

The Strategy for the Impacts on Indigenous Culture from National Parks in Taiwan

Bin-Min Sung⁽¹⁾

(Manuscript received 1 March 1999 ; accepted 15 April 1999)

ABSTRACT: Taiwan's indigenous cultures were impacted many times by exotic political powers and cultures in the past hundreds years, the development of national park is one of the issues in current. Many dilemmas and conflicts exist between the island's national park agency and indigene. The purpose of this article is to provide directions for improving their relationships. This article first analyzes the roots of conflicts between the national park agencies and indigenous populations in terms of concept and cognition, legislation and policy, economic living and land, life way and culture, management skills and attitudes. Then, it abstracts the positive and adequate experience of the United States' National Park Service treating the affairs of Native Indians. Finally, this article proposes fourteen suggestions to improve the relationships between national park agency and indigenous people in Taiwan.

KEYWORDS: National Park Indigenous Population Issue, National Park Management, Indigenous Culture Impact.

台灣高山區上次冰期晚期的雪線線高度探討

楊建夫^(1、4)、崔之久⁽²⁾、宋國城⁽³⁾

(收稿日期：1999年4月14日；接受日期：1999年4月30日)

摘 要

台灣高山區冰河遺跡的爭議有正反兩方論點，但無人對台灣高山各種發生冰河條件作全面性的探討。雪線是發生冰河的必要條件，所以第四紀冰期有無雪線發生，對論述台灣高山有無冰河作用，是項重要證據。本研究根據發生雪線的基本自然特性，和台灣現在高山的氣候環境，以及依據花粉所重建的上次冰期古氣候環境，嘗試以雪線年積量與消融量平衡線所在原理的理論雪線模式，推估台灣高山區現在與上次冰期晚期的理論雪線高度。研究結果顯示，台灣高山區現在理論雪線高度在 4314 公尺處，上次冰期晚期雪線則在 3500 ~ 3600 公尺間。

關鍵字：高山、雪線、上次冰期。

一、前 言

台灣高山有無上次冰期 (Last Glaciation) 的冰河遺跡，一直是學術界長久爭論的問題。日據時代與大陸從事第四紀冰河研究的學者，對台灣高山在下次冰期發生冰河持肯定的論點。光復後，台灣地形、地質界卻持不同的觀點。詹新甫 (1960) 〈台灣南湖大山冰蝕地形問題商榷〉的論文，反對日本學者冰河說的主張；而徐鐵良 (1990) 〈南湖大山所謂冰川地形之檢討〉的報告，只是一篇支持詹新甫的短論；但也強調南湖大山上、下圈谷的真正成因，還須仰賴進一步的學術探討。

不止是南湖大山有冰河地形的爭議。日據時代鹿野忠雄等學者的考察，許多冰蝕遺跡多在 3300 公尺以上的山區發現，因而認為台灣山地只要高度在 3300 公尺以上高山地帶都應該留有冰河遺跡。依鹿野忠雄 1932、1934、1935 的研究，台灣高山約有 80 個冰斗 (表 1)，其中以雪山山塊最多，共有 35 個，高度多在 3500 公尺以上 (林朝榮，1957)。而南湖大山共有 12 個冰斗，高度也多在 3300 公尺以上。這些冰斗的高度又與雪線高度密切相關，所以依冰斗分布的高度，鹿野忠雄認為上次冰期時雪山的雪線在 3500 公尺，南湖大山稍低也在 3400 公尺附近。

1. 國立台灣大學地理學系，台北市 106 羅斯福路 4 段 1 號。
2. 北京大學地理學研究所，北京市 100871 北京大學逸夫樓。
3. 國立成功大學地球科學系，台南市 70101 大學路 1 號。
4. 通信聯絡員。

1. Institute of Nature Resources, National Dong Hwa University, #1, Sec. 2, Tashei Rd., Shoufeng, Hualien 97401, Taiwan, Republic of China.

表 1. 台灣高山冰斗數量表 (修自鹿野忠雄, 1934)

| 分布山區 | 數量 |
|------------------|----|
| 雪山 | 35 |
| 南湖大山 (包括中央尖山) | 19 |
| 玉山 | 11 |
| 奇萊連峰 | 6 |
| 秀姑巒山 | 3 |
| 中央尖山 | 2 |
| 合歡山 | 1 |
| 無明山 | 1 |
| 畢祿山 | 1 |
| 能高山 | 1 |
| 總計 | 80 |

解決台灣高山是否有冰河遺跡的問題，有許多途徑。以地形的面向而言，最直接的途徑就是探討台灣高山有無冰河作用證據。冰河作用證據分直接證據與間接證據兩種。直接證據就是找尋冰河作用的痕跡，這些痕跡包括冰坎 (cirque threshold)、擦痕 (striation) 與冰磧物的定年與微結構特性等。以台灣高山地形環境與地質條件而言，這是件困難的工作。間接證據以地形幾何形貌特性與古氣候重建等方法較重要，前者藉由幾何形貌上的指數，對比所研究圈谷接近標準冰斗的程度；後者則運用理論雪線模式，藉古氣候環境和現在氣候資料，推估第四紀冰期和現在理論雪線高度。本研究以花粉等研究所重建的古氣候環境和台灣玉山測站現今的氣候資料為基礎，配合雪線高度推算理論，重建台灣上次冰期晚期以及現今的理論雪線高度。

二、材料與方法

更新世以來，台灣地區植群的多次演變，指示氣候上也發生多次冷暖交替。更新世氣候上的冷暖交替是全球性的，所以全球各地冰期與間冰期冷暖交替變化，也反映了台灣冷暖交替的氣候變遷。也即全球各地在更新世所發生的冰期，台灣也應隨之發生冷暖交替的現象。

(一) 全球各地高山區上次冰期的雪線估測

1. 中緯度高山區上次冰期的雪線高度

氣候與植物分布有密不可分的關係，所以在尺度的空間規模下，氣候環境可由植物群落來反映，尤其是環境敏感度高的山區，植物的生長趨向嚴格，因此與氣候幾乎相互成正相關的關係。Troll (1944) 就依此觀點，對比中緯度高山植物生長界線與上次冰期雪線高度 (表 2)。他發現中緯度高山區現在的上部森林界線 (upper timber line) 幾乎就是過去的雪線，只有屬於乾燥氣候的山地如伊朗境內的艾布士山 (Mt. Elburz)，上次冰期的雪線比現在森林界線高了 400 ~ 800 公尺 (Gerrard, 1990)。

Gerrard (1990) 認為 Troll 以現在森林界線推估上次冰期的雪線，適用於中緯度山區，較不適用於熱帶高山區。因為熱帶高山區的年溫差小於日溫差，季節改變不如中緯度山區明顯，指示上次冰期雪線的可信度較低。不過熱帶較溼潤地區，植物生長條件優於中緯度，除日照角度較大外，降雨、均溫都較多、較高。某些海洋性氣候且生長條件較佳的地區，植物演替速度快，因此某些熱帶高山區現在的森林界線有很大的可能高過第四紀冰期的雪線，尤其是上次冰期早期。這也就是說類似像台灣這種熱溼海洋性季風氣候的高山區，在上次冰期時，雪線極可能低於現在的森林界線。Gerrard 只指出表 2 「不適用」熱帶地區，但沒明確說明上次冰期時，雪線較森林界線高或低。

表 2. 中緯度高山區上次冰期雪線與現代森林界線高度對比表 (修自 Gerrard, 1990)

| 中緯度高山 | 森林界線(m) | 上次冰期雪線(m) |
|----------------------------------|-----------|-----------|
| Northern Urals | 750 | 750 |
| Central Urals | 1000 | 1100 |
| Southern Urals | 1300 | 1250 |
| Alps (northern border) | 1500-1600 | 1200-1300 |
| Central Alps | 2250 | 2000 |
| Pyrenees (west, northern border) | 1600 | 1500 |
| Pyrenees (east, maximum) | 2300 | 2300 |
| Great Atlas (central part) | 3250 | 3000-3200 |
| Rila Mts. (Bulgaria) | 2000-2100 | 2200 |
| Pirin Mts. (Bulgaria) | 2100-2200 | 2300 |
| Mount Olympus | 2200 | 2300 |
| Altai Mountains, northwest | 1500 | 1500 |
| Altai Mountains, southwest | 2500 | 2500 |
| Western Anatolia | 2100-2200 | 2400-2500 |
| Armenia | 2700 | 3000-3200 |
| Elburz (Iran) | 2700 | 3500 |

此外，還有多位學者對全球各地中低緯度的高山區，進行過現代冰河與第四紀冰河遺跡的研究，以及推估更新世冰期或上次冰期的雪線高度。例如，Mieczyslaw Klimaszewski (1993) 曾進行過第四紀冰期高山地區冰河作用發生條件的研究，認為冰期高山區若要發生冰河，冰河作用前的地勢高低和地形迎風效應，比大尺度氣候改變來得重要。就此觀點，他進行了全球各高山現在雪線與上次冰期雪線高度的對比 (表 3、表 4)。大體上，上次冰期的雪線比現在約下降 1000 公尺；東西位置上，中緯度區位於西部的高山 (海洋性)，雪線下降高度，比位於東部的高山 (大陸性) 來得大。例如，美國境內位於西部濱臨太平洋屬海岸山脈的奧林匹克山 (Olympic Mts.)，上次冰期的雪線下降了 1350 公尺 (表 3)，而中部喀斯開山脈 (Cascade Range) 則下降 1200 公尺，最東部的落磯山脈 (Rocky Mts.) 只下降了 700 公尺 (表 4)。

表 3. 歐亞非高山區上次冰期雪線高度對比表 (修自 Mieczyslaw Klimaszewski, 1993)

| 山名 | 緯度位置 | 高度(m) | 上次冰期雪線高度(m) |
|-----------------|-----------|-------|-------------|
| 東西經 10° 間 | | | |
| Vosges | 48° | 1426 | 900 |
| Szwarzwak | 48° | 1493 | 900 |
| Alps | 47° ~ 46° | 4807 | 1100 ~ 1200 |
| Massif Central | 45° | 1886 | 1200 |
| Cordil. Cantab. | 43° | 2648 | 1400 ~ 1500 |
| Pyrenees | 42° 30' | 3404 | 1500 ~ 2100 |
| Guadarrama | 41° | 2430 | 2000 |
| Sierra Nevada | 37° | 3478 | 2500 |
| High Atlas | 31° | 4165 | 3500 |
| 東經 20° ~ 30° | | | |
| Karkonosze | 50° 45' | 1602 | 1200 |
| Beskidy W. | 49° 30' | 1725 | 1450 |
| Tatra Mts. | 49° 15' | 2663 | 1500 ~ 1600 |
| Carpathians E. | 48° 30' | 2305 | 1500 |
| Carpathians S. | 48° 30' | 2544 | 1750 ~ 1950 |
| Durmitor | 43° | 2528 | 1720 ~ 1800 |
| Prokletije | 42° 30' | 2695 | 1600 ~ 1900 |
| Sar Planina | 42° | 2760 | 2100 ~ 2200 |
| Pirin | 41° 45' | 2920 | 2300 |
| Olympus | 40° | 2917 | 2300 |
| Parnassos | 38° 30' | 2457 | 2300 |
| Kilimanjaro | 3° | 6010 | 4350 ~ 5000 |

表 4. 歐洲與北美洲各山脈東西上次冰期與現在雪線高度對比表 (修自 Mieczyslaw Klimaszewski, 1993)

| 山脈名稱 | 西部 | 中部 | 東部 |
|-----------------|-----------------|---------------------|--------------|
| The Alps | a. 1200m | 1800 ~ 2000m | 1300m |
| | b. 2500m | 3300m | 2600 ~ 3000m |
| The Pyrenees | a. 1500m | 2300m | 2100m |
| | b. 2600m | 3000m | |
| The Tatra | a. 1500m | | 1650m |
| | b. | | 2350m |
| The Balkan Mts. | Orien Lovcen | Siniajevan Durmitor | Rila Pirin |
| | c. 1895m 1759m | 2253m 2522m | 2925m 2915m |
| | a. 1300m 1300m | 1700m 1800m | 2200m |
| The Caucasus | a. 1400m | 2000m (?) | 2600m |
| | b. 3000m | 3300 ~ 3500m | 3500 ~ 3900m |
| Rocky Mts. | Olympic Mts. | Cascade R. | Rocky Mts. |
| | a. 450 ~ 600m | 1000 ~ 1100m | 1700 ~ 2000m |
| | b. 1800 ~ 1850m | 2200 ~ 2300m | 2400 ~ 2600m |

a. : 上次冰期雪線高度, b. : 現在雪線高度, c. : 最高峰高度

2. 熱帶高山區上次冰期的雪線高度

熱帶高山區上次冰期的冰河研究並不多，且大多是根據花粉和植群變遷推估上次冰期的古氣候環境。例如 Flenley 及 Hamilton (1982) 熱帶山地花粉學的研究，發現上次冰期晚期時，森林界線曾下降 1000~1500 公尺，由之推估當時熱帶高山區的溫度應下降 5~9 °C。Bonneffille et al. (1988) 在東非高原尼羅河源頭蒲隆地 (Burundi) 的花粉研究，估算出 3 萬~ 1 萬年前的上次冰期晚期，該地溫降約 4~6 °C，雨量減少約為 200 ~ 700 公釐。Verstappen (1980) 在進行東南亞上次冰期植物群落變遷的研究時，主張溫度至少降 3~5 °C。而 Kraus (1973) 主張在第四紀冰期發生時，垂直高度上的溫度遞減率 (lapse rate) 有增加的趨勢 (Thomas, 1994)。也就是說高度越高，每上升 100 公尺，溫度下降的幅度就越大，高於每上升 100 公尺溫降 0.6 °C 的理論值。

但也有學者根據地貌調查時所觀測到的冰斗高度，推估上次冰期雪線高度。例如，Reiner (1960) 調查巴布亞新幾內亞 (Papua New Guinea) 高山區的上次冰期冰河地形，以冰斗湖和端冰碛 (terminal moraine) 的高度推估第一高峰 Carstensz (16503 呎，約 5030 公尺) 和第二高峰 Mount Wilhelm (14900 呎，約 4542 公尺) 上次冰期的雪線高度，分別是 12500 呎 (約 3810 公尺) 和 11500~12000 呎 (約 3500~3650 公尺)，而現在雪線高度則分別是 15345 呎 (約 4677 公尺) 和 15400 呎 (約 4700 公尺)。由此推算，在上次冰期時，兩山峰的雪線下降高度都在 1000 公尺以上。

3. 中國大陸東西部山地第四紀冰期的雪線高度

中國大陸有許多學者進行過東西現代和第四紀冰河的研究。基本上，他們認為中國東西地形界線大體沿東經 104° 走向，把中國分為有現代冰河發育的西部地區，和僅有第四紀古冰河遺跡的東部地區。這個界線以西地區包括了整個青藏高原、天山山地和雲貴高原的大部分。以東地區則有秦嶺、川黔山地、東北長白山和台灣的高山區 (李吉均、康建成, 1989; 施雅風, 1989、1998)。中國西部地區因高度大，孕育出不少現代冰河區。但因氣候乾燥，積雪速度慢，雪線平均高度偏高，約為 5500 公尺 (施雅風, 1988)。如受太陽輻射和迎風、背風水氣供應差異以及緯度高低等因素的影響，雪線高度產生區域性的變化。例如中國現代冰河分布緯度最高的阿爾泰山，其最著名的哈拉斯冰河的雪線高度僅 3250 公尺 (表 5)。又如喜馬拉雅山北坡，因緯度低降水量也少，所以雪線是亞洲最高的，達 6000 公尺以上 (施雅風, 1998)；而面迎印度洋溼潤季風，年降水量特大的念青唐古拉山阿扎冰河，供雪充足，雪線可低降至 4600 公尺以下。

中國東部大都是 2000 公尺以下的中低山地，遠低於全球中低緯度區現代冰河的雪線高度。但是否確實發生過第四紀古冰河，是中國地學界長期爭論的問題 (施雅風, 1998)。以李四光為首支持中國東部山地發生過第四紀古冰河的學者們，大量在華北、華中、華南等區的中低海拔山地發現冰河遺跡 (李四光, 1975)。如湖北西部神農架區海拔 1780 公尺大九湖一帶是 U 型谷 (周中民, 1993)，黃山區海拔 1770 公尺鯽魚背是刃嶺 (徐煜堅, 1989)，廬山區牯嶺廬山中學 (海拔約 1000 公尺) 前的巨大石塊是冰漂巨礫組成的冰桌 (徐煜堅, 1989)。

以施雅風、崔之久、李吉均為主的學者們，運用擦痕、沉積物特性、理論雪線高度等論點批判李四光學派的觀點。他們認為除少數 3000 公尺以上高山區外，中國東部中低山地發生第四紀古冰河的可能性極低。楊懷仁、徐馨 (1985) 以中國東部第四

紀古氣候的變化和古冰斗高度，推估中國東部及鄰區現代與上次冰期早期(大理冰期早期)和晚期(大理冰期晚期)的雪線變化(表 6)。

由表 6 中的數據研判，除少數極高山如玉龍大雪山、貢嘎山外，中國東部的中低山地不存在現代冰河作用。在大理冰期晚期，除點蒼山(4122 公尺)、太白山(3767 公尺)、玉山(3952 公尺)、五台山(3068 公尺)等少數 3000 公尺以上的高山外，中國東部中低山地的高度，也普遍低於當時的雪線。

表 5. 中國西部現代冰河雪線高度和降水量表(修自蘇珍, 1984)

| 山脈名稱 | 冰河區或冰河名稱 | 雪線高度(m) | 降水量(mm) |
|--------|--------------|---------|---------|
| 祁連山 | 七一冰河 | 4650 | 400 |
| | 老虎溝 12 號冰河 | 4800 | 300 |
| 天山 | 博格達山冰河 | 3850 | 600 |
| | 烏魯木齊河源 1 號冰河 | 4100 | 550 |
| | 托木爾峰 | 4300 | 600 |
| 西崑崙山 | 慕孜塔格峰 | 5500 | 200 |
| 喜馬拉雅山 | 絨布冰河 | 6100 | 650 |
| 阿爾泰山 | 哈拉斯冰河 | 3250 | 750 |
| 唐古拉山 | 東段 | 5420 | 850 |
| | 西段 | 5500 | 700 |
| | 各拉丹冬 | 5750 | 380 |
| 念青唐古拉山 | 阿扎冰河 | 4600 | 2500 |
| | 古鄉冰河 | 4800 | 2400 |
| | 卡佳冰河 | 5350 | 1200 |
| 橫斷山脈 | 海螺溝冰河 | 4900 | 1800 |

表 6. 中國東部及鄰區第四紀冰期雪線變化(修自楊懷仁、徐馨, 1985)

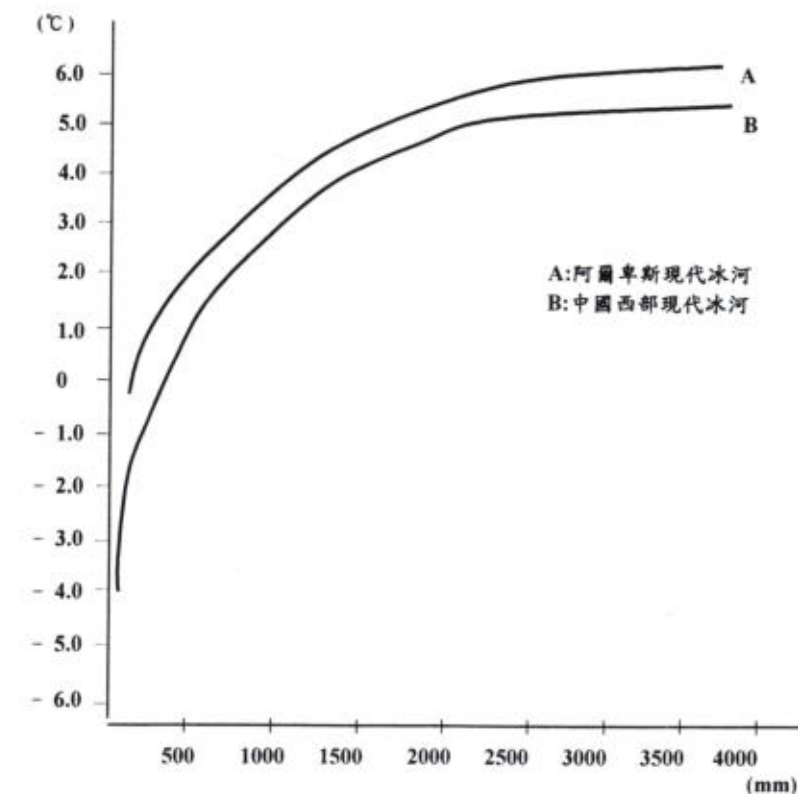
| 地區 | 現代雪線(m) | 大理冰期晚期雪線(m) | 大理冰期早期雪線(m) |
|----------|----------------|-----------------|-------------|
| 川西高原西部 | | 4600~4700 | 4100~4200 |
| 川西高原東部 | 4600~4700 | 4000~4100 | 3600~3700 |
| 點蒼山 | | 3900 | |
| 玉龍大雪山 | 5100 | 3900 | |
| 貢嘎山 | 5200~5300 | 3400 | |
| 秦嶺(太白山) | | 3500 | 2200~2600 |
| 廬山 | 3600(推論值) | 2600(推論值) | 1100 |
| 黃山 | | | 1100 |
| 大別山 | | | 1100~1200 |
| 九華山 | | | 1150 |
| 天目山 | 3500~3700(推論值) | | 1100~1200 |
| 玉山(台灣) | | 3350 | |
| 五台山 | | 3000 | |
| 大興安嶺 | | | 1100 |
| 白頭山(長白山) | | 2400 | |
| 蒙古 | | 2400 | |
| 朝鮮 | | 2400 | |
| 本州(日本) | | 2500(2300~2800) | |
| 北海道(日本) | | 1400~1600 | |

(二) 理論雪線模式

理論雪線模式是依據雪線年積量與消融量平衡線所在的原理，所發展出的一種推估雪線高度方法。在不受其他因素干擾的條件下，年積量可大體以年降水量代表，年消融量取決於夏季消融期的溫度，大體以 6-8 月平均溫度來代表(1989, 施雅風)。據蘇珍(1984)統計的中國西部和 Kerschner(1985)統計的阿爾卑斯山東部現代冰河雪線處年降水量，和夏季 6-8 月平均溫度推算，繪製成圖一。

由於中國東部山區均未達到現在雪線高度，為釐清第四紀雪線變化的規律和冰期雪線的下降值，須要建立東部地區的現在理論雪線。中國西部大陸性氣候區與東部季風氣候區，均以夏季降水為主，以年降水量和夏季 6-8 月溫度兩個參數指示雪線的方法，不僅適用於西部，也可應用於東部(施雅風, 1989、1998)。

指示現在理論雪線高度的兩個參數，雪線附近的溫度可按溫度垂直遞減率推算，但雪線附近的降水量較難確定。不過 Kerschner 1985 年推算阿爾卑斯山雪線處降水量的方法，是以 2000 公尺處的降水量為準。中低緯度 2000 公尺以上的高山區降水相當豐富，最大降水高度在低緯高山往往高於 2000 公尺，如台灣玉山附近的阿里山高約 2400 公尺，年平均降水量達 4100 mm，是附近山區之冠；而中緯高山區最大降水高度約略在 2000 公尺上下，如峨眉山的最大降水帶就在 2000 公尺處(施雅風, 1989、1998)。然而中國東部中低山區雪線附近的降水量很難有精確的觀測值，所以施雅風依上述 Kerschner 所推算阿爾卑斯山雪線處降水量的方法，也假定雪線附近年降水量與 2000 公尺處的降水量相當。



圖一、現代冰河雪線處年降水量和夏季溫度關係圖(施雅風、崔之久等, 1989)

由於施雅風認為中國東部季風氣候的降水特性類似西部地區，所以依上述的理論雪線模式，取圖一中的 B 曲線，估算出表 7 中國東部各中低山區現在與上次冰期的雪線高度值。由表 7 可知中國東部爭議最多的廬山 (1474 公尺)、黃山 (1873 公尺) 等中低山地，上次冰期晚期的雪線高度約在 3000 公尺，遠高於兩者現在的海拔高度。

表 7. 中國東部中低山地現代與上次冰期雪線估算表 (修自施雅風, 1998)

| 地點 | 現代理論雪線高度 (m) | 現代雪線處 6-8 月平均氣溫 (°C) | 現代年降水量 2000m 處推算值 (mm) | 上次冰期晚期溫降值 (°C) | 上次冰期晚期雪線處 6-8 月平均氣溫 (°C) | 上次冰期晚期降水量與現代比例 (%) | 上次冰期晚期 2000m 處年降水量推算值 (mm) | 雪線下降值 (m) | 上次冰期晚期雪線高度推算值 (m) |
|------|--------------|----------------------|------------------------|----------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
| 漠河 | 2900 | 1 | 710 | 8 | -7 | 40 | 284 | 830 | 2070 |
| 伊圖里河 | 3000 | 1 | 692 | 8 | -7 | 40 | 277 | 830 | 2170 |
| 哈爾濱 | 3400 | 1.9 | 947 | 9 | -7.1 | 30 | 284 | 850 | 2550 |
| 長白山 | 3100 | 2.9 | 1340 | 9 | -6.1 | 80 | 1100 | 1000 | 2100 |
| 瀋陽 | 3750 | 2.6 | 1160 | 9 | -6.4 | 30 | 348 | 980 | 2770 |
| 北京 | 3500 | 2.2 | 1038 | 8 | -5.8 | 30 | 311 | 830 | 2670 |
| 大同 | 4400 | 0.8 | 543 | 8 | -7.2 | 40 | 217 | 700 | 3700 |
| 呼和浩特 | 4500 | 0.5 | 525 | 8 | -7.5 | 40 | 210 | 750 | 3750 |
| 泰山 | 3700 | 2.8 | 1267 | 8 | -6.2 | 40 | 507 | 1100 | 2600 |
| 華山 | 4500 | 1.7 | 900 | 8 | -6.3 | 50 | 450 | 1050 | 3450 |
| 黃山 | 3900 | 4.2 | 2461 | 8 | -3.8 | 50 | 1230 | 1080 | 2820 |
| 廬山 | 4100 | 3.8 | 2291 | 8 | -4.2 | 50 | 1146 | 1120 | 2980 |
| 恩施 | 4200 | 3.1 | 1920 | 8 | -4.9 | 50 | 960 | 1000 | 3200 |
| 松潘 | 4900 | 1.1 | 730 | 5 | -3.9 | 50 | 365 | 570 | 4330 |
| 桂林 | 4000 | 4.2 | 2504 | 5 | -0.8 | 70 | 1753 | 750 | 3250 |
| 貴陽 | 4400 | 3.4 | 1482 | 7 | -3.6 | 70 | 1037 | 840 | 3560 |
| 麗江 | 5000 | 1.9 | 950 | 5 | -3.1 | 70 | 665 | 1100 | 3900 |
| 景洪 | 4100 | 3.8 | 1820 | 5 | -1.2 | 80 | 1456 | 730 | 3370 |

三、結 果

(一) 前人對台灣高山區雪線的估算

依鹿野忠雄的調查，台灣高山的 80 個冰斗和許多冰蝕遺跡，大都分布在 3300 公尺以上的山區，由之推估上次冰期的雪線大致在 3300~3500 公尺之間。但是，詹新甫認為台灣在更新世冰期時的氣候與今天沒有差別，所以當時的雪線高度與今日無大差異，都須在 5000 公尺以上。由於台灣全島在整個更新世都是上升的，因而斷言更新世冰期時台灣高山不可能高到 5000 公尺。而南湖大山現在只不過高 3742 公尺，最高的玉山也僅 3952 公尺，離更新世或現在雪線至少都差個 1000 公尺。

(二) 依全球各地高山區上次冰期雪線的估測推算

由 Troll、Gerrard 等人的研究得知，中緯度高山森林界線就是上次冰期的雪線。台灣山地現在的森林界線為 3500 公尺 (陳玉峰, 1995)，若 Troll 和 Gerrard 的結論適於熱帶高山，則上次冰期時，台灣高山區的雪線應在 3500 公尺。Mieczyslaw Klimaszewski 等人的研究成果，指示中緯度高山上次冰期的雪線比現在下降 1000 公尺。東西位置上，中緯度區位於西部的海洋性氣候高山，雪線下降高度更大。若此論點能也適於台灣高山，且冰河發育屬海洋性的條件下，則上次冰期時，台灣高山的雪線降幅，也應在 1000 公尺以上，溫降也大於 6°C。

依 Flenley 及 Hamilton 等人熱帶高山的研究成果，指示東非、西印度群島等的熱帶高山區，在上次冰期晚期的雪線為至少下降 1000 公尺，而溫度則下降 5°C。依此論點對比台灣的高山區，在氣候環境上台灣也類似上述的熱帶高山區，所以上次冰期晚期的雪線高度與溫度降幅，也應在 1000 公尺和 5°C 左右。

(三) 台灣高山現在理論雪線高度

根據理論雪線模式，假定台灣高山區雪線附近的年降水量和 2000m 處相當。位於高山的阿里山測站，標高 2406 公尺，年平均水量為 4054mm。位居平原，標高 27 公尺的嘉義測站，年平均降水量為 1697mm。兩地的降水梯度是 99mm/100m，由之推算 2000 公尺處的降水量為 3650mm。再根據圖一的 B 曲線計算，得到：

1. 2000m (或雪線附近) 年平均降水量 3650mm 對應的溫度，約為 5.5°C。
2. 依表 8，阿里山 6-8 月的平均溫度約 13.9°C。
3. 按溫度垂直高度遞減率 0.6°C/100m 計算，5.5°C 高度比 13.9°C 高約 1400 公尺。
4. 加上阿里山測站 2406 公尺的高度，阿里山附近山區現代理論雪線高度是 3806 公尺。

表 8. 阿里山測站年均溫與降水量資料表

| 項目 \ 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年均溫 與年降水量 |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------------|
| 溫度(°C) | 5.6 | 6.5 | 8.7 | 10.9 | 12.6 | 13.8 | 14.1 | 13.9 | 13.4 | 11.6 | 9.5 | 7.1 | 年均溫: 13.9 |
| 雨量(mm) | 79.8 | 119.6 | 163.6 | 233.8 | 530.3 | 758.8 | 663.8 | 810.8 | 449.4 | 124.5 | 52.9 | 66.3 | 年降水量: 4053.6 |

3806 公尺比玉山主峰 3952 公尺的高度還低，玉山主峰現今位於雪線以下，所以這個值誤差過大。這是因為阿里山是台灣降水中心之一，以之推估阿里山山區 2000 公尺處的年平均降水量，會產生高估的現象。因此，本研究又取了也位於高山地帶，標高 3847 公尺玉山北峰測站的氣候資料 (表 9)。玉山測站的年平均降水量為 3073mm，以這個值計算嘉義測站間的降水梯度約為 36mm/100m，再由之推算出 2000 公尺處的年平均降水量約為 2400mm。再依圖一的 B 曲線計算，得出：

1. 2400mm 對應 4.5°C。
2. 依表 9，玉山 6-8 月的平均溫度約為 7.3°C。
3. 按溫度垂直高度遞減率 0.6°C/100m 計算，4.5°C 的高度比 7.3°C 高了約 467 公尺。
4. 加上玉山測站 3847 公尺的高度，得出現代理論雪線為 4314 公尺。

表 9. 玉山測站年均溫與降水量資料表

| 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年均溫 與年降水量 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------------|
| 溫度(°C) | -1.6 | -1.3 | 0.9 | 3.2 | 5.5 | 6.8 | 7.6 | 7.4 | 7.0 | 6.0 | 4.0 | 0.7 | 年均溫: 3.9 |
| 雨量(mm) | 117.2 | 145.0 | 147.8 | 220.2 | 434.8 | 537.5 | 401.4 | 451.7 | 331.9 | 122.8 | 80.2 | 82.4 | 年降水量: 3072.9 |

(四) 台灣高山上次冰期晚期雪線高度

推估台灣高山區上次冰期晚期的雪線高度，需要當時的溫降值。依花粉的研究，Tsukada (1967) 認為台灣中部日月潭盆地上次冰期早期的溫度下降 8~11 °C (陳玉峰，1995)，施雅風 (1989、1998) 認為該估測值偏高。而曾美惠 (1998) 依台北盆地沉積物內所含花粉，估算出當地的溫降值大於 3 °C。若依此推估高山區的溫降值，則又估測偏低。Huang et al. (1997)、施雅風 (1989、1998)、崔之九 (1989)、王鑫 (1988) 等人的研究，都支持上次冰期晚期台灣高山的溫降值約在 4~5 °C 左右。

假若台灣高山在上次冰期晚期溫度降低 5 °C，這時阿里山測站 6-8 月的平均溫度由 13.9 °C 降到了 8.9 °C。而上次冰期晚期雪線處降水量所對應的 6-8 月的平均溫度，需由上次冰期晚期玉山在 2000 公尺處的年平均降水量推估。但上次冰期的降水量各地普遍減少，基本上海洋性遠比大陸性地區減幅低。依此，施雅風 (1998) 認為台灣地區上次冰期晚期的降水量，減少的比例不大，約為現在的 80 %。以阿里山測站所推算的降水梯度計算，得出：

1. 上次冰期晚期時阿里山山區 2000 公尺處的降水量為 2920mm。
2. 依圖一的 B 曲線，2920mm 所對應的溫度為 5.0 °C。
3. 按溫度垂直高度遞減率 0.6 °C/100m 計算，5.0 °C 的高度比 13.9 °C 低了 650 公尺，而阿里山測站高 2406 公尺，由此推算出雪線高度為 3056 公尺。
4. 阿里山測站現代理論雪線高度為 3806 公尺，所以上次冰期晚期雪線下降 750 公尺。

若以玉山和嘉義測站間所推算的降水梯度計算，且同樣依冰期降水量約為現在的 80 % 推估，得出：

1. 上次冰期晚期時玉山山區 2000 公尺處的降水量為 1920mm。
2. 依圖 1 的 B 曲線，1920mm 所對應的溫度為 4.0 °C。
3. 上次冰期溫度下降 5.0 °C，所以玉山測站 6-8 月平均溫度由 7.3 °C 降到了 2.3 °C。
4. 按溫度垂直高度遞減率 0.6 °C/100m 計算，4.0 °C 的高度比 2.3 °C 低了 283 公尺，而玉山測站高 3847 公尺，由此推算出雪線高度為 3564 公尺。
5. 玉山測站現代理論雪線高度為 4314 公尺，所以上次冰期晚期雪線下降 750 公尺。

施雅風 (1998) 曾估算台灣玉山上次冰期晚期的雪線高度數值為 3480 公尺，而 Ono (1997) 估測台灣地區上次冰期晚期的雪線高度，也在約略在 3500 公尺左右。所以，依阿里山測站資料所推算出的降水梯度，再由之估算出玉山山區上次冰期晚期雪線高度為 3380 公尺的數值，明顯低估；依嘉義測站資料推估出的 3564 公尺，則較合理。

四、討論與結論

(一) 討論

1. 由許多中低緯度高山上次冰期的雪線估測和花粉研究得知，全球各地高山區在過去的地質時代裏確實發生過冰河期，台灣也不能免於冰期氣候變冷的影響。在更新世，至少發生過四次較大的冰期。依 Tsukada (1967) 和劉平妹 (1995、1996、1999) 的花粉研究成果，指示台灣在 7 萬~5 萬年前的上次冰期早期溫降，大於 3 萬~1 萬年前的晚期。然而考量台灣的上升速率，指示台灣高山在上次冰期的晚期，最有可能發生冰河。由此論斷詹新甫所言台灣現在氣候與更新世冰期無太大差異的主張，他的論點有很大的爭議性。所以本研究斷言，上次冰期晚期台灣肯定比現在冷，而且合理的溫降幅度為 5 °C。
2. 至於高度問題，上次冰期晚期大致發生在 3 萬~1 萬年前，考量全新世台灣各地的上升速率，平地以東部花蓮地區每年上升約 6~9.7 公釐 (彭宗宏等，1977) 最快。山區的上升速率資料較缺乏，但大於平地。施雅風 (1997) 估算青藏高原晚更新世和全新世的隆升速率是每萬年 100 公尺，這與花蓮的上升速率是一致的。若以每萬年上升 100 公尺的速率估算，台灣地區在 3 萬~1 萬年間的上升高度為 100~300 公尺，這與台灣目前高山區的高度差異不大。而且上次冰期晚期最冷的時段，海水面下降了 155 公尺 (朱永其等，1979；楊懷仁、謝志仁，1985)，抵消大部分的上升高度，所以免去高度變化對雪線發生的不利影響。然而這並不意味著上次冰期晚期的溫降可冷到使台灣高山區發生雪線，除了冰期的溫降考慮外，固態降水也須一併考量，因為只有累積足夠的冰雪才能產生冰河。然而台灣高山固態降水的資料相當缺乏，所以由古氣候資訊估算上次冰期晚期的固態降水比例，則更加困難。
3. 由許多古氣候的研究得知，在冰期的氣候裏，全球絕大部分的地區降水都減少。依張蘭生 1984 年的推測，中國東部上次冰期晚期降水量與現代的比例，大致由東南往西北遞減。東北與華北僅占 30%，華中、華南占 80~90%，施雅風 (1998) 依此推估台灣上次冰期晚期的降水為現代的 80%，可能合理。
4. 至於玉山山區降水梯度的估算，因阿里山在地形上迎向夏季的西南季風，降水量比周遭地區高，若以之減去嘉義測站的年平均降水量，再以所得之差推估該區的降水梯度，會產生高估的數值。若以玉山山麓的社與望鄉兩測站的氣候資料估算，又都位於阿里山山脈的背風側，年平均降水量遠低於阿里山，估算出的降水梯度又有偏低的結果。所以取位於平原區的嘉義測站氣候資料值估算，誤差值較小。此外，低緯度山地的最大降水高度稍高於 2000 公尺。台灣發生在 2400 公尺高的阿里山，但由此，高度愈高，降水量愈低。所以，玉山山區現代理論雪線處的降水量，應低於玉山測站的年平均降水量才合理。而由阿里山測站資料所推算出的現在理論雪線處年平均降水量為 3650mm，較玉山測站的 3073mm 高出許多。
5. 由前人推估台灣在上次冰期晚期的溫降 5 °C 研判，表 9 玉山測站 12 個月的月均溫，會有 6 個月在 0 °C 以下，而年均溫也低於 0 °C。所以，在上次冰期晚期時，台灣高山區的積雪期必定相當長，雪也必然較厚。某些位置偏北、坡迎向冬季季風的高山區，有很大的可能性可累積足夠的冰雪，形成冰河。

(二) 結論

本研究的結果顯示：

1. 台灣高山目前的高度都在雪線以下，所以沒有產生現代冰河的條件。
2. 依前人的研究得知，台灣高山在上次冰期晚期時的溫降值為 5°C。
3. 根據本研究引用的理論雪線模式，台灣高山現在的理論雪線高度為 4314 公尺。在上次冰期晚期，則可降至 3500~3600 公尺之間。
4. 如果台灣高山雪線高度在上次冰期晚期下降至 3500 公尺，而海平面下降又抵消陸地上升的狀況下，玉山主峰 (3952m)、雪山主峰 (3886m) 等台灣著名高山，則可高出雪線 400 公尺以上，這符合海洋性冰河產生冰斗冰河的條件 (施雅風，1988)。

雖然本研究的結果指示台灣高山在上次冰期晚期時，3500 公尺以上山區發生冰河的可能性很高。但是，對比全球各地的熱帶高山區，不難發現仍有許多問題亟待深入的探討。同時理論雪線模式及雪線附近年降水量的推算，截至目前仍無強而有力的理論支持。

五、引用文獻

- 王 鑫，1987。從古植物古氣候討論冰河時代的地質作用，台灣植物資源保育論文集，第 229-238 頁。
- 李四光，1975。中國第四紀冰川，科學出版社，北京，共 160 頁。
- 林朝榮，1957。台灣地形，台灣省文獻委員會出版，共 424 頁。
- 周中民，1993。中國神農架古冰緣地貌類型，冰川凍土，15(2): 219-224。
- 施雅風，1998。地理環境與冰川研究，科學出版社，北京，共 742 頁。
- 施雅風，1988。中國冰川概論，科學出版社，北京，共 243 頁。
- 施雅風、鄭本興、姚檀棟，1997。青藏高原末次冰期最盛時的冰川與環境，冰川凍土，19(2): 97-113。
- 施雅風，1998。中國東部第四紀冰川問題的新認識，地理環境與冰川研究，705-708 頁，科學出版社，北京。
- 施雅風、崔之久、李吉均，1989。中國西部第四紀冰川與環境，科學出版社，北京，共 402 頁。
- 徐鐵良，1990。南湖大山所謂冰川地形之檢討，地質，10(1): 79。
- 徐煜堅，1989。中國第四紀冰川遺跡的初步考察，第四紀研究，3: 247-253。
- 陳玉峰，1995。台灣植被誌，玉山社，台北，共 303 頁。
- 曾美惠、劉平妹，1998。利用對應分析法解決表土和地層花粉間的數值關係，台灣之第四紀第七次研討會論文集，第 18-23 頁。
- 楊懷仁、徐馨，1985。中國東部第四紀自然環境的演變，第四紀冰川與第四紀地質論文集第二集，第 104-125 頁，地質出版社，北京。
- 楊懷仁、謝志仁，1985。中國近 20000 年來的氣候波動與海面升降運動，第四紀冰川與第四紀地質論文集第二集，第 1-18 頁，地質出版社，北京。

- 詹新甫，1960。台灣南湖大山冰蝕地形問題之商榷。中國地質學會會刊，3: 109-111。
- 劉平妹，1995。由頭社盆地末次冰期以來的植物相變遷看氣候變化，中國地質學會八十四年年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要，第 93-96 頁。
- 劉平妹，1996。台灣中部頭社盆地湖沼沉積物之花粉化石記錄，中國地質學會八十五年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要，第 19-23 頁。
- 劉平妹，1999。台灣中部山區上次冰期林相及氣溫最大變化幅度估計，中國地質學會八十八年年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要，第 198-199 頁。
- 蘇 珍，1984。從我國現代冰川研究的一些結果看廬山第四紀冰川問題，冰川凍土，6(2): 83-88。
- 鹿野忠雄，1932。台灣高山地域に於ける二三の地形學的觀察 (一)，地理學評論，8: 26-32。
- 鹿野忠雄，1934。台灣次高山彙に於ける冰河地形研究 (地 1 報) 1，地理學評論，10(7): 606-623。
- 鹿野忠雄，1934。台灣次高山彙に於ける冰河地形研究 (地 1 報) 2，地理學評論，10(8): 688-707。
- 鹿野忠雄，1934。台灣次高山彙に於ける冰河地形研究 (地 1 報) 3，地理學評論，10(10): 816-835。
- 鹿野忠雄，1934。台灣次高山彙に於ける冰河地形研究 (地 1 報) 4，地理學評論，10(11): 990-1017。
- 鹿野忠雄，1935。台灣次高山彙に於ける冰河地形研究 (地 1 報) 5，地理學評論，11(3): 244-263。
- Gerrard, A. J., 1990. *Mountain Environments*, Belhaven Press, London, 317pp.
- Huang, C. Y. and P-M Liew, etc, 1997. Deep sea and lake records of the southeast Asian paleomonsoons for the last 25 thousand years, *Earth and Planetary Science Letters* 146, 59-72.
- Mieczyslaw K., 1993. Condition of the Pleistocene Glaciation of mountainous regions, *Z. Geomorph. N. F.*, 37(1): 1-18.
- Ono, Y., 1997. Snowline elevation and eolian dust flux in the Japanese Islands during isotope stages 2 and 4. *Quaternary International*, 37: 45-54.
- Rein, E., 1960. The glaciation of Mount Wilhelm, *Australian New Guinea. Geographical Review*, 50: 91-503。
- Tsukaka, M., 1966. Late Pleistocene vegetation and climate in Taiwan (Formosa), *Pro. Natl. Sci. U.S.*, 55: 543-548.
- Tsukaka, M., 1967. Vegetation in subtropical Formosa during the Pleistocene Glaciation and the Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3: 49-64.
- Thomas, M. F., 1994. *Geomorphology in the Tropics*, Jonh Wiley & Sons Press, Chechester, 460pp.

A Discussion for the Elevation of Snowline in Taiwan Alpine Regions during the Last Glaciation

Chien-Fu Yang^(1, 4), Zhi-Jiu Cui⁽²⁾ and Quo-Cheng Sung⁽³⁾

(Manuscript received 14 April 1999 ; accepted 30 April 1999)

ABSTRACT: There is the doubt about the glacial processes in Taiwan alpine regions, but still few researches for the topic of glacial formative during the Last Glaciation. It is certain that the glacier forms above the snowline. So this study focuses on the topic of snowline, according to the condition of snowline formative, modern Taiwan alpine weather data and paleoclimate in the evidence of pollen. This study reveals that the snowline in Taiwan now is 4314m a.s.l., and descended to 3500~3600m a.s.l. during the Last Glaciation.

KEYWORDS: Alpine, Snowline, Last Glaciation.

誌 謝

本卷蒙下列專家學者百忙中抽空審查，特此誌謝。

王 鑫
呂金城
姜蘭虹
連照美
陳昭明
葉慶龍
劉小如
劉吉川
羅紹麟

呂光洋
林晏州
張萬福
陳子英
黃士強
臧振華
劉平妹
鄧國雄
蘇鴻傑

1. Department of Geography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, Republic of China.

2. Institute of Geography, Peking University, Beijing 100871, China.

3. Department of Earth Science, National Cheng-Kung University, 1 Ta Hsueh Rd., Tainan 70101, Taiwan, Republic of China.

4. Corresponding author.

國家公園學報稿約

一、一般約定

1. 本刊以登載有關國家公園及相關學科之論著為原則。
2. 本刊採用之文稿，以未在國內外任何刊物發表者為限。
3. 本刊暫定每年六月及十二月出版，並全年徵稿，每年五月及十一月底截稿。
4. 本刊文稿之作者，應對論文之內容及相關發表權之取得，負全部之責任。
5. 本刊文稿以中文或英文撰寫為限。
6. 來稿請一律橫寫，由左至右，以兩倍間距格式，電腦打字，繳交三份。接受及定稿後，排印前並請交磁碟片以利編輯室排版作業(請註明所使用之文書處理軟體及檔案名)。
7. 本刊文稿排印後每篇篇幅以不超過二萬字(連圖表約二十頁)為原則。
8. 本刊編輯對來稿有刪改權。來稿概不退還，但附足郵票聲明退還者，不在此限。原稿請寄三份，但其中二份得為複印。
9. 來稿一經採用，酬送作者每篇 100 份抽印本；如需增印者，增印費用由作者負擔。
10. 本刊發表之稿件，本刊得以再版，並發行電子網路版。
11. 來稿請寄台北市敦化南路二段 333 號 15 樓，國家公園學報編輯委員會收。
12. 洽詢電話 (02) 2376-1556。

二、撰稿格式

(一) 稿紙

中英文稿請用 A4 (21 x 29 cm) 稿紙，間隔二行打字，文稿頁繕打於稿紙右上角。

(二) 書寫順序

全文順序以題目，標題，作者姓名，服務單位及職稱，摘要，關鍵詞，正文內容(前言，材料與方法，結果與討論，結論，誌謝，引用文獻)等次序撰寫。

1. 原稿第一頁，請按順序書寫中英文之題目、作者姓名及服務單位。
2. 第二頁為中英文摘要 (Abstract) 及關鍵字 (keywords)。中英文摘要以不超過 400 字為原則。中英文關鍵詞以 3-7 文句為原則，均為粗體字表示，例如：資源 (Resources) 或粗體字[資源 (Resources)]。
3. 第三頁為前言 (INTRODUCTION)、材料與方法 (MATERIALS AND METHODS)、結果 (RESULTS)、討論 (DISCUSSION)、誌謝 (ACKNOWLEDGEMENT)、結論 (CONCLUSION)、引用文獻 (LITERATURE CITED) 及圖表等。中文與英文均用大寫粗體字。
4. 插圖或照片大小勿超過 14 x 20 cm，圖片以黑白為主，彩色圖片超過壹頁者著作自費為原則，圖片背面請用鉛筆註明作者姓名及文稿。
5. 圖表引用自他人者，須於圖表之標題後，加原作者及其出版年代，並以括弧表示之。
6. 凡外來名詞，如人名、地名、術語及科學名詞，在中文第一次出現時，可於其後加括弧以原文註明之。如林奈 (Linne)。
7. 文字敘述中如需小註時，以阿拉伯數字 1, 2, 3 等置於被註文句之右上角，小註內容附於該頁之下端，並冠以同樣號碼。
8. 所有度量衡均採用國際十進位法。記號以英文 cm, cc, kg, l 等表示，數字採用阿拉伯數字。
9. 所有生物學名均應在該名之下加一橫線，以便排斜體字。例如：Astragalus nokoensis Sasaki=Astragalus nokoensis Sasaki 屬名及命名者第一次出現或在摘要及文中時必須全寫，但第二次時屬名可用簡寫而命名者不必使用。A. nokoensis Sasaki=A. nokoensis。

10. 引用文獻之撰寫方式如下：

(a) 期刊論文：

作者名 (二位作者以上，英文時請第二名以後，以名字排於前)，發表年份 (一律西曆)，論文題目，刊物名稱 (中文期刊全名楷體，英文期刊全名斜體)，卷數 (期數)：頁數。

例如：

黃增泉，1957。水杉與杉科植物之形態與木材化學成份之關係，臺灣森林，3(5): 14-16。
盧佳遇、王執明，1981。台灣東部洛韶至慈母橋地區大南澳片岩之地質構造研究，地質，3: 121-133。

Nishida, T., 1966. A sociological study of solitary male monkeys, *Primates* 7(2): 141-204.
Huang, S. F., T. H. Hsieh and T. C. Huang, 1995. Notes on the Flora of Taiwan (21) -- The Genus *Asarum* L. (Aristolochiaceae), *Taiwania* 40(2): 91-120.

(b) 學位論文：

羅立，1990。台灣東北角海域之描述性海洋化學初探，國立中山大學海洋地質研究所碩士論文，共 87 頁。

(c) 研究報告：

呂光洋，1983。太魯閣國家公園生態資源調查報告，內政部營建署，共 45 頁。

陳鎮東、王冰潔，1990。墾丁國家公園內湖沼、溪流及沿岸水質調查(I)，墾丁國家公園管理處研究報告 69 號，共 38 頁。

黃增泉、王震哲、楊國禎、黃星凡、湯惟新，1987。雪山--大霸尖山地區植物生態資源先期調查研究報告，內政部營建署委託中華民國自然生態保育協會調查，共 164 頁。

(d) 書籍：

作者名 (編輯之書，作者即編輯)，發表年份 (一律西曆)，書名 (中文書全名楷體，英文書全名斜體)，版次，出版公司。引用之頁數或列總頁數。例如：

張萬福，1980。台灣鳥類彩色圖鑑，東海大學環境科學研究中心，共 324 頁。

Huang, T.-C. 1972. Aristolochiaceae. In: *Pollen Flora of Taiwan*. pp. 63-64. National Taiwan University, Botany Department Press.

Johnson, D. M., R. R. Petersen, D. R. Lycan, J. W. Sweet, M. E. Neuhaus and A. L. Schaedel. 1985. *Atlas of Oregon Lakes*. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, 317pp.

(e) 編輯之書中的專文

漢寶德，1979。我國當前的居民的問題，楊國樞與葉啓政 (主編)，當前台灣社會問題，217-230 頁，巨流圖書公司，台北。

Li, H.-L., 1978. Goodeniaceae. In: Li, H.-L., T.-S. Liu, T.-C. Huang, T. Koyama and C. E. DeVol (eds.). *Flora of Taiwan* Vol. 4, pp. 765-767. Epoch Pub. Co., Ltd., Taipei.

Grue, C. E., R. P. Balda and C. D. Johnson, 1981. Diurnal activity patterns and population estimates of breeding birds within a disturbed and undisturbed desert - scrub community. In: C. J. Ralph and J. M. Scott. (eds.), *Estimating numbers of terrestrial birds*. Avian Biology No. 6. pp. 287-291. Cooper Ornithological Society.

(f) 無作者：引用中文時，以文獻名稱第一字母編排。引用英文時，以 Anonymous，發表年份 (一律西曆)，書名 (中文書全名楷體，英文書全名斜體)，版次，出版公司。

中國主要植物圖說，1995。豆科，科學出版社，第五冊，共 721 頁。

Anonymous, 1964. *Weeds found on cultivated land in western Taiwan*. Plant Industry Division, Joint Commission on Rural Reconstruction.