

# 黃槐 (*Cassia surattensis* L.) 雄蕊與雌蕊形態變異對結實之影響

徐嘉君<sup>1</sup> 吳俶安<sup>2</sup> 廖國嫻<sup>2</sup> 郭長生<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣大學植物所

<sup>2</sup>國立成功大學生物系

## 摘要

此篇研究以台南市內整年開花之豆科植物黃槐為材料；選結實率較高的成大校園內植株和結實率較低的校園外東寧路兩旁植株樣本，利用掃描式電子顯微鏡檢 (SEM)、花粉活性測試等方法，探討雄蕊與雌蕊形態變異對結實率之影響。結果發現校園內樣本的花瓣化雄蕊出現比率 (0.55%) 較東寧路樣本 (0.34%) 為高，但變異花藥的花粉活性並未完全喪失，其花粉不具活性比率校園內樣本 (16.7%) 也較東寧路樣本 (13.7%) 為高，其傳粉者--熊蜂 (*Xylocopa* sp.) 在兩地均有觀察記錄；東寧路樣本的雙雌蕊變異程度 (15%) 遠較校園內樣本 (8%) 為高，且東寧路樣本較校園樣本的雌蕊容易脫落，其比率分別為 42.5% 和 0%；此外，由 SEM 可觀察到東寧路樣本的雌蕊有明顯柱頭孔萎縮、阻塞及胚珠發育不良的情形；初步推論，雌蕊的變異和整體品質是影響黃槐結實率的因素之一。

**關鍵詞：**黃槐、豆科、掃描式電子顯微鏡檢、花部形態、變異、污染

## 緒言

黃槐引進臺灣的歷史很早，1903 年柳木道義由印度引進 (陳和胡, 1976)，目前已成為臺灣全省普遍的行道樹。在台南市栽培的黃槐幾乎全年盛開。由初步發現栽種於大馬路交通頻繁處與校園內兩不同處之結實率有明顯差別。有關都市內車輛廢氣污染對黃槐幼苗生長，包括：乾生產量、葉數、葉面積及根長度等的減少等均有顯著的影響 (Siddiqui and Iqbal, 1994)。至於影響植物成功結實的因子極多；Young and Stanton (1990) 曾探討野生蘿蔔 (*Raphanus sativus*) 花部變異和種子生產間的關係。Dudash (1991)

研究植物體大小對 *Sabatia angularis* 兩性花中雌與雄功能之影響，包括：結實和種子產率及花粉產量等。

黃槐為豆科 (*Leguminosae*) 蘇木亞科 (*Caesalpinioideae*) 決明亞族 (*Cassinae*)，其雌蕊之柱頭頂端有一個孔 (orifice)，而下方與柱頭腔 (stigmatic cavity) 相連；此種特殊的柱頭型式成為該亞族三屬的分類基準之一 (Irwin and Barneby, 1982; Owens and Lewis, 1987)，並在傳粉機制上扮演特殊的功用 (Dulberger, 1981; Dulberger *et al.*, 1994)。針對台南市栽培的黃槐，兩不同處之結實率有明顯差別的原因，擬就兩方面加以探討：(1) 雄蕊方面：包括花藥的變異

\*通信作者(corresponding author)：郭長生(Chang-Sheng Kuoh)；FAX: 886-6-2742583；E-mail: kuohpopo@mail.ncku.edu.tw

和花粉活性測試。(2)雌蕊方面：包括雌蕊的變異、胚珠形態、柱頭孔狀態及雌蕊脫落的頻率等。

## 材料與方法

以台南市東寧路及成功大學成功校區所栽植的黃槐為材料，分別進行下列各項研究：

### SEM 觀察

#### 1. 花粉製備

採集花部，將成熟的花藥取下，以秤藥紙包裹，於 40°C 烘乾後保存；將乾燥花粉取出後，依序以無水醋酸、無水酒精、無水丙酮處理後（沈中桴，1984），即進行臨界點乾燥（CPD）後鍍金備用。

#### 2. 柱頭的製備

(1) 將花朵取下，為防止柱頭及花柱內欲觀察物之流失，直接放入烘箱內徹底烘乾後鍍金備用。

(2) 將雌蕊取下以 FAA 固定，再依序以無水醋酸、無水酒精、無水丙酮處理，進行 CPD 後鍍金備用。

(3) 將雌蕊取下，以石蠟切片的脫水、滲蠟、包埋處理後，以轉動式切片機切至所要觀察部位，再以二甲苯溶去材料外部所包埋的蠟塊，以無水丙酮處理後，進行 CPD，鍍金備用。

上述各類樣品均以 HITACHI S-4200 電子顯微鏡觀察並照像。

### 花粉活性測試

將新鮮花粉置於載玻片上，分別滴上 Alexander's stain (Alexander, 1969) 作測試，

蓋上蓋玻片，即可以 ZEISS Microscope MC80 顯微鏡觀察照像。

## 結果

### 一、結實率之比較：

台南市栽培的黃槐，兩不同處之結實率有明顯差別；栽於東寧路交通頻繁處植株結實率較校園內植株結實率低（表一）。

表一、1995 年黃槐結實植株比率調查表：

Table 1. Percentage of fruiting plant of *C. surattensis* from different places in 1995.

地點	日期	調查株數	結實株數	結實植株比率 (%)
校園	7 月	11	10	90.91
	11 月	23	23	100.00
東寧路	7 月	16	5	31.25
	11 月	16	7	43.75

### 二、花部變異之比較：

#### (1) 雄蕊方面：

花粉外型的 SEM (Fig. 1-2) 觀察，及活性測試結果 (Fig. 3-4)，發現校園樣本和東寧路樣本並無明顯差異。

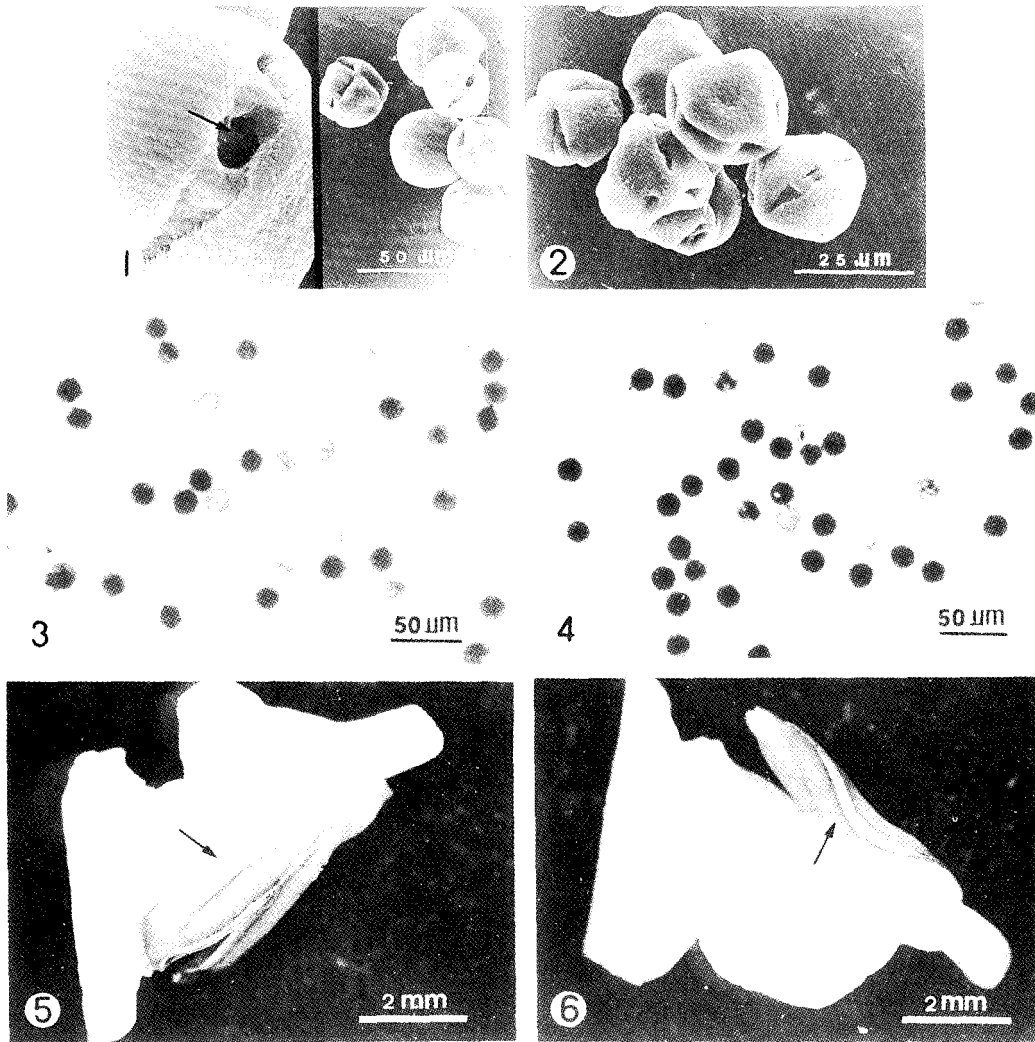
兩地（校園內及東寧路）均可發現雄蕊花瓣化的變異現象 (Fig. 5-6)，對花瓣化雄蕊內的花粉活性做測試時，發現活性花粉比率有偏低情形，且花粉產量也少的多，但花瓣化雄蕊的出現率佔整體比例並不高（表二）。

#### (2) 雌蕊方面：

發現校園內採樣的柱頭及柱頭孔為正常 (Fig. 7-8)，而道路樣本的柱頭孔的確有明顯阻塞和萎縮情形 (Fig. 9-11)。此外，尚可見變異的雌蕊（雙雌型式；Fig. 13），其內的胚珠和校園樣本 (Fig. 12) 比較，有明

顯發育不良的情形 (Fig. 14)。東寧路栽種之黃槐開花較多，但是雌蕊平均長度較短且

雙雌蕊變異率和雌蕊脫落率均較高 (表三)。



圖一、SEM 照片。成大校園黃槐的花粉，左圖為萌發孔部位 (arrow) 之放大。

圖二、SEM 照片。東寧路黃槐的花粉。

圖三、光學顯微鏡照片。以 Alexander's stain 染色的校園樣本的花粉。染色較深者為原生質，花粉內充滿原生質者為具活性的花粉。

圖四、光學顯微鏡照片。以 Alexander's stain 染色的東寧路樣本的花粉。染色較深者為原生質。

圖五、校園樣本花瓣化的雄蕊 (arrow)。

圖六、東寧路樣本花瓣化的雄蕊 (arrow)。

Figure 1. SEM photograph. Pollen of *Cassia surattensis* collected from campus sample. The enlarged pollen with germination pore (arrow) is showing on the left figure.

Figure 2. SEM photograph. Pollen of *C. surattensis* collected from road-side sample.

Figure 3. Light microscopic photograph. Pollen viability of campus sample was examined by Alexander's stain. The viability was recognized by their deep stain.

Figure 4. Light microscopic photograph. Pollen viability of road-side sample was examined by Alexander's stain.

Figure 5. Petaloid stamen (arrow) dissecting from flower of campus sample.

Figure 6. Petaloid stamen (arrow) dissecting from flower of road-side sample.

表二、1995年校園與東寧路兩地黃槐花瓣化雄蕊與花粉活性比較表

**Table 2.** Percentage of petaloid stamen and pollen viability of *C. surattensis* from different places in 1995.

	花瓣化雄蕊出現率※	花瓣化雄蕊花粉不具活性比率	正常雄蕊花粉不具活性比率
校園	0.55%	16.7%	5.1%
東寧路	0.34%	13.7%	7.7%

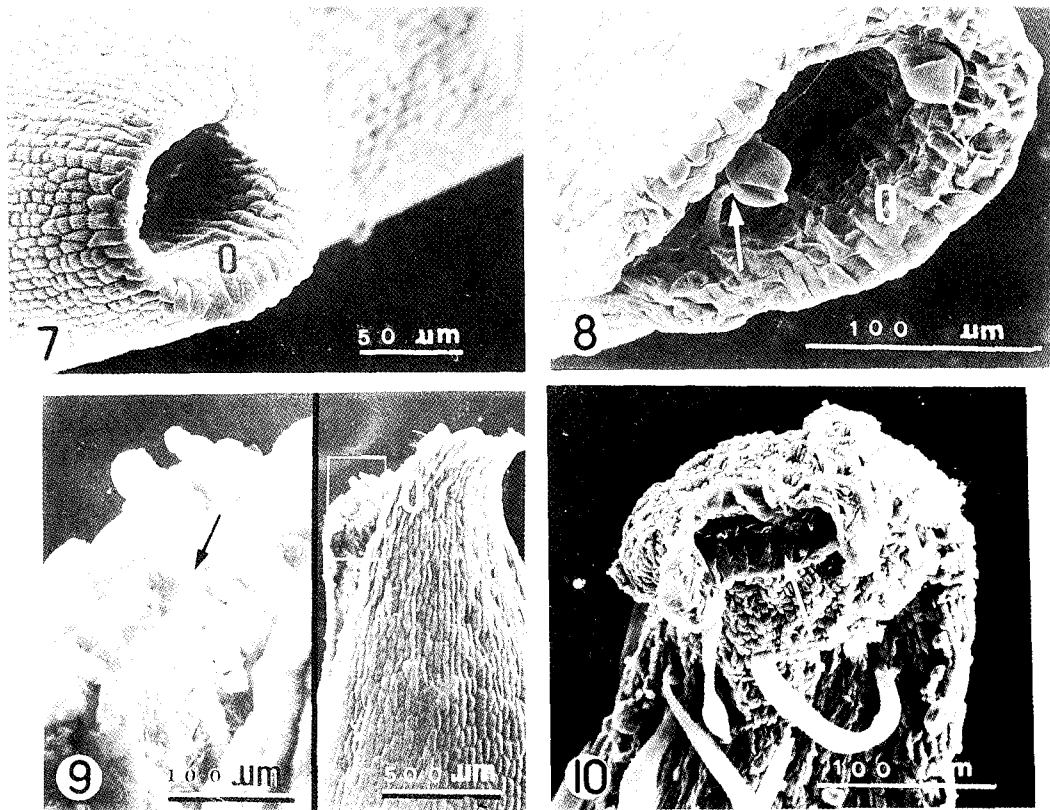
※兩地各取樣 10 株，每株隨機截取一末端 10 公分長的開花枝條作統計。

表三、1995年校園與東寧路兩地黃槐花朵數與雌蕊特徵比較表

**Table 3.** Comparison of mean flower numbers and pistil characteristics of *C. surattensis* from different places in 1995.

地點	平均花朵數※	雙雌蕊變異率(%)	雌蕊平均長度(cm)	雌蕊脫落率(%)
校園	13.47	8	1.48	0
東寧路	82	15	0.87	42.5

※兩地各取樣 17 株，每株隨機截取一末端 10 公分長的開花枝條，統計每斷枝平均花朵數；每斷枝隨機取 10 朵花，統計雙雌蕊的變異率、雌蕊平均長度及脫落率。



圖七、SEM 照片。校園樣本的柱頭孔 (O)，顯示完整的模樣。

圖八、SEM 照片。可見在柱頭孔 (O) 內萌發的花粉 (arrow)。

圖九、SEM 照片。東寧路樣本的柱頭孔 (O) 內有阻塞物。左圖為阻塞物 (arrow) 的放大圖。

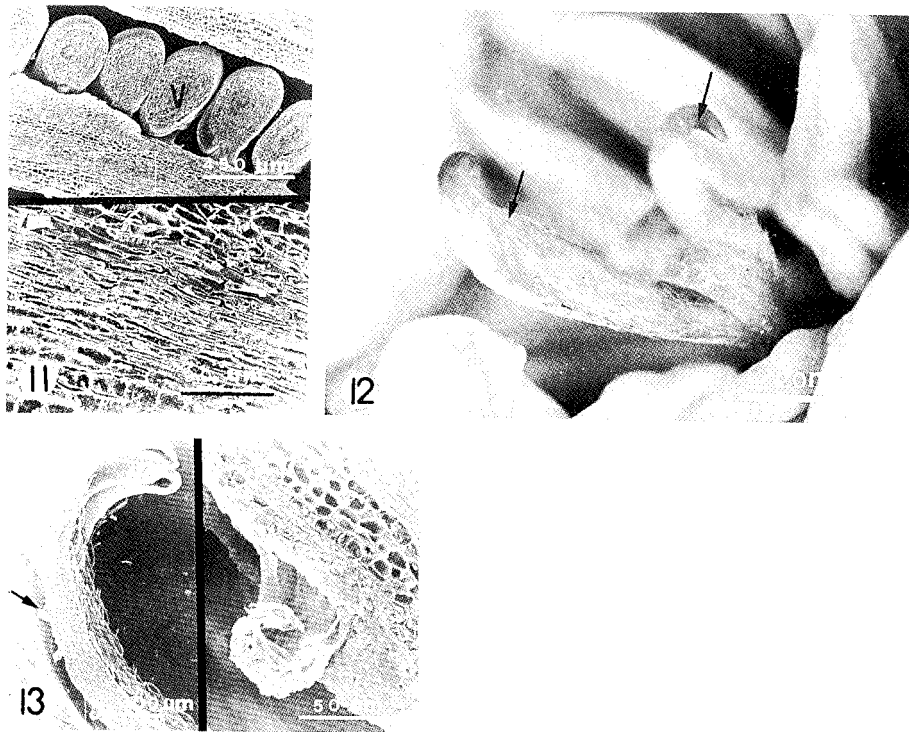
圖十、SEM 照片。東寧路樣本的柱頭孔 (O) 呈現萎縮的情形 (arrow)。

**Figure 7.** SEM photograph. Normal stigmatic orifice (O) collected from campus sample.

**Figure 8.** SEM photograph. Normal stigmatic orifice (O), with germinating pollen (arrow), collected from campus sample.

**Figure 9.** SEM photograph. Abnormal stigmatic orifice (O), with plug (arrow), collected from road-side sample.

**Figure 10.** SEM photograph. Abnormal stigmatic orifice (O), with thirink surface (arrow), collected from road-side sample.



圖十一、SEM 照片。子房縱切圖，校園樣本的胚珠 (V)，生長良好，下圖為子房切面的放大。

圖十二、東寧路樣本，雙雌型式的花，雌蕊 (arrow)。

圖十三、SEM 照片。子房縱切圖，東寧路樣本雙雌型式的花之花柱具萎縮的胚珠 (arrow)，右圖為萎縮胚珠之放大圖。

**Figure 11.** SEM photograph. Longitudinal section of ovary, collected from campus sample, showing the normal developed ovules (V), and the lower enlarged figure showing the well-organized ovary wall.

**Figure 12.** Abnormal flower collected from road-side sample, note two pistils (arrow) in a flower.

**Figure 13.** SEM photograph. Longitudinal section of ovary, collected from road-side sample, showing the abnormal developed ovules (arrow), and the left enlarged figure showing the aborted ovule.

## 討 論

人類很早就知道，要成功地利用作物就必須能操控植物發育之有性生殖，而顯花植物之有性生殖需靠花中兩個有性生殖器官，也即是花藥及雌蕊間，彼此協調的發育和成功地交互作用，方能有效達成，缺一不可 (Cresti *et al.*, 1992)。在台南市幾乎全年盛開的黃槐是很合適進行有性生殖方面的研究材料；除花期長、材料充足外，其雌蕊之柱頭頂端有一個孔，下方與柱頭腔相連，構造特殊和傳粉有密切關係 (Dulberger, 1981; Dulberger *et al.*, 1994)，此外由初步觀察和

調查發現，栽種於大馬路交通頻繁處與校園內兩不同處之結實率有明顯差別 (表一)。

本篇研究乃針對黃槐有性生殖器官中花藥及雌蕊之形態和構造做檢視。並就兩不同生長環境植株詳加比較。結果發現，在兩地取樣的花藥其花粉活性皆高，雖然有呈花瓣化雄蕊的變異現象，但與總花粉產量比較，其花粉所佔的比率極低 (表二)。而其傳粉媒介--熊蜂 (*Xylocopa* sp.) 在兩個樣本區都有頻繁的出現記錄，顯示授粉率並無明顯差異。

而在對雌蕊做檢視時則發現：東寧路樣本的柱頭，有明顯的萎縮、阻塞及胚珠發育

不良的情形。此外，雌蕊脫落的頻率明顯較校園樣本高出許多，平均長度也較短（表三）。一般說來，道路樣本的雌蕊呈現品質較差的情形，是造成行道樹黃槐結實率偏低的因子之一。

整體說來，植物因為受限於不能自由移動，所以常必須在內部生理和外部形態做適度的改變以適應環境；而亦曾有報告提及黃槐等四種行道樹的種子所發育成的種苗較未受污染地區者，其乾重有明顯減少現象（Siddiqui and Iqbal, 1994）。至於是否為了彌補結實失敗機率較高，而使東寧路樣本的花朵數較多（表三），以及環境因子是否進一步影響到基因層面，是我們可以再深入探討的。

### 參 考 文 獻

- Alexander, M. P. 1969. Differential staining of aborted and non-aborted pollen. *Stain Technology* 44: 117-122.
- Cresti, M., Blackmore, S. and van Went J. L. 1992. Atlas of Sexual Reproduction in Flowering Plants. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Dudash, M. R. 1991. Plant size effects on female and male function in hermaphroditic *Sabatia angularis* (Gentianaceae). *Ecology* 72(3): 1004-1012.
- Dulberger, R. 1981. The floral biology of *Cassia didymobotrya* and *C. auriculata* (Caesalpinioideae). *American Journal of Botany* 68: 1350-1360.
- Dulberger, R., Mary, B. S. and Bawa K. S. 1994. The Stigmatic Orifice in *Cassia*, *Senna* and *Chamaecrista* (Caesalpinioideae): Morphological Variation, Function during Pollination, and Possible Adaptive Significance. *American Journal of Botany* 81(11): 1390-1396.
- Irwin, M. S. and Barneby, R. C. 1982. The American *Cassiinae*. A synoptical revision of Leguminosae tribe *Cassieae* subtribe *Cassiinae* in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 35: 1-918.
- Owens, S. J. and Lewis, G. P. 1987. Taxonomic and functional implications of stigma morphology in species of *Cassia*, *Chamaecrista*, and *Senna* (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Plant Systematics and Evolution*. 163, 93-105 (1989).
- Siddiqui, A. D. and Iqbal, M. Z. 1994. Growth reduction in some roadside plants. *Ekologia (Bratislava)* 13(2): 155-159.
- Young and Stanton. 1990. Influences of floral variation on pollen removal and seed production in wild radish. *Ecology* 71(2): 536-547.
- 沈中桴 1984. 臺灣產殼斗科植物之分類與花粉型態之研究。台大森林學研究所樹木組碩士論文
- 陳德順，胡大維 1976. 臺灣外來觀賞植物名錄。林業試驗所育林系. pp.618.

(接受日期：1999.1.16)

# On the Seed Production and Variation of Flower Morphology in *Cassia surattensis* L. (*Leguminosae*)

Chia-Chun Hsu<sup>1</sup>, Chuh-An Wu<sup>2</sup>, Gwo-Ing Liao<sup>2</sup> and Chang-Sheng Kuoh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Botany, National Taiwan University

Taipei, Taiwan

<sup>2</sup>Department of Biology, National Cheng-Kung University

Tainan, Taiwan

## ABSTRACT

The stamen and pistil morphological variation and its effect on seed production in *Cassia surattensis* L. were compared between plants cultivated at university campus and traffic road-side. The flower morphology was observed by scanning electron microscopy and the viability of pollen was examined by Alexander's stain. The percentage of petaloid stamen and aborted pollen were higher in campus (0.55 %, 16.7%) than road-side (0.34%, 13.7%). The pollinator, *Xylocopa* sp., was observed frequently at both place. The percentage of di-pistil was higher in road-side (15 %) than campus (8%), in addition, the pistil was easy falling in road-side sample than campus one, and there were a series of problems in pistil of road-side sample, such as, shrinkage or plug of stigmatic orifice and abortion of ovules. The quality of pistil is the major effect on seed production.

**Key words:** *Cassia surattensis*, *Leguminosae*, Scanning electron microscopy, Floral morphology, Variation, Pollution