

# 研究氣孔開閉的新技術及其應用

## 高中教師組生物科第一名

台北市立第一女子高級中學

作者：林英子

### 一、緒 言

在顯微鏡下觀察生物體表的微細構造，其獨特精美之紋路實具巧奪天工之效，而其在生理機制上又常扮演著極其重要的角色。諸如：光合作用、蒸散作用、呼吸作用等均與氣孔具有密切的關係，當外界環境因子改變時，部份生理機能發生變化，就能控制氣孔的開閉。動物體表的汗腺也有相似的情形，外境環境因子的改變，部份亦可藉經由汗腺的調節以維持生物體的恒定。

若欲了解生物體的微細構造是否會受環境因子的影響，實須建立一套良好的觀察系統，本實驗即針對此目的，建立一套快速、便捷的新技術來研究氣孔的開閉，並應用至其它生物材料上。本技術所需之設備一般中小學校皆具備，加以此技術之簡便、快捷，中、小學生都能親自操作，故特別推薦給各級學校生物教學之用，以期對科學教育的推展有所貢獻。

### 二、研究方法

南寶樹脂印模法：

1. 在動、植物的體表塗一層南寶樹脂，最好要弄均勻，此時是白色的。
2. 待南寶樹脂乾了才能剝下來，否則會剝破掉，約須等三分鐘。
3. 白色的南寶樹脂變成透明時，就是乾了，可以很容易的剝下來。
4. 用鑷子剝下來的皮沒有黏性，不容易放在載玻片上，（載玻片要乾的，不能有水），但只要用口向載玻片上哈一口氣就可以把剝下來的皮黏在載玻片上，不要加水就可以用顯微鏡觀察。

### 三、結果與討論

#### 1 各種植物氣孔的觀察：

觀察的植物有下列幾種：

(1) 蘚苔植物—地錢蘚。

(2) 蕨類植物—金星蕨、田字草、鐵線蕨、瓶爾小草。

(3) 裸子植物—蘇鐵、竹柏。

(4) 被子植物：

雙子葉植物—牽牛花、萵苣。

單子葉植物—百合、鳶尾、粗助草、孤挺花。

地錢蘚葉狀體上具有許多小孔，孔的周圍有一圈似蜘蛛網的細胞，但看不到保衛細胞。

一般維管束植物，包括：蕨類植物、裸子植物、被子植物氣孔的周圍是由二個保衛細胞構成，且下表皮的氣孔要比上表皮多，有些下表皮沒有氣孔，如：田字草。

#### 2 各種植物氣孔分佈之頻率：

表一：不同植物各部分氣孔之頻率（個數/cm<sup>2</sup>）

植物名稱	上表面	下表面	植物名稱	上表面	下表面
地 錢	375	0	萵 苣	4032	5040
金 星 蕨	0	21175	百 合	0	2520
田 字 草	37000	0	鳶 尾	10584	11088
鐵 線 蕨	1008	2520	粗 助 草	3828	1276
瓶爾小草	1510	4032	睡 蓮	57166	20416
蘇 鐵	0	5040	水 蘊 草	0	0
竹 柏	0	10584	慈 菇	3828	7656
牽 牛 花	0	19152	榕 樹	0	47376

由表一知大部份植物葉片下面氣孔之數目要比上面多。

### 3. 各種氣孔製片法的比較：

到目前爲止氣孔製片法有很多種，在此僅把目前常用的數種方法做個比較。

(1)直接撕皮法：僅適於一些葉子很嫩的植物，且撕下來的皮，常有一些葉肉細胞附著。

(2)化學藥品處理法：此法須於 30 % 硝酸中煮沸，故對一些嫩葉植物不理想，但對一些葉片具有角質層的植物可採用此法。

(3)感光底片印模法：此法須使用丙酮等有機溶劑，故破壞性極強，且印出來的薄片模糊不清。

(4)樹脂膠凝印模法：製作過程相當麻煩，且使用藥品較多，但與南寶樹脂印模法一樣對細胞沒有毒害，故亦可做爲活體表面構造之觀察。

(5)指甲油印模法：觀察氣孔目前最通行的方法爲指甲油印模法，但最大缺點，因指甲油爲一種有機溶劑製成，故不能做爲活體表面構造的觀察，且製出來的片子易生氣泡。

(6)南寶樹脂印模法：此法操作簡單印出來的片子相當均勻且無氣泡，此種樹脂爲水溶性故對細胞無毒害，故用於活體表面觀察最爲理想。

### 4. 一天 24 小時內氣孔開閉的觀察—氣孔鐘（百合）：

環境因子如：光照強度、CO<sub>2</sub> 濃度、溫度、濕度、風、土壤中的水分都可影響氣孔的開閉，由圖 14 的氣孔鐘（stomatal “clock”）可看出一天 24 小時內，氣孔的開閉情形，以上午 8 點氣孔開得最大。

## 四、應 用

南寶樹脂印模法因操作簡單，只要有一瓶南寶樹脂及一架顯微鏡就可觀察動、植物的表面構造，而且因其爲水溶性對細胞沒有毒害，故不會傷害到細胞，所以研究環境因子對活體體表的影響，利用此法最爲理想。下列爲此種新技術對動、植物二方面的應用：

1 動物—昆蟲的複眼（麗蠅及果實蠅）及人類汗孔的分布。

## 2 植物：

- a、水生植物—睡蓮、水蘊草及慈菇。
- b、乾生植物—榕樹、仙人掌(變態莖)。
- e、外果皮—蕃石榴、蓮霧。
- d、變態葉—聖誕紅、九重葛。
- e、花瓣—大理花。

可知昆蟲的複眼為六角形的構造，不同種的昆蟲，其複眼大小也不一樣，且同一隻昆蟲之複眼大小也不一致。每人的手紋不一樣，且汗孔大小及分布頻度亦不同。乾生植物，如：榕樹的葉，因其上表皮具革質故見不到氣孔，但其下表皮氣孔數目相當多；仙人掌的變態莖亦具有氣孔；果實的皮，如：蕃石榴及蓮霧亦具一些密度不一的氣孔。九重葛及聖誕紅那些似花瓣的變態葉及花瓣的表皮均無氣孔的構造。

## 五、結 論

1 本實驗所採用的方法，因操作快速而簡便，且使用器材只須一架顯微鏡及南寶樹脂，就可觀察到各種生物的表面構造，故在中小學及大學生都可加以推廣。

2 本法所採用的南寶樹脂印模法，因樹脂為水溶性，對細胞沒有毒害，故做為動、植物活體表面觀察最為理想，如：昆蟲複眼的觀察利用此法效果相當好。

3 如欲探測各種環境因子，對同一部位的活體表面有無影響，此種對同一部位施以重覆印模，利用此法最好，如：運動、溫度對汗腺的分泌關係及光照強度、濕度、風、溫度、CO<sub>2</sub> 的濃度、土壤中的水分對氣孔開閉的影響，皆可用此法測得。

4 可知本印模法製出來的薄片相當均勻，且無氣泡出現，印出來的細胞與活細胞的構造幾乎一致，但使用指甲油印模易使薄片內生氣泡形成一不連續的表面，且因指甲油之溶劑為有機溶劑，易傷害到細胞，對一些嫩葉的表面觀察，僅能施用一次，故不適用於做活體表面構造的觀察。

5 不同品種的昆蟲其複眼大小不一樣，麗蠅的複眼由大、小不等

的單眼構成，但皆為六角形；果實蠅的複眼要比麗蠅小很多；每人汗孔的分布不一，汗孔的大小亦不一，利用此法亦可看出正在分泌的汗孔。

6. 一天 24 小時內，氣孔開得最大時並非在正午，而是在上午 8 時，夜半以後氣孔幾乎都閉起來。（以百合為例）。

7. 一般植物上、下表面均有氣孔，但以下表面的氣孔分布較密，有些植物如：榕樹、百合、羅漢松、蘇鐵、竹柏等植物之上表面均無氣孔，因其表面具革質。

8. 一般水生植物葉片浮在水面的，幾乎下表面均無氣孔，如：田字草，但睡蓮很特殊下表面亦有氣孔，可能為氣孔的痕跡，而葉片突出水面的植物如：慈菇上、下表面均有氣孔，但如整片葉片浸在水中的植物，如：水蘊草就看不到氣孔了。

9. 花瓣上、下表皮均無氣孔的構造，可能因花瓣細胞不具角質層故水分易於擴散。

10. 慈菇的葉片表面，仙人掌變態莖的表面，在保衛細胞兩側的細胞形狀，與表皮細胞不一樣的即為 Subsidiary cell，可能與氣孔的開閉亦有關係。

11. 由氣孔的觀察實驗，知一般維管束植物，包括蕨類植物、裸子植物、被子植物，其氣孔的周圍是兩個保衛細胞構成，但地錢蘚（非維管束植物），其葉狀體上具有許多小孔，小孔的周圍並無保衛細胞。

#### 六、參考文獻：

1 Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. plant physiol.* 28:355-377.

2 Fahn, A. 1969. *plant Anatomy.* pp. 134-167.

3 Ghose, M. and T. Antony Davis. 1973. Stomato and trichomes in leaves of young and adult plant. *Phytomorphology.* 23: 216-229.

4 Kanfman, P.B., W.C. Bigelow, L.B. Petering and F.B. Drogosz. 1969. Silica in developing epidermal cells of *Avena*

internodes: Electron microprobe analysis. *Science*. 166:1015-1017.

5. Kessel, R.G. and C.Y. Shih. 1974. *Scanning Electron Microscopy in Biology*. Springer-Verlag, New York.

6. Leeson, T.S. and C.R. Leeson, 1974. *Histology*. pp.226-267.

7. Sampson, J. 1961. A method of replication dry or moist surfaces for examination by light microscopy. *Nature*, 191: 932-933.

8. Steward, F.C. 1964, *plant at Work*. pp. 132-136.

9. 王月雲、陳是瑩、童武夫，1981. 植物生理學實驗 pp47-50 大學用書國立台灣師範大學出版組。

10. 潘素美，1977. 如何觀察植物的氣孔，*生物科學* 12 期 49-54 頁。

評語：1 首創利用價廉之材料，供多種生物體表面微細形態之觀察，此新方法比現行之方法簡單，對樣品副作用極微，樣品可以重複使用。

2 展示圖文精簡美觀，作者說明清晰確實。