

自然遺產潛力點提名策略之研究

A Study on Strategies of Promoting Potential Sites for World Heritages

委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：社團法人中華民國永續生態旅遊協會

計畫主持人：雷鴻飛（中國文化大學地理學系助理教授）

中華民國 100 年 12 月

中文摘要

本計畫針對台灣自然襲產潛力點：大屯山火山群、棲蘭山檜木林、澎湖玄武岩自然保留區、太魯閣國家公園、玉山國家公園，和蘭嶼聚落與自然景觀，回答以下三個問題：1) 每處潛力點的「傑出普世價值」為何？2) 其具體展現於哪些地方、事件和現象？3) 未來這些潛力點在實質建設、經營管理和區域生活又應該如何處理？本年度整理世界襲產公約全球策略的重要主題之相關文獻研究與分析，並針對大屯火山群、棲蘭山檜木林、澎湖玄武岩自然保留區這三處潛力點進行研究與分析，下一年度則將太魯閣國家公園、玉山國家公園和蘭嶼聚落與自然景觀這三處潛力點進行調查與分析，最後總結六處自然潛力點的分析比較結果，探討他們的相對條件及優先順序。

關鍵詞：自然襲產、大屯山火山群、棲蘭山檜木林、澎湖玄武岩自然保留區

ABSTRACT

This project aims to evaluate 6 National Heritage potential sites: Datun Volcano Group, Cilan Mountain Cypress Fores, Penghu Columnar Basalt Nature Reserve, Taroko National Park, Yushan National Park, and Orchid Island and the Tao – Yami. For each site, the project tempts to answer following three questions: firstly, what is the outstanding universal value for each site? secondly, in what forms, events, or phenomena the outstanding universal value can be revealed for each site? and thirdly, what objects need to be done for each site in respect to physical construction, management policy, and regional life? In this year, the relevant documents from IUCN as well as information from local studies will be reviewed, and only three sites will be analysed and evaluated: Datun Volcano Group, Cilan Mountain Cypress Fores, and Penghu Columnar Basalt Nature Reserve. Taroko National Park, Yushan National Park, and Orchid Island and the Tao will be analysed and evaluated in the next year, meanwhile the priority of these six sites will be discussed, according to the analysis.

Keywords: National Heritage, Datun Volcano Group, Cilan Mountain Cypress Fores, Penghu Columnar Basalt Nature Reserve.

目 錄

中文摘要	1
英文摘要	2
目 錄	3
圖目錄	4
第一章、緒論	6
第二章、大屯火山群	9
2.1 大屯概述	9
2.2 大屯火山群的傑出普世價值	15
2.3 大屯火山群申請入列世界遺產的類型和條件	16
2.4 大屯火山群實質建設、經營管理、區域生活的改善事項	18
第三章、棲蘭檜木林	19
3.1 棲蘭概述	19
3.2 棲蘭山檜木林的傑出普世價值	23
3.3 棲蘭山檜木林申請入列世界遺產的類型和條件	26
3.4 棲蘭山檜木林實質建設、經營管理、區域生活的改善事項	27
第四章、澎湖玄武岩自然保留區	29
4.1 澎湖概述	29
4.2 澎湖玄武岩自然保留區的傑出普世價值	31
4.3 澎湖申請競逐列名世界遺產的類型和條件	32
4.4 澎湖實質建設、經營管理、區域生活的改善事項	33
第五章、初步結論	34
參考文獻	35
附錄一、論澎湖的海崖後退與濱台發育	36
附錄二、期末審查意見回覆	48

圖目錄

- 圖一、地形造成的氣象與氣候的變化十分普遍。……………10
- 圖二、大屯及其鄰近地區海拔高度每上升 100 公尺，年均溫下降約攝氏 0.73 度，年雨量則上升約 320 公釐。……………10
- 圖三、中央氣象局北部兩座主站資料顯示此地年均溫每 100 年以接近 1°C 的規模增溫。…11
- 圖四、沒有光照強度差異的世界，也就是說每一小塊地的亮度是一樣的。在此，光的頻率組合是造成每個像元差別的唯一因素。……………12
- 圖五、站在平等里的小草山北端坡地看內雙溪對岸水井尾山到鵝米山一線的山坡稜線。將圖左經過上述影像增揚處理之後，影像中的物件更容易辨認。這張照片顯示，海拔高度，或者距離分水嶺遠近所造成的土壤水差異，強烈影響此地地景生態的空間結構。……………12
- 圖六、從地形上看，第四紀的火山活動明顯與斷層構造有關；從東北端的金山岬到西南端的軍艦岩，其間整個火山群構成一個斜 H 的地形分佈。……………13
- 圖七、工作或居住在此地高坡地上的居民有機會看到火山群，但是只有在鄰近北部火山地區的居民才會聞到硫磺味，或者就近養成洗溫泉的習慣，從而對於臺灣北部火山地景持有比較強烈的映象。……………13
- 圖八、陽明山國家公園的動植物。……………16
- 圖九、從空中看磺嘴火山口最壯觀，但是這不是日常生活常見的景觀。……………17
- 圖十、棲蘭的海拔高度頻率分佈有 4 個關鍵高度，分別是 70、450、1500、2350 公尺。…19
- 圖十一、以 40x40 公尺 DEM 為基礎，依序在 80x80 公尺、160x160 公尺、320x320 公尺的測量單元尺度上所算出的全區最大坡降。據此反推本區一般 10x10 公尺的地景單元上之的崖面最大坡降，其數值大約 300，相當於坡度 71.6……………20
- 圖十二、以 40x40 公尺解析度的 DEM 推算出本區的坡降($100 \times \tan$)頻率分布，其重數在 60，極小出現在 8，另有 24 和 96 分別是低坡群和高坡群的分布轉折點，4 個特徵坡降的坡度從大到小分別是 43.8 ， 31.0 ， 13.5 以及 4.6 ，標誌著本區岩體材料、崩壞作用與坡度的關係。……………20

- 圖十三、本區相當容易發現河道側蝕造成的邊坡崩塌。圖上半是蘭陽溪留茂安對岸複合式崩山，圖左下是英士部落對岸的岩屑滑崩，圖右下是大漢溪田埔下游曲流攻擊坡引發的岩屑滑崩，它們都是因為坡腳移除引發岩體張裂、崩壞的例子，是本區最普遍的崩山類型。……22
- 圖十四、棲蘭地區海拔高度對年均溫和年雨量的影響。……22
- 圖十五、巨大神木不但以其自身生命紀錄了數千年的自然歷程，更以巨大的形象震撼初訪者，提醒所有人遠東這一個副熱帶島嶼上的生態與生物原貌是何等壯觀。……24
- 圖十六、我們的森林在許多案例上，並非原始林；這是值得正視的。……28
- 圖十七、在澎湖都市化嚴重，或者隱身山坳，無人看管的廢軍營，都可見到生長良好的喬木。……30
- 圖十八、澎湖氣象站長期紀錄顯示此地高溫少雨。……30
- 圖十九、澎湖年雨量變異極大，是屬生態敏感地帶，易受氣候震盪災害的威脅。……31

第一章、緒論

行政院文化建設委員會於 2002 年陸續徵詢國內專家以及函請縣市政府與地方文史工作室，提報、推薦具「世界襲產」潛力點名單，並召開評選會，選出太魯閣國家公園，棲蘭山檜木林，卑南遺址與都蘭山，阿里山森林鐵路，金門島與烈嶼，大屯火山群，蘭嶼聚落與自然景觀，紅毛城及其周遭歷史建築群，金瓜石聚落，澎湖玄武岩自然保留區，台鐵舊山線，共計 11 處世界襲產潛力點。同年底邀集外籍專家來台現勘，決定增加玉山國家公園 1 處。

隨後幾經地方政府及社團爭取，截至 2010 年為止臺灣世界襲產潛力點總計 18 處，包括 1) 大屯山火山群(Datun Volcano Group)、2) 太魯閣國家公園(Taroko National Park)、3) 玉山國家公園(Yushan National Park)、4) 臺鐵舊山線(Old Mountain Line Railway)、5) 阿里山森林鐵路(Alishan Forest Railway)、6) 金瓜石聚落(Jinguashih Settlement)、7) 金門戰地文化(Kinmen Battlefield Culture)、8) 馬祖戰地文化(Matsu Battlefield Culture)、9) 卑南遺址與都蘭山(Beinan Site and Mt. Dulan)、10) 淡水紅毛城及其週遭歷史建築群(Fort San Domingo and Surrounding Historical Buildings, Danshuei)、11) 棲蘭山檜木林(Cilan Mountain Cypress Forest)、12) 澎湖玄武岩自然保留區(Penghu Columnar Basalt Nature Reserve)、13) 蘭嶼聚落與自然景觀(Orchid Island and the Tao - Yami)、14) 屏東排灣族石板屋聚落(Paiwan Settlements of Slate Constructions)、15) 桃園台地埤塘(Taoyuan Tableland and Ponds)、16) 烏山頭水庫及嘉南大圳(Wushantou Reservoir and Jianan Irrigation Waterways)、17) 樂生療養院(Lo-Sheng Sanatorium)、18) 澎湖石滬群(Penghu Stone Fish Weirs)。

然 2003 年召開評選會議所選出的 12 處台灣世界襲產潛力點(文建會文資總處，2011)，其中性質上可歸為自然襲產者有：太魯閣國家公園、玉山國家公園、大屯火山群、棲蘭山檜木林、蘭嶼聚落與自然景觀、澎湖玄武岩自然保留區等 6 處。這些地點要想成功入列世界襲產，必須具有世界襲產公約所標舉的「傑出普世價值」。「傑出普世價值」適用於任何世界襲產公約所認定的文化與自然襲產，但是世界襲產公約本身並未對「傑出普世價值」直接下定義，而是在較晚之後，根據已累積的操作經驗，寫成「作業準則」(Operational Guidelines, 2005)。

「作業準則」說明：「傑出普世價值意指文化的抑或自然的重要性，它是如此特出以致於超越國界，並對當代及後代所有人類都具有普遍的重要性。準此，該襲產的永久保護對國際社會整體而言具有最高的重要性。」隨即又說，「傑出就必須是出眾，必是地球上最為優越的自然和文化地點；這是關乎優越的地理學...普世意指全球(the global)、全人類 (all people)，因此，它並非從國家或區域觀點來獲得。」而價值是重點，這是從普世的價值來衡量襲產是否傑出，而評價是依據一組清晰一致的標準或判準來進行。「世界襲產是地表非生物的或生物的要件所構成的自然表徵，從美學的或科學的觀點來看具有傑出普世價值。」，「世界襲產是地質的或地文的要件以及可適切區劃出來的一塊地區，從科學或保育觀點來看，是構成具有傑出普世價值瀕危物種的棲地。」，「世界襲產是從科學的、保育的或自然美的觀點來看，具有傑出普世價值的自然敷地，或者可適切劃出的自然區塊」。

從文件的經驗發展，到上述修辭詮釋，以至於實際個案的實踐，此一海洋法系風格的作為最後對所謂「傑出普世價值」所給出的操作型定義是「作業準則」列舉的 10 項判準。在「作業準則」第 77 條，這 10 項判準的第 1 至 6 項為「文化判準」，第 7 至 10 項為「自然判準」。任何潛力點要想成功入列世界襲產，必須符合至少 1 項登錄判準。這 10 項判準依序為：

- 1 足以代表人類所發揮的創造天份之傑作。
- 2 在某時期或某文化圈中，建築、技術、紀念碑類藝術、城鎮規劃或景觀設計等，足以表現人類價值之重要交流的傑作。
- 3 可作為現存或已消失的文化傳統或文明之唯一的、或至少是稀有的證據。
- 4 足以說明人類歷史重要階段中，某種樣式之建築物、建築群、或景觀等之傑出範例。
- 5 可以表現某些文化代表性之傳統聚落、土地利用或海洋利用，或那些受到不可回復之衝擊而變得脆弱之人與環境交互作用等之傑出範例。
- 6 與具有傑出的全球重要性之事件、現存傳統、思想、信仰、藝術和文學作品等，有直接或具體相關性的地區。
- 7 具有極為優越的自然現象或具有非凡自然美和美學重要性的地區。
- 8 代表地史發展主要階段的傑出例子，包括生命紀錄，重要的地形或地理表徵，或者地形發育過程中持續進行的重要地質作用。
- 9 代表陸域、淡水、海岸及海洋生態和社群的演化及發育過程中重要的生態及生物作用的傑出例子。
- 10 為了當地生物多樣性保育提供重要及顯著的天然棲地，特別是為了從科學或保育角度所判定的具有傑出價值的瀕危物種。

IUCN 為配合推動世界襲產委員會全球策略，過去已從事多項主題研究和比較分析，探討現存自然襲產的全球特性。這些工作報告成果已成為申報世界襲產的重要參考指引，其中包括：

- 1) Earth's geological history: a contextual framework for assessment of World Heritage fossil site nominations (1994) ,
- 2) A Global Overview of Forest Protected Areas on the World Heritage List (1997) ,
- 3) Global Overview of Wetland and Marine Protected Areas on the World Heritage List (1997) ,
- 4) Human Use of World Heritage Natural Sites- A Global Overview (1997) ,
- 5) A Global Overview of Protected Areas on the World Heritage List of Particular Importance for Biodiversity (2000) ,
- 6) A Global Overview of Mountain Protected Areas on the World Heritage List (2002) ,
- 7) The World Heritage List: Future priorities for a credible and complete list of natural and mixed sites (2004) ,
- 8) Geological World Heritage: A Global Framework (2005) ,

- 9) Enhancing the IUCN Evaluation Process of World Heritage Nominations (2006) ,
- 10) The World Heritage List: Guidance and future priorities for identifying natural heritage of potential outstanding universal value (2007) , 以及
- 11) World Heritage Nominations for Natural Properties: A Resource Manual for Practitioners (2008)

以上 11 件工作報告清楚說明各種自然襲產地區的條件，以及申請世界襲產的提名作業實務。台灣 6 處自然襲產潛力點到底有何「傑出普世價值」？以前述 10 項判準來看，這 6 處的傑出普世價值到底具體展現於那些地方、事件、現象上呢？一旦確認各自具體條件，這 6 處就可以依據上述 IUCN 對全球各類型自然襲產的回顧和評析工作報告，對比其他已入列名單的自然襲產條件，從而確認台灣 6 處自然襲產潛力點到底應該分別以什麼類型和條件，申請競逐入列世界襲產。這 6 處潛力點要想入列，其在實質建設、經營管理、區域生活三方面，又應該做到哪些具體事項呢？這是透過全球自然襲產對比分析，所要回答的課題。回答以上三個問題，可以讓我們客觀明確認識台灣 6 處自然襲產潛力點的具體實況，以及列名機會順序，進一步作為主管機關修訂各潛力點提名策略之參考，有助推動未來申報作業。

本計畫擬分兩年工作，回答上述三個問題。於今年首先整理分析世界襲產公約全球策略的重要主題研究和比較分析之相關文獻，並針對澎湖玄武岩自然保留區、大屯火山群、棲蘭山檜木林這三處潛力點，羅列其傑出普世價值的具體要件，對比於其他列名的全球自然襲產條件，從而確認它們應以什麼類型和條件，申請競逐列名世界襲產。最後，從實質建設、經營管理、區域生活三方面，分析這三處的具體改善之道。下一年度則對太魯閣國家公園、玉山國家公園、蘭嶼聚落與自然景觀這三處潛力點進行調查、對比、申請策略草擬，以及羅列這三處潛力點在實質建設、經營管理、區域生活三方面的具體改善之道。最後，總結六處的分析比較結果，探討它們的相對條件以及優先順序。

本計畫執行方法包括文獻回顧、資料分析、野外實察、專家討論等。今年度的期中報告將初步回顧世界遺產公約及文獻，說明大屯火山群、棲蘭山檜木林、澎湖玄武岩自然保留區 3 處的條件。

第二章、大屯火山群

本章包括大屯概述，大屯火山群的傑出普世價值，大屯火山群申請競逐列名世界遺產的類型和條件，以及大屯火山群實質建設、經營管理、區域生活的改善事項。

2.1 大屯概述

對於多數人來說，臺灣北部火山地景很晚才出現在意識中。陽明山公園踏青、春遊！這一個名詞很有意思。北方雪國從冬到春，把人對於戶外春景的渴望堆高到極點，春暖花開正好一年工作開始之前，出門到田野走一走，活絡筋骨。暑熱島嶼也有這種需要嗎？文化脫離不了文化地理脈絡，而文化地理向來就有虛擬文化地理議題的傾向；那些來來去去的文化，包括流行的科學議題，一如踏春，是無法避免的傳染病。「馳騁田獵，令人心發狂」，這是兩千多年前中國哲學家老子的警語，而「靜觀物理」則可能是我們得以脫離符號或虛擬文化傳染病的不二法門，那也正是 IUCN 列名武夷山中古城「城村」以及加拉巴哥群島為世界襲產的原因：從實質環境開始認識日常生活世界的原真性。

經過一個世紀的資料分析，我們的中央氣象局終於確認，台灣節氣晚了中原一個月，而傳承、應用已久的中原曆法，終於能夠根據地理事實，為臺灣的在地生活做了修改。然而，大屯火山群還有多少事是被壟罩在歷史想像之中，而非地理事實之中的呢？我們在地的生活還有多少是屬於虛擬的符號所控制的呢？揭露日常生活世界的運作一直都是現代地理學的企圖，它將是我們認識世界的第一步。呈如胡塞爾面對歐洲文明危機時所體會的道理：日常生活世界是我們唯一牢靠的共識。

1922 年俄國氣候學者 Gorczynski 在 Monthly Weather Review 期刊提出一個經驗算式來定義「大陸性」。他把我們經驗感覺到的氣候現象以這一個介於 0 到 100 的數值來定義，公式寫成

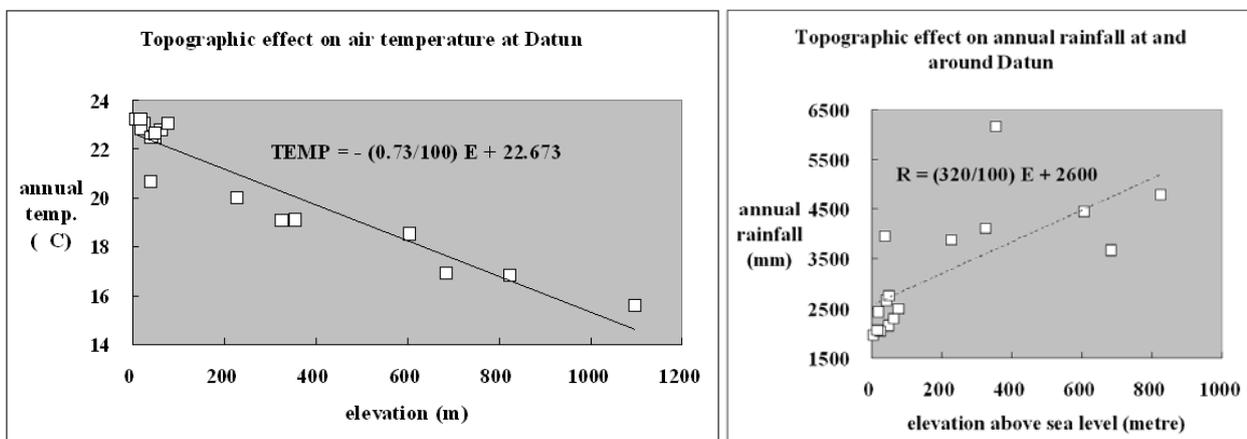
$$k = \frac{1.7A}{\sin \phi} - 20.4$$

其中 A 是一地之年溫差， ϕ 是緯度。以臺灣各站資料來看，南部的「大陸性」介於 10 到 20，中部的「大陸性」在島嶼的東邊因為受到太平洋的調劑而維持 20 左右，但是西部可以接近 30，到了臺灣北端「大陸性」超過 30。台灣島嶼的地形構造對於在地氣候應有一定的影響力，但是 Gorczynski 沒有考量海拔以及更為廣義的島嶼地形空間構造的影響。



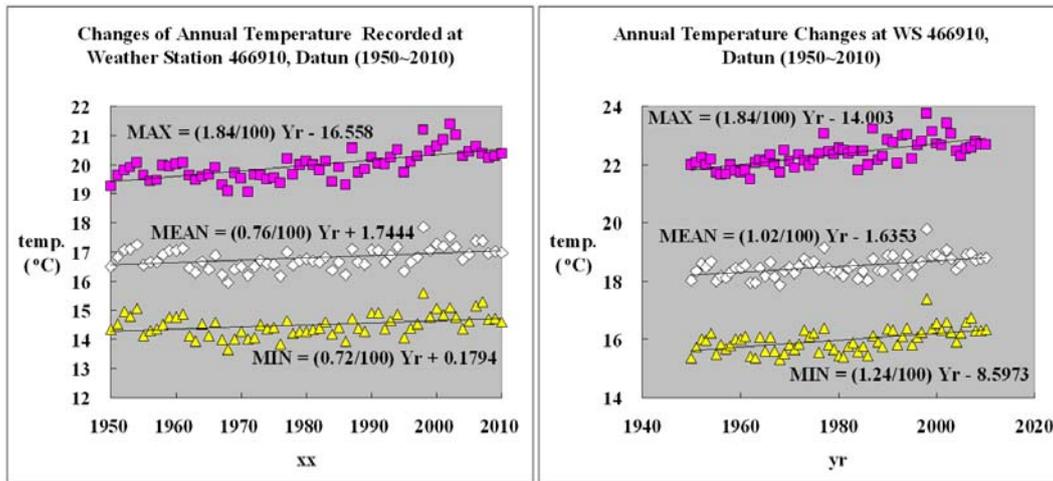
圖一、地形造成的氣象與氣候的變化十分普遍。

地形造成的氣象與氣候的變化十分普遍(圖一)，這已使得山地氣候學成為專業的學術分支(例如 Barry, 2008)，而 Yoshino (1975)把它仔細分為行星風系的氣候、山區氣候、近地面地文氣候以及微氣候這四層來談。根據中央氣象局在大屯及其四周佈設的 17 座主站以及自動觀測站的資料，我們可以看出隨著海拔高度每上升 100 公尺，年均溫就會下降 0.73°C (圖二)，剛好介於乾溫度遞減的 1°C 和飽和溫度遞減的 0.6°C 之間，並且略偏濕潤，而年雨量則上升 320 公釐。特別值得注意的是這一組統計觀測資料的離散情況很顯著，意味著海拔以外的其他地表條件對於氣候的強烈影響力，例如坡向以及海陸相對位置等因素。特別是因為台灣地處季風氣候帶，坡向強烈影響一地的冬夏氣候對比，使得任何簡單的模型或統計描述都無法面面俱到的說明每一座山頭、每一座山谷的氣候實況，除非我們擁有在地的直接觀測資料，並且從該資料直接總結在地實況，而這也是我們的水利署針對土石流潛勢溪流必須訓練在地的雨量觀測和警報人員的根本原因。



圖二. 大屯及其鄰近地區海拔高度每上升 100 公尺，年均溫下降約攝氏 0.73 度，年雨量則上升約 320 公釐。

從在地生活經驗與氣象觀測，我們知道海拔效應和緯度的影響力類似，從而使得高山氣候與平地不同。大屯山不只是能展現地形對於氣候的影響力，揭露陳玉峰所言「臺灣植物生態山山不同」的微氣候源頭，它與台灣東部的許多山頭，還是我們觀測氣候變遷的橋頭堡。從中央氣象局北部的兩座主站資料看來(圖三)，此地年均溫每 100 年以 1°C 的規模增溫。



圖三、中央氣象局北部兩座主站資料顯示此地年均溫每 100 年以接近 1°C 的規模增溫。

姑且不論圖三所示已為長期趨勢，或是被 CO₂ 變化所控制，圖三搭配圖二來看，我們幾乎可以推估大屯區域的地景生態所適應的年均溫條件，每 100 年將會向上遷移 100 公尺。雖然這並不是不大的變化，但是過去人類活動的歷史証實，這種氣溫變化對於區域整體生態系統來說，並非決定性力量。在雨量變化上，我們則無法看出統計上有效的變遷論述。

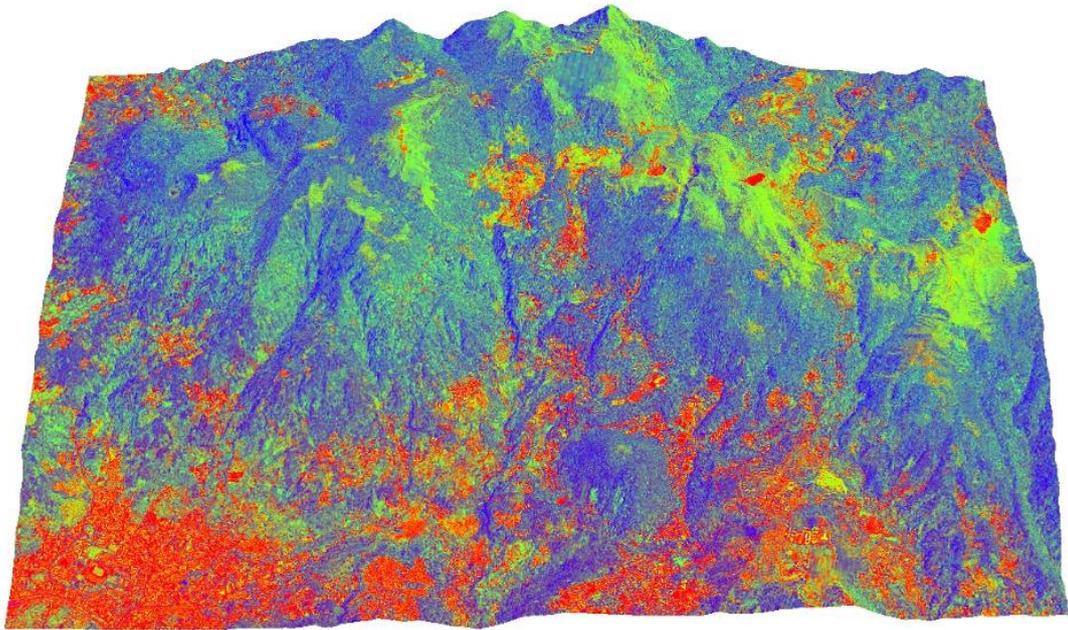
在臺灣北部這一脈火山，以及中央山脈的稜線上，氣候與地形的交互作用所產生的氣候特性與季節變化，對於山區的水文、土壤與生態應有決定性的影響。火山地區的地熱通量對於這一帶的微氣候也應有所影響。這些細致的科學認識都還在發展中，我們需要更多的資料才能對此做出有效總結。在此之前，我們可以透過地面實況，對於大屯四周環境做一初步的描述。

利用福衛二號的可見光影像，經過下面這一組光譜轉換式來重新定義每一個像元的藍、綠、紅色：

$$\begin{cases} B_0 = \frac{B}{B+G+R} \\ G_0 = \frac{G}{B+G+R} \\ R_0 = \frac{R}{B+G+R} \end{cases}$$

這種作法基本上是把影像中個別像元的藍、綠、紅色之總合視為 1，算出其中各色所佔比例。一旦把一張圖上每個像元都分別如此處理，它等於假設大家的反射光照強度都一樣，因而地形效應全部免除。結果就像圖四是一個沒有光照強度差異的世界，也就是說每一小塊地的亮度是一樣的。在此，光的頻率組合是造成每個像元差別的唯因素。這種作法在許多情況之下可以大大增加我們辨識地景差異的能力。我們可以利用一般相機所提供的相片，如

圖五，經過同樣的專業處理之後，就可以獲得容易辨識的植被圖像。



圖四、沒有光照強度差異的世界，也就是說每一小塊地的亮度是一樣的。在此，光的頻率組合是造成每個像元差別的唯因素。

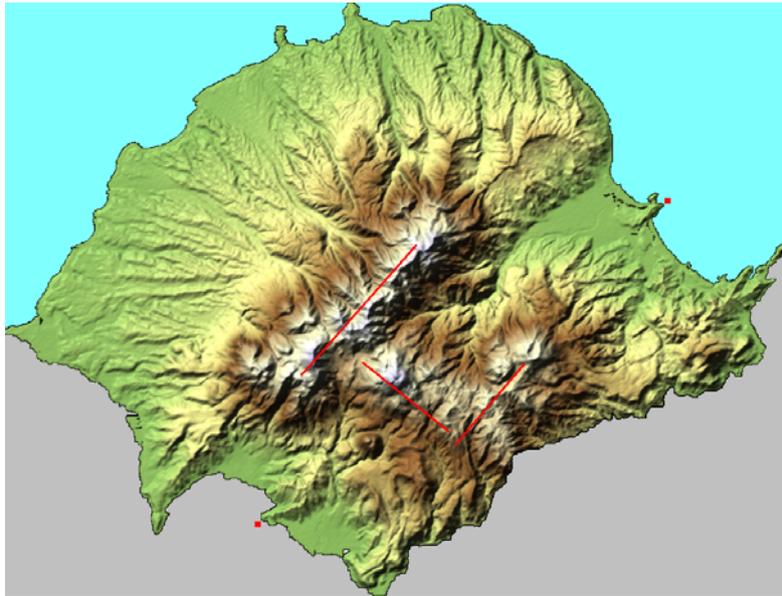


圖五、站在平等里的小草山北端坡地看內雙溪對岸水井尾山到鵝米山一線的山坡稜線。將圖左經過上述影像增揚處理之後，影像中的物件更容易辨認。這張照片顯示，海拔高度，或者距離分水嶺遠近所造成的土壤水差異，強烈影響此地地景生態的空間結構。

影像處理技術可以讓我們容易看出地景生態的空間結構。海拔高度，或者距離分水嶺遠近所造成的土壤水差異，強烈影響此地地景生態的空間結構(圖五)，而圖四則明顯展現人類活動對於大屯的衝擊，其中紅色為不透水面或裸岩，黃色、土色為裸露土壤或耕地，黃綠、蘋果綠代表草本或作物，喬木則是深綠或者陰影處為藏青。大屯地區即便喬木覆蓋處也多是次生林。

根據莊文星和貝隆(1984)，大屯火山群的形成始於 2.5 百萬年前的上新世末期，當時構成了本區較老的，也是如今較矮小的一些火山山峰，例如丁火朽火山，隨後的火山活動主要集

中在東北~西南方向延伸的地質破裂帶上，它是由大屯全區東邊通過馬鍊溪和外雙溪河谷一線的崁腳逆衝斷層，以及斜穿大屯全區中央的金山~新莊斷層所界定的中間地帶(圖六)。林朝宗指出，平行於金山~新莊斷層的山腳斷層，實為一活斷層，而它可能是清領時期，郁永河來臺時所記載的大地震之來源。大屯火山群第二次的活躍期出現在距今 75 萬年前，最後一次則是距今 40 到 50 萬年前，構成本區較高、較年輕，也是較具火山造形的磺嘴山及七星山等。陳培源(1985)對大屯火山群及其四周濱海地質做了較完整的介紹，其他地學及生物生態研究以及人文研究散見於陽明山國家公園的諸研究報告中。



圖六、從地形上看，第四紀的火山活動明顯與斷層構造有關；從東北端的金山岬到西南端的軍艦岩，其間整個火山群構成一個斜 H 的地形分佈。

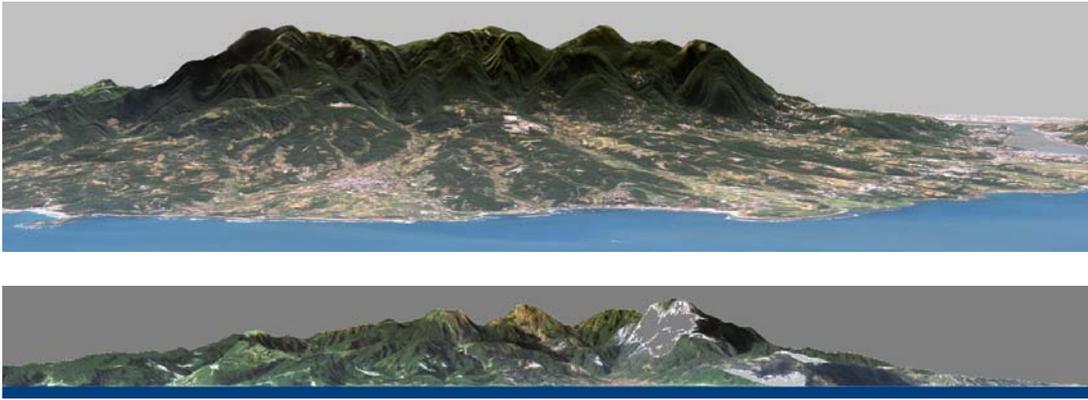


圖七、工作或居住在此地高坡地上的居民有機會看到火山群，但是只有在鄰近北部火山地區的居民才會聞到硫磺味，或者就近養成洗溫泉的習慣，從而對於臺灣北部火山地景持有比較強烈的映象。

除了工作或住在高坡地上或鄰近北部火山地區的居民，大臺北地區多數人的日常生活經驗，受到都市現代建築的障礙，對於北部火山地景並不特別有感覺。工作或居住在此地高坡

地上的居民有機會看到火山群，但是只有在鄰近北部火山地區的居民才會聞到硫磺味，或者就近養成洗溫泉的習慣，從而對於臺灣北部火山地景持有比較強烈的映象(圖七)。作為大臺北地區的郊山，大屯火山群的現代意象主要是透過公路和登山步道，逐漸累積在居民意識中。勤於登山者更可以觀察到四季氣象與生物的變化。對於外來遊客而言，噴氣口、溫泉、硫磺味一直是最引人注意的。現代的環境教育，以及大屯火山群四周的空間規劃，對於大屯火山群呈現在日常生活中的意義將發揮巨大影響力，而陽明山國家公園與臺北市及新北市就所有建設和計畫議題上拓展的密切合作，將是大屯火山群好的發展的開始。下面是利用福衛二號影像疊合 Aster 影像產出的 30×30 公尺 DEM 所製成的一系列大屯 3D 綜觀意象，依序從臺北盆地東南俯看大屯火山山群、從林口上空俯看觀音山與大屯山群、從臺北盆地北看火山群峰、從觀音山頂看淡水、從臺北港外看大屯火山群、從外海看三芝以及金山。





2.2 大屯火山群的傑出普世價值

大屯火山群沒有足以代表人類所發揮的創造天份之傑作。即便傳說已久的外星人基地，或者比較可能的平埔族遺址，都不是世界襲產「重大文化傳統或文明之唯一代表」所指涉的對象，不具有區域考古的重大價值，更不具有全球重要性。這裡也沒有某時期或某文化圈中，建築、技術、紀念碑類藝術、城鎮規劃或景觀設計等，足以表現人類價值之重要交流的傑作，雖然就近八里的十三行遺址標誌著島嶼和大陸的聯繫。這裡更沒有足以說明人類歷史重要階段中，某種樣式之建築物、建築群、或景觀等之傑出範例，儘管日治以來，這裡多少有些零星、值得作為地方文化記錄的建築事件、宗教事件，或者藝術事件；部份可以在日治文化保存較好的北投一帶觀察到。把大屯範圍擴大涵蓋從淡水到萬里~外雙溪一線，南接台北盆地，老街、古宅、墓園、故宮、法鼓山、朱銘美術館都算是本區的文化資產，但是彼此不類，也沒有任何影響全球的重大、統一、原真的文化傳承在此發生。因此，大屯火山群只能朝向自然襲產去發展。

大屯火山群有迷人的自然美；看過山頂夕照的人應該同意，看過北海春潮濱臺顏色變化的人應該同意，看過礦石結晶或者黃金的人應該同意。不論幸或不幸，大屯火山群沒有遠東以及東南亞其他諸多活火山地景和現生火山作用景觀。正因為是死火山，它容易親近，正因為鄰近大都會，它成為世上遊客密度最大的火山地質公園，可惜台灣從來沒有一派美學，像是日本浮世繪中的廣重或北齋對富士山所做的那樣，為大屯旅遊美景做出令全球讚嘆的美學作品，而我們在此吸引全球旅人的溫泉文化，其實是東洋文化的複製品，缺乏本土文化的創發，儘管後者非常值得深耕，形成台日兩國在此一生活方式和經驗的加乘累積，對於旅遊經濟與生活方式的發展都深具價值。世界襲產以原真性所描述的在地文化，或根植於環境條件以及長期人地互動所演化出來的文化內含，絕非當前臺灣流行的、深具後現代拼貼藝術個性的文創活動；後者熱鬧了我們的地景，豐富了我們的傳媒，但是不論他要向左走，或者向右走，沒有北投溫泉與硫磺的記憶，它都走不進世界襲產的入列名單。文化的深層反思，以及對於過往世代的生活記憶和好的生活價值的延續，卻是世界襲產所考量的，也是臺灣熱鬧的文創可以深化、感動世界的關鍵點。

大屯火山群有重要的地形或地理表徵，或者地形發育過程中持續進行的重要地質作用：板塊抬升與後火山活動。一些爆裂口或噴氣口曾是此地生產硫磺的基地，熱變質與風化作用長期累積產生的黏土礦物曾是此地的重要礦產，然而這一切見證資源開採的遺址多已消失，各種現生作用的規模及重要性也都只是區域性的。儘管從海洋到 1000 公尺的山頭，這裡提供了多樣的棲地，比起世界山地襲產 1500 公尺的起伏度要求(Thorsell and Hamilton, 2002)，此一垂直落差的規模是明顯小的，而從海洋到山頭，除了陽明山國家公園內的生態保護區，此地絕大部分的地景所進行的重要生態及生物作用的例子都是「復育」(圖八)，或者正在恢復中。從科學或保育角度來看，唯一讓大屯火山群具有全球傑出價值的重點，卻是小小的台灣水韭；夢幻湖裡的台灣水韭是台灣特有種，而七星山腰的夢幻湖是它唯一的棲地。



圖八、陽明山國家公園的動植物。

大屯火山群的地景生態曾被相當徹底的毀壞過。水熱條件極好的副熱帶山丘沒有巨木，大屯山頂坡芒草裡隱藏的茶樹，以及日治期間的照片和植樹工作，再再證實此一人造地景的歷程。如今為了因應每年數百萬人次的旅客和數十萬人的日常飲食，生態農業的推廣即使在山腳下的三芝鄉都備受阻力。這些現況條件確實很難體現世界襲產所標舉的傑出普世價值。要想入列世界襲產，與肯亞的肯亞山國家公園或印尼的羅倫茲國家公園這些巨大的活火山國家公園併列自然襲產，即使它並非「不可能」，也需要非常大的努力，而它無法單獨依賴陽明山國家公園的經營管理達成。

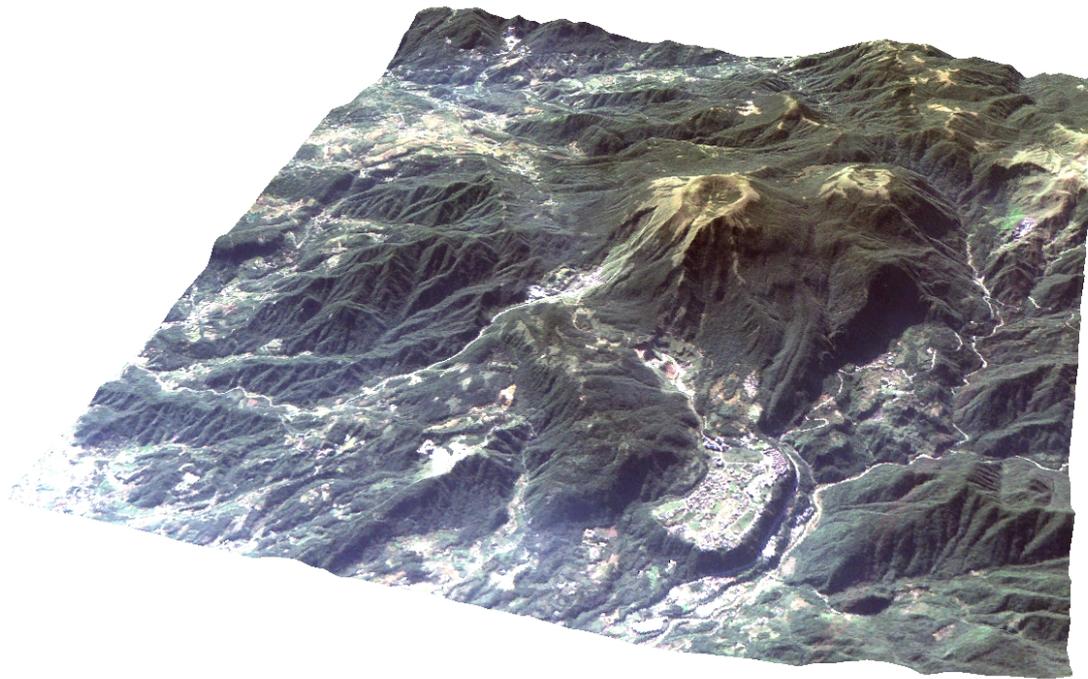
2.3 大屯火山群申請入列世界遺產的類型和條件

前一節的說明指出，大屯火山群申請入列世界遺產的類型和條件最可能的是根據判準第 7 項「具有極為優越的自然現象或具有非凡自然美和美學重要性的地區。」，以及單獨為台灣水韭而援用判準第 10 項「為了當地生物多樣性保育提供重要及顯著的天然棲地，特別是為了從科學或保育角度所判定的具有傑出價值的瀕危物種。」

不利的條件是臺灣地質與地形發育年代並不久遠，歷史發展相對短淺，因為開發與人口壓力而使得此地經歷強烈的環境破壞，很難找到大面積、保存原始的自然環境。單就世界襲產標舉的地質窗寬度(參考 Wells, 1996)，它的時間過短，它在研究上和整個晚第三紀到第四紀的區域板塊運動關聯的文獻太少，它在整個區域地質脈絡中的火山物理和火山化學意義還

有待更多的研究、認識。

這裡在美學上缺乏原真性的創作傳統，而是大陸或東洋風格的仿製。各種自然景觀像是老梅石槽，青山瀑布，磺嘴火山口(圖九)，儘管吸引人，但是規模、生動性都有不及，歷史上的強烈生態破壞至今尚未恢復，但是大屯火山群的極大優勢是它非常接近千萬人口的大都會，極有潛力發展成為科研與地球科學教育密集的基地，規模小而獨立、多樣的集水區可以成為最為吸引人的環境監測實驗場以及環境變遷研究網路。台灣發達的電子工業可以作為此一發展的強大後盾，為環境自動監測和多媒體實況展示，豎立規模大、技術尖端的全球傑出範例。畢竟，嚴格有效的經營管理計畫即便不是世界襲產審核的第一優先測試項目，它也是三項測試項目之一，並且不論是否為世界襲產，對於臺灣環境治理都將是巨大的貢獻。全球大車廠的機件設計、保養操作需要 F1 賽車場作為鍛練、競爭的場域，而不是董事會；我們環境治理的場域在河的上游，而不是辦公室；沒有此一文化認識，就不可能有治理。



圖九、從空中看磺嘴火山口最壯觀，但是這不是日常生活常見的景觀。

由於地處溫溼熱帶，加以火山活動休止，良好清晰的地質剖面很難獲得。儘管此地的地質研究已累積有成，陳培源對此地火山地質與地形演育的地史，已經提供出相當完整的視野，結合交通建設、服務業、監測儀器和專業知識的大屯火山群解說事業，還有很大的發展空間。這將是我們經營管理此地的重大挑戰，而那也是世界襲產委員會在審議各案時，三大考驗事項之一；這三項考驗分別是：

- 第一、必須滿足 10 項判準中至少一項；1~6 用於文化襲產，7~10 用於自然襲產。
- 第二、必須同時滿足某種條件組合(文化及自然資產)抑或原真性(指文化資產)。
- 第三、必須有充分的在地保護及管理系統，確保襲產安全，包括適切的法規，邊界和緩

衝帶設置以及管理計畫或系統，以確保該地所支持的(土地或資源)使用在生態上及文化上是永續的。

與多處山地、森林、濕地或生物多樣性世界襲產相比，大屯火山群在第一項的考驗上並不够強，特別是山地類型的世界襲產所規範的 1500 公尺地形起伏度要求。不過，這不是沒有例外的，而特有生物條件、文化建設條件、傑出的經營管理計畫將會為此作出正面貢獻。

2.4 大屯火山群實質建設、經營管理、區域生活的改善事項

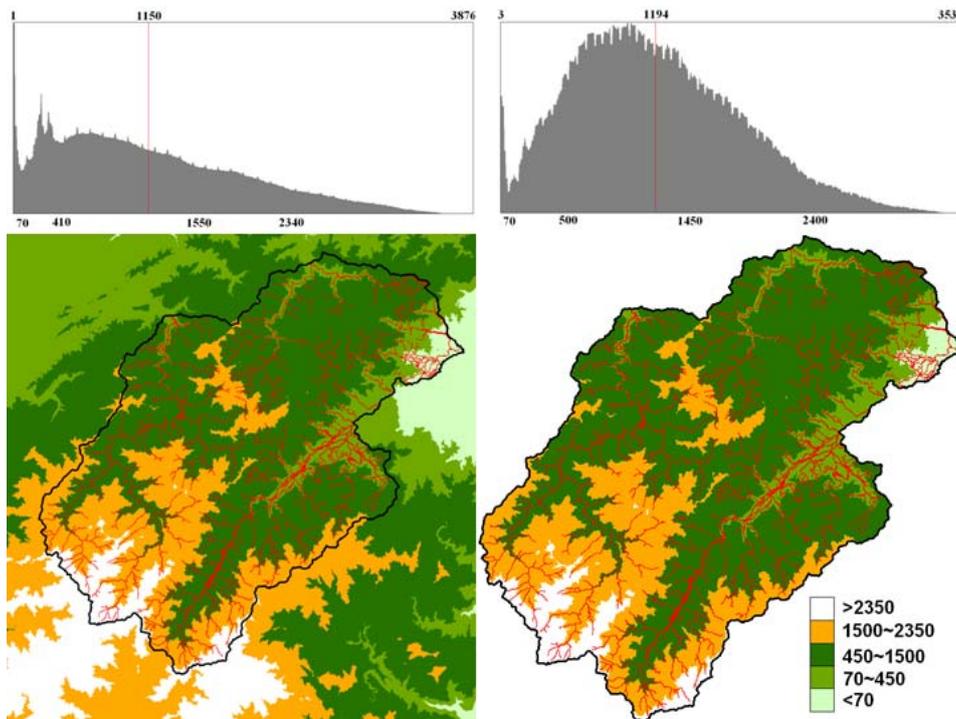
根據實況條件，大屯火山群在實質建設上應該將生物生態保育、生態與精準農業、溫泉文化發展、環境監測與多媒體環境及地球科學教育、解說事業 5 項列作重點工作，並且在經營管理和區域生活的改造上，做出全球傑出的成就。這一方面的工作開展，應該與日本在富士山的工作進行廣泛交流。每年龐大的遊客意味強大物質能源流動對於區域生態的干擾，是我們發展大屯火山群地質旅遊必須高度關注的課題，大屯火山群區內及四周的城鄉發展，應在綠色生活的發展上做出更多進步，才有機會幫助大屯火山群成為世界襲產。

第三章、棲蘭檜木林

本章包括棲蘭概述，棲蘭檜木林的傑出普世價值，棲蘭檜木林申請競逐列名世界遺產的類型和條件，以及棲蘭檜木林實質建設、經營管理、區域生活的改善事項。

3.1 棲蘭概述

不論是從全區，或者雪山主體來看，棲蘭的海拔高度頻率分佈有 4 個關鍵高度，分別是 70、450、1500、2350 公尺。以此為界，可以區分 5 個海拔高度帶，從而看出雪山山脈大體結構。目前還無法判斷這 5 個海拔高度是否具有鮮明的地景生態特徵，但是地形自然的結構總有其地質或生態的隱義有待發現。

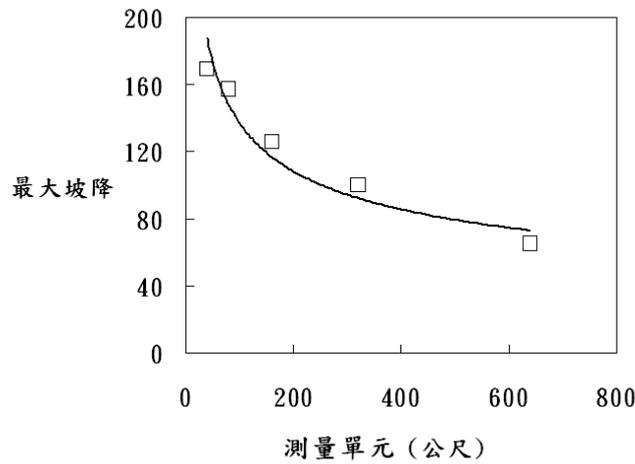


圖十、棲蘭的海拔高度頻率分佈有 4 個關鍵高度，分別是 70、450、1500、2350 公尺。

本區山脈大體結構呈現 3 個特徵(圖十)。首先，區域地形和稜線主軸向東北傾斜，正對東北季風；其次，在稜線主軸上，每 5 到 10 公里就有西北~東南走向的橫谷、隘口，連絡蘭陽溪谷與淡水(新店或大漢)溪谷，包括桶後越嶺、哈盆、松羅湖、明池、鴛鴦湖、170 工作站等；第三，細部看似樹枝狀的河網水系，在較大尺度上卻呈現近似方格網狀的水系，反映出地質構造在就大尺度上控制河網，而水力機制所造成的曲流則反映在較小的尺度上。

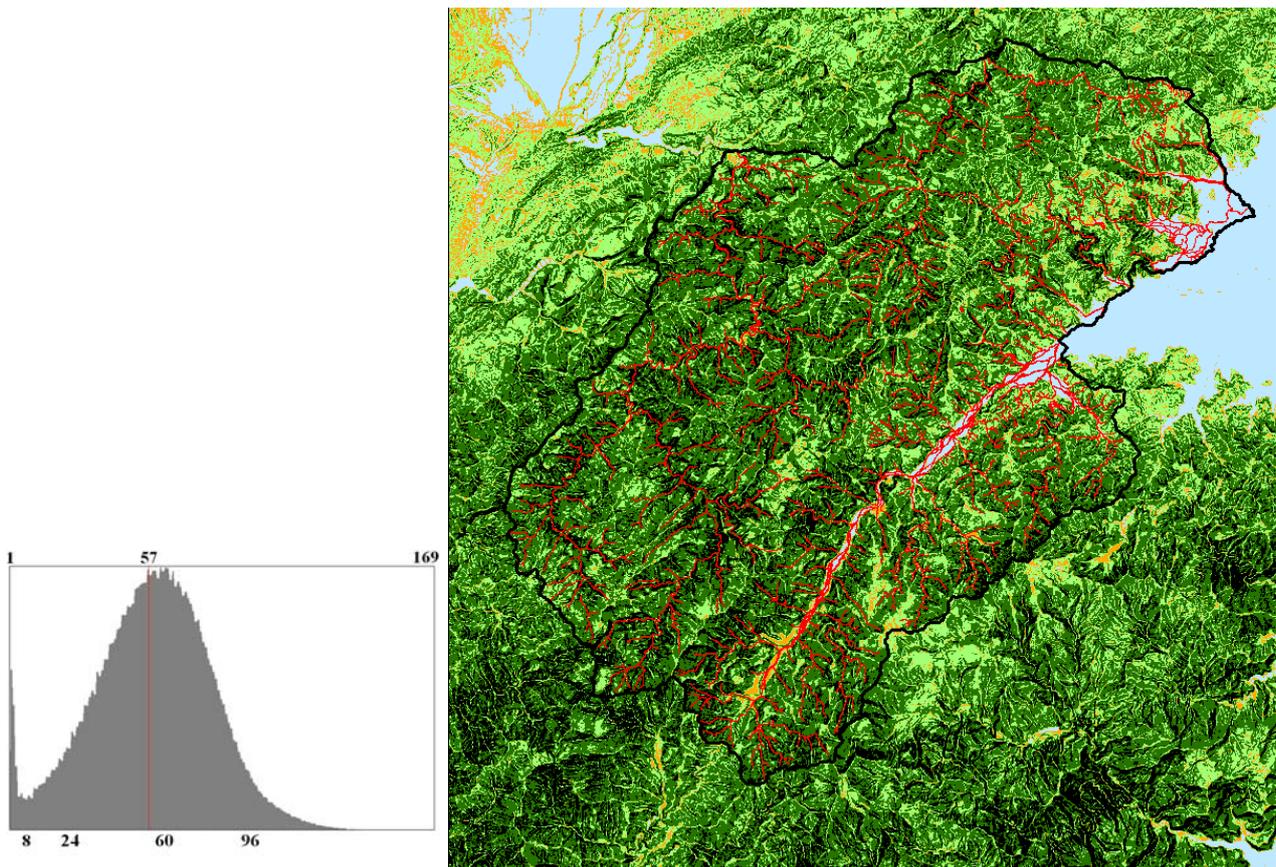
在地形計量上，坡度的尺度效應非常顯著；測量單元愈大(解析度越小)，坡度越小。圖十一是以 40×40 公尺 DEM 為基礎，依序在 80×80 公尺、160×160 公尺、320×320 公尺的測量

單元尺度上所算出的全區最大坡降。據此反推本區一般 10×10 公尺的地景單元上之的崖面最大坡降，其數值大約 300，相當於坡度 71.6°。如果此一坡度代表本區裸露的新鮮岩體所能維持的初始平均崖面坡度，再假設本區輕微風化岩體的平均內摩擦角為 17°，根據 Carson 的簡化公式： $a = (i+\phi)/2$ ，本區平均次生坡度應為 44.3°。此一次生崖面如果繼續頻繁崩壞，過程中因岩體暴露時間短暫而維持相同的平均內摩擦角，其所生成的崖堆坡或岩幕坡的平均坡度為 30.4°。



圖十一、以 40×40 公尺 DEM 為基礎，依序在 80×80 公尺、160×160 公尺、320×320 公尺的測量單元尺度上所算出的全區最大坡降。據此反推本區一般 10×10 公尺的地景單元上之的崖面最大坡降，其數值大約 300，相當於坡度 71.6°

坡地一旦處於崖堆坡或岩幕坡，除非坡腳侵蝕，一般風化岩屑都會長期滯留地面，風化成土，在台灣高溫多雨的環境中與植物共同建構根墊系統，穩定邊坡，從而形成主要坡群。因此，此一穩定坡群進一步的崩壞必須依賴外部擾動，而最常見的兩種是：一、坡腳侵蝕，使得坡面累積的風化材料失穩；二、充分風化的土石浸入飽和水份，內摩擦角歸零。根據此一假設，本區崖堆坡或岩幕坡在經歷較長的風化作用之後，會因為地形災變和外部擾動，進一步推生出材料內摩擦角為零的水砂坡，其平均坡度應為 15.5°，或者更為低緩，卻容易被河流侵蝕與堆積作用摧毀、取代的地形單元，它在坡度頻率圖上出現在極小值的位置。圖十二是以 40×40 公尺解析度的 DEM 推算出本區的坡降(100×tanθ)頻率分布，其重數在 60，極小出現在 8，另有 24 和 96 分別是低坡群和高坡群的分布轉折點，4 個特徵坡降的坡度從大到小分別是 43.8°，31.0°，13.5°以及 4.6°，標誌著本區岩體材料、崩壞作用與坡度的關係。



圖十二、以 40×40 公尺解析度的 DEM 推算出本區的坡降(100×tanθ)頻率分布，其重數在 60，極小出現在 8，另有 24 和 96 分別是低坡群和高坡群的分布轉折點，4 個特徵坡降的坡度從大到小分別是 43.8°，31.0°，13.5°以及 4.6°，標誌著本區岩體材料、崩壞作用與坡度的關係。

以此為基礎，本區地形依坡降可分為 4 以下的平原或台地、4~16 的水砂堆積坡、16~42 的土石堆積坡、42~78 的崖堆或岩幕坡，以及 78 以上的主坡或崖面。將本區以天然海拔轉折點和山坡梯度天然斷點區分地形單元，再疊上河網參考，我們看見了雪山主稜線附近高而平坦的棲地，那正是孕育台灣大片高山森林的地方，雖然如今它們多已被砍伐。

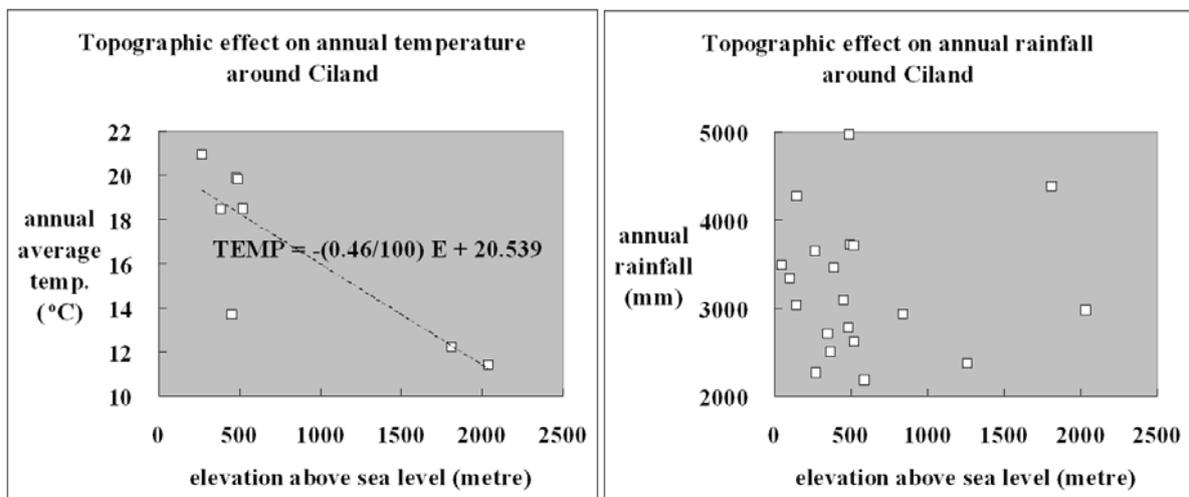
最陡的坡地多分布於河道邊或者山嶺邊，歷史上形成漢人或日人侵入泰雅生活圈的天險，也是地理上如今現代化生活引入山區的最大災難所在地。本區相當容易發現河道側蝕造成的邊坡崩塌(圖十三)，這種自然作用是陡峭邊坡上開挖公路走廊最好的教訓。每年由公路或河床邊坡以及溝頭崩坍地進入石門水庫的砂石規模，其累積至今所需的清淤成本估計接近 300 億台幣之譜。以 50 年使用壽命計算，相當每年 6 億預算，再乘以台灣 20 座主要水庫，那是 120 億的年預算，相當於僱用 5 萬月薪的 2 萬人就業機會，以 Lowry 模式粗估(Hagget, 2001: 244)可養活的人口數約 13.3 萬，如果加上其它生態事業及周邊乘數效應，人口規模遠超過今天實際住在台灣高山賴以維生的人，這一筆帳還不包括每年各項工程花費及損失重建之經費。

一座集水區上游開發成本，已遠遠超過所有山產總和之經濟利益，它所維繫的林業或者少數原住民生活，也非深具生態或人類學價值的「傳統生活」，或者中國傳統文化頌揚的山林田園詩歌生活，而是以現代政治經濟制度，迫使多數人納稅，轉移花費在維繫少數人在生態

敏感地帶中經營現代化農作，渡過不光榮的現代化生活。如果我們無法面對此一現實，棲蘭山檜木林不會有未來。



圖十三、本區相當容易發現河道側蝕造成的邊坡崩塌。圖上半是蘭陽溪留茂安對岸複合式崩山，圖左下是英士部落對岸的岩屑滑崩，圖右下是大漢溪田埔下游曲流攻擊坡引發的岩屑滑崩，它們都是因為坡腳移除引發岩體張裂、崩壞的例子，是本區最普遍的崩山類型。



圖十四、棲蘭地區海拔高度對年均溫和年雨量的影響。

此地溫度和雨量的空間分佈與海拔的關係，又與大屯山者不同。棲蘭以將近 2000 公尺的起伏所造成溫度遞減規模，竟然與起伏 1000 公尺的大屯火山群相當(圖十四)。特別注意的是這一遞減率竟然低於水氣飽和條件下的遞減率(0.6°C/100 公尺)，顯示雪山山脈的山地氣候非常不同於平原地區所觀測到的現象。

此地年雨量的空間變化高達 3000 公釐，但是與海拔幾乎無關。最可能的解釋是山地雲霧水氣以及它與森林交互作用，造成了這種空間變化。林博雅(2009)在觀霧的雲霧觀測顯示，雪山山脈主稜附近全年 98% 可以是霧日，而雲霧帶來的水平降雨可以高達全年雨量的 37%，直追熱帶雨林紀錄。即便只計算晴日早晚霧水供應量，也超過 9% 的年雨總量。棲蘭一帶終年多雲霧，又正對東北季風或夏季颱風來襲方向，開放、陡峭的蘭陽溪谷走廊又易於生成強烈的山谷輕風，它開口正對東北外海離岸 10 餘公里的溫暖黑潮，此處又有強大的海陸輕風，雲霧的水平降雨規模恐不在觀霧之下。MIT 學者在 1980 年代末期就注意亞馬遜雨林自產降水規模平均可達雨量的 40%。Alberts 等人(2010)在最近的模擬研究中指出，比起土壤水條件來說，地形結構以及地面的植被覆蓋條件對於霧的形成更有決定性的影響。

造成本區強烈輸砂的重要原因之一是高溫多雨。本區高溫多雨，風化速率極快。若有森林保護，廣被巨大的根墊系統將可有效減少輸砂規模。但是，高差大、地形切割嚴重的雪山山脈，其棲地與地景生態的複雜度，應遠高於大屯山區，而這種複雜地形一旦除林，其輸砂規模激增將遠遠超過一般情況。

3.2 棲蘭山檜木林的傑出普世價值

棲蘭山檜木林到底有何傑出普世價值？以前述 10 項判準來看，棲蘭山檜木林的傑出普世價值到底具體展現於那些地方、事件、現象上呢？首先，它沒有足以代表人類所發揮的創造天份之傑作。它也沒有在某時期或某文化圈中，建築、技術、紀念碑類藝術、城鎮規劃或景觀設計等，足以表現人類價值之重要交流的傑作。在傳統泰雅族人活動的所有場域中，我們沒有發現可作為現存或已消失的文化傳統或文明之唯一的、或至少是稀有的傑出物質證據。那些或可存在的證據，若非經由清末、日治、國府時期逐一被清除，就是族人於現代化過程中放棄了傳承。非實質的文化襲產，例如司馬庫斯鴛鴦湖的祖靈儀式，也沒有清晰的傳承。

日治期間，臺灣山林協會 1938 年出版的「臺灣之林業」指出，「鑿大、郡大、玉山以及中央山脈高海拔地帶森林，早在原住先民時代即已荒廢，扁柏、紅檜等有用針葉樹林蓄積殊為稀少，而此等區域自古即有高山原住民居住之蹤跡，所有向南坡面陽光充足之地區多已成為廢耕地，表土流失致山骨裸露；其向北坡地屬於陰面，不適農耕，斷崖亦多，故能保存較為良好之林相。」(姚鶴年，1994：3)。日治記錄，部落遷移有其文明無法處理的生態問題，而不只是被外人逼迫遷移，或者天災；那是馬爾薩斯古典人口理論的範例，而清末阿美與布農在花東縱谷中段的鬥爭，以及日治期間因為流感或崩山而滅村的案例，都說明了原始部落

在回應環境震盪多變時的有限調適能力。這一段人與自然的鬥爭歷史記錄，與當前充斥非原真性的原住民生態和諧說詞相左，日常生活實踐也沒有發現任何源自山地原住民日常生活操作傳統的生態農林業。今日學者對於植被分布的觀察，其實是原住民長期選擇性除林，加以清領、日治、國府時期大規模伐林、植樹的結果，任何有關「天然林地」的空間推論，必須嚴肅考慮考古、歷史與早期探險紀錄。

儘管司馬庫斯企圖創發那一個失傳已久的文化內涵。這裡沒有足以說明人類歷史重要階段中，某種樣式之建築物、建築群、或景觀等之傑出範例，也沒有可以表現某些文化代表性之傳統聚落、土地利用或海洋利用，或那些受到不可回復之衝擊而變得脆弱之人與環境交互作用等之傑出範例(例如龐貝城)。就部落文明來看，這裡也沒有與具有傑出的全球重要性之事件、現存傳統、思想、信仰、藝術和文學作品等，有直接或具體相關性的地區。



圖十五、巨大神木不但以其自身生命紀錄了數千年的自然歷程，更以巨大的形象震撼初訪者，提醒所有人遠東這一個副熱帶島嶼上的生態與生物原貌是何等壯觀。

但是，棲蘭山檜木林確確實實是具有極為優越的自然現象或具有非凡自然美和美學重要性的地區，因為那些活過數千年的巨大神木不但以其自身生命紀錄了數千年的自然歷程，更以巨大的形象震撼初訪者，提醒所有人遠東這一個副熱帶島嶼上的生態與生物原貌是何等壯觀(圖十五)! 20世紀初來到台灣的英國自然學者Elwes和Price所親眼看到在斧斤前倒下的巨靈(參見吳永華，2003)，曾經是如此壯闊的佔領著台灣的土地，從低地到高山頂上，養育著成群的鳥、鹿，迴盪著雲豹、黑熊的獸吼。棲蘭山檜木林和天送埤發電站旁曾經僻蔭馬偕醫生拔牙的一對茄冬大樹，正是那些巨靈的證據。我們應該盡全力保護每一顆巨靈，並且寬容空間與機會，讓我們的森林找回她們原本的美貌。我們做，而且我們嚴格建立起生活教育和

制度要求代代子孫持續做，為這一個偉大的自然基地做到一件簡單的事，那就是我們禁止任何人再從這一片森林拿走任何屬於森林的東西。如果活在山林、取用山林、維護傳統，那麼就得行如其言，禁止任何現代污染之物進入保護區，禁止任何現代工具進入山林生活中。

這麼做不是為了世界製產委員，而是為了世世代代的人類可以有機會在臺灣的山地看到台灣黑熊、山羌、長鬃山羊等等生命，拌著森林的巨靈，守護自然的美質以及下游眾生的家園安全。不論是漢人或者原住民，都必須誠實面對這一個時代的任務，不必誇言一種根本不存在於過去自身文化內涵的現代保育觀念與生活方式。

在持續板塊運動中，台灣經歷每 50 年 1 次 7 級以上的大地震和 150 次颱風，推演出台灣特有的生物與生態；一顆 2000 歲的扁柏可能就地被 4 次以上的 7 級大地震，以及 21 次以上超級強烈颱風直接搖撼，直到它被鋸子砍倒。在雪山山脈主稜線上，每 5 到 10 公里留下一道橫谷或隘口，以及伴隨或有的高山湖泊，紀錄河流向源侵蝕，競爭領域的輸砂系統。這些持續進行的重要地質作用，形塑雪山山脈的地景生態已數十萬年。棲蘭山檜木林正是代表著新構造運動的山地環境傑出例子，它經歷數次冰河進退的氣候轉變，在起伏超過 2000 公尺的副熱帶地區創造出連續多樣的生態系譜。這一座山脈從低地開始，向主稜線水平移動 8 公里之內，高差就有 1700 公尺到 2000 公尺之譜。整座雪山山脈海拔將近 4000 公尺的山體，在副熱帶的環境與氣候變遷下，成為創造生物多樣性的場所。台灣特有的台灣杉以及許多其他特有物種，正是這一個鍛鍊場域的產物。

棲蘭山檜木林不但保存了人類破壞以後，殘留的最大片神木群，並且也是許多瀕危物種的重要棲地。它的健康不但是下游地區數百萬人口居所安全的保障，也是原住民持續發展其現代部落文化以及森林資源利用知識的場域。董景生等(2005)為南澳泰雅所作的民族植物誌是非常好的開始，但是它應更深入人類學的、考古的、探險記錄的、地學的資訊，而不只是當下的資訊。更重要的是，這一個發展如何朝向未來新的環境與生態經濟學，如何結合當代科技與智能來改造將當的政治經濟控制？

這裡必須面對破壞歷史，協作發展適合山地生活及生態保育的新文化，而這是世界製產機制的設計本意，不論棲蘭檜木林是要成為森林製產或山地製產，都必須建立一個至今不存在的嚴格經營管理計畫。我們勿須遮蔽原始無知的歷程、獵頭史、伐林史，或者為此道歉；那是時代的產物。相反的，我們應該正確、仔細記錄每一筆事件，傳給後代知道我們森林的真實歷程，以及這一個複雜歷程中人們的生活真相。道德與價值判斷的地位，都在真實之下。我們應該誠實紀錄原住民的山林生活，日本人的林場規劃，榮民的營林與農耕生活等等，那些都是先人足跡，沒有誰高，沒有誰低。唯有誠實記錄、呈現複雜的地景發展以及人與自然的曲折互動歷程，才能看到地景生態經營管理的解答。

但是，如果我們不能聽到台灣黑熊群的吼聲重新回盪在我們的山林，這一隻象徵台灣山林健康的食物鏈頂統治者，我們就不得不承認我們的管護制度(stewardship)是欺人的、失敗的。如果我們不能看到蘭花王國在雪山的越嶺步道四周散開高價值的野生蘭花，我們就無法

宣稱我們是有教養並且尊重大自然的國度，而國際審查訪視委員在長達3到5年的時間裡，可以透過更多、更直接的現場觀察，看到我們的真面目。就如同宣稱自己經營的是生態農場的熱帶國度，無法經年面對溝渠水田中為何沒有蝌蚪、泥鰍等自然生物的問題；我們放生一百萬尾魚，也不能解決一個簡單的自然保育紀律問題。在政府不斷因為財政赤字而刪砍預算、遇缺不補人力的同時，龐大的補償支出、災害支出、部門基金會支出，反諷對應著山林管理在人力、技術整備上的嚴重不足，這是必須被立刻糾正的錯誤政策。

3.3 棲蘭山檜木林申請入列世界襲產的類型和條件

根據前述，棲蘭山檜木林申請入列世界襲產，它滿足第7到10項的所有自然判準。最重要的是，這一塊襲產潛力點還與幾百萬人口的生活安全和水資源使用息息相關，更與泰雅族傳統森林資源利用的自然知識的傳承習習相關。棲蘭山檜木林，甚或聯合雪霸國家公園與太魯閣國家公園，一起構成的森林襲產，將會更激勵保育工作的意志。這種聯合常見於當今世界襲產的名單中，甚至有分屬美國與加拿大的兩座國家公園，聯合構成世界襲產；大面積加以高度合作的經營管理，最能看出管理自然環境的強烈意志，也最能體現它在全球尺度上「傑出普世價值」的真正意義。不論是基於生態保育的理由，或者世界襲產最早企圖保護的化石產地，其作業手冊都指出一個共同的選址考量議題：有其他對比地點對了解該地點的全盤地史故事也有幫助嗎？單單該地點被選為襲產地是足夠的嗎？或者應有一系列的襲產地可以構成完整的說明？

提報申請世界襲產之前，我們可以針對現階段台灣保育工作已經達到的成就，從棲蘭野生動物保留區、雪霸國家公園、太魯閣國家公園範圍內的生態保留區、溼地、壯麗的地質地形景觀中，選出傑出者先行申請生物圈保留地(Biosphere Reserves)、國際濕地(Ramsar Sites)、地質公園(GeoPark)，並且思考、測試個別經營管理計畫、制度、法規和具體環境條件之關係，特別是與緩衝帶有關的部份。這包括了許多台灣出眾的、具有長久學術研究史的地學主題和人類學主題，許多區塊的神木林、高山湖泊，以及許多臺灣特有生物及其棲地。以此為基礎，再將前述分別的保留區和園區結合緩衝帶，一起提報申請世界襲產。這麼做，本來文明成就不高，多所毀壞、散亂的台灣原住民文化，將可以利用有歷史深度以及地理廣度的南島語系文化集體面目，標舉世界襲產所重視的人地關係傳統，並與溫帶日本的 Shirakami-Sanchi、熱帶印尼的 Lorentz NP 以及馬來西亞的 Kinabalu Park(參見 Thorsell and Hamilton,2002)，形成遠東的保育長鏈。

日本的 Shirakami-Sanchi 是以文化襲產的判準於1993入列世界襲產，它的山景之美令人讚嘆，雖然它也以生態條件彰顯了它的自然襲產價值。Shirakami-Sanchi 保有 Siebold's beech 主宰的冷溫森林的最後處女地，保育黑熊、長鬃山羊和87種鳥。因此，它的「傑出普世價值」是同時具有自然與文化內涵的。這種混合、多樣的條件，是我們申請世界襲產應該注意的。印尼的 Lorentz NP 以地質、生態、生物多樣性三種優勢條件，入列山地襲產，面積高達2.5百萬公頃，雖不是世界第一，也是東南亞最大的保護區。它是目前世上唯一的一處保護區，

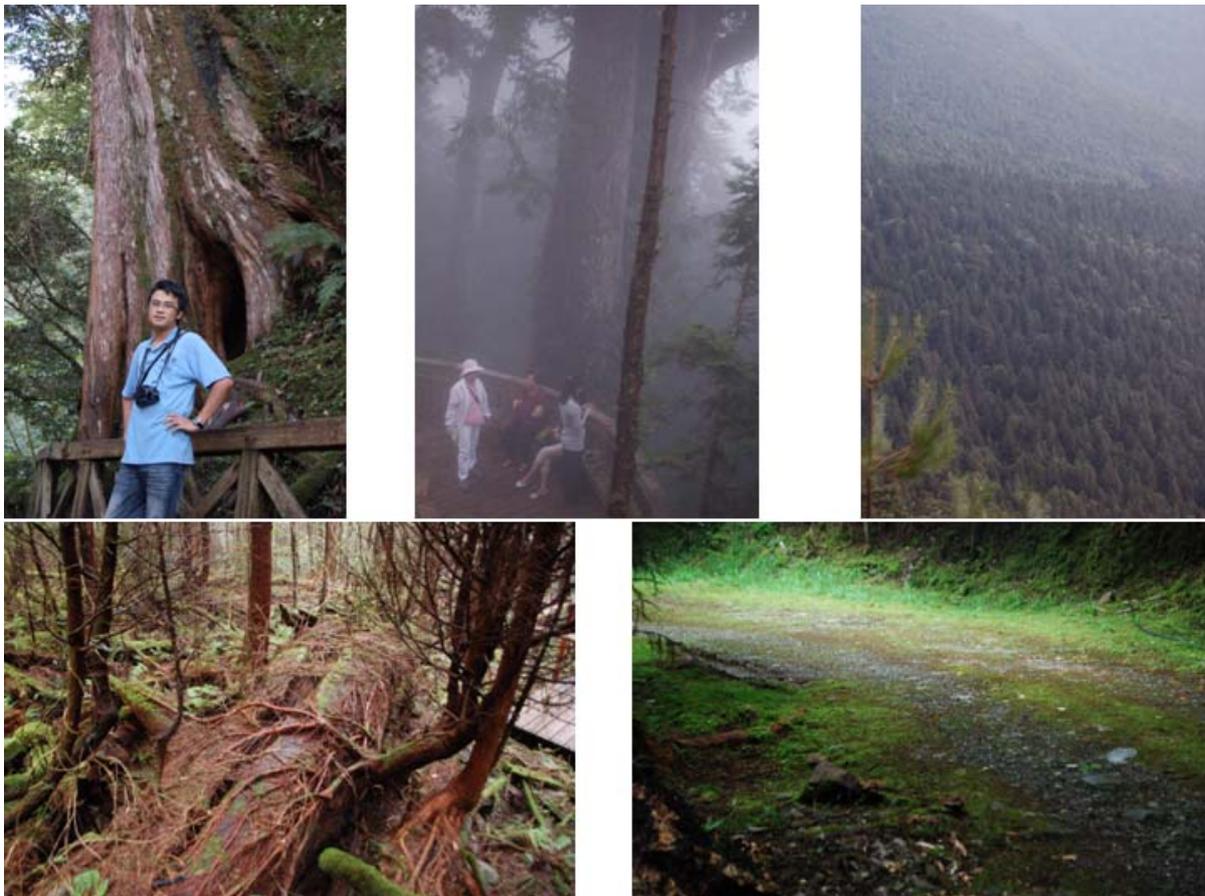
能夠從雪山峰頂連續完整連絡到熱帶海洋環境，其中還包括廣大低地濕地。它和台灣很像，是板塊的縫合處，有複雜的地質，以及持續進行的造山運動和冰河。這裡更有化石區，說明新幾內亞的演化證據，有很多的特有生物以及很高的生物多樣性。

台灣地質相對年輕，沒有 Lorentz NP 那麼出色的化石區足以展示寬大的地質窗(the window of geological time)，冰河也只剩下圈谷遺跡而已，但是此地有太平洋、菲律賓、歐亞三大板塊交會，有南島語系的源頭，是溫帶與熱帶的交會處。如果能以更大的保育範圍，從宜蘭海岸開始，沿著雪山山脈主稜線，建構環境梯度連續、物種多樣豐富的保育帶，這將遠勝過印尼的 Lorentz NP。馬來西亞的 Kinabalu Park 和印尼的 Lorentz NP 相似，不同的是它先成為東南亞的植物多樣性中心，然後以生態及生物多樣性的優勢於 2000 年入列山地襲產。

作為山地襲產，印尼的 Lorentz NP 以及馬來西亞的 Kinabalu Park 的海拔起伏都比棲蘭山檜木林地來得大，但是地形起伏不是關鍵，世界襲產名單中的山地襲產可以是地形起伏相對小的，關鍵因素在於地景與生態保育的良好程度與完整性，以及嚴格完整的經營計畫。後兩者才是我們應當重視，並努力改善的。

3.4 棲蘭山檜木林實質建設、經營管理、區域生活的改善事項

我們的森林在許多案例上，並非原始林；這是值得正視的(圖十六)。即便是神木區，大樹成為矚目標的，因為它大，也因為它未被砍除。不管是早期合法砍除，或者晚近以合法山區工程來掩護非法的鄰壁砍伐，甚或在醒目的神木四周盜伐樟木、檜木等高價木材，它們都造成原始森林的破壞。盜伐工人更以汽油潑灑，掩蓋木材香味，偷渡檢查哨，或者背負下山。這種行為至今不停，而神木林相不同於原始林相，就在於那些本應由不同大小、年齡構成的原始林，在長期選擇性伐木之後形成只有神木和年輕小樹的林景。這不是少數現象，而是許多台灣「原始林地」的現象，調查者不應忽視這種長期「人擇」對於調查資料原真性的影響。「原真性」是世界襲產所強調的，而那在科學觀點下是無法自欺欺人的！



圖十六、我們的森林在許多案例上，並非原始林；這是值得正視的。

「革命的基礎在高深的學問」，當前遙測技術透過光達點雲資料，WorldView2 的八波段、高解析的影像，以及三維的地真資料建檔，將有機會建立快速自動監測以及高效率的林木和林地管理系統，並且此一系統應建立平行實驗室，分由兩組不相隸屬的獨立機構執行監控，定期報告審理。有效的地真資料與管理，山林生態與水土保持才有機會確實實踐。「徒法不足以自行」，前述巡山制度以及發展保育和生態旅遊事業，是消除砍伐活動和農作活動的必要建設。巡山制度以及發展保育和生態旅遊事業所依附的社區和部落，也必須重新整頓、思考，結合地學與生態知識、現代科技、傳統價值等合用部分，建立新的山地生活和教育體系。

第四章、澎湖玄武岩自然保留區

本章包括澎湖概述，澎湖玄武岩自然保留區的傑出普世價值，澎湖玄武岩自然保留區申請競逐列名世界遺產的類型和條件，以及澎湖玄武岩自然保留區實質建設、經營管理、區域生活的改善事項。

4.1 澎湖概述

林文鎮(2002)指出，澎湖是全台各縣市中保有清領時期地方志最完整的地方。戰後，陳正祥(1955)修編的《澎湖縣志》整體描述了20世紀中期的澎湖實況。儘管該冊「因為不符合內政部規定的縣誌體例，而沒有發行」(許雪姬，2005)，它卻是戰後至今唯一一本嚴格依據地理實況修改歷史錯誤資料的澎湖縣志(參見附錄一)。近年在文建會和教育部的持續推動下，地方文史工作活躍，澎湖在地研究成果可觀，而就澎湖玄武岩自然保留區的知識基礎來說，陳培源張卯生合著，於1995年出版的《澎湖群島之地質與地史》一書，最能完整總結前人知識，從整體把握澎湖群島地質與地史。其他專業諸如生態、考古、歷史等都有相當的進展。澎湖候選世界襲產(WH)、生物圈保留區(WNBR)、國際濕地(Ramsar sites)，或者地質公園(GeoPark)，應參照基礎科學研究，將澎湖的工程與規畫放在地學、考古、史學及生態產業的考量下來進行。畢竟，在IUCN與UNESCO協作大傘下的這些組織與計畫，其終極目標都是要為人與環境之間，找出長治久安(永續)之道。也因此，它們要求我們要對自身與環境的條件與互動，有絕對的自省能力，並且積極負起持續監測、有效管理的責任。

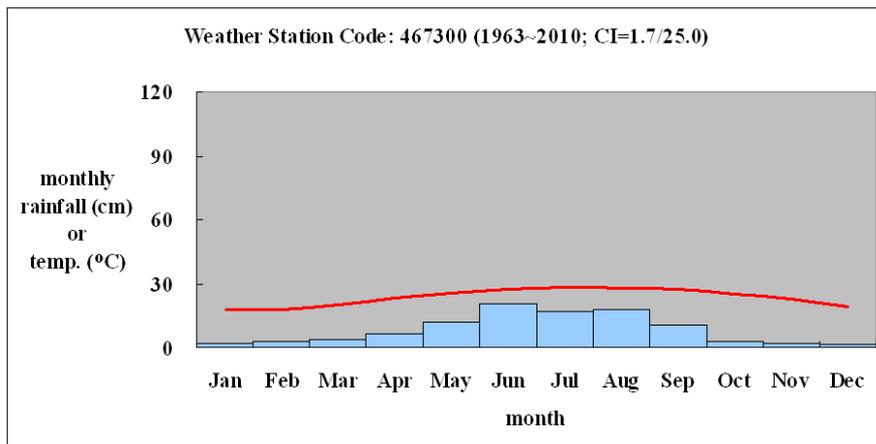
在這一小節中，筆者企圖勾勒澎湖日常生活世界及其成因，為緊接著的三個問題提供思辯的平台。首先，我們注意到澎湖群島位於臺灣海峽中央的事實；這使得它成為冰河時期陸橋中的「高地」！突出的平頂山，以及四周濱臺及海階，是波浪與海岸生物共同創造的地形。我們至今未能掌握足夠的證據，無法對這一段「陸橋的史前史」做出任何結論。但是，歷史的近期人對環境的破壞卻是斑斑可考。

如今在都市化嚴重，或者隱身山坳，無人看管的廢軍營，都可見到生長良好的喬木(圖十七)。根據蕭志榮(2005)，這些物種多與臺灣南部物種相關，顯示澎湖可能存在原始森林。史前人類活動未及全面破壞島嶼林相，歷史上以澎湖為基地的海賊猖獗近千年，但是他們並未使得明末到此的荷蘭人以「荒涼不毛」描述澎湖。年代久遠的通樑老榕證實澎湖植物生長潛力，如今荒廢超過十年的東昌營區茂密的植被覆蓋，以及多樣的樹種也證明澎湖孕育副熱帶乾生林地的潛力。然而，明末以後的移民人口壓力，以及伐林就漁，卻使得清治時期出現澎湖荒涼不毛的說法。楊國禎與蕭志榮對於澎湖原始植被破壞歷史有中肯的評論。

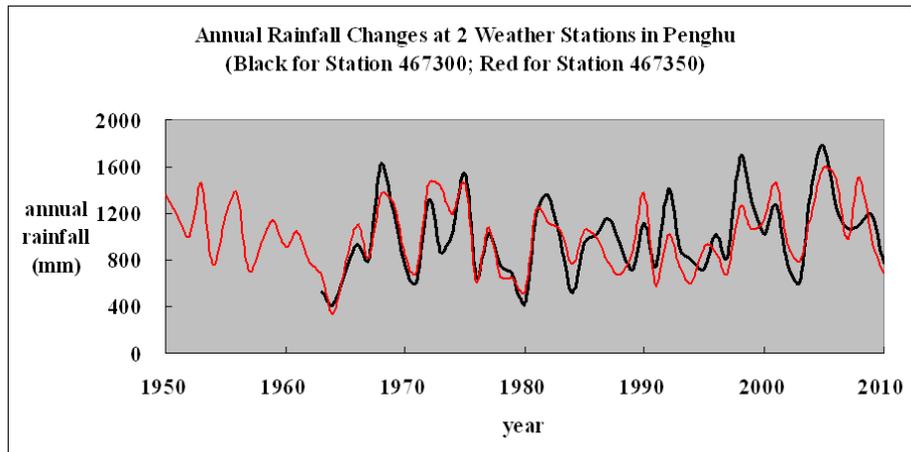


圖十七、在澎湖都市化嚴重，或者隱身山坳，無人看管的廢軍營，都可見到生長良好的喬木。

棲地的破壞、過渡開發、引進外來物種、環境污染，不但發生在澎湖陸生植被上，也發生在海域珊瑚生態上。進入現代，在傳統社區改變以及現代生產革命雙重衝擊下，社區協作的石滬漁業幾乎瓦解。珊瑚生態因現代漁業而破壞怠盡，取而代之的是現代海岸養殖漁業。由於過去20年的人口外移和環境保育活動，澎湖生態與自然生產壓力得以舒緩，但是外來干擾並未解除。



圖十八、澎湖氣象站長期紀錄顯示此地高溫少雨。



圖十九、澎湖年雨量變異極大，是屬生態敏感地帶，易受氣候震盪災害的威脅。

上述歷史發展因素，加上氣候條件限制的背景，對澎湖環境生態復育十分不利。澎湖高溫少雨(圖十八)，雨量變率大(圖十九)，冬季氣候因為冷冽季風，不利生長。惡劣的冬半年氣候，以及澎湖群島位於臺灣海峽中央的事實，也引來一個空間經濟的限制：在有限島嶼資源下發展現代資本主義市場經濟所依賴的遠輸和耗能，對於整體發展是不利的。它反映在長期離島建設的虧損，以及地方政府財政的惡化上。

長期以來，居民將就其破壞後的惡劣生存條件所發展出來的生活方式，包括石滬與菜宅(餿園)，也因人口外移而多被遺棄。近年離島建設，卻以現代資本主義的市場操作穿透地景，將建設利益和生產剩餘透過大量(有些村子高達七成)在籍移居的人口與外來產業，迂迴轉進臺灣，這與當前生態敏感地帶所鼓勵的在地綠領經濟發展潮流完全背道。是在這些條件下，澎湖撐起了新興的觀光業，也是在相同的條件下，我們構想新的離島環境生態與經濟學。

4.2 澎湖玄武岩自然保留區的傑出普世價值

澎湖玄武岩自然保留區具有的傑出普世價值，毫無疑問。陳培源和張邨生(1995)的工作成果，相當成功的為我們展示了南海張裂此一地質大事件在澎湖留下的痕跡，以及各種火山活動和地景演育的戶外地史紀錄。過去的地景保育和建設工作，也為此一地質旅遊發展事業奠下基礎。但是，到處一樣的外來觀光商品正在稀釋地方的獨特性，地質旅遊發展事業與其他在地產業與社區條件銜接不好，荒廢的土地、屋舍缺乏整理以及青年勞動力，專業導遊設施與智能仍然有待加強。而最值得注意的是，應把生態與環境發展的歷史，配合在地的生產、歷史遺址、地質景觀，發展出知性與感性結合的遊程，讓沒有生動火山噴發作用的澎湖玄武岩自然保留區，擁有生動的環境觀察活動。遊程設計，以及搭配遊程設計所做的建設，是我們應該大力發展的競賽事件，而不只是風帆競賽或文藝展覽。戶外、地球科學，才是我們能夠說服他人相信澎湖玄武岩自然保留區傑出價值的關鍵字。

瞭解一個群島的身世，以及大力復育往昔的自然美貌，是澎湖建設的重點。在此觀點下，

有限的資金和人力應該做甚麼就很清楚了。不幸的是當前穿透澎湖地景的政治經濟操作，以及居民的日常生活正朝向破壞的方向，將人類生活與大自然的運作關係切斷，取而代之的是大量依賴石化工業產品以及快速大宗運輸的資本主義市場經濟。建築在共同工作與共享成果的傳統聚落和生活，例如石滬，也就成為「失真的」文化膺品，進入後現代符號消費體系中。此時，會有人提議以怪手、水泥修建石滬，也就不足為奇。

4.3 澎湖申請競逐列名世界遺產的類型和條件

用以判斷自然襲產的普世價值有 4，依序是 1) 具有優越的自然現象或出眾的自然美及美學重要性的地區；2) 代表地史發展主要階段的傑出例子，包括生命紀錄，重要的地形或地理表徵或者地形發育中，持續進行的重要地質作用；3) 代表陸域、淡水、海岸及海洋生態和社群的演化及發育過程中，重要的生態及生物作用的傑出例子；4) 為在地生物多樣性的保育提供最重要的及顯著的天然棲地，特別是從科學或保育的角度所判定的具有傑出價值的瀕危物種。這其中只有第 1 項可以作為澎湖玄武岩自然保留區的申請利基，澎湖沒有活火山或者保存完好的巨大濱臺發育基地來彰顯第 2 項判準，海岸及淺海海域的佔用、珊瑚的破壞以及海龜繁殖地的萎縮也使得澎湖失去使用第 3 項判準的機會，而陸域和海域生態的大規模長期破壞也使得我們除了綠蠵龜之外，無法找到任何重大保育瀕危物種的機會。除非在地居民以及政府大力改造當前離島的政治經濟體系以及土地使用管理，澎湖將完全沒有機會得以滿足第 2 至 4 項。

澎湖玄武岩自然保留區是具有優越的自然現象或出眾的自然美及美學重要性地區，這在區域上能被認可，但是它的全球上的重要性還有待開發，這是因為以下三項理由。第一、優越出眾的澎湖玄武岩自然保留區尚未充分利用大自然教室來發展出吸引人的地質旅遊，這一種知識密度高的旅遊業必須結合高品質的服務業紀律來完成，不能單靠學術工作者提供資訊，也無法依賴當前資本主義市場經濟來做到，而是要針對解說、導覽、遊憩服務的硬軟體建設來完成；知識不是問題，如何為生活來創發、操作知識才是問題。

第二、澎湖玄武岩自然保留區出眾的自然美及美學重要性，並沒有全球性的認可，也無法依賴觀光廣告宣傳手段來完成，因為這一部份是屬於在文化發展的部份，不是資本主義市場經濟可以創發的場域，而在世界襲產委員會的三項評審工作中，它強調原真性 (authenticity)，也就是澎湖必須在當代與歷史發展上，基於它本身的日常生活操作，創發出一種屬於澎湖味的美學觀，而非抄襲式的泊來美學、工藝或建築。Brunsden 曾經帶領藝術家到澎湖演習此一美學活動，但是那並不是要教我們學習、複製他們的美學，而忘記自己。澎湖最可能支持這一項發展的條件，就是澎湖基於地方物質條件與生活，所發展出來的傳統住宅、石滬、菜宅、石敢當等工藝美術及其生活信仰。但是，目前觀察澎湖這一方面的在地原真性，是朝向被破壞的方向去發展，而非建構。於是，它對當代及後代人類所具有的永續生活啟示是薄弱的，也就無法支持其為世界襲產的價值。我們在澎湖許多新的建設裡，幾乎忘了老古石、玄武岩以及那些傳統美藝與工法。

第三、儘管澎湖玄武岩自然保留區適宜作為自然襲產，以「具有優越的自然現象或出眾的自然美及美學重要性的地區」來申請入列世界襲產，它必須注意到世界襲產委員會所要審視的重點是這些自然條件是如何真實的進入在地的日常生活，從而讓在地的人地關係之各方面要素能構成一個物物相關的整體感。如果地方政府與公民對此沒有自覺、共識，無法以自足、永續的方式來經營地方，無法在澎湖給定的歷史地理舞台上，建立自我負責的環境經營管理計畫，並且自覺、認識每一項開發案及政策對於自然的各面向之影響及其應有的節制力量，一個考量自然整體的治理能力就不可能出現在澎湖，一個關連、協調自然與人文所有要素從而導向永續發展的整體美景就不可能出現在澎湖。對於世界襲產委員會而言，永續經營計畫比定期的嘉年華會和煙火是更重要的，因為後者是外來的，不是澎湖原真的！澎湖的公民以及地方政府應該回顧歷史及自然史，重新發現澎湖，並且學會當現代化進程的主人，而非被資本主義市場或政治鬥爭穿透的工具。

4.4 澎湖實質建設、經營管理、區域生活的改善事項

單以地質地形景觀美麗的照片，或者學術論文來申請澎湖玄武岩自然保留區成為世界遺產，這可能性很低。主要原因是戶外據點四散，觀察活動時空受限，環境中人類活動的干擾太強。遊程設計與實質建設必須放入自省與辨證的過程中，針對地理實況來淬鍊出屬於澎湖特有的，也是適應澎湖條件的旅遊地學和地學旅遊。遊程設計與實質建設的競圖平台，以及獨立運作的委員會，是推動改善現況的必要機制。

第五章、初步結論

進入世界襲產之前，上述三者就其本身或局部地點，可以嘗試申請生物圈保留地(Biosphere Reserves)、國際濕地(Ramsar Sites)或地質公園(GeoParks)，從規模比較小，內容比較單純的工作開始，並且注意兩個檢驗：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、環境親合的、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，保證該襲產的安全，包括適切的法規，邊界和緩衝帶設置以及管理計畫或系統，以確保該地支持的使用在生態上及文化上是永續的。這是美麗島最薄弱的環節，也是台灣環境災害連連的根本原因。

申請入列世界襲產，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。這將補償台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 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逞處方法
6. 成本低而方便的解決衝突機制
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、在地的社區組織。

參考文獻

- 林文鎮，2002，澎湖在地研究的回顧與前瞻，澎湖研究第一屆學術研討會論文集，澎湖，澎湖文化局，頁 7~17。
- 林博雅，2009，捕捉雲霧。生態保育，雪霸國家公園。
- 吳永華，2003，《臺灣森林探險》，臺中，晨星出版社。
- 莊文星和貝隆，1984，The potassium-argon dating of andesite from Taiwan，中國地質學會會刊第 27 號。
- 陳正祥，1955，《澎湖縣志》，澎湖縣政府。
- 陳培源、楊昭男，1985，《大屯火山群及北部濱海地質簡介》，臺灣省政府教育廳出版。
- 陳培源、張郁生，1995，《澎湖群島之地質與地史》，澎湖縣立文化中心。
- 姚鶴年，1994，《臺灣林業之發展》，臺北，中華林學會。
- 董景生、王光玉、林麗君，2005，《綠色葛蕾扇》，行政院農業委員會林務局。
- 許雪姬編纂，2005，《續修澎湖縣志》，澎湖縣政府。
- 蕭志榮，2005，澎湖群島植物分佈與島嶼植物地理學之研究，生態學研究所碩士論文，靜宜大學。
- Alberts, I., M. Masbau, and A. Bott, 2010. The Impact of landform structure on the formation of fog – numerical simulation with COSMO-FOG. In Landform-Structure, Evolution, Process Control. Ed by J. Otto and R. Dikau, p.87-99. BERLIN: Springer.
- Barry, R. G., 2008(3ed). Mountain Weather and Climate. Cambridge University Press.
- Hagget, P., 2001. Geography: a global synthesis. LONDON: Prentice Hall.
- Smith, G., and J. Jakubowska, 2000. A Global Overview of Protected Areas on the World Heritage List of Particular Importance for Biodiversity. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- Thorsell, J., and L. Hamilton, 2002. A Global Overview of Mountain Protected Areas on the World Heritage List. IUCN.
- Thorsell, J., and T. Sigaty, 1997. A Global Overview of Forest Protected Areas on the World Heritage List. IUCN.
- Thorsell, J., R. F. Levy, and T. Sigaty, 1977. A Global Overview of Wetland and Marine Protected Areas on the World Heritage List. IUCN.
- Yoshino, M. M., 1975. Climate in a Small Area: an introduction to Local Meteorology. Tokyo: University of Tokyo Press. 549 pp.
- 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.

附錄一、論澎湖的海崖後退與濱台發育

(本文已刊登於「工程環境會刊」26期，頁87-96)

論澎湖的海崖後退與濱台發育

雷鴻飛

中國文化大學地理系助理教授

摘要

本文回顧過去澎湖島嶼面積和海岸線測繪成果，並且分析測繪數據，來說明自然地理學與海岸地形學在海岸測繪工作中的重要性。透過海岸碎形分析，本文指出當前有關澎湖海崖後退與濱台發育的論述，仍有重要未知成份，僅利用濱台寬度與盛行波候，來討論海崖與濱台發育，這一種討論並不完整。現有資料無法決定澎湖濱台加寬速率與海崖後退速率，利用歷史記錄推論或者田野觀測崖面後退速率仍屬必要，它不但對於驗證或否認崖面後退模式具有學術價值，對於澎湖河海工程和敷地設計，也具有應用價值。

關鍵字：濱台、海崖後退、澎湖、海岸地形學

一、緒論

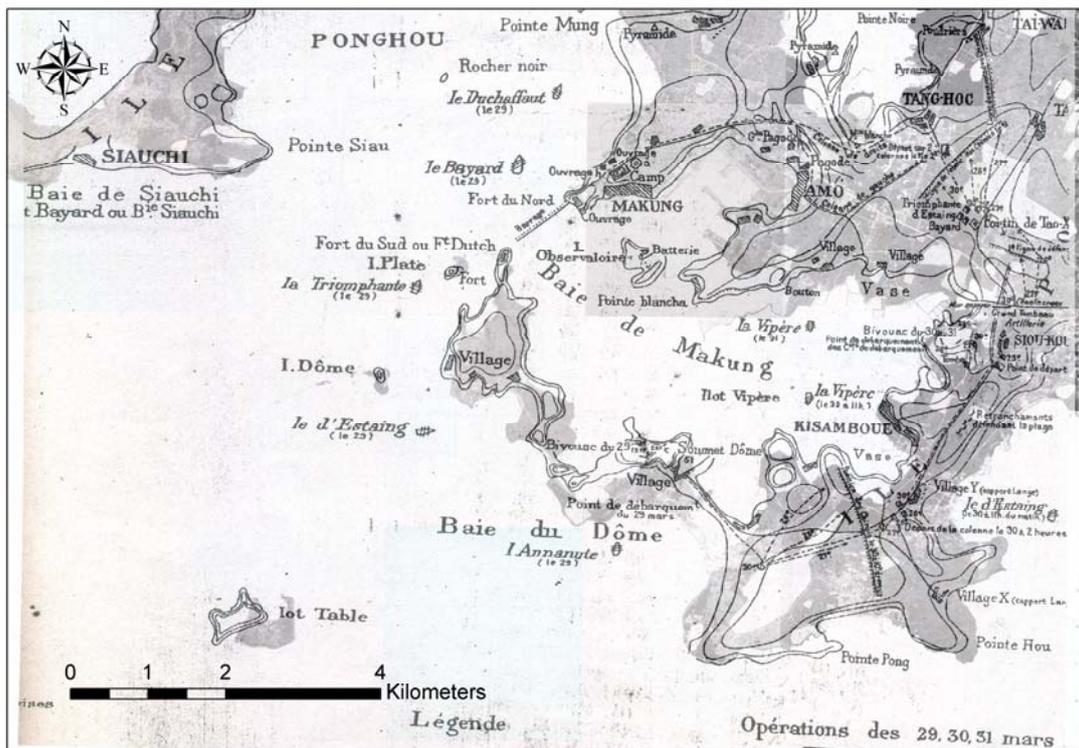
本文回顧前人整理及施作的澎湖海岸測繪資料，檢討澎湖海岸測繪工作迄今的成果，以及不可忽視的環境知識。本文指出，當前有關澎湖海崖後退與濱台發育的論述，仍有重要未知成份，任何相關論述必須深入認識此一海岸的複雜交互作用。本文以下分為四部份；第二節首先回顧文獻中關於澎湖群島各島滿潮和低潮的面積以及海岸線長度，說明歷年測繪資料及其失誤，強調海岸測繪工作必須依賴正確的、充分的自然地理學和海岸地形學知識。

第三節根據可靠的測繪成果以及海岸地形學知識，討論澎湖群島的島嶼碎形和濱台發育，指出海岸線的生成和它的碎形維次之間的潛在關聯，其碎形動力，也就是可用以說明海岸地形建構並且具有明確的統計力學意義的序率模式(stochastic processes)，仍有待開拓。本文相信，在缺乏海崖後退史和沉積動力的事實下，將無法利用濱台寬度以及盛行波候，來評價海崖與濱台發育。畢竟，在變化震盪不停的地史中，濱台形態與波候能量之間的穩定平衡假設，往往遠離事實。

澄清澎湖海岸線測繪資料以及海岸地形疑義之後，第四節將在假設之下討論澎湖濱台加寬速率與海崖後退速率，並且指出田野觀測崖面後退的必要性。最後，第五節將說明此一議題的地形學和環境隱義。

二、文獻中的澎湖群島各島地理諸元

澎湖群島測繪歷史是臺灣測繪歷史的一面鏡子。此區最早測繪圖資源自中國，儘管精度不高。歐洲殖民帝國提供了第一批現代測繪技術和圖資，但是可以有效用於海岸地形變遷研究的澎湖群島測繪圖資，遲至日治時期才出現。清末中法戰爭期間，法國孤拔將軍下令測繪澎湖地圖，但以今天澎湖地圖上的丘頂和岬角地標來比對定位，該圖的局部誤差可以超過 0.5 公里(圖一)，無法作為海岸地形變遷研究參考。



圖一、線圖為清末中法戰爭期間，法國孤拔將軍下令測繪的澎湖地圖(資料來源：國家文化資料庫)，原圖已根據投影、比例以及地形岬角參考，重新定位，致使圖面文字扭曲變形。灰階底圖為 1:5000 像片基本圖(資料來源：聯勤製圖廠)經由 ArcMAP 刷淡，疊置於法國的澎湖地圖之下。

林朝榮在《臺灣地形》中羅列澎湖群島 64 座島嶼的滿潮面積、低潮面積，以及海岸線長(林朝榮，1957：405-407)。書中並未交代測算依據的圖資來源，而表列數值多處錯誤。第一類錯誤來自誤植小數點，例如滿潮面積 64 平方公里以上的澎湖本島，其海岸線長 114.727 而非 11.4727 公里。滿潮面積 18.26 平方公里的漁翁島，低潮面積 21.16 而非 2.116 平方公里，其海岸線長 48.363 而非 4.8363 平方公里。64 座島嶼名稱也有打印錯誤，例如目斗嶼寫成目計嶼。

有些錯誤即非隨機，也不是系統性錯誤，但是明顯不合數值邏輯；這一種被歸於第二類錯誤。例如，滿潮面積高達 6.985 平方公里的七美嶼，就算是以海岸線最短的理想圓形來看，

它的海岸線長都在 9 公里以上，更何況七美海岸曲折，海岸線長絕對遠遠超過 9 公里，不可能只有 7.854 公里。林朝榮所著《臺灣地形》之後的其他出版物所述的海岸線長度都在 14 公里以上。烏嶼滿潮面積 0.2642 平方公里，它的低潮面積應該至少如內文所言，增併了南面掛嶼的滿潮面積 0.0478 平方公里，但是表列烏嶼低潮面積還是 0.2642 平方公里。《臺灣地形》第 22 表(頁 406)中吉貝嶼的滿潮面積 1.2968 平方公里，低潮面積 7.641 平方公里，卻在沒有其他說明下於頁 410 出現吉貝嶼的面積 3.1 平方公里，與後來陳正祥、莊文星、李良輝的數據幾乎一樣。

人工測算造成的隨機錯誤難以檢核，是為第三類錯誤。即使上述不合數值邏輯的錯誤都避免了，這一種手算操作的隨機錯誤，也足以使得不同年代各別島嶼地形的比對成為不可能的任務，除非我們在給定的同一筆測繪系統之內，對該次高低潮線進行總計與差分，以消除特定時間和工具的隨機誤差。根據《臺灣地形》的引文風格和第 590 圖(澎湖群島圖)，林朝榮澎湖群島資料可能依據日治時代測繪圖資。圖資可信，但是複製、引用圖資測算中的隨機錯誤卻無法避免，因此在島嶼面積上它和同時間整理自同一批圖資的其他資料之間，可能存有隨機差異；這些差異並不意味地形變化。

陳正祥(1955：123)在《澎湖縣誌》中也羅列了澎湖群島 64 座島嶼的滿潮面積、落潮面積，以及海岸線長。不論是在 1955 年出版的《澎湖縣誌》，或是後來 1957 年出版的《臺灣地誌》中，陳正祥測算結果所依據的圖資都是臺灣省行政長官公署統計室於 1946 年出版的《臺灣省五十一年來統計提要》，以及二萬五千分之一地形圖。陳正祥依此計算出澎湖群島滿潮面積 126.87 平方公里，低潮面積 164.12 平方公里，海岸線總長 326.33 公里(書中只取用近似值)。在《澎湖縣誌》和《臺灣地誌》的內文和參考文獻中，陳正祥都沒有提及明治 10 年(1936)的《臺灣總督府第三十九統計書》，他的澎湖群島數據應是戰後第一筆可檢證的有效數據，但是由於時間上相當接近，該筆資料與日治末期圖資應該十分近似。

由於陳正祥的資料詳實，數值內部沒有邏輯衝突，出版年代和林朝榮的《臺灣地形》相同，因此本文針對《臺灣地形》裡第一類和第二類錯誤部份，以陳正祥的資料取代，重新羅列澎湖群島 64 座島嶼的滿潮面積、低潮面積，以及海岸線長，並總計澎湖群島滿潮面積為 123.03 平方公里，低潮面積 167.08 平方公里，海岸線總長 333.59 公里。如此修正後的海岸線總長，與原本《臺灣地形》第 407 頁所述的 320 公里，還有 13.59 公里的差距，但是這一筆數據與《臺灣地形》第 22 表的總加結果相比，是比較合理的；《臺灣地形》第 22 表的原始數據總計澎湖群島滿潮面積為 123.03 平方公里，低潮面積 147.72 平方公里，海岸線總長 179.27 公里。訂正之後的《臺灣地形》有關測計數值，在有條件下仍然是可用資料，雖然林朝榮的數據不可直接作為地形變遷研究的基礎。

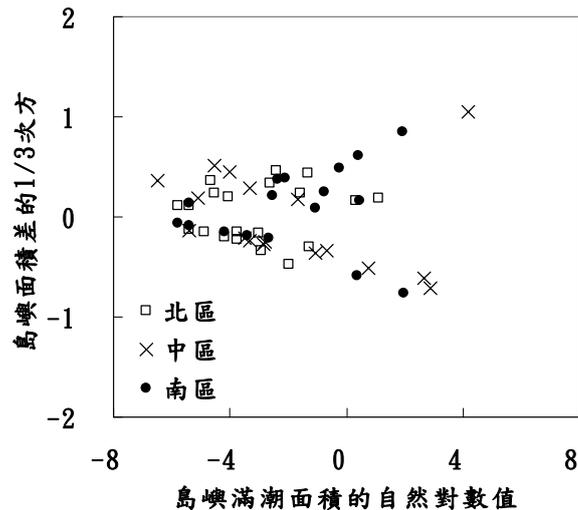
莊文星於 1992 年再一次整理了澎湖群島 64 座島嶼的滿潮面積、低潮面積，以及海岸線長(莊文星，1992：220-224)。該書總計澎湖群島滿潮面積 126.96 平方公里，低潮面積 164.45 平方公里，海岸線總長 326.3 公里。莊文星也沒有在數據表格旁註記測算依據的圖資。比對陳正祥和莊文星的數據，發現在陳正祥標誌有人居住的 21 座島嶼上，兩人的滿潮面積幾乎一

樣，低潮面積只在桶盤嶼差了 0.01 平方公里，白沙差了 0.03 平方公里，差別比較大，其他幾乎一樣。莊文星的數據對於面積低於 0.01 平方公里的島嶼採取絕對近入法，因此為島嶼面積引入系統性的誤差。如果堅持使用莊文星的數據，當作二戰結束 40 年之後的澎湖群島地形測繪成果，那麼至少應該排除面積小於等於 0.01 平方公里的小礁嶼，並且任何面積運算差異要遠大於 0.01 平方公里，才算是有意義的數據。事與願違；莊文星來源不明的資料在澎湖群島大島的總面積上，和陳正祥的沒有顯著差別，無法推論任何海岸地形變遷。

2005 年李良輝和曾清涼提出《澎湖群島島嶼數量委託清查計畫報告書》，利用衛星遙測影像和 GPS 與海圖比對，測算澎湖各島地形諸元。但是，該項調查的衛星影像拍攝時刻沒有緊鎖滿潮和低潮時刻，也不在該時進行嚴格的地面外業佈樁和網形觀測。《清查計畫》忽視澎湖群島自然地理特性在測繪工作中的意義，對於過去工作者的報告疏於整理和回顧，終究使得二戰以後澎湖群島最重要的地形測繪大大降低它的潛在貢獻。

《清查計畫》一開始在方法論上就失去了清查澎湖群島島嶼數量的能力。任何利用影像，透過最小方差的數學，以即有的測繪海岸線為參考的海岸線萃取或島嶼面積萃取方法，都只是湊答案的方法，無法得知真相。根據海岸地形學知識，澎湖群島各島嶼的漲退潮規模和時刻並不在時空上對稱，而是深受各島面積規模、島嶼區位、近岸地形，以及波浪和洋流作用的影響。這是我們需要嚴格地面觀測來輔助衛星影像判釋的主要原因。一方面，臺灣海峽內的漲退潮節奏在時空中並不對稱。另一方面，近岸水位必須維持高於開放海面(參考 Hardisty, 1994)，才能維持它與來襲波浪和洋流之間的力學平衡，而此一高度隨各島近岸地形差異而不同，並且隨時變異。

比對《清查計畫》和陳正祥的資料，可以看出自然地理環境對於海面的複雜影響。由於《清查計畫》使用的衛星影像是滿潮退水將近 4 個小時之後的影像，在平均海平面穩定的假設下，其所測繪的各島面積應該高於陳正祥所提供的各島滿潮面積。也就是說，把《清查計畫》測計的島嶼面積減去陳正祥提供的島嶼滿潮面積，所得到的島嶼面積差應該都是正值。特別是過去半個世紀澎湖群島的河海工程和填海活動，應該使得這一筆相減後的正值更大。實情卻非如此。



圖二：以陳正祥島嶼滿潮面積的自然對數值為橫座標，以《清查計畫》裡各島面積減去陳正祥島嶼滿潮面積，所得到的島嶼面積差再取 1/3 次方當作縱座標，可以看出直接應用遙測影像萃取澎湖群島各島海岸線和島嶼面積的複雜性。

圖二是以澎湖本島為中心，分北、中、南三區，依照各島滿潮面積的自然對數值，點列出來各島嶼面積差的 1/3 次方乘冪值；對數和乘冪的取用是為了圖示清晰。各島滿潮面積是以陳正祥的數據為基準，島嶼面積差是以《清查計畫》的數值減去陳正祥的數據得到的。圖二清楚反映出來三個現象：第一、島嶼越大，兩者面積測繪差異越大；第二、各分區都有將近一半的反例，也就是說退潮以後衛星影像所測繪的島嶼面積，將近半數島嶼面積小於陳正祥先前測算的滿潮面積；第三、如果除去最大的三座島不考慮，海域開闊、濱台最小的南區，其反例相對較少。

第一個現象是理所當然的；兩種不同的面積測量之間存有系統性的差別，而一旦系統性差別出現(不論是增加或減少)，島嶼面積越大，兩次面積測量之間的差別就越大。本文後面直接以澎湖整體作為單位，差分每次高低潮測繪總面積來討論潮間帶，此一作法的目的就在消除這種未知的系統誤差。

第二個現象呈現近乎一半的反例，可能意味三種狀況：第一、半個世紀的某些自然作用(例如平均海平面上升)已經系統性反映在島嶼面積的變化中；第二、各島近岸地形對於海面高度的干擾不同；第三、《清查計畫》的方法論系統性的造成此一變化形態。由於這種現象出現在所有分區中，並且各自不同，干擾因子較可能來自各島近岸地形，或者第三種狀況。至於第一種可能性，我們在無法做出確實精準有效的觀測之前，都只能當作猜測而已。

第三個現象相當弱，但是它反映更大範圍的海洋和地形的複雜關係。每次漲、退潮水混著洋流、波浪作用以及氣壓震盪，將海水推進、推出臺灣海峽，它們不可能同時齊步調整全部澎湖海面。除了方法論之外，海面地形及其運動的不對稱，是造成衛星影像測計澎湖島嶼面積時，在空間上產生歧異的根本原因。圖二所隱涵的這些現象，否定了直接使用衛星影像

測計島嶼面積的有效性，並且展現各個島嶼規模、島嶼區位、近岸地形，以及波浪和洋流作用對於衛星影像的複雜影響力。《清查計畫》值得繼續鼓勵，但是不可放棄具有絕對參考價值的、嚴格有效的傳統地面測繪工作，並且應該在專業訓練過程中，具體提升測繪工作者對於自然地理學和海岸地形學的認識，以免測繪作業徒勞現代設備而無功。

最後要談賴尚文編纂的《續修澎湖縣志》中的《地理志》，該志於2005年出版，其中使用的澎湖群島數據顯然沿用未經檢核的舊資料，致使錯誤資料一誤再誤。賴尚文2005年出版的《地理志》使用的圖資是1936年的《臺灣總督府第三十九統計書》和1946年的《臺灣省五十一年來統計提要》，完全無視二次戰之後半個世紀以來臺灣累積的測繪圖資。最明顯的錯誤是島嶼低潮面積；賴尚文和林朝榮都沒有注意到它的數值不合邏輯。根據該筆數據，島嶼低潮面積至少0.3131平方公里才合理。史學工作者從事地方志編撰以及歷史地理研究之前，應該對於環境系統及其變化動態有較好的瞭解，以避免繁衍錯誤資料。

三、澎湖群島的島嶼碎形和濱台發育

前一節文獻回顧與討論指出，陳正祥的資料最為可靠：圖資引用清楚，數值邏輯無誤。今天只要有一筆嚴格可靠的測算資料說明各島現況，我們就有機會以此對比陳正祥的資料，從而推論半個世紀以來的澎湖群島海岸地形變遷的趨勢。截自目前為止，學界尚未作出一個符合要求的成果。但是，前一節提及的這些測算結果，如果能夠消除有問題的部份，在特定的作業程序中，仍然可用來展示澎湖群島海岸的某些動態現象。我們首先利用陳正祥的島嶼滿潮面積和周長資料來作圖，得到以下關係式

$$\ln L \propto 0.6057 \cdot \ln A \quad \text{公式一}$$

其中 L 表示島嶼周長， A 表示島嶼滿潮面積。根據自然物件的「面積一周長關係式」，周長的經驗碎形維次可寫成

$$D = 2 \cdot (\ln L / \ln A) \quad \text{公式二}$$

於是，陳正祥的測算資料給出澎湖群島的海岸線碎形維次是1.2114。如果不考慮面積小於0.02平方公里的小島嶼，公式一就變為

$$\ln L \propto 0.5857 \cdot \ln A \quad \text{公式三}$$

於是澎湖群島的海岸線碎形維次變為1.1714。莊文星的資料在面積上規定所有面積小於0.01平方公里的島嶼都以0.01平方公里取代，除此之外，莊文星的資料與陳正祥的沒有顯著差別。於是，不考慮面積小於0.02平方公里的小島嶼之後，莊文星的資料理所當然也可以推得公式三的結果；實際上，莊文星的資料給出的關係式寫成

海岸周長的經驗碎形維次是 1.1762。公式三和四的一致性，反過來突出了極小島嶼的碎形特性。如果以蔡哲俊和李良輝(2005)《澎湖群島島嶼數量清查》文中表 2 裡的 30 座島嶼資料來看「面積一周長關係式」，其海岸線周長的經驗碎形維次是 1.233；該筆資料包含面積極小的島嶼，再一次確定極小島嶼的海岸線有較高的碎形維次。

島嶼面積越小，陸地作用對於海岸線的影響相對越小；此一事實不證自明。又根據上面的分析，島嶼面積越小，海岸線的碎形維次越高。於是綜合兩個命題，可以推定某種關聯存在於海岸線的生成和海岸線的碎形維次之間，這有待進一步以碎形動力學來揭露。比較觀測極小礁島和大島岩岸兩者海岸侵蝕作用，將有助於發現海岸線碎形特性的統計力學基礎。

陳于高(1993)指出，澎湖群島自 6000 年前以來，長期處於海水面穩定的狀態，且在全新世內應為一構造安定的區域，地盤少有上升或下沉的運動發生。呂政豪(2008)認為這一個條件使得澎湖海岸地區不斷受到風化作用與海水的侵蝕，因而發育相當廣闊的濱台地形；呂政豪並未仔細討論澎湖群島四周生物地形作用的影響力。澎湖群島四周藻礁和珊瑚礁，因為年際週期以上的寒潮暴漲而產生交替，這使得生物礁的生物質量因為死亡和復生，一直處於生長之初的旺盛發育時期，對於濱台生成有決定性影響。澎湖群島四周海域產出大量老古石，是生物礁石豐富的直接證據。熱帶地區岩岸侵蝕速率和生物礁的生長速率近乎同一個級數，這是古典珊瑚礁島演化理論的基礎；從裾礁、堡礁，到環礁的演化歷程中，火山陸域消失，珊瑚濱台的海端幾乎沒有顯著後退；忽略澎湖群島四周藻礁和珊瑚礁對海岸地形的影響是不正確的。

呂政豪的研究也未直接呈現波候的時空分佈。在這種情況下，呂政豪因為內灣受地形庇護，卻有相當大的濱台地形，從而猜想原始地形或風化作用影響濱台發育。澎湖群島地勢低平，內灣和外海岸之間的波候能量並沒有相差在一個級數以上，波候能量主攻位置是因滿潮(暴潮)和低潮而改變，也不宜直接以濱台寬度來評價波蝕的加寬能力。「透過濱台寬度，來評估海崖長期後退速率」(呂政豪，2008)這一這種作法要先釐清在地的海崖後退史和沉積動力，否則它是無效的。

四、澎湖濱台加寬速率與海崖後退速率

在自然環境中地形系統出現穩定平衡的機會不大，這是因為自然環境絕大部份的時間都是非線性的開放系統，長期處於調適過程使得一個給定的地形系統之邊界條件一改再改，很難固定。於是，一個給定的地形系統往往是遠離平衡的系統，透過耗散穿流其間的物質和能源，來維繫其形態與組織。以澎湖濱台發育為例，6000 年之內要使澎湖濱台發育達到平衡不變，這在理論上和實際測算上都是不正確的假設。

從理論上來看，當一座島嶼的濱台加寬時，它固然會以逐漸變大的濱台面積來加強耗損

波能，最後使得波能在達及崖腳時，其殘餘微量的波能所能做的侵蝕量，有機會剛好等於波浪來回磨蝕濱台海端所造成的後退速率。但是，這一種平衡對於小型島嶼並不存在，因為在海崖後退的過程中，小型島嶼的面積逐漸變小，整個環島波能將會逐漸集中攻擊更短的海岸線，因此加速海崖後退，而非減緩。兩者一來一往，最可能的結果是澎湖的濱台仍然持續快速加寬。在濱台加寬的過程中，濱台海端的後退速率遠小於崖面後退速率，這是因為：第一、濱台海端水流較少砂粒幫助磨損岩石，後退速率遠遠低於海崖後退速率；第二、寄生濱台海端礁崖的生物本身耗損波能，保護濱台海端的岩壁。在群島區中的小礁島一旦被夷平為濱台，許多原本各自發育的濱台於是聯合在一起，構成單一廣大的濱台，這將使得濱台寬度與波能規模之間的論證更為複雜。

澎湖濱台的實際測算資料也不支持濱台寬度處於穩定平衡的假設。1957年出版的《臺灣地形》書中，林朝榮記錄澎湖64座島嶼低潮時總陸域面積148平方公里，高潮時總陸域面積123平方公里。林朝榮並未交代資料來源或測算基礎，但是根據《臺灣地形》引用資料的習慣和作者的訓練背景來推斷，林朝榮應是依據二戰結束之前日本人的圖資或測繪結果。陳正祥(1993II：1149)在1959年出版的《臺灣地誌》中，根據1946年出版的1：25,000地形圖，推估澎湖全部島嶼在低潮時總面積可達161平方公里，滿潮時為125平方公里。陳正祥的澎湖滿潮時總陸域面積和林朝榮的近似，只多出2平方公里，但是陳正祥的澎湖低潮時總陸域面積和林朝榮的相差高達13平方公里。除去前述可知的誤差項目，兩筆不一致的測繪結果並不支持濱台寬度處於穩定平衡的假設。如果時間太短，林朝榮的資料不可靠，我們可以再檢核之後的測計。

陳正祥的資料可以視為二戰後的第一筆資料。莊文星(1992)較晚的測計數值分別是澎湖滿潮時總陸域面積126平方公里，低潮時總陸域面積164平方公里(莊文星，1992：219)。可惜莊文星也沒有交代其資料來源或測算基礎。推斷莊文星依據的圖資年代，應比陳正祥的晚了將進半個世紀。林朝榮、陳正祥、莊文星三人的資料，都是根據當時所知的澎湖64座島嶼進行測計的結果(表一)。其中陳正祥和莊文星兩人的資料非常接近，可視為測繪基礎近似的兩筆資料。但是，即便在這種情況下，我們都不能忽視兩者之間的測算差別，不能直接進行數值推論。

表一、林朝榮、陳正祥、莊文星、李良輝的澎湖島嶼測計結果比較。

	林朝榮 1	陳正祥 2	莊文星 3	李良輝 4
資料年代	1957以前	1946	1992以前	2003-2004
低潮陸域面積	148	161	164	
高潮陸域面積	123	125	126	
平均陸域面積		143	145	141
潮間陸域面積		36	38	

1 測計基礎與資料來源不詳

2 利用1946年1：25000地形圖測計

3 測計基礎與資料來源不詳

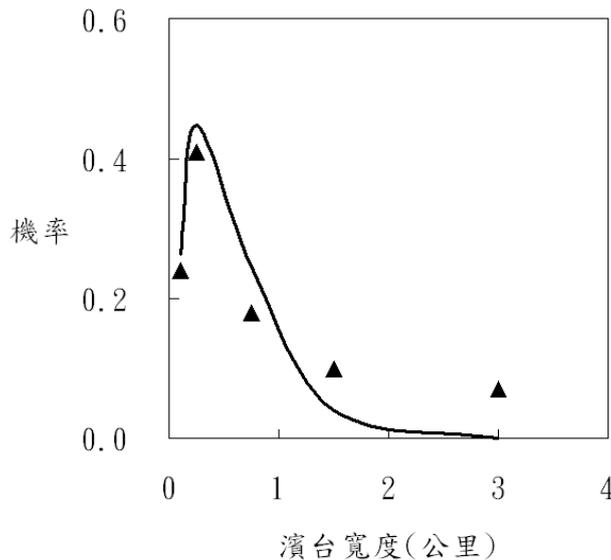
4 利用2003到2004年三個日期的福衛和SPOT5影像進行測計

陳正祥和莊文星的資料雖然測算基礎不同，但是他們都有高低潮位的陸域面積，數值相當接近。他們各自的高低潮位陸域面積的差，也就是潮汐灘地與濱台共同構成的潮間帶面積，因為各自抵減了不同測量製圖系統內部的操作誤差，而成為具有真正比較意義的兩筆資料。兩組資料推得的潮汐灘地與濱台面積總合分別是陳正祥的 36 平方公里以及莊文星的 38 平方公里，也就是說，澎湖濱台在近半個世紀增加了 2 平方公里。根據前面的理論探討，這一個增量可以歸因於風浪侵蝕造成的海崖後退，以及濱台海端一側來自人為或天然的堆積作用或穩定所致。呂政豪(2008)對於澎湖本島附近濱台材料的統計指出，此地濱台出露岩石者佔濱台面積的 80% 到 90% 之間，因此人為或天然堆積作用並非濱台主體，雖然它們在局部地區可能發揮較大的影響力。

從理論上以及實際測算上來看，澎湖群島的濱台寬度不可能處於平衡狀態。如果過去 6000 年內澎湖濱台是以大約近似的平均速率加寬，並且此一平均加寬速率大約等於平均海崖的後退速率，因為濱台海端的穩定性。那麼，前述測計推論 2 平方公里的潮間帶增量來自 40 年間平均發生在 293 公里長的澎湖滿潮海岸線上，澎湖濱台的加寬速率應是每年平均 0.17 公尺。再來，考量減去人為或天然堆積作用所致的加寬，以八折計算，澎湖海崖後退速率應是每年平均 0.14 公尺左右。

東北季風與颱風造成的強勁風浪，可以解釋澎湖濱台應有的高速加寬作用。如以每年平均 0.14 公尺作為加寬速率，乘以冰期後海平面回到現在位置附近以來的時間，6000 年，我們獲得平均 0.82 公里寬的濱台。然而，此一數據遠遠低於澎湖最寬的濱台寬度。

呂政豪(2008)針對澎湖本島附近所做的測算結果指出，澎湖本島附近平均濱台寬度只有 0.5 公里左右，最寬的出現在澎湖本島和員貝嶼之間，近乎 5 公里寬，最窄的出現在西嶼東岸，不到 0.05 公里，兩者相差近乎兩個級數(100 倍)。假設 5 公里寬的濱台在海端不動，並且是在 6000 年的侵蝕時間內完成，那麼海崖後退速率應是每年 0.83 公尺。如果此期間海端也被侵蝕，海崖後退速率應是更快。這是後文所提白堊岩的後退速度，近乎第四紀末膠結的鬆散材料之後退速率，與澎湖四周老古石或玄武岩濱台的堅硬特徵不符，因此澎湖北部寬大濱台的出現，可能意味地史上多個小礁島加速消失所造成的，或者海陸相對運動重覆卡位在同一個垂直高度上所造成的，或者兩者都有。



圖三、呂政豪(2008)所選的 168 個澎湖濱台剖面之寬度統計，其機率分佈大約可用 Gamma 分佈描述，其中形狀係數為 2，尺度係數為 200 公尺，平均濱台寬度設為 400 公尺。

呂政豪所選的 168 個澎湖濱台剖面的寬度統計，其機率分佈大約可用 Gamma 分佈來描述(圖三)，其中形狀係數為 2，尺度係數為 200 公尺，平均濱台寬度設為 400 公尺。圖三顯示呂政豪以 168 個濱台剖面的統計測算，來取代濱台全面描述，這會高估寬大濱台的機率，低估了中型濱台的機率。從觀察風浪洗刷澎湖北海濱台的過程來看，風浪往往斜切(而非正切)濱台面，垂直海岸線拉出濱台剖面來代表濱台，這種計量作法並不能夠正確反應作用對於形態的影響。最值得注意的是今天所見的寬大濱台，可能是許多小島周緣濱台在小島消失之後聯繫而成的，或是地史重覆發育而成的；前者可以望安馬鞍山四周濱台為例，後者可參考下文 Sunamura 的實驗數據來推斷。圖三中理論曲線和實際統計的偏離，與其說是理論模式不正確，倒不如說是濱台「寬度」測算方法應該改進。

Sunamura (1992)以新鮮的材料進行波浪侵蝕試驗，指出花崗岩的侵蝕後退速率每年小於 0.001 公尺，石灰岩(珊瑚礁岩?)每年在 0.001 公尺到 0.01 公尺之間，頁岩每年在 0.01 公尺到 0.1 公尺之間，白堊岩每年在 0.1 公尺到 1 公尺之間，第四紀未膠結的沉積物每年在 1 公尺到 10 公尺之間，而鬆散的火山噴發碎屑的侵蝕後退速率每年可以高達 10 公尺以上。根據 Goudie (1997)整理自天然環境中的觀測資料，英國 Dorset 白堊岩的侵蝕後退速率大約每年 0.23 公尺，Kimmeridge Bay 黏土層的侵蝕後退速率大約每年 0.39 公尺，East Sussex 砂岩層的侵蝕後退速率高達每年 1.08 公尺。

前述根據現代測繪所推斷的澎湖海崖後退速率，其每年高達 0.14 公尺的平均速率是明顯高於 Sunamura 對石灰岩試驗的結果，並且低於 Goudie 所提西風帶上英國海崖的後退速率。如果過去 6000 年以來，在一個穩定的海面上的波浪所切蝕出的濱台，在澎湖平均只有 0.5 公里寬，而不是 0.82 公里寬，那麼澎湖海崖後退速率每年平均應該只有 0.08 公尺(只與 Sunamura 建議的數值略高)，並且各地的變化當在每年 0.83 公尺到 0.008 公尺之間。如果這是合理推估，

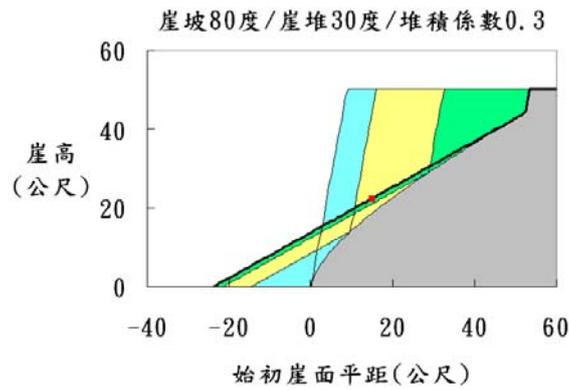
那麼澎湖海崖自二戰結束迄今應該平均後退了 5.5 公尺，海崖低矮或海岸材料鬆軟者可能後退了 54.9 公尺，海崖高聳、堅硬者的後退量約 0.5 公尺。如果基於珊瑚礁鬆散的本質而放棄 Sunamura 的石灰岩數據，改以頁岩數據參考，並且同時承認每年高達 0.14 公尺的平均崖面後退速率以及澎湖濱台平均寬度 0.5 公里，我們就必須接受 6000 年來濱台的海端平均後退了 0.32 公里，或者二戰結束迄今濱台的海端平均後退了 3.5 公尺。有關澎湖海崖後退的觀測，迄今沒有足夠清楚的田野資料來判斷上述任何一組推論的正確性。但是，上述基於現有資料的合理推論，沒有一組肯定濱台寬度處於平衡狀態。

五、討論與結論

本文檢視過去澎湖島嶼面積和海岸線測繪成果，指出當前有關澎湖海崖後退與濱台發育的論述，仍有重要未知成份，強調海岸測繪工作必須依賴正確的、充分的自然地理學和海岸地形學知識。利用可靠的測繪成果，本文指出海岸線的生成和它的碎形維次之間的潛在關聯，然而其碎形動力仍有待研究。藉由各筆測繪資料中高低潮面積的差分，來迴避不同時代測繪方法內部的系統性誤差，本文指出澎湖群島四周的濱台寬度並非處於穩定平衡狀態，並且在理論上也不可能如此。根據 40 年來潮間帶寬度的變化，以及現有文獻中海崖後退速率的比較，本文對於澎湖群島的海崖後退速率作了假設演算，指出現有資料無法決定澎湖濱台加寬速率與海崖後退速率，利用歷史記錄推論或者田野觀測崖面後退速率仍屬必要。

確實的海崖後退速率是率定費雪雷曼模式(Fisher-Lehman model)的關鍵，它不但給出崩壞後退量與年代的關係，更在給定的氣候條件下以崖腳堆積的風化狀態和侵蝕狀態，反饋推算海崖崩壞作用的供應量，從而在數量上掌握崩壞後退速率和崖高的關係。圖四給出一個理想的崖面後退例子，顯示崖坡、崖堆、堆積厚度和堆積係數之間的關係，來圖示說明費雪雷曼模式。

如果能夠利用歷史記錄推論或者田野觀測崖面後退速率，來率定費雪雷曼模式，它不但對於驗證或否認崖面後退模式具有學術價值，也可以互證澎湖濱台發育的地史歷程。而在數量上掌握崖高、材料和崩壞後退速率，對於岩石海岸工程和敷地設計有直接幫助，也為永續使用海岸地帶的崖面與崖堆，提供一個可以計量水土循環代謝的風化岩屑分析平台。因此，審理、定年考據澎湖海岸的土地和建物的歷史，就地以適當的試驗設計來觀測崖面後退速率，是瞭解澎湖海崖與濱台發育的關鍵工作。



圖四、一個理想費雪雷曼模式圖示顯示崖坡、崖堆、堆積厚度和堆積係數之間的關係。

參考文獻

- 李良輝和曾清涼，2005，《澎湖群島島嶼數量委託清查計畫報告書》，澎湖縣政府。
- 呂政豪，2008，澎湖群島濱台地形發育之研究，高雄師範大學地理學系碩士論文。
- 林朝榮，1957，《臺灣地形》，臺灣省文獻委員會。
- 陳正祥編修，1955，《澎湖縣誌》，澎湖縣政府出版。
- 陳正祥，1957，《臺灣地誌》，敷明產業研究所，台灣大學。
- 莊文星，1992，《臺灣之火山活動與火成岩》，國立自然科學博物館，臺中。
- 蔡哲俊和李良輝，2005，澎湖群島島嶼數量清查，國土資訊系統通訊，67期，頁34-44。
- Goudie, A., 1997. *The Human Impact Reader*. Oxford: Blackwell.
- Hardisty, J., 1994. Beach and nearshore sediment transport. In *Sediment Transport and Depositional Processes*, ed. by Kenneth Pye, p.219-255. Oxford: Blackwell.
- Sunamura, T., 1992. *Geomorphology of Rocky Coasts*. Chichester: Wiley.

附錄二、期末審查意見回覆

感謝諸委員意見與指教。期末審查意見綜合回覆如下：

1. 101 年度報告中將增列一章從 IUCN6 大類自然保護區類型架構來檢視臺灣的保護區現況。
2. 現行管理範圍根據行政部門分門運作，不同地理單元之間的空間交互作用以及相映於此的緩衝區或者容許一定土地使用強度的地景保護區及其管護系統，並不明確、獨立，於是結合農林牧業與保護區之間交互作用的整體計畫並不存在。目前地景保育主管機關(林務局)缺乏更有力的行政權和資源，無法跨部會有效調動管護力量以及跨區推動地景保育。101 年度報告中將增列一章，根據委員建議以現階段行政管理實況重新劃定「棲蘭山檜木林」和「大屯火山群」範圍，並且根據前述 IUCN 架構，重新立論不同類型保護區和四周農林漁牧業以及社區生產生活之間交互作用所需的管護機制，把保護區管護計畫內化到區外生產與生活管理中，並討論相應的行政革新。
3. 全臺檜木林不只於棲蘭一帶，但是「棲蘭山檜木林」是面積最大，海拔最低的霧林帶，並且是北臺灣最有機會發展連絡海景到高山地景成為完整地景生態譜系的地區。