宜蘭地區水稻產量構成因素對第一、二期作產量之影響[1]

李祿豐[2]

摘要

為究明宜蘭地區水稻產量構成因素對第一、二期作產量差異懸殊之影響，爰就七十六年至八十五年以台農 67 號之紀錄加以整理分析，結果得知，第二期稻作之每株穗數比第一期作減少 2.2 支（少 15.7%）。結實率僅有 60.97%，比一期作之 81.52%，減少 20.55%。穀粒千粒重減少 1.7g。平均公頃產量則僅有 2,795kg，比一期作之 4,757kg 減少 41.2%。經產量構成因素相關分析結果得知，第二期稻作之產量與結實率間顯著相關 r=0.725*。再經複迴歸係數之貢獻量大小顯示，結實率對產量之重要性佔 43%，其次為一株穗數佔 26%。顯示第二期稻作結實率低為低產之主要因素，其次為穗數減少及穀粒千粒重降低所致。

（關鍵字：產量、結實率、穗數、相關係數）

1.花蓮區農業改良場研究報告第 138 號。

2.花蓮區農業改良場蘭陽分場副研究員。

前言

台灣北部蘭陽平原稻田面積有 12,358ha（民國 85 年），是本省主要稻米產地之一，由於農田地下水位高，灌溉系統完善，無缺水之虞，一、二期作均可種植水稻，但近 10 年來第二期作種稻面積逐年減少，截至去（85）年為止，二期作種稻面積僅剩下 1267ha，為一期作的 10%左右，成為單季稻作區，此一現象，就以全省農田年可兩作水稻之栽培制度而言，確屬十分特殊。

根據資料顯示，本省第二期稻作之產量低於第一期作約 25%，據許多專家指出，似因第二期稻作之單位面積有效穗數減少，結實率降低，粒重較輕所致。穗數減少之原因，據林(1976)指出，係生育初期氣溫過高為其限制因素，此一結論與鄔等（1975）見解一致。致於結實率低之原因，湯與高（1971、72）認為係受氣溫尤其低溫影響所致，林與蘇（1976）依據光合作用試驗結果指出，係生育後期日照不足為其限制因素。林等（1979）認為二期稻作抽穗期延長，再逢日照量不足，導致結實不良，而影響粒重減輕，直接使產量降低有密切關係。

為探討蘭陽平原第一、二期作水稻產量差異懸殊與各種產量構成因素之關係，將本分場最近 10 年來（1987　1996）水稻豐歉試驗的記錄加以整理，水稻品種以 10 年未間斷之台農 67 號為例，分析第一、二期作水稻的產量及產量構成要素之差異，俾供未來育種及改進栽培的參考。

材料與方法

本研究資料係水稻豐歉預測試驗之記錄，試驗設置於宜蘭縣三星鄉花蓮區農業改良場蘭陽分場內，屬長期永續性試驗，目前供試品種有台農 67 號，台梗 10 號、菊仔等三品種。田間設計採用逢機完全區集，三重複、每小區 10 ㎡，行株距 30×15cm，採用育苗箱育苗人工插秧。肥料施用量分別為每公頃(N：P_2O_5：K_2O)120kg、60kg、60kg，灌排水依水稻各生育期的需水量及雨量多寡而定。分蘖盛期進行晒田，病蟲害防治及防鳥害等事先預防隔離，水稻調查項目分為第一次秧苗調查，第二次分蘗盛期調查，第三次幼穗形成期調查，第四次抽穗期調查，第五次收穫期調查：包括株高、穗數、一穗粒數、結實率、千粒重、稻穀單位面積產量，稻草產量、糙米率、糙米產量、公升穀重、公升糙米重、碾米率等。本研究並同時調查天然災害狀況，病蟲發生情形，發生種類，為害程度等。

結果

一、宜蘭地區第一、二期氣象環境及水稻生育期之比較：

第二期稻作台農 67 號的生產量，比較第一期作減少 41.2%。第一期稻作生育初期的氣溫及日照時數如圖 1 至 3 所示，是從低溫、日照時數短逐漸至中溫、日照時數長，達到抽穗後高溫，強日照環境下生長發育而至成熟。第二期作的氣溫變化是由高而低，日照時數由長日照變為日照不足之狀態。於秋冬之時，降雨量驟增，在 9、10 月間其降雨量為第一期作的二倍之多（如圖一　三）。

宜蘭地區第一期作水稻的插秧期在 2 月中旬至 3 月上旬完成，於 6 月初抽穗，至 7 月上旬收穫（表一）。第二期作自 7 月下旬至 8 月上旬前完成插秧，10 月上旬抽穗，12 月上旬前完成收穫（表二）。

另由表三得知，10 年間第一、二期作之平均生育日數、全生育日數、成熟日數及平均產量比較結果，第二期作與第一期作之差異依序為生育日數減少 24 天，全生育日數縮短 9 天，成熟日數延長 14 天。

表一、宜蘭地區一期作之插秧、抽穗及成熟日期

Table1. Date of phenological stage for the 1st crop rice during the 10 years (1987-1996) in I-Lan area.

Year	Transplanting	Heading	Ripining	V.S.*	R.S.*
1987	2/18	6/05	7/08	82	58
1988	2/24	6/03	7/04	74	55
1989	2/22	6/06	7/09	79	58
1990	2/14	6/06	7/03	81	52
1991	2/26	5/27	6/27	68	54
1992	3/04	6/06	7/04	69	53
1993	2/26	6/02	7/01	71	55

1994	2/25	6/02	7/04	72	57
1995	2/26	6/02	7/01	71	55
1996	2/26	6/08	7/07	77	54

*V.S:Vegetative stage (Days from transplanting to panicle primordial stage)

*R.S:Reproductive stage.(Days from panicle primordial to Ripining stage)

表二、宜蘭地區二期作之插秧、抽穗及成熟日期

Table2. Date of phenological stage for the 2st crop rice during the 10 years (1987-1996)in I-Lan area.

Year	Transplanting	Heading	Ripining	V.S.*	R.S.*
1987	7/30	10/08	11/18	46	65
1988	7/31	10/17	11/23	54	62
1989	7/27	10/16	11/17	57	56
1990	8/01	10/22	12/10	58	72
1991	7/31	10/09	12/06	46	82
1992	7/28	10/10	11/26	50	71
1993	8/01	10/12	11/27	48	70
1994	8/02	10/18	12/04	53	71
1995	8/02	10/15	11/25	50	65
1996	8/06	10/16	12/01	47	70

*...See table 1.

表三、宜蘭地區過去十年（1987　1996）一、二期作各生育期之生育日數及產量之平均值

Table.3. Comparison of the growth duration and grain yield at 1st and 2nd crop in I-Lan area (1987-1996).

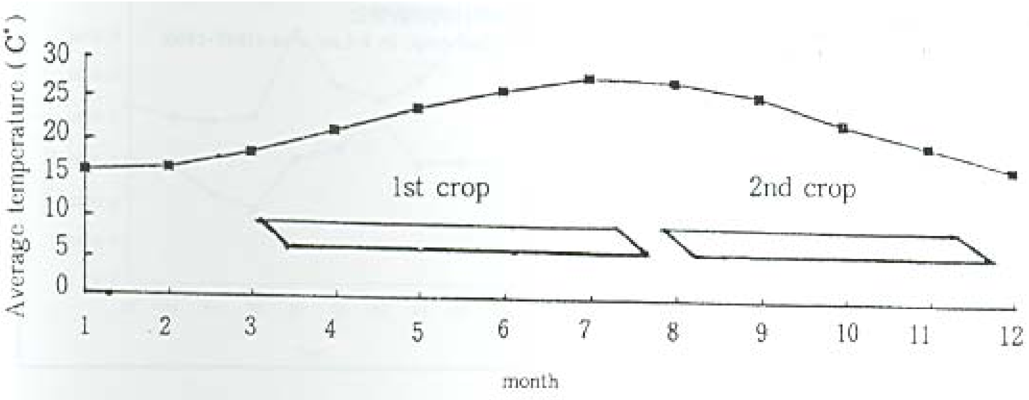
	Days from transplanting to heading	Days from transplanting to maturity	Days from heading to maturity	Average yield (Kg/ha)	Index（%）
1st crop	99±2.07**	129±1.92ns	30±0.81*	4,757±260*	100(ck)
2nd crop	75±1.43	120±2.04	44±2.25	2,795±182.3	58.8

*，**:Significant at the 5％ and 1％ Levels respectively

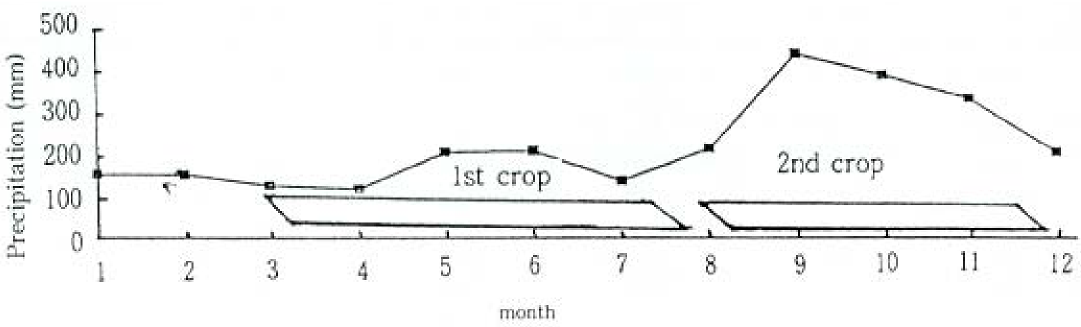
n.s:Non-significant.

二、水稻農藝特性與產量及產量構成因素的比較分析：

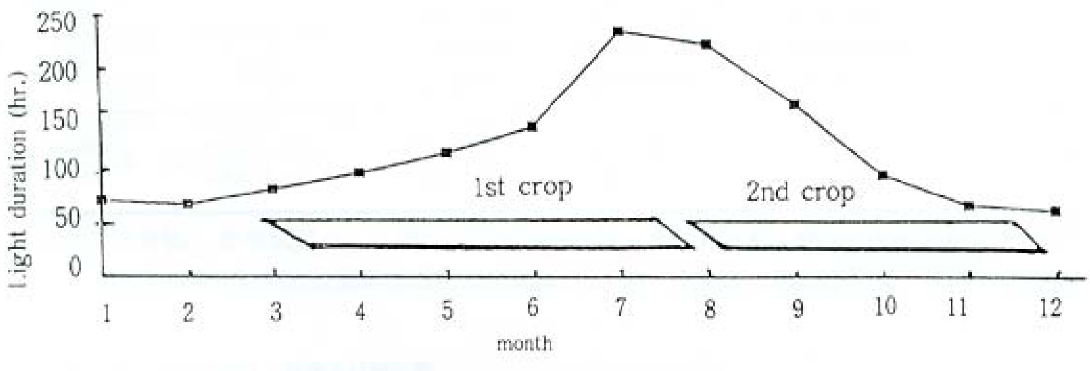
1.不同年度間產量構成因素的差異



圖一、民國七十六年至八十五年宜蘭地區第 1.2 期作水稻生育期間月平均氣溫變化
Fig 1. Changes of monthly means of air temperature at lst and 2nd crop. in I-Lan area (1987-1996)



圖二、民國七十六年至八十五年宜蘭地區第 1.2 期作水稻生育期間的降雨量分佈狀況
Fig 1. Changes of monthly means of precipitation at lst and 2nd crop. in I-Lan area (1987-1996)



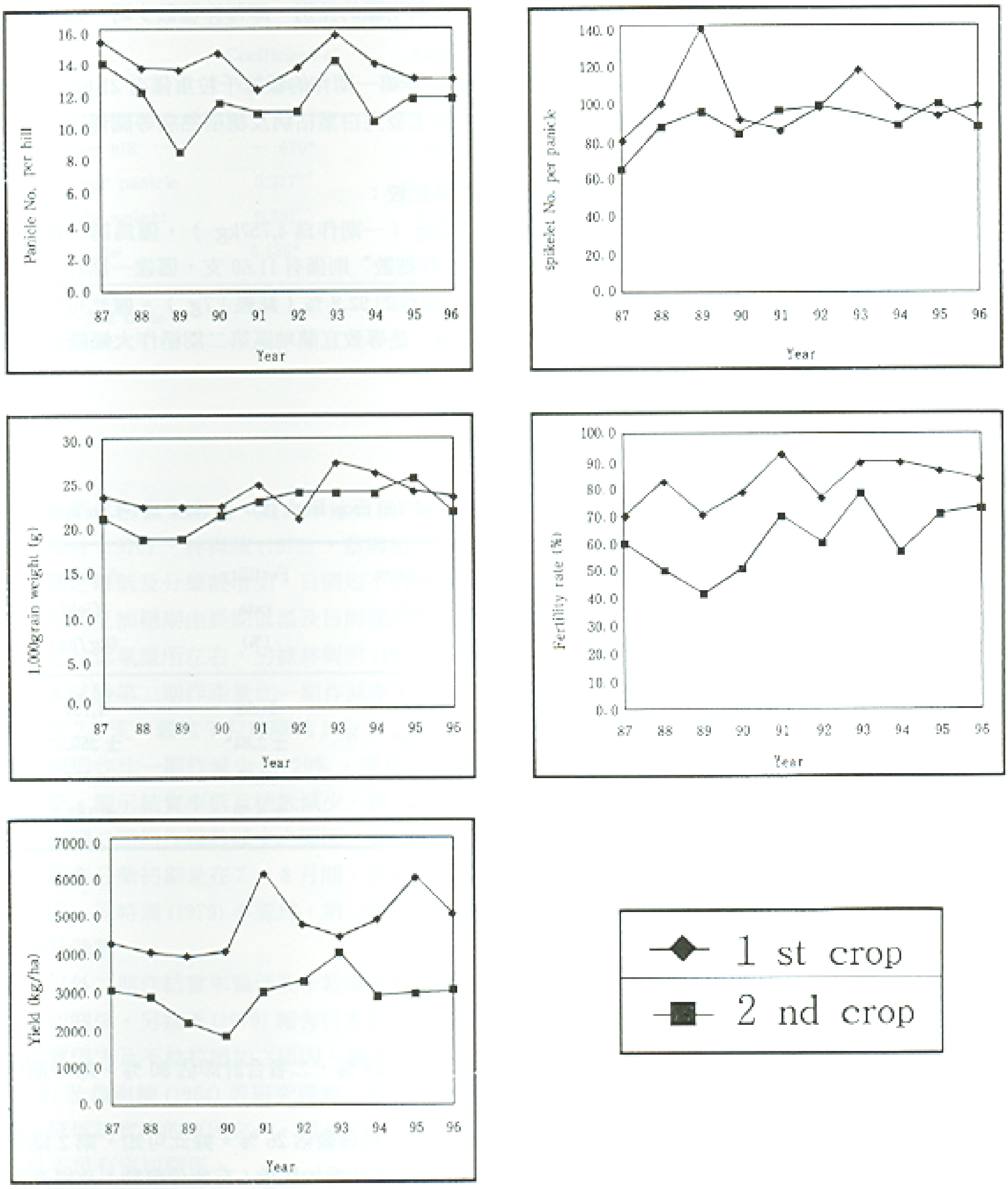
圖三、民國七十六年至八十五年宜蘭地區第 1.2 期作水稻生育期間日照時數變化
Fig 1. Changes of monthly means of light duration at lst and 2nd crop. in I-Lan area (1987-1996)

由圖四、顯示宜蘭地區自民國七十六年至八十五年間，第一、二期作台農 67 號的產量及產量構成要素等各項因素變化可知：

(1)第二期作之穗數，結實率及產量等三項性狀，均低於一期作。

(2)兩期作一穗穎花數，隨年度間的每株穗數多少而有明顯的差別，即每株穗數少時，每穗穎花數即增多。

(3)第一期作的穀粒千粒重均比第二期作為重。但 81 年第一期作的穀粒千粒重僅有 21.6g，仍因當年抽穗後氣候異常，雨量又多、日照不足，加上發生白葉枯病及穗稻熱病等關係，因此其穀粒千粒重比當年第二期作之 23.8g 為低。



圖四、民國七十六年至八十五年宜蘭地區不同年度間之平均產量、穗數、一穗粒數及千粒重之變化
Fig4. Changes of yearly means of yield, fertility rate, panicle No per hill, spikelet No per panicle and 1000grain weight in I-Lan area (1987-1996)

2.宜蘭地區第一、二期作水稻產量構成要素平均差異比較：

由表四得知第二期作每公頃稻谷產量為 2,795kg（一期作為 4,757kg），僅為第一期作之 58.8%，其原因為“結實率”減少（20.5%）、“一株穗數”則僅有 11.69 支，僅達一期作的 84.3%，（每株減少 2.2 支）。“谷粒千粒重”只有一期作的 92.8%（減輕 1.7g）。據此可知，產量

構成因素最重要的「結實率低及穗數減少」二項，是導致宜蘭地區第二期稻作大幅降低產量的重要原因。

表四、第一、二期作產量構成要素比較

Table.4 Comparison of yield and yield component between 1st and 2nd crop from 1987 to 1996. in I-Lan area

Item	panicle NO.per hill	Spikelet No per Panicle	1,000 grains weight (g)	Fertility rate (%)	Average Yield (Kg/ha)
1st crop	13.86	88.75	23.89	81.52	4,757
	±3.29*	±2.87ns	±0.59ns	±2.84*	±260.0*
2nd crop	11.69	98.86	22.18	60.97	2,795
	±0.55	±5.36	±0.70	±3.58	±182.2

*，ns...See table 3.

三、產量與產量構成要素之路徑係數分析：

由表五、分析結果得知：

1.一期作之穗數對產量之貢獻量佔 52%，其次為千粒重佔 28%，二者合計即佔 80%。即一期作之穗數及千粒重對產量之貢獻量較為重要。

2.第二期作則以結實率一項對產量之重要性佔 43%，其次為穗數佔 26%。據此可知，第 2 期稻作產量減產的因素，最重要者為結實率，其次為穗數。設法增加穗數（有效分蘗數）及提高抽穗後的結實率二項，為未來改進第二期稻作產量的主要方法。

表五、民國七十六年至八十五年台農 67 號產量構成要素與產量的單相關及路徑係數分析結果

Table.5.Coefficient of the correlation and path analysis of the yield and yield component of Tainung 67.(1987-1996).

	1st crop		
	Coefficient of correlation	Path coefficient	Contribution value(%)
Panicle per hill	$-.670^{*}$	－.8329	52
Spikelet per panicle	$0.377^{n.s}$	－.1301	8
1,000 grain weight	$0.301^{n.s}$	0.4438	28
Fertility rate	0.638^{*}	－0.19	12

表五、民國七十六年至八十五年台農 67 號產量構成要素與產量的單相關及路徑係數分析結果

Table.5.Coefficient of the correlation and path analysis of the yield and yield component of Tainung 67.(1987-1996).

	2nd crop		
	Coefficient of correlation	Path coefficient	Contribution value(%)
Panicle per hill	$0.553^{n.s}$	0.3652	26
Spikelet per panicle	$-.057^{n.s}$	0.3555	25
1,000 grain weight	$0.416^{n.s}$	0.2836	6
Fertility rate	0.725^{*}	－0.5876	43

*，ns...See table 3.

討論

水稻之稻穀生產量，是由單位面積內之穗數，一穗粒數、結實率、穀粒千粒重等四要素所構成。據林(1976)、林與陳(1976)、蔡與賴(1985)蔡與賴(1993)等指出，穗數是在水稻生育初期隨著日夜溫之降低及分蘗數增加，日照短不利分蘗。據林與洪(1979)研究指出一穗粒數多少，是由最高分蘗期後至抽穗期由長期低溫及日照強度低所支配。結實率及千粒重是被抽穗後之氣候條件如日射量不足及低氣溫所左右，另據林與洪(1979)指出日照與氣溫之相對效應比率為 87：6%。

本試驗第二期作產量比一期作減產 41.2%，其原因為二期作之結實率降低 20.5%，每株穗數平均減少 2.2 支，穀粒千粒重降低 1.7g 等，已如前述。此一結果與謝(1979)研究結果指出，在台北地區二期稻作比一期作減少 20　29%，鄔氏等(1975)指出本省新竹地區二期作較一期作低產 20%以上均相符。顯示結實率低及穗數減少，為二期作低產之主要原因。

有關二期稻作穗數減少之原因，據李與湯(1963)、林(1976)，林、陳(1976)等研究指出，第二期作稻作分蘗初期是在 7、8 月間，此時正值高氣溫及高水溫之條件下分蘗伸長，高溫是抑制分蘗之原因。同時周(1979)亦認為，第二期作水稻殘株分解之植物毒性物質，亦影響根之發育，間接也抑制分蘗數。

另外二期作結實率偏低及千粒重較輕之原因，據湯與高(1972)認為與北部地區抽穗後氣溫太低有密切關係。另據李(1979)報告日本稻作冷害問題時指出，抽穗前後氣溫降至 20℃以下時是造成穎花稔實障害及不稔粒增加之原因，氣溫愈低其不稔率更嚴重。據林與蘇(1976)、蔡(1978)、林與洪(1979)及翁與陳(1984)等研究得知，報告二期作生育後期，抽穗前後日射量不足是減少光合物質轉流，降低結實率的原因之一。劉(1979)及陳等(1996)認為台農 67 號在北部地區二期作產量減少與日射量不足有密切關係。

今後如欲改進北部地區第二期稻作產量的方法，應採用中早生品種，配合密植或直播栽培，合理的施肥與精密的病蟲防治，係提高北部地區二期作水稻產量可行之方法。

誌謝

本論文資料分析採用中興大學翁仁憲教授設計之常用統計套裝程式，初稿承中興大學農藝系宋濟民教授指正，特誌謝忱。

參考文獻

1.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。

2.林安秋、陳建山　1976　一、二期作水稻之分櫱特性比較　科學發展月刊　4(10)53　70。

3.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。

4.林安秋、洪黎明　1979　溫度與日照強度對水稻抽穗及結實之影響　中華農學會報　108：24。

5.林安秋、賴光隆、李祿豐　197　9 一、二期作水稻抽穗特性之研究　中華農學會報　107：17　24。

6.周昌弘　1979　水稻殘株留於水田經分解後產生的植物毒性對水稻生長的影響　台灣二期稻作產及解決方法研討會專集：167　176　行政院國科會專刊第 4 號。

7.李祿豐　1979　日本稻作冷害及抗低溫育種研究概況　台灣農業　13(3)P81　96。

8.李水龍、湯文通　1963　台灣水稻二期作單位面積產量不如第一期作　科學農業　11(1.2)9　35。

9.陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江　1996　台灣水稻產量的一些生理問題　台灣省農業試驗所專刊第 56 號　P：79　88。

10.鄔宏潘、廖雲英、錢美華、林燦隆、陳一心、王銀波、蔡國海、吳來貴、張萬來、林富雄、吳育郎　1975　第二期稻作低產原因之探討　科學發展月刊　3(10)：5　39。

11.蔡金川　1978　水稻產量及其構成因素之影響　科學農業　26(5.6)194　201。

12.蔡養正､賴光隆　1990　變溫對水稻分櫱發育之影響　台大農學院研究報告　30(1):64-72。

13.蔡養正、賴光隆　1993　溫度與光照時間對水稻分櫱發育的影響　中華農藝　3：25　36。

14.湯文通、高景輝　1971　溫度對水稻生育之影響　科學農業　19(7-8)270　272。

15.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。

16.翁仁憲、陳清義　1984　第一、二期作水稻之物質生產與穀實生產特性　中華農學會報　125：4　14。

17.劉大江　1979　水稻各生育期溫度又碳水化合物累積與轉流之影響　台灣第二期稻作低產原因及其解決方法研討會專集（謝順景、劉大江主編）行政院國科會出版。

18.簡錦忠　1978　台灣一、二期稻病害發生情形及其對產量之影響台灣二期作稻作稻低產原因及其解決方法研討會專集 179　189 頁　行政院國科會專刊第 4 號。

19.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 49　50，行政院國科會專刊第 4 號。