

出國報告(出國類別：其他)

參加 2018 年美國生態學年會 (ESA)報告書

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：張勵婉 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：107 年 8 月 3 日至 8 月 14 日

報告日期：107 年 10 月 12 日

內容摘要：

美國生態學年會（Annual meeting of Ecological Society of America, ESA）每年輪流在美國各大城市舉辦，所討論的生態議題甚為廣泛，包含自然資源管理、生態恢復、臭氧和全球氣候變化、物種滅絕和生物多樣性的喪失、棲息地的變化和破壞等多方面；參加的成員來自世界各地，以大學、政府機構和非政府機構的學者為主，會議中透過各領域生態學家之間的交流，除了可瞭解生態學最新的研究成果外，更可提供相關研究成果，作為決策者在制訂環境政策時重要之參考依據。

今年是 ESA 第 103 屆，於美國路易斯安那州紐奧良市舉行，會議主軸為--極端事件，生態系統復原力和人類福祉 (Extreme events, ecosystem resilience and human well-being)。此次參加 2018 年 ESA 會議，並於會議中發表「臺灣森林先驅與非先驅樹苗物種多樣性的空間分佈對比研究；Contrasting spatial distribution of species diversity of pioneer vs. non-pioneer saplings in a Taiwanese forest」論文一篇，主要是將歷年來有關森林動態研究、森林生態系對氣候變遷之反應，及氣候災害影響等研究成果，與各國頂尖學者切磋並交換意見，不僅增進國際視野，且對未來的研究更有助益。

關鍵詞：極端事件、生態系統復原力、2018 年美國生態學年會

目次

一、目的	4
二、過程	5
三、心得與建議	11
四、附錄	17

一、目的:

美國生態學年會（Annual meeting of Ecological Society of America, ESA）創始於 1915 年，每年的年會所探討的議題主要以自然生態為主，另包括自然資源管理、生態恢復、臭氧、全球氣候變化、物種滅絕、生物多樣性的喪失、以及棲息地的變化和破壞等多方面。參加的成員來自世界各地，以大學、政府機構和非政府機構的學者為主，會議中透過各領域生態學家之間的交流，除了可瞭解生態學最新的研究成果外，更可提供相關研究成果，作為決策者在制訂環境政策時重要之參考依據。每年會議中除了口頭與海報展示外，也穿插了專門議題會議、專家會議、學生會議以及各種工作坊等等，讓平常忙碌的科學家們，能藉此機會彼此分享交流，討論切磋摩擦出不一樣的研究火花。

今年是 ESA 第 103 屆，於美國路易斯安那州紐奧良市舉行，2018 年 ESA 會議主軸為-極端事件，生態系統復原力和人類福祉 (Extreme events, ecosystem resilience and human well-being)。主要闡述生態系統和人類福祉的可持續性，取決於其對極端事件的抵禦能力；近年來氣候之極端事件頻傳，如熱浪，乾旱，洪水，火災和颶風(颱風)等，這些都挑戰著生態系統、人類的健康及生活，而使其產生惡化，例如古文明的瑪雅人和美索不達米亞人，可能因過度的森林砍伐和農業耕種，加劇了乾旱並導致族群滅亡；而生態系統應對極端事件挑戰的能力，取決於抵禦機制的完整性，這些機制如被極端事件嚴重破壞，將會同時影響著土地的承載量。會議中主要以美屬波多黎各及美國路易斯安那州紐奧良市兩個地方受颶風侵擾為例，闡述自然生態系統及人為生態系統經擾動後的恢復狀態，以及自然資源的永續經營概況等等。

本次參加 2018 年 ESA 會議，並發表「臺灣森林先驅與非先驅樹苗物種多樣性的空間分佈對比研究；Contrasting spatial distribution of species diversity of pioneer vs. non-pioneer saplings in a Taiwanese forest」論文，此為將歷年來有關森林動態學、森林生態系對氣候變遷之反應，及氣候災害影響等研究之成果，與各國頂尖學者切磋並交換意見，不僅增進國際視野且對未來的研究更有助益。

二、過程

本次參加 2018 年美國生態學年會 (ESA)。會議舉行地點為美國路易斯安那州紐奧良市，會議時間為 2018 年 8/5 ~ 8/10，8/5 為開幕式，有兩場專題演講，接下來是為期 4 天半的研討會，包含口頭發表（每日上午 8:00 至下午 5:00）、海報論文發表（每日下午 4:30 至 6:30）、及生態學研究討論議題等等。此外，其他各種研習工作坊 (workshop) 及野外參訪 (field trip) 行程，則在會議開始前兩天及研討會中間穿插舉行。

會議過程及內容如下表：

時間	地點	主要行程內容
8/3-8/4	台灣→日本東京→美國達拉斯→美國紐奧良市	去程飛機抵達美國紐奧良市並於會場報到
8/5-8/8	美國紐奧良市	於美國路易斯安那州紐奧良議中心參加 2018 年美國生態學年會 (ESA)年會
8/9	美國紐奧良市	上午參加紐奧良市花園區街區城市生態考察活動，下午參加 2018 年美國生態學年會 (ESA)年會
8/10	美國紐奧良市	參加 2018 年美國生態學年會 (ESA)年會，並發表「臺灣森林先驅與非先驅樹苗物種多樣性的空間分佈對比研究；Contrasting spatial distribution of species diversity of pioneer vs. non-pioneer saplings in a Taiwanese forest」論文。
8/11-8/12	美國	自費休假
8/12-8/13	美國達拉斯→日本東京→台灣	回程飛機

另將所參與活動分項詳細介紹如下：

● 參加海報論文發表

本次海報論文是由林業試驗所張勵婉副研究員、台中自然科學博物館邱少婷副研究員及台灣大學謝長富教授以「臺灣森林先驅與非先驅樹苗物種多樣性的空間分佈對比研究；Contrasting spatial distribution of species diversity of pioneer vs. non-pioneer

saplings in a Taiwanese forest」為研究主題之共同發表，時間為 8/10 上午，發表內容摘要如下：

瞭解物種多樣性的空間分佈是群落生態學研究的核心問題之一。環境條件、擴散限制和擾動等因子被認為是影響物種多樣性空間格局的重要過程；然而，在地方尺度上，物種分佈和環境因子總是呈現空間聚集性，使得人們不易理解不同的過程如何影響多樣性和物種組成的空間分佈。

本研究將物種分成先驅種及非先驅種 2 個植物功能群，研究地點在臺灣中部蓮華池森林的 25 公頃森林動態樣區內，所蒐集的環境因子包含地形、土壤和擾動所產生的孔隙等因子。利用鄰域主座標(principal coordinates of neighbor matrices)的空間分析方法，進行分析，以了解不同空間尺度下不同生態過程的貢獻，此外，為瞭解先驅與非先驅樹苗和環境因子之間的關係，採用典型對應分析方法(canonical correspondence analysis)。

結果表明：(1) 小尺度的空間格局對於先驅樹苗分布的影響較非先驅樹苗的影響更為重要，(2) 擴散限制對非先驅樹苗的影響比先驅樹苗大，(3) 土壤元素含量可解釋 2 個植物功能群的樹苗空間分布的大部分變異，而擾動因子另可解釋先驅樹苗空間分布的變異，地形、土壤質地及含水量解釋非先驅樹苗空間分布的變異。典型對應分析結果表明，物種分佈與地形、土壤和擾動等因子有顯著的相關性；而植物種類、地形和擾動皆對土壤的物理及化學性質的影響亦很明顯。

總體而言，我們認為棲地環境差異主要影響先驅和非先驅樹苗物種多樣性與空間分佈。擾動因子導致了先趨種樹苗的細微空間分布，而地形和土壤因子則影響了非先驅樹苗分布的空間變異；而擴散限制也是影響樹苗分布的重要因子，特別是影響非先趨樹苗的多樣性與空間分布。研究同時指出，擾動因子維持了先驅物種組成，也影響先驅物種的多樣性。雖然物種分佈與地形、土壤和擾動有顯著的相關性，但我們認為地形因子和植物種類對土壤化學和物理因子也有較強的控制作用，從而影響植被與土壤的模式。

本次發表切合會議主軸所探討生態系受到擾動後因不同功能群物種的更新而影響其分布的恢復過程，發表時除與相關學者進行分享外，更進一步討論後續研究合作事宜，可謂獲益匪淺。

聆聽口頭論文發表與交流

除了海報論文發表外，更參與聆聽多場口頭論文發表，因本人近年來研究方向主要以森林動態、氣候災害影響、及森林生態系對氣候變遷之反應等，茲將會議中探討波多黎各島受颶風擾動後，對自然、社會、經濟的傷害及後續恢復之相關研究成果摘要如後：

美屬波多黎各島位處加勒比海地區，長年來受颶風的擾動，颶風對於當地的自然生態、社會及經濟及都造成不同程度的影響，2017 年曾遭受兩次強烈颶風 (Hurricane Irma and Maria) 的侵襲，風速皆超過 150 英里/小時，此對於波多黎各城市基礎設施產生很大的破壞。森林生物地理學家 Jeffrey Chamber 的團隊，利用 Google Earth Engine 衛星圖像和圖像處理技術，並基於 Katrina、Gustav 和 Rita 等颶風對森林樹木擾動造成的死亡率的相同方法，繪製了波多黎各森林受干擾圖，如圖 1。

該方法是研究人員利用可見光和不可見光照射森林表面的反射率變化，來評估颶風對於森林的傷害，根據估計，颶風 Maria 可能導致了 2300 萬至 3100 萬棵樹木死亡或嚴重受損；而用同樣的方法和颶風 Katrina 侵襲後樹木之受損狀況比較，密西西比州和路易斯安那州有 3.2 億棵樹死亡或嚴重受損，但詳細的數據仍需進行實地調查才能獲得更準確的估算。圖 1 顯示了 2017 年波多黎各森林受到颶風侵襲後，樹冠的破壞和樹木死亡率，顏色越深表示森林受到干擾的程度越強。



圖 1.

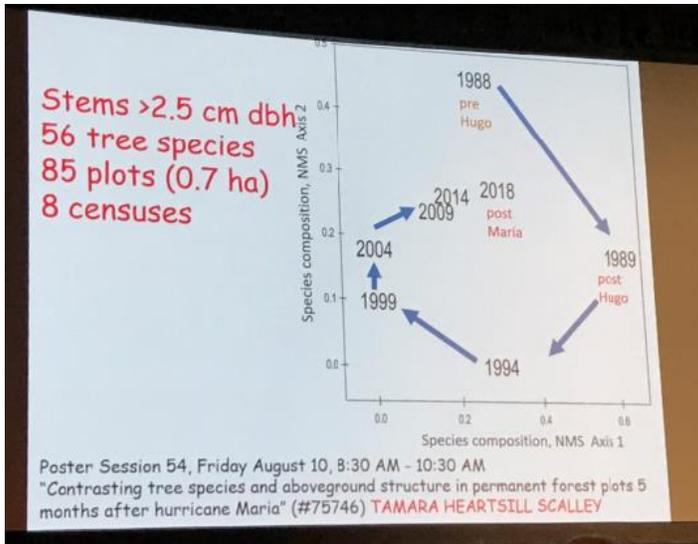


圖 2.

而森林受到颶風侵襲後的恢復情形，則可用圖 2 說明，從 1988 年起，調查 85 個森林樣區內胸高直徑大於 2.5 公分的樹木共 85 種樹木，1989 年波多黎各遭受雨果 (Hugo) 颶風侵襲後，隨即展開同一地點的森林複查，研究顯示，歷經 20 年，共 7 次複查，森林樣區內的植物仍未恢復至未受颶風侵襲前的物種組成，此表示如要恢復至颶風干擾前的狀態可能需要更久的時間。

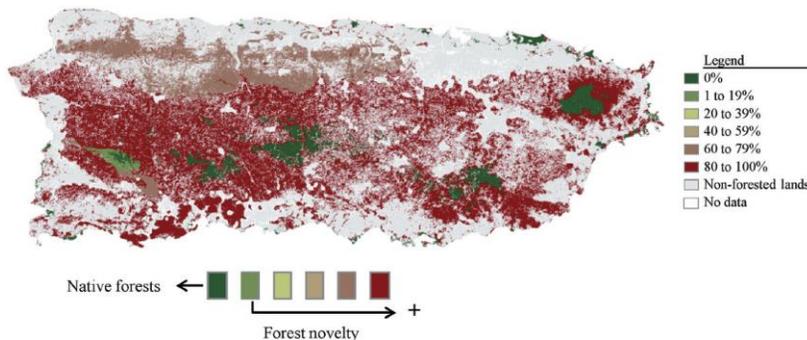


圖 3.

除了自然的擾動外，人為的擾動亦不可忽視，圖 3 顯示了森林在遭受擾動後恢復情況，如果僅就植被覆蓋度而言，受到擾動的植被復原狀況良好，但若細看物種的組成卻發現，僅在綠色的區域殘存原生植被，而其他地區則多被引進或歸化物種取代，因此同時說明除了自然擾動外，人類的干擾比想像中大的多，而這些歸化種及外來種如何影響整個生態系的運作及未來植被演替的走向，亦需要長期的監測與觀察。

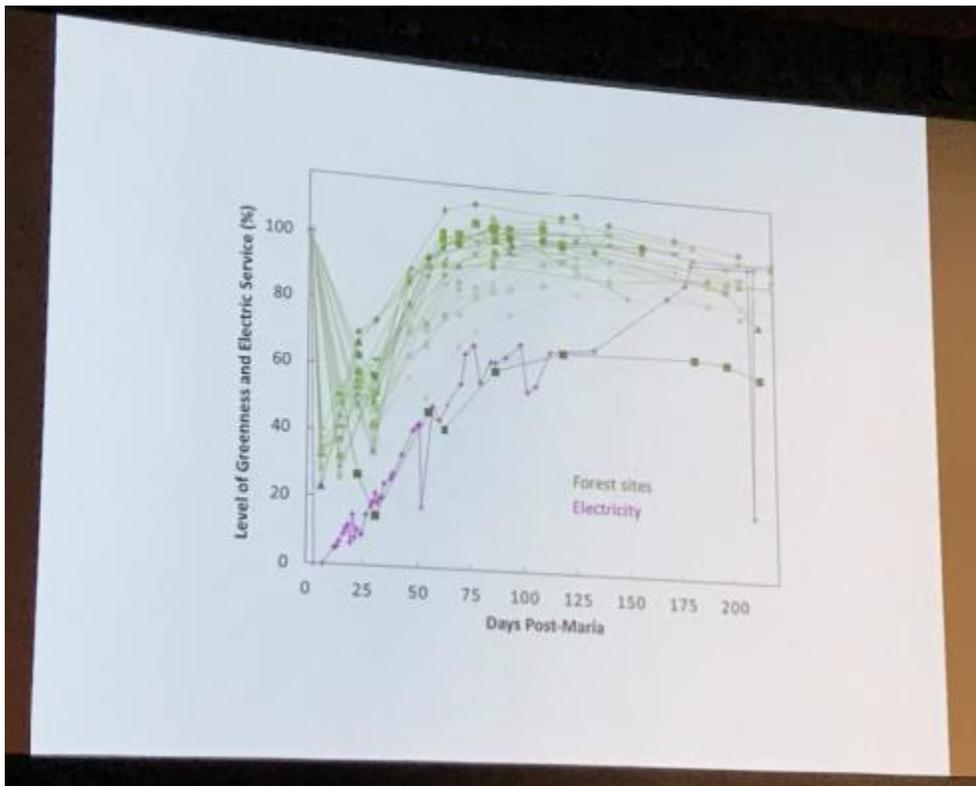


圖 4.

颶風嚴重地破壞了波多黎各的飲用水及電力供應系統，醫院、學校和其他基礎設施，估計財產和短期損失高達 950 億美元；圖 4 為森林樣區和電力系統受到擾動所需恢復的時間，紫色線為電力系統，綠色線為森林樣區，由圖 4 可知電力恢復在約第 200 天後達 100%，但隨即又受到其他干擾，再次導致電力系統的破壞，比較天然植群的恢復速度，遠比電力系統恢復快速，且可維持穩定狀態。

而波多黎各受颶風侵擾亦和當地所發生的政治、社會、經濟等事件也息息相關，圖 5 說明了幾次颶風(1899、1928、1932)侵襲和森林自然資源衰退、政治事件和經濟發展的相關性；1493 年哥倫布航行來到此島，1809 年西班牙將之設為西班牙的海外省，經濟以農業為主，是主要蔗糖及咖啡的產地，1898 年西班牙簽訂巴黎條約後，將波多黎各割讓給美國，自此波多黎各歸化為美國的屬地，農業耕種轉而多利用現代化機器，除了蔗糖和咖啡外也加入了菸草；1889 年、1928 年、1932 年分別受到 San Ciriaco、San Felipe、San Cipriano 等颶風侵襲，另一方面 1930 年代同時也是波多黎各人民在波多黎各國民黨的領導下起義，成立波多黎各共和國，經濟逐漸好轉，由農業轉變為以工業及旅遊業為主，更成為醫藥業和製造業中心；1989 年又受颶風 Hugo 侵襲；隨著 2009 年全球的經濟不景氣，波多黎各的經濟也衰退，失業率高達 11%，人口也在這段期間內流失 10%，積欠債務達 700 億美元；2017 年波多黎各向美國聯邦法院宣告破產，同年夏季又受到 Irma 及 Maria 等 2 個颶風侵襲；由此綜觀，環境與氣候的大事件，與該地區所發生的大事件相互吻合，同時影響著人類社會的文明與興衰。

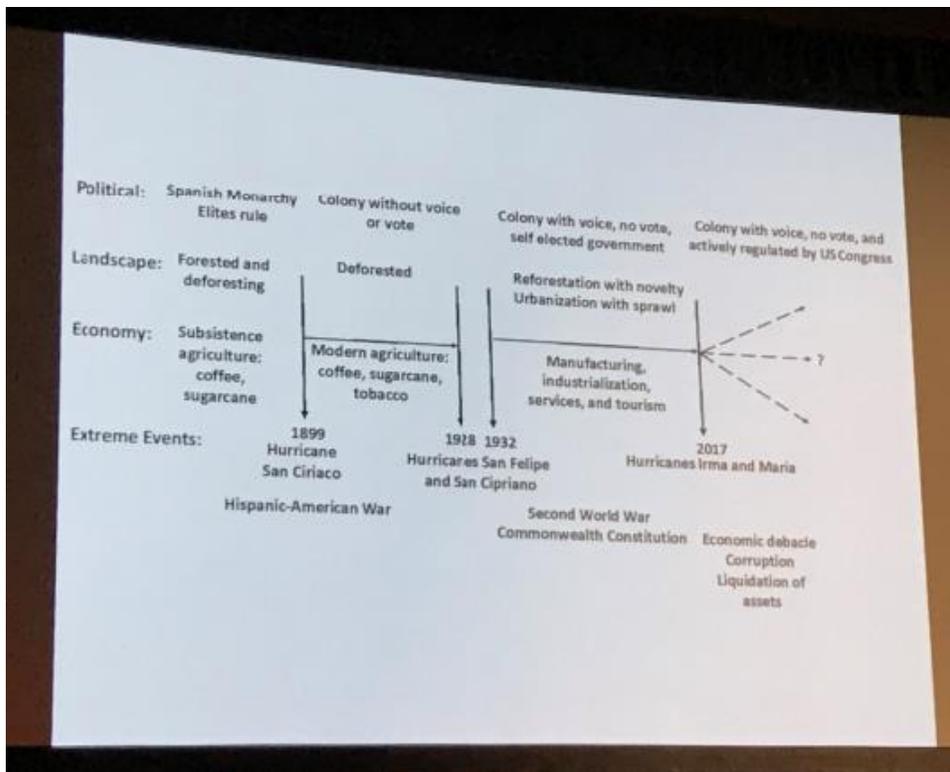


圖 5.

三、心得及建議

本次參加 2018 年美國生態學年會，茲將幾項與會所見心得與建議敘述如下：

● 青年科學家的職涯規劃

本次國際研討會中不乏許多剛從學校畢業的青年科學家，大會針對年輕族群特別安排各種不同的活動，例如舉辦工作坊、討論會或科研職涯經驗分享等，這些活動給予青年科學家們畢業後無論是從事科研工作、相關教育工作、或與產業界結合的產學合作工作，皆給予不同面向的分享與建議，使得青年科學家對於職涯選擇有更宏觀的視野與方向；反觀國內的研討會，較多著重於學術的討論，對於科學與人的面向較少討論。盼望國內如有舉辦類似大型的研討會，也能參考國外模式，辦理相關活動，增加年輕研究人員的視野與職涯選擇的多樣性。



8 月 6 日中午時間所舉辦的“生態學中的多元化職業生涯”工作坊，4 位與生態學相關的從業人員與大家暢談生態學領域當中不同職涯與生活，內容包含個人故事、職涯甘苦談、薪資與人際關係等等。

● 都市生態學：跨人類影響梯度的生物多樣性變化

隨著人類活動的影響，都市當中的生物多樣性也在不斷變化著，例如：由於都市土地不透水地表面積增加，而使得物種豐富度下降，另一方面研究卻也發現如一地區的房屋數量適中時，物種的豐富度也會增加。有關人類影響都市物種的多樣性，自 20 世紀 1970 年代，已有許多相關的研究報告，更提出 3 種相關的假說，分別為 1. 生產力假說，物種多樣性隨著人的影響而增加；2. 中間擾動假說，在人類影響適中時生物的多樣性達到最高；3. 生態系統應力假說，物種多樣性隨著人類影響的增加而下降。為了驗證這些人類影響對於生物多樣性的反應，需要蒐集不同人類影響梯度下的生物資料，並對其進行綜合相關性分析。

8 月 9 日上午，參與了穿越城市步行野外考察活動(cross town field trip)，地點是在紐奧良市的花園街區(district garden) 沿著華盛頓大道步行，起始處為非洲裔社區，結束地點為近密西西比河的愛爾蘭海峽地區，路程約兩英里，此步行活動正是沿著社經發展的環境梯度(即人類擾動梯度)，經由步行的方法，進行生物多樣性的調查，記錄沿途所看到的動植物種類、數量、樹冠覆蓋度、鳥類豐富度及分布點位等資訊，最後更與當地的建築師和城市規劃專家進行交流討論，瞭解自然干擾(ex:颶風)或人為干擾如何影響城市發展，進而探討城市生態，社區發展和環境正義的相關議題。此城市步行活動除了可以做為大學都市生態學相關實作研究調查外，更可將活動推廣給一般社會大眾，經由城市居民長期的監測記錄，實現都市中的公民科學，使得當地居民對於所居住環境生態系有更佳的認識與了解。

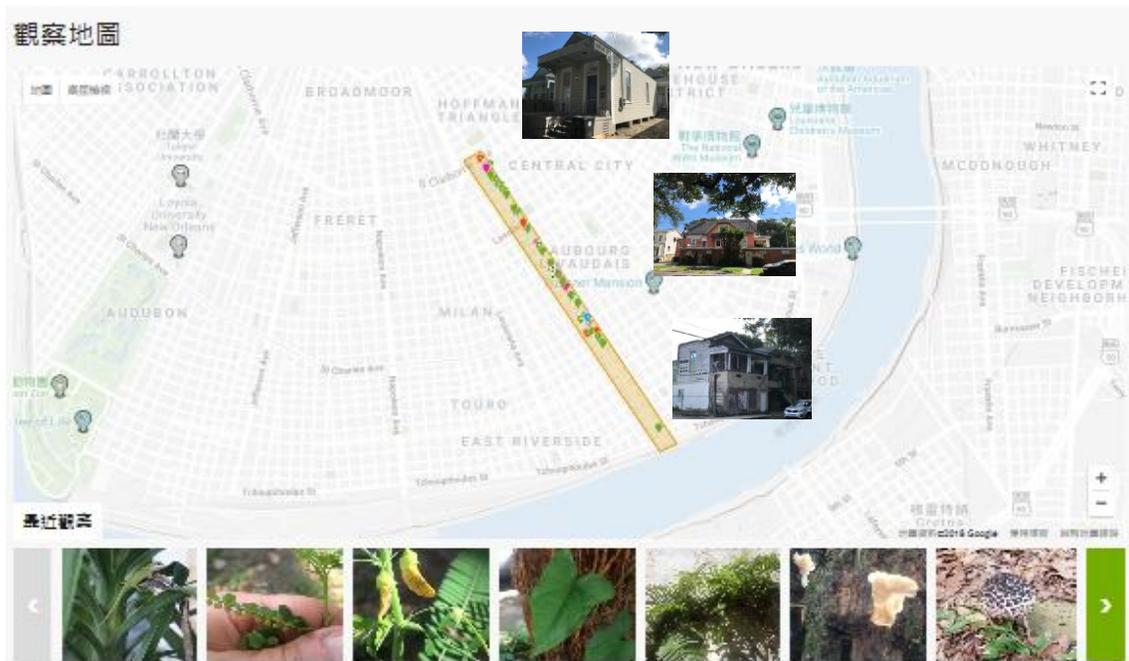
將城市步行觀察活動所用以紀錄的 app 臚列如下：

- iNaturalist - 可經由照片識別植物和動物，並做統計。
- Picture This - 即時辨識任何照片中的植物，並與世界分享所找到的植物。
- Leafsnap - 辨識北美植物。
- Merlin - 辨識鳥類。
- Audubon Bird 北美鳥類的完整現場指南。
- iTrack Wildlife - 動物追蹤識別。
- Decibel X - 噪音檢測。

- Canopy App - 測量樹冠覆蓋。
- Canopy Cover - 測量樹冠覆蓋。
- SoilInfo App - 全球土壤數據。
- Zillow - 顯示當地房地產資訊和房屋價格。
- PicStory - 可記錄所拍攝照片的故事。



參與紐奧良市花園街區城市步行活動，並與當地的建築師和城市規劃專家進行交流討論



紐奧良花園街區的穿越城市步行野外考察活動(Cross town walk)，路程約兩英里，起始處為非洲裔社區，結束地點近密西西比河的愛爾蘭海峽地區。

關於 關注者 2

This project captures the observations made during a "crosstown walk" field trip during the Ecological Society of America's 2018 annual meeting.

[閱讀更多 >](#)



Crosstown Walk Field Trip at ESA 2018

AUG 9, 2018

🔔 最新消息

79
觀察

45
物種

21
鑑定者

6
觀察者

統計

最近觀察 檢視所有



Green Anole
Anolis carolinensis
1 13d



Chamberbitter
Phyllanthus urticae
12d



Bigpod Sesbania
Sesbania herbacea
1 12d



Plants
界 Plantae
12d

最多觀察
carrieseltzer 34

partspermillion	28
johncarlson	10
kelseyderose	5
isayhoomhom	1
charleshnilon	1

檢視所有

最多物種
carrieseltzer 17

partspermillion	14
johncarlson	5
kelseyderose	1
isayhoomhom	1
charleshnilon	1

檢視所有

被觀察最多次的物種
Chamberbitter 5

Resurrection Fern	4
Red Imported Fire Ant	3
剛 Strobilomyces	3
Southern Live Oak	2
American Cockroach	2

檢視所有

專案需求

此專案的觀察必須符合以下準則:

- 物種分類: 所有物種分類群
- 位置: Washington Avenue, LA, US
- 使用者: 任何
- 品質等級: 研究等級, 需要鑑定, 相照
- 多媒體類型: 任何
- 日期: August 9

統計



45
物種

- 未知
- 原生動物
- 植物
- 軟體動物
- 變形蟲
- 昆蟲綱
- 節肢動物
- 原生動物
- 菌類
- 哺乳類

最新消息

August 14, 2018 - 9:41 PM

Thanks for recording during the crosstown walk! It's fun to see how many different species we saw during this field trip (with a strong emphasis on the wild rather than...

檢視所有

2018 年 ESA Cross town walk 步行考察結果，資料由觀察者經由 iNaturalist app 上傳，並鑑定分類與統計。

● 多元組群所共同參與的會議

美國聯邦政府和州政府在法律上禁止各種歧視，無論是「膚色、宗教、性別或民族出身」，並制定法律，保障各種族群及性向的人們，進而落實實質上的真平等；而科學傳播和研究參與也是實踐的最佳途徑，此種公平和包容性是充分重視人權的真平等作為，亦表現於本次研討會議當中；本次會議針對各種不同族群，包含黑人族群、女性生態學家、以及 LGBT 族群(女同性戀、男同性戀、雙性戀和跨性別者)，皆有個別不同的聚會，除了分享研究當中的甘苦談外，更針對不同族群所面臨的挑戰與實際狀況，進行更深入的交流。例如 8 月 6 日中午有 500 名女性科學家的聚會，聚會中討論女性以多元化和更公開的形式參與科學，可使得科學更加開放，更為包容和更可為社會服務；而黑人科學家及 LGBT 族群也在不同時間有不同的聚會，充分顯現了生態學研討會的多元包容性和良好的溝通。

● 紐奧良植物園參訪

ESA 會議結束後，同時參訪了位於城市公園(City Park)區的紐爾良植物園，該植物園於 1936 年建造，是紐奧良市的第一個公共古典園林，2005 年 8 月遭受 3 級颶風卡翠納的嚴重侵襲，強風吹倒並破壞園區栽植的樹木，隨後的洪水更使得植物園在 3 英尺深的水中淹沒了將近兩週，長達數週的停電也使得植物園內的自動澆水系統失效，而溫室中的蘭科，鹿角蕨類和鳳梨科植物也因此損失大半，經過半年的整修，紐奧爾良植物園於 2006 年 3 月重新向公眾開放。

紐爾良植物園內擁有許多成熟高大橡樹，園內種植了來自世界各地的 2000 多種植物，主要區分為玫瑰花園、日本庭園、本地植物區、觀賞樹木區、水生植物庭園、蜜源植物區、民生作物區，而溫室中則是蕨類、蘭科、仙人掌、薑科、秋海棠科等植物；此外，歷史悠久的紐奧爾良火車花園更是植物園中隱藏的寶藏，由著名工匠 Paul Busse 設計，以 1：22 的比例打造，火車花園主要呈現 19 世紀後期至 20 世紀初期的紐奧良城市面貌，當遊客漫步火車花園時，可以俯瞰 1300 英尺的軌道上行駛著紐奧良歷史悠久的電車和火車，穿梭於城市中各個著名的街區，例如：法國區、河畔區、

花園區，讓遊客在欣賞植物多樣性之餘，更可了解紐奧良各區的典型建築與歷史。



紐奧良植物園溫室所栽植的蘇鐵與蕨類



紐奧良植物園的水生植物庭園



紐奧良植物園的民生作物區



紐奧良植物園區的火車花園

附錄 I

發表海報



Contrasting spatial distribution of species diversity of pioneer vs. non-pioneer saplings in a Taiwanese forest

Li-Wan Chang¹, Shau-Ting Chiu^{2,3}, Chang-Fu Hsieh³

¹Technical Service Division, Taiwan Forest Research Institute; ²Department of Botany, National Museum of Natural Science; ³Institute of Biology and Evolutionary Biology, National Taiwan University, Taiwan, R. O. C.



OBJECTIVE

We addressed specific questions:

- what different spatial scale variations contribute to distribution of pioneer and non-pioneer saplings
- how dispersal limitation affects distribution of pioneer and non-pioneer saplings
- how different environmental factors contribute discriminative variation in explaining species composition of pioneer vs. non-pioneer

RESULTS

1. Fine-scale spatial patterns are more important for pioneer than for non-pioneer species.
2. Dispersal limitation showed stronger effects on non-pioneer saplings than pioneer saplings.
3. Soil chemistry explained the greatest variations for both two functional groups, followed by disturbance for the pioneer group, topography for the non-pioneer group, and then soil texture and moisture content.
4. Canonical correspondence analysis indicated that species distributions were significantly correlated with topographic, soil and disturbance variables. It was also evident that plant species, geomorphic processes, and disturbance have different effects on the physical and chemical properties of soils.

CONCLUSIONS

- Environmental control was the main process that regulates spatial distribution of species diversity for both pioneer and non-pioneer saplings.
- Disturbance effects contributed to fine-scale spatial variations for pioneer saplings, whereas topographic and soil effects contributed to broad scale spatial variations for non-pioneer saplings.
- Dispersal limitation was also an important process influencing spatial distribution of species diversity for both functional saplings, especially non-pioneer saplings.
- The role of the disturbance process in maintenance of pioneer species composition, which simultaneously structured plant diversity.
- Topographic factors and plant species could also exert strong control over soil chemical and physical properties, thus influencing vegetation-soil.

METHODS

1. Study site:
Lienhuachin forest dynamics plot (LHC FDP), Evergreen broad-leaved forest in Taiwan, East Asia

2. Stem-mapping 25-ha LHC FDP
3. Statistical analyses
 - 1.) Principal coordinates of neighbor matrices (PCNM) eigenfunctions
 - 2.) Variation partitioning
 - 3.) canonical correspondence analysis
- Y: two functional groups: pioneer and nonpioneer
X: environmental variables: topography, soil, and disturbance

Fig. 1. Variation partitioning results. The four figure panels show Venn diagrams representing the partitioning of the variation of (a) all saplings, (b) Pioneer saplings and (c) Non-pioneer saplings, among three sets of explanatory variables: environment variables (upper left circle), nature (middle circle), PCHM eigenfunctions (upper right circle) and sapling tree PCHM eigenfunctions (lower circle). Each box regresses 100% of the variation in the corresponding response variable. The reported fractions are adjusted R².

Fig. 2. Ordination diagrams of (a) 374 quadrats and (b) 32 species based on Canonical Correspondence Analysis with respect to 16 soil and 6 topographic variables represented by the arrows and disturbance regimes shown by their centroids. Species are identified by their abbreviated names (the first four letters of the genus combined with the first four letters of the species).

ACKNOWLEDGE

We appreciate numerous volunteers, coordinators, and research assistants of the Lienhuachin Research Center for field assistance. Dr. Ming-Chun Lin and Dr. Yun-Jen Chen helped in the discussion in the statistical analysis. The study was supported by a Taiwan Forest Research Institute grant under the project ST 287-11-F-01. Some financial support was provided by the Forestry Bureau (104-BF0602B).

附錄 II
相關照片



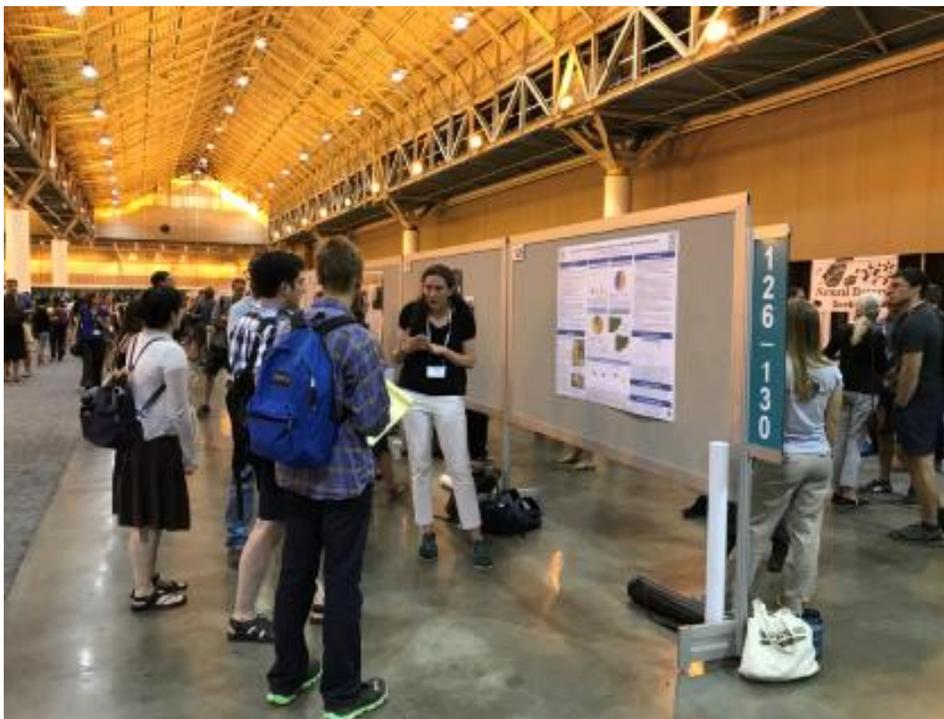
▲2018 年美國生態學年會舉辦地點，美國路易斯安那州紐奧良市的 Convention Center



▲2018 年美國生態學年會開幕式



▲參加 2018 年美國生態學年會



▲2018 年美國生態學年會海報發表會場