

關渡平原焚化爐運轉前後水稻產量之分析

黃文達⁽¹⁾ 許明晃⁽²⁾ 楊志維⁽²⁾ 楊佳豪⁽²⁾ 陳建璋⁽²⁾ 盧虎生⁽¹⁾ 楊棋明^{(2)*}

⁽¹⁾國立台灣大學農藝學系

⁽²⁾中央研究院生物多樣性研究中心

*通訊作者：cmyang@gate.sinica.edu.tw

摘要

本研究探討關渡平原 1991-2003 年水稻產量之變化，原始數據來自農委會農糧署，該期間大部分二期作水稻皆為再生稻。以焚化爐開始運轉 1998 年為界，分析該年前後各 6 及 5 年之水稻產量變化。關渡平原一期作水稻產量於 1998 年前與後都呈逐年增產趨勢，而 1998 年後之增產趨勢是建立在更高產量上。1998 年之後二期作再生稻產量亦呈增產趨勢，但之前則呈減產趨勢。此增產現象之發生，主要應歸因於栽種台梗 8 號 (TK8) 與耕種方式之改變。1998 年之前關渡平原稻穀產量是減產年多於增產年，或減產期多於增產期；而 1998 年之後，反而是增產年多於減產年，或增產期多於減產期。不論是 1998 年之前或之後，長期以來關渡平原二期作再生稻產量只是其一期作移植稻之 4-6 成產量而已。亦即，二期作水稻都比一期作水稻平均減產 4-6 成。以上結果明確顯示，1998 年之後關渡平原水稻未減產反而是增產；因此，1998 年之後關渡平原水稻產量並無驟減或逐年減產之事實。

關鍵詞：關渡平原、水稻產量、一期作水稻、二期作水稻、減產期、增產期。

Analysis on the change of rice yield in Guandu Plain before and after the operating of Beitou Garbage Incinerator

Wen-Dar Huang¹, Ming-Huang Hsu², Zhu-Wei Yang², Jia-Hau Yang², Jian-Chang Chen²,
Hu-Sen Lur¹ and Chi-Ming Yang^{2*}

¹Department of Agronomy, National Taiwan University, Daan, Taipei, Taiwan, R.O.C.

²Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author: cmyang@gate.sinica.edu.tw

Abstract

The research is aimed to study the change of rice yield between 1991 and 2003 in Guandu Plain. Data resource was from Council of Agriculture. About 99% of second crops are ratoon rices at that period. On the basis of rice data analysis, first-crop rice yield showed a tendency to increase both before and after operation of incinerator. Moreover, it showed a tendency to increase higher yield after 1998. This became a frequent phenomenon in this area. Second-crop ratoon rice yield also showed a tendency to increase, but it showed a tendency to decrease before 1998. Basic factors for the increase of rice yield are cultivation of TK8 and change of cultivation type. Before 1998, rice yield in Guandu Plain is that years to decrease are always higher than those to increase or periods to decrease are always higher than those to increase. After 1998, the condition was changed. Rice yield in Guandu Plain is that years to increase are always higher than those to decrease or periods to increase are always higher than those to decrease. Most of second-crop rices in Guandu Plain are ratoon rices and their yield was only 40-60% of first-crop rice yield in the same year all the time. On the other word, compared to first-crop rice yield, second-crop ratoon rice yield was on average reduced up to 40-60%. Irrespective of first- or second-crop, reduction in rice yield up to 60% as stated by petitioners should be an individual particular phenomenon, even though it is true, it is not a common phenomenon. As a result, it cannot be attributable to construction of garbage incinerator. Petitioners might have a misunderstanding about computation and comparison of rice production. As a matter of fact, bacterial blight in Guandu Plain is not worsened or becomes severe, so there is no any tangible interrelation between the running of incinerator and the breeding of bacterial blight. In conclusion, it has evidently showed rice yield was not decreased, but it was increased on the contrary after 1998 in Guandu Plain. No any evidence for 60% of reduction or gradual reduction in rice yield after 1998.

Keyword: Guandu Plain 、 rice yield 、 first-crop rice 、 second-crop rice 、 decrease period 、 increase period.

前言

稻米為台灣主要農作物，由於氣候溫暖，雨量充沛，全年可有兩期作水稻作。長期統計資料顯示，台灣二期作水稻之平均產量低於一期作水稻約四分之一，此因兩期作水稻生長於明顯不同的氣象環境所致⁽¹⁰⁾。一期作水稻生育期自春到夏，由較低溫及低日射量漸至高溫及多日射量的條件下生長，其稻穀生產量平均可達到 5000kg/ha 以上。二期作水稻則相反，經歷自夏到秋或冬，其生長初期處於高溫及多日射量，而其收穫期則處於低溫及少日射量。

二期作水稻在農藝學上之明顯特徵為：(1)單位面積有效穗數減少；(2)結實率降低；和 (3)粒重較輕⁽¹⁰⁾。二期作水稻穗數減少之主因為生育初期氣溫過高，降低其分蘗數⁽⁷⁾。結實率降低，則因二期作水稻孕穗開花期常遇低溫所致⁽¹¹⁾。另外，二期作水稻生育後期日照不足而限制其光合作用效率⁽⁷⁾。而二期作水稻抽穗期延長，且日照量不足，故導致結實不良而影響粒重減輕，直接導致產量降低⁽⁸⁾。簡言之，兩期作水稻所處氣象環境不同，是導致產量差異最根本原因⁽³⁾。由於兩期作水稻所經歷的氣象環境差異極大，稻作生理反應差異甚大，颱風與焚風之是否侵襲，對土壤中有機物質之分解速度，病蟲害之發生種類，為害之時期及損失之程度等，皆導致兩期作水稻產量明顯差異。

再生稻不必整地、播種、育苗、插秧，故可節省勞力，降低生產成本^(1、2)。再生稻栽培過程大部份都已能控制，但其抽穗不整齊，收穫時易發生成熟度不一的現象，不易徹底地有效解決，並明顯的影響產量及品質。再生稻長至 15-20cm 時，於離地面 3-5cm 處割蘗一次，可獲得較佳的產量及品質，但品種間有不同的表現。降低割蘗高度可以提高抽穗整齊度、改善糙米外觀及碾米品質，食味亦稍有改善，但仍較移植栽培的米質表現為差。但以齊穗後 40 天及 45 天收穫，較能改善再生稻的稻米產量及品質⁽²⁾。亦即，二期作再生稻在最好的照顧下，齊穗後 25-45 天收穫之產量也僅達移植栽培之 58-82%。

農糧署 (2003) 長期資料顯示，關渡平原水稻面積不大，歷年二期作約 99% 都是再生稻。本文以 1998 年為界，該年不列入統計，而比較 1991-1997 年間與 1999-2003 年間關渡平原稻穀產量之變化。

材料與方法

一、水稻相關資料

「關渡平原水稻相關資料」取自農委會農糧署 (2003)，時間範圍縱跨 1991-2003 年，空間範圍涵蓋整個關渡平原。此項資料顯示，歷年來關渡平原每年一期作水稻與二期作水稻之栽種面積、稻穀總產量、平均每公頃產量、水稻品種變化、重要病蟲害疫情、鳥害與颱風訊息之完整記錄。

二、統計分析

迴歸分析根據 SAS (statistic analysis system) 軟體完成。

結果與討論

一、地理位置

關渡平原位於台北盆地西北方，地理位置特殊，基隆河自東向西繞於南境，匯入自南向北行於西邊之淡水河；陽明山國家公園與大屯火山群阻隔於東與北境，使之與距離約十公里之台灣海峽相隔開。其間雙溪、五分港溪、磺溪、貴子坑大排、水磨坑溪、舊貴子坑溪等天然與人造溪流與溝渠，自東北往西南貫穿關渡平原後注入基隆河。淡水河與基隆河匯合處即為今之關渡自然保護區與關渡公園，位於關渡平原之西南角，秋冬各種鳥類會集棲息於此。

二、種植面積和品種

農糧署(2003)長期資料顯示，關渡平原水稻面積不大。1991 年一及二期作水稻分別有 493 及 420 公頃，在 1994 年時分別為 354 及 232 公頃，短短三年內兩期作水稻栽種面積都快速減少 28.2%及 44.8%，二期作水稻面積減少速度比一期作水稻快。1995 年兩期作水稻都增加，分別為 370 及 290 公頃，而 1996 年兩期作水稻又再度增加，分別為 374 及 306 公頃。其後逐年緩慢減少，2003 年分別只剩約 276 及 251 公頃 (圖 1)。

1991-1998 年期間關渡平原水稻都是台農 67 號(TN67)，1999-2001 年有 50%改種台梗 8 號 (TK8)，隔年以後 80%以上都種 TK8。歷年二期作約 99%都是再生稻。

三、稻穀產量變化

根據農糧署之資料，關渡平原歷年稻穀產量與全台其它地區比較，一樣也是起起伏伏，增減不定。以 1998 年為界進行分析，很巧合的是，該年以前關渡平原都只栽種台農 67 (TN67)；以後開始有台梗 8 號 (TK8) 品種，1999 與 2000 年各佔約 50%，2002 年後增到 80% (圖 2)。

1991-1998 年期間，每年一和二期作水稻每公頃之稻穀產量分別是 4900 及 3059、4310 及 3877、5817 及 3048、4874 及 2374、5828 及 2443、5801 及 3096、5115 及 2972、5030 及 2206 公斤。而民國 1999-2003 年期間，每年一和二期作水稻之稻穀產量則分別是 5704 及 2659、5697 及 2791、5729 及 2481、6767 及 3297、6002 及 3574 公斤。後面 5 個年度之稻穀產量都比前面 7 個年度高，尤其是一期作水稻更是明顯 (圖 2)。

1992-2003 年間一期作水稻之增減幅度分別為：-12.0、+35.0、-12.2、+19.6、-0.5、-11.8、-1.7、+13.4、-0.1、+0.6、+18.1、-11.3%；而同期間二期作水稻之變化幅度則分別是：+12.7、-21.4、-21.2、+2.9、+26.7、-4.0、-0.3、+20.5、+5.0、-11.1、+32.9、+8.4% (圖 3)。明顯的，不論是一或二期作水稻，其增減幅度都是起伏不定，此種趨勢變化與全台其它地區是類似的。

資料顯示，1991-1997 年間，關渡平原稻穀產量是減產年多於增產年，或減產期多於增產期，有增有減；1999-2003 年間，反而是增產年多於減產年，或增產期多於減產期 (表 1)。1998 年前的 6 個年度，其一期作水稻有 4 個年度是減產年，而有 2 個年度是增產年，減產及增產年分別佔 67%及 33%；而 1998 年後總共 5 個年度，有 2 年是減產年，有 3 年是增產年，減產及增產年分別佔 40%及 60%。在二期作水稻方面，1998 年前 6 個年度，減產年與增產年各 3 年，亦及各佔 50%；1998 年後 5 個年度，只有 1 年是減產年，而有 4 年是增產年，減產及增產年分別變為 20%及 80%。若以一年度含兩期比較，1998 年前 6 個年度共 12 期水稻，增產 5 期而減產 7 期，減產期比例高達 58.3%；而 1998 年後 5 個年度共 10 期水稻，則增產 7 期而只減產 3 期，減產期比例只有 30% (表 1)。

1998 年前，關渡平原農民大部分皆栽種台農 67 號水稻。統計分析顯示，此期間 (1991-1997) 之一期作水稻產量是呈增加趨勢，平均產量為 5235kg/ha；但二期再生稻則相反，呈減少趨勢，平均產量為 2981kg/ha，而此期間二期再生稻平均是一期作水稻之 57%。1998 年後逐漸改為台梗 8 號，採用新的耕種技術。此期間 (1999-2003 年)，一期與二期再生稻產量都是呈增加趨勢，其平均產量分別為 5980 及 2960kg/ha，而二期再生稻是一期作水稻之 49%(圖 4)。亦即，最近五年兩期作水稻之平均產量都明顯呈增加趨勢，尤其是 2002 年，因為風調雨順且無病蟲害，故產量特高，達歷史最高點 6767kg/ha，比前一年增產 18.1%；而同年度之二期再生稻產量則更增產 32.9%，即增產達三分之一。

很明顯地，1991-1997 年間之一期作水稻平均產量是 5235kg/ha，而民國 1999-2003 年間則為 5980kg/ha，亦即二階段平均增產幅度約 14.2%。以上分析顯示，最近五年無連續大幅減產或逐年減產之現象。最近數年產量的增加，主要是栽種新品種台梗 8 號與更新栽種技術所致。

四、二期作水稻與一期作水稻之比較

台灣任何地區之二期作水稻都比一期作水稻減產，原因不外乎是日照量、溫度與降雨量，二期作水稻累積溫度較少與日照不足所致。若二期作水稻是再生稻則產量比同期之移植稻更差，這是台灣稻作之普遍現象。

農糧署資料顯示，關渡平原歷年二期作水稻有 99% 是再生稻。民國 1991-1998 年關渡平原以 TN67 為主，以後逐年改為 TK8，自 2002 年起超過 80% 改種 TK8。1991-1997 年間之二期再生稻平均產量是 2981kg/ha，而 1999-2003 年間則為 2960kg/ha，亦即 1998 年前平均減產幅度約 0.7%。而關渡平原二期再生稻與同年一期作水稻之比例亦如其產量之起落不定，但基本上在 40-60% 之間震盪徘徊 (圖 4)。

比較特殊的是 1992 年之二期再生稻高達其一期作水稻產量的九成，此因該年一期作水稻生長期間氣候冷熱不調，影響分蘗及抽穗而導致大幅減產外，其二期再生稻則因風調雨順且無病蟲害而產量大增所致。但 2002 與 2003 年之二期再生稻則亦因風調雨順無病無害，都創歷史高峰，分別是 3297 與 3574kg/ha，比前一年增產 32.9% 及 8.4%。而 2000 與 2001 則都因遇到強烈颱風，故產量大減，分別是 2791 及 2481kg/ha，其增減幅度分別是 +5% 及 -11.1%。此印證前面所言，颱風會明顯影響產量。

根據前面的分析，關渡平原一期作水稻產量在 1998 年之後比之前平均增產 14.2%，而二期再生稻則稍減 0.7%；若以年度平均產量比較，1998 年之後仍比之前增產一成以上 (表 2)。而且，1998 年後之一、二期作水稻都呈增產趨勢 (圖 5)。由農委會統計資料中顯示，水稻台農 67 號一、二期作之區域試驗平均產量分別為 5880 及 4291 公斤/公頃，而台梗 8 號則為 6542 及 4935 公斤/公頃，可見台梗 8 號之產量表現明顯優於台農 67 號，尤其是一期作更高達 111%。因此從宏觀角度看，1998 年之後關渡平原之稻穀產量是不減反增，而此增產最主要因素應是栽種品系的改變所導致。

五、與宜蘭地區比較

宜蘭地區在緯度上與關渡平原還算相似，農耕時令也相似。1987-1996 年間該區栽種台農 67 號 (TN67)。

統計資料顯示，宜蘭地區二期作水稻每株穗數比一期作水稻減少 2.2 支，即減少約 16%。而二期作水稻結實率僅有 61%，比一期作水稻之 82%，減少 21%。二期作水稻穀粒千粒重減少 1.7g，故平均產量只有 2,795kg/ha，比一期作水稻之 4,757kg/ha 減少約 41%，即二期作水稻比一期作水稻減產超過 4 成。經由產量構成因素相關分析結果得知，二期作水稻之產量與結實率間呈顯著相關；結實率對產量之重要性佔 43%，其次為一株穗數佔 26%。此顯示二期作水稻結實率低為宜蘭地區低產之主要因素，其次為穗數減少及穀粒千粒重降低所致⁽⁵⁾。

值得特別注意的是，前述宜蘭地區台農 67 號二期作水稻都是移植稻。此二期移植稻之稻穀產量都會比同時期的二期再生稻高。亦即在產量上，一期移植稻高於二期移植稻，而二期移植稻又高於二期再生稻。根據前述 1987-1996 年間之資料，宜蘭地區二期移植稻產量比一期移植稻減產超過 4 成。而台北地區之二期作水稻產量比一期作水稻減少 20-29%或 2-3 成，極為普遍而正常^(13'9)。當然，這些都是移植稻。

1998 年是關渡平原水稻種植之重要分水嶺，之前種台農 67 號，而之後逐漸改種台梗 8 號。關渡平原一期作水稻產量都呈增產趨勢，而之後的增產趨勢是建立在比之前更高產量之基礎上。此增產現象之發生，主要應歸因於栽種台梗 8 號與耕種方式之改變。1998 年之後，關渡平原於其二期再生稻產量亦呈增產趨勢，而之前則呈減產趨勢。關渡平原二期作水稻幾乎都是再生稻，不論是 1998 年之前或之後，長期以來其產量只是同年度一期作水稻之 4-6 成產量而已。亦即，二期作水稻再生稻都比同年度一期作水稻平均減產 4-6 成，個別農田可能減產更多。

參考文獻

1. 丁全孝、劉瑋婷。1997。水稻再生栽培對稻米產量及品質影響之探討 I：割樁高度處理之效應。花蓮區農業改良場研究彙報。13:17-34。
2. 丁全孝、劉瑋婷。1998。水稻再生栽培對稻米產量及品質之影響 II：不同收穫期之效應。花蓮區農業改良場研究彙報。16:23-32。
3. 李蒼郎。1990。氣象因子對水稻產量構成因素之影響及產量估計模式。國立中興大學農藝學研究所碩士論文。
4. 李祿豐。1998。宜蘭地區水稻產量構成因素對第一、二期作產量之影響。花蓮區農業改良場研究彙報。15:59-66。
5. 李祿豐。1999。氣象因素對宜蘭地區水稻產量之影響。花蓮區農業改良場研究

彙報。17:93-103。

6. 林秀雄。1976。高水溫對於台灣二期水稻生理生態之影響。中華農學會報 95:24-35。
7. 林安秋、蘇新。1976。一、二期水稻群落光合作用之比較。科學發展月刊。4(11):5-21。
8. 林安秋、賴光隆、李祿豐。1979。一、二期作水稻抽穗特性之研究。中華農學會報。107:17-24。
9. 林孟輝、黃振增、陳素娥、林芳洲、張學琨。1995。桃園地區 81 年第二期作水稻在氣象因素影響下減產原因之探討。中華農業氣象。2(2):47-96。
10. 黃真生。1979。台灣水稻第二期作低產之原因。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。Pp. 29-36。
11. 湯文通、高景輝。1972。溫度對水稻生育之影響。中華農學會報。77:16-25。
12. 農委會農糧署。2003。台北市北投地區關渡平原水稻相關資料。
13. 謝順景。1979。台灣一、二期作稻產量構成因素及其他性狀表現之差異第二期作稻作低產原因及其解決方法研討會專集。Pp. 49-50。行政院國科會專刊第 4 號。

表 1. 北投垃圾焚化廠運轉前後關渡平原稻穀產量增減之狀況。

年度	一期作水稻		二期作水稻		全年度	
	增產年	減產年	增產年	減產年	增產年	減產年
80-86	2	4	3	3	5	7
87	0	1	0	1	0	2
88-92	3	2	4	1	7	3

表 2. 北投垃圾焚化廠運轉前後關渡平原稻穀平均產量與增減幅度。

年度	平均產量(kg/ha)			平均增減幅(%)	
	一期作水稻	二期作水稻	二期/一期	一期作水稻	二期作水稻
80-86(A)	5235	2981	0.57	+1.63	-4.59
87	5030	2206	0.44	0	0
88-92(B)	5980	2960	0.49	+4.84	+11.1
B/A	1.142	0.993		+2.97	(+2.42)

+表示增加，-表示減少；80-87 台農 67 號，88-92 台農 67/台梗 8。

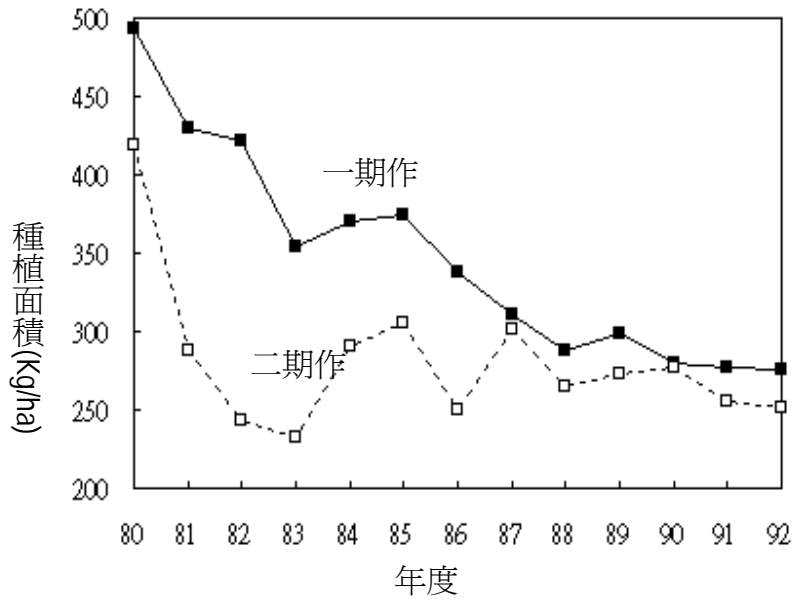


圖 1 關渡平原歷年來種植水稻面積之變化。

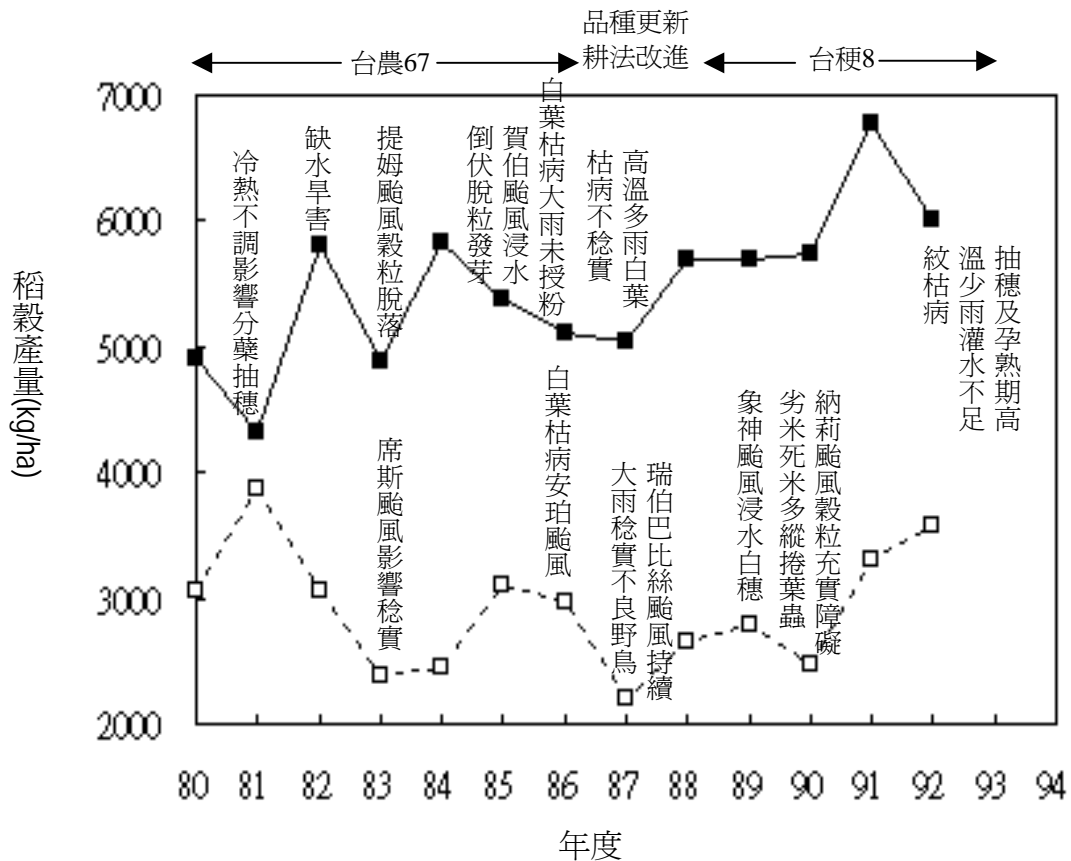


圖 2. 關渡平原歷年一期與二期作水稻稻穀產量變化及病蟲害疫情。實線為一期作水稻，虛線為二期作水稻。

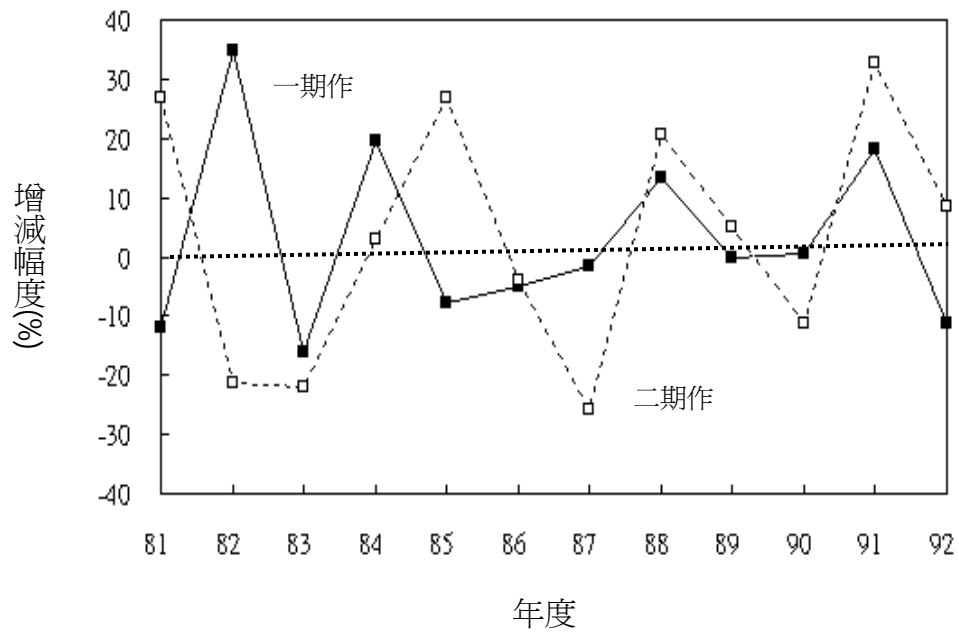


圖 3 關渡平原歷年一期與二期作水稻稻穀產量之增減幅度。實線代表一期作水稻，虛線代表二期作水稻。粗虛線表示增減幅度為零。

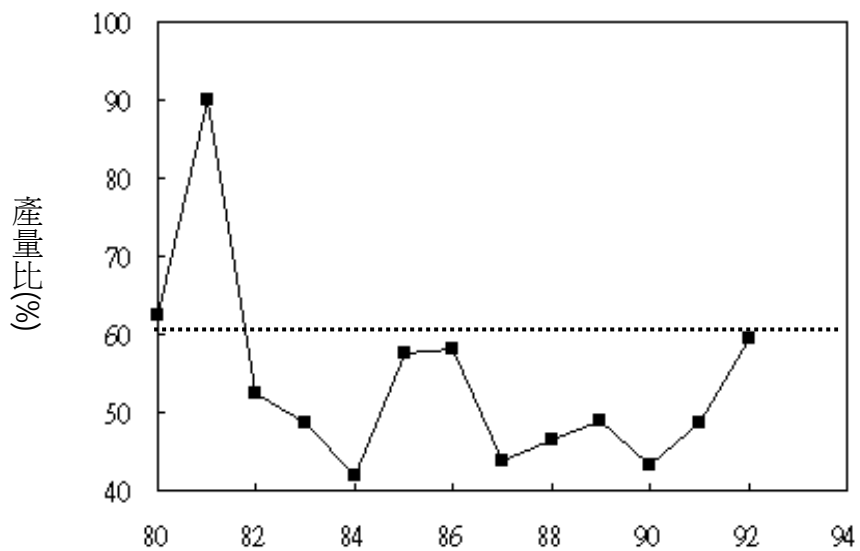
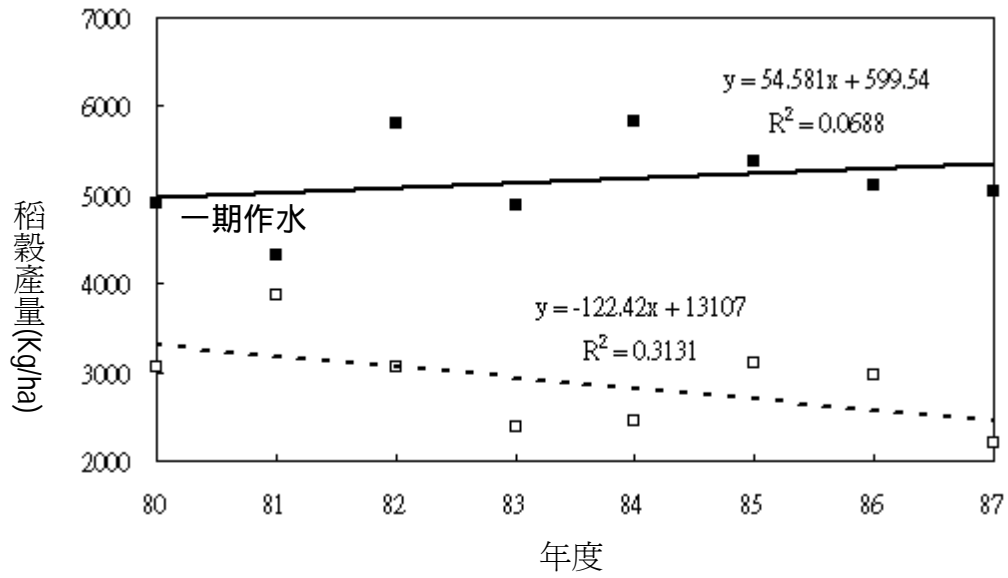


圖 4. 關渡平原歷年二期作水稻與一期作水稻稻穀產量比值。虛線代表 60% 水平。

A. 民國 87 年前



B. 民國 87 年後

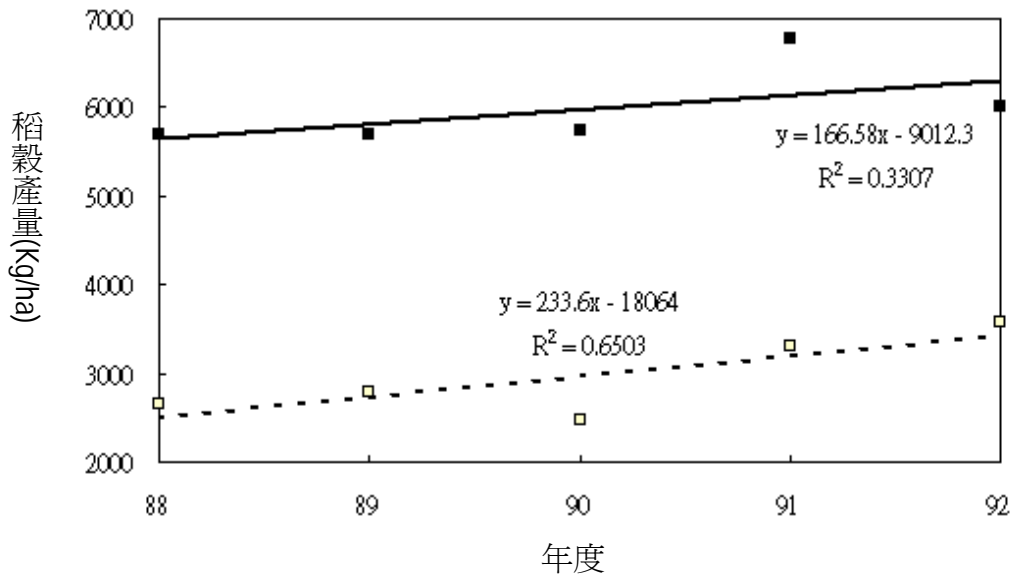


圖 5. 北投垃圾焚化廠運轉前後關渡平原稻穀產量趨勢分析。實線表示一期作水稻，虛線表示二期作水稻。