蕨類葉子上的不定芽

Folia Adventitious Buds of Ferns

黃曜謀
行政院農業委員會林業試驗所
Huang, Yao-Moan
Taiwan Forestry Research Institute, COA

邱文良
行政院農業委員會林業試驗所
Chiou, Wen-Liang
Taiwan Forestry Research Institute, COA

張藝翰
行政院農業委員會林業試驗所
Chang, Yi-Han
Taiwan Forestry Research Institute, COA

呂碧鳳
台灣植物分類學會
Lu, Pi-Fong
Taiwan Society of Plant Systematics

一、導言

蕨類植物除主要透過孢子進行有性繁殖來繁衍子代，在臺灣約780種原生蕨類植物當中，有10科56種蕨類的葉子在自然狀態下，具有生長不定芽並可藉以進行營養繁殖的能力。這些物種主要集中在少數的科別，鱗毛蕨科、鐵角蕨科及鳳尾蕨科就占了40種。葉片上的不定芽位置及數量變異大，因物種及環境條件而異。雖然不定芽營養繁殖在演化上不能增加遺傳多樣性，但對孢子發芽困難的物種或處於競爭較為激烈環境的物種而言，扮演著重要的輔助繁殖功能，不僅可大幅提升繁殖成功率且縮短繁殖時間，並完整保留原有的、已適應當地環境的基因型，對農園藝栽培及種原保存極為重要。

蕨類植物既不開花也不結果，而是透過一顆顆比頭髮直徑還細微的孢子來繁衍下一代；除了孢子以外，有一些蕨類還可透過營養器官增殖新個體，稱為營養繁殖。不定芽就是一種常見的營養繁殖方式，可在根、莖或葉子部位發生，其中又以在葉部生成者居多；據國外學者估計約有5%的蕨類物種之葉部具不定芽，但在臺灣究竟有多少種蕨類的葉子上會長不定芽，卻尚無正式之統計。

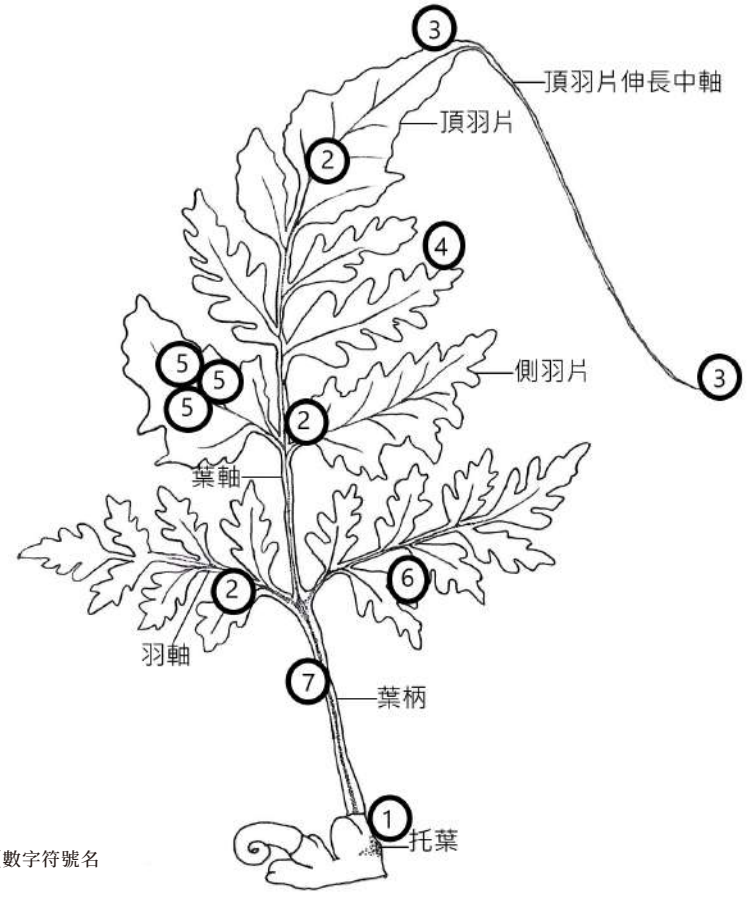
二、具不定芽的臺灣蕨類

經過逐一比對植物誌、圖鑑及相關文獻記載，加上我們的野外觀察，結果顯示在臺灣35科約780種的原生真蕨類（不包含石松科、卷柏科及水韭科等石松類植物），葉子上具不定芽的蕨類共10科56種，約占臺灣原生蕨類種數的7.2%。若就分類群來區分，葉部不定芽可能出現於整個科別的所有物種中者，有合囊蕨科，而其他科別只有其中部分物種具不定芽，當中具有不定芽物種數最高的科別為鱗毛蕨科，達20種之多，鐵角蕨科及鳳尾蕨科也各有10種。

蕨類植物葉部的不定芽位置，依其在葉片構造（包括托葉、葉柄、葉軸、羽軸，甚或散佈葉身全面）之分布予以劃分，詳細說明如圖1與表1所示；在這56種具不定芽的蕨類中，其中10種的不定芽出現在2個（含）以上位置，其餘則僅出現單一種位置。不定芽數量從單一至數千個均有，差異甚鉅。本文將每片葉子上不定芽數量概略分為三群：單一、多數（2至10）、許多（超過10）；只不過有些物種的不定數量不甚穩定，推測與植株生長狀況與環境因子有關。

葉部不定芽之著地方式似乎與其生長部位有關：一般而言，葉頂端具芽者，待其頂端或其延伸中軸彎曲至地面（或其他基質，如岩石或倒木樹皮）時，不定芽因此著地並發育成新植株（即圖1、表1中標示3之生長位置，以及表1標示B之觸地方式），俗稱「會走路的蕨類（walking fern）」，後文以「走路蕨型」稱呼此一不定芽生長類型①；其他類型之不定芽大部分係停留於母體葉面上，俟母體葉片枯萎後，葉片亦逐漸低垂至地面時，不定芽始有機會著地並發育為新植株；另有少數如珠芽狗脊蕨與稀子蕨，其芽之基部會產生離層而自行脫落至地面，並發育為新植株。依此，不定芽成熟後，其芽體接觸地面之方式，可分為芽體隨著生之老葉枯萎著地、中軸延伸至地面或自由脫落等3種（表1）。

① 此種不定芽型蕨類之植株以中軸（或羽片）延伸頂端的不定芽，彷彿跨步行走，向周遭拓展地盤，故有此稱呼。



1
蕨類葉片上不定芽位置示意圖（數字符號名稱如表1生長位置所示）

表 1 葉具有不定芽的臺灣原生蕨類植物名錄（依照科屬之拉丁文次序排列）

科名 Family	物種中名及學名	不定芽之分類
※不定芽之分類標註說明：生長位置-數量-觸地方式 生長位置：1 托葉，2 葉軸與羽軸夾角或羽軸與小羽軸夾角，3 延伸之頂羽片或頂羽片中軸延伸之先端，4 側羽（裂）片先端或邊緣，5 散佈葉身全面，6 裂片凹缺，7 葉柄。 數量：I 單一，II 多數（2 至 10），III 許多（超過 10）。 芽體觸地方式：A 著芽之葉片觸地，B 具芽之中軸延伸至地面，C 芽產生離層自葉片脫落。		
鐵角蕨科 Aspleniaceae	姬鐵角蕨 *Asplenium capillipes* Makino	2-I,II-A
	大蓬萊鐵角蕨 *Asplenium cuneatiforme* Christ	2-I,II-A
	鱗柄鐵角蕨 *Asplenium gueinzianum* Mett. ex Kuhn	5-III-A
	生芽鐵角蕨 *Asplenium normale* D.Don var. *normale*	2,4-I,II-A
	鐮羽鐵角蕨 *Asplenium normale* D.Don f. *scythiforme* Z.X.Chang	2-I-A
	長生鐵角蕨 *Asplenium prolongatum* Hook.	3-I-B
	劍羽鐵角蕨 *Asplenium steerei* Harr.	2-I,II-A
	鈍齒鐵角蕨 *Asplenium tenerum* G.Forst.	2-I,II-A
	薄葉鐵角蕨 *Asplenium tenuifolium* D.Don	5-III-A
	三翅鐵角蕨 *Asplenium tripteropus* Nakai	2-I-A
蹄蓋蕨科 Athyriaceae	生芽蹄蓋蕨 *Athyrium strigillosum*（E.J.Lowe）Salomon	2-I,II-A
	多生菜蕨 *Diplazium proliferum*（Lam.）Thouars	2-III-A
烏毛蕨科 Blechnaceae	珠芽狗脊蕨 *Woodwardia prolifera* Hook. & Arn.	5-III-C
	頂芽狗脊蕨 *Woodwardia unigemmata*（Makino）Nakai	2-I,II-B
碗蕨科 Dennstaedtiaceae	稀子蕨 *Monachosorum henryi* Christ	2-I,II-C
	岩穴蕨 *Monachosorum maximowiczii*（Baker）Hayata	3-I-B
鱗毛蕨科 Dryopteridaceae	細葉實蕨 *Bolbitis angustipinna*（Hayata）H.Ito	2-I-A
	刺蕨 *Bolbitis appendiculata*（Willd.）K.Iwats.	2-I-A
	尾葉實蕨 *Bolbitis heteroclita*（C.Presl）Ching	3,4-I,II-A,B
	尾葉實蕨 × 海南實蕨 *Bolbitis heteroclita*（C.Presl）Ching × *B. subcordata*（Copel.）Ching	3,4-II-A,B
	網脈刺蕨 *Bolbitis* ×*laxireticulata* K.Iwats.	3,4-II-A,B
	蓮華池實蕨 *Bolbitis lianhuachihensis* Y.S.Chao, Y.F.Huang, & H.Y.Liu	2,4-II-A
	南仁刺蕨 *Bolbitis* ×*nanjenensis* C.M.Kuo	3,4-I,II-A,B
	大刺蕨 *Bolbitis rhizophylla*（Kaulf.）Hennipman	3-I-B
	紅柄實蕨 *Bolbitis scalpturata*（Fée）Ching	2-I-A
	海南實蕨 *Bolbitis subcordata*（Copel.）Ching	3,4-II,III-A,B
	玉山耳蕨 *Polystichum atkinsonii* Bedd.	2-I-A
	長羽芽孢耳蕨 *Polystichum attenuatum* Tagawa & K.Iwats.	2-I,II-A
	小耳蕨 *Polystichum capillipes*（Baker）Diels	2-I,II-A
	陳氏耳蕨 *Polystichum chunii* Ching	2-I-A
	芽孢高山耳蕨 *Polystichum* ×*gemmilachenense* Miyam. & T.Nakam.	2-I-A
	鞭葉耳蕨 *Polystichum lepidocaulon*（Hook.）J.Sm.	3-I-B
	鋸葉耳蕨 *Polystichum prionolepis* Hayata	2-II-A
	擬芽孢耳蕨 *Polystichum pseudostenophyllum* Tagawa	2-I-A
	阿里山耳蕨 *Polystichum scariosum*（Roxb.）C.V.Morton	2-I-A
	芽孢耳蕨 *Polystichum stenophyllum* Christ	2-I-A
膜蕨科 Hymenophyllaceae	長生團扇蕨 *Crepidomanes minutum*（Blume）K.Iwats. subsp. *proliferum*（Blume）T.C.Hsu	2,6,7-I,II-A

科名Family	物種中名及學名	不定芽之分類
合囊蕨科 Marattiaceae	蘭嶼觀音座蓮 *Angiopteris evecta* (G.Forst.) Hoffm. 伊藤氏觀音座蓮 *Angiopteris* ×*itoi* (W.C.Shieh) J.M.Camus 觀音座蓮 *Angiopteris lygodiifolia* Rosenst. 臺灣觀音座蓮 *Angiopteris somae* (Hayata) Makino & Nemoto 粒囊蕨 *Ptisana pellucida* (C.Presl) Murdock	1-II-A 1-II-A 1-II-A 1-II-A 1-II-A
鳳尾蕨科 Pteridaceae	團羽鐵線蕨 *Adiantum capillus-junonis* Rupr. 鞭葉鐵線蕨 *Adiantum caudatum* L. 愛氏鐵線蕨 *Adiantum edgeworthii* Hook. 馬來鐵線蕨 *Adiantum malesianum* J.Ghatak 梅山口鐵線蕨 *Adiantum* ×*meishanianum* F.S.Hsu ex Yea C.Liu & W.L.Chiou 孟連鐵線蕨 *Adiantum menglianense* Y.Y.Qian 半月形鐵線蕨 *Adiantum philippense* L. 翅柄鐵線蕨 *Adiantum soboliferum* Wall. ex Hook. 北方水蕨 *Ceratopteris gaudichaudii* Brongn. var. *vulgaris* Masuyama & Watano 水蕨 *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.	3-I-B 3-I-B 3-I-B 3-I-B 3-I-B 3-I-B 3-I-B 3-I-B 2,6-III-A 2,6-III-A
三叉蕨科 Tectariaceae	傅氏三叉蕨 *Tectaria fauriei* Tagawa	2-I,II-A
金星蕨科 Thelypteridaceae	星毛蕨 *Ampelopteris prolifera* (Retz.) Copel. 琉球新月蕨 *Pronephrium ramosii* (Christ) Holttum 假琉球新月蕨 *Pronephrium* ×*pseudoliukiuense* (Seriz.) Nakaike	2-II-A,B 2-II-A 2-II-A

以下各科別物種就不定芽生長位置、數量及觸地方式依序描述：

● 鐵角蕨科 (Aspleniaceae)

許多鐵角蕨屬植物之不定芽為「走路蕨型」。臺灣產本屬植物，除了長生鐵角蕨符合走路蕨型特徵描述以外，其餘9種雖有不定芽，葉先端卻無鞭狀構造。鱗柄鐵角蕨及薄葉鐵角蕨的不定芽位於羽片上，數量多，通常超過10個；其餘7種，不定芽出現在葉軸跟羽軸交角處或羽軸跟小羽軸交角處，一片葉子上之不定芽數目1至10個，這些芽大部分生長於近葉片前端。可見即使同一屬，物種間的不定芽數量及分布位置仍可能存有相當大的差異。

● 蹄蓋蕨科 (Athyriaceae)

共計2物種具不定芽。生芽蹄蓋蕨顧名思義為具有不定芽的蹄蓋蕨，其不定芽位於近葉先端葉軸與羽軸交角處上，數量1至3個。多生菜蕨之不定芽係沿著葉軸排列生長，數量可達十餘個；惟此兩種蕨類不定芽不易自行脫落，需待葉片老化枯萎垂落地面時，不定芽方有機會著地生根。

必須特別附註的是，多生菜蕨是否原生於臺灣尚存疑義。雖見諸於少數本地文獻，且台北植物園亦記錄有來自屏東山區原生族群之栽培植株；但學界對於該種於臺灣的確切位置、族群數量與偏好之環境均無所悉，有待進一步釐清。

2

3

2
眾多珠芽狗脊蕨不定芽散佈葉身全面

3
碩大的稀子蕨不定芽位於葉軸與羽軸夾角

● 烏毛蕨科（Blechnaceae）

珠芽狗脊蕨裂片上密被暗紅色不定芽，單一葉片上數量可高達1,000個以上（圖2）；當不定芽成熟轉成綠色，脫離母體掉落地面，可長成一株株的幼苗，大幅縮短生長所需時間。不過，葉片上不定芽的多寡，可能在植株間 —— 甚至同一植株不同葉片間 —— 存在很大的落差。同為狗脊蕨屬的頂芽狗脊蕨，其不定芽生長於近葉先端遠軸面之葉軸及羽軸交界處，數量1至2個；該不定芽長大後葉面下垂著地，發育為新植株。

● 碗蕨科（Dennstaedtiaceae）

稀子蕨葉軸上可生長諸多碩大的拳指狀不定芽（圖3），這些不定芽會從母體脫離，落地後生根另長成新株；葉面上之不定芽全年都會發生，生長會受光度影響（光可促進芽在葉面發育出新葉），其脫落則與濕度下降有關。本種之不定芽比其配子體更可以在較乾旱的環境下保持活性，而且在旱季結束、諸草待萌時搶先生長，並快速佔據棲所，相對於其他只能依時序行孢子或種子繁殖的植物來說，不定芽可能更是稀子蕨因應環境競爭的生存之道。與稀子蕨同屬的岩穴蕨，其不定芽位於延長葉軸末端，呈「走路蕨型」。

● 鱗毛蕨科（Dryopteridaceae）

鱗毛蕨科實蕨屬物種均可產生不定芽，依其位置可細分為4型：

(1) 「走路蕨型」（尾葉實蕨、網脈刺蕨、大刺蕨、海南實蕨、南仁刺蕨）。再進一步區別：網脈刺蕨、大刺蕨的不定芽生長在頂羽片延長的中軸上；海南實蕨之中軸不延伸，其不定芽係生長於其頂羽片先端；尾葉實蕨（圖4）與南仁刺蕨則兩種情況都有。

(2) 生長於頂羽片（尾葉實蕨×海南實蕨、蓮華池實蕨、紅柄實蕨）。

(3) 頂羽片羽軸與小羽軸交角處（刺蕨、網脈刺蕨）。

(4) 除了頂羽片有不定芽，側羽片末端葉緣兩側也會長不定芽（尾葉實蕨、海南實蕨、尾葉實蕨×海南實蕨、網脈刺蕨、蓮華池實蕨，圖5）。

具有不定芽的耳蕨屬物種當中，鞭葉耳蕨屬於「走路蕨型」，小耳蕨之不定芽在（近）基羽片與葉軸交接處，其餘種類之不定芽均位於葉軸與上半部羽片之羽軸交接處。

4
位於尾葉實蕨頂羽片先端的不定芽

5
位於蓮華池實蕨側羽片先端邊緣的不定芽

4

5

● 膜蕨科（Hymenophyllaceae）

臺灣51種原生膜蕨科物種中，僅見長生團扇蕨之葉柄、葉軸或裂片凹缺處出現不定芽（圖6）。

● 合囊蕨科（Marattiaceae）

本科之不定芽並非長在葉身或葉柄，而是在肥厚塊狀的托葉（圖7）。這些連結在托葉上的葉片枯萎脫落後，托葉會宿存在原有植株的莖幹上，而此時托葉上的不定芽分生組織生長似乎受到抑制，無法萌發，並可維持休眠狀態達10年之久；唯有當托葉脫離母株時，方有機會抽長出不定芽並發育為新植株[②]。

臺灣原生的蘭嶼觀音座蓮、伊藤氏觀音座蓮、臺灣觀音座蓮及粒囊蕨等4種合囊蕨科植物，因族群數量稀少被列在保育類植物名單中，實務經驗得知均有孢子繁殖率低且培育耗時的狀況。以臺灣觀音座蓮為例，從孢子播撒培養到幼孢子體形成時間超過13個月；若改用托葉扦插繁殖則可縮短繁殖所需時間，3個月後其不定芽可開始長成幼苗，且成功率可高達85%以上[③]，足以列為區外保育的重要關鍵技術。

② Chiou, W.L., Huang, Y.M., & Chen, C.M. (2006). Conservation of two endangered ferns, *Archangiopteris somai* and *A. itoi* (Marattiaceae: Pteridophyta), by propagation from stipules. Fern Gazette, 17(5), 271-278.

③ Huang, Y.M., Huang, M.H., Chen, C.M., & Chiou, W.L. (2011). Stipule propagation in five marattioid species. In A. Kumar, H. Fernández, & M. A. Revilla (Eds.), Working with Ferns: Issues and Applications (pp. 127-134). New York: Springer.

6
位於長生團扇蕨葉柄的不定芽

7
臺灣觀音座蓮不定芽位於托葉

6

7

● 鳳尾蕨科（**Pteridaceae**）

8種具不定芽的鐵線蕨屬物種均為「走路蕨型」。天然雜交種梅山口鐵線蕨（馬來鐵線蕨 × 孟連鐵線蕨），因孢子發育異常無法發芽，藉由生長在葉先端延伸的不定芽行營養繁殖，遂成其繁衍族群的唯一管道（圖**8**）。

鳳尾蕨科除了鐵線蕨屬物種以外，水蕨複合群（包含北方水蕨及水蕨）也同樣是具不定芽繁殖的類群。不同的是，鐵線蕨屬物種的每片葉子僅在其先端產生單一不定芽；水蕨複合群則不論是孢子葉或營養葉，在其葉軸與羽軸夾角處及葉之裂片間都有生長不定芽的能力（圖**9**）。

8
梅山口鐵線蕨不定芽位於頂羽片中軸延伸之先端

9
水蕨不定芽位於葉軸與羽軸夾角、羽軸與小羽軸夾角及裂片凹缺處

8

9

● 三叉蕨科（Tectariaceae）

臺灣產本科植物僅有傅氏三叉蕨具不定芽，其不定芽著生於遠軸面之葉軸與羽軸交界處上，常為其大型羽片遮蔽，通常要等到不定芽的葉子伸出原有葉片範圍時，才會被注意到。

● 金星蕨科（Thelypteridaceae）

星毛蕨為地生蔓性蕨類，在羽片跟羽軸的交界處生有不定芽，著地後生成新植株，再加上葉軸常延展如走莖的特性，造就其常成片生長在開闊濕潤草生環境中。除星毛蕨，琉球新月蕨及其雜交後代假琉球新月蕨亦具有不定芽，生長於葉軸跟羽軸交界處。

相關討論

蕨類植物葉部除了可產生孢子進行有性生殖，某些種類亦見可行營養繁殖之芽體，並由此產生幼孢子體。在許多裏白目（Gleicheniales）、莎草目（Schizaeales）的成員之孢子體葉面上亦具有芽點，如芒萁（***Dicranopteris linearis***（Burm.f.）Underw.）、裏白（***Diplopterygium glaucum***（Thunb. ex Houtt.）Nakai）、海金沙（***Lygodium japonicum***（Thunb.）Sw.）等，但這些芽點都是羽片的生長點。雖然，早期曾有學者將之視為營養繁殖之一，然而該類芽點無法在自然狀態下形成獨立生長的個體，不具有營養繁殖的功能，因此本文未將具此等芽點之種類列入。

三、影響蕨類葉部不定芽發生的因素

除遺傳因子，蕨類葉部不定芽的發生可能與多種因素有關，包括染色體倍體數、雜交及環境因子等。

染色體倍體數

不定芽之有無在某些種類可能與個體倍體數相關。例如，澤瀉蕨（***Parahemionitis arifolia***（Burm.f.）Panigrahi），隸屬鳳尾蕨科）目前共有3種倍體之型態，分別為二、三及四倍體。其中三倍體與四倍體的植株主要分布於南亞及其周圍地域，如印度三倍體植株葉身基部常具有不定芽。臺灣原生的澤瀉蕨則為二倍體植株，葉身基部沒有不定芽，只能藉由孢子進行有性繁殖，故未列入本文名單中。

雜交

雜交個體不定芽性狀可能源自於其中一親本。例如芽孢高山耳蕨被推定為雜交種，與其親本種之一的芽苞耳蕨，在葉軸上均具有不定芽，然另一疑似親本種的高山耳蕨（***Polystichum lachenense***（Hook.）Bedd.）則無。假琉球新月蕨（三葉新月蕨×琉球新月蕨）繼承了琉球新月蕨在葉軸跟羽片交界處生長不定芽的特性，但另一親本種三葉新月蕨（***Pronephrium triphyllum***（Sw.）Holttum）則沒有不定芽。

環境或其他不確定因子

環境可能影響不定芽的生成。國外學者證實，多種蕨類在實驗室控制環境下，可受到溫度、光度及濕度之誘發生成不定芽。然而，在自然界中之環境因子對不定芽生成的影響則尚缺完整研究。

目前對於臺灣多種蕨類不定芽形成原因，仍混沌未明。舉例來說雲南鐵角蕨（***Asplenium exiguum* Bedd.**），產於中國之該種蕨類的羽片先端缺刻處有微小的不定芽；然而產於臺灣者尚未被發現此特徵 —— 係因受到生育地環境的影響、染色體倍數不同，或是隸屬不同物種，需進一步探討。三叉葉星蕨（***Leptochilus pteropus*（Blume）Fraser-Jenk.**）為典型溪流植物，在自然環境中未見有葉部不定芽；但在水族館的培養植株，則常可見不定芽之發生並增殖 —— 是否此種不定芽之發生係受到長期淹水環境所誘發，尚待證實。此外，曾有國外報導指出蕨（***Pteridium aquilinum*（L.）Kuhn**）的不定芽生長在葉柄基部；但在臺灣則未被報導，其原因有待證實。

四、不定芽研究展望與蕨類保育

有關蕨類葉部不定芽的研究，多侷限於具芽之種類報導及其發生位置之觀察敘述，或對發生部位與著地發育方式之一般性歸類，對於不定芽在葉面之數量、著地方式、發生之季節、形成原因及與植物形態特徵關係等，諸多未明，需仰賴定期追蹤調查以解謎題。此外，對葉部不定芽的起源與發育研究亦欠缺，這些課題不僅需要更仔細與長期的野外紀錄，也有賴實驗室的解剖觀察與試驗研究。近年來分子生物學的快速發展，也提供了另一個瞭解其演化與發育的有效工具。

對不定芽的形成機制進行更深入地了解，不僅有利於芽體類別的鑑定之外，對於園藝或農藝植物的大量生產，以及稀有植物之保育繁殖將更有助益，當是今後未來努力的方向。

葉部不定芽增殖與孢子繁殖的幼苗相比，後者具有基因重組的變異性，且因孢子可遠距離傳播，使其後代可散佈至遠處；反之，不定芽增殖之新個體缺乏基因之變異，且僅掉落在母體周遭並拓殖。但此種無性繁殖芽生長速度較自配子體長出之小苗快，因此在族群密度較高之生育地，可有效爭取到狹小生存空間及有限的光照量，而更加有機會繁衍新植株。

此外，如稀子蕨的不定芽，則因其耐旱性及不具季節性，推測可彌補以孢子繁殖之不足。或可進一步地說，對於具有不定芽之植物，不惟蕨類，這些無性芽的出現，除了在後代繁衍發揮了顯著的功能外，對其族群在現存棲地持續且穩定之「存在」，亦有無法忽略的貢獻。

參考文獻

- 邱文良（2003）。蕨類植物的無性繁殖。林業研究專訊，10（4），9-13。
- 陳俊銘、黃曜謀、邱文良（2003）。蕨類植物的無性繁殖。林業研究專訊，10（4），9-13。
- 許天銓、陳正為、Ralf Knapp、洪信介（2019）。台灣原生植物全圖鑑 第八卷（上）：蕨類與石松類 石松科—烏毛蕨科。臺北市：貓頭鷹出版。
- 許天銓、陳正為、Ralf Knapp、洪信介（2019）。台灣原生植物全圖鑑 第八卷（下）：蕨類與石松類 蹄蓋蕨科—水龍骨科。臺北市：貓頭鷹出版。
- Chang, Z.X., Kuo, L.Y., Lu, P.F., Huang, Y.M. (2020). New addition to the *Asplenium normale* complex (Aspleniaceae): an endemic forma in Taiwan. Taiwania, 65(2), 253-260.
- Chao, Y.S., Huang, Y.F., Dong, S.Y., Huang, Y.M., Liu, H.Y. (2019). *Bolbitis lianhuachihensis* (Dryopteridaceae), a new species from Taiwan. PhytoKeys, 131, 69-81.
- Huang, Y.M., Lu, P.F., Chang, Y.H., Chiou, W.L. (2022). Folia adventitious buds of ferns native to Taiwan. The International Journal of Plant Reproductive Biology, 14(1), 29-38.