

# 台灣地區杜鵑花之花卉物候(預報)調查之 科學指標建置的實驗設計

Experimental design of Scientific index establishment for Azalea  
Phenological stages survey (flowering forecast) in Taiwan

林芳聿<sup>1</sup>

林博雄<sup>2</sup>

臺灣大學氣候變遷與永續發展國際學位學程碩士班<sup>1</sup>

臺灣大學大氣科學系<sup>2</sup>



# 前言-植物物候觀測

- 物候(phenology)：氣候與生物週期性事件相互時間影響。
- 長時間物候記錄了解氣候變化規律→藉由物候了解氣候變化對生物的影響。
- 日本「生物季節觀測」以一日為單位進行觀測，植物觀測的項目包含：**發芽**（標本木上約20%的芽已經發芽）、**花初綻**（標本木有數朵的花苞綻放為初綻，各植物種訂定花苞綻放數不同，以櫻花為例，標本木有5~6朵的花苞綻放為初綻）、**花盛開**（標準樹上約80%的花苞已經綻放）。
- 中央氣象局「物候觀測手冊」(民62)，其中所描述植物物候觀測包含：發芽、開花、紅葉、落葉。植物開花的狀況通常不是全部同時盛開，在手冊中定義一般而言依下列兩個開花階段來觀測：(1)「**開花日**」(First Flowering Date)為達開花始期的第一天，即開花數量達10%時，(2)「**盛開日**」(Full Flowering Date)為80%的花開齊時。

# 前言-植物物候觀測

- 「林務局國家森林遊樂區物候監測研究計畫」(民98)中，使用**11種物候期**之變化程度，以**5%**為一級，記錄國家森林遊樂區樹木物候，並輔以人工定點拍攝影像監測。

| 物候期    | 說明   |
|--------|--|
| A 芽膨大期 | 有芽苞的芽，以芽苞鱗片開始分離或是側面有淡綠色出現，若無芽苞之芽，則以頂芽開裂或突出顯現既有之鱗毛等。花芽或葉芽膨大期，並以全株1/3 以上芽膨大時記錄之。 |
| B 芽開放期 | 當芽苞中的芽伸出嫩葉的尖或新生成的苞片已伸長，如為裸芽則以明顯看出綠色葉芽時為準。                                      |
| C 始展葉期 | 當觀測之樣木芽從芽苞或裸芽中發出有一到二片平展時，複葉則以一到二片小葉平展時。  |
| D 展葉期  | 葉片展開至葉完全平展，至休眠芽或落葉期止。  |
| E 開花期  | 由花苞開始膨大或花序抽長至落花期止。   |
| F 落花期  | 花朵開始掉落至花朵完全掉落為止。   |
| G 著果期  | 果實已成型，但未成熟。  |
| H 熟果期  | 如全株樹上有一半以上的果實或種子轉為應具有的成熟顏色時。   |
| I 落果期  | 果實開始掉落至全部掉落為止。   |
| J 落葉期  | 係針對落葉樹種而言，在秋冬時葉開始掉落至葉片完全掉落。  |
| K 葉變色期 | 係針對變葉樹種而言，至秋冬之際，葉片開始變色至葉片完全變色。   |

# 前言-研究目的

- 一般「開花」物候觀測記錄的多為「**開花日**」與「**盛花日**」，然而自花芽形成、休眠、花芽開裂、花芽逐漸膨大生長至開花，仍有許多細微階段的變化，不同階段對於生長環境的需求可能也不同。
- 作物的生長，在物種、植栽大小、氣候等影響下，難以定義其不同的生長量，使用「**標準化圖表**」來描述植物的**生長階段**，將是不同領域間重要溝通工具。
- 尤其物候觀測是需要長期紀錄的累積，單憑一人或短期研究計畫之資料通常難以持續。將不同植物的生長階段量化並建立各階段圖表，**發展出一套有系統、標準化、容易操作的觀測方法將是必要的**。

# 前言-植物生長階段BBCH 編碼系統

(Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, and Chemical industry code scale)

## BBCH code scale主要生長階段編碼(0~9)及描述

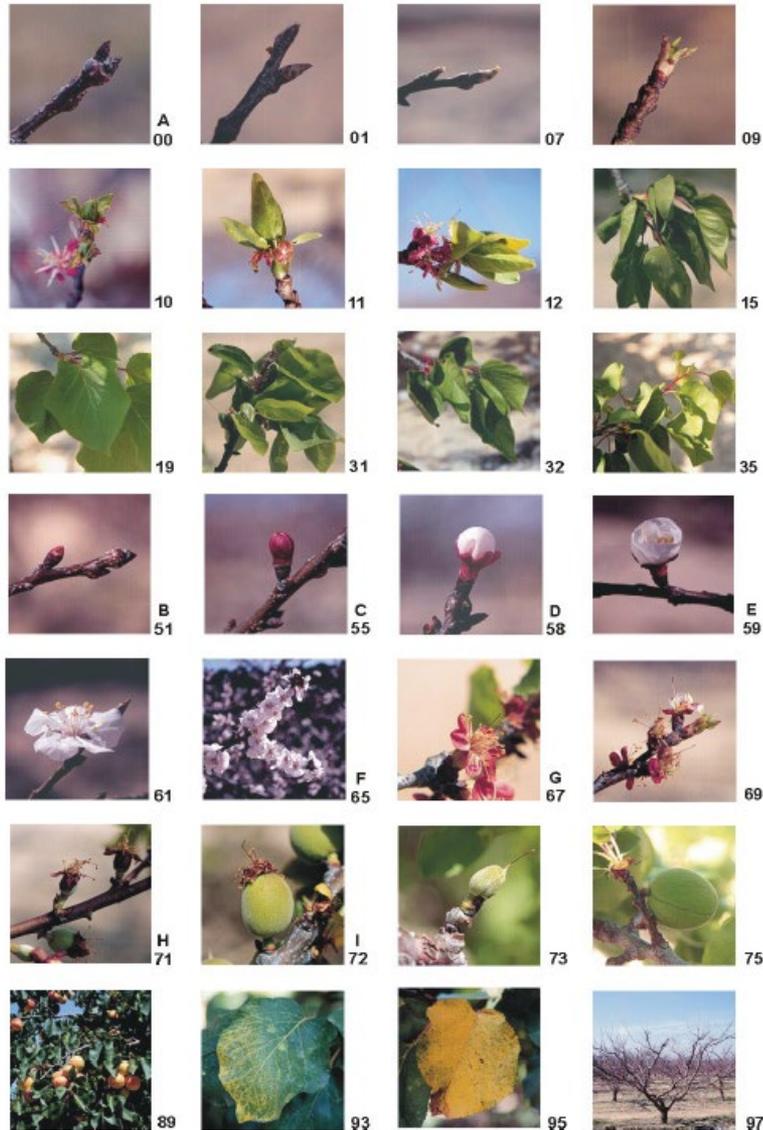
| 主要成長階段 Principal growth stages |   |
|--------------------------------|---|
| 編碼                             | 描述  |
| 0                              | Germination/ sprouting / bud development<br>發芽，芽發育  |
| 1                              | Leaf development (main shoot)<br>葉片發育   |
| 2                              | Formation of side shoots, tillering<br>側枝/分枝的形成   |
| 3                              | Stem elongation or rosette growth, shoot development (main shoot)<br>莖伸長或叢葉基生長，枝條發育           |
| 4                              | Development of harvestable vegetative plant parts/ booting (main shoot)<br>發育可以採收的營養生長植物部位，孕穗 |
| 5                              | Inflorescence emergence (main shoot)/ heading<br>花序出現，開始抽穗                                    |
| 6                              | Flowering (main shoot)<br>開花  |
| 7                              | Development of fruit<br>果實發育  |
| 8                              | Ripening or maturity of fruit and seed<br>果實或種子得成熟  |
| 9                              | Senescence, beginning of dormancy<br>衰老，開始休眠  |

## 主要生長階段6-開花二位數編碼(60~69)及描述

| 主要生長階段6：開花(主要枝條) |   |
|------------------|---|
| 編碼               | 描述  |
| 60               | First flowers open (sporadically)<br>第一朵花開花（零星地）  |
| 61               | Beginning of flowering: 10% of flowers open<br>開始開花：10%的花朵綻放                              |
| 62               | 20% of flowers open<br>20%的花朵綻放   |
| 63               | 30% of flowers open<br>30%的花朵綻放   |
| 64               | 40% of flowers open<br>40%的花朵綻放   |
| 65               | Full flowering: 50% of flowers open, first petals may be fallen<br>盛開：50%的花朵綻放，第一片花瓣可能掉落了 |
| 67               | Flowering finishing: majority of petals fallen or dry<br>開花期尾聲：多數花瓣掉落或乾燥                  |
| 69               | End of flowering: fruit set visible<br>開花期結束：可見結實的果實                                      |

(Schwartz, 2013)

# 前言-植物生長階段BBCH 編碼系統



國際上許多高經濟價值之果樹已有較多的開花機制與生長階段之研究，例如 Pérez-Pastor et al. (2004)於杏樹之物候研究，以二位數字編碼的BBCH Scale及英文字母的Baggiolini codes對於不同生長階段定義。

(Pérez-Pastor et al. , 2004)

# 研究方法-試驗材料

## 1. 試驗樣本植栽：

「平戶杜鵑」為杜鵑花科，杜鵑花屬之常綠灌木。

- 平戶杜鵑起源於日本九州長崎縣平戶地區，1925年由山本信義氏引進台灣。
- 平戶杜鵑因為**適應性強**，生長強健迅速，葉大型而面被細毛，**花期為每年3~4月**，花朵碩大繁盛(花徑6-15公分)，因此成為都市綠化應用最多最為人知的杜鵑。



相同栽培條件下培育之平戶杜鵑盆栽，挑選9盆花芽生長狀況相似、整體植栽狀況健康之盆栽。

植栽大小：15吋盆，植栽寬度 $W=100\sim130\text{cm}$ ，高度 $H=60\sim80\text{cm}$ 。

於三個試驗地點各擺放三盆。

# 研究方法-試驗地點



| # | 地點                        | 說明                          |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | 臺灣大學校園<br>大氣系觀測坪<br>(台北市) | 臺北盆地內<br>市區                 |
| 2 | 金山萬里區交界<br>杜鵑花苗圃<br>(新北市) | 臺北盆地以外<br>大屯山北側<br>(海拔50公尺) |
| 3 | 臺灣大學梅峰農場<br>(南投縣)         | 高海拔山區<br>(海拔2100公尺)         |



# 杜鵑花花芽形成

杜鵑花芽大多由**頂芽**轉變而來，頂端分生組織及將轉變成花芽時，會先變高再變寬，並由葉片形成苞片或鱗片。花芽內約有**2~4朵**的花。

影響花芽形成的因子：

1. 內在因子：枝條成熟度、植株營養狀態
2. 環境因子：光週、溫度、光質
3. 外在因子：生長調節劑及矮化劑施用、修剪與摘心等。



# 研究方法-氣象資料收集

於植栽種植位置旁架設簡易氣象資料收集器(HOBO)記錄參數：

- 1) 溫度
- 2) 相對濕度
- 3) 土壤含水量
- 4) 土壤溫度
- 5) 太陽輻射強度

每30分鐘記錄一筆資料。



# 研究方法-植栽生長紀錄

- 自2020年9月15日起設置。
- 每二週量測記錄植栽生長狀況及花芽生長狀況：花芽生長階段、花芽大小、花芽數量、葉片大小等。
- 接近開花期間，則調整增加記錄頻度。
- 每次記錄輔以定點人工影像記錄：全株植栽、已標記之觀測花芽。



# 研究方法-植栽生長紀錄



M2 南



M2 東



M2 西



M2 北

# 預期成果

## (一) 不同地區開花時間及整齊度之差異

- 在不同地區因氣候條件之不同，而將影響杜鵑花開花的時間，過去觀察經驗北台灣地區平戶杜鵑在金山地區最早開花，而後才是台北市市區，本試驗亦選擇一高海拔山區地點（梅峰農場），預計分析**不同地區開花時間先後差異及其氣候條件的不同**，進一步了解影響杜鵑花開花的機制。
- 此外，我們假設梅峰農場日夜溫差較大的情形，可增加杜鵑花開花之**整齊度**，使所有花芽在較相近的時間開花。

## (二) 平戶杜鵑生長階段(growth stages)之建立

- 期望透過本試驗之植物生長觀測方法經驗，建立平戶杜鵑之**生長階段標準圖表**，提供未來物候觀測方法之參考。

# 綜合討論

- 未來若希望進行開花預測，除了有長期的物候及氣象記錄資料，也需要深入了解不同植栽之花芽形成與開花機制來建立預測模式。
- 然而，現況台灣要取得長期、穩定、標準化的物候觀測資料卻不容易，故本研究以台灣杜鵑花花卉物候調查為基礎，建置花卉物候觀測之科學指標，期望將來有足夠經驗之累積，提供未來中央氣象局「物候觀測手冊」更新修訂之參考，建構屬於台灣本土使用與國際接軌的物候觀測標準作業流程與「物候觀測資料庫」提供開花預報模式建立之重要依循。

謝謝聆聽

# 參考文獻

1. 宋馥華(1996)。平戶杜鵑開花習性與花芽發育研究(碩士論文)。國立臺灣大學，台北市。
2. 京都地方气象台防災業務課.(2013). 生物季節觀測について. 【特集】統計京都, 3-6.
3. 曾文柄 (民62) 。物候觀測手冊。臺北市：中央氣象局。
4. 國立台灣大學森林環境暨資源學系(民98)。林務局國家森林遊樂區物候監測研究計畫。林務局委託之期末報告，未出版。
5. 謝東佑，邱祈榮 (2013) 。植物物候在氣候變遷之研究與展望。中華林學季刊，46(3)，391-410。
6. Hack, H., Bleiholder, H., Buhr, L., Meier, U., Schnock-Fricke, U., Weber, E., & Witzemberger, A. (1992). Einheitliche codierung der phänologischen entwicklungsstadien mono-und dikotyler pflanzen—erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, 44(12), 265-270.
7. Pérez-Pastor, Alejandro & Ruiz-Sánchez, M.C. & Domingo, Rafael & Torrecillas, Arturo. (2004). Growth and phenological stages of Búlida apricot trees in South-East Spain. *Agronomie*. **24**. 93-100. 10.1051/agro:2004004.
8. Schwartz, M.D. (2003). **PHENOLOGY: An Integrative Environmental Science**. The Netherlands: Kluwer Academic.