

金狗毛蕨之成熟度指標

Indicators of the Maturity of *Cibotium barometz* (L.) J. Sm. (Dicksoniaceae, Pteridophyta)

李沛軒 ¹Pei-Hsuan Lee

林業試驗所太麻里研究中心

張藝翰 ²Yi-Han Chang

林業試驗所植物園組

黃曜謀 ^{*3}Yao-Moan Huang

林業試驗所育林組

¹Taimali Research Center, Taiwan Forestry Research Institute

²Division of Botanical Garden, Taiwan Forestry Research Institute

³Division of Silviculture, Taiwan Forestry Research Institute

(Received, August 17, 2010; Revised, October 20, 2010; Accepted, November 10, 2010)

摘要：金狗毛蕨為台灣大形稀有之原生蕨類，本研究比較不同的形態介量，評估對植株成熟度與孕性葉預測之指標性。就植株成熟度而言，由於成熟植株之莖幹顯著地大於未成熟植株之莖幹直徑，且兩者重疊度低，對於植株成熟度的指標比其它形態介量，如：葉片數、葉長、葉身長、葉身寬、葉形(葉身長/葉身寬)，更具預測性。從葉形介量(葉身長/葉身寬)可測知成熟植株之葉子較為長橢圓及/或狹長狀。儘管葉長、葉身長或葉身寬等形態介量，在非孕性葉與孕性葉之間達到極顯著差異，然而具有高度重疊度，並不適合作為預測葉片孕性之指標。

關鍵詞：金狗毛蕨、蚌殼蕨科、蕨類植物、孕性、成熟度

Abstract: *Cibotium barometz* is a large, rare fern native to Taiwan. This study evaluated the appropriate indicators of plant maturity and frond fertility by various morphological parameters.

*Corresponding author



The caudex diameter is a better parameter to express the plant mature stage than other parameters, such as frond number, frond length, blade length, blade width, and frond shape (blade length/ blade width) based on its significant difference and lower overlap degree between mature and immature plants. The leaf shape, which was measured by “blade length/ blade width”, was more oblong and/or slender when the plant matured. Despite frond morphological parameters, such as frond length, blade length, and blade width were significantly different between the fertile and sterile fronds. They could not represent appropriate indicators to evaluate the leaf fertility due to their high degree of overlapping.

Keywords: *Cibotium barometz*, Dicksoniaceae, Fern, Fertility, Maturity

壹、前 言

植物成熟並產生繁殖體，除了關係到植株個體是否能透過有性生殖將基因傳遞下去，對族群的建立及更新也扮演著關鍵因子¹⁻²。許多研究顯示植物的孕性表現受到外在環境因子及植物的內在生理因子所調控，環境因子包括：光照強度、光週期、氣溫、降雨量、濕度及土壤礦物元素^{3,4}；內在生理因子則包括植物形態、養分及年齡⁵⁻¹⁰。雖然大多數的植物孕性研究主要針對開花植物為研究對象，但近年來蕨類植物孕性的研究日益受到重視^{8,11-18}。

通常，當蕨類生長達到某一年齡時，植株便進入成熟階段，產生具有孢子的孕性葉，Sato¹⁰曾利用葉脈增加數量推估布朗耳蕨(*Polystichum braunii*)、三叉耳蕨(*P. tripterum*)及粗莖鱗毛蕨(*Dryopteris crassirhizoma*)等三種蕨類植株成熟最小年齡(>1%孕性比例)分別為5.8、11.0及7.9年¹⁰；Mehltreter and Gaña -Franco¹⁹利用莖幹高度生長量推估墨西哥地區大型樹蕨*Alsophila firma*達到孕性階段至少需要12年。然而，多數蕨類無法由其外觀形態判斷其植株年齡，所幸，許多蕨類植物已被證實其成熟度與植株大小具有高度相關^{8,14,17-18,20}。

除了大型的樹蕨類以外，絕大多數的蕨類並無明顯的莖幹，判斷蕨類植株大小時，主要是以葉片的長度來表示，此一形態特徵也是最常被應用評估植株成熟度的指標¹³；Odland¹⁴更進一步指出*Thelypteris limbosperma*及*Athyrium distentifolium*葉片長度不僅與能否生產孢子有關，且葉片越大，孢子囊數也相對越多。Mehltreter and Palacios-Rios²¹發現*Acrostichum danaeifolium* 植株成熟度除了與葉片長度有關之外，葉片數亦為重要指標。著生性山蘇花類蕨類之叢徑被認為是適當的植株成熟度指標^{8,17}。Sato¹⁰曾證實用葉脈數的多寡來預測山地鱗毛蕨(*Dryopteris moniticola*)，東京鱗毛蕨(*D. tokyoensis*)及*D. kominatoensis*之葉片孕性最為適當；葉脈數亦適用於*Pteris mutilata*、三叉耳蕨(*Polystichum tripterum*)葉片孕性的預測²。至於，具有明顯莖幹的樹蕨類植物，植株高度曾被應用為成熟度指標特徵¹⁸。

金狗毛蕨(*Cibotium barometz* (L.) J. Sm.)廣布於中國南部、日本、越南、緬甸、泰國、印度、印尼及台灣²²⁻²³。金毛狗是民間常用的中草藥，全株具有除風濕、利關節、治腰酸背痛、白帶、尿頻等功效，此外，其莖幹匍匐狀，先端及葉柄基部密被之金黃色絨毛，具有止血效果²⁴；植株優美深具園藝及觀賞價值。金毛狗蕨的世界地理分布雖廣，然而在中國及東南亞



國家不斷採挖情況之下，野外族群數量已日漸減少；本種於 1999 年被中國官方列入國家二級保護野生植物，並立法加以保護。在台灣，根據標本紀錄，金狗毛蕨分布在南投蓮華池及日月潭一帶山區溪谷，數量稀少²²。針對此一稀有蕨類，Huang *et al.*²⁵ 曾利用孢子培養，觀察其配子體及幼孢子體形態發育，確認可透過人工培養方式進行繁殖；然而，對於野外族群的生態方面的觀察，如植株成熟度及葉片孕性的研究仍有所欠缺，無法預測植株成熟度或孕性葉發育情形，使得收集孢子往往是徒勞無功。因此，本研究將分析莖幹直徑、葉片長度、葉片寬度、葉片數與植株成熟度之相關性，建構適當的植株成熟度評估介量，提升孢子收集效率。

貳、材料與方法

本研究地區位於南投縣魚池鄉林業試驗所蓮華池研究中心二號量水堰溪溝兩旁邊坡 10m 範圍內(23°54' 40"N, 120°52' 51"E, alt. 700-720m)，樣區長度約 100m，植群屬於亞熱帶低海拔常綠闊葉林，以樟科、殼斗科及茜草科植物最具優勢²⁶。根據 2001 至 2006 年林業試驗所測候站的氣候資料，每年以 1 月份溫度最低(14.6°C 度)，而以 7 月份溫度最高(24.4°C)；年降雨量皆在 1400mm 以上，4-9 月常受颱風夾帶大量雨水影響，月平均降雨量超逾 100mm 以上，為主要豐水期，如以平均月均溫(°C)×2=月平均蒸發量(mm)推估²⁷，降雨量遠遠超過水分蒸發量，即使到了降水量最低的月份(12 月)，平均降雨量(31.9mm)亦略較水分蒸發量多，顯示本地區沒有明顯的乾旱期。

作者們先前在研究區內觀察發現，樣區內之金狗毛蕨成熟植株之孢子葉在 4 月份有 95% 的孕性葉已達全展階段，因此，本研究於 2006 年 4 月選取 28 株進行調查。每株分別測量六項介量：(1)莖幹直徑(距離頂芽 10cm 處莖幹周長除以 3.14)；(2)植株葉片數(一株中已展開的葉片數量)；(3)葉寬度(葉子最寬之處)；(4)葉柄長度(最基部羽片至葉柄基部)；(5)葉身長度(葉子頂端至最基部羽片)；(6)葉長(葉柄長度+葉身長度)。每一植株測量完整且最長的孕性葉與非孕性葉各 3 片，未達 3 片者全部測量。成熟植株與未成熟植株則以 Agurajuja²⁸ 之定義作依據，將不具孕性葉的植株定義為未成熟植株。本文所指的孕性葉表示具有孢子囊群的葉子，非孕性葉表示不具有孢子囊群的葉子。為避免外力傷害所造成的不正常發育，本研究對於受損的葉子加以摒除不列入調查範圍。本文使用套裝軟體 Excel for Windows 進行數據分析(相關係數(r)、平均值顯著性測驗(t-test))與繪圖。

參、結 果

一、成熟植株與未成熟植株

在所調查的 28 株金狗毛蕨中，分別有 16 及 12 株未成熟及成熟植株，各項介量數據列於表 1 中。金狗毛蕨未成熟植株與成熟植株之平均莖幹直徑分別為 6.2±2.1cm 及 9.8±1.5cm，兩者之間達極顯著差異(t-test, $p < 0.01$)，莖幹直徑小於 8cm 者均為未成熟植株，大於 11cm 者全為成熟植株，介於 8-11cm 之間則同時存在未成熟及成熟植株(圖 1)，視為「植株成熟過渡期」⁸，佔



全部所測量莖幹直徑範圍(從最小值3cm至最大值13cm，範圍等於最大值減掉最小值=10cm)的0.30(植株成熟過渡期直徑範圍/全部所測量莖幹直徑範圍 = 3/10 = 0.30)，即Tsuyuzaki²所定義的重疊度(overlap degree)，未成熟及成熟植株莖幹直徑重疊度居所有介量之最低值。

未成熟植株之葉片數2-7片，成熟植株2-13片，當植株葉片數超過7片者均為成熟者，低於7片為植株成熟過渡期，重疊度0.45，雖成熟植株平均葉片數仍大於未成熟植株平均葉片數，但未達顯著差異(5.3±3.1 vs. 4.1±1.6, $p>0.05$)。

未成熟與成熟植株之葉長分別為54-408cm及103-425cm，重疊度0.82，是所有量測介量中重疊度最大者，然而未成熟與成熟植株之葉長平均值分別為170.0±80.0cm與267.4±65.4cm，達極顯著差異(t-test, $p<0.01$)。

未成熟與成熟植株之平均葉身長分別為86.0±35.7cm與146.5±43.4cm，達極顯著差異，植株葉身長小於68cm者均為未成熟植株，大於205cm者均為成熟者，重疊度0.64。

未成熟與成熟植株之葉身寬分別為73.4±26.3cm與114.1±23.6cm，達極顯著差異；植株葉身寬小於70cm者均為未成熟植株，大於130cm者均為成熟者，重疊度0.39。

未成熟與成熟植株之葉身長/寬分別為1.17±0.20與1.26±0.20，達極顯著差異；葉身長/寬小於0.91者均為未成熟植株，大於1.65者均為成熟者，重疊度0.74。

孕性葉片數佔全部葉片數的比例表示該植株的孕性葉比例⁸，檢視植株形態介量與植株孕性葉比例之關係。直線迴歸分析顯示植株孕性葉比例與莖幹直徑、植株葉片數、葉長、葉身長、葉寬及葉身長/葉寬之相關係數分別為0.68 (圖2)、0.44、0.37、0.34與0.23；顯示除了植株孕性葉比例與莖幹直徑具有中度正相關之外，其餘的介量與孕性葉比例皆為弱度正相關²⁹。

二、孕性葉與非孕性葉

調查之28棵植株共計有81片已開展之完整葉子的結果，各項介量數據列於表2中。其中包括64片非孕性葉及17片孕性葉，非孕性葉之葉長、葉身長及葉寬均小於孕性葉，且達極顯著差異。葉長小於180cm者均為非孕性葉，葉長大於408cm者全為孕性葉，葉長介於180-408cm之間則同時有非孕性葉及孕性葉，視為「葉片孕性過渡期」，重疊度0.62，較其它兩種葉子大小介量(葉身長、葉寬)之重疊度略高。非孕性葉及孕性葉之平均葉身長分別為105.1±43.9cm及163.5±45.1cm，重疊度0.58。非孕性葉及孕性葉之平均葉寬分別為88.1±30.6cm及124.4±24.8cm，重疊度0.56。非孕性葉之葉身長/葉寬數值略低於孕性葉(1.19±0.23 vs. 1.31±0.22)，未達極顯著差異。

肆、討 論

蕨類成熟植株產生孕性葉子可能具季節性或無明顯的季節性；比如台灣山蘇花(*Asplenium nidus*)與山蘇花(*Asplenium antiquum*)植株達到成熟階段時，不論任何季節，生長出之葉子均為孕性^{8,17}；然而，相對於大多數蕨類而言，成熟植株主要集中在特定的季節才產生孕性葉，對位處亞熱帶四季變化不甚顯著的台灣蕨類亦是如此^{12,30-32}。根據作者們的調查結果



顯示金狗毛蕨的孕性葉的壽命至少超過一年，且孢子成熟發散後，蚌殼狀孢膜仍存在於葉片上，因此全年無論哪時候調查本種植物，皆可知道植株是否達到成熟階段(未發表資料)。

評估蕨類植株成熟度，一般僅主觀的選取單一形態介量來加以分析，例如：Tsai¹⁷觀察到山蘇花植株叢徑22cm為一植株成熟關鍵點，當植株叢徑小於22cm，不生產孕性葉，超過此一數值，即可生產孕性葉；Ying and Huang¹⁸則採樹高來做為判斷筆筒樹(*Sphaeropteris lepifera*)的孕性，發現幹高1.75m為一植株生殖能力關鍵點；Nagano and Suzuki³³指出，當幹高超過0.5m時台灣紗羅(*Cyathea spinulosa*)植株方具生殖能力；在墨西哥的大型樹蕨*Alsophila firma*最小的孕性植株高度則為1.38m¹⁹。

為避免因主觀選取單一形態介量所造成的取樣誤差，因此，從許多介量中篩選一個最適的一個來評估植株成熟度，將更為合理。Huang *et al.*⁸曾採用5種形態介量進行台灣山蘇花成熟度調查，發現在叢徑、植株寬、植株葉片數、平均葉長及平均葉寬等介量中，未成熟植株形態介量平均值小於成熟植株，且達極顯著差異，但未成熟植株與成熟植株在這五種介量均存在植株成熟過渡期。本研究用於表示金狗毛蕨植株大小的5種介量(莖幹直徑、植株葉片數、葉長、葉身長、葉寬)，均呈現未成熟植株平均值小於成熟植株的現象，除了植株葉片數以外，其餘皆達極顯著差異。至於表現葉身輪廓的葉身長/葉身寬度比值，成熟植株平均值極顯著大於未成熟植株，意謂著成熟植株的葉子較為狹長，而未成熟植株的葉子較為寬闊，同樣地，所有的測量介量均存在著不同程度的植株成熟過渡期。

Tsuyuzaki²首先利用孕性葉與非孕性葉在各種形態介量之重疊度來加以評估最佳指標者，重疊度從0至1，重疊度越接近0表示孕性葉與非孕性葉形態差異越大，反之，重疊度越接近1表示孕性葉與非孕性葉形態越為相似不易區別。本研究結果顯示以莖幹直徑為介量所計算之重疊率最低，顯示在所有的介量中，莖幹直徑做為判斷金狗毛蕨植株成熟度最佳選擇，其它依重疊率由低而高依序排列，分別為葉寬、植株葉片數、葉身長、葉身長/葉寬、葉長；但因未成熟與成熟植株之葉片數未達顯著差異，反而較葉身長、葉身長/葉寬、葉長等3項形態介量更不適合充當分辨植株成熟度的形態介量。這與台灣高山地區絨假紫萁(*Osmunda claytoniana*)的發育情形有所不同，絨假紫萁成熟植株較未成熟株具有更多的葉片且達顯著差異¹²(5.9 ± 2.0 vs 2.7 ± 0.9 , $p < 0.01$)。

本研究中金狗毛蕨之孕性葉比例範圍從0.00 至0.67，比例愈高代表單一植株中孕性葉片出現頻率愈高，孕性葉比例與6種形態介量之間均呈正相關，換言之，隨植株長大孕性葉比例會隨之增加。直線迴歸分析顯示，形態介量中以莖幹直徑與植株孕性葉比例之相關係數值最高($r = 0.68$)，推測莖幹為金狗毛蕨生物量所佔比例最高，亦是養分主要儲存之處，莖幹越大者，可提供越多的孕性葉生長。Huang *et al.*⁸證實台灣山蘇花植株孕性葉比例與叢徑大小、植株寬度、葉片數、葉寬度及葉長度均呈極顯著相關，其中以叢徑大小為介量之迴歸式預測值與觀測值相關係數最高，同理推測台灣山蘇花叢徑大小與儲存養分多寡呈正相關，間接影響到孕性葉的生長；山蘇花亦有類似的現象¹⁷。

蕨類孕性葉(孢子葉)與非孕性葉(營養葉)之形態可能是極為相似(單型葉)或具有顯著差異(兩型葉)；具兩型葉蕨類植物之孕性葉通常較非孕性葉狹長，而本研究之金狗毛蕨之兩種葉片彼此之間形態(如:葉身長/葉寬)極為相似，歸屬於單型葉。在單型葉種類方面，許多研究



指出葉長對於葉片的孕性具有一良好指標作用，例如：在挪威西部地區的*Athyrium distentifolium*長度超過10cm的葉片始有生產孢子的能力，而*Thelypteris limbosperma*葉片長度則需分別超過40cm才有生產孢子的能力¹³。Tsuyuzaki²則發現以葉脈數的多寡來預測*Pteris mutilata*葉片孕性最為適當。由此得知作為蕨類葉片孕性指標之特徵將因物種而有所差異。因此，無論是在評估植株成熟度或葉片孕性時，需考量種間差異，並盡可能從多種形態介量中，尋找適合之形態指標。

表 1 金狗毛蕨未成熟植株與成熟植株形態比較

	未成熟植株 (N=16) (最小值-最大值)	成熟植株 (N=12) (最小值-最大值)	重疊度
莖幹直徑 (cm)	6.2±2.1 ^a (3-11)	9.8±1.5 ^b (8-13)	0.30
植株葉片數	4.1±1.6 ^a (2-7)	5.3±3.1 ^a (2-13)	0.45
葉長 (cm)	170.0±80.0 ^a (54-408)	267.4±65.4 ^b (103-425)	0.82
葉身長 (cm)	86.0±35.7 ^a (31-205)	146.5±43.4 ^b (68-246)	0.64
葉寬 (cm)	73.4±26.3 ^a (25-130)	114.1±23.6 ^b (70-168)	0.39
葉身長/葉寬	1.17±0.20 ^a (0.93-1.65)	1.26±0.20 ^b (0.91-1.88)	0.74

註：英文字母不一樣表示未成熟植株與成熟植株的介量達到顯著差異。

表 2 金狗毛蕨之非孕性葉與孕性葉之形態比較

	非孕性葉 (n=64) (最小值-最大值)	孕性葉 (n=17) (最小值-最大值)	重疊度
葉長 (cm)	199.6±80.7 ^a (54-408)	299.1±64.8 ^b (180-425)	0.62
葉身長 (cm)	105.1±43.9 ^a (31-224)	163.5±45.1 ^b (99-246)	0.58
葉寬 (cm)	88.1±30.6 ^a (25-164)	124.4±24.8 ^b (84-168)	0.56
葉身長/葉寬	1.19±0.23 ^a (0.48-1.78)	1.31±0.22 ^a (0.99-1.88)	0.56

註：英文字母不一樣表示非孕性葉與孕性葉的介量達到顯著差異。



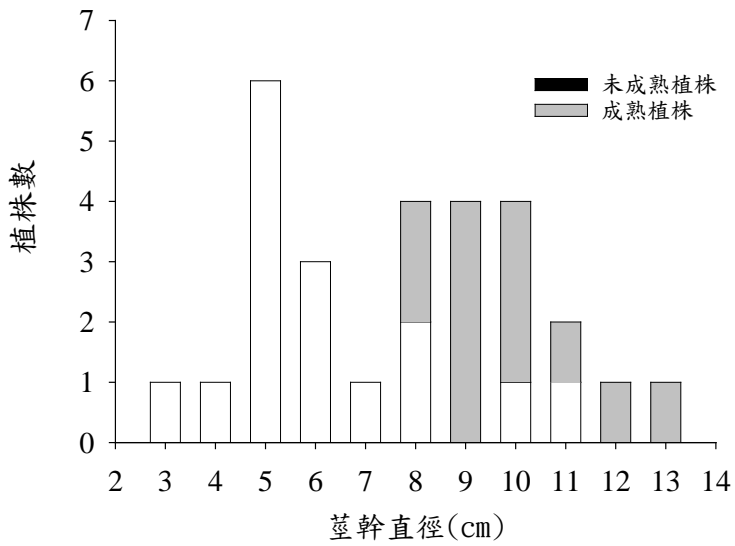


圖 1 金狗毛蕨各莖幹直徑之未成熟及成熟植株數量分布

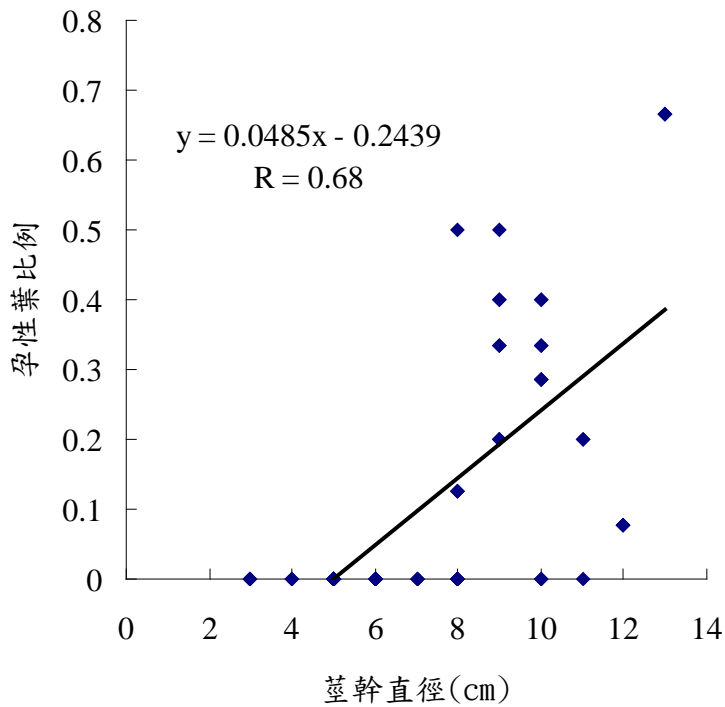


圖 2 金狗毛蕨植株孕性葉比例與莖幹直徑之直線迴歸分析



參考文獻

1. Rünk, K., Moora, M. and Zobel, M., "Population Stage Structure of Three Congeneric *Dryopteris* species in Estonia," *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Biology, Ecology*, Vol. 55, 2006, pp. 15-30.
2. Tsuyuzaki, S., "Characteristics of Number of Veins to Estimate Leaf Maturity in *Pteris mutilata* (Pteridaceae)," *Journal of Plant Research*, Vol. 113, 2000, pp. 415-418.
3. Halevy, A. H., Shlomo, E. and Shvartz, M., "Environmental Factors Affecting Flowering of Rice Flower (*Ozothamnus diosmifolius* Vent.)," *Scientia Horticulturae*, Vol 87, No. 4, 2001, pp. 303-309.
4. Sweet, G. B. and Wareing, P. F., "Role of Plant Growth in Regulating Photosynthesis," *Nature*, Vol. 210, 1966, pp. 77-79.
5. Grime, J. P. and Hunt, R., "Relative Growth-Rate: Its Range and Adaptive Significance in Local Flora," *Journal of Ecology*, Vol. 63, 1975, pp. 393-422.
6. Hari, P. and Leikola, M., "Further Development of the Dynamic Growth Model of Plant Height," *Flora*. Vol. 163, 1974, pp. 351-370.
7. Hari, P., Kellomaki, S. and Vuokko, R., "A Dynamic Approach to the Analysis of Daily Height Growth of Plants," *Oikos*, Vol. 28, 1977, pp. 234-241.
8. Huang, Y. M., Chou, H. M., Liu, C. J. and Chiou, W. L., "The Correlation of Plant Size and Fertility of *Asplenium nidus* L. (Aspleniaceae; Pteridophyta)," *BioFormosa*, Vol. 43, No. 2, 2008, pp. 77-83 (in Chinese, with English abstract).
9. McGraw, J. B. and Wulff, R. D., "The Study of Plant Growth: A link Between the Physiological Ecology and Population Biology of Plants," *The Journal of Theoretical Biology*, Vol. 103, 1983, pp. 21-28.
10. Sato, T., "Estimation of Chronological Age for Sporophyte Maturation in Three Semi-Evergreen Ferns in Hokkaido," *Ecological Research*, Vol. 5, 1990, pp. 55-62.
11. Ash, J., "Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a Tropical Tree-fern in Fiji," *Australian Journal of Botany*, Vol. 35, 1987, pp. 331-342.
12. Lee, P. H., Huang, Y. M. and Chiou, W. L., "The Phenology of *Osmunda claytoniana* L. in the Tataka Area, Central Taiwan," *Taiwan Journal of Forest Science*, Vol. 23, 2008, pp. 71-79.
13. Odland, A., "Frond Development and Phenology of *Thelypteris limbosperma*, *Athyrium distentifolium*, and *Matteuccia struthiopteris* in Western Norway," *Nordic Journal of Botany*. Vol. 15, 1995, pp. 225-236.
14. Odland, A. "Size and Reproduction of *Thelypteris limbosperma* and *Athyrium distentifolium* Along Environmental Gradients in Western Norway," *Nordic Journal of Botany*, Vol. 18, 1998, pp. 311-321.
15. Sharpe, J. M., "Leaf Growth and Demography of the Rheophytic fern *Thelypteris angustifolia*



- (Willdenow) Proctor in a Puerto Rican Rainforest,” *Plant Ecology*, Vol. 130, 1997, pp. 203-212.
16. Sharp, J. M., “Responses of the Mangrove Fern *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. (Pteridaceae, Pteridophyta) to Disturbances Resulting from Increased Soil Salinity and Hurricane Georges at the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve, Puerto Rico,” *Wetlands Ecology and Management*, Vol. 18, 2010, pp. 57-68.
 17. Tsai, P. H., “The Phenology of *Asplenium antiquum* Makino in the Fushan Experimental Forest,” 2005, Department of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, (in Chinese, with English abstract).
 18. Ying, S. S. and Huang, Y. M., “Phenological Study on *Sphaeropteris lepifera* at Su-Au area,” *Memoirs of the College of Agriculture, National Taiwan University* Vol. 35, No. 4, 1995, pp. 451-464. (in Chinese, with English abstract).
 19. Mehltreter, K., and Gánc -Franco, J. G., “Leaf Phenology and Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Contact in a Lower Montane Mexican Forest,” *American Fern Journal*, Vol. 98, 2008, pp. 1-13.
 20. Bazzar, F. A., Chiarello, N. R., Coley, P. D. and Pitelka, L. F., “Allocating Resources to Reproduction and Defence,” *BioScience*, Vol. 37, 1987, pp. 58-67.
 21. Mehltreter, K. and Palacios-Rios, M., “Phenological Studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a Mangrove Site on the Gulf of Mexico,” *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 19, 2003, pp. 155-162.
 22. DeVol, C. E. and Shieh, W. C., Dicksoniaceae. In *Flora of Taiwan I (2nd edition)* ; Editorial Committee of the Flora of Taiwan eds., Sandos Chromograph Printing Company, Taipei, 1994, pp. 140-142.
 23. Iwatsuki, K., Yamazaki, T., Boufford, D. E. and Ohba, H. “Flora of Japan I. Pteridophyta and Gymnospermae,” Kodansha, Tokyo, Japan, 1995, pp. 1-302.
 24. Huang, Y. C., Liaw, C. C. and Chen, S. C., “The Research and Development of Natural Products from Ferns in Taiwan,” *Chemistry*, Vol. 67, 2009, pp. 13-31.
 25. Huang, Y. M., Kuo, C. Y. and Chiou W. L., “Morphology of Gametophytes and Young Sporophytes of *Cibotium* Kaulf. Native to Taiwan,” *Taiwan Journal of Forest Science*, Vol. 18, 2003, pp. 163-170.
 26. Chang, L. W., Hwong J. L., Chiu, S. T., Wang, H. H., Yang, K. C., Chang, H. Y. and Hsieh, C. F., “Species Composition, Size-class Structure, and Diversity of the Lienhuachih Forest Dynamics Plot in a Subtropical Evergreen Broad-leaved Forest in Central Taiwan,” *Taiwan Journal of Forest Science*, Vol. 25, 2010, pp. 81-95.
 27. Walter, H., “Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-Biosphere,” Springer-Verlag, New York, USA., 1973, pp. 1-274.
 28. Agurauja, R., “Population Status of Five Hawaiian Endemic Fern Taxa within the Genus



- Diellia* (Aspleniaceae),” *CBms:s Skriftserie*, Vol. 3, 2001, pp. 7-24.
29. Fowler, J., Cohen, L. and Jarvis, P., “Practical Statistics for Field Biology (2nd Edition),” John Wiley & Sons, West Sussex, England, 1992, pp. 1-259.
 30. Chiou, W. L., Lin, J. C. and Wang J. Y., “The phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae),” *Taiwan Journal of Forest Science*, Vol. 16, 2001, pp. 209-215.
 31. Lee, P. H., Lin, T. T. and Chiou, W. L., “Phenology of 16 Species of Ferns in a Subtropical Forest of Northeastern Taiwan,” *Journal of Plant Research*, Vol. 122, 2009, pp. 61-67.
 32. Lee, P. H., Chiou, W. L. and Huang, Y. M., “Phenology of Three *Cyathea* (Cyatheaceae) Ferns in Northern Taiwan,” *Taiwan Journal of Forest Science*. Vol. 24, 2009, pp. 233-242.
 33. Nagano, T. and Suzuki, E., “Leaf Demography and Growth Pattern of the Tree Fern *Cyathea Spinulosa* in Yakushima Island,” *Tropics*, Vol. 16, No. 1, 2007, pp. 47-57.

