

玉米田長期不整地及中間作栽培綠肥(田菁)對土壤肥力及玉米產量之影響

張茂盛 周泰均¹

摘 要

為解決玉米連作而造成之障礙及探討於夏季栽培中間作綠肥(田菁)對土壤肥力之變化情形及對秋裡作與春作玉米產量之影響,乃於本場試驗農田進行長期栽培玉米之試驗。試驗地土壤屬片岩及粘板岩混合沖積土,坩質壤土,排水不完全,CEC極低,土壤深度60公分。土壤能限分類為Le。經四年之試驗,結果顯示施用玉米殘株及綠肥田菁,經掩埋或覆蓋下土壤有機質含量,不論整地與否均有明顯增加。有效性磷、鈣含量不論整地與否均下降,而有效性鉀整地者下降而不整地者升高。有效性鎂及矽酸含量CEC,則均上升。其對秋裡作玉米產量,不論整地或不整地,每年均維持在6,220kg/ha以上,且不整地之產量,平均比整地者增產4%;而氮素施用量,不論整地與否,均以150Kg N/ha為適量。而83年整地處理之氮素用量則以200Kg N/ha為合理用量。而春作玉米產量除83年因受颱風豪雨影響外均維持在5,240~5,950Kg/ha之間,而不整地比整地增產4-10%,而氮素用量在整地耕作下對玉米產量有隨著氮素之增加而增加,以200kg N/ha為合理用量而不整地者則以150kg N/ha為合理用量。夏季栽培田菁,掩埋或覆概均可提高秋裡作及春作玉米產量,降低連作障礙之效果。

關鍵詞：玉米、田菁、整地、不整地、綠肥、土壤肥力、氮素效應。

前 言

本省自從稻米生產過剩後,政府積極推行稻田轉作政策。臺東地區以玉米為主要轉作物。其栽培面積歷年在2,500~4,000公頃之間,其中連續栽培者為數可

¹ 臺東區農業改良場副研究員及助理。

觀。旱田與水田性質迥異，水田在長期種植水稻下，土壤表土20公分下形成犁底層，且土壤中Fe、Mn、Mg等均有明顯下移現象，而P、K含量則表土高於底土^(2,4)。不整地栽培為近代農業發展之必然趨勢，其優點在減輕土壤沖蝕，增進耕地利用，節省能源浪費，增加作物產量提高農民收益等⁽¹⁹⁾。長期不整地栽培玉米或不同旱作輪作制度下對土壤肥力之影響研究報告頗多^(3,11,12,13,15,16)，影響作物根系生長因子，如土壤空氣、水分、溫度、養分及壓實等。轉作田栽培玉米，產量與田間容水量成顯著負相關⁽²⁾。土壤水分太多容易缺氧，導致根系生長不良，使玉米減產^(7,10)。依本場長期不整地玉米栽培試驗結果顯示，不整地玉米除了第一作，以不整地為優外，第二作以後，不論春秋作均因連作而下降，而秋作更因適遭遇颱風豪雨之影響，造成廢耕或產量偏低之現象⁽⁹⁾。夏季田菁覆蓋物對玉米之生育，產量及氮肥的節省均有顯著效果^(1,5,6)。本試驗旨在探討夏作栽培田菁可否解決上述因連作障礙及雨季所導致之低產，而進行試驗，旨在建立合理之旱作栽培制度，提供農民採行。

材料與方法

本試驗於80年7月起在本場水稻轉作田，連作玉米五年之玉米田進行，並於84年6月結束，計四年 共計12作(包括田菁四作)。試區土壤屬片岩及粘板岩混合沖積土，光復系坩質壤土，排水不完全，土壤深度50公分左右。土壤能限分類為Le。試驗採用裂區設計，主區分整地與不整地兩處理，副區為氮素施用量，分每公頃100、150及200kg等處理，四重複。小區面積6.3Mx7.0M，株距70cmx25cm。耕作制度，夏季栽培田菁綠肥作物，秋裡作玉米，春作玉米。

夏季七月播種田菁種子每公頃30kg，九月中旬，整地者將玉米殘株及田菁翻入土壤中，不整地者以覆蓋行之。玉米施肥法氮肥 1/3量，磷肥全量及鉀肥 1/2量，作基肥施用，第一次追肥於膝高期施氮肥1/3量及鉀肥1/2量，其餘 1/3量氮肥於雄花抽出期施用。磷鉀施用量依土壤速測結果推荐。秋裡作玉米十月上旬播種，翌年三月收穫，春作玉米三月播種，六月下旬收穫。土壤樣品於每作收穫後採樣，分析土壤理化性。實驗室分析法，採行農試所統一方法，收穫調查玉米子實產量。

結果與討論

施用夏季田菁及玉米殘株對土壤肥力變化之影響

試驗前及經連續四年夏季綠肥其地上部及玉米殘株之施用而栽培培秋裡作玉米及春作玉米後，其土壤理化性變化(如表一)，土壤pH值無多大變化均維持在pH值7.0-7.1之間。有機質含量有明顯增加 0.8%(整地)及1.2%(不整地)。綠肥之栽培及玉米殘株之回歸，不論整地或不整地，在第四年後，表土層有機質含量明顯大量提高。此與國外發表報告吻合^(13, 16, 17, 19)。土壤有效性磷、鉀、鈣含量均下降，但不整地之鉀則略有上升。有效性鎂，矽酸含量及CEC 則有明顯較試驗前上升。而土壤總體密度不論整地與否均變化不大，然而土壤水分含量則較試驗前為高。

夏季田菁綠肥地上部產量及三要素含量

夏季田菁地上部產量及三要素含量因年度而異如表二，年平均產量為9.9-34.3t/ha。三要素含量為N 2.04-4.44%，P 0.25-0.32%，K 2.05-2.23%，地上部收穫後，整地者翻入土壤中，而不整地者，以覆蓋行之。

田菁之掩埋(整地)與覆蓋(不整地)對玉米子實產量之影響

夏季田菁地上部與玉米殘株之掩埋或覆蓋栽培秋裡作玉米及春作玉米，子實產量均有顯著提高，(如表三及表四)。由表三獲知80-83年秋裡作玉米產量，不整地處理為6.690-8.330kg/ha之間比整地處理增產3-6%。氮素施用量對玉米子實產量之效果，不論整地與否，80-82年均以150kgN/ha為適量，而83年產量則隨著氮素用量之增加而增加。另由表四可知81-84年春作玉米產量，除83年春作因受7月提姆颱風侵襲提早收穫導致產量普遍下降外，均維持在5.441-6.610kg/ha之間，而不整地者比整地者增 3-10%。而氮素施用量對子實產量之效果，整地處理之產量隨著氮素之增加而增加，以200kg N/ha為合理。而不整地玉米仍以150kg N/ha為合理。又依據本場稻田轉作玉米長期不整地栽培對玉米產量之影響指出，在正常期作及氣候條件下，秋作及春作玉米不論整地與否，似有因連作之關係而使產量下降(9)。因此夏季田菁之栽培，其地上部及玉米殘株之施用覆蓋或掩埋，均有助玉米之正常生長，降低玉米連作障礙之效果。

表一、試驗田土壤理化性分析

Treat. 1. Analysis of properties on experimental field.

Treat.	Soil layer (cm)	Text.	PH	OM. %	P ₂ O ₅	K O kg/ha	CaO	MgO	SiO ₂ ppm	CEC. me/100g	BD. g/cm	Moist %	
Tillage in jul. 1991 Before experiment	N ₁ ¹	0-15	SiL	7.2	2.1	646	153	9072	290	24			
		15-30		7.5	1.6	256	116	8159	269	34			
	N ₂	0-15	"	7.1	2.0	623	189	8939	263	17			
		15-30		7.3	1.6	200	112	7824	217	30			
	N ₃	0-15	"	7.0	2.0	591	183	8203	294	15			
		15-30		7.3	1.6	170	96	8081	267	32			
	Mean	0-15	"	7.1	2.0	613	173	8459	282	19	9.6	1.48	12
		15-30		7.3	1.6	207	108	8021	251	32	8.4	1.64	15
	Non-Tillage in jul. 1991 After experiment	N ₁	0-15	SiL	7.3	1.8	410	120	8765	231	38		
			15-30		7.5	1.6	241	95	9665	242	38		
		N ₂	0-15	"	7.2	2.0	463	135	8708	263	26		
			15-30		7.5	1.7	244	87	8423	232	33		
N ₃		0-15	"	7.1	1.9	429	139	8322	205	19			
		15-30		7.3	1.6	222	90	8112	213	31			
Mean		0-15	"	7.2	1.9	434	131	8599	233	28	9.6	1.47	17
		15-30		7.4	1.6	236	91	8733	229	34	8.4	1.53	22
Tillage in jul. 1991 After experiment		N ₁	0-15	SiL	7.0	2.6	318	115	5916	307	63		
			15-30		7.1	2.4	164	93	4899	312	61		
	N ₂	0-15	"	7.0	2.9	289	131	6068	289	62			
		15-30		7.2	2.3	110	179	5328	291	64			
	N ₃	0-15	"	7.9	2.7	322	110	5760	282	68			
		15-30		7.1	2.3	198	81	5030	274	72			
	Mean	0-15	"	7.0	2.7	310	119	5915	293	65	10.6	1.40	29
		15-30		7.1	2.3	157	84	5086	292	66	10.1	1.61	23
	Non-Tillage in jul. 1991 After experiment	N ₁	0-15	SiL	7.2	3.0	351	169	6274	419	84		
			15-30		7.4	2.3	113	100	4668	324	88		
		N ₂	0-15	"	7.1	3.0	332	123	5611	321	81		
			15-30		7.4	2.0	107	77	4317	373	73		
N ₃		0-15	"	7.0	3.7	381	123	5854	354	71			
		15-30		7.4	3.2	159	80	5090	362	75			
Mean		0-15	"	7.1	3.2	357	140	5913	365	79	10.7	1.38	23
		15-30		7.4	2.5	126	86	4692	353	79	10.9	1.60	18

¹N₁, N₂, and N₃, are as for 100, 150 and 200kg N/ha, respectively.

表二、夏季田菁綠肥地上部產量調查

Table. 2. Productions of the above-ground part of sesibania in summer season.

		91					92				
Treat.		Fresh weight	Dry weight	N	P	K	Fresh weight	Dry weight	N	P	K
		(t/ha)	(t/ha)	(%)			(t/ha)	(t/ha)	(%)		
Tillage	N ₁ ¹	34.4	6.0	2.98	0.27	2.03	10.9	2.33	2.57	0.25	2.32
	N ₂	33.6	6.0	2.71	0.29	2.02	10.6	2.15	2.67	0.26	2.18
	N ₃	34.8	6.1	3.14	0.24	2.18	10.6	2.21	2.70	0.26	2.18
	Mean	34.3	6.0	2.94	0.27	2.08	10.7	2.23	2.65	0.26	2.23
Non-Tillage	N ₁	32.0	5.8	2.57	0.25	2.32	9.1	1.90	2.98	0.27	2.03
	N ₂	31.6	6.0	2.67	0.26	2.18	9.0	1.91	2.72	0.29	2.02
	N ₃	32.8	6.0	2.70	0.26	2.18	11.6	2.32	3.14	0.24	2.18
	Mean	32.1	6.0	2.65	0.26	2.23	9.9	2.04	2.95	0.27	2.08
		93					94				
Treat.		Fresh weight	Dry weight	N	P	K	Fresh weight	Dry weight	N	P	K
		(t/ha)	(t/ha)	(%)			(t/ha)	(t/ha)	(%)		
Tillage	N ₁	14.8	3.62	3.03	0.29	2.25	18.8	3.01	2.15	0.26	2.42
	N ₂	13.9	3.41	3.20	0.34	1.96	19.0	3.04	2.40	0.25	2.23
	N ₃	17.0	4.17	3.18	0.30	1.99	20.4	3.27	2.36	0.24	2.00
	Mean	15.2	3.73	3.14	0.31	2.07	19.4	3.11	2.30	0.25	2.22
Non-Tillage	N ₁	19.5	4.78	3.23	0.33	2.25	23.2	3.71	2.35	0.26	2.09
	N ₂	16.7	4.10	3.38	0.31	2.29	20.2	3.25	2.60	0.27	2.12
	N ₃	18.1	4.44	3.29	0.32	2.12	22.6	3.62	2.55	0.25	1.95
	Mean	18.1	4.44	3.30	0.32	2.22	22.0	3.53	2.55	0.26	2.05

¹The same as table 1.

表三、栽培夏作田菁綠肥下不同耕作法與氮肥施用量對秋裡作玉米產量之影響
Table 3. Effect of tillage methods and n rates on the yields of late fall corn under cultivated sesibania in summer season.

Year	Tillage (kg/ha)				Non-Tillage (kg/ha)				Mean (kg/ha)		
	N1 ¹	N2	N3	Mean	N1	N2	N3	Mean	N1	N2	N3
1991	6250	7000	6790	6680	6870	7020	7250	7050	6560	7010	7020
Index	89	100	97	100	98	100	103	105	94	100	100
1992	7540	8040	7960	7850	8240	8290	8470	8330	7890	8165	8215
Index	94	100	99	100	99	100	102	106	97	100	101
1993	6644	6807	6945	6799	7265	6915	6938	7039	6955	6861	6942
Index	98	100	102	100	105	100	100	103	101	100	100
1994	6270	6220	6860	6450	6440	6630	7010	6690	6360	6430	6940
Index	101	100	110	100	97	100	106	104	99	100	108

¹The same as table 1.

表四、栽培夏作田菁綠肥下不同耕作法與氮肥施用量對春作玉米產量之影響
Table 4. Effect of tillage methods and n rates on the yields of apring corn under cultivated sesibania in summer season.

Year	Tillage (kg/ha)				Non-Tillage (kg/ha)				Mean (kg/ha)		
	N1 ¹	N2	N3	Mean	N1	N2	N3	Mean	N1	N2	N3
1992	6430	6450	6380	6420	6040	6970	6820	6610	6235	6710	6600
Index	100	100	99	100	87	100	98	103	93	100	98
1993	4610	5340	5920 ²	5290	5760	6060	5970	5830 ²	5180	5700	5780 ²
Index	86	100	111	100	95	100	94	110	91	100	101
1994	3582	4868	5395	4615	4142	5288	5320	4911	3583	5078	5357
Index	74	100	110	100	78	100	101	106	76	100	106
1995	5260	5242	5822	5441	5426	5615	5952	5664	5348	5429	5887
Index	100	100	111	100	97	100	106	104	98	100	108

¹The same as table 1.

²The tillage methods, N applied under the tillage and the average of N applied were significantly different at 5% level by LSD in the spring corn, 1993.

參考文獻：

1. 王鍾和 連深 洪崑煌 1994 輪作田夏作田菁及其耕作方式對秋作玉米生育及子實生產之影響 p. 1-32 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
2. 李子純 1988 稻田轉作玉米土壤肥力限制因子之改良研究 p. 1-19 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
3. 林滄澤 1988 轉作雜糧作物長期肥培管理試驗 p. 12-24 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
4. 連深 1988 轉作田玉米整地與不整地及肥料深施效果試驗 p. 25-27 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
5. 連深 王鐘和 1989 玉米不整地田菁覆蓋省工栽培試驗 p. 104-115 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
6. 連深 王鐘和 1991 玉米不整地田菁覆蓋省工栽培試驗 p. 35-45 土壤肥料報告 臺灣省農林廳編印。
7. 陳世雄 楊策群 朱德民 1990 轉作玉米田土壤因素對產量之影響 p. 4 5-53 土壤肥料試驗報告 臺灣省農林廳編印。
8. 張茂盛 1985 不整地秋裡作玉米氮肥施用量及磷肥施用法之研究 台灣農業 21(2):54-59。
9. 張茂盛 周泰鈞 1993 稻田轉作玉米長期不整地栽培對土壤肥力及玉米產量之影響 p. 38-50 土壤肥料試驗研討會專集 臺灣省農林廳編印。
10. 蔡東耀 1990 深層翻土改良土壤排水和壓實的效果 國立中興大學土壤研究所碩士論文。
11. 謝元德 李文輝 邱素卿 1992 不同輪作制度對土壤肥力與作物產量之長期影響 p. 1-9 土壤肥料報告試驗 臺灣省農林廳編印。
12. 蘇楠榮 王錦堂 吳懷國 1991 台灣多作制度對土壤肥力及作物之影響 p. 1-27 輪作制度對土壤肥力及作物之影響研討會論文專輯。
13. Blevins, R. L., G. W. Tomas, and P. L. Cornelius. 1977. Influence of No-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. *Agro. J.* 69:383-386.
14. Clay, D. E., C. E. Clapp, D. R. Linden, and J. A. E. Molina. 1989. Nitrogen

- Tillage Residue management:3. Observed and simulated interactions among soil depth, nitrogen mineralization, and corn yield. *Soil Sci.* 147:319-325.
15. Fox, R. H., and L. D. Hoffman. 1981. The effect on fertilizer source on grain yield, N uptake, soil pH, and lime requirement in no-till corn. *Agro. J.* 73:891-895.
 16. Lal, R. 1976. No-tillage effects on soil properties under different crops in western Nigeria *soil Sci. Soc. Am. J.* 40:762-768.
 17. Moschler, W. W., D. C. Martens, and G. M. Shear. 1975. Residual fertility in soil continuously field cropped to corn by conventional tillage and no-tillage methods. *Agro. J.* 67:45-48.
 18. Rice, C. W., M. S. Smith, and R. L. Blevins. 1986. Soil nitrogen availability after longterm continuous no-tillage and conventional tillage corn production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:1206-1209.
 19. Ronald E. Phillips, Robert L. Blevins, Grant W. Thomas, Wilbur W. Frye, and S. H. Phillips. 1980. No-tillage agriculture. *Science.* 208:1108-1113.
 20. Triplett, G. B. Jr., and D. M. Van Doren, Jr. 1969. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization of non-tilled maize, *Agro. J.* 61:637-639.
 21. Triplett, G. B. Jr., D. M. Van Doren, Jr., and B. L. Schmidt. 1968. Effect of corn stover Mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. *Agro. J.* 60:236-239.

Influence of Long-term Non-tillage Cultivation with Green Manure (Sesbania) Interseason Cropping on Soil Fertility and Corn Yield

Mao-Shen Chang and Tai-Chun Chou¹

Summary

In order to overcome the effects caused by continuous cropping of corn and investigate the effects of summer catch crop (Sesbania as the green manure crop) on the change in soil fertility and on the late fall corn and spring corn crop, a long term experiment on continuous cropping of corn was carried out in the experimental farm. The soil is described as belonging to Le according to the land Capability Classification System. It is a silt loam derived on mixed alluvia of schist and slate, with incomplete drainage, low in CEC and having a solum of about 60 cm.

The four years experiment showed that application of green manure (Sesbania) and corn residue to the soil increased organic matter, Mg and SiO₂ contents and CEC, but decreased the available P, K and Ca contents of the soil. The yields of late fall corn, regardless of tillage or no-tillage, maintained above a level of 6,220 kg/ha every year, the yield of no-tillage plot was about 4% higher than that of the tillage plot. The optimum nitrate for corn was 150 kg/ha for both plots, however, the optimum rate for tillage plot in 1994 was 200 kg N/ha. The yields of spring corn, excepting those of the spring crop of 1994 which were affected by the big rain accompanying a typhoon, were in the range of 5,240 and 5,950 kg/ha, the no-tillage plot gave 4-10% higher yields than the tillage plot. Nitrogen requirements for corn in the tillage plot increased with the yield, the optimum rate was about 200 kg/ha, while for the no-tillage plot it was about 150 kg/ha.

Tilling in or mulching with Sesbania cropped in between the spring and late fall corn crops could increase the yield of the following late

fall and spring corn crops, thus reduced the problem of continuous cropping of corn.

Key words: Corn, Seabania, Tillage, Non-tillage, Green manure, Soil fertility, Nitrogen efficiency.

¹ Associate Soil Scientist and Assistant of Taitung DAIS.