

# 五堵地區酸雨的成因與影響

高小組化學科第一名

基隆市七堵區五堵國民小學

作者：蘇雅蕙、詹曉嵐

指導教師：郭素瑛、虞哲瑜

## 一、研究動機

上學期開學時，小小氣象台由本班四位同學負責，其中雨量器要做觀察和記錄，在觀察過程中我們發現有時雨水好像很髒，會挾帶一些污黑的小顆粒。我記得曾聽人說雨水會像蒸餾水一樣乾淨，因為水自地面蒸發成水蒸氣，遇冷再降下來，怎麼會有不乾淨的顆粒呢？而且媽媽也說常淋雨會變成禿子。為什麼呢？我們就去請教老師，老師說：「因為雨水被空氣污染，形成酸雨；酸雨不只是使人掉髮，對其他動物、植物、建築物等都會造成危害。」

在大自然中，雨水對整個生態環境扮演一個重要而有助益的角色。我們常說「天降甘霖」，大地萬物需要雨水的滋潤，但是當老天不再下甘霖，而是降酸雨時，萬物將受到什麼樣的影響呢？為什麼甘霖會變成酸雨？酸雨到底是什麼？我們學校附近會有酸雨嗎？這一連串的“為什麼”，使我們興起研究的興趣。

## 二、研究目的

由對酸雨的認識喚起大眾保護生態環境的意識，更希望引起更多人作更深入的研究，進而研擬解決的辦法。

## 三、研究問題

- (一)如何測定雨水的酸度。
- (二)酸雨形成的原因調查。

- (三)酸雨對植物生長的影響。
- (四)酸雨對魚類的影響。
- (五)酸雨對金屬的影響。

#### 四、研究設備器材

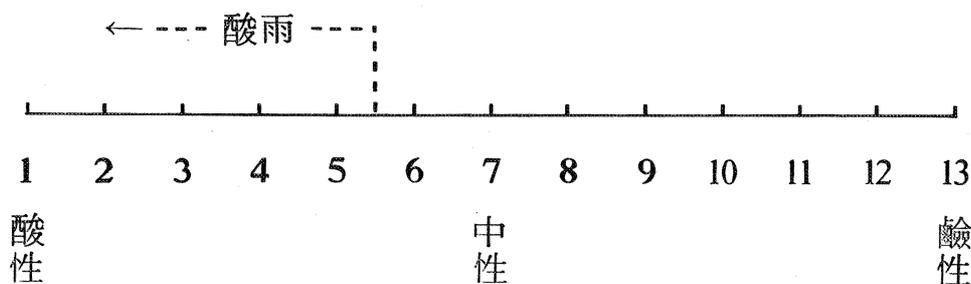
(略)

#### 五、研究方法、過程、結果與討論

##### (一)如何測定雨水的酸度

1. 搜集資料：我們到本市文化中心、中央圖書館台灣分館，搜集有關酸雨的資料，由資料中我們知道了表示酸鹼度高低的方法是用 PH 值表示，它的範圍是從酸性極高的 PH1.0 到鹼性極高的 PH13。PH7 表示中性，而 PH6 比 PH7 酸十倍，PH5 又比 PH6 酸十倍。目前我們將酸雨界定在 PH5.6 以下，也就是說 PH 值比 5.6 低的就是酸雨（見表一）。

表一



##### 2. 收集雨水

- (1)採樣地點：五堵國小。
- (2)接雨器：利用學校雨量器，把所接收的水倒入 50 cc. 小量筒，然後加蓋避免塵埃落入。
- (3)採樣時間：自七十六年元月到十一月，在每個月的降雨日中取三到十個樣本，視降雨多少而定。

##### 3. 檢驗雨水

- (1)將收集的雨水樣本作 PH 值檢定並作記錄。
- (2) PH 值檢定計的操作：爲了減少誤差，使用 PH 值檢定計時，要先作校正。將檢定計上的玻璃電極用蒸餾水洗乾淨，以脫脂棉擦乾，然後浸入 PH7標準液中，調整校正開關，使指針指到 7 的地方。校正後，才把電極浸入雨水中，測出雨水的 PH 值。

#### 4. 檢定結果 (見表二)

表二

月份 PH 值 內容	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
取樣數	5	5	10	5	5	3	3	0	10	5	10
平均值	4.7	5.5	5.2	5.0	5.5	5.9	7.4	0	6.2	6.5	6.9

註：八月份幾乎沒有下雨。

#### 5. 討論

(1)分析本地區雨水 PH 值，發現有酸化現象。而後半年則幾近中性。我們推斷本地區在七月底、九月初、十月下旬都有颱風過境，而這段期間的 PH 值較高，顯示受到豪雨冲刷作用，減低雨水酸化現象。

(2)雨水酸化，顯示雨水已受污染，而污染源在哪裡呢？

##### (二)酸雨形成原因的調查

**1. 五堵地區工廠廢氣的調查：**我們到附近工廠進行觀察，經過六堵工業區時，發現有些工廠的煙囪不斷排出廢氣。工業區外也有其他工廠上空經常冒著煙霧。將這些工廠廢氣排放情形以表三表示之。除了這些工廠以外，我們還發現有些家庭廚房的煙囪也冒著濃煙。

**2. 五堵地區車輛廢氣污染情形的調查：**本地區車輛來往頻繁，加上

表三

工廠種類 \ 調查內容	煙 囱 大 小 狀 況	廢 氣 濃 淡 情 形	廢 氣 顏 色
某 冷 凍 廠	細 而 短	淡	灰
某 紡 織 廠	粗 而 短	濃	白
甲 工 業 工 廠	高 大	普 通	灰 黑
某 羊 毛 廠	高 大	濃	黑
某 製 藥 廠	細而長(三支)	普 通	黃
某 磚 窯 廠	高 大	普 通	灰 黑
某 鋼 鐵 廠	高 大	濃	黑
某 製 鋁 廠	高 大	濃	灰 白
乙 工 業 工 廠	細 而 長	淡	灰
某 氣 體 工 廠	細 而 短	淡	黑
某 生 鐵 鑄 造 廠	高 大	濃	黑
某 電 焊 廠	細 而 短	普 通	灰

路況不良，飛揚的塵土和車子廢氣令人難以忍受。我們從汽車流量及廢氣排氣情形著手調查，以進一步了解。

(1)調查地點：五堵橋前北基公路上。

(2)調查時間：3月2日、4月11日、6月23日、9月19日、10月22日；每日的7:00～9:00及13:00～15:00兩個時段。

(3)調查方法：分甲、乙兩組進行。

(a)甲組四人以手按計數器分別計算不同車輛的流量，分爲貨櫃車、大型客貨車、小型客貨車、機車四類。

(b)乙組統計廢氣排放情形，以肉眼觀察，分別爲最明顯或白或黑的濃煙，濃度次之的灰白色煙霧，淡得幾不明顯煙霧。

(c)計算各種排氣情形的百分比和平均值。

(d)計算兩種時段中，各車輛流動量的平均值。

(4)調查結果（見表四）

(a)兩時段中，以7:00～9:00這一時段車輛較多。

(b)北基公路通常在八時半以後漸有堵車現象，尤其是十時、十一時左右，車輛有時幾乎不能動彈。此時流動量雖減少，而廢氣排放仍不停止，使污染情形更嚴重。

### 3.五堵地區落塵分布之調查

(1)調查地點：

(a)學校操場。

(b)實踐橋頭。

(2)調查時間：6月23日、9月19日、10月22日每日上午7:00到下午7:00共12小時。

(3)調查方法：

(a)使用貼有膠帶的空氣污染偵測卡。

(b)經12小時取回，以半徑0.1公分圓爲範圍，用顯微鏡放大100倍檢測落塵大小及數量。

(c)求每平方公分之平均顆粒數。

(4)調查結果（見表五）：

(a)發現10月22日的落塵較少而顆粒較大。

(b)實踐橋頭的落塵顯然多於學校操場。

(c)北基公路正進行拓建工程，實踐橋上貨櫃車頗多，車輛一過，提起滿天灰塵，尤其以晴天更顯嚴重。

4.討論：由實際去觀測並配合參考資料我們做了以下幾點推論：

(1)工廠林立的煙囪以及車輛排出的廢氣乃空氣的污染源，它們

表四

日期	天氣	調查項目 車輛種類 車 輛 種 類 段	車 輛 流 動 量						排 氣 情 形					
			貨櫃車	大型客貨車	小型客貨車	機車	合計	每秒車輛量	十	百分比	廿	百分比	卅	百分比
3.月2.日	陰	7:00 ~ 9:00	438	783	1277	2624	5122	0.71	1325	25.9	3054	59.6	743	14.5
		13:00 ~ 15:00	312	583	642	1775	3312	0.46	751	22.7	2136	64.5	425	12.8
4.月11.日	陰	7:00 ~ 9:00	469	811	1385	2313	4978	0.69	1214	24.4	2762	55.5	1002	20.1
		13:00 ~ 15:00	413	504	711	1468	3096	0.43	1018	32.9	1685	54.4	393	12.7
6.月23.日	晴	7:00 ~ 9:00	467	732	1105	3017	5321	0.74	749	14.0	3521	66.2	1051	19.8
		13:00 ~ 15:00	351	474	652	2195	3672	0.51	612	16.7	2515	68.5	545	14.8
9.月19.日	晴	7:00 ~ 9:00	430	758	1137	3301	5626	0.78	899	16.0	3803	67.6	924	16.4
		13:00 ~ 15:00	321	606	891	1702	3520	0.49	573	16.3	2137	60.7	810	23.0
10.月22.日	陰	7:00 ~ 9:00	549	779	1343	1981	4652	0.66	1115	24.0	2977	64.0	560	12.0
		13:00 ~ 15:00	298	664	821	1845	3628	0.50	979	27.0	1943	53.5	706	19.5
平均值		7:00 ~ 9:00	471	773	1249	2647	5140	0.71	/	22	/	61	/	17
		13:00 ~ 15:00	339	566	743	1797	3445	0.48						

十：表不明顯煙霧    廿：表次明顯煙霧    卅：表明顯煙霧

表五

調查情形	地點	學校操場			實踐橋頭		
	時間	6月23日	9月19日	10月22日	6月23日	9月19日	10月22日
	氣候	晴	晴	陰	晴	晴	陰
半徑0.1公分顆粒數		5	6	2	11	8	3
每平方公分顆粒數		159	191	64	223	255	95
顆粒大小		較小	較小	較大	較小	較小	較大

所含的物質是否正是造成酸雨的凶手呢？

- (2) 據臺灣環境保護第五期陳鎮東教授在酸雨一文之報告指出，酸雨的主要成份是硫酸和硝酸，它們是由二氧化碳和氧化氮等氣體碰到水蒸氣時變化而成的。而工廠的煤、油燃料，汽車使用的汽油，正是產生上述氣體的元素。
- (3) 雨水和塵埃攜帶了這些有害物質融入泥土中，對土壤和作物會造成怎樣的危害？
- (4) 落塵之調查結果顯示，落塵之分布是否和氣候季節有關係？
- (5) 污染源應不止我們觀察所得，酸雨之形成過程是否遠比我們所知道的還複雜？畢竟我們能力有限，我們仍會繼續探索。

### (三) 酸雨對植物生長的影響

#### 1. 實驗方法

- (1) 調配人工酸雨：以實驗室現有之稀硫酸溶液（濃度 6%，即 100 cc. 溶液中含有 6 cc. 百分之百硫酸）與 PH 值約 7 的井水混合調製成三種濃度的人工酸雨。濃度百分之一的人工酸雨即是以 1 cc. 稀硫酸加井水 99 cc.，餘類推。
- (2) 分組實驗
  - (a) 甲組：使用 PH 值約 7 的純淨井水。

(b)乙組：1 %濃度的人工酸雨，PH 值約 6。

(c)丙組：10 %濃度的人工酸雨，PH 值約 5。

(d)丁組：50 %濃度的人工酸雨，PH 值約 4.5。

(3)每組分配十粒經過篩選的綠豆置培養皿觀察發芽情形。

(4)每隔 2 日加水 20 CC，並記錄綠豆生長情形。

2. 實驗結果(見表六)：綠豆在約PH 4.5 時無法生長，約 PH 5 時生長不佳，顯見酸雨對綠豆有不良影響。

表六

組別	天數										合計	
	發芽數	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
甲	0	0	2	5	9	9	10	10	10	10	10	10
乙	0	0	1	1	3	4	6	6	8	8	8	8
丙	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3
丁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3. 討論

(1)酸雨對其他植物的影響是否都如綠豆一般有害呢？

(2)能否找出些耐酸性植物以解決受酸雨危害區農作物供應問題？

### (四)酸雨對魚類的影響

#### 1. 實驗方法

(1)到水族館買 20 條長約 8.5 公分同齡、健康狀況相近的金魚，先行放養水族箱二週。

(2)在井水中再飼養二週。

(3)每日定量定時投餌，並給予充足的氧氣，每 10 日換水。

(4)二週後將 20 條魚分四組於不同 PH 值水濃度(如綠豆實驗

) 中觀察，仍定時定量投餌，並給予充足氧氣。

2. 實驗結果(見表七)：大致上魚無法長久生存 PH 5 以下的水中，PH 6 時活動情形不佳。

表七

組別	時間 活動情形	1	2	4	6	8	10	20	24	2	3	4	5
		小時	天	天	天	天							
甲		卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅
乙		卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	廿	廿	廿
丙		卅	廿	廿	廿	廿	廿	十	十	十	十	一	
丁		廿	十	一									

卅：表活動情形極佳

廿：表活動情形漸有不良狀況

十：表有疲憊現象，且已有死亡

一：表全數死亡

### 3. 討論

(1) 河川魚貝類減少品質不佳，除各種廢水污染，酸雨亦有連帶關係吧！

(2) 能否想出解決的辦法以解救這些水中生物，保持生態平衡。

### (五) 酸雨對金屬的影響

#### 1. 實驗方法

(1) 購買 16 支長 6.2 公分的新鐵釘，分四組置於燒杯中。

(2) 每日滴入 10 cc. 不同 PH 值溶液，濃度如綠豆實驗。

2. 實驗結果～見表八，鐵釘經四週的半浸泡，大多已生銹，而酸性愈強，生銹愈嚴重。

#### 3. 討論

表八

組別	時間變化			
	一週	二週	三週	四週
甲	一	一	十	十
乙	一	十	廿	廿
丙	十	廿	卅	卅
丁	十	卅	卅	卅

一：有生鏽現象

十：呈點狀生鏽

廿：呈條狀生鏽

卅：幾乎全面生鏽

(1)酸雨促使鐵釘加速生鏽腐蝕，對其他金屬物體應亦有相同的影響。

(2)住屋的油漆可暫時防止磚瓦的剝落與隔絕金屬器的生鏽。若能防治雨水酸化情形，應可改善居家的外觀及費事的油漆。

## 六、心得與建議

(一)由實驗與觀察，我們得到了下列幾點結論：

- 1.五堵地區的雨水有酸化現象，酸度之高低與空氣污染情形和氣候、季節均有關係。
- 2.酸雨之形成導因於空氣污染之日趨嚴重，污染源包括工廠之廢氣、汽車排放物，道路施工、路況不良、交通堵塞使污染更嚴重。
- 3.酸雨影響植物的生長，威脅魚類的生命，腐蝕金屬器物，直接、間接的破壞著人類週遭賴以生活的一切。

4.本地區所受種種污染和公害（除了空氣污染、酸雨侵蝕，加上噪音、基隆河之惡臭……等）嚴重降低生活品質。

(二)因此，我們建議：

1.有關當局應

- (1)加強宣導保護環境的意識。
- (2)加強管制及抽驗廢氣、廢水的排放。
- (3)嚴格檢測汽、機車廢氣排放，並取締排放過量者。
- (4)加速北基公路的建設，以疏解交通，改善路況。

2.工廠及機關應

- (1)增加投資防治污染的設備。
- (2)研究使用優良的能源代用品，譬如普遍使用太陽能。
- (3)研究製造省油無煙的汽機車。

3.最重要的是建立公德心，爲自己也爲後代子孫留下一片乾淨的樂土吧！

## 七、參考資料

(一)台灣環境保護第五期 1987，酸雨，陳震東。

(二)科學月刊第十五卷第九期，1984，酸雨對森林生態系之影響，金恒鏞。

(三)大氣科學第二期，1975，大氣污染對台灣地區雨水 PH 值之影響，呂世宗等。

(四)世界地理雜誌第一卷第三期，1982，酸雨之害，ANNE LABASTILLE。

## 評 語

(一)參與研究之同學在一年多以來不定期採取雨水樣品，對每一樣品探討其酸性，並觀察雨水酸性隨季節不同而有之差異，做初步探討，具若干創意。

(二)參與研究同學對各種附近工廠廢氣之污染情況，雖僅做定性之觀察，並推斷其爲產生酸雨之因素，可能稍嫌武斷，但其收集數據

很多，觀察仔細，以高小程度而言，已屬佳積。

- (三)利用化學藥品模擬酸雨，探討水之酸性對植物生長、動物生存及對金屬腐蝕之不利影響，從而引發環保意識，在構想上非常重要，值得鼓勵。