照各區域不同的稻作競地情勢，來訂定差別性的蔗價，它以全省統一的價格收購各地域的甘蔗。

日治時期糖廠之甘蔗收購價格係預定，期貨契約保障了蔗農的收入。戰後恢復了日治之前的「分糖法」，糖廠與蔗農對分製成的砂糖，故蔗農的所得繫乎砂糖製成時的糖價。彼時糖價大幅起落，致蔗農承擔了很大的風險。為了減少糖價低落所致蔗農的損失，自1951年期開始，政府又改以最低價格保證收購農糖，以保障蔗農的收入。收購政策的反覆不定，對於農民的植蔗意願不免產生影響。

日治時期，台灣號稱「糖業帝國」，戰後台灣的糖業卻快速地沒落了。除了彼時國際糖市巨幅的起落擾亂了農民植蔗的意願外，不同的經營方式是否也加速了台灣糖業的沒落呢？這是一個值得探討的問題。

⁴¹ 見陳師孟等 (1991)，頁 40–42。

⁴² 見吳聰敏 (1993)，表 3。

附表 1 資料附錄

年	1 在來米價	2 蓬萊米價	3 蔗價	4 台灣物價指數	5 製糖率	6 甘蔗生產力	7 在來米生產力	8 蓬萊米生產力	9 日本糖價	10 日本物價指數
1910	3.67	—	3.04	74.65	10.95	35.13	13.51	—	15.90	47.1
1911	5.04	—	2.81	82.65	10.60	32.61	13.99	—	15.50	52.9
1912	6.15	—	3.50	90.23	10.50	25.95	12.50	—	17.40	57.1
1913	5.84	—	4.33	88.18	9.50	14.06	15.52	—	17.30	59.4
1914	4.67	—	4.30	86.62	11.00	21.43	13.81	—	18.90	55.9
1915	3.58	—	4.44	79.79	9.90	28.58	14.52	—	20.39	53.1
1916	3.97	—	4.18	84.48	10.11	31.00	14.76	—	21.30	57.7
1917	5.83	—	4.03	101.89	9.62	40.50	15.49	—	24.89	72.0
1918	8.31	—	4.81	126.84	9.30	28.03	14.26	—	27.90	97.6
1919	11.61	—	6.47	155.48	9.48	28.93	14.82	—	35.89	130.0
1920	10.98	—	11.12	136.98	9.72	25.02	14.45	—	48.89	132.2
1921	6.89	—	10.01	121.63	9.45	25.48	15.03	—	31.30	122.3
1922	7.69	—	8.03	113.47	9.54	29.41	15.98	—	26.20	119.5
1923	7.10	—	6.86	109.46	9.57	35.07	14.39	—	31.51	119.6
1924	8.83	—	6.86	117.36	10.31	39.12	16.86	—	27.80	120.6
1925	10.68	14.37	6.92	124.86	9.79	41.84	17.04	20.64	27.01	124.0
1926	10.13	12.38	7.47	121.83	10.49	43.18	16.56	15.62	27.00	118.6
1927	8.30	11.49	7.84	113.77	10.34	45.16	17.42	18.11	26.91	113.3
1928	8.22	9.59	7.32	115.61	11.13	55.38	16.83	17.82	24.83	110.7
1929	8.39	9.48	7.29	115.90	11.73	63.36	16.53	18.65	25.33	107.5
1930	7.08	8.81	6.98	103.10	12.76	65.70	17.24	19.67	22.65	98.6
1931	4.55	5.58	6.12	91.40	13.59	68.32	17.17	19.07	19.90	86.7
1932	5.85	6.89	5.63	87.30	13.10	75.78	18.82	22.35	20.98	88.4
1933	6.17	7.10	4.39	89.70	13.45	64.64	16.94	21.25	22.65	91.6
1934	6.89	8.00	4.53	92.00	14.17	60.28	18.07	23.42	20.70	96.1
1935	9.08	9.98	4.86	100.30	13.24	68.55	18.02	21.71	20.70	100.7
1936	9.47	10.53	5.21	107.70	12.72	63.58	19.01	22.85	21.60	103.2
1937	8.98	10.68	5.48	113.90	13.15	70.88	18.19	22.54	22.50	111.5
1938	9.92	11.35	6.17	142.97	12.26	69.61	20.27	25.04	24.30	122.6
1939	—	—	6.39	—	12.02	79.04	19.52	22.31	—	—

說明：(1), (2): 在來米與蓬萊米價取自《台灣米穀年鑑》，昭和 14 年版，單位為圓/100 斤。(3) 蔗價單位為圓/千斤，計算方法如下：將新式製糖廠平均砂糖生產費中之原料費與原料諸費相加，再以製糖率折算。資料來源見《台灣糖業統計》，第 15，頁 96；第 28，頁 2，104。(4) 台灣物價指數為消費者物價指數，資料來源溝口敏行與梅村又次 (1988)，頁 303。(5) 製糖率取自《台灣糖業統計》，第 28，頁 2。(6) 甘蔗生產力 (1000 公斤/公頃) 為新舊式與改良糖廠總合數字，以蔗糖年度登錄。因此列於 1913 年下之製糖率數字是 1911 年底開始種蔗，1912 年底收成並開始製糖，1913 年上半年製糖完成。資料來源為《台灣糖業統計》，第 28，頁 1。原面積數字以甲為單位，經換算為公頃，1 公頃等於 1.03102 甲；原產量數字以斤為單位，經以 100 斤等於 60 公斤換算。(7), (8): 在來米與蓬萊米生產力 (100 公斤/公頃) 是曆年數字，以種植面積與收穫量計算而得。種植面積資料來源：在來米，1920–1938，與蓬萊米，1926–1938，各期《總督府統計書》，其他各年由 *Taiwan Agricultural Statistics, 1901–1965*，頁 25–6。在來米與蓬萊米收穫量資料來源為 *Taiwan Agricultural Statistics, 1901–1965*，頁 25–6。(9), (10): 日本糖價單位為圓/100 斤，日本物價指數為個人消費支出平減指數 (基期為 1934–1936 平均)，分別取自大川一司 (1967)，頁 141, 132。

參考文獻

- 川野重任 (1941) 《台灣米穀經濟論》。(林英彥譯, 台北: 台灣銀行經濟研究室。)
- 大川一司等編 (1967) 《物價》, 長期經濟統計卷 8, 東京: 東洋經濟新報社。
- 大川一司等編 (1974) 《國民所得》, 長期經濟統計卷 1, 東京: 東洋經濟新報社。
- 日本砂糖協會 (1939) 《砂糖年鑑》, 昭和 14 年版。
- 矢內原忠雄 (1929), “台灣糖業帝國主義”, 載於原作者, 《日本帝國主義下之台灣》。(周憲文譯, 帕米爾書店, 1985 年。)
- 《台灣之水利問題》 (1950) 台灣研究叢刊第 4 種, 台北: 台灣銀行金融研究室。
- 《台灣米穀年鑑》 昭和 14 年版, 台北: 台灣總督府米穀局。
- 《台灣社會運動史》 (1989) 台灣總督府警務局編, 台北: 創造出版社譯。
- 《台灣省五十一年來統計提要》 (1947) 台灣省行政長官公署統計室編, 台北: 台灣省行政長官公署統計室。
- 杉野嘉助 (編), 《台灣糖業年鑑》, 1928 年版與 1930 年版, 台北: 台灣通信社。
- 吳密察、吳瑞雲 (編譯) (1992) 《台灣民報社論》 台北: 稻鄉出版社。
- 吳聰敏 (1993), “台灣長期總產出之變動與產業結構變遷”, 台大經濟系未發表論文。
- 吳聰敏 (1993), “1910 年至 1950 年台灣地區國內生產毛額之估計”, 《經濟論文叢刊》, 19:2, 127-175。
- 吳聰敏、高櫻芬 (1991), “台灣貨幣與物價長期關係之研究”, 《經濟論文叢刊》, 19:1, 23-71。
- 岩生成一 (1933) “荷鄭時代臺灣與波斯間之糖茶貿易”, 《南方土俗》, 2:2, 123-141。(中譯版載於《台灣研究叢刊第 32 種: 台灣經濟史 2 集》, 53-60。)
- 柯志明 (1989) “所謂的米糖相剋問題 – 日據台灣殖民發展研究的再思考”, 《台灣社會研究季刊》, 2:3, 73-124。
- 根岸勉治 (1932) “台灣製糖原料之取得與收購價格”, 載於渡邊侃 (編), 《農政與經濟》, 東京: 岩波書店。
- 根岸勉治 (1935) “臺灣之農業企業與米糖相剋關係”, 《社會政策時報》, 第 178, 179 號。(許粵華譯, 《台灣銀行季刊》, 9:4。)
- 孫鐵齋 (1954) “台灣糖業契約原料收買制度之研究”, 《台灣銀行季刊》, 7:1, 65-83。
- 涂照彥 (1975) 《日本帝國主義下的台灣》, 東京: 東京大學出版會。(李明俊譯, 台北: 人間出版社, 1992 年。)
- 張漢裕 (1953) “台灣米糖比價之研究”, 台灣研究叢刊第 24 種, 1-29。

- 陳師孟等 (1991) 《解構黨國資本主義》，台北：澄社。
- 曾汪洋 (1956) “日據時代台灣糖價之研究”，《台灣研究叢刊第四十種：台灣經濟史四集》，73–88。
- 《第二次糖業記事》(1903) 台北：臨時臺灣糖務局。
- 《臺灣製糖株式會社史》(1939) 臺灣製糖株式會社 (編)。
- 《臺灣糖業統計》，第 15 (1927)、第 28 (1941) 台北：臺灣總督府殖產局。
- 《臺灣總督府統計書》各期，台北：臺灣總督府。
- 《臺灣の金融》(1930) 臺灣總督府財務局。
- 蜀眞 (1950) “台灣之肥料”，《台灣銀行季刊》，3:4, 194–224。
- 《糖業》(月刊) 臺灣糖業研究會，各期。
- 《臨時臺灣糖務局年報》，第二 (1904)、第四 (1906)、第六 (1908) 台北：臺灣糖務局。
- 藤井鄉川 (1932) 《台灣糖業之實際》，台北：新聞合同通信台灣支社。
- Davidson, J. W. (1903) *The Island of Formosa, Past and Present*, London and New York: Macmillian & Co.
- Rao, P. and Griliches, Z. (1969) “Small Sample Properties of Several Two Stage Regression Methods in the Context of Autocorrelated Errors,” *Journal of the American Statistical Association*, 64:1, 253–72.
- Ross, S.M. (1983) *Stochastic Processes*, New York: John Wiley & Sons.
- Taiwan Agricultural Statistics, 1901 – 1965* (1966) ed. by Joint Chinese-American Commission on Rural Reconstruction, Taipei, Taiwan.
- Yeh, S. (1991) “Economic Growth and the Farm Economy in Colonial Taiwan, 1895 – 1945,” Ph.D. dissertation, University of Pittsburgh.