

# 小烏賊知多少—摩托車排出的廢氣對生物的影響

高中組生物科第三名

國立華僑實驗高級中學

作者：李文櫻、王丹平

陳育麟、蔡懷棻

## 一、研究動機

指導教師：譚天常、呂淑芬

根據報導指出，台灣地區最近空氣污染的程度已日趨嚴重，逆溫層屢次出現，而造成空氣污染的主要原因，如工廠、汽（機）車排放之廢氣及燃燒廢五金、垃圾所產生的黑煙等，其中又以摩托車排出之廢氣，造成的污染佔很重要的角色。但其危害生物的報告不多，故引發我們對其作進一步的探討與研究。

## 二、研究目的

- (一)摩托車排放之廢氣成份的探討。
- (二)摩托車排放之廢氣對綠豆發芽及生長的影響。
- (三)摩托車排放之廢氣溶於水對水蘊草光合作用的影響。
- (四)摩托車排放之廢氣對小白鼠生理及行爲的影響。
- (五)摩托車排放之廢氣溶於水對金魚鱗片及鰓動的影響。

## 三、研究內容

(一)摩托車排放之廢氣成份的探討：

據資料，知一般摩托車排放之廢氣，成份主要是碳氫化合物〔HC〕、一氧化碳〔CO〕、二氧化碳〔CO<sub>2</sub>〕、氮氧化物〔NO<sub>x</sub>〕、硫氧化物〔SO<sub>x</sub>〕、鉛、碳粒等，使用二行程汽油的摩托車，排放之廢氣所含有害物質又較高級汽油為甚。此研究中，使用摩托車為三陽公司的野狼 125（71年製，使用高級汽油）。我們想探討此汽油燃燒放出之廢氣對生物是否有影響，並進一步探討此汽油

燃燒較完全及較不完全，對生物影響是否不同。

(二) 摩托車排放之廢氣對綠豆發芽及生長的影響：

組別 \ 廢氣成份	CO (%)	HC(ppm)	NO <sub>x</sub> (%)	CO <sub>2</sub>
燃燒較完全組 (轉速維持 1.5krpm)	0.20	200	0.05	較多
燃燒較不完全組 (加速摩托車，並維持轉速 3.5krpm)	2.10	50	9.10	較少

表一：此次實驗所用高級汽油燃燒較完全及較不完全所產生廢氣成份之比較

首先我們想了解摩托車之廢氣對陸生植物的影響。由於綠豆的發芽及生長期短，且易於培養及觀察，故選綠豆為材料，作下列之研究。

實驗一：摩托車汽油燃燒較完全及燃燒較不完全對綠豆之發芽及根莖生長的影響。

1. 實驗過程：分別將燃燒較完全及較不完全的摩托車廢氣通入鐘罩（內有100顆綠豆，5分鐘後予60燭光照，重覆12天，每天紀錄綠豆根及莖的生長情形。

2. 實驗結果：（如圖1、表二、圖2）

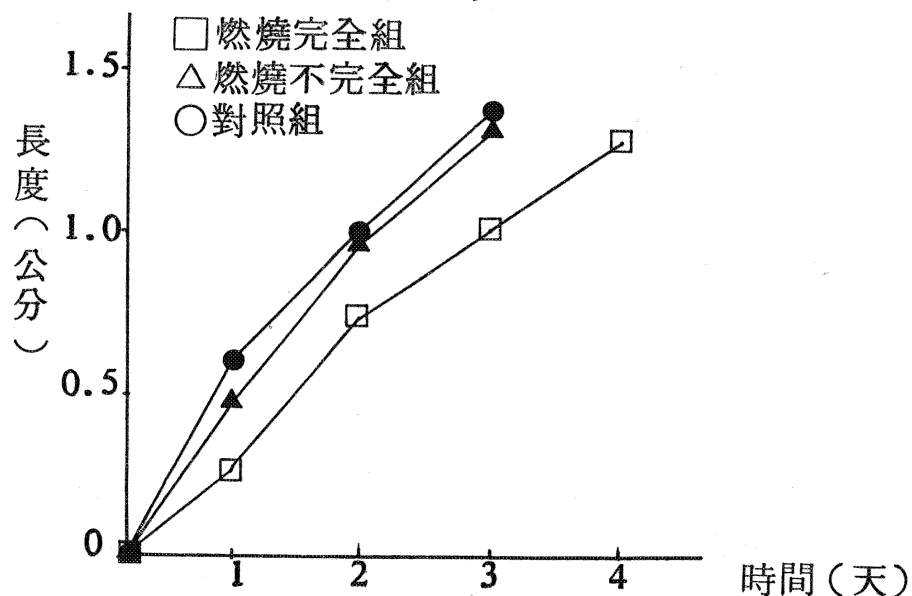


圖1：廢氣對綠豆根生長的影響

組別	發芽總數(顆)	時間(天)			
		1	2	3	4
對照組		80	95	95	95
燃燒較完全組		28	50	75	84
燃燒較不完全組		54	78	94	94

表二：廢氣對綠豆發芽數目的影響

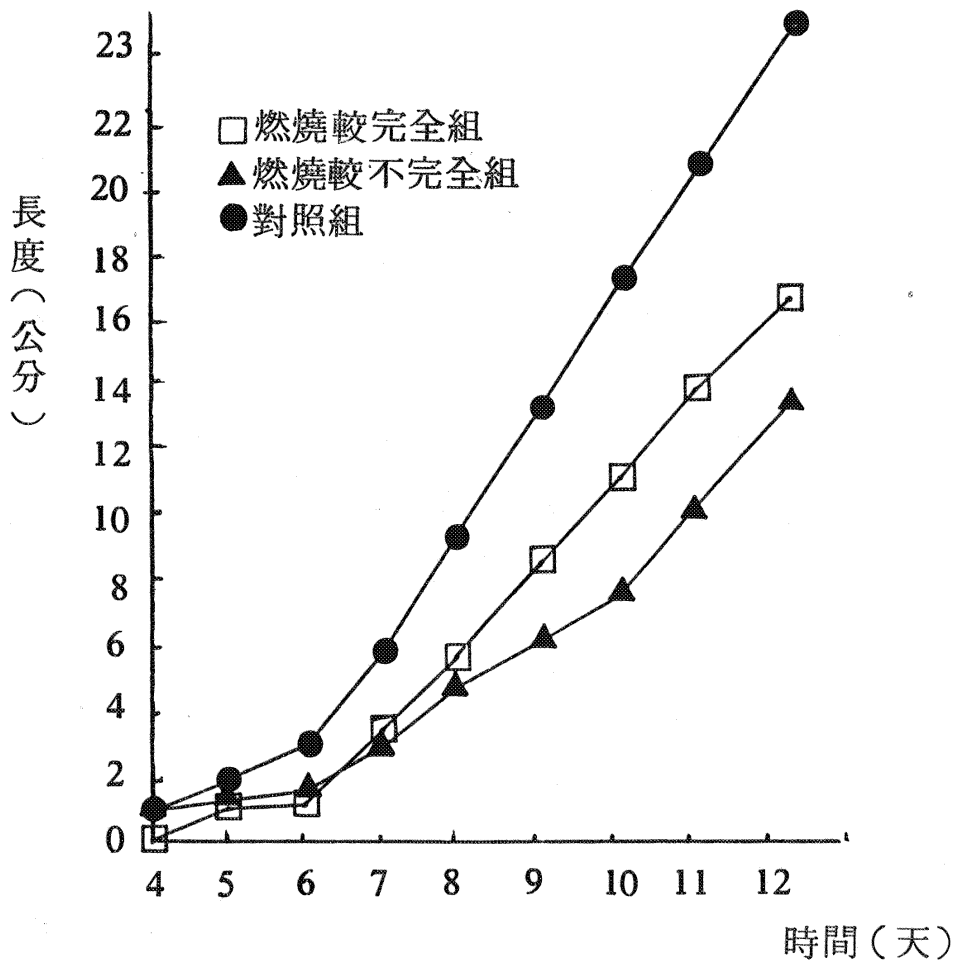


圖 2：廢氣對綠豆莖生長的影響

3.討論：由結果知，燃燒較完全組及較不完全組綠豆發芽及根莖生長情形均較對照組為慢，可能因廢氣中某些成分抑制發芽及生長。比較燃燒較完全組及較不完全組，發現燃燒較完

全組的根生長較慢，莖生長卻較快。何以燃燒較不完全組的莖生長較慢，可能因其生長環境  $\text{CO}_2$  濃度，比燃燒較完全組低，以致於光合作用較差，或  $\text{CO}$  及  $\text{NO}_x$  等有毒物質含量較高，對莖的生長抑制較大。對實驗後期，經廢氣處理過綠豆葉均有枯黃現象。

實驗二：燃燒較不完全之廢氣每天噴不同次數對綠豆發芽及根莖生長的影響。

1. 實驗過程：將燃燒較不完全的摩托車廢氣以每天 1 次、2 次、8 次，分別通入鐘罩（內 100 顆綠豆）每次 5 分鐘，給予 60 燭光照，重覆 12 天。

2. 實驗結果：（如表三、圖 3、圖 4）

組別	時間(天)	1	2	3	4	5	6	7
	發芽組數(顆)							
每天噴 1 次		44	68	92	94	94	94	94
每天噴 4 次		32	48	78	88	90	90	90
每天噴 8 次		0	12	25	38	55	78	78
對 照 組		82	96	96	96	96	96	96

表三：廢氣對綠豆發芽數目的影響

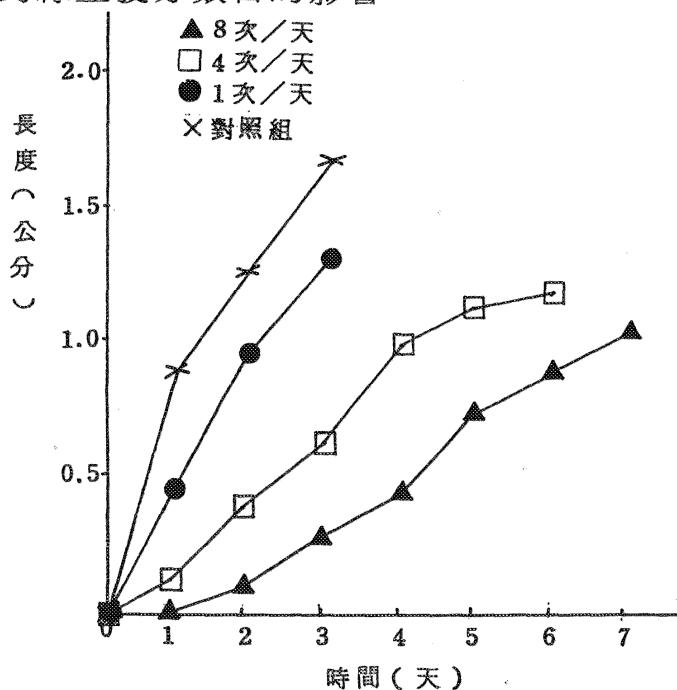


圖 3：燃燒較不完全之廢氣每天噴不同次數，對綠豆根生長的影響。

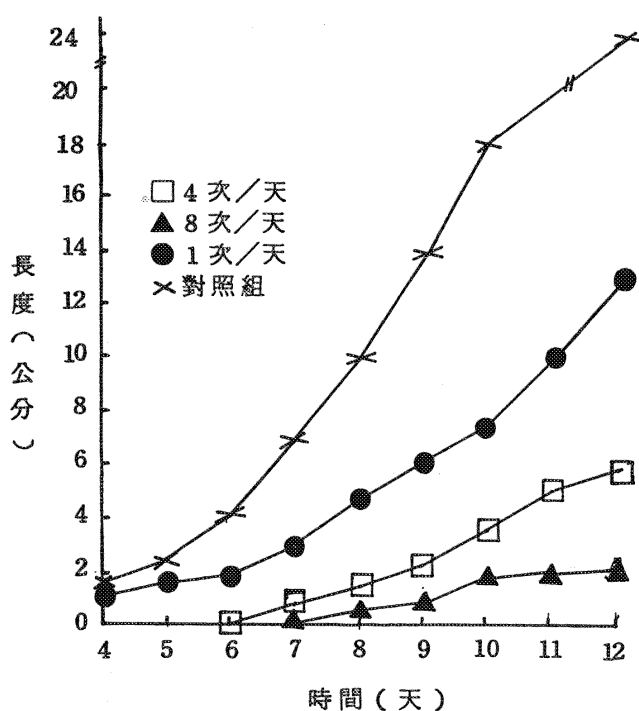


圖 4：燃燒較不完全之廢氣，每天噴不同次數，對綠豆莖生長的影響。

3.討論：由結果得知，每天接受較多次廢氣的綠豆，發芽及生長情形均較每天一次為差。雖然綠色植物有淨化空氣的功能，但污染沒改善，這美麗的植物，均破壞死亡。

實驗三：摩托車汽油燃燒較不完全對綠豆莖及葉蛋白質的影響。

1.實驗過程：於實驗第12天，將葉枯黃及捲曲的綠豆（每天噴一次燃燒較不完全之廢氣），分別取 1 克的莖及葉，加入研磨中，再加入 10ml 的緩衝溶液，經磨碎離心及數步驟的處理，獲得蛋白質溶液，然後用電泳裝置，將各種蛋白質展開，分析電泳圖。

2.實驗結果：

3.討論：由結果得知，經燃燒較不完全的廢氣處理過的綠豆，其莖之蛋白質電泳圖與對照組相似，但經廢氣處理過的綠豆其葉蛋白質電泳圖比對照組在分子量 14 ~ 18KD 之間多了一種蛋白質，24 ~ 45KD 之間多了 2 種蛋白質。這些蛋白質是否

與綠豆抑制生長有關係，尚需探討。經與專家研究14~18 KD之間的新蛋白質可能是一種熱誘蛋白（當時鐘罩內約32℃）。故廢氣中的熱因素對生物的影響，值得我們進一步研究注意。

(三) 摩托車排出之廢氣溶於水對水蘊草光合作用之影響：

據以上實驗知：廢氣對綠豆有影響，故在空氣污染較嚴重之地區遇雨季時，大量廢氣溶於水對水生植物是否影響，因做下實驗：

實驗一：摩托車排出之廢氣溶於水對水蘊草光合作用之影響。

1. 實驗過程：將清水各 1 升置入塑膠帶，分別收集燃燒較完全及較不完全之廢氣各 2 分鐘，反覆 8 次，將生長情況相似水蘊草各 9 枝分置入水溶液之玻璃缸漏斗內，予光照，每天換水並測量光合作用情形。

2. 實驗結果：（如圖 5）

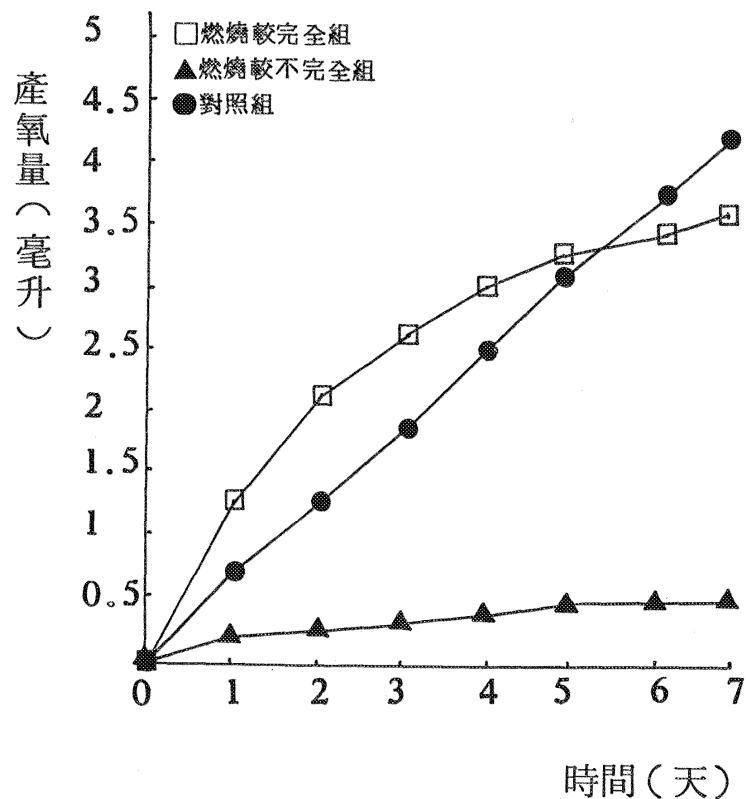


圖 5：廢氣溶於水對水蘊草光合作用產氧量的影響

3.討論：由結果知在第五天以前燃燒較完全組產生之氧量最多，可能因為該水中溶有較多之二氧化碳，造成光合作用速度較快。比較對照組及燃燒較完全組之水蘊草葉片，發現實現二天後燃燒較完全組比對照組有較多葉片呈紅色，葉片掉落數較多，且其產氧量增加逐漸緩慢，可能是光合作用速率太旺盛，造成葉片易於老化。而燃燒較不完全組的葉片呈黃白透明，產氧量最少，該組水溶液最後的 pH 值為 5.2，較其他二組為低，推之水中溶有較多之氮氧化物及硫氧化物，致 pH 值降低，造成弱酸性溶液，使它破壞葉中之葉綠體，使葉綠體含量減少，光合作用速率減慢。

實驗二：用顯微鏡照像及光譜儀證明葉綠體的改變。

1.實驗過程：

- (1)取燃燒較不完全組及對照組水蘊草葉片各一，置 600 倍顯微鏡下觀察葉綠體情況，並照像。
- (2)取燃燒較完全組、較不完全組及對照組的水蘊草葉片，放入烘箱中烘烤 5 分鐘，然後各取 0.02 公克乾燥水蘊草葉片置入盛有 5 毫升丙酮（80%）的研鉢中研磨，置離心機中離心，則上清液置入石英管中，用光譜儀測定葉綠素、葉黃素及類胡蘿蔔素的吸光度。

2.實驗結果：（如圖 6）

3.討論：由實驗結果(1)可明顯看出燃燒較不完全組之水蘊草葉片葉綠體被破壞較多，且含量較少。由實驗(2)發現燃燒較不完全組葉綠素 a、b 的吸光度較燃燒完全組及對照組小，亦即葉綠素 a、b 含量較少，而葉黃素和類胡蘿蔔素含量變化比較少。

(四)摩托車排放之廢氣對小白鼠生理及行爲的影響：

我們常在摩托車所污染的環境中，尤其在經隧道時，由無良好的通風裝置，所吸進的廢氣更多，它對我們的傷害如何呢？我們選擇小白鼠（出生一月半），作下列對它生理及行爲的實驗研究。

實驗一：摩托車排放之廢氣對小白鼠體重的影響：

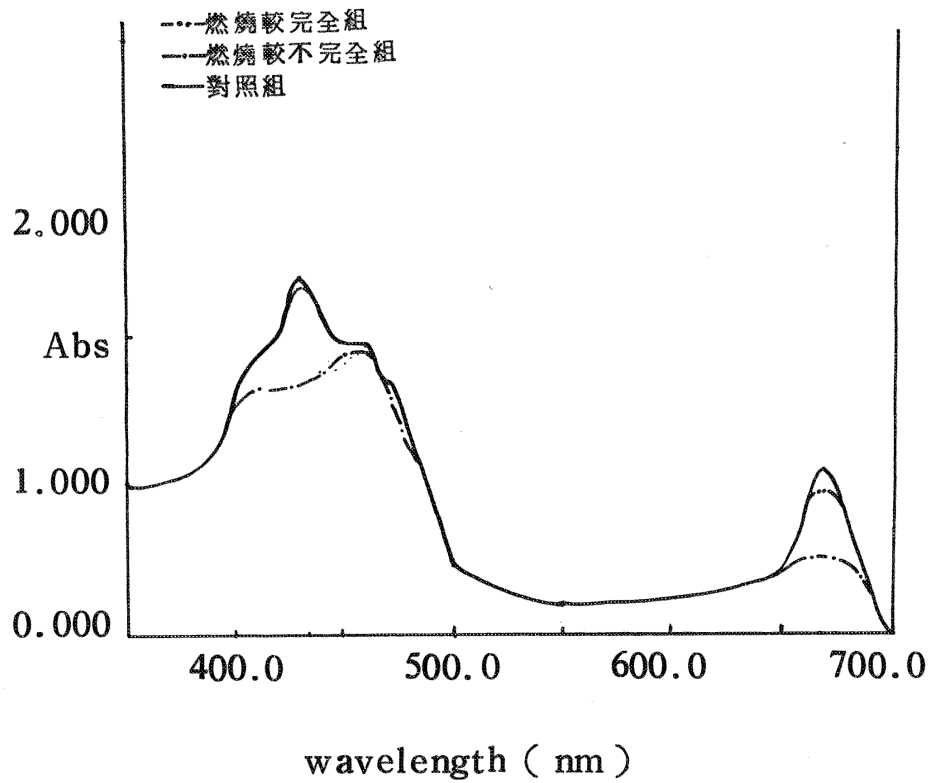


圖 6：經溶有廢氣之液體處理過的水蘊草葉，各種色素吸收光譜圖

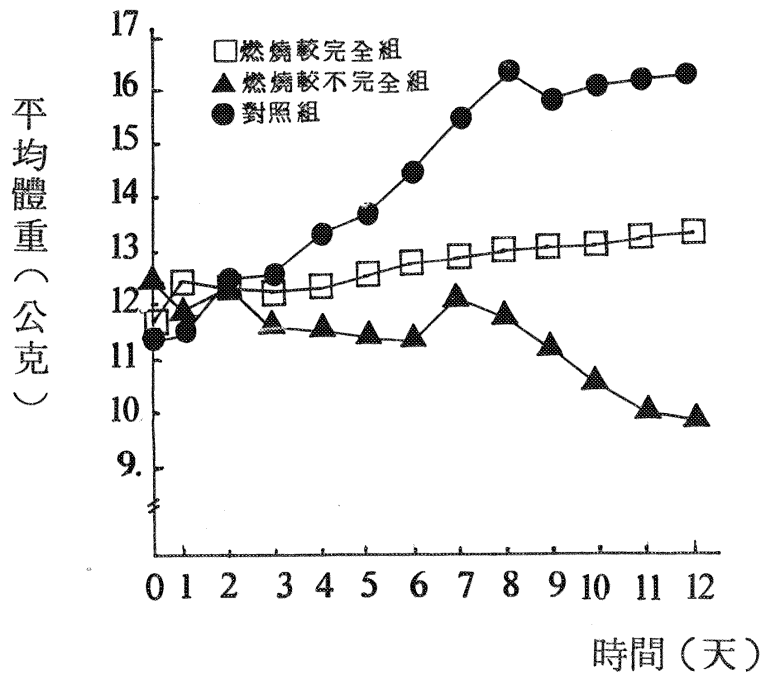


圖 7：廢氣對小白鼠體重的影響



1.實驗過程：每天通五次廢氣，每次二分鐘。

2.實驗結果：( 如圖 7 )

3.討論：由實驗結果看出對照組小白鼠的平均體重隨著實驗時間的增加而增加，最後趨於穩定，反之每天吸入燃燒較完全廢氣的小白鼠體重僅在實驗第 2 ~ 3 天略為增加，爾後達穩定，每天吸入燃燒較不完全廢氣的小白鼠的體重則有減輕。

實驗二：摩托車排放之廢氣對小白鼠食量的影響：

1.實驗過程：處理情形如實驗(-)，每天餵45克飼料。

2.實驗結果：( 如圖 8 )

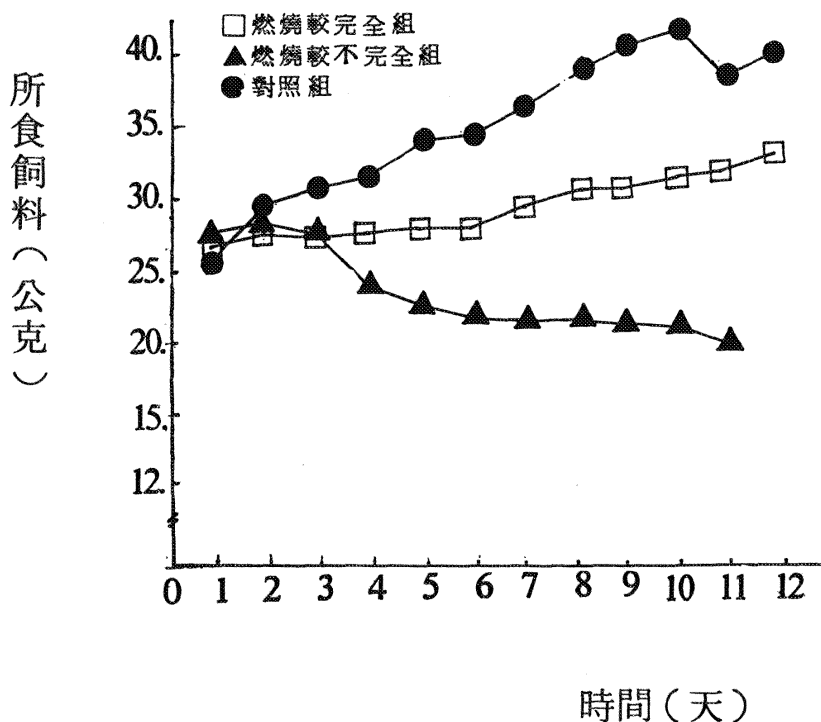


圖 8：廢氣對小白鼠食量的影響

3.討論：由結果知，對照組小白鼠的食量隨著實驗時間增加而增加，每天吸進燃燒較完全廢氣的小白鼠，食量僅為增加。而每天吸入燃燒較不完全廢氣的小白鼠食量則逐漸減少，體重亦減輕，甚至在第 7 天及第 11 天有死亡現象。

### 實驗三：摩托車排放之廢氣對小白鼠體能（拉力）的影響：

1. 實驗過程：處理情形同實驗一，二天測一次。
2. 實驗結果：（如圖 9）

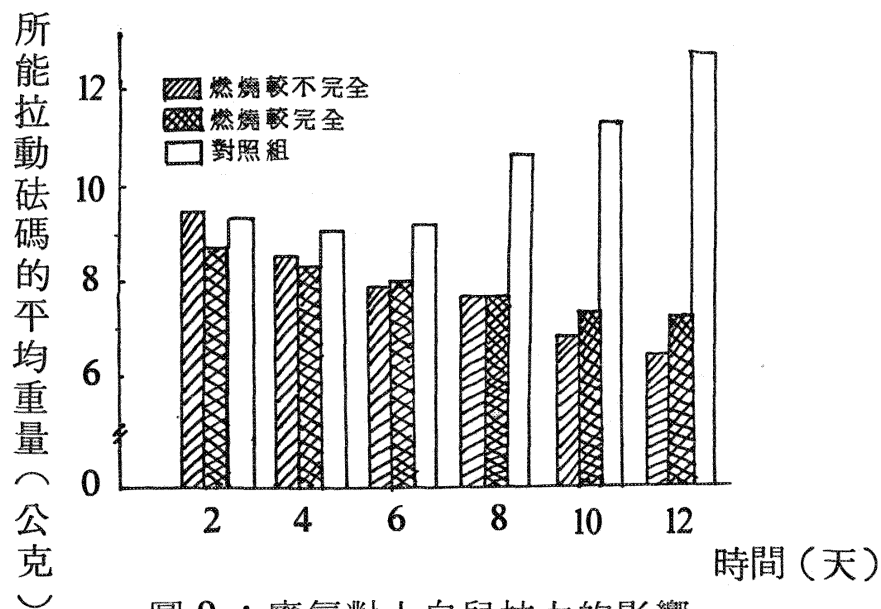


圖 9：廢氣對小白鼠拉力的影響

3. 討論：由結果知，對照組中的小白鼠拉動砝碼的重量，隨著每天食量、體重的增加而增加，反之每天吸入廢氣的小白鼠，拉力有逐漸減少現象。

### 實驗四：摩托車排放之廢氣對小白鼠平衡能力的影響：

1. 實驗過程：處理情形同實驗三。
2. 實驗結果：（如圖 10）
3. 討論：由結果知，吸入廢氣的小白鼠其平衡能力，隨吸入廢氣天數增加而減弱，尤以吸入較不完全廢氣更為嚴重，這是否與機車車禍因素有關。綜觀廢氣對小白鼠各種影響，可看出廢氣可能有某些有害的物質，造成小白鼠生理及行為的傷害，而有害物質濃度高低，亦對小白鼠造成不同程度的傷害。

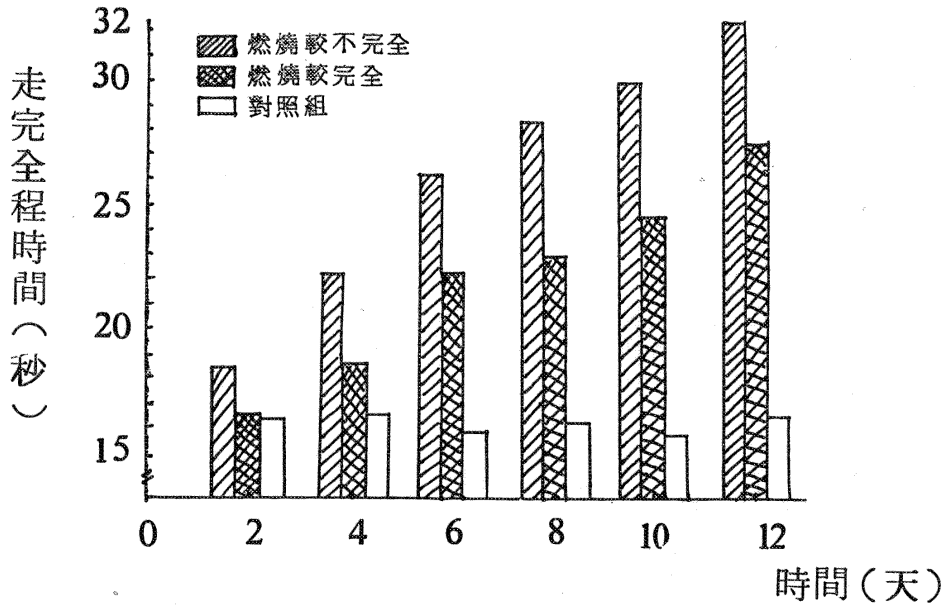


圖10：廢氣對小白鼠平衡能力的影響

(五) 摩托車排放之廢氣溶於水對金魚鱗片及鰓動的影響：

從上述實驗中可知廢氣對水蘊草光合作用有影響，但不知對金魚是否也有影響？即做下列之實驗：

實驗一：摩托車排放之廢氣溶於水對金魚鱗片的影響：

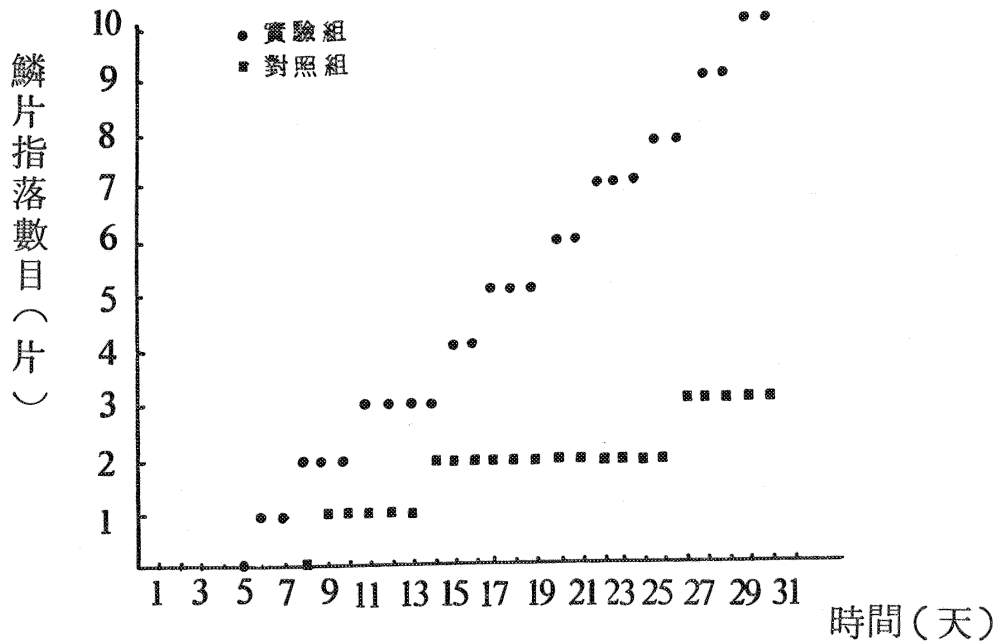


圖11：廢氣溶於水對金魚鱗片脫落數目的影響

1. 實驗過程：處理情形大致與水蘊草實驗之處理情形。
2. 實驗結果：( 如圖 11 )
3. 討論：由結果知摩托車排放之廢氣溶於水，造成金魚之鱗片容易脫落的現象。從開始實驗至結束，所測 pH 值約 6.0 左右，故推論弱酸可能造成鱗片容易脫落之現象。

實驗二：摩托車排放之廢氣溶於水對金魚鰓動的影響：

1. 實驗過程：處理情形與實驗一同。
2. 實驗結果：( 如圖 12 )

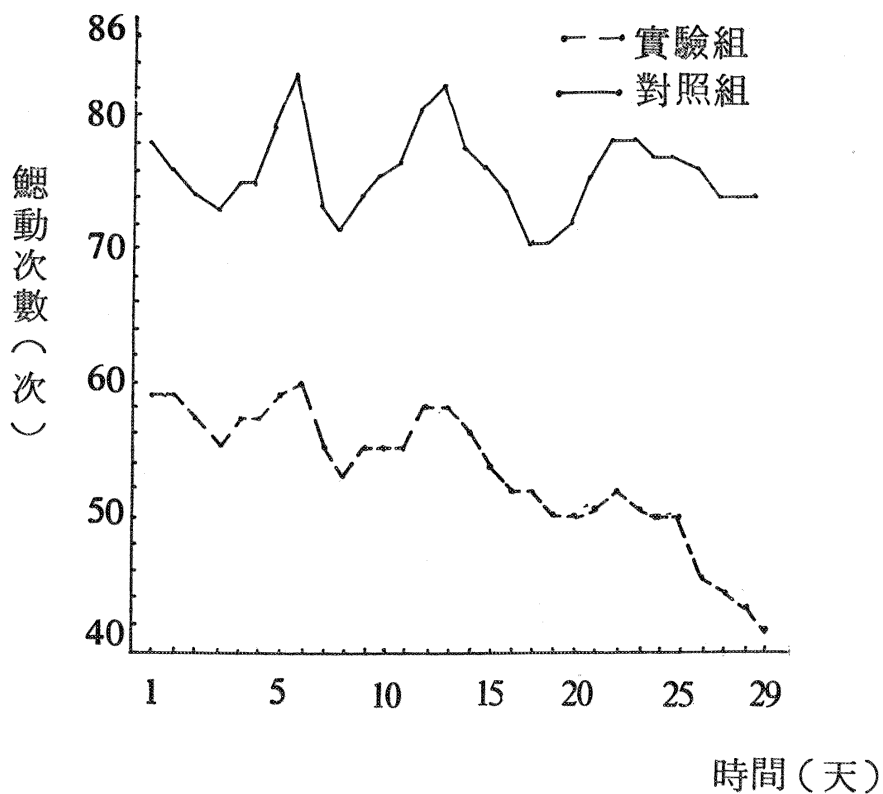


圖 12：廢氣溶於水對金魚鰓動次數的影響

3. 討論：由結果知實驗組魚之鰓動平均值較對照組為少，可見摩托車排放之廢氣溶於水，可能使魚產生怠倦感，並實驗組之三隻魚分別在 21、25、28 日死亡；造成魚鰓動較少及魚兒死亡，可能因為摩托車排放之廢氣溶於水造成：(1) 水中溶氧量減少；(2) 水中含有毒物質增加；(3) 水成弱酸性 ( 平均

pH 值為 6.0)；至於確實因素，待進一步探討。

#### 四、結論

- (一) 摩托車排出之廢氣，對綠豆發芽及根、莖生長均有明顯的抑制現象。尤其是汽油燃燒較不完全的廢氣影響更大，且每天接受廢氣次數愈多，則影響愈大。
- (二) 燃燒較不完全產生之廢氣，長期處理綠豆，其葉會產生三種新蛋白質，分子量分別介於 14~18 KD 及 24~45 KD 之間，尤其是分子量在於 14~18 KD 之間的蛋白質，可能是一種熱誘蛋白，故廢氣中各種有害物質及熱對植物的影響，需進一步深入的研究。
- (三) 水蘊草生活在溶有燃燒較不完全廢氣的水溶液中，可能因該水溶液中，溶有大量氮之氧化物及硫氧化物，而呈弱酸性 (pH=5.2)，破壞葉內之葉綠體 (可由顯微照相及光譜儀證明) 造成光合作用減弱。
- (四) 摩托車排出燃燒較不完全的廢氣溶於水，會使金魚的鰓動次數減少，鱗片易於掉落，故在台灣雨季的時候，摩托車廢氣的污染，需特別重視。
- (五) 小白鼠吸入摩托車廢氣之後，會造成食量減少，體重減輕，體力減弱，眼睛變紅並流眼淚，尤其是燃燒較不完全產生之廢氣 (是摩托車空氣污染的主因)，故提醒大眾，在空氣污染很嚴重的大熱天，最好多留在室內。
- (六) 小白鼠吸入摩托車廢氣後，平衡能力大大減弱，這是否與目前許多車禍的形成，有密切關係，是值得探究。故建議機車騎士，在騎車時，除要戴安全帽外，尚需戴口罩，並適時休息。政府亦應在機車的硬體上、汽油成份上做改進，並在許多隧道內加裝抽氣裝置，來維護大家的生命安全。

#### 五、參考資料

- (一) 環境污染及破壞對植物之影響 孫岩章 科學農業 33 卷 4 期 (1985) P. 97-122。

- (二)酸雨 楊清木譯 牛頓雜誌58期 (1988,3) P. 10-11。
- (三)一探熱誘蛋白質的神秘 周成功 科學月刊19卷7期 (1988,7) P. 548-549。
- (四)酸雨 陳勝東 大自然21期 (1988,10) P. 100-104。
- (五)生物圈的潛在危機—全世界危機四伏 楊清木譯 牛頓雜誌68期 (1989,1) P. 90-101。
- (六)植物生理學實驗指引 楊冠政·王月雲 師大出版社 (1978,9) P. 41-42。
- (七)最新生物化學實驗 謝魁鵬、魏耀揮 藝軒圖書出版社 (1985,1) P. 118-122。
- (八)植物學要義 李學勇 正中書局 (1983) P. 326-391。

## 評 語

- (一)作者能針對造成公害問題之一的空氣污染深入探討，對環保工作極具意義，應予鼓勵。
- (二)作者分析摩托車排放出的廢氣對綠豆發芽、生長影響；小白鼠生理及行爲的影響，及對金魚鱗片及鰓動的影響均有深入研究，其圖表之表示清晰，結果相當可靠，具信服力。
- (三)作者能以電冰法比較綠豆受廢氣處理後，其蛋白質有明顯的變化，此發現具原始創意，極有信服力。