

# 重粘土施用穀殼對旱作與後作水稻<sup>1</sup> 效果及肥力變化觀察試驗

胡南輝<sup>2</sup>

關鍵字：穀殼、玉米、水稻、土壤肥力

## 摘 要

穀殼掩埋於土壤中可提高土壤有機質、有效性鉀及矽之含量，也可促進玉米提高發芽率，增進根群生長，提早開花及增進產量。在粘質土壤之成功及長濱地區，秋作玉米施用穀殼每公頃各可增產37%及38%。

## 前 言

台東縣海岸山脈東側沿海東河、成功、長濱等鄉鎮，水田土壤大部份屬粘質壤土，據張仲民<sup>(9)</sup>指出，構造不發達，潮濕時粘重性大，乾燥時則呈硬塊，極難耕犁碎土。因此，如缺水轉作什糧或其他作物亦因耕犁困難影響農民轉作意願。

穀殼佔稻作總重量百分之七，本省稻穀如以250萬噸計，則每年穀殼產量達45萬噸<sup>(13)</sup>。過去曾有發生處理困難問題，然穀殼質輕，且含多量之鉀（約0.6%）及矽（約12%），如犁入稻田供作物吸收利用，可改善土壤物理性，促進土壤疏鬆，且穀殼在土壤中的分解速度慢，也不致增加土壤過分還原的問題，經多年來試驗結果證實，稻田施用穀殼確能使作物增產（6. 7. 10. 11.）。在玉米水稻輪作施用穀殼之研究中，穀殼覆蓋可得較高玉米乾物重，對後作水稻具有增產潛力<sup>(8)</sup>。又在穀殼對水稻生長之利用研究指出，將穀殼直接施入稻田（15~30噸/公頃）不僅促使土壤疏鬆，且能補充土壤中不足之矽，可增加稻田矽含量，稻穀增產3~9%。本試驗為探討重粘土稻田施用穀殼對玉米效果及觀察對後作水稻之殘效，以配合稻田轉作什糧政策推行，解決東海岸重粘土稻田轉作玉米推廣之依據。

1. 本試驗承農委會經費補助，謹此致謝
2. 本場技士

## 材料與方法

一試驗材料：於72年起在成功鎮、長濱鄉選擇重粘土稻田各一處，進行田間試驗。

玉米品種：台南11號、台農351號。

水稻品種：台農67號。

二試驗方法：作物栽培模式，夏作綠肥（田菁）一秋作玉米（72年台南11號，73年台農351號）一一期水稻（台農67號）以逢機完全區集設計，三處理，三重複，小區面積100平方公尺，其處理：(1)穀類掩埋區於整地時將穀殼翻埋入土中8~12公分，每公頃20公噸。(2)穀殼覆蓋區：於雨季將過後以穀殼作表面覆蓋，每公頃10公噸。(3)對照區。三要素（N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O）用量：秋作玉米在成功及長濱試區分別為180-60-50及180-80-60公斤/公頃。水稻分別為126-80-50公斤/公頃，但七十三年秋作玉米用氮200，而磷鉀與氧化鉀與七十二年相同。

三試驗區土：成功鎮為東海岸山脈沖積土，長濱為黑土，屬細質土壤。其理化性質性質列於（表一），其分析方法依據本省現行採用之方法：土壤pH用玻璃電極法，有機質用比色法，有效性磷鉀用Bray No.1法，有效性鉀採用Mehlich法，矽用N醋酸鈉緩衝液抽出，以比色法測定。

四葉片營養：于吐絲期每小區分別採取玉米著穗葉片20片去除中筋，分析N、含量分析P、K、Ca與Mg等要素，N用微量擴散法，磷用鉬黃法，鉀用焰光法，鈣、鎂用原子吸光法。

五生育及產：于生育期調查發芽率、開花期、成熟期、株高、根群發育、產量調查及產量構成因素。

表一 試驗田土壤性質

Table 1. Soil properties of experiment fields.

地點 Location	質地 Texture	pH	Organic matter %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	SiO <sub>2</sub> (ppm)
成功	表土 CL	6.3	2.3	40.1	114	88
Chen-Kong	底土 CL	6.4	2.5	28.6	110	—
長濱	表土 CL	6.4	2.2	11.5	156	118
Chang-Pin	底土 CL	6.3	2.2	5.7	102	—

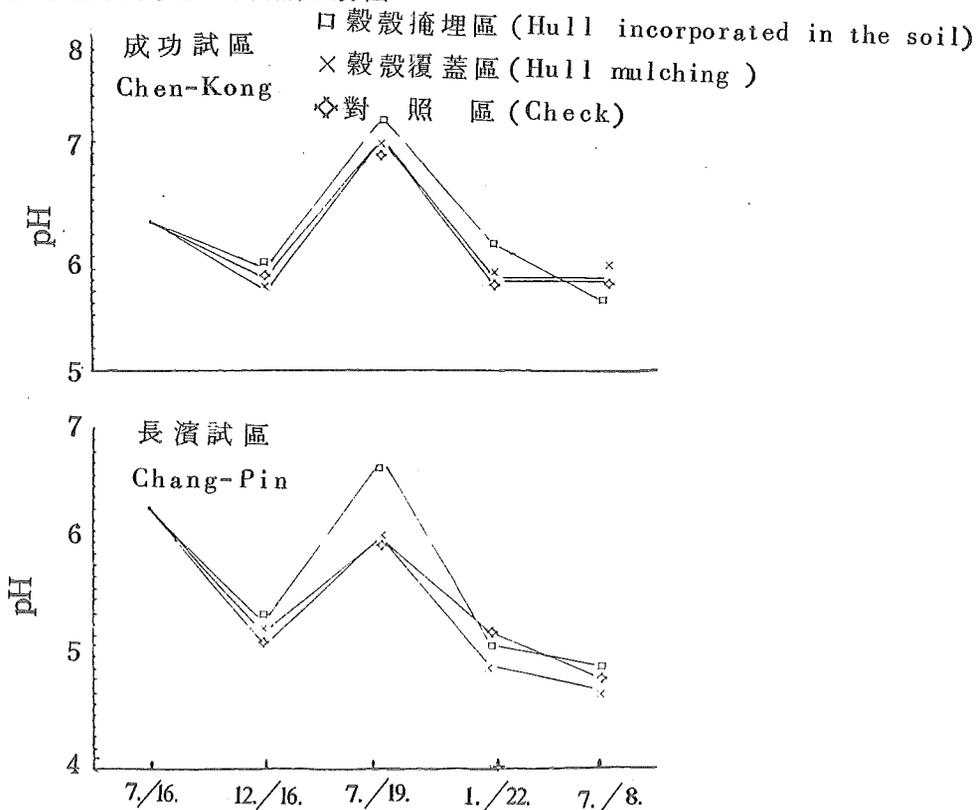
## 結果與討論

### 六 土壤肥力變化情形：

土壤肥力經四年分析結果，其土壤 pH 在 72 年秋作玉米收穫後比試驗前 PH 6.3 有降低現象，成功試區處理間 pH 為 5.7 - 5.9，長濱為 5.1 - 5.3，而 73 年栽培一期水稻收穫後，其 pH 又提高，在成功為 7.0 - 7.2，長濱為 6.5 - 6.7，而 73 年秋作玉米收穫後又降低，成功為 5.8 - 6.1，長濱為 4.9 - 5.3。74 年一期水稻收穫後成功為 5.6 - 5.8，長濱為 4.7 - 4.9。由此顯示，掩埋穀殼區或表面覆蓋區其土壤 pH 比對照區為高。並隨耕作制度不同其 pH 也隨著變化，栽培旱作 pH 較低，而栽培水稻 pH 較高。但經四年後有逐漸降低趨勢（圖一）。土壤有機質含量無論栽培旱作或水稻均比試驗前增加。而栽培旱作土壤有機質含量增加較栽培水稻為多。掩埋穀殼或表面覆蓋與對照區比較，則無明顯差異（圖二）。土壤有效性磷酐為低含量，各處理間栽培旱作或水田無明顯變化。有效性氧化鉀含量，栽培旱作後比栽培水稻後含量為高，而掩埋穀殼區或表面覆蓋區其平均含量比對照區為高（圖三）。有效性氧化矽含量，掩埋穀殼區或表面覆蓋區無論栽培旱作或水稻均比對照區含量為高（圖四）。與顏等<sup>(11)</sup>在水稻田施用穀殼後，其土壤矽含量 212 ppm，比對照區 112 ppm 增加 100 ppm 結果一致。而據林<sup>(2)</sup>在台灣土壤肥力能限分類規範之調查研究報告，認為本省土壤有效性矽含量 70% 之樣品在 90 ppm 以下，45% 在 40 ppm 以下。又李等<sup>(3, 4, 5)</sup>在東部及西部辦理水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進研究中證明土壤缺矽為導病及低產量主要因子，施用矽酸爐渣每公頃 2 - 3 噸有顯著效果。土壤總體密度無論穀殼掩埋或覆蓋處理經過，栽培玉米及水稻後均逐漸降低。成功試區穀殼掩埋為  $1.103 \text{ g/cm}^3$ ，覆蓋為  $1.135 \text{ g/cm}^3$ ，比試驗前  $1.265 \text{ g/cm}^3$  及對照區  $1.260 \text{ g/cm}^3$  為小。長濱試區穀殼掩埋為  $1.033 \text{ g/cm}^3$ ，覆蓋為  $1.085 \text{ g/cm}^3$  比試驗前  $1.182 \text{ g/cm}^3$  及對照區  $1.098 \text{ g/cm}^3$  為小（圖五）。可知重粘土施用穀殼後不僅可增加土壤中有機質含量，且可降低土壤總體密度，有利於根系的發育，在玉米收穫後檢視其穀殼處理，仍有保持完整的原形，其覆蓋處理比掩埋處理較完整。故穀殼覆蓋可防止乾早期土壤水份過度蒸發，保持土壤水份，有利於玉米生長。據國際稻米研究所<sup>(12)</sup>年報：土壤的機械阻力隨著總體密度的增加而增加，尤其在土壤含水量低於 25% 時特別顯著，因之水稻根系的延伸，通常隨著土壤總體密度的增加而遞減。

三 施用穀殼對旱作玉米產量之效果，重粘土稻田施用穀殼第一年播種玉米發芽率，成功、長濱試區各為 75% 及 85%，而未施用者為 45% 及 60%，而第二年

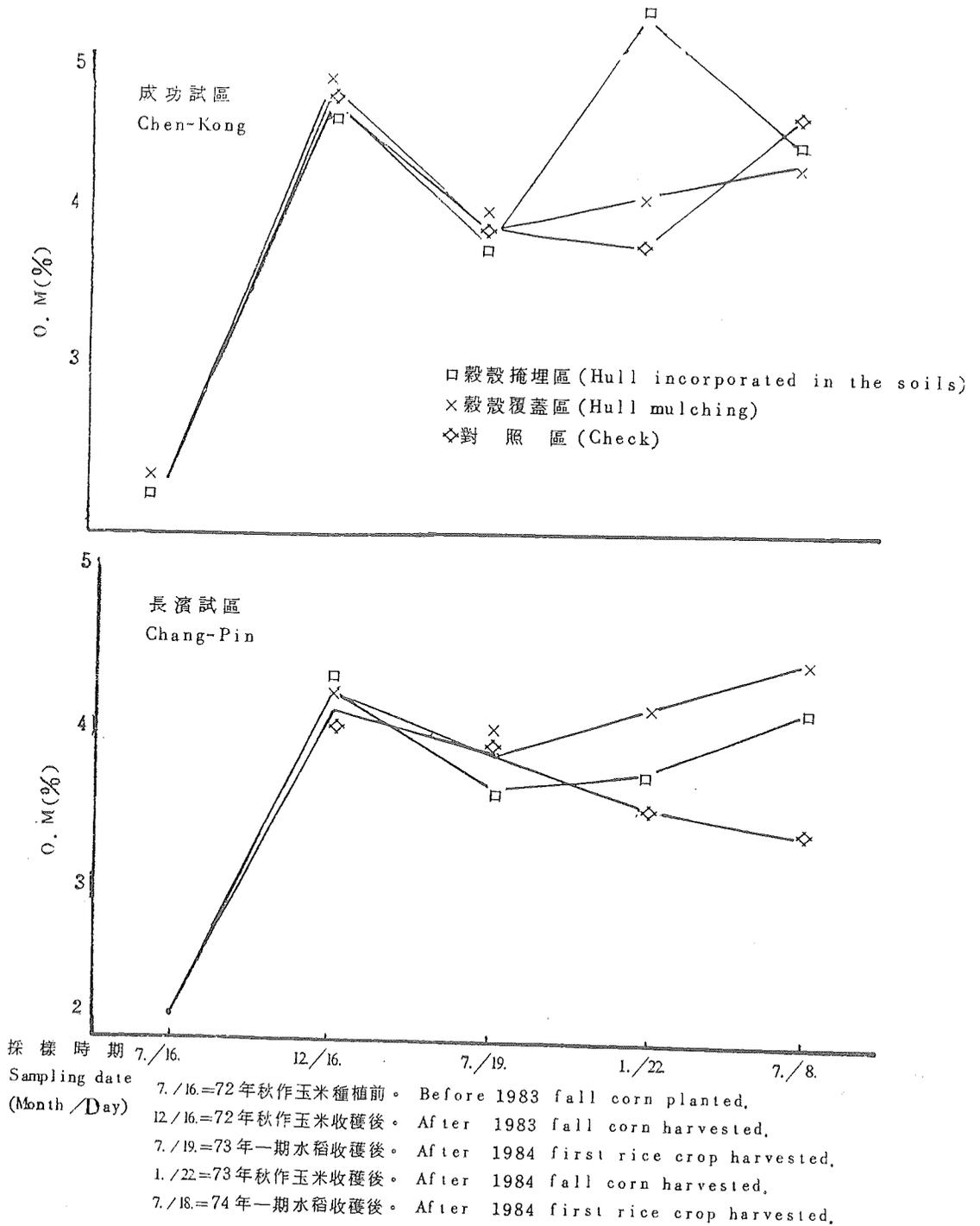
提高至90%及88%，而未施用者各為85%及80%，故施用穀殼可提高玉米發芽率（圖六）。在植株生育上穀殼掩埋處理玉米育成整齊迅速，開花較早，結實飽滿，並可提早4-5天成熟，而根群生長較密，細根較多且伸展較深，比對照區長15-20公分。產量構成因素之穗長、穗重，穗粒數均比覆蓋區及對照區為佳，每公頃玉米子實產量調查結果（表二）。在成功試區72年秋作以穀殼掩埋處理最高3,790kg/ha較對照區2,602kg/ha增產46%，覆蓋區為3,214kg/ha，比對照區增產24%，73年秋作穀殼掩埋區5,613kg/ha，比對照區4,340kg/ha增產29%，較覆蓋區5,146kg/ha增產9%。在長濱試區72與73兩秋作玉米所得結果與成功試區相均均以穀殼掩埋區產量最高，穀殼覆蓋區次之，對照區最低。



採樣時期                      7./16.=72年秋作玉米種植前。 Before 1983 fall corn planted.  
 Sampling date                12./16.=72年秋作玉米收穫後。 After 1983 fall corn harvested.  
 (Month / Day)                7./19.=73年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested.  
                                      1./22.=73年秋作玉米收穫後。 After 1984 fall corn harvested.  
                                      7./18.=74年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested.

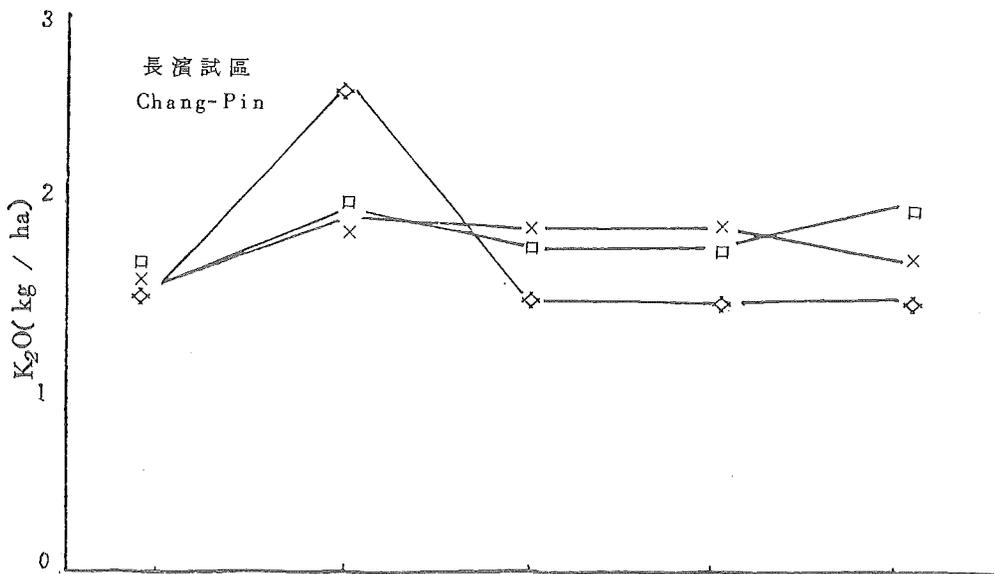
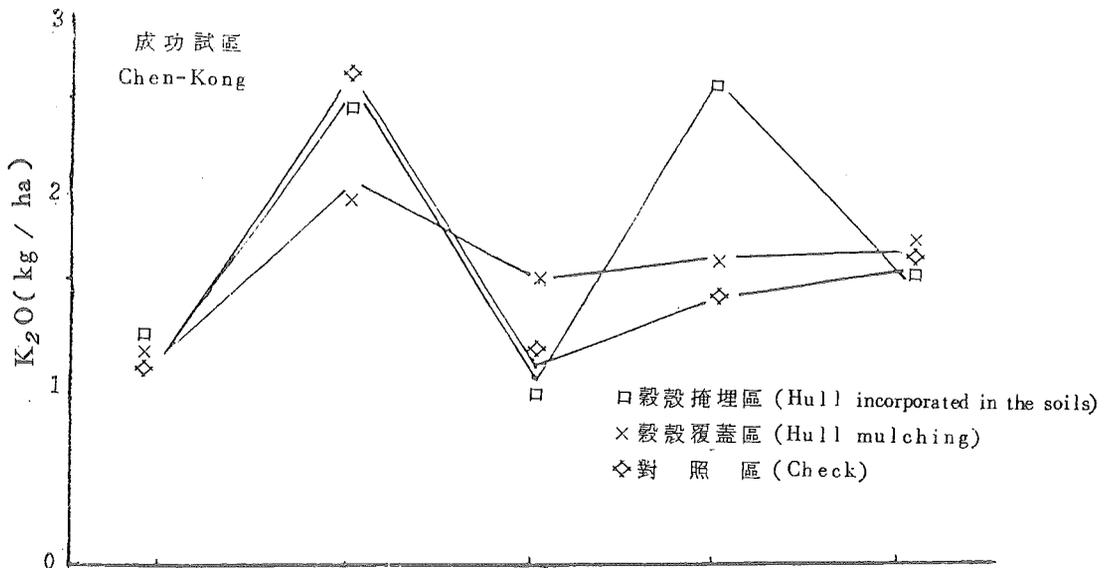
圖一 施用穀殼對土壤 pH 之影響

Fig.1. Effect of rice hull on soil pH.



圖二 施用穀殼對土壤有機質之影響

Fig.2. Effect of rice hull on soil organic matters.

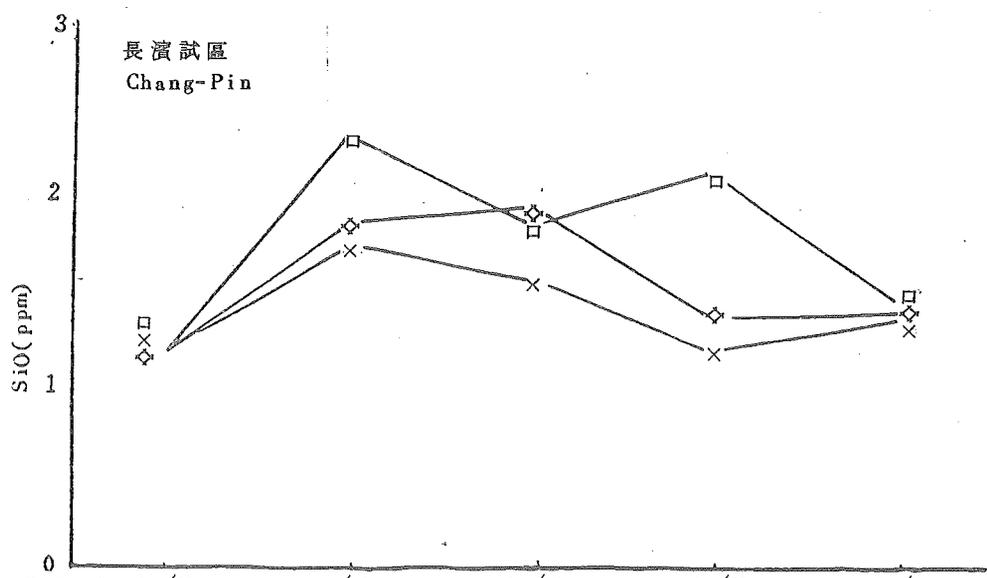
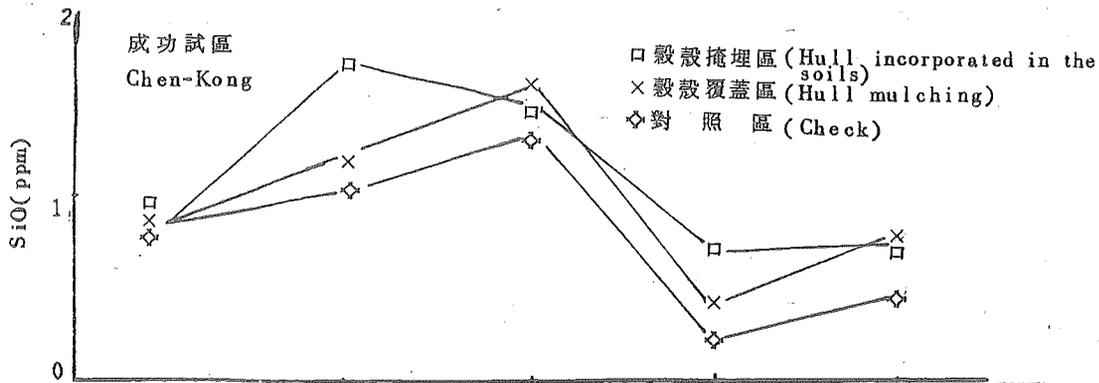


採樣時期 7./16. 12./16. 7./19. 1./22. 7./8.

Sampling date 7./16.=72年秋作玉米種植前。 Before 1983 fall corn planted,  
 (Month/Day) 12./16.=72年秋作玉米收穫後。 After 1983 fall corn harvested,  
 7./19.=73年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested,  
 1./22.=73年秋作玉米收穫後。 After 1984 fall corn harvested,  
 7./18.=74年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested.

圖三 施用穀殼對土壤有效性鉀之影響

Fig. 3. Effect of rice hull on soil available potassium level.

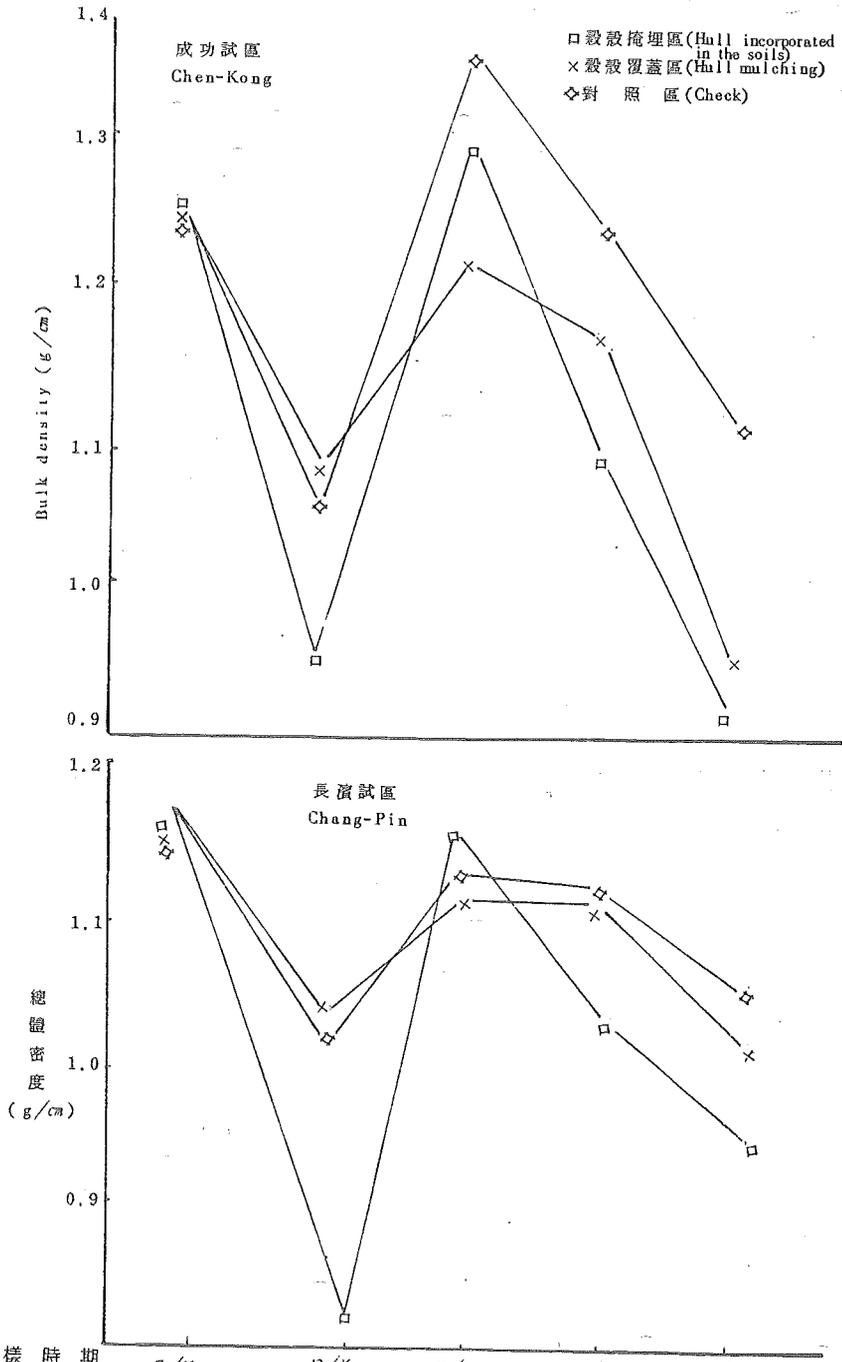


採樣時期 7./16. 12./16. 7./19. 1./22. 7./8.

Sampling date 7./16.=72年秋作玉米種植前。 Before 1983 fall corn planted,  
(Month/Day) 12./16.=72年秋作玉米收穫後。 After 1983 fall corn harvested,  
7./19.=73年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested,  
1./22.=73年秋作玉米收穫後。 After 1984 fall corn harvested,  
7./8.=74年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested.

圖四 施用穀殼對土壤有效性矽之影響

Fig. 4. Effect rice hull on soil available silicon level.

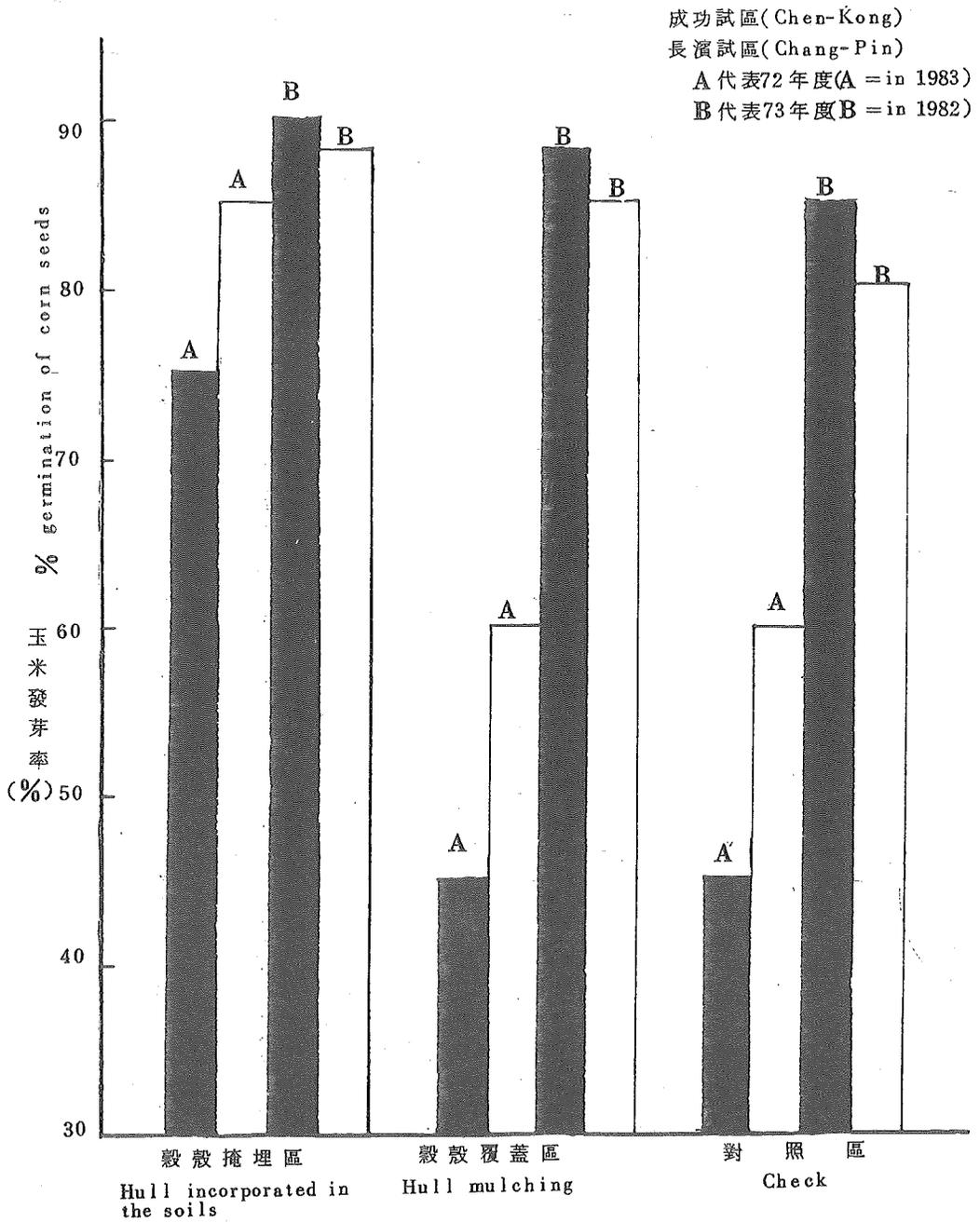


採樣時期 7./16. 12./16. 7./19. 1./22. 7./8.

Sampling date 7./16.=72年秋作玉米種植前。 Before 1983 fall corn planted,  
 (Month/Day) 12./16.=72年秋作玉米收穫後。 After 1983 fall corn harvested,  
 7./19.=73年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested,  
 1./22.=73年秋作玉米收穫後。 After 1984 fall corn harvested,  
 7./18.=74年一期水稻收穫後。 After 1984 first rice crop harvested.

圖五 施用穀殼對土壤總體密度之影響

Fig. 5. Effect of rice hull on soil bulk density.



圖六 掩埋穀殼對玉米發芽之影響

Fig. 6. Effect of rice hull on germination of corn seeds.



表三 施用穀殼對玉米產量之效果

Table 3. Effect of rice hull on corn yield.

地點	處理別	產 量 ( Yield ) ( kg / ha )					
		72年秋作 1983 fall corn	指 數 Index	73年秋作 1984 fall corn	指 數 Index	平 均 Mean	指 數 Index
成 功 鎮 Chen-Kong	穀殼掩埋區	3790 a	146	5631 a	129	4702	135
	穀殼覆蓋區	3214 b	124	5146 b	119	4180	120
	對 照 區	2602 c	100	4340 c	100	3471	100
長 濱 鄉 Chang-Pin	穀殼掩埋區	5656 a	147	5446 a	128	5551	137
	穀殼覆蓋區	4800 b	124	4840 b	114	4820	119
	對 照 區	3856 c	100	4253 c	100	4055	100

※不同英文字母表示達1%顯著水準。

(Each column with different characters as at 1% level significantly different.)

三 施用穀殼對玉米葉片養分含量之影響：吐絲期穗葉片分析 N、P、K、Ca、Mg 葉片養分含量，成功、長濱試區各處理之玉米葉片養分含量均在玉米正常濃度 N：2.76—3.50，P：0.25—0.40，K：1.71—2.50，Ca：0.21—1.00，Mg：0.21—0.60 之範圍內，而各處理間差異不大。

四 施用穀殼對後作水稻之殘效：

重粘土施用穀殼在秋作玉米收穫後栽培水稻之初期發育稍差，到後期植株葉色較對照區為深綠而直立。其產量構成因素及產量調查結果如表四，73年一期作成功試區穀殼掩埋及穀殼覆蓋區分別較對照區各增產3%及6%，穀殼處理者平均增產4.5%，74年二期作增產14%及5%，平均增產9.5%。長濱試區73年一期作穀殼掩埋及穀殼覆蓋區較對照區各增產5%及7%，穀殼處理者平均增產4%。74年一期作各增產21%及11%，平均增產16%（如表五）。據顏吉甫<sup>(1)</sup>研究結果，施用穀殼土壤及稻體葉片中之矽及鉀含量較高，稻株生長好，增強抗稻熱病。其他試驗報告（4.6.10.）亦提出相同結果。

表四 施用穀殼對後作水稻構成因素之影響

Table 4. Effect of rice hull on yield factors of succeeding rice.

地點	年度別	處理別	株高 (公分) Plant height (cm)	穗數 (支) Panicle No.	穗長 (公分) Panicle length(cm)	千粒重 (g) 1000grains Wt.	稔實率 % fertility	
Chen-Kong	73年 一期作 1984	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	102.4	21.3	15.2	20.5	80.6	
		穀殼覆蓋區 Hull mulching	105.5	22.6	15.6	21.4	81.5	
	功 first crop	對照區 Check	107.5	20.7	14.4	19.8	80.2	
		74年 一期作 1985	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	105.2	22.5	16.6	21.5	82.6
	鎮 first crop	穀殼覆蓋區 Hull mulching	106.5	22.7	16.0	22.3	81.5	
		對照區 Check	106.0	21.2	15.2	20.6	80.3	
	Chang-Pin	73年 一期作 1984	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	101.8	20.2	15.4	21.5	81.2
			穀殼覆蓋區 Hull mulching	103.6	21.4	15.8	22.2	82.1
		長 first crop	對照區 Check	105.4	19.2	14.5	20.4	80.4
			74年 一期作 1985	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	104.6	22.5	16.6	22.2
鄉 first crop		穀殼覆蓋區 Hull mulching	105.2	22.6	16.5	22.8	82.8	
		對照區 Check	106.2	21.2	15.8	21.6	80.2	

表五 施用穀殼對後作水稻產量之效果

Table 5. Effect of rice hull on yield of succeeding rice.

地 點 Locatipn	處 理 別 Treatment	產 量 Yield (kg/ha)			
		73 年一期作 1984 first crop	指 數 Index	74 年一期作 1985 first crop	指 數 Index
成 功 鎮	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	6400 ab	103	6000 ab	114
	穀殼覆蓋區 Hull mulching	6600 a	106	5520 a	105
Chen- Kong	對 照 區 C h e c k	6200 b	100	5280 a	100
長 濱 鄉	穀殼掩埋區 Hull incorporated in the soils	6520 ab	105	5920 a	121
	穀殼覆蓋區 Hull mulching	6640 b	107	5440 a	111
Chang- Pin	對 照 區 C h e c k	6224 a	100	4880 a	100

註：不同英文字母表示達 1% 顯著平準。

(Each column with different characters as at 1% level significantly different.)

施用穀殼對玉米產量經濟收益比較，在重粘土稻田掩埋穀殼或在表面覆蓋可增加玉米產量，提高收益，兩作平均結果（表六）顯示在成功試區穀殼掩埋處理區效益最高，較對照區增收 27,915 元/公頃，穀殼覆蓋處理區次之，增收 16,270 元/公頃。在長濱試區穀殼掩埋區較對照區增收 34,395 元/公頃，而穀殼覆蓋區則僅增收 17,965 元/公頃。

表六 施用穀殼對玉米產量經濟收益分析

Table 6. Effect of rice hull on expense and net income of corn production.

地點	處理	72,73 合計 Total of 1983 and 1984	二作增產量 Yield increased of 2 crops(kg/ha)	二作收入 Income of 2 crops(NT/ha)	二作搬運穀殼費用 Expense of hull transportation and wedgs(NT/ha)		合計 Total expense	二作純收益 Net income of 2 crops(NT/ha)
					搬運費 Transportation	施用穀殼工資 Wedges		
成	穀殼掩埋20 t/ha Hull incorporated in the soil	9,403	2,461	36,915	7,000	2,000	9,000	27,915
功	穀殼覆蓋10 t/ha Hull mulching	8,360	1,418	26,270	3,500	1,500	5,000	16,270
Cheng- Kong	對照區 Check	6,942						
長	穀殼掩埋20 t/ha Hull incorporated in the soil	11,002	2,893	43,395	7,000	2,000	9,000	34,395
濱	穀殼覆蓋10 t/ha Hull mulching	9,640	1,531	22,965	3,500	1,500	5,000	17,965
Chang- Pin	對照區 Check	8,109						

註：1. 二作增產量係以各處理之產量減對照區產量所得。

2. 二作收入係以玉米每公斤以15.元計算。

3. 生產成本穀殼搬運費併裝運費1台/500元，每公頃掩埋700包/30.kg，搬運次數14.次×500元，人工費用4工×500。

4. 本表僅列穀殼生產成本，其他間接直接成本未列入計算。

## 引用文獻

1. 台灣省農業試驗所 1981 作物施肥診斷技術 台灣省農業試驗所特刊 p 66-67。
2. 林家棻 1967 台灣省農田肥力測定 台灣省農業試驗所研究報告第28號。
3. 李子純 許兩順 林慶喜 1980 土壤肥力與水稻胡麻葉枯病之關係研究。中華民國農學團體67年度 聯合年會特刊20-40。
4. 李子純 許兩順 林慶喜 1980 台灣省東部水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進試驗中農業研究 29(1):35-46。
5. 李子純 許兩順 王慶忠 鄭耀輝 1981 台灣地區胡麻葉枯病低產稻田肥力改進試驗 中華農業研究 30(1):35-49。
6. 李子純等 1981 稻田施用穀殼之效果研究 70年農林廳土壤肥料試驗年報。
7. 胡南輝 1978-1979 東海岸重粘土利用穀殼及客沙試驗 69-70年農林廳土壤肥料試驗報告。
8. 黃和炎 1981 玉米水稻輪作施用穀殼研究 70年農林廳土壤肥料試驗年報。
9. 張仲民 王中立 1980 特殊水田改良 豐年社 台灣農業要覽。
10. 楊策群 1979 稻穀對水稻生長利用之研究(未發表)。
11. 顏吉甫 陳昇明 楊策群 1980 水稻田施用穀殼的效益及抵抗病虫害之研究 中華農學會報 124:21-23。
12. International Rice Reserach Institute 1978 Annual Report, Los Banos, Philippines.
13. Lin, C. F. 1981 Present of nutrient recyling with special refer-  
ence to the utilization of crop residues and its construction.
14. Su, N. R. 1972 The Fertility Status of Taiwan Soils ASPAC/FFTC.
15. Phillips, R. E. and C. R. Kirkhan 1962. Soil compaction in the fi-  
eld and corn growth Agron. J. 54:29 - 34.
16. Yang T. C. 1980. Increasing rice growth and nitrogen uptake thr-  
ough the soil managment. ASPAC/FFTC, Taipei.

# Effect of Rice Hull on Yield of Corn and Succeeding Rice and Soil Fertility under Heavy Clay<sup>1</sup>

Nan-Hue Hu<sup>2</sup>

Key Words: Rice hull , Corn, Rice, Soil fertility

## SUMMARY

Rice hull application into the soils can rice soil organic matter , available K and Si level. It may increase the seed germination , root growth , yield and shorten growth period of corn. Clay soils as Chen-Kong and Chang-Pin , application of rice hull in fall crop increased yield by 37% and 38% respectively.

---

1.Acknowledgements to Council of Agricultural Development for financial responding.

2.Assistant , Taitung D.A. I.S.