

臺灣地區氣象因子與水稻產量預測 模式之初步研究

*The preliminary study on the weather-yield relationships
for the forecasting models of paddy rice
production in Taiwan*

郭文樂 曾文柄 楊之達 鄭淑賢

Wen-Shuo Kuo Wen-Ping Tseng Chea-Yuan Young Shu-Hsien Chen

ABSTRACT

The authors use stepwise regression analysis to measure the influence of weather on the yield of paddy rice in 16 Chens (Hsiang) in Taiwan, and to establish some forecasting models for rice yield. The time trend is used to evaluate the technological improvements. The time factor and meteorological variables account for 80% or more for the yield variation in all models. The selected meteorological variables lack similarity among the 16 chens. Both the mean temperature in March and the duration of sunshine in April are significant variables in most models of the 1st crop. The authors find out that the mean temperature in July and the rainfall in August are significant variables for the 2nd crop models. The typhoons in September, October and November remarkably affect the yield in most of the Chens. Comparing the calculated yield of 1977 and 1978 with the actual yield of the same period to verify the accuracy of the models. It is found that most of the calculated yield are very close to the actual yield within the 99% fiducial limit of actual yield. The significant departure between calculated and actual yield may be caused by typhoon, heavy rainfall and pest diseases.

摘 要

本研究以產量之時間趨勢控制影響水稻產量之技術因素，並利用逐步迴歸分析法，建立氣象因素對本省十六個鄉鎮水稻產量之預測模式。一期作之預測模式解釋程度均相當高， R^2 均在 0.80 以上。產量之時間趨勢皆為重要變數。影響各鄉鎮產量之氣象因素頗不一致，一期作以三月平均溫度及四

月日照時數為重要變數，二期作則以七月平均溫度二次關係及八月雨量二次關係為重要變數。二期作之颱風變數以九、十、十一月之颱風均有顯著不利之影響。以民國六十六、六十七年之資料檢定預測模式之準確性，大部分鄉鎮估測產量與實際產量差異不大，均在實際產量之 99% 可信限界內，差異較大者，多為颱風、豪雨、病蟲害等災害所致。

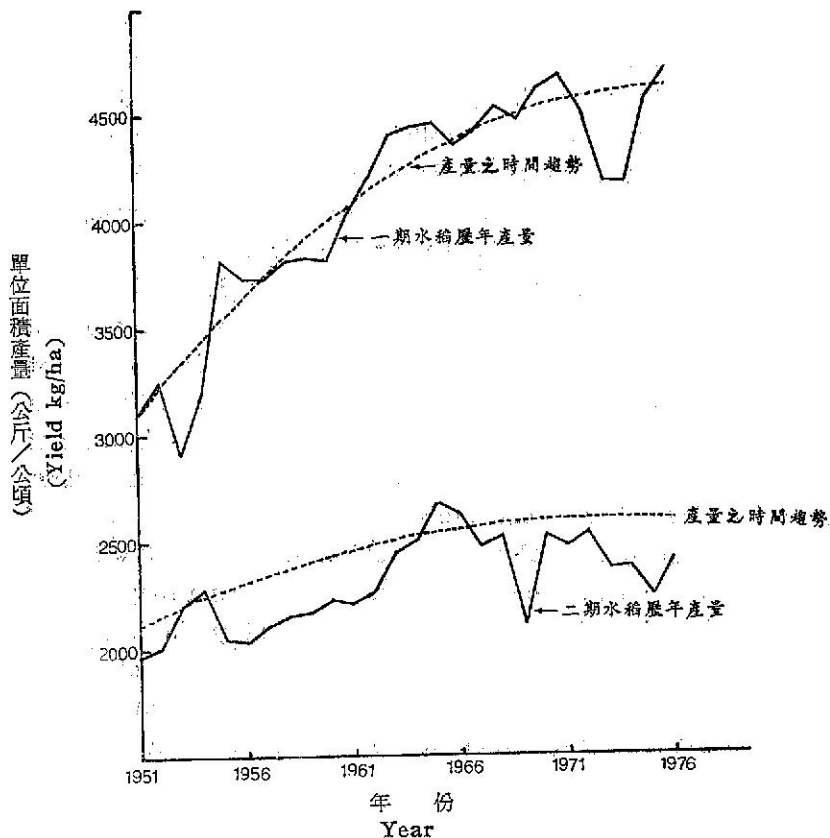
前 言

農作物產量之預測為農業氣象重要課題之一，無論直接從事生產的農民或間接有關的農業機構，都希望能於農作物收穫前預知其產量，以便對農作物價格及產銷等，能預作適當之籌劃。

氣象環境之變化對於作物生育之影響頗為密切，近年來國內外有關學者有利用局地實驗探求氣象條件對於作物產量之影響；亦有利用統計方法分析作物歷年來之產量趨勢，尋求與氣象因素之數學關係，期能直接或間接利用氣象因素預測產量。例如朱良基 (1976) (7) 曾利用逐步迴歸法分析本省西部地區水稻產量與各生育期氣象環境及重要農藝性狀之關係，建立水稻產量預測模式；鄔宏濬

(1975) (11) 利用主成分之分析及因子分析法，尋求二期水稻低產之原因；在國外，Thompson 氏 (1962~1970) (2, 3, 4, 5, 6) 曾經做了一系列之研究，分別利用氣象因素來估算玉米、大豆、小麥等作物之產量，採用複迴歸法建立產量之時間趨勢及逐月氣象因素對於產量之預測模式。

農作物產量除受氣象環境之影響外，技術因素諸如品種改良、肥料施用及病蟲害防治等也有關係。近年來本省水稻栽培由於育種、生理、病理等各方面專家之努力，使得水稻產量逐年有明顯增加之趨勢（以高雄市歷年水稻單位面積產量變化為例，見圖一）。因此，如何在氣象因素以外再加入其他控制技術因素之變數，以提高產量預測模式之解釋程度，成為關鍵性之問題。



圖一 高雄市歷年水稻單位面積產量變化及其時間趨勢
Fig 1. Actual yield and trend of paddy rice in Kaohsiung

水稻為本省栽培面積最廣之最主要糧食作物，因此本研究以水稻為對象，利用產量之時間趨勢來控制技術因素。為便於達到產量預測之實用目的，以逐月氣象因素為自變數，利用複迴歸分析法選取

重要變數，以建立水稻產量預測模式，闡明各地區氣象條件與水稻產量之定量關係，再配合這些地區之長期天氣預報，輸入已建立之模式中，希望能在水稻收穫前一個月或幾個月，預估水稻之產量，提

供有關單位參考，俾便對於水稻儲存倉庫之分配、收割勞力之調整及水稻價格及運銷等，均有適宜之因應措施，對本省水稻之生產能作最有效及合理之分配應用。

研究 方 法

配合中央氣象局及臺糖公司等所屬之測站，在本省各地區挑選淡水等十六個鄉鎮，利用逐步迴歸

分析法，建立產量之時間趨勢及氣象因素對於水稻產量之預測模式，茲將其方法略述於後：

I. 資料來源：

水稻產量資料係根據糧食局編印之糧食統計要覽，以鄉鎮為單位之歷年（1951~75）水稻單位面積產量紀錄；氣象資料則為配合選出各鄉鎮位置適當之本局所屬測站或民用測站紀錄。選出之鄉鎮及氣象測站列如表一。

表一 選出之鄉鎮及氣象測站

Table 1. The selected locations and weather stations

鄉 鎮 location	氣 象 測 站 weather station	緯 度 latitude	經 度 longtitude	海 拔 高 度 elevation(m)
淡 水 鎮	淡水測候所	25° 10'	121° 16'	19
宜 蘭 市	宜蘭測候所	24° 46'	121° 45'	7.4
新 竹 市	新竹測候所	24° 48'	120° 58'	32.8
竹 南 鎮	畜產試驗所氣象站	24° 43'	120° 56'	50
臺 中 市	臺中測候所	24° 9'	120° 41'	83.8
北 港 鎮	北港防風林氣象站	23° 35'	120° 17'	10
臺 南 市	臺南糖試所氣象站	23° 58'	120° 13'	21.6
新 營 鎮	新營糖試所氣象站	23° 18'	120° 19'	13.6
高 雄 市	高雄測候所	22° 35'	120° 18'	2.4
小 港 鄉	小港糖廠氣象站	22° 33'	120° 20'	3.6
屏 東 市	屏東糖試所氣象站	22° 40'	120° 30'	24
萬 丹 鄉	萬丹甘蔗育種場氣象站	22° 36'	120° 26'	43
南 州 鄉	南州糖廠氣象站	22° 30'	120° 30'	7
恒 春 鎮	恒春測候所	22°	120° 45'	22.3
臺 東 市	臺東測候所	22° 45'	121° 9'	8.9
成 功 鎮	大武測候所	22° 21'	120° 54'	7.6
花 蓮 市	花蓮測候所	23° 58'	121° 37'	17.6

II. 分析方法：

本研究參考 Thompson 氏 1969 年之模式，將產量預測模式修正如下：

$$\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}_1 T + \hat{B}_2 T^2 + \sum_{i=1}^N \hat{C}_i (X_i - \bar{X}_i) + \sum_{i=1}^N \hat{D}_i (X_i - \bar{X}_i)^2 + \hat{E} P$$

式中 \hat{Y} 為各期作水稻單位面積預測產量
 T 為產量總趨勢，其值以 1951 年為 1，1952 年為 2，……，1976=26。
 X_i 為該期作生育期間之氣象變數，包括平均氣溫、總雨量及日照總時數（以月為單位）
 \bar{X}_i 為各該氣象變數之累年平均值

P 為特殊災害變數，如颱風、病患害變數等。

\hat{A} 為起點值

\hat{B}_1, \hat{B}_2 分別為產量之時間趨勢之一次直線及二次曲線迴歸係數。

\hat{C}_i, \hat{D}_i 分別為氣象變數之一次直線及二次曲線迴歸係數。

\hat{E} 為特殊災害變數之迴歸係數。

各鄉鎮一、二期水稻單位面積產量變化雖有逐年明顯增加之趨勢，然而亦有少數年份由於遭受颱風、豪雨、病患害等災害，使得產量偏低，影響模式之準確性，因此將這些少數特殊年份剔除，二期作並另選擇資料年數較為齊全之鄉鎮，加入颱風變數，參考農業年報之颱風災害水稻受災紀錄，如某

鄉鎮某月無災害紀錄，則該鄉鎮該月之颱風變數之值為 0，有一次災害者為 1，二次災害者為 2，依序類加。

本研究為求簡便有效之產量預測方法，故利用逐步迴歸法，選擇少數在水稻生育期中關係重要之氣象變數，以構成水稻產量預測模式，其過程為：

(1)由相關矩陣中選出與因變數 (dependent variable) 關係最密切之自變數 (independent variable)，納入模式中。

(2)由其餘自變數中選出其迴歸平方和使總平方和減少最多者，即減少平方和 (reduced sum of squares) 最大者，依次選入模式中。

(3)重複(2)步驟，繼續挑選自變數，直到減少平方和佔總平方和之比小於 1% 時，即停止選擇變數，已選入之所有變數即構成預測模式。

(4)計算模式中各部份迴歸係數 (partial regression coefficient) 之 t 值，以測驗其顯著性。

(5)計算複相關決定係數 R^2 ，其值為迴歸平方和與總平方和之比，決定模式中所有自變數對於因變數變異成分之解釋能力。

(6)計算估測值之標準偏差，以表示模式估測值之穩定性 (stability)。

以上統計分析過程均利用行政院主計處 IBM 370 電子計算機操作。

結果與討論

茲將各鄉鎮一、二期水稻產量預測模式分別列如表二及表三，並利用此預測模式估算民國六十六年及六十七年之產量，與實際產量比較，以檢定產量預測模式之準確性，茲分別討論於後：

一、預測模式：

(1)一期作：

各鄉鎮一期作預測模式之解釋程度均相當高，複迴歸決定係數 R^2 除恒春為 0.89 以外，其餘鄉鎮均達到 0.9 以上，即預測模式所納入之變數已能解釋產量變異成分之 90% 以上。各鄉鎮產量之時間趨勢均非常顯著，其中花蓮甚至無氣象變數納入，產量之時間趨勢對產量變異成分之解釋程度達 95%。各鄉鎮影響產量之氣象因素並無顯著之一致性，僅有臺中、北港、臺南、小港、屏東、南州之三月平均氣溫，以及高雄之一月平均氣溫，恒春之二月平均氣溫，均有顯著之負值部分迴歸係數，表

示臺中以南各鄉鎮生育初期氣溫越低，反而有利於產量之增加；淡水、北港、高雄、南州、臺東之四月日照時數亦有顯著之正值部份迴歸係數，即四月日照時數越多，產量越高；北部地區六月值抽穗末期至成熟期，宜蘭六月降雨量過多將使產量降低，新竹則以六月雨量之二次關係為影響產量之氣象因素，六月雨量與常年同月之差值越大，產量將越低；臺中地區四月與五月分別為分蘗期至抽穗期，雨量過多將不利於產量。由於各鄉鎮可利用之資料年數長短不齊，且經過變數選擇後，納入預測模式之氣象變數不多，所以即使屬於同縣之鄉鎮，如高雄、小港，以及屏東、萬丹、南州、恒春等，其預測模式亦缺乏一致性。

(2)二期作：

二期作除了將產量特別低之畸型資料剔除而導得預測模式外，並利用原來全部年數加入颱風變數而導得預測模式，兩種模式比較結果，大致以加入颱風變數者效果較佳。二期作各鄉鎮預測模式之解釋程度亦相當高，複迴歸決定係數 R^2 除恒春為 0.72 以外，其餘均在 0.80 以上，產量之時間趨勢變數除萬丹不顯著外，其餘鄉鎮均非常顯著。各鄉鎮影響產量之氣象因素較一期作更缺乏一致性，僅新竹、新營、高雄之七月平均氣溫二次關係有顯著之部份迴歸係數，且為負值，即七月平均氣溫與常年同月偏差越多，則產量越低；新營、高雄、屏東等鄉鎮之八月雨量二次關係亦有顯著負值部份迴歸係數，新營八月值分蘗期，高雄、屏東等地開始抽穗，雨量以接近常年值較理想，過多過少均不利於產量；宜蘭、高雄之九月平均氣溫二次關係為顯著正值部分迴歸係數，此時與常年差值越大之平均氣溫反而有利於產量；臺中、臺南九月值抽穗期，日照多有利於抽穗，而使產量提高；臺東，成功十月值成熟期，十月平均氣溫與常年之差值越多，越不利於產量；屏東、花蓮之十月雨量有顯著負值部份迴歸係數，屏東十月已大部分收割完畢，部分晚植稻收割中，多雨將不利於收割及晒谷，花蓮十月多雨則不利於成熟。此外，宜蘭九月、十月適為分蘗盛期至抽穗期，此時雨量為影響產量之重要因素，以接近常年值較理想；淡水十月值抽穗至成熟期，氣溫越高，且日照時數接近常年值均有利於產量之提高；新竹七月為秧苗期前後，此時之平均氣溫及雨量為影響產量之重要因素。各月颱風對於各鄉鎮產量之影響，以十月颱風最為顯著，除恒春外，宜

蘭、淡水、新竹及臺東之十月颱風很明顯均給產量帶來不利影響，尤其以宜蘭為最，一次十月颱風發生災害，單位產量即降低 586 公斤／公頃，臺中之九月、十一月颱風，以及臺東之十月颱風亦對產量有顯著之不利影響，但是其中亦有部分呈顯著正值關係，如淡水十一月、恆春八月以及臺東十一月之颱風災害，可能原因為同一年內颱風發生月份次序之干擾，如前面月份之颱風已造成災害，則可能影響後面月份再發生颱風時所造成災害之效果，甚至造成颱風變數在模式中之正值關係。

二、預測模式之檢定

(1) 一期作

淡水、新竹、竹南、萬丹、臺東、花蓮等鄉鎮，其預測模式對於民國六十六年及六十七年之估算產量與實際產量相去不遠，均在 99 % 可信限界內，其餘相差較大者檢討原因如下：

1. 臺中、臺南、高雄六十六年五月下旬至六月上旬分別值成熟期至收穫期，此期間內兩次連日豪雨，導致水稻倒伏發芽，而使實際產量均較估算產量降低甚多，臺中、高雄差 500 公斤／公頃以上，臺南高達 948 公斤／公頃。

2. 屏東、南州六十七年抽穗期曾發生稻熱病，加之四月下旬颱風過境，豪雨引致稻株倒伏，可能為本期作實際產量偏低之原因。

3. 恆春六十六年及六十七年實際產量均低於估算產量 1500 公斤／公頃以上，主要亦由於六十六年五月下旬、六月上旬之豪雨，以及六十七年四月下旬歐莉芙颱風造成之損害。

至於實際產量較估算產量高者，如小港六十六年及臺南六十七年之產量，可歸之於品種之改變及藥劑施用等等技術因素之改進。

(2) 二期作

淡水、新竹、臺南、高雄、恆春、臺東、花蓮各鄉鎮二期作產量預測模式對於六十六年及六十七年之估算值，均在實際產量之 99 % 可信限界內，惟尚有差異較大者檢討如下：

1. 屏東、萬丹、南州六十六年實際產量均偏低甚多，主要由於賽洛瑪颱風帶來之影響（該三鄉鎮由於重複數不夠，未納入颱風變數），其中萬丹之估算產量竟為實際產量兩倍之多，除了實際產量受颱風影響偏低以外，該年六月份萬丹之降雨量高達 1250 mm，其歷年六月份降雨量僅在 800 mm 以下，故六月份雨量在預測模式中為雖正值關係，但

由於實際值超過原來資料範圍，估算準確性可能亦受影響。

2. 六十七年十月中旬阿拉颱風過境，宜蘭二期作值抽穗期，颱風帶來之豪雨導致稻作淹水、倒伏及發芽，風害導致稔實不良，故此期作實際產量較估算產量低 826 公斤／公頃。

3. 屏東亦由於阿拉颱風造成損害，並加上病蟲害之發生，六十七年實際產量較估算量低 800 公斤／公頃以上。一、二期預測模式之檢定結果見表四。

本研究係為配合中央氣象局月長期預報資料應用，以提供簡單有效之產量預測方法，因此將氣象值以月為單位作為變數，但是水稻生長過程中對於氣象因素之變化常以某一特定短時間最為敏感，因此如以旬或候之平均溫度（低溫）來表示，較易顯出其影響，以月平均溫度為單位，則無法顯示其效果，又如成熟期忌多雨，以月總雨量為單位，無法表示出雨量分配情形，亦不能表示出降雨強度對水稻生產之影響，如欲探求各不同生育階段氣象因素對水稻產量之影響，應以旬或候為單位之氣候值，配合水稻產量與各種農藝性狀做進一步研究。

誌 謝

本研究於進行期間承中央氣象局吳局長宗堯支持與指導，預報測站同仁提供寶貴意見，始得順利完成，謹此致謝。

參 考 文 獻

1. James D. McQuigg 1975 "Economic impacts of weather variability" p. 1~59.
2. Thompson, Louis M. 1970 "Weather and technology in the production of soybeans in the central United States." *Agronomy Journal*, Vol. 62 p. 232~236.
3. Thompson, L. M. 1969 "Weather and technology in the production of corn in the U. S. Corn Belt." *Agron. J.* 61. p. 453~456.
4. Thompson, L. M. 1969 "Weather and technology in the production of wheat in the United States" *Journal of Soil and Water conservation.*

- Vol. 23: p. 219-224.
5. Thompson, L. M. 1963 "Evaluation of weather factors in the production of Grain Sorghums." *Agron. J.* 55, p. 182~185.
 6. Thompson, L. M. 1962 "Evaluation of weather factors in the production of wheat." *Journal of Soil and Water conservation.* 17: p. 147~156.
 7. 朱良基 1976 臺灣西部地區水稻最適產量預測方程式釐定之研究 *中國統計學報*第十四卷第二期 p. 5224~5229.
 8. 郭文鏞、曾文柄、楊之遠 1979 臺灣地區水稻之農業氣候區域 *中央氣象局氣象學報*第二十五卷第三期 p. 1~10.
 9. 陳文雄 1979 臺灣稻米供需模型之研究，臺灣省糧食局編印。
 10. 鄔宏藩等 1978 臺灣水稻生產力之基礎研究—氣象因素與新種源及栽培環境改善之探討 *科學發展月刊*第六卷第八期 p. 738~755.
 11. 鄔宏藩等 1975 第二期稻作低產原因之探討 *科學發展月刊*第三卷第十期 p. 1823~1857
 12. 羅其正等 1979 臺灣水稻生產力之基礎研究—生育控制下兩期作間稻株稔實率差異原因之探討 *科學發展月刊*第七卷第七期 p. 691~698.
 13. 中央氣象局年報1951~1978中央氣象局編印
 14. 農業氣象旬報 1951~1978 中央氣象局編印
 15. 臺灣糧食統計要覽 1951~1978 臺灣省糧食局編印
 16. 臺灣地區稻作生育情形週報表 1978 臺灣省糧食局編印
 17. 臺灣地區稻米生產量調查統計總報告——六十七年第二期臺灣省糧食局編印

加 速 國 家 建 設

厚 植 復 國 力 量

表二 各鄉鎮一期水稻產量預測模式
Fig. 2 The weather-yield model of the 1st crop paddy rice

起點值 Initial value 自變數 Independent variables	鄉鎮 location	宜蘭	淡水	新竹	竹南	台中	北港	台南	高雄	小港	屏東	萬丹	南州	恒春	台東	成功	花蓮
		Yilan	Tanshui	Hsinchu	Chunan	Taichung	Peikang	Tainan	Kao-hsiung	Hsiao-kang	Pingtung	Wandan	Nanchow	Heng-chun	Taitung	Chen-kung	Hwalien
		2692.9	2574.6	2716.3	2578.5	2593.9	2495.3	2312.1	2979.9	1552.6	4119.5	863.4	3523.2	1778.2	1684.7	1698.7	1212.6
時間趨勢 Time Trend	Linear	41.9**	75.3**	40.0**		55.9**	92.0*	63.0**	125.5**	312.4**		390.8**	56.8**	102.0**	151.8**	57.0**	203.0**
	Quadratic	0.7	-1.3**		1.3**		-1.3		-2.4**	-7.2**	1.7**	-9.2**			-2.6**		-4.3**
一月均溫 Jan. Temp.	Linear								-55.6**			-58.1					
	Quadratic																
一月雨量 Jan. Prec.	Linear										-7.7**						
	Quadratic																
二月均溫 Feb. Temp.	Linear													-154.8*			
	Quadratic																
二月日照 Feb. Sun	Linear																
	Quadratic													-0.2			
三月均溫 Mar. Temp.	Linear					-81.8**	-75.4**	-40.5*		-115.9**	-215.7**		-116.1**				
	Quadratic											-70.0				-140.0**	
三月日照 Mar. Sun.	Linear						1.9*										
	Quadratic				0.02**												
四月均溫 Apr. Temp.	Linear																
	Quadratic				-30.0					-80.0*			90.0*				
四月雨量 Apr. Prec.	Linear					-0.3*											
	Quadratic																
四月日照 Apr. Sun.	Linear		1.3*				3.2*		1.2*				3.7**		1.7*		
	Quadratic			-0.03							-0.04						
五月均溫 May Temp.	Linear						-115.6*										
	Quadratic																
五月雨量 May. prec.	Linear					-0.5*											
	Quadratic										-0.001						
六月雨量 June Prec.	Linear	-0.5**															
	Quadratic			-0.001**													
R ²		0.97	0.96	0.91	0.96	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96	0.90	0.91	0.91	0.89	0.95	0.95	0.95

註:** 係部分迴歸係數之 t 值顯著性測驗超過 1% 顯著水準。
* 係部分迴歸係數之 t 值顯著性測驗超過 5% 顯著水準。

表三 各鄉鎮二期水稻產量預測模式

Fig. 3 The weather-yield model of the 2nd crop paddy rice

起點值 Initial value 自變數 Independent variable	鄉鎮 location	宜蘭	淡水	新竹	台中	台南	新營	高雄	小港	屏東	萬丹	南州	恒春	台東	成功	花蓮
		Yilan	Tanshui	Hsinchu	Taichung	Tainan	Hsinying	Kao-hsiung	Hsiao-kang	Pingtung	Wandan	Nan chow	Heng-chun	Taitung	Chen-kung	Hwalien
		2759.0	1936.1	2223.6	2232.2	1892.8	1033.2	2070.7	2357.8	1873.6	2125.4	692.3	1014.1	1986.1	4203.1	1205.1
時間趨勢 Time trend	Linear	-60.5	25.5**	105.5**	101.8**	64.9**	266.3**	46.3**	69.3**	58.3**	18.1	174.0**	161.4**	116.2**	70.9*	132.4**
	Quadratic	3.2**		-2.8**	-1.7**		-5.8**	-1.0**	-2.4**			-3.5*	-4.4**	-2.4**	-1.1*	-2.4**
六月均溫 June Temp.	Linear							54.7								
	Quadratic								-300.0**							
六月雨量 June Prec.	Linear										0.2		0.8			
	Quadratic										0.002					
七月均溫 July Temp.	Linear			130.1												
	Quadratic			-760.0**			-190.0**	-159.1**			580.0*					-94.0
七月雨量 July Prec.	Linear			0.9**							0.5	-0.2*	0.9**			
	Quadratic										-0.008					
八月均溫 Aug. Temp.	Linear								-76.0*		134.4	403.5**	622.7*			
	Quadratic		93.6						200.0**							-460.9*
八月雨量 Aug. Prec.	Linear															
	Quadratic						-0.002*	-0.001**		-0.001**	-0.001	-0.0004				
八月日照 Aug. Sun.	Linear												-3.9			
	Quadratic								-0.2**							
九月均溫 Sep. Temp.	Linear													-148.5	-92.4	
	Quadratic	410.7**	32.6						243.6**							
九月雨量 Sep. Prec.	Linear														-0.3*	
	Quadratic	-0.002**							-0.0004	0.004**	-0.002					
九月日照 Sep. Sun.	Linear		1.4		3.3*	4.9**										
	Quadratic												0.02			
十月均溫 Oct. Temp.	Linear	-73.2	84.8**													
	Quadratic					110.0									-336.9**	-109.0*
十月雨量 Oct. Prec.	Linear									-1.2*	-0.2					-0.4**
	Quadratic	-0.001**														
十月日照 Oct. Sun.	Linear		2.0											2.0		
	Quadratic		-0.2**											-0.6		
十一月雨量 Nov. Prec.	Linear			-0.5											-0.6**	
	Quadratic															
七月颱風 July-Typhoon			-80.7		203.3								-119.7			
八月颱風 Aug Typhoon			66.8										309.1*			
九月颱風 Sept. Typhoon					-160.2*			-98.6**								
十月颱風 Oct. Typhoon		-586.4**	-185.5**	-197.0*									138.6	-215.4*		
十一月颱風 Nov. Typhoon			181.7*		-636.1**									479.1**		
R ²		0.87	0.92	0.83	0.93	0.94	0.97	0.88	0.96	0.92	0.90	0.97	0.72	0.95	0.95	0.93

註:** 係部分迴歸係數顯著性測驗超過1%顯著水準。

* 係部分迴歸係數顯著性測驗超過5%顯著水準。

表四 各鄉鎮產量預測模式之檢定

Fig. 4 The verification of the weather-yield model

鄉 鎮 Location	一 期 1st crop							二 期 2nd crop						
	預 測 值 標 準 偏 差 Standard error of estimate	估 測 單 位 面 積 產 量 Calculated yield (kg/ha)		實 際 單 位 面 積 產 量 Actual yield (kg/ha)		估 測 產 量 - 實 際 產 量 Error (kg/ha)		預 測 值 標 準 偏 差 Standard error of estimate	估 測 單 位 面 積 產 量 Calculated yield (kg/ha)		實 際 單 位 面 積 產 量 Actual yield (kg/ha)		估 測 產 量 - 實 際 產 量 Error (kg/ha)	
		1977	1978	1977	1978	1977	1978		1977	1978	1977	1978	1977	1978
宜 蘭 Yilan	± 100	4037	4197	4050	3979	- 13	+ 218	± 211	3593	3250	3394	2424	+ 199	+ 826**
淡 水 Tan-shui	± 77	3698	3604	3614	3552	+ 84	+ 52	± 127	2656	2219	2597	2038	+ 59	+ 181
新 竹 Hsin-chu	± 110	3652	3791	3589	3779	+ 63	+ 12	± 172	3233	2539	2998	2599	+ 235	- 60
竹 南 Chu-nan	± 80	3576	3630	3476	3757	+ 100	- 127	—	—	—	—	—	—	—
合 中 Taichung	± 133	4083	4093	3546	4144	+ 537**	- 51	± 156	3613	3624	4014	3469	- 401**	+ 155
台 南 Tai-nan	± 83	3926	4013	2978	4359	+ 948**	- 346**	± 138	3653	3477	3485	3306	+ 168	+ 171
高 雄 Kaohs ung	± 98	4719	4562	4191	4345	+ 528**	+ 217	± 98	2574	2567	2447	2347	+ 127	+ 220
小 港 Hsiao-kang	± 130	4096	4331	4505	4597	- 409**	- 266	± 77	2228	1995	2343	2255	- 115	- 260**
屏 東 Ping-tung	± 189	—	5259	5097	4267	—	+ 992**	± 131	3486	3516	2596	2634	+ 890**	+ 882**
萬 丹 Wan-dan	± 181	4744	4393	5012	4176	- 268	+ 217	± 255	4174	2824	2065	2604	+2109**	+ 220
南 州 Nan-chow	± 153	—	4928	4860	4293	—	+ 635**	± 89	3294	2796	2263	2571	+1031**	+ 225
恒 春 Heng-chun	± 314	4673	4747	3132	3219	+1541**	+1528**	± 375	2432	1512	2161	2130	+ 271	- 618
台 東 Tai-tung	± 160	3995	3923	4217	4227	- 222	- 304	± 155	3431	3192	3518	2939	- 87	+ 253
成 功 Chen-kung	± 114	3169	3289	2923	3047	+ 246	+ 242	± 114	2450	2577	2899	3047	- 449**	- 470**
花 蓮 Hwa-lien	± 173	3559	3525	3745	3588	- 186	- 68	± 153	3095	3050	3483	3083	- 388	- 33

註： ** 係估測產量超過實際產量 99 % 可信限界。

— 係缺乏氣象紀錄無法估測。