

一、前言

台灣地屬太平洋島弧之一島嶼，並位處於亞洲大陸邊緣，經歷多次的冰河事件。當冰河期來臨時，海平面下降形成陸橋 (land-bridge) 與超島嶼 (super-island)，此時植物可經由陸橋遷移傳播並擴散，經由天擇效應而適應當地環境並建立族群；但當冰河退卻時，海平面上升造成陸橋消失，超島嶼為海面隔離，形成各分離的島嶼，在各島嶼建立的物種族群因為基因交流中斷，使族群呈孤立，形成獨立之小族群，因為基因漂變和當地環境的天擇作用，使族群分化，進而產生了物種的種化。為了解此種現象之成因，中央研究院院士周昌弘博士召集了國內七位植物學者，規劃了 3 年期程的群體研究計畫，個人針對其專長領域，做深入之探討，再行整合分析，期能完成此一深具意義的課題。本人負責此群體計畫之蕨類部份，並先以崇樹蕨屬為研究主題。

台灣蕨類植物的起源來自多處，是一探討植物地理極佳之材料。崇樹蕨屬 (*Chieniopteris*) 植物在台灣有兩種，哈氏崇樹蕨 (*C. harlandii*) 及細葉崇樹蕨 (*C. kempii*)，但在台灣植物誌中被歸併於狗脊蕨屬 (*Woodwardia*)，由於此二種之根莖橫走，孢子囊群表面生 (不陷入葉肉中) 及孢子具有明顯的翅狀周壁等特徵，秦仁昌與裘佩熹將其處理成獨立一新屬—崇樹蕨屬 (*Chieniopteris*，又稱假狗脊蕨屬)。此兩種植物分佈於日本九州、琉球、福建、廣東、廣西等地，前者尚往南分佈至海南及越南北部，後者則以菲律賓為南界；兩種在台灣均只被發現於北部低海拔山區，其生育地有重疊之現象，且似有中間型之情形，族群數量都少，細葉崇樹蕨之數量更稀。台灣之族群侷限於本屬世界地理分布之東南角，究為海退時期遷入後遺留於此 (Vicariance)，或藉風力自遠方將孢子傳播並生長於此 (Dispersal)，其起源又源自何處，各地方族群之變異與分化又如何，均有待證明。

蕨類植物之傳播主靠孢子，其繁衍發生在有性世代的配子體，族群遺傳之多樣性則需靠異配子體之交配。藉由遺傳基因的比對分析，可瞭解族群間的相似性，推估其親源關係；由同功酵素的研究、配子體的行為及染色體之倍數關係，可瞭解此二物種

的分類地位，進一步可推估其親源關係與種化行為。

崇樹蕨屬植物在台灣之窄狹與邊緣分佈及在東亞地區的弧狀分佈，提供了植物地理研究上一極佳之題材。本研究擬以三年期間，比較台灣各族群與東亞其它地區族群之遺傳基因差異，以推估其分佈中心及傳播路線，並由其配子體與染色體之行為，瞭解此二物種之繁衍機制及種化行為。為完成此研究，本計畫規劃了三年的野外與實驗室工作如下：

一、野外取樣調查：

第一年：根據標本館崇樹蕨屬之採集記錄，進行野外族群調查、採集及取樣，並赴日本九州及琉球列嶼採樣，取得材料進行分析，並搜集成熟孢子供後續培養。

第二年：赴大陸東南沿海地區採樣，取得材料進行分析，並搜集成熟孢子供後續培養。

第三年：赴菲律賓、泰國及越南北部採樣，取得材料進行分析，並搜集成熟孢子供後續培養。

二、實驗室工作：

第一年：將採樣之材料進行同功異構酵素（Isozyme）電泳法分析，並以隨機擴增多形性 DNA 方法（RAPD）檢測族群樣本，篩選出特定條帶並計算其族群分化程度，再以 PCR 複製及分子序列特殊功能性基因（核糖體 DNA 之 ITS 及葉綠體 DNA *rbcl-atpB noncoding spacer*，以瞭解種間及族群間的遺傳結構；另染色體研究使用根尖及孢子母細胞進行壓製染色體，以獲取物種的多倍性關係，並開始配子體之培養與觀察。

第二年：將採樣之材料進行同功酵素分析、RAPD 分子技術檢測及序列特殊功能性基因，以瞭解種間及族群間的遺傳結構；持續進行配子體世代研究。

第三年：將採樣之材料進行同功酵素分析、RAPD 分子技術檢測及序列特殊功能性基因，以瞭解種間及族群間的遺傳結構，並彙整前兩年結果，確定其分類地位，重建崇樹蕨屬的地理親緣相關性，並探究此二物種在台灣分布狹隘的原因。

本年度依進度先至日本南部屋久島進行調查採樣，前往人員有 2 名，分別為：林業試驗所副研究員兼福山分所分所長邱文良博士及林業試驗所生物系碩士助理鄭育斌；另有臨時人員張和明先生自費隨同前往幫忙。主要工作任務為：調查屋久島崇樹蕨屬族群，取樣並採集幼葉、根莖及孢子供實驗室分析用。

二、行程

日期	行程地點	工作內容
89年10月		
1日(日)	台北 福岡 鹿兒島	行程。
2日(一)	鹿兒島 屋久島 (千尋瀑布, 花陽川)	1. 行程。 2. 至調查與採集。 3. 至調查與採集。
3日(二)	屋久島 (楠川步道, 瀨川)	1. 至調查與採集。 2. 至調查與採集。
4日(三)	屋久島 鹿兒島 (栗生林道, 安房林道)	1. 至調查與採集。 2. 行程。
5日(四)	鹿兒島 大阪 台北	行程。

三、研究內容

(一)屋久島環境概述

屋久島位於日本本土（鹿兒島）南方，奄美、沖繩、八重山等諸群島北方。面積約 500km²，環島海岸線全長約 130km，最高峰（宮之浦岳）海拔高 1935m。屬島嶼型氣候，全年降雨量達 4500mm，5-7 月為當地梅雨季；颱風集中在夏季，冬天則有強烈西北季風，迎風面常積厚雪，而背風面則為溫暖型氣候。本島山地岩層屬花崗岩，低地主為沖積層，為堆積物所覆蓋。全島植群低地為闊葉林，海拔約 1000m 以上則為針闊葉混合林，針葉樹以鐵杉及柳杉為主。柳杉亦為當地的主要造林樹種，居民並以「屋久杉」稱之。

(二)採集

本次赴屋久島的主要目的為採集研究所需之材料，於島上停留的兩整天當中共發現二個族群的細葉崇樹蕨，每個族群均採取 25 單株之葉片放置於矽膠當中帶回，供後續 DNA 研究材料。由於同功酵素研究需要新鮮材料，因此本次亦帶回其根莖，培養於蔭棚內，待成活長葉後再取材試驗。此外每植群均採取 2 株帶成熟孢子之羽片，收取孢子供發芽，培養配子體，以進行其有性世代之研究。調查採集途中，同時記錄並採集當地蕨類植物，總共記錄蕨類植物 24 科 115 種（詳附錄）。

四、研究心得

(一)事前妥善的聯繫是本次前往採集成功的要件：

由於崇樹蕨屬植物在每個分布地區都屬稀有的類群，若無對當地狀況了解的人士引導，將事倍功半。本次採集於行前三個月便與日本京都大學標本館館長 Dr. Murakami Noriaki 聯繫，徵求其共同合作。Dr. Murakami 係日本的蕨類專家，對於屋久島也非常熟悉。在聯繫後便非常熱心提供了許多資料給我們，同時也代我們預定了機、車、船等交通工具及旅館（民宿），並指派了他的一位研究生(Mr. Shinohara Wataru)與我們同行。屋久島係日本的一個偏僻島嶼，居民多不諳英文，Shinohara 在翻譯及引導上給了我們最大的協助，使我們有更多的時間專注於採集。此外，Dr. Murakami 也幫忙申請了採集證，讓我們在採集及通關時無須擔心。就作業模式而言，此行相當順利也相當成功。在聯繫與共同採集時，也增進彼此之間的瞭解，對爾後之合作也奠定初基，此種「學術外交」應可繼續努力。

(二)世界觀之研究：

台灣以往之植物分類（及相關）研究多局限於台灣地區，對於分類群之完整性往往無法掌握，對於其變異性亦無法窺得全貌，此則影響結果之判斷，使結論失之偏頗，如台灣植物誌（The Flora of Taiwan）內分類群之研究，絕大多只根據台灣之標本所作之處理。此乃由於台灣以往之財力不足以到其

他地區採集，另亦肇因於國家政策之不許所使然。反觀國際之分類研究，莫不以世界性之專論（monograph）為導向。本研究承國科會同意，材料涵蓋其所有分布區（日、中、台、菲、越、泰等地），以做出完整之導論。此種跨地區與國界之研究，實為今後（特別是植物分類學與植物地理學）應加強之走向。

(三)鄰近地區資源之調查及標本之收集：

如上所述，具世界觀之植物分類與地理研究應有足夠之各地區標本。台灣目前之財力已較早先大為改善，應有餘力進行台灣以外地區之研究；林業試驗所甫新建完成一可容納 200 萬份標本之標本館，其內容亟待充實，與鄰近地區或國家合作，充實我們的標本館，將是台灣分類研究進一步突破之重要步驟，也是改善台灣植物分類教育之一重要契機。本次之採集除本計畫主題材料（崇樹蕨屬植物），亦同時採集其他植物標本，攜回處理後存放於本所植物標本館，供各界學者研究。這次屋久島之採集，也給了參與之研究人員實際的經驗與訓練，除增加其國際觀外，對往後之海外材料收集也有極大的幫助。

五、建議事項

- (一)具世界觀之研究應為今後台灣學術界應努力的方向，此除使研究更完整，結論更週密，亦可藉由國際合作達到「學術外交」。
- (二)進行國際性之合作研究，事前妥善的聯繫是成功的要件。對於與台灣較不具邦交或資訊較不發達之國家，建議政府有一諮詢單位，協助研究人員取得充分之資訊，甚至協助與對方之聯繫，減少研究人員的行政工作，以使其更能專注於研究之主体。
- (三)資源之調查及標本之收集為一長期而基本之工作，所收集之資料與標本是許多研究的基礎材料。為配合世界觀之研究，甚或增進「學術外交」，政策上應容許並協助走出台灣，加強對臨近地區資源之調查與標本之收集。林業試驗所新建完成之標本館為台灣最大、設備先進且管理制度極佳之標本館，其可容納標本之空間，即在亞洲亦是名列前茅，應積極加強此業務及服務，亦建議政府多予協助。

附錄：屋久島蕨類植物名錄

1. Psilotaceae

- (1) *Psilotum nudum* (L.) Beave.

2. Lycopodiaceae

- (2) *Lycopodium cernuum* L.
- (3) *Lycopodium clavatum* L.
- (4) *Lycopodium hamiltonii* Spring
- (5) *Lycopodium serratum* Thunb.

3. Selaginellaceae

- (6) *Selaginella doederleinii* Hieron.
- (7) *Selaginella heterostachys* Bak.
- (8) *Selaginella involvens* (Sw.) Spring

4. Aspidiaceae

- (9) *Ctenitis subglandulosa* (Hance) Ching

5. Aspleniaceae

- (10) *Asplenium antiquum* Makino
- (11) *Asplenium cataractarum* Rosenst
- (12) *Asplenium cheilosorum* Kunze ex Mett.
- (13) *Asplenium filipes* Copel.
- (14) *Asplenium normale* Don
- (15) *Asplenium wilfordii* Mett. ex Kuhn
- (16) *Asplenium wrightii* Eaton

6. Athyriaceae

- (17) *Athyriopsis petersenii* (Kunze) Ching
- (18) *Cornopteris fluvialis* (Hayata) Tagawa
- (19) *Diplazium dilatatum* Blume
- (20) *Diplazium doederleinii* (Luer) Makino
- (21) *Diplazium donianum* var. *aphanoneuron* (Ohwi) Tag
- (22) *Diplazium hayatamae* Ohta et Takamiya
- (23) *Diplazium lobatum* (Tagawa) Tagawa
- (24) *Diplazium mettenianum* (Miq.) C. Chr. (*D. fauriei* Christ sensu stricto)
- (25) *Diplazium petri* Tard.-Blot

- (26) *Diplazium subsinuatum* (Wall. ex Hook. & Grev.) Tagawa
 (27) *Diplazium virescens* Kunze
 (28) *Diplazium virescens* Kunze var. *okinawaense* (Tagawa) Kurata
7. Blechnaceae
 (29) *Blechnum orientale* L.
 (30) *Woodwardia orientalis* Sw.
8. Cheiropleuriaceae
 (31) *Cheiropleuria bicuspis* (Blume) Presl
9. Cyatheaceae
 (32) *Alsophila denticulata* Bak.
 (33) *Alsophila spinulosa* (Hook.) Tryon
 (34) *Sphaeropteris lepifera* (Hook.) Tryon
10. Dennstaedtiaceae
 (35) *Dennstaedtia scabra* (Wall.) Moore
 (36) *Histiopteris incisa* (Thunb.) J. Sm.
 (37) *Hypolepis alpina* (Bl.) Hook.
 (38) *Hypolepis punctata* (Thunb.) Merr.
 (39) *Microlepia marginata* (Panzer) C. Chr.
 (40) *Microlepia strigosa* (Thunb.) Presl
 (41) *Microlepia substrigosa* Tagawa
 (42) *Pteridium aquilinum* subsp. *latiusculum* (Desv.) Shieh
11. Dryopteridaceae
 (43) *Arachniodes aristata* (Forst.) Tindle
 (44) *Arachniodes cavalerii* (Christ) Ohwi
 (45) *Arachniodes rhomboides* (Wall.) Ching
 (46) *Arachniodes sporadosora* (Kunze) Nakaike (= *Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi)
 (47) *Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl
 (48) *Dryopteris formosana* (Christ) C. Chr.
 (49) *Dryopteris hayatae* Tagawa
 (50) *Dryopteris koidzumiana* Tagawa
 (51) *Dryopteris sordidipes* Tagawa
 (52) *Dryopteris sparsa* (Don) Ktze.

(53) *Dryopteris varia* (L.) Ktze.

(54) *Polystichum* sp.

12. Gleicheniaceae

(55) *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Under.

(56) *Diplopterygium glaucum* (Houtt.) Nakai

13. Hymenophyllaceae

(57) *Crepidomanes late-alatum* (v. d. Bosch) Copel.

(58) *Gonocormus minutus* (v. d. Bosch) Bak.

(59) *Hymenophyllum barbatum* (v. d. Bosch) Bak.

(60) *Mecodium badium* (Hook. & Grev.) Copel.

(61) *Mecodium oligosorum* (Makino) H. Ito

(62) *Mecodium polyanthos* (Sw.) Copel.

(63) *Mecodium riukiense* (Christ). Copel.

(64) *Selenodesmium obscurum* (Blume) Copel.

(65) *Vandenboschia auriculata* (Blume) Copel.

(66) *Vandenboschia orientalis* (C. Chr.) Ching

14 Lindsaeaceae

(67) *Lindsaea cambodgensis* Christ

(68) *Lindsaea chienii* Ching

(69) *Lindsaea japonica* (Bak.) Diels

(70) *Lindsaea odorata* Roxb.

(71) *Sphenomeris chusana* (L.) Copel.

15. Lomariopsidaceae

(72) *Bolbitis subcordata* (Copel.) Ching

(73) *Elaphoglossum yoshinagae* (Yatabe) Makino

16. Marattiaceae

(74) *Angiopteris lygodiifolia* Rosenst.

17. Nephrolepidaceae

(75) *Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen

18. Osmundaceae

(76) *Osmunda banksiaefolia* (Pr.) Kuhn

(77) *Osmunda japonica* Thunb.

19. Plagiogyriaceae

(78) *Plagiogyria adnata* (Blume) Bedd.

(79) *Plagiogyria adnata* (Blume) Bedd. var. *yakushimensis* (K. Sato) Tagawa

(80) *Plagiogyria euphlebia* (Kunze) Mett.

(81) *Plagiogyria japonica* Nakai

20. Polypodiaceae

(82) *Colysis pothfolia* (Don) Presl

(83) *Crypsinus engleri* (Luer) Copel.

(84) *Crypsinus yakushimensis* (Makino) Tagawa

(85) *Lemmaphyllum microphyllum* Presl

(86) *Lepisorus onoei* (Fr. et Sav.) Ching

(87) *Lepisorus thunbergianus* (Kaulf.) Ching

(88) *Loxogramme salicifolia* (Makino) Makino

(89) *Microsorium buergerianum* (Miq.) Ching

(90) *Microsorium dilatatum* (Beddome) Sledge

(91) *Polypodium formosanum* Bak.

(92) *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw.

21. Pteridaceae

(93) *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze

(94) *Pteris dispar* Kunze

(95) *Pteris fauriei* Hieron.

(96) *Pteris semipinnata* L.

(97) *Pteris setuloso-costulata* Hayata

(98) *Pteris tokioi* Masamune

(99) *Pteris wallichiana* Ag.

22. Schizaeaceae

(100) *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.

23. Thelypteridaceae

(101) *Christella acuminata* (Houtt.) Lev.

(102) *Christella dentata* (Forsk.) Brownsey & Jermy

(103) *Christella parasitica* (L.) Lev.

(104) *Dictyocline griffithii* Moore var. *wilfordii* (Hook.) Moore

- (105) *Leptogramma mollissima* (Kunze) Ching
- (106) *Macrothelypteris torresiana* (Gaud.) Ching
- (107) *Parathelypteris angulariloba* (Ching) Ching
- (108) *Parathelypteris angustifrons* (Miq.) Ching
- (109) *Parathelypteris cystopteroides* (Eaton) Ching
- (110) *Parathelypteris glanduligera* (Kunze) Ching
- (111) *Pronephrium triphyllum* (Sw.) Holtt.
- (112) *Pseudocyclosorus esquirolii* (Christ) Ching
- (113) *Pseudophegopteris subaurita* (Tagawa) Ching

24. Vittariaceae

- (114) *Vittaria flexuosa* Fee
- (115) *Vittaria zosterifolia* Willd.