關於石灰氮施肥方法之研究

第三報　紅壤、鹽土、看天田土及粘板岩冲積土水稻栽培試驗結果

徐　水　泉　　廖　忠　信

（國立臺灣大學農學院，農業化學系土壤肥料學研究室）

爲檢討石灰氮在本省各種土壤之合理施肥法，作者曾於第三紀砂岩頁岩質冲積土之未耕土及已耕土分別舉行盆栽試驗，結果業已發表於第一報[1]及第二報[2]。本文將繼續就石灰氮在本省數種特殊土壤對水稻之肥效及其施用適期試驗所得結果報告如下：

試　驗　方　法

本試驗舉行於民國46年第一期作及第二期作。試驗方式仍用盆栽，試驗處理亦大致如前，惟根據前報結果磷肥及鉀肥對石灰氮在土中進行之分解並無任何顯著影響故本次試驗，磷鉀肥均一律在插秧前一日施用。詳細情形如下：

(1)　供試土壤：紅壤、鹽土、看天田土及粘板岩質冲積土四種。其採取地點及理化學性質如表1～2。

第1表　供試土壤之一般理化學性質

土壤	N/5 HCl 可溶成分 (mg)			理學組成(%)細土			鹽基置換容量 m.e./100 g	有機物 (%)	pH value	土性 Texture
	P_2O_5	K_2O	CaO	粗砂＋細砂	微砂	粘土				
看天田土（民雄）	26	8	380	6.2	50.0	43.8	13.92	1.48	6.10	粘質壤土 Clay loam
粘板岩土（員林）	103	5	1,159	18.2	46.4	35.4	6.69	2.20	7.36	壤土 Loam
鹽土（新營太子宮）	52	36	449	69.9	23.7	6.4	3.81	1.20	7.79	砂土 Sand
紅壤（中壢後寮）	4	2	58	30.5	34.0	35.5	21.89	1.65	4.99	壤土 Loam

第2表　供試土壤化學完全分析結果（細土中無水物%）

土壤	灼減	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_3O_4	TiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O	N
看天田土	2.01	84.30	6.06	2.55	0.06	0.40	0.76	0.86	0.06	0.07	0.50	0.14
粘板岩土	7.03	64.36	13.80	11.43	0.11	0.55	0.14	0.80	0.10	0.37	0.17	0.11
鹽土	5.36	67.65	16.75	2.73	0.12	0.89	0.93	1.91	0.58	0.42	2.01	0.12
紅壤	5.24	63.93	9.67	13.31	0.11	0.82	1.59	2.41	0.15	2.59	1.20	0.13

(2)　肥料：肥料種類及施用量均與前報相同，即各種肥料之每盆施用量爲；

石灰氮（20%）	3.75克（對照區則使用硫酸銨3.57克）
過燐酸鈣（19.5%）	3.23克
硫酸鉀（48%）	0.93克

石灰氮之施用時期在插秧前，分區施用，每區相隔二日。另設硫銨區爲對照，其詳情如下：

表3 處　理區別及施肥日期

區別		1	2	3	4	5	6	7	8	9
肥料種類	N	硫銨	——石灰氮——							
	P	過磷酸石灰(各區同)								
	K	硫酸鉀(各區同)								
肥料施用時期	插秧前日數	1	14	12	10	8	6	4	2	1
	*第一期作施肥月日	3. 31	3. 18	3. 20	3. 22	3. 24	3. 26	3. 28	3. 30	3. 31
	**第二期作施肥月日	8. 25	8. 11	8. 13	8. 15	8. 17	8. 19	8. 21	8. 23	8. 25

* 第一期作供試土壤：看天田土，粘板岩須冲積土，鹽土。
** 第二期作供試土壤：紅壤。

(3) 插秧，管理及收穫：第一期作及第二期作各於民國46年4月1日及8月26日插秧，同年7月31日及12月21日收穫。各處理均設二重覆。使用品種爲臺中65號，每盆插秧三枝。水稻生育期間各盆均在玻璃室內受適宜灌水，除草及驅蟲等一般管理。

試驗結果

I 生育調查：

調查結果如表 4, 5, 6 及 7。(表中數字均爲二重覆平均)

第4表　看天田土壤（第一期作）

處理別 \ 調查項目 \ 調查月日	4月14日		4月28日		5月17日		5月26日		6月11日		6月23日		7月7日		7月21日	
	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數
1	28.0	3.0	54.0	4.5	75.5	25.0	83.7	29.5	92.5	29.5	100.5	25.0	105.5	20.5	110.5	20.0
2	23.5	3.0	48.0	3.0	69.5	20.0	80.5	24.5	90.0	27.0	98.0	24.5	105.5	21.5	105.0	19.5
3	24.5	3.0	49.5	3.0	75.7	15.5	84.0	19.0	94.0	24.0	98.5	19.0	107.0	19.5	109.5	19.0
4	23.5	3.0	51.0	3.0	66.7	20.5	82.5	25.0	93.5	29.0	101.2	25.5	107.0	21.5	106.5	18.5
5	21.5	3.0	47.0	3.0	68.5	16.0	81.2	20.0	95.0	20.0	103.0	19.5	110.5	15.5	109.5	15.0
6	19.5	3.0	43.0	3.0	64.5	14.0	77.0	16.5	98.0	25.0	101.5	18.5	103.0	18.0	103.0	15.5
7	18.0	3.0	41.0	3.0	63.0	16.0	75.0	16.5	89.0	22.5	100.5	19.5	105.0	17.0	110.0	15.0
8	14.5	2.5	31.5	2.5	53.5	10.5	62.0	11.0	91.0	19.0	99.0	20.0	105.5	22.0	105.0	18.5
9	20.0	2.0	37.0	2.0	60.2	10.0	67.9	13.0	99.0	22.5	103.5	21.5	103.0	20.0	103.0	19.0

第5表　粘板岩質土壤（第一期作）

處理別 \ 調查項目 \ 調查月日	4月14日		4月28日		5月17日		5月26日		6月11日		6月23日		7月7日		7月21日	
	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數	株高(cm)	分蘖數
1	23.0	3.0	45.5	4.5	70.5	14.5	70.0	20	80.0	15	90.0	21.0	97.0	11.5	97.0	15
2	19.0	2.5	28.0	2.5	48.5	6.0	56.7	8	83.0	14	89.5	13.5	91.0	13.0	92.5	11
3	18.5	2.0	*45.0	*3.0	61.5	13.0	67.0	12	82.0	12	92.5	10.0	99.0	7.0	99.0	11
4	17.5	2.5	*43.0	*3.0	67.5	13.0	67.0	12	84.0	9	95.0	9.0	96.0	6.0	96.0	6

註：(1) 第 5~9 處理 A, B 區均在4月13日以前枯死。
(2) 第 3~4 處理 A 區於4月20日枯死，故4月28日以後之結果係自B區所得者。

第6表　鹽　　土（第一期作）

處理別 \ 調查項目 \ 調查月日	4月14日		4月28日		5月17日		5月26日		6月11日		6月23日		7月7日		7月21日	
	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數
1	25.5	3	43.0	4	65.8	14	73.5	19.5	87.5	23.5	90.5	21	94.0	17	97	15.5

註：石灰氮施用區在第1次調查前全部枯死。
第　2　區　　4月13日枯死
第 3, 4 區　　4月9日枯死
第 5, 6 區　　4月12日枯死
第　7　區　　4月8日枯死
第 8, 9 區　　4月5日枯死

第7表　紅　　壤（第二期作）

處理別 \ 調查項目 \ 調查月日	9月12日		9月28日		10月12日		10月27日		11月10日		11月24日		12月11日	
	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	時高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數	株高(cm)	分蘗數
1	40.0	4	70.0	7.0	83.0	11.5	94.0	12.3	103.0	11.3	107.0	11.6	109.0	11.0
2	38.5	3	69.0	5.7	85.5	5.0	95.0	7.7	104.0	7.5	107.0	8.3	109.0	8.0
3	39.5	3	71.3	6.0	89.0	9.0	97.6	8.0	112.0	8.5	110.0	8.0	110.0	8.1
4	38.0	3	73.0	4.7	86.0	8.5	95.0	7.7	102.5	7.5	104.6	7.3	104.0	8.3
5	44.0	3	79.0	7.7	90.5	9.3	99.0	9.3	106.5	8.5	111.6	8.7	111.6	8.7
6	43.0	3	76.0	7.3	90.9	9.0	99.6	9.3	108.0	9.5	111.3	9.0	111.1	9.3
7	36.0	3	70.7	5.7	83.0	7.3	95.0	8.6	103.0	7.5	105.0	8.3	105.5	8.3
8	38.0	3	65.0	7.3	83.0	9.0	95.0	9.0	97.7	9.5	105.7	9.3	105.0	9.0
9	31.0	3	60.0	3.3	71.0	8.0	87.0	7.3	96.0	7.0	101.5	7.0	105.0	7.5

由表四可見石灰氮對看天田土壤水稻生育之肥效和硫酸銨相當。石灰氮區在揷秧後55天以前之生育初期雖株高和分蘗數均較對照區稍低，惟差異不多，並於後期漸趨相同而部分處理區亦有生育稍優於對照區者。又石灰氮各區除了第8與第9兩區因施肥與揷秧過於接近而致生育較劣外，其他石灰氮各區間亦是差異甚少，可見石灰氮在看天田土壤之施用當應早於揷秧期4日以上。

粘板岩冲積土之生育狀況如表5所示；石灰氮在揷秧前 1, 2, 4, 8 日前所施者水稻均受其害，而在揷秧日10天以前所施者才免枯萎。又免受枯萎之各區在揷秧前55日以前之初期生育較之對照區亦是甚劣，而水稻在揷秧70日後始漸恢復，惟分蘗數仍甚低少。

石灰氮對鹽土之水稻生育影響更爲惡劣，即如第6表所示，施用石灰氮各區無論施用日期如何，均在揷秧後二週內枯死。

紅壤之水稻生育情形如第7表所示；自生育初期迄收穫期除第9處理於揷秧前一日施用石灰氮而蒙受稍劣影響外，其他石灰氮各區間或石灰氮與對照區之間，生育情形均無差別，可見石灰氮在紅壤之施用應早於揷秧期2日以上。

由上結果可見各種土壤對石灰氮毒性之緩衝能力不同；看天田土與紅壤之水稻生育情形略似，均爲緩衝作用較大者，粘板岩冲積土次之，鹽土則爲最小。

II　出穗期：

爲明瞭石灰氮之施用與水稻出穗之關係，就各盆出穗初日爲出穗期調查各盆出穗早遲情形，結

果如第8表。

第8表 各區出穗期

處理區＼土壤	看天田土（第1期作）	粘板岩土（第1期作）	鹽土（第1期作）	紅土（第2期作）
1	6月20日	6月22日	6月22日	11月 3日
2	23日	23日	枯死	4日
3	25日	22日	〃	1日
4	23日	16日	〃	6日
5	24日	枯死	〃	1日
6	24日	〃	〃	10月31日
7	21日	〃	〃	11月 2日
8	27日	〃	〃	3日
9	27日	〃	〃	4日

看天田土出穗情形以對照區6月20日最早。石灰氮各區均較之稍遲，尤以第八、第九兩區於6月27日出穗者最遲。

粘板岩冲積土除第四區較早外，其他石灰氮區及對照區均無差別。

大致上，第一期作各盆出穗日期均在6月20～24日之間，除第八與第九處理區因施肥和插秧過於接近而致生育較劣者，出穗亦是稍遲幾天外，其餘各區均無甚大之差別。

又第二期作紅壤之水稻出穗期亦以部分處理爲例外，其他石灰氮各區間或石灰氮與對照區間均無一定之關係。

Ⅲ 收穫物調查：

收穫時之各區穀藁收量及根長、根重經調查結果如下各表。表中數字均爲風乾物重量之二盆平均。

第9表 收穫量（第一期作，7月21收穫）

處理＼調查項目＼土壤	地上部 穗 (g)	地上部 藁 (g)	地上部 計 (g)	地下部 根 (g)	地上下部合計 (g)	根長 (cm)	穀實 (g)
1 看天田土	28.2	39.7	67.9	16.3	84.2	33.2	27.1
1 粘板岩土	17.7	35.9	43.6	15.1	68.7	33.0	17.0
1 鹽土	17.5	35.0	52.5	17.5	70.0	32.7	16.9
2 看天田土	28.3	38.6	66.9	11.4	78.3	36.0	27.4
2 粘板岩土	13.2	21.2	34.4	8.9	43.3	43.0	12.7
3 看天田土	27.7	34.9	62.6	12.4	75.0	41.2	26.2
3 粘板岩土	10.8	14.7	25.5	4.5	30.0	37.0	10.2
4 看天田土	28.0	34.8	62.8	15.0	77.8	41.2	26.8
4 粘板岩土	10.5	13.6	24.1	3.4	27.5	37.0	10.0
5 看天田土	27.7	34.6	59.3	13.7	73.0	34.5	26.9
6 〃	28.1	34.8	62.9	11.6	74.5	33.7	27.3
7 〃	28.4	32.2	61.6	14.1	75.7	38.2	27.0
8 〃	26.6	32.4	53.0	11.3	62.1	37.7	25.2
9 〃	26.5	34.2	60.7	10.6	71.3	28.7	25.7

第10表 收穫量（第二期作，12月21日收穫）

（紅 壤）

處理	調查項目 / 土壤	地上部 穗 (g)	地上部 藁 (g)	地上部 計 (g)	地下部 根 (g)	地上下部合計 (g)	根長 (cm)	穀實 (g)
1	紅壤	12.9	40.0	52.9	13.5	66.4	40.0	—
2	〃	12.9	28.1	41.0	5.5	37.5	31.5	—
3	〃	13.4	28.6	37.0	7.3	44.3	38.0	—
4	〃	12.5	28.3	40.8	4.6	45.4	33.0	—
5	〃	14.2	28.9	43.1	9.8	52.9	39.0	—
6	〃	13.9	29.9	43.8	10.8	54.6	37.0	—
7	〃	13.1	28.7	41.8	6.6	48.4	46.0	—
8	〃	11.7	24.9	36.6	6.0	42.6	38.0	—
9	〃	6.6	17.6	24.2	4.3	28.5	35.3	—

由表九可見看天田土水稻穀收量仍如生育調查結果，除第八、九區區因石灰氮之施用和插秧過於接近而致收量減低外，其他各區間差異甚少。藁收量亦以石灰氮區中施肥和插秧日期接近者最差，雖然其他石灰氮區和對照區比較時，前者收量仍是稍低。根重之變異較大，惟傾向大致和藁收量相似，以對照區稍優。但根長則反而以石灰氮區稍長。

總之，看天田土之石灰氮施用應在插秧前四天以前，否則肥效將低於硫酸銨，此和前述生育觀察所得結果乃一致者。

在粘板岩冲積土施用石灰氮則無論穀，藁與根重均較對照區低，尤以施肥與插秧之日期愈近，收量愈差。根長則仍如看天田土之情形，石灰氮區略長於對照區。

在鹽土石灰氮各區水稻均於插秧後二週內枯死，均無收量可較。

石灰氮對紅壤水稻穗收量之影響亦如看天田土之情形，除第八、九區較差外，其餘各區均與對照區無甚差別。藁收量之情形亦和看天田土之結果相同。可見石灰氮在紅壤之施用亦應早於插秧四天左右。

紅壤之根重情形亦如上述各種土壤，以石灰氮區較優於對照區，惟根長則差異甚少。

Ⅳ 收穫後之土壤 pH 值：

就收穫後之各區土壤以 Quinhydrone 法測定土壤 pH 值結果如下。因施用石灰氮而氮枯死之各區係採取枯死翌日之土壤所測者。

第11表 收穫後土壤之 pH 值

處理	土壤種類	第一期作 看天田土	第一期作 粘板岩土	第一期作 鹽土	第二期作 紅壤
1		6.36	7.91	8.26	4.96
2		6.79	7.67	8.21	5.35
3		6.49	7.55	7.84	5.30
4		6.97	7.70	8.28	5.13
5		6.67	7.74	8.23	5.46
6		6.92	7.66	8.28	5.24
7		6.80	8.02	8.00	5.49
8		7.04	7.77	8.32	5.10
9		6.55	7.88	8.29	5.10

就上表觀之，看天田土及紅壤均因石灰氮之施用而 pH 值略有昇高（約爲0.2～0.7）而二種土壤中尤以看天田土較爲顯著。粘板岩冲積土及鹽土則變化甚小。

討　　論

由上述結果可見，石灰氮在看天田土及紅壤，肥效均與硫酸銨相當，惟在粘板岩冲積土及鹽土則無論施用時期如何均對水稻生育呈不良影響。在粘板岩冲積土揷秧前八日以內所施石灰氮均使栽植之水稻枯萎，在鹽土則本試驗處理範圍內，卽揷秧前十四日以內所施石灰氮均使水稻枯死。

關於石灰氮對上述土壤水稻爲害原因，因該肥料在土中分解之過程並未經過調查不能確定，惟據作者推測土壤反應鹼性恐爲原因之一。據春日[3]氏報告，水稻生育之最適 pH 值爲 4～7 而粘板岩冲積土及鹽土，土壤 pH 值則均大於7；在鹼性土壤再施鹼性之石灰氮，對水稻生育影響當非良好。

又石灰氮之分解一般而論土壤 pH 值較低者分解速度較快[4]。上述土壤 pH 值均高，故其分解亦可能較爲緩慢而分解過程所產生之毒性亦會延長。

石灰氮在土中之分解除了土壤反應因素外一般尙與土壤膠質複合體含量有關。多數學者均證明土壤膠質物[5]爲石灰氮分解時必需之接觸劑，而尤以腐植質效力較[6]大，故在有機質及粘土含量豐富之土壤分解較速。又土壤微生物亦有帮助分解之作用，故腐植質除其接觸作用外，所棲息之微生物亦可加速石灰氮之分解。

今據表一，粘板岩質冲積土粘土含量爲 35.4%，紅壤則爲 35.5%均屬粘質土壤，又粘板岩質冲積土之腐植質含量爲四種土壤之冠而看天田土壤在此方面亦非不豐，可見石灰氮在該土壤之分解，土壤膠質複合體之含量當無問題，故其水稻受害之原因仍以土壤反應之影響最爲可能。惟因一次之試驗資料難免不足，確實情形尙有待究明之必要。

摘　　要

爲檢討石灰氮在本省各種土壤之合理施肥法，作者繼前報砂岩頁岩質冲積土水稻栽培試驗後，續對紅壤、鹽土、看天田土及粘板岩質冲積土進行水稻盆栽試驗，結果如下：

1. 看天田土及紅壤之石灰氮施用適期爲揷秧前四天以前。

2. 石灰氮對於粘板岩質冲積土及鹽土之水稻生育均有不良影響。在粘板岩質冲積土，揷秧前八日以內所施石灰氮均使栽植之水稻枯萎。鹽土則在本試驗處理範圍內，卽揷秧前十四日以內所施石灰氮均使水稻枯死。石灰氮在上述兩種土壤對水稻爲害之原因，因該肥料在土中分解之過程並未經調查，不能確定，惟據作者推測，此兩種土壤之 pH 值過高恐爲原因之一。

參 考 文 獻

(1) 著　者：臺灣科學 2, No. 3, 4, (1949).
(2) 著　者：農業研究 1, No. 1, (1950).
(3) 春日　井：日本土肥 7, 205, (1933).
(4) Fink, O.S.: J. Adm. Soc. Agr. 26, 929, (1934).
(5) Gieseeke, F., and U.M. Sterz: Bodenkunde U. Pflanzenernähr 12, (57) 10, (1939).
(6) Wienhves, F.: Bodenkunde U. Pflanzenernähr 21-22, 417, (1940).

STUDIES ON THE APPLICATION OF CALCIUM CYANAMIDE IN TAIWAN

(3) Experimental Results of Rice on Latosol, Saline Soil, the Kan Tien Tien Soil (Planoso like soil) and Slate Alluvial Soil.

by

S. C. HSU & C. S. LIAO

SUMMARY

The proper time of application of Calcium Cyanamide for paddy on various types of soil were studied by pot experiment in glass house. The results on sandstone and shale alluvial soil were previously reported. The results of experiment on latosol, saline soil. the Kan Tien Tien soil and slate alluvial soil were shown as follows.

1. From the yield and growth of rice culture, it was observed that the proper time of application of Calcium Cyanamide on both latosol and the Kan Tien Tien soil was about four days before planting of rice seedlings.

2. Calcium Cyanamide was found inadequats for the growth of rice on slate alluvial soil and Saline soil which have high pH value. In slate alluvial soil, rice plant was injured to death by the calcium cyanamide applied on 8 days before its planting, and in case of saline soil, the calcium cyanamide applied 14 days before planting still gave toxic effect.

High pH value of soil might be a main cause of injury of this fertilizer to the rice cultivated on these soil.

(Laboratory of Soils and Fertilizers, college of Agriculture, National Taiwan University; Taiwan, China.)