

# 酸雨對人類生活的影響

高小組應用科學科第三名

台北市仁愛國民小學

作者：蔡之祐、陳奕君、林詩蘋

指導教師：邱雲忠、洪華美

## 一、研究動機

我們常從書報上看到「酸雨是個恐怖的無形殺手」。它的破壞性非常大，會危害土壤和森林、侵蝕金屬和岩石，並使得建築和室外雕像有剝落的現象，它侵入我們日常生活造成了種種可怕的問題。例如：美國東北有二百個以上的湖泊因酸雨而沒有生物。它讓花草樹木營養不良，更有人說它會使人禿頭，多可怕呀！酸雨嚴重的破壞了自然界的平衡，爲了徹底的了解它，於是我們對酸雨做了一個比較深入的研究。

## 二、研究目的

- (一)學習科學研究的方法及態度。
- (二)認識酸雨形成的原因及危害。
- (三)了解大台北地區酸雨的嚴重性。
- (四)研究酸雨對動植物的影響。
- (五)觀察酸雨對建築物、藝術品的影響。
- (六)了解有關酸雨的化學反應。
- (七)學習如何操縱有關儀器。
- (八)認識各種酸鹼的相互作用。

## 三、研究設備器材

燒杯、錐形瓶、塑膠試劑瓶、指示劑瓶、塑膠洗瓶、玻璃試劑瓶、容量瓶、滴定管、吸量管、吸量橡皮球、玻璃棒、廣用試紙、石蕊試紙、鐵架、滴定管夾、滴定管刷、試管刷、磁棒加熱攪捲器、短磁棒、酸鹼測量儀、培養皿、塑膠薄膜。

## 四、研究過程及結果

實驗(一)酸雨對綠豆發芽的影響

過程：

1. 將六個乾淨的培養皿，分別倒入清水、文山區雨水、pH1.0、pH2.0、pH3.0和pH4.0的鹽溶液各25毫升。
2. 在各培養皿中分別放入五顆相等大小的綠豆。
3. 將蓋子斜蓋，以減少外界影響，並保持空氣流通。
4. 每隔24小時，加溶液5毫升。

(註：若豆苗太長，即拿掉蓋子。)

觀察和記錄：

(開始日期為81.11.30 PM7:00) (胚根長取平均值)

| 時間<br>溶液  | 12小時     | 18小時             | 一天           | 一天            | 三天     | 十一天                 | 廿一天(約一星期前停加溶液) |
|-----------|----------|------------------|--------------|---------------|--------|---------------------|----------------|
| 清水        | 出芽<br>4顆 | 全部<br>出芽         | 全部發芽<br>水呈綠色 | 胚根長<br>1.24公分 | 2.3公分  | 9.1公分               | 仍舊長得很好         |
| 文山區<br>雨水 | 出芽<br>2顆 | 出芽4<br>顆微露<br>1顆 | 同上           | 0.92公分        | 1.52公分 | 6.6公分               | 開始枯萎           |
| pH4.0     | 微露<br>4顆 | 全部<br>出芽         | 同上           | 0.8公分         | 1.04公分 | 2棵萎縮<br>，餘5.6<br>公分 | 發霉,3棵枯<br>萎    |
| pH3.0     | 微露<br>2顆 | 出芽4<br>顆微露<br>1顆 | 同左           | 0.3公分         | 0.68公分 | 2顆發霉<br>，餘2.9<br>公分 | 發霉,2棵枯<br>萎    |
| pH2.0     | 變黃綠      | 黃綠色              | 黃綠<br>稍腫大    | 同左            | 同左     | 水混濁<br>黃綠色          | 豆子乾硬<br>變成土黃色  |
| pH1.0     | 變黃       | 黃色               | 同左           | 同左            | 同左     | 水仍清<br>黃色           | 豆子乾硬<br>變成深紅色  |

結果：1. 發芽快慢的順序：

清水→山區雨水→pH4.0→pH3.0→pH2.0→pH1.0。

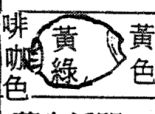


2. 酸值愈大的溶液如pH1.0和pH2.0種子不發芽。

實驗(二)酸雨對葉片影響

過程：

1. 在五個以蒸餾水沖洗乾淨的培養皿中各倒入清水及酸值4.0、3.0、2.0、和1.0之鹽酸溶液各25c.c。
2. 將五片等大的黃金葛葉片、置於培養皿中。
3. 將蓋子斜蓋，以減少外界影響，並保持空氣流通。

觀察和記錄：

| 時間 \ 溶液 | 3小時  | 12小時  | 18小時 | 36小時  | 三天  | 十一天   | 廿一天   |  |
|---------|------|-------|------|-------|-----|---|---|--|
| 清水      | }    |       |      |       | }   | 綠   | 仍然綠色  |  |
| pH4     |      | 依     | 然    | 鮮     |     | 綠   | 大多黃綠<br>少許點狀咖啡色   |  |
| pH3     |      |       |      |       |     |   | 葉柄發黃  |  咖啡色 黃綠色 黃色 |
| pH2     |      | 綠     | 葉柄發黃 | 少許擴大  |     |  |  | 8/10咖啡色<br>2/10黃綠  |
| pH1     | 出現黃斑 | 續出現多處 | 黃斑擴大 | 4/5變黃 | 全枯黃 | 深棕色   | 棕色 葉脈明顯<br>葉身透明   |  |

結果：

1. 清水、pH3.0和pH4.0的溶液內的葉片短時間內不受影響。
2. pH2.0葉片部分變黃。
3. pH1.0葉片最先變枯黃。
4. 浸泡時間愈久，更可看出酸值對葉片的影響愈大。

實驗(三)酸雨對藝術品的影響

1. 自製石灰人頭像10個（大小質料均相同）。
2. 調配pH1.0和pH2.0的鹽酸溶液。
3. 把石灰人頭像分別放進pH1.0和pH2.0的鹽酸溶液中，並在磁棒攪拌器上攪拌三分鐘。
4. 把石灰人頭像放進pH1.0的鹽酸溶液中，並在磁棒攪拌器上攪拌5分鐘及200分鐘。

觀察和記錄：

1.

| 時間 \ 酸值 | pH1.0  | pH2.0  |
|---------|--------|--------|
| 三分鐘     | 有許多小洞孔 | 只有幾個細孔 |

2.

| 時間 \ 酸值 | pH1.0                |
|---------|----------------------|
| 三分鐘     | 有許多小洞孔               |
| 五分鐘     | 形狀模糊不清, 孔洞加深         |
| 二百分鐘    | 面孔變黃, 臉部嚴重侵蝕扭曲, 形狀模糊 |

結果：

1. 時間相同時，酸值愈低的溶液，對石灰人頭像的侵蝕愈大。
2. 酸值相同時，時間愈長對石灰人頭像的侵蝕愈強。

#### 實驗(四)酸雨對鋼釘的影響

過程：

1. 選購十五根大小、色澤相同之鋼釘。
2. 將五個洗淨的玻璃瓶分別倒入清水，和酸值1.0，2.0，3.0，4.0的鹽酸溶液。
3. 每個瓶中，分別放入三根鋼釘。
4. 用隔離空氣的塑膠膜，把瓶口封住。

觀察和記錄：

(82.1.21. PM1:00放入)

| 時間<br>溶液 | 三分鐘  | 二天           | 七天           | 廿六天           |                     |               |
|----------|------|--------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|
| 清水       | } 未  | 變            | 化 {          | 釘頭微黑          | 兩者互相比較，<br>pH4的光澤略暗 | 水色仍清          |
| pH4.0    |      |              |              | 釘頭微黑<br>釘尾    |                     | 同上            |
| pH3.0    | 未變   | 釘身有點<br>狀黑   | 黑色增加         | 大部分灰黑，無光澤     |                     | 同上            |
| pH2.0    | 都是氣泡 | 1/2灰<br>1/2黑 | 1/2黑<br>1/2紅 | 幾乎全鏽成紅，色少許黑線  |                     | 水呈淡紅<br>瓶底有沈澱 |
| pH1.0    | 全變黑  | 深黑色          | 2/3紅         | 同上，不過顏色較濃，較鮮明 |                     | 水呈紅色          |

結果：

1. 短時間內，鋼釘浸泡於清水、pH4.0的鹽酸溶液不受影響。
2. pH1.0和pH2.0的鋼釘，馬上起變化，一個星期後開始生鏽。

#### 實驗(五)大台北地區雨水酸度的測定

過程：

1. 用蒸餾水清洗錐形瓶，用來收集雨水，並準備隔離空氣的塑膠薄膜。
2. 收集各地區的雨水
  - (1)內湖地區
  - (2)仁愛國小
  - (3)文山區
  - (4)陽明山
  - (5)民生社區
  - (6)崇光女中(新店)
  - (7)天母
  - (8)公館
  - (9)永和
  - (10)城中區
3. pH值檢驗器的校正。
  - (1)先設定儀器溫度。

(2)清洗錐形瓶和pH 值偵測棒。

(3)將固定pH 值7.00的黃色溶液倒入洗淨的錐形瓶。

(4)等2~3分鐘搖一搖，然後以LALIB設定儀器pH 值7.00。

(5)重覆(2)~(4)的步驟並用固定pH 4.00的粉紅色溶液，以SLOPE設定儀器pH 值到4.00。

註：偵測棒的玻璃球要一直泡在水中。

4. 把偵測棒分別放進雨水中測試。(每測定一地區的雨水，就以蒸餾水徹底清洗偵測棒)(81.11採樣)

| 地區   | pH值  | 地區       | pH值  |
|------|------|----------|------|
| 內湖   | 6.75 | 仁愛國小     | 6.00 |
| 文山   | 5.42 | 陽明山      | 6.94 |
| 民生社區 | 6.45 | 崇光女中(新店) | 6.59 |
| 天母   | 6.10 | 公館       | 4.41 |
| 永和   | 6.91 | 城中區      | 7.09 |

結果：

1. 風景區(陽明山)的雨最乾淨，接近中性。
2. 校區(崇光女中、仁愛國小)的雨在pH6.0以上，但有差別。
3. 交通頻繁地區(公館)的雨水，是所有收集樣品中最酸的。
4. 住宅區(仁愛國小、內湖、天母、永和、民生社區、文山區)雨水酸性差異甚大!(因為台北市工業區、住宅區、商業區的區分並不明顯。)

## 六、結論

- (一)一般未受汙染的雨水，都略帶酸性，這是由於空氣中的二氧化碳和水反應，產生一種弱酸，叫「碳酸」它會使雨水略帶酸性。
- (二)含硫的、和含氮的氧化物是酸雨的主要來源之一。這些氧化物多來自煤碳、石油的燃燒，金屬礦石的煉製及火山的爆發。二氧化硫與空氣中的水分反應產生亞硫酸，二氧化氮則和水分反應產生硝酸，而硫酸、亞硫酸及硝酸都是酸性非常強的。
- (三)交通頻繁地區汽車較多，當汽油在車輛引擎中燃燒時，會產生帶有硫和氮的氧化物。空氣汙染因此嚴重，所以酸雨的pH 值也會比一般住宅區、風景區……等空氣品質較好的地方更酸。
- (四)目前所知酸雨最嚴重的地區是在北歐及北美洲東部。這些地區的大理石和石灰藝

術品雕像多半受到酸雨的侵蝕。例如羅馬的巴農神殿因年代久遠，經年累月長期的受到酸雨的侵蝕，所以導致了建築物有嚴重剝落的現象。又例：一九一〇年拍攝的相片和現在比較，英林肯大教堂前的石獅也因酸雨的腐蝕，使得精細雕刻及紋路也已經模糊不清了。

(五)酸性愈高的鹽酸溶液，對葉片腐蝕愈快，因此我們也可以用濃度高的鹽酸溶液來當通樂。

(六)根據綠豆實驗可知，愈酸的溶液對植物的殺傷力也愈大，因此德國曾出現「黑森林」。目前德國森林已有百分之七十五遭到傷害，形成一座「白骨森林」。

(七)酸雨不只對植物有影響，更對整個生態系統有很大的危害。例如挪威2650個湖泊已沒有魚蝦，而加拿大更有4000個「死湖」，鮭魚的蹤跡消失了。

## 七、結論

在綠豆實驗中，pH1.0的鹽酸溶液可以把豆子置於死地，可見酸雨對植物生長具有極負面的影響。同樣地，pH1.0和pH2.0的鹽酸溶液也可以使綠葉變枯葉，難怪酸雨會造成森林死亡。石灰人頭像及鋼釘的實驗，顯示酸雨對室外藝術品及建築物的侵蝕力有多麼強大。一般中性水是pH7.0,台北雨水PH檢定中，有些地方甚至達pH4.5左右；在美國地區也曾測定最酸的雨水達pH1.5，可見酸雨是多麼嚴重的問題。

酸雨的威力非常強大，它不只破壞室外雕刻品、藝術品，並使稻穀收成減少，動植物的身體健康受到嚴重傷害。恐怖可怕的「它」，都是由一群不懂得珍惜並保護地球的人類所製造的啊！因此，我們應該好好愛護環境，嚴格取締使用含鉛汽油，減少汽機車排放廢氣，積極並切實響應環保工作的推行，防止空氣品質繼續惡化，這樣才能拯救地球，讓我們再次擁有清潔的雨。另外，建議大家在出門的時候，最好隨身攜帶雨具，以備下雨時使用，盡量避免淋雨，影響身體的健康，甚至變成禿頭。萬一沒帶雨具，剛下雨時，最好避雨，使得酸雨的影響較小。

## 八、參考資料

(一)現代科技大百科—牛頓出版股份有限公司

環境科學II—生態保育第九十八、九十九頁

環境的危機第八十九頁

(二)環保小百科（日本環境廳原著）—台灣英文雜誌社有限公司

酸雨(1)(2)(3)(4)(5)第四十八頁~五十七頁

(三)牛頓雜誌—牛頓出版股份有限公司

第八十二期、九十一期、九十二期、一百零二期

(四)大英科技百科全書－光復書局

第四冊（第一百五十三頁）

第九冊（第三十六、三十七頁）

第十一冊（第二百零六、第二百零七頁）

(五)台北市立圖書館－剪輯資料

環境保護：80.12.29→81.2.14

81.8.11→81.10.22

81.10.23→81.11.30

## 評語

- (1)對於擬研究的目的原則上均能達成。對國小學生而言，各方面的分析探討尚屬完整。
- (2)對酸雨中污染的來源及散佈方式欠深入的瞭解，雖然資料的收集不算少。
- (3)實驗使用鹽酸配置性溶液以模擬酸雨，構想合理，但各地酸雨之成份以機動車輛排放之氮氧化物、工廠燃油之硫化物所形成之酸雨為主要來源。故對使用鹽酸應給予強有力的解釋。
- (4)在實驗(三)及(四)，將實驗物置入酸性溶液中後三分鐘才進行第一次觀察，似乎不夠周全。因所牽涉到的化學反應及其條件，其反應在最初的接觸瞬間所生的變化已是頗多。
- (5)對於雨水的採樣條件描敘不足，例如是傾盆大雨、毛毛雨、剛下雨、下了雨三天後的雨等未註明，使結論易生誤解。