

塑膠排水浪管改良稻田排水防止稻株鐵過多及鉀銅缺失之研究¹

謝慶芳 王錦堂 林昭遠²

摘 要

本試驗發現生長于排水不良水稻之所以生育不良，係因土壤中有效性鐵之含量過多所致。稻株中鐵之含量過多及鉀銅之缺乏以致阻礙水稻之正常生長及分蘖，並誘使稻株老葉產生許多細小之褐斑或銹斑。埋設4"塑膠排水浪管可以有效地解除長期之積水現象，並將過多之鐵排除，使水稻根部恢復正常，稻株中之含鐵量大幅減少，而含鉀與銅量增加，水稻發育完全達到正常之程度。埋設塑膠排水浪管並施穀殼之效果與埋設塑膠排水浪管者相似，但稻株之含鉀量，株高及分蘖數均有增加之傾向。本排水不良稻田土壤之硫黃含量相當高，而埋設4"塑膠排水浪管以改良排水也使土壤中之硫黃含量減少一半以上，但試驗田對照區與排水區均未發生硫化氫毒害現象，可能因為土壤中鹽基含量較高之關係。

前 言

水稻雖然是一種好濕性作物，但在長期積水或排水不良狀態下，其發育仍不甚理想，因有機質多而硫黃含量高之土壤，在排水不良而高溫情況下，即呈高度還元狀態且產生硫化氫傷害水稻根部⁽⁴⁾，有時候則只發生鐵之毒害及引起其他元素之缺乏^(5,9,10,13,15)。硫化氫之毒害症狀主要在根部，而其防治方法為改善排水並施石灰，Moorman及作者已經有詳細之說明^(4,7)。鐵之毒害症狀主要在稻株之老葉出現細小之褐點或銹斑，過去已經有一些學者提出報告^(5,6,9,10,12,13,14)。防治鐵之毒害可以施用石灰於土壤以提高其pH^(7,11)，但最有效之方法似乎是改善田間之排水，因為排水良好之土壤多數呈氧化狀態，有效性之二價鐵容易被氧化成無效性之三價以上之鐵^(2,3)，並有一部分將隨排水而流失。

本試驗之目的，一方面要研究塑膠排水浪管對改良排水不良稻田之效果，另一方面藉由土壤及植物體之分析，以研究在排水不良狀態下水稻發育不良之原因。

材料與方法

本試驗是於七十年一期作在臺中縣大安鄉頂安村舉行，試驗前先15 m之距離挖掘寬40 cm，深60 cm之小溝，按排水方向保持約1/200的坡度使排水能夠暢流無阻，即於溝底鋪一層一般尼龍網，然後鋪上長度50 m之塑膠浪管(圖一)，兩邊用原地挖出之直徑約5~15 cm之石頭墊緊，上面再鋪一層厚約15 cm之合石，即將尼龍網拉起包起來，再填上一層厚約15 cm之粗

¹ 臺中區農業改良場研究報告 0021 號。

² 依次為臺中區農業改良場技正，助理研究員兼土壤肥料股股長及助理。

砂，最後填上原挖出之田土，踏實，另外在每100 m處之浪管連接處用水泥涵洞通到地面，浪管之尾端則用塑膠管通到地面，以利通氣及灌洗。



圖一、按照適當之間隔、寬度、深度、及坡度挖好排水溝之後即開始埋設塑膠浪管。

Fig. 1. An constructed underground drainage system having proper space, width, depth and gradient.

浪管埋妥之後，將田區劃分為8小區，並以每兩小區為一個區集，其中一小區施下穀殼15,000 kg/ha，另一小區不施用穀殼，計四個重複另外選擇鄰近之排水不良之稻田四小區做為對照。

由於埋設浪管之後，田水即自行排乾，於處理排妥之後即引水灌溉、整地、施肥、並於3月3日插秧，水稻品種為臺農67號，插秧後每星期排水一次，所有施肥管理方法都按照標準方法進行，從幼穗形成期間開始採取土壤及植物體樣品以供分析，土壤採樣後立刻測定濕土之pH，並即抽取新鮮土壤之飽和抽出液測定其電導度及水溶性陰陽離子。然後將土壤風乾，並測定物理化學性質，測定pH及EC時，先稱取土壤做成土水飽和液測定其pH，然後抽取飽和抽出液測定其EC。交換性陽離子Ca, Mg, Na, K是用中性醋酸銨法測定，交性鋁是以1 N KCl抽取後以aluminon法測定。可萃取性微量元素是以0.1 N HCl抽取後用原子吸光儀測定。

結 果

幼穗期取樣之新鮮土壤及風乾土壤經過分析結果發現排水不良小區(對照)之水溶性鐵及可萃取性鐵之含量分別為31及1,758 ppm，而埋設排水浪管小區分別為4.2及858 ppm，埋設浪管並施穀殼小區分別為6.2及970 ppm (表一及二之二)，顯然排水區之水溶性鐵及可萃取性鐵之含量降低很多，另外新鮮土壤之飽和抽出液顏色，在排水不良之小區(對照)是呈黃褐色，顯然是因為三價鐵化物存在所引起，但在埋設浪管及埋設浪管並施穀殼區則無顏色(圖二)，以上結果證明改良排水對後，土壤中過多之鐵即可大量排掉，以減少對水稻之毒害作用。另外硫酸根含量，對照區為7.54 m.e./100 g土壤，埋設排水浪管並施穀殼區則只有3.00及3.88 m.e./100 g土壤，顯然改善排水之後土壤中之硫化物含量也顯著地降低，以利於水稻之生長(表二之一)，本試驗田之硫黃含量雖然較本鄉一般酸性硫酸鹽土為低，但其含量仍相當高，可是其土壤經過風乾之後pH並未下降。反而上升(表一及二之一)，另於田間以醋酸鉛處理之濾紙

測定結果也未發現有硫化氫之產生，此一現象也許與土壤中之鈣鎂等鹽基之含量較高有關(表二之二)。

表一、幼穗期新鮮土壤之分析

Table 1. Chemical analysis for the soil paste and the saturation extract of the freshly sampled soils at panicle initiation stage of rice plants

處 理 Treatments	pH	EC mmhos/cm 25°C	水 溶 (ppm)									
			P	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1.對照 CK	6.73	0.75 ^{b*}	0.82 ^{a*}	3.5	23	198	45	0.25	31.0 ^{a**}	3.8	1.0	0
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	6.71	1.62 ^a	0.44 ^b	2.7	27	340	68	0.21	4.2 ^b	5.9	1.3	0
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	6.76	1.64 ^a	0.50 ^b	3.0	28	360	79	0.23	6.2 ^b	8.7	2.0	0

*及**分別代表Duncan's multiple range test 5及1%顯著水準。

表二之一、幼穗期風乾土壤之分析

Table 2-1. Chemical analysis for the air-dried soils sampled at panicle initiation stage of rice plants

處 理 Treatments	質地 Texture	pH	EC mmhos/cm 25°C	有機質 OM (%)	有效性磷 Bray 1 (ppm)	硫酸根 SO ₄ m.e./100g
1.對照 CK	SL	7.26	2.33	2.36	38.2 ^{3**}	7.54 ^{a**}
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	SL	7.44	1.96	2.64	22.7 ^b	3.00 ^b
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	SL	7.45	2.24	2.73	23.5 ^b	3.88 ^b

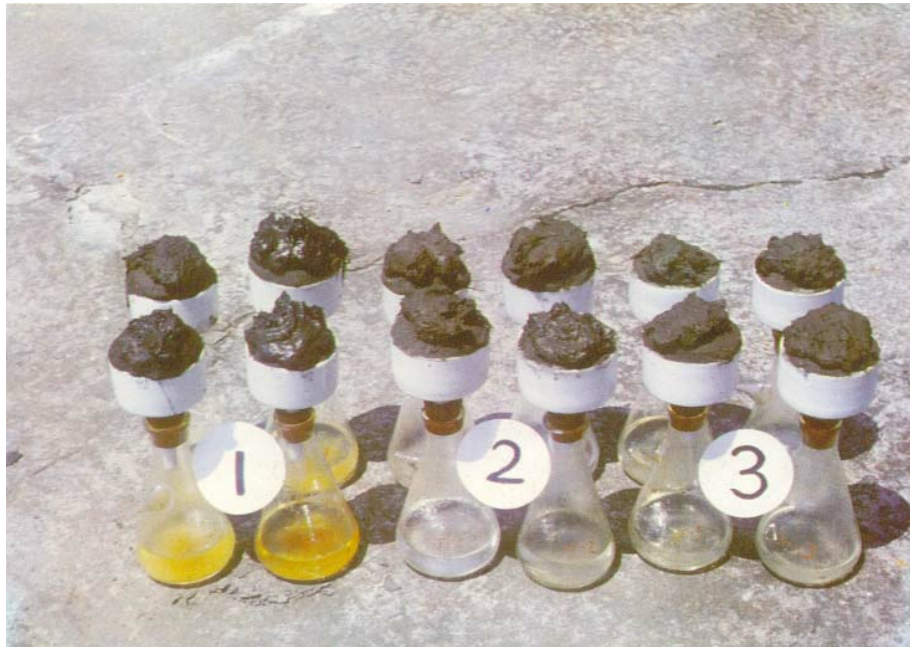
**與表一相同。

表二之二、幼穗期風乾土壤之分析

Table 2-2. Chemical analysis for the air-dried soils sampled at panicle initiation stage of rice plants

處 理 Treatments	交換性離子 (ppm)					可萃取性微量元素 (ppm)			
	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1.對照 CK	23	41	4303	231	0.63	1758 ^{a**}	281	9.8	9.4
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	27	48	3733	257	1.11	858 ^b	230	7.6	8.1
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	32	48	3808	262	1.12	970 ^b	253	8.0	8.3

**與表一相同。



圖二、①未排水之對照區新鮮土壤之飽和抽出液呈現含有鐵化物之黃褐色，②埋設塑膠浪管區及③埋設塑膠浪管又施穀殼區之排水良好，新鮮土壤之飽和抽出液是透明無色。
 Fig. 2. The saturation extract of the fresh soils sampled from ① control, ② drainage plot and ③ drainage and rice hull treated plots. It showed brown to transparent from left to right, respectively.

幼穗期水稻植物體之分析結果發現對照區稻株老葉之含鉀量(表三之一)和新葉、老葉及全株之含銅量(表三之四)均顯著地低於埋設浪管區及埋設浪管並施穀殼區，顯然已到缺乏之程度⁽¹⁶⁾，而鐵及硫則剛好相反，對照區稻株之含量顯著高於埋設浪管並施穀殼區(表三之三及三之四)，雖然硫之含量似乎未到過高之程度，但鐵之含量已達到毒害之程度⁽¹⁶⁾。從稻株之生長情形可以發現對照區之水稻呈藍綠色，植物較為矮化，老葉有許多細小之褐色斑，部分葉尖已經枯死(圖三及四)，究竟是缺鉀症狀^(1,16)或鐵之毒害症狀^(6,9,10,12,16)，或者是鉀銅之缺乏與鐵之過多所引起之綜合症狀，尚難做明確之結論。

表三之一、幼穗期水稻植物體之分析

Table 3-1. Chemical analysis for the rice plants at panicle initiation stage

處理 Treatments	N%			P%			K%		
	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants
1.對照 CK	3.54	3.64	2.46	0.35	0.31	0.43	1.45	0.83b**	1.57
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	3.29	3.51	2.02	0.32	0.31	0.35	1.49	1.55a	1.57
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipe & rice hull	3.18	2.96	1.95	0.30	0.30	0.35	1.50	1.61a	1.77

**與表一相同。

表三之二、幼穗期水稻植物體之分析

Table 3-2. Chemical analysis for the rice plants at panicle initiation stage

處理 Treatments	Ca %			Mg %			Na %		
	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants
1.對照 CK	0.36	1.10	0.35	0.28	0.49	0.32	0.21	0.21	0.41
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	0.32	0.79	0.27	0.24	0.37	0.27	0.16	0.20	0.32
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	0.31	0.80	0.25	0.23	0.33	0.23	0.17	0.19	0.28

表三之三、幼穗期水稻植物體之分析

Table 3-3. Chemical analysis for the rice plants at panicle initiation stage

處理 Treatments	Fe ppm			Mn ppm			Al ppm		
	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants
1.對照 CK	126	267 ^{a**}	591 ^{a*}	166	354	236	248	280	379
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	107	164 ^b	213 ^b	145	309	204	272	250	328
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	103	151 ^b	229 ^b	129	265	194	272	256	321

*及**與表一相同。

表三之四、幼穗期水稻植物體之分析

Table 3-4. Chemical analysis for rice plants at panicle initiation stage

處理 Treatments	Zn ppm			Cu ppm			S %		
	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants	新葉 New leav.	老葉 Old leav.	全株 Whole plants
1.對照 CK	20	15	24	3.0 ^{b*}	2.7 ^{b*}	2.5 ^{b**}	0.24 ^a	0.26 ^{a**}	0.24 ^{a*}
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	21	17	26	5.7 ^a	4.2 ^a	3.7 ^a	0.20 ^{ab}	0.24 ^{cb}	0.19 ^{cb}
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	20	15	28	4.9 ^{cb}	3.5 ^{cb}	4.2 ^a	0.16 ^b	0.22 ^b	0.17 ^b

*與**表一相同。



圖三、①未排水對照區之稻株明顯地矮化，而②埋設塑膠浪管區，及③埋設塑膠浪管並施穀殼區之稻株生長均正常。

Fig. 3. Rice plants stunted in control ① and normal plants found in drainage treatment ② or drainage with rice hull treated plots ③.



圖四、未排水對照區稻株呈藍綠色，老葉有許多細小之褐色斑點是一種鐵過多而鉀銅缺乏所引起之毒害症狀。

Fig. 4. The over accumulation of iron and deficiencies of potassium and copper in rice leaves showing greenish and lots of tiny brown spots on the old leaves of the rice plants.

根據植物體分析及水稻生育調查結果，發現埋設浪管並施穀殼處理之效果與埋設浪管處理之效果大致相同，水稻株高及分蘖數均較對照為高，但埋設浪管並施穀殼處理之稻株之含鉀量(表三之一)、株高和分蘖數均有較高之傾向(表四)。(本試驗田因到成熟期遭洪水掩埋而無法計算產量)。總而言之，埋設4"塑膠浪管很有效地改善了大安鄉排水不良稻田之長期積水，使土壤中硫黃之含量減少約一半，因而防止了稻株中鐵之過多及鉀銅之缺乏，使水稻之生長恢復正常。

表四、水稻不同生長時期之株高及分蘗數

Table 4. Rice plant height and panicle number at different growth stages

處理 Treatments	水稻株高 cm Plant height		每叢分蘗數 Panicle on. per hill	
	幼穗期 Panicle initiation stage	成熟期 Maturing stage	幼穗期 Panicle initiation stage	成熟期 Maturing stage
	1.對照 CK	61.5 ^{b**}	92 ^{c*}	14.2 ^{b**}
2.埋設排水浪管 Drainage pipe	75.6 ^a	105 ^b	21.3 ^a	20.2 ^a
3.埋設浪管並施穀殼 Drainage pipi & rice hull	78.8 ^a	110 ^a	23.0 ^a	22.4 ^a

**與表一相同。

誌 謝

本試驗承蒙南亞塑膠公司(Na Ya Plastics Corporation)提供浪管並補助經費，謹申謝忱。

參考文獻

1. Chapman, Homer D. 1965. Specific symptomatology of potassium deficiency for selected crops, in Diagnostic Criteria for Plants and Soils. P.365-371.
2. Hem, J. D. and W. H. Cropper. 1959. U. S. Geol. Surv. Wat. Supp. Pap. 1459-A.
3. Hem, J. D. 1960. U. S. Geol. Surv. Wat. Supp. Pap. 1459-B.
4. Hsieh, C. F., T. R. Tsai, H. C. Huang and D. T. Chen. 1982. Poorly drained acid sulfate soils at Ta-An Township in the west coast of central Taiwan. Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement station, New Series No.6. Taiwan, Rep. of China.
5. Inada, K. 1966. Studies on the bronzing disease of rice plant in Ceylon. I. Effect of field treatment on bronzing occurrence and changes in leaf respiration induced by the disease. Trop. Agr. 122:19-29.
6. Inada, K. 1966. Studies on the bronzing disease of rice plant in Ceylon. II. Cause of the occurrence of bronzing. Trop. Agr. 125:54-46.
7. Moorman, F. R. 1961. Researches on acid-sulphate soils and their amelioration by liming. P. 3. Min. of Rural Affairs Agron. Library. Saigon.
8. Ota, Y. and N. Yamada. 1962. Physiological study on bronzing of rice plant in Ceylon. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 31:90-97.
9. Ota, Y. 1969. Studies on the occurrence of the physiological disease of rice called "Bronzing" Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan). Ser. D. 18:31-104.
10. Ponnampereuma, F. N., R. Bradfield and M. Peech. 1955. Physiological disease of rice attributable to iron toxicity. Nature 175:265.
11. Ponnampereuma, F. N. 1958. Lime as a remedy for physiological disease of rice associated with excess iron. Int. Rice Comm. Newslett. 7(1):10-13.
12. Tanaka, A., R. Loe and S. A. Navasero. 1966. Some mechanisms involved in the development of iron

- toxicity symptoms in the rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo)* 12:158-162.
13. Tanaka, A., R. P. Mulleriyawa, and T. Yasu. 1968. Possibility of hydrogen sulfide induced iron toxicity of rice plant. *Soil Sci. plant Nutr.* 14:1-6.
 14. Tanaka, A., S. Yoshida. Nutritional disorders of the rice plat in Asia. IRRI, Los Banos, Lagnna, Philipines.
 15. Tomlinson, T. E. 1957. *Emp. J. Exp. Agric.* 25:108.
 16. Yoshida, shouichi, Douglas A. Forno and James H. Cock. 1971. Laboratory ma-nual for physiological studies of rice, The International Rice Research Institute, p. 5.

Effects of Constructing Corrugated Drainage Pipe Lines in the Poorly Drained Paddy Soils on Reducing Iron Toxicity and Potassium and Copper Deficiencies of Rice Plants¹

C. F. Hsieh, C. T. Wang and C. Y. Lin²

ABSTRACT

The results of the experiments suggested that drainage and excessive amount of available iron in the soil caused the over-accumulation of iron and deficiencies of potassium and copper in rice plants to retard the normal growth and tillering, and to induce the bronzing or tiny brown spots on the old leaves of the rice plants in the check plot.

Improve the drainage conditions of the soil by burying 4" of corrugated drainage pipe at the depth of 60 cm from the soil surface was very effective for removing off the excessive water and iron, and thus reduced the Fe content and increased the potassium and copper contents in rice plant for the normal growth of riceplants. Constructing the same drainage pipe line at the same depth with additional soil treatment of rice hull at the rate of 15 tons/ha showed similar effects, but the potassium content in rice plants, the plant height, and tiller number were tended to be higher.

The sulfur content in this poorly drained paddy soil was rather high, and constructing 4" of corrugated drainage pipe line helped removing off more than 50% of sulfur in the soil, however the hydrogen sulphide toxicity was not found either in the check plot or drained plot. It was possible due to the high base contents in the soil.

¹Cortibution No. 0021 from Taichung DAIS.

²Associate Soil Specialist, Assistant Soil Specialist and Agronomist of Taichung DAIS, respectively.