

水泥廠煙塵污染對作物生長及為害程度評估試驗¹

呂文通² 林慶元³

摘 要

為探討水泥廠煙塵污染對作物產量、品質為害程度，與作物生長之相關影響，本場74年以薑、青蔥、菠菜等為測試作物以不同水泥量處理在宜蘭地區進行試驗。結果顯示供試各作物，遭受水泥污染嚴重者，作物葉片表面形成灰白色水泥膜或硬塊，影響光合作用及生長，生育、產量及品質均受害嚴重。水泥量各處理與產量間之相關分析結果，生薑 $r = -0.980^{**}$ ，青蔥 $r = -0.995^{**}$ ，菠菜 $r = -0.878^{**}$ ，均呈現極顯著或顯著的負相關。至於產值，以菠菜等葉菜類作物較生薑等其他作物受害嚴重，甚至無經濟價值。經試驗結果；一期作生薑產量，以不撒施水泥處理 3,372 公斤 / 0.1 公頃最高，而以每月撒施水泥 8.0 噸 / 公頃處理產量 3,070.6 公斤 / 0.1 公頃最低。二期作青蔥及菠菜產量，以每月撒施水泥量 0.1 噸 / 公頃產量最高（青蔥為 3,399 公斤 / 0.1 公頃，菠菜為 1,734 公斤 / 0.1 公頃），而以每月撒施水泥量 8.0 噸 / 公頃處理產量最低（青蔥為 3,160 公斤 / 0.1 公頃，菠菜為 1,009 公斤 / 0.1 公頃）。

前 言

本省近幾年來，由於工商業迅速發達，經濟繁榮，工廠如雨後春筍般林立。惟各工廠處理排放煙塵、廢氣及廢水等設備未臻完善，致為害生態環境及農作物日趨嚴重，因此公害糾紛事件時有耳聞。本縣位於台灣東北隅，地理環境為環山面海，平原面積少，大多土地為高山峻嶺，適宜水泥廠設立，目前計有力霸、台泥、信大、幸福及啓信等⁽³⁾，雖然使宜蘭縣民增加就業機會，非無貢獻，但因排放濃密水泥煙塵，常使附近作物體表面，形成灰白色水泥膜或硬塊，影響植物光合作用，且其攜帶之鹼性溶液傷害作物生長^(1、2、4、5)。因此污染鄰近作物約近千公頃，使農民損失嚴重，故時常有糾紛案件，鑑此，本分場承農委會及農林廳補助，於74年着手研討水泥廠煙塵污染對作物生長影響及為害程度評估試驗，作為處理賠償鑑定之依據。本試驗之處理設計釐訂，乃依收集本縣歷年污染程度資料，送請農藥所李所長國欽核算訂定，特誌謝忱。

材料與方法

本試驗於74年1、2期在宜蘭縣壯圍鄉忠孝村及新南村辦理，供試作物1期作生薑，2期作青蔥及菠菜。田間設計採用逢機完全區集設計，重複四次，六處理，小區面積生薑為16平方公尺，青蔥及菠菜15平方公尺。處理別分0，0.1，1.0，2.0，4.0，8.0噸/公頃/月，於作物成活後，每月分別以不同水泥量撒施於供試作物之不同處理上。撒施時，以三板阻隔，防止水泥灰外飄其他試驗區。調查項目為各作物之農藝性狀、產量及產值評估等。

1. 花蓮區農業改良場研究報告第 29 號。本試驗經費承農業委員會補助 (75 農建一 7.1 一糧一 83 (6)) 謹此致謝。
2. 蘭陽分場副研究員兼主任。
3. 蘭陽分場助理。

結 果

一、不同水泥量處理對薑農藝性狀及產量之影響：

經田間觀察各處理生育情形，以撒施水泥量多之處理，其葉面上呈現片狀水泥灰覆蓋，故其生育情形較不撒施水泥或撒施微量水泥處理為差。產量經調查結果，以不撒施水泥處理產量最高為 3,372.5 公斤 / 0.1 公頃，而以每月撒施水泥 8.0 噸 / 公頃處理產量最低為 3,070.6 公斤 / 0.1 公頃 (表 1)。各處理間與產量之相關，經分析結果，呈現極顯著負相關($r = -0.980^{**}$)，表示生薑產量受水泥污染所影響 (圖 1)。

表 1. 74 年 1 期水泥量各處理對薑農藝性狀及產量影響。

Table 1. Agronomic characters and yield of ginger as affected by rates of cement dust in 1st crop, 1985.

處 理 別 Treatments	株 高 (公 分) plant height (cm)	分 蘗 支 (支) Tiller	產 量		產 值		
			yield		Value		
			產 量 (公斤/0.1公頃) Yield(kg/0.1ha)	指 數 (%) Index (%)	單 價 (元) Price	產 值 (元/0.1公頃) Value(NY/0.1ha)	指 數 (%) Index (%)
0 噸 / 公 頃 / 月 0 ton / ha / month	60.80	9.00	3,372.5 a	100.0	24.8	83,638	100.0
0.1 噸 / 公 頃 / 月 0.1 ton / ha / month	60.70	8.00	3,349.7 a	99.3	24.5	82,068	98.1
1.0 噸 / 公 頃 / 月 1.0 ton / ha / month	60.10	8.05	3,305.6 a	98.0	24.1	79,665	95.2
2.0 噸 / 公 頃 / 月 2.0 ton / ha / month	59.92	8.00	3,262.5 b	96.7	23.0	75,038	89.7
4.0 噸 / 公 頃 / 月 4.0 ton / ha / month	60.10	7.55	3,153.1 b	93.5	21.9	69,053	82.5
8.0 噸 / 公 頃 / 月 8.0 ton / ha / month	59.40	7.02	3,070.6 b	91.1	20.8	63,869	76.3

※英文字母相同者，表示差異未達 5% 水準。

※Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

二、試驗期間颱風發生次數及雨量。

颱風帶來強風及豐沛雨量，使植株亦倒伏或折斷，葉破裂及使試驗田湛水，影響生育產量及品質。本試驗期間發生二次颱風 (表 2)，74 年 6 月 16 日之海爾及 8 月 22 日之尼爾森颱風。

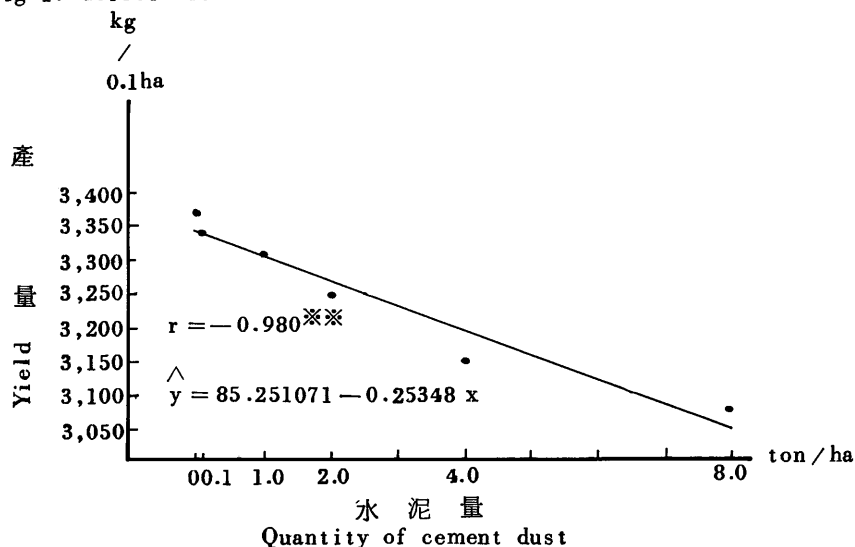
表 2. 試驗期間颱風發生次數及雨量

Table 2. Typhoon and rainfall during experiment period, 1985.

時 間 Time	颱 風 名 稱 Typhoon name	雨 量 rainfall (mm)
74 年 6 月 16 日 June.16, 1985	海 爾 Hail	—
74 年 8 月 22 日 August.22, 1985	尼 爾 森 Nelson	119.5

圖1. 水泥量各處理與生薑產量之相關關係：

Fig 1. Correlation between rates of cement dust and yields of ginger.



三 不同水泥量處理對青蔥農藝性狀及產量之影響：

青蔥於74年11月8日種植，於75年2月20日收穫。生育期間，除對照區外，各處理均撒施水泥，結果以不撒施水泥或撒施微量水泥處理，其生育較撒施多量水泥處理為佳。產量則以每月撒施水泥量0.1噸/公頃處理最高為3,399公斤/0.1公頃，以每月撒施水泥量8.0噸/公頃處理產量最低為3,160公斤/公頃（表3）。各處理與產量間之相關係數經分析結果為 $r = -0.995^{**}$ （圖2）顯示青蔥產量遭受水泥多量污染時，產量即相對減低。

表3. 74年2期各處理對青蔥農藝性狀及產量之影響：

Table 3. Agronomic characters and yields of welsh onion as affected by rates of cement dust in 2nd crop, 1985.

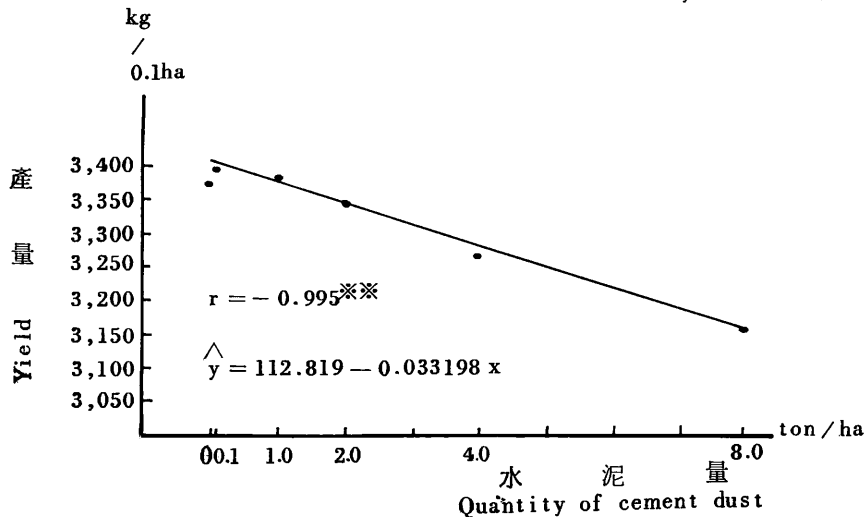
處理別 Treatments	株高 (公分) Plant height (cm)	分蘗枝 (支) Tiller	產量 yield		產值 Value		
			產量 (公斤/0.1公頃) Yield(kg/0.1ha)	指數 (%) Index(%)	單價 (元/公斤) Price	產值 (元/0.1公頃) Value (NT/0.1ha)	指數 (%) Index
0噸/公頃/月 0 Ton/ha/month	52.75	11.3	3,377 ^{a*}	100.0	8.0	27,016	100.0
0.1噸/公頃/月 0.1 ton/ha/month	54.50	11.8	3,399 ^a	100.7	8.0	27,192	100.6
1.0噸/公頃/月 1.0 ton/ha/month	54.00	10.8	3,381 ^a	100.1	8.0	27,048	100.1
2.0噸/公頃/月 2.0 ton/ha/month	51.60	9.7	3,349 ^a	99.2	8.0	26,792	99.1
4.0噸/公頃/月 4.0 ton/ha/month	50.30	8.9	3,269 ^b	96.8	5.0	16,345	60.5
8.0噸/公頃/月 8.0 ton/ha/month	50.60	8.8	3,160 ^b	93.6	5.0	15,800	58.5

*英文字母相同者，表示差異未達5%水準。

*Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

圖 2. 水泥量各處理與青蔥產量之相關關係：

Fig 2. Correlation between rates of cement dust and yields of welsh onion.



四不同水泥處理對菠菜農藝性狀及產量之影響：

菠菜生育情形，經田間觀察以每月撒施水泥量 8.0 噸 / 公頃處理，其初期生長較其他處理矮小，且全期生育均較其他處理差。產量經調查結果，以每月撒施水泥量 0.1 噸 / 公頃處理最高為 1,734 公斤 / 0.1 公頃，其次為不撒施水泥處理為 1,704 公斤 / 公頃，而以每月撒施水泥量 8.0 噸 / 公頃處理最低為 1,009 公斤 / 公頃（表 4）。各處理與產量之相關係數為 $r = -0.878^{**}$ （圖 3）顯示水泥量與產量間亦呈顯著的負相關。即菠菜受多量水泥污染時，其產量亦相對減低。

表 4，74 年 2 期各處理對菠菜農藝性狀及產量之影響。

Table 4. Agronomic characters and yield of spinach as affected by rates of applied cement dust in 2nd crop, 1985.

處理別 Treatments	株高 (公分) Plant height (cm)	產量 Yield			產值 Value	
		產量 (公斤 / 0.1 公頃) Yield(kg/0.1ha)	指數 (%) Index(%)	單價 (元/公斤) Price	產值 (元 / 0.1 公頃) Value (NT/ 0.1ha)	指數 (%) Index
0 噸 / 公頃 / 月 0 Ton/ha/month	36.40	1,704 a [*]	100.0	8.3	14,143.2	100.0
0.1 噸 / 公頃 / 月 0.1 ton/ha/month	55.10	1,734 a	101.8	8.3	14,392.2	101.6
1.0 噸 / 公頃 / 月 1.0 ton/ha/month	33.70	1,374 b	80.6	8.3	11,404.2	80.5
2.0 噸 / 公頃 / 月 2.0 ton/ha/month	33.90	1,257 bc	73.8	4.1	3,142.5	22.2
4.0 噸 / 公頃 / 月 4.0 ton/ha/month	32.80	1,143 c	67.1	0	0	0
8.0 噸 / 公頃 / 月 8.0 ton/ha/month	30.70	1,009 d	59.2	0	0	0

*英文字母相同者，表示差異未達 5% 平準。

**Means followed by same letters are not significantly different at 5% level.

圖 3. 水泥量各處理與菠菜產量之相關關係：

Fig 3. Correlation between rates of cement dust and yield of spinach.

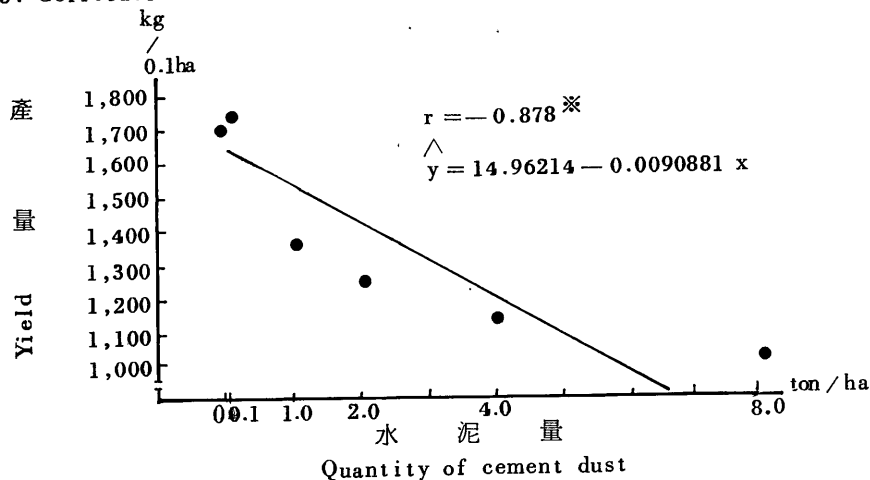


表 5. 水泥煙灰分析結果：

Table 5. Components of cement dust.

PH (1 : 1)	有機質 Organic matter (kg / ha)	P ₂ O ₅ (kg / ha)	K ₂ O (kg / ha)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Si O ₂ (ppm)
7.8~8.2	2.0~2.4	110~160	220~1240	7.2~8.6	3.6~5.00	8.6~38.00	0.304~0.500	130~200

※摘自 1985 年高雄區農業改良場分析。

※ The data cited from Kaohsiung DAIS in 1985.

討 論

水泥之灰塵常在作物之表面形成硬塊^(1,2)，且其攜帶之鹼性溶液也常是傷害作物的原因之一⁽¹⁾，但有些由於水泥改變了土壤性質，反而對作物生長有益。大量的灰塵沉積於作物體上會造成作物生長之抑制，或覆蓋於生長點上而影響了新芽的生長^(1,2,4,5)。本試驗生薑、青蔥及菠菜等三種供試作物經試驗結果，各處理間之生育情形，以每月撒施水泥量 4.0 及 8.0 噸 / 公頃處理，因遭受水泥嚴重污染，葉表面等凝結成灰白色水泥膜或硬塊，影響光合作用及生長^(1,2,5)。故其全期生育均較其他處理差。產量方面，仍以無撒施水泥處理及每月撒施微量水泥處理為佳，以每月撒施水泥量 8.0 噸 / 公頃處理產量最低。經變方分析，各處理間差異均達極顯著。而各處理與產量之相關係數均有極顯著或顯著的負相關(生薑 $r = -0.980$ ※※，青蔥 $r = -0.995$ ※※，菠菜 $r = -0.878$ ※)。顯示水泥灰塵量增多，產量均減少。至於品質亦以不撒施水泥量處理最佳，而以每月撒施水泥量 4.0 及 8.0 噸 / 公頃處理品質最差。尤其菠菜等葉菜類作物較青蔥等其他作物受害嚴重，甚至無經濟價值。因此，水泥廠灰塵對作物生育有不利影響，值得大家重視，水泥廠應加強防污染設備，以減少其排塵量並減低其對農作物之損害。

參 考 文 獻

- 一李國欽，李貽華。1984。空氣污染為害植物之診斷。台灣植物保護中心印行。IV-1、2、3、4，X-1。
- 二莊進源，孫岩章。1984。空氣污染公害之鑑定及圖鑑。行政院衛生署環境保護局編輯委員會編印 F01-04。
- 三台灣省環境保護局編印。1984。工業空氣污染影響農業實況調查及空氣品質測驗研究計畫工作報告 P.15~18。
- 四鄭榮賢。1985。水泥廠煙灰對農作物及土壤之影響。台灣省農業藥物毒物試驗所印行。公害對農業生產之影響研討會論文專集 P. 33 - 40。
- 五孫岩章。1985。台灣地區之空氣污染物質。台灣省農業藥物毒物試驗所印行。公害對農業生產之影響研討會論文專集 124 PP。