

國立東華大學

校園環境中心通訊

第45期

Newsletter of **C**ampus **C**enter for the **E**nvironment



開花時機及開花同步性對
綬草結果率之影響

目錄

封面：綬草（劉家瑞 攝）

封底：綬草（郭小君 攝）

• 環境議題 01

開花時機及開花同步性對綬草結果率之影響 程湘芸

• 中心活動預告 09

五月服務學習預告

• 環境議題徵稿 10

總編輯：楊懿如

執行編輯：李莉莉

美術編輯：林樺廷

編輯委員：林祥偉、許育誠、張世杰、張成華、陳毓昀、蘇銘千、黃國靖

出版：國立東華大學環境學院校園環境中心

地址：花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段1號環境學院 B104

電話：03-8633335

網址：<http://www.cce.ndhu.edu.tw/bin/home.php>

出版日期：2017年5月4日

環境議題

開花時機及開花同步性對綬草結果率之影響

文、圖/程湘芸 自然資源與環境學系 四年級

指導老師：陳毓昀副教授

前言：

開花和種子生產是開花植物為了維持族群及佔領新領域的重要手段。在這個有性繁殖過程中，陸地上的植物需要克服許多難關，才能讓花粉抵達另一朵花的柱頭，使花朵受精而長成果實。

對利用昆蟲來傳播花粉的蟲媒植物來說，何時開花尤其重要。開花時機如果不能與昆蟲活動時間與特性相符，可能會影響植物間的花粉交流及授粉率，並影響結果率。有些研究指出，較冷的天氣可能使授粉者活動力降低而影響授粉率，因此，春天裡較早開花的植株所生產的種子較少(Schemske, 1977)。此外，前人的研究指出許多個體同時開花，不但能增加授粉者的拜訪率，也有助於植株間的花粉交流進而提高結果率(De Jong et al., 1991)。如果溫度及一個地區的開花數量確實會影響昆蟲的拜訪率，我們可以預期，當植物族群的開花時間越晚，且開花同步性增加時，結果率會隨之提高。本研究選擇東亞地區常見的地生蘭，綬草(*Spiranthes sinensis*)，作為研究材料以了解開花時機與同步性如何影響植物族群的著果率。我們將透過綬草來瞭解開花同步性是否為植物個體結果率之限制，並檢驗綬草結果率與開花時間之關係。

綬草為多年生宿根草本植物，常於二至五月開花，她的花序為穗狀花序，開花時由花軸基部逐漸向上開放，此特性使研究人員容易計算每日開放之花朵數。蘭科植物有高度特化的花朵，大多是由專一或少數昆蟲來幫忙授粉。前人研究指出日本的綬草(*Spiranthes sinensis*)之傳粉者為切葉蜂(Iwata et al., 2012)，然目前台灣尚無研究或觀察可確認本地之綬草傳粉者為何。

環境議題

材料與方法：

資料收集

本研究在東華大學東湖的湖畔草地選擇綬草密集度較高的區域進行調查(圖1a)。我們將選定的區域劃分為4個10m*10m樣方，每塊樣方中又劃設25個2m*2m的小樣方，以便追蹤每一株綬草開花及結果的情形。

本研究於2016年3月4日至2016年5月13日期間進行，追蹤前，我們將每株綬草予以編號，若一株綬草具有多個花序，則以色環進行區別(圖1b)。追蹤期間我們每隔三至五日即記錄各個花序在每次調查時的總開花數，包含每一花軸基部以上所有已開花之數目。當花軸上所有花朵開放完或花序頂芽呈現枯萎、不再開花時，我們觀察花朵子房是否較授粉前膨大，並予以計數作為總結果數(圖1c)。

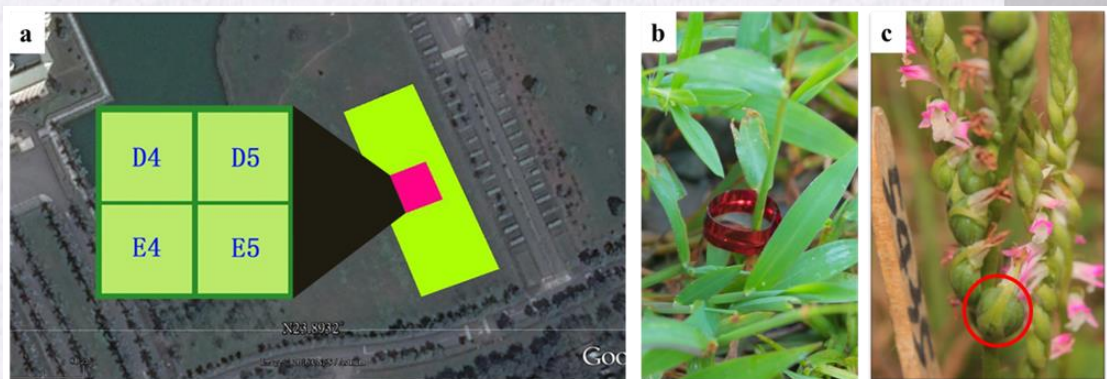


圖1 樣區及研究物種。

a. 綠色長方形為綬草主要分布區，D4、E4、D5、E5為本研究選定之調查區域，b. 標定花序之色環，c. 綬草的果實。

環境議題

分析方法

由於我們採取的綬草樣本數很多，無法於一天內完成所有調查，因此我利用調查期間的開花數變化來推算開花速率，並以此回推每一花序的初開花日。進行開花速率推算時，我先進行每個花序之花朵數與調查時間的線性迴歸分析(圖2)，如果迴歸關係不夠清楚 (adjusted R^2 值小於0.8)，該花序資料不納入分析。將每個花序線性迴歸所得之參數(截距與斜率)代入線性公式，就可以回推該花序之初開花日 (花朵數為1的日期)。我將末開花日定義為花朵數最多之調查日 (圖2)，如此即可求得該花序的花期長度 (亦即開花天數：末開花日減去初開花日)。

為了解花序之間的開花同步性，我以Augspurger(1983)的公式計算開花同步性指數：

$$X_i = [1/(n - 1)](1/f_i) \sum e_{i \neq j}$$

這個公式可以算出某一個我們關注的目標 X_i (花序) 與族群內其他花序的同步程度。公式中的 $e_{j \neq i}$ 為第 i 個花序與 j 個花序同時開花的天數(圖3)， f_i 為第 i 個花序 (目標花序) 開花總日數， n 為調查族群的總個體數。

最後，我將結果率計算公式定義為每一綬草花序果實數除以該花序之總花數。

環境議題

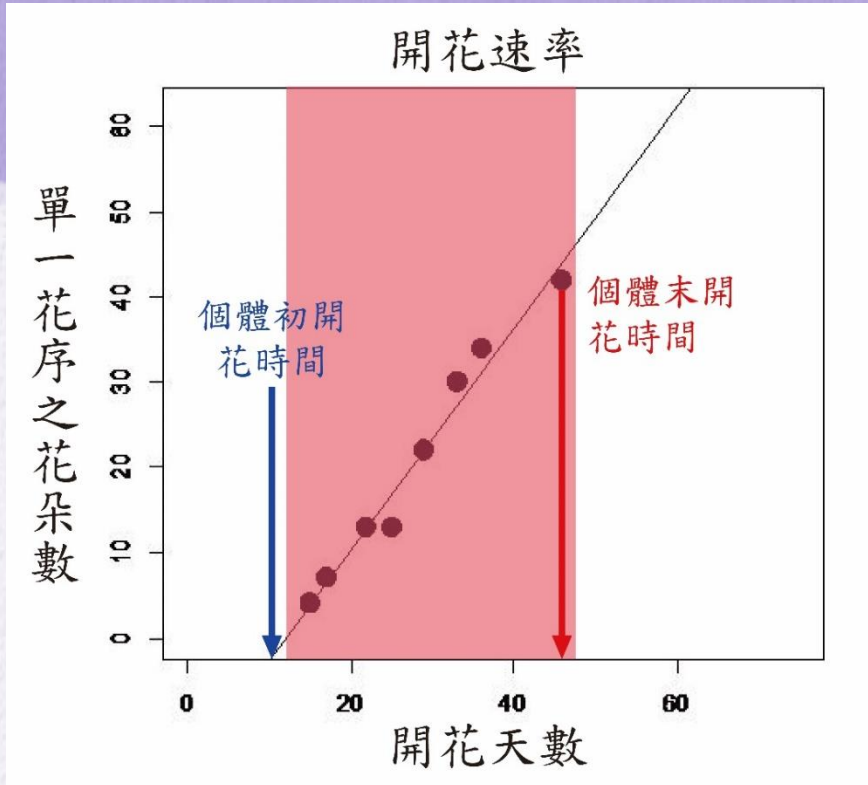


圖2 綬草開花速率迴歸分析。

藍色箭頭表示該花序之初開花日，紅色箭頭表示該花序之末開花日。

	花期	重疊天數計算
目標個體	TF $\longleftrightarrow$ TL	
開花天數未重疊之個體	$\longleftrightarrow$ $\longleftrightarrow$	以零天計算
開花天數重疊之個體	OF $\longleftrightarrow$ OL	TL - TF
	OF $\longleftrightarrow$ OL	OL - OF
	OF $\longleftrightarrow$ OL	OL - TF
	OF $\longleftrightarrow$ OL	TL - OF

圖3 兩花序開花重疊天數計算。

圖中TF表示目標個體之初開花日，TL則表目標個體之末開花日，OF為其他個體之初開花日，OL則為其他個體之末開花日。

環境議題

結果

本研究共調查2018個綬草花序，剔除花序遭感染或蟲咬等不適合分析之樣本後，保留1057個花序之資料作為分析使用。由初開花日估算結果推論，此族群中最早開花的個體始於2016年2月5日開花，最晚於2016年4月26日開始開花，2016年3月20日則為綬草族群開花之高峰期。綬草花期長度平均為26.33天(標準偏差=10.12)，同步指數平均為0.604(標準偏差=0.122)，平均花數為27.6朵(標準偏差=11.92)。平均結果數11.27顆(標準偏差=9.670)，平均結果率為35.21%(標準偏差=24.23)(表1)。

表1 綬草族群開花結果概況。

花序	平均±標準差	最大/最小值	樣本數
花期	26.33±10.12	7-59	1057
開花同步性	0.604±0.122	0.03-0.81	1057
總開花數	27.60±11.92	2-62	1057
結果數	11.27±9.670	0-44	768
結果率	35.21±24.23	0-100%	768

個體結果率與開花同步性之線性迴歸顯示兩者間並無顯著相關(圖4)($F=3.779$ ， $df=766$ ， $p=0.05227$ ，adjusted $R^2=0.00361$)。個體結果率與初開花日呈顯著負相關(圖5)，早開花的個體有較高的結果率，越晚開花者則反之($F=205.1$ ， $df=766$ ， $p<2.2e-16$ ，adjusted $R^2=0.2102$)，然而開花時間對結果率只有21%的解釋力，我推論仍有其他因子影響綬草的結實率。

環境議題

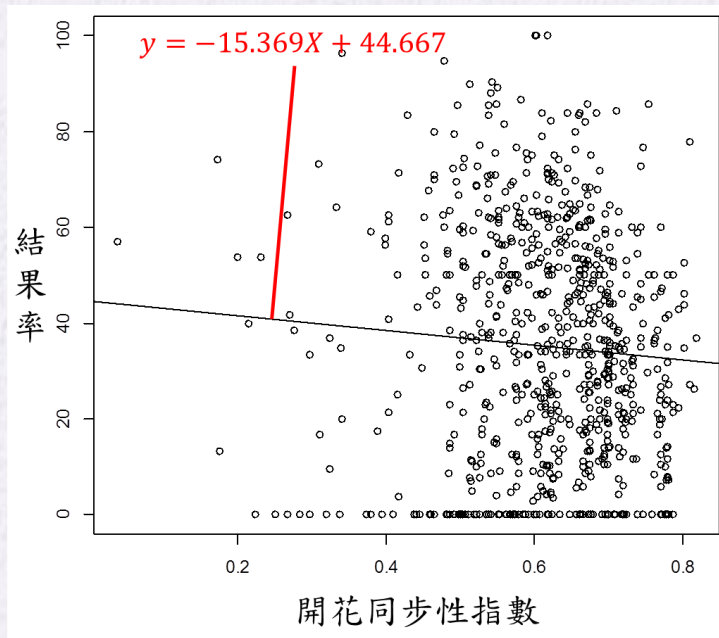


圖4 個體結果率與開花同步性之線性迴歸。

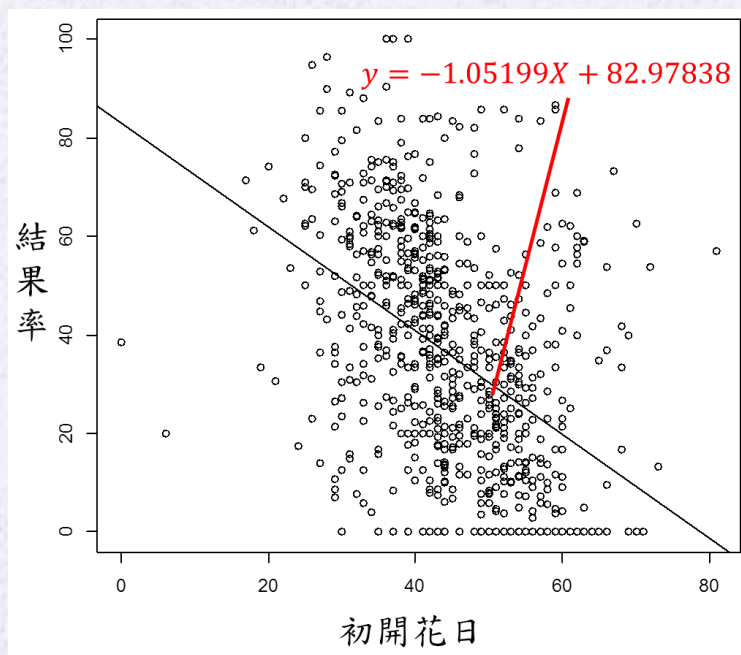


圖5 個體結果率與初開花日之線性迴歸。

環境議題

討論

東華校園內的綬草族群之結果率與開花同步性無顯著相關，可能意味著此族群不受傳粉者資源的限制，例如該季節同時開花的物種較少，或是此物種無須透過昆蟲授粉或可行自花授粉等原因。結果率與初開花日呈顯著負相關，與前人預測低溫影響傳粉者活動力相反(Schemske, 1977)。在調查期間月均溫為 $17.8^{\circ}\text{C} \sim 26.5^{\circ}\text{C}$ (中央氣象局)，氣溫已是相當溫暖，並非限制昆蟲活動力之因素，本研究中觀察到的綬草結果率與開花時間的趨勢似乎無法由傳粉者活動力解釋，我研判可能肇因於傳粉昆蟲特性與溫帶不同，或其他因子所致。

然目前我們仍不能確定綬草的傳粉者為何，無法推論結果率變化的成因。為了能進一步判斷主要影響綬草族群開花結果之因子為何，下一步的工作應逕行瞭解綬草的授粉機制。此外，根據前人的研究，百脈根(*Lotus corniculatus*)較早開花的植株較大且花期較長，其結果率也較高(Ollerton, 1998)，在綬草族群中出現類似的趨勢，因此我們推測個別植株資源的差異可能影響綬草結果率。

參考文獻：

- Augspurger, C. K. (1983) Phenology, flowering synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica*, 15: 257–267.
- De Jong, T. J. and P. G. L. Klinkhamer (1991) Early Flowering in *Cynoglossum officinale* L. Constraint or Adaptation? *Functional Ecology*, 5(6): 750-756.
- Iwata, I. et al.(2012) Inflorescence architecture affects pollinator behaviour and mating success in *Spiranthes sinensis* (Orchidaceae). *New Phytologist*, 93: 196–203.
- Ollerton, J. and A. Lack (1998) Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in shape *Lotus corniculatus* (Fabaceae). *Plant Ecology*, 139: 35-47.
- Schemske D. W. (1977) Flowering Phenology and Seed Set in *Claytonia virginica* (Portulacaceae). *Torrey Botanical Society*, 104(3):254-263.

環境議題

致謝

感謝楊佩縝、張哲毓、胡羽昕給予我專題上的建議。以及鄭郁柔、顏秀如、陳宥均、吳昌頤、鍾旻、賴敬文、陳武玄、朱以聖、林妤芬、蔡孟均、劉于達、陳嘉育、陳品樺、黃琪安不畏日曬地前來調查綬草，以幫助我完成此次的專題研究，在此致上我的謝意。

中心五月份活動預告

- 兩棲爬蟲類夜間觀察：

時間：民國106年5月15日（週一）晚上 7:00 - 9:00

地點：晚上7:00 於環境學院B158

所需裝備：請自備手電筒，建議穿著長褲雨鞋。

- 沙氏變色蜥移除：

時間：民國106年5月10日（週三）7:00-9:00

地點：舊K書中心旁邊的停車場

服裝要求：請穿著雨鞋或慢跑鞋。

環境議題徵稿

我有話要說 - 中心通訊環境議題投稿專欄

每月出刊之中心通訊增闢環境議題投稿專欄，讓您說說與環境相關的故事或經驗。無論是知識傳閱、環境議題評議、述說所見所聞，或野望、綠色影展或攝影作品賞析，亦或小品自然書寫、自然地圖等皆非常歡迎。

稿件刊登交由校園環境中心老師們審議後決定，並將視情況修改來稿。請勿一稿多投。投稿作品一經刊登，視同授權本中心於註明姓名、來源狀況下於非營利使用，版權屬校園環境中心所有。

投稿方式：

1. 線上系統投稿。

投稿網址：<http://www.cce.ndhu.edu.tw/bin/home.php> 通訊徵稿

2. 稿件若為文字檔，請以word檔寄送，以便修改。若圖文併陳，請提供原始圖片檔(格式：.jpg)予本中心。

校園環境中心敬邀

