

(2-9) 污水對水稻之影響⁽¹⁾

The Effect of Water Pollution on Rice Growth

臺灣省高雄區農業改良場技正

蘇 俊 茂

一、摘 要

1. 高屏地區農作物之公害糾紛始於民國 55 年，近年由於各工廠排出之廢氣廢水侵襲鄰近農田公害問題日益嚴重，大社、仁武工業區各工廠及煉油廠排放大量廢水流入原供灌溉農田的後勁溪中，為害尤烈。自水質污染後水稻生育及產量受到不同程度的影響，嚴重影響農民收益，且長期引灌污水，稻田土壤性質可能變壞，其損失實無法估計。

2. 根據調查，65 年後勁溪水稻污水害面積共 1,585 公頃（一期作 754，二期作 831）佔該流域水稻栽培總面積之 48.4%，被害程度輕者減收 10%，重者達 30% 以上（當地當年稻穀產量一、二期作 3,600 公斤/公頃）。

3. 污水育苗（箱苗）結果對秧苗無致命影響，僅有些生育抑制，苗高減少 1.5-2.3cm，抽葉正常，苗乾重反增，因之，慣行育苗只要採用輪灌，勿長期污水淹浸，當無大礙。

4. 污水害症狀分別為枯死（株枯及葉枯），抑制（矮化）及促進（徒長）。

(1) 枯死：插植後遇不良條件（如一期作低溫）時發生；插植後 20-40 天有株內苗枯死及整株枯死，但污水入水口常有扇狀的稻株枯死。葉枯分別於生育初期及後期發生，前者插後 35-40 天下位葉枯死，後者抽穗後未屆成熟即見早期葉枯，致稔實不良，產量減少，均以秈稻較為嚴重。

(2) 抑制與促進：後勁溪污水為害水稻常見稻株萎縮，分蘖激增；矮化現象，秈稻插後 50 天，秈插插後 30 天開始，較正常水稻稈稻矮化 1.85，秈稻矮化 11.2cm；分蘖增加現象硬秈稻均在插後 60 天左右呈現，較正常水稻稈稻增 14.3 支，秈稻增 13.6 支。成熟期稻莖生長量（乾重量）污水害水稻僅為正常稻 64.8-80.0%。污水因含多量氮化合物促使水稻莖葉生

長良好，插後分蘖旺盛期呈現結果因徒長，軟弱，抗病蟲害減弱，易成為倒伏稻，均為不正常現象。

5. 水稻產量以後勁溪污水影響最大，65 年二期盆栽各類污水中後勁溪污水處理稻穀產量僅為對照區之 28.3%，66 年一期在該地田間試驗結果污水區減收，秈稻為 29.3%，秈稻為 13.5%。經抽樣調查當期一般污水灌溉田亦較清水灌溉田平均減收 18.8%，污水灌溉對稻穀產量之影響實不容忽視。

6. 針對污水為害，所作的水稻盆栽試驗，初步發現每公頃施用 4 噸的鈣可以得到較高的稻穀產量。

二、前 言

高屏地區農作物之公害糾紛發生於民國 55 年，最初是高雄硫酸銨工廠之二氧化硫廢氣毒害農作物，損害賠償年有增加，民國 59 年該廠設有廢氣回收設備後該地公害糾紛問題暫時不再發生。唯近年來由於各地工廠林立，所排廢氣、廢水陸續侵入近鄰農田中，使農作物的公害問題一天比一天嚴重，會勘賠償仍無法獲得完滿解決，尤其大社、仁武工業區各工廠及煉油廠所排廢水，因無獨設的下水道排洩，逕流入原以供灌溉農田的後勁溪中。後勁溪流域主要為雙期作稻田，面積有 3,200 多公頃，水稻為主要農作物，每年稻作栽培期間即引入溪水灌溉，自其水質污染以後水稻生育及產量均遭受影響，或局部枯死，或生育不良，或併發病蟲等災害，產量減少，品質遜劣，嚴重影響農民收益，且長期引灌污水，稻田土壤性質很可能變壞，其損失實無法估計。

為明瞭污水對水稻之影響情形，謹就調查試驗初步所得結果提供報告。

三、後勁溪流域 65 年水稻污水害面積及污水害程度

(1) 本試驗係高雄區農業改良場劉場長文慶之鼓勵，行政院衛生署臺灣地區公害防治先驅計劃專案小組王博士仁澤指導並承該小組有關人員協助得以完成，謹此致謝！

面 地 點	水稻栽培面積 (公頃)		污水害面積 (公頃)		被 害 程 度		
	一 期	二 期	一 期	二 期	分 級	一 期 作	二 期 作
橋 頭 鄉	694	691	重 80 556 中 165 輕 309	重 120 631 中 181 輕 330	重 30%以上	4,200公斤以下	2,500公斤以下
梓 官 鄉	503.5	500.3	重 10 40 中 15 輕 15	重 16 40 中 12 輕 12	中 10-30%	4,200-5,400公斤	2,520-3,240公斤
楠 梓 區	461.8	422.0	重 40 160 中 50 輕 70	重 40 160 中 50 輕 70	輕 10%以下	5,400公斤以上	3,240公斤以上
合 計	1,659.3	1,613.3	重 130 754 中 230 輕 394	重 176 831 中 243 輕 412	註：65 年正常平均產量 一 6,000 二 3,600 公斤/公頃		
總 計	3,272.6		1,585 (48.4%)				

四、水稻污水害情形

1. 對秧苗之影響

後勁溪流域一般農民多擔心用污水育苗，但其他地方即有用污水育苗。為探究污水對秧苗生育有否影響，66年一期作採用箱式育苗，灌下列六種不同來源污水，試驗結果，僅有些生育抑制，苗高減少1.5-2.3公分，但抽葉速度正常，苗乾重反增現象。因之，污水對幼苗不會有致命的影響，即使在田間育苗，祇要留意管理，不長期間淹浸污水（尤其萌芽前後），以改良式秧田，採用輪灌，多讓秧田田面排乾曝曬，促

進幼苗健全生長，增加抗污水性。

污水來源

- 高雄縣仁武八卦寮臺塑公司附近。
- 高雄市下鹽田段，後勁溪中支流。
- 高雄縣梓官茄荖坑段，後勁溪下流。
- 高雄縣橋頭頂鹽田段，後勁溪上流。
- 高雄縣岡山中洲橋邊，阿公店溪。
- 高雄縣大寮溪。
- 對照（本場地下水）。

污水對幼苗生育之影響

污 水 來 源	項 目	平均苗高 (cm)	葉 齡 (葉)	20. 苗乾重 (g)	備 註
A		12.8	3.3	0.36	每箱土壤 5kg，肥料 8-8-4g/Box 輕度催芽稻種 150g/Box， 66. 2. 28 播 66. 3. 5 綠化 66. 3. 9 硬化 66. 3. 14 成苗 (14 天) 播種時灌水及綠硬化期間早晚澆水二次。
B		12.1	3.5	0.36	
C		12.8	3.5	0.34	
D		12.9	3.5	0.33	
E		13.7	3.6	0.33	
F		14.3	3.5	0.29	
G (CK)		14.4	3.4	0.28	

田間試驗各品種分蘖比較表

(單位：支)

品種型	水別	日數										
		插後 10天	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
高選1號	清水	4.3	3.9	4.5	10.0	25.3	33.6	31.2	24.5	24.3	24.0	24.4
	污水	4.3	4.1	4.5	15.4	24.1	43.0	42.0	30.8	36.8	35.4	35.3
	增減(±)	± 0	-0.2	± 0	-5.4	+1.2	-9.4	-10.8	-14.3	-12.5	-11.4	-10.9
嘉山11號	清水	4.6	4.2	3.9	17.6	20.6	32.3	33.0	30.0	26.8	25.8	22.5
	污水	5.4	3.9	4.1	7.7	17.1	40.1	43.2	42.1	39.9	39.4	36.5
	增減(±)	-0.9	-0.3	-0.2	+9.9	+3.5	-7.8	-12.2	-12.1	-13.1	-13.6	-14.0

污水中含有氮化合物，為水稻生長有利要素，但過量的氮化合物，促進水稻生長結果莖葉茂盛，徒長，有時併發病蟲害，有時成為倒伏稻，對稻穀產量發育後期促進現象更明顯。

各類污水對水稻生長促進情形

品 種	項 目 污水來源	株 高 (cm)					分 蘖 (支)				
		插後20天	40天	60天	80天	100天	插後20天	40天	60天	80天	100天
高 雄 選 一 號	A	25.6	31.4	58.0	67.3	82.7	5.0	15.0	45.5	49.0	44.6
	B	28.8	33.0	56.7	64.4	79.6	5.0	18.0	45.5	38.0	37.5
	C	23.5	30.0	49.8	68.1	83.9	4.8	11.0	30.0	37.8	34.0
	D	28.7	34.1	55.6	66.6	79.8	5.3	19.3	43.0	39.3	38.0
	E	26.8	31.8	58.8	68.4	82.3	5.5	20.5	45.3	40.5	38.8
	F	25.7	32.0	56.8	64.1	78.2	5.0	16.0	41.0	34.3	33.3
	G (CK)	27.4	31.9	55.0	63.8	77.8	5.0	14.5	34.5	31.0	27.8
嘉 農 和 十 一 號	A	20.5	24.4	48.5	65.2	75.2	5.0	15.5	48.8	70.8	56.7
	B	23.0	25.4	50.3	65.1	77.6	5.0	16.3	46.5	56.8	45.8
	C	20.9	22.0	43.1	61.1	75.0	4.3	6.3	22.7	50.0	43.3
	D	27.0	29.3	51.9	64.0	81.2	6.3	18.8	51.5	55.0	47.0
	E	24.2	27.7	51.2	62.3	76.7	5.5	16.3	50.0	57.3	43.0
	F	22.6	27.5	51.5	64.7	77.4	4.8	15.3	45.0	47.3	37.8
	G (CK)	25.5	29.2	50.3	62.5	75.4	6.3	18.5	40.8	48.3	38.0

3.產量： 等而異。民國 65 年後勁溪污水對水稻產量影響較為嚴重，同年二期盆栽試驗結果如下表：

各地污染水，對水稻生育之影響

污 水 來 源	項 目 株 高 (cm)	穗 數 (支)	穗 長 (cm)	一 穗 總 粒 數 (粒)	不 稔 率 (%)	公 頃 產 量 (公斤)			備 註
						稻 穀	指 數	稻 葉	
鳳 山 溪	77.4	7	16.3	48.0	18.3	1,360	89.7	4,260	本試驗營養生長 期在溫室中
阿 公 店 溪	82.5	4.7	15.5	81.0	11.5	900	56.4	3,200	
後 勁 溪 (典 寶 溪)	77.8	2.7	17.9	56.0	8.3	580	38.3	1,594	
對 照	81.7	11.4	16.9	79.2	30.3	1,516	100.0	7,868	

2. 水稻污水害現象

(1) 枯死：

插植後水稻尚在幼弱期間，稻根分佈表層，尚未伸長蔓延，抗污水性較弱，如在不良條件下（如寒冷）受污水淹浸時常有枯死情形。污水枯死可分為株枯與葉枯。後勁溪流域水稻生育初期田間污水入水口附近常成扇狀地形的稻株枯死，其枯死面積依入水口大小及污水流速，流量等而異。一般插後10天不見枯死，但自20天起最初發生株內部份稻苗枯死，至40

天即有整株枯死腐爛，終於田面不見稻苗痕跡，全株枯死現象常在插植後50天以前發生。

葉枯現象與稻根之活力有密切關係，尤其生育初期下位葉片之枯死表示根部活力之衰弱，而後期之早期葉枯更表示根部早期腐化，影響所及，早期葉枯使分蘗減少，後期之葉枯使稔實率降低，均連帶影響產量。利用上列六種不同污水試驗不同類型之水稻，結果早期葉枯嚴重期間發生在插植後35-40天，而以秈稻之葉枯（尤其全枯）情形較為嚴重，推測秈稻抗污水性較弱。

污水害水稻枯葉率調查

污水來源	品種型	調查期			成熟期		備註	
		插植後40天			對總葉數之枯葉率(%)	青葉數(片)		青葉指數
		枯葉數(片)	全枯	半枯				
A	秈	50	41	9	34.5	2.3	全枯：葉片一半以上枯黃或枯萎者。 半枯：葉片枯黃部份不及一半者。	
A	秈	73	55	18	42.9	1.6		
		51	34	17	30.7	2.2		
B	秈	71	50	21	41.0	0.55		
		77	61	16	65.3	2.1		
C	秈	69	54	15	76.7	0.1		
		47	27	20	30.1	2.3		
D	秈	52	32	20	28.6	0.2		
		39	14	25	25.7	3.0		
E	秈	38	15	23	26.6	1.7		
		16	0	16	11.4	2.6		
F	秈	19	0	19	13.2	2.4		
		14	0	14	9.6	2.7		
G (CK)	秈	25	0	25	14.8	2.0		

(2) 生育抑制與促進：

因污水中所含成份不同，部份污水對水稻生育有抑制，但有些污水反有促進現象。65年後勁溪水稻污水害發生後，水稻植株萎縮，分蘗激增，似受污水中毒。66年一期作乃在後勁溪中流田間試驗結果亦

有此種現象。株高矮化現象插秧後稈稻在第50天開始呈現，秈稻在30天開始呈現，其最高差異稈稻為18.5cm，秈稻11.2cm。分蘗增加現象稈稻均在60天左右呈現出來，其最高差異稈稻為14.3支，秈稻為13.6支。

田間試驗各品種株高比較表

(單位cm)

水別	品種型	日數										
		插後10天	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
高選1號	清水	25.5	29.0	31.3	36.3	49.8	61.4	75.3	82.6	95.0	97.1	97.7
	污水	27.5	30.9	30.6	38.1	38.3	46.5	56.8	67.5	89.1	90.6	88.0
	增減(±)	-2.0	-1.9	+0.7	-1.8	+11.5	+12.9	+18.5	+13.8	+5.9	+6.5	+9.2
嘉山11號	清水	15.4	16.8	21.6	41.6	44.0	54.1	60.0	70.8	79.6	80.8	101.4
	污水	16.5	17.9	20.0	33.0	37.4	48.8	48.8	65.5	89.7	82.8	105.1
	增減(±)	-1.1	-1.1	+1.6	+8.6	+6.6	+5.3	+11.2	+5.3	-1.1	-2.0	-3.7

為探究污水對不同類型水稻品種產量之影響 66 較清水田硬稻減收 29.3%，秈稻減收 13.5%。同期
 年一期作在後勁溪中流田實施田間試驗結果，污水田 後勁溪流域一般田污水灌溉平均減收 18.8%。

後勁溪水對水稻影響田間試驗產量表

品 種	項 目 清 污 水 別	株 高 (cm)	穗 數 (支)	穗 長 (cm)	一 穗 總粒數 (粒)	不 稔 率 (%)	公 頃 產 量 (公斤)			倒 伏 性	備 註
							稻 穀	指 數	稻 葉		
秈 ： 高雄選一號	清 水	97.7	24.4	18.8	116.0	4.0	6,558.0	100.0	5,461.8	直立	收穫前 7 天 傾倒
	污 水	88.0	35.3	16.8	72.7	3.6	4,635.8	70.7	4,461.6	傾倒	
	比較(±)	+ 9.7	- 10.9	+ 2.0	+ 43.3	+ 0.4	+ 1,922.2	+ 29.3	+ 1,000.2		
秈 ： 嘉農秈十一號	清 水	101.4	22.5	26.1	121.6	4.9	7,403.3	100.0	5,327.7	直立	收穫前 8 天 傾倒
	污 水	105.1	36.5	24.9	120.9	5.5	6,404.4	86.5	6,561.8	傾倒	
	比較(±)	- 3.7	- 14.0	+ 1.2	+ 0.7	- 0.6	+ 998.9	+ 13.5	- 1,234.1		

後勁溪流域稻田一般產量調查

清 污 水	公 頃 產 量 (公斤)		備 註
	稻 穀	指 數	
清 水 灌 田	9,102.6	100.0	後勁溪流域中自行抽取地下水灌溉田
污 水 灌 田	7,390.1	81.2	引用後勁溪污水灌溉田

針對污水為害，污水田施用鈣試驗其對水稻影響，發現每公頃施用四噸的鈣，可以獲得較高的插穀產量。

污水田施用鈣對水稻之影響試驗 (65 年二期盆栽)

污 水 來 源	項 目 處 理 別	株 高 (cm)	穗 數 (支)	穗 長 (cm)	一 穗 總粒數 (粒)	不 稔 率 (%)	公 頃 產 量 (公斤)			備 註
							稻 穀	指 數	稻 葉	
後 勁 溪	無 鈣	80.7	4.7	16.3	70.0	9.0	840	55.4	2,320	本試驗營養生長期在 溫室中
	鈣 2T/ha	82.0	4.5	18.6	70.5	7.1	850	56.1	2,710	
	鈣 4T/ha	85.3	4.0	19.8	98.7	9.1	1,186	78.2	1,946	
	無 污 染	81.7	11.4	16.9	79.2	30.3	1,516	100.0	7,868	