

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

空氣污染與榕樹葉片過氧化酵素活性及發育不穩定性之探  
討

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2313-B-002-083-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學地理環境資源學系暨研究所

計畫主持人：李美慧

計畫參與人員：林欣菽

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 21 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 空氣污染與榕樹葉片過氧化酵素活性及發育不穩定性之探討

計畫編號：NSC 93-2313-B-002-083

執行期限：93年8月1日至94年7月31日

主持人：李美慧 台灣大學地理環境資源學系

### 一、中文摘要

本研究利用榕樹檢驗對於不同空氣污染壓力之敏感度，分別比較葉片的抗氧化酵素活性及葉片發育不穩定性對於不同空氣污染壓力之敏感度。在2005年1月採集在北投垃圾焚化廠附近11個研究區的榕樹葉，分析其過氧化酵素及超氧歧化酵素活性，並同時測量其葉片左右不對稱性指數。若將11個研究區以與北投垃圾焚化廠的距離遠近分為兩組，小於3公里及大於3公里，發現不論是抗氧化酵素活性或葉片平均不對稱性指數，兩組研究區都沒有顯著差異。另外，若以11個研究區以與北投垃圾焚化廠的位置分為四組，分別東、南、西、北四組，也沒有發現任何一個方位的研究區其抗氧化酵素活性或葉片平均不對稱性指數有顯著大或小於其他方位的情況。

#### 關鍵詞：

發育不穩定性、抗氧化酵素活性、榕樹、空氣污染

#### Abstract

The objective of this study is to examine the relationship between antioxidant enzyme activity and developmental instability in fig (*Ficus microcarpa*) and air pollution. Figs living around the Bei-Tou incineration plants were sampled from different locations in the January of 2005. Then, peroxidase

activity, superoxide dismutase activity and developmental instability were measured and compared among those fig leaves collected from different sampling sites. The results of this study showed no significant difference in antioxidant enzyme activities or fluctuating asymmetry index among fig leaves collected from different sites with different distances from the incineration plant or with different direction from the incineration plant.

**Keywords:** developmental instability, antioxidant enzyme activity, fig, air pollution,

### 二、計畫緣由與目的

發育不穩定性(developmental instability)在遺傳學的研究及相關理論之發展非常早，在1920年代遺傳家就開始研究族群的發育不穩定性，到了1970年代已有研究者建議利用發育不穩定性來研究環境壓力對生物的影響。不過一直到1990年代因為人類活動對環境所造成之破壞及影響日漸嚴重，所以從1990年代以來許多研究報告不斷建議利用發育不穩定性的方法可做為偵測或監測受人為干擾的環境之敏感工具(Parsons, 1992; Clarke, 1992;1993; Freeman et al., 1993; Graham et al., 1993; Tracy et al., 1995;

Sommer, 1998)。所謂發育不穩定性是指生物在發育成長時受其本身內在遺傳因素及外在環境壓力之影響，若該生物無法抵抗其內在遺傳或外在環境壓力以維持其本身的衡定(homeostasis)，將可能在其形態或生理功能上會產生偏離其正常發育(developmental stability)的情形(Tracy et al., 1995)。基本上應用發育不穩定性於環境品質的偵測或監測，是建立於下列的假設：當環境壓力大或是環境變動大時，可能會造成生物發育不穩定性提高的現象。

植物與動物比較，植物有許多的優點適合應用於發育不穩定性做為環境壓力的指標之研究上，例如植物通常為 modular growth，受同樣基因控制的結構會一直不斷生成，因此同一植物在不同年齡、營養條件或外在環境壓力影響下，可比較其類似器官的發育不穩定性(Moller and Shykoff, 1999)。另外，植物無法像動物可以自由移動或可能躲避其生存環境的壓力，也使得植物更適合做為研究發育不穩定性反映環境壓力指標的對象(Moller and Shykoff, 1999)。

抗氧化酵素(antioxidant enzyme)普遍存在於高等植物與動物體內，此類酵素被認為是生物體內代謝自由基物質的第一道防線(呂鋒洲，1993)。生物體在遭受傷害、疾病或其他環境壓力影響下，常造成體內活性的氧類(reactive oxygen species)增加，而使體內抗氧化物質或抗氧化酵素之活性增加來減少自由基可能的傷害(呂鋒洲，1993)。因此抗氧化酵素常被用為顯示生理壓力之指標，例如在低溫、乾旱、缺氧及污染的環境下，抗氧化酵素活性會有昇高的現象。空氣污染在許多工業化及都市化地區有日益嚴重趨勢，研究空氣污染對植物的影響

相當多，從過去許多研究發現不同空氣污染物質(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>及O<sub>3</sub>)皆會增加植物的抗氧化酵素活性，因此Puccinelli等(1998)建議可利用植物的過氧化酵素(peroxidase)活性來監測都市地區空氣污染狀況。研究大台北地區不同空氣品質測站附近的榕樹(*Ficus microcarpa*)抗氧化酵素，發現榕樹的過氧化酵素活性較超氧歧化酵素(superoxide dismutase)活性更適合做為反映空氣污染壓力指標(Li, 2003)。而且榕樹廣泛分布於台灣全島，不論是在公園、校園及街道都為常見樹種，具有潛力作為監測空氣品質之指標植物。因此本研究利用榕樹檢驗不同空氣污染的環境對榕樹葉片過氧化酵素活性及發育不穩定性之影響，以北投垃圾焚化廠附近的十一地點為研究區，比較葉片的抗氧化酵素活性及葉片發育不穩定性對於空氣污染壓力之反應。

### 三、結果與討論

#### 1. 各研究區的抗氧化酵素活性

比較各研究區的過氧化酵素活性，以文林國中旁邊及蘭陽公園的榕樹葉之活性較高，石牌公園及立農公園最低(表一)。而各研究區的超氧歧化酵素活性，則以豐年公園及社子國小榕樹葉之活性較高，蘭雅公園與海光公園最低(表一)。另外，榕樹葉的這兩類抗氧化酵素活性間並沒有明顯的統計相關性( $r=-0.031$ ,  $P=0.842$ )。

表一 2005年1月各採樣區榕樹葉片的抗氧化酵素活性(mean ± SD)

研究區	過氧化酵素 (U/min/g)	超氧歧化酵素 (U/mg)
延平北路八 段(浮洲子)	0.070 ± 0.006	23.1 ± 5.6
中國海專	0.070 ± 0.025	26.6 ± 5.3
文林國中	0.132 ± 0.020	22.3 ± 3.2
石牌公園	0.044 ± 0.017	26.8 ± 16.4

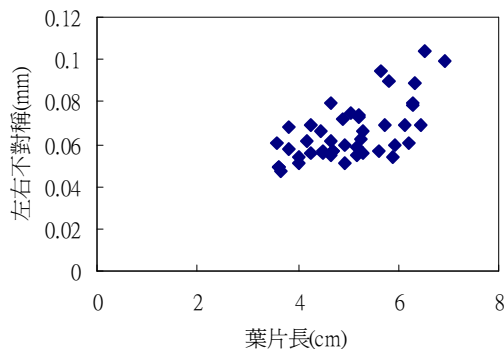
立農公園	0.042 ± 0.018	23.7 ± 1.8
社子國小	0.050 ± 0.038	30.3 ± 9.9
洲美國小	0.089 ± 0.056	27.5 ± 8.8
海光公園	0.081 ± 0.055	16.4 ± 2.4
豐年公園	0.081 ± 0.044	34.2 ± 13.9
關渡宮	0.076 ± 0.037	19.5 ± 2.7
蘭雅公園	0.102 ± 0.029	16.9 ± 2.6

洲美國小	6.26 ± 0.71	0.145 ± 0.021
海光公園	4.52 ± 0.50	0.131 ± 0.018
豐年公園	5.76 ± 0.57	0.131 ± 0.036
關渡宮	4.36 ± 0.28	0.128 ± 0.006
蘭雅公園	4.99 ± 0.90	0.143 ± 0.020

<sup>1</sup>:每一研究區各採4棵榕樹，每一棵榕樹各選32片葉片，分局測量其葉片長及左右兩側葉寬，來計算其平均葉長及左右不對稱指數。

## 2. 各研究區榕樹葉片發育不穩定性

由於榕樹葉片長及不對稱性間出現相關(圖一)，所以計算左右不對稱性指數是將左右兩側葉寬的差異除以葉長的百分比來表示。



圖一 葉片長與左右不對稱指數間關係

比較各研究區的榕樹葉片長及不對稱性可發現洲美國小榕樹葉最大，而石牌公園的榕樹葉最小。平均左右不對稱性指數則是以立農公園最高(表二)。

表二 2005年1月各採樣區榕樹的葉片長及平均左右不對稱性指數(mean ± SD)

研究區	葉片長度 (cm) <sup>1</sup>	不對稱指數(%) <sup>1</sup>
延平北路八段(浮洲子)	5.63 ± 0.68	0.127 ± 0.033
中國海專	4.97 ± 0.51	0.119 ± 0.021
文林國中	5.38 ± 0.28	0.143 ± 0.014
石牌公園	3.68 ± 0.09	0.139 ± 0.011
立農公園	4.20 ± 0.58	0.150 ± 0.034
社子國小	5.73 ± 0.57	0.116 ± 0.009

## 3. 各研究區榕樹葉的反應與北投垃圾焚化廠相關位置的關係

北投垃圾焚化廠根據2002-2003年大氣擴散潛勢分析顯示在關渡平原其盛行東風及東南東風，大氣較穩定，擴散輸送能力不強，不利污染物擴散(張等，2003)。若將11個研究區以與北投垃圾焚化廠的距離分為兩組，小於3公里及大於3公里，發現不論是抗氧化酵素活性或葉片平均不對稱性指數，兩組研究區都沒有顯著差異。另外，若以11個研究區以與北投垃圾焚化廠的方位分為四組，也沒有發現任何一個方位的研究區其抗氧化酵素活性或葉片平均不對稱性指數有顯著大或小於其他方位的情況。

表三 各研究區位置與北投垃圾焚化廠的關係

研究區	位於北投焚化廠的位置	與北投焚化廠的距離
延平北路八段(浮洲子)	西方	1-2 公里
中國海專	西方	3-4 公里
文林國中	東南方	1-2 公里
石牌公園	東北方	1-2 公里
立農公園	東北方	1-2 公里
社子國小	南方	1-2 公里
洲美國小	南方	<1 公里
海光公園	南方	3-4 公里
豐年公園	北方	3-4 公里
關渡宮	西北方	3-4 公里
蘭雅公園	東方	3-4 公里

#### 四、計畫成果自評

本研究以北投垃圾焚化廠附近的十一地點為研究區，比較葉片的抗氧化酵素活性及葉片發育不穩定性對於空氣污染壓力之反應。發現不論是考慮各研究區與北投垃圾焚化廠的距離或是方位，所測量的葉片反應都沒有顯著差異。此結果是因所測量的葉片反應不夠敏感反應北投垃圾焚化廠的可能空氣污染影響，或是北投垃圾焚化廠的所產生的空氣污染不足以對附近的榕樹產生影響，這兩個可能解釋原因仍待進一步評估。

#### 參考文獻

呂鋒洲 (1993) 抗氧化酵素之介紹。自由基生物學與醫學 1:1-7。

張隆男，張哲明，林沛練，林忠仁，郭坤土，鄧仁星 (2003) 垃圾焚化廠污染物擴散評估之研究。台北市環境保護局北投垃圾焚化廠。

Clarke, G.M. (1992) Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin. *Acta Zool. Fenn.* 191:31-35.

Clarke, G.M. (1993) Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. *Environ. Pollut.* 82: 207-211.

Freeman, D.C., Graham, J.H. and Emlen, J.M. (1993) Developmental stability in plants: symmetries, stress, and epigenesis. *Genetica* 89:97-119.

Graham, J.H., J.M. Emlen and D.C. Freeman. (1993) Developmental stability and its applications in ecotoxicology. *Ecotoxicology* 2: 175-184.

Li, M.-H. (2003) Peroxidase and superoxide dismutase activities in fig leaves in response to ambient air pollution in a subtropical city. *Arch.*

*Environ. Contam. Toxicol.* 45:168-176.

Moller, A.P. and Shykoff, J.A. (1999) Morphological developmental stability in plants: patterns and causes. *Int. J. Plant Sci.* 160:S135-S146.

Parsons, P.A. (1992) Fluctuating asymmetry: a biological monitor of environmental and genomic stress. *Heredity* 68: 361-364.

Puccinelli, P., Anselmi, N., and Bragaloni, M. (1998) Peroxidases: usable markers of air pollution in trees from urban environments. *Chemosphere* 36: 889-894.

Sommer, C. (1993) Ecotoxicology and developmental stability as an *in situ* monitor of adaptation. *Ambio* 25: 374-376.

Tracy, M., Freeman, D.C., Emlen, J.M., Graham, J.H., and Hough, R.A. (1995) Developmental instability as a biomonitor of environmental stress. pp. 313-337 in: (Butterworth, F.M., Corkum, L.D., and Guzman-Rincon, J., eds.) *Biomonitoring and Biomarkers as Indicators of Environmental Change*. Plenum Press, New York.