

# 草本植物為環境指標之利用

李貽華 徐慈鴻

臺灣省農業藥物毒物試驗所公害防治系

## 摘 要

環境因子可控制生物之出現或成活，故某一生物存在時對物理環境即具有指示作用，因此利用生物個體、族群或群落對環境所產生的反應可闡釋環境狀況。環境因子包括：溫度、溼度及污染物等，一般常將環境指標植物分類為耐寒植物、耐旱植物、耐陰植物、水生植物、海濱植物及耐污染植物等。近年來，隨著工業科技的發達，伴隨而來之環境污染問題也日益嚴重，以儀器監測環境品質雖可定性及定量，但儀器監測在經費上所費不貲，維護及管理上所須之技術及人力亦無法普及，長期生活在污染環境中的植物若可反應出污染之過程或累積污染物之量，則可就地取材利用自生植物作為監測材料，利用草本植物作為環境指標不失為一方便、有利之方法。本文擬介紹草本植物對環境污染之反應以闡釋環境污染狀況，植物對污染物之反應可分：(1)對污染物敏感之植物，可由其對污染物所產生之徵狀了解其生長環境品質之變化，主要可作為預警之用；(2)抗性強之耐污植物，由於其抗性強而成優勢種，則可作為環境污染指標；(3)有些污染物會累積在植體，由植體中污染物之含量亦可得知環境品質之變化狀況。若能充分建立草本植物對環境污染物反應之資料，當有助於環境品質之監測。

(**關鍵詞**：指標植物、環境、污染、自生植物)

## 前 言

環境因子可控制生物之出現或成活，故某一生物存在時對物理環境即具有指示作用，因此利用生物個體、族群或群落對環境所產生的反應可闡釋環境之狀況。影響生物存活之環境因子包括有溫度、溼度、雨量、光照及污染物等。植物生態學家常常喜歡用某一區所生長的植物種類做為當地環境的指標，例如某一種植物只能生長在某一特定的溫度或是溼度的範圍，生態學家根據這些特定的植物來推知某一地區的溫度及溼度的實際狀況。例如五節芒、大黍、蒲公英、瓊麻、落地生根、仙人掌…等耐旱植物佔優勢時，即可知本區域屬乾旱地區；發現濱刀豆、馬鞍藤、濱刺麥、海埔姜、蟛蜞菊、龍爪茅等耐鹽植物普遍出現時則表示已近海邊。除氣候因子之影響外，污染環境下亦會產生具代表性之指標植物，一般而言，空氣污染環境下，植物會因吸收污染物而產生不同之反應，由植物之反應情形

可推知空氣中之污染成分；另外，在污染物的長期作用下，植物群落的組成亦可能發生變化，一些對污染物敏感之植物種類會逐漸減少抑或消失，而抗性強的植物種類會保存下來，甚至得到一定程度的發展而成爲優勢種，由植物群落變化之情形亦可反應環境污染程度。利用植物對大氣污染物的反應來監測大氣污染物的成分和含量，以了解大氣環境品質狀況，即所謂空氣污染之指標植物。本文即簡單介紹常見之環境指標植物及可應用作爲空氣污染指標之草本植物。

## 草本環境指標植物

在某一地區若僅有一種或數種較具生態特性之植物存在即可推測此處之環境特性，一般常將環境指標植物依其生長環境之特性分類爲耐寒植物、耐旱植物、耐陰植物、水生植物、海濱植物、鹽生植物及耐污染植物等，以下簡單介紹：

### 一、耐寒草本植物：

溫度會影響環境中水分的狀態，水分結冰時會影響根部吸收水分，溫度太高時會增加葉部之蒸散作用；溫度亦會影響植物細胞的生物化學反應而影響植物之生理作用，繼而影響植物之生長。常見之耐寒草本植物種類有有大波斯菊、三葉草、天竺葵、毛地黃..等，多發現於海拔較高之地區。高山箭竹是本省生存於3000～3500公尺之耐寒草本植物。

### 二、耐旱草本植物：

可適應乾旱環境之植物其特性爲可貯藏水分或防止水分蒸散。常見之耐旱草本植物有五節芒、大黍、甜根子草、蒲公英、瓊麻、落地生根、仙人掌…等，多發現於路旁、乾旱非耕地或沙漠等乾燥地區。

### 三、耐陰草本植物：

植物對光量之需求程度因種類而異，耐陰植物能利用林下的綠光和少量直射日光。常見之耐陰草本植物有冷水麻、紫蘇、鴨跖草、棕葉狗尾草、菁芳草…等，多發現於樹林下。蕨類、蘚苔類亦是極具代表性之耐陰植物。

### 四、水生草本植物：

此類植物對水分的適應能力爲可以生長在終年潮溼的環境中。常見之水生草本植物有荷花、睡蓮、布袋蓮、蘆葦…等。多發現於高地下水位的處方或樹林中陰暗處及河流、水池等地區。

### 五、水源指標植物：

此類植物之根可尋找地下水；根深並能由主根中再長出側根，側根再長出新葉，莖短不易發現。此類植物之代表植物爲 *Sarcobatus vermiculatus* (周昌弘，1990)。

### 六、海濱草本植物：

據調查，臺灣320種海邊植物中大都是鹽生或抗鹽植物(洪丁興，1976)，因須忍受海風吹襲，其特性多爲伏地蔓生，其根有定砂作用，可使海岸免受風及水之侵蝕。常見之海濱草本植物有濱刀豆、馬鞍藤、濱刺麥、海埔姜、蟛蜞菊、龍爪茅…等。

### 七、鹽生草本植物：

可抗高鹽分及鹵素之植物，多數生長於海邊。紅樹林生長在淤泥的海河口地區，是典型的鹽生植物，在臺灣主要的紅樹林植物有水筆仔、欖李、紅茄苳、五梨朥、海茄苳、細蕊紅樹等六種。水筆仔被認為是本省最具代表性及保護價值之紅樹林植物。

#### 八 污染指標植物：

會影響植物生長之污染可分為空氣污染、水污染及土壤污染等，綜合國外之相關資料，可作為水污染之指標植物最為常見為藻類，由水中佔優勢之藻類種類可推知水質(吳俊宗, 1993; Gunale, 1991)，水中硝酸態氮濃度高時適合多甲藻生長；紫背萍耐鉛及鎘，由植體中鉛、鎘之累積量可作水中鉛、鎘污染之指標；布袋蓮可作為水質優養化之指標；蘆葦可吸收重金屬而累積於植體中，可分析植體中重金屬累積量作為水中重金屬污染之指標。蘚苔、地衣類最常被科學家利用作為空氣污染之指標植物，見表一及二(吳亞等, 1993)；草本之空氣污染指標植物常見的有蒲公英、紫花酢醬草、含羞草、果園草、多花黑麥草…等(Lane, 1984；王煥校, 1990)。長期生長於礦區旁之禾草 *Agrostis tenuis* 及 *Festuca ovina* 因長久的忍受空氣中鉛污染而產生適應重金屬的機制，可適應高鉛含量之環境，而成為鉛污染區僅存之植物(周昌弘, 1990)。

表一、利用地衣及蘚苔種類劃分空氣污染帶

地衣和蘚苔種類	SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )
生長在懸鈴木上之地衣	>170
在樹上和石頭上( <i>lecanora conizaieides</i> )	約150~160
在水泥、石棉上的( <i>xanthoria parietina</i> )	約125
在樹上出現之葉狀地衣( <i>foliose</i> )	約70
在樹上之灌木狀地衣( <i>fruticose</i> )	約40~60
<i>usnra</i> (松蘿屬地衣)	約35

註：英國利用地衣種類劃分空氣污染帶

表二、空氣污染之指標

污染程度	指標植物種類
最嚴重污染	樹上的 <i>Pleurococcus</i> 地衣
嚴重污染	樹木基部、牆壁混凝土和鋪路石頭上的 <i>Lecanora</i> 地衣
較輕污染	在鹼性石頭上的 <i>Xanthoria</i> 地衣
輕污染	牆壁上的 <i>Parmelia</i> 地衣、地衣樹上的 <i>Lecanora</i> 地衣和 <i>Pleurococcus</i> 地衣
較潔淨空氣	樹上的 <i>Parmelia</i> 地衣
無污染空氣	樹上的灌木狀地衣，如 <i>Ramalia</i>
很潔淨空氣	灌木狀 <i>Usnea</i> 地衣

### 空氣污染環境指標植物之應用

利用指標植物可闡釋環境狀況，以指標植物監測空氣品質可分為預警及監測兩種。於低濃度污染物下很快地即會顯現受害徵狀之敏感性植物可作為預警之用(李國欽, 1984)；

而具忍受性之植物則可利用其反應程度與污染量之相關關係作為監測之用；而部份污染物於植物體中具有累積性，因此由植體中之污染物含量可反映出環境中污染物之相對濃度，故可藉由植體分析來推估環境中污染物之含量，達監測環境之用。利用植物群落的種類、數量及結構變化情形亦可推估環境污染程度，即環境污染之生態指標。植物對空氣污染物之不同表現類型及作為指標植物之應用性簡述如下：

(一)對污染物敏感之植物，可由其對污染物所產生之徵狀了解其生長環境品質之變化，主要可作為預警之用，以利採取預防措施，減少空氣污染所造成之損害。由國內外相關研究資料顯示，利用對空氣污染物極敏感之植物作為指標植物極為普遍；可作為二氧化硫污染之指標植物有紫花苜蓿、大波斯菊、矮牽牛等，典型受害徵狀為先呈侵水狀，葉緣及葉脈間產生白化現象，葉脈仍呈綠色；可作為氟化物污染之指標植物有唐菖蒲、落花生等，典型受害徵狀為葉尖及葉緣處枯乾；可作為氯氣污染之指標植物有白菜、菠菜、番茄等，典型受害徵狀為葉面產生斑點，斑點顏色視植物種類而異；可作為臭氧污染之指標植物有菸草(Heggstad, 1991)、菠菜等，典型受害徵狀為白色斑點；對乙烯敏感之植物有芝麻、金魚草等，典型受害徵狀為葉片黃化或落葉。荷蘭國家空氣污染監測網則利用多種植物之徵狀反應來監測空氣品質，見表三。本省亦有學者利用指標植物來監測空氣品質，如利用對氟污染敏感之植物—唐菖蒲、花生及牽牛花等作為空氣中氟化物變化的指標植物(謝慶芳, 1989、1991)；利用龍葵及劍葉萵苣作為PAN 之指標植物(孫岩章, 1996)。

表三、荷蘭國家空氣污染監測網利用指標植物

植物種類	空氣污染物	徵狀或影響
唐菖蒲 鬱金香	HF	葉尖及葉緣壞死，植體中累積之氟含量
煙草 菠菜	O <sub>3</sub>	葉上表面白色斑紋狀
小蓴麻 早熟禾	PAN	葉下表面白色斑紋狀
苜蓿 蕎麥	SO <sub>2</sub>	葉脈間褪綠和壞死
矮牽牛	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	花芽脫落、小型花
多花黑麥草	F, Cd, Mn, Pb, Zn	累積於植體中

引用自 Posthumus, 1984

(二)植物對環境中之污染物除能產生各種定性之反應外且能反映污染物之量，則可利用作為監測指標。但須找出植物反應與污染劑量之相關關係，通常多利用植物受害病徵面積來表示污染量之範圍(Gao, 1992)。

(三)有些污染物會累積在植體，由植體中污染物之含量亦可得知環境品質之變化狀況。一般而言，植物體內污染物與大氣中相應之污染物含量有很大的相關性，可反映較長時間內大氣中污染物濃度之平均值。長期生活在污染環境中的生物可反應出污染之過程或累積污染量，例如，歐洲許多國家是利用草本植物—多花黑麥草(*Lolium multiflorum*) 植體中

的氟含量來推估空氣中氟化物的含量以監測空氣品質。Wegener(1992)則利用泥炭蘚監測製鋁工廠周界之多環芳香族碳氫化合物含量。Van der Eerden (1991)利用植體中氟含量推估空氣中氟之污染情形。Craggs (1987)亦建立污染推測模式，利用草體中之氟含量來監測空氣品質。磚窯廠為本省氟污染主要來源之一，工廠週邊作物及自生草本植物受空氣中氟污染之影響，植體中氟之累積量普遍較非污染區為高(李貽華，1996)，見表四。

表四、磚窯廠週邊自生植物體中氟平均含量

採樣點	與污染源直線距離 (km)	鬼針	昭和草	紫花霍香薊	野荳	野塘蒿	竹仔菜	馬唐	牛筋草
1	1.0	42.5	41.0	27.6	26.2	41.8	20.8	15.2	21.0
2	0.7	104.2	109.7	74.7	113.7	104.9	37.7	46.3	45.0
3	*	72.5	92.4	81.4	68.9	73.7	38.6	43.9	44.4
4	0.6	100.1	98.3	36.5	84.5	59.6	23.9	33.1	58.9
5	1.4	111.0	90.1	105.9	65.9	141.8	40.8	41.1	82.6
6	1.6	25.3	56.7	24.5	60.7	40.7	12.6	18.9	28.4
7	2.5	19.6	26.6	20.5	21.4	35.1	15.7	12.9	19.5
非污染區		19.6	25.9	16.4	14.3	19.6	14.4	11.3	11.8
最高含氟量		326	234	224	223	326	108	207	176

\*：污染源附近

四抗性強之耐污染植物，由於其抗性強而成優勢種，根據群落的種類、數量及群落結構之變化，可作為環境污染之生態指標。歐美地區利用苔蘚及地衣出現之種類、種類數及出現率可初步了解該區之環境品質，一般而言，愈近污染地區因受污染物之影響，多數地衣不易存活，僅具耐性之地衣方可存活下來，因此愈近污染源存活之地衣種類數愈少，量(覆蓋度)亦普遍較其他地區為少。草本植物亦然。

## 結 語

敏感植物可作為「預警」之用，預警指標植物須具下列特性：1. 對污染物具敏感性；2. 對污染物之反應須十分清晰且徵狀具專一性；3. 對污染物反應須一致性等。「監測」指標植物則須對該污染物具忍受性且對污染物之反應程度與污染量呈相關關係(dose-response)。污染物會累積在植體者可作為「累積器」(accumulator)指標植物，由不同成熟度植體中污染物之含量亦可比較得知環境品質之變化狀況。指標植物不論是作為預警或監測用，其先決條件是須栽培管理容易，如此方能普及化。長期生活在污染環境中的植物若可反應出污染之過程或累積污染物之量，則可利用作為環境污染監測材料，自生植物對當地環境已產生極佳之適應性，若能就地取材利用自生植物作為監測材料則不失為簡易、方便且直接之方法。近年來，隨著工業科技的發達，伴隨而來之環境污染問題也日益嚴重，以儀器監測環境品質雖可定性及定量，但儀器監測在經費上所費不貲，維護及管理上所須之技術及人力亦無法普及，因而使空氣品質監測極難普遍化，尤其是農業區之空氣品質資料更是不易取得。為保護本省農業環境品質，尋找本土性之自生植物作為環境污染監測指標實刻不容

緩，自生植物對環境適應力強，在栽培管理上應更簡便可行，對環境品質之監測與了解當更有利。

抗性強之耐污染植物，由於其抗性強而成優勢種，亦可作為環境污染生態指標。但本省由於地小人稠，農工業雜處，影響植物生態之因素頗多，工廠附近之植物除受污染物影響外還有耕作因素(施藥、施肥、整地等)，如欲在工廠週邊尋得環境污染生態指標實屬不易。

## 參考文獻

- 王煥校 1990 植物的抗性與生物監測。污染生態基礎。17-94頁。雲南大學出版社。
- 吳亞、金翠霞 1993 空氣污染的生物監測。空氣污染與植物病蟲害。231-250頁。藝軒圖書出版社。
- 吳俊宗 1993 藻類群落與水質指標。植物學學術討會論文集。中央研究院植物研究所專刊，(13): 32-73。
- 李國欽、李貽華 1984 空氣污染為害植物之診斷。臺灣植物保護中心印行。
- 李貽華、徐慈鴻、蔣慕琰 1996 氟化物污染源周邊植物氟之累積情形。農業氣象空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應施研討會論文專輯。87-96頁。臺灣省農業試驗所。
- 周昌弘 1980 植物生態學。大學科學叢書。433頁。
- 洪丁興、孟傳樓、李遠慶、陳明義 1976 臺灣海邊植物。共三冊。中國農村復興委員會，臺灣省林務局，國立中興大學刊印。
- 孫岩章、詹婷婷 1996 台灣地區光化學煙霧污染及其影響。農業氣象空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應施研討會論文專輯。33-40頁。臺灣省農業試驗所。
- 謝慶芳 1989 利用指標植物監測空氣污染。7頁。台中區農業改良場特刊第11號。
- 謝慶芳 1991 如何栽培指標作物以監測空氣污染。台中區農業改良場。
- Craggs, C. 1987. Autocorrelation and univariate time series modeling for grass fluoride and airborne fluoride concentrations. Environ. Pollut. 43: 115-128.
- Gao, X. P., H. B. Xu, S. Y. Chen, S. X. Zhao, M. Y. Xie and P. Wang. 1992. Screening monitoring plants for fluoride and a study of monitoring indexes. J. Plant Resources and Environ. 1(3): 28-34.
- Gunale, V. R. 1991. Algal communities as indicators of pollution. J. Environ. Biol. 12: 223-232.
- Heggestad, H. E. 1991. Origin of Bel-W3, Bel-C and Bel-C tobacco varieties and their use as indicators of ozone. Environ. Pollut. 74: 264-292.
- Lane, P. I. and J. N. B. Bell. 1984. The effects of simulated urban air pollution on grass yield: part-performance of *Lolium perenne*, *Phleum pratense* and *Dactylis glomerata* fumigated with SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and/or NO. Environ. Pollut. (Series A) 35: 97-124.
- Van der Ereden, L. J. 1991. Fluoride content in grass as related to atmospheric fluoride concentrations: a simplified predictive model. Agric. Ecosystems Environ. 37: 257-273.
- Wegener, J. W. M., M. J. M. van Schaik and H. Aiking. 1992. Active biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons by means of mosses. Environ. Pollut. 79: 15-18.

# The Application of Herbal Plants as Environmental Indicators

Lee, Yi-Hwar and Tsyr-Horng Shyu

Plant Toxicology Department,  
Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute

## Abstract

Environmental factors affect the appearances and survivals of creatures, in the meanwhile, the existence of certain creatures can also show the status of their physical environment. Apparently, the responses from biological individuals, populations, or communities can explain the local environmental conditions. Generally, environmental factors are temperature, moisture, and pollutants, ..etc., therefore environmental plant indicators can be also classified into coldness-resistant plant, xerophyte, hydrophyte, halophyte, ..and so on. Environmental pollution has becoming more serious because of continuous development of industrial technologies. Although environmental pollution can be monitored quantitatively and qualitatively by adequate equipment and technologies, the economical consideration for maintenance and management of these facilities normally limits the usage of these detectors. On the other hand, plants which grow in polluted environment could reflect the degree of local pollution by surviving in this place or accumulating the amount of pollutants. Hence, those plant can be used to monitor the change of local environment. Herbal plant, which especially grows faster than wood plant, can play a convenient and efficient role as pollution indicator. This paper introduces the applications that clearly explain the changes of polluted circumstances by observing those responses of herbal indicators. There are mainly three applications in this study, which are: 1)The symptoms from more sensitive species may be a warning which indicated that local environmental quality has started to change 2) The dominance of some species might be due to strong resistance of those species to the pollutants, these dominant species can be selected as environmental pollution indicator 3) The amount of pollutants which accumulated in plants can reflect the change of environmental quality. In the future, to completely establish the data of pollutant responses from herbal plants would be helpful for monitoring environmental quality.

**(Key words:** Plant indicator, Environment, Pollution, Native plants)