

棲蘭山檜木林世界遺產潛力點設置要點研究(2/2)

A Study on Documentation and Management
Guidelines for Promoting Cilan Mountain Cypress
Forest as World Heritages (2/2)

計畫主持人：雷鴻飛 助理教授

協同主持人：李光中 副教授

研究助理：黃信睿

工作人員：鍾孟翰、劉明轟、曾意如

委託單位：行政院農業委員會林務局

機關名稱：社團法人臺灣生態旅遊協會

中華民國 一〇三 年 十二 月 三十一 日

目錄

前言	2
本文	3
第一章、雪山山脈的氣候、地形與地景生態的調適	3
1.1 思源和南山兩站的日雨紀錄分析比較	3
1.2 雪山山脈及其鄰近地區的氣候與海拔高度的關係	11
1.3 移地保育霧林帶物種的必要條件	16
第二章、蘭陽平原及其鄰近地區環境災害初探	23
2.1 最近一次冰河退卻與宜蘭平原的天災	23
2.2 晚近宜蘭的天災	27
2.3 災害的本質與回應	33
第三章、水青岡保護區與管理：歐洲水青岡保護案例	35
3.1 喀爾巴阡山	36
3.2 德國水青岡森林保護區的氣候特徵	39
3.3 德國水青岡森林保護區	50
3.4 保護區的管理	52
第四章、經營管理指導原則與治理政略	55
4.1 經營管理的指導原則	55
4.2 綱要計畫的內容與地位	56
4.3 社區發展	59
4.4 摸著石頭過河的法規與政治經濟操作	62
4.5 推動棲蘭山檜木林發展的三項關鍵工作與未來研究課題	64
參考文獻	66
附錄一英文申請文件初稿	70
附錄二參加第四屆(2014)世界保護區大會及地理實察出國報告	125
壹、保護區在氣候變遷調適上的作為	126
貳、雪梨植物園的保育教育	135
參、大藍山世界遺產的簡介	139
肆、藍山國家公園地理實察	154
附錄三 世界自然遺產與台灣的自然 地景保育	161
附錄四論棲蘭山檜木林的地景生態與治理	164

棲蘭山檜木林世界遺產潛力點設置要點研究期末報告

A Study on Documentation and Management Guidelines for Promoting Cilan Mountain Cypress Forest as World Heritages

雷鴻飛¹

Hung-Fei Lei

前言

本計畫的工作重點有二：第一、根據即有文獻，整理撰寫申請世界遺產的文件；第二、根據世界遺產的標準和各國實例，擬訂規範「棲蘭檜木林世界遺產」經營管理計畫的原則，作為主管機關逐年實施經營管理計畫的參考，並且從初步的實踐經驗中，形成日後法規訂定的經驗知識基礎。

在撰寫申請世界遺產文件工作上，本計畫結案報告將英文初稿列於附錄一，獨立編排頁碼。「棲蘭檜木林世界遺產」經營管理計畫的原則，則放在報告正文第四章。此一經營管理計畫的原則，其環境、地史、他國案例考量則分別以第一至三章說明，分別是雪山山脈的氣候、地形與地景生態的調適；蘭陽平原及其鄰近地區環境災害初探；森林保護區-歐洲水青岡案例。

¹中國文化大學地理系 助理教授

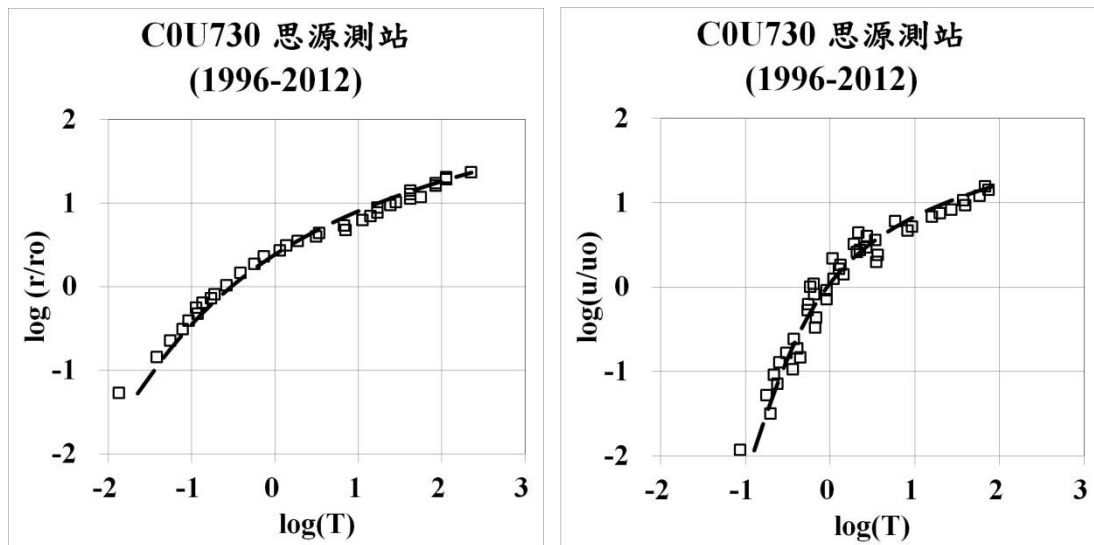
本文

第一章、雪山山脈的氣候、地形與地景生態的調適

這一章首先分析比較思源和南山兩站日雨紀錄，討論檜木移地保育所需地景生態條件以及必要的改造。接著從區域氣象紀錄，討論雪山山脈，乃至於橫越臺灣中部整個地形剖面上的氣候特徵，進一步思考檜木林移地保育的建置。最後，結合保育與生產通盤考量，針對原住民和現代生活整體設計，討論緩衝帶保育基地建置的必要條件。

1.1 思源和南山兩站的日雨紀錄分析比較

首先以思源和南山兩站日雨紀錄，透視地形雨現象，討論它的地景生態意義。思源測站位於蘭陽溪、大甲溪的通谷鞍部上，思源啞口，海拔 2036 公尺。它到蘭陽平原沖積扇頂的牛鬥，水平距離 35 公里，從牛鬥到海岸又 28 公里。思源測站距離南山測站 5.1 公里，而南山測站的海拔高度為 1260 公尺；兩站垂直落差 776 公尺。



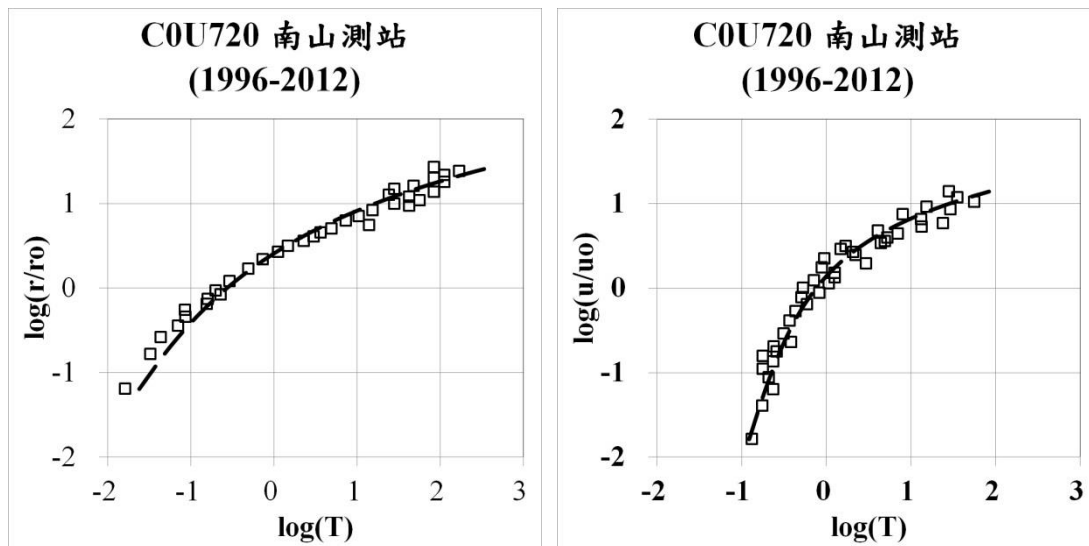
圖一、思源測站日雨週期與規模(圖左)，以及日雨事件週期與規模(圖右)，都遵守乘冪關係；各站紀錄都大約遵守此一規則，從而作為推估長周期事件的依據。

根據 1996 年到 2012 年總共 17 年的日雨紀錄，思源最大日雨 441.5 公釐，年均雨量 3002.6 公釐，平均雨日雨量 12.2 公釐，降雨機率 67.5%，平均每年有一天日雨超過 236.0 公釐，每 10 年有一天日雨超過 403.7 公釐，而對此的回歸推估分別為 205.4 公釐和 423.1 公釐，誤差在 15% 以內。準此，外推思源一帶每

100 年有一天日雨超過 722 公釐，每 1000 年有一天日雨超過 1103.5 公釐。截至目前，臺灣最大日雨紀錄，是莫拉克颱風於 2009 年 8 月 8 日在屏東尾寮山創下的單日降雨 1414.0 公釐，高出思源每 1000 年的單日日雨規模 28%。圖一是思源測站日雨週期與規模(圖左)，以及日雨事件週期與規模(圖右)的觀測統計和回歸模式。

以連續日降雨構成的降雨事件當作單元，思源最大事件發生在 2001 年 9 月 14 日到 10 月 6 日，23 天總共降雨 1225.0 公釐，其中單日最大雨量 212.0 公釐，發生在 9 月 17 日。根據中央氣象局颱風資料庫紀錄，2001 年 9 月 6 日到 20 日颱風納莉(NARI)襲臺，隨後緊跟著是 9 月 22 日到 28 日的颱風利奇馬(LEKIMA)影響臺灣天氣。

整個來看，958 個降雨事件，平均每一個事件的雨量規模為 53.3 公釐，事件平均延續日數為 4.4 天，每年有一次事件降雨超過 415.0 公釐，每 10 年有一次事件降雨超過 1117.4 公釐，而對此的回歸推估分別為 391.4 公釐和 989.5 公釐，誤差也在 15% 以內。準此，外推思源一帶每 100 年有一次事件降雨超過 1732.7 公釐，每 1000 年有一次事件降雨超過 2591.4 公釐。再一次拿莫拉克颱風在屏東尾寮山的降雨事件來比較，其連續 11 天的事件總雨量 3045 公釐，高出思源每 1000 年一次的事件降雨規模 17%。



圖二、南山測站日雨週期與規模(圖左)，以及日雨事件週期與規模(圖右)，都遵守簡單的乘幂關係；此一規則就是推估長周期事件的依據。

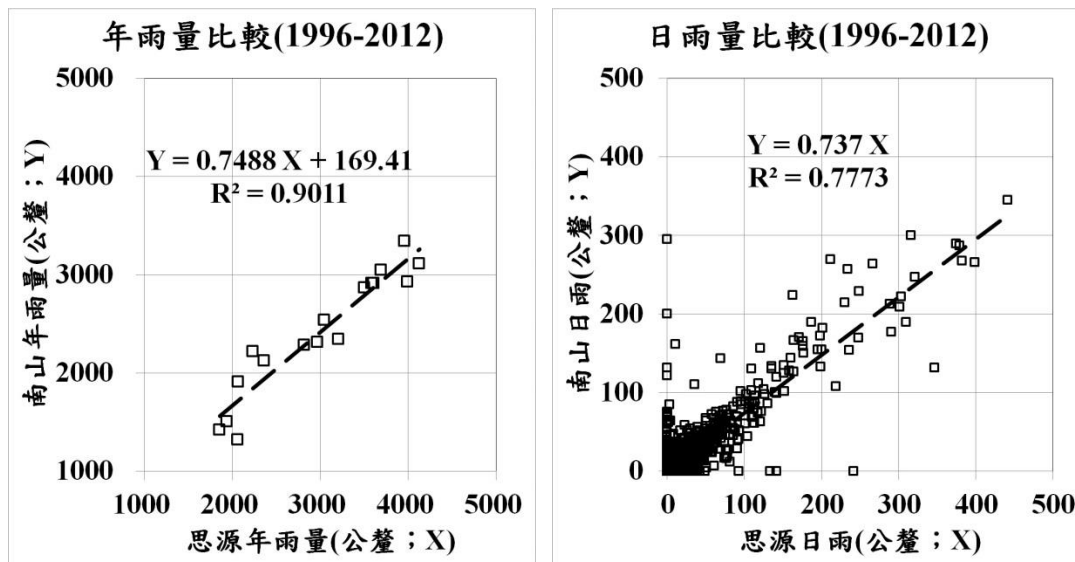
同樣根據 1996 年到 2012 年共 17 年的日雨紀錄，南山最大日雨 345.0 公釐，年均雨量 2396.0 公釐，平均雨日雨量 10.5 公釐，降雨機率 62.4%，平均每年有一天日雨超過 200.5 公釐，每 10 年有一天日雨超過 342.2 公釐，而對此的

回歸推估分別為 166.8 公釐和 342.2 公釐。準此，外推南山一帶每 100 年有一天日雨超過 581.2 公釐，每 1000 年有一天日雨超過 884.5 公釐。

以連續日降雨構成的降雨事件當作單元，南山最大事件發生在 2012 年 7 月 30 日到 8 月 2 日，4 天總共降雨 885.5 公釐，其中單日最大雨量 345.0 公釐，發生在 7 月 31 日。根據中央氣象局颱風資料庫紀錄，2012 年 7 月 31 日到 8 月 3 日颱風蘇拉(SAOLA)襲臺，影響臺灣天氣。

整個來看，943 個降雨事件，平均每一個事件的雨量規模為 43.2 公釐，事件平均延續日數為 4.1 天，每年有一次事件降雨超過 344.0 公釐，每 10 年有一次事件降雨超過 729.5 公釐，而對此的回歸推估分別為 267.3 公釐和 644.9 公釐。準此，外推南山一帶每 100 年有一次事件降雨超過 1101.0 公釐，每 1000 年有一次事件降雨超過 1618.4 公釐。圖二是南山測站日雨週期與規模(圖左)，以及日雨事件週期與規模(圖右)的觀測統計和回歸模式。

從 1996 年到 2012 年的日雨紀錄顯示，南山年雨量大約是思源年雨量的 0.75 倍再加 169 公釐；這一個推估的線性關係，其相關係數的平方值高達 0.90。但是，在 17 年的雨量紀錄上，這一個推估的平均差別有 189 公釐，最大差別將近±400 公釐，並且 17 筆年雨量的差值並不呈現常態分佈；兩地之間，來自地氣交互作用的地理差異(area differentiation)所造成的系統性年雨量差別，可以高達 1/6 以上，而逐年降雨事件序列中展示出兩地年雨量的非線性關係。



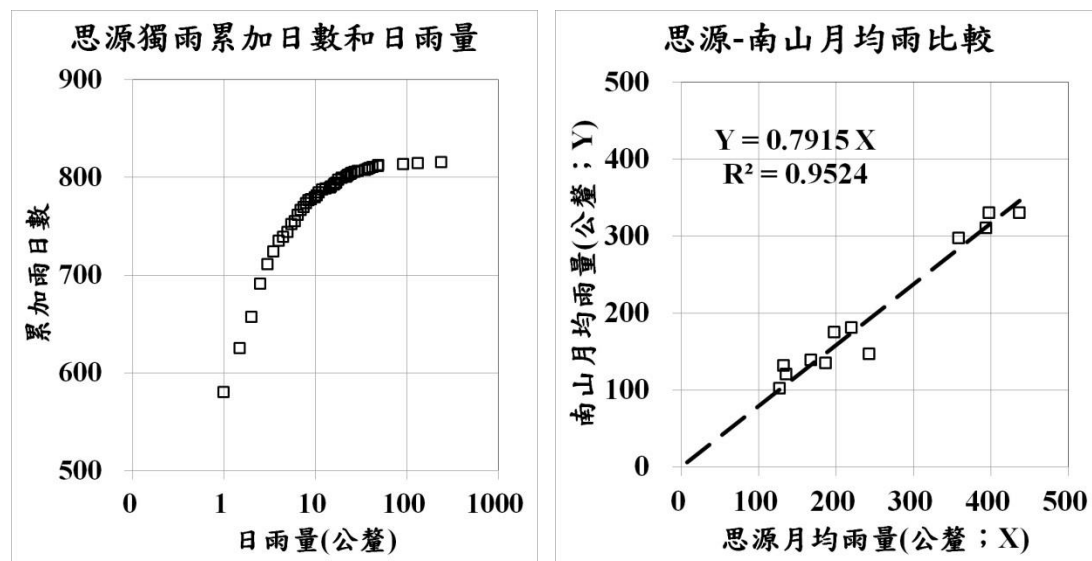
圖三、左圖顯示南山年雨量大約是思源年雨量的 0.75 倍再加 169 公釐，右圖顯示南山日雨量是思源日雨量的 0.74 倍。

如果將 7 年之間 6210 天的紀錄整筆來看，南山日雨量是思源日雨量的 0.74

倍，此時日雨量相關係數平方只有 0.78，而兩地都下雨的日子有 3375 天，佔全部紀錄 6210 天的 54.3%(圖三)。如果考量兩地都下雨的情況，日雨量相關係數平方就增加到 0.87，至於兩地都不雨的天數是 1521 天，機率大約 24.5%，剩下 21.1%是「南山下、思源不下，或者思源下、南山不下」的機率。

南山雨日機率 62.4%，思源雨日機率 67.5%；思源每年平均比南山多 19 天雨日。如果兩站降雨差異全數歸因於海拔高度，那麼南山、思源一帶，每升高海拔 100 公尺，年雨日就增加 2.4 天，年雨量就增加 76 公釐，特別是在「思源下、南山不下」的 816 天中，共有 779 天的日雨小於 10 公釐，812 天的日雨小於 50 公釐；地形起伏在降雨事件上，更傾向於製造中、小尺度的日雨規模。

從 1996 到 2012 年的 17 年間，南山各月的月均雨量，大約是思源的 80%，並且明顯的分為兩群，一是 11 月到隔年 6 月的少雨期，期間包括冬雨、春雨、梅雨三小段時期，一是 7 月到 10 月的多雨期，也就是主要的颱風季節，雖然颱風可以在更早或更晚的月份，帶來豪雨(圖四)。

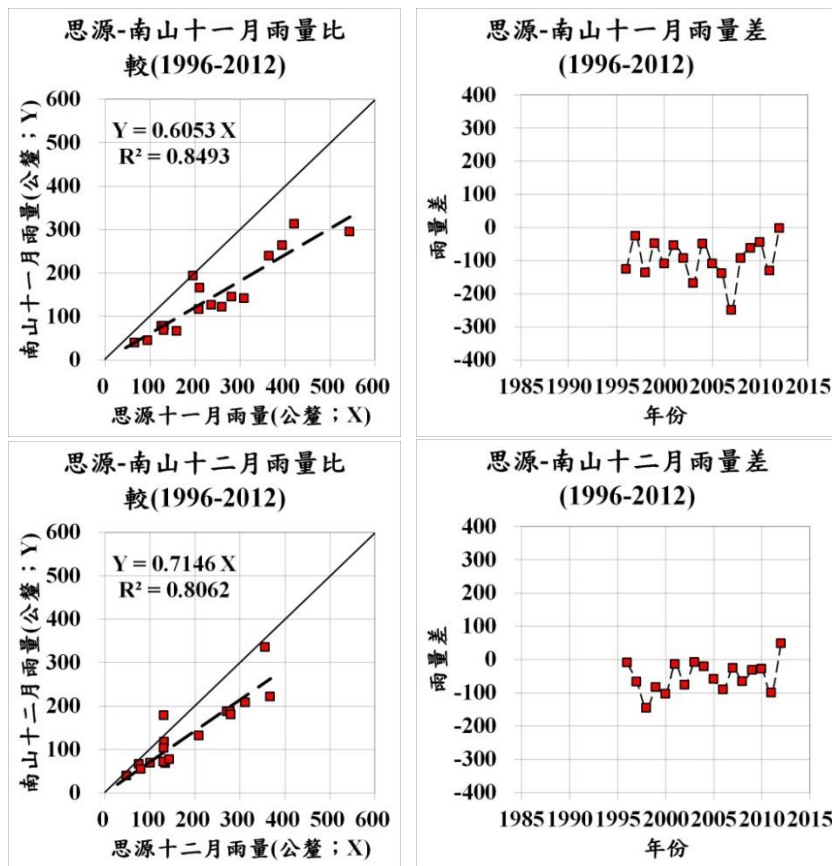


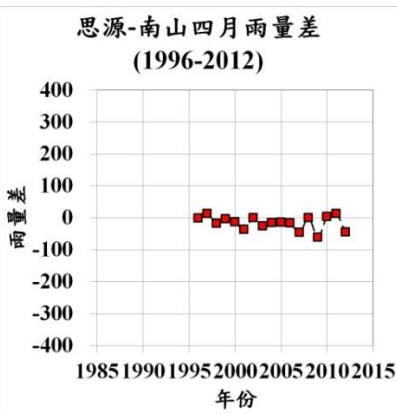
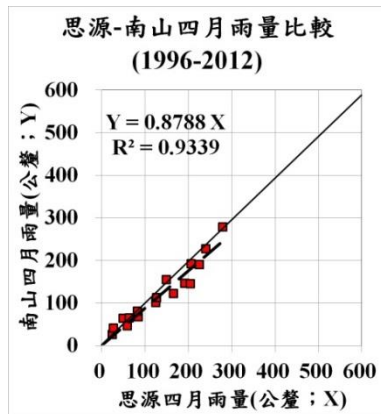
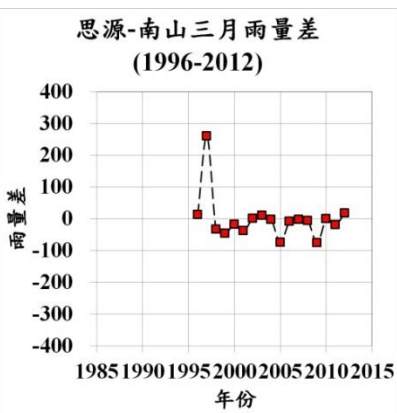
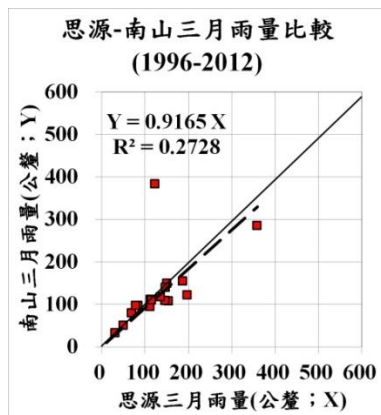
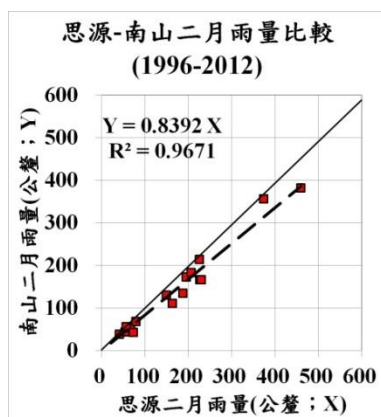
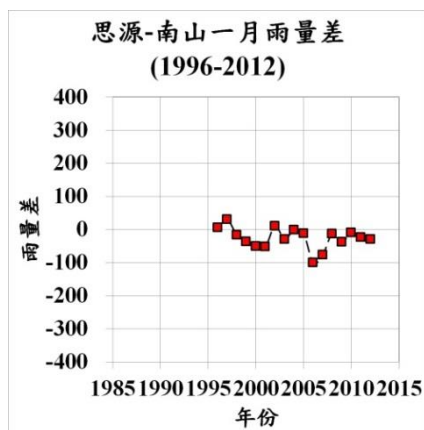
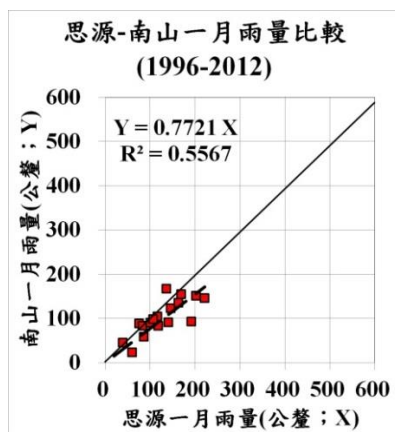
圖四、左圖顯示思源地形起伏更傾向於製造中、小尺度的日雨規模。右圖顯示南山各月的月均雨量大約是思源的 80%，並且明顯的分為兩群，11 月到隔年 6 月的少雨期，和 7 月到 10 月的多雨期。思源雨量和南山雨量之間的差別，在強降雨的多雨期間是更少的。

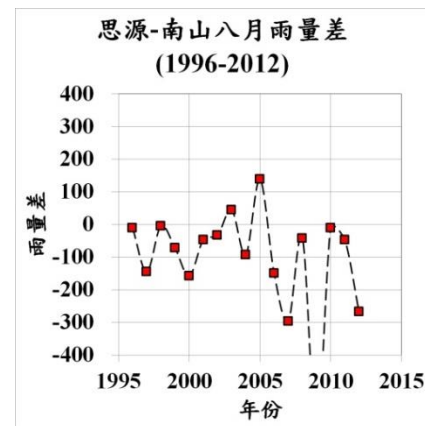
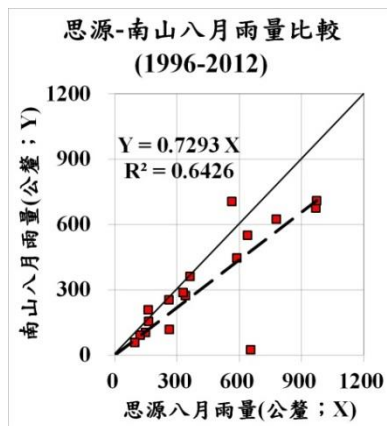
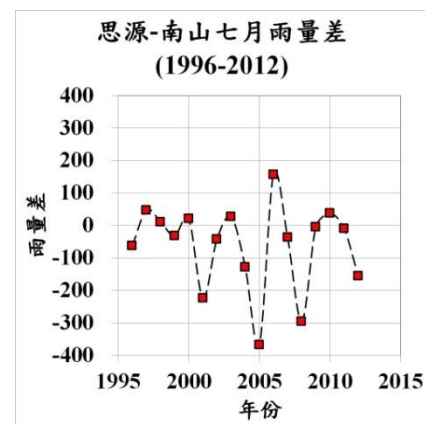
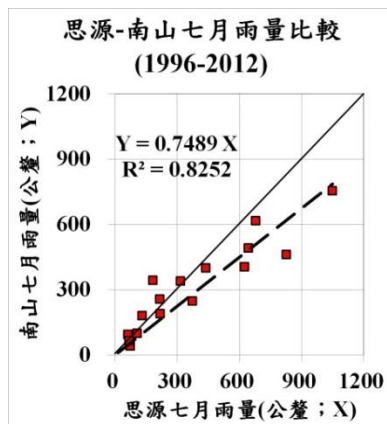
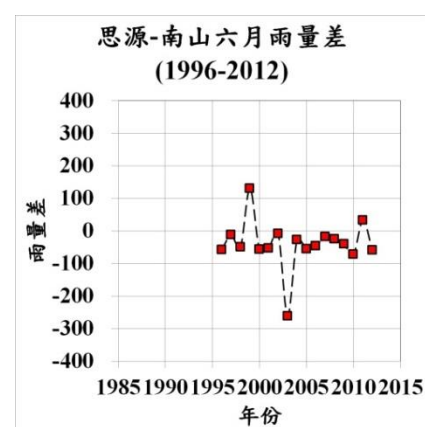
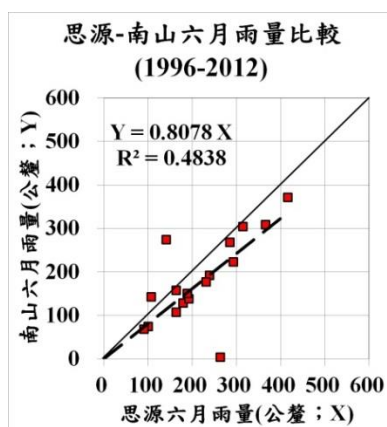
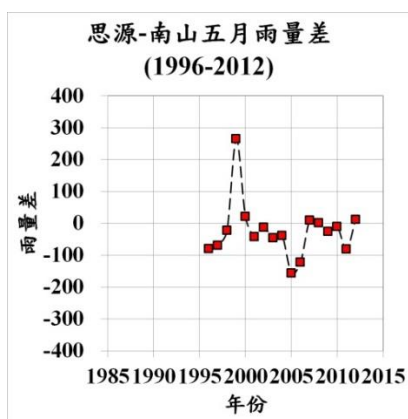
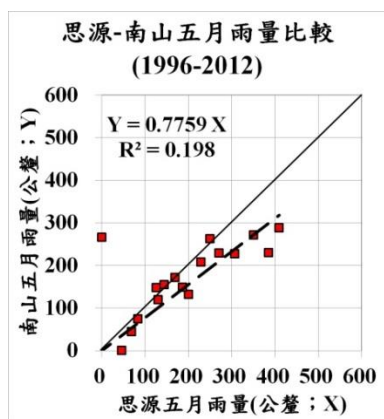
月均雨量趨勢只是平均狀況，不能說明思源、南山一帶的降雨在空間上與時間上的全部特徵。以 17 年間 11 月到隔年 1 月的逐年月均雨量來看，思源、南山兩地的月均雨量，從顯著背離並各自變異幅度較大，慢慢轉成兩地月均雨量差別不大並各自變異幅度也縮小。

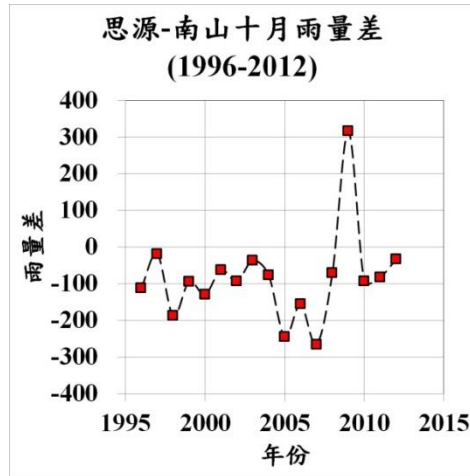
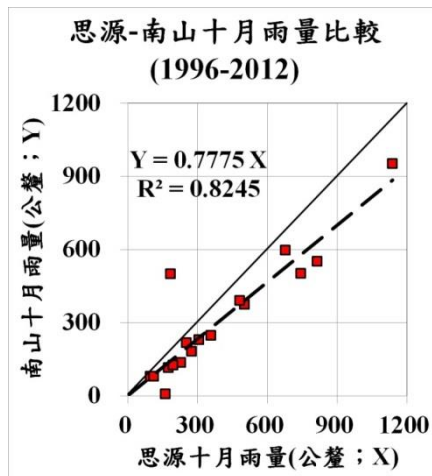
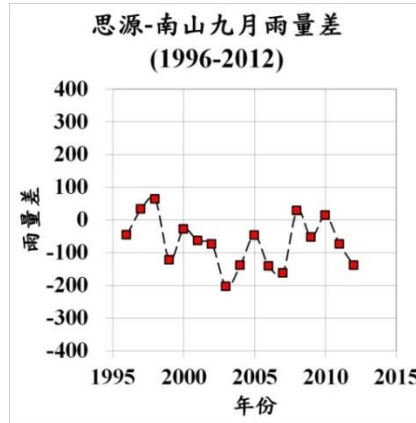
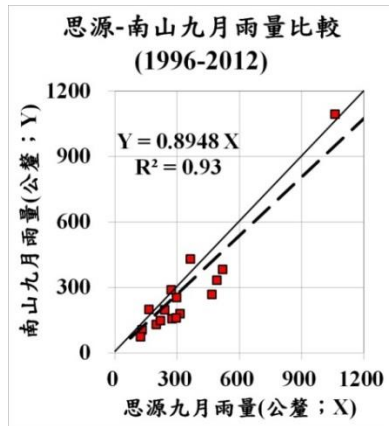
冬季之後，2月春雨拉開兩地月均雨量之振盪幅度。在隨後的月份中，兩地各月的月均雨量差別不大，降雨規模逐漸縮小，直到5、6月的梅雨期之前。以長期來看，梅雨期間思源的月均雨量更顯著的高於南山的，但是逐年情況不同，時而南山出現較大的雨量，時而思源出現較大的雨量。

7月到10月颱風季節是臺灣主要降雨季節；這在北臺灣也是如此。這一段時間，思源、南山一帶不但月均雨量變大，漲落規模也大。最令人注意的是，思源、南山兩地逐年的月雨量差異，非常驚人。舉例，2009年颱風莫拉克重創南臺灣，但是它在思源、南山一帶的落印，非常不同。2009年8月思源的月雨量655.5公釐，其中644.5公釐是8月3日到11日期間，颱風莫拉克及其環流帶來的連續7天總雨量，而同時南山的8月的總雨量只有22.5公釐。類似的現象在臺灣東北角的鼻頭及其鄰近測站，也可以發現。同年10月初，當颱風芭瑪(PARMA)威脅恆春半島時，思源10月降水只有183.5公釐，但是南山卻高達499.5公釐，其中8月5日和6日兩天就下了332.0公釐。









17 年間，南山最大連續降雨事件來自颱風蘇拉，7 月 30 日到 8 月 2 日帶來 885.5 公釐的降雨。同時間，思源的雨量是 1072 公釐，雖是南山的 1.21 倍，它在思源 17 年間的紀錄中只算是第二大的事件，而第一大事件是 2001 年的颱風納莉以及隨後到達的颱風利奇馬，23 天的總雨量為 1225 公釐。當然，如以 4 天之內最強的降水來看，納莉-利奇馬只有 603.5 公釐的規模，遠遠輸給颱風蘇拉的 1072 公釐。

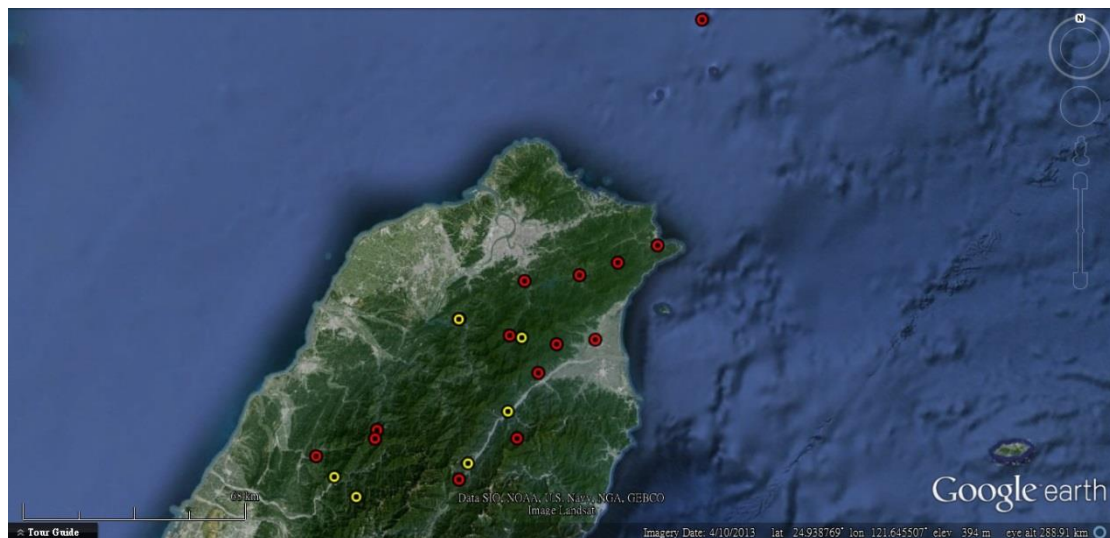
整體看來，思源降雨比南山的多，並且思源、南山的降雨對隨著降雨規模越大，差異就越大。短短 17 年間的紀錄，水平距離 5.1 公里，垂直落差 776 公尺的思源和南山兩地，在各個降雨事件上，特別是災害性事件上，差別非常顯著。颱風降雨上，甚至展現輪流受災。這意味著時間尺度拉開來，災害性降雨事件有機會分別在不同地方發生。

棲蘭原始森林生態，特別是神木群的根墊系統，乃至於整個水文與地景生態作用，如何回應上述災害性降雨以及它所促發的崩山、侵蝕等地形作用，仍然沒有清楚的答案。但是，以上的比較分析包含一個重要的地景生態結論。海拔高度的差別在此給出顯著雨量差別，特別是雨季時的雨量差別，從而必須以

額外條件，補償此一水量供應差別，才能使得降低高度來保育物種成為可能。人工濕地的設計，或者相當的水供應，是此一移地保育的必要條件。現存的低地菜園依賴的引水系統，證實水資源的充沛，但是引水方式的地景生態意義，需要檢視。同時，地景生態的改造與設計，必須順著自然條件實踐；這一個討論將放在第三節中。

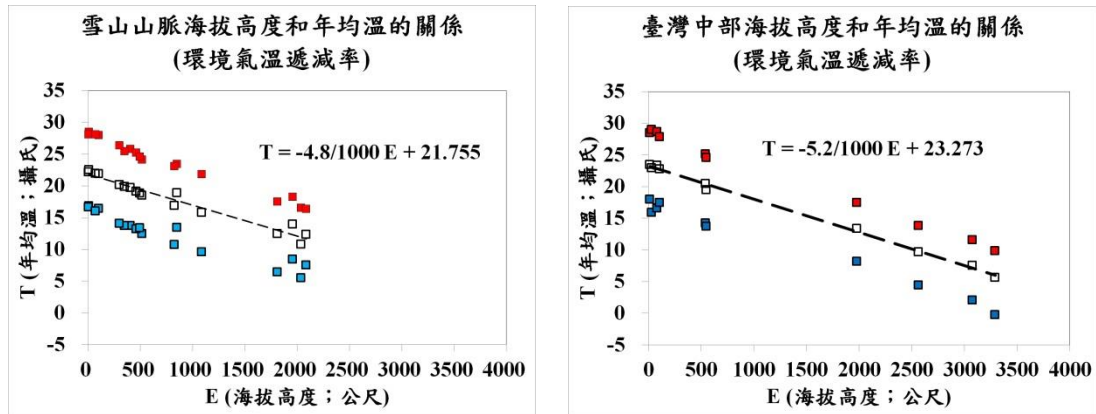
1.2 雪山山脈及其鄰近地區的氣候與海拔高度的關係

氣溫隨海拔高度增加而降低；此一現象源自太陽輻射和大氣密度的物理結果。它與氣溫隨緯度增加而降低的規則，在物理機制上不同；後者肇因於太陽輻射的入射角度。此一差別，透過地景生態結構以及長期地史演化，建構出今天氣候隨緯度與海拔高度而區劃(zoning)的地理現象，並且發展出來氣候與土壤、植被的共構關係，嵌入沉積物和生地化循環的地表物質能量流轉中。



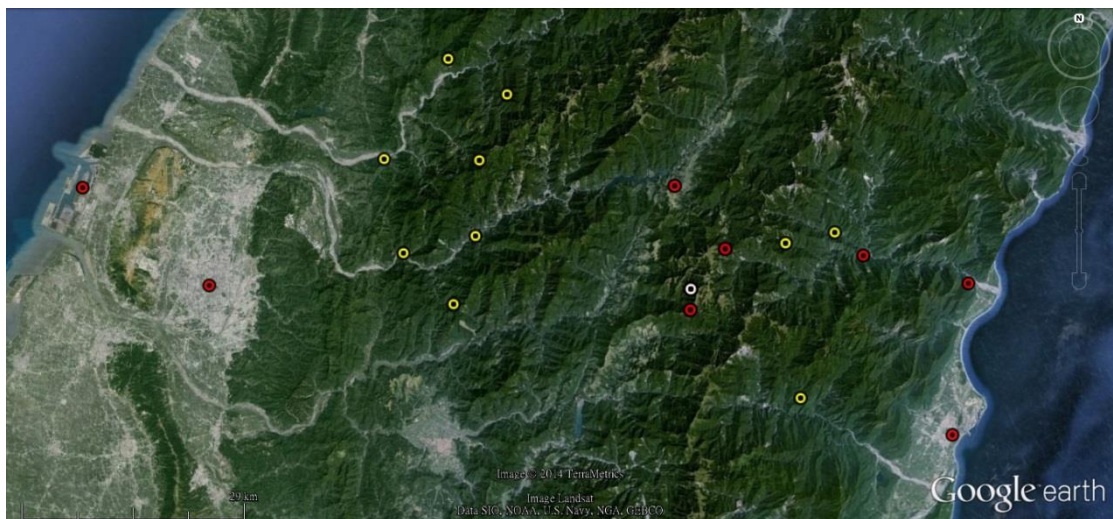
圖五、選用的雪山山脈及其鄰近地區氣象站位，黃點代表只有雨量觀測的站點。

氣溫隨海拔高度增加而降低；這稱為氣溫的環境遞減率(environmental lapse rate)。根據圖五中各氣象站位的逐日氣象紀錄，得到雪山山脈及其鄰近地區氣溫的環境遞減率如圖六。它給出年均溫在此每升高 1000 公尺，就下降攝氏 4.8 度，年均最高日溫下降 5.5 度，年均最低日溫下降 4.6 度。因為各站總跨緯度 1.23 度，山脈東西兩側分別有黑潮和親潮洋流的影響，前述環境遞減率不是海拔高度單獨支配的結果。



圖六、左圖是雪山及其鄰近部分氣象站位的逐日氣象紀錄推定的環境遞減率顯示，每升高 1000 公尺年均溫下降攝氏 4.8 度。右圖是臺灣中部環境遞減率，每升高 1000 公尺年均溫下降攝氏 5.2 度。紅點是七月均溫，藍點是一月均溫。

圖六中也顯示臺灣中部的環境遞減率，其測站分佈如圖七；後者緯度總跨距也有 0.31 度，臺灣中部在受到緯度與洋流影響的部分，應該比臺灣北部的小。據此推論，臺灣中部環境遞減率，比北部的高出 10%，隨海拔的降溫較快，但是海平面基溫高出 1.5°C，使得分佈於海拔 2000 公尺的物種在最適氣溫這一個條件上，上移 140 公尺。如果此一規則可以外推臺灣南部，那麼霧林帶的海拔位置在臺灣南北將有 280 公尺海拔的差別。實際上，環境遞減率的空間變異不可能是線性的，這牽涉到臺灣此一中小型的島嶼，其海陸輕風和山谷輕風，以及山山不同的水熱條件，對於環境遞減率的顯著干擾；前述推論只是大約規則。

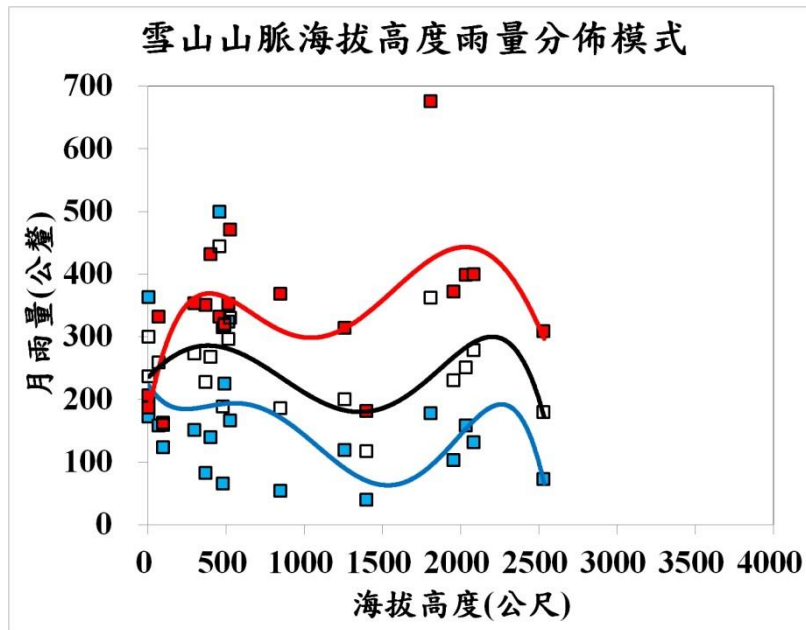


圖七、臺灣中部率定環境遞減率的各氣象站站位分佈。

環境遞減率的觀察，對於我們移地保育霧林帶物種，具有重要意義。當冰河來臨時，全球溫度降低攝氏 8 度以上，這相當於今天天然植被的海拔分佈，

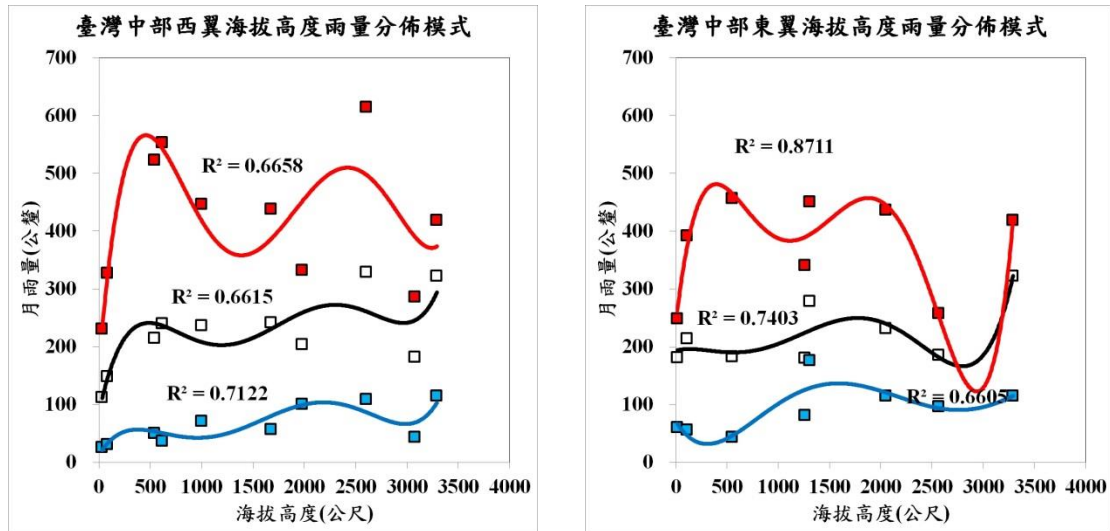
將會下移大約 1600 公尺，使得霧林帶物種出現在今天的低丘。雖然強大的暖流，以及赤道與極地的強大溫度梯度，將會更強的推動赤道與極地的水熱交換，而可能減緩此一下移規模，但是目前處於低海拔的高丘與河階，仍然可能是冰河時期霧林帶物種庇護所。後面將提及的臺灣山區海拔高度雨量分佈模式，可以幫助我們理解這些低海拔的高丘與河階地帶，在地史中的重要意義。

比起氣溫與海拔高度的關係，雨量和海拔高度的關係更為複雜。前面以思源啞口和南山(匹亞南)兩地測站紀錄，討論海拔高度差別在雨量上的影響，並且透過比較降雨事件，說明區域降雨的空間機率特徵，以及雨量的地景生態隱義。這裡進一步利用全區 20 座氣象站的日雨資料，以統計方法描述雪山山脈海拔高度和月雨量的關係，如圖八，其中白點、黑線代表全年的月均雨量，紅點、紅線代表七月和八月的月均雨量，藍點、藍線代表十二月和一月的月均雨量。



圖八、雪山山脈海拔高度和月雨量的關係。

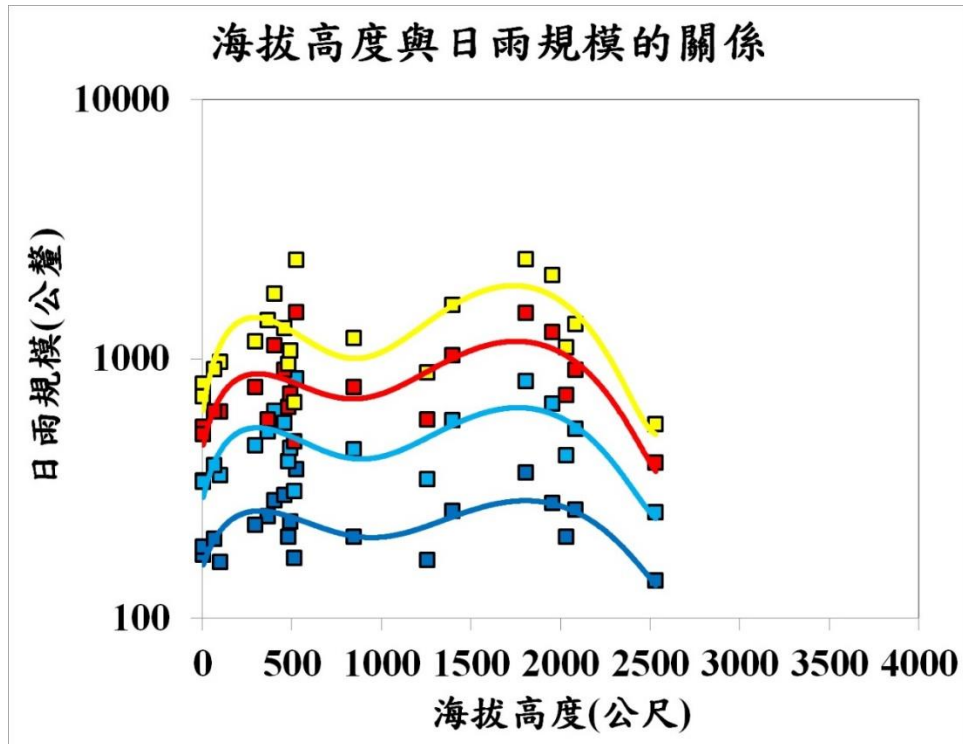
儘管各站雨量非常離散，強烈反應各站資料品質不一(每站時間跨距、資料缺失都不相同)，以及站位局部地形對於雨量的強烈影響，我們仍然可以利用觀測時間短，但是站點較密集的自動氣象站資料，分析出臺灣山區降雨相對較強的兩個海拔高度位置，海拔 500 公尺和 2000 公尺這兩個位置。



圖九、左圖是臺灣中部山脈西翼的海拔高度雨量分佈模式，右圖是中部山脈東翼的海拔高度雨量分佈模式。山區降雨相對較強的兩個海拔高度位置，在東翼較低，而整體上冬雨都比臺灣北部少。

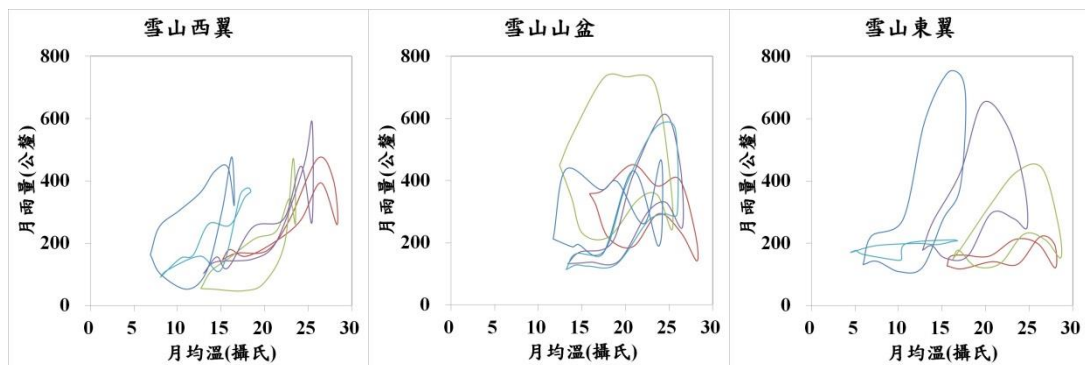
將雪山山脈的海拔高度雨量分佈模式與臺灣中部山脈的比較，離散的狀態類似，但是中部雨量的季節性差異更大。未來當這些密佈的自動氣象站有更長的觀測紀錄，將為我們帶來更清晰的雨量分佈圖像，而目前我們可以大致推定，臺灣山地降雨在海拔 500 公尺和 2000 公尺的位置上，以及 3000 公尺以上的分水嶺稜線附近，有較強的降雨。當我們向海拔較低處移地保育檜木，最佳的位置大約是海拔 500 公尺附近的高丘或河階。在臺灣北部山地，這一個海拔位置應該較低，而以臺灣山地東西部兩側相比，東側也會較低。這給出了一個簡單的規則：臺灣東北部海拔高度 500 公尺的高丘或河階，是我們將霧林帶物種移往低地保育的最佳選項，蘭陽溪上游的高丘或河階應是第一優先考慮地點。加上此地已經伸向臺灣中部山地，海拔高度加大，環境遞減率也加大，是氣候變遷過程中物候條件最為寬大的地區。

然而，災害性降雨以及它與地震引發的崩山，是此地的地景生態重要特徵。根據前述北部山地 20 座氣象站的日雨紀錄，圖十展示統計推論的 1 年(深藍點)、10 年(淺藍點)、100 年(紅點)、1000 年(黃點)4 個週期的日雨規模，顯示比海拔高度 500 公尺和 2200 公尺略低的位置上，24 小時災害性降雨的風險最大。當然，點資料離散情況相當嚴重，自動氣象站集中於特定海拔區間的現象，可能相當程度的影響著我們的看法，更何況各站資料品質不一。觀測上的限制，某種程度上可以從更多的環境地真資訊，或者地史資訊來補充；這將留給另一章節說明。



圖十、雪山山脈海拔高度和不同週期日雨規模的關係；深藍點代表 1 年週期日雨、淺藍點代表 10 年週期日雨、紅點代表 100 年週期日雨、黃點代表 1000 年週期日雨。

這一節最後，將氣溫和雨量都有紀錄的自動氣象站分為雪山西翼、雪山山盆、雪山東翼這 3 個地理區塊。雪山西翼包括直潭、泰安、角板山、觀霧以及觀霧山莊。雪山山盆是指主稜線附近或向斜軸底的河谷、窪地，包括福隆、泰平國小、坪林、福山、雙連埤。雪山東翼包括宜蘭、玉蘭、思源啞口，外加北海的彭佳嶼以及蘭陽溪谷對岸的見晴，作為補償參考。

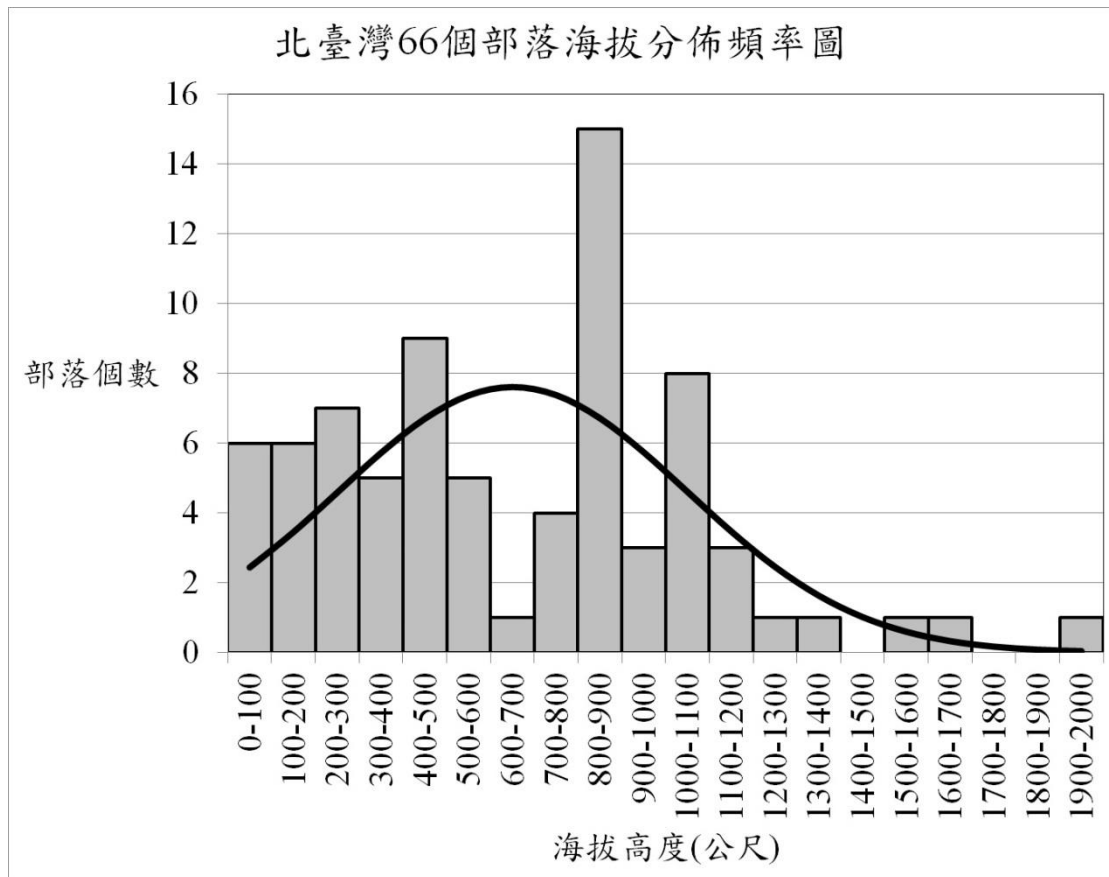


圖十一、從左至右，各個地理區內不同海拔高度的氣象站資料顯示，月均溫 and 月雨量的年週期軌跡。其中雪山西翼的丘陵山地雨量較低，雪山山地河谷、窪地冬季比較溫暖，而雪山東翼因為地形起伏的影響，溫度和雨量變化較大。

圖十一顯示雪山西翼的丘陵山地雨量較低，雪山山地河谷、窪地冬季比較溫暖，而雪山東翼因為地形起伏的影響，溫度和雨量變化較大。由於缺乏區域的雲霧沉降資料，它還不能充分反映雲霧沉降帶來的水氣供應實況。從田野實察看，雪山山地核心地區的山嶺與山谷，因為雲霧沉降，應有較大的水資源供應。

1.3 移地保育霧林帶物種的必要條件

前面論證部分臺灣山地氣溫與雨量特徵，以及它的地景生態和地史意義，並且指出原始森林對於適應災害、穩定地景生態的能力。霧林帶下方，雨量相對較低，只有在海拔 500 公尺附近再一次出現相對較高雨量。如果要將霧林帶物種移往海拔較低處保育，多雨、雲霧沉降充足的地點，將是優先首選。但是，這一個設計還包括整套地景生態、生產與社區再造的部分。



圖十二、根據日治期間出版的「高砂族調查書-番社概況」，整理出臺灣北部 66 個山地原住民部落海拔分佈。

首先說明為何要將霧林帶物種移往海拔較低處保育。根據原住民受迫日本遷村之前，北臺灣 66 個部落海拔高度位置統計，我們看到絕大多數部落聚落，

都分佈在霧林帶以下(圖十二)；司馬庫斯就在霧林帶下緣。圖十二中以每海拔高度每 100 公尺為單位，統計部落個數，其中黑線是以部落個數的平均海拔高度及其變異數，根據 Gamma 分佈所畫出的機率分佈曲線，而實際部落個數的分佈，完全背離這種機率分佈，但是並不表示海拔高度 500 到 800 公尺的區間遭受較小的人類活動衝擊；原住民進入現代化之前的生態學，還有許多未知有待探索。

目前這一筆資料顯示，部落聚落集中的兩個海拔高度區間。第一個部落集中的區間是在海拔高度 500-600 公尺以下的區間，第二個是在海拔高度 700 公尺到 1200 公尺之間的區間。特別是後者，其顯著突出的集中現象，以及剛好位於海拔 500 公尺和 2000 公尺這兩個相對多雨位置之間，可能包含著長期人地關係發展的意義。

當前為了保育山地原野，同時改造山地生活條件，一則以法律作為推力來威嚇，禁止不受管控的山林採獵，另一則必須要有拉力，將原住民以及山地生活依賴的資源條件，移到部落周遭安全活動範圍之內，以資本投入，就近發展部落賴以維生的資源生產體系。這就是將霧林帶物種移往海拔較低處保育的主旨，而它的作法有兩個：第一是在霧林帶下緣的部落推動保育，例如司馬庫斯；第二是在海拔高度 500 公尺的相對多雨位置推動保育，例如南山(匹亞南)。

這兩個位置推動霧林帶與本土物種保育，其主旨是復育原住民聚落周遭的地景生態，期能做到以下幾個功能。第一，保持地景生態品質，以及持續提供下游生態服務和維生系統的運作；第二，在 a)保護區以及 b)原住民聚落和生產活動之間，形成緩衝帶，一方面作為觀探保護區地景生態的環境監測窗口，以在地居民大量、密集、粗放的觀察紀錄，聯繫專家在保護區少點、少量、精細的昂貴監測，形成確實、高效率的地景生態監測網，另一方面成為原住民聚落和生產活動之依靠，藉由高附加價值的、協同地景生態天然生產速率的管制採獵，以及景觀資源，發展具有在地特色的生產，包括原住民本土物種生物園區的建設和維護。第三，發展社區成為教育、研究、保育物種和地景生態的後勤基地，以及旅遊者窗口，逐步實踐與生態協作的混農林業，以及相關遊憩事業。

針對上述目標，選種、造園與地景生態復育、基礎建設、社會建設四項工作，缺一不可。首先是選種；在霧林帶下方的選種工作比較容易，四周天然的針闊葉混合林可為參考，但是下移到南山，氣溫增加攝氏 6 到 8 度，雨量和雲霧沉降相對略低，不利於霧林帶的優勢種，並且它們與低海拔的在地物種之間的關係，一定程度上必須透過專業經營來維持，需要動植物和地理專業一起商

議，針對每一個物種和整體造園計畫，提出最佳空間佈局方案以及經營管理方案；這就牽涉到造園與地景生態復育工作，以及生產的建置。檜木、臺灣杉、臺灣擦樹、水青岡、九芎以及其他為野生動物提供食源的物種之混合栽培，已經累積了許多專業經驗可供參考。

造園與地景生態復育工作，除了考量選種以及相應的微氣候、微地形的調適之外，人工水體(濕地)營造是關鍵動作。野生動物不但依賴林野，更需要水資源。根據地質與地形條件，在緩衝帶中適當的地點，設放人工溼地，一方面可以成為吸引、監測野生動物的地點，另一方面為生態旅遊提供就近、方便的地點；這也是降低人類活動衝擊保護區的具體作法。

人工濕地的另一項積極的功能就是直接提供蓄水和充足的蒸發散量；這對於保持局部充足水氣，降低氣溫，有積極貢獻，有利於霧林帶物種移棲保育。人工溼地的設計和觀察設施，必須要求安全以及在聲、光、氣味上的最低干擾，善用現代工藝來實踐隱蔽觀測；居民和旅遊者進入隱蔽觀測之前的環境教育，必須到位；嚴格要求在地環境教育，才能確保在地經濟的發展、野生動物的安全、地景生態的復育成果。造園與地景生態復育工作，一方面考量嵌合在地自然條件，另一方面考量社區安全和活動操作需求，必須在社區總體營造架構下，透過多方協作來達成。

基礎建設包括前述人工濕地，以及發展在地生產與生態旅遊必要的其他硬體建設，例如停車場、安全不干擾生物的步道、聯絡道路、綠能系統、資源回收與汙水處理設備、環境監測、教育研究中心等。它還必須要有相應的社會建設，例如山地教育的革新。臺灣的教育體制僵化，不論在硬體規定上、教育操作上、師資養成上，多展示現代化形式挪用的影子，缺少社會自身對於具體人地關係和發展經驗而派生的教育內涵，致使鄉土或環境教育事倍功半，被虛有其表的法規和制度綁縛，徒然浪費資源。

學生不足，不是關閉小學，移動學生，而是訓練師資，巡走山地教學，調動起來教育服務供應的能動性(mobility)。課程安排不必拘泥都市工業帶的，反而是要建立一套不同，並且能夠吸引都市工業帶學生的課程，作為吸引交換學生的條件，並且把這一個教育活動市場化，讓它成為具有競爭和交換價值的商品，帶動都市工業帶與鄉野之間的資本流動。

師資訓練上，必須針對社區產業與發展條件，針對專業大學科目畢業生，以研究所培育訓練跨界師資，不但負擔多樣課程，也負責社區保育和環境監測工作，如同之前林務局在社區林業中安排的社區經理人計劃申請制度一般，可由在地學校老師擔任，帶動社區發展。舉例，森林學系畢業生進入研究所教育

學程，不做論文，集中訓練戶外活動、地質、地理、大氣、動物、植物、人類學各種室內、戶外教材教法，以及地景生態的經營管理實務操作，兩年課後必須有一年資深者帶領的實習。畢業之後，由各單位自主考核、聘任。這些高素質人才，才是目前偏鄉學校、環境教育需要的人才。

今天，基於更大的保育以及山地可持續文化、產業發展目標，針對社區師資和保育產業發展，應該有更強、更嚴苛的師資訓練，而它的收入也必須與薪資相應，確保透過市場與自由競爭機制，臺灣可以藉此獲得心智、體能皆為傑出的人才，來作為此一環境與產業轉型的先鋒，一如當年我們培育電腦工業人才一樣。這一件事，教育部、原住民委員會、林野保育機構、文化部，應該統整、協作，突破即有的法令，來規範一套合理的實踐方法。但是，它必須不是帶有種族主義色彩的，必須是以自然保育作為最終目標的，否則保護區的傑出普世價值終將無法保全，一切設計都成了隱瞞慾望和掠奪的假面具而已。

社會建設最重要的一環，就是由多方權益關係者組成的社區發展委員會，而它必須被賦予法律地位，對於土地、資本、人員的進出活動規範，發揮絕對的監督制約力。社區作為緩衝帶，它對於保護區的責任，必須入組織規章，並且必須獲得具體實踐，而非當作另一個資源掠奪者而存在。不論標舉共識的屋久島憲章，或者濟州島特別自治州上具體作為強制實踐法律的濟州特別法，Special Act on the Establishment of Jeju Special Self-Governing Province and the Development of Free International City，這兩個分別為該國特殊族群的島嶼(前者南島語族，後者蒙古族)在面對現代化，並且建構獨立、自治體系時，沒有一個突出種族，而遺忘憲法乃至於國際上標舉人權與環境價值的優先性。

這兩套表達治理理念的律法，也都以標舉人類共同理想、價值，作為其基礎，而非種族優先。也是這樣的內容，被放在一切律法之上，作為社區公民遵守的共識。我們從事山地部落社會建設，不能忘記此一重要精神，更不能忘記遺產價值是超越種族文化的，而對於深具價值的族群文化進行保護，也是基於為全人類共享而進行的管護，並非重建種族主義或地域主義來進行現代化鬥爭，或者拿符號裝飾的操作假面，隱瞞背棄大自然和背棄傳統的事實。

傳統的現代化，必須是超越種族、地域，深入環境、文化以及長期人地關係內涵，所開創出來的傳統，它不是標舉形式上的平等或同一性，不是標舉自我中心或我族中心的特殊性。在這一個議題上，山地環境的人地關係發展是焦點，跨界的合作和自由開放的實踐是關鍵，而多方權益關係者參與社區社會活動和決策，必須被實踐，一如司馬庫斯的共產實踐，雖然這形式不應是唯一的。每一個聚落，每一塊土地，都應該根據它的具體社會和環境條件，以及居民的知能和意願，零敲碎打出來，而保護區以及遺產地的傑出普世價值的保

育，必須是整個發展的主旨和目標，不是附屬品。

最後，本章討論一個已經沒落許久，但是近來被重新提出的重要文化與地景生態工藝：盆景。國立自然科學博物館第一任館長，漢寶德，於 2014 年 11 月 20 日過世；這一位建築師當年主持建設這一棟博物館，其主要企圖就是建立一間自然史博物館。這一個企圖對於臺灣科學和文化發展，具有重大意義。我們應該給予它更多的關注以及更大的專業規模和資本支持，讓這一座自然史博物館結合自然科學，帶動臺灣工藝和文化發展。

超過萬年，人類馴化物種，創作農業與物質利用，將地表改造為人之居所。自然史的崛起，就是人類探索、發顯此一居所內涵的自覺過程，它包括人類對自身以及人類操弄大自然的內涵。唐朝高舉黃老之術，它在文化、工藝的一個面向，就是發顯 2000 多年前老子所言「人法地，地法天，天法道」的思想；那是與自然史契合的關鍵。人類馴化物種，不單單為了物質利用，更有其他文化、精神內涵。唐朝以降的風水、庭園、盆景工藝發展，以及相應的各種文藝，正是這一路發展的結果。

千年前的中國盆景(penjing)或盆栽(penzai)工藝，和茶道、造園、禪宗一樣，傳到日本，經過相當大的日本文化改造，出現了日本盆栽(bonsai)的新工藝，枯山水無水，盆栽也無水，另外啟發出來的日本插花藝術，更是迷人。但是，盆景傳到越南所留下的 hòn non bộ，和早先的中國盆景一樣，除了植被(森林)元素，還有山石、水文，或加入人文特徵，構成一方迷你山水或庭園景緻。反倒是今天的中國盆景，更像是受到日本文化反饋的影響，更接近日本盆栽。不論哪一國的哪一種，哪一流，這是古典、迷你版本的地景生態系統，一個里山的虛擬模組。

國立自然科學博物館於 103 年 12 月 24 日到 104 年 1 月 4 日推出盆景特展，將此一結合自然與藝術的傳統工藝，介紹給大家認識。其中有一株 200 歲的櫟木(圖十三)，學名 *Zelkova serrata* (thunb.) Makino。這一株半公尺大的盆栽，卻擁有巨大喬木的氣象，而它的年歲確實是一株巨大喬木的年歲；根據 1989 年韓國林務局(Korea Forest Service)的報告，該國樹齡超過 500 年的大樹多半是櫟木。櫟木是榆科櫟屬的一種，樹高可達 30 公尺。它的學名 *Zelkova serrata*，也稱 keyaki(日本櫟木)、ケヤキ、neutinamu(韓國櫟木)、느티나무。櫟木包括兩個亞種，分佈於中國東部、日本、韓國的櫟木，學名 *Zelkova serrata* var. *serrata*，分佈於臺灣的臺灣櫟木，學名 *Zelkova serrata* var. *tarokoensis* (Hayata) Li on Taiwan，但是櫟木還有許多馴化品種，常被用於園藝或盆栽(bonsai)。



圖十三、臺中自然科學博物館於 103 年 12 月 24 日到 104 年 1 月 4 日推出盆景特展中，一株樹齡 200 歲的櫟木，學名 *Zelkova serrata* (thunb.) Makino。

令人深感興趣的，並且與本研究討論主題的關係更為密切的，就是在屋久島上被移種低地育出的侏儒屋久杉，以及北美東部的檜木侏儒 *Andelyensis*，後者是園藝生產的 *Chamaecyparis Thyoides* 變種之一(其他還有 *Ericoides* 和 *Glauca* 兩種)。如果全球 6 種檜木之一的 *Chamaecyparis Thyoides* 可以成就此一發展，臺灣的扁柏和紅檜以其優異、特殊的應用價值，也許能夠擁有更大的市場機會走上這一條發展道路。

中國傳統將盆景作為生活調劑之用，臺灣也許可以發動文化與產業的變革，把它發揚為當代都市文明的符號消費與產業，並且和水族、造園、花卉等等，一起發展成為鍛鍊自然史和地景生態知能的工具，以及展示的成果。這一個過程中，是臺灣的環境和文化要素，加值生產的過程，是臺灣創作生活與價值的過程；沒有這一個創作，生產就只能是文化貧瘠的代工與生產剩餘掠奪過程，再好，也不過就是修辭美麗的資源佔用鬥爭，缺乏人地關係的文化發展內涵。

盆景可以從傳統的山水森林，擴展細分礦、石、山、水、動物、植物、文化特徵等等更多的內容，以更為豐富的現代文化與地景生態知能內涵，注入此一工藝的創造、生產、消費過程中，並且藉此深化我們的山林生活和原住民文化發展。然而，盆景不會是唯一的窗口；許多機會都比南山村以及蘭陽溪河床上大面積、粗放的生產，更具生態、生產與文化生活價值。當都市農業在資源

使用的效率要求上，逐漸發展起來，鄉野的生活就無法不計環境和社會成本而能持續運作。我們必須整合多方專業，進入社區，如同當年農業推廣一樣，只是今天必須納入更多元、複雜的考量，在有限的各種資本運用下，啟動新的發展。

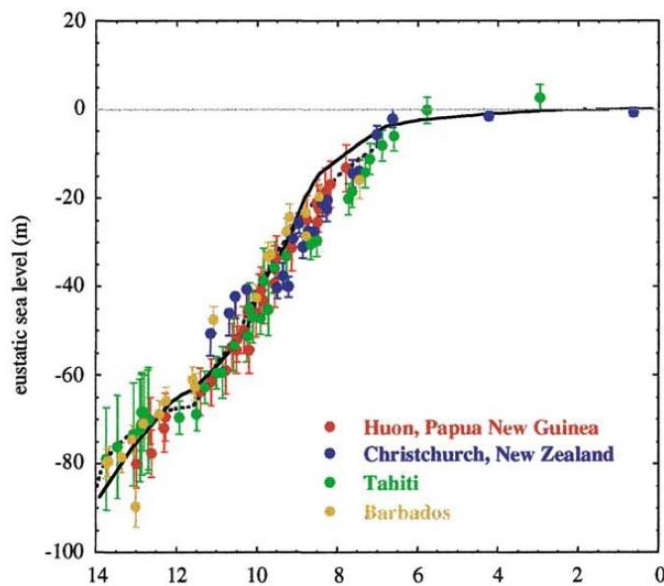
知識工藝的發展，永遠是積淀在日常生活方式的發展，才能展現為擁有自我創發力的一種文化力量。資本累積，當然可以從天然資源的掠奪開始，一如它在掠奪社會生產剩餘所作的那樣。但是，目前全球的處境，已非歐洲躍起之初的條件，臺灣的處境則更是深陷於緊張的人地關係。掠奪天然資源，或等待社會自然累積、發展其文化，都是緣木求魚的事。當前形勢，應先確認社區公民意願和環境條件，以國家資本投入發展諸如前述的各種工藝、生產，以及可持續發展的基礎和社會建設，從中讓社區和環境、社區和市場辯證、對話，摸索出可行之道。

第二章、蘭陽平原及其鄰近地區環境災害初探

這一章首先利用蘭陽平原的第四紀研究和考古研究成果，說明本區史前的天災規模與樣貌，以及它們的地景生態意義。接著透過文史資料、氣象紀錄、颱風資料庫，以及地理實察與訪談，粗略勾畫近期宜蘭的天災樣貌，從中揭露人類活動是引發災害的因素之一。最後，以這些地史、歷史為基礎，說明棲蘭神木群的地史意義，以及它對人與地景生態新關係的重要性。

2.1 最近一次冰河退卻與宜蘭平原的天災

Lambeck (2004)根據胡恩、巴布亞新幾內亞、大溪地和巴貝多的珊瑚礁定年資料，畫製最近一次冰河退卻過程中，海平面的上升曲線(圖十四)。結果顯示，海平面上升主要集中在三段時間上，第一次發生在 1.5 萬年前到 1.4 萬年前之間，第二次發生 1.3 萬年前到 1.2 萬年之間。第三次是從 1.1 萬年前持續到 0.8 萬年之間，海平面總上升 60 公尺，平均每年上升 20 公釐。



圖十四、最近一次冰河退卻過程中，海平面的上升曲線(Lambeck, 2004)。

2004 年 Umeå University 大學團隊於瑞典中部 Dalarna 省的 Fulufjället 山地，採得一株挪威雲杉(Norway Spruce)基因物質檢體，隨後經美國邁阿密實驗室定年，於 2008 年發表該樹從 0.955 萬年前既已存活至今。之前，Kullman(1996)在該區就已經發現挪威雲杉年代可以回推到 0.8 萬年前，比孢粉分析能夠提供的時間更早了 0.5 萬年。此一發現在研究方法、地史事實，以及藉此重建環境變遷和史前文明的工作中，都有重要意義。如今找到距今 0.955 萬年前就著根成長的挪威雲杉，冰河退卻速度更是驚人。

全球各地因為地體運動、海水靜力反應不同，上次冰期之後的海平面上升速率有所差異，但是影響相對較小。以前述平均每年上升 20 公釐計算，此一全球海進速率在垂直方向上，100 年就有 2 公尺，300 年就有 6 公尺之譜，遠大於今天臺灣有紀錄的區域單一地體垂直運動事件的規模。

陳文山等指出(Chen et al., 2001a, 2001b; Chen et al., 2002)，近千年來車籠埔斷層的活動週期可能為 300 到 400 年，921 地震之前的地震約發生在距今 150 到 400 年前之間，再前一次的大地震變位，發生於距今 700 到 800 年前之間。陳于高等(Chen, et al., 2001)指出，1999 年集集大地震發生時，車籠埔斷層的垂直位移量在南段平均為 2 公尺，在北段平均為 4 公尺。相對於臺灣已知地體垂直運動量每 300 年 2 到 4 公尺的規模，距今 0.8 萬年以前的海面上升速率，每 300 年有 6 公尺的規模，算是極快的。

距今 0.8 萬年前，這一個時間點是上次冰期以後的重要時間點，當時臺灣區域海平面大致穩定，隨後略降；陳于高和劉聰桂(Chen and Liu, 1996)根據 12 個主要採自馬公島的軟體動物碳酸殼定年，確認距今 4700 年前，海面高出今天水準 2.4 公尺。隨後，海面在沒有明顯震盪之下，下降到今天位置。陳于高和劉聰桂指出，此一結論與西太平洋到中太平洋的其他研究成果一致，只有海平面最高的時間點因為各地海水靜力平衡不同，而略有出入。

儘管距今 0.8 萬年前以後，海平面大致穩定，蘭陽平原環境變遷卻依然顯著。劉益昌首先根據田野考古經驗指出，早在 4200 年前就有史前人類沿著北海岸到宜蘭定居，但是距今 2400 年前到 1300 年前之間，蘭陽地區古人類活動出現文化斷層(參見，陳惠芬等，2014)。林淑芬(2004)根據孢粉分析成果指出，宜蘭地區在距今 4000 到 3500 年前之間，發生短暫海侵事件，並在武淵、龍德一帶地層中留下大量屬於紅樹林植物的紅茄苳屬(*Bruguiera*)花粉，以及鹵蕨屬(*Acrostichum*)孢子，之後隨著海水退去，逐漸陸化。劉益昌指出的時間點，比臺灣區域海平面最高的時間點晚了 500 年，而林淑芬指出宜蘭發生短暫海侵事件的時間，則晚了 700 年。

林淑芬使用的沉積物孢粉，其最深超過當今海平面下 5 公尺以下位置。在海平面相對穩定的時期，其海侵時間嚴重滯後，顯示地體下沉對於海侵的積極貢獻。然而，蘭陽平原南北兩側的山麓河谷，呈現堆積性的 U 型河谷造型，並且出現獨立山地形，例如員山、枕頭山等。陳文山等(2004)據此推論，蘭陽平原南北兩側的山麓河谷沉積速率大於沉降速率。於是，緩慢或短暫集中的地體下沉即使造成海水面回穩之後的海侵事件，它仍然無法阻止蘭陽平原長期陸化的過程。這也是劉益昌發現距今 4200 年前以及隨後的時間中，史前人類可以進

入蘭陽平原定居的基本條件。

總得來看，距今 0.8 萬年前，當海面回穩到今天的水準之後，蘭陽平原再度經歷海進，隨後快速堆積造成陸化。海侵作用可能來自相對短暫、快速的地體下沉，而隨後的陸化過程則有明顯的地理差異。林淑芬(2004)指出，武淵一帶在距今 3100 年前到 1400 年前之間是沼澤濕地，在 1400 年前轉變為陸地堆積環境；龍德則在 2200(?)年前到 1050 年前之間是沼澤濕地，而在 850 年前才變乾，卻仍是草生地，時間上明顯滯後；淇武蘭則是在 2150 年前到 1950 年前之間是沼澤濕地，之後逐漸變乾，而在距今 1350 年前之後已是平原河岸。

上述陸化過程的地理差異，不但包括沖繩地槽延伸而來的長期地體下沉的影響，也應包括氣候與河海交互作用在塑造溼地地景生態上的貢獻。林淑芬(2004)進一步指出，雖然最近幾千年內的古氣候波動已十分微弱，在宜蘭平原的地下孢粉紀錄中，仍留下足以辨識的氣候訊息。蕨類孢子的繁茂指示著 2300 年前到 1950 年前之間，是一段相對較為潮濕的時期，宜蘭地區的降雨量增加，根據與七彩湖紀錄的對比，推論此時夏季季風可能增強。赤楊屬(*Alnus*)花粉的興衰變化，則顯示自大約 1950 年前開始氣候轉涼，在 1550 年前到 1350 年前之間，是一段較為冷涼的時期，冬季季風在此時可能較為強盛。

根據林淑芬(2004)，自 1350 年前開始蘭陽平原孢粉紀錄中喜暖的九芎屬(*Lagerstroemia*)、茜草樹屬(*Randia*)、澁流屬(*Deutzia*)等樹種花粉出現繁茂，顯示這一個地區的氣候型態，較之前更為溫暖，蕨類孢子紀錄亦顯示 1400 年前到 1100 年前之間，是一段相對濕潤的時期，意味著夏季季風可能再度增強。1100 年前到 900 年前之間，則是一段夏季季風與冬季季風可能相對退縮的時期，宜蘭地區呈現出風調雨順的氣候型態，此期可與「中世紀暖期」對應；而自 900 年前開始，冬季季風似乎再次增強，在地下地層中留下相對濕潤的孢粉紀錄；從 700 年前開始的相對潮濕時期，則可能反映出「小冰期」的氣候變化。

林淑芬(2004)指出，4000 前到 3500 年前之間的宜蘭地區海侵事件，隨後可能迫使平原居民向高處遷移，而劉益昌觀察到距今 2400 年前開始長達千年以上的史前文化間斷，則可能與季風增強、生活條件惡化有關。古氣候的資料也顯示，季風強度在大約 1300 年前左右已逐漸衰弱，相應於「中世紀暖期」的適宜氣候與環境則吸引了另一群人進入宜蘭地區居住。

林淑芬等(Lin et al., 2004)又根據一組 15 公尺厚的沉積剖面孢粉分析，指出距今 3500 年前開始宜蘭平原的海侵事件，特別是距今 3350 年前到 3100 年前之間，濕地植物豐度大增。隨後，距今 3100 年前到 2000 年前之間，蘭陽溪上游出現較高規模頻率的崩山。豐富的蕨類孢粉，出現在距今 3200 年前到 2000 年

前之間，以及距今 900 年前左右，指出季風相對較強的濕潤期，而這兩個濕冷時期之間，夾著一段距今 1300 年前到 900 年前之間的相對暖期。人類對於植被較顯著的影響，反映在距今 1300 年前到 900 年前之間的相對溫暖時期，以及晚近 400 年以來的時間中。陳有貝等(2007, 2008)對淇武蘭遺址作為完整報告，隨後指出該遺址年代可以回推到 600 年前，但很可能尚可追溯及 1500 年前(陳有貝, 2012)。

陳惠芬等(2014)藉由宜蘭大湖、梅花湖與龍潭湖的沉積物紀錄，考證過去地質與氣候事件是否影響著古人類活動的紀錄。他們根據岩心沉積物中的粒徑與化學風化指標，配合湖泊中的地電阻掃描，初步認為可能為構造活動如地震造成的災變事件有關。根據蘭陽溪上游河階地定年結果顯示，大多數河階形成於 2000 年前至今，並在約 1500 年前和 400~500 年前為河階發育的高峰期。梅花湖岩心的粒徑和地電阻資料顯示在約在 2000 年前左右可能發生數次的地震山崩事件，造成梅花湖東西兩側的山壁崩塌，同時大湖西側也有斷層發育。

陳惠芬等(2014)指出，在 2200 年前到 1900 年前之間，除了粒徑異常，在化學風化指標上沒有變化，氾濫指標僅顯示有小規模的氾濫發生，顯示在這段時間的氣候並非特別異常。大湖和梅花湖的粒徑資料顯示主要的氣候變化發生在 1500 年前到 1300 年前之間，可能有數次強烈颱風侵襲，大湖的化學風化訊號也開始增強。此一論證指出，最近 2000 年來的氣候變遷，對於蘭陽平原地理環境有不可忽視的衝擊。他們的證據顯示，1000 年前至 700 年前之間是秋季降雨最強的時期，梅花湖氾濫次數最多，為強降雨頻繁且氣候異常的時期。此後，在 500 年前到 300 年前為降雨的次強時期，並在約 300 年前歷經第二階段的颱風頻繁期。對比中國東南沿海歷史上的颱風事件統計，陳惠芬等(2014)發現在反聖嬰時期颱風發生在中國東南沿海與台灣地區的次數相對頻繁。

隋唐時代可能為最多強颱侵襲的時期，而清朝為次多颱風侵襲時期。因此蘭陽溪上游在 1500 年前以來的氣候異常，才是形成河階地發育的主要階段。此外，1000 年前至 700 年前之間，為宜蘭地區秋季降雨最強且頻繁時期，由於經常性的泛濫事件可能造成蘭陽溪河道的南北遷移，並迫使古人類頻繁遷徙。

黃致展(2011)根據蘭陽溪流域系統的階地、湖芯以及和平盆地海洋岩芯重建出的證據顯示，蘭陽溪流域系統在西元 900-950 以及 1400-1500 這兩個時期，洪水頻率和規模顯著升高，使整個蘭陽溪流域系統從源到匯，記錄了洪水事件的斷簡殘篇，其中西元 1400-1500 年的洪水事件與淇武蘭遺址的文化空白近乎同時。

總結至今的地質研究成果，地體運動與氣候變遷顯著衝擊蘭陽平原，並且

考古證據顯示期間史前居民深受影響。在距今 4700 年前海面達到最高之後數百年，蘭陽平原短暫海侵；此一衝擊限制了平原東半部的人類活動。距今 2400 年前到距今 1300 年之間，蘭陽平原經歷了地震、強降雨頻繁的時期，考古真空大約出現在這一段時期中，顯示人類離開了此一災害頻繁地區。這一段災害時期過後，出現一小段暖期，人類活動出現，但是隨後從距今 1100 年前開始再一次頻繁的氣候災害時期仍然支配蘭陽平原，直到最近 400 年左右的時間，人類活動再度頻繁。考古真空期的蘭陽平原，其地震和強降雨必定衝擊坡地，而赤楊屬這一類北部崩山坡地上的先驅植物，其花粉豐度的增加，可能對應著崩山規模頻率的增加。今天「棲蘭山檜山林」是否是此一災變歷程的存活物呢？或者是災變之後的產物呢？我們必須有更好的證據。現存伐木之後的巨大樹頭，以及神木林下殘存的基因檢體，應是研究環境變遷的至寶，應該啟動研究能量，對現存巨大樹頭和土壤中的有機殘餘，進行定年和氣候變遷研究；這一方面的研究在瞭解氣候變遷上深具價值。它也將有助於我們正確認識「棲蘭山檜山林」，充分掌握宜蘭地區所面對的自然環境變遷，以及擬定我們面對風險的治理策略。

2.2 晚近宜蘭的天災

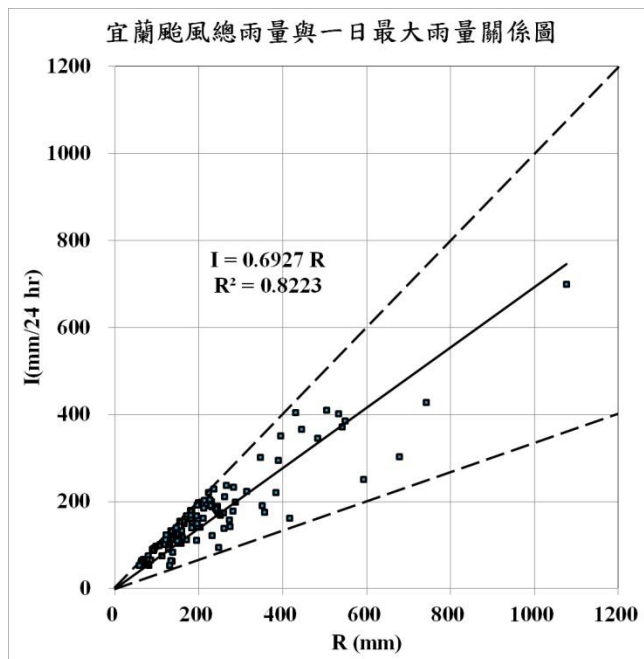
這一節透過整理宜蘭與蘇澳的氣象資料，日治以來留有紀錄的颱風災害，以及玉蘭、大礁溪一帶的地理實察，參考文史資料，粗略勾畫 20 世紀發生在宜蘭的天災。圖十五是位於大礁溪慧燈中學枕山路旁的一戶人家，圖中女主人今年 62 歲。她說 7 歲時，父親在屋旁路邊，用九芎木築起圍籬，其中一株長成大樹。1963 年 9 月 8-13 日，颱風葛樂麗(Gloria)登陸。根據氣象局颱風資料庫，當時宜蘭測站總雨量 395.2 mm，其中 350.7 mm 是在 24 小時內下完。



圖十五、大礁溪慧燈中學附近枕山路旁的一戶人家與九芎。

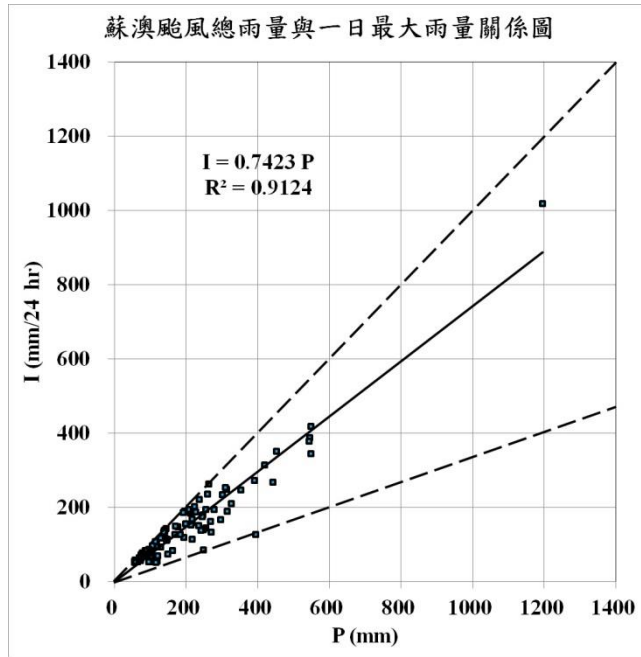
訪談時，女主人伸手比一比當時水面高出地面 1 公尺，並且在屋下衝出一條水溝。這一個居所隨後被遺棄很久，直到最近才又重建。他們回來整地，建了簡單家屋，不小心傷了這株九芎的大分枝，使得樹冠小了將近一半。後來有人偷把九芎樹上的大瘤砍走。女主人 1952 年生，1963 年時她應該 11 歲，那時九芎木頭成樹已 4 年了。

在上述住家的枕山路對面，有另一株九芎直徑 35 公分，一旁屋主估計樹齡 30 到 40 歲。屋主自己種了 20 年的烏心木，直徑 20 公分。另外，根據大礁溪口的枕頭山丘上 1986 年種下的 33 顆加冬和 1 株大頭茶的樹圍資料，得到 28 年樹齡的這一組闊葉木，平均樹徑 27.8 公分。粗略看來，本地闊葉木早期的生長速率大約每年樹徑 1 公分。這些資訊給出前述九芎木樁(大約直徑 5 公分)，經過 4 年長，大約 10 公分級樹的樹徑大小。女屋主描述的水災，其流力並不大。參考宜蘭降水規模，判斷致災因素應該多歸於上游坡地土地開發。



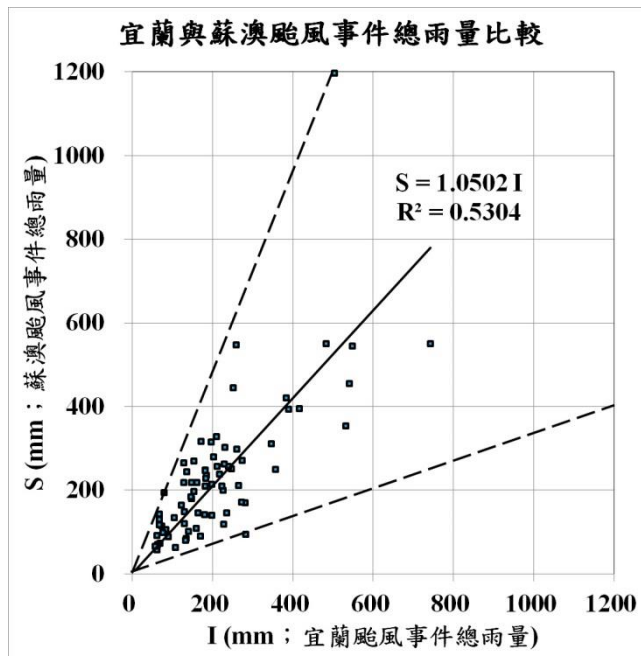
圖十六、自 1960 年以來 122 場影響宜蘭的颱風事件，它們在宜蘭測站的總雨量以及 24 小時內最大降雨量之間的關係。

從颱風資料庫抽取自 1960 年來 122 場影響宜蘭的颱風事件紀錄，分析它們在宜蘭測站的總雨量以及 24 小時內最大降雨量之間的關係，顯示 24 小時內最大雨量是總量的 0.33 到 1 倍之間，平均是 0.69 倍(圖十六)。此一關係可以透過颱風軌跡分類，再細分為較為精準的數種情況，可以幫助我們曾經驗上，判斷襲擊宜蘭的颱風的重創地點。



圖十七、自 1982 年以來 95 場影響蘇澳的颱風事件，它們在蘇澳測站的總雨量以及 24 小時內最大降雨量之間的關係。

再看蘇澳的例子；根據資料庫自 1982 年以來 95 場影響蘇澳的颱風事件紀錄，24 小時內最大雨量也是總量的 0.33 到 1 倍之間，平均是 0.74 倍(圖十七)。事件的考量是以雨量規模超過 50 公釐此一大雨規模為準。



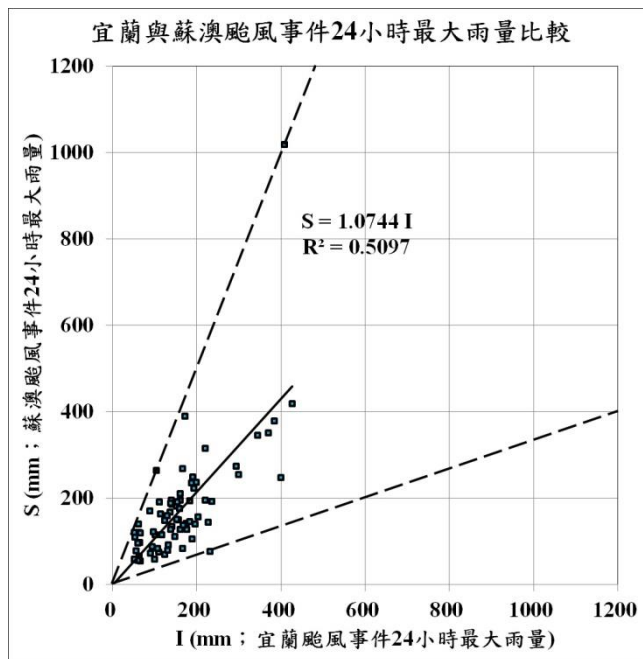
圖十八、自 1982 年以來宜蘭和蘇澳 74 場颱風總雨量比較。

根據 1982 年以來宜蘭和蘇澳兩地都符合大雨條件的 74 場颱風降雨紀錄，

蘇澳颱風總雨量是宜蘭的 0.33 到 2.4 倍，平均是 1.05 倍(圖十八)。這一個平均關係指出，災害性降水事件在宜蘭市和蘇澳兩地的效果，從長時間來看是類似的。只要時間拉長，各種災害規模都有機會出現，災害性降水到處都可以發生，只是每次發生的地點不同，如同前一章提及的地形影響，各地災害性降水的規模周期也不相同。

此一個關係呈現的嚴重離散情形，意味著個別事件有顯著的地理差異。也就是說，蘭陽各地很少同時受創。這給出宜蘭縣在治理上，一個很好的地理參考；直觀上應以蘭陽溪主幹道和三星為界，分為北岸區、南岸區、蘭陽上游區，思考防、救災的地理空間佈局。下面就以歷年幾場最大的降雨事件，來說明宜蘭縣境可能輪流發生強降雨災變的現象。

1998 年 10 月當颱風巴斯(Babs)為宜蘭帶來 742.7 毫米總雨量時，蘇澳總雨量只有 549.1 毫米，大約 74% 的雨量。2010 年 10 月當颱風梅姬(Megi)和東北季風共伴，為蘇澳帶來 1195.9 毫米降水時，宜蘭只有 505.1 毫米，大約 42% 的降水。如果除去這兩個近 20 年內的極端情況，那麼宜蘭、蘇澳兩地颱風事件的總雨量，都在 600 公釐以內。未來 600 公釐此一數值，可以當作極端氣候事件的檢查點(圖十八)。



圖十九、自 1982 年以來宜蘭和蘇澳 74 場颱風 24 小時最大雨量比較。

根據上述同時段資料，比較這 74 場颱風的，蘇澳的雨量仍然是宜蘭的 0.33 到 2.5 倍，平均是 1.07 倍。如果除去 1998 年的颱風巴斯、2010 年 10 月的颱風梅姬和 2011 年的颱風蘇拉(Saola)，那麼兩地颱風事件 24 小時最大雨量都在 400

毫米以內。以此觀察，2010 年 10 月的颱風梅姬非常突出，顯示颱風和東北季風共伴的加成威力，並且此時宜蘭 24 小時降水只有蘇澳的 40%。

降雨和地震，只是災害的誘發因素；地質、地形、地面覆蓋條件，則是災害的基礎因素。清末以來漢人開墾宜蘭，波及山地的範圍有限。闊葉林首當其衝，但是 19 世紀末宜蘭大湖仍有臺灣水鹿出沒(參見吳敏顯，頁 22)。這也間接證實雖然原住民焚林開墾，但是人口規模小，工藝落後，環境衝擊不強。日治期間和二戰之後的現代化歷程，強烈壓迫原住民生活空間，嚴重破壞他們賴以生存的山野環境。

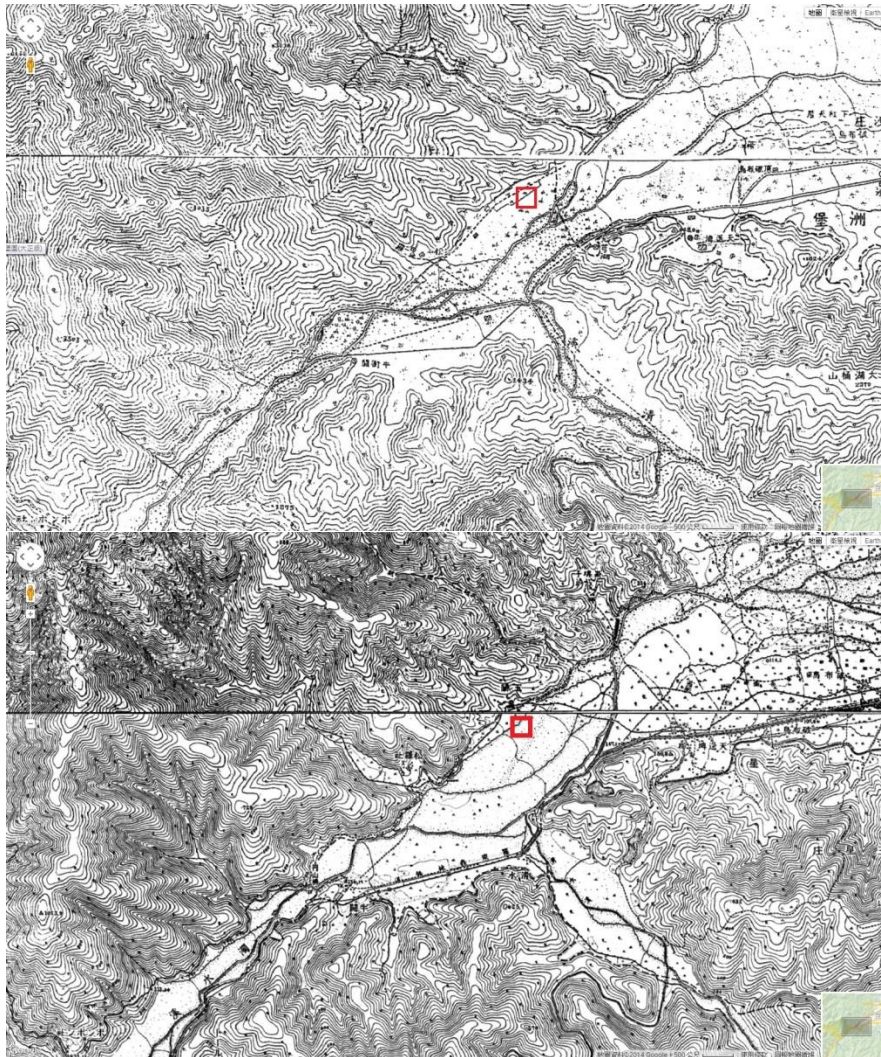
日本 1914 年開始開採太平森林；太平原指蘭陽溪主河道一線，以加羅山一帶為主採伐地的林場，隨後才用於今天太平山。砍伐森林，改造山地環境，首先使得地表覆蓋減少，根墊系統破壞，並且透過崩山和洪水，改變下游河道。

1959 年八七水災，1960 年中橫通車，1961 年颱風貝蒂(Betty)、波蜜拉(Pamela)以及 1962 年的颱風歐珀(Opal)重創宜蘭縣境。一連串的災害與開發活動，不但推動農業上山，例如八七水災受災戶移往海岸山脈東邊南溪上游的小嘉義，和海岸山脈西邊的赤柯山、六十石山一帶，例如中橫開路的退役官兵，沿路伐林開墾農場，又例如受到颱風重創的玉蘭居民，上山開墾國有林地，迫使政府放領公地，它們隨後引來更大的災害與環境變遷，促成保育意識逐漸抬頭。當年是為了安頓公民生活，開發土地與資源，提高生產力，推動農業上山；這是時代的限制和難以避免的選擇。如今有較好的資本和知能，我們得以重新思考如何調適被當年災害推動形成的土地利用模式。

1961 年蘇澳氣象站尚未建立，宜蘭全境主要依賴宜蘭市的氣象站。但是，該年 9 月颱風波蜜拉(Pamela)重創宜蘭縣北岸地區，在宜蘭測站的資料中，卻只有 24 小時降雨 203.3 公釐。當地一位老農指出，大礁溪谷地的地面土壤當時被挖除大約 1.2 公尺厚，整個水田河谷從此無田土可用，滿佈礫石，只能轉種果樹。連續幾年颱風肆虐，蘭陽溪河水爆漲，不到 20 公尺寬的蘭陽溪主河道，演變成爲辮狀河道，田土盡失。波蜜拉也破壞了玉蘭居民在蘭陽溪河床上的水田生計，轉往開墾坡地。農業上山，破壞坡地和溪流水文生態，農作再從果園轉爲茶園，找尋破壞土壤較少、附加價值較高的農作。近年更由茶園轉爲觀光休閒，茶園面積縮減。

災害的背後，極端氣候因素是小，長期伐林開墾的衝擊是大。24 小時連續降雨規模不大，河道水力卻相當強大，將大礁溪河谷和蘭陽溪主河床上的水田破壞殆盡。今天留存的日治地圖，顯示 1907 年和 1924 年玉蘭聚落邊的蘭陽溪河床都是水田(圖二十中以紅框標點)，歷年風災並未改變此一景觀，直到二戰

結束後被規模不大的降水事件摧毀。這一方面顯示宜蘭測站和山區高地降水有明顯的差別，另一方面顯示大量土石加入洪水，放大洪水水力規模。

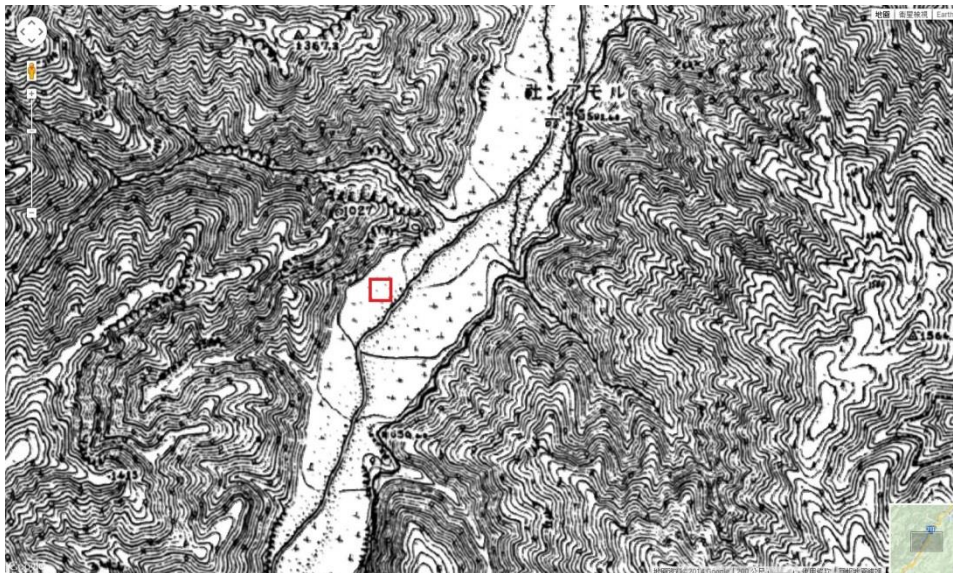


圖二十、上方為 1907 年(五萬分之一蕃地地形圖)，下方為 1924 年(五萬分之一陸地測量部地形圖)玉蘭附近蘭陽溪河床概況；聚落邊的蘭陽溪河床都是水田。

住在留茂安部落的老人，並不知道對面的崩塌地何時發生的(圖二十一)，只記得從小它就存在那裡，並且每次颱風來襲都會再度崩壞。在 1924 年日本出版的五萬分之一地形圖上，該崩塌地已經被標誌出來(圖二十一)。也就是說，這一個崩塌地已經活動超過 90 年，而之前的地圖上沒有標誌，未必表示它不存在。

留茂安崩塌地，僅僅是河道洪水與坡地崩壞兩者的交互作用所決定的？或者地震也積極參與了驅動崩塌的過程？目前還無法推論。但是，它是受到人為干擾的崩塌地，這是確定的。這反映在四周緩坡處見不到巨大闊葉喬木這一事實上，而臺灣闊葉喬木在沒有人類或其他作用破壞，樹齡可達 300 到 500

歲，樹徑可以高達 3 公尺以上。



圖二十一、上圖是留茂安部落對岸崩塌地的現狀，下圖是 1924 年五萬分之一陸地測量部地形圖上標誌的留茂安崩塌地(紅色方塊左上角)。

2.3 災害的本質與回應

宜蘭也是地震災害衝擊的潛在災害區；雖然歷史紀錄上沒有花東大地震，或者臺灣西南部大地震那種規模，蘭陽平原的第四紀研究卻指出地層下陷，以及複合式災害存在的事實。這些規模大而持續的災害，曾經讓蘭陽平原大半部分在距今 2400 年到 1300 年之間，荒蕪人煙。這一個時間的上限高於估計的神木群樹齡，下限卻低於神木群樹齡，似乎指出神木群源自此一災害時段。然而，神木群樹齡是推論的，必須有更多、更嚴格的研究來論斷。實際上，對於砍伐之後的樹頭研究，我們可以做的還很多。

歷史近期許多災害紀錄，指向伐林的效果。地景生態事實的變遷，例如曾經出現在玉蘭聚落小山谷裡溪流的大量魚蝦，出現在大湖的臺灣水鹿和水獺，如今只活在老一輩居民的腦海裡，指稱我們的伐林、開墾，嚴重傷害了這裡的地景生態。規模不大的颱風降水，引發蘭陽溪主流與支流大規模的改變，與其說是極端降雨事件的結果，不如說是人類活動嚴重衝擊地景生態，所造成的惡果。

對於地景生態運作不了解，而引來的厄運，不斷在宜蘭上演；大礁溪還有一例。記載說，望龍埤是幾百年前洪水崩山形成的。隨著時日，細泥淤積，水深不及一公尺，於是鄉長在地方居民支持下，將埤塘底幾公尺厚的泥土挖走，不料引發災害。

埤塘底泥的下面，就是礫石層，透水性極高。清淤之後，埤塘水位降得更低。為了挽救埤塘水位，於是利用工程，從大礁溪引水注入，以平衡漏水。結果，即使廢了大礁溪流域上游大量水田、坡地果園，省下的水也很難終年維持一個埤塘的水位。站在大礁溪橋，還可以看見溪水長流，但是主河道下游在引水之後，很快就枯竭。非雨季時在枕頭山邊的刺仔崙橋上，幾乎看不到溪水。如今缺水的河道，淤高的砂石要靠怪手清淤。我們在不清楚地景生態結構之下，解決一個問題，又創造出另一個耗能、費事的問題來。

我們面對災害，做出回應之前，必須先認識地景生態的結構和功能。在經歷了相當一段時間的現代化之後，宜蘭從低地到高地的地景生態都有了重大變化，而外部的衝擊，包括潛在的大地震、強降雨，持續甚或有更大的規模。棲蘭神木群的存在，不只是提醒我們一場保護運動的崛起，一段伐林史的結束，更重要的是它所蘊含的地史意義，以及人與地景生態的新關係。

第三章、水青岡保護區與管理：歐洲水青岡保護案例

歐洲水青岡(European beech；*Fagus sylvatica*)是中歐最重要的森林樹種之一，曾經覆蓋歐洲大陸 40%的面積。「喀爾巴什山原始水青岡森林與德國古代水青岡森林」，the Primeval Beech Forests of the Carpathians and the Ancient Beech Forests of Germany，英文縮寫 PBFC-ABFG，是一座以保育歐洲水青岡森林為主要任務的世界遺產。

CPBF-GABF 代表複雜溫帶森林的傑出範例，展現出橫跨多樣環境條件、最為完整的歐洲水青岡森林純林的生態形態和作用。它的棲地從海岸到高山，橫跨極為多樣的環境條件，其中擁有無價的水青岡基因庫，以及與森林棲地相依的物種。根據世界遺產傑出普世價值判準第九條，CPBF-GABF 是瞭解水青岡科歷史與演化的不可或缺範例，而水青岡科因其生態重要性和廣泛的北半球分佈實況，具有全球的重要性。

水青岡是溫帶闊葉林生物區(the Temperate Broad-leaf Forest Biome)最重要的物種之一，代表冰期之後陸生生態系統重新殖民與發展的傑出範例，而這一個作用仍然繼續運作中。在長期保育水青岡森林所需的工作中，這些森林代表著關鍵的面向，說明了單一物種如何絕對宰制了多樣的環境。

CPBF-GABF 保護系列中的每一個組成單元，都有足夠的面積來維持遺產地的棲地和生態長期生態變化所需的自然作用。環繞保護區(國家公園、自然公園、地景保護區、生物圈保留地)四周的緩衝區，以保護遺產地、增進完整性(Integrity)為經營管理指導原則。它分散於斯洛伐克、烏克蘭、德國境內，由 15 座歐洲水青岡森林組合而成，保育了歐洲最為美麗、質樸的森林。這 15 個組成單元，每一個都是立法保護的國家公園或生物圈保留地。

PBFC-ABFG 分為兩部分。「喀爾巴什山原始水青岡森林」的部分是在 2007 年，把 10 座散落於外喀爾巴什山及其鄰近地區的原始水青岡森林，整合為一座跨國世界遺產，專門保育歐洲水青岡。第二部分是於 2011 年加入的 5 座「德國古代水青岡森林」(ABFG)，成為今天保育歐洲水青岡及其地景生態的世界遺產。

新加入的德國森林不但是歐洲水青岡的分佈中心，更是德國僅存的原野森林。這些水青岡森林代表冰期之後，歐洲陸生生態系統的生物與生態演化的範例，是我們瞭解水青岡在北半球廣大多樣環境中擴散所不可或缺的範例；德國這 5 塊水青岡森林總面積 4391 公頃。

3.1 喀爾巴阡山

PBFC 大部分位於烏克蘭(Ukraine)境內的外喀爾巴阡州(Zakarpattia Oblast，省會 Rakhiv Raion)，和斯洛伐克(Slovakia)的普雷索夫州(Prešov)，由 10 座面積不大的歐洲水青岡森林構成。這些森林從斯洛伐克的火山(the Vihorlat Mountains)與波洛內尼山脊(the Poloniny Ridge)，延伸到烏克蘭的黑山(Chornohora ridge)和拉希夫山(the Rakhiv mountains)，全長達 185 公里，並且多數交通易達性差。

外喀爾巴阡山地區屬於溫帶大陸性氣候，每年雨量在 700 到 1000 公釐之間，夏天均溫攝氏 21 度，冬天均溫攝氏-4 度。當地最高峰是海拔 2061 公尺的 Hoverla，它是黑山脈(the Chornohora mountain range)的一部分，是外喀爾巴阡州的最高點。最低點是 Uzhhorodskyi Raion 的 Ruski Heyevtsi 村(匈牙利人稱為 Oroszgejőc)，大約海拔 101 公尺，

斯洛伐克的火山最高海拔 1076 公尺，它在斯洛伐克境內長達 55 公里，南北寬 11 公里。該區域中央已劃為火山地景保護區(the Vihorlat Protected Landscape Area)，並且在它曲折的山脊上，分佈著歐洲水青岡森林。火山的西邊與南邊，被東斯洛伐克低地包圍(the Eastern Slovak Lowland / Východoslovenská nížina)，北邊是一座山麓平原(Beskidian Piedmont / Beskydské predhorie)，而再往北邊去，就是布克維克山(Bukovské vrchy mountains)，以及海拔大約 500 到 700 公尺的拉伯瑞卡高地(Laborecká vrchovina highlands)。

地質上，布克維克山 (斯洛伐克語：Bukovské vrchy)，以及它向烏克蘭方向延伸的外喀爾巴阡山，是造山運動中山前盆地堆積出來的複理構造(flysch)，類似臺灣西部麓山帶的山地地質構造，只是地質年代更老、岩體更堅硬；最高峰是海拔 1221 公尺的 Kremenec。這個地區屬斯洛伐克的普列索夫州管轄，因為遠離人類活動，保存了原始的動植物相，包括歐洲野牛。



圖二十二、位於 Nová Sedlica 的木教堂，Drevený kostol Nová Sedlica(攝影者 Vydavateľstvo Dajama，<http://slovakia.travel/en/nova-sedlica>)

整座布克維克山地主要是被歐洲水青岡森林覆蓋，已劃為波洛內尼國家公園(Poloniny NP)，散佈著棲地控制區(habitat controlled areas)。特別的是這一座保護區的核心區包圍著緩衝區，而那些緩衝區正是村落所在，也是登山入口，包括地方文化傳統濃厚的小村 Nová Sedlica、Runina、Topoľa、Uličské Krivé。圖二十二是從網路上擷取，位於 Nová Sedlica 的木教堂照片。

波洛內尼國家公園位於斯洛伐克東邊，緊鄰波蘭的別什恰迪國家公園(the Bieszczady National Park)，兩者於 1997 年 10 月 1 日建成東喀爾巴阡生物圈保留地(the East Carpathian Biosphere Reserve)，面積 298.05 平方公里，緩衝區 109.73 平方公里，它在斯洛伐克、波蘭、烏克蘭三國交會點上的海拔高度是 1208 公尺。這一個區域內有 2 座水青岡森林被列入世界遺產，並且在區域的邊界上緊鄰烏克蘭的另外 2 座水青岡森林。從地球系統和生態系統來說，這一個區域是西喀爾巴阡和東喀爾巴阡之間的過渡帶；它清楚反映在生物族群以及生物相的重疊上。

這裡的地質是形成於白堊紀晚期和古新世的 Dukla Unit 地層，它是複理構造岩體(flysh rocks)。顏色與粒徑不同的砂岩、泥岩(Sandstones and claystones)創造了 5 公里厚的地層。它們多被第四紀沉積物覆蓋。多數坡地被外洗黏土和黏質砂壤以及崖堆堆積物覆蓋，厚度不同，多堆積在坡腳。與波蘭、烏克蘭交界的 Bukovské Hills，是這裡的地景主體，海拔高度在 797 到 1208 公尺之間。這一帶海拔最低的地點只有 200 公尺，位於 Ulič valey，Ulička River 流出 Slovakia 的地方。

本區基盤岩體透水性差，夏季暴雨和融雪帶來的春汛帶來的逕流相當集中，於是容易帶來水患，乾季河床往往乾涸。因此，1987 年在河流 Cirocha river 建造了水庫 the Starina reservoir，以利水資源取用，儲水容量 60 百萬立方公尺，供應斯洛伐克東部大城的飲用水。

因為地勢起伏，這裡的氣候帶分為三帶。暖帶年均溫攝氏 7 到 8 度，年雨量 800 公釐，分佈於 Cirocha 和 Ublianka 河谷低地。溫帶年均溫攝氏 5 度，年雨量 900 公釐，位於海拔高度 400 到 800 公尺之間。冷帶年均溫攝氏 4 到 5 度，年雨量超過 1000 公釐。最高月均溫介於攝氏 20.2 到 24.2 度，最低月均溫介於攝氏-8.6 到-8.2 度。全年有雨，超過蒸發散量。由於山谷地形節制，盛行西北、東南風。

本區植物多樣，生物地理分佈顯著。Bukovské Hills 的本意就是 Beech Hills，地處過渡帶，幾個東喀爾巴什物種在此到達他們的分佈西端，其他像是 flax (*Linum trigynum*) 和 traveller's joy (*Clematis vitalba*)，則在此構成他們分佈的東端。這裡分佈了斯洛伐克 1200 種本土維管束植物，已知有 1200 種高等蕨類，例如 Ascomycetes、Basidiomycetes，有超過 350 種的 musci (Bryophyta)，超過 200 種的地衣。地勢起伏超過 1000 公尺，創造出不同的中尺度氣候條件 (mesoclimatic conditions)，從而產生多樣的林型。在比較溫暖的低地，是橡樹-水青岡的混合林。

除了橡樹(*Quercus robur*, *Q. petraea*)和鵝耳櫪(*Carpinus betulus*)這些優勢物種，森林中還包含楓(*Acer platanoides*, *A. campestre*)和萊姆(*Tilia platyphylla*, *T. cordata*)。地面植物的優勢種是 hairy sedge (*Carex pilosa*)，伴隨許多低地物種，以及稀有物種。而大部分的地區覆蓋歐洲水青岡，冷杉(*Abies alba*)則出現在較高、較濕的區位。在腐質較多的或崖堆上，還有許多深具價值的闊葉喬木，例如蘇格蘭榆(Scotch elm, *Ulmus montana*)、梣樹(ash, *Fraxinus excelsior*)、楓樹(sycamore, *Acer pseudoplatanus*)、萊姆(lime, *Tilia cordata*)，以及他們特有的地面覆蓋。海拔最高的林地 在 1000 到 1190 公尺，是被楓樹-水青岡混合林所覆蓋。

近年來因為缺乏管理以及放牧行為，山脈頂部的草地正經歷著動植物相的改變。原本人類管理所造成的生物多樣性以及盛開花朵的草原，正在消失；這是國家公園和生物保留地的新課題。

生物圈保留地是東西喀爾巴什山交界處獨特動物相的一面鏡子。至今發現 3600 種動物，其中 3300 種是無脊椎動物。3000 種的昆蟲，絕大部分生活在闊葉林裡。水青岡-冷杉混合林的蜈蚣、千足蟲的多樣性很高。這裡也有許多蝴蝶，別是生活在水青岡林中的 the beech saturnid (*Aglaia tau*)。



圖二十三、喀爾巴阡山原始水青岡森林(PBFC)10 座森林的分佈情況

(http://en.wikipedia.org/wiki/Primeval_Beech_Forests_of_the_Carpathians_and_the_Ancient_Beech_Forests_of_Germany)。

水生生物和水岸生物多樣，它是自然和文化干擾的共同產物，包括七鰓鰻 (*Eudontomyzon danfordi*) 以及一些入侵種的魚類。只要有水，河岸的水獺全年都很活躍。二戰之後，許多草食和肉食動物從烏克蘭和羅馬尼亞遷入，特別是波蘭的 Bieszczady National Park 最近因為人工復育歐洲野牛 (European bison, *Bison bonasus*) 而豐富。

除了前面斯洛伐克的 3 座水青岡林，烏克蘭境內有 7 座。在烏克蘭西邊的外喀爾巴阡州的黑山 (Chornohora，最高峰是海拔 2062 公尺的 Hoverla)，山谷千年來住著特殊的遊牧民族 Hutsul 人，其中主要的遊客中心包括 Bystrets、Rakhiv、Verkhovyna、Vorokhta、Yasinia。這一個邊界地帶上，有 2 座歐洲水青岡森林，而在外喀爾巴阡州東邊的拉希夫山，則有 5 座歐洲水青岡森林。

整個 PBFC 的 10 座歐洲水青岡森林總面積為 779.716 平方公里，只有 292.789 平方公里 (~37.6%) 屬於保護區的核心，其餘為緩衝區。它們是在 2007 年成為世界遺產，到了 2011 年又有 5 座德國古代森林加入，成為一座擁有 15 座分散森林的世界遺產，其中德國的 5 座總面積是 43.91 平方公里，緩衝區面積是 137 平方公里。

3.2 德國水青岡森林保護區的氣候特徵

ABFG 的 5 座歐洲水青岡森林分別是梅克倫堡-波莫瑞州 (Mecklenburg-

Pomerania)的亞斯蒙德國家公園(Jasmund NP)和米利茨國家公園(Müritz NP)，布蘭登堡州(Brandenburg)的古盧姆新惹森林(Grumsiner Forest)，圖林根州(Thuringia)的海尼希國家公園(Hainich NP)，以及黑森州(Hesse)的凱勒森林埃德湖國家公園(Kellerwald-Edersee NP)。由於水青岡森林保護甚受氣候變遷影響，加上德國長期氣象觀測資料豐富；這一段討論將部份氣候特徵納入，藉以說明氣候變遷與保育的關係。圖二十四是它們四周氣象站的分佈點。

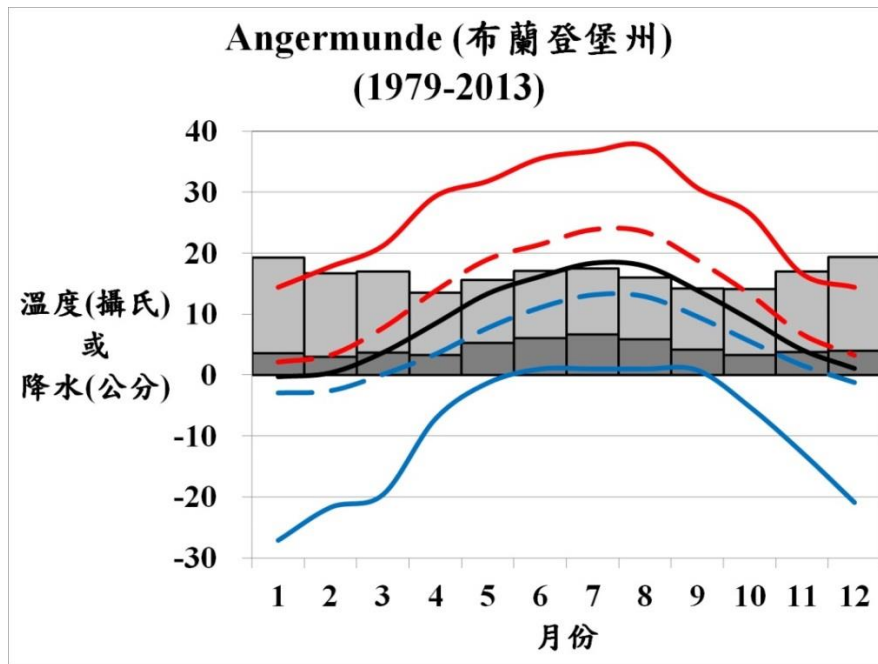


圖二十四、德國水青岡森林四周氣象站的分佈點。

宮姆喜哪森林(Grumsiner Forest)是德國 5 座古代歐洲水青岡森林保護區之一。本節首先根據宮姆喜哪森林東西兩座氣象站逐日資料，描述位於布蘭登堡州這一片古代森林的氣候特徵；分別位於安娜姆德(Angermünde)和西德你柯(Zehdenick)。

宮姆喜哪森林成為世界遺產，不是因為它足夠原始，而是它累積許多自然生態與歷史研究，並且過去幾十年未受人類活動顯著干擾，恢復了當初冰河退卻以後水青岡森林重新殖民、建造地景生態的歷程，作為自然物種演替的與人類生態服務的基地。

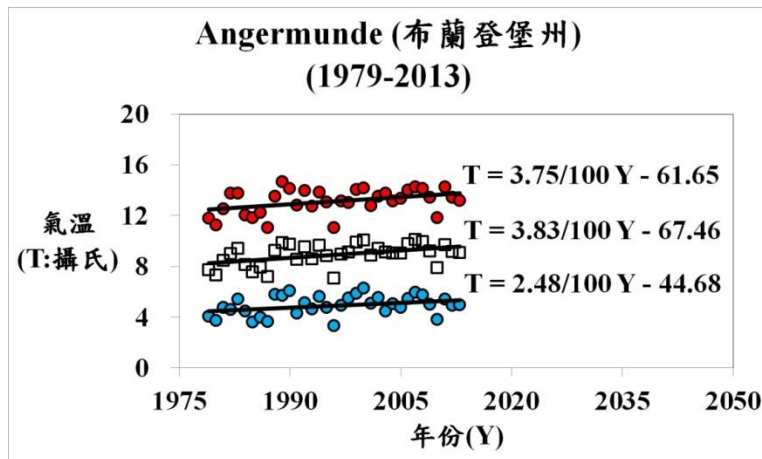
宮姆喜哪森林並且與德國多處，以及歐洲多國的歐洲水青岡森林保護區聯合，成為一個保護區網路(Protected Area Network)，展示歐洲水青岡在冰河退卻之後，遷徙、適應多樣環境的實況。宮姆喜哪森林是從作為人類管護、認識歐洲水青岡森林地景生態的一個組成，而獲得其「傑出普世價值」。在此揭示，人類對世界遺產認識的深度，以及管護體系的健全，也是標舉「傑出普世價值」的重要關鍵。如果缺乏確實的認識和有效管護，也會被列入紅色警告名單，甚至於被踢出世界遺產名單。



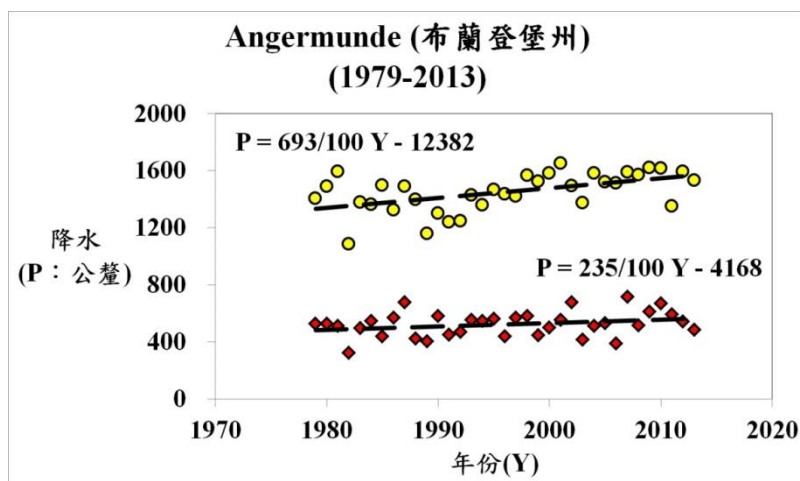
圖二十五、安娜姆德(Angermunde)氣候特徵圖。這裡的月均溫介於1月的攝氏-0.3度到7月的18.4度之間，各月日最高溫紀錄介於攝氏14.4度到37.6度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-27.1度到1.0度之間。年均溫在攝氏7.1度到10.1度之間震盪。

安娜姆德測站位於北緯 53.0314 度，東經 13.9906 度，海拔高度 9 公尺，也就是宮姆喜哪森林的東北角，距離西南方的柏林市中心約 70 公里，到易北河 (Eber River) 西岸約 10 公里，到波羅的海(Baltic Sea)南岸約 90 公里。此地自 1947 年開始既有逐日氣象紀錄，但是期間資料不完整。

這裡取用 1979 年到 2013 年逐日氣象紀錄進行統計分析，結果顯示 35 年間的月均溫介於 1 月的攝氏-0.3 度到 7 月的 18.4 度之間，各月的日最高溫紀錄介於攝氏 14.4 度到 37.6 度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-27.1 度到 1.0 度之間(圖二十五)。從 1979 年到 2013 年的年均溫在攝氏 7.1 度到 10.1 度之間震盪，並且外推年均溫每 100 年上升攝氏 3.8 度，而日最高溫和日最低溫的年平均值也分別以每 100 年上升攝氏 3.75 度和 2.48 度的速率增加(圖二十六)。

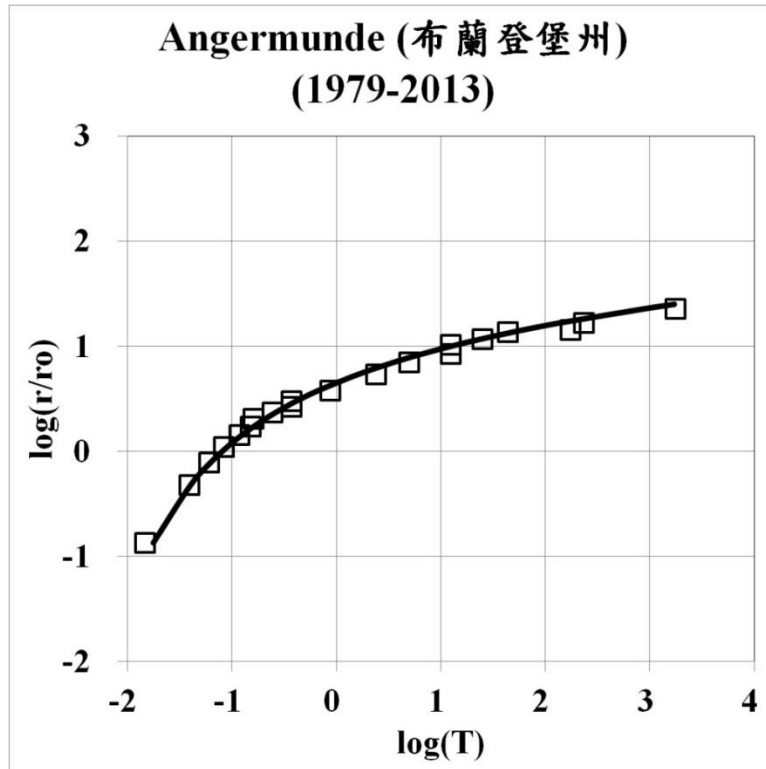


圖二十六、根據安娜姆德測站自 1979 到 2013 年的逐日氣象紀錄，此地年均溫在攝氏 7.1 度到 10.1 度之間震盪，並且外推年均溫每 100 年上升攝氏 3.8 度，而日最高溫和日最低溫的年平均值也分別以每 100 年上升攝氏 3.75 度和 2.48 度的速率增加。



圖二十七、安娜姆德測站自 1979 到 2013 年的年均直接降水(紅點)和年均間接降水及變化。

年均直接降水介於 322.5 到 714.4 公釐，平均 523.1 公釐，標準差 87.4 公釐，並且外推年均直接降水每 100 年增加 235.0 公釐，而月均直接降水在 2 月的 29.3 公釐到 7 月的 66.6 公釐之間變化，平均每月直接降水量為 43.6 公釐(圖二十七)。和臺灣一般低地非常不同的一個有趣現象是，35 年來它月均間接降水高達 120.7 公釐，而這一個來自雪霧冰霜的沉降水份，是直接降水量的 3 倍，對於森林生態與人類享用的生態服務，有極大的貢獻。雖然年均間接降水(1448.6 公釐)也將近年均直接降水(523.1 公釐)的 3 倍，但是 35 年間的年均間接降水在 1084.0 公釐到 1649.0 公釐之間變化，標準差只有 136.6 公釐，震盪比率相對較小，而外推年均間接降水每 100 年增加量高達 692.9 公釐！



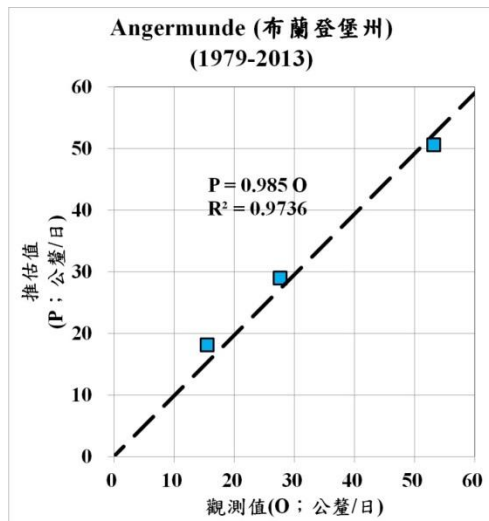
圖二十八、安娜姆德測站日雨週期 T 和日雨規模 r 的非線性關係，其中 r_0 是平均的兩日雨量。

針對直接降水的逐日記錄進行統計分析，可以得到以下規則，展示日雨規模和週期(頻率的倒數)之間的非線性關係。它規定了此地日雨規模小於等於一個給定的相對規模， r/r_0 ，所擁有的發生機率 $D(r/r_0)$ 的關係式，可以寫成如下的乘幂定律(a power law)，式如

$$\ln \left[\frac{1}{1 - D(r/r_0)} \right] = 1.1625 \times \left(\frac{r}{r_0} \right)^{0.6706}$$

其中， r 代表日雨量(公釐)， r_0 代表平均的兩日雨量，也就是一旦下雨，平均一天兩日會下多少雨量。

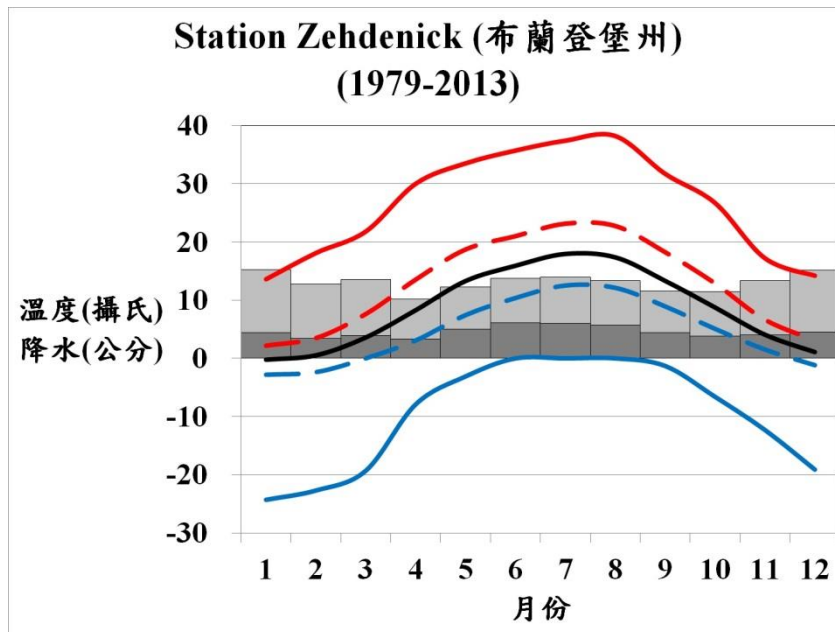
根據上述的非線性關係式，安娜姆德平均每 1/4 年就有一天雨量超過 18.1 公釐，每 1 年就有一天雨量超過 29.0 公釐，每 10 年就有一天雨量超過 50.6 公釐，並且外推每 100 年就有一天雨量超過 75.9 公釐，每 1000 年就有一天雨量超過 104.2 公釐。實際觀測資料顯示(圖二十八)，平均每 1/4 年就有一天雨量超過 15.5 公釐，每 1 年就有一天雨量超過 27.6 公釐，每 10 年就有一天雨量超過 53.2 公釐。



圖二十九、安娜姆德測站實際觀測值與模式推估值比較。

和實際觀測值比較，模式推估值在週期較短的例子上的誤差不大，但是當它外推時，1000年週期的日雨規模，104.2公釐，並沒有超過這35年之間的第一大日雨量，後者是發生於1987年7月18日的123公釐日雨。100年週期的日雨規模，75.9公釐，則和發生於1990年6月9日的72.4公釐日雨量相當。發生於2011年7月21日的53.9公釐日雨，是第三大日雨量，和推定每10年一次的雨量50.6公釐接近。這說明兩種可能；第一、此一模式具有系統性的誤差，在日雨規模小的例子上接近事實，在日雨規模大的例子上則嚴重低估。第二、近年氣候變遷在此地的效應是降水的增加。實際逐日降水資料，直接和間接都支持第二種看法。12784天的日雨紀錄顯示，前半段時間和後半段時間在日雨規模超過10、20、30、40公釐的條件下，其雨日數比分別是33：47、11：20、5：5、3：2。從35年的趨勢來看，安娜姆德測站的年均降水越來越多，除了極端日雨，其日雨強度也越來越高。

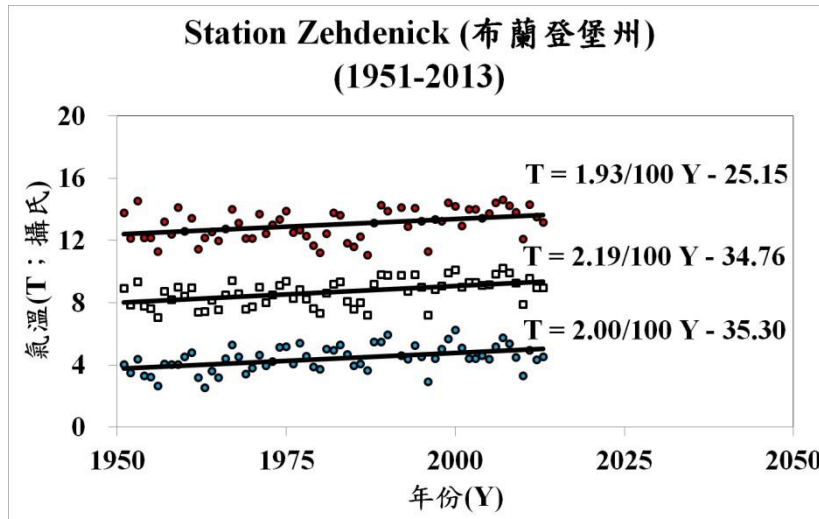
氣候變遷不但在全球各地的效果不同，當我們討論的地理規模不同時，例如臺灣山地、臺灣全島、遠東、亞洲、全球，它們的關鍵議題和現象也會不同。此一不同的尺度效應，在每一個具體的問題上，例如歐洲尺度上的水青岡森林保育，也有不同的內涵。後者引來一個重要的保育議題；保育不是一個小地方問題，各個相關同或不同的地點，必須連繫成網，確保在大尺度氣候變遷的時空震盪中，讓基因、物種、地景生態的多樣性，得以延續。這就是歐洲水青岡保育透過跨國協作，成立保護區網路的世界自然遺產的理由之一。



圖三十、圖二十五、西德你柯(Zehdenick)氣候特徵圖。這裡的月均溫介於1月的攝氏-0.2度到7月的17.9度之間，各月的日最高溫紀錄介於攝氏13.6度到38.2度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-24.3度到0.0度之間。

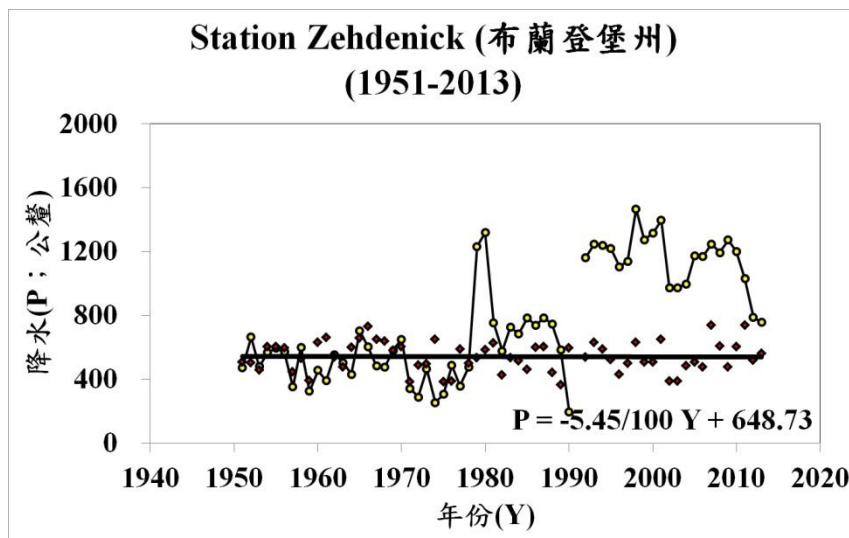
接著說明宮姆喜哪森林西側，西德你柯(Zehdenick)的氣候特徵。西德你柯測站從1951年開始就有紀錄，但是期間資料缺漏。這裡為了比較分析，在氣候特徵圖上只取1979年到2013年的資料來進行統計分析，並且忽略不計缺漏嚴重的1991年資料。首先，西德你柯的月均溫介於1月的攝氏-0.2度到7月的17.9度之間，看似約略比安娜姆德的溫和，但是各月的日最高溫紀錄介於攝氏13.6度到38.2度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-24.3度到0.0度之間，西德你柯的氣溫變化，並沒有比安娜姆德的更溫和。

從1979年到2013年，西德你柯的年均溫在攝氏7.0度到10.2度之間震盪，幅度微微高於安娜姆德的，但是外推年均溫每100年上升攝氏2.19度，而日最高溫和日最低溫的年平均值，也分別以每100年上升攝氏1.93度和2.00度的速率增加，遠遠比安娜姆德的低很多。這就拉開了兩地的差異，並且說明更為靠近北海的西德你柯，比靠近波羅的海的安娜姆德，更受到海洋氣候的調節。在全球暖化的歷程中，兩者展示的氣候變遷特徵不同。



圖三十一、根據西德你柯測站自 1951 到 2013 年的逐日氣象紀錄，年均溫在攝氏 7.0 度到 10.2 度之間震盪，並且外推年均溫每 100 年上升攝氏 2.19 度，而日最高溫和日最低溫的年平均値，也分別以每 100 年上升攝氏 1.93 度和 2.00 度的速率增加。

根據 1951 年到 2013 年的逐日降水紀錄，西德你柯測站 63 年來的年均直接降水展現可忽略的遞減趨勢，年均直接降水 540.8 公釐，而每一百年只減少 5.5 公釐。但是，雪霧冰霜沉降帶來的年均間接降水，在 1980 年代幾乎是以大震盪躍遷的方式增加，從之前的年均 479.4 公釐，增加到之後的 997.3 公釐(1979-2013 年之間年平均値)，增幅超過 2 倍，並且年際震幅也加劇。可以進一步檢查此地融雪春汛災害的規模頻率是否因此增加。這一個特徵是前面 1979 到 2013 年的年平均氣候特徵圖(climogram)所無法表現出來的，但是它卻具有重要環境意義。

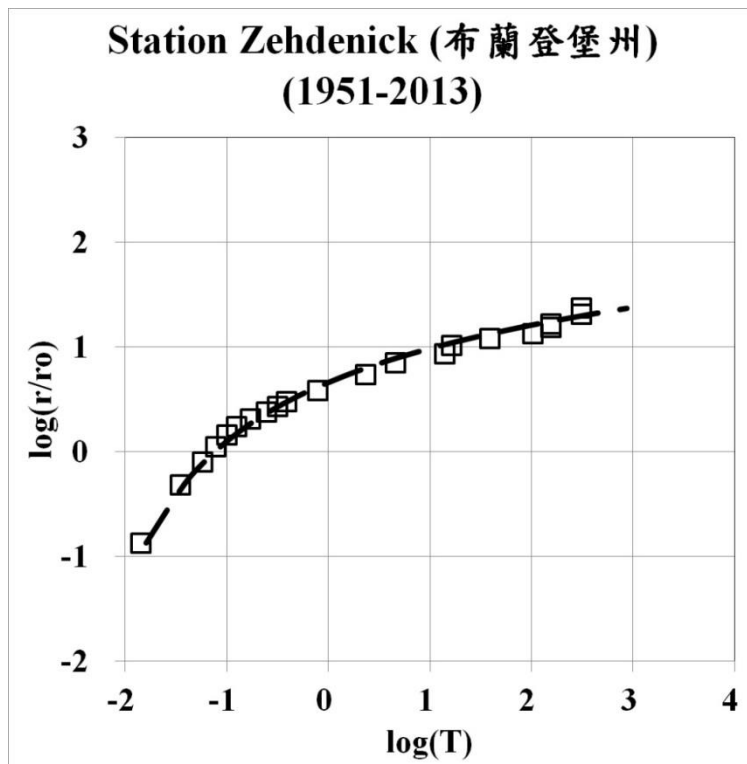


圖三十二、西德你柯測站日雨規模和週期關係圖。

西德你柯測站日雨規模和週期之間的非線性關係，類似於安哪姆德的。它規定了此地日雨規模小於等於一個給定的相對規模， r/r_0 ，所擁有的發生機率 $D(r/r_0)$ 的關係式，可以寫成如下的乘幂定律(a power law)，式如

$$\ln \left[\frac{1}{1-D(r/r_0)} \right] = 1.1879 \times \left(\frac{r}{r_0} \right)^{0.6581}$$

其中， r 代表日雨量(公釐)， r_0 代表平均的雨日雨量，也就是一旦下雨，平均一天雨日會下多少雨量。

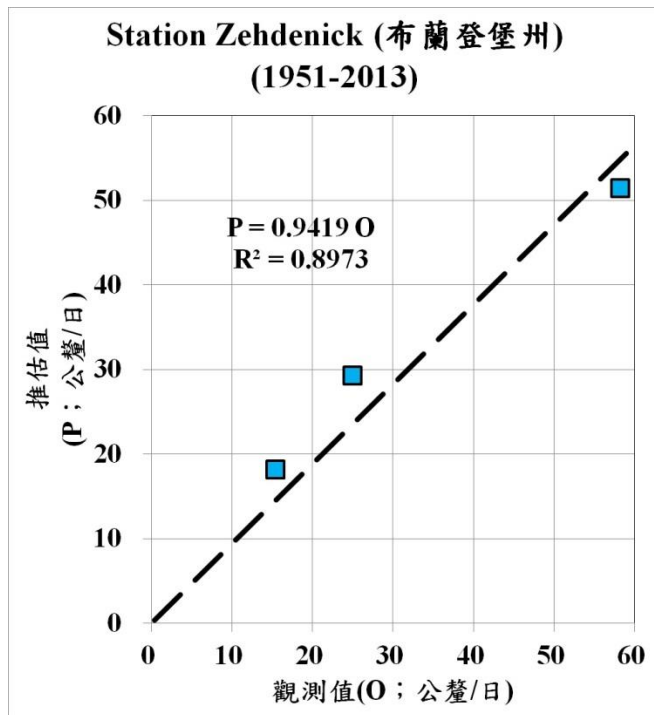


圖三十三、西德你柯測站日雨週期 T 和日雨規模 r 的非線性關係，其中 r_0 是平均的雨日雨量。

根據上述的非線性關係式，西德你柯平均每 1/4 年就有一天雨量超過 18.2 公釐，每 1 年就有一天雨量超過 29.3 公釐，每 10 年就有一天雨量超過 51.4 公釐，並且外推每 100 年就有一天雨量超過 77.3 公釐，每 1000 年就有一天雨量超過 106.7 公釐。實際上 35 年的觀測資料顯示，平均每 1/4 年就有一天雨量超過 15.4 公釐，每 1 年就有一天雨量超過 25.0 公釐，每 10 年就有一天雨量超過 58.2 公釐。

和實際觀測值比較，模式推估值在這些週期較短的例子，誤差也不大，但是當它外推時，1000 週期的日雨規模是 106.7 公釐，100 年週期的日雨規模

是 77.3 公釐，但是 62 年的資料已經有 84.3 公釐的日雨發生於 1969 年 8 月 29 日，76.7 公釐的日雨發生於 1978 年 8 月 8 日。西德你柯的日雨，也顯示了大雨過早密集出現的傾向，而使得前面所提的問題，再度出現：是此一模式具有系統性誤差，抑或近年氣候變遷在此地的效應是降水的增加呢？從 1951 年到 2013 年的 63 年之間，除了缺資料的 1991 年之外，第一大日雨事件和第二大日雨事件都發生於這一段期間的前半段。

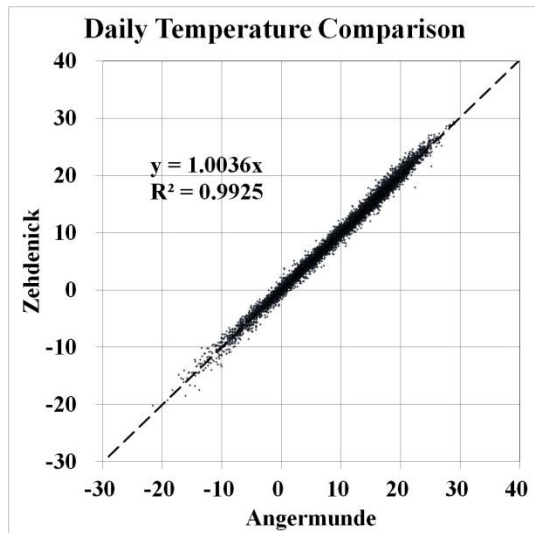


圖三十四、西德你柯測站實際觀測值與模式推估值比較

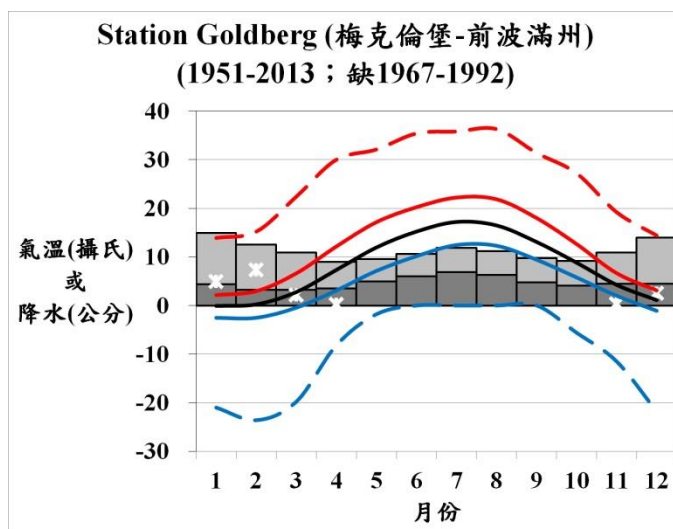
下圖是安娜姆德(Angermunde; A)和它西邊 45 公里外的西德你柯(Zehdenick; Z)，這兩地測站日均溫的比較。宮喜哪爾森林，就位在這兩座氣象站之間。雖然兩地日均溫統計關係很好，兩站中任何一站的資料拿來描述這一座森林氣候特徵，似乎結論都是一樣，事實卻非如此。在 12419 天有效觀測的日數裡，Z 日均溫比 A 日均溫高出可以忽略的微量。實際上，Z 日均溫比 A 日均溫高的日子只佔 12419 天的 48.4%，整個平均高出的日均溫量只有攝氏 0.27 度，最高高出案例只有攝氏 3.4 度。A 日均溫高於 Z 日均溫的日子，雖然只佔 12419 天的 43.9%，但是平均高出的日均溫為攝氏 0.51 度，最高高出案例達到攝氏 4.6 度。兩地日均溫相同日子，只佔 7.7% 而已。

此一細微差異意味著，位於 A 地西邊 45 公里的 Z 地，其整體日均溫較高；它的日均溫較高的機會雖然比 A 地的高，但是它高出 A 地日均溫時，其高出規模比較少。這正是 Z 地傾向海洋性氣候，A 地傾向於大陸性氣候的特徵。水青岡自海洋性濕冷氣候發源而來，幾千萬年演化史中牠的基因沒有太大變化。在宮

喜拿爾森林要保育水青岡，特別是要提高它面對當前氣候變遷的生存能力，在該森林西北方較濕較冷處寬留較大的緩衝帶，是適當的作法。在該森林西北處已開發土地用上發展水青岡的混農林業，應是該緩衝帶的第一優先工作。



圖三十五、安娜姆德(Angermunde；A)和西德你柯(Zehdenick；Z)，兩地測站日均溫的比較。



圖三十六米利茨(Muritz)國家公園歐洲水青岡保護區的氣候特徵。月均溫介於1月的攝氏-0.1度到7月的17.2度之間，各月的日最高溫紀錄介於攝氏13.9度到36.3度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-23.6度到0.0度之間，而年均溫在攝氏6.4度到9.9度之間震盪。

接著說明米利茨(Muritz)國家公園歐洲水青岡保護區的氣候特徵。郭德堡(Goldberg)位於梅克倫堡-前波滿州(Mecklenburg-Vorpommern)郭德堡湖西岸，是一座路德教派小鎮；它在漢堡正東方139公里處，距離波羅的海岸61公里，距

離北海岸 209 公里。上圖是郭德堡測站的氣候特徵圖，雖是從 1951 年開始既有逐日氣象紀錄，但是 1991 和 1992 年氣溫紀錄缺漏多，從 1967 年到 1992 年缺漏很多降水紀錄，而從 1967 到 2008 年之間缺漏降雪紀錄，只好割捨不計。

於是，1996 年和以前，以及 1993 年以及以後，總共 37 年的資料分析顯示，此地月均溫介於 1 月的攝氏-0.1 度到 7 月的 17.2 度之間，但是各月的日最高溫紀錄介於攝氏 13.9 度到 36.3 度之間，日最低溫紀錄介於攝氏-23.6 度到 0.0 度之間，而年均溫在攝氏 6.4 度到 9.9 度之間震盪。不計 1991 和 1992 年氣溫，此地長期年均溫每 100 年上升攝氏 1.36 度，而日最高溫和日最低溫的年平均值也分別以每 100 年上升攝氏 1.55 度和 1.63 度的速率增加。

這一座測站是位於米利茨(Muritz)國家公園歐洲水青岡保護區西側的郭德堡(Goldberg)，黑線是月均溫，紅線是平均最高日溫，紅虛線是紀錄最高日溫，藍線是平均最低日溫，藍虛線是紀錄最低日溫。深灰是月平均直接降水，淺灰是月平均間接降水，雪花標記月均雪厚。雪厚最大出現在二月，雨量最大出現在七月。

年均直接降水介於 322.5 到 714.4 公釐，平均 523.1 公釐，標準差 87.4 公釐，並且外推年均直接降水每 100 年增加 235.0 公釐，而月均直接降水在 2 月的 29.3 公釐到 7 月的 66.6 公釐之間變化，平均每月直接降水量為 43.6 公釐。和臺灣一般低地非常不同的一個有趣現象是，35 年來它月均間接降水高達 120.7 公釐，而這一個來自雪霧冰霜的沉降水份，是直接降水量的 3 倍，對於森林生態與人類享用的生態服務，有極大的貢獻。

雖然年均間接降水(1448.6 公釐)也將近年均直接降水(523.1 公釐)的 3 倍，但是 35 年間的年均間接降水在 1084.0 公釐到 1649.0 公釐之間變化，標準差只有 136.6 公釐，震盪比率相對較小，而外推年均間接降水每 100 年增加量高達 692.9 公釐！

3.3 德國水青岡森林保護區

PBFC 範圍內的一些水青岡森林，是前次冰河退卻時最早恢復的森林，因此生物多樣性極高。ABFG 則年輕許多，它們不是原始森林，但是包含有 5 到 50 公頃幾十年或一世紀未受干擾的歐洲水青岡原始森林。這些森林位於國家公園，或者生物圈保留地之中，外圍有非常大的緩衝區。它們受到國家法律保護，並且由各州(länder)治理，其中屬於私有土地者各不相同。這些森林中的水青岡，其樹齡可高達 400 年。

亞斯蒙德國家公園是一座自然保留地，位於梅克倫堡-波莫瑞州呂根島(Rügen)東北角的亞斯蒙德半島上，建於 1990 年 9 月 12 日，面積 30 平方公里。半島所在，有德國最高大的白堊海崖(chalk cliffs)，高出波羅的海(Baltic Sea)的海面 161 公尺，當地人稱國王的椅子(Königsstuhl, king's chair)。它是德國面積最小的國家公園。

米利茨國家公園位於梅克倫堡-波莫瑞州的南部，建於 1990 年 10 月 1 日，面積 318 平方公里，其中包括湖泊 100 座，以及許多小水體、水道；它是 54 種哺乳類動物、214 種鳥類和 16 種爬蟲類動物的棲息地。米利茨國家公園分為米利茨和謝拉(Serrahn)兩部分；前者從米利茨湖的東岸，延伸到耐斯崔麗次(Neustrelitz)小鎮，後者是位於耐斯崔麗次東邊的一小塊保護區。這一座國家公園是由冰河端碛(terminal moraine)、外洗平原(sandur)和低地構成，65%的面積被森林覆蓋，12%是湖泊，其餘是水岸植被(meadows)和沼澤(swamps)。

米利茨湖占地 118 平方公里，但是只有它的東岸屬於國家公園的一部分，有哈瓦河(River Havel)流經米利茨。最靠近米利茨國家公園的城鎮是瓦倫(Waren)和耐斯崔麗次。米利茨國家公園重要的動物包括歐洲馬鹿(red deer/Cervus elaphus)，鶴(crane/Gruidae)，白尾海雕(white-tailed eagle/Haliaeetus albicilla)，魚鷹(osprey/Pandion haliaetus)。園區也有許多刺柏(Junipers/Juniperus - Cupressaceae)，以及歐洲水青岡。

布蘭登堡州的古盧姆新惹森林，和後面將要提及的海尼希國家公園一樣，原本是東西德之間的非軍事區(military exclusion zone)。40 年的管制，少有人類干擾，才使得它們的生態有機會復原。上述三地都是低地森林，接著下面兩處，黑森州的凱勒森林埃德湖國家公園，以及圖林根州的海尼希國家公園，則屬於丘陵或亞高山環境的森林。

凱勒森林埃德湖國家公園位於德國中部黑森州，卡塞爾(Kreis)的瓦爾德克-弗蘭肯貝格縣(Landkreis Waldeck-Frankenberg)，距離卡塞爾市 40 公里，建於 2004 年 1 月 1 日，面積 57.38 平方公里，最高點海拔高度 626 米。這座國家公園的特徵就在於它的歐洲水青岡森林，主要生長在酸性、貧瘠的土地上，地面只有稀疏草本植物，例如白色的燈心草(Luzula luzuloides)。這裡有稀有的春花，例如罕見的木材海葵(海葵蕨)。

水青岡長在海拔 500 公尺以上的地區，森林中有梧桐楓(Acer pseudoplatanus)，偶而出現海拔較高的桤樹(common ash)、榆樹(Elm)。這裡還有橡木、鵝耳櫪、楓樹、榆樹等，以及高度瀕危的歐洲康乃馨，山谷河岸則有檜木。蕨類植物和開花植物超過 550 種，已知大蘑菇品種有 326 種，地衣有 270

種。

海尼希國家公園座落於 Werra River 東岸，是 Eichsfeld – Hainich – Werratal 自然公園的一部分，由 Eisenach、Mühlhausen、Bad Langensalza 三座城市三角包圍。該區由圖林根州管轄，佔有海尼希闊葉林南部的 75 平方公里範圍，而整個闊葉林面積大約 160 平方公里，是德國面積最大的連續闊葉林。海尼希國家公園建於 1997 年 12 月 31 日，是德國第 13 座、圖林根州唯一的國家公園，區內水青岡森林多樣，其中共生樹種有梣樹(common ash)、鵝耳櫪(hornbeam)、楓樹(maple)、菩提(linden)，偶爾有楸樹(checker tree)。

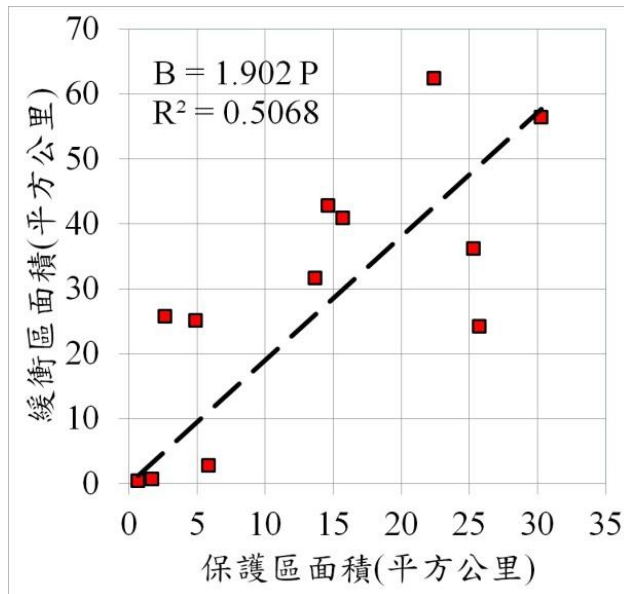
海尼希森林中還有多樣的蕈類，以及諸如雪片蓮 (summer snowflake)、葵花 (anemone) 等花草。在動物方面，有野貓、15 種蝙蝠、7 種啄木鳥、超過 500 種的樹木甲蟲。區內鄉野古蹟、空中步道上的水青岡森林景觀，也十分迷人。

歐洲水青岡(*Fagus sylvatica* L.)只出現在歐洲和西亞，它是溫帶中歐森林極盛相的主要樹種。由於人類活動的長期干擾，歐洲的溫帶原始森林非常稀有。德國是歐洲水青岡天然分佈的中心，如今保留了面積最大的水青岡森林，在歐洲水青岡的保育工作上具有全球重要角色。雖然水青岡森林經常是單一樹種主宰森林，但是它們在樹冠下，與其他許多物種構成極為多樣的植物群落(plant association)，展現出植物相的多樣性(associated biodiversity)。由於水青岡樹冠很密，冠下植物多是早花植物。

德國這 5 處水青岡森林的底土明顯不同，從 Serrahn、Kellerwald 的酸土，到 Jasmund 和 Hainich 的石灰質含量高的土壤，它們分屬 2 個不同的陸域生態區，西歐闊葉林和波羅的海混合林。雖然它們不是原始的森林，它們仍然保有小面積的老林、未受干擾。這些森林的物種豐富，但是他們沒有 PBFC 的大型哺乳動物，例如野牛、熊、狼等。由於面積很小，彼此孤立，他們的生態復原能力令人憂慮。雖然全球暖化未必是影響這些森林的因素，但是未來的乾旱壓力可能是隱憂。全球目前 11 種水青岡都分佈在北半球溫帶，包括北美東部、歐洲、亞洲。所有水青岡棲地都只有很小的一部分處於未干擾的棲地。

3.4 保護區的管理

在歐洲 15 個水青岡森林保護區的例子，除了烏克蘭的 Uholka – Shyrikyi Luh 和黑山(Chornohora)，以及斯洛伐克的 Stučnica – Bukovské Vrchy，緩衝區的面積大約是保護區的 1.9 倍(圖三十七)，緩衝區的平均寬度介於 0.1 到 2.5 公里之間；烏克蘭的黑山，其緩衝區寬度超過 4 公里。



圖三十七、歐洲 15 個水青岡森林保護區與緩衝區面積比較。

德國對於水青岡保護區的環境參數、旅客衝擊、野生動植物的衝擊等，建立了完整的監測，地方政府(the länder)的經營管營計畫和空間計畫也已到位。與地方居民(local group)和旅遊業(tourism agencies)之間的協同經營管理合約(Cooperative management agreements)，一併對經營目標的完成有貢獻。5 處都有優秀的、有經驗的專業和技術人員，訪客經營管理也達高標準。

生態研究 Ecological research、監測 monitoring、科學計畫 science programs 都在進行，並且正在推動的多樣的計畫和倡議，保障了地方社區的投入。與地方人士和旅遊單位的協同經營協議(Cooperative management agreements)，可強化經營目標的完成，確保地方社區相關的部分。採獵是經營管理的重要手段，例如獵殺鹿，以減少水青岡苗被吃；這一方面的管理，是有具體有效的生態監測和研究支持的。

維持森林的生物多樣性，這項工作一方面是與物種及其相關群落生態需求緊密相連，另一方面是與給定森林類型中盛行干擾的規模頻率緊密相連。動植物的族群規模，必須要有維繫其個體發生與發育(ontogeny)的最低生存空間(biotope)；為了生存，牠們對於適合生活的空間大小，有一個最低要求。一個林型的特性，是建基於多種干擾的規模頻率上，從支配森林正常循環的小尺度內部作用，例如樹木生命史、林間隙地動力(gap dynamics)等，到潛在大規模外部干擾，例如森林大火、崩山等。森林保護可以藉由從小(一百公頃)到大(幾千公頃)的各種保護區網路，來滿足前述不同需求。

Bücking (2003)建議，根據上述三元保護觀念(triple protection concept)，森

林保護必須同時界定清楚族群必要規模(graduated threshold numbers)、森林必要的空間尺度(threshold sizes for forest protection)，以及森林必要的面積(threshold areas for forest protection)。為了實踐這一個觀念，區域和地方條件，諸如森林面積、森林覆蓋率、森林組成、社會經濟目標等，必須被納入考量。

第四章、經營管理指導原則與治理政略

4.1 經營管理的指導原則

維持、增進「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值，是經營管理「棲蘭山檜木林」成為世界遺產的第一項指導原則。在這一項指導原則下，需建置 1)管理機構、2)資訊平台、3)多方權益關係者參與的議事制度，來監督、看護「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值。

管理機構掌控、維護資訊平台，並且持續回顧與更新自建監測資訊，以及協作單位提供的資料庫，一方面作為管理依據，另一方面作為參與議事的多方權益關係者的共同議事基礎。多方權益關係者參與的議事制度，在制度上和管理機構的關係是甚麼？其所形成的決議，如何透過管理來實踐？這是我們必須清楚回答的。簡單的說，我們是要建置多方參與的棲蘭山檜木林遺產委員會，當作治權機構，像濟州自治州一樣，與中央政府協作，行使治權，支配管理機構的實踐？或者根據現行的行政體系，把委員會定位成諮詢機構，使管理機構繼續根據現行的中央與地方行政法令來實踐？

持續推動社區林業，是經營管理第二項指導原則。資訊平台、教育訓練、社區林業三者，在棲蘭山檜木林遺產委員會與管理機構協作的監督下，利用小額發展計畫，逐步實踐緩衝帶和過渡帶的永續發展，作為核心區的保護罩。在社區林業中有三個工作重點，依序是第一、緩衝帶、過渡帶、一般土地利用區域的地景生態復育和增進；第二、社區培力；第三、社區產業發展。

社區林業在林務局已推動多年；這一部分特別要提及的是，屋久島長期以來對於屋久杉在低地種植工作，在臺灣檜木林應有相應的積極發展。檜木或高山針葉木的低地移植，早有實驗，然而它們的產業潛力，有待現代高科技支撐的現代林業開拓。社區四周的原生地景生態復育以及造園設計，更是把產業和人類活動，移往保護區四周外圍的關鍵。社區針對其個別社會和環境條件，群力協同發展，非常重要。在發展社區林業時，一方面是考量不同的氣候和環境災變風險，以及個別社區實況，另一方面是要考量多元發展和多樣的市場需求。

小額發展計畫的設計，必須重視地理差異，和在地生產力的培養。保育和發展不是衝突的項目；相反的，在許多例子上，保育經濟是一項潛力極大的產業。在食品、藥物、日常用品和園藝上，如何規範性的取用天然資源，做為低地發展諸如檜木香精、手工肥皂、盆栽、菌菇養殖、中藥材等的資源庫，結合有特色的保育標的物和形象，已被證實是可行的。社區園林發展更可以成為有

特色的生態旅遊基地的潛在價值；它在經濟發展上，相當於都市更新計畫一樣。提升社區居民知能，發展多元經營、有特色的生產和服務業，是小額發展計畫可以做到的。

建立專業證照，是經營管理第三項指導原則。用以培育社區專業人才，推動教育、產業、生態農業以及各種親合環境的旅遊事業，並將緩衝帶、過渡帶的採集漁獵活動，透過法規、制度，規範起來，並且確實建置、實踐生態監控。在法規和管理制度上，如何透過專業證照和產地認證，確保在地高附加價值的經濟活動權益，對於利用緩衝地帶、過渡地帶、一般土地利用地帶來發展地方經濟，至關重要。規範性的採集漁獵，透過清楚的數字紀錄、管理，更能在正規、高成本的點狀監測之外，提供雖則粗放，卻是較為大量、全面的資訊，以協治理理部門掌握當前地景生態實況。

4.2 綱要計畫的內容與地位

發展「棲蘭山檜木林」世界遺產，這一項工作牽涉 1)知識上游的開發，2)社區知能的挖掘、轉化、學習、發展，3)公共治理與社區發展，4)經營管理計畫。這些必須反映在「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫中。「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫不只是文化部的計畫，不只是區域計畫的相關計畫，更不只是地方政府的一個開發計畫。一開始建立「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫(master plan)，就必須以保育「棲蘭山檜木林」作為核心，領導、支配其他部門的各項計畫，在核心地帶、緩衝地帶、過渡地帶、一般地帶，與各面向、各層級的土地利用實踐，形成協作，它必須建立在多方、多層級參與的機制中，以建立「棲蘭山檜木林」世界遺產為總目標，規範政治經濟操作平臺和手段，與當前法律和行政結構進行對話，實踐必要的調整。「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫，是上位計畫。黃煌雄先生曾經建議此一發展應由行政院政務委員出面領導；這一種作法也許是驅動臺灣各行政部門協作的好選擇。

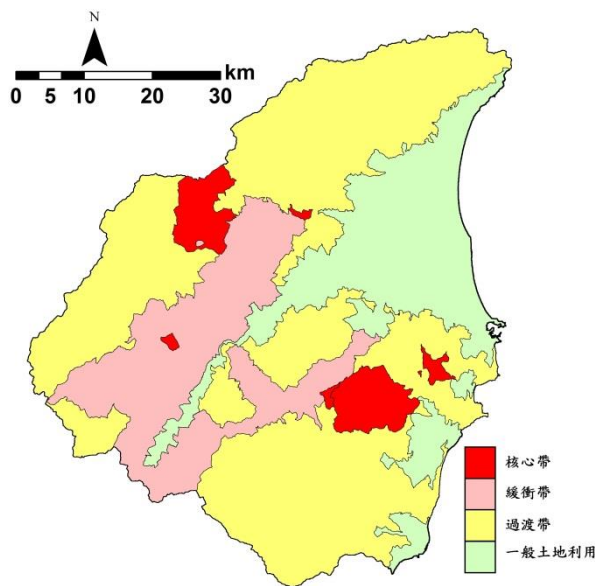
上述綱要計劃的實踐，未必依賴後面將要提及的棲蘭山檜木林世界遺產委員會建置，畢竟臺灣像日本一樣，制度上的疊床架屋，像在屋久島世界遺產地治理上那樣，也有功能不彰的問題。但是，綱要計畫的位階是最高的，必須擁有行政上的絕對優先權，否則容易受阻於中央政府各部門、地方政府、利益團體的片面企圖，喪失了管護遺產的初衷。

特別是如果我們企圖使之成為人類的共有財產，在世界遺產公約中，其精神是所屬國應當在管護世界遺產的工作上，為全人類的未來福祉，盡責管護，使得此一人類共同的寶藏，得以永續傳世。治理上管護的絕對優先權，就在彰

顯傑出普世價值的重要性。這是聯合國體制下推動世界遺產的精神，也是臺灣因為戰後政治因素，長期被隔離於此一發展所欠缺培養的文化意識。在臺灣的世界遺產，不只是臺灣的遺產，更是全世界的遺產，而臺灣作為所屬國，有為全人類管護的責任。

綱要計畫必須以保育「棲蘭山檜木林」為第一原則，賦權於機構推動、實踐「棲蘭山檜木林」世界遺產地的治理。其次，綱要計畫必須根據自然與人文的地理實況，劃定包含保護核心地帶、緩衝地帶、過渡地帶、一般土地利用地帶的地理空間結構，並且準此整理、調整當前法律、行政權責。畫線不是重點，而是隨時可以經由公共平臺，根據具體事實來修改的。規範各區的政治經濟操作，並且彼此協作，才是重點。

不論是早先的「棲蘭野生動物重要棲息地」、「馬告國家公園」，或者「棲蘭山檜木林」繼承的空間區劃架構，都包含了已列為自然保留地的核心區，以及四周的緩衝區，而林務局推動多年的社區林業，則在它外圍的聚落，持續引導永續發展。目前，除了「鴛鴦湖自然保留區」之外，「棲蘭山檜木林」應以整個原始檜木林為主體，擴大核心區範圍，顧及四周地景生態的完整性和多樣性，鞏固檜木林及其周邊原始森林生態，作為保護的核心區。



圖三十八、「棲蘭山檜木林」保育和發展的地理空間區劃。

作者早先提及的地理區劃構想，是遷就現有的土地管理區劃而來(圖三十八)，用意是在減少立即衝突，讓多方治理的平臺可以先行形成，並且從此一平臺協商中，找出區劃的共識，以及特別重要的是，讓治理系統認識到，遺產管理並不是一個治理單位在其轄區獨斷實踐行政目標，而是要連絡、協作不同地

理圈層之間的實質作為，讓地景生態透過一般土地利用地帶和過渡地帶的生活方式的建立，形成緩衝地帶和核心地帶的安全護網，讓保育和生產兩造作為，互為助力。只有在各地地理區形成相互支援、協作的關係之後，區劃才能成為有力量、有意義的區劃。

劃定不是永遠不改，綱要計畫中的制度規定，是讓綱要計畫及其規定的權責機構，知道如何改，以及從哪裡改。每一次的訂定與改變，都必須回到多方、多層級參與的平臺來決定；這一個決策平臺或稱「棲蘭山檜木林世界遺產委員會」，可以容納權益關係者參與，作為最後的決策機構。綱要計畫在規範賦權機構、劃定地理分區、建立法律和行政平臺之後，必須明確指出各方、各層級權益關係人的發展目標，而所有工作都必須指向保育「棲蘭山檜木林」傑出普世價值這一項第一原則。各個分區的發展目標，以及相應的制度、法規、政治經濟操作，必須寫明於綱要計畫中，並且在不違背第一原則之下，引導經營管理公共資源，發展永續產業。

綱要計畫必須說明如何結合知識上游的開發，以及知能的挖掘、轉化、學習、發展的作法。臺灣這方面的建設和資源非常豐富，林務局也在各地成立自然教育中心，但是它的功能和目前國家公園遊客服務中心一樣，教育學習功能在當前的拉車旅遊和符號消費社會氛圍中，很難發揮，其根本原因是管理方法和公民素質。如果公民總是圖方便、貪便宜，企圖自由進入保護區，熱情於自拍，不把學習環境知識當作親近大自然的主要目的，那麼倡議接近大自然的意識形態，加上臺灣運作不良的民主政治運作，勢必以大眾旅遊，破壞環境。如此一來，保護區的教育研究功能既得不到資本投入的支撐，也無法發揮其應有的影響，而保育經濟應該創發的產業機會，也因為拉車旅遊文化而被閹割。

綱要計畫必須針對當前此一困境，做出改變。劃定範圍，提高規費，要求進場訓練，統一管制人車出入，不但在降低環境衝擊上有幫助，也能夠藉此發展屬於在地社區就業機會的服務業和智價經濟。在屋久島，遺產地的訪客不但必須在公園門口轉乘公共交通工具進入，並且可以從公共網路上自由挑選合格的解說導遊，後者正是發展在地智價市場經濟的方法之一。

綱要計畫必須為公共資源的治理和社區發展，提出方案，必須突破現階段政府部門疊床架屋的困境，必須改正臺灣的原住民基本法在種族、地域上的設定，回到憲政超越地域、種族的精神上，務實發展適合臺灣山地森林敏感地帶的永續生活，以民主合議的平臺，推動遺產發展。臺灣在山地、離島的發展政策，長期以福利投入為主，輕忽社區居民對於社區建設的責任。澎湖、金門、山地部落，有些居住地長住人口不及戶籍人口 40%，年輕人嚴重外移，使得社區缺乏必要的社會力量來發展永續經營的聚落生活。國家在引導資本的投入

時，應該更注意到各種資本交換和再生產的問題，使得地方文化有機會從人的再生產為基礎，累積、發展地方資本。遺產的治理，是發掘價值，以及透過市場把價值轉為價格和在地資本生產與累積的作為，不是無底洞的補貼政策，後者無法維護、創造任何傑出普世價值。

永續發展不是為了設籍在此的人而發展的，而是為了願意以親和、保育的方式，生活在當地的人而設計的；後者才是保育精神。否則，政府投資轉個彎，人力、財力又回到都市工業地帶來，臺灣山林將會如同許多離島開發案例，成為當代資本主義持續掠奪、破壞環境與社會的工具而已，讓一切親近自然、友善自然、永續發展，都成空話。誰可以進入？以如何的規則進入？誰應該離去？以怎樣的方式離去？我們基於社區委員會運作的政治經濟操作，一定要把地理空間倫理和環境倫理的內涵作出來，否則難以避免扭曲遺產保育的本意。

綱要計劃必須責成機構，檢討、執行經營管理計畫，而後者必須持續檢討，並且將此一工作緊緊接上我們關於「棲蘭山檜木林」的知能發展上，如此保育經濟才會有它的智價基礎。在塞內加爾的 Djoudj National Bird Sanctuary 世界遺產地(也是拉姆薩公約的濕地)，Hay-Edie 等人(2012)展示了多樣的小額投資發展，以及不斷的回饋反省檢討機制，在挽救世界遺產傑出普世價值上的貢獻，值得參考。

綱要計畫在訂定管理策略時，必須注意到確保核心區實踐嚴格非干擾的經營管理(strict non-intervention management)，而經營管理實踐的關鍵議題包括：機構之間的協同、溝通；風險管理；山地水岸、河流走廊和淡水生態的保育和經理；遊客管理；研究與監測；持續與其他保育單位進行國際培力，分享經驗。實踐永續經營，培養特殊公共關係，教育工作的經營管理，是遺產管理的重要面向。

4.3 社區發展

在治理上，理念的揭櫫是建設的一環。屋久島憲章被擺置在人員進出屋久島顯而易見的空港和海港中，提醒屋久島居民以及訪客，它所企圖的基本文化教養。參考這事，我們可以促成「棲蘭憲章」，透過對自己環境的了解，寫下我們超越時代、種族，企圖為自然和文明永續所要做的功課。雖然屋久島的原住民也源自南島語系，但是屋久島憲章卻非常不同於臺灣的原住民基本法對於傳統領域和資源的概念；它沒有著墨種族、地域內容，而集中注意力在推動文明進程、建構人與環境永續發展的企圖。當然，屋久島的衝突不嚴重，這還與它的偏鄉處境，人口稀少有關。在臺灣，人類活動深入深山，衝突嚴重。臺灣公

民必須正視其所謂傳統的時代意義，正視生活依賴的山林所要求的適切回應。

我們可以擁有一份眾人決議的「棲蘭憲章」，作為臺灣山地森林保育及發展的精神指導。就像屋久島憲章一樣，棲蘭憲章不需要細節，但是要指出這一塊地理區在歷史發展中的關鍵遭遇，以及我們建構一種有價值的文明、文化的意願。最終不論寫不寫這一份憲章，前面所提的「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫，都必須有一個保育棲蘭山副熱帶季風雨林區高山霧林帶生態的心願和精神，作為治理、經營管理、發展這一個地區的指導。它必須「明文告示」，要求公民透過民主議事，戮力實踐保育「棲蘭山檜木林」，使之成為代代相傳的遺產，而不是某一個時代、某一組人可以據為己有的。

成立「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會或等價機構，建置治理架構，必定包含公共治理與社區發展議題。目前臺灣山林持續性發生破壞事件，公民無法適切回應現代保育要求，包括山林田園居或者原住民傳統文化，以及它們對於現代化生活的要求，往往與山林保育不相容。管理上必須實踐使用者付費，必須以地理空間管理來創造專業者的就業機會，必須建立市場機制，給予維護山林資源者應有的工作報酬，而非給予戶籍人口福利。

司馬庫斯的經驗指出，來自各部門的不同管理和不同知能，必須協作。在經營管理上，把在地社區發展當作目標，當作平臺，讓各部門互相瞭解、協作，這才能把永續發展當作主體來實踐，而非部門權力實踐當作主體。一個成功的環境經營管理，特別是對緩衝地帶此一作為核心地帶的防護罩來說，不但要有專業的環境知能作為基礎，更需要劃定地理空間，建構規範，讓居處在地、維護山林的人，得以和所有公民一樣，以其勞動付出，獲得符合公平的、正義的生活和就業機會。要做到這項，在治理上就必須以在地社區為主體。因此，社區發展委員會的成立，以及各部會和機構與社區發展委員會的協作發展，是我們需要的政治文化。

人的永續，是文化永續的基礎，緩衝區社區居民的學習、成長，是社會進步的基礎，而這一個發展路線，必須獲得經營管理計畫的支持，其中培養年輕人願意投入有價值的山林生活。在臺灣許多山地環境的例子上，公民素質是一大關鍵。在治理上，有效的監測平臺和公開的資訊，至關重要。我們在設計治理平臺和方法時，賦權與資本投入，一定要和責任與實踐成果呼應。

日韓經驗指出，進入世界遺產可以從規模比較小，內容比較單純的工作開始，先嘗試申請生物圈保留地(Biosphere Reserves)、國際濕地(Ramsar Sites)或地質公園(GeoParks)。為了豐富棲蘭自然遺產的價值，擴大範圍是正確的作法。東北角海岸與龜山島等多處，都可以利用地質公園(GeoParks)來保護自然紀念物，

例如龜山島的怪方蟹以及水青岡純林。在這一部分工作中，應該注意兩個檢驗：第一、地景中的人與地的各種條件與交互作用是否真的相互關聯，確實構成一個永續的、環境親和的、原真的日常生活世界。第二、是否有就地的充分保護及管理系統，保證該遺產的安全，包括適切的法規，邊界和緩衝帶設置，以及經營管理計畫或系統，以確保該地支持的使用在生態上及文化上是永續的。

申請入列世界遺產，我們可以聯合更大面積的地區，其中涵括更多樣的傑出普世價值，以更現代、嚴格、徹底以及廣泛協作的管理計畫，來突顯「傑出普世價值」所需要依附的治理能力；那是能夠賦予有限的文化或自然資源更高價值的根本力量。這將補償臺灣在歷史以及地史發展過短，自然與文化累積都不夠久遠的短處。我們特別不能忘記：如果無法在時間上(地史時間的寬度上)取勝，就得想辦法在地理空間廣度上取勝；「數大就是美」。

在管護系統的建制上，我們應注意到 Elinor Ostrom (1990)對於公共財治理的八項原則：

1. 清楚界定的邊界(GPS / 有效移除外來非法機制)
2. 資源和地方條件與時推移，須訂有規則，評價、檢視實況
3. 多數保育者(appropriators)參與決策的集體決策機制
4. 部份或相當多的保育者參與的有效監控(獨立平行機制)
5. 對於破壞規則的資源保育者的完整懲處方法
6. 成本低而方便的解決衝突機制(特別是特過社區和地方自治的系統來完成)。
7. 上級政治權力認可的社區自治(範疇)
8. 在規模較大個案上，有多層環扣的企業組織結合基礎的、在地的社區組織。

處於地景生態下游的蘭陽平原，其區域發展並不是獨立於中央政府推動自然遺產政策以外的，而是必須遵守中央政府基於保育和發展政策所規定的原則；在此，中央政府與主管機關有兩手策略可用。一手是直接深入社區，培養環境知能、厚植永續發展工藝技術、協同原住民委員會和教育部，統整原住民教育和公民養成，以此厚植地方自治所需的文化資本與人才，驅動地方政治能力的改善。

另一手是在地方政府權限之內，中央以資本和技術投入，協助地方政府在一般土地利用地帶和過渡地帶，發展那些有助於保育核心區和緩衝帶的社會經濟建設，這在宜蘭地區包括高經濟價值的生態旅遊業、生態農業、濕地與林下栽培生產體系，以及具有地方資源特色的消費市場。水砂是資源，也是災害；如何轉移災害成為資源，需要從硬體建設到軟體建設，一體考量。法規的建

立，地理空間的規劃是此一建設的重點。

根據前面的論述，中央政府與主關機關對於緊鄰核心區的原住民社區以及保留地，應鼓勵重建有生產價值以及地景生態意義的造林與林下栽培計畫。以司馬庫斯為例，根據確切的地景生態知識和基地的客觀條件，鼓勵適地栽植赤楊、扁柏、檜木、烏心石等本土物種，不但可以復育潛在生態庇護所，穩定環境與下游生態服務的規模與品質，更能夠厚植臺灣地景生態的種源規模，增加動植物豐度以利發展生態旅遊。對於入山的控制與規範，更能夠為原住民提供工作機會，同時限制大眾旅遊對於環境敏感地帶的衝擊。旅遊不是方便就好，生態旅遊所要求的安全以及想要達到的公民身心鍛鍊，更因為良好的地理空間管理，將會帶來更多的經濟利益，和更好的環境品質。管理的同時，在地居民的養成教育以及社區參與非常重要，否則此一經濟發展利益又再回到下游居民口袋，勢必無法阻止在地居民對於保育中的天然資源的掠奪。

4.4 摸著石頭過河的法規與政治經濟操作

早在 1986 年 6 月，「棲蘭山檜木林」世界遺產潛力點的核心地帶之一，鴛鴦湖，就已經成立「鴛鴦湖自然保留地」。1998 年陳玉峰以及多位保育工作者，成立「全國搶救棲蘭檜木林聯盟」，向監察院陳情調查棲蘭山林區枯立倒木整理計畫，國家公園計畫隨之於隔年發起。2000 年 2 月，農委會依據《野生動物保育法》，公告「棲蘭野生動物重要棲息環境」，作為完備臺灣中央山脈保育廊道的一環。同年 7 月，內政部營建署也完成了「棲蘭檜木國家公園可行性評估」，並於 2002 年將農委會的「棲蘭野生動物重要棲息環境」，公告為「馬告國家公園」，或稱棲蘭檜木國家公園，面積 53602 公頃，預定範圍的土地權分屬退輔會及農委會。但是國家公園劃設所在地四周的原住民泰雅族反對此一建置，致使公告的「馬告國家公園」，至今未成立管理處。另外，行政院組織改造後，國軍退除役官兵輔導委員會下轄的榮民森林保育事業管理處，改隸環境資源部森林及保育署，而之前農委會與內政部營建署在保育工作上的雙頭馬車，也要等到日後政府組織再造完成之後，才能夠出現比較好的事權統一局面。

2005 年臺灣公佈、實施「原住民基本法」，該法是為保障原住民族基本權利，促進原住民族生存發展，建立共存共榮之族群關係所制定。法規第二條明確定義，原住民族土地係指原住民族傳統領域土地及既有原住民保留地。然而，立法之初，各族群的「傳統領域土地」並沒有現代土地管理所需的清楚劃界定義，更不用說原住民各族群文化傳統中的土地概念，與已經存在超過百年的現代國家制度下公有和私有土地概念的不相容，而此一不相容一直都沒有真正解決。在治理上，我們針對各族文化和環境差異，所需要的制度設計以及面對現代化在環境敏感地區所需的特殊調適，也仍然處於「摸著石頭過河」的處

境。

「馬告國家公園」至今未能成立的癥結，一部分與臺灣第一座國家公園「墾丁國家公園」內部衝突一樣，後者在成立之前就有 11 座漁港和既有居民的漁業活動，國家公園的劃設與運作，和在地居民生活發展之間，缺乏民眾參與討論、制定制度。2005 年公佈實施的「原住民基本法」，和國家即有的法規和治理方法之間的衝突，更進一步指出治理制度的必要轉型。

今天的局面是，一方面根據「原住民基本法」必須實踐原住民族自治，另一方面現代國家必須積極面對保育和經濟發展兩者的調適。如何建置適合環境敏感地區的治理方法，來滿足上述兩項要求呢？這仍然是一個開放的議題。「原住民基本法」第十九條清楚規定「原住民得在原住民族地區依法從事下列非營利行為：一、獵捕野生動物。二、採集野生植物及菌類。三、採取礦物、土石。四、利用水資源。前項各款，以傳統文化、祭儀或自用為限」。然而，在實際操作上，監督此一「非營利行為」的現代實踐並不存在，而各部落和社區制約採獵行為的傳統文化和它們所依附的部落傳統生活，也早已有了重大變化。在我們企圖根據「原住民基本法」第十四條，想實踐「政府應依原住民族意願及環境資源特性，策訂原住民族經濟政策，並輔導自然資源之保育及利用，發展其經濟產業。」的時候，「原住民族意願」的具體政治實踐過程，以及「環境資源特性」所具有的強大文化意涵與它與時俱變的事實，並未獲得應有的認識。

臺灣山地面臨雙重轉型。一則轉型源自臺灣開發史中，原住民與後來移民之間的文化調適，另一則轉型來自早期現代化與當前環境的衝突。前面的調適問題，因為近年文化議題的興起轉而擴大的時候，後面的衝突也因為氣候變遷和現代化土地利用衝擊強度增加而增加。「原住民基本法」第二十條清楚規定，「政府承認原住民族土地及自然資源權利」，但是「承認...權利」在面對上述的雙重轉型時所涉及的政治經濟操作設計，以及所需的各種法律和制度建置，仍然有非常多的實務問題亟待解答。

正因為多重、複雜的問題還有待摸索，治理的轉型不可能一步到位，經驗的累積、社區的實況、產業的機會，都會在本節一開始討論的原則與政略實踐中，特別是透過以環境與社區為核心的治理中，逐漸變化，包括劃設範圍和治理制度都會改變；聯合多國保護區而逐漸形成的歐洲水青岡世界遺產就是許多好例子之一。在此，我們必須特別注意一個關鍵點；世界遺產不會僅僅是原住民的遺產，不會僅僅是臺灣人的遺產，它還是全世界的遺產。世界遺產不是種族主義的產物，不是地域主義的產物，而是全人類在認識「傑出普世價值」過程中而誕生的。我們劃設一座世界遺產地，其主旨是要為全人類保存「傑出普

世價值」的一個釋例，它所帶動的保育經濟，並不是當代資本主義市場經濟主導的掠奪式、聚集式經濟，而是要確實做到將其生產剩餘，透過各種資本(自然資本、社會資本、經濟資本、文化資本等)的再生產，回到保存「傑出普世價值」的實踐上面來。這也是 IUCN 持續透過監督，同時以 Green List 和 Red List 來獎懲遺產地治理的原因。

4.5 推動棲蘭山檜木林發展的三項關鍵工作與未來研究課題

推動建置「棲蘭山檜木林」或者更大範圍的保護區成為世界遺產地，其積極的目標是使之成為當代符號消費社會的旅遊產業火車頭。要完成這一個目標，需要落實許多工作。根據環境條件，以及現階段的政治經濟實況，可以先執行以下三項關鍵工作。

首先，在即有的基礎上，建立管理監測部門和資訊平臺。這一個部門日後更可以逐步擴張成為全臺的環境監測和保育資訊平臺，而它的內容必須以目前已經有的監測系統和國土資訊為基礎，將必要的監測，包括人類活動和各項地景生態狀態，統整起來。具有地緣關係，長期管護、研究的機構或管理單位，在這一項工作的建置上，應扮演關鍵角色。

未來將此環境監測和保育資訊平臺，發展成為國際研究機構，作為臺灣參與諸如 UNESCO 或 IUCN 的國際捐贈、支持，並使得此一在地實質投資，成為宜蘭當地高薪智價的工作機會，為外來研究者提供研究、交流基地，快速知能累積、傳播，作為發展高附加價值的生態產業之基礎。

第二項工作是擴大教育訓練的功能，將早期臺灣在農業推廣的作為，用以建設親和環境的社區產業。緩衝帶的社區林業，已經有許多成果。在一般土地利用範圍的宜蘭縣境，推動可以輔助、支撐社區林業的基礎建設，是可行的。把「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會和專業資訊平臺結合在一起，透過以蘭陽博物館、各學院和研究機構為基地的專業者教育訓練，將「棲蘭山檜木林」研究成果，轉化為地景生態和生產知能，與社區合作，建立以社區林業為核心的產業發展計畫。

第三項工作是社區發展委員會的建置；它的運作很重要。各專業、各部門，以怎樣的操作進入社區發展工作，此一設計是治理的核心。必須有機構持續性評價社區產業和當地的地景生態，透過每一個社區特有的自然和人文實況，以及演化途徑，逐漸發展出屬於地方的生產和生活特色，而非符號裝置藝術。在「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會或等價機構，各社區的發展資訊必須蒐集、回饋到此一平臺，並且檢討整個「棲蘭山檜木林」世界遺產地的發展是

否符合保育「棲蘭山檜木林」的總目標？「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值是否得到增益？

資訊平臺、知能培力機制、自治機構，這三項建置是我們推動「棲蘭山檜木林」或者更大範圍的保護區成為世界遺產地的首要工作。為了厚植「棲蘭山檜木林」作為世界遺產地的價值，本文建議未來一些優先研究課題。它們包括：第一、檜木與森林生態的基礎研究，包括地質、水文、氣候、動物、植物、生地化循環，同時建置與社區共構的長期穩定的監測平臺；第二、環境史與環境災害的研究，特別是有關水砂資源與災害的研究，以保護檜木森林生態，同時維持在地旅遊品質以及下游自然生態系統和人類系統的安全；第三、社區林業的基礎地景生態和規劃研究，包括移地保育、原生生態復育、資源使用的軟硬體規劃等；第四、關於政治經濟操作的政治生態學研究，以便累積可作為決策依據的客觀發展數據；第五、針對經營管理而設計的資訊平臺和評量技術發展之研究。

參考文獻

林淑芬，2004，由孢粉紀錄看宜蘭平原最近 4200 年來的自然環境演變及其與史前文化發展之關係。臺灣大學地質科學研究所學位論文。

吳敏顯，2009，宜蘭河的故事。宜蘭縣立蘭陽博物館。

周惠民主編，2011，高砂族調查書-番社概況，(原著臺灣總督府警務局理蕃課)，中央研究院民族研究所。

陳文山等，2004，沉降環境的山麓河谷地形特性-探討臺北盆地、蘭陽平原與屏東平原鄰近山麓地形與構造的關係。經濟部中央地質調查所彙刊，17: 79-106。

陳玉峰，1998，搶救檜木林運動的價值依據。1998 年 12 月 11 日，中國時報副刊。

陳有貝等，2007，淇武蘭遺址搶救發掘報告(1~3 冊)。宜蘭縣立蘭陽博物館。

陳有貝等，2008，淇武蘭遺址搶救發掘報告(4~6 冊)。宜蘭縣立蘭陽博物館。

陳有貝，2012，從淇武蘭遺址出土資料探討葛瑪蘭族群早期飲食。Journal of Chinese Dietary Culture 8(1): 49-74.

陳惠芬等，2014，晚全新世以來宜蘭地區的地質與氣候事件和人類活動的可能關連。中華民國地質學會與中華民國地球物理學會，學術研討會論文集，頁 255。

黃致展，2011，蘭陽溪流域系統千年來自然災變與淇武蘭文化空白之關聯。臺灣大學地質科學研究所學位論文。

張石角，1993，山坡地調查規劃、評估及其崩塌預測與治理，行政院農業委員會專題研究。

楊貴三和沈淑敏，2010 年，臺灣全志，卷二，土地志地形篇。國史館臺灣文獻館。

劉益昌，2000，宜蘭在台灣考古的重要性。宜蘭文獻雜誌，43 期，頁 3-27。

- Bücking, W., 2003. Are there threshold numbers for protected forests? *Journal of Environmental Management* 67: 37-45.
- Carson, M. A., 1971. *Mechanics of Erosion*. LONDON: Pion.
- Chen, et al., 2001a. Paleoseismic study of the Chelungpu fault in the Mingjian area: *Western Pacific Earth Sciences*, 1(3): 351-358.
- Chen, et. al., 2001b. Paleoseismic study of the Chelungpu fault in the Wanfung area: *Western Pacific Earth Sciences*, 1(4): 43-72.
- Chen, et al., 2004. Slip Rate and Recurrence Interval of the Chelungpu Fault For the Past 1900 Years. *Quaternary International* 115/116: 167-176.
- Chen, Y. G., and T. K. Liu, 1996. Sea level changes in the last several thousand years, Penghu Islands, Taiwan Strait. *Quaternary Research* 45: 254-262.
- Chen, et al., 2001. Surface rupture of 1999 Chi-Chi Earthquake yields insights on active tectonics of central Taiwan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(5): 977-985.
- Chang, C. T., P. C. Hou, C. S. Liu, and T. H. Hsiao, 2005. Geological and Geotechnical Overview of the Hsuehshan Tunnel. *International Symposium on Design, Construction, and Operation of Long Tunnel – World Long Tunnel*, p. 45-59.
- Dykes, A., and J. B. Thornes, 1996. Tectonics and Relief in Tropical Forested Mountains: the gipfelflur hypothesis revisited. In *Advances in Hillslope Processes*, edited by M. Anderson and S. M. Brooks, pp. 975-994.
- Farjon, A., 2005. *Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Graae, B.J., 2000. The effect of landscape fragmentation and forest continuity on forest floor species in two regions of Denmark. *Journal of Vegetation Science* 11: 881-892.
- Gadek, P. A., D. L. Alpers, M. M. Heslewood, and C. J. Quinn, 2000. Relationships

within Cupressaceae sensu lato: a combined morphological and molecular approach. *American Journal of Botany* 87: 1044–1057.

Hermý, M., et al., 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation*, 91: 9-22.

Kentaro Abe and Hiroyuki Yamamoto, 2007. The influences of boiling and drying treatments on the behaviors of tension wood with gelatinous layers in *Zelkova serrata*. *Journal of Wood Science*, 53(1): 5-10.

Kullman, L., 1996. Norway spruce present in the Scandes Mountains, Sweden at 8000 BP: new light on Holocene tree spread. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 5: 94-101.

Lambeck, K. 2004. Sea-level change through the last glacial cycle: geophysical, glaciological and palaeogeographic consequences. *C. R. Geoscience* 336: 677-689.

Li, J., Zhang, D. and Donoghue, M.H. 2003. Phylogeny and biogeography of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from DNA sequences of nuclear ribosomal ITS region. *Rhodora* 105(No.922): 106-117.

Liao, P.C., Lin, T.P. and Hwang, S.Y. 2010. Reexamination of the pattern of geographical disjunction of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) in North America and East Asia. *Botanical Studies* 51: 511-520.

Lin, S. F., et al., 2004. Late Holocene Pollen Sequence of the Ilan Plain, Northeastern Taiwan, and its Environmental and Climatic Implications. *TAO*, 15(2): 221-237.

Magri, D., et al., 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171: 119-221.

Nilsson, S., et al., 2001. Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral Forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Suppl. 3: 10-26.

Ostrom, E., 1990. *Governing the Commons - the evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Printzen, C., et al., 2002. New and interesting lichen records from old-growth forest stands in the German National Park Bayerischer Wald. *Nova Hedwigia* 74: 25-49.

Tseng, D. J., and P. C. Hou, 2008. An overview on site investigation for Hsuehshan Tunnel project. In *Geotechnical and Geophysical Site Characterization*, edited by A. B. Huang and P. W. Mayne, pp. 159-172. LONDON: Taylor and Francis Group.

Wang, W.P., C.Y. Hwang, T.P. Lin, and S.Y. Hwang. 2003. Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Syst. Evol.* 241: 13-28.

Xiang, Q., and J. Li, 2005. Derivation of *Xanthocyparis* and *Juniperus* from within *Cupressus*: Evidence from Sequences of nrDNA Internal Transcribed Spacer Region. *Harvard Papers in Botany*, 9(2): 375-382.

http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/gornitz_09/

http://en.wikipedia.org/wiki/Zelkova_serrata

附錄一 英文申請文件初稿

Cilan Mountain Cypress Forest - the draft of application form of World Natural Heritage Site

Content

The definition of heritage

- 1.a. country
- 1.b. location
- 1.c. name
- 1.d. geographical coordinates
- 1.e. candidate Heritage

Description Heritage

- 2.a. Heritage description
 - 2.a.1. Geographical environment
 - 2.a.2. Geology and natural geographical features
 - 2.a.3. Aboriginal
- 2.b. History and Development of the site
 - 2.b.1 The discovery of Cilan Mountain Cypress Forest
 - 2.b.2. History and use

Application Requirements

- 3.1. The application requirement
 - 3.1.a. Overview
 - 3.1.b. Criteria for World Heritage
 - 3.1.c. integrity
 - 3.1.d. authenticity
 - 3.1.e. protection and management needs
- 3.2 Comparative Analysis
 - 3.2.1 World Heritage login standard comparative analysis of the tenth item
 - 3.2.2 Comparative analysis of the World Heritage Log ninth standard items
 - 3.2.3 Comparative analysis of the World Heritage Log eighth standard items
 - 3.2.4 World Heritage login standard comparative analysis seventh term
- 3.3. The outstanding universal value Cilan Mountain Cypress Forest of

Conservation status and factors affecting heritage sites

- 4.a. conservation status
 - 4.a.1 Conservation in Cilan Mountain Cypress Forest

- 4.a.2. Community Conservation
- 4.b. Factors affecting the heritage
 - 4.b.1. Development pressure
 - 4.b.2. Ambient pressure
 - 4.b.3. Natural Disasters and Risk Management
 - 4.b.4. Conservation industry development
- Heritage conservation and management
- 5.a. Ownership
- 5.b. Design protection work
- 5.c. Practice conservation tool
- 5.d. Heritage management plan and related planning and programs
- 5.e. Financial sources and scale
- 5.f. Conservation and management techniques and training specialists sources
- 5.g. Tourism and recreation facilities and infrastructure
- 5.h. Showcase and promote the heritage and related policies and programs
- Monitoring
 - 6.a. Measure key indicators of conservation status
 - 6.b. Monitoring administrative consensus Heritage
 - 6.c. Previously reported results of operations
- References
 - 7.a. photo and video investigation findings and udiovisual image inventory and authorization form
 - 7.b. and evaluation of conservation work related files, heritage management plan or related plans replica
 - 7.c. Heritage recent survey data and record date
 - 7.e. References
- Contact information agency responsible
 - 8.a. preparations Leader
 - 8.b. official in the land of institutions, organizations
 - 8.c. unofficial institutions, organizations
 - 8.d. Official Website
- National Signature

1. The definition of the heritage

Cilan Mountain Cypress Forest is a protected area on the north section of Hsuehshan Range in Taiwan. It was partially designated as Yuanyang Lake Nature Reserve (3.74 square kilometers) under Cultural Heritage Preservation Act in 1986 for protecting lake and marshland in highland, *Sparganium fallax graebner*, and the largest primary forest of pure *Chamaecyparis* species (*Chamaecyparis taiwanensis*). Later in 1990 for completing the conservation corridor of the Central Range in Taiwan, Chilan Wildlife Refuge (559.91 square kilometers) as a wildlife refuge was designated under the regulation of Wildlife Conservation Act for protecting the native species, such as Taiwan hinoki cypress or Taiwan cypress (*Chamaecyparis taiwanensis*), Taiwan red cypress or Formosan cypress (*Chamaecyparis formosensis*), Taiwan Sassafras (*Sassafras randaiense* Hayata Rehder), *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides*), and their correspondent ecosystems. In the same time, Maqau National Park (in name of *Litsea cubeba* in A'tayal language) was also claimed to combine Yuanyang Lake Nature Reserve and Chilan Wildlife Refuge as one unit to protect the most important mountain forest ecosystem in the northern Taiwan.

It is this unit with an area of 563.65 square kilometers in total called Cilan Mountain Cypress Forest and is promoted as the candidate of the World Heritage site. On the north border next to Cilan Wildlife Refuge, there are two nature reserves: Hapen Nature Reserve, also designated in 1986 with 3.327 square kilometers for protecting wild broad-leaf woods forest, wild animals and vegetations, and Chatianshan Nature Reserve, designated in 1992 with 77.5917 square kilometers for protecting beech forests (*Fagus hayatae*), oak forests, ecosystems of rare animals and vegetation.

The site elevates from 100 meter to 2824 meter above the sea level. It is not only the hot spot of biodiversity, but also the heart of the life support system and ecosystem service for the life of a population over 10 millions in the north Taiwan.

Taiwan Cypress and Formosan Cypress are two of only six species in the world in the genus *Chamaecyparis* surviving through tens of million years' biological evolution. Other species in the genus *Chamaecyparis* includes *Chamaecyparis thyoides* (the east of North America), *Chamaecyparis lawsoniana* (the west of North America), *Chamaecyparis pisifera* and *Chamaecyparis obtuse* (Japan). The two species in Taiwan that dominating the cypress forests are only ones situated in subtropical region. If two subspecies of *Chamaecyparis thyoides*, i.e., *Chamaecyparis thyoides* subsp. *Thyoides* along Atlantic coast and *Chamaecyparis thyoides* subsp. *Henryae*

along Mexican Gulf coast, Florida to Mississippi, are considered as different species, then there should be seven species in the genus *Chamaecyparis*. These species in *Chamaecyparis* are the testimony of the geological development of the earth, and their gene and unique ecosystem provide crucial information for our enquiries on natural history and life sciences.

The Cilan Mountain Cypress Forest is a hot spot of biodiversity in northern Taiwan. There are 1,009 species of vascular plants can be found in this area, of which 14 species are gymnosperm having survived from the regime of the ice age. There are 31 mammal species, 100 bird species, 42 reptile species, 18 amphibians, and 417 insect species can be found in this forest. Between them, 10 mammal species are endemic and 8 mammal species are listed as protected species. There are 13 endemic bird species and 40 bird species are listed as protected species. There are 13 endemic reptile species and 21 reptile species are listed as protected species. There are 32 endemic snake species, which is about 70% of Taiwan land-born snake species. In the forest, 94 butterflies or other insect species are endemic, and 10 of them are listed as protected species. Over half of Taiwan's 18 protected insect species can be found here. Comparing with the biodiversity in Redwood National Park (now Redwood National and State Parks), being listed as a world heritage site in 1980, Cilan Mountain Cypress Forest has its biodiversity even higher.

The most notable human presence in this area is the Atayal, one of Taiwan indigenous peoples and the second largest group in Taiwan. According to ethnographic studies on this area, some early neighboring communities included the Manauyan, Atayalho, Buyugan and Tetahan tribes.

1.a. country

the Republic of China (Taiwan)

1.b. location

Hsuehshan Range is located in the northern Taiwan, and Cilan Mountain Cypress Forest occupies a part of the north section of Hsuehshan Range, extending from Mt. Ben-Jee-Yen (2824 m) in the south to Mt. Ta-Mann (2130 m) in the north. It is right at the border between four regions: New Taipei city, Taoyuan county, Hsinchu county, and Yilan county.

1.c. name

Cilan Mountain Cypress Forest

1.d. geographical coordinates

Located at the longitude from 121°13'14" E to 121°35'56" and the latitude from 24°22'3" to 24° 46' 28", with the central location at 121°26'33" E and 24°34'42" N. (The location should be rewritten if the zoning of Cilan Mountain Cypress Forest is modified.)

1.e. candidate heritage

The candidate heritage is located in Taiwan (Figure 1), and it is at, in one hand, the transition biogeographic region between Southeast Asia and Northeast Asia, and, in another, that between Eurasia land and the western Pacific Ocean.

Within the site of this heritage candidate, there are originally two protected areas. Yuanyang Lake Nature Reserve (3.74 square kilometers) was designated in 1986 under the regulation of Cultural Heritage Preservation Act, and Chilan Wildlife Refuge (559.91 square kilometers) was designated in 1990 under the regulation of Wildlife Conservation Act. They are now combined together to form this candidate with the size in total 563.65 square kilometers (Figure 2).

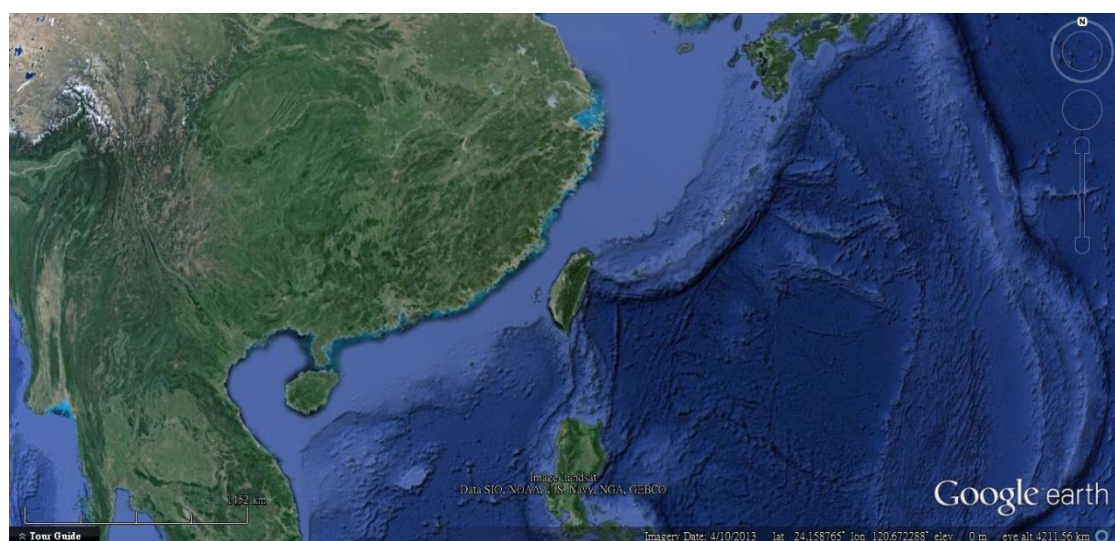


Figure 1. The location of Taiwan.

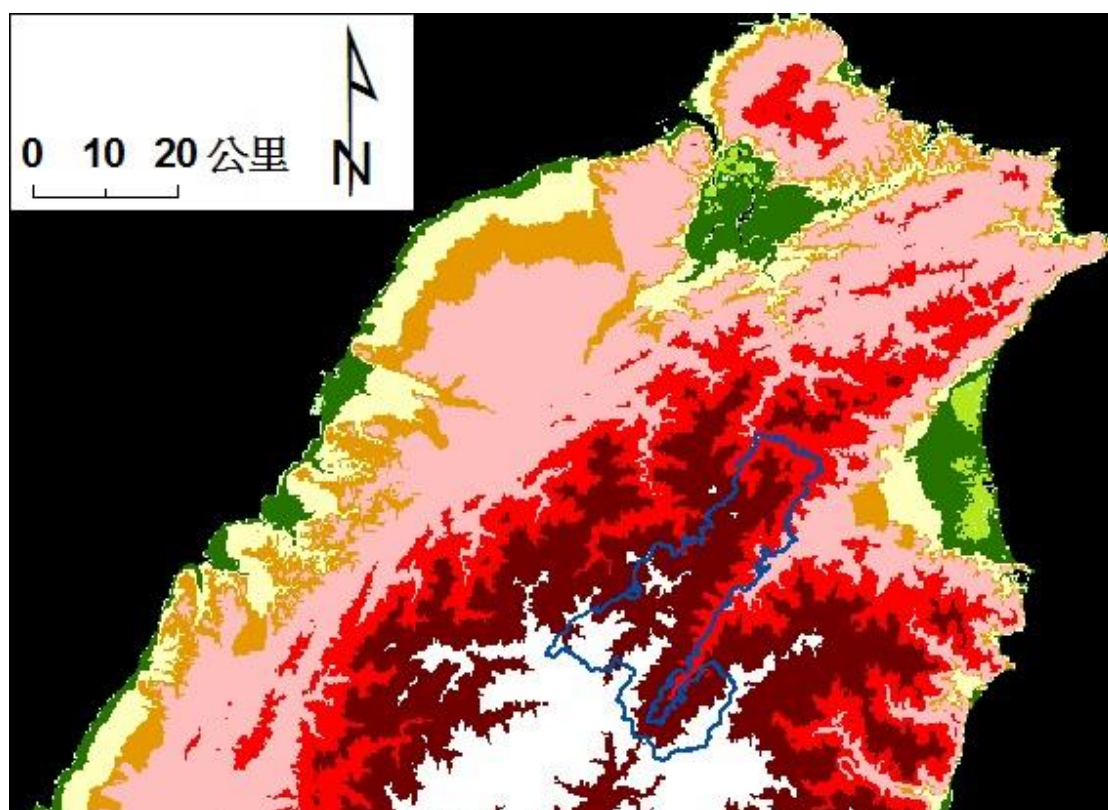


Figure 2. The blue line in the figure showing the boundary of Cilán Mountain Cypress Forest, while light green, dark green, champagne yellow, pink, red, brown, and white represent the elevation ranges of 0-10, 10-50, 50-100, 100-500, 500-1000, 1000-2000, 2000-3000, and above 3000 respectively.

2. Description Heritage

2.a. Heritage description

Cilan Mountain Cypress Forest is a protected area on the north section of Hsuehshan Range in Taiwan. It was partially designated as Yuanyang Lake Nature Reserve (3.74 square kilometers) under Cultural Heritage Preservation Act in 1986 for protecting lake and marshland in highland, *Sparganium fallax graebner*, and the biggest primary forest of pure *Chamaecyparis* species (*Chamaecyparis taiwanensis*, not *Juniperus chinensis*).

Later in 1990 for completing the conservation corridor of the Central Range in Taiwan, Chilan Wildlife Refuge (559.91 square kilometers) as a wildlife refuge was designated under the regulation of Wildlife Conservation Act for protecting the native species, such as Taiwan hinoki cypress or Taiwan cypress (*Chamaecyparis taiwanensis*), Taiwan red cypress or Formosan cypress (*Chamaecyparis formosensis*), Taiwan Sassafras (*Sassafras randaiense* Hayata Rehder), *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides*), and their correspondent ecosystems. In the same time, Maqau National Park (in name of *Litsea cubeba* in A'tayal language) was also claimed to combine Yuanyang Lake Nature Reserve and Chilan Wildlife Refuge as one unit to protect the most important mountain forest ecosystem in the northern Taiwan.

It is this unit with an area of 563.65 square kilometers called Cilan Mountain Cypress Forest and is promoted as the candidate of the World Heritage site. On the north border next to Cilan Wildlife Refuge, there are two nature reserves: Hapen Nature Reserve, also designated in 1986 with 3.327 square kilometers for protecting wild broad-leaf woods forest, wild animals and vegetations, and Chatianshan Nature Reserve, designated in 1992 with 77.5917 square kilometers for protecting beech forests (*Fagus hayatae*), oak forests, ecosystems of rare animals and vegetation.

Cilan Mountain Cypress Forest is designated to protect the native species, their correspondent landscape ecosystems. Taiwan Cypress and Formosan Cypress are two of only six species in the genus *Chamaecyparis* that still survive on the earth through tens of million years' evolution. Other species in the genus *Chamaecyparis* includes *Chamaecyparis thyoides* (the east of North America), *Chamaecyparis lawsoniana* (the west of North America), *Chamaecyparis pisifera* and *Chamaecyparis obtuse* (Japan). The two species in Taiwan that dominating the cypress forests are only ones situated

in subtropical region. Species in *Chamaecyparis* are the testimony of the geological development of the earth, and their gene and unique ecosystem provide crucial information for our enquiries on natural history and life sciences.

There are 1,009 species of vascular plants can be found in this area, of which 14 species are gymnosperm having survived from the regime of the ice age. There are 31 mammal species, 100 bird species, 42 reptile species, 18 amphibians, and 417 insect species can be found in this forest. Between them, 10 mammal species are endemic and 8 mammal species are listed as protected species. There are 13 endemic bird species and 40 bird species are listed as protected species. There are 13 endemic reptile species and 21 reptile species are listed as protected species. There are 32 endemic snake species, which is about 70% of Taiwan land-born snake species. In the forest, 94 butterflies or other insect species are endemic, and 10 of them are listed as protected species. Over half of Taiwan's 18 protected insect species can be found here. In comparing with the biodiversity in Redwood National Park (now Redwood National and State Parks) that being listed as a world heritage site in 1980, Cilan Mountain Cypress Forest has its biodiversity even higher.

The most notable human presence in this area is the Atayal, one of Taiwan indigenous peoples and the second largest group in Taiwan. According to ethnographic studies on this area, some early neighboring communities included the Manauyan, Atayalho, Buyugan and Tetahan tribes.

2.a.1. Geographical environment

Cilan Mountain Cypress Forest locates in the subtropical mountain area in the northern Taiwan. The mountain forest is nursed through the whole by abundant rainfall and fog. It offers diverse and precious ecotones for many rare gymnosperms, including *Taxus sumatrana*, *Taiwania cryptomerioides*, *Cunninghamia konishii*, *Cephalotaxus wilsoniana* Hayata, and other Tertiary relicts in palearctic bioregions (ecoregions). These endemic species in Taiwan are result from isolation and specification during the long-term evolution.

The mountain area that Cilan Mountain Cypress Forest is located has an annual precipitation up to 5000 mm. Over 250 days per year, the forest is covered by fog, normally being built up around lunch time and dispersed at 8 pm. This is the typical cloude forest in the northern Taiwan.

In contrast with the subtropical seasonal rainforest in the lowland here, the forest in Cilan Mountain Cypress Forest is characterized by the warm temperate montane coniferous forest, within which two general types of forest formations or communities can be identified: the community of mixed forest and the community of cypress forest.

The community of mixed forest is consisted of a mixture of coniferous and broad-leaved trees as the dominant species, and it is normally the type of forest below the height of 1600 meter above the sea level. In contrast, the cypress forest community distributes over that height and its dominant species may be cypress, *Tsuga formosana* or pine. The warm and humid climate offers abundant energy and moisture for vegetation growth in the cypress forest, which leads to the construction of a high biodiversity in both levels of species and ecosystem.

The cypress forest is an important habitat for many endangered and/or rare species, including Formosan black bear (*Ursus thibetanus formosanus*/*Selenarctos thibetanus formosanus*), Formosan serow (*Capricornis swinhoei*/*Naemorhedus swinhoei*), Reeves's muntjac (*Muntiacus reevesi*).

The average altitude of the north section of Xue-Shan Range is 1543 meters above the sea level. The area with the height above 2000 meters is 126.71 square kilometers, that is 22.5% of the total area. Within this high altitude part, the average elevation is 2323 meters above the sea level, showing a rather plateau-like relic landform which once had been interpreted as an ancient peneplain. The main divide is the boundary between Tamsuei river basin and Lanyang river basin.

Today only six species in the genus *Chamaecyparis* are still survived after the impact of climate changes through the past tens of million years. These species in *Chamaecyparis* are the testimony of the geological development of the earth, and their gene and unique ecosystem provide crucial information for our enquiries on natural history and life sciences. *Chamaecyparis* (cypress) is not *Juniperus* (juniper), although both are genus under the subfamily Cupressoideae, and they are both belong to the family Cupressaceae. All these six species are now living under the warm and humid climates.

The cypress forest in Cilan Mountain Cypress Forest is the biggest primary cypress forest in Taiwan that is still intact after nearly a century long logging. It is the only cypress forest of the whole world managing to survive in the lowest latitude, and it

provides a unique ecosystem and genetic pool to work out with the landscape system to build up the shelter for diverse species that have managed to survive through the last ice age. This is the cypress forest of highest biodiversity in all aspects in the globe.

Cilan Mountain Cypress Forest is the most important wildlife refuge in the northern Taiwan. Many mammals can be found here, including Formosan black bear, Formosan serow, and Reeves's muntjac. There are 31 mammals, of which 10 are endemic and 8 are listed as protected species, 100 birds, of which 13 are endemic and 40 are listed as protected species, 18 amphibians and 42 reptiles, of which 13 are endemic and 21 are listed as protected species. There are snakes over 32 species, almost 70% of all snake species that can be found in Taiwan. Here is the hot spot of biodiversity of endemic snakes in Taiwan. There are 417 insects, of which 94 are endemic and 10 are listed as protected species.

According to the field survey, there are 100 vascular plants in Cilan Mountain Cypress Forest. Within this area where the cloud forest is the typical landscape ecosystem, 38.5% of endemic species in Taiwan can be found; this figure is significantly higher than the proportion of endemic vascular plants of Taiwan (27%) and demonstrates the significance of this cloud forest in Taiwan. There are 62 rare plants that can be found only in this forest, including *Rhododendron chilanshanense* and *Asarum crassusepalum*. The dominant species in the cypress forest may be cypress, *Tsuga formosana*, or pine, and Cilan Mountain Cypress Forest owns the largest forest of pure *Chamaecyparis* species in the world.

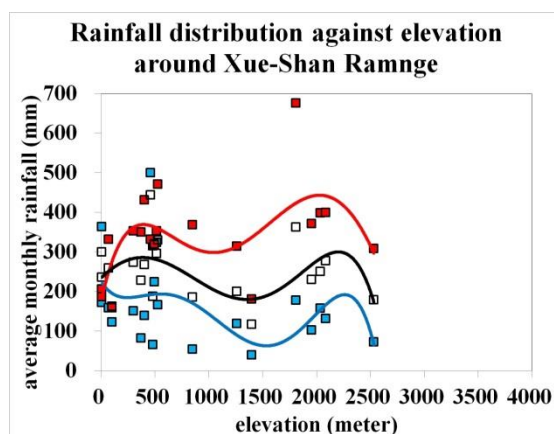


Figure 3. Monthly rainfall amount around Xue-Shan shows a rather heavy rainfall zone around 2000 meter above the sea level. The red dots and line demonstrate the vertical distribution of the average monthly rainfall of July and August; the blue dots and line demonstrate the vertical distribution of the average monthly rainfall of December and January; the white dots and black line demonstrate the vertical

distribution of annually average of monthly rainfall.

In general, cypress distributes vertically from 1600 meter to 2400 meter above the sea level, although the lower and upper boundaries shift slightly from the north to the south in Taiwan and from side to side of the range. According to daily data from 20 weather stations around Xue-Shan Range, this range of elevation is about one of the heavy rainfall zone in Xue-Shan Range. The subtropical monsoon climate with nearly 30% water supply from clouds and fogs benefits photosynthesis in Cilan Mountain Cypress Forest, and it makes the forest high biodiversity. It is the long-term isolation in its evolution, those endemic species of rare conifers gymnosperms may be developed and preserved in Taiwan, and they are "living fossil" of the natural history.

Redwood National Park in United States was listed as the World Heritage in 1980. It comprises a region of coastal mountains bordering the Pacific (to 930 m above sea level) north of San Francisco. The parks' mosaic of habitats includes prairie/oak woodlands, mighty rivers and streams and 55 km of pristine Pacific coastline. The heritage site is covered with a magnificent forest of sequoia redwood trees, the tallest and most impressive trees in the world. The park was established specifically to protect these trees, because it is only here and in Oregon that they now survive.

Descendants of the giant evergreens that grew during the age of the dinosaurs, redwoods thrived in moist temperate regions of the world. The annual average precipitation is around 2500 mm. Redwood takes 400 years to mature and some of the survivors are more than 2,000 years old. Their thick, sapless bark protects them from fire, but landslides and wind can topple old trees.

This area used to be the traditional territory of American Indians, and fallen redwood trees were used to build canoes or houses. Commercial logging began during the gold rush era and logging of redwoods continues and is debated by the timber industry and environmentalists. Those giant trees stand as majestic reminders of the slow evolution of nature, and survivals of modern industrialization.

The redwood forests represent some 42% of the remaining old growth redwood stands, a small fragment of once extensive cover. Legal protection is total, but sport fishing is allowed. The principal National Park Service zoning classification comprises natural, historic and park development enclaves.

The park's 55 km coastline consists of steep, rocky cliffs broken by rolling slopes and

broad sandy beaches. Gently rounded summits contrast with steep slopes and deeply incised streams. Bedrock is primarily highly deformed Cretaceous deep water marine sandstones, siltstones and shales. Lesser amounts of chert, volcanic greenstones and metamorphic rocks occur as blocks within the sedimentary rocks. The area covers two distinctive physiographic environments: the coastline, and the mountains of the Coast Range. Its average annual rainfall is about 2500 mm. The heritage site contains not only the coastal redwood forest, but also remarkable marine lives.

There are 15,800 ha of old-growth redwood, 20,800 ha are cut over and the balance comprises other vegetation types. The redwoods are surviving remnants of the group of trees that were once found throughout many of the moist temperate regions of the world, but are now confined to the wet regions on the west coast of North America. As slope and dryness increase, the forest is superseded by prairie vegetation. 75 species of mammal can be along the coastline, including the sea lions. Freshwater marshes, ponds and streams provide valuable nesting and feeding areas for several species of migratory waterfowl. Several offshore rocks in the area are important nesting sites for seabirds. Threatened birds include the endangered brown pelican, southern bald eagle and American falcon. This area has been recorded as many as 856 species of vegetation species, including 699 kinds are grown, but the most dominant vegetation patterns Sequoia.

Archaeological surveys, test excavations, research and consultations conducted over the past 20 years have resulted in the recording of 50 prehistoric archaeological sites, 19 historic sites and at least 21 places of significance to local Indian communities. The archaeological sites span 4,500 years and represent changing settlement and subsistence systems. Historic resources include examples of early trails, homestead and ranching, fishing, dairy, mining and logging industries, and military structure.

Both Redwood National Park and Cilan Mountain Cypress Forest owns abundant thermal and water supply from the nature for plant growth. They achieved the high biodiversity through the development of ecological interactions in their relatively isolated environment. However, in comparing with Redwood National Park, Cilan Mountain Cypress Forest occupied an area having its latitude lower, and the range of altitude higher. These conditions make Cilan Mountain Cypress Forest have its biodiversity higher than that of Redwood National Park. According to the field survey, there are 1009 species of vascular plants, including 14 species of gymnosperms being survived from the last ice age. Not only the biodiversity of species in Cilan Mountain Cypress Forest, but also that of ecosystems is higher, in comparing with those in

Redwood National Park, although the costal and marine factors in the latter are what Cilan Mountain Cypress Forest could not achieve.

2.a.2. Geology and natural geographical features

Figure 4 is the regional geological map around Cilan Mountain Cypress Forest, and it is available from the Central Geological Survey data base. Lanyang River forms the east border of Cilan Mountain Cypress Forest. On its right is Central Range, where rocks are consisted of mainly metamorphic complex formations of the late Paleozoic and Mesozoic era and two minor metasedimentary rock formations of Eocene and Miocene epochs. The latter two are named Hsitsun formation and Lushan formation respectively.

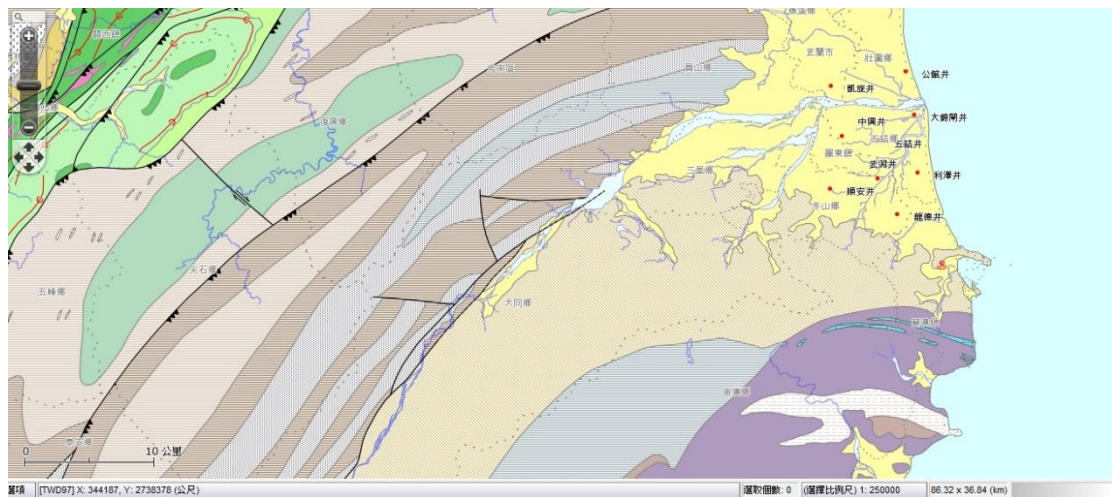


Figure 4. The regional geological map around Cilan Mountain Cypress Forest (Ministry of Economic Affairs of the Central Geological Survey).

Cilan Mountain Cypress Forest is sit on the left bank of Lanyang river, and its geology is made of mainly metasedimentary rocks of Tertiary. The oldest formation is Hsitsun formation, and there are rocks of Oligocene convering above Hsitsun formation in sequence, named Szeleng Sandstone and Kankou formation. They are hardened sedimentary rocks. From Eocene to Oligocene, rocks are composed of a rectangular quartzite, slate, coal shale. From Oligocene to Miocene, rocks are mainly harden shale, slate, phyllite. On the top of Kankou formation, there is a thin layer of coarse sandstone that normally forms peaks around this area.

Due to dense vegetation cover and steep terrain, this area is lack of detailed geological survey, except the area next to the north border of Cilan Mountain Cypress Forest that

the Hsuehshan Tunnel passes through. Figure 5 shows the detail geological setting along the course of the Hsuehshan Tunnel. Two important characters can be observed along the geological profile of the Hsuehshan Tunnel. Firstly, it has complicated geological structures and dense faults, and there are 5 faults within 2.5 kilometers across Szeleng Sandstone (SL) formation. Secondly, mechanical testing shows that the rock strength of Szeleng Sandstone is highest one around this area, and sandstones in all formations are the main rock layers for storing and supplying the ground water for the downstream areas.

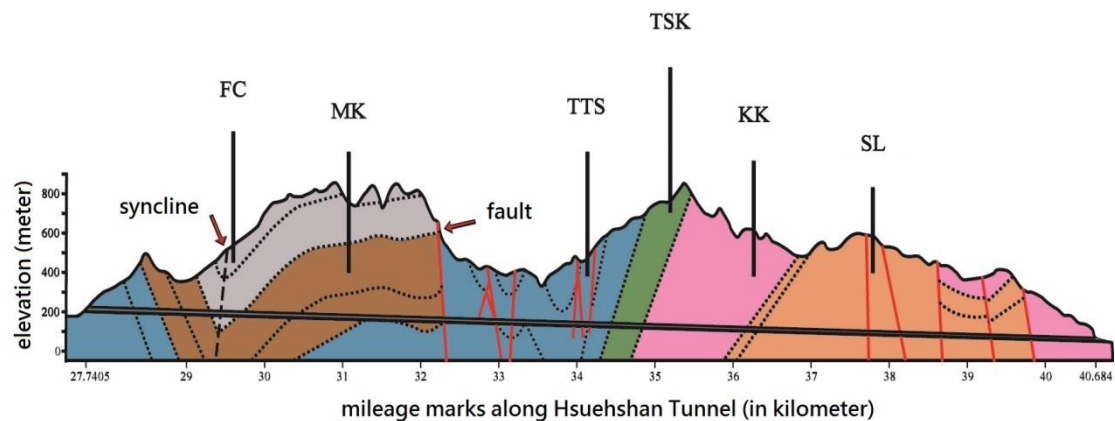


Figure 5. The geological profile along the Hsuehshan Tunnel (modified from Chang et al., 2005).

Table 1. Rock properties in Cilan Mountain Cypress Forest and its adjacent areas (modified from Chang et al., 2005)

Rock Materials	Stratum	Unit Weight $r_t(t/m^3)$	Water content $W_n(\%)$	Special Gravity	Void Ratio (10^{-2})	Absorption Abs (%)
Argillaceous Rocks (ST)	FC	2.70	1.4	2.75	3.2	2.21
	MK	2.68	1.3	2.7	3.0	1.9
	TTS	2.68	1.2-1.7	2.72-2.75	3.0-4.1	2.0-2.9
	KK	2.70	1.3	2.74-2.75	3.0-3.4	1.8-1.91
	SL	2.55-2.69	1.6-3.1	2.68-2.73	4.0-8.4	1.7-6.74
Arenaceous Rocks (SS)	FC	2.64	1.1	2.71	3.0	1.85
	MK	2.68	-			
	TTS	2.68	1.4	2.73	3.7	2.84
	SL	2.57-2.68	0.6-3.7	2.71-2.75	1.0-11.2	1.10-6.17
Quartzitic Rocks (QTZ)	SL	2.55-2.67	0.3-0.7	2.64-2.68	1.0-5.6	0.5-2.20

The vertical distribution profile of elevation and its hypsometric curve of drainage basins around Cilan Mountain Cypress Forest are illustrated in Figure 6. Four characters in Figure 6 are overwhelming in perception. Firstly, the area is concentrated at the range between 600 and 1400 meter above the sea level. Secondly,

from 1400 to 2400 meter above the sea level, the area of given elevation reduces linearly. This is the range where the cypress forest dominates the landscape. Over 2400 meter, the reduce trend slows down exponentially to the peaks. These two characters combine together to show a typical exponentially decay of hypsometric curve. They indicate the existence of a rather stable tectonic period when the landform had a time long enough to develop a gentle landscape. Thirdly, within the terrain under 1000 meter, the area of given elevation decreases gradually toward the elevation of 60 meter. There are also several significant fluctuations within this range of altitude. Fourthly, there is a significant fluvial plain. The latter two characters together shows a rather fast development of the fluvial plain by sediment deposition after an active tectonic period that had created several discontinuities along the vertical distribution profile of elevation.

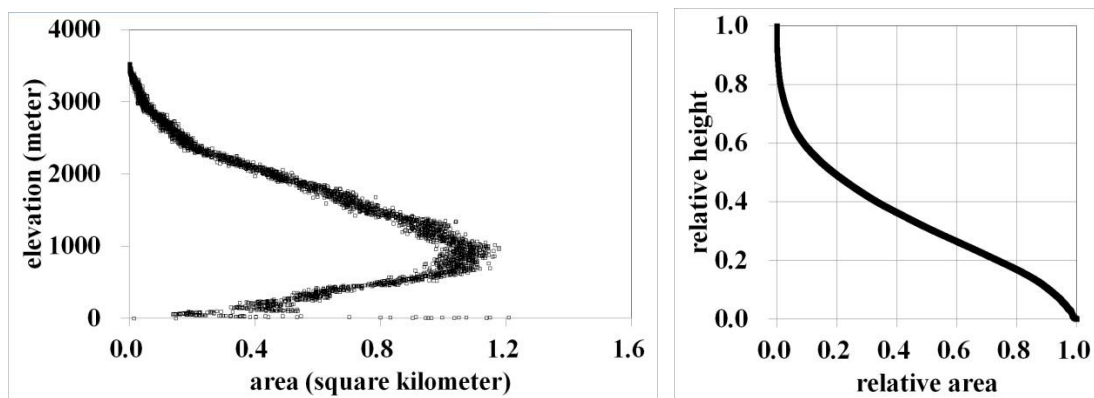


Figure 6. The vertical distribution profile of elevation and its hypsometric curve of drainage basins around Cilan Mountain Cypress Forest.

Daily data in Cilan weather station from 1967 to 1972 shows the annual temperature 12.7 °C and the annual precipitation around 2857 mm. According to meteorological data from 1994 to 2004 in Yuanyang Lake which is 1720 meters above the sea level, the average annual temperature is 12.7°C and the average annual rainfall is 3396 mm (Lai et al., 2006).

On the east side of the northern section of Cilan Mountain Cypress Forest, the annual precipitation increases 1999 mm for every increase of 1000 meter in altitude. Once away from the shoreline, i.e., the upstream of Lanyang river, the annual precipitation increases 2233 mm for every increase of 1000 meter in altitude (Figure 7). However, the latter has a much lower background rainfall amount, since those weather stations are further away from the shoreline. Besides the elevation factor, this pattern shows the significant influence of the distance from the shoreline on the annual rainfall. It is

elevation, latitude, and the distance from the shoreline working together to create such a complicated rainfall distribution through the landscape around Cilan Mountain Cypress Forest.

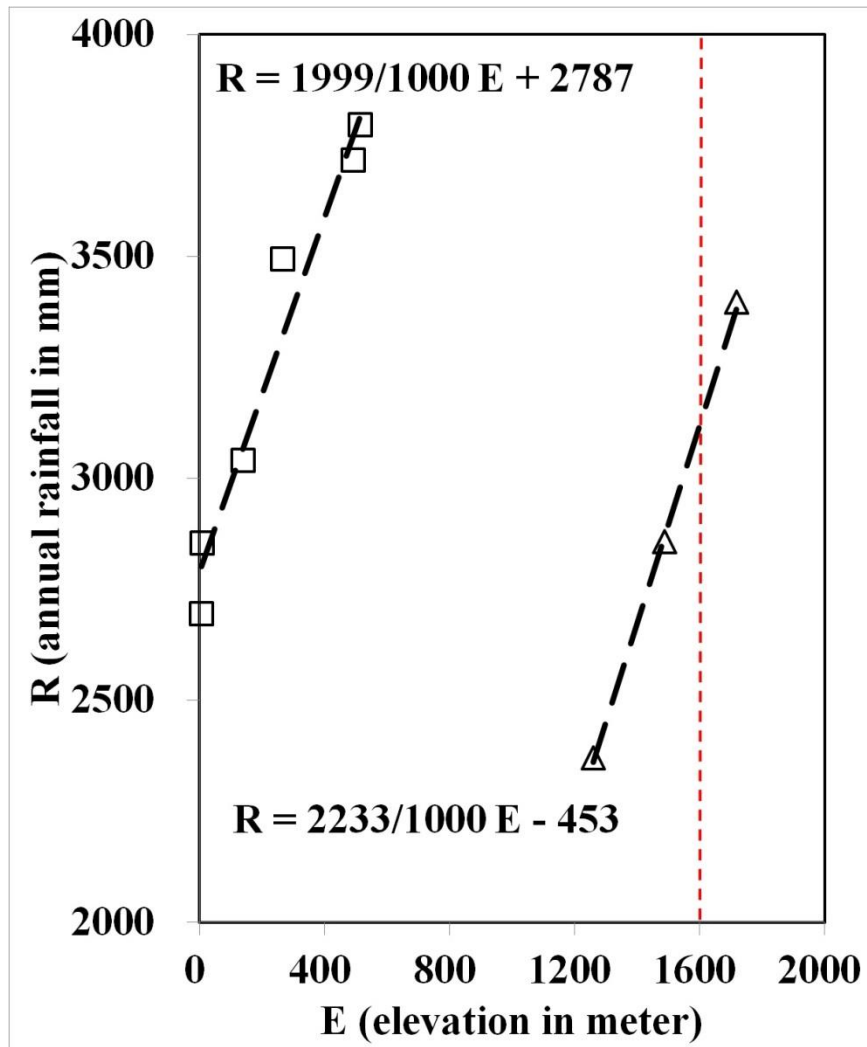


Figure 7. On the east side of the northern section of Cilan Mountain Cypress Forest, the annual precipitation increases 1999 mm for every increase of 1000 meter in altitude. Once away from the shoreline, i.e., the upstream of Lanyang river, the annual precipitation increases 2233 mm for every increase of 1000 meter in altitude.

The same data set above gives the environmental lapse rate -5.8°C for every increase of 1000 meter in altitude. If taking into consideration the data set from weather stations only locating on the west slopes and valleys of Hsueshan Range, the annual precipitation increases only 549 mm for every increase of 1000 meter in altitude and the environmental lapse rate is -7.5°C for that. The environmental lapse rate being defined by daily data of all time in all weather stations around Cilan Mountain Cypress Forest is about -4.9°C for every increase of 1000 meters in altitude (Figure

8).

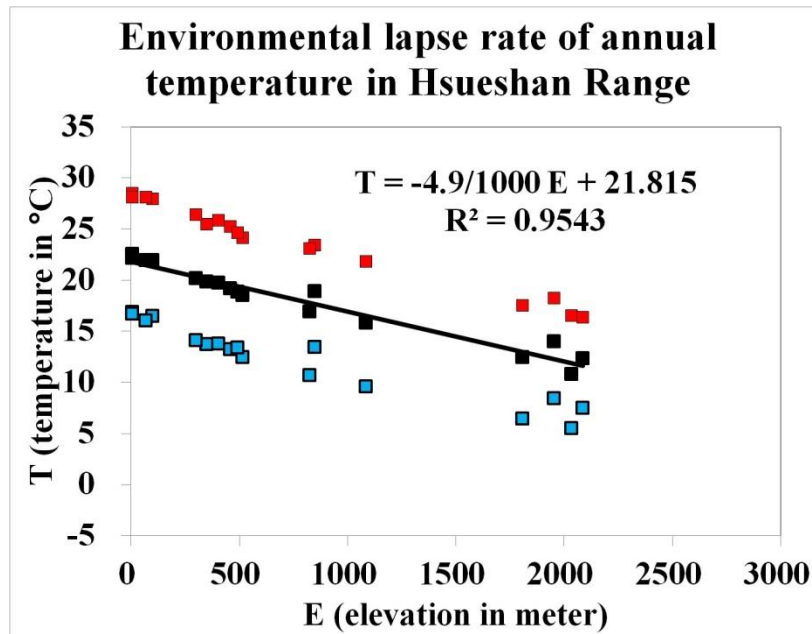


Figure 8. The environmental lapse rate of annual temperature in Hsueshan Range. The red dots denote the average temperature of July and August and the blue the average temperature of December and January. The black dots and line shows that the annual average lapse rate is about -4.9°C for every increase of 1000 meters in altitude.

The difference in the environmental lapse rate between the east side and the west side of the divide in Hsueshan Range is as high as 1.7°C per 1000 meters. This difference makes the west valley having a temperature 3.4°C higher than that of the east valley, after descending 2000 meters toward valleys from the same divide. Taking 2000 mm as the average annual rainfall for lowlands, it may expect an annual rainfall of 5998-6466 mm on the east side and that of 3098 mm on the west side of the 2000-meter divide. In general, the west side of Cilan Mountain Cypress Forest has a climate of less moisture and higher temperature.

During the last ice age when the global temperature decrease about 10°C , the cypress forest in Hsueshan Range might descend its spatial distribution downward the valley vertically for more than 1000 meters. This scenario reminds us the importance of gentle hillslopes and terraces in sheltering cypress during the ice age.

In developing community forestry around Cilan Mountain Cypress Forest, there should be different in strategies and physical designs. On the east side, cypress may be planted with camphor. On the west side, cypress may be planted with alnus (alder).

And both sides may be proper habitats for *Lagerstroemia subcostata* and *Michelia compressa formosana*.

Beneath the lower limit of the vertical distribution of the cypress forest, it is often the location for settlements of A'tayal people. By promoting the community forestry in these aboriginal settlements, the conservation of the cypress forest can be enforced on one hand and the economy of conservation can bring aboriginal settlements a support for everyday life on the other hand. The conflict between people's usage in nature resources and the conservation of the primary cypress forest can be alleviated by a proper design on the community forest.

2.a.3. Aborigines

This area of the

Atayal are Austronesian. They moved into this area in recent time of prehistory, and could only practice material life in a rather rough way. It leads no significant and massive building or archaeological site within this area. Although the time is short, Atayal managed to build a traditional life that adapts into the environment. They hardly invaded deep into the primary cypress forest, because of both ecological and cultural reasons. Atayal believed Wudu (Rutux) and obeyed the rules given by Gaga (the God). This unwritten culture has been passing generation by generation through oral communication.

Lin and Chen (2007) recorded the testimony of senior fellows in Songluo village (Ilan county) next to Cilan Mountain Cypress Forest about the traditional culture of using cypress. According to their findings, Atayal called Taiwan hinoki cypress or Taiwan cypress (*Chamaecyparis taiwanensis*) Qparung koziut and Taiwan red cypress or Formosan cypress (*Chamaecyparis formosensis*) Qparung mhway, which means the ancestral spirits with the appearance of giant trees (Qparung). According to Gaga, the cypress forest is the forbidden area for logging trees, cleaning grass, burning or disturbing, but the hunting ground that is divided into many small areas and served as the hunting ground in rotation.

Honey bees settle their honeycombs in the tree cave of cypress, and they are in the traditional diet of Atayal. Beeswax is served as the lubricant in weaving cloth. The root of cypress 7-8 inches under the ground contains oil that is used for starting fire. Atayal uses the tree bark of cypress to cover the roof. These usages had been a part of

Atayal's traditional life before the process of modernization.

Although the modernization has destroyed many Atayal's traditional abilities and their corresponding social and cultural heritages, the rise of conservation, the awareness of Atayal's traditional culture and the promotion of sustainable community forestry in recent years bring a new light into the development of aboriginal societies. Qalang (tribe) Smangus, the most remote Atayal settlement around Cilan Mountain Cypress Forest, is a good example of this process. To reinstall the regulation power of the society through the construction of modern citizenship and the recovery of Atayal's traditional belief of Gaga, and to adapt a new way of living in the mountain forest are the target of works from all people, including Atayals. The proper life in the mountain forest with wise use of natural resources is the best protection of the primary cypress forest in Cilan Mountain Cypress Forest.

2.b. History and Development of Cilan Mountain Cypress Forest

2.b.1 the discovery of Cilan Mountain Cypress Forest

Taiwan cypress is the general name for both *Chamaecyparis taiwanensis* and *Chamaecyparis formosensis*. They were named formally by a Japanese botanist in the turn of 19th to 20th centuries. Of course, the first finder of Taiwan cypress should be Atayals, and it is reflected in both physical and symbolic usages of cypress in their ordinary life world; the written records and photographs by early explorers can be the testimony of these aboriginal facts.

However, the first written record about Taiwan cypress appeared in the chorography of Kamalan (Ilan) in 1832 when the Qing Dynasty ruled Taiwan. That was the time when Cilan was still undercontrolled by Atayal people and immigrants from China could not get into the mountain area. Therefore, Chinese immigrants did not know that those giant cypresses were actually not those junipers in the genus *Juniperus*.

After hundreds years of development by Chinese immigrants and different regimes in Taiwan, the primary seasonal rainforest in lowlands has been wiped out entirely. One significant example is camphor. Nowadays, there is not a small stand of primary camphor forest can be found in Taiwan.

In the early stage of Japanese colonization, the forestry focused on the exploitation of camphors and other valuable trees in lowlands. After surveying the natural resources

of the entire island and stabilizing the politico-economic control on aboriginals in mountain areas, Japanese started to exploit the cypress forest. In 1914, Japanese discovered the cypress forest in Cilan and soon the modern forestry was introduced; it opened the era of modern deforestation in Ilan county. The most deeply transformed Atayal settlement in Japanese colonial time in Ilan was Qalang Varloon where was chosen as the midway and control point of the railroad for forestry around this area.

In contrast with Taiwanese usage of cypress, Japanese experience and knowledge on the use of cypress was developed much earlier. In B.C. 600-700, Japanese used cypress to build temples. One significant example is the five-story pagoda in Hōryū-ji in Ikaruga, Nara Prefecture, Japan. It was one of the oldest wooden buildings existing in the world, and it was made of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtuse*). In 1993, Hōryū-ji was inscribed together with Hokki-ji as a UNESCO World Heritage Site under the name Buddhist Monuments in the Hōryū-ji Area. The Japanese government lists several of its structures, sculptures and artifacts as National Treasures. After having conquered Taiwan, Japanese initiated a survey on forest. That was the time Japanese started to know Taiwan cypress and listed them into the modern biology.

The first specimen of Taiwan red cypress or Formosan cypress was collected by Seiroku Honda (ほんだ せいろく; 本多 静六) in 1896 in a cypress forest around Dongpu. The specimen was later identified and named as *Chamaecyparis formosensis* by Matsumura Ninzō (まつむら にんぞう; 松村 任三) who was that time the director of Botanical Garden in the Imperial University of Tokyo. The first specimen of Taiwan cypress or Taiwan hinoki cypress was collected by Kawakami Taki Mi (かわかみ たきや; 川上 瀧彌) and Sen Ushinosuke (もり うしのすけ; 森 丑之助) in Yushan Range in 1905, and was identified and named as *Chamaecyparis obtuse* Sieb. et Zucc. var. *formosana* Hay. (hinoki) in 1908 by Hayata Bunzō (はやた ぶんぞう; 早田 文藏), a botanist in the Taipei Imperial University. Kawakami Taki Mi was the director in Plant Research Division under the Japanese Taiwan government, and Sen Ushinosuke was an outstanding explorer in the early Japanese colonial time.

People exploited the forest, meanwhile improved their knowledge about forest species and ecosystems. Modern biology and ecology advances with the process of human exploitation of natural resources. According to surveys, the lowest altitude for the natural distribution of Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis*) is 600 meters above the sea level, while the highest one is 3000 meters above the sea level. The main altitudinal zone for Taiwan red cypress is between 1500 and 2100 meters above

the sea level. For Taiwan hinoki cypress (*Chamaecyparis taiwanensis*), the lowest and highest altitudes are 1200 and 3300 meters respectively, and the main altitudinal zone is between 1800 and 2500 meters above the sea level. These limits should not be limits for these two species to grow under the care of human beings, although they are limits being set by the complex of multiple natural interactions.

The biogeographical distributions of two cypress species are overlapped extensively. However, *Chamaecyparis formosensis* tends to occupy the lower part of hillslopes and valleys where the weather is warmer, the seasonality is stronger, and the moisture is much more available, meanwhile *Chamaecyparis taiwanensis* prefers to have the upper part of hillslopes and divides. In the northern Taiwan, the ratio between the population of *Chamaecyparis taiwanensis* and *Chamaecyparis formosensis* could be as high as 7:1 in the cypress forest. That ratio descends to 1:1 in the central Taiwan, and there is no *Chamaecyparis taiwanensis* could be found in the cypress forest in further south of Alishan Range. The phytogeographical information being described above was originally recorded by early surveyers before a large area of the cypress forest had been wiped out from the mountain area in Taiwan by modern forestry, and it was reported by Professor Cheng.

Today, the north end of the geographical distribution of the cypress forest in Taiwan is around North Chatianshan, next to Fushan in Wulai, and it reaches an altitude as low as 1050 meters and is a cypress forest being consisted of both Taiwan hinoki cypress and Taiwan red cypress. The south end of that is at Wutoushan (dominated by Taiwan red cypress only) around the south side of South Dawushan in Pingtung County, and it reaches an altitude as low as 2000 meters.

In general, the cypress forest in Taiwan grows at the altitude between 1500 and 2800 meters above the sea level, and they concentrates at the altitude between 1800 meters and 2400 meters. The altitude of the niche Taiwan red cypress occupies is generally about 300 to 500 meters lower than that of the niche Taiwan hinoki cypress has. Due to the combined effect of latitude and altitude upon temperature, the altitude of the cypress forest is lower in the north Taiwan than that in the south Taiwan. The dominant species of the cypress forest in the north Taiwan is often Taiwan hinoki cypress, and that in the south Taiwan is Taiwan red cypress. In the cypress forest occupying a site higher in altitude, hemlock (*Tsuga formosana*), konishii (*Cunninghamia konishii*), Taiwan Fir (*Abies kawakamii*), pine (such as *Pinus armandii* Franchet var. *masteriana* Hayata, *Pinus taiwanensis*, *Pinus morrisonicola*) can often be found. In a site lower in altitude, cypress species often grow with

Broussonetia and Quercus to form the mixture forest.

All Chamaecyparis species grow in the warm temperate to temperate conifer forest. This climatic condition in Taiwan appears only in middle to high altitude, where relief is often big and is abundance of water supply from rainfall and fog. Every piece of mountain or valley forms a rather isolated niche for ecological processes could be localized and specialized to fit the micro-geographical conditions. Abundant water supply and thermal energy give the chance to the ecosystem to build up a complicated network of ecological interactions to make the forest of pure cypress hardly form. According to early documents and photos, there may be primary forests of pure cypress being dominated by Taiwan hinoki cypress in Alishan, Taipingshan, Papaya hill. However, they had been deforested entirely. Today we hardly have any chance to learn this type of forest society and ecosystem in hands.

Almost all giant trees in Taiwan gather in the cypress forest, and it is also the place the cloud forest is developed with an average annual rainfall up to 3000 to 4000 mm. In Cilan and Taipingshan, the average annual rainfall can be as high as 5000 mm. There are 250 rainy or misty days per year in average, and the ecosystem is often called "the warm-temperate montane conifer forest community". This type of forest can be further classed as two types: the mixed conifer forest community and the cypress forest. The mixed conifer forest community often occupies the site between 2200 and 2600 meters above the sea level, and the composition of this forest community is rather simpler. The cypress forest occupies the site between 1600 and 2400 meters, and the diversity of its morphology and composition is rather high. On the top canopy level, it is often dominated by Taiwan hinoki cypress or Taiwan red cypress. The second canopy level is dominated by Broussonetia and Quercus, with more than 10 tree species of different families growing together and showing significant geographical difference in composition across Taiwan. The third canopy level is made of small trees and bushes. On the ground layer, grasses and ferns are the dominant species.

2.b.2. Habitable history and use

Cilan Mountain Cypress Forest is the traditional territory of Atayal tribes. It is the traditional hunting ground for Atayal people. Atayal tribes and settlements that had been found around Cilan Mountain Cypress Forest include Manauyan, Taiyaho, Buyugan, Tetahan. During Qing dynasty, Chinese immigrants settled only in Lanyang fluival plain, and hardly had any communication with Atayal people in the upper

stream of Lanyang river. Figure 9 shows the elevation of Atayal settlements along Lanyang River in the early Japanese time.

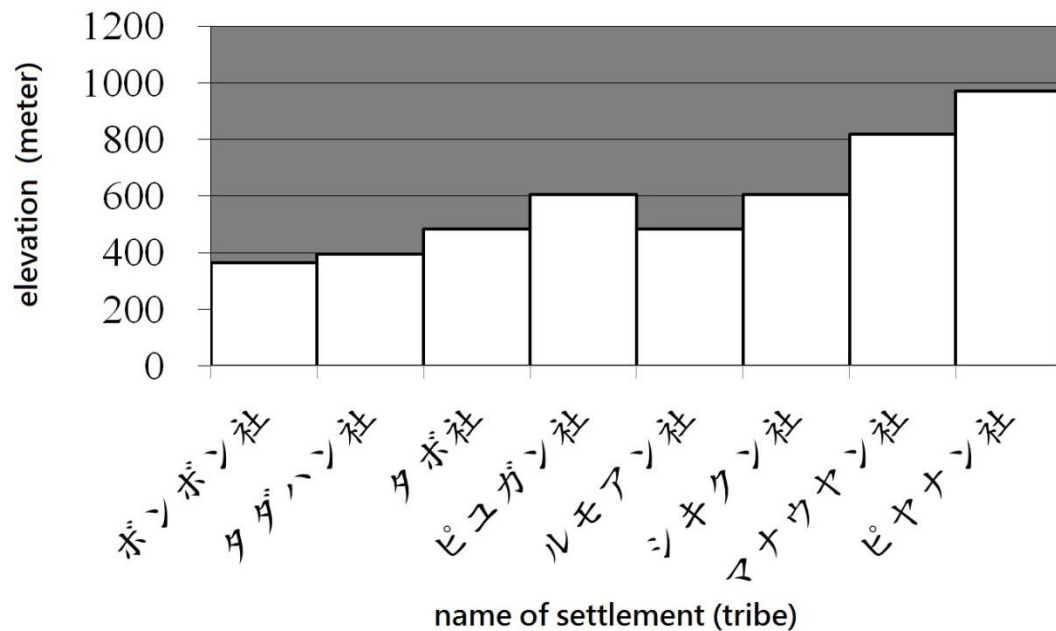


Figure 9. The elevation of eight Atayal settlements along Lanyang River in the early Japanese time.

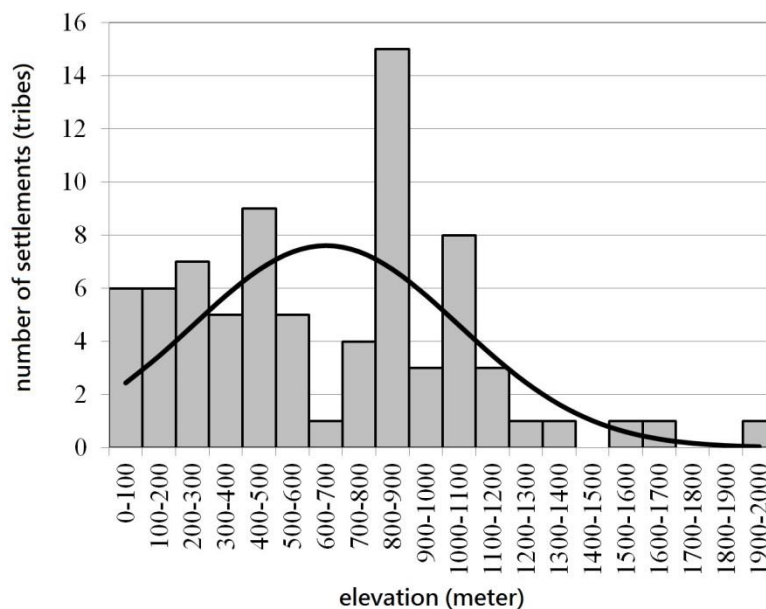


Figure 10. The altitudinal distribution of all 66 tribes in northern Taiwan before the modern time when Japanese started to move them for developing modern forestry.

During Japanese colonial time, many Atayal tribes that had used to live deep in the mountain area were forced to move into lowlands or places beside modern transportation corridors. This process leaved many old settlements to be ruins. However, within Cilan Mountain Cypress Forest, there is no permanent settlement or significant archeological site representing the interweaving of Atayal culture with the cypress forest. According to all 66 recorded tribes in the north Taiwan around Hsuehshan Range before the modern time (Figure 10), it can be recognized that most aboriginal people lived either under 500 meters above the sea level, or between 800 and 1100 meters. Only very few Atayals lived in or around the lower border of the cypress forest.

From 1903 to 1930, Japanese practiced 27 forest surveys, covering the entire forest area of Taiwan (more than 70% area of the island). The geographical distribution of the cypress forest was sketched and the modern logging industry was started. In 1914, surveyers were sent to Peng-Peng Shan at the west bank of Lanyang River, and explored over the east bank and far into the traditional hunting grounds of qalangs, such as Varloon, Aru Youher, Dowang, Kanayulan. In 1915, logging started in Taipingshan and the industry was developed along Lanyang River, involving qalangs such as Piyanan, Skiqun, L. muan. Logging started along the main stream of Lanyang River, it then extended into both sides of the main stream. Cilan Mountain Cypress Forest was left untouched until the end of World War II.

On 31st Jan 1959, Committee of Veterans Affairs started to plan the land and settlements along island-cross highways for retired soldiers who had been serving the country through WWII and the construction of those highways. That was also the time when Taiwan had been undergoing a series of natural hazards caused by typhoons. Natural resources and lands in mountain areas was then a desirable target for the government to settle labours and sufferers. Department of forestry was established under Committee of Veterans Affairs in 1959, and Cilan had been developing its logging industry until 1989 when environmental movements started.

In 1991, the government ordered "a ban on logging of natural forests". Department of Forestry was renamed as Department of Forest Conservation in 2013 and was rearranged with Cilan Mountain Cypress Forest to be under the supervising of Forestry Bureau. A new era of conservation of both the cypress forest and the culture of Atayal is started.

3. Application Requirements

3.1. The application requirement

3.1.a. Overview

Ever since Linnaeus had recorded 250 years ago, the relationship between flora of East Asia and that of North America turned to be a fascinating topic among botanists, biogeographers, and ecologists. Because of similarities between these two regions at the size of the land, latitude, habitat diversity, and temperate flora, it offers a great opportunity for scholars from East Asia and North America to study the large scale biogeographical processes and patterns of biogeography and biodiversity (see Qian., 2002). *Chamaecyparis* species are good examples of this kind.

By using phylogenetic analysis, Li et al. (2003) classed *Chamaecyparis* into five species. Japan Faber (*C. pisifera*) and Taiwan red cypress (*C. formosensis*) was treated as one tribe, and America West cypress (*C. lawsoniana*), Japanese cypress (*C. obtusa*) and US East cypress (*C. thyoides*) are formed another tribe. Liu (1966) treated Taiwan hinoki cypress (*C. taiwanensis*) as an independent species, but Cheng and Fu (1978) suggested Taiwan hinoki cypress (*C. obtusa* var. *Formosana*) as a variant of Japanese cypress (*C. obtusa*). The phylogenetic analysis from Li et al. (2003) supports the latter.

In order to isolate the diffusion processes, Li et al. (2003) also applied dispersal-vicariance analysis to point out that *Chaemacyparis* species in East Asia and North America had experienced at least two diffusion events within which three biogeographical processes had involved, including species diffusion, isolated differentiation, and species extinction. The development of biodiversity and the independence of these five *Chaemacyparis* species is not the direct outcome of the last ice age, but the geohistory before Quaternary Period. Among these five *Chaemacyparis* species, Taiwan red cypress is the one living at lowest latitude, and Cilan owns the largest pure primary cypress of the world.

The core area of Taiwan cypress locates at the mountain area between 1000 and 2900 meters above the sea level in central and northern Taiwan. Around 24°17'-24°23' and 120°58'-121°21', there is mixture forest where *Chaemacyparis formosensis*, *Chaemacyparis taiwanensis* and *Tsuga formosana* are dominant species. Taiwan red cypress appears everywhere in mountains throughout the entire Taiwan island, but it

often stands with Taiwan hinoki cypress to form a mixtreu forest. The latter has a growth rate only one third of that of Taiwan red cypress, and it does not appear further south after Alishan. These biogeographical facts show the significant phenological difference between these two sepcies.

Cypress has been sued as timber, fuel, food, medicine, and conservation tool, and the cypress forest is the important habitat for many endemic species in Taiwan. However, these economic and ecological functions had been seriously damaged during 20th century (see Jen, 1995), and only very few primary cypress forest is still kept intact. Intensive logging forestry started in 1912 in Taiwan, and it was firstly applied to Alishan. Later, Basianshan and Paipingshan were developed. From the end of WWII to 1989, most giant trees of Taiwan red cypress were logged, and only few were left for not valuable in price and for natural breeding.

During logging, there was no united and formal records on the unit of production, species, area, and ecological conditions. It then turns to be difficult for scholars to reconstruct the scenario of the primary cypress forest. The only fact that all scholars could conclude is that the logging of the cypress forest in Taiwan during 1960 to 1989 seriously damaged the ecosystem of montane forest, although it did bring economic benefit for people in the time of shortening natural resources and capitals after WWII. It was estimated that there were 12 million cubic meters of cypress produced during the period and 18% of them was exported (mainly to Japan). The survival primary cypress forest mainly locates around Cilanshan in the northern Taiwan and Hsioguluanshan in the eastern Taiwan.

During Japanese colonial time, the logging site was often replaced with fast-growing Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) after cypress was cut off. After World War II, Japanese cedar is continuously planted as the major plantation species. It was estimated that Taiwan red cypress had originally occupied 0.102 to 0.112 million hectares in Taiwan, and over 57% of them was wiped out during the 80-year logging process (Horng et al, 2000;. Jen, 1995;. Feng et al., anon; Chen, 1966). After 1989, there are at least 0.033 million hectares of cypress plantations (Conifer Specialist Group, 2000; Lin et al, 1994), and the primary cypress forest around Cilan, Yuanyang, Lalashan are protected.

Less than 43% of cypress habitat is left today. Conservation and sustainable management are key works in protection of these species and its corresponding ecosystems. For doing so, we need to understand the natural history, biogeography,

botanics, and landscape ecology of the cypress forest.

Taiwan red cypress, *Chamaecyparis formosensis* Matsum., is in Plantae, Pinophyta, Pinopsida, Pinales, Cupressaceae, *Chamaecyparis*. Its cone is bigger than that of Japan Faber (*Chamaecyparis pisifera*). It was identified the first time in 1901 by Ninzo Matsumura (14 Feb 1856 - 4 May 1928) through the specimen has been collected by Seiroko Honda (1866- 1952) in 1896 around Yushan (Mt. Morrison) in a mixture coniferous forest (Ohashi, 2009).

Taiwan red cypress is endemic species in Taiwan, and it grows around 1000 to 2900 meters above the sea level. It often grows with Taiwan hinoki cypress. The lowest altitude it can reach is about 1000 meters around North Chiatianshan. Most Taiwan red cypress grows at the altitude between 1800 and 2500 meters. The oldest Taiwan red cypresses are Miyenyuyeh Shenmu (sacred tree), about 4100 year old (estimated), and Kuaishan Shenmu, about 4600 year old (re-dated as 2000 year old recently). This species can reach as tall as 65 meters and have the age of 1500 year old in general. In IUCN Red List, Taiwan red cypress is classed as a threatened species (Endangered Species). Alishan Shenmu, Lulin Shenmu, Herwei Shenmu are all Taiwan red cypress.

Japanese cypress was recorded firstly by German botanist Philipp Franz von Siebold and Joseph Gerhard Zuccarini in 1847. However, Taiwan hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa* var. *Formosana*) was formally named by Bunzo Hayata in 1908 as a variant of Japanese cypress. After Hayata, this species was found in many places in the northern and central Taiwan, such as Hualien, Ilan, Hsinchu, and especially Yuanyang Lake (see Li et al., 2003). In December 1905, Kawakami and Rino sent their specimen of Taiwan hinoki cypress to Kew Garden (London).

Taiwan hinoki cypress is one of the world most popular ornamental plants, especially the slow-growing dwarf variant. In poor drained areas, the tree may encounter honey fungus and phytophthora root diseases. Because of its high value in markets, plantation of Taiwan hinoki cypress after logging is feasible. In Red List by IUCN, Taiwan hinoki cypress is a Near Threatened species; its situation is slightly better than that of Taiwan red cypress.

3.1.b. Apply for World Heritage criteria

Cilan Mountain Cypress Forest meets the tenth criterion of Outstanding Universal Value (OUV): biological diversity. In this site, there are rare species, including

Chamaecyparis formosensis (Endangered; EN), *Chamaecyparis taiwanensis* (Vulnerable; VU), *Taiwania cryptomerioides* (Vulnerable; VU), *Sassafras randaiense* (Vulnerable; VU), *Rhododendron chilanshanense* (Vulnerable; VU), as well as a variety of endemic species. Here is the lowest latitude that *Chamaecyparis* species can reach, the largest primary cypress forest of pure *Chamaecyparis* species in the world, and the place having the highest density of thousand-year-old giant trees. These are facts to realize OUV of Cilan Mountain Cypress Forest.

For protecting OUV of Cilan Mountain Cypress Forest, Forestry Bureau in Taiwan has already built Yuanyang Lake Nature Reserve and Cilan Wildlife Refuge. Nevertheless, there are Chatianshan Nature Reserve, Fushan Botanical Garden, Happen Nature Reserve, Neidong National Forest Recreation Area, Donyanshan National Forest Recreation Area on the north border next to Cilan Wildlife Refuge, Shei Pa National Park on the south border next to Cilan Wildlife Refuge, and Taipingshan National Forest Recreation Area and Taiwan Beech Nature Reserve (in planning) on the east border next to Cilan Wildlife Refuge to complete the entirely protection network for the montane ecosystem in the northern Taiwan. They serve not only as a key factor for the construction of protected corridor in Central Range in Taiwan, but also as ecosystem service providers or natural resources of sustainable lives for people downstream.

Beside OUV on biodiversity, Cilan Mountain Cypress Forest with its significant relief of nearly 3000 meters being created on the active zone of typhoons and tectonic movement realizes tremendous diverse morphologies and processes of landscape through short but complicated and active geohistory. It is on this active and diverse landscape where biodiversity has been created, and the relief offers a large range of altitude for lives having had chance to find out their own niches and versatile adaptation through diverse ecological interactions under the endless environmental changes in geohistory. The primary cypress forest is the testimony of the long term geohistorical events, and the priceless place for geoscientists.

According to daily weather records on those coastal cities from the eastern Taiwan to the eastern Japan beside the path of ocean currents, every 10-degree increase in latitude makes a 8.9° increase in the annual average temperature. Daily weather records from weather stations at Tainan (at the western coast of Taiwan), Jiayi (on foothills), Alishan (on the midway to Central Range) and Yushan (at the divide of Central Range) during the period of 1981 to 2010 show that every 1000-meter increase in altitude causes a 5.1°C decrease in the annual average temperature.

The information above implies that, in Taiwan, a total 3000-meter difference in altitude in Cilan Mountain Cypress Forest may give a 15.3°C difference in the annual average temperature, equivalently a range of the latitude from 23.5 degree to 40.7 degree. The latitude of 40.7 degree is the latitude around the north end of Honshu (Japan) where is further north of native habitats of *Chamaecyparis obtuse* (Japanese hinoki cypress) and *Chamaecyparis pisifera* (Sawara cypress). Comparably, it is about the latitude around Redwood and State Park ranging from the sea level to 950 meters in altitude and that around Klamath Mountains (contain 11 wilderness areas in Oregon and California) ranging from the sea level up to 1500 meters, both being the native habitat for *Chamaecyparis lawsoniana* (Lawson cypress), or that around Worthington State Forest in Appalachian National Scenic Trail ranging from the sea level up to 460 m where is the northern part of the native habitat for *Chamaecyparis thyoides* (Atlantic White cedar).

During the last ice Age, the global average temperature may be 10°C lower than that of the present day. Although the stronger exchange of thermal energy between the equator and the arctic area due to the enlarged thermal gradient may moderate slightly the descending of the temperature, the built-up of montane glaciers, on the other hand, may enlarge the thermal gradient between the lowland and the alpine area in Taiwan. It may give the lowland in Taiwan during the last ice age a weather similar to that in the north end of Kyushu in the present day. The result from DNA analysis does not support any exchange or migration of *Chamaecyparis* species between Taiwan and Japan during the last ice age, and it implies the extension of habitat for Taiwan red cypress and Taiwan hinoki cypress toward the lower altitude and their remain

However, phenology of species restricted to the respective conditions, as well as the Ice Age climate paleogeographic distribution, not every species of oppression under the glaciers are retreating to Taiwan, despite the ups and downs of Taiwan elevation scale and a strong influence of the Kuroshio, they can already give from the subtropical climate to a series of biological ice sheets to climate habitat. Despite the altitude within Cilan Mountain Cypress Forest only half the range of the island of Taiwan, less than in sub-alpine climate, oblique Kuroshio Sea With sea breeze and the valley breeze pushing the clouds settling, making this place a year 250 is covered with clouds and sky, the shape of the majority of the cloud forest. From subtropical broad-leaved lowland forest to warm temperate and cold temperate mixed forest coniferous forest, where the forest biodiversity is the basis of the entire breed of biodiversity. Log on ecological standards in the world natural heritage point of view,

"habitat Mt cypress lumber," if not the world's most outstanding terrestrial, freshwater ecosystems, it can show the evolution and development of long-term climate change in the results of animal and plant communities, and is also important in the Far East the extant ecological and biological role of representatives.

History does not long to Taiwan, fossil abundance and diversity is not high, but it is the role of the contemporary global terrain is one of the most intense areas. New tectonic movement quickly lift the terrane, plate movement caused by back-arc trough Ryukyu Trench (Okinawa Trough) fall Lan Yang plain development, dominated by the powerful earthquake damage on the rock, combined with the strong typhoon path terrain on the western Pacific erosion, the "habitat Mt cypress lumber" and around the shape become an excellent landslide topography and hydrology classroom.

Yuanyanghu within Cilan Mountain Cypress Forest range, that is created by the collapse of the mountain lake, and "habitat Mt cypress lumber" security perimeter leave Mau North Shore, the show on the gravel fill Lan Yang River and valley slope complex type landslide interaction. Powerful energy scale terrain role in this interaction with the forest is the future inspired by the collapse of the mountain ecology outstanding environment.

"Cilan Mountain Cypress Forest," the sacred trees, endemic species, alpine lakes as a natural monument, not only to the history of deep, ecological, scientific significance, alpine lakes and surrounded by swarms of giant trees Yuanyang Lake Nature Reserve in the clouds and the Four Seasons transform constitute natural beauty, as early as in the legend of prehistoric Atayal, gained the sacred place, and today is one of the "habitat Mt cypress lumber," who moved to visit important views, though no Shei-pa mountain landscape on the scale shock, small and primitive natural landscape, rich, changing it is a rare beauty. "Cilan Mountain Cypress Forest," the last one, is not the most important outstanding universal value, is that it is consistent with "the aesthetic login standard."

3.1.c. integrity

Taiwan's mountainous terrain remains of glaciers, and global climate change research, have pointed out that the natural history of Taiwan Ice shocks evolution. Glaciers and mountain building, is to facilitate policy Yelin Nan moved north to reach the main cause of the subtropical island. Mesozoic gymnosperms from the Triassic (about 200 million years ago), but the arrival of Taiwan cypress wood species and time is something the late Tertiary. Upon arrival, Taiwan and Taiwan red cypress cypress and

Japanese cypress species isolated evolution, the big early in the Quaternary Ice Age on several times.

In other words, Taiwan cypress species in the natural history of recent times, is the independent evolution of the island of Taiwan, recent glaciers millions of years of shocks, at an altitude of vertical height, the passage of Taiwan in the Taiwan mountain juniper species migration, adaptation. This is a fact not only shows the independence of Taiwan cypress lumber, complete natural evolutionary process, also pointed out that its long-term adaptation to other animals and plants and their symbiotic whole landscape ecology, historical track were performed, and cypress lumber itself as a refuge for other species of the Ice Age ecological functions.

Giant orchid habitat conditions in Berlin flat, but also Taiwan fir, yew, fir and other rare conifers torreyanic associated, and the Formosan black bear, Taiwan serow, muntjac and other animal activities in Taiwan. Here is an important habitat for rare wildlife in northern Taiwan. Blue fog forest plant species habitat within the 200 meter and 106 genera 314 kinds of families, of which there are 103 kinds of Taiwan's endemic species, of which there are many endangered species in Taiwan, such as Taiwan, Lycopodium, fern grotto, five of the Senate, Samsung Dendrobium, East Black Mitsubishi, Taiwan fir, Taiwan cypress, incense cedar, yew, torreyanic.

Mt forest habitat area of about 45,000 hectares, natural cypress lumber total volume of about 4 million cubic meters, divided into North and South, two blocks south of the block is today mainly cypress forest forest habitat Mt Distribution. Natural cypress lumber distribution area two blocks total about 1.5 million hectares, more inaccessible save the original look. Cilan Mountain Cypress Forest included within the scope of Yuanyang Lake Nature Reserve, an area of 3.47 square kilometers, is an original, intact forests and alpine lake ecosystem. In addition, within the "habitat Mt cypress lumber," there is still much to be designated range, save the cypress lumber area.

3.1.d. authenticity

In addition to natural reserves, within the "habitat Mt cypress lumber" range many woodland experienced deforestation or selective cutting, not the original forest. Conservation management because of hunter-gatherers is not long enough, the effect of poor management, was severely disrupted in the cypress lumber Fauna has not been restored to its original forest level. Work in this area should continue to promote.

3.1.e. protection and management needs

Currently "Cilan Mountain Cypress Forest 'range has been marked with" blue wildlife habitat critical habitat "and" Yuanyang Lake Nature Reserve "strict conservation of animals and plants in the region, and has forests and lakes ecological observatories, as well as providing research facilities, some of the region outside the buffer zone to promote eco-tourism, the district neighboring areas also have the Forest Service is to promote community forestry development. Future recommendations on existing upcoming reorganization of the unit into the Forest Service's "Guojun 退除役官兵 Veterans Assistance Commission forest conservation career management office" base, building a modern world heritage management agencies, combined with the central and local agencies, and academic institutions promoting community participation management plan, on the one hand to strengthen the conservation work, on the other hand the development of sustainable industries.

3.2 Comparative Analysis

3.2.1 World Heritage login standard comparative analysis of the tenth item

Currently the world's only seven survived juniper species, if the Mexican species regarded as subspecies, only six kinds, were distributed in North America, East and West coasts, Japan, Taiwan, and mainland China and the entire Asia-Europe land mass, has not been found in juniper distribution. Learn from the growth environment, now the world's major ethnic cypress, are located in the east and west coasts of the Pacific wetting mountain. Here in North America, East Asia type *Chamaecyparis* coniferous forest system, only Taiwan cypress lumber located in subtropical regions.

Ice forced mass migrations north gymnosperms, cypress increased from the north, through the bridge gradually southward. During the Tertiary, Japan and China, Huazhong connected connected to Taiwan and southern China, due to the fall of the East China Sea continental blocks, resulting in Japan and Taiwan and the mainland plots separated to form the current distribution. In the current seven kinds of cypress wood in North America there are three kinds, there are two kinds of Japan, there are two kinds of Taiwan. Taiwan's two kinds are:

Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis* Mats.), Fame Taiwan Red Cypress. Tree height up to 38 meters, diameter up to 1.7 meters, located in Taiwan an altitude of 900 to 2700 meters of mountainside or valley areas, the lower Taiwan cypress

habitat, and hemlock, pine, yew, Taiwan fir Mixed, mixed broadleaf or also into massive Chunlin, scented wood.

Taiwan cypress (*Chamaecyparis taiwanensis* Mas. Et Suzuki), fame Taiwan Cypress. Tree height up to 35 meters, diameter of up to 1 meter, located in Taiwan from 1300 to 2900 meters altitude mountain, often with higher hemlock forest Mixed, often at lower and Taiwan red cypress forest Mixed, some Chunlin person. In general, Taiwan cypress distributed in the same area, the more Taiwan red cypress were high of about 200 to 500 meters. Tree spicy flavor. Another Taiwanese white cypress, fir common name for Taiwan, regardless of the cypress.

"Cilan Mountain Cypress Forest," this condition to meet the World Heritage criteria tenth login, login standard biological diversity, which includes a unique conservation, endangered species required for the most important natural habitat.

3.2.2 Comparative analysis of the World Heritage Log ninth standard items

Taiwan's mountainous terrain remains of glaciers, and global climate change research, have pointed out that the natural history of Taiwan Ice shocks evolution. Glaciers and mountain building, is to facilitate policy Yelin Nan moved north to reach the main cause of the subtropical island. Mesozoic gymnosperms from the Triassic (about 200 million years ago), but the arrival of Taiwan cypress wood species and time is something the late Tertiary. Upon arrival, Taiwan and Taiwan red cypress cypress and Japanese cypress species isolated evolution, the big early in the Quaternary Ice Age on several times.

In other words, Taiwan cypress species in the natural history of recent times, is the independent evolution of the island of Taiwan, recent glaciers millions of years of shocks, at an altitude of vertical height, the passage of Taiwan in the Taiwan mountain juniper species migration, adaptation. This is a fact not only shows the independence of Taiwan cypress lumber, complete natural evolutionary process, also pointed out that its long-term adaptation to other animals and plants and their symbiotic whole landscape ecology, historical track were performed, and cypress lumber itself as a refuge for other species of the Ice Age ecological functions.

Giant orchid habitat conditions in Berlin flat, but also Taiwan fir, yew, fir and other rare conifers torreyanic associated, and the Formosan black bear, Taiwan serow, muntjac and other animal activities in Taiwan. Here is an important habitat for rare

wildlife in northern Taiwan. Blue fog forest plant species habitat within the 200 meter and 106 genera 314 kinds of families, of which there are 103 kinds of Taiwan's endemic species, of which there are many endangered species in Taiwan, such as Taiwan, Lycopodium, fern grotto, five of the Senate, Samsung Dendrobium, East Black Mitsubishi, Taiwan fir, Taiwan cypress, incense cedar, yew, torreyanic.

Cilan Mountain Cypress Forest in this condition, to meet the standards of the World Heritage Log ninth, ecosystem login standard, which represents the current global cypress lumber in subtropical alpine climate change adaptation process, as the cypress lumber species ecological sanctuary key, only habitat.

3.2.3 Comparative analysis of the World Heritage Log eighth standard items

"Cilan Mountain Cypress Forest," and even the history of Taiwan's entirely not long, not much fossil, but on located near the Ryukyu Trench and the Mariana Trench intersection of new tectonic belt, much higher than the elevation of the ups and downs of the Yakushima, Kuroshio bit closer to the Western Pacific region, making it suffered frequent earthquakes, it is the ocean, atmosphere interactions occur relatively strong, create high water and heat conditions, the role of hydrological terrain high energy landscape ecological environment, ecological topography one of the best model or research potential landslide ecology.

Cilan Mountain Cypress Forest in this condition, to meet the standards of the World Heritage Log eighth, topographic and geologic log in standards, it represents an important extant geology, topography role performances paradigm.

3.2.4 World Heritage login standard comparative analysis seventh term

Cilan Mountain Cypress Forest for its unique mountain lake and fog forest landscape, demonstrating superior quality and beauty of natural phenomena, to meet the standards of the World Heritage Log seventh, aesthetics login standard, which includes outstanding natural beauty.

3.3. The outstanding universal value Cilan Mountain Cypress Forest of

Outstanding universal value "habitat Mt cypress lumber" is reflected in the first place it is to preserve the unique, the most important habitat for endangered species on the ground, including the Taiwan red cypress, cypress high Taiwan, and Taiwan Endemic

Species biodiversity. Montane forest ecosystem composed of these unique creatures in the global climate change, the new tectonic movement, great academic value, but also many subtropical and temperate biological changes in the environment is an important sanctuary. On Cilan Mountain Cypress Forest and is located near the Ryukyu Trench and the Mariana Trench, the new tectonic movement of the intersection point belt, beyond the ups and downs of the higher elevation of Yakushima, closer to the Western Pacific, the Kuroshio location, making it suffered an earthquake frequently, it is the ocean, atmosphere interactions occur relatively strong, create high water and heat conditions, the role of hydrological terrain high energy landscape ecological environment is one of the best potential ecological study topographical model or landslide ecology. Its unique alpine lake and fog forest landscape, demonstrating superior quality and beauty of natural phenomena.

4. Conservation status and factors affecting heritage sites

4.a. conservation status

4.a.1 Conservation in Cilan Mountain Cypress Forest

Currently Cilan Mountain Cypress Forest is divided into two sections: Cilan Wildlife Refuge and Yuanyang Lake Nature Reserve. Facilities for supporting environmental monitoring and studies are established. For reducing the environmental impact, the daily capacity of the number of visitors is set up by the administration, meanwhile the tourism around the protected area is encouraged.

4.a.2. In cooperation with communities

Within Cilan Mountain Cypress Forest, there is no settlement. However, aboriginal people around this area has a long tradition in taking natural resources from the cypress forest. Forest Bureau has been involving in developing the community forestry around this area. However, there is still no agreement between the government and aboriginal communities in join-management.

4.b. factors affecting heritage

4.b.1. the Pressure of Development

Currently the tourism demands by citizens attempting the protected area and the Ilan County Government's requirement on developing tourist industry, as well as the requirement of neighboring aboriginal in using natural resource, brings Cilan Mountain Cypress Forest a significant pressure.

4.b.2. the Environmental Pressure

Cilan Mountain Cypress Forest is an important area for ecosystem service and water supply in northern Taiwan. The stability of Cilan Mountain Cypress Forest has a significant influence in delivering water and sediment downward the streams.

Because of land use development and deforestation in the past, the cypress forest loses its fully ability in responding the environmental fluctuation and climate change, especially during the extreme events. Future climate change caused by

extreme weather events, will require better catchment management, in order to relieve the pressure on the downstream environment.

4.b.3. Natural Disasters and Risk Management

Within the Cilan Mountain Cypress Forest and the surrounding area, there are many landslides. They often takes place at upstream areas of drainage basins, where the rainfall intensity is enforced by the orographic condition. It brings tremendous sediment yield into Shimen Reservoir, and reduces the function of the reservoir. Along Lanyang River, the attacking of floods on foot-slopes creates landsides. Both floods and sediment run along the river, and puts hydraulic facilities and land use under threats.

In 1950s, there were frequent typhoons and destroyed many farmland along Lanyang River. That series of events had forced people to move upto hillslopes to make a living, and consequently it brought even more serious hazards to residents and land use around, until some conservation measurement were installed on hillslopes. In the beginning of 21st century, frequent attacks of typhoons takes place again. A well-protected mountain forest is the best defence to natural hazards and the damage from them.

4.b.4. the economy of conservation

Currently, in Cilan Mountain Cypress Forest and around, eco-tourism has been developed. But, the business was built on the contract between the government and the private company, whose benefit would be delivered mainly into the urban-industrial area, rather than the communities in the countryside of Ilan County.

Case such like Qalang Smagus is rare, and it has been built upon the intimate cooperation btween the leading group of the qalang and the private foundation or individual from the lowland. All benefit from the development of eco-tourism goes to the community and is redistributed equally into individuals.

It is suggested that an investeemnt on the development of communit forestry, with the capacity building on the management of B & B, could bring the economic benefit to the local communities, meanwhile release the pressure of tourist industry on Cilan Mountain Cypress Forest.

5. Heritage conservation and management

5.a. ownership

The area is undercontrolled by the government. However, there are several Atayal settlements around Cilan Mountain Cypress Forest, and there is an on-going argument on the ownership of the land between the government and Atayals. A certain kind of joint-management has been suggested, but has not yet built. There is a conflict between the Indigenous Peoples Basic Law (established at Feb 2005) and Wildlife Conservation Act (established at Jun 1989).

Design 5.b. works on the protected areas

The whole area has been delineated as a protected area. Several sites are declared as the core area and are opened mainly to research groups. Projects being granted by both central and local government are practiced annually for either environmental education or training workshop on conservation of Cilan Mountain Cypress Forest. This is a part of work in building capacity of local communities in running eco-tourism, and in offering a chance for citizens to have the ability to participate the conservation of Cilan Mountain Cypress Forest.

5.c. practice tool for conservation

Regulations and institutes have already been built for administrating Cilan Mountain Cypress Forest. The Committee of Cilan Mountain Cypress Forest for Promoting World Heritage is established as the mechanism to develop the conservation programme of Cilan Mountain Cypress Forest. Management plans and the state of art of the cypress forest are reviewed annually by the committee.

5.d. heritage management plan and related planning and programs

(waitinmg for recognized)

5.e. financial sources and scale

The investment of building Cilan Mountain Cypress Forest as a World Heritage and that of its management are mainly from Forestry Bureau. The research funding is mainly from Department of Science and Technology, while the development of local

communities is supported by the joint work of Forestry Bureau, Department of Cultural Affairs and Council of Indigenous Peoples, and/or through the help of Ilan County. Few private funds are available at demand for aboriginal communities.

5.f. conservation and management techniques and training sources

Workshops are regularly opened for training and educating the conservation of Cilan Mountain Cypress Forest by both central or local government with the help from either academic societies or NGO.

5.g. tourism and recreation facilities and infrastructure

A park of sacred giant trees is established for daily visitors. A second such area, called Cypress School, is also built with self-guided education system. Yuangyang Lake Nature Reserve is partially opened to the public under the capacity control on the number of daily visitors. The accessibility is promising by public transportation, and facilities for accommodation are well-established, including villas, hotels and B&B.

There are Lanyang Museum and Yuanshan Education Center in Ilan that offers visitors places for environmental education on the natural history of the cypress forest and the history and culture of the Atayal.

5.h. showcase and promote the heritage and related policies and programs

Forest Service and the cultural department, as well as local authorities, a number of plans to promote the heritage of environmental education, eco-tourism, community work force training.

6. Monitoring

6.a. measuring key indicators of conservation status

Although there are a number of studies have been eligible for ongoing conservation measure and monitoring key indicators, such as the daily record of number of visitors, no research on the assessment of sustainability of conservation management.

Although the environmental monitoring platform was established in Yuanyang Lake Nature Reserve by Academia Sinica and a reseach complex is built nearby, more stable and better systems is still needed. Indicators for the forest ecosystem should include three aspects: ecological, socio-economic and environmental impact. In terms of the forest ecology, the key species (such as black bear, muntjac, serow, the growth of cypress) must be monitored and the method should be reviewed.

6.b. monitoring administrative consensus for heritage

Currently, monitoring and the results show a public information platform, to be build. Recommends Ilan University and Heritage in the future governance of agencies as a base, through the central, local and community consultation consensus in order to draw up an implementation regulations, and by the way participatory governance institutions, the nearest monitoring the implementation of the outcome.

6.c. previously reported results of operations (chosen by the Committee)

7. References

7.a. photo and video investigation findings and audiovisual image inventory and authorization form



Figure 11. A primary Taiwan hinoki cypress forest on the upper hillslope and a planted forest on the lower hillslope in Cilan Mountain Cypress Forest.



Figure 12. Natural seedling of the cypress forest after deforestation.



Figure 13. The sacred garden in Cilan Mountain Cypress Forest with some giant Taiwan red cypresses (*Chamaecyparis formosensis*) that are reserved for natural seedling after deforestation. It is now an important field site for environmental education.



Figure 14. A view of primary Taiwan hinoki cypress forest in Yuanyang Lake Nature Reserve.



Figure 15. A landslide complex next to Cilan Mountain Cypress Forest on the main stream of Langyang River.



Figure 16. A mixture primary forest in Yauanyang Lake Nature Reserve.



Figure 17. Taiwan red Cypress (*Chamaecyparis formosensis*) in Lalashan Forest Reserve, which locates at the north of Cilan Mountain Cypress Forest.



Figure 18. A 1500-year-old Taiwan red Cypress (*Chamaecyparis formosensis*) with a diameter of 3.7 meter is protected nearby a hostel that serves tourists in Cilan Mountain Cypress Forest.



Figur 19. A view of Cilan Mountain Cypress Forest from Qalang Varloon where used to be a stop and control center the railway for forestry. The straight motoway down the hillslope was the route for the railway before.



Figure 20. A view of Qalang Smangus locating at 1500 above the sea level nearby Cilan Mountain Cypress Forest.



Figure 21. A view of disturbed forest during the dry season (winter) in the valley nearby Qalang Smangus.



Figure22. Modern vegetable cultivation on river terraces nearby Qalang Manauyan along the main stream of Lanyang River.

7.b. and evaluation of conservation work related files, heritage management plan or related plans replica



Figure 23. The field workshop for training on the survey of Cilan Mountain Cypress Forest in 12 Sep. 2013.

7.c. Heritage recent survey data and record date

(Resolution by the competent authority in the future to provide information platform built)

7.e. References (Each of the foregoing references in this report)

Adu-Bredu, S., Yokota, T. and Hagihara, A. 1996. Carbon balance of the aerial parts of a young hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) stand, *Tree physiology* 16: 239-245

Chang, S. C., Lai, I. L. and Wu, J. T. 2002. Estimation of fog deposition on epiphytic bryophytes in a subtropical montane forest ecosystem in northeastern Taiwan. *Atmospheric Res.* 64: 159-167.

Chien, S.C. Chang, J.Y., Kuo, C. C., Hsieh, C. C., Yange, N.S. and Kuo, Y.H. 2007. Cytotoxic and novel skeleton compounds from the heartwood of *Chamaecyparis*

obtusa var. formosana, Tetrahedron Letters 48: 1567–1569

Chiu, C., Lo-Cho, C. and Chung, H. 1993. The Cypress Stand Structure of Natural regeneration Sites in Chi-lan-shan area, Bulletin of Taiwan Research Institute New Series. 8(4):389-402

Chou, C.-H., T.-Y. Chen, C.-C. Liao and C.-I. Peng. 2000. Long-term ecological research in the Yuanyang Lake forest ecosystem I. Vegetation composition and analysis. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 61-72.

Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. Earth-Sci. Rev. 55: 73–106

Fuzzi, S., Facchini, M.C., Decesari E.M. and Mircea, M. 2002. Soluble organic compounds in fog and cloud droplets: what have we learned over the past few years? Atmos. Res. 64:89–98.

Gilman, E. F. and Watson, D. G. 1993. *Chamaecyparis obtusa* ‘Crippsii’: ‘Cripps Golden’ Hinoki Falsecypress, Environmental Horticulture, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 316:

Hagihara, A. and Hozumi, K. 1983. Studies on the primary production in a *Chamaecyparis obtusa* plantation. Journal of Japan Forest Science Society 65:357-365

Hwang, Y.-H., C.-W. Fang and M.-H. Yin. 1996. Primary production and chemical composition of emergent aquatic macrophytes, *Schoenoplectus mucronatus* ssp. *Robustus* and *Sparganium fallax*, in Lake Yuan-yang, Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin. 37: 265-273.

Ide, J., Nagafuchi, O., Kume, A., Otsuki K. and Ogawa, S. 2003. Runoff Nutrients from an Afforested Watershed of *Chamaecyparis Obtusa* during Rain Events, Diffuse Pollution Conference, Dublin, 5B Forestry 5-30

Jarvis, P.J. and Leverenz. 1983. Productivity of temperate, deciduous and evergreen forests. In Physiological Plant Ecology IV. Eds. O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler. Springer- verlag, Berlin, pp 232-280

- Jen, I.-A. 1995. Expectation and historical review of cypress (*Chamaecyparis* spp.) timber production in Taiwan. *Bull. Taiwan For. Res. Inst. (New Series)* 10: 227-234.
- Kitzmilller, J. H. 1990. Managing genetic diversity in a tree improvement programme. *For.Ecol.Manage.* 35:131-149
- Kohara, J. 1958. Study on the old timber, Research Report of the faculty of engineering, Chiba University 9 (15) 1-55
- Kuo, Y. H., C.H. Chen, S. L. Huang, 1998. A Novel Bicyclo[2.2.2]Octane Skeleton Diterpene, Obtunone, from the Heartwood of *Chamaecyparis Obtusa* var. *Formosana*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin, Tokyo.* 46 (1): 181-183.
- Lai, I. L., S. C. Chang, P. H. Lin, C. H. Chou and J. T. Wu, 2006. Climatic Characteristics of the Subtropical Mountainous Cloud Forest at the Yuanyang Lake Long-Term Ecological Research Site, Taiwan. *Taiwania*, 51(4): 317-329.
- Lai, L., Schroeder, W. H., Wu, J.T., Kuo-huang, L. L., Mohl, C. and Chou C.H. 2007. Can fog contribute to the nutrition of *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*? Uptake of a fog solute tracer into foliage and transport to roots, *Tree Physiology* 27: 1001–1009
- Lee, G.S., Hong, E. J., Gwak, K. S., Park, M. J., Choi, K. C., Choi, I. G., Jang, J. W. and Jeung, E. B. 2010. The essential oils of *Chamaecyparis obtusa* promote hair growth through the induction of vascular endothelial growth factor gene, *Fitoterapia* 81: 17–24
- Li, J., Zhang, D. and Donoghue, M.H. 2003. Phylogeny and biogeography of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from DNA sequences of nuclear ribosomal ITS region, *Rhodora* 105(No.922): 106-117
- Liao, C. C., Chou, C. H. and Wu, J. T. 2003. Population Structure and Substrates of Taiwan Yellow False Cypress (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*) in Yuanyang Lake Nature Reserve and Nearby Szumakuszu, Taiwan, *Taiwania* 48(1): 6-21.
- Liao, P.C., Lin, T.P. and Hwang, S.Y. 2010. Reexamination of the pattern of geographical disjunction of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) in North America and East Asia, *Botanical Studies* 51: 511-520.

- Lin, C.S., Lin, Y.H. and Wu, J.T. 2012. Biodiversity of the epiphyllous algae in a *Chamaecyparis* forest of northern Taiwan, *Botanical Studies* 53: 489-499.
- Liu, Y.S., Mohr, B. A. R. and Basinger, J.F. 2009. Historical biogeography of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae, Coniferales) based on its fossil record, *Palaeobio Palaeoenv* 89:203–209
- McIver, E.E., 1994. An early *Chamaecyparis* (Cupressaceae) from the Late Cretaceous of Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Can. J. Bot.* 72: 1787-1796.
- Mochizuki, T., Endo, Y., Matsunaga, S., Chang, J., Ge, Y., Huang, C. and Tani, A. 2011. Factors affecting monoterpene emission from *Chamaecyparis obtusa*, *Geochemical Journal*, 45: 15- 22
- Pan, J. Y., Chen, S. L., Yang, M. H., Wu, J., Sinkkonen, J. and Zou, K. 2009. An update on lignans: natural products and synthesis. *Nat. Prod. Rep.* 26, 1251–1292.
- Qian, H. 2002. A comparison of the taxonomic richness of temperate plants in East Asia and North America, *American Journal of Botany* 89(11): 1818–1825.
- Rahman, A. F. M. A. and Hiura, H. 2004. Sediment movement on steep slope of a monoculture *Chamaecyparis obtusa* (hinoki) plantation, ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004
- Rees, R., Chang, S.C., wang, C.P. and Matzner, E. 2006. Release nutrients and dissolved organic carbon during decomposition of *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* leaves in a mountain forest in Taiwan, *Journal of plant nutrition and soil science*. 169:792-798
- Tang, D.Q. and Ide, Y. 1998. Detection of Genetic variation among seed and seedling of *Chamaecyparis obtusa* using Allozyme markers, *Journal of Forest Research* 3:35-38
- Wang, W.P., C.Y. Hwang, T.P. Lin, and S.Y. Hwang. 2003. Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Syst. Evol.* 241: 13-28.

- Yamakawa, C., A. Momohara, T. Nunotani, M. Matsumoto, and Y. Watano, 2008. Paleovegetation reconstruction of fossil forests dominated by *Metasequoia* and *Glyptostrobus* from the late Pliocene Kobiwako Group, central Japan. *Paleontol. Res.* 12: 167-180.
- Yamamoto, S.I. 1988. Seedling requirement of *Chamaecyparis Obtusa* and *Sciadopitys verticillata* in different microenvironments in an old-growth *Sciadopitys verticillata* forest, *Bot. Mag. Tokyo* 101:61-71
- Yokoyama, M., Gril, J., Matsuo, M., Yano, H., Sugiyama, J., Clair, B., Kubodera, S., Mistutanl, T., Sakamoto, M. and Ozaki, H. 2009. Mechanical characteristics of aged Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) wood from Japanese historical buildings, Comparative analyses with accelerated aging wood, International conference on wooden cultural heritage, Evaluation of deterioration and management of change, Germany
- Yukawa, N. and Onda, Y. 1995. The influence of understories on infiltration rates in *Chamaecyparis Obtusa* plantation, *J. Jpn. For. Soc.*, 77, 399-407.
- Zobel, D.B. and Hawk, G.M. 1979. The environment of *Chamaecyparis lawsoniana*, *American Midland Naturalist*. 103(2):280-297
- UNESCO, 2005. Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. Paris: World Heritage Centre.
- Electronic reference
<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/earle/cu/ch/obtusa.htm> 11/04/2013
<http://apps.kew.org/herbcat/details/> 11/04/2013
<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/616443/> 11/04/2013
<http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/plant-finder/plant-details/kc/e446/chamaecyparis-obtusa-nana-gracilis.aspx> 24/04/ 2013
http://www.conifers.org/cu/Chamaecyparis_formosensis.php 02/05/2013
<http://twh.hach.gov.tw/TaiwanContentE.action?id=9> 03/05/2013

8. Contact information agency responsible

8.a. preparations Leader

8.b. official in the land of institutions, organizations

8.c. unofficial institutions, organizations

8.d. Official Website

(More relevant build complete, and then make the directory)

9. National Signature

Farjon, A., 2005. Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Royal Botanic Gardens, Kew.

Kotyk, M.E.A., J. F. Basinger, E. E. McIlver, 2003. Early Tertiary *Chamaecyparis* Spach from Axel Heiberg Island, Canadian High Arctic. Canadian Journal of Botany, 81: 113–130.

附錄二參加第四屆(2014)世界保護區大會及地理實察出國報告

參加第四屆(2014)世界保護區大會及地理實察出國報告

雷鴻飛²

Hung-Fai Lei

前言

這一份報告分為四小節。第一節針對第四屆(2014)世界保護區大會內容，特別是保護區在氣候變遷調適上的作為，扼要說明。第二節根據地理實察和網路資訊，介紹雪梨植物園和相關環境保育工作。第三節根據網路資訊和專業論文，介紹大藍山世界遺產各個組成部分。第四節綜合以上和藍山國家公園的地理實察，討論遺產地的治理，保育經濟的作法，作為臺灣發展棲蘭山檜木林遺產的參考。

²中國文化大學地理系

壹、保護區在氣候變遷調適上的作為

IUCN 十年一次的世界公園大會(World Park Congress)，2014 年 11 月於雪梨召開，這一次的主題是「公園、群眾、行星地球 - 振奮人心的解決方案」，英文 Parks, People, Planet – inspiring solutions。與會人士總約 5000 人，分別來自 168 國家，包括 30 個國際環境部門以及 5 位國家元首，商討未來 10 年保護區的保育工作。

大會旨在發表、討論、創造方法，推動保育和發展，協助釐清保育以及可持續發展議題中的盲點(gap)。澳洲環境部長 Greg Hunt 認為，澳洲原住民土地經營者和巡守者(ranger)，在這項工作上扮有重要角色。他們透過公園和原住民保護區的經營，一方面增強整個國家的文化和社會發展，另一方面為自己的社區帶來有意義的工作和產業發展機會。

這些年澳洲透過「原住民協同經營協議」(Aboriginal Joint Management Agreement)，經營其境內將近 1/4 的保留區或國家公園，是基於以下三個事實。首先，原住民多分佈於當今環境敏感地區；這是幾世紀的文明競爭，以及主動或被動的原住民遷徙結果。那些沒有深入環境敏感地區者，多已現代化，並且整合到現代日常生活世界中，使得「原住民」一詞對他們而言，多半剩下符號裝飾的意義，或者政治經濟權力實踐的工具意義，不具有實質傳統文化內涵。轉型正義落到具體政策上，經常出現轉型不正義。

那些繼續生活於環境敏感地區的原住民，則持續面對兩重困難。第一重困難是在環境敏感地區推動現代化，如何處理資源稀缺、災害頻繁下的文化再生產？這問題不但包含了所有人，不論原住民與否，都會面臨的環境敏感地區風險問題，也包含了原住民文化進入現代化的特殊調適問題，而後者多少與漢人面對現代化的遭遇類似，只是規模大不相同。原住民的族群規模較小，以及他們文化再生產的弱勢處境，加劇這一方面的困難。

第二重困難是如何協調 1)環境敏感地區，以及 2)不論是透過大自然作用，或者是透過政治經濟操作，受到環境敏感地區衝擊的其他地區，這兩者之間的衝突，以及釐清保育經濟和可持續發展議題裡的盲點(gaps)。在人口密集地區和環境敏感地區，氣候變遷的衝擊都會被放大；前者間接與環境敏感地區的治理有關，而後者則是直接衝擊環境敏感地區。政府在治理環境敏感地區以回應氣候變遷時，就不得不涉及這一部分與原住民社區相關的議題。

上述兩重困難，都不是原住民社區自身可以解決，更不用說其內部面對上

述兩群人之間的意識形態鬥爭，以及立場交換之下可能出現的複雜意識構成，在當代開放社會中，不可能不涉及的外部影響。後者的發生，還基於混血的事實；全球除了極少例外，臺灣則是沒有例外，原住民的混血以及文化的混種，十分普遍。找尋發展文化之路，必須有外部大力的支撐；這不是指資金補助的支撐，而是文化與自然知能的支撐。單單資金補助，往往摧毀，而非強化原住民社會文化的再生產。

發展「原住民協同經營協議」的第二個理由是，生活於環境敏感地區的原住民，許多仍然保有一些人與大自然的親密關係，以及特殊的物質利用知能。它們是豐富當代文明，甚至於是啟蒙當代回應氣候變遷的知能寶庫。在臺灣，這一方面是包含了山林原野生物資源的使用知能，並且過去幾年陸續在原住民委員會、文化部、林務局的支持、協助下，逐步復興起來。在南島語族那裡，外掛浮把獨木舟(Outrigger canoe)進入現代遊艇的設計中，則是一項突出的範例。是基於這樣的事實，民族學的、環境史學的、博物學的以及當代各種專業知能的投入和培力，是存續、發展此一特殊文明所必須的。這些文化和它們依存的地景生態，經歷長期演化而存活下來，是當代面對氣候變遷時的重要參考。

最後，進入現代化，脫離原住民傳統領域，背離原住民傳統生活的原住民，和一般現代公民一樣，在當前流行的政治經濟操作下，面對異化的壓力，往往虛作符號。當山地生活者失去對動植物生息的敏感度，無法直觀察覺天地變化的細節，那不但是傳統知能的喪失，更是對於當代原住民文化保護運動的反諷。我們當然要根據當代地景生態知能，改變一些採獵習俗，以及人與萬物的關係，但是它並不意味著我們要放棄採獵者在山林原野中的整體知能培養。如何轉型、保存此一知能，是極為重要的資本與技術密集事業。否則，保育和可持續發展的議題裡「與大自然共存」的意識，就缺乏具體的文化傳統內涵。

西方文化長期缺乏此一意識，迫使他們尋找原住民文化作為引燈，和之前或者最近，西方注意到東方哲學在建置人與大自然關係上的物質與非物質遺產一樣；這也是「原住民協同經營協議」的第三個理由。臺灣的優勢不但是有原住民傳統知能的引燈，更有東方哲學和文化傳承下，對於園冶的獨特想法和工法，例如在華陶窯從宋代營造法式中提取的砌石方法，例如松鶴部落的五葉松園藝和盆栽的發展。這一半，是澳洲無法想望的，而風水和東方造園已經被歐美廣泛介紹超過 20 年，遲早將質變成具有當代生態和生產意義的造園文化。

另外一提，「原住民協同經營」不是給原住民自己經營；那在後者論述中，是缺乏基礎的，即便是在營造原住民社區植物園，都是不足的，不用說當今原住民傳統物種中和漢民族的一樣，有許多外來種。我們曾經因為綠美化社區，

卻以外來種造成生態衝擊，又花錢清除外來種；不顧地景生態專業，不論是拿哪一種文化倡議來談，都是不智。更何況，幾乎在所有環境敏感地帶，一旦抽離現代資本投入和補助，不論社區或土地利用為原住民與否，都將立刻衰敗。這一個簡單的事實，指出跨區域、跨出知能範疇的整體規劃和治理，在資本上、權力實踐上，都是必要的。在現代中，沒有「原住民自己經營」這種可能，就像沒有「村子自己經營」一樣。澳洲實行的「原住民協同經營」，是將現代物質、能源、資訊、資本，乃至於人力資本，投入發展山林原野的新生活，以確保人與大自然共存以及原住民文化保育。在藍山國家公園的高原濕地案例上，我們看到園區內的保育專業實踐和訓練，促成當地居民推動改造區外聚落旁的濕地復育，就是此種長期投入造成的良好結果，也增加生態下游水資源供應的穩定性。在推動保育，維護原住民文化發展時，必須重視、厚植自然和文化資源的工作。單單資金投入補助，無法成就社區本身文化再生產。



圖一、世界公園大會正式開幕前，從太平洋遠方各群島航行進入雪梨港的外掛浮把獨木舟船隊(Outrigger canoes flotilla)，展示原住民知能和生活方式在面對全球氣候變遷時的意義，以及結合眾力來拯救地球的重要性。

這一次的世界公園大會，「原住民協同經營」是第一個重要的議題。它不單是擁有 865 座國家公園或保留區，每年吸引 3800 萬人次遊客，並且繼續建立新國家公園(2014 年成立 Everlasting Swamp 國家公園)的澳洲所首選的議題，也是從 Cook Islands 跟著外掛浮把獨木舟船隊(Outrigger canoes flotilla)的 Gauatoto 號(圖一)來到雪梨與會的 Melissa Sinclair，在其開幕前記述所寫的那樣，

As I write this at Darling Harbour, the sound of Cook Island drums and Pacific voices are echoing all over Sydney Harbour. The young people dancing and singing are welcoming for the first time in Australian history a flotilla of Pacific Islander Vaka Moana and Takia that arrived here this morning.

This flotilla brings a message of hope that we can all work together to address climate change.

The Mua Voyage has boats from Fiji, New Zealand, Cook Islands and Samoa and sail with Pacific Island sailors (including crew members from Tonga) navigating their traditional Vaka Moana guided by the stars and working with nature.

Early this morning, the Vaka Moana were escorted into Sydney Harbour by an array of boats, the official escort from the National Maritime Museum, Sydney Harbour Police, a yacht with proud Pacific Islanders including myself, Sydney Outrigger Canoe Clue, East Sydney Outrigger Canoe Club and Pacific Dragons Outriggers.

The welcoming crowd at the National Maritime Museum met the Pacific crews with a formal delegation from the IUCN, the Australian Maritime museum, dignitaries and Gadigal elders who welcomed the crews with a smoking ceremony. A huge crowd of Islanders from all over the Pacific embraced the crew of the Vaka with Maori haka, Samoan Siva, Tongan Tau'olunga, Fijian Meke and Cook Island Marumaru atua.

To see the ancient shape of the sails, flanked by Sydney's outrigger canoe clubs, sailing up Sydney Harbour made my family so proud and also relieved to know that once again Pacific Islanders were re-learning the navigation tradition of old and championing their message of working together with each other and nature.

After five years of working away from my family in Cape York on conservation strategies with Indigenous traditional owners, to share this moment with my family and Indigenous colleagues from Cape York and CSIRO has made it even more special. It feels like a meeting of worlds and cultures - traditional and modern - all with a shared value, of caring for our environment together.

It took them 60 days sailing Gauatoto across more than 5000 km in South Pacific. They were navigated by stars, with the application of their traditional skills in using winds and currents. The flotilla brings "a message of hope that we can all work together to address climate change." (Melissa Sinclair, 2014)

這是一個傳統與現代的相遇，各地文化的相遇，只為建構、實踐地球表面作為人類永續居所的願望。島嶼耆老在花費了 60 天，航行超過 5000 公里的旅途中接受訪問時，說道"The message we are bringing to Sydney is that if the whole

world work together, we can save the planet.”(圖二)。



圖二、太平洋島嶼耆老接受訪問時，說道“...if the whole world work together, we can save the planet.”

正如澳洲環境部長 Greg Hunt 在開幕時所說，世界保育聯盟(IUCN)的世界公園大會(World Parks Congress)從全球不同的生活角落將大家聚在一起，就是為了未來的世代，找出看護保護區的更好方法。這些方法也包含了 10 年前大會上，Nelson Rolihlahla Mandela (18 Jul 1918 – 5 Dec 2013，圖三)所提議的，培養年輕保育工作者，以及 Mandela 曾孫在氣候變遷論壇中指出專業和大眾之間充分、無障礙的溝通平臺的必要性。



圖三、10 年前世界公園大會上，Mandela 提議培養年輕保育工作者的重要性。

保育工作不只是地景生態研究、管理建置等工作，它更包含了保育經濟和可持續生活的發展。在引進資本，建立市場和治理機制的同時，要監測、辨明不斷變動的社會和大自然條件對於尺度不同的社區所具有的意義。在過去，政治生態學和生態旅遊的研究和實踐，擴展了治理保護區的知能。流行的資本主義控制對於保護區的負面影響，一再壓迫世界各地保護區的品質，甚至於損及

四周居民生活處境。如何善用保護區作為人類維生系統的基礎，獲得持續和高品質的生態服務，是治理上的重要課題。無法確保保育標的安全、品質，各種開發和生態旅遊終將危及保護區的地景生態基礎。聯合國環境規劃(Environmental Programme)執行長兼秘書 Mr Achim Steiner 指出，「我們犯錯，但是我們學習並改善」。

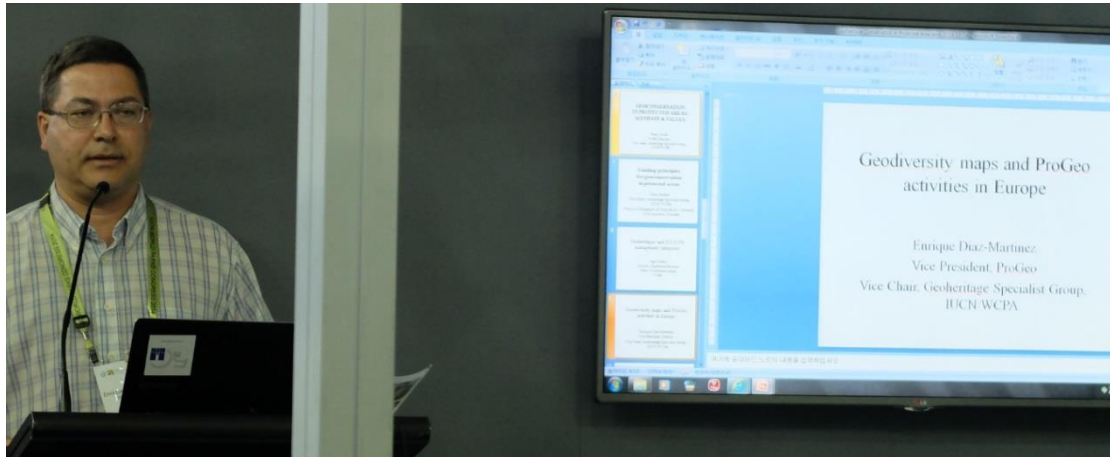
澳洲政府不但持續擴大陸域的保護，更積極擴大濕地與海洋保護範圍，並承諾每年投入超過一億澳幣來看護保護區，藉此提供 5 萬個工作。它所驅動的，不只是中央政府的投入，還有更大的周邊保育經濟發展。擴大保護區，不是花費而已。如果能夠建置政治經濟操作，把私有土地轉型成為保護區，並且為私人部門創發保護區的市場經濟利益，將使得保護區更容易建置、擴大。後者在當前氣候變遷的議題上，特別在極端事件增加的過程中，是必須要做到的事。

保護區及周邊緩衝帶，其資源與價值的發現是第一優先事項。世界保育聯盟(IUCN)的世界保護區委員會(WCPA)於 2008 年成立 Geoheritage Specialist Group，在 2012 年濟州島世界保育聯盟大會下，透過 geodiversity 工作坊，推動 geodiversity 保育。當時工作坊主持就是 Enrique Diaz-Martinez，他是當時 Commission on Geoheritage of the Geological Society of Spain 的主席，以及 European Association for the Conservation of Geological Heritage 的副主席。

Geodiversity 比生物多樣性(biodiversity)晚了 20 年才被提到國際學術社會，其主要原因有二。第一，在保育、增進生物多樣性的同時，IUCN 在推動保護區，以及建置世界遺產傑出普世價值判準的工作裡，早就把生物整體棲地也納入考量，舉凡化石、地史、現生地質作用、地形景觀、整個生態系的生物與非生物現象，都在考量範圍內。地景作為一個方法，landscape approach，更是普遍用於保護區的治理，以及緩衝帶的土地使用操作上。第二，geodiversity 和 geoheritage 從地質學而來，在翻譯與定義上的不確定性遠高於生物多樣性，於是帶來困擾。首先是 Geological diversity 和 Geological Heritage，隨後才是定義的澄清和擴大。基本上，geo 在具體實踐上，和 nature 差不多，雖然它強調非生物的面向。

根據 IUCN 的專家初步協商結論，Geodiversity 是指多樣的岩石、礦物、化石、地形、沉積物、水和土壤，以及其中不斷形塑、改變它們的自然作用。Geoheritage 則是地球 geodiversity 的組件中，那些具有重要的科學、教育、文化或美學價值者。Geoconservation 則是為後代保存 Geodiversity 和 Geoheritage 的行動和方法。因此，geo 在此翻譯為狹隘的地質一詞或廣義的地球一詞，都不對。從 nature 的意思，翻譯為自然多樣性和自然遺產，更是混淆。以地景

(landscape)取代 geo，那也把岩石、化石、礦物的面向給壓縮了，只留下地貌這一個面向。如果走回地學傳統，把 geo 直接等同地理，翻譯為地理多樣性和地理遺產，那與當代知識也不對頭。地質與景觀多樣性，地質與景觀遺產，地質與景觀保育；這樣的一組翻譯，可能是目前對 geodiversity，geoheritage，geoconservation 最佳的翻譯。



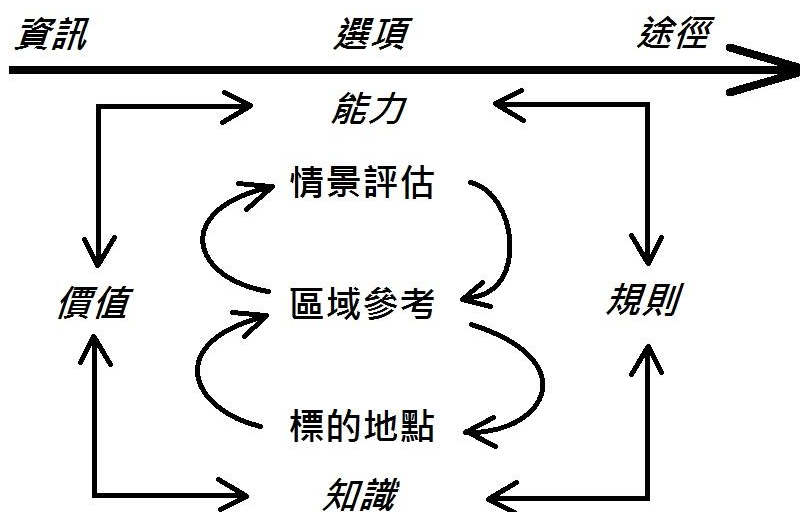
圖四、Enrique Diaz-Martinez 和地景保育專家，在關於 geodiversity 的工作坊中，持續強調保育工作中的評價與教育面向。

這次在雪梨的世界公園大會中，Enrique Diaz-Martinez 和地景保育專家，持續強調 geodiversity 保育的評價與教育工作，介紹這兩年來的成果。實際上在我們推動里山倡議，或者治理保護區四周的緩衝帶，辨識、標舉 geodiversity 和地景生態價值，當然是一項重要工作。然而，不論是針對哪一種自然或者文化遺產，保育工作在實踐上，是一套循環的治理程序，必須不斷透過計畫回顧，落實治理。這一個程序首先，是確認價值與價值標的物為何，接著釐清保護與發展此一價值的機會和作法，第三步是考察限制與不利因素，最後是訂定實踐計畫和實施，並且成為下一次循環必須回顧、檢討的材料。最重要的是，這一個過程必須是社區參與式的，是多方權益關係者溝通協商出來的共識。

里山倡議是全球保育的重要課題；本次會議討論了里山倡議的國際合作夥伴關係(International Partnership for the Satoyama Initiative; IPSI)，確認 164 個組成，建立合作網路，蒐集分析個案研究，而在合作活動上，已確認資源的能動性和知識分享。報告中最值得注意的，是從安地斯山祕魯傳統農作系統 the ayllu system 得來的經驗；其中農作的實踐，是連接大自然、信仰、生活方式的斑塊土地利用(mosaic of land uses)，與當今現代化、大面積單一種植的農業，截然不同。農民在實踐中，刻意保持物種基因的多樣性，而非針對單一屬性進行人擇育種；此一操作減少原住民社區在遭遇環境變遷時，維生系統崩潰的機率。實際上，一個確保生產者與其生產標的物之間親密關係的生產系統，往往

也是該系統不斷保有多樣、創新樣貌的條件。正是這樣的生產系統，在海拔 3300 到 4800 公尺的熱帶高山上保存了驚人的 1400 種馬鈴薯變種，以利原住民社區和四周生態回應氣候變遷。

在評估氣候變遷對於物種的衝擊，Stephen Woodley 指出「Species models are the worst way to assess climate change impacts」，而提議從地景生態尺度下手。他指出，實際的問題在於我們切斷了與大自然的實質連結，又關閉了認識大自然的管道，在保育工作上缺乏充分的資源，而最嚴重的就是缺乏系統化的規劃。Luc Hoffmann Institute 的研究員 Carina Wyborn 博士以〈Building Capacity to Undertake Systematic Protected Area Planning Under Climate Change〉為題，討論 place-based conservation effectiveness；她強調，氣候變遷驅動力之間的複雜交互作用，讓我們沒有精準模式可用以預知生物多樣性衝擊。然而，氣候變遷加深，加諸保護區治理的壓力就會增加。Carina Wyborn 從保育工作實踐中，重新思考科學、知能、治理的關係，提出貫穿、推動新科學、新知能、新治理的社會建構網路(圖五)。



圖五、Carina Wyborn 從保育工作實踐中，重新思考科學、知能、治理的關係，提出貫穿、推動新科學、新知能、新治理的社會建構網路。

在 Carina Wyborn 的架構下，知識和能力(總稱知能)是透過情景評估(scenario assessment)、區域參考(regional reference group)、標的地點(focal countries)三者之間來回反饋、辯證，逐漸建立起來的。情景評估多半透過模式思維以及政治經濟操作判斷得出，它與區域參考形成反饋、辯證，後者多半是以地真資料以及分析成果，與情景評估進行辯證，結論或為改善模式和操作，或為調整資料監測與分析方法。區域參考又與標的地點之間，形成反饋、辯證，在資料與地景之間建立對話平臺。模控的規則，以及實踐的價值(也就是它

對於社會的意義)，也是在這一套交互作用中，被具體實踐。每一次的反饋、辯證，都是從資訊開始，從中確認選項，下達判斷，從而決定回應氣候變遷的途徑。

Carina Wyborn 根據她在 Luc Hoffman Institute 實踐的心得，將培力(building capacity)分為三層。第一層是科學培力，透過情景評估和區域參考之間的反饋、辯證，建立起來。各個區域參考的研究群，透過他們的成果與全球氣候變遷的情景評估的反饋、辯證，把科學能力培養起來；這類似於中央研究院環境變遷中心的工作。第二層的培力，是建立科學與治理的連結。主要是把區域參考的成果，轉換為治理所需的資訊，或者將治理所需，轉換成為對於區域參考的任務要求；這類似於颱風洪水中心的工作。再上一層的培力，則是治理和決策的培力，它是根據層層知能的實踐，最後在專家支援決策系統的輔助下，訓練出以地方網路為基礎的決策者，以及建構屬於在地的調適途徑。

Carina Wyborn 的構想，與氣候變遷調適分組(Stream of Responding to Climate Change)其他與談者的想法一致，都認為並不存在普同的變遷結果和調適途徑，而必須認識在地實況，發展在地的解決途徑。正因為氣候變遷的強烈不確定性，及其顯著的地理差異和與時俱變的條件，加拿大、美國、英國、澳洲的學者所提的調適架構，都是一再循環、反饋的套裝治理程序(Adaptation Framework Cycles)，類似老鷹捉小雞的邊看邊找的控制系統，例如 US National Climate Assessment、UKCIP、NRM Adaptation Framework (CSIRO)、Overarching Conservation Goal(s)。

美國國家公園管理處(U.S. National Parks Service)的 John Gross 雖然針對北美的實況，和澳洲的學者一樣，提議擴大保護區，來回應氣候變遷。但是，他也注意到這是用於地廣人稀國家的策略，不必然是其他地區的適用策略。在墨西哥的國家氣候調適研究上，政府的投入相當於 18 億新臺幣，以人口比例計，相當於臺灣花 3.5 億做這案子，或者以面積計，相當於臺灣花 0.33 億做這案子。該計畫案除了畫出保護的核心帶、緩衝帶、過渡帶等區帶，更重要的是在連絡鄰近核心帶的緩衝帶中，設計了連續的線性(linear corridor)和不連續的斑塊(patch corridor)這兩種不同的生態廊道，而針對連絡相聚很遠的核心帶，既然之間沒有緩衝帶，就設計治理要求不同的核心帶或緩衝帶所構成的地景生態走廊(landscape ecological corridor)，來聯繫兩個核心帶。

Nature Serve 是以美洲為主要研究對象，連接科學與保育工作的智庫。它的首席科學家 Healy Hamilton 以黃石公園為例，為氣候變遷的生物衝擊，給出一個新的方法論。她先從分析長期氣候紀錄入手，從地景尺度上總結出各地的氣候變遷特性，接著從物候學的角度討論這些氣候變遷特性在地景生態中，對於

生物和生態的意義是甚麼，然後才回頭檢視、討論物種調查的紀錄，在大小不同尺度上的現象與前述氣候變遷論述的關聯性。透過這樣的討論程序，來思考如何調適國家公園的治理，來回應氣候變遷。

貳、雪梨植物園的保育教育

雪梨皇家植物園位於歌劇院東南(圖六)，距離市中心在步行範圍之內。大雪梨水陸公共交通，非常方便；這對觀光旅遊，以及各種資源之經濟利益在地理空間上的重分配，起了巨大貢獻。沒有此一交通網，就無法提高資源易達性和生產服務規模，也無法將此利益透過擴散和通勤，進入鄉野。產業建設的適地性、均衡性，則是與交通互為辯證的，將會在下一節討論。



圖六、圖中正上方是港灣大橋(the Rocks)南端，在它右下方突岬上的白色建築就是雪梨歌劇院，歌劇院南邊連向右側下一座突岬，就是雪梨植物園的範圍。

一方面是人口對於環境衝擊不小，另一方面是環境對於人的生活品質與健康影響力也不小；在這一組人地交互影響之下，一座經典的植物園，聯合大雪梨的綠地和保護區，例如雪梨機場南邊植物園灣(Botanic Bay)的淘拉尖自然保留地(Towra Point Natural Reserve)，帕拉瑪它河(Parramatta River)歷史近期形成的河岸紅樹林(圖七)，以及奧林匹克園區東西兩側的兩百年公園濕地(Bicentennial Park Wetlands)和紐因頓濕地(Newington Wetland)，就構成此地都市生態保育骨幹。



圖七、18 世紀末當英國修建雪梨(Sydney)和帕拉瑪它(Parramatta)殖民聚落時，帕拉瑪它河岸多是草澤。如今紅樹林遍及 Lane Cove River 和 Henley 上游的帕拉瑪它河兩岸，直到止潮點，帕拉瑪它查理斯街河堰的帕拉瑪它輪渡碼頭。

大雪梨盆地的保育工作，遠不如理想。在傳統殖民經濟從事強力資源開採之後，都市與工業化，以及它們推動的現代一級產業，加上類似臺灣電力公司的澳洲瓦斯燈火能源公司(AGL Energy)一百多年的發展，對於河岸與河流生態的汙染，直到今天還是澳洲新威爾斯州政府的環境與遺產辦公室最關心的環境與健康問題。舉凡戴奧辛汙染的沉積物、河水含沙量、河岸土地使用與工程，以及整個集水區面對氣候變遷的響應，都是中央和地方政府相關部門的重大工作議題。這不但促成帕拉瑪它河口管理委員會的出現，並推動河口管理計畫，也使得政府在治理上更重視保育網路和都市生態的整體建設。

不論如何，皇家植物園與大雪梨的綠地和保護區，作為公共休閒和環境教育場所，在品質上非常突出，未來更將是推動保育經濟的重要據點之一。在厚植公民環境保育意識，發展國家環境保育和可持續經濟，澳洲是遠遠超越臺灣的。植物園的園區範圍雖不及倫敦邱花園(Kew Garden)大，展示設施也不及後者規模，但是它的品質以及教育內容，值得學習。

植物園內有一間精品店(圖八)，其中不但有園藝、生物、生態、原住民植物學資訊，還提供訪客園區環境教育材料，例如土壤、植物學習單，以及整個澳洲自然旅行的資訊，和各種在地工藝飾品及專業書籍。園區定期舉辦活動，並且設有遊園導覽。



圖八、雪梨植物園內精品店不但有許多園藝、生物、生態、人類學資訊，還提

供訪客園區環境教育材料，例如土壤、植物的學習單，以及整個澳洲自然旅行的資訊，和各種在地工藝飾品及專業書籍。

雪梨植物園裡，有一座飲用水噴泉(圖九)，是英國猶太裔移民 Lewis Wolfe Levy 於 1889 年建成，如今運作如常，持續供應訪客飲用。它作為人與環境關係的一個鍵結，即是地方自然的，也是人文的資產，反映當代文明面對大自然與人文化成事務上相同的保育精神，即善用資源、愛惜環境與社會歷史累積。



圖九、位於雪梨植物園裡的李維飲用水泉(Levy Drinking Fountain)，是遺產保育的釋例。

遺產保育，是現代文明在探索地表自然與歷史的過程中，累積體會出來的智慧；它雖然有古代的同路人，卻是在現代工藝和知能之中，被充分探討和認識的一項重要文明進展。早在 1911 年南方熊楠，以及之前許多博物學者和文史學者那裡，遺產保育是以保育地景、物種，以及保護傳統文物(廟宇)作為開端。在 1948 年成立的 IUCN 和 1972 確立的世界遺產公約那裡，這一項新的工作得到全球實踐的機會。

即使保育一件微不足道的歷史物件與地景功能單元，例如飲用水泉，都是代表人類開始對抗現代發展中的一些偏激作法，包括那種忽視大自然和社會繼承的多重意義，以及根據主觀選擇的意識形態來任意拆建生活世界的政治經濟操作企圖。遺產保育，是希望我們在取用自然和建置社會的過程中，學會深思熟慮、善用資源，而非跟隨符號與願想，斷然作為。

雪梨植物園裡有兩件事，突出反映當地的人與大自然的關係。首先就是鳥類(圖十)，不論鸚鵡、家鴿、賊鷗、外來種的埃及聖鸚，或者其他鳥種，與人的距離非常近。這一則反映當地鳥類繁盛的事實，另一則反映居民對於鳥類的

和平態度和動作。不但沒有居民驚嚇、威嚇鳥類，更沒有餵食，而長期相處建立的信任感，使得鳥類膽敢欺近人類，甚至鬥耍。如果不是環境教育的落實，公民無從建立此一人鳥和諧景趣。



圖十、雪梨植物園裡鳥與人的距離非常近。

這一種社會氣氛不但在植物園裡可以感受到。在藍山國家公園裡，紅垂密鳥(the red wattlebird, 學名 *Anthochaera carunculata*)更是不畏人群，飛近樹邊，觀看人群(圖十一)。目前的全球易達性，仍然制約新移民和觀光人潮的到達。但是，不久的未來當大量新移民到達此地，加上全球觀光盛行趨勢，勢必引起環境養成教育的負擔，以及可能的人與鳥類、甚至保育實況的轉變。



圖十一、藍山國家公園纜車站旁，紅垂密鳥(the red wattlebird, 學名 *Anthochaera carunculata*)不畏人群，飛近樹邊，觀看人群。

雪梨植物園裡第二件突出的事，就在園方對於生命的嚴肅態度。園區有兩株漸漸老去、死亡的樹，澤櫟(*Quercus bicolor*)和昆士蘭酒瓶樹(*Brachychiton rupestris*)。園方曾經花費數年來拯救、延長牠們的生命，最後無法挽回。但是，不同於尋常見到的安全砍除作為，樹木園藝小組的領導 David Bidwell 決定在牠們四周圍出緩衝帶，並且立牌告示(圖十二)，教育訪客認識這兩株自 1903 年就有觀察紀錄的百年樹木，牠們死亡的生態意義，以及對待生命的崇敬態度。



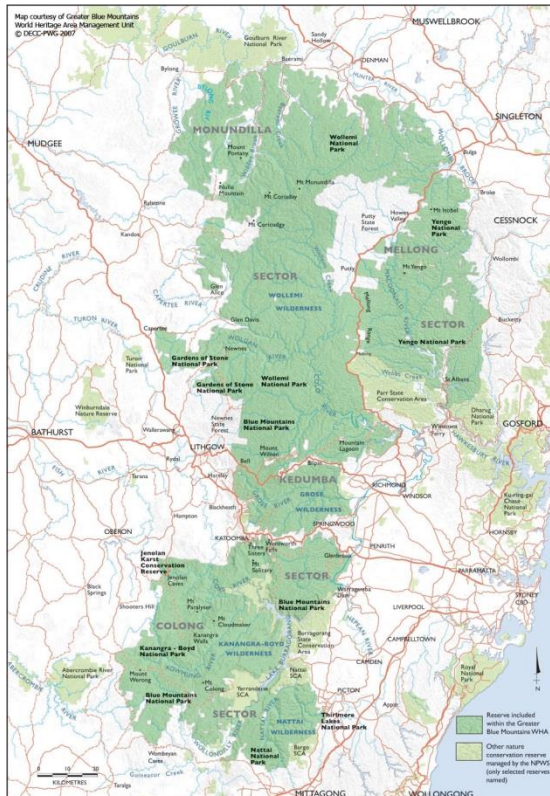
圖十二、雪梨植物園裡，兩株漸漸老去、死亡的樹，澤櫟(*Quercus bicolor*)和昆士蘭酒瓶樹(*Brachychiton rupestris*)。

就在這一個展示角落不遠處，園方將科學家最近對於一株藍莓桉(*Blueberry Ash*)的 DNA 研究成果，連同研究者介紹，以及它在兩千萬年來澳洲雨林變遷過程中的意義，立牌告示於該株植物的前面，作為我們從實質環境中讀取氣候變遷和物種演化資訊的釋例。這樣展示科研成果，在園區多處可見，是深化環境教育的好作法，值得學習。

參、大藍山世界遺產的簡介

這裡首先整理既有資訊，概要說明大藍山世界遺產及其組成，並且在每一個組成介紹的結語部分，粗步思考它對於建置世界遺產，以及發展山林保育經濟的參考價值。結合研究文獻和地理實察的統整討論，將放在第四節中。

大藍山(The Greater Blue Mountain)世界遺產(圖十三)距離雪梨大約 60 到 180 公里，佔地超過 100 萬公頃(1 萬平方公里)。整個保護區座落在大分水嶺南段上。它是一座低矮的高原；大藍山接近水平而微傾的高原頂部，主要是以砂岩作為冠岩(cap rock)，在高原邊緣造成陡直崖面，崖頂海拔高度在 100 公尺到 1300 公尺之間，那只比大屯火山群峰略高而已，但其傑出普世價值遠高於大屯火山。



圖十三、大藍山世界遺產分佈圖(綠色標誌，資料來源
<http://www.bmwhi.org.au/images/GBM-Map-A4-copyright.jpg>)

在大藍山生態系統和生物群落的演化與發育中，那些現生的生態與生物作用，展現出傑出普世價值，並且是當地生物多樣性保育的重要自然棲地；從科學和保育角度來看，其中包含具有傑出普世價值的瀕危物種。這些條件滿足世界遺產傑出普世價值中的「生態系統」和「生物多樣性」判準，於 2000 年入列世界遺產名錄，成為山地森林遺產的範例。

大藍山有面積大而多樣的尤加利(eucalypt)群落和原野，高品質的原野是大藍山能夠擁有傑出普世價值的根本條件，從而確保其遺產價值的完整性(integrity)和原真性(authenticity)。具有傑出普世價值的獨特物種，是與澳洲地史古遺(antiquity)、多樣的物種、出眾的美景，深刻聯繫在一起。尤加利植被

及其共生群落與物種構成的這座世界遺產，保存了澳洲獨特的演化故事。

遺產地南部所包圍的布拉格蘭湖(Lake Burragorang)，是澳洲新南威爾斯沃勒甘巴河(Warragamba River)的一座湖泊，因沃勒甘巴大壩(Warragamba Dam)而加寬加深，就像日本築堤建壩、加寬加深日月潭一樣。這使得大藍山保育不但維繫此地的自然生態，也成了服務大雪梨地區將近 476 萬人口的供水需求，而雪梨自 1954 年起的人口增長量每年將近 5 萬，以此粗估 2056 年人口將近 700 萬；這是大雪梨地區和澳洲政府的潛在挑戰。

布拉格蘭湖面積 88 平方公里，平均水深 23 公尺；以這樣的規模，它的蓄水量因氣候變化而產生的震盪，並不小於臺灣水庫的情況。之前經歷長期乾旱，2007 年 2 月的蓄水量降到歷史最低點，只剩 32.5%，而不久之後，2012 年的大雨又讓它做了 14 年來的首次洩洪。這一座匯聚沃勒甘巴、考克斯(Coxs)、考木(Kowmung)、那臺(Nattai)、溫格卡利比(Wingecarribee)、臥龍底里(Wollondilly)六條河流及其支流而成的水庫，其水質和水量深受氣候變遷，以及大藍山及其鄰近土地利用和聚落治理的影響。

大藍山世界遺產範圍包括 8 個組成部分，藍山(Blue Mountains)、臥稜米(Wollemi)、岩溝(Yengo)、那臺(Nattai)、卡南格拉博伊德(Kanangra-Boyd)、石園(Gardens of Stone)、瑟耳米爾湖區(Thirlmere Lakes)這七座國家公園，以及解露蘭喀斯特保育保留區(the Jenolan Karst Conservation Reserve)。下面分述這 8 個保育單元。



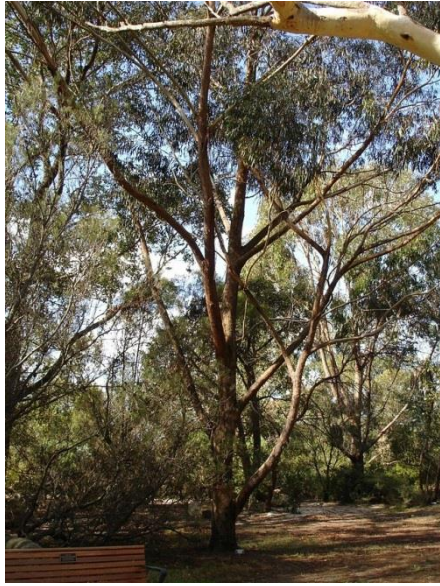
圖十四、解露蘭喀斯特保育保留區，以及解露蘭石灰岩洞穴群裡的石筍(資料來源 http://en.wikipedia.org/wiki/Jenolan_Caves)。

解露蘭(Jenolan)源自澳洲 Tharawal 原住民語 Genowlan，意旨「像腳一樣的高處」。解露蘭喀斯特保育保留區(圖十四)的核心，就是位於方山地區中央(藍山西端)的解露蘭石灰岩洞穴群(Jenolan limestone caves)。它沿著解露蘭河流(Jenolan River)的伏流路徑發展，裡面有長達 40 公里的多層通道，註記著地體抬升，河流下切擺盪的地史，而裡面的鐘乳石更是氣候變遷的記錄器。

藉由放射性鉀，以及它衰變製造並被礦物捕獲的氬氣，科學家可以確認其中黏土產自三億四千萬年前，從而使它成為世上迄今所知最古老的石灰岩洞穴。岩體則來自更早的志留紀(Silurian，在奧陶紀之後，泥盆紀之前，距今四億四千三百萬年到距今四億一千九百萬年之間)，岩體裡充滿志留紀的海洋生物化石。

當地原住民 Gundungurra 和 Wiradjuri 在此已有數千年的活動紀錄，稱解露蘭石灰岩洞穴群為 Binomil 或 Bin-oo-mur，而根據 Gundungurra 的床邊故事，解露蘭這裡在遠古有兩位神人，長像巨鰻的 Gurangatch 和長像巨大斑尾袋獸(quoll)的 Mirrigan。根據紀錄，20 世紀早期 Gundungurra 還曾帶著生病的族人，走到地下河，將病患放入水裡，據說可以治病。

當然，它若真比現代醫藥還有效，居民不會放棄它。不過，這一點都不影響它被研究的價值。生命在地表演化這麼久，許多生地化訊息尚未成為我們的知能，而 Atkins 的分子世界想像，和生命在牠們各自生態和地史情境下的意義，差別不能道里計。保育，是要我們審慎學習、使用這一個作為人類居所的地表環境。我們要跨越的，不只傳說，還有現代工藝與知能。



圖十五、雪梨薄荷和澳洲麻鷺(資料來源

http://en.wikipedia.org/wiki/Eucalyptus_piperita ,

http://en.wikipedia.org/wiki/Australasian_bittern)

瑟耳米爾湖區國家公園緊緊靠在大雪梨沉積盆地的南邊，它離雪梨市中心 70 公里，面積只有 629 公頃。國家公園核心，是形成於一千五百萬年前的瑟耳米爾湖，而湖水排流口是地體抬升、河水下切形成的藍桉木河(Blue Gum Creek)。這裡有稀有的淡水海棉(*Radiospongilla sceptroides*)，稀有的水生植物如蓴菜(*Brasenia schreberi*)、蒲草(*Lepironia articulata*)，以及毛茸茸的蛙嘴水仙(*Philydrum lanuginosum*)。它還是少見的澳洲麻鷺(Australasian Bittern，學名 *Botaurus poiciloptilus*)，以及候鳥大田鶯(Latham's snipe，Japanese snipe，學名 *Gallinago hardwickii*)的棲息地。

瑟耳米爾湖四周是闊葉硬葉植物構成的森林，優勢物種為粗皮蘋果(rough-barked apple，學名 *Angophora floribunda*)，而雪梨薄荷(sydney peppermint，學名 *Eucalyptus piperita*)和紅血木(red bloodwood，學名 *Corymbia gummifera*)則生長在較高處。地面植物多屬雪梨砂岩的植物相，包括班克木屬(澳洲忍冬屬， *Banksia*)、相思樹屬(*Acacia*)、豌豆花(pea flowers)、新南威爾斯山欖(New South Wales waratah，學名 *Telopea speciosissima*)。

棲地大小不是保育標的重不重要的關鍵；它在地史中的意義，地理中的稀有程度，才是關鍵。

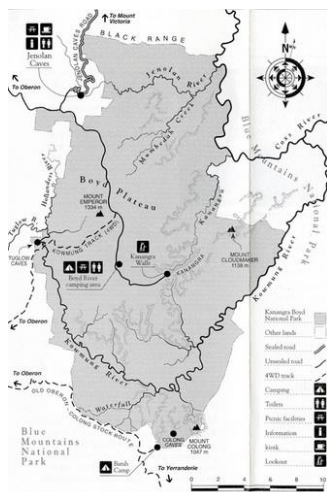


圖十六、石園國家公園皮爾遜觀景點(Pearsons Lookout)的景觀。(資料來源 http://en.wikipedia.org/wiki/Gardens_of_Stone_National_Park)

石園國家公園(圖十六)就在藍山旁，面積大約一萬五千公頃，離雪梨市中心 125 公里，公園主題由裸岩構成。它以砂岩塔景觀(sandstone pagoda landscapes)、崖面、峽谷聞名，高地的石灰岩露頭、濕地也是著名景點。這些景觀，沿著公路就可以欣賞到。高原面的濕地不但對於建構此地砂岩地的特有物種非常重要，對於發展觀光、控制訪客規模，也是關鍵參考因子。澳洲為了這一點，已經積極進行復育高原面濕地生態的工作。

這裡生長 423 種本土植物，構成 30 種不同的植物群落，大部分是尤加利。公園的西邊有鐵皮(ironbark，學名 *Eucalyptus fibrosa* and *E. crebra*)、黃楊木(yellow box，學名 *Eucalyptus melliodora*，構成黏壤土上的林地，是稀有的攝政密鳥(regent honeyeater，學名 *Anthochaera phrygia*)和綠松石鸚鵡(turquoise parrot，學名 *Neophema pulchella*)的棲地。攝政密鳥是澳洲特有瀕危物種，基因分析顯示牠是紅垂密鳥的遠親。綠松石鸚鵡雌雄差異很大，廣泛分布於尤加利和澳洲柏屬植物構成的開放林地。

公園西南邊有白楊木(white box，學名 *Eucalyptus albens*)林地，東邊有抹桉木(scribbly gum，學名 *Eucalyptus rossii* 和 *E. sparsifolia*)林地。石塔區的動植物群落分佈破碎，易受人類活動破壞；早期園藝和景觀建築業採集石塊，傷及爬蟲類的棲息地。



圖十七、卡南格拉博伊德國家公園的緯度高，地勢高，河谷下切深，是新南威爾斯面積最大、最粗曠的原野，深受登山者喜愛。

卡南格拉博伊德；這一個國家公園名稱是崖面河谷系統 Kanangra，和高原面系統 Boyd，兩者組合成的。該國家公園位於雪梨西南方 180 公里處，大藍山世界遺產的最西南角，面積接近六萬九千公頃，是連接那臺國家公園和藍山國家公園的生態廊道。它的緯度高，地勢高，河谷下切深，是新南威爾斯面積最大、最粗曠的原野，深受登山者喜愛(圖十七)。

公園內最著名的景點包括叟洛特尖塔(Thurat Spires)、卡南格拉崖面(Kanangra Walls)、可隆山(Mt Colong)、三瀑布-卡朗瀑布(Kalang)、總落差 225 公尺的兩層卡南格拉瀑布(Kanangara fall)、朦朧瀑布(Morong fall)，另有喀斯特地貌和洞穴。卡南格拉崖面的突出，還在於冠岩和下伏岩體之間在岩體強度上的顯著差異。

整座國家公園分為高緩的博伊德高原區域，以及河溝、峽谷深切的區域。卡南格拉崖面公路橫越博伊德高原面，聯絡 Oberon 和解露蘭洞穴群，道路終點就在卡南格拉崖面。造雲山(Mt Cloudmaker)、卡南格拉崖面和叟洛特尖塔是園區最著名的地標。

卡南格拉 (Kanangra)地名可能是 Gundangura 的訛傳，本來稱為叟洛特(Thurat)。公園北緊鄰農場，東邊是考克斯河、藍山國家公園、考木河，東南是爺巒德里州立保育區(Yerranderie State Conservation Area)，南邊是那臺國家公園和汪比眼洞穴路(Wombeyan Caves Road)，西南是藍山國家公園，西邊是考木河，以及被農場、森林環繞的小鎮歐伯隴(Oberon)。西南不遠是欸博匡比河國家公園(Abercrombie River National Park)。

不同於藍山國家公園那些二疊紀到三疊紀的砂岩所構成的冠岩崖面，構成卡南格拉博伊德帶狀、曲折的冠岩崖面，一些來自二疊紀砂岩，而多數為古生代的基盤岩體。它們在別處都被完整覆蓋在二疊紀到三疊紀的煤層之下，但是在此成為高原面的地層，其中岩石包括石英岩(quartzite)、閃長岩(diorite)、泥盆紀流紋岩(Devonian rhyolites)、流紋-英安岩(rhyo-dacites)、志留紀千枚岩(Silurian phyllites)、頁岩(slates)、粉砂岩(siltstones)、凝灰石灰岩(tuff limestones)。

博伊德高原面上有泥盆紀花崗岩穹隆，侵入泥盆紀的石英岩和沉積岩體裡，也有來自石炭紀的火成岩侵入體。高原東南的卡南格拉頂，是二疊紀地體出露的點，其斷層分岔切出的崖面-卡南格拉崖面(Kanangra Walls)-包含不

整合於泥盆紀藍碧群(Lambie Group)基盤上的二疊紀沉積岩柯波替群(Capertee Group)。一旁的卡南格拉峽谷(Kanangra Gorge)下切藍碧群岩體，深達 600 到 900 公尺，是澳洲最深的峽谷之一。崖面壁立規模不及太魯閣的，步道也不如太魯閣錐麓古道驚險，但是此地地史和原住民史前史的縱深，以及它包含的環境變遷資訊，遠遠超過臺灣任何一個保護區的。

造雲山(Mt Cloudmaker)和葛沃甘山(Mt Guouogang)是奧陶紀石英岩的侵蝕殘餘，在它們東邊是考克斯河。這裡有巨大的康寧布拉花崗岩侵入體(granite batholith)，是石炭紀的產物。克隆洞穴群(Colong Caves)是卡南格拉博伊德國家公園另一個突出的景點。在解露蘭河谷到其西北，晚志留紀石灰岩帶厚達 300 公尺，在深達 460 公尺的山谷裡延綿 8 公里長。這一個被解露蘭河及其支流創造出來的石灰岩地貌，由於易達性差，是澳洲最不被人瞭解的地區。

複雜的地質、氣候、地貌和火災，使得此地生態系統發育多樣。西部平原物種，比如黃楊木、白楊木，構成的尤加利森林，出現在雨影地區。排水良好的土壤有山欒(mountain ash)，土壤貧瘠的地方有布萊克斯藍粗皮(Blaxland stringybark，學名 *Eucalyptus blaxlandii*)。這裡還有紅點桉木(red spotted Gum，學名 *Eucalyptus mannifera*)、布萊克利紅桉木(Blakelys red gum，學名 *Eucalyptus blakelyi*)、紅粗皮(Red Stringybark，學名 *Eucalyptus macrorhyncha*)、森林欒樹(forest oak 或稱 rose she-oak，學名 *Allocasuarina torulosa*)。

在石灰岩的露頭上，有許多酒瓶樹(bottle tree，當地名稱 Kurrajong tree，是 *Brachychiton* 屬下 31 種澳洲特有喬木或大灌木的總稱)，而陰暗的河溝中則有紅杉(red cedar，學名 *Toona ciliata*，因新鮮木質鮮紅而得名)、藍桉木(blue gum)等雨林植物。博伊德高原面上，多霧的森林裡有褐木桶樹(brown barrel，學名 *Eucalyptus fastigata*，東澳常見尤加利)，白桉木(Manna gum，white gum，Ribbon gum，Viminalis，學名 *Eucalyptus viminalis*)，黑莎利(black sallee 或 black Sally，學名 *Eucalyptus stellulata*，生長於澳洲東南高地)，白桉木(white sallee 或 snow gum，學名 *Eucalyptus pauciflora*，生長於東澳亞高山和低地)，毛利樹(mallee，尤加利屬中最為常見的樹群，長在澳洲半乾旱環境)，以及大夥樹(messmate)，後者是指常混長一起的九種尤加利，包括 *E. acmenoides*、*E. cloeziana*、*E. exserta*、*E. macta*、*E. obliqua*、*E. resinifera*、*E. robertsonii*、*E. robusta*、*E. tetradonta*。高地風強，石楠與灌木叢取代森林，而高原上排水不良的地方則是薄子木屬(*Leptospermum*)和崗松屬(*Baeckea*)的灌木、蘭草主宰的溼地。

這裡最著名的步道包括展望點步道(Lookout Walk)、瀑布步道(Waterfall Walk)、高原步道(Plateau Walk)。園區四周聚落除了提供國家步道、旅遊資訊、商品服務、住宿、專業的戶外活動嚮導，以及其他基礎設施(例如，露營地以及入園教育設施)，並且管理單位自身或與合作單位，在志工的協助下，舉辦各種教育、文化活動，各單位長期研究和環境監測，透過持續性的經營管理回顧和計畫，不斷提升其整體服務規模和品質，成為保育經濟的穩固基石。



圖十八、臥龍底里展望點眺望的那臺國家公園景觀(來源，
http://en.wikipedia.org/wiki/Nattai_National_Park#mediaviewer/File:Nattai_National_Park,_Wollondilly_Lookout_sridgway.jpg)

那臺國家公園(圖十八)位於雪梨市區西南方 150 公里，面積將近四萬九千公頃，是大藍山世界遺產的最南端。園區主要涵蓋小河(Little River)、臥龍底里河(Wollondilly River)、那臺河河谷以及四周崖面，植被都是硬葉闊葉木，以尤加利為主，並且有相當頻繁的森林火災。它是人跡罕至的原野，訪客非常稀少，易達性低，也缺乏設施。

它北接那臺州立保育區(Nattai State Conservation Area)、布拉格蘭州立保育區(Burratorang State Conservation Area)、布拉格蘭湖以及環湖四周寬達 3 公里的禁區，東接巴爾枸州立保育區(Bargo State Conservation Area)以及如今部分廢棄的匹克等-密特梗環鐵(Picton – Mittagong loop railway line)，西南緊鄰卡南格拉博伊德國家公園，南接溫比眼洞穴群路(Wombeyan Caves Road)，西接葉蘭德里州立保育區(Yerranderie State Conservation Area)。

此地以藍桉木河(Blue Gum Creek)一帶的雪梨藍桉木(Sydney blue gum)棲息地而著名，早在 1912 年就有 Myles Dunphy 和 Herb Gallop 兩位保育學者進入此地，隨後奔走遊說保育森林，功敗垂成。森林在 1920 到 1930 年代被砍

伐。Dunphy 於 1932 年提出的大藍山國家公園計畫，包括今天的那臺國家公園，但是直到 1960 年代建成的沃勒甘巴大壩才阻止伐林往上游發展，而永久的保護計畫和國家公園直到 1991 年才被實現。

這一段故事和二戰之後人口稠密、經濟發展快速的臺灣，非常不同。當時臺灣是以積極的伐林和道路建設打先鋒，隨後農業上山解決大量退休官兵的就業機會，以及部分 1950 年代到 1960 年代自然災害造成的災民。公地放領和山地農林業的推廣，帶動經濟生產，而水庫建設以及為了資源可持續使用而建的國家公園，是在集水區大面積開發之後，才出現成為臺灣山地治理的重要環節。集水區水土和山林保育的工作太晚，各種衝突嚴重，水庫壽命也受到嚴重損害。臺灣面對的山地原住民問題，其面積規模和強度，也是澳洲這些國家公園或保護區所沒有的。我們必須設想新的作法。



圖十九、圖左為岩溝山(Mt. Yengo)，圖右岩溝國家公園裡的史前岩畫手印 (<http://www.environment.nsw.gov.au/NationalParks/parkAboriginalHeritage.aspx?id=N0068>)。

岩溝國家公園因山得名(圖十九)，傳說神祇畢爾米(Biamie)在夢中建好世界之後，從這座山頂登天；這座山平緩的頂部，就是畢爾米一腳踩出來的。原住民在此居住長達至少 2 萬年，留下非常多的文物和遺址，以及令人激賞的岩畫。這一座國家公園位於雪梨市中心西北方 85 公里的獵人低地(Lower Hunter)，面積十五萬四千多公頃，管理處於 1993 年在巴凱地(Bucketty)設立。在一次嚴重森林大火之後，此地建立了國際巴凱地(Bucketty International)直升機停機坪，並在 1995 年建造一座防火塔。

新南威爾斯州政府於 1999 年把岩溝國家公園和巴凱地之間的皇家土地，納入管理，其中包括囚犯牆(Convict Wall)和社區使用的露天劇場。國家公園仍然是巴凱地社區活動的山地林區，時有森林火災侵襲。新南威爾斯政府已經和巴凱地社區的原住民，於 2000 年初簽署瞭解備忘錄(Memorandum of

Understanding)，與巴凱地社區一起協同經營岩溝國家公園。基於岩溝山的文化重要性，岩溝成立了中央海岸杭特山脈區域原住民協同經營委員會(Central Coast Hunter Range Regional Aboriginal Co-management committee)，與新威爾斯州的國家公園暨野生生物服務處(National Parks and Wildlife Service)一起協同經營地景。

這個地區最老的岩體是兩億三千萬年前在濱海形成的納拉賓砂岩(Narrabeen sandstone)，隨後浩克伯里砂岩(Hawkesbury sandstone)覆蓋在它上面，最後在晚近形成出露面積不大的外野納馬它頁岩(Wianamatta shale)，成為此地長期農業發展的沃土，也是公園區內少見的資源。岩溝山是當地原住民海岸與高地部落來往的十字路口，而一部分居民通常來此採集豐富的季節性食品。留在歷史中的老北路(Old Great North Road)，就是當年原住民帶領探險者的旅行道路。這裡到處充滿原住民文化痕跡，他們的食物、醫藥、遊憩、祭典、精神住所，都在這裡。地景一直都是他們的圖書館，並且直到今天這一個貼合大自然的原住民文化生活，還在運作；這是一個大自然和原住民的對話與共同創作的產物。老北路是殖民時期，新威爾斯州政府利用囚犯於 1826 到 1836 年建成，240 公里長的道路聯絡雪梨和獵人谷(the Hunter Valley)。這一條路意外保留了殖民歷史中的工程藝術，是因為在它幾乎完工之前就被棄用，而 1830 年代雪梨到新堡(Newcastle)之間的水路交通和另一條到達獵人區的公路成為大眾偏好的交通線。

這一個公園的實況是一個有價值的參考，讓我們重新思考如何在臺灣山地建置緩衝帶和發展山地原住民部落生活。唯一它所沒有的，是臺灣山地糾結著原住民與漢人開發混雜現象，很早就被放棄的老北路，不像現在臺灣的山地道路，將原住民現代生活的環境衝擊，以及漢人的土地利用方式，引入環境敏感地帶，它也沒有下游都會人口生態服務的巨大負擔。在臺灣，如果要建置一個協作經營系統，必須針對原住民已強烈使用現代化工具的事實，以及山地和下游巨大人口面對的資源與安全問題，提出合適於臺灣實況的體制。



圖二十、臥稜米國家公園的河流景觀(資料來源：
http://en.wikipedia.org/wiki/Wollemi_National_Park)

臥稜米國家公園(Wollemi National Park)座落在雪梨盆地(Sydney Basin)西緣上，面積超過 50 多萬公頃，名稱源自其獨特的臥稜米松(Wollemi Pine，學名 *Wollemia nobilis*)。學者本以為該物種早在三千萬年前就已滅絕，不料 1994 年在此發現臥稜米松構成的三座小林班。該樹種將近億年不變的基因組合，引發學者對其存活和適應環境變遷的能力，產生很大的好奇心，而有許多學者持續致力研究其多重精油的生化和生態意義。

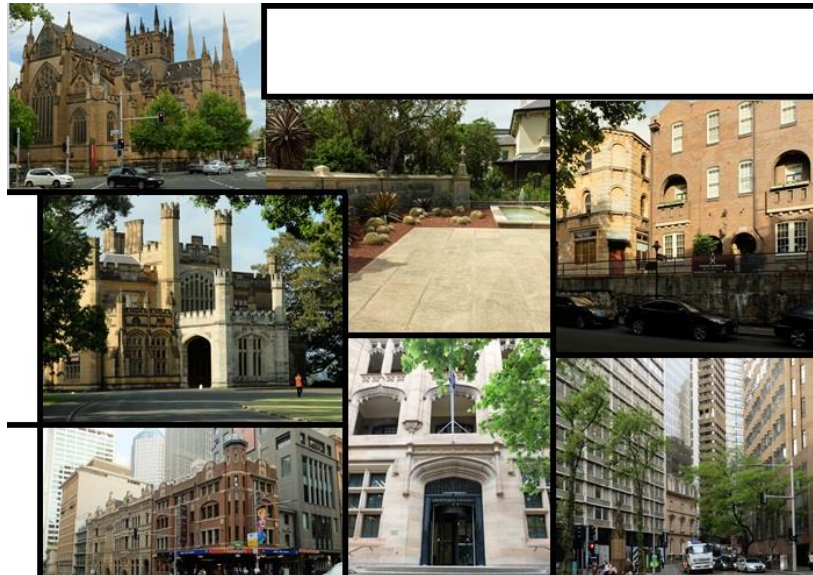
臥稜米國家公園 90%被尤加利覆蓋，其中包括 70 種不同的尤加利，其餘 10%的面積被雨林、石楠、草地覆蓋。目前園區登錄的物種有 58 種爬蟲，38 種青蛙，235 種鳥類，46 種哺乳動物。除了臥稜米松，這裡還有臥稜米薄荷木(Wollemi Mint Bush)，1981 年發現的 *Banksia conferta* subsp. *Penicillata*，以及最近才發現的一種尤加利，*Wollemi Stringybark*，等稀有物種。

和岩溝國家公園一樣，這裡有原住民，以及他們祖先從史前遺留下來的洞穴岩畫。其中，Eagle's Reach cave 直到 1995 年才被森林訪客發現，到 2003 年才有澳洲博物館團隊探訪。根據定年確認，岩畫成於將近 4000 年前。它被赭石和炭筆重複畫了 12 層，其中主題包括獸類、鳥類、手印和澳洲有名的回力棒(boomerang)。由於它非常重要，至今地點仍然保密中。

臥稜米國家公園的地質條件，和隔壁雪梨盆地的緊密關聯。整個雪梨盆地的岩體，主要分為四部份，中生代三疊紀晚期的外野納馬它頁岩(Wianamatta shales)，三疊紀中期的浩克伯里砂岩(Hawkesbury Sandstone)，三疊紀早期的納拉賓群岩體(Narrabeen group)，以及古生代二疊紀的伊勒瓦拉煤層群(Illawarra coal measures)和其間穿插或下伏的海洋泥質沉積序列。

外野納馬它頁岩(Wianamatta shales)，混有少數砂岩或砂岩凸鏡體，煤層不具經濟價值。但是，它下面的浩克伯里砂岩(Hawkesbury Sandstone)，是重要的石材。浩克伯里砂岩又稱雪梨砂岩(Sydney sandstone)，或黃石塊(Yellowblock)，是中生代三疊紀中期從南方沖積而來的石英砂所形成的。岩體堅硬，透水性高，含有微量鐵質和黏土，使得雪梨砂岩風化產生的貧瘠土壤，對植被和地貌展現出強烈的制約力。

雪梨砂岩質地堅硬、耐用，是許多原住民岩畫可以保存至今的原因。它大量用於 18 世紀末到 19 世紀末的早期雪梨城市建築上，更藉由它對都市氣氛、園藝、美學、歷史的感染力，賦予雪梨某種地方個性(圖二十一)。Falconer(2010)在描述雪梨這一座城市的時候，這樣寫道：雪梨的砂岩像是一種基礎音符，持續不歇提醒著這一座城市的喬治亞王朝起源，以及它更為久遠的過去。



圖二十一、「雪梨的砂岩像是一種基礎音符，持續不歇提醒著這一座城市的喬治亞王朝起源，以及它更為久遠的過去。」-Falconer(2010)。

雪梨砂岩的下部，是納拉賓群岩體，包含砂岩、石英砂岩、粉砂岩、泥岩(claystone)、集塊岩和頁岩等複雜岩相。藍山國家公園裡的三姊妹，就是納拉賓群岩體的砂岩。在納拉賓群岩體之下，則是古生代晚期二疊紀岩體，其中包含北邊的新堡煤層群(Newcastle coal measures)和南邊的伊勒瓦拉煤層群(Illawarra coal measures)。這些地層在此由西北向東南傾斜，這使得臥稜米國家公園裡的外野納馬它頁岩和雪梨砂岩，多被侵蝕，而暴露出納拉賓群岩體。這個岩相複雜、砂岩與泥岩交錯的岩體，在經過風化之後，由河水創造出許多深谷、峽谷、崖面、瀑布。在崖面的下方，經常可見線狀的煤層分布，附近容易生成厚層的黏壤土。

納拉賓群岩體和雪梨砂岩通常產出貧瘠、薄層的土壤，反倒是在雪梨砂岩上面出露稀少的外野納馬它頁岩能夠發育出肥沃、厚層的土壤，帶來較高的植物多樣性。公園的西北常見三疊紀的玄武岩，經常構成山峰，但是一些地方玄武岩火山被侵蝕得比四周砂岩還快。保育良好的臥稜米國家公園，確保了下游河流的水質。可樂河(Colo River)因其大部分河道流經臥稜米國家公園，使它成為新南威爾斯州水質最好的河。

這一個國家公園給予我們上了一課。原野的保護，以及持續的探索，不但保障了我們現在的生態服務基礎，例如水資源，更能帶來未來深具價值的保育經濟發展基礎，例如臥稜米精油。基於保護目標，並不是每一個保護地點都應該公諸於世。我們必須對不同的資源條件，權衡輕重，採取不同的作為。在臺灣人口稠密，山地易達性高；嚴格執法保護重要遺產的力道一定要夠大，才能確保遺產安全。



圖二十二、圖左是藍山國家公園和大雪梨區域。圖右棕色標誌藍山國家公園範圍，它與黃色標誌部分一起構成大藍山世界遺產。大藍山世界遺產座落在大分水嶺南段上，距離雪梨大約 60 到 180 公里，佔地超過 100 萬公頃(1 萬平方公里)。

藍山國家公園，大藍山世界襲產名稱的來源地，是一個將近 27 萬公頃的國家公園(圖二十二)，位於雪梨西方 80 公里處。它的範圍因為都市及交通走廊，以及既有私地(inholdings)，而顯得有些破碎不整。這是一座低矮的高原，最高峰只有海拔 1215 公尺(Mt. Werong)，最低點在河流 Nepean 離開公園的地點，海拔 20 公尺。

整座山地位於大分水嶺東翼，高原面從西部海拔大約 1100 公尺的高度，向東傾斜到格蘭溪(Glenbrook)，該市鎮中心只有海拔 200 公尺左右；地形面傾斜方向，和地層面的一致，都是從西北向東南。園區地形被切分為四個主要河流流域：北邊的沃勒甘巴河，中央的葛羅斯河(Grose River)，以及南邊的

考克斯河和臥龍底里河。

地質上，藍山和整個大分水嶺是一個沉積槽，地質時間上可回溯到三億年前，而在五千萬年前造山運動開始推高藍山和大分水嶺。地質的近期雖有火山岩漿噴出玄武岩，但是厚度不大，年代久遠，多被侵蝕殆盡。藍山國家公園因三姊妹而聞名，但他們並不在大分水嶺主稜線上，而是小支稜的末端。黑石楠(Blackheath)的南北兩側，因崖面高達數百公尺而使景觀最為出色。

這裡有澳洲唯一的肉食有袋動物(marsupial)，斑尾袋獸(tiger quoll，學名 *Dasyurus maculatus*)，以及澳洲最大的鳥類，鸕鶿(emu，學名 *Dromaius novaehollandiae*)。藍山國家公園有 1000 種植物，構成 40 種植被群落，其中 45 種植物是稀有瀕危物種。在凱東巴山谷(Kedumba Valley)有瀕危的坎鎮白按木(Camden White Gum)主宰的獨特高大疏林。園區還有 46 種哺乳動物，其中有 27 種有袋動物(marsupial)和 2 種卵生的哺乳綱單孔目動物(monotreme)，也就是鴨嘴獸(Ornithorhynchidae)和針鼯(Tachyglossidae)。這裡的鳥類超過 200 種，蜥蜴超過 98 種。列在新威爾斯州 1995 年瀕危物種保育法(the Threatened Species Conservation Act 1995)上的動物有：

Powerful Owl (*Ninox strenua*)
 Squirrel Glider (*Petaurus norfolcensis*)
 Yellow-bellied Glider (*Petaurus volans*)
 Tiger Quoll (*Dasyurus maculatus*)
 Brush-tailed Rock Wallaby (*Petrogale penicillata*).

在南邊博伊德高原，還有一種 5.7 億年來沒甚麼變化的櫛蠹(*Peripatus*)，又稱絲絨蟲(velvet worm)，是當初原始的蛻皮動物各門物種(Ecdysozoa)，過渡到節肢動物門物種(Arthropoda)的活化石。

從遠方看藍山，這蓋滿尤加利(eucalypt)森林的山地，有著一襲濃濃的藍色濛氣(haze)；這就是藍山地名的由來。藍色濛氣源自一種光學現象，稱為雷利散射(Rayleigh Scattering)。尤加利樹葉含有天然油質，一旦受到氣溫加熱，會從葉子以微粒釋放到大氣。當油粒被陽光照射時，陽光會被散射開來。從遠處觀看到這些漫天的散射，就產生了藍色的視覺。特別是在長時間溫暖好天氣之後，整個藍山地區就會罩上顯著的藍調。大雨過後，藍山通常恢復一兩天的青綠，隨後油粒再度填滿大氣，藍山再度恢復它的尤加利藍調。

藍山國家公園的許多訪客，通常會走到 Wentworth Falls 和 Blackheath 之

間的展望點，站在那裏欣賞藍山的崖面、瀑布、夜景，並不曾真正涉足於藍山國家公園內。園內有展望臺步道(Lookout Walk)、瀑布步道(Waterfall Walk)、高原步道(Plateau Walk)等風景優美、長短不一的健行路線，在卡南拉格路(Kanangra Road)邊的朦朧河(Morong Creek)河畔，有博伊德河露營地(the Boyd River campground)，可以露營。

訪客可以透過較長的步道，走進公園較偏僻處。泛舟(canyoning)、垂降(abseiling)、攀岩(rock climbing)、騎越山野(mountain biking)。四周聚落有許多提供體驗這些活動的服務。這也是全球最陡的山林鐵路發源地，卡通巴景觀鐵路(Katoomba Scenic Railway)。1999 年一年訪客高達 1.045 百萬，但從那時候起，訪客逐年下降到 2009 年只剩下 0.563 百萬。這反映出觀光產業這種資本與勞力密集產業，相應於大環境的經濟景氣，是一種高風險的產業，市場競爭大。條件如藍山國家公園，都會因為全球經濟實況，而有長期、強大的波動。因此，在發展觀光業的同時，不可以忽視保護區四周緩衝帶的在地可持續經濟建設，包括農業、林業、漁業、礦業的持續發展，以及目前混林農業、混農林業等多樣性高的生態保育產業，以緩衝全球經濟的重大波動。在此，為了支持觀光業績，降低衝擊，保育經濟發展所需的高價值形象，必須獲得維持。

肆、藍山國家公園地理實察

這一節以前述章節和地理實察為基礎，討論大藍山這一個世界遺產山林遺產範例的保育經濟，以及它可以作為臺灣發展棲蘭山檜木林遺產的參考價值。進入藍山國家公園的通道非常多，主要是公路和鐵路。鐵、公路及其沿線聚落，多不屬於公園範圍，因此使得公園邊界比較破碎。鐵路從 Glenbrook 進入高原面，一旁的峽谷是河流切入浩克伯里砂岩(雪梨砂岩)，以及納拉賓群(Narrabeen group)砂岩所形成的。



圖二十三、圖左是 Geltnbrook 的空中俯瞰，方向朝東雪梨盆地。圖左下角長條

建物是 Glenbrook 火車站，鐵路蜿蜒繞過 Glenbrook 高原市鎮南邊，經過 Glenbrook 峽谷，穿越隧道，進入雪梨盆地。一旦出谷，Glenbrook 和 Penrith River 會合成為 Nepean River。圖右是 Glenbrook 火車站向東北方向照的砂岩露頭。

峽谷上游是傑利賓池(Jellybean pool)河流濕地，裡面殘留原住民史前遺址。一旦出谷，Glenbrook 和 Penrith River 會合，成為 Nepean River。下圖右邊是 Glenbrook 火車站向東北方向照的雪梨砂岩，它與納拉賓群砂岩相繼出現於鐵路沿線露頭。在這裡的交通路線上，邊坡的開挖相對尺度都較小，並且有多處配合適當的設計，展示塑造這一個地理區的岩體，一則作為環境教育的資源，一則展現大自然在塑造地景和地點感的力量。至少在交通路線進入保護區的邊界上，可以更重視這一個具有標誌意義的形象建設。

進入藍山的據點非常多，例如大藍山世界遺產中心和 Champbell 杜鵑花公園所在的 Blackheath。然而，Katoomba(圖二十四)是最受歡迎的據點。從雪梨出發的大西部線到達 Katoomba，出火車站之後步行到藍山文化中心(Blue Mountains Cultural Centre)前的公車站，可轉搭公車，到達四周主要景點，包括三姊妹展望臺。



圖二十四、走出 Katoomba 火車站(圖左)之後，可步行到達藍山文化中心前的公車站，轉搭公車，到達四周主要景點，包括最受歡迎的三姊妹展望臺(圖右)。

比較有趣的是，這裡遊客因為設計良好的區外觀景地點，而較少進入、衝擊保護區。多數遊客到達展望臺，在保護區外圍的短步道上走一走，就離開；很少遊客涉足深入保護區內。這說明了規劃和設計本身的強大引導力量，值得重視。



圖二十五、圖左是保護區大會成員，在戶外聽藍山國家公園管理處解說人員的行前說明。圖右是管理處特別安排，仿造澳洲原住民傳統，歡迎並為訪客驅邪的燻煙儀式。

報名參加專業導覽及活動，是認識藍山國家公園的好方法。在此，國家公園安排的，或者四周聚落私人公司提供的戶外活動，都有訓練有素的專業人員，引導訪客深入瞭解遺產地的價值，並且安全從事戶外活動。專業導覽一般會有行前教育，為訪客說明接下來的活動、背景知識，以及注意事項(圖二十五)。

當然，國家公園在網路上，在園區裡，也提供許多自導式旅遊所需的資訊，協助訪客瞭解藍山國家公園。為此，基礎建設非常重要。包括避免干擾又安全的步道設計，分類說明清晰的景點說明等等(圖二十六)。在臺灣，風化強烈、災害頻仍；為保障保護區及其四周的旅遊安全和服務品質，基礎建設的設計與施作，必須有更高的要求。



圖二十六、圖左為藍山國家公園園區自導式旅遊資訊，協助訪客瞭解藍山國家公園。圖右是架高的步道，安全，對環境生態干擾較小，並且有利於訪客觀察和行為控制。

除了步道，這裡多點、多樣的纜車設計，配合了善用歷史遺跡的良好設計，大幅度提高遊覽品質，方便遊客觀察園區(圖二十七)。一般導覽雖然只有粗略介紹；但是對於深入了解此一地景生態的訪客，一個鳥瞰的觀察視野，大幅度提升了地景生態結構的能見度。



圖二十七、藍山有多點、多樣的纜車設計，大幅度提高遊覽品質。

在展示主題上，這些設計不是獨立的，而是與基礎規畫設計，形成一個零敲碎打出來的整體。除了宏觀的地景生態視野，以及微觀上針對物種、岩石、地形、歷史遺址的告示牌解說之外，對於生病的、老去的、火災傷害的植物和林班植被，藍山都做了精細的場所設計和解說(圖二十八)，把地景生態的動態變遷本質，表現出來。這與我們傳統只把完美商品展示出來的經營方法，非常不同。藍山的作法，包括保留崩山、森林火災遺跡，並且解說地史中的地形、生態作用的意義，是一種真正展示地景生態的作法，而非百貨公司或博物館式的展示方法。



圖二十八、藍山除了提供宏觀的地景生態視野，以及微觀上針對物種、岩石、地形、歷史遺址的告示牌解說之外，對於生病的、老去的、火災傷害的植物和林班植被，都做了精細的場所設計和解說。

除了砍伐森林，1878 年 Britty North 在冠岩崖面下 219 公尺處發現的煤層，以及隨後發現此層以下 60 到 80 公尺處的油頁岩(oil-shale; torbanite)，決定了 Katoomba 超過百年的林業與礦業發展。油頁岩在下，來自海洋藻類與動物沉積物；煤層在上，來自濱海或陸生泥質沉積環境的植物殘骸。根據紀錄，1888 年半年的煤礦產量是 65680 噸，支持了 23 名礦工以及地面上 60 名操作員的產業，和臺灣平溪煤礦產量極盛時相當。這些煤礦來自地史的早期，而當時

的植物隨著演化，成為今天的物種，繼續以光合作用，把太陽能轉換為化學能，儲存於生物體內(圖二十九)。



圖二十九、圖左是卡通巴煤礦公司(Katoomba Coal Mine 1880)的運煤戶外展示模型，圖右是林業與礦業廢棄後長大的山地藍桉木，此一海拔 750 公尺地點的桉木生長速率，大約是宜蘭低地茄苳、九芎闊葉木速率的 2/3，主要控制生長的物候因子是氣溫和雨量。圖中是高雄師範大學地理系何立德老師。

1895 年種下的山地藍桉木(Mountain Blue Gum，學名 *Eucalyptus deanei*)，估計直徑每年生長 0.67 公分，大約宜蘭低地闊葉木生長速率的 2/3。把雪梨的氣候和宜蘭的比較，單位時間日照強度是 0.90 倍，年均溫是 0.79 倍，年日照時數是 1.64 倍，年雨量是 0.43 倍。氣溫和雨量最能解釋植被成長速率。

關於藍山的資訊，以及地理實察的現場，指出此一世界遺產的經營管理，在保護區四周的緩衝帶上，也就是鄰接交通聚落的地區，大量使用現代工藝與知能，而不只是圈畫保護。操作上，不論物件、現象大小，管理者對於具有地景生態與教育價值的，都以適地、適性的規劃和設計，將它們裝置起來，並且解說，豐富保護區所要傳遞的資訊；例如，僅僅是一株種植年代確定的山地藍桉木。

過去林業、礦業，以及晚近的園藝和造景業的資源採集，對於公園治理者當作深具意義的教材，一一說明地景生態的衝擊，並且推動適當的復育。這一種治理作法，不但在園區內飽受破壞的高原濕地上發生，在園區外面都發生了影響。例如 Katoomba 都市化聚落的高原濕地，不久前因為觀光業發展，住宅與高爾夫球場興建，而被填埋(圖三十)，近年居民正積極推動復育，希望能夠找回他們小時候聽到的蛙聲。



圖三十、站在 Katoomba 藍山國家公園文化中心頂樓，眺望被高級住宅、高爾夫球場佔據的高原面淺河谷和濕地。受到環境保育的影響，最近居民努力推動復育此一高原濕地。

保育不只是一門學科，更是一個跨領域的應用知能，一種生活方式的建立，一種經濟。這裡的旅遊資訊、商品服務、住宿、專業戶外活動響導，以及基礎設施(例如，步道、纜車、露營地、泛舟、攀岩、垂降、入園教育設施等)，是此地保育經濟的重點建設。各地或不相同，但是提供安全的、低干擾的戶外遊園活動，以及環境教育與科研場所，則是一致目標。管理單位自身或與合作單位，在志工的協助下，舉辦各種教育訓練、文化活動，各單位長期研究和環境監測，透過持續性的經營管理回顧和計畫，則是不斷提升其整體服務規模和品質，厚植保育經濟的基礎。

藍山保護區的劃設，已被評為破碎。在臺灣，強烈人類活動逼臨或侵入保護區的實況，則更為嚴重。在藍山，水庫的水資源供應壓力和上游開發之間的矛盾，已經是問題，而在臺灣這一方面的危機和衝突更大。從長期來看，臺灣山地保護區的發展，以發展策略來引導原住民和遊客，向安全、衝擊小的低地移動，發展集約投資的低地山林休閒，以及以原住民傳統生活與生態為指導的登山活動、傳統生物園區，是比較有利的。畢竟，大分水嶺沒有颱風、大地震，海拔高度不及臺灣的一半，人口和資源使用壓力，遠遠低於臺灣。

臺灣山地糾結著原住民與漢人開發混雜現象，山地道路引來的現代化，對山地環境敏感地帶的衝擊，以及對下游巨大都會人口生態服務的衝擊，其密度規模都是世所少見。我們應該思考如何為臺灣山地建置緩衝帶和發展山地原住民部落生活。臺灣山地如果要建置一個協作經營系統，必須針對原住民已強烈使用現代化工具的事實，以及山地和下游巨大人口面對的資源與安全問題，提

出合適於臺灣實況的體制，不應直接移植、抄襲國外例子。

劃為保護區，就不是開放給公民的。開放是例外，禁止才是原則。管理上必須寫清楚嚴格的限制規則。在藍山，許多強度使用的土地，都是在保護區的外部，而許多保護的核心區，不但遠離人類活動，甚至是不公開，嚴禁人類活動進入。如何建立一個具有屏障功能，同時可以為當地居民帶來良好經濟收益的緩衝帶治理，是人口稠密，山地易達性高的臺灣，能夠保護山林的關鍵課題。

公園規模與訪客規模如藍山，都不免全球經濟的衝擊；在發展保育經濟時，我們不可以忽視緩衝帶的傳統產業，在經濟蕭條時的重要穩定功能。從發展可持續經濟的角度來看，日常居民和訪客的物質能源使用，如果大量依賴外部輸入，那與保育是背道而馳的。因此，在發展觀光業的同時，要思考適地、適性的農、林、漁、牧、礦的持續發展，以及發展混林農業、混農林業等多樣性高的生態保育產業，一方面作為經濟蕭條的緩衝閥，另一方面實踐綠生活。為了支持觀光業績，降低衝擊，更要創發、維持保育經濟的高價值形象



世界自然遺產與台灣的自然地景保育

●雷鴻飛／中國文化大學地理學系助理教授

世界自然遺產是地學（geosciences）和博物學（natural history）發展的實踐結果，到今天國際自然保育聯盟（International Union for Conservation of Nature，簡稱IUCN）審議世界自然遺產入列名單時，評審世界自然遺產的審議委員，主要還是從國際自然保育聯盟（IUCN）、國際保護區委員會（World Commission on Protected Areas，簡稱WCPA）、國際地形學者協會（International Association of Geomorphologists，簡稱IAG）、國際地質科學聯盟（International Union of Geological Sciences，簡稱IUGS）等機構的會員中挑選。這一個審議委員的選擇，反映出地學和博物學的學術傳統，也指出世界自然遺產的本質：它的存在與設立，是為了科學研究、環境教育，並妥善看管、保存那些伴隨人類發展、人類賴以維生的大自然。任何與此衝突的發展，都不是世界自然遺產要的。

在這裡，環境教育一詞不是指環境衛生教育，不是社會環境教育，不是環境污染防治教育，不是工業環境安全教育，不是社區營造、治理教育，不是景觀規劃設計教育，不是防震、防災、防疫教育，雖然都和它們或多或少有關，就像物理教育和許多範疇的教育相關，但是物理教育就是物理教育，不可漫無目標、散彈打鳥。環境教育一開始就是地學的、生態學的環境教育；不可以失去這一個準頭，以及它需要的知能。

作為世界自然遺產，必須滿足以下兩個關鍵條件。第一、具有傑出的普世價值，第二、有效的管護計畫。就傑出的普世價值來說，它是把遺產放到全球脈絡、地史和文明脈絡中來定義的，不是一方在地居民或文化族群說了就算的事。傑出的普世價值，更是一個發現歷程的結果，而非給定之物。我們面對遺產，必須發掘它的價值；這一個發掘過程本身，就是增進在地生活、深化人地關係的推動力，也是文明進程的推動力之一。

傳統上，天然資源的發現與利用，支配了人類文明的運作。隨著人口增加，平均每人消費規模的提高，天然資源快速耗損，造成物種滅絕、地景破壞，例如完全消失的台灣樟樹純林、幾近滅絕的台灣水獺（華南鼬鼠／*Mustela sibirica*），以及大量消失的天然濕地。這一個環境變化，不但惡化了生活品質，例如水質不好、水量不足，更嚴重的是

它直接威脅到生活安全，例如水災規模頻率的增加。人類全面破壞地景生態，更造成大自然失去了記憶的寶庫。

現代科技和環境監測工作，很晚才出現。世上最早的氣象觀測只有三百年，台灣大部分地方的氣象觀測紀錄也只有幾十年。如果想要知道百年的、千年的環境變遷，依賴歷史記載比較不可靠，因為現代之前的歷史記載，許多描述缺乏客觀性。然而，我們可以利用現代科技，從大自然中找出環境變遷的證據，重建環境歷史的真相，這對我們了解大地、治理大地，很有幫助。因此，當我們極力保護自然遺產與地景生態，我們不只是保護賴以生存的天然資源而已，還為自己保留了發現世界真相的機會。

台灣接觸西方文明以來，早期探險者、日治時期的學者、國民政府時期的科學家，不斷發現新的物種及其地景生態和生物地理意義。這些知能引導了天然資源的開發，也喚起了我們保存和永續使用這些資源的知能。具有傑出普世價值的世界自然遺產，不只是在地生活的、生態的、生物地理的一環，它還是全人類的公共資源（common pool resource）。如何使用公共資源？如何避免公共悲劇？這是現代經濟學，從英國發展之初，就存在的大問題，而問題的解答包括兩個面向的知能。第一個面向就是資源的自然屬性，那是我們必須從寬留的大自然中，努力發現的，例如，我們每年從台灣河川可以取用多少水砂資源呢？第二個面向就是資源的文化屬性的，我們應該建制怎樣的機構、利用怎樣的工具、以怎樣的時空節奏來取用水砂資源呢？保護世界自然遺產，我們必須有方法，有制度，有管護計畫。

世界自然遺產的設置，必須包括有效的管護計畫。這不只是劃設保護區、圈地管制，它還包括環境監測機構和平台的建設，環境資訊存取、公開分享的硬體、制度、法規、智價市場的建制，管護地理空間的分區管制與發展政策的擬定和實踐，社區和區域產業知能、社會組織的建構等等工作。

單單立法，劃設保護區，不足以保護世界自然遺產。自然保育，不只是圈地保護，它更是一種生產和生活的調整和規劃。在地理空間上，世界自然遺產的劃設包括核心區、緩衝區、一般土地使用區的劃設，在韓國濟州島（Jeju Island）的例子，緩衝區與一般土地使用區之間，還加入了過渡區。核心區嚴格圈管，並且根據核心區的圈管項目、強度，規範緩衝區的發展項目和作法。緩衝區所要實踐的，就是不會傷害地景生態運作的保育產業，它不是傳統慣習的產業和生活的直接繼承，不是現代工藝生產的引進，也不是綠美化的地景建築工程，而是透過多方參與實踐的社區總體營造，其中所有作為，都必須在自然水砂循環（水文地形）、生地化循環、地景生態運作的自然架構下，根據可靠的觀測資料和知能，深思熟慮的安排。

濟州島在緩衝區與一般土地使用區之間，加入的過渡區，它的功能是在現代工藝支配的強度土地利用，和生態產業區之間，發展一個折衷的土地使用，在運作的季節上、

使用強度上略作調整，一方面和緩衝區一起，擴大核心區的地景生態運作功能的規模，另一方面可以適時、適量的提高一般土地使用生產的規模。地理空間的劃設不是製圖問題，而是土地利用的政治經濟操作問題；我們劃設此一方區管制時，並不需要嚴格遵守同心環帶的結構，例如日本屋久島國家公園（Yakushima National Park），其核心區之外就是作為緩衝帶的部分國家公園範圍，並且核心區可以直接連上一般土地利用的國家公園外圍，並沒有過渡帶的設計。屋久島這麼做，是因為島上人口稀少，島民也沒有深入高山高原漁獵採伐的傳統，而是幾乎依賴海岸與海洋資源度日。針對不同的歷史地理脈絡、不同的文化社群，我們應該有不同的地理空間劃設，以及發展適合該地的不同政治經濟操作和管護計畫。

台灣推動自然地景保育工作，已經超過二十年。期間，完成了許多保護區的劃設、登錄，並且有相應的法規，管制政府的行政和公民的行為。但是，人對環境的破壞，直接的、間接的、有意的、無意的，時有所聞。最大的問題，在於保育帶來的利益，未能有效的透過規費、稅制、市場機制，反映在日常生活操作裡，相應的在地經濟發展，也還在摸索中，而公民要求政府支出的企圖強烈，尋求、學習新知能、新市場機制的負責任意願低落，當然改變的企圖在主觀上，也受限於在地社區人口老化，鄉野生活條件不足以吸引青年等等社會限制條件。

未來台灣在世界自然遺產以及自然地景保育的工作上，應該以建構、實踐管護計畫或者經營管理計畫為主軸，不但要嚴格圈管核心區，並且至少要在一般土地利用區和核心區之間，劃定緩衝區，在緩衝區內實踐親和生態的林業、農業、漁業，以多樣、精緻、小眾、高附加價值的社區產業，作為此一區帶的政治經濟操作標的，並且推動多方參與的社區治理平台，確保核心區的安全存續，並且建構出健康的在地社區發展。過程中，我們最應該避免的是，政府不斷投入資本，而社區居民轉一個彎，把此一公共支出轉為私有財之後，又回到了當代金融資本主義操作的都市工業區帶裡，就像當前台灣各離島發生的事一樣，最終鄉野依然缺乏人力、財力、知能推動高智價、高科技的保育產業，公共資源的生產剩餘依然透過政治經濟操作，離開了土地。如此一來，台灣的保護區勢必繼續暴露在高風險中，而具有證照制度的山野採集、巡護、導覽等就業市場和產業，將無法建立，鄉野繼續以原始、野蠻、掠奪式的方式，面對山林、海岸、濕地，永續發展也就緣木求魚了。◆

【研究論文】

論棲蘭山檜木林的地景生態與治理

On Landscape Ecology of Cilan Mountain Cypress Forest and its Governance

雷鴻飛* (Lei Hung-fei)

■ 摘要

本文旨在為「棲蘭山檜木林」的保育和生產，提出一個永續發展的構想。它首先根據地質、地形、氣候、生物地理、聚落發展資訊，討論棲蘭山檜木林及其鄰近地區地景生態特性，以及它在環境變遷、崩山生態、生物地理的隱義，提出棲蘭山檜木林治理的關鍵參考。接著，根據相關文獻回顧和世界遺產實例，評價「棲蘭山檜木林」的價值，針對推動「棲蘭山檜木林」做為世界遺產的目標，討論可能用於棲蘭山檜木林及其鄰近地區的經營管理指導原則與治理政略。在考量地景生態特性、地理區劃，以及權益關係人日常實踐下，建議三項可先行的建置，分別是第一：建立管理監測部門和資訊平臺；第二：持續鼓勵以社區林業為核心的產業發展計畫；第三：發展多重規範下的社區發展委員會之運作。最後，本文建議未來的一些重要研究課題。

關鍵詞：世界遺產、地景生態、地理區劃、社區林業

*文化大學地理系專任助理教授 (hungfeilei@ntu.edu.tw)

收件日期：2014 / 8 / 18；接受日期：2014 / 11 / 25 Received Date: 2014 / 8 / 18; Accepted Date: 2014 / 11 / 25

■ Abstract

Based upon available information on geology, landform, climate, biogeography and settlement development, this paper aims to discuss the characteristics of landscape ecology in Cilan Mountain Cypress Forest and its proximity. Through discussion, issues and management, items are suggested for the governance of Cilan Mountain Cypress Forest. This is then followed by a preliminary literature review on relevant studies and some case studies on world heritages and a discussion on management guidelines and strategies of governance that may be applied to Cilan Mountain Cypress Forest. With concerns to landscape ecology, geographical zoning, and the everyday practice of stakeholders, three preliminary constructions are suggested: first, building up the monitoring administration section and information platform for Cilan Mountain Cypress Forest and the surrounding area; second, continuously promoting Community Forestry programs; third, improving and enhancing the operation of the committee of the community development under the multi-level regulation. Finally, the paper suggests some essential topics for future research.

Keywords: World Heritage, Landscape Ecology, Geographical Zoning, Community Forestry

一、前言

截至民國99年（2010）底，行政院文化建設委員會（今文化部）已評選出臺灣18處具備登錄世界遺產條件的潛力點，其中「棲蘭山檜木林」和「太魯閣國家公園」為兩處最突出的臺灣自然遺產潛力點。儘管臺灣並非《世界遺產公約》締約國，申請世界遺產有其政治障礙，但是遺產登錄與相關產業發展，與臺灣未來國土利用密切相關，必須積極推動。畢竟，「傑出普世價值」在本質上是連結生活、生產、生態的整體文明議題，而非狹隘的政治議題，而名錄（List）是符號，就像有機標章，重點仍然在於實踐。如何界定「傑出普世價值」，如何建立「管護系統」來維持、發展此一價值，是討論自然和文化遺產的關鍵。

日據時期，臺灣居民已經知道檜木做為生活資料的工具性價值，但是對於檜木林多重、複雜的整體價值，卻要到晚近環境保護運動興起之後，才被認識。在保育學者群力支持之下，民國75年（1986）「鴛鴦湖自然保留區」成立，是為保育臺灣檜木林的第一件重要事件。隨後曾經任職國家公園的陳玉峰，於民國87年（1998）率領公民要求政府停止砍伐檜木，高舉檜木林的價值，是為臺灣保育檜木原始森林的第二件重要事件。在〈搶救檜木林運動的價值依據〉一文中，陳玉峰指出「……檜木成林代表滾動山河的安定化……」，提點檜木林在臺灣崩山生態學中的重大意義，至今仍然有待科學研究。從認識檜木的價值，到認識檜木林的價值，臺灣居民花了將近一個世紀，而這一個轉

變標誌著我們文明的重大轉變與成熟。

「棲蘭山檜木林」這一個臺灣自然遺產潛力點，其傑出普世價值最重要者，就是它的生物多樣性。根據世界遺產登錄標準第十項，生物多樣性判準，如果一個地區包含有最為重要與顯著的棲地，做為就地保育生物多樣性之用，而從科學或保育角度觀點來看，這些生物之中包含具有傑出普世價值的瀕危物種，那麼該地區就符合世界遺產登錄標準。誠然，生物多樣性是「棲蘭山檜木林」最為突出的價值，然而「棲蘭山檜木林」的價值絕不僅於此，本文在生物多樣性此一價值之外，補充論述「棲蘭山檜木林」潛在的美學、地史、生態價值。

永續發展旨在推動「生產和保育必須攜手合作，並且朝不同方向去發展」。本文基於這一點想法，討論「棲蘭山檜木林」的保育和生產議題。文分四段，首先綜觀說明棲蘭山檜木林的基本地景生態特性，包括地質、地形、氣候、生物地理、聚落發展。其次，申論「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值，包括生物多樣性、美學、地史、生態四個面向的價值。第三節針對「棲蘭山檜木林」的基本地景生態特性和傑出普世價值，提出經營管理「棲蘭山檜木林」的指導原則，並指出治理政略，以及三項優先可行的工作，推動棲蘭山檜木林的保育和生產。最後一節，在棲蘭山檜木林現有的研究文獻基礎上，針對世界遺產地建置目標，本文建議未來應推動的重要研究課題。在治理實踐上，這些建議還必須依賴各權益關係者條件和意願，邊做邊修，逐步達成實質可行的作為。

二、棲蘭山檜木林的基本地景生態特性

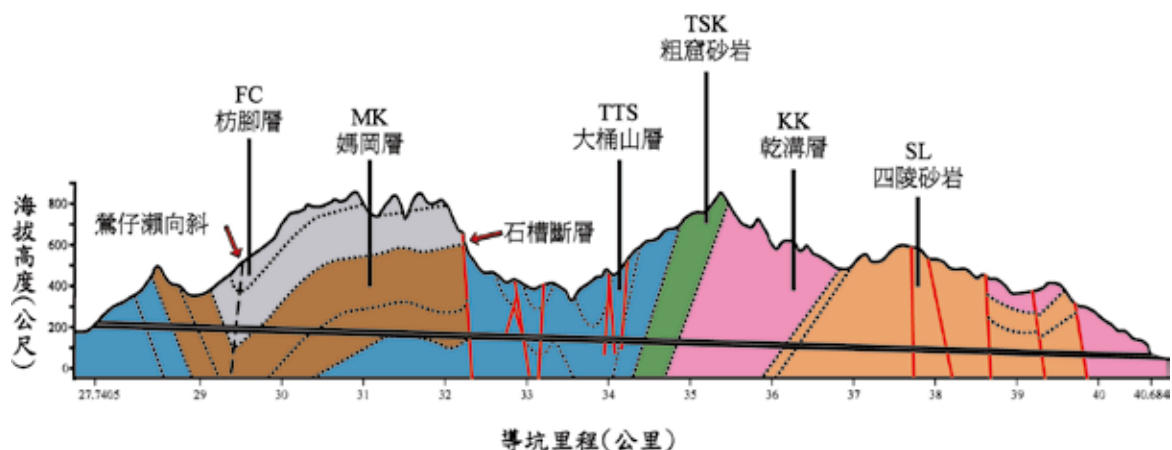
這一節將綜觀說明「棲蘭山檜木林」的基本地景生態特性，它是根據現有地質、地形、氣候、生物地理、聚落發展資訊整理而來。文中說明這些地景生態構成元素之間的聯繫，展示地景生態做為一個整體的特性，為生活其中的公民，以及構想治理架構和作為的權益關係者，不論在溝通討論時，或者實質活動上，提供討論、溝通的背景知識和平臺。本節依序先從各面向切入，最後總結此一綜觀內容，並指出那些有待探索的重大議題；這是經營管理必須認識的限制。

（一）地質與水文

雪山隧道的路線地質剖面（圖1）調查較為完備、精細，為我們提供了認識雪山山脈岩體的好窗口。圖1右段（隧道東端）的四稜砂岩和乾溝層，向雪山山脈南方延伸，成了「棲蘭山檜木林」的主要地體材料，而原本下伏於四稜砂

岩的西村層，也在「棲蘭山檜木林」範圍內浮現，成為主稜線附近的主要地體材料之一。這是「棲蘭山檜木林」的地質基礎；泥質含量較高的乾溝層和西村層，分別上下夾集中間堅硬、粗粒、孔隙度大的四稜砂岩。根據Chang et al（2005）和Tseng and Hou（2008）的資料，四稜砂岩不但材料堅硬，孔隙度、含水量也高（表1），是本區控制水文地質的關鍵地層。

表1中，FC代表澳底層的枋腳段，MK代表澳底層的媽岡段，而澳底層相當於木山層，TTS代表大桶山層，KK代表乾溝層，SL代表四稜砂岩。在礁溪，埋在第四紀堆積物下的溫泉淺層出水區帶東西寬度不大，影響溫泉街廓發展，即為四稜砂岩層和斷層所控制。在宜蘭大湖一帶，勝洋水草所在的山溪背景丘陵，就是四稜砂岩層，而豐富的地下水正是當年種稻、養魚，如今發展溼地休閒產業的資源基礎。



▲圖1. 「棲蘭山檜木林」範圍以北的雪山隧道地質剖面。

Figure 1. Geological profile of Hsuehshan (also known as Snow Mountain) Tunnel to the north of Cilan Mountain Cypress Forest area.

圖片來源：Chang et al, 2005; Tseng and Hou, 2008

表1. 雪山山脈地體材料的物理特性表

Table 1. Physical Properties of geotexture of the mountain range of Hsuehshan

岩石材料	地層	密度 (噸 / 立方公尺)	水含量 (%)	比重	孔隙率%	吸附率%
泥質岩石 (ST)	FC	2.70	1.40	2.75	3.20	2.21
	MK	2.68	1.30	2.70	3.00	1.90
	TTS	2.68	1.2-1.7	2.72-2.75	3.0-4.1	2.0-2.9
	KK	2.70	1.30	2.74-2.75	3.0-3.4	1.8-1.91
	SL	2.55-2.69	1.6-3.1	2.68-2.75	4.0-8.4	1.7-6.74
砂質岩石 (SS)	FC	2.64	1.10	2.71	3.00	1.85
	MK	2.68	-	-	-	-
	TTS	2.68	1.40	2.73	3.70	2.84
	SL	2.57-2.68	0.6-3.7	2.71-2.75	1.0-11.2	1.10-6.17
石英岩 (QTZ)	SL	2.55-2.67	0.3-0.7	2.64-2.68	1.0-5.6	0.5-2.20

資料來源：Chang et al, 2005; Tseng and Hou, 2008.

岩體差異，以及它們出露於地表的位置和形態，顯著影響地面和地下水文。在「棲蘭山檜木林」範圍內，水不但制約森林物種的生長和分布，也是控制河溝向源侵蝕和崩山的關鍵要素之一。水資源的取用，更關係到當地和下游的生產。20世紀的現代化過程中，臺灣森林的伐除，現代聚落和道路不透水面的鋪設，農業水資源使用，使當前地面覆蓋以及人類活動，消除了許多水文地質在原始地景生態上的烙印。玉蘭一地大面積種植茶園、引水灌溉的結果，河溝只剩細流，並且嚴重阻塞、汙染。年紀半百以上的居民雖然記得魚蝦滿溪流的盛況，那已經不再是玉蘭聚落的地景生態事實。

除了雪隧施工和完工後的監測資料之外，已經通過的鐵路改線計畫之未來鑽探報告，以及「棲蘭山檜木林」範圍

內及其周圍居民長期生活經驗中，有關水文地質現象的部分，是我們治理「棲蘭山檜木林」必須積極蒐集的環境資訊之一。鑒於早期地質資料粗放、山勢陡峻、植被覆蓋阻礙地質調查，未來應對全區水文地質，以及相關地形作用有更好、更仔細的調查。濟州島爲了永續利用島嶼水資源，以及建立火山地質發育史，而大量鑽探地質井。「棲蘭山檜木林」需要的水文地質調查雖然不必有那種規模，但是爲一座世界遺產潛力點，也爲臺灣支持最大人口規模使用的水源地，進行一次深入、強度的水文地質與地形作用調查，並且擇地建立長期監測站，是非常值得的投資。另外，透過在地居民和管理者的田野經驗，增進我們對於「棲蘭山檜木林」範圍內水文地質的認識，也是一項「邊學邊做」的工作，可以補償地質專業點狀儀器觀測的限制。

(二) 地形分析

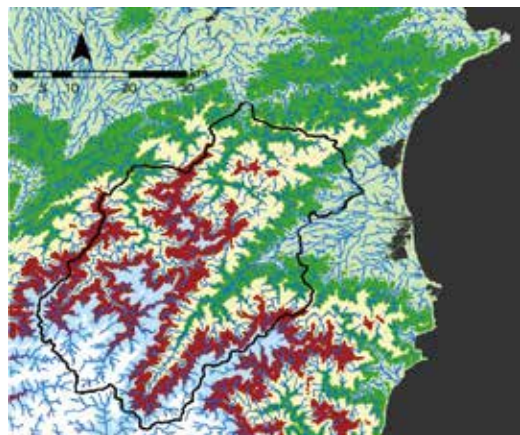
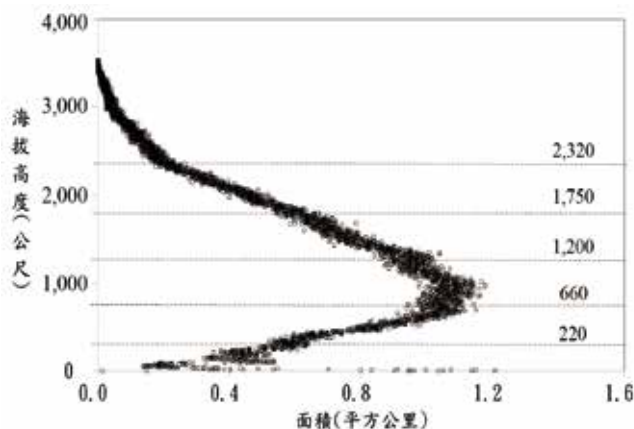
圖2利用解析度40公尺的數值地形圖，針對右圖中黑色線條框取的範圍，計算各海拔高度的面積，得到圖2中左圖所示的海拔高度面積分布圖。右圖黑色線條圈劃、框取的範圍，包括南勢溪、大漢溪、蘭陽溪的上游地區，由集水區的分水嶺來定義範圍。結果顯示，海拔高度的面積分布，在220、660、1,200、1,750、2,320公尺這五個高程位置附近有明顯變化。低於海拔高度220公尺的地區（淺綠色標誌範圍），除了海拔高度60公尺以下的蘭陽溪河谷或平原之外，海拔高度117和192公尺附近，也出現面積較多的現象。

從海拔高度220公尺上升到660公尺（圖2右圖中深綠色標誌範圍），各海拔高度的面積呈現逐漸增加的趨勢。海拔高度660公尺到1,200公尺之間（圖2右圖中淺黃色標誌範圍），各海拔高度的面

積則大致相當，並且以海拔高度900公尺到1,000公尺之間的面積最為寬廣。

從海拔高度1,200公尺上升到1,750公尺（深褐色標誌範圍），各海拔高度的面積呈現逐漸減少趨勢。這一個趨勢也發生在海拔高度1,750公尺到2,320公尺之間（圖2右圖中淺藍色標誌範圍），但是後者各海拔高度面積的變異顯著縮小。海拔高度2,320公尺以上（白色標誌範圍），各個海拔高度的面積雖然持續逐漸減少，減少的速率卻呈現逐漸變緩的趨勢。

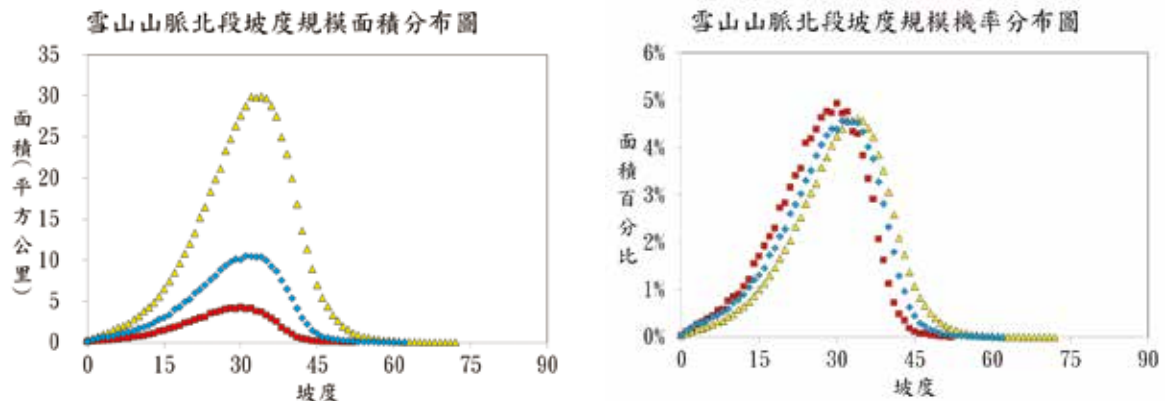
將上述關鍵海拔高度做為界線，對雪山山脈北段及鄰近地區進行分區，就可以得到圖2右圖中分層設色的海拔高度分布情況，並且呈現了此區地形的幾個特點。第一：地勢從東北向西南遞增；第二：沿此軸線每8~16公里，就有一道西北—東南橫貫山脈的地形廊道，在各



▲圖2. 左圖是針對右圖中黑線圈劃範圍，畫出的雪山山脈北段的海拔高度面積統計圖。右圖河網是由集流面積2.56平方公里定義，亦即本區維持長流河道最小集流面積是2.56平方公里。

Figure 2. The figure on left is a chart showing the area of at various altitudes of the northern section of Hsuehshan mountain range, which is outlined in black in the figure on the right. The river network in the figure on the right is defined by the catchment basin of 2.56 km², that is, the minimum area of the catchment basin in this zone is to be maintained at 2.56 km².

圖片來源：雷鴻飛提供



▲圖3. 雪山山脈北段三集水區坡度規模分布圖。左圖為面積分布，右圖為坡度分布。

Figure 3. Map of distribution of gradient scale of the three catchment areas in the northern section of Hsuehshan mountain range. Figure on left shows distribution of area. Figure on right shows distribution of gradient.

圖片來源：雷鴻飛提供

該海拔位置上做為氣候變遷時的生物遷徙廊道；第三：雖然主稜線偏向東南一側，海拔高度660公尺到1,750公尺之間的區域（淺黃色和深褐色標誌範圍）面積分布相當寬廣。以島嶼生物地理觀點來看，面積愈大，生物多樣性愈高，而這一個海拔區帶也正是前面提及緩起伏地面所在的地方，鴛鴦湖就是一例。

同樣利用40公尺解析度的數值地形圖，計算統計雪山山脈北段三個集水區內的坡度面積和機率分布，得到圖3。圖3中以黃色三角點代表大漢溪羅浮上游集水區的坡度分布，藍色菱形點代表阿玉溪烏來上游集水區的坡度分布，紅色方點代表桶后溪烏來上游集水區的坡度分布。圖3左圖是坡度規模的面積分布，右圖是以各集水區為單元，算出坡度規模的機率分布。結果顯示，這三塊從雪山山脈北段東北延伸到西南，地勢漸高的三座集水區，其坡度規模頻率的分布卻很相似。雖然區域地勢愈高，坡長愈長，坡度愈大，但是在整體上只有3度的差異。這一個差異意味著愈陡峭的坡

地，輸砂作用與生態作用兩者的交互作用規模和頻率愈大，從而使得岩體和風化岩屑的抗剪強度愈大。

上述每個集水區的坡度機率分布，都無法根據集水區坡度平均值及其標準差，以及簡單的Gamma分布來描述。但是，利用Carson（1971）的坡地崩壞、坡度置換的經驗方程式，以及張石角（1993）在討論簡確法時所使用的坡序分類，我們可以使用複合式的Gamma分布，描述各集水區的坡度機率分布；這一套方法也曾用於高屏溪上游以及屋久島的地形分析，獲得良好結果。張石角根據多年臺灣崩山研究經驗，將坡地地形學中的九種坡序，簡化為崖坡、崖堆（岩幕）坡、土砂坡、水砂坡。這一組坡序上接坡頂面或分水嶺，下接河溝、階地或平原。根據Carson給出的理論公式，原生坡度和次生坡度的經驗關係寫成：

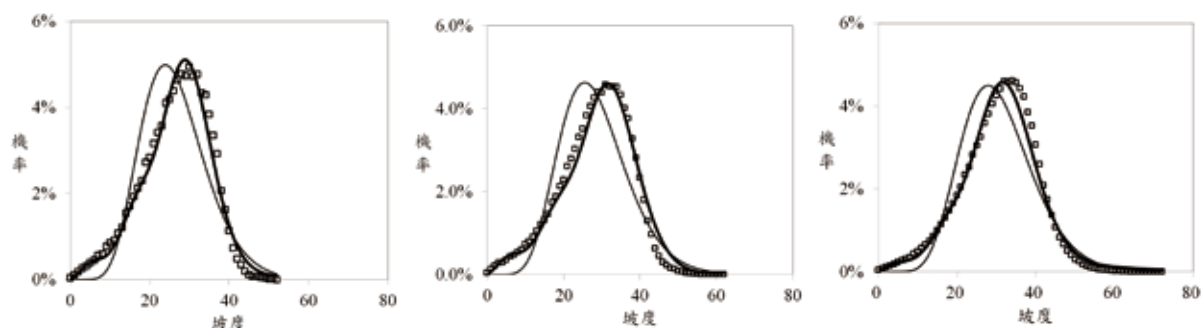
$$a = \frac{i + \phi}{2}$$

其中 a 是次生坡度， i 是原生坡度， ϕ 是材料內摩擦角。針對本區，新鮮岩體的平均內摩擦角，都設定為25度，次生崖面的平均內摩擦角則設定為10度，崖堆（岩幕）坡上的風化岩屑，雖然因為風化而降低平均內摩擦角，但是植被土壤根墊系統的發育反過來增強它，於是崖堆（岩幕）坡的平均內摩擦角繼續保持為10度。崖堆（岩幕）坡向下發育土砂坡，以及土砂坡向下推演水砂坡，都需要大量水分。為求簡化，暫時都將其平均內摩擦角設定為0度。

在桶後溪，平均52度的崖面和10度的內摩擦角，給出31度的崖堆（岩幕）坡，31度的崖堆（岩幕）坡和10度的內摩擦角，又進一步向下坡推演出20度的土砂坡，最後20度的土砂坡在完全失去內摩擦角的狀況下，向下坡推演出10度的水砂坡。於是，各類坡地坡度範圍依序是：崖坡41度以上、崖堆（岩幕）坡41~26度、土砂坡26~15度、水砂坡15~5度、河溝5度以下。每一組坡度邊界的界定，都暫以代表坡度（52、31、20、10度）的中點為界。

在南勢溪支流阿玉溪烏來上游，平均58度的崖面以平均10度的內摩擦角，向下推演出平均34度的崖堆（岩幕）坡，而平均34度的崖堆（岩幕）坡再以平均10度的內摩擦角，又進一步向下坡推演出平均22度的土砂坡，最後平均22度的土砂坡在完全失去內摩擦角的狀況下，向下坡推演出11度的水砂坡。於是，各類坡地坡度範圍依序是，崖坡46度以上、崖堆（岩幕）坡46~28度、土砂坡28~16度、水砂坡16~5度、河溝5度以下。

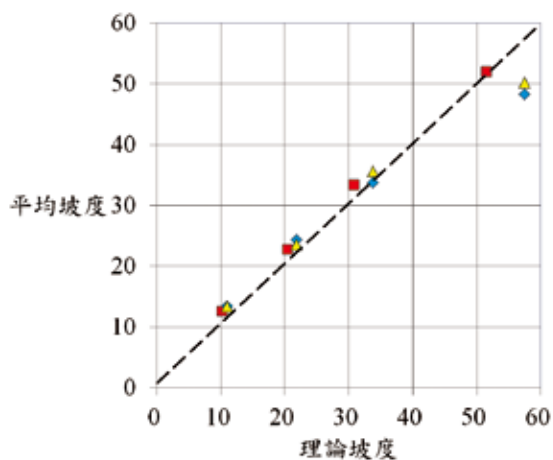
在大漢溪羅浮上游，整組坡序的特徵坡度以及它們的組距，和阿玉溪一致。三座集水區的坡度機率分布和理論模擬結果的比較，表示於圖4，其中細線代表各集水區以平均坡度和單一Gamma模型的模擬結果，而粗線代表結合坡地發育理論複合Gamma模型的模擬結果。具有坡地發育理論支撐的複合Gamma模型的模擬結果，明顯較能描述DEM所提供的坡度機率分布情況（圖5）；這意味著崖坡、崖堆（岩幕）坡、土砂坡、水砂坡、河溝所組成的坡序，普遍存在於研究區內。



▲圖4. 由左至右為桶後溪、阿玉溪、大漢溪集水區坡度機率分布和理論模擬統計圖。

Figure 4. From left to right are charts of probability distribution and theoretical simulation of the gradients of Tonghou River, Ayu River and Dahan River catchment areas.

圖片來源：雷鴻飛提供



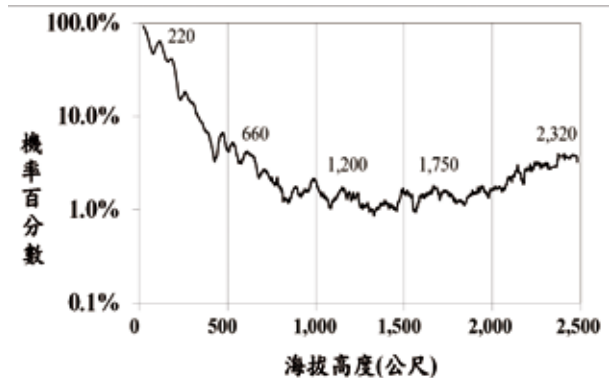
▲圖5. 坡地發育理論推論的坡度，和三座集水區的平均坡度比較圖。紅色方點代表桶後溪，藍色菱形點代表阿玉溪，黃色三角點代表大漢溪。

Figure 5. Comparison chart of gradients derived by the slope land development theory and the average gradient of the three catchment areas. Red square represents Tonghou River, blue diamond represents Ayu River and yellow triangle represents Dahan River.

圖片來源：雷鴻飛提供

圖5分別就三座集水區，將坡地發育理論推論的坡度，和各坡距內統計出的平均坡度比較，可以看出此一理論模擬，與數值地形計算出來的情況非常接近，雖然有系統性的誤差來自Gamma機率分布函數的使用。接著根據上述分析成果，取6度以下的坡地，做為河溝以及它們在地形演化上出現緩起伏面的代表，來考察整個雪山山脈北段的緩起伏面分布。以35公尺的海拔高差當做間距單元，將各海拔高度6度以下的坡地面積與該高度面積比值，以移動平均處理後的結果顯示在圖6中，其中也將前述海拔高度面積分布的轉折海拔高度標上。

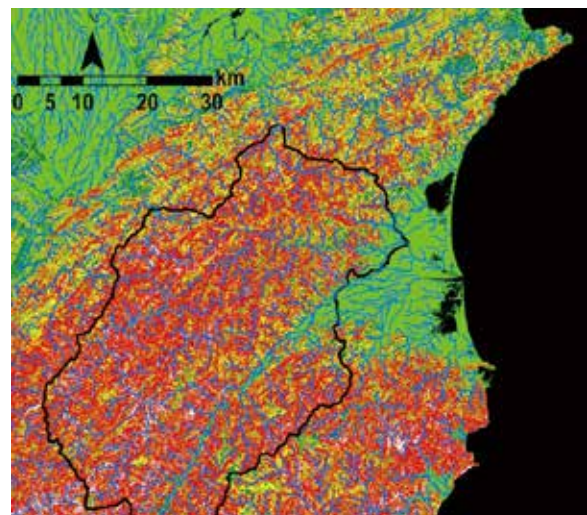
圖6呼應了前面海拔高度的面積分布實況，指出那些面積突出的海拔高度



▲圖6. 各海拔高度6度以下的坡地面積與該高度面積比值處理統計圖。

Figure 6. Chart of area:altitude ratio for slopes with an altitude below six degrees and the area at the corresponding altitude.

圖片來源：雷鴻飛提供



▲圖7. 雪山山脈北段地區坡度分級圖。

Figure 7. Graph of northern section of Hsuehshan mountain range based on gradient.

圖片來源：雷鴻飛提供

點，也是緩起伏面出現的海拔高度點。整體來看，緩起伏面占有各該海拔面積百分比，在海拔800到2,000公尺之間維持最低，略高於1%。圖7將坡度分為六級，其中淺綠和深綠色分別代表河溝以及坡度15度以下的水砂坡，但是它們明顯聚集在雪山山脈主稜附近，反倒是白

色標誌坡度高於41度的崖面，卻多集中在河道旁，再一次說明了雪山山脈高原地形的特性。

從日據時期開始，富田芳郎以及後學者，試圖解釋臺灣各個海拔的緩起伏及其成因（楊貴三、沈淑敏，2010），但是確實有定年證據支持的研究，多集中在海拔1,000公尺以下，中更新世以來的階地。在臺灣地形侵蝕快速和板塊運動劇烈的條件下，此一古典地形循環的詮釋是無效的，反倒是Albrecht Penck（1919）提出的「接峰面」（the concept of gipfelflur）更能掌握臺灣此一地形特徵。Penck早先認為「接峰面」，是海拔高度控制侵蝕（denudation）所造成的限制，後來Penck又說明山峰、稜線地勢高度一致的現象，是起源於河道切割地體，伴隨谷坡調適而成（Dykes and Thornes, 1996）。以此觀點重新詮釋臺灣山地，雪山山脈北段在海拔2,000~1,000公尺之間，河道深切，其間分布不規則的緩起伏面，是地質和地形作用共同成果，但是這些緩起伏面在海拔2,000~1,000公尺之間的各自海拔面積中所占比例，比起海拔2,000公尺以上者，或海拔1,000公尺以下者都明顯小了很多，顯示海拔2,000到1,000公尺之間的區帶，有相對活躍的坡地崩壞。

有趣的是，海拔2,000到1,000公尺之間的這一段海拔，也正好是今天雪山山脈保存大量檜木林的海拔區帶。目前我們並不清楚森林植被和崩山作用之間的交互作用，但是「棲蘭山檜木林」極可能蘊含非常重要的崩山生態學線索。當前「棲蘭山檜木林」最具地景生態與地形學價值的議題之一，是瞭解檜木林根

莖系統（rhizosphere）的生地化和地形學隱義，從中建立對於臺灣山地具有普遍價值的崩山生態學知識。

綜合上述，雪山山脈北段坡地可以分為崖面、崖堆、土砂坡、水砂坡，上接頂或山峰，下接河溝或平原低地，分布上以崖堆（岩幕）為主（圖7紅色標誌者）。從兩側低地到主稜30公里，從東北海岸到西南邊吉岩約100公里，層層堆高，海拔從海平面拉到3,530公尺，地形狀似高原，而起伏度顯著超過屋久島。此一地形不但是地景生態因素長期交互作用的產物，更以其河谷走勢、距海遠近、海拔高度變化影響氣候。在不同海拔高度上出現的緩起面，更成為氣候變遷時重要的庇護所、生物遷徙廊道，以及聚落所在。

（三）氣候因子分析

根據臺灣中央氣象局的定義，24小時累積雨量達50毫米以上，且其中至少有1小時雨量達15毫米以上之降雨現象，稱為大雨（heavy rain），24小時累積雨量達130毫米以上之降雨現象稱為豪雨（extremely heavy rain），24小時累積雨量達200毫米以上之降雨現象稱為大豪雨（torrential rain），24小時累積雨量達350毫米以上之降雨現象稱為超大豪雨（extremely torrential rain）。本區各站，一年日雨超過50毫米的日數介於11~14天，超過130毫米的日數介於2~5天，年週期日雨規模介於179~388毫米之間，10年週期日雨規模介於297~824毫米之間，這是一個強降雨的環境。

針對「棲蘭山檜木林」的經營管理項目，例如旅遊、特殊物候，一套針

表2. 棲蘭山檜木林及其四周氣象站位置與氣溫和降水資訊

Table 2. Weather stations in and nearby Cilan Mountain Cypress Forest and information on temperature and precipitation.

站號	東經	北緯	海拔高度 (公尺)	年均溫 (攝氏)	1年週期日 雨量 (毫米)	10年週期 日雨量 (毫米)	年雨量 (毫米)	CI	位置
A467080	121.75	24.77	7	22.3	179	356	2,694	32.1	宜蘭市
C0U600	121.76	24.82	10	22.3	196	394	2,854	32.1	宜蘭礁溪
C1U610	121.67	24.79	268	-	230	451	3,494	32.4	宜蘭大礁溪上游
C1U521	121.63	24.75	517	-	217	419	3,796	31.7	宜蘭雙連埤
C1U630	121.67	24.72	140	-	186	402	3,040	33.3	宜蘭內城西郊
C0U650	121.58	24.68	494	19.5	252	556	3,716	32.7	宜蘭玉蘭
C1U720	121.37	24.44	1,260	-	190	297	2,369	31.5	宜蘭南山
C0U660	121.65	24.67	103	-	228	563	3,341	35.1	宜蘭三星
C0U710	121.52	24.51	1,810	12.2	388	824	4,381	34.5	宜蘭太平山
C0U730	121.35	24.40	2,036	11.4	234	387	2,976	31.5	臺中思源隘口
C0A570	121.59	24.85	387	14.0	247	432	3,460	31.5	烏來桶後溪畔
C0A560	121.49	24.78	455	13.5	370	652	3,464	34.9	烏來福山村
C1C460	121.34	24.82	350	-	189	447	2,715	32.8	桃園枕頭山
C0C460	121.35	24.82	482	24.2	277	-	2,780	34.4	桃園角板山
C1C610	121.22	24.86	270	20.9	179	-	2,269	32.1	桃園龍潭
C1D400	121.28	24.72	839	-	287	721	2,934	34.2	新竹尖石鄉油羅溪

資料來源：中央氣象局網站，<http://www.cwb.gov.tw/V7/>。

對降水事件（而非日雨）所做的風險分析，以及更為細緻的應用氣候研究是必要的。我們對強降雨、土石流、洪水以及相應的山區道路通行管制，已經做出許多有意義的管理，但是對於它們的產業衝擊和相應的生產管理，還須有更細緻的考量，例如各種生產和活動的區位和時序安排，後面將會提及這一點。

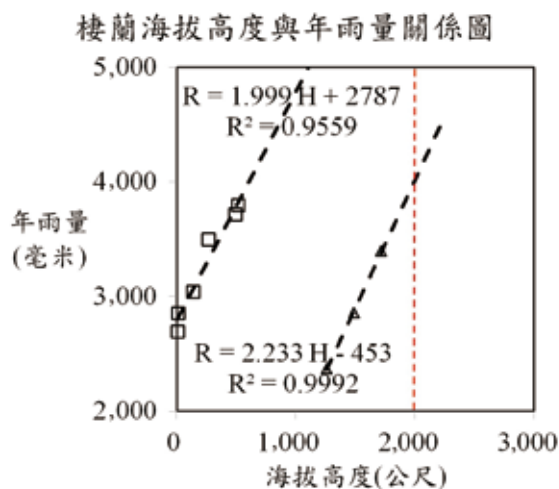
另外，臺灣省農林廳山地農牧局於民國63年（1974），在農復會補助編號73-B21-N-820-A2-B「蘭陽溪中上游集水區水土保持初步勘查規劃報告」的執行報告中，整理了棲蘭、明池、留茂安、四季、南山5座農業氣象站資料，顯示從民國56～61年（1967～1972），海拔高度1,490公尺的棲蘭實際年均溫是攝氏12.7度，年均雨量2,857 mm。根據民國83～93年（1994～2004）的觀測資料，

海拔高度1,720公尺的鴛鴦湖，年均溫攝氏12.7° C，年均雨量3,396 mm（Lai et al., 2006）。表2是「棲蘭山檜木林」及其四周氣象站的資料整理結果，其中CI是以月雨量修改後的Founier氣候侵蝕指標，寫成：

$$CI = 100 \times \left(\sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P^2} \right)^{1/2}$$

Founier氣候侵蝕指標在此變化不大，指出本區地形和地形作用的空間差異，主要來自地質與地面覆蓋條件。

統整以上資料，可以得出圖8，顯示在區域北段宜蘭一側，海拔高度每增加1,000公尺，年雨量增加1,999毫米。一旦深入蘭陽溪上游，遠離海岸，南山、棲蘭、鴛鴦湖給出的規律，是海拔高度每增加1,000公尺，年雨量增加2,233毫米，



▲圖8. 根據棲蘭山檜木林及其周邊氣象站統計的海拔高度與降水關係圖。

Figure 8. Graph of relationship between altitude and precipitation based on statistics from weather stations in and nearby Cilan Mountain Cypress Forest.

圖片來源：雷鴻飛提供

增幅加大，但是背景降水量降低，顯示遠離海岸之後，海拔高度增加對於地形雨的增加有更大的作用。海拔高度1,000公尺到1,200公尺可能是本區降水最大的位置。這裡的溫度遞減律為海拔高度每增加1,000公尺，年均溫下降5.8°C。

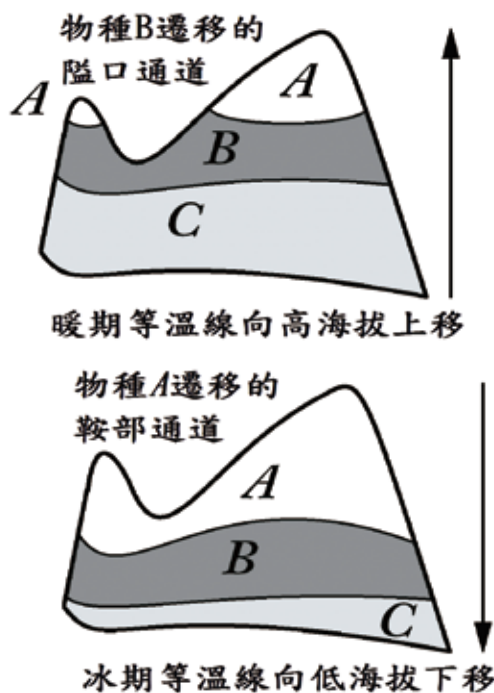
若將棲蘭、鴛鴦湖的資料和大漢溪谷的角板山、龍潭組合，海拔高度每增加1,000尺，年雨量只增加549毫米，而它們構成的溫度遞減律為海拔高度每增加1,000公尺，年均溫下降7.5°C。於是，從同一個分水嶺下降1,000公尺，棲蘭山檜木林西側谷地的氣溫，將比東側谷地的氣溫高出1.7°C，如此落差2,000公尺就有3.4°C的溫差。以平原低地2,400 mm年雨量為背景值來計算，海拔高度2,000公尺的棲蘭山檜木林分水嶺東側降水量，比西側降水量可能多出2,900 mm。大漢溪谷年雨量少，年均溫高，顯示大

漢溪上游副熱帶乾谷特性。考慮冰河時期氣溫下降10°C，等溫線垂直下降將超過1,000公尺，指出現今區內海拔高度較為低矮的平坦稜和高丘，應是檜木的庇護所。這些較為穩定的地方，有多處在今天已被人類聚落或土地利用占用。正是這一個理由，我們應該正視社區林業寬留自然棲地的設計。

(四) 生物地理與生物多樣性

「棲蘭山檜木林」的保育核心是臺灣檜木，包括臺灣紅檜、臺灣扁柏。Li et al. (2003) 指出，早期研究明確顯示當今檜木屬下的所有物種，都來自第三紀早期和中期北半球範圍廣大的 boreotropical flora。他們認為，檜木屬祖先首先經由擴散事件進入北方寒林區 (boreal region)，透過基因交流，創造出臺灣紅檜和日本花柏的核心親緣關係。隨後，今天北美檜木可能是從當時的東亞檜木演化而來。Li et al. (2003) 認為，種系發生學的關係和檜木屬的時間擴散，和北半球第三紀和晚第四紀的混種森林假說一致。這一個地理分布型態可以進一步受到日本群島地史事實支持；日本在17百萬年前還是亞洲大陸的一部分。接著，在第三紀晚期的造山運動和氣候變遷中，檜木屬的祖先被推移到不同地理區中，隔離分化出來東亞一族，和北美一族。

不論實際的演化軌跡如何，兩個事實已被確立。第一：此一物種經歷了巨大的氣候和地理變遷，必然在其基因中留下許多可能的多樣性，以及它們與環境交互作用的調適能力；第二：Wang et al. (2003) 綜合基因分析資料，估計日本花柏和臺灣紅檜的分化時間是在2.9百



▲圖9. 山地的「島嶼生物地理變遷」示意圖。冰期震盪引起山地氣候垂直遷移，使山地生態形成類似島嶼生物地理的隔離與連通變化。

Figure 9. Illustration of "island biogeographic changes" in the mountain. Ice Age quakes caused vertical movement of mountain climate, resulting in isolation and connectivity of mountain ecosystem similar to island biogeography.

圖片來源：雷鴻飛提供

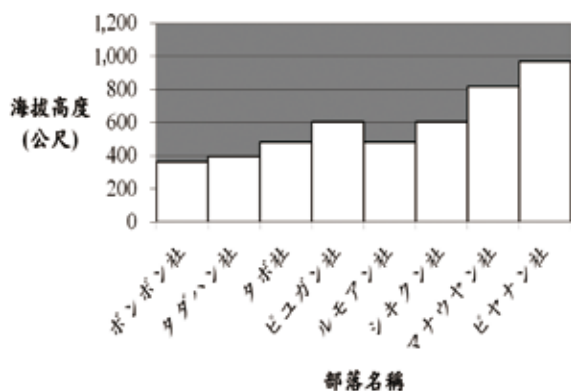
萬年前，日本扁柏和臺灣扁柏的分化時間是在1.3百萬元。Liao et al. (2010) 的基因證據支持Wang et al.的看法。目前的基因分析成果是，美東檜木 *C. thyoides* 和日本花柏 *C. pisifera* 在cpDNA的差異是2.8%，美西檜木 *C. lawsoniana* 和日本扁柏 *C. obtusa* 在cpDNA的差異是1.1%，日本扁柏 *C. obtusa* 和臺灣扁柏 *C. taiwanensis* 在cpDNA的差異是0.25%，臺灣扁柏 *C. taiwanensis* 和臺灣紅檜 *C. formosana* 在cpDNA的差異是0.57%。冰期震盪，是臺灣特化出臺灣紅檜、臺灣扁柏的關鍵因素。

圖9示意山地生態在冰期震盪中，形成類似島嶼生物地理的隔離與連通變化，對「棲蘭山檜木林」地景生態的形成，有決定性影響。臺灣這一座副熱帶高山島嶼，以其海拔高度將近4,000公尺的起伏，和頻繁地震、颱風，創造出多樣的地形、地文、生態棲地；棲地多樣性是生物多樣性的基礎，而它為冰河漲落期間許多遠東物種，提供了重要的庇護所。

「棲蘭山檜木林」的海拔變化超過屋久島；前述地形分析中提及的緩起伏地區，如果正處分水嶺的隘口，每當冰期震盪，勢必影響霧林帶下方闊葉林地的生物遷徙。在大規模砍伐之前，烏心石曾經大量生長於大漢溪上游谷地，而牛樟則多在大漢溪谷外頭新竹和宜蘭一側，正是陳玉峰提及臺灣森林典型的「山山不同」特徵。儘管許多生態和生物地理細節，已經遭遇人類活動強烈干擾，此一多變的山地島嶼生物地理特色，仍然可以在許多地方看到。

(五) 聚落發展

在生物地理學上，面積愈大，生物多樣性就愈高。本區面積集中在海拔660~1,200公尺之間，而它正是檜木林所在的霧林帶下方。原住民史前生產技術不高，部落選址除了受到天災、部落鬥爭的影響之外，其發展必定遵循「逐水草而居」的規則，就近生物資源豐沛、多樣性高的地區而居。在劉益昌主持的「棲蘭山檜木林區人文史蹟資源調查研究」中，提到森丑之助早期的部落分布調查，其範圍約在海拔500~1,000公尺之間，雖然森丑之助的調查是沿著蘭陽溪主河道做的（圖10），卻透露了泰雅族的生活方式與生物資源的關係。



▲圖10. 森丑之助調查的泰雅聚落海拔高度圖。部落名稱中文對照，從左到右分別是芩芩（Pompon）、棲蘭（Yuyuehan）、獨立山（Yubo）、嘉蘭（Hiyukan）、留茂安（Rumaoan）、四季（Shikikun）、四季（Manauyan）、南山村（Piyanan）。

Figure 10. Graph of altitudes of Atayal settlements as surveyed by Mori Ushinosuke. Names of the settlements are, from left to right, Pompon, Yuyuehan, Yubo, Hiyukan, Rumaoan, Shikikun, Manauyan and Piyanan.

圖片來源：雷鴻飛提供

根據Lambeck（2004）的整理，上次冰期之後，遠東海平面上升主要集中在三段時間上。第一次發生在1.5~1.4萬年前之間，第二次發生在1.3~1.2萬年之間，第三次從1.1萬年前持續到0.8萬年之間，海平面上升60公尺，平均每年上升20 mm。2004年，Umeå University大學團隊於瑞典中部 Dalarna省 Fulufjället山地，採得一株挪威雲杉（Norway Spruce）基因物質檢體，隨後經美國邁阿密實驗室定年，於2008年發表該樹從0.955萬年前即已存活至今。之前，Kullman（1996）在該區就已經發現挪威雲杉年代可以回推到0.8萬年前，比孢粉分析能夠提供的時間更早了0.5萬年。此一發現在研究方法、地史事實，以及藉此重建環境變遷

和史前文明的工作中，都有重要意義。如今找到距今0.955萬年前就著根成長的挪威雲杉，冰河退卻的速度更是驚人。

全球各地因為地體運動、海水靜力反應不同，上次冰期之後的海平面上升速率有所差異，但是影響相對較小。以前述平均每年上升20 mm來計算，此一全球海進速率在垂直方向上，100年就有2公尺，300年就有6公尺之譜，遠大於今天臺灣有紀錄的區域單一地體垂直運動事件的規模。陳文山等指出（Chen et al., 2001a, 2001b；Chen et al., 2002），近千年來車籠埔斷層的活動週期可能為300~400年，九二一地震之前的地震約發生在150~400年前之間，再之前的地震約發生於700~800年前之間。陳于高等（Chen, et al., 2001）則指出，民國88年（1999）九二一地震發生於車籠埔斷層的垂直位移量，在南段平均為2公尺，在北段平均為4公尺。相對於地體垂直運動，距今0.8萬年前以前的海面上升速率算是極快的。

距今0.8萬年前，這一個時間點是上次冰期以後的重要時間點，當時臺灣區域海平面大致穩定，隨後略降；陳于高和劉聰桂（1996）根據12個主要採自馬公島的軟體動物碳酸殼定年，確認距今4,700年前海面高出今天水準2.4公尺，隨後海面在沒有明顯震盪之下，下降到今天位置。陳于高和劉聰桂指出，此一結論與西太平洋到中太平洋的其他研究成果一致，只有海平面最高的時間點因為各地海水靜力平衡不同，而略有出入。

儘管距今0.8萬年前之後，海平面大

致穩定，蘭陽平原的環境變遷卻依然顯著。劉益昌（2000）最早總結了宜蘭考古資料，指出「……文化層之間夾著相當厚的不毛地層」，強調宜蘭特殊的自然環境在古環境考古，以及研究史前人地關係上的重要性。劉益昌的看法，隨後被第四紀環境變遷與地質研究證實。劉益昌根據考古證據指出，早在4,200年前就有史前人類沿著北海岸到宜蘭定居，但是距今2,400年前到1,300年前之間，宜蘭地區古人類活動出現文化斷層（參見陳惠芬等，2014）。林淑芬（2004）根據孢粉分析成果指出，宜蘭地區在距今4,000到3,500年前之間，發生短暫海侵事件，並在武淵、龍德一帶地層中留下大量屬於紅樹林植物的紅茄苳屬（*Bruguiera*）花粉，以及鹵蕨屬（*Acrostichum*）孢子，之後隨著海水退去，逐漸陸化。劉益昌指出的時間點，比臺灣區域海平面最高的時間點晚了500年，而林淑芬指出宜蘭發生短暫海侵事件的時間，則晚了700年。

林淑芬使用的沉積物孢粉，其最深超過當今海平面下5公尺以下位置。在海平面相對穩定的時期，其海侵時間嚴重滯後，顯示地體下沉對於海侵的積極貢獻。然而，蘭陽平原南北兩側的山麓河谷，呈現堆積性的U形河谷造型，並且出現獨立山地形；陳文山等（2004）據此推論，蘭陽平原南北兩側的山麓河谷沉積速率大於沉降速率。於是，緩慢或短暫集中的地體下沉，即使造成海水面回穩之後的海侵事件，它仍然無法阻止蘭陽平原長期陸化的過程。這也是劉益昌發現距今4,200年前以及隨後的時間中，史前人類可以進入蘭陽平原定居的基本條件。

綜觀距今0.8萬年前，當海面回穩到今天的水準之後，蘭陽平原再度經歷海進，隨後快速堆積造成陸化。海侵作用可能來自相對短暫、快速的地體下沉，而隨後的陸化過程則有明顯的地理差異。林淑芬（2004）指出，武淵一帶在距今3,100~1,400年前之間是沼澤溼地，在1,400年前轉變為陸地堆積環境；龍德則在2,200(?)~1,050年前之間是沼澤溼地，而在850年前才變乾，卻仍是草生地，時間上明顯滯後；淇武蘭則是在2,150~1,950年前之間是沼澤溼地，之後逐漸變乾，而在距今1,350年前之後已是平原河岸。

上述陸化過程的地理差異，不但包括沖繩地槽延伸而來長期地體下沉的影響，也應包括氣候與河海交互作用在塑造溼地地景生態上的貢獻。林淑芬（2004）進一步指出，雖然最近幾千年內的古氣候波動已十分微弱，在宜蘭平原的地下孢粉紀錄中，仍留下足以辨識的氣候訊息。蕨類孢子的繁茂顯示2,300年前到1,950年前之間，是一段相對較為潮溼的時期，宜蘭地區的降雨量增加，根據與七彩湖紀錄的對比，推論此時夏季季風可能增強。赤楊屬（*Alnus*）花粉的興衰變化，則顯示自大約1,950年前開始氣候轉涼，在1,550~1,350年前之間，是一段較為冷涼的時期，冬季季風在此時可能較為強盛。

根據林淑芬（2004）自1,350年前開始，蘭陽平原孢粉紀錄中喜暖的九芎屬（*Lagerstroemia*）、茜草樹屬（*Randia*）、溲流屬（*Deutzia*）等樹種花粉出現繁茂，顯示這一個地區的氣候

型態，較之前更為溫暖，蕨類孢子紀錄亦顯示1,400~1,100年前之間，是一段相對溼潤的時期，意味著夏季季風可能再度增強。1,100~900年前之間，則是一段夏季季風與冬季季風可能相對退縮的時期，宜蘭地區呈現出風調雨順的氣候型態，此期可與「中世紀暖期」對應；而自900年前開始，冬季季風似乎再次增強，在地下地層中留下相對溼潤的孢粉紀錄；從700年前開始的相對潮溼時期，則可能反映出「小冰期」的氣候變化。

林淑芬（2004）指出，4,000~3,500年前之間的宜蘭地區海侵事件，隨後可能迫使平原居民向高處遷移，而劉益昌觀察到距今2,400年前開始長達千年以上的史前文化間斷，則可能與季風增強、生活條件惡化有關。古氣候的資料也顯示，季風強度在大約1,300年前左右已逐漸衰弱，相應於「中世紀暖期」的適宜氣候與環境，則吸引了另一群人進入宜蘭地區居住。

林淑芬等（2004）又根據一組15公尺厚的沉積剖面孢粉分析，指出距今3,500年前開始宜蘭平原的海侵事件，特別是距今3,350~3,100年前之間，溼地植物豐度大增。隨後，距今3,100~2,000年前之間，蘭陽溪上游出現較高規模頻率的崩山。豐富的蕨類孢粉，出現在距今3,200~2,000年前之間，以及距今900年前左右，指出季風相對較強的溼潤期，而這兩個溼冷時期之間，夾著一段距今1,300~900年前之間的相對暖期。人類對於植被較顯著的影響，反映在距今1,300~900年前之間的相對溫暖時期，以及晚近400年以來的時間中。陳有貝等

（2007、2008）對淇武蘭遺址做為完整報告，隨後指出該遺址年代可以回推到600年前，但很可能尚可追溯及1,500年前（陳有貝，2012）。

陳惠芬等（2014）藉由宜蘭大湖、梅花湖與龍潭湖的沉積物紀錄，考證過去地質與氣候事件是否影響著古人類活動的紀錄。他們根據岩心沉積物中的粒徑與化學風化指標，配合湖泊中的地電阻掃描，初步認為可能為構造活動如地震造成的災變事件有關。根據蘭陽溪上游河階地定年結果顯示，大多數河階形成於2,000年前至今，並在約1,500年前和400~500年前為河階發育的高峰期。梅花湖岩心的粒徑和地電阻資料顯示在約在2,000年前左右可能發生數次的地震山崩事件，造成梅花湖東西兩側的山壁崩塌，同時大湖西側也有斷層發育。

陳惠芬等（2014）指出，在2,200~1,900年前之間，除了粒徑異常，在化學風化指標上沒有變化，氾濫指標僅顯示有小規模的氾濫發生，顯示在這段時間的氣候並非特別異常。大湖和梅花湖的粒徑資料，顯示主要的氣候變化發生在1,500~1,300年前之間，可能有數次強烈颱風侵襲，大湖的化學風化訊號也開始增強。此一論證指出，最近2,000年來的氣候變遷，對於蘭陽平原地理環境有不可忽視的衝擊。他們的證據顯示，1,000~700年前之間是秋季降雨最強的時期，梅花湖氾濫次數最多，為強降雨頻繁且氣候異常的時期。此後，在500~300年前為降雨的次強時期，並在約300年前歷經第二階段的颱風頻繁期。對比中國東南沿海歷史上的颱風事件統計，陳惠芬等（2014）發現在反

聖嬰時期，颱風發生在中國東南沿海與台灣地區的次數相對頻繁。

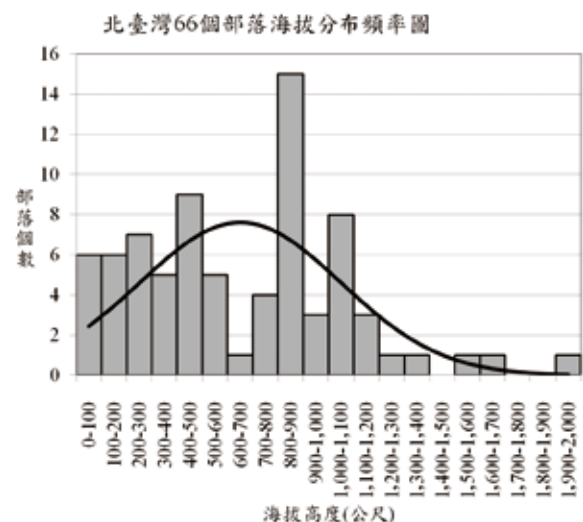
隋唐時代可能為最多強颱侵襲的時期，而清朝為次多颱風侵襲時期。因此蘭陽溪上游在1,500年前以來的氣候異常，才是形成河階地發育的主要階段。此外，1,000～700年前之間，為宜蘭地區秋季降雨最強且頻繁時期，由於經常性的泛濫事件可能造成蘭陽溪河道的南北遷移，並迫使古人類頻繁遷徙。

黃致展（2011）根據蘭陽溪流域系統的階地、湖芯，以及和平盆地海洋岩芯重建出的證據顯示，蘭陽溪流域系統在西元900～950年以及1400～1500年這兩個時期，洪水頻率和規模顯著升高，使整個蘭陽溪流域系統從源到匯，記錄了洪水事件的斷簡殘篇，其中西元1400～1500年的洪水事件，與淇武蘭遺址的文化空白近乎同時。

綜合至今的地質研究成果，地體運動與氣候變遷顯著衝擊蘭陽平原，並且考古證據顯示期間史前居民深受影響。在距今4,700年前海面達到最高之後數百年，蘭陽平原短暫海侵，此一衝擊限制了平原東半部的人類活動。距今2,400～1,300年之間，蘭陽平原經歷了地震、強降雨頻繁的時期，考古真空大約出現在這一段時期中，顯示人類離開了此一災害頻繁地區。這一段災害時期過後，出現一小段暖期，人類活動出現，但是隨後從距今1,100年前開始，再一次頻繁的氣候災害支配蘭陽平原，直到最近400年左右的時間，人類活動再度頻繁。考古真空期的蘭陽平原，其地震和強降雨

必定衝擊坡地，而赤楊屬這一類北部崩山坡地上的先驅植物，其花粉豐度的增加，可能對應著崩山規模頻率的增加。今天「棲蘭山檜山林」是否為此一災變歷程的存活物呢？或者是災變之後的產物呢？我們必須有更好的證據。現存伐木之後的巨大樹頭，以及神木林下殘存的基因檢體，應是研究環境變遷的至寶，應該啟動研究能量，對現存巨大樹頭和土壤中的有機殘餘，進行定年和氣候變遷研究；這一方面的研究在瞭解氣候變遷上深具價值，也將有助於我們正確認識「棲蘭山檜山林」，充分掌握宜蘭地區所面對的自然環境變遷，以及擬定我們面對風險的治理策略。

目前已知雪山山脈地區最早的泰雅部落資料，來自日據期間部落尚未被嚴



▲圖11. 日據時期臺灣北部66個山地原住民部落海拔分布圖。

Figure 11. Altitudinal distribution of 66 aboriginal tribes in northern Taiwan during Japanese rule.

圖片來源：周惠民主編（2011）《高砂族調查書—番社概況》，雷鴻飛整理

重衝擊之前，日本學者的調查成果。圖11以日據期間出版的《高砂族調查書一番社概況》為基礎，參考臺灣堡圖，整理出臺灣北部66個山地原住民部落海拔分布。每一個部落實際活動範圍，包括採集、農耕的森林衝擊，並未有詳實紀錄，很難判斷。儘管如此，這一筆資料仍然可以大約告訴我們，在臺灣總督府的「集團移住」政策尚未開始之前，這一帶的原住民聚落集中於海拔高度500～600公尺以下，以及800～1,100公尺之間，後者正是位於海拔高度1,000～2,000公尺（或1,500～2,500公尺）的霧林帶下方。部落生活一定程度上，反映了地形、水文、氣候以及森林生物資源。

日本林野調查也已經注意到森林中的平緩面，出現部落輪作焚墾林地，並且特別留種赤楊的現象。然而壘石梯田，留存樹頭以保育林地的作為，雖然被認為是先民耕作智慧，在實際上從來沒有大批此類地景被科學證實歷史超過千年，親合環境此一說法，必須有更好的科學證據支持。原住民的人地關係研究還有待深入探討，才能還原真實面目。

根據以上各小節的討論，可以指出這一個地理區的幾個重要地景生態事實，包括：第一，棲蘭野生動物重要棲息環境及鄰近地區，就像臺灣許多地區一樣，其水砂能量極高，山地森林的地景生態保育，對下游地區的土地利用安全以及生態服務品質的維護，極為重要；第二，史前環境變遷，不論起因於地體運動或氣候變遷，對於低地聚落的衝擊，已有考古證據支持，日據時期到

今天，臺灣的災害型地震與氣象災害紀錄，也指出大型、甚至是複合型災害的存在，它們對於環境的衝擊，應被納入考量；第三，地史最近的環境變遷，使得棲蘭山檜木林以及鄰近闊葉林棲地，長期處於島嶼生物地理狀態，因此發展出許多特有物種，深具保育價值；第四，許多山地與河谷四周緩起伏地面的重要森林棲地，其原始地景生態多經破壞，亟待恢復；第五，山地原住民聚落與自然保育的衝突，尚未完全解決。

三、臺灣檜木森林的傑出普世價值

臺灣檜木森林的價值是什麼呢？一個地方做為世界自然遺產，它必須要滿足至少一項傑出普世價值的判準，包括美學判準，地史判準，生態判準，生物多樣性判準四項。世界自然遺產的第一項判準是美學判準，是指該地擁有最高品質的自然美和美學重要性的自然現象或地區；這在日本被詮釋為「自然地景」判準，屬於地景美學範疇。這一個判準最難定義，但是它最重要，在獨特性、整體性（完整性）、生動性、豐度、多樣性（包括生物多樣性、地景多樣性）等因素上，表現優越。

世界自然遺產的第二項判準是地史判準，是指該地是代表地史重要階段的傑出例子，包括生物紀錄、地貌發育中的重要現生地質作用，或者重要的地形或地文特徵；這在日本被詮釋為「地貌／地理與地質」判準，屬於傳統地學範疇。目標物的獨特性，形態規模和作用速率是為關鍵。愈是稀有，規模和作用愈是顯著，例如美國大峽谷。

世界自然遺產的第三項判準是生態判準，是指該地是傑出例子，在陸域的、淡水的、海岸的、海洋的生態系統與動植物社群之演化與發展過程中，代表著重要的現生生態與生物作用；這在日本，被詮釋為「生態系統」判準。「地貌／地理與地質」判準和「生態系統」判準不同，但是在許多案例上，息息相關。也正因為生態系統和它所棲息、發展的地貌、地理與地質基礎之間，透過生地化循環而關聯在一起，一般「生態系統」優越的地點，其「地貌／地理與地質」也優越，例如澳洲大堡礁。

世界自然遺產的第四項判準是「生物多樣性」判準，是指該地擁有最為重要、顯著的自然棲地，就地保育生物多樣性，而以科學和保育的觀點來看，該生物群包含了具有傑出普世價值的瀕危物種。愈是稀有，物種愈是繁多，「生物多樣性」愈是傑出。

以上是根據世界遺產委員會在IUCN顧問委員的協助下，對傑出普世價值（Outstanding Universal Value）訂下的操作定義（UNESCO, 2005）。準此參考，「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值為何？這一個問題的答案，和我們如何界定「棲蘭山檜木林」，密切有關。

如果考量整個雪山山脈第四紀地史演化、地景生態、海陸交互作用、原住民文化、博物學（自然史）探險傳統、維生系統的重要性以及臺灣永續發展，考量檜木林在雪山山脈全域的原始分布實況以及國際上聯合遺產的實踐

案例，那麼從南到北，整合雪霸國家公園、棲蘭野生動物重要棲息地、插天山自然保護區、臺灣油杉保護區臺灣油杉（*Keteleeria davidiana* var. *formosana*）、東北角風景特定區地質公園、龜山島等一系列位於雪山山脈地塊上的海陸地景，做為一個世界遺產潛力點網路，將是最為前瞻、最具價值的做法。

如果只侷限在「棲蘭野生動物重要棲息地」或「馬告國家公園」的大約範疇內，那麼「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值，最重要的一項就是反映在世界自然遺產的「生物多樣性」判準上。這裡是許多臺灣瀕危、特有物種的重要棲地，其中包括臺灣扁柏、臺灣紅檜，以及多種共生於此一高山森林的臺灣特有動植物。生物多樣性和生物地理分布，不只是發生在前述大尺度的地理空間上。第四紀的冰期震盪，更在臺灣逐漸形成的高山島嶼環境中，創造了棲地以及生物的多樣性；臺灣紅檜和臺灣扁柏只是「棲蘭山檜木林」完整生態系故事中的兩個物種而已。

「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值，不只「生物多樣性」一項。就世界自然遺產的「地景生態判準」來看，「棲蘭山檜木林」若非全球最為傑出的陸域、淡水生態系統之一，也能夠代表長期氣候變遷中動植物社群之演化與發展成果，是遠東重要的現生生態與生物作用的代表之一。日後依賴更多的研究，深化檜木構成的霧林帶在冰河震盪（氣候震盪）、板塊碰撞劇烈環境下的生物演化和地景生態中的意義，將能更佳彰顯臺灣檜木林的地景生態價值。

臺灣地史短淺，很難在地史判準上表現突出。但是，「棲蘭山檜木林」的鴛鴦湖，是具有獨特、稀有或絕妙的自然現象、地貌或具有罕見自然美的地區，而勿庸置疑。高山霧林帶的自我水循環，透過山谷風與海陸風在陡峭的地形上每日形成雲霧，它所創造的地景生態不但有生物學的意義，還有美學內涵。總結來說，「棲蘭山檜木林」最重要的傑出普世價值就在它的「生物多樣性」，其次是它的地景生態與美學價值。

四、經營管理指導原則與治理政略

（一）經營管理的指導原則

要想建置「棲蘭山檜木林」成為世界遺產，維持、增進「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值，當然是經營管理的第一項指導原則。在這一項指導原則下，必須有：1. 管理機構，2. 資訊平臺，3. 多方參與議事制度，來監督、看護「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值。

管理機構應就現有機構和軟硬體，進行轉型、整編、再利用，節約投資。資訊平臺的建置，必須和既有的國家監測資料庫，研究、教育、訓練機構整合，後者包括中研院、各相關國家監測和學術機構，以及蘭陽博物館、林務局自然教育中心、各社區發展協會等，就近建置基地，建立分工、協作規範，對公民、管理機構、各級議會，提供第一手資訊服務。「棲蘭山檜木林」的治理，不只是「棲蘭山檜木林」管理單位管轄範圍內的事，在濟州島、屋久島世界遺產的管理上，也是如此。我們管護保護區的能力，就反映在我們對於其四

周緩衝帶的治理上，後者愈好，前者愈好，反之亦如是。內外不是兩個可以切割的部分。

持續推動社區林業，是經營管理第二項指導原則。資訊平臺、教育訓練、社區林業，三者委員會監督下，利用小額發展計畫，逐步實踐緩衝帶和過渡帶的永續發展，做為核心區的保護罩。在社區林業中有三個工作重點，依序是第一：緩衝帶、過渡帶、一般土地利用區域的地景生態復育和增進；第二：社區培力；第三：社區產業發展。社區林業在林務局已推動多年；這一部分特別要提及的是，屋久島長期以來對於屋久杉在低地種植工作，在臺灣檜木林應有相應的積極發展。檜木或高山針葉木的低地移植，早有實驗，然而它們的產業潛力，有待現代高科技支撐的現代林業開拓。社區四周的原生地景生態復育以及造園設計，更是把產業和人類活動，移往保護區四周外圍的關鍵。社區針對其個別社會和環境條件，群力協同發展非常重要。在發展社區林業時，一方面是考量不同的氣候和環境災變風險，以及個別社區實況，另一方面是要考量多元發展和多樣的市場需求。

小額發展計畫的設計，必須重視地理差異，和在地生產力的培養。保育和發展不是衝突的項目；相反的，在許多例子上，保育經濟是一項潛力極大的產業。在食品、藥物、日常用品和園藝上，如何規範性的取用天然資源，做為低地發展諸如檜木香精、手工肥皂、盆栽、菌菇養殖、中藥材等的資源庫，結合有特色的保育標的物和形象，已被

證實是可行的。社區園林發展更可以成為有特色的生態旅遊基地潛在價值；它在經濟發展上，相當於都市更新計畫一樣。提升社區居民知能，發展多元經營、有特色的生產和服務業，是小額發展計畫可以做到的。

建立專業證照，是經營管理第三項指導原則。用以培育社區專業人才，推動教育、產業、生態農業以及各種親合環境的旅遊事業，並將緩衝帶、過渡帶的採集漁獵活動，透過法規、制度，規範起來，旁及生態監控。在法規和管理制度上，如何透過專業證照和產地認證，確保在地高附加價值的經濟活動權益，對於利用緩衝地帶、過渡地帶、一般土地利用地帶來發展地方經濟，至關重要。規範性的採集漁獵，透過清楚的數字紀錄、管理，更能在正規、高成本的點狀監測之外，提供雖然粗放，卻是較為大量、全面的資訊，以協治理理部門掌握當前地景生態實況。

（二）綱要計畫的內容與地位

發展「棲蘭山檜木林」世界遺產地，這一項工作牽涉：1. 知識上游的開發，2. 社區知能的挖掘、轉化、學習、發展，3. 公共治理與社區發展，4. 經營管理計畫。這些必須反映在「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫中。「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫不只是文化部的計畫，不只是區域計畫的相關計畫，更不只是地方政府的一個開發計畫。一開始建立「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫（master plan），就必須以保育「棲蘭山檜木林」做為核心，領導、支配其他部門的各項計畫，

在核心地帶、緩衝地帶、過渡地帶、一般地帶，與各面向、各層級的土地利用實踐形成協作，它必須建立在多方、多層級參與的機制中，以建立「棲蘭山檜木林」世界遺產為總目標，規範政治經濟操作平臺和手段，與當前法律和行政結構進行對話，實踐必要的調整。「棲蘭山檜木林」世界遺產地的綱要計畫，是上位計畫。黃煌雄先生曾經建議此一發展應由行政院政務委員出面領導，這一種做法也許是驅動臺灣各行政部門協作的好選擇。

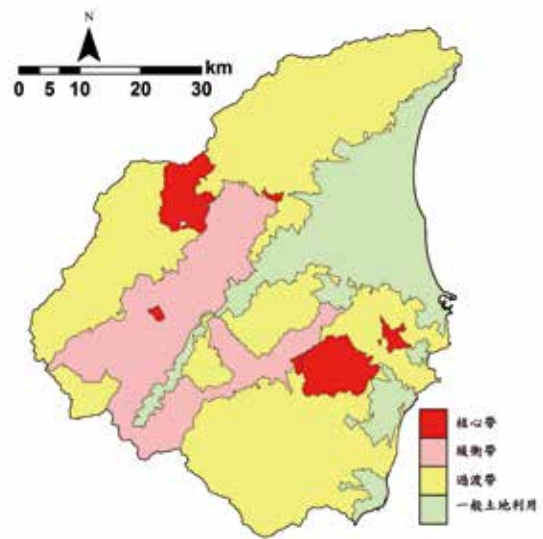
上述綱要計畫的實踐，未必依賴後面將要提及的棲蘭山檜木林世界遺產委員會建置，畢竟臺灣像日本一樣，制度上的疊床架屋，像在屋久島世界遺產地治理上那樣，也有功能不彰的問題。但是，綱要計畫的位階是最高的，必須擁有行政上的絕對優先權，否則容易受阻於中央政府各部門、地方政府、利益團體的片面企圖，喪失了管護遺產的初衷。特別是如果我們企圖使之成為人類的共有財產，在世界遺產公約中，其精神是所屬國應當在管護世界遺產的工作上，為全人類的未來福祉盡責管護，使得此一人類共同的寶藏，得以永續傳世。治理上管護的絕對優先權，就在彰顯傑出普世價值的重要性，這是聯合國體制下推動世界遺產的精神，也是臺灣因為戰後政治因素，長期被隔離於此一發展所欠缺培養的文化意識。在臺灣的世界遺產，不只是臺灣的遺產，更是全世界的遺產，而臺灣做為所屬國，有為全人類管護的責任。

綱要計畫必須以保育「棲蘭山檜

木林」為第一原則，賦權於機構推動、實踐「棲蘭山檜木林」世界遺產地的治理。其次，綱要計畫必須根據自然與人文的地理實況，劃定包含保護核心地帶、緩衝地帶、過渡地帶、一般土地利用地帶的地理空間結構，並且準此整理、調整當前法律、行政權責。劃線不是重點，而是隨時可以經由公共平臺，根據具體事實來修改。規範各區的政治經濟操作，並且彼此協作，才是重點。

不論是早先的「棲蘭野生動物重要棲息地」、「馬告國家公園」，或者「棲蘭山檜木林」繼承的空間區劃架構，都包含了已列為自然保留地的核心區，以及四周的緩衝區，而林務局推動多年的社區林業，則在它外圍的聚落，持續引導永續發展。目前，除了「鴛鴦湖自然保留區」之外，「棲蘭山檜木林」應以整個原始檜木林為主體，擴大核心區範圍，顧及四周地景生態的完整性和多樣性，鞏固檜木林及其周邊原始森林生態，做為保護的核心區。

作者早先提及的地理區劃構想，是遷就現有的土地管理區劃而來（圖12），用意是在減少立即衝突，讓多方治理的平臺可以先行形成，並且從此一平臺協商中，找出區劃的共識，以及特別重要的是，讓治理系統認識到，遺產管理並不是一個治理單位在其轄區獨斷實踐行政目標，而是要聯絡、協作不同地理圈層之間的實質作為，讓地景生態透過一般土地利用地帶和過渡地帶的生活方式的建立，形成緩衝地帶和核心地帶的安全護網，讓保育和生產兩造作為，互為助力。只有在各地理區形成相



▲圖12. 「棲蘭山檜木林」保育和發展的地理空間區劃。

Figure 12. Geographical zoning of conservation and development of Cilan Mountain Cypress Forest.

圖片來源：雷鴻飛提供

互支援、協作的關係之後，區劃才能成為有力量、有意義的區劃。

劃定不是永遠不改，綱要計畫中的制度規定，是讓綱要計畫及其規定的權責機構，知道如何改，以及從哪裡改。每一次的訂定與改變，都必須回到多方、多層級參與的平臺來決定；這一個決策平臺或稱「棲蘭山檜木林世界遺產委員會」，可以容納權益關係者參與，做為最後的決策機構。綱要計畫在規範賦權機構、劃定地理分區、建立法律和行政平臺之後，必須明確指出各方、各層級權益關係人的發展目標，而所有工作都必須指向保育「棲蘭山檜木林」傑出普世價值這一項第一原則。各個分區的發展目標，以及相應的制度、法規、政治經濟操作，必須寫明於綱要計畫中，並且在不違背第一原則之下，引導

經營管理公共資源，發展永續產業。

綱要計畫必須說明如何結合知識上游的開發，以及知能的挖掘、轉化、學習、發展的做法。臺灣這方面的建設和資源非常豐富，林務局也在各地成立自然教育中心，但是它的功能和目前國家公園遊客服務中心一樣，教育學習功能在當前的拉車旅遊和符號消費社會氛圍中，很難發揮，其根本原因是管理方法和公民素質。如果公民總是圖方便、貪便宜，企圖自由進入保護區，熱情於自拍，不把學習環境知識當作親近大自然的主要目的，那麼倡議接近大自然的意識形態，加上臺灣運作不良的民主政治運作，勢必以大眾旅遊，破壞環境。如此一來，保護區的教育研究功能既得不到資本投入的支撐，也無法發揮其應有的影響，而保育經濟應該創發的產業機會，也因為拉車旅遊文化而被閹割。

綱要計畫必須針對當前此一困境，做出改變。劃定範圍，提高規費，要求進場訓練，統一管制人車出入，不但在降低環境衝擊上有幫助，也能夠藉此發展屬於在地社區就業機會的服務業和智價經濟。在屋久島，遺產地的訪客不但必須在公園門口轉乘公共交通工具進入，並且可以從公共網路上自由挑選合格的解說導遊，後者正是發展在地智價市場經濟的方法之一。

綱要計畫必須為公共資源的治理和社區發展，提出方案，必須突破現階段政府部門疊床架屋的困境，必須改正臺灣的原住民基本法在種族、地域上的設定，回到憲政超越地域、種族的精

神上，務實發展適合臺灣山地森林敏感地帶的永續生活，以民主合議的平臺，推動遺產發展。臺灣在山地、離島的發展政策，長期以福利投入為主，輕忽社區居民對於社區建設的責任。澎湖、金門、山地部落，有些居住地長住人口不及戶籍人口40%，年輕人嚴重外移，使得社區缺乏必要的社會力量來發展永續經營的聚落生活。國家在引導資本的投入時，應該更注意到各種資本交換和再生產的問題，使得地方文化有機會從人的再生產為基礎，累積、發展地方資本。遺產的治理，是發掘價值，以及透過市場把價值轉為價格和在地資本生產與累積的作為，不是無底洞的補貼政策，後者無法維護、創造任何傑出普世價值。

永續發展不是為了設籍在此的人而發展，而是為了願意以親和、保育的方式，生活在當地的人而設計；後者才是保育精神。否則，政府投資轉個彎，人力、財力又回到都市工業地帶來，臺灣山林將會如同許多離島開發案例，成為當代資本主義持續掠奪、破壞環境與社會的工具而已，讓一切親近自然、友善自然、永續發展，都成空話。誰可以進入？以如何的規則進入？誰應該離去？以怎樣的方式離去？我們基於社區委員會運作的政治經濟操作，一定要把地理空間倫理和環境倫理的內涵做出來，否則難以避免扭曲遺產保育的本意。

綱要計畫必須責成機構，檢討、執行經營管理計畫，而後者必須持續檢討，並且將此一工作緊緊接上我們關於「棲蘭山檜木林」的知能發展上，如此

保育經濟才會有它的智價基礎。在塞內加爾的Djoudj National Bird Sanctuary世界遺產地（也是拉姆薩公約的溼地），Hay-Edie等人（2012）展示了多樣的小額投資發展，以及不斷的回饋反省檢討機制，在挽救世界遺產傑出普世價值上的貢獻，值得參考。

（三）社區發展

在治理上，理念的揭櫫是建設的一環。「屋久島憲章」被擺置在人員進出屋久島顯而易見的空港和海港中，提醒屋久島居民以及訪客，它所企圖的基本文化教養。參考這事，我們可以促成「棲蘭憲章」，透過對自己環境的了解，寫下我們超越時代、種族，企圖為自然和文明永續所要做的功課。雖然屋久島的原住民也源自南島語系，但是屋久島憲章卻非常不同於臺灣的原住民基本法對於傳統領域和資源的概念；它沒有著墨種族、地域內容，而集中注意力在推動文明進程、建構人與環境永續發展的企圖。當然，屋久島的衝突不嚴重，這還與它的偏鄉處境，人口稀少有關。在臺灣，人類活動深入深山，衝突嚴重，公民必須正視其所謂傳統的時代意義，正視生活依賴的山林所要求的適切回應。

我們可以擁有一份眾人決議的「棲蘭憲章」，做為臺灣山地森林保育及發展的精神指導。就像屋久島憲章一樣，棲蘭憲章不需要細節，但是要指出這一塊地理區在歷史發展中的關鍵遭遇，以及我們建構一種有價值的文明、文化的意願。最終不論寫不寫這一份憲章，前面所提的「棲蘭山檜木林」世界遺產

地的綱要計畫，都必須有一個保育棲蘭山副熱帶季風雨林區高山霧林帶生態的心願和精神，做為治理、經營管理、發展這一個地區的指導。它必須「明文告示」，要求公民透過民主議事，戮力實踐保育「棲蘭山檜木林」，使之成為代代相傳的遺產，而不是某一個時代、某一組人可以據為己有的。

成立「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會或等價機構，建置治理架構，必定包含公共治理與社區發展議題。目前臺灣山林持續發生破壞事件，公民無法適切回應現代保育要求，包括山林田園居或者原住民傳統文化，以及它們對於現代化生活的要求，往往與山林保育不相容。管理上必須實踐使用者付費，必須以地理空間管理來創造專業者的就業機會，必須建立市場機制，給予維護山林資源者應有的工作報酬，而非給予戶籍人口福利。

司馬庫斯的經驗指出，來自各部門的不同管理和不同知能，必須協作。在經營管理上，把在地社區發展當做目標，當做平臺，讓各部門互相瞭解、協作，這才能把永續發展當做主體來實踐，而非部門權力實踐當做主體。一個成功的環境經營管理，特別是對緩衝地帶此一做為核心地帶的防護罩來說，不但要有專業的環境知能做為基礎，更需要劃定地理空間，建構規範，讓居處在地、維護山林的人，得以和所有公民一樣，以其勞動付出，獲得符合公平的、正義的生活和就業機會。要做到這項，在治理上就必須以在地社區為主體。因此，社區發展委員會的成立，以及各部

會和機構與社區發展委員會的協作發展，是我們需要的政治文化。

人的永續，是文化永續的基礎，緩衝區社區居民的學習、成長，是社會進步的基礎，而這一個發展路線，必須獲得經營管理計畫的支持，其中培養年輕人願意投入有價值的山林生活。在臺灣許多山地環境的例子，公民素質是一大關鍵。在治理上，有效的監測平臺和公開的資訊，至關重要。我們在設計治理平臺和方法時，賦權與資本投入，一定要和責任與實踐成果呼應。

日本與韓國的經驗指出，進入世界遺產可以從規模比較小，內容比較單純的工作開始，先嘗試申請生物圈保留地（Biosphere Reserves）、國際溼地（Ramsar Sites）或地質公園（GeoParks）。為了豐富棲蘭自然遺產的價值，擴大範圍是正確的做法。東北角海岸與龜山島等多處，都可以利用地質公園（GeoParks）來保護自然紀念物，例如龜山島的怪方蟹以及水青岡純林。在這一部分工作中，應該注意兩個檢驗：第一，地景中人與地的各種條件與交互作用，是否真的相互關聯，確實構成一個永續的、環境親和的、原真的日常生活世界；第二，是否有就地的充分保護及管理系統，保證該遺產的安全，包括適切的法規，邊界和緩衝帶設置，以及經營管理計畫或系統，以確保該地支持的使用，在生態上及文化上是永續的。

申請列入世界遺產，我們可以聯合更大面積的地區，其中涵括更多樣的傑出普世價值，以更現代、嚴格、澈底以

及廣泛協作的管理計畫，來突顯「傑出普世價值」所需要依附的治理能力，那是能夠賦予有限的文化或自然資源更高價值的根本力量。這將補償臺灣在歷史以及地史發展過短，自然與文化累積都不夠久遠的短處。我們特別不能忘記：如果無法在時間上（地史時間的寬度上）取勝，就得想辦法在地理空間廣度上取勝，「數大就是美」。

在管護系統的建制上，我們應注意到Elinor Ostrom（1990）對於公共財治理的八項原則：

1. 清楚界定的邊界（GPS / 有效移除外來非法機制）。
2. 資源和地方條件與時推移，須訂有規則，評價、檢視實況。
3. 多數保育者（appropriators）參與決策的集體決策機制。
4. 部分或相當多的保育者參與的有效監控（獨立平行機制）。
5. 對於破壞規則的資源保育者的完整懲處方法。
6. 成本低而方便的解決衝突機制（特別是特過社區和地方自治的系統來完成）。
7. 上級政治權力認可的社區自治（範疇）。
8. 在規模較大個案上，有多層環扣的企業組織結合基礎的、在地的社區組織。

處於地景生態下游的蘭陽平原，其區域發展並不是獨立於中央政府推動自然遺產政策以外的，而是必須遵守中央政府基於保育和發展政策所規定的原則；在此，中央政府與主管機關有兩手

策略可用。一手是直接深入社區，培養環境知能、厚植永續發展工藝技術、協同原住民委員會和教育部，統整原住民教育和公民養成，以此厚植地方自治所需的文化資本與人才，驅動地方政治能力的改善。

另一手是在地方政府權限之內，中央以資本和技術投入，協助地方政府在一般土地利用地帶和過渡地帶，發展那些有助於保育核心區和緩衝帶的社會經濟建設，這在宜蘭地區包括高經濟價值的生態旅遊業、生態農業、溼地與林下栽培生產體系，以及具有地方資源特色的消費市場。水砂是資源，也是災害，如何轉移災害成為資源，需要從硬體建設到軟體建設，一體考量。法規的建立，地理空間的規劃是此一建設的重點。

根據前面的論述，中央政府與主關機關對於緊鄰核心區的原住民社區以及保留地，應鼓勵重建有生產價值以及地景生態意義的造林與林下栽培計畫。以司馬庫斯為例，根據確切的地景生態知識和基地的客觀條件，鼓勵適地栽植赤楊、扁柏、檜木、烏心石等本土物種，不但可以復育潛在生態庇護所，穩定環境與下游生態服務的規模與品質，更能夠厚植臺灣地景生態的種源規模，增加動植物豐度以利發展生態旅遊。對於入山的控制與規範，更能為原住民提供工作機會，同時限制大眾旅遊對於環境敏感地帶的衝擊。旅遊不是方便就好，生態旅遊所要求的安全以及想要達到的公民身心鍛鍊，更因為良好的地理空間管理，將會帶來更多的經濟利益，和更好

的環境品質。管理的同時，在地居民的養成教育以及社區參與非常重要，否則此一經濟發展利益又再回到下游居民口袋，勢必無法阻止在地居民對於保育中的天然資源的掠奪。

（四）摸著石頭過河的法規與政治經濟操作

早在民國75年（1986）6月，「棲蘭山檜木林」世界遺產潛力點的核心地帶之一「鴛鴦湖」，就已經成立「鴛鴦湖自然保留地」。民國87年（1998）陳玉峰以及多位保育工作者，成立「全國搶救棲蘭檜木林聯盟」，向監察院陳情調查棲蘭山林區枯立倒木整理計畫，國家公園計畫隨之於隔年發起。民國89年（2000）2月，農委會依據《野生動物保育法》，公告「棲蘭野生動物重要棲息環境」，做為完備臺灣中央山脈保育廊道的一環。同年7月，內政部營建署也完成了「棲蘭檜木國家公園可行性評估」，並於民國91年（2002）將農委會的「棲蘭野生動物重要棲息環境」，公告為「馬告國家公園」，或稱棲蘭檜木國家公園，面積53,602公頃，預定範圍的土地權分屬退輔會及農委會。但是國家公園劃設所在地四周的原住民泰雅族反對此一建置，致使公告的「馬告國家公園」，至今未成立管理處。另外，行政院組織改造後，國軍退除役官兵輔導委員會下轄的榮民森林保育事業管理處，改隸環境資源部森林及保育署，而之前農委會與內政部營建署在保育工作上的雙頭馬車，也要等到日後政府組織再造完成之後，才能夠出現比較好的事權統一局面。

民國94年（2005）臺灣公布、實施《原住民基本法》，該法是為保障原

住民族基本權利，促進原住民族生存發展，建立共存共榮之族群關係所制定。法規第二條明確定義，原住民族土地係指原住民族傳統領域土地及既有原住民保留地。然而立法之初，各族群的「傳統領域土地」並沒有現代土地管理所需的清楚劃界定義，更不用說原住民各族群文化傳統中的土地概念，與已經存在超過百年的現代國家制度下，公有和私有土地概念的不相容，而此一不相容一直都沒有真正解決。在治理上，我們針對各族文化和環境差異，所需要的制度設計，以及面對現代化在環境敏感地區所需的特殊調適，也仍然處於「摸著石頭過河」的處境。

「馬告國家公園」至今未能成立的癥結，一部分與臺灣第一座國家公園「墾丁國家公園」內部衝突一樣，後者在成立之前就有11座漁港和既有居民的漁業活動，國家公園的劃設與運作，和在地居民生活發展之間，缺乏民衆參與討論、制定制度。民國94年（2005）公布實施的「原住民基本法」，和國家既有法規和治理方法之間的衝突，更進一步指出治理制度的必要轉型。

至今，一方面根據「原住民基本法」必須實踐原住民族自治，另一方面現代國家必須積極面對保育和經濟發展兩者的調適。如何建置適合環境敏感地區的治理方法，來滿足上述兩項要求呢？這仍然是一個開放的議題。《原住民基本法》第十九條清楚規定「原住民得在原住民族地區依法從事下列非營利行為：一、獵捕野生動物。二、採集野生植物及菌類。三、採取礦物、土石。

四、利用水資源。前項各款，以傳統文化、祭儀或自用為限。」然而，在實際操作上，監督此一「非營利行為」的現代實踐並不存在，而各部落和社區制約採獵行為的傳統文化和它們所依附的部落傳統生活，也早已有了重大變化。在我們企圖根據「原住民基本法」第十四條，想實踐「政府應依原住民族意願及環境資源特性，策訂原住民族經濟政策，並輔導自然資源之保育及利用，發展其經濟產業」的時候，「原住民族意願」的具體政治實踐過程，以及「環境資源特性」所具有的強大文化意涵，與它與時俱變的事實，並未能獲得應有的認識。

臺灣山地面臨雙重轉型，一則轉型源自臺灣開發史中，原住民與後來移民之間的文化調適，另一則轉型來自早期現代化與當前環境的衝突。前面的調適問題，因為近年文化議題的興起轉而擴大的時候，後面的衝突也因為氣候變遷和現代化土地利用衝擊強度增加而增加。《原住民基本法》第二十條清楚規定「政府承認原住民族土地及自然資源權利」，但是「承認……權利」在面對上述的雙重轉型時所涉及的政治經濟操作設計，以及所需的各種法律和制度建置，仍然有非常多的實務問題亟待解答。

正因為多重、複雜的問題還有待摸索，治理的轉型不可能一步到位，經驗的累積、社區的實況、產業的機會，都會在本節一開始討論的原則與政略實踐中，特別是透過以環境與社區為核心的治理中，逐漸變化，包括劃設範圍和治理制度都會改變；聯合多國保護區而逐

漸形成的歐洲水青岡世界遺產就是許多好例子之一。在此，我們必須特別注意一個關鍵點：世界遺產不會僅僅是原住民的遺產，不會僅僅是臺灣人的遺產，它還是全世界的遺產。世界遺產不是種族主義的產物，不是地域主義的產物，而是全人類在認識「傑出普世價值」過程中而誕生的。我們劃設一座世界遺產地，其主旨是要為全人類保存「傑出普世價值」的一個釋例，它所帶動的保育經濟，並不是當代資本主義市場經濟主導的掠奪式、聚集式經濟，而是要確實做到將其生產剩餘，透過各種資本（自然資本、社會資本、經濟資本、文化資本等）的再生產，回到保存「傑出普世價值」的實踐上面來。這也是IUCN持續透過監督，同時以Green List和Red List來獎懲遺產地治理的原因。

五、結論：推動棲蘭山檜木林發展的三項關鍵工作與未來研究課題

推動建置「棲蘭山檜木林」或者更大範圍的保護區成為世界遺產地，其積極的目標是使之成為當代符號消費社會的旅遊產業火車頭。要完成這一個目標，需要落實許多工作。根據環境條件，以及現階段的政治經濟實況，可以先執行以下三項關鍵工作。

首先，在既有的基礎上，建立管理監測部門和資訊平臺。這一個部門日後更可以逐步擴張成為全臺的環境監測和保育資訊平臺，而它的內容必須以目前已經有的監測系統和國土資訊為基礎，將必要的監測，包括人類活動和各項地景生態狀態，統整起來。具有地緣關係，長期管護、研究的機構或管理單位，在這一項工作的建置上，應扮演關鍵角色。

未來將此環境監測和保育資訊平臺，發展成為國際研究機構，做為臺灣參與諸如UNESCO或IUCN的國際捐贈、支持，並使得此一在地實質投資，成為宜蘭當地高薪智價的工作機會，為外來研究者提供研究、交流基地，快速知能累積、傳播，做為發展高附加價值的生態產業之基礎。

第二項工作是擴大教育訓練的功能，將早期臺灣在農業推廣的做為，用以建設親和環境的社區產業。緩衝帶的社區林業，已經有許多成果。在一般土地利用範圍的宜蘭縣境，推動可以輔助、支撐社區林業的基礎建設，是可行的。把「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會和專業資訊平臺結合在一起，透過以蘭陽博物館、各學院和研究機構為基地的專業者教育訓練，將「棲蘭山檜木林」研究成果，轉化為地景生態和生產知能，與社區合作，建立以社區林業為核心的產業發展計畫。

第三項工作是社區發展委員會的建置；它的運作很重要。各專業、各部會，以怎樣的操作進入社區發展工作，此一設計是治理的核心。必須有機構持續性評價社區產業和當地的地景生態，透過每一個社區特有的自然和人文實況，以及演化途徑，逐漸發展出屬於地方的生產和生活特色，而非符號裝置藝術。在「棲蘭山檜木林」世界遺產委員會或等價機構，各社區的發展資訊必須蒐集、回饋到此一平臺，並且檢討整個「棲蘭山檜木林」世界遺產地的發展，是否符合保育「棲蘭山檜木林」的總目標？「棲蘭山檜木林」的傑出普世價值是否得到增益？

資訊平臺、知能培力機制、自治機構，這三項建置是我們推動「棲蘭山檜木林」或者更大範圍的保護區，成為世界遺產地的首要工作。為了厚植「棲蘭山檜木林」做為世界遺產地的價值，本文建議未來一些優先研究課題。它們包括：第一，檜木與森林生態的基礎研究，包括地質、水文、氣候、動物、植物、生地化循環，同時建置與社區共構的長期穩定的監測平臺；第二，環境史與環境災害的研究，特別是有關水砂

資源與災害的研究，以保護檜木森林生態，同時維持在地旅遊品質以及下游自然生態系統和人類系統的安全；第三，社區林業的基礎地景生態和規劃研究，包括移地保育、原生生態復育、資源使用的軟硬體規劃等；第四，關於政治經濟操作的政治生態學研究，以便累積可做為決策依據的客觀發展數據；第五，針對經營管理而設計的資訊平臺和評量技術發展之研究。

參考文獻

林淑芬（2004）〈由孢粉紀錄看宜蘭平原最近4,200年來的自然環境演變及其與史前文化發展之關係〉，國立臺灣大學地質科學研究所博士論文。

陳文山、宋時驊、吳樂群、徐澔德、楊小青（2004）〈沉降環境的山麓河谷地形特性－探討臺北盆地、蘭陽平原與屏東平原鄰近山麓地形與構造的關係〉，《經濟部中央地質調查所彙刊》第17期，臺北：經濟部中央地質調查所，頁79-106。

陳玉峰（1998）〈搶救檜木林運動的價值依據〉，《中國時報》，1998年12月11日，副刊。

陳有貝（2012）〈從淇武蘭遺址出土資料探討葛瑪蘭族群早期飲食〉，《Journal of Chinese Dietary Culture》8（1），頁49-74。

陳有貝等（2007）《淇武蘭遺址搶救發掘報告》1～3冊，宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館。

陳有貝等（2008）《淇武蘭遺址搶救發掘報告》4～6冊，宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館。

陳惠芬、林淑芬、張竝瑜、黃致展、李德貴、宋聖榮、魏國彥（2014）〈晚全新世以來宜蘭地區的地質與氣候事件和人類活動的可能關連〉，《中華民國地質學會與中華民國地球物理學會學術研討會論文集》，頁255-256。

張石角（1993）《山坡地調查規劃、評估及其崩塌預測與治理》，行政院農業委員會專題研究。

黃致展（2011）〈蘭陽溪流域系統千年來自然災變與淇武蘭文化空白之關聯〉，國立臺灣大學地質科學研究所碩士論文。

楊貴三、沈淑敏（2010）《臺灣全志·卷二·土地志地形篇》，南投：國史館臺灣文獻館。

劉益昌（2000）〈宜蘭在臺灣考古的重要性〉，《宜蘭文獻雜誌》43期，頁3-27。

Carson, M. A. (1971) *Mechanics of Erosion*. LONDON: Pion.

Chen, et al. (2001a) *Paleoseismic study of the Chelungpu fault in the Mingjian area*: Western

Pacific Earth Sciences, 1 (3) : 351-358.

Chen, et. al. (2001b) *Paleoseismic study of the Chelungpu fault in the Wanfung area*: Western Pacific Earth Sciences, 1 (4) : 43-72.

Chen, et al. (2004) *Slip Rate and Recurrence Interval of the Chelungpu Fault For the Past 1900 Years*. Quaternary International 115/116: 167-176.

Chen, Y. G., and T. K. Liu (1996) *Sea level changes in the last several thousand years, Penghu Islands, Taiwan Strait*. Quaternary Research 45: 254-262.

Chen, et al. (2001) *Surface rupture of 1999 Chi-Chi Earthquake yields insights on active tectonics of central Taiwan*. Bulletin of the Seismological Society of America, 91 (5) : 977-985.

Chang, C. T., P. C. Hou, C. S. Liu, and T. H. Hsiao (2005) *Geological and Geotechnical Overview of the Hsuehshan Tunnel*. International Symposium on Design, Construction, and Operation of Long Tunnel—World Long Tunnel, p. 45-59.

Dykes, A., and J. B. Thornes (1996) *Tectonics and Relief in Tropical Forested Mountains: the gipfelstur hypothesis revisited*. In *Advances in Hillslope Processes*, edited by M. Anderson and S. M. Brooks, pp. 975-994.

Kullman, L. (1996) *Norway spruce present in the Scandes Mountains, Sweden at 8000 BP: new light on Holocene tree spread*. Global Ecology and Biogeography Letters, 5: 94-101.

Lambeck, K. (2004) *Sea-level change through the last glacial cycle: geophysical, glaciological and*

palaeogeographic consequences. C. R. Geoscience 336: 677-689.

Li, J., Zhang, D. and Donoghue, M.H. (2003) *Phylogeny and biogeography of Chamaecyparis (Cupressaceae) inferred from DNA sequences of nuclear ribosomal its region*, Rhodora 105 (No.922) : 106-117.

Liao, P.C., Lin, T.P. and Hwang, S.Y.(2010) *Reexamination of the pattern of geographical disjunction of Chamaecyparis (Cupressaceae) in North America and East Asia*, Botanical Studies 51: 511-520.

Lin, S. F., et al. (2004) *Late Holocene Pollen Sequence of the Ilan Plain, Northeastern Taiwan, and its Environmental and Climatic Implications*. TAO, 15 (2) : 221-237.

Ostrom, E. (1990) *Governing the Commons - the evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Tseng, D. J., and P. C. Hou (2008) *An overview on site investigation for Hsuehshan Tunnel project*. In *Geotechnical and Geophysical Site Characterization*, edited by A. B. Huang and P. W. Mayne, pp. 159-172. LONDON: Taylor and Francis Group.

Wang, W.P., C.Y. Hwang, T.P. Lin, and S.Y. Hwang. (2003) *Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus Chamaecyparis (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism*. Plant Syst. Evol. 241: 13-28.