

第二期作水田耕犁與施肥法對週年水旱 輪作系統生產力及土壤性質之影響

蔡 永 暉¹

摘 要

傳統水田耕犁法，先浸水再整地碎土，常造成土壤壓實問題，限制後作雜糧根系發展與養分吸收，因此本試驗乃採用先乾整地碎土，再灌水插秧，以減輕土壤壓實性，並配合深層施肥與選用不同的高低莖後作雜糧，探討水田耕犁法、施肥法與後作雜糧高低莖作物，三者間的交感效應，以期提高肥料養分的利用率，並增加水旱輪作田的生產力。

本試驗經變方分析結果，耕犁法與施肥法對水稻產量有顯著的交感效應。表面施肥區，乾犁法比濕犁法增產2.4%~6.1%；但深層施肥區，乾犁法卻減產0~5.9%。乾犁法深層施肥區減產，主要是稻田土壤水分滲漏率增加，導至田間灌溉用水量增加，使得肥料深施後遭遇淋洗而流失。流失的肥料對水稻後作雜糧仍有影響，視旱作高莖與短莖而有區別。短莖作物（紅豆、大豆），根系分布較淺，增產效應不明顯，而高莖作物（高粱、玉米），根系較深，仍可吸收深層底土的溶淋塩基，可分別增產2.4%與0.9%。稻田乾犁後可顯著改善表土總體密度，並使秋作短莖紅豆增產達23%，但無法使春作高莖的高粱增產。另外，乾犁法易受夏季梅雨的影響，若整地前陰雨綿綿，田間土壤濕潤，勉強實施乾犁，土壤性質無法獲得改善，甚至減產。綜觀土壤肥力之變化，乾犁法可提高土壤 PH 值及有效性鈣與磷含量，並增加土壤有機質的分解。

關鍵字：耕犁法、輪作、土壤性質。

前 言

本省農地主要糧食作物為水稻與雜糧，在生產方式上兩者經常採用輪作栽培。但以土地利用觀點，水田輪作雜糧，必然因傳統水田的耕犁方式，導致土壤高水分狀態、土壤總體密度增加、底土壓實性增強、水分滲透率降低⁽¹⁾與磷肥有效性降低⁽⁴⁾等問題。勢將限制後作雜糧作物根系健全的發展。因此，檢討現行水田耕作法，以利後作雜糧增產，是值得嚐試的。

據張氏⁽²⁾指出稻田乾犁法可降低表土總體密度，並提高土壤的還原電位。楊氏⁽³⁾等亦指出乾犁稻田可降低表土及犁底層總體密度，有利於後作雜糧建立深入的根系。而鄭與

1. 台灣省高雄區農業改良場助理研究員

陳氏⁽¹⁾認為Ⅱ期稻田以碎土一次產量最高，不整地與碎土二次產量相若，原因是碎土次數愈多，土壤有機物之分解過速，N增施效果愈小；而不整地區可能是水分滲透快，肥分損失，造成減產。

本試驗目的在於探討(1)稻田乾犁法對水旱輪作系統總生產力及土壤性質之影響，(2)經淋洗向下移動的養分，可否經由高莖深根性作物再吸收，而達增產效應。

材料與方法

74年以Ⅱ期稻—秋作紅豆（短莖）—春作高粱（高莖），75年以Ⅱ期稻—秋作玉米（高莖）—春作大豆（短莖）為輪作系統。每年Ⅱ期稻整地時以乾犁法與濕犁法（均碎土二次）為主區處理，基肥施用以深層施肥與表面施肥為副區處理，採用裂區設計，四重複，副區面積為 $7.4\text{m} \times 8.1\text{m} = 59.94\text{m}^2$ 。供試作物品種，水稻74年為台農67號，75年為高雄141號，紅豆為高雄3號，高粱為台中5號，玉米為台農351號，大豆為高雄8號。供試地點74年在本場農場，75年在萬丹鄉，兩者均為粘板岩老沖積土，土壤酸鹼值屬微酸性，排水性良好。秋春作雜糧肥培管理，不設處理，均按農林廳施肥手冊處理。

結果與討論

一、對Ⅱ期水稻之影響

由表1結果顯示，水田乾犁法對稻谷產量之影響，因施肥法不同而異，且年度間影響程度不同。乾犁法比濕犁法，在一般表面施肥區，74年增產6.1%，75年增產2.4%；在深層施肥區，74年減產5.9%，75年沒有顯著差異。深層施肥區減產，主要是乾犁法造成土壤水分滲透率加大，灌溉次數與用水量增加，肥料因淋洗向下流失較多，以致水稻生育後期，葉色較黃，尤以74年最為明顯，其插秧後20天的土壤水分滲透率，處理間分別為 $4.2\text{mm}/\text{day}$ 與 $14.8\text{mm}/\text{day}$ ，差異極顯著。75年效果不明顯，主因是整地前陰雨綿綿，乾整地無法順利實施，以致插秧後20天表土的結塊密實層厚達15公分以上，與74年的3公分相差甚大，且土壤水分滲透速率與總體密度均和濕犁法沒有顯著差異。

表1 Ⅱ期水稻耕犁與施肥法對稻谷產量與土壤物理性之影響

耕犁法	施肥法	產量(kg/ha)		滲透率(mm/day)		土壤性質		收穫期水分含量(%)	
		74年	75年	74年	75年	總體密度(g/m)	74年	75年	74年
乾犁法	深施區	4124 ^b	4809 ^a	14.8 ^a	3.8 ^a	1.24 ^b	1.28 ^a	31.5 ^b	32.1 ^a
	表面區	4317 ^a	4671 ^{ab}						
濕犁法 (對照區)	深施區	4381 ^a	4792 ^a	4.2 ^b	4.0 ^a	1.34 ^a	1.27 ^a	35.1 ^a	33.2 ^a
	表面區	4068 ^b	4562 ^b						

* 同欄相同英文字母指示在統計5%水準下沒有顯著差異。

二、對秋作紅豆與玉米之影響

74年秋作紅豆種植期，乾犁區土壤物理性獲得顯著改善，土壤總體密度與含水量均降低，容易使根系在土中穿透，間接地增加土壤有效體積，同時亦減少濕害，增加土壤氧氣濃度。據表2調查，74年紅豆乾犁區的株高顯著高於濕犁區；產量構成因素以單株莢數增加最多，子實產量增加達23%。75年玉米，因土壤物理性沒有獲得改善，以致乾犁區玉米產量反而減少2.1%。

稻田肥料深施後對後作雜糧產量亦有影響，但統計上不顯著。高莖作物玉米，根系較長，對已溶淋至底層的塩基仍有吸收作用，不論整地方式為何，稻田肥料深施區仍可增產0.6~1.3%。短莖作物紅豆，根系較淺，視塩基淋洗程度略有不同效果，濕犁區水分滲透較慢，深施區可增產1.8%，但乾犁區水分滲透較快，深施區反而減產2.3%。

表2 II期水稻耕犁與施肥法對秋作雜糧生育與產量之影響

		74年秋作紅豆						75年秋作玉米				
耕犁法	施肥法	株高 (公分)	莢數 (莢/株)	粒數 (粒/莢)	百粒重 (公克)	子實重 (公克/株)	產量 (公斤/公頃)	株高 (公分)	穗長 (公分)	粒數 (粒/穗)	子實重 (公克/穗)	產量 (公斤/公頃)
乾犁法	深施區	40.7 ^a	11.7 ^a	6.6 ^a	13.3 ^b	10.2 ^a	3011 ^a	261 ^a	15.6 ^a	533 ^a	145 ^a	5797 ^a
	表面區	40.7 ^a	12.0 ^a	6.5 ^a	13.6 ^a	10.6 ^a	3082 ^a	253 ^b	15.4 ^a	528 ^a	143 ^a	5722 ^a
濕犁法	深施區	27.4 ^b	10.2 ^b	6.4 ^a	13.2 ^b	8.6 ^b	2495 ^b	248 ^b	15.7 ^a	547 ^a	148 ^a	5901 ^a
	表面區	26.0 ^b	9.7 ^b	6.4 ^a	13.5 ^a	8.4 ^b	2452 ^b	254 ^b	15.5 ^a	544 ^a	147 ^a	5868 ^a

* 同欄相同英文字母指示在統計5%水準下沒有顯著差異。

三、對春作高粱與大豆之影響

由表3產量調查發現，74年水稻乾犁法對秋作紅豆的增產效應，至春作高粱時，已不復存在。據推測此時土壤總體密度應仍有差異性。造成春作高粱不再增產的原因，可能是底土壓實問題，因高粱根系較深，而乾犁法有效的耕作深度僅約15公分，因而對深根性的高粱幫助不大。但對根系較淺的紅豆則有很大的影響。75年水稻乾犁法對春作大豆的影響，與秋作玉米相同，平均減產1.1%。

稻田肥料深施區對春作雜糧產量亦有影響。高莖作物高粱，不論整地方式為何，可增產2.2~2.7%；而短莖作物大豆沒有增產效果。顯示溶淋至底層的養分，對深根性作物仍可增產。

表 3 II 期水稻耕犁與施肥法對春作雜糧產量之影響

耕犁法	施肥法	74年春作高粱		75年春作大豆	
		產 量	百分比	產 量	百分比
		(公斤/公頃)	(%)	(公斤/公頃)	(%)
乾犁法	深施區	5737 ^a	102.2	2726 ^a	98.4
	表面區	5627 ^b	100.2	2728 ^a	98.5
濕犁法	深施區	5768 ^a	102.7	2743 ^a	99.1
	表面區	5615 ^b	100	2769 ^a	100

四、對土壤肥力之影響

表 4 結果顯示，水田輪作會提高土壤 pH 值與有效性鈣含量，但卻降低土壤有機質及有效性磷與鉀含量；而雜糧輪作結果却相反。以乾犁法取代濕犁法，會增加水田的效果，因土壤水分滲透率增加，土壤乾濕變化大，通氣狀態良好，有機物分解增加。在水田狀態下，有機物分解愈多，微生物的還原代謝作用愈強，因此土壤 pH 值上升，間接地亦導致土壤有效性磷與鈣的溶解度增加。

表 4 II 期水稻耕犁法對輪作田周年土壤肥力之影響

土 壤 性 質	夏作水稻收穫期		秋 作 收 穫 期		春 作 收 穫 期	
	乾犁區	濕犁區	乾犁區	濕犁區	乾犁區	濕犁區
pH	6.25	6.20	6.13	6.13	5.97	5.97
O.M (%)	2.05	2.15	2.65	2.73	2.77	2.90
P ₂ O ₅ (kg/ha)	112	103	164	145	169	144
K ₂ O (kg/ha)	98	100	130	131	107	104
Ca (ppm)	1936	1889	1422	1452	1018	1041
Mg (ppm)	139	132	101	104	135	152

參 考 文 獻

1. 鄭榮賢、陳富英. 1978. 最少耕作對土壤氧化還原要素動態及水稻產量之影響。高雄區農業改良場試驗研究報告：70~79。
2. 張英勝. 1984. 水稻田還原電位的變異與管理。國立中興大學土壤研究所碩士論文。
3. 楊策群、朱德民、陳世雄. 1986. 稻田轉作玉米土壤物理性改良與肥力管理研究。農林廳土壤肥料試驗示範報告（糧食作物）：215~234。
4. Syarifuddin, A. and H. G. Eandstra. 1981. Soil fertility, tillage, and mulching effects on rainfed maize grown after rice. IRRI Research Paper Series No. 66.