

# 耕作模式調整對雲嘉南地區農業生態影響

吳炎融、劉居全

行政院農委會台南區農業改良場

## 摘 要

本試驗旨在探討不同耕作制度對土壤肥力、作物田間雜草及病蟲害發生，以及作物產量與收益之影響。各耕作制度為：A. 水稻—水稻(對照)、B. 水稻—太陽麻-油菜、C. 水稻—綠肥田菁—油菜、D. 綠肥大豆—休耕、E. 太陽麻—向日葵—蕎麥、F. 水稻—毛豆—蕎麥等六種處理。調查結果，田間雜草水稻田平均 25 萬株最少、早作以春作太陽麻的公頃株數 120 萬最多。病蟲害只有春作水稻發生白葉枯病外，其他作物則無病害發生。蟲害在春作各項作均無發生，夏作水稻則有二化螟蟲及捲葉蟲發生率 1%。綠肥作物之太陽麻、田菁、大豆、向日葵及休田之雜草發生甜菜夜蛾及斜紋夜盜蟲危害，其危害率高達 20%。作物公頃產量春作水稻為 7,950 公斤，夏作水稻為 6,100 公斤，綠肥作以春作大豆的公頃鮮株重 38,000 公斤最高，夏作以太陽麻的公頃鮮株重 30,700 公斤最高。

## 一、前 言

在政府加入世貿組織(WTO)後，為因應國內市場國際化及自由化之衝擊，農委會已加強辦理水旱田利用調整工作，鼓勵農民進行稻田休耕種植綠肥，以維護地力，及提高水資源利用率，為瞭解各耕作模式調整後當地農業生態改變情形，建立合理之耕作制度供農民採行。本試驗旨在探討水旱田調整計劃種植綠肥、休耕及輪作等不同耕作模式下，對雲嘉南地區農業生態之影響，及其經濟效益，以尋找合適之經營管理模式。

## 二、材料及方法

- (一)試驗期間：94 年 1 月 1 日至 94 年 12 月 31 日。
- (二)試驗地點：嘉義縣朴子市。
- (三)土壤種類及性質：土類是砂頁岩沖積土，土壤質地為砂質壤土(SIL)，土色為灰褐色，滲透性良好。

---

**關鍵詞：**耕作制度、水稻、田菁、毛豆、綠肥大豆、向日葵、油菜、蕎麥、太陽麻。

## (四)耕作制度處理：

1. 耕作制度：春作(2~6月)—夏作(8~10月)—裡作(11~1月)

(1)水稻-水稻(CK)。(2)水稻—太陽麻—油菜。(3)水稻—綠肥田菁—油菜。

(4)綠肥大豆—休耕。(5)太陽麻—向日葵—蕎麥。(6)水稻—毛豆—蕎麥。

2. 試驗方法：

1\_採逢機完全區集設計、六處理、三重複、小區面積 18 公尺×13 公尺=234 平方公尺，試驗區面積共 4,212 平方公尺。

2\_作物品種及行株距：

A. 水稻：台梗 11 號，機械插秧行株距 30 × 15 公分。

B. 綠肥田菁：市售品種，撒播種子量 30 公斤／公頃。

C. 綠肥大豆：台南 4 號，撒播種子量 30 公斤／公頃。

D. 太陽麻：市售品種，撒播種子量 30 公斤／公頃。

E. 毛豆：高雄 5 號，行株距 50 × 15 公分。

F. 向日葵：台南 1 號，撒播種子量 30 公斤／公頃。

G. 油菜：市售品種，撒播種子量 30 公斤／公頃。

H. 蕎麥：台中選 19 號，撒播種子量 50 公斤／公頃。

3\_施肥法：依據農林廳編印作物施肥手冊進行施用。

4\_調查項目：各輪作物之農藝性狀、產量、生產成本及收益調查、病蟲害種類、雜草種類、作物需水量等。

### 三、結 果

(一)本研究試驗田間雜草發生情形調查結果(表 1)。以水稻田雜草最少，平均公頃雜草數量 25 萬株，雜草種類以稗草為主，早田以春作太陽及綠肥大豆田之雜草量最多，公頃株數達 120 萬株，雜草種類以外來種馬齒莧為主。

(二)本試驗作物病蟲害發生情形調查結果(表 2)，只有二期水稻發生白葉枯病外，其他作物則無病害發生。蟲害部份，二期作水稻發生二化螟蟲及捲葉蟲，危害率 1%。綠肥作物之太陽麻、田菁、向日葵春作未發生蟲害、夏作則發生甜菜夜蛾及斜紋夜盜蟲危害，危害率達 16.9%，夏作休耕田之雜草之嚴重發生甜菜夜蛾及斜紋夜盜蟲危害，危害率高達 20.7%。

表 1. 94 年度耕作模式調整試驗作物雜草發生情形調查

期作別	雜草名稱	公頃株數 (plant/ha)	公頃產量 (kg/ha)
A. 春作水稻	稗草	1,783,000	21,400
A. 夏作水稻	稗草、學菜、莎草	286,670	1,917
B. 春作水稻	紅埤、牛筋草、稗草	560,000	1,197
B. 秋作太陽麻	外來種馬齒莧、野莧、紅埤、小葉飛翟、 龍葵、馬齒莧	396,667	3,300
B. 裡作油菜	外來種馬齒莧、小葉飛翟、刺莧、香附子、紅埤	86,670	283
C. 春作水稻	香附子、紅埤	103,000	1,283
C. 夏作田菁	外來種馬齒莧、野莧、紅埤、牛筋草、 外來種馬齒莧	516,667	3,567
C. 秋裡作油菜	香附子	89,000	350
D. 春作綠肥大豆	牛筋草、刺莧、小葉飛翟、紅埤、野莧、 香附子、龍芋葵、外來種馬齒莧	1167,000	6,643
D. 夏作休耕	外來種馬齒莧、紅埤、刺莧、香附子、龍葵	750,000	28,400
E. 春作太陽麻	牛筋草、小葉飛翟、刺莧、紅埤、香附子、外來 種馬齒莧	1206,000	2,513
E. 夏作向日葵	外來種馬齒莧、刺莧、紅埤、牛筋草、 香附子	916,667	5,700
E. 裡作蕎麥	香附子、紅埤	80,000	366
F. 春作水稻	紅埤、香附子、稗草	130,000	5,000
F. 夏作毛豆	香附子、紅埤、刺莧、外來種馬齒莧、龍葵、 香附子、外來種馬齒莧、龍葵	108,667	3,783
F. 裡作蕎麥	香附子、外來種馬齒莧、龍葵	61,000	1,117

表 2. 94 年度耕作模式調整試驗作物病蟲害發生情形調查

期作別	病害名稱	罹病等級(scale)	害蟲名稱	危害率(%)
A. 春作水稻	-	-	-	-
A. 夏作水稻	白葉枯病	1.0	二化螟蟲、捲葉蟲	3.0
B. 春作水稻	-	-	-	-
B. 夏作太陽麻	-	-	甜菜夜蛾、斜紋夜盜	12.5
B. 裡作油菜	-	-	甜菜夜蛾	26.6
C. 春作水稻	-	-	-	-
C. 夏作田菁	-	-	甜菜夜蛾、斜紋夜盜	32.2
C. 裡作油菜	-	-	甜菜夜蛾	55.0
D. 春作綠肥大豆	-	-	銀葉粉蝨	2.0
D. 夏作休耕	-	-	甜菜夜蛾、斜紋夜盜	34.3
E. 春作太陽麻	-	-	甜菜夜蛾、斜紋夜盜	1.0
E. 夏作向日葵	-	-	甜菜夜蛾、斜紋夜盜	9.9
E. 裡作蕎麥	-	-	-	-
F. 春作水稻	-	-	-	-
F. 夏作毛豆	-	-	甜菜夜蛾、銀葉粉蝨、豆莢螟	12.5
F. 裡作蕎麥	-	-	-	-

(三)本試驗不同耕作模式之全期生育日數(表 3)。以處理 F(水稻-毛豆-蕎麥)共計 258 天最長,其他處理之生育日數依序為處理 B(水稻-太陽麻-油菜)之 254 天,處理 A(水稻-水稻)之 247 天,處理 C(水稻-田菁-油菜)之 246 天,處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)之 226 天,處理 D(綠肥大豆-休耕)之 103 天,各作物之生日數以一期水稻生育日數 131 天最長,秋作田菁生育日數 53 天最短,均可配合各種不同之耕作制度進行輪作。

表 3. 94 年度耕作模式調整試驗作物生育日數調查

期作別	播種日期 (yy/mm/dd)	收穫或翻埋日期 (yy/mm/dd)	生育日數 (day)
A. 春作水稻	94/02/22	94/07/01	131
A. 夏作水稻	94/08/11	94/12/05	116
B. 春作水稻	94/02/22	94/07/01	131
B. 夏作太陽麻	94/09/14	84/11/14	61
B. 裡作油菜	94/11/22	95/01/23	62
C. 春作水稻	94/02/22	94/07/01	131
C. 夏作田菁	94/09/14	94/11/17	53
C. 裡作油菜	94/11/22	95/01/23	62
D. 春作綠肥大豆	94/03/09	94/06/20	103
D. 夏作休耕	-	-	-
E. 春作太陽麻	94/03/09	94/06/20	103
E. 夏作向日葵	94/09/14	94/11/14	61
E. 裡作蕎麥	94/11/22	95/01/23	62
F. 春作水稻	94/02/22	94/07/01	131
F. 夏作毛豆	94/09/14	94/11/18	65
F. 裡作蕎麥	94/11/22	95/01/23	62

(四)本試驗各耕作模式全年灌水量調查結果(表 4)。以處理 A(水稻-水稻)(對照區)之 16,496 立方公尺最多,處理 F(水稻-毛豆-蕎麥)之 10,107 立方公尺,處理 B(水稻-太陽麻-油菜)之 8,765 立方公尺,處理 C(水稻-田菁-油菜)之 7,606 立方公尺,分別較處理 A(水稻-水稻)之全年灌水量 16,496 立方公尺,分別減少灌水量 39%~54%,處理 D(綠肥大豆-休耕)及處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)因種植綠肥作生育期間無灌水,則較處理 A(水稻-水稻)減少灌水量 100%。因此採用水旱田輪作或旱作輪作可有效的節省用水量。

表 4. 94 年度耕作模式調整試驗作物田間灌溉水量

處理別	公頃用水量 (m <sup>3</sup> /ha)	指數 (%)	減少水量 (m <sup>3</sup> /ha)
A. 水稻-水稻 (CK)	16,496	100.0	-
B. 水稻-太陽麻-油菜	8,765	53.1	7,821
C. 水稻-田菁-油菜	7,606	46.1	8,889
D. 綠肥大豆-休耕	0	0.0	16,496
E. 太陽麻-向日葵-蕎麥	0	0.0	16,496
F. 水稻-毛豆-蕎麥	10,107	61.3	6,389

(五)本試驗各耕作模式土壤的 pH 值、有機質及肥料含量調查結果(表 5)。各耕作模式試驗前及試驗後土壤中之 E/C(1:5)之含量以處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)試驗後 0.32 ds/m 較試驗前之 0.22ds/m 增加 45.5%最多。土壤 Ph 值含量亦以處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)試驗後 7.78 較試驗前之 6.69 增加 16.3%最多。其他處理均降低 4.6%~18.7%呈微酸性。有機質含量，以處理 F(水稻-毛豆-蕎麥)試驗後 1.49%較試驗前之 1.09%增加 36.7%最多，處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)試驗後 1.01%較試驗前之 1.14%減少 11.5%外，其他分別增加 6.6%~21.2%。有效性磷含量，以處理 D(綠肥大豆-休耕)試驗後 93mg/kg 較試驗前之 82mg/kg 增加 13.4%最多。處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)試驗後 104 mg/kg 較試驗前之 116 mg/kg 減少 11.4%外，其他各處理則分別減少 13.8%~43.1%。有效性鉀含量，以處理 A(水稻-水稻)試驗後 124mg/kg 較試驗前之 148 mg/kg 減少 16.2%。處理 D(綠肥大豆-休耕)試驗後 155mg/kg 較試驗前之 168mg/kg 減少 7.7%外，其他處理分別增加 4.4%~15.0%。有效性鈣之含量，以處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)試驗後 1,732mg/kg 較試驗前之 1,080 mg/kg 增加 60.4%。處理 C(水稻-田菁-油菜)試驗後 1,405 mg/kg 較試驗前之 1,005 mg/kg 增加 39.8%外，其他處理則別減少 0.1%~24.1%。有效性鎂含量，以處理 A(水稻-水稻)試驗後 164mg/kg 較試驗前之 220 mg/kg 減少 25.4%。處理 C(水稻-田菁-油菜)試驗後 232 mg/kg 較試驗前之 307 mg/kg 減少 24.4%外，其他各處理則分別增加 7.5%~14.9%。

(六)本試驗作物公頃產量、生產成本及公頃總收益(表 6)。春作水稻每公頃平均產量為 7,950 公斤，綠肥作物以春作綠肥大豆公頃植株鮮重 38,000 公斤最高，其他作物依序為，太陽麻春作 26,000 公斤，夏作為 30,000 公斤。夏作田菁 15,000 公斤，夏作向日葵 7,500 公斤，裡作油菜平均 31,000 公斤，蕎麥 40,000 公斤。生產成本以春作水稻每公頃 85,407 元最高，休耕田每公頃 7,000 元最低，公頃總收益以春作水稻平均 42,000 元最高，裡作蕎麥及油菜每公頃虧損 37,000 元。

(七)本試驗各耕作模式全年公頃淨收益(表 7)。以處理 A(水稻-水稻)每公頃 72,433 元最高，其他各處理依序為處理 B(水稻-太陽麻-油菜)62,993 元，處理 C(水稻-田菁-油菜)44,113 元，處理 D(綠肥大豆-休耕)43,500 元，處理 E(太陽麻-向日葵-蕎麥)33,000 元，處理 F(水稻-毛豆-蕎麥)26,155 元。

表 5. 94 年度耕作模式調整之土壤 pH 值、有機質及肥料含量分析

處理	調查時期	E/C(1:5) (ds/m)	pH 值 (1:1)	有機質 (%)	有效性磷 (mg/kg)	有效性鉀 (mg/kg)	有效性鈣 (mg/kg)	有效性鎂 (mg/kg)
處 理 A	春作水稻播種前	0.14	7.27	1.22	116	148	1,112	220
	春作水稻收穫後	0.14	5.05	1.07	97	109	775	163
處 理 B	夏作水稻收穫後	0.14	5.91	1.30	66	124	844	164
	春作水稻播種前	0.19	7.99	1.11	102	160	1,388	199
	春作水稻收穫後	0.11	6.29	1.12	119	110	1,026	184
	夏作太陽麻收穫後	0.12	6.85	1.27	70	146	1,155	209
處 理 C	秋裡作油菜收穫後	0.24	6.69	1.29	82	167	1,201	214
	春作水稻播種前	0.15	7.20	1.18	109	154	1,005	307
	春作水稻收穫後	0.11	6.25	1.10	122	115	1,229	197
	夏作田菁收穫後	0.12	6.84	1.40	70	161	1,250	219
處 理 D	秋裡作油菜收穫後	0.17	6.63	1.43	94	177	1,405	232
	春作綠肥大豆播種前	0.24	7.78	1.11	82	160	1,454	211
	春作綠肥大豆收穫後	0.09	7.00	1.21	122	153	1,368	209
	夏作休耕後	0.17	7.30	1.24	71	153	1,270	206
處 理 E	秋裡作休耕後	0.24	7.42	1.20	93	177	1,507	238
	春作太陽麻播種前	0.22	6.69	1.14	116	140	1,080	202
	春作太陽麻收穫後	0.11	7.33	1.17	104	111	1,518	197
	夏作向日葵收穫後	0.22	7.90	1.03	62	135	1,571	203
處 理 F	秋裡作蕎麥收穫後	0.32	7.78	1.01	79	161	1,732	232
	春作水稻播種前	0.21	7.90	1.09	102	168	1,553	214
	春作水稻收穫後	0.14	6.75	1.06	93	120	1,458	213
	秋作毛豆收穫後	0.16	7.35	1.34	61	137	1,496	233
	秋裡作蕎麥收穫後	0.12	7.30	1.49	66	155	1,551	230

表 6. 94 年度耕作模式調整之作物產量、成本及收益

期作及作物別	產量 (kg/ha)	產值* (NT\$/ha)	生產成本 (NT\$/ha)	淨收益 (NT\$/ha)	轉作補貼 (NT\$/ha)	總收益 (NT\$/ha)
(A) 春作水稻	6,046	120,920	85,407	35,513	-	35,513
(A) 夏作水稻	6,054	121,080	84,160	36,920	-	36,920
(B) 春作水稻	6,880	137,600	85,407	52,193	-	52,193
(B) 夏作太陽麻	30,670	-	20,700	20,700	45,000	24,300
(B) 裡作油菜	39,000	-	13,500	-13,500	-	-13,500
(C) 春作水稻	5,906	118,120	85,407	32,713	-	32,713
(C) 夏作田菁	15,600	-	20,100	-20,100	45,000	24,900
(C) 裡作油菜	41,667	-	13,500	-13,500	-	-13,500
(D) 春作綠肥大豆	38,300	-	28,500	-28,500	45,000	16,500
(D) 夏作休耕	-	-	7,000	-7,000	34,000	27,000
(E) 春作太陽麻	26,000	-	20,700	-20,700	45,000	24,300
(E) 夏作向日葵	7,466	-	28,500	-28,500	45,000	16,500
(E) 裡作蕎麥	30,000	-	37,500	-37,500	-	-37,500
(F) 春作水稻	6,606	13,212	85,407	46,713	-	46,713
(F) 夏作毛豆	3,071	36,852	41,910	-5,058	22,000	16,942
(F) 裡作蕎麥	32,000	-	37,500	-37,500	-	-37,500

★稻穀以每公斤 20 元計算，毛豆以每公斤 12 元計算

表 7. 94 年度耕作模式調整之全年淨收益

耕作制度	春作淨收益 (NT\$/ha)	夏作淨收益 (NT\$/ha)	裡作淨收益 (NT\$/ha)	合計淨收益 (NT\$/ha)	指數 (%)
A. 水稻—水稻 (CK)	35,513	36,920	-	72,433	100.0
B. 水稻—太陽麻—油菜	52,193	24,300	-13,500	62,993	87.0
C. 水稻—田菁—油菜	32,713	24,900	-13,500	44,113	60.9
D. 綠肥大豆—休耕	16,500	27,000	-	43,500	60.1
E. 太陽麻—向日葵—蕎麥	24,300	16,500	-37,500	33,000	46.2
F. 水稻—毛豆—蕎麥	46,713	16,942	-37,500	26,155	36.6

備註：公頃淨收益含轉作補貼(休耕 34,000 元/公頃，轉作綠肥作物 45,000 元/公頃，轉作毛豆 22,000 元/公頃)

## 四、討 論

- (一)耕作模式調整對雲嘉南地區農業生態影響及其經營管理之研究試驗田間雜草發生情形，以水稻田雜草最少，雜草種類以稗草為主，旱田以春作太陽麻及綠肥大豆田之雜草量最多，雜草種類以外來種馬齒莧為主。
- (二)耕作模式調整對雲嘉南地區農業生態影響及其經營管理之研究試驗作物病蟲害發生情形，只有夏作水稻發生白葉枯病外，其他作物則無病害發生。蟲害部份夏作水稻發生二化螟蟲及捲葉蟲，及綠肥作物之太陽麻、田菁、向日葵春作未發生蟲害、夏作則發生甜菜夜蛾及斜紋夜盜蟲危害，夏作休耕田之雜草之嚴重發生甜菜夜蛾及斜紋夜盜蟲危害，危害率高達 20.7%。
- (三)耕作模式調整對雲嘉南地區農業生態影響及其經營管理之研究試驗作物農藝性狀及公頃產量，春作水稻公頃平均 7,950 公斤，綠肥作物以春作綠肥大豆公頃鮮株產量 38,000 公斤最高，其他作物依序為，太陽麻春作公頃鮮株產量 26,000 公斤，夏作公頃鮮株產量 30,000 公斤，夏作田菁公頃鮮株產量 15,000 公斤，夏作向日葵公頃鮮株產量 7,500 公斤，裡作油菜公頃鮮株平均產量 40,400 公斤，裡作蕎麥公頃鮮株平均產量 31,000 公斤。
- (四)耕作模式調整對雲嘉南地區農業生態影響及其經營管理之研究試驗，各耕作模式全年公頃淨收益，以處理 B(水稻-太陽麻-油菜)每公頃 62,993 元雖較對照處理 A(水稻-水稻)每公頃收益 72,433 元減少 13%，但因水稻與綠肥作物輪作可改善土壤之 Ph 值及增加有機質含量，故推薦此耕作模式。

## 五、參考文獻

- 1.李文輝。1992。耕作制度對土壤肥力及作物產量與收益關係之研究。台南場研究彙報第 28 號。
- 2.鄭耀輝。1982。嘉南平原土壤之特性與作物栽培之關係。台南場學術研究報告 P35
- 3.張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。作物需要診斷技術 PP9-11。
- 4.平野曉。1977。作物連作障害。農山漁村文化協會。
- 5.李子純。1977。台灣主要水田土壤產力及兩期作產量之比較研究。中華農學會第 100 期 P117。
- 6.台灣大學農學院編印。1968。台灣大學台灣耕地之雜草 II P31-37、153、199、209、243、383、389、391、431。
- 7.楊策群。土壤管理及農業生產講義 P9。
- 8.盧煌勝。玉米 P169-330、李良。1994。甘藷 P1329-1465。台灣區雜糧發展基金會編印雜糧作物各論。
- 9.羅秋雄。1987。農林廳編。作物施肥手冊。甘藷 P30、玉米 P38、胡麻 P46、向日葵 P46。
- 10.農委會農業藥物毒物試驗所編印。2000。水稻、甘藷、大豆、玉米、洋香瓜等病蟲害防治。



- 11.張金城。1995。農林廳編印。綠肥作物栽培利用。田菁 P18、大豆 P29。
- 12.豐年社編印。台灣農家要覽。農作編（一、二）。稻米、甘藷、玉米、大豆、胡麻、洋春瓜、土壤肥料。
- 13.農林廳編印。台灣雜糧作物品種圖說。甘藷、玉米、大豆、毛豆、胡麻、向日葵。
- 14.李文輝、游添榮。2000。雜糧作物產銷改進暨稻田耕作制度調整示範 88 年度執行成果報告。綠肥大豆、毛豆、甘藷、稻田耕作制度示範。
- 15.郭魁士。1974。土壤學、土壤有機質、土壤 pH 值、有效磷鉀含量、土壤與植物營養。
- 16.張仲民。1978。作物之營養與肥料。

## Studies on Cropping Systems of Upland crop and Paddy Rice in Yin–Chia-Nan Area

Y. J. Wu and J. C. Liu  
Tainan DARES, COA, Executive Yuan

### Summary

The result showed the average 250,000 plants of weeds per ha in paddy field was the lowest, but 1,200,000 weeds (plant/ha) in sun hemp field were the highest in spring crop. Except leaf blight disease on the rice in the spring crop, we also found rice stem borer and leaf roller injury on the rice in the summer crop, but the injury percentage was only 1%. Beet armyworm and tomato cutworm attacked the green manure crops such as tomato, soybean, sesbanias, sunflower and weeds seriously. The injury percentage may reach over 20%. The grain yield of rice were 7,950 kg/ha in the spring crop and 6,100 kg/ha in the summer crop. Green Manure soybean has the highest biomass (38,000 kg/ha) in the spring crop, and crotalaria has the highest biomass (30,700 kg/ha) in the summer crop.

---

**Key words :** Cropping system, Rice, Sesbanias, Vegetable soybean, Green manure soybean, Sunflower, Rape, Buckwheat, *Crotalaria juncea* L.