

# 玉山國家公園玉山地體構造與地質演變- 第 1 年地質地層與區域構造調查

The Structural and Geological Evolution of the Yushan Massif in the  
Yushan National Park - (I) Geological Survey

受託者： 國立交通大學防災

計畫主持人：黃明萬

協同主持人：潘以文、廖志中

合作顧問： 朱微祖、胡賢能

計畫助理： 康耿豪、鄭又珍

玉山國家公園管理處

中華民國 105 年 12 月

玉山國家公園玉山地體構造與地質演變-第1年地質地層與區域構造調查

成果報告基本資料表

|   |                                |                          |                                |            |
|---|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------|
| 一、辦理單位  | 玉山國家公園管理處                      |                          |                                |            |
| 二、受託單位  | 國立交通大學                         |                          |                                |            |
| 三、年 度   | 105 年度                         | 計畫編號                     | 105-1287                       |            |
| 四、計畫性質  | 調查監測                           |                          |                                |            |
| 五、計畫期間  | 105 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 31 日 |                          |                                |            |
| 六、本期期間  | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |                          |                                |            |
| 七、計畫經費  | ___1380__千元                    |                          |                                |            |
|   | 資本支出                           | 仟元                       | 經常支出                           | 仟元         |
|   | 土地建築                           | 仟元                       | 人事費                            | 764.325 仟元 |
|   | 儀器設備                           | 仟元                       | 業務費                            | 210 仟元     |
|   | 其 他                            | 仟元                       | 差旅費                            | 70 仟元      |
|   |                                |                          | 設備使用及維護費租金等                    | 40 仟元      |
|   |                                |                          | 材料費                            | 30 仟元      |
|   |                                |                          | 其 他                            | 85 仟元      |
|   |                                |                          | 雜支費                            | 55.220 仟元  |
|   |                                |                          | 行政管理費                          | 125.455 仟元 |
| 八、摘要關鍵詞 (中英文各三筆)  |                                |                          |                                |            |
| 地形演變、路線地質、剖面  |                                |                          |                                |            |
| geomorphological evolution, geological maps, cross-sections |                                |                          |                                |            |
| 九、參與計畫人力資料：   |                                |                          |                                |            |
| 參與計畫人員姓名  | 工作要項或撰稿章節                      | 現職與簡要學經歷                 | 計畫參與期程                         |            |
| 黃明萬   | 計畫擬定執行管理與溝通協調                  | 助理研究員<br>國立交通大學土木工程研究所博士 | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 潘以文   | 計畫擬定執行管理與溝通協調                  | 教授<br>美國華盛頓大學土木工程博士      | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 廖志中   | 計畫擬定執行管理與溝通協調                  | 教授<br>美國科羅拉多大學土木工程博士     | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 朱傲祖   | 資料提供，協助地質構造判釋、分析               | 法國巴黎皮爾·居禮大學地體構造研究所博士     | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 胡賢能   | 資料提供，協助地質構造判釋、分析               | 美國田納西大學碩士                | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 康耿豪   | 資料蒐集、現地調查、資料分析、報告整理            | 國立交通大學土木工程研究所博士班         | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |
| 鄭又珍   | 資料蒐集、現地調查、資料分析、報告整理            | 國立台灣大學地質研究所碩士            | 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日 |            |

# 目錄

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 目錄.....                | I   |
| 圖目錄.....               | III |
| 表目錄.....               | V   |
| 摘要.....                | VI  |
| 第一章 前言.....            | 1   |
| 1.1 計畫緣起及目的.....       | 1   |
| 1.2 計畫工作項目.....        | 1   |
| 第二章 基本資料蒐集.....        | 4   |
| 2.1 地形.....            | 4   |
| 2.2 主要山峰.....          | 6   |
| 2.3 氣候.....            | 7   |
| 2.4 水系.....            | 10  |
| 2.5 區域地質.....          | 11  |
| 第三章 工作方法.....          | 14  |
| 3.1. 地質調查.....         | 14  |
| 3.2. 航照與空載光達判釋與運用..... | 22  |
| 第四章 研究成果.....          | 24  |
| 4.1. 重要文獻回顧與探討.....    | 24  |
| 4.1.1 地層.....          | 24  |
| 4.1.2 地層層序與化石.....     | 25  |
| 4.1.2 地形與地質構造.....     | 27  |
| 4.2 地質調查成果.....        | 31  |
| 4.3 玉山演變關鍵探討.....      | 41  |
| 4.4 地質解說點.....         | 50  |
| 4.5 無人航空載具飛行成果.....    | 68  |
| 第五章 結論與建議.....         | 71  |
| 5.1 結論.....            | 71  |
| 5.2 建議.....            | 72  |
| 參考文獻.....              | I   |
| 附件.....                |     |

## 圖目錄

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 圖 1 工作執行流程圖 .....                     | 2  |
| 圖 2 玉山國家公園地質圖 .....                   | 3  |
| 圖 3 玉山國家公園園區坡度分級圖 .....               | 4  |
| 圖 4 玉山國家公園園區坡向分布圖 .....               | 5  |
| 圖 5 玉山國家公園內主要山峰分布位置圖 .....            | 6  |
| 圖 6 玉山國家公園水系分布 .....                  | 10 |
| 圖 7 玉山國家公園區域地質圖 .....                 | 13 |
| 圖 8 玉山群峰線及八通關古道-東埔登山口路段 .....         | 14 |
| 圖 9 東埔玉山地區之地質圖 .....                  | 16 |
| 圖 10 嘉義-玉山-水里公路沿線地質圖 .....            | 17 |
| 圖 11 塔塔加-玉山-東埔地區地質簡圖 .....            | 17 |
| 圖 12 玉山山塊地質簡圖 .....                   | 18 |
| 圖 13 五萬分之一玉山圖幅範圍內繪製之地質草圖 .....        | 18 |
| 圖 14 玉山與東峰間之地質構造描繪圖 .....             | 20 |
| 圖 15 一萬分之一之登山步道沿線地質條帶圖 .....          | 20 |
| 圖 16 玉山主峰線之路線地質條帶圖 .....              | 21 |
| 圖 17 東埔-玉山區域航照相主點 .....               | 22 |
| 圖 18 東埔-玉山區域莫拉克後 LiDAR 資料 .....       | 23 |
| 圖 19 玉山主群峰線區域之航空攝影及空載光達掃瞄 .....       | 23 |
| 圖 20 新中橫至玉山間化石分析資料 .....              | 26 |
| 圖 21 複疊構造 .....                       | 29 |
| 圖 22 背狀堆 .....                        | 29 |
| 圖 23 台灣造山運動示意圖 .....                  | 29 |
| 圖 24 玉山國家公園內地質相關之研究範圍 .....           | 30 |
| 圖 25 南莊砂岩 .....                       | 34 |
| 圖 26 塔塔加鞍部路段崩塌地 .....                 | 34 |
| 圖 27 火成岩體出露 .....                     | 35 |
| 圖 28 薄板岩層中有小褶曲構造 .....                | 35 |
| 圖 29 塔 3.2k 中尺度背斜出露 .....             | 36 |
| 圖 30 西峰步道上以板岩碎屑為主 .....               | 36 |
| 圖 31 西峰 0.3k 附近之 S 型褶皺 .....          | 37 |
| 圖 32 排雲里程 1.6k 附近 Z 型褶皺構造 .....       | 37 |
| 圖 33 排雲里程 1.9k 附近 S 型褶皺構造 .....       | 38 |
| 圖 34 排 2.1k 處局部逆斷層構造 .....            | 38 |
| 圖 35 東西向兩條剖面線位置 .....                 | 39 |
| 圖 36 塔塔加鞍部-排雲山莊以及排雲山莊-玉山東峰路線剖面圖 ..... | 40 |
| 圖 37 現地調查照片位置 .....                   | 42 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 圖 38 主峰西南面地質構造現象 .....              | 43 |
| 圖 39 直立岩壁形成示意圖 .....                | 43 |
| 圖 40 圓峰步道往北看之手繪圖 .....              | 44 |
| 圖 41 主峰步道上直立岩層與水平岩層交界位置 .....       | 46 |
| 圖 42 主峰西面長數百公尺之逆斷層向北延伸於通風口下出露 ..... | 46 |
| 圖 43 往北峰碎石坡路上的背斜 .....              | 47 |
| 圖 44 主峰東峰間空載光達手繪資料比較圖 .....         | 49 |
| 圖 45 逆衝斷層系分類圖 .....                 | 49 |
| 圖 46 解說點位置圖 .....                   | 50 |
| 圖 47 塔塔加鞍部至玉山間地形地質景觀簡介 .....        | 54 |
| 圖 48 步道回望登山口 .....                  | 56 |
| 圖 49 溪谷演變示意圖 .....                  | 57 |
| 圖 50 水流在不同能量區作用時所形成的沉積構造 .....      | 59 |
| 圖 51 漣痕構造 (Ripple Mark) .....       | 59 |
| 圖 52 前峰登山口前岩層面上的生痕化石 .....          | 60 |
| 圖 53 白木林附近砂岩層面中發現的長管狀生痕化石 .....     | 61 |
| 圖 54 山谷冰河地形示意圖 .....                | 63 |
| 圖 55 山頂稜線附近疑似為冰河期遺留下之冰斗地形 .....     | 63 |
| 圖 56 岩壁的西側上布滿一顆顆舌狀漣痕構造 .....        | 65 |
| 圖 57 彎曲狀峰線漣痕構造 .....                | 65 |
| 圖 58 逆衝斷層描繪圖 .....                  | 67 |
| 圖 59 無人航空載具 .....                   | 68 |
| 圖 60 主圓叉路口 .....                    | 69 |
| 圖 61 主圓叉路短片製作截圖 .....               | 69 |
| 圖 62 北峰下碎石坡飛行位置 .....               | 70 |
| 圖 63 無人航空載具拍攝影像 .....               | 70 |

## 表目錄

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 表 1 全園區地形坡度分級 .....      | 4  |
| 表 2 全園區坡度百分比 .....       | 5  |
| 表 3 園區內氣象站與微氣象站統計表 ..... | 9  |
| 表 4 地層概述表 .....          | 12 |

# 摘要

## 一、研究緣起

玉山為東北亞第一高峰，本計畫旨了解玉山主峰區域地質構造，並探討週遭地形發育演變，遂進行主要步道沿線地表地質調查與構造查核，援以進行地質解說牌之規劃與解說文冊之編撰，最終希冀建置玉山地體動態演變模型與圖說，提供遊客瞭解玉山的形成與演變過程。本計畫希望利用淺而易懂的科普方式傳達給民眾，對於進入國家公園的遊客，不論其背景差異，亦不論其遊憩目的不同，皆可在享受自然之美，心曠神怡之餘，富於知性的層面。

## 二、方法與過程

本計畫分3年計畫進行，第1年辦理玉山主峰相關區域的玉山山脈、中央山脈之地質地層與區域地質構造調查工作，以地表地質調查更新此區域的地質特徵、地層層序及區域構造等基本資料。第2年度則計畫透過第1年的地表地質調查資料結合航照判釋、光達精密地形資料等分析，並依分析結果之資料不足處，再進行補充調查，以取得有效可分析的地質資料，之後探討玉山區域內的地質特徵、地層層序以及構造分布等特性，嘗試更新建立玉山主峰區域地質圖，以瞭解玉山主峰區域的地體構造環境之相關聯特徵。第3年度則以第1年及第2年的所獲得的分析資料，嘗試建立玉山主峰區域的地質構造、地層層序與地質年代之對比與關聯性，期能建構出3維動態時間序列圖說的玉山地體演變模型。

## 三、主要成果

本(105)年度為計畫第一年，目前已完成玉山主峰步道、西峰步道、東峰步道及北峰碎石坡沿線等區域之調查，並繪製五千分之一路線地質圖。將各地層依岩性進行分段，再根據岩層延伸性、層面變動等情況判斷構造位置及延伸可能性，進而繪製出兩條近東西向的路線地質剖面圖，其一塔塔加-排雲山莊，另一條為排雲山莊-玉山主峰。依據上述成果，針對玉山地形演變之關鍵因素，提出現地觀察現象為證進行探討說明。另外，統整文獻資料與現地勘查結果，初步規劃6處解說點設置位置與解說內容。

# 第一章 前言

## 1.1 計畫緣起及目的

台灣地處歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊聚合的地帶，現今菲律賓海板塊每年以八公分的速率沿西北西方向移動。此二板塊自六百萬年以來即因隱沒、碰撞、擠壓、等複合作用，迄今形成縱向（北北東—南南西）的褶皺斷層，走向大致平行台灣主要山脈。此種橫向的擠壓作用，在台灣西側形成覆瓦狀褶皺--逆衝斷層帶，造成地殼疊置加厚，進而抬升，形成高聳的雪山山脈，其南端聳立台灣最高山峰玉山（3952公尺），也是東北亞第一高峰，在距今約三百萬年前的晚上新世至更新世間由海中升起，目前正以大約每年3-5公釐的速率上升，但台灣的山脈也以每年平均約3-6公釐的速率往下侵蝕，顯示這活躍地體構造演變下台灣島目前正處於某種程度的動態平衡。對於玉山國家公園的玉山主峰，如何在這地體構造下演變，值得進行探討深入了解，援此，本計畫試圖建構玉山主峰及相關群峰的演變歷史。

為能讓民眾瞭解玉山是如何形成，建置出玉山地體動態演變模型與圖說，提供民眾瞭解玉山的形成與演變過程。本計畫區分3年分期進行，本(105)年度為第1年，第1年辦理玉山主峰相關區域的玉山山脈、中央山脈之地質地層與區域地質構造調查工作，以地表地質調查更新此區域的地質特徵、地層層序及區域構造等基本資料；第2年度則計畫透過第1年的地表地質調查資料結合航照判釋、光達LiDAR等分析，並依分析結果之資料不足處，再進行補充調查，以取得有效可分析的地質資料，之後探討玉山區域內的地質特徵、地層層序以及構造分布等特性，嘗試更新建立玉山主峰區域地質圖，以瞭解玉山主峰區域的地體構造環境之相關聯特徵；第3年度則以第1年及第2年的所獲得的分析資料，嘗試建立玉山主峰區域的地質構造、地層層序與地質年代之對比與關聯性，期能建構出3維動態時間序列圖說的玉山地體演變模型。

## 1.2 計畫工作項目

整體計畫包含以下幾項重要工作：

- 1.重要文獻探討研究；
- 2.玉山主峰區域之地質調查，以及後續各年度之必要補充調查；
- 3.繪製建立玉山主峰區域之區域調查地質圖、細部調查地質圖、以及重要之地質剖面圖；

- 4.地質調查資料結合航照判釋、光達資料之分析，探討玉山區域內的地質特徵、地層層序以及構造分布等特性；
- 5.建構玉山地體演變模型。

本計畫區三個年度依序進行，並將於每個年度彙整提出階段性成果，整體計畫之工作執行流程如圖 1 所示。

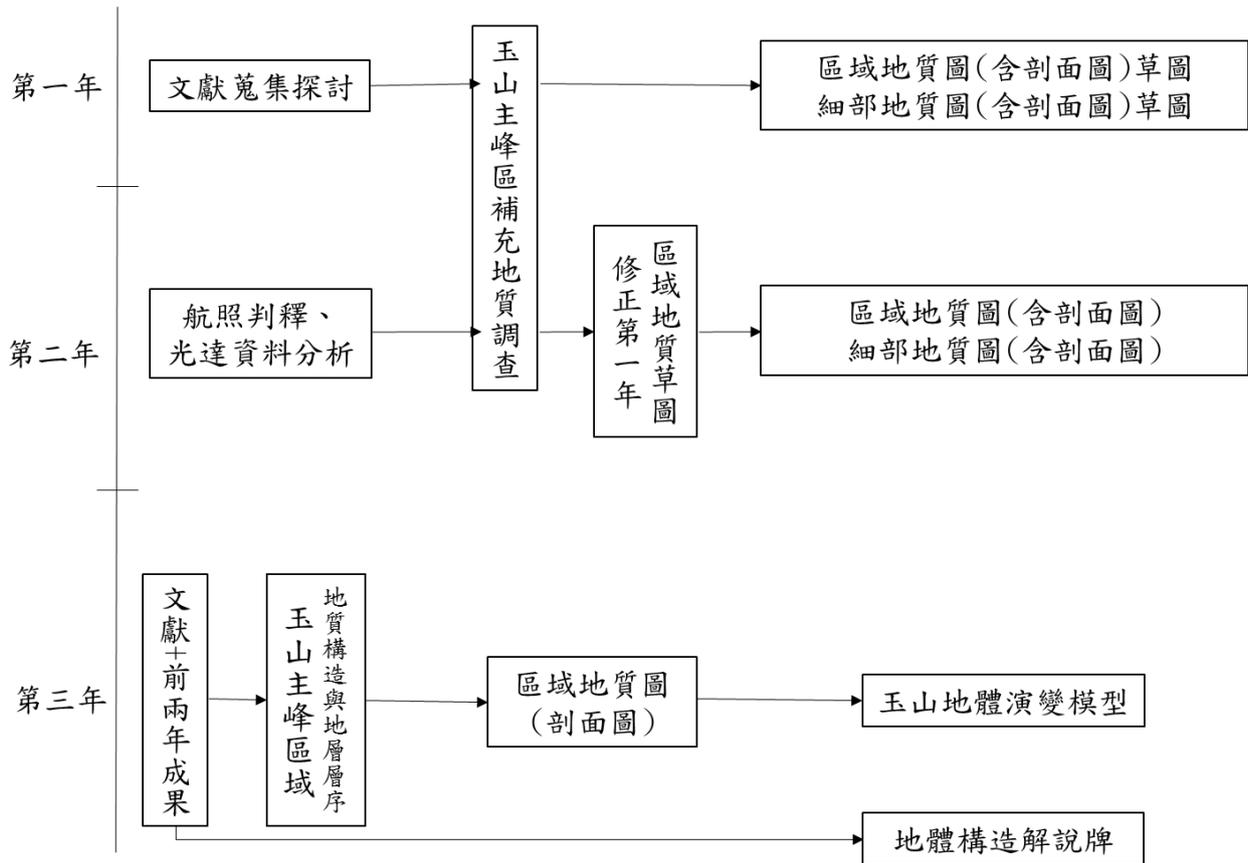


圖 1 工作執行流程圖

本計畫第 1 年以玉山國家公園地質圖為基礎(圖 2)，以文獻蒐集探討與現地地質調查結果，研判玉山主峰相關區域的地質地層、區域構造等基本資料，更新玉山主峰附近的區域構造地質圖，進一步瞭解玉山主峰與玉山山脈和中央山脈的區域地質構造，作為未來探討玉山主峰區域地體構造的基礎。

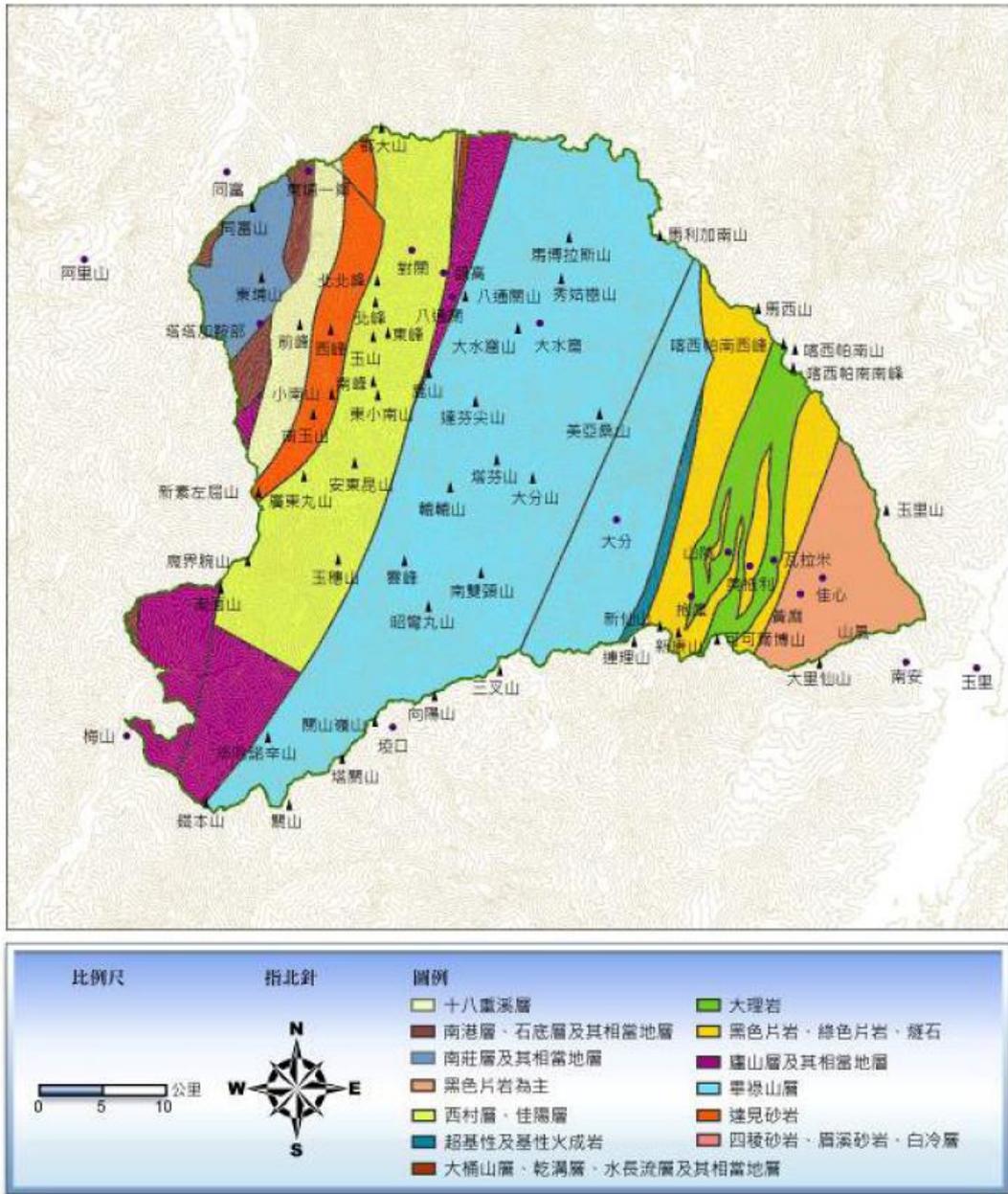


圖 2 玉山國家公園地質圖

## 第二章 基本資料蒐集

本章內容為基本資料蒐集成果，依據蒐集彙整之基本資料，區分地形、山峰、氣候、水系、區域地質等章節進行說明介紹。

### 2.1 地形

玉山國家公園位居本島中央山脈中部地區，地形陡峭、百岳兀立。根據山坡地保育利用條例施行細則之山坡地土地可利用限度分類標準，山坡地土地坡度可按其平均坡度傾斜比(percent slope)分為六級(如表 1)，本計畫利用中央研究院人社中心地理資訊科學研究專題中心之台灣 20 公尺間隔數值地形模型(DEM)資料，進行玉山國家公園園區地形分析，所得之全園區坡度分級圖如圖 3 所示。玉山國家公園園區平均坡坡度傾斜比為 27.2% (約 15 度)，最大坡度達 401.9% (約 76 度)，由表 1 可知，坡度>55% (即角度>28.8 度)占全園區面積達 68.56%，顯示玉山國家公園山峰林立，地形地勢相當陡峻。

表 1 全園區地形坡度分級

| 分級           | 占總面積(%) |
|--------------|---------|
| 第一級(<5%)     | 0.22    |
| 第二級(5%-15%)  | 1.45    |
| 第三級(15%-30%) | 6.45    |
| 第四級(30%-40%) | 8.38    |
| 第五級(40%-55%) | 14.94   |
| 第六級(>55%)    | 68.56   |

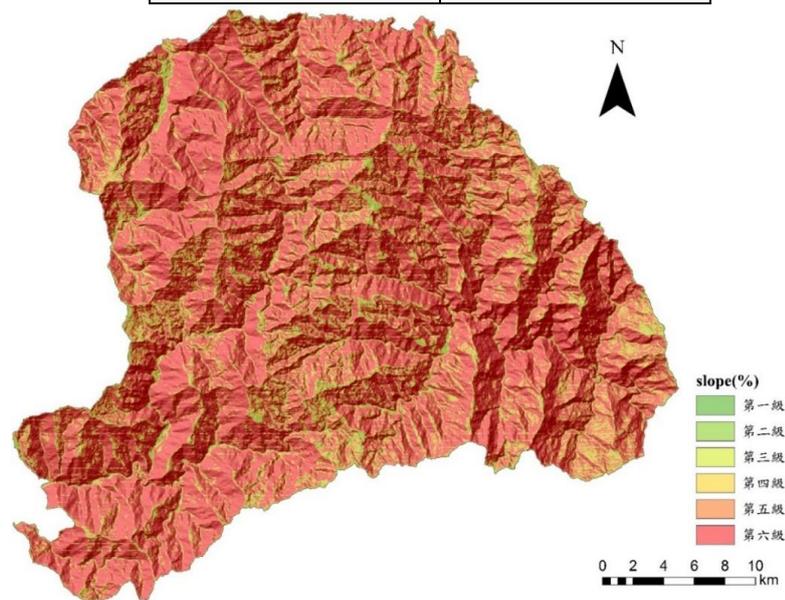


圖 3 玉山國家公園園區坡度分級圖

同樣利用中央研究院人社中心地理資訊科學研究專題中心之台灣 20 公尺間隔數值地形模型(DEM)資料，進行玉山國家公園園區地形坡向分析，將坡向劃分為 8 個方向，表 2 列出玉山全園區各坡向所占之百分比，圖 4 為園區之坡向分布圖。由統計結果(表 2)得出，各方向坡向占總園區之比例差異不大，但可看出園區整體之大坡向以東西向居多。

表 2 全園區坡度百分比

| 方向(角度)          | 占總面積(%) |
|-----------------|---------|
| 北(337.5-22.5)   | 13.99   |
| 東北(22.5-67.5)   | 12.72   |
| 東(67.5-112.5)   | 13.98   |
| 東南(112.5-157.5) | 9.99    |
| 南(157.5-202.5)  | 11.95   |
| 西南(202.5-247.5) | 11.56   |
| 西(247.5-292.5)  | 14.23   |
| 西北(292.5-337.5) | 11.57   |

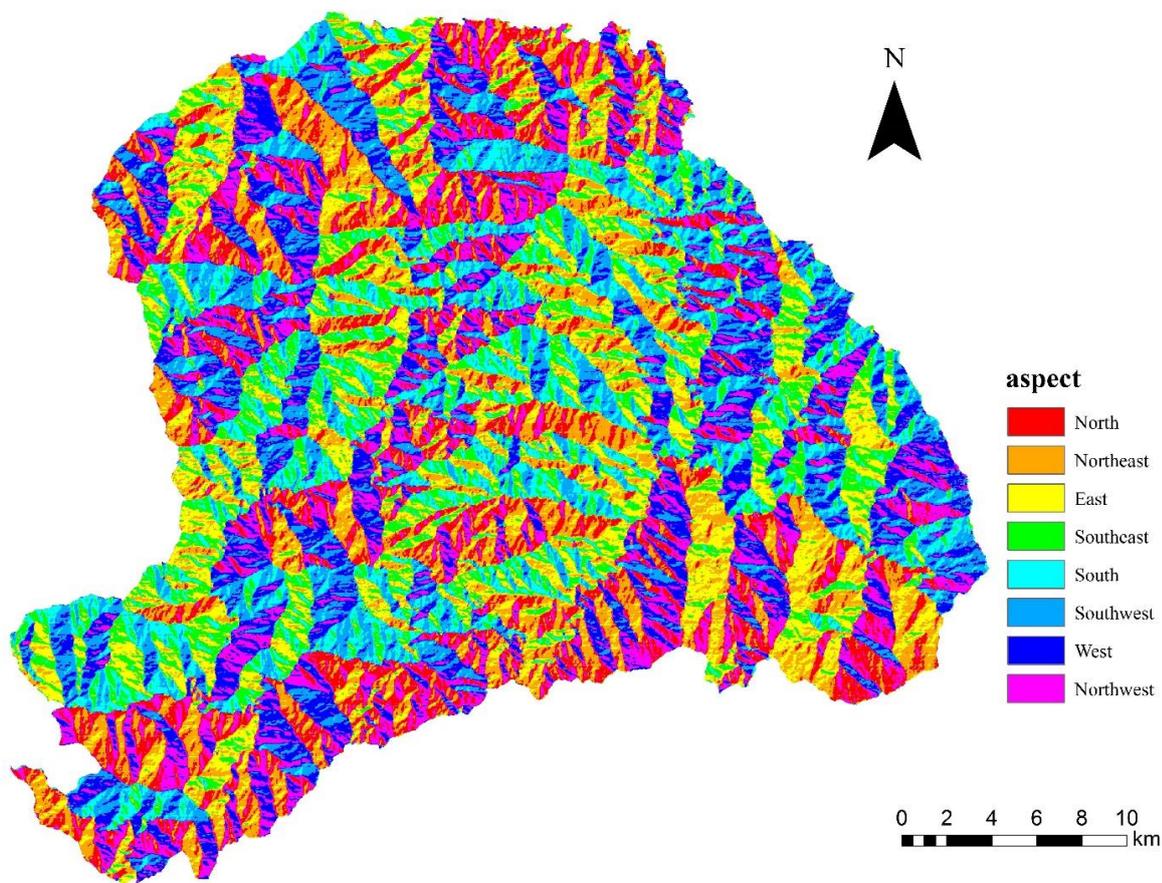


圖 4 玉山國家公園園區坡向分布圖



## 2.3 氣候

玉山國家公園內有玉山氣象觀測站及六座分布園區內的微氣象站。玉山氣象站位於玉山北峰海拔 3850 公尺山頂上，屬中央氣象局 24 個氣象觀測站之一，能即時提供天氣預報、特報、氣候統計資料、地震測報等查詢，係四等氣象測報機構；另外玉山國家公園管理處於民國 92 年~99 年期間曾委外進行「玉山國家公園氣象資料蒐集與水質監測分析」，於園區所內先後設有南安、梅山、天池、塔塔加、大分山屋及楠梓仙溪等六站微氣象站，其中大分山屋及楠梓為 98 年下半年度新設站點，上述微氣象站可提供園區內其他地區更準確之氣象資料。玉山國家公園園區歷年氣候資料如下所述，統計資料如表 3。

### 1. 氣象氣溫

由玉山氣象站顯示玉山全年平均溫度為 4.3 度，而由各微觀測站 92-99 年歷年平均溫度顯示南安(200 公尺)23.4 度、梅山(920 公尺)20.6 度、天池(2290 公尺)12.9 度、塔塔加(2600 公尺)8.9 度，以及 99 年的大分山屋(1019 公尺)14.2 度、楠梓仙溪(701 公尺)14.9 度，顯示海拔高度 2500 公尺以上年平均溫度低於 10 度以下。

### 2. 氣壓

玉山氣象站年平均大氣壓為 638.5 百帕，其他各站歷年(92-99 年)平均大氣壓，南安 984.4 百帕、梅山 911.8 百帕、天池 761.4 百帕、塔塔加 736.9 百帕，99 年度大分山屋 872.1 百帕、楠梓仙溪 807.8 百帕。對流層中 1500 至 3000 公尺，每上升 10 公尺氣壓下降 1 百帕，3000 至 4000 公尺，每上升 11 至 12 公尺氣壓下降 1 百帕，因此玉山、天池、塔塔加地區大氣壓力相對於其他地區要來的低許多。

### 3. 相對溼度

依玉山氣象站顯示玉山地區年平均相對濕度僅 74%，其他各站歷年(92-99 年)相對溼度南安 92.6%、梅山 90.9%、天池 83.6%、塔塔加 91.9%，99 年大分山屋 77.7%、楠梓仙溪 92.1%，顯示玉山地區因地勢高，空氣流通，且高度超過水氣凝結集中之地帶，年平均相對濕度低於 80%，其餘地區則在 85% 以上。

### 4. 風速

玉山氣象站十分鐘平均風速約 5.04m/s 南風，其他各站歷年(92-99 年)平均風速南安 0.81m/s、梅山 1.00m/s、天池 1.02m/s、塔塔加 1.12m/s，99 年度大分山屋 0.77m/s，楠梓仙溪區域近乎無風。

## 5. 降雨量與降雨日數

玉山氣象站年平均降雨量 2645.7mm，年平均降雨日數約 140 日，其他各站(92-99 年)年平均降雨量南安 1418mm、梅山 2473mm、天池 2040mm、塔塔加 6523mm，而 99 年度大分山屋年累積降雨量 1019.3mm(缺 3-7 月資料)、楠梓仙溪 701.6mm。園區降雨主要集中在 5 月至 8 月間，其中 5-6 月上旬為梅雨季，降雨日數多而雨量較少，6-8 月為颱風與夏季雷雨季降雨日數少而雨量多，全區冬乾夏濕對比明顯。

## 6. 日照時數/累積日射量

由玉山氣象站資料顯示，玉山地區平均年累積日照時數為 2028.1 小時，其中 10 月至隔年 1 月月平均日照時數超過 200 小時，顯示冬季降雨日數少，日照時間相對增加。其他各站係以日射量(輻射量)計算，92-99 年年累積日射量南安為 233.5 瓦、梅山為 318.25 瓦、天池為 317.4 瓦、塔塔加為 289.1 瓦、楠梓仙溪 170.2 瓦，大分山屋尚無全天日射計可供紀錄。

表 3 園區內氣象站與微氣象站統計表

| 要素/地區                             | 玉山<br>(70-104 年) | 南安<br>(92-99 年)   | 梅山<br>(92-99 年)  | 天池<br>(92-99 年)   | 塔塔加<br>(92-99 年)  | 大分山屋<br>(99 年) | 楠梓仙溪<br>(99 年) |
|-----------------------------------|------------------|---|--|---|---|----------------|----------------|
| 年平均氣溫<br>(°C)                     | 4.3              | 23.4  | 20.6   | 12.9  | 8.9<br>(不含 95 及<br>96 年資料)  | 14.2           | 14.9           |
| 年平均氣壓<br>(hPa)                    | 638.5            | 984.4   | 911.8  | 761.4<br>(96 年 7 月<br>至 11 月資料)   | 736.9<br>(不含 92-97<br>年資料)  | 872.1          | 807.8          |
| 年平均相對 濕度<br>(%)                   | 74               | 92.6  | 90.9   | 83.6  | 91.9<br>(不含 96 年<br>資料)   | 77.7           | 92.1           |
| 年平均風速<br>(m/s)                    | 5.04             | 0.81<br>(不含 92 年<br>資料)                                 | 0.81<br>(不含 92 年<br>資料)                                    | 1.02<br>(不含 92 年<br>資料)   | 1.12<br>(不含 95 及<br>96 年資料)   | 0.77           | 0.01           |
| 八年累積總 降雨量<br>(mm)                 | --               | 8796.5<br>(不含 96 年<br>資料)                               | 19786.5  | 14275.9<br>(不含 95 年<br>資料)  | 39136.8<br>(不含 95 及<br>96 年資料)  | 1019.3         | 701.6          |
| 年平均累積 降雨量<br>(mm)                 | 2645.7           | 1417.8<br>(不含 92 及<br>96 年)                             | 2473.3   | 2039.4<br>(不含 95 年)   | 6522.8<br>(不含 95 及<br>96 年)   | 1019.3         | 701.6          |
| 年日照時數(小時)/<br>歷年平均月 累積<br>日射量 (瓦) | 2028.1<br>(小時)   | 233.5<br>(瓦)<br>(不含 92 及<br>96 年, 98<br>年缺 1 月至<br>7 月) | 318.25<br>(瓦)<br>(不含 93<br>年, 98 年缺<br>1 月至 7 月<br>及 11 月) | 317.4<br>(瓦)<br>(95、96 年<br>僅 7 至 11<br>月, 97 年缺<br>6 至 8 月,<br>98 年缺 1 至<br>7 月) | 289.1<br>(瓦)<br>(不含 95<br>及 96 年, 98<br>年缺 1 月至<br>7 月、9 月、<br>11~12 月) | --             | 170.2<br>(瓦)   |

註--表示無數據

## 2.4 水系

玉山國家公園為濁水溪、秀姑巒溪及高屏溪三大河川最重要的上游集水區，西北園區涵蓋濁水溪流域及部分高屏溪上游，東部園區屬秀姑巒溪流域，南部園區則涵蓋高屏溪流域，如圖 6。本計畫研究區域如紅框所示，涵蓋濁水溪流域與高屏溪流域，沙里仙溪、陳有蘭溪、荖濃溪與楠梓仙溪皆為流域的水源溪流。



圖 6 玉山國家公園水系分布

## 2.5 區域地質

玉山國家公園居台灣中央，依地質特徵可細分成五個地質區，自西向東依次為(1) 西部麓山帶中新世沉積岩區；(2) 雪山山脈帶古第三紀變質板岩系；(3) 脊梁山脈帶中新世變質板岩系-廬山層；(4) 脊梁山脈帶古第三紀或更老之變質板岩系-畢祿山層；(5) 古生代晚期變質岩基盤-大南澳變質雜岩。最古老的地層在中央山脈東側，為變質岩基盤之大南澳雜岩，這也是台灣最古的老地層。大南澳雜岩層形成於一至三億年前的古生代後期至中生代，此處沉積了大量的火成岩、砂岩、頁岩及石灰岩，其後受到造山運動的影響，發生強烈的變質作用，形成變質雜岩系，主要組成之岩石有黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩及大理石。台灣變質板岩系之雪山山脈帶、脊梁山脈帶之廬山層以及畢祿山層，均為中生代或古第三紀的沉積地層。此時期，原為陸地的臺灣島又再度下沉，成為第三紀地層的沉積場所。最先沉積巨厚的灰黑色頁岩、泥岩，間夾有砂岩互層，這些岩層經過變質作用，泥質岩層變成硬頁岩、板岩及千枚岩；砂岩則變成石英岩。國家公園區中央山脈之馬博拉斯山、秀姑巒山至關山、新康山均屬脊梁山脈帶的畢祿山階，佔國家公園約二分之一的面積；八通關至中央、白洋金礦及八通關至南營地之間屬脊梁山脈帶廬山階；而著名的塔塔加鞍部—玉山群峰—八通關—雲龍瀑布附近則屬於雪山山脈帶。塔塔加鞍部與沙里仙溪以西地區，是國家公園最年輕的地質區，為新第三紀沉積岩，屬南莊層，主要岩性為砂岩、深灰色頁岩或砂頁岩互層。以上介紹整理成玉山國家公園地層概述表如表 4，全園區區域地質圖如圖 7。

玉山國家公園內主要構造有沙里仙溪斷層(即地利斷層最南段)、眉溪斷層(即梨山斷層)、新關斷層、唯金溪斷層、檜谷斷層、關山斷層、郡東山斷層、九華山斷層、同富山複向斜及丹大山複向斜。其中沙里仙溪斷層係雪山山脈帶與西部麓山帶之分界斷層，為一條活動逆衝斷層；眉溪斷層為雪山山脈帶與脊梁山脈帶之分界斷層，大多數地質界專家認為兩山脈帶間漸新世地層缺失可能受逆衝斷層影響，但此爭議性仍值得討論；新關斷層為一左移斷層，關山斷層、郡東山斷層及九華山斷層於此區域為推測斷層；同富山複向斜位於南莊層中，並在新中橫公路 119K 至塔塔加登山口有明顯出露，由岩層位態判斷軸線約呈 N20°E 走向(胡賢能，2002)，大禹嶺層中則夾有一到東北西南走向之丹大山倒轉向斜。

表 4 地層概述表（參考王鑫，1996；何春蓀，1986）

| 區別     | 年代    | 地層                            | 分布                                   | 岩性                                      |
|--------|-------|-------------------------------|--------------------------------------|---|
| 沉積岩區   | 中新世   | 南莊層                           | 塔塔加鞍部以西                              | 淺灰色砂岩夾薄頁岩，偶夾薄煤層。                        |
|        |       | 和社層                           |                                      | 黑色頁岩，偶夾暗灰色細粒砂岩。                         |
| 板岩區    | 中新世   | 廬山層                           | 八通關以東至大水窟一帶                          | 黑色板岩或千枚岩化岩板                             |
|        |       | 始新世                           | 佳陽層                                  | 塔塔加鞍部至八通關                               |
|        | 玉山主峰層 |                               | 以黑色板岩為主，偶夾砂岩石灰岩質砂岩、泥岩，含 Assilina 化石。 |   |
|        | 達見砂岩  |                               | 中粒至粗粒白色石英岩質砂岩，偶夾板岩薄層。                |   |
|        | 十八重溪層 |                               | 以黑色板岩為主，偶夾砂岩或石灰岩質砂岩。                 |   |
|        | 畢祿山層  | 1.中央山脈山脊，東至沙拉比一帶。<br>2.鹿鳴橋至玉里 | 板岩、千枚岩、石英岩互層；或板岩、千枚岩為主，夾薄層變質岩。       |   |
| 火成岩體區  | 新生代以前 | 中基性火成侵入岩體                     | 板岩區與結晶石灰岩區之間（儒潤至新崗）                  |   |
| 結晶石灰岩區 | 古生代晚期 | 太魯閣層                          | 新崗至瓦拉米間                              | 結晶石灰岩（大理岩）為主，間夾綠色片岩、石英片岩。               |
| 片岩區    |       | 太魯閣層                          | 瓦拉米至黃麻間                              | 絹雲母、石墨、石英等片岩類。                          |
|        |       | 玉里層                           | 黃麻溪至鹿鳴吊橋一帶                           | 黑色片岩（石墨片岩為主）、砂石片岩為主，夾有綠色片岩或蛇紋岩，不含結晶石灰岩。 |

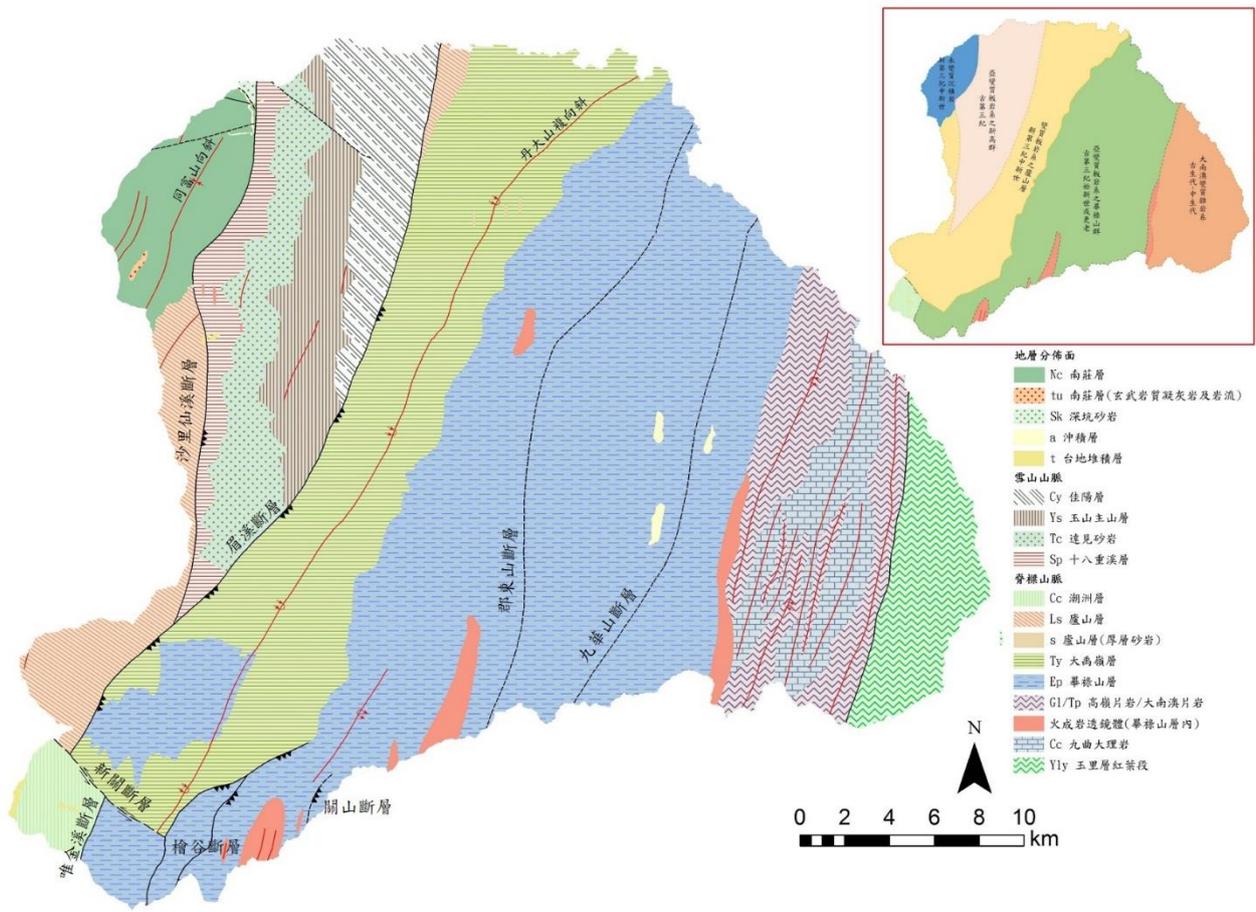


圖 7 玉山國家公園區域地質圖(中央地質調查所五萬分之一流域地質圖)



### 3.1.2. 繪製建立地質圖

本工作依據地質調查結果，更新建立玉山主峰區域的地質特徵、地層層序及區域構造等基本資料。依據資料蒐集、分析與現地調查結果，更新建立包括：

- A. 區域調查地質圖，標示地形、岩層位態、地質構造等分布位置，並附地質剖面圖。
- B. 細部調查地質圖，標示地形、岩層位態、岩石性質、地質構造及地質遺跡分布位置，並附地質剖面圖。

#### A. 區域調查地質圖

本計畫調查區域為玉山主峰線為主，區域地質部分則參考既有文獻資料作必要之修訂，區域地質範圍為三年度計畫研究範圍，以圍繞玉山群峰線和八通關古道東埔路段為主繪製五萬分之一區域地質圖。

彙整過去到現在主要之區域地質參考資料如下列述，詳細地質之彙整探討請參閱第四章重要文獻回顧與探討內容。

本地區之前人調查資料：

1. 王文能（1978）與李春生（1979）對孫海林道、郡大林道、玉山林道及八通關古道作區域地質調查工作，繪出部分東埔-玉山地區地質圖（圖 9）。
2. 張邨生（1984）依嘉義、玉山及水里等區之調查繪製地質圖，將玉山主峰地區劃入新高層內（圖 10）。
3. 胡賢能等（2002）與潘以文等（2006）均對玉山東埔地區作路線區域地質調查工作，以航照為底圖繪製主要地質構造線（圖 11）。
4. 史天元等（2003）針對李春生水里—玉山地區之古第三紀地層加以調查，繪製了涵蓋孫海林道、十八重溪、八通關古道、及玉山林道之區域地質圖，採用張寶堂方法將玉山主峰層併入達見砂岩內（圖 12）。
5. 地調所（2008）執行易淹水計畫於五萬分之一玉山圖幅範圍內繪製之地質草圖，在塔塔加至玉山主峰間主要出露地層為十八重溪層、達見砂岩、玉山主峰層和佳陽層（圖 13）。

在地層分層間上，塔塔加至玉山主峰間主要出露岩性以變質砂岩與板岩交互出現，惟因製圖者之主觀認定而有所差異，故在區域地質圖方面，工作重點係系統整各圖資，將東埔玉山區整合成一張區域地質圖。就以上資料而言，地調所 2008 年繪製五萬分之一地質草圖為目前最新版本，本計畫將依據此版本進行圖資彙整與修正。

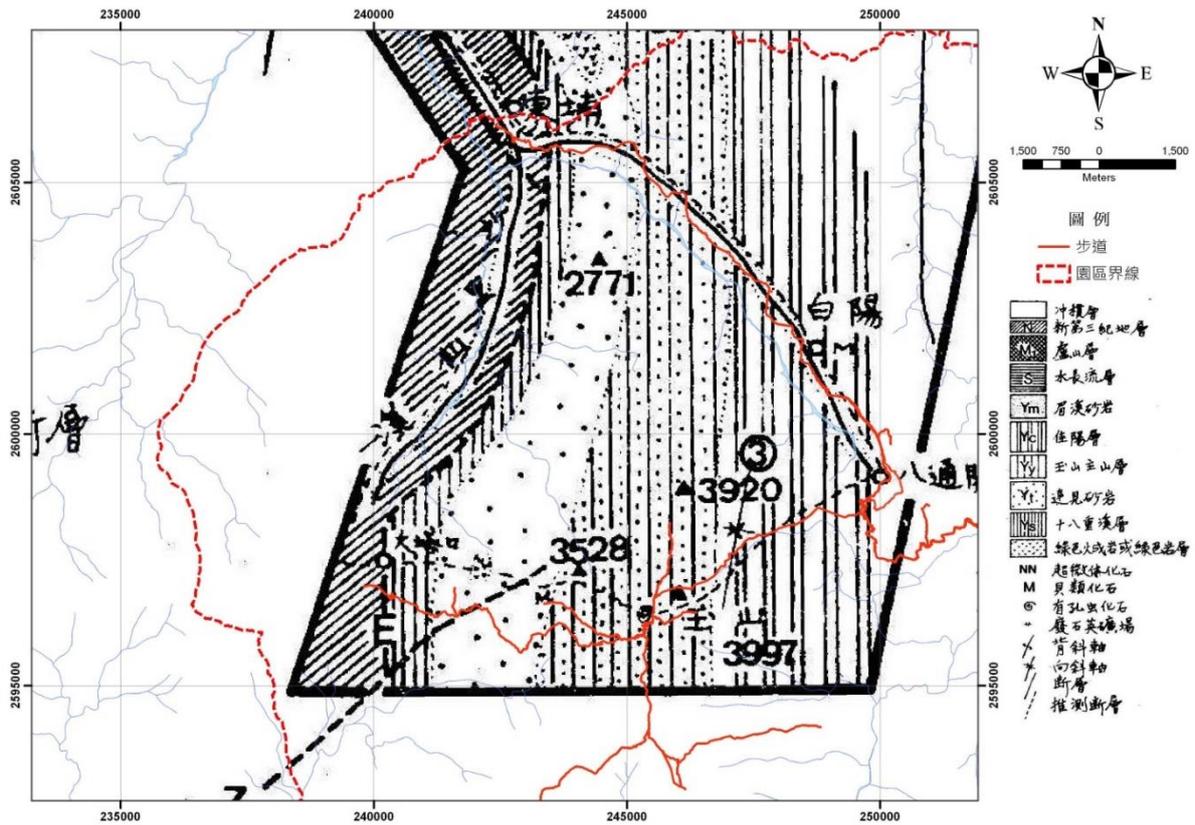


圖 9 東埔玉山地區之地質圖(李春生, 1979)

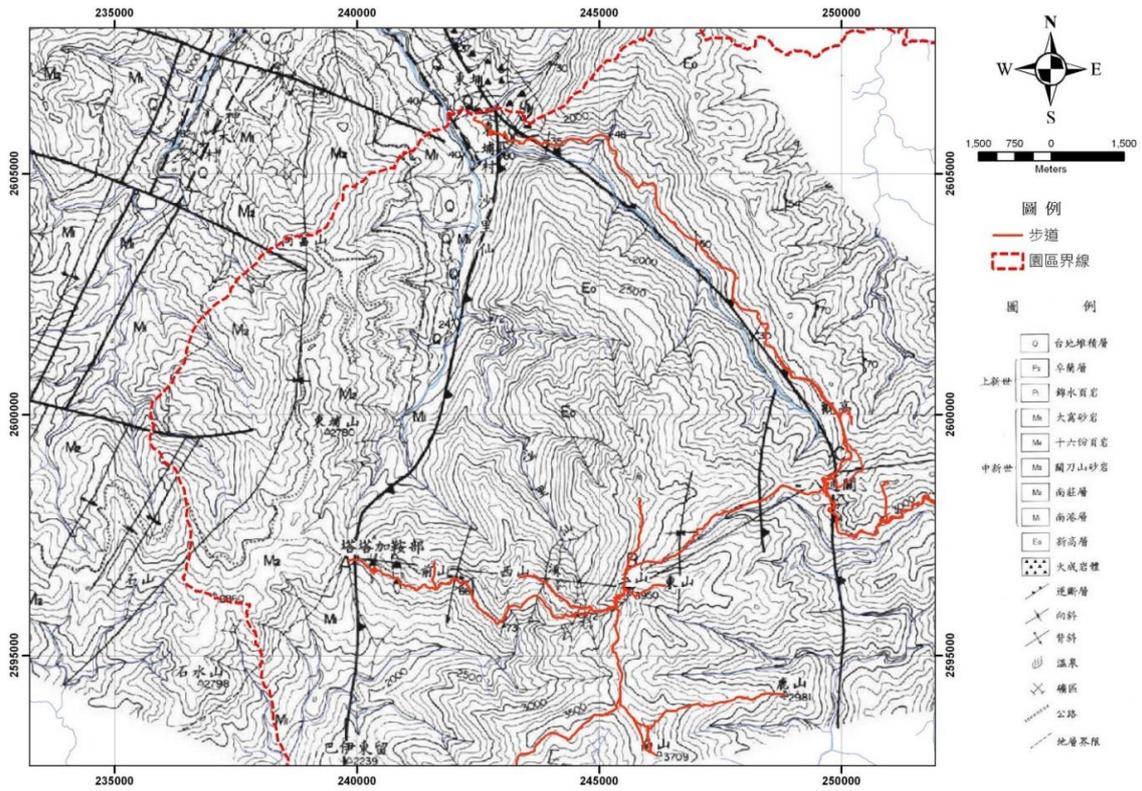


圖 10 嘉義-玉山-水里公路沿線地質圖(張卯生，1984)

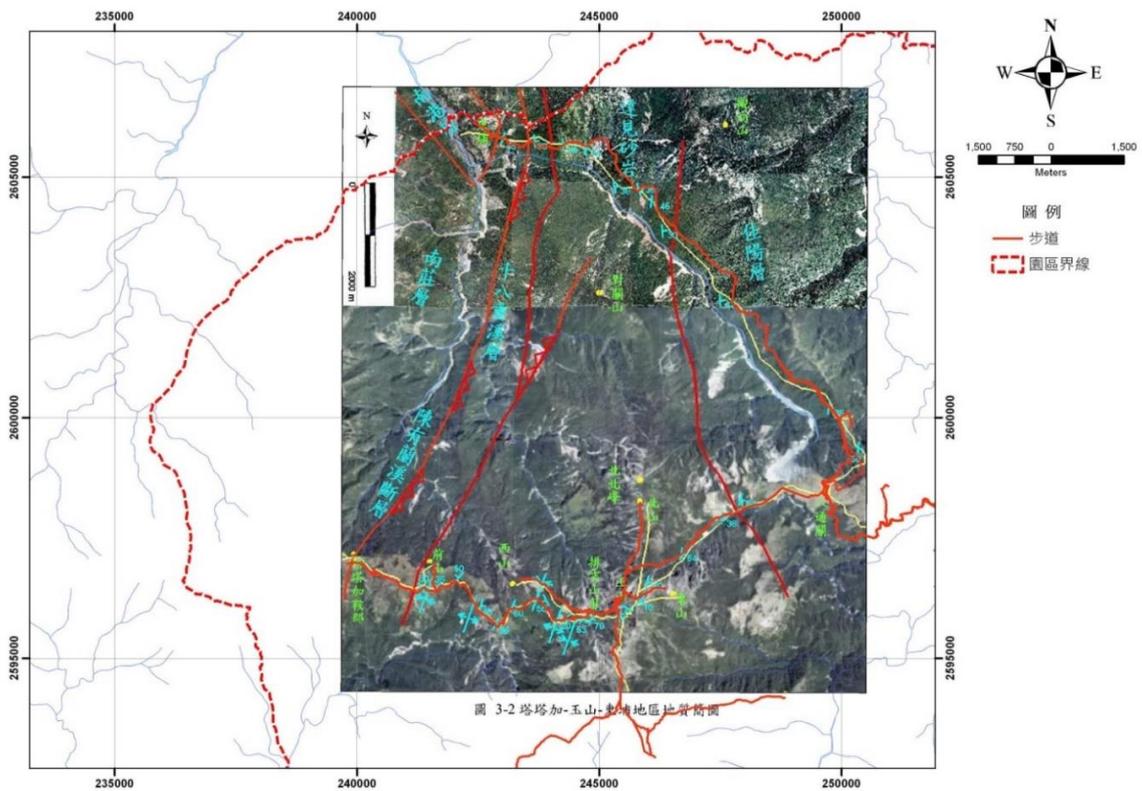


圖 11 塔塔加-玉山-東埔地區地質簡圖(胡賢能，2002；潘以文，2006。參考王文能，1978 之分層架構)



## B. 細部調查地質圖

本工作重點為繪製前人資料較缺乏之地質剖面圖，繪製剖面圖前，細部調查地質圖係為建立合理之區域地質圖與剖面圖的必要工作，本計畫針對蒐集既有之調查資料，如地質圖、航照判釋資料、標本採集分析資料，彙整後進行重點查核，如地層認定、地質構造位置、航照判釋之相關線型等。現地查核規劃路線由塔塔加調查至玉山主峰，並以排雲管理站為基地，進行玉山主峰附近之細部地質調查，包含排雲山莊至西峰、主峰至東峰、主北叉路口下碎石坡等路線，藉由地質調查結果建立地質剖面。

彙整過去既有參考資料如下：

1. 朱傲祖(1991)進玉山地區地質構造研究時，進行細部手繪局部山峰或區域的地質構造簡圖，如圖 14。
2. 胡賢能(2002)於集集大地震後進行東埔玉山區域的地質調查工作，並完成一萬分之一的路線地質條帶圖，圖 15。
3. 地調所(2008)執行易淹水地區水患治理計畫亦進行調查路線之岩性記錄，圖 16。

過去細部地質圖資料不似區域地質圖豐富，本年度預定繪製五千分之一圖幅，因此除繪製路線地質條帶圖外(如圖 15、圖 16)，亦記錄各調查點之資訊，並描繪重點露頭(詳圖 14)，輔助分析本區之地質構造，以滿足繪製地質圖之需求，建立地質剖面圖之基礎。

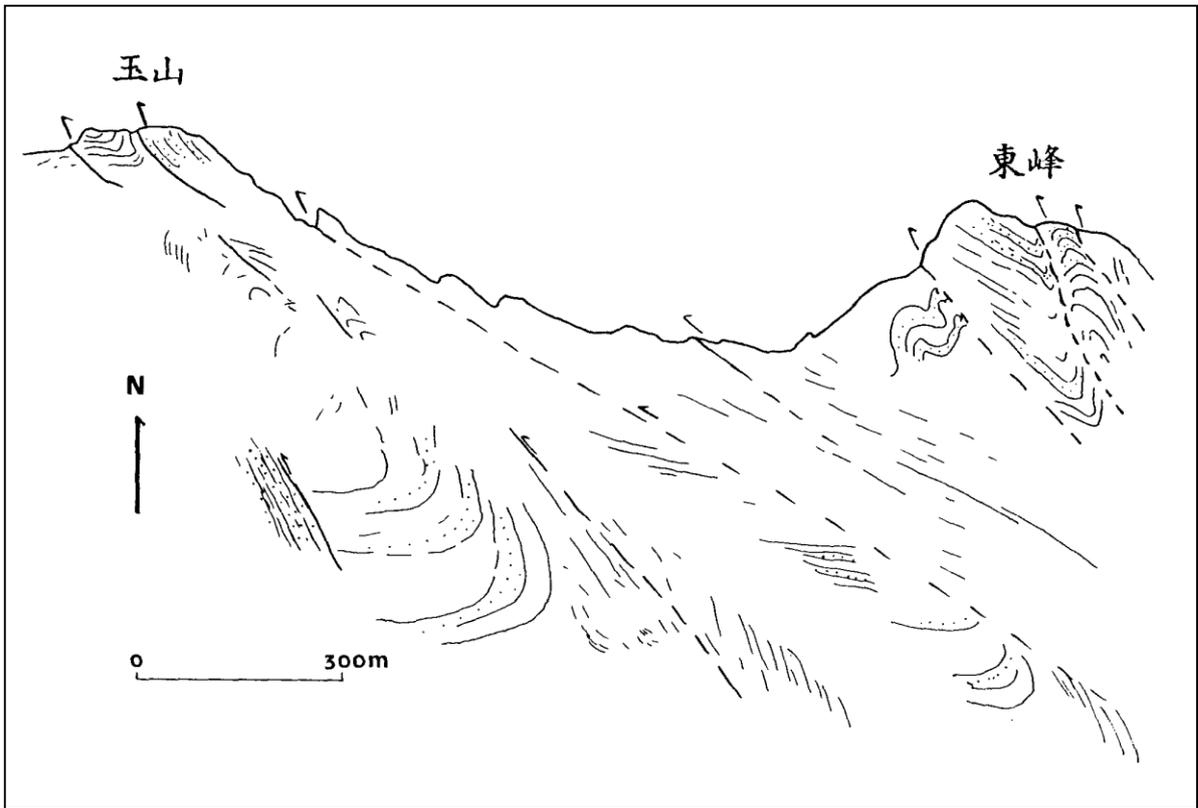


圖 14 玉山與東峰間之地質構造描繪圖(朱傲祖，1991)

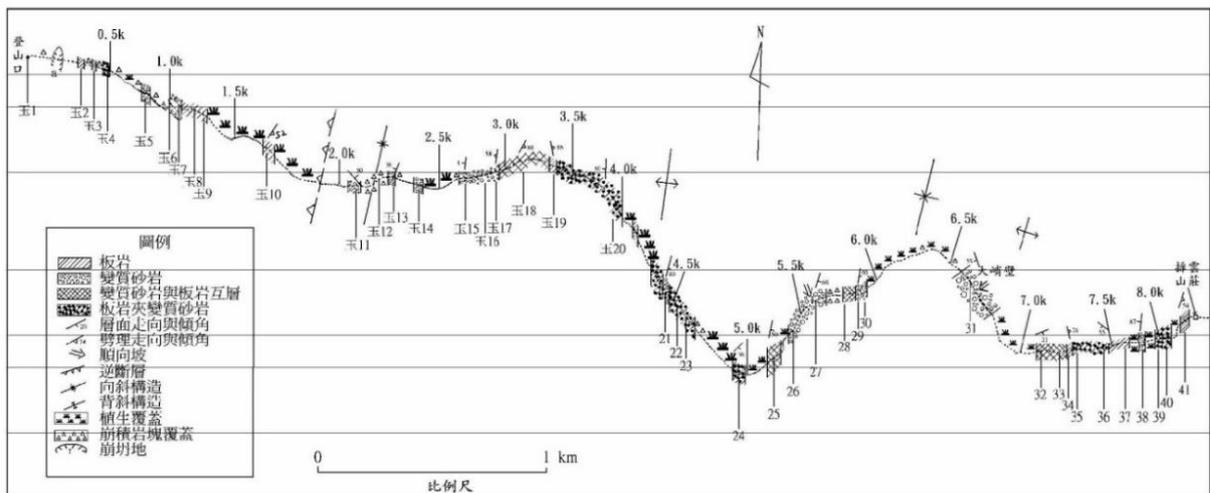


圖 15 一萬分之一之登山步道沿線地質條帶圖(胡賢能，2002)

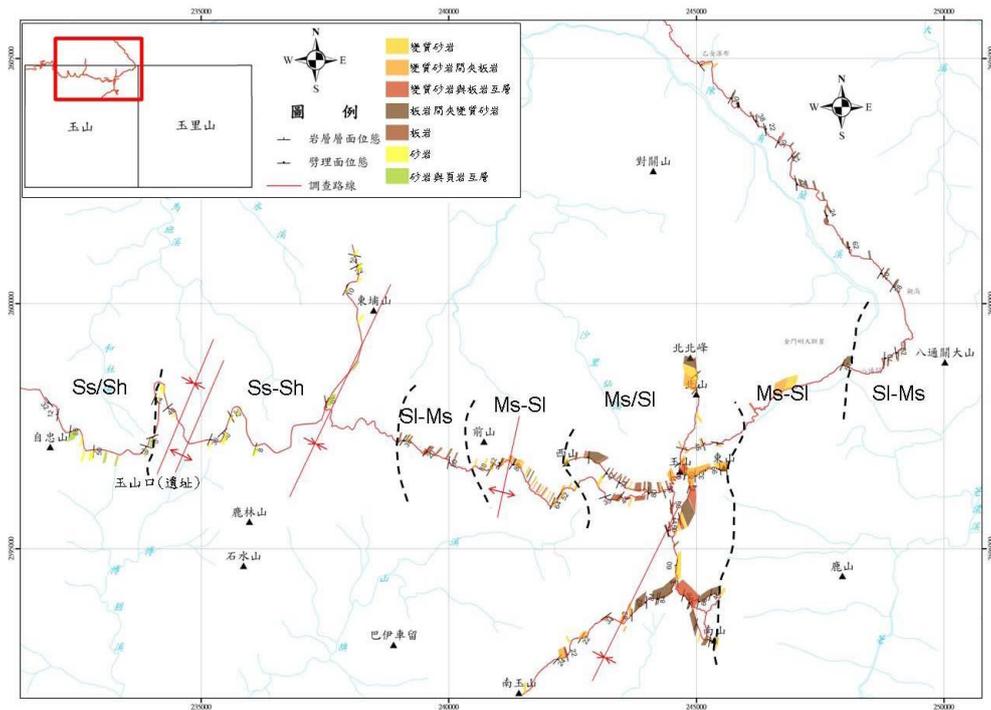


圖 16 玉山主峰線之路線地質條帶圖(地調所，2008)



光達雷射掃描的多重反射回波特徵，可獲得剝除植生的地面精確三維座標，提供精確的三維地形建製，甚至在地表裸露區清楚可見岩層方位，利用圖算三點法即可輕鬆獲取岩層位態資料，對於無法徒步到達的區域增加判釋資料。

目前已取得民國 101 年「莫拉克災區 LiDAR 高解析度數值地形製作」，以及今年玉山國家公園管理處委外製作的「玉山主群峰線區域之航空攝影及空載光達掃描作業採購」可使用，初步將兩年度光達影像製作出陰影圖如下圖 18 和圖 19：

兩年度精度皆為 1 公尺\*1 公尺高精度數值地形，對於大區域地層分區與地質構造皆為非常有用資料，預計明年度會結合今年路線地質條帶圖、剖面圖、明年度航照判釋及新增加調查區域，以空載光達資料當底圖進行 3D 模型繪製。

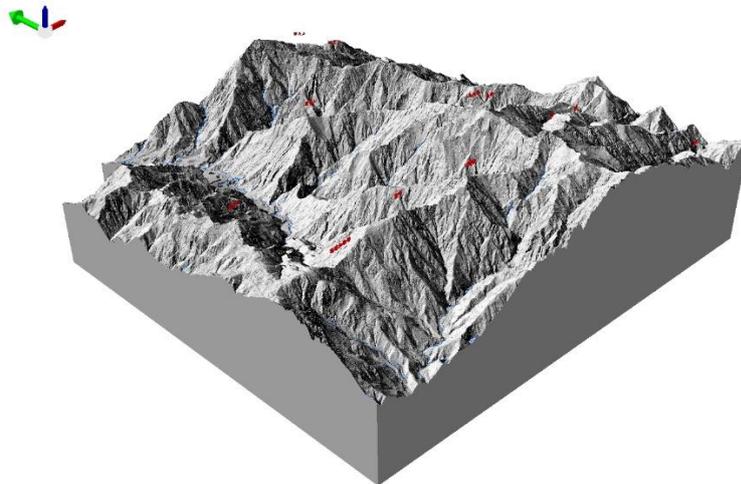


圖 18 莫拉克災區 LiDAR 高解析度數值地形製作，玉山-東埔區域

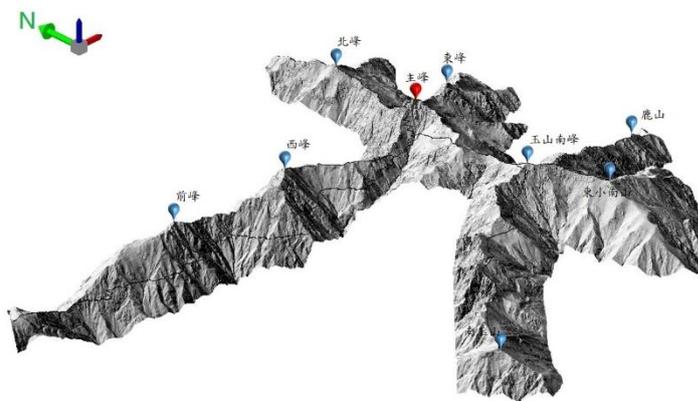


圖 19 玉山主群峰線區域之航空攝影及空載光達掃描作業採購

## 第四章 研究成果

### 4.1. 重要文獻回顧與探討

在這中央山脈之最，平均海拔 2500 公尺地區，地質構造複雜，且高山陡峻、道路崎嶇不易抵達，因此針對玉山地區進行之地質調查資料有限，大多為大區域小比例尺之調查，經彙整前人之調查資料，結果分述如下。

#### 4.1.1 地層

玉山地區之地層，最早在日治時期由早坂一郎(Hayasaka, 1934; 1935)及市村毅(Ichimura, 1936; 1937)對新高山做地質構造的描述與觀察，之後丹桂之助(Tan, 1939; 1942; 1944)將塔塔加鞍部至八通關間出露之岩層劃分為上部板岩系，並稱為新高層，於八通關以東出露之岩層劃分為下部板岩系。

王文能(1978)及李春生(1979)對孫海林道、郡大林道、玉山林道及八通關古道進行區域地質調查工作，李春生將此區古第三紀地層劃分為十八重溪層、達見砂岩、玉山主峰層以及佳陽層，其中十八重溪層及玉山主峰層為新提出之地層單位。

其後，張寶堂(1984)、張郁生(1984)及顏滄波等(1984)均針對玉山山塊作路線或區域地質調查工作。張寶堂將本區岩層分成十八重溪層、達見砂岩和佳陽層，把玉山主峰層併入達見砂岩內；張郁生則將玉山地區的地層沿用丹桂之助(Tan, 1944)的劃分，稱為新高層。顏滄波等(Yen et al., 1984)研究新中橫公路(玉山線)沿線之地質，將玉山周圍地區之岩層區分為 N 層與 E 層，E 層即為丹桂之助所提出之新高層，岩性有板岩與砂岩互層、玢岩與綠色岩；N 層則為砂岩與頁岩互層，此兩地層間以斷層接觸，然根據層面的傾斜以及岩性和化石的分布來判斷，E 層東側為一個平緩開放型向斜構造，並向北可延伸至秀姑巒山一帶；E 層西側則為一軸面向東傾斜的背斜構造；在玉山前山附近可能有一個軸面向東傾斜的向斜構造存在，其西翼被塔塔加斷層切斷，並直接與中新世地層形成的鹿林山向斜(Tsan and Keng, 1962)相接。N 層可與台灣北部的南莊層或南港層對比。

林慶偉等人(1994)調查新中橫公路阿里山至同富山間之構造地層特性一文中，依據野外中視構造可分為四個構造地層單位，分別為單位 A、單位 B、單位 C 和單位 D。單位 A 從觸口到自忠，以寬廣褶皺為主，岩性主要為厚層砂岩；單位 B 從自忠到玉山，以連續褶皺伴隨斷層為主，岩性主要為砂頁岩薄互層；單位 C 從玉山到塔塔加，以破裂面和斷層為主，岩

性有厚層砂岩和砂頁岩薄互層；單位 D 從塔塔加到同富山，以發達的破裂面和斷層為主，岩性主要為厚層砂岩。

#### 4.1.2 地層層序與化石

為了解地層年代及地層層序，主要藉由化石定年輔助，富田芳郎及丹桂之助(Tomita and Tan, 1937)在玉山西坡板岩層中的砂岩夾層裡找到 *Assilina*，一般認為 *Assilina* 存在於古新世到中期始新世(李春生 1979；1984)。富田芳郎與丹桂之助(1937)在玉山排雲山莊附近所發現之 *Assilina* 化石，多年後丹桂之助(1971)重新鑑定，將該化石更正為 *Operculina* 代表屬之新種(李春生，1979；1984；朱傲祖，1991)，但李春生和李重毅(1977)認為此化石產出地點與王文能和陳清義(1978)在小南山附近發現者可能皆屬玉山主山層，分類上較為接近 *Assilina*(謝凱旋，2008)，黃敦友(2007)認為丹桂之助(1971)的排雲山莊化石照片很可能是 *Nummulites junbarensis*。在玉山的排雲山莊和西坡皆有發現 *Assilina*，顯示玉山主山層(或達見砂岩)對比至四稜砂岩和白冷層的可能性最大(謝凱旋，2008)。因此玉山主山層之年代可能定為早於晚期始新世(李春生，1979；1984)。

丹桂之助(1944)曾在玉山附近之前山及西山等處發現像淡水二枚貝化石 *Corbicula baronensis*，年代屬始新世(李春生，1979；1984；朱傲祖，1991)。王文能及陳清義(1978)在玉山前山發現 Gastropoda 腹足綱化石 *Turritella*，在小南山附近發現 *Assilina* 化石(李春生，1979；1984；朱傲祖，1991)，由於 *Assilina* 的出現，而定為早於晚期始新世。但朱傲祖(1991)認為此兩處化石均位於崩落山坡之石塊中，原產地可能不遠，因此可推定附近必有始新世地層，但無法確定化石所出露之地層所在。朱傲祖(1991)在玉山南峰西側稜線發現貝類化石密集帶，經呂懿德(Lue and Chu, 1989)鑑定，包括 *Ficus taiwanica*、*Pitar taiwanensis*、*Nucula (Leionucula) sp. Acica* 等貝類化石，並暫訂此些貝類化石年代為漸新世，另有發現生痕化石 *Chondrites* 及 *Palaeophycus*。玉山地區及鄰近地區出露之地層如眉溪砂岩、佳陽層、玉山主峰層、達見砂岩、十八重溪層和廬山層等(王文能等，1968；朱傲祖，1991；地調所易淹水計畫，2008)只有零星或缺乏有孔蟲和貝類化石發現，缺乏指準化石，因此對於眉溪砂岩、佳陽層(始新世)與廬山層(中新世)間地層接觸關係尚有諸多論點，圖 20 為新中橫至玉山之間化石分析資料。

如陳肇夏(1976)進行埔里霧社地區調查時將台灣中部整合於佳陽層上之地層命名為眉溪砂岩層，但眉溪砂岩並無指準化石供年代判定；張麗旭(1971)則曾於佳陽層發現少量漸新世

Globigerinodes 化石，富田芳郎與丹桂之助(1937)及王文能(1978)於佳陽層底部之玉山主峰層發現 Assilina 化石，因此暫定佳陽層為漸新世至始新世地層，而中部地層找到化石群(張麗旭，1976；紀文榮，1978)，廬山層底部則無化石紀錄，因此推論廬山層地質年代範圍應更早於中新世，因此三者間接觸關係與地層年代不明確，中間地層缺失原因也尚有爭議。

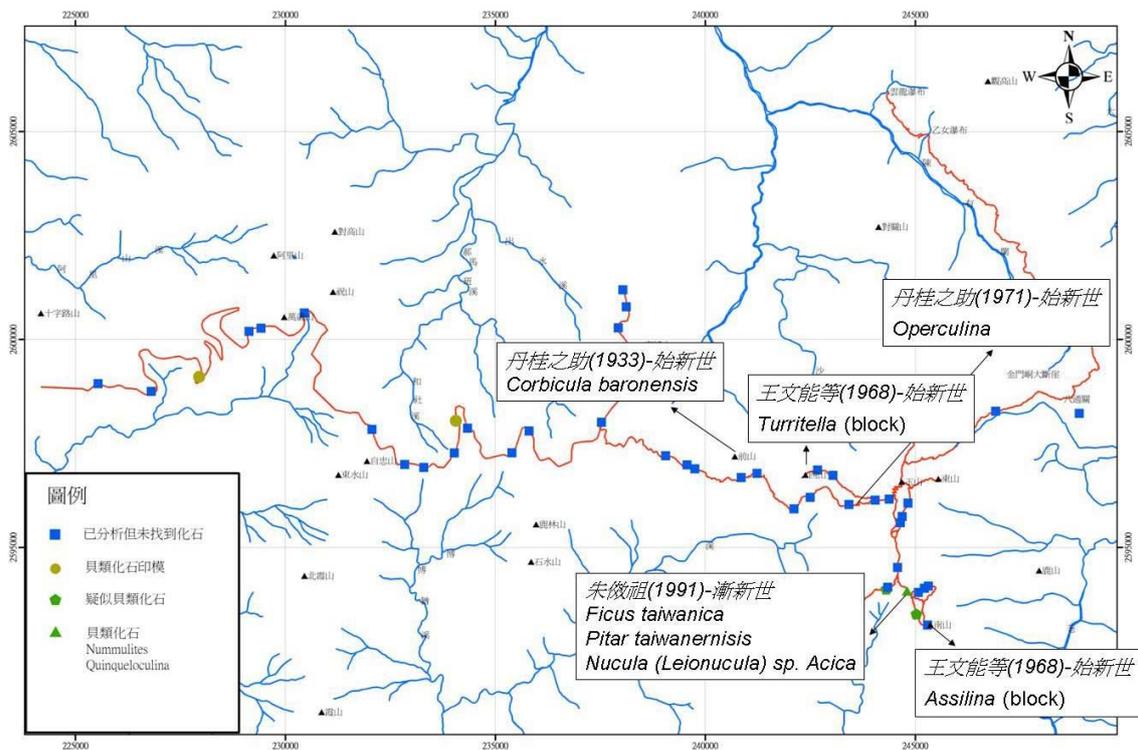


圖 20 新中橫至玉山間化石分析資料

#### 4.1.2 地形與地質構造

以地質構造觀點研究之文獻為數不多，朱倣祖(1991)藉由現地調查、露頭描繪及分析斷層擦痕取得的古應力軸資料，研究玉山及其四周山峰形成之構造幾何特徵。其成果指出玉山地區係由於東西向水平應力擠壓疊置形成逆衝斷層系，可於野外露頭看見複疊構造( duplex structure )中之腹地向複疊( hinterland dipping duplex )、複疊堆( duplex stack )、背狀堆( antiformal stack )等構造形式，例如排雲山莊至塔塔加鞍部步道上的露頭即為一系列連斷層( link fault)切割岩層形成斷塊，形成複疊構造如圖 21；圖 22 則為玉山主峰步道沿線所見之背狀堆構造露頭，為逆衝斷層沿地層滑動遇地層的阻礙而仰起並繼續滑動跨越切割地層而形成之背斜狀構造，當新的斷層沿舊路徑下方繼續滑動時同遇切割地層而再次仰起即形成背狀堆構造，最早形成疊置位置則越高。另外，由野外蒐集之斷層擦痕分析之古應力軸資料分析，玉山地區之最大主應力軸方位為  $N75^{\circ}E$  至  $S75^{\circ}E$ ，主應力軸平均為東西方向，故玉山地區之地質構造以逆斷層與平移斷層為主，不論背斜或向斜構造多被向西滑之逆衝斷層所切割，但斷層傾角不大，大多不超過 30 度。其研究結果指出，玉山地區地層由於為濱海及大陸棚間之沉積物組成，岩相變化快速之不均質地層，因此本區域逆衝斷層系常有疊瓦構造與複疊構造等幾何特徵，相較一般逆衝斷層模式更為複雜。

地形部分，過去曾有鹿野忠雄(1932)發表的地形研究報告，其文中指出南湖大山與雪山山區分佈著許多圈谷地形及冰河遺跡。其後胡賢能(2002)於集集大地震後進行塔塔加至東埔長達 70 公里的路線地質調查，發現玉山西北面河谷發現似冰河時期留下的冰斗地形以及附近山嶺脊線呈刀嶺及角峰等冰河地形特徵，認為此區域曾被冰河覆蓋。

近期針對玉山主峰及附近高山之研究，大多為步道沿線岩性與崩塌之紀錄(程延年，1986,1987；林慶偉，1984；陳隆陞，1994；史天元，2003,2004；潘以文，2006,2014 等)。胡賢能(2002)於 921 大地震後調查新中橫公路及玉山群峰線沿線山崩與邊坡破壞情形，並同時進行路線地質調查工作繪製一萬分之一大比例尺路線地質條帶圖，詳細記錄道路及步道沿線的岩性與地質構造，並配合航照判釋結果探討地形發育史。史天元(2003)則利用航照影像分析判釋東埔至八通關地區地質、地形構造，與現地調查互相輔佐，並修改部分地層分布。潘以文(2006)統整了前人調查東埔玉山地區之文獻，再進行補充調查此區域內之地質構造，將航照判釋結果、補充調查成果與前人調查資料繪製一張以航照為底圖的玉山地區簡略地質圖。

在區域地體模式部分，D. Brown. et al.(2012)運用震源機制與地震能量釋放數據探討台灣

地體構造演變，以新的觀點討論台灣山脈帶同造山期(synorogenic stage)的演變情形，認為玉山園區內兩條重要分界斷層-沙里仙溪斷層(屈尺斷層)及眉溪斷層(梨山斷層)為活動大斷層，且斷層延伸至地殼深處。梨山斷層雖無法於野外調查發現明確蹤跡，但由種種地物資料顯示梨山斷層為一構造複雜，整體向西陡傾，進行橫移壓縮運動的活動斷層，作者認為梨山斷層有強烈韌性應變跡象。在同造山期，由於歐亞板塊已侵入至隱沒帶，基底脫離加上底部斷層拉伸使得造山運動激烈，但由於板塊邊緣受阻而無法順利進入隱沒帶導致地殼增厚形成複雜的疊瓦狀構造(圖 23)，此激烈韌性運動也導致多條大斷層形成，其中包含屈尺與梨山斷層。作者分析 1991 年至 2009 年三千多組近震震級(local magnitude)大於 2( $M_L > 2$ )的數據後，認為此兩條大斷層向地底延伸至 25-30 公里，且推測此兩條斷層可能於地底深處相接並向隱沒帶方向延伸。雪山山脈帶由於受限於兩條大斷層中，且兩條斷層不斷橫移擠壓導致雪山山脈形成如花束狀構造(positive flower structure)，玉山及其周圍群峰也同期形成。

玉山地區地質構造相關研究成果主要集中於東埔-玉山區塊，其餘地區研究資料並不多，彙整全園區相關文獻研究區域如圖 24。

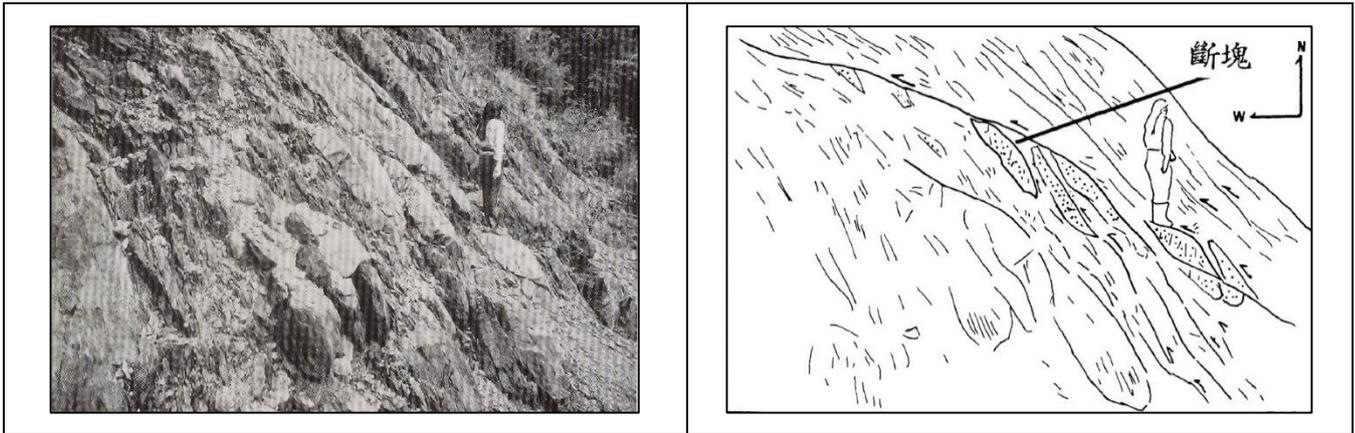


圖 21 複疊構造-距排雲山莊西方 2.8 公里往塔塔加鞍部步道旁，右圖為照片描繪簡圖(朱傲祖，1991)

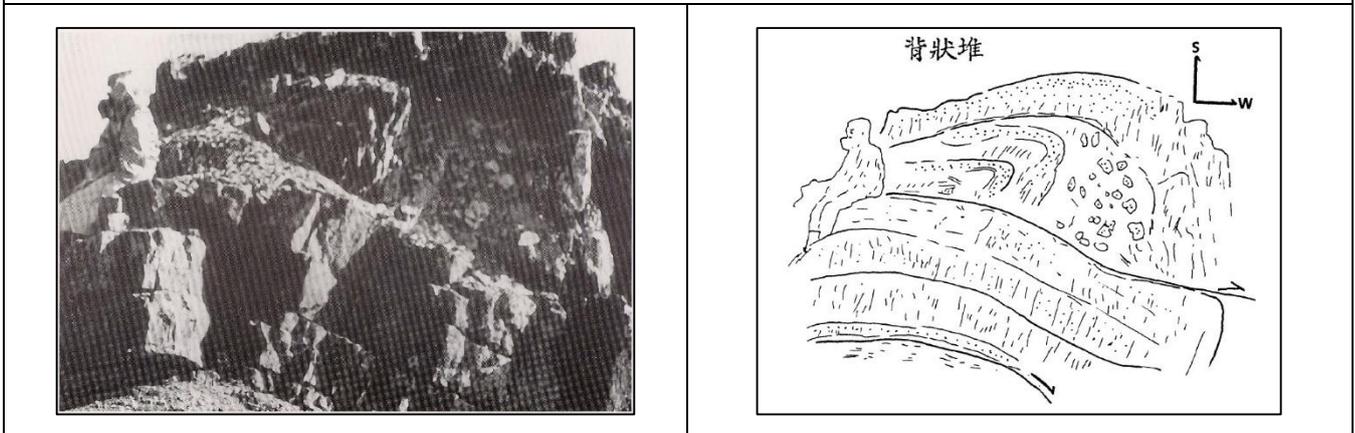


圖 22 背狀堆-玉山主峰步道上，右圖為照片描繪簡圖(朱傲祖，1991)

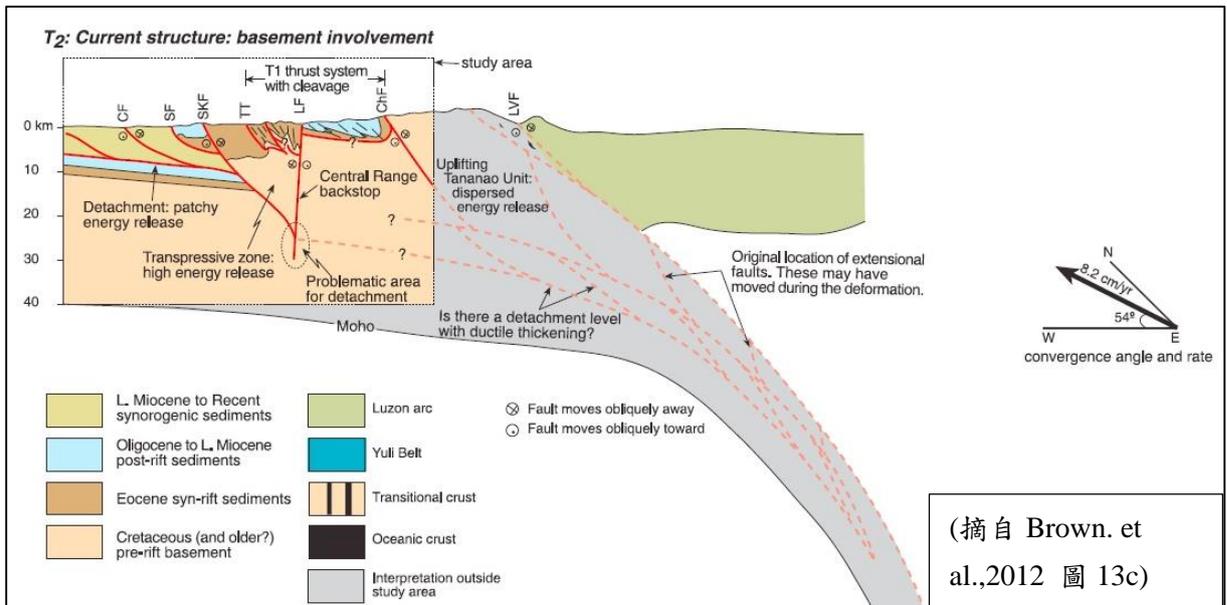
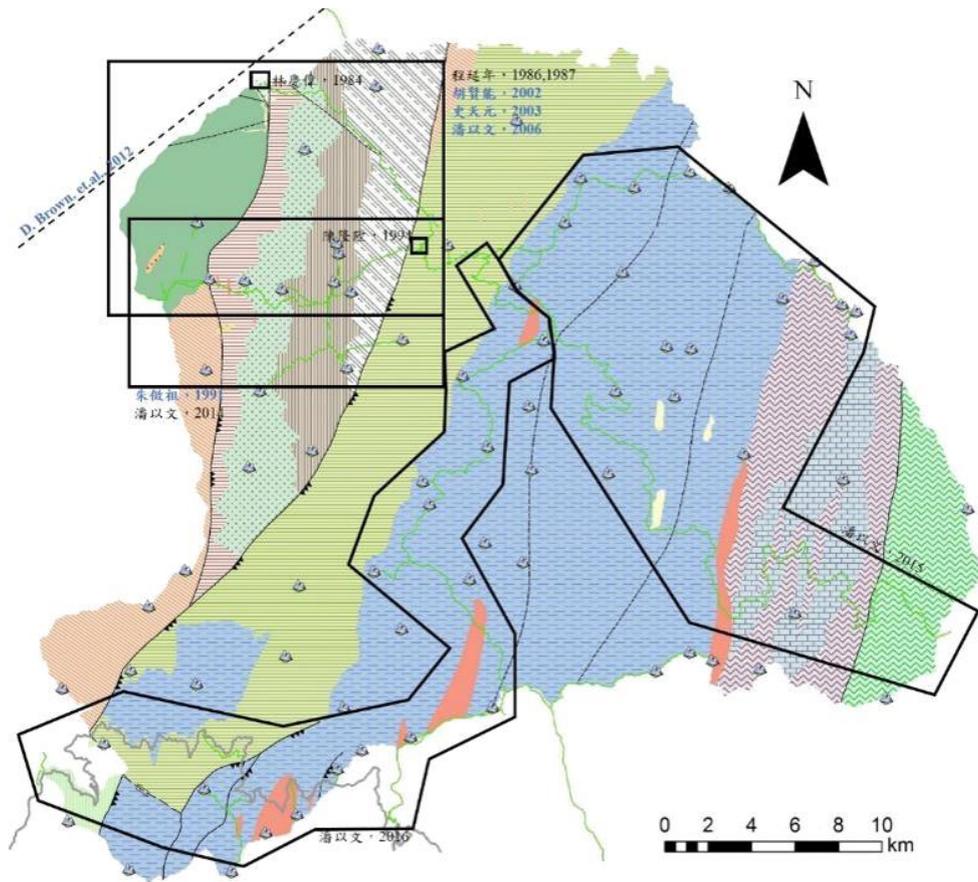


圖 23 台灣造山運動示意圖-板塊激烈碰撞擠壓基底脫離，地殼受阻而增厚



註: 藍色字係探討地質構造之文獻, 黑色字為崩塌地、地形發育等文獻

圖 24 玉山國家公園內地質相關之研究範圍

## 4.2 地質調查成果

本年度進行兩次地質調查作業，其內容包含路線地質調查、解說點規劃建議及 UAV 飛行調查，主要目的係探討玉山主峰附近詳細地層層序與構造。初次調查為塔塔加鞍部至玉山主峰，以排雲管理站為基地，進行玉山主峰路段與西峰路段之細部地質調查；第二次調查除統整前次與過去文獻資料進行查核外，再增加東峰路段及北峰碎石坡路段調查，目的係希望藉由不同方向調查資料來探討玉山主峰區域的地質構造。每次調查工作前置作業先統整過往調查資料，標註需要檢核及增加調查路段，以提高野外調查效率，並依據調查路線岩性出露之差異，沿路依岩性予以分段，再根據野外所紀錄之構造並參考前人資料，繪製路線地質條帶圖與路線地質剖面圖。本年度調查完成路線為塔塔加鞍部-玉山主峰-玉山東峰段以及西峰段，完成之路線調查成果說明敘述如下。

本次調查兩路段位於南投縣信義鄉與嘉義縣阿里山鄉行政區，調查起於塔塔加登山終點為玉山東峰頂，含西峰路段總長約 14.7 公里，彙整調查資料與文獻後繪製五千分線地質條帶圖(附件二)與地質剖面草圖(如

圖 35、圖 36)，將調查區域細分成六個岩段，由西向東分別為：板岩段(SI)、變質砂岩夾板岩段(Mss-SI1)、板岩夾變質砂岩段(SI-Mss1)、板岩變質砂岩互層岩段(SI/Mss)、變質砂岩夾板岩段(Mss-SI2)以及板岩偶夾變質砂岩段(SI-Mss2)。各岩段因上下層序關係，岩層內可依岩性再細分為數段，各岩段說明如下：

### (A) 板岩段(SI1)：

本層岩性以深灰色至黑色劈理發達之板岩為主，偶夾薄層變質砂岩，局部地區則有層狀變質砂岩出露，本層內夾有火成岩體，零散出露於塔 0.4k 至塔 1.0k 之間。本層主要分布於塔塔加登山口至步道里程塔 1.6k，與東側變質砂岩夾板岩段(Mss-SI1)係以斷層接觸，其相對應代表地層為十八重溪層，為調查區域內最老岩層。

### (B) 變質砂岩夾板岩段(Mss-SI1)：

本層岩性主要由淺灰色中至粗粒石英質砂岩，呈厚層狀或塊狀，偶夾薄至厚層板岩。由其中變質砂岩與板岩比例關係可再分為三段，西東兩端岩性皆為變質砂岩夾板岩為主，中間夾有薄板岩以及板岩變質砂岩互層。岩層位態量測結果顯示，本層可能有地質構造存在，現地調查亦實際觀察到一主要背斜構造(如圖 29)。本岩段中，東邊變質砂岩夾板岩段在塔塔加往排雲步道上出露以層狀變質砂岩為主，其正上方西

峰步道則多為板岩碎屑出露，本岩層與西側之板岩段(SI1)推測以斷層接觸，與東側板岩夾變質砂岩段(SI-Mss1)因植生茂密，岩性不連續暫且調查資料較少，待第二年度進行查驗。本層主要出露範圍約在步道里程塔 1.8k 至塔 6.5k 附近，其相對應地層應為達見砂岩層。

(C) 板岩夾變質砂岩段(SI-Mss1)：

由剖面圖可知本岩段與西側變質砂岩夾板岩段(Mss-SI1)岩性明顯不同，推測有地質構造關係接觸，本岩段可再細分為兩段，西側約塔 7.3k 至 8.2k 之間主要為一厚層板岩夾變質砂岩，東側以深灰色至黑色板岩為主，劈理發達，少量變質砂岩，分布於塔塔加步道里程塔 8.2k 至排雲山莊以東約 0.3k 處。由於西峰步道主要以較軟弱板岩為主，且由上下步道的岩性和位態關係，並於西峰步道上發現 S 型寄生褶皺(如圖 31)顯示，本層摺曲較激烈，岩層較為破碎，因而西峰上缺乏連續性露頭可調查(圖 30)。本岩段相對應地層應為玉山主峰層一部分。

(D) 板岩變質砂岩互層段(SI/Mss)

本段多受植生覆蓋，缺乏連續露頭出露，依調查成果大致可區分兩岩段，西側岩性主要為變質砂岩偶夾板岩大致出露於步道里程排 0.3k~排 0.5k，東側岩性主要為板岩變質砂岩互層，主要在步道里程排 0.6k~排 1.8k，此路段多為植生覆蓋夾雜破碎岩塊，由少部分露頭及破碎岩塊可發現多筆寄生褶皺(Parasitic fold)(如圖 32~圖 33)，推測附近有大背斜構造通過(如剖面圖 36)。本岩層相對應地層為玉山主峰層一部分。

(E) 變質砂岩夾板岩段(Mss-SI2)

本段變質砂岩岩性岩性主要由淺灰色中顆粒砂岩，呈厚層狀或塊狀，偶夾薄至厚層黑色板岩。本段約從步道里程排 1.8k 向東延伸經過玉山主峰頂，至步道里程東 0.5k。本岩段岩性較為單調、破碎，位態凌亂，推測應有多道地質構造通過，現地調查發現一西北東南向之逆衝斷層，由排雲山莊往主峰步道之之字坡路段向東望可清楚看見玉山西南面之較軟弱岩層因構造通過而造成撓曲，此構造線可向北延伸，在往風口通道與主北叉路處仍可見其本斷層。在主峰往東峰方向地形上有多道似鳳尾單峰突出，經現地調查推測為逆衝斷層通過。本岩層相對應地層為玉山主峰層之一部分。

(F) 板岩偶夾變質砂岩段(SI-Mss2)

本段岩性為厚板岩層與板岩夾變質砂岩層，位態略有轉折，大致出露於步道里程

東 0.5k 至東峰頂。本段對應地層可能為玉山主峰層或佳陽層。

本路線出露之主要地質構造有：塔塔加鞍部附近之逆衝斷層(I)、主峰-圓峰之間稜線上之逆斷層(II)以及主-東峰間數條逆斷層(III)。

#### (I) 沙里仙溪逆斷層

塔塔加附近之逆衝斷層依文獻資料稱為沙里仙溪斷層，大致沿沙里仙溪河谷右岸以南北走向切過東埔玉山地區，在地體構造上是一條相當重要的斷層，向北可銜接屈尺斷層，斷層的兩側分別為新第三紀未變質之岩層與古第三紀輕度變質之岩層，地體構造上是一條界限斷層。胡賢能(2002)調查東埔玉山地區則指出，在航照判釋上雖不見任何線型存在，但在現地此條斷層於東埔村一帶可見十八重溪層與南港層在地形上，形成陡峭與平緩的對比。此外，胡賢能(2002)亦指出在塔塔加鞍部雖未見斷層之露頭，但在鞍部西側南莊砂岩層內可發現破裂節理(圖 25)，且鞍部附近層面破裂有多處崩塌(圖 26)，都顯示與斷層活動有關。

#### (II) 主峰-圓峰之間稜線上之逆斷層

主峰至圓峰之間稜線上之逆斷層為本調查所觀察到一西北東南走向朝東傾之逆斷層，出露於玉山西南面向西北延伸，至主北叉路下碎石坡附近仍現其蹤，推測玉山主峰山頭可能沿此斷層逆衝而上，為一向西衝大斷層。朱傲祖(1991)文章指出，由圓峰步道向北望去亦清晰可見此斷層，向北延伸達數百公尺。

#### (III) 主-東峰間數條逆斷層

往東峰方向可見幾座鳳尾形狀單峰，由空載光達初判有構造跡象，現地觀察推測為一系列向西衝逆斷層，與主峰下逆斷層走向相近，推測應為地質作用時相伴而生。

本路段在變質砂岩夾板岩層(Mss-Sl)與板岩夾變質砂岩層(Sl-Mss)內觀察多組中視尺度構造，彙整調查結果，於東西方向切兩條剖面，第一條塔塔加鞍部與排雲山莊為兩端點，第二條為排雲山莊和玉山主峰為兩端點，繼續向東延伸至東峰附近，其層序上下關係與構造位置如剖面圖圖 35。

在區域地質圖部分，本團隊彙整本年度調查結果，以流域地質圖為底圖進行編修，成果如附件三。



圖 25 南莊砂岩中有許多破裂節理面



圖 26 塔塔加鞍部路段有許多崩塌地



圖 27 塔 0.6k 火成岩體出露，沿步道長度約 80 公尺



圖 28 塔 2.8k 處，薄板岩層中有小褶曲構造推測為沉積作用同時生成



圖 29 塔 3.2k 向排雲山莊方向可看見一中尺度背斜，背斜左翼上方有一局部向斜構造出露



圖 30 西峰步道上以板岩碎屑為主

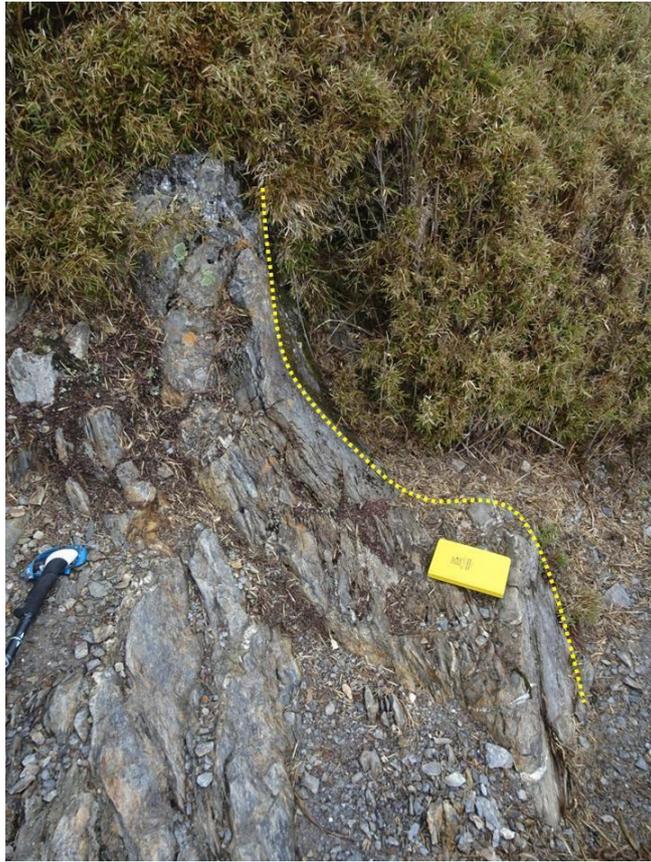


圖 31 西峰 0.3k 附近之 S 型褶皺，推測其西側有一背斜構造



圖 32 排雲里程 1.6k 附近發現一 Z 型褶皺構造



圖 33 排雲里程 1.9k 附近發現一 S 型褶皺構造



圖 34 排 2.1k 處，有一局部逆斷層構造

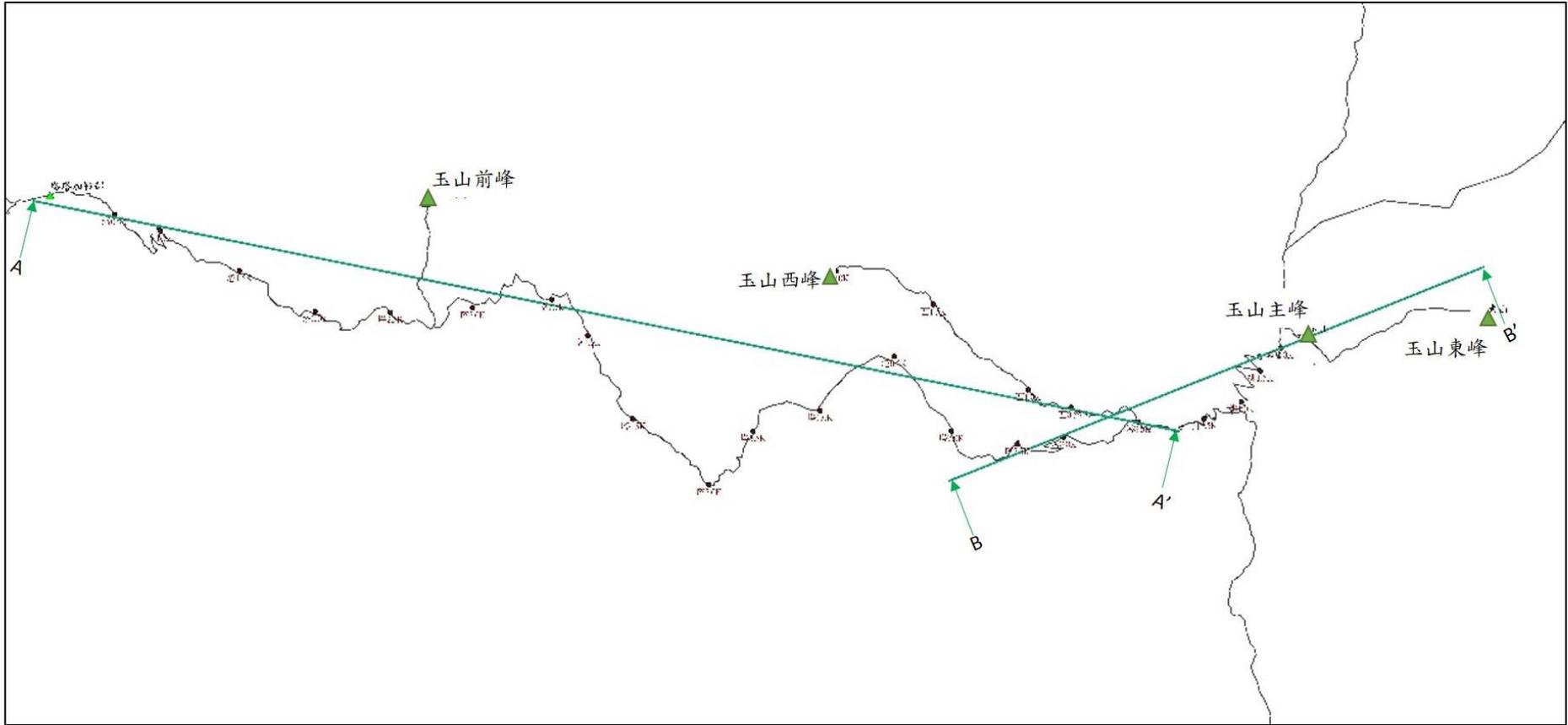
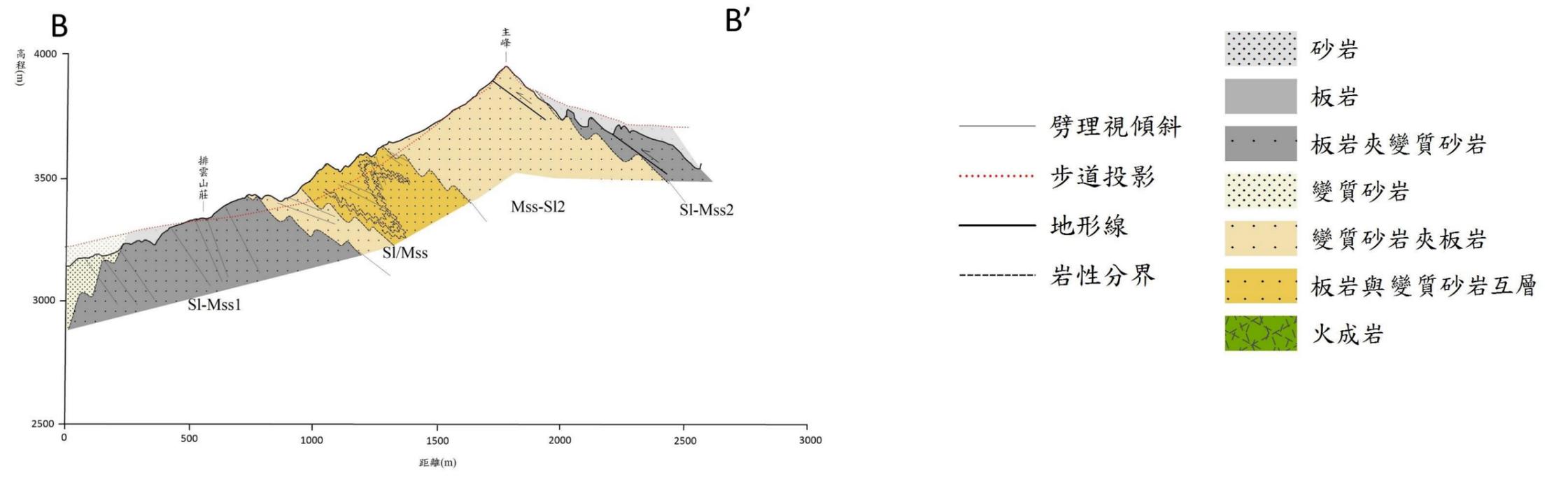
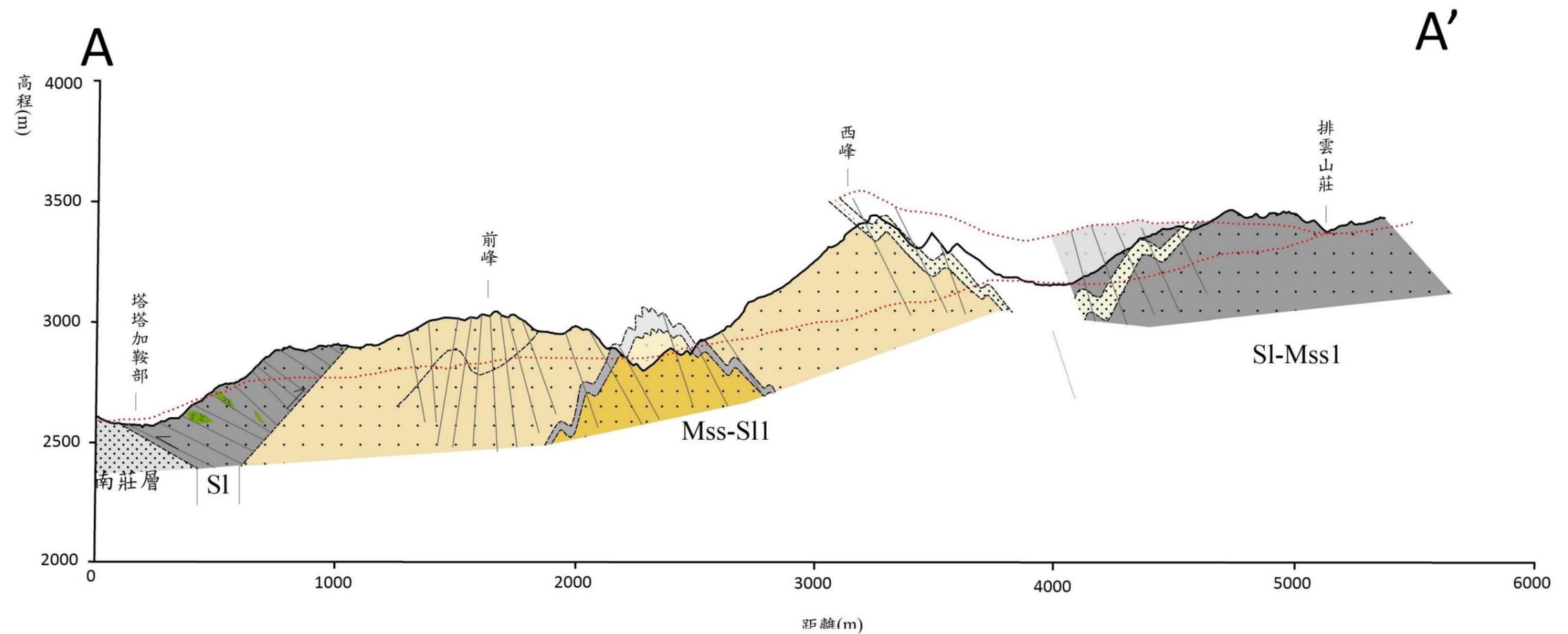


圖 35 東西向兩條剖面線位置



- 劈理視傾斜
- ..... 步道投影
- 地形線
- 岩性分界
- 砂岩
- 板岩
- 板岩夾變質砂岩
- 變質砂岩
- 變質砂岩夾板岩
- 板岩與變質砂岩互層
- 火成岩

圖 36 塔塔加鞍部-排雲山莊以及排雲山莊-玉山東峰路線剖面圖

### 4.3 玉山演變關鍵探討

根據路線地質條帶圖與兩條東西向剖面圖的結果，已可初步勾勒出玉山主峰之形成模式，茲就以下四處重要地質構造特徵以圖說呈現說明：

#### 1. 玉山主峰西面之向西逆衝斷層伴生的地質構造

由排雲山莊通往玉山主峰頂的之字坡向東望，可見連綿不斷的山壁向南延伸，仔細觀察可見原本接近水平的岩層嚴重撓曲，甚至直立呈近垂直(如圖 38)，顯示本區受強烈的擠壓，岩層受擠壓進而產生斷裂及錯移情形。由照片上顯示一連續背斜與向斜構造彼鄰，斷層截切通過向斜構造，由這連續關係推測，岩層受一東西向應力擠壓，導致岩層變形呈似 Z 形，而原本夾於其中的薄板岩層垂直於山壁上，形成上下皆為厚層變質砂岩，中間一排直立片狀板岩的現象 (如示意圖 39)。

朱傲祖(1991)文章則由圓峰步道往北描繪此特徵，並指出此處為一伏臥背斜，背斜軸近南北走向，軸部大致沿著玉山至圓峰間的稜線延伸，背斜下方岩層則受逆斷層所切割。推測此一向西逆衝斷層為將玉山主峰推往至頂的重要地質構造。而玉山主峰頂附近亦有其他較小的逆斷層(如圖圖 40)，斷層走向大致與主要本逆衝斷層一致。

而這一系列向西逆衝之斷層並非僅於此處出現，亦存在主峰下碎石坡西北面、主峰與東峰之間的山頭，而排雲山莊至主峰之之字坡步道較易於觀察，所以將此重要地質構造特徵納為地質解說點之一。

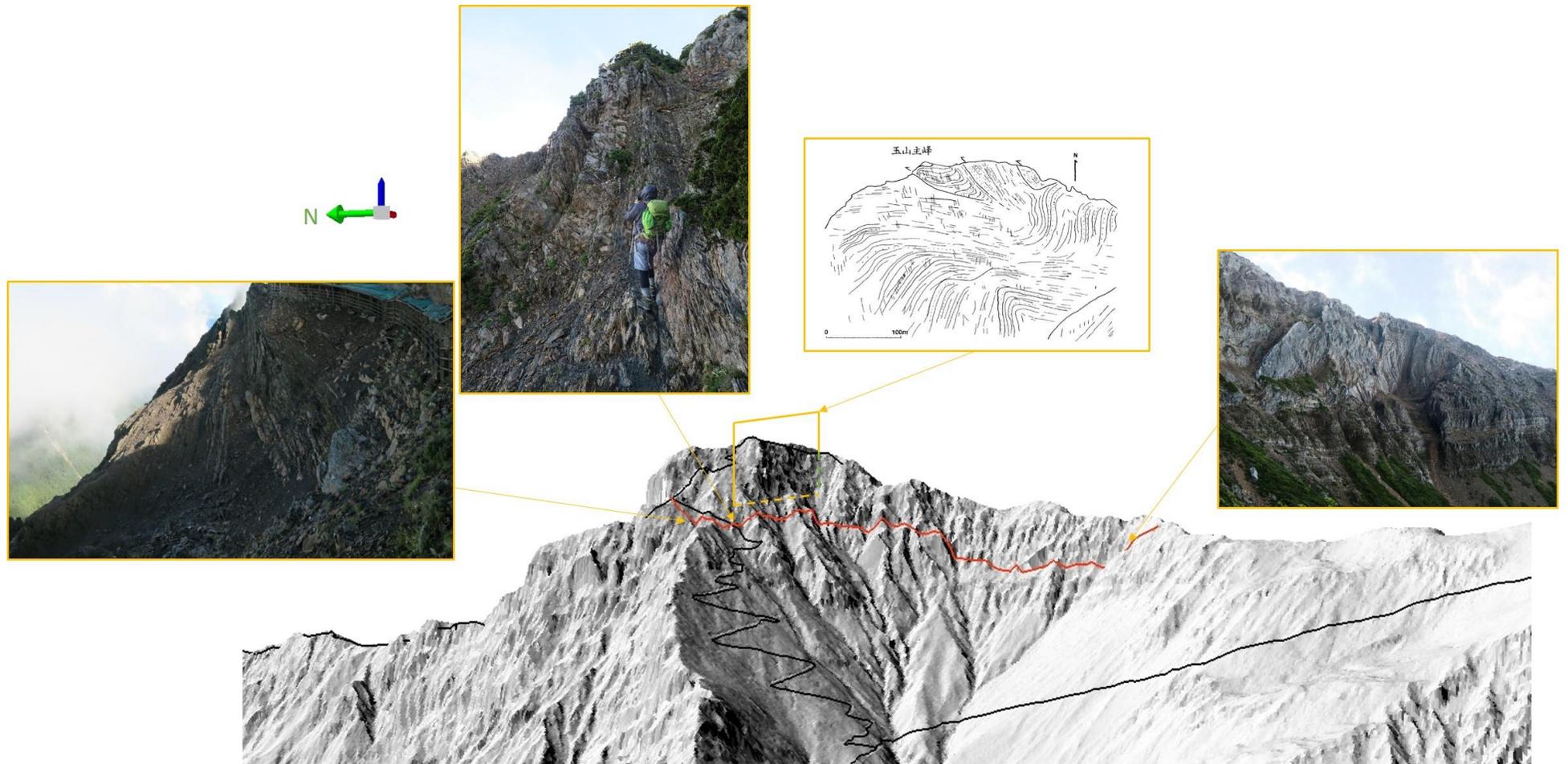


圖 37 現地調查照片位置

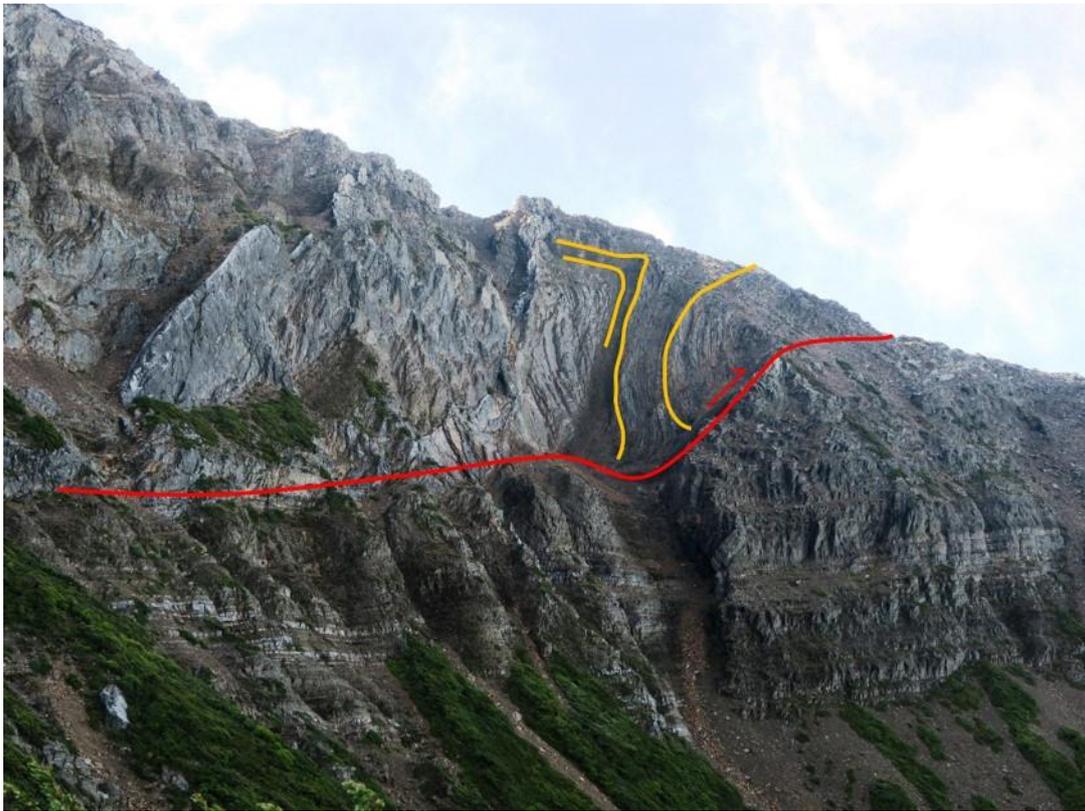


圖 38 主峰西南面(主峰與圓峰之間岩壁)成嚴重撓曲、斷裂錯移現象

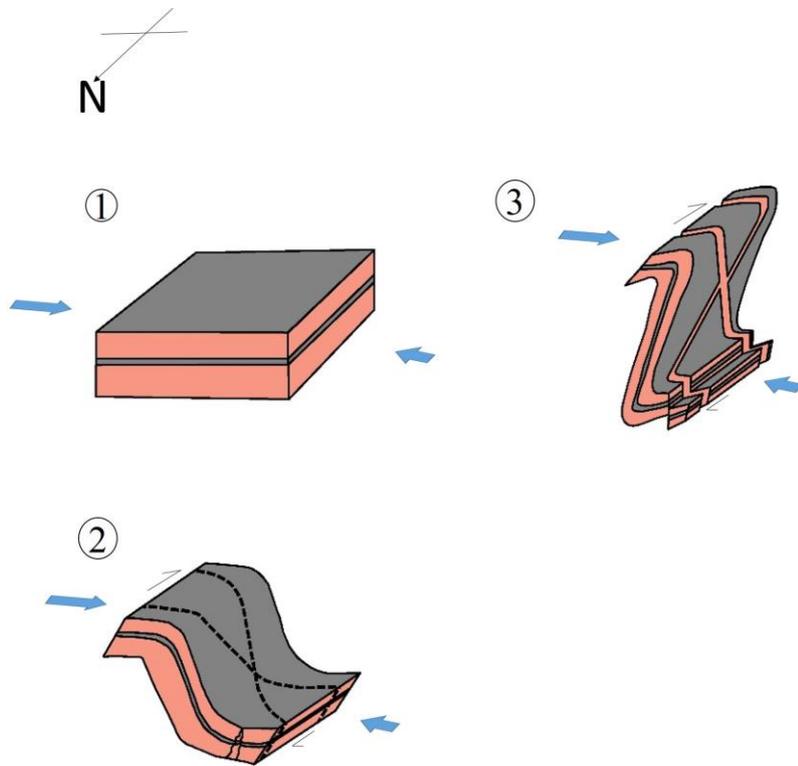


圖 39 直立岩壁形成示意圖

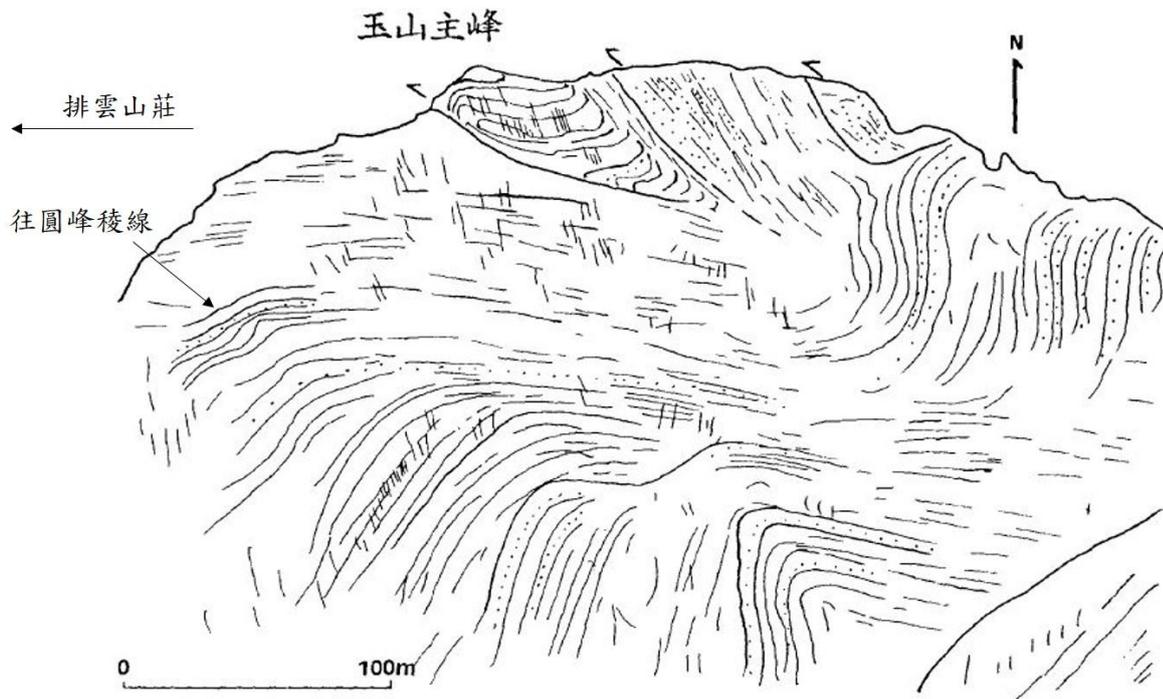


圖 40 朱傲祖提及往圓峰稜線下方也有一條南北向長約數百公尺西衝逆斷層(應於此圖稜線下方未畫出)，與之字坡觀察到應為同一條。主峰頂為向斜軸部因而岩層較為平緩，其東西兩側皆被西衝逆斷層所截切(朱傲祖，1991)。

## 2. 主峰下風口往北峰碎石坡斷層出露跡象

往主峰步道(約離排雲 2.0k 處)可見直立岩壁，如照片圖 41 所示，右側(右上角)岩層平緩，但左側岩層陡立，其層面位態約  $N84^{\circ} E, 90^{\circ}$ ，此特徵與主峰西面的地質構造相似，皆為向西逆衝斷層所致，故推測此地質構造應為主峰西面之延伸，可向北延伸至風口下(圖 42)，再延伸至主北叉路附近。此逆斷層幾乎呈南北走向，是否往北峰方向延伸則需要進一步的調查檢核。

除斷層外，下北峰碎石坡的步道(主峰下西北面)亦有一明顯的背斜構造(圖 43)，此處為逆衝斷層上盤，亦稱為掩衝層(Thrust Sheet)，即斷層滑動時遇障礙物，仰起跨越障礙物形成的背斜構造，故此背斜可以說是逆衝斷層的標準產物，又稱為斷層彎曲褶皺(Fault-bend folding)(Suppe,1979)，如圖 43 左上角示意圖。

若逆斷層在較深部活動，則掩衝層在滑動並跨越原本已呈現高角度且突起之下盤時，掩衝層會呈現背斜狀構造外，板岩中的劈理亦會呈扇狀向外擴張(朱微祖，1991)，北風碎石坡岩壁出露之背斜構造即為此現象。這個受逆衝斷層而產生的構造，雖然並非與圓峰延伸過來的斷層為同一條，但同為向西逆衝的斷層之一。



圖 41 主峰步道(距排雲 2.0k)上直立岩層與水平岩層交界位置



圖 42 主峰西面長數百公尺之逆斷層向北延伸於通風口下出露

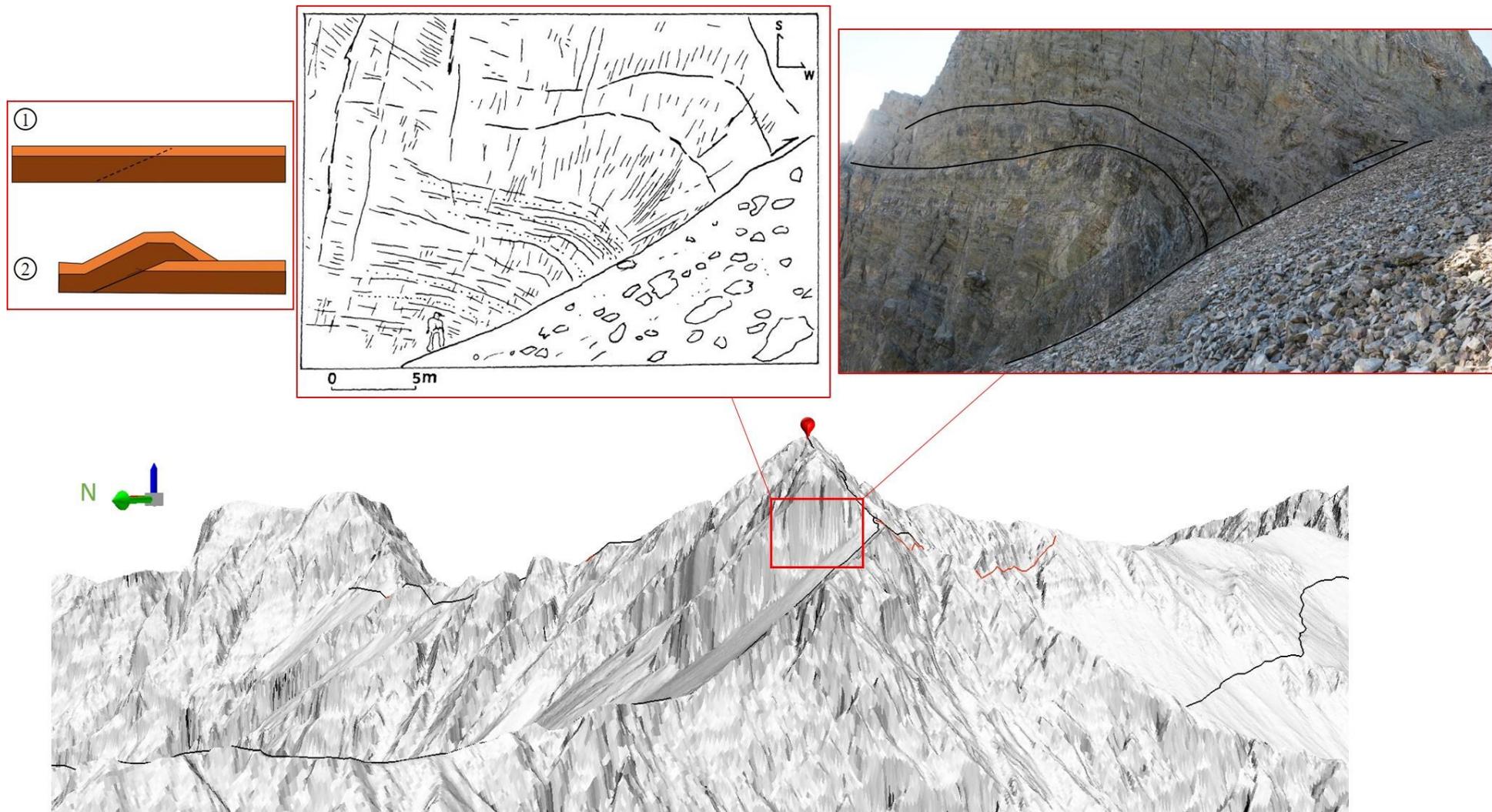


圖 43 往北峰碎石坡路上的背斜為斷層彎曲褶皺構造(Fault-bend folding)，中間圖片為朱傲祖 1991 年文章所繪。

### 3. 主峰至東峰連綿山峰鳳尾岩

由玉山國家公園管理處提供的空載光達資料顯示(圖 44)，主峰與東峰之間有明顯鋸齒狀地形，俗稱鳳尾岩，此為厚層變質砂岩被逆衝斷層切割後所形成之現象。由朱傲祖(1991)所繪之玉山主峰至東峰之間的逆衝斷層及褶皺剖面(同圖 44)可以明顯看出，此系列為向西逆衝斷層，下盤的變質砂岩層面位態大致為  $N10^{\circ} E/80^{\circ} E$ 。

由玉山西南面和風口通道下的直立岩壁，下北峰碎石坡路上的背斜構造，以及主峰至東峰連綿山峰鳳尾岩，皆顯示主峰為由東向西逆衝的斷層所形成。依照逆衝斷層系分類圖(Boyer and Elliott, 1982)，顯示這一系列西衝斷層屬疊瓦扇幾何構造中的前導疊瓦扇構造(leading-imbricate fan)，即基底逆衝斷層在整個掩衝層最前端，斷層位移量最大稱之(如圖 45 紅圈)。

### 4. 玉山主峰山頂

玉山山頂主要岩性為厚層變質砂岩偶夾板岩層，層面位態約  $N20^{\circ} E/10^{\circ} E$ ，板劈理位態約  $N14^{\circ} E/54E$ ，顯示山頂岩層面平緩，但劈理較陡峭，主峰岩層平緩，係為向斜軸軸部，而兩側恰好均被向西逆衝的斷層切割，如圖 40 朱傲祖描繪所示。

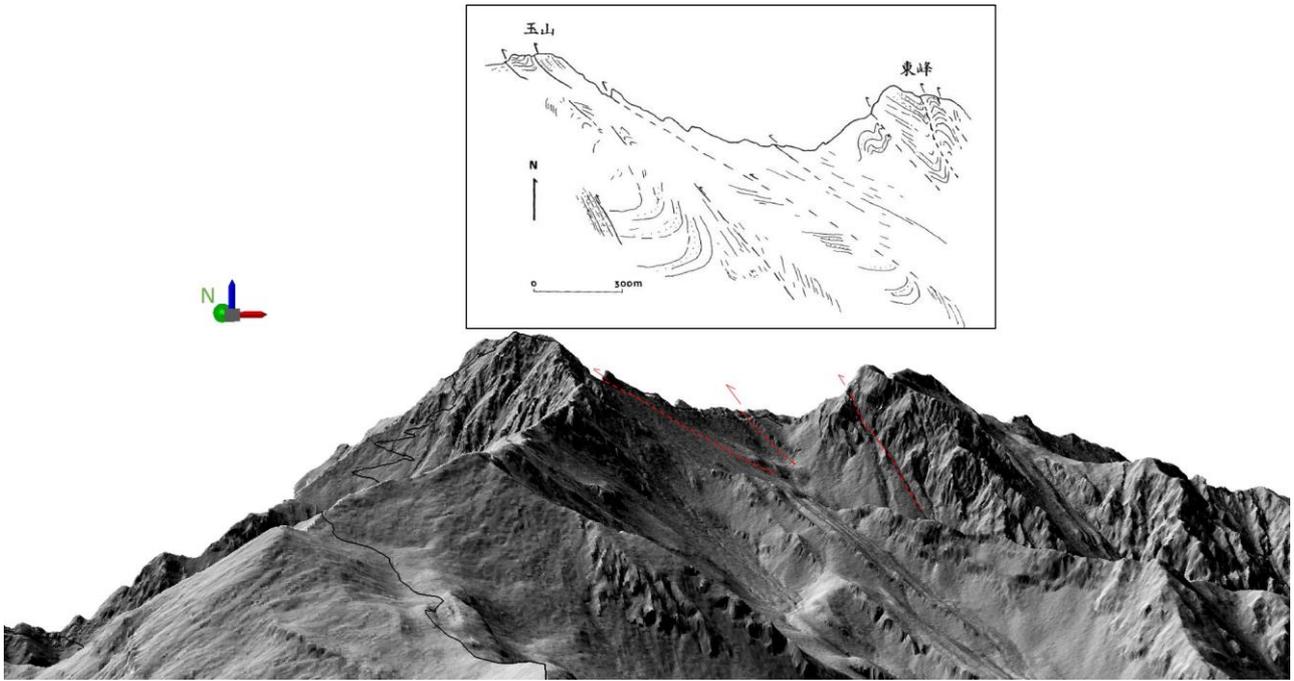


圖 44 主峰與東峰間空載光達與朱倣祖(1991)繪製逆衝斷層與褶皺圖比較

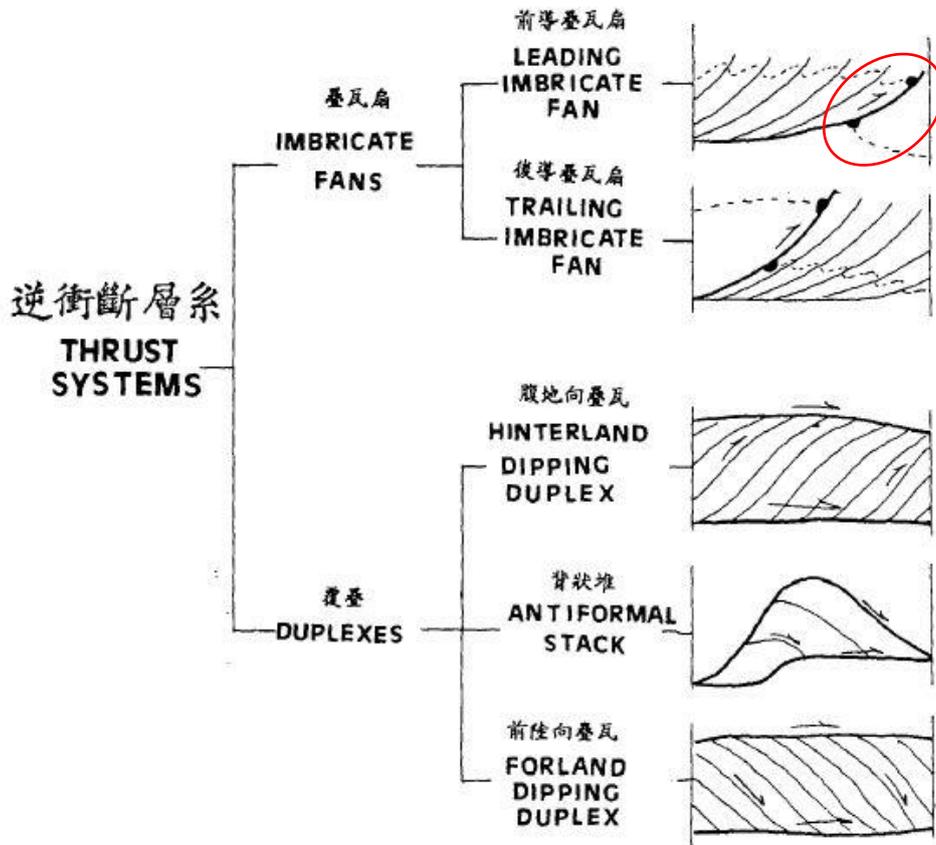


圖 45 逆衝斷層系分類圖(Boyer and Elliott, 1982)

#### 4.4 地質解說點

本計畫由目前二次地質調查成果進行地質解說點之規劃，並綜合參考目前玉山主峰線既設之解說牌、朱傲祖(1991)「玉山地區逆衝斷層之研究」、與玉管處民國 95 年之「玉山國家公園玉山主峰線至八通關-東埔步道沿線之地形地質演變分析及解說資料調查規劃」中所提出特殊地質地形解說點，並於地質調查過程沿線勘查適合新增設置解說點之地區，考量設置於較為寬廣安全之位置，提供登山遊客停留與觀察地質現象之空間。

以下整理本年度調查路段塔塔加登山口-玉山主峰段可設置解說點的地方進行解說點簡介與描繪說明。

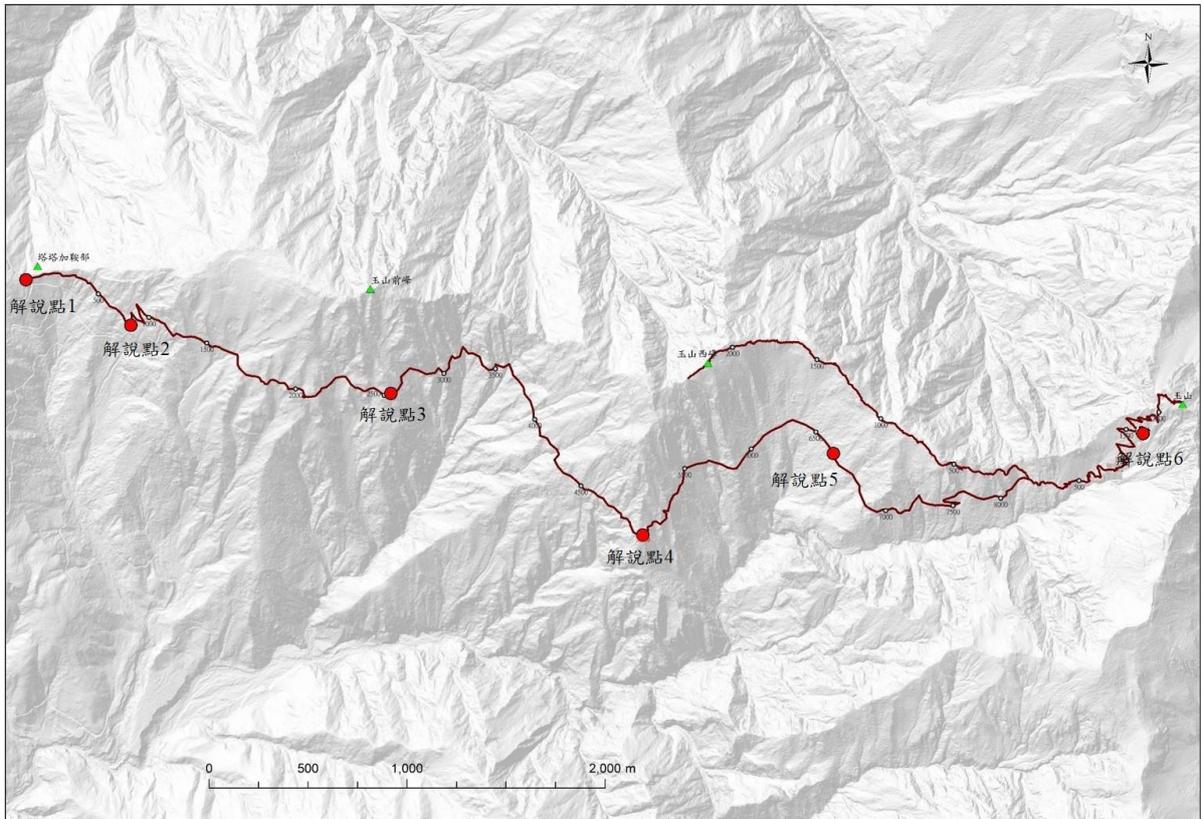


圖 46 解說點位置圖

解說點 1：塔塔加鞍部(建議新增點)

設置位置：塔塔加登山口處

設置目的與概要：

利用空載光達建製的塔塔加鞍部-玉山主峰間的模型圖，初步了解接下來要走的地形，會看到什麼樣的地質地貌景觀，讓遊客在進入玉山步道前，能有一個整體性、概略性的認識這塊位居中央山脈樞紐的玉山。

解說內容：

玉山國家公園位居台灣中央山脈樞紐，由基本資料的全園區坡度可知，平均傾斜比第六級占總面積大於 60%，顯示國家公園內地勢高聳陡峻。從地質分區上，玉山國家公園分為五大地質區及兩條重要的界限斷層，由西向東分別為(1) 西部麓山帶中新世沉積岩區；(2) 雪山山脈帶古第三紀變質板岩系；(3) 脊梁山脈帶中新世變質板岩系；(4) 脊梁山脈帶古第三紀或更老之變質板岩系；(5) 古生代晚期變質岩基盤；以及劃分(1)、(2)地質區的沙里仙溪界限斷層(北接屈尺斷層)，劃分(2)、(3)地質區的眉溪界限斷層(北接梨山斷層)。在這有趣又複雜的台灣地質史上就涵蓋了始新世以來的時間，有必要讓遊客於登山口攀登前，進一步了解玉山的地質景觀。而塔塔加-玉山主峰步道為國際知名登山路線，此段近 11 公里的路程即通過兩大地質區及一條界限斷層，可利用此站做一個深入淺出的地質地貌圖說，並標示沿路其他解說點位置，讓遊客登山享受美景之餘增加地質知識。

如圖 1 所示，登山遊客或由阿里山公路至登山口，或由東埔沿新中橫公路至登山口，沿途均經過中新世沈積岩區之岩層-南莊層，而到達塔塔加鞍部後，跨越了沙里仙溪斷層，即進入輕度變質之古第三紀變質岩區。以下由西向東做簡介：

#### (1) 西部麓山帶中新世沉積岩區-南莊層

南莊層：代表台灣西部中新世中最上面的含煤地層。中部地區南莊層主要由淡灰色砂岩、深灰色頁岩互層所組成，煤層夾於其中，厚度不規律，局部出露不連續，產狀有分散的碳質顆粒或薄煤線型或透鏡狀，不具經濟開採價值。

南莊層位置位於塔塔加鞍部以西，整裝待發進入登山口前，找找看路邊的露頭或許會不經意發現小煤塊喔!

## (2) 雪山山脈帶古第三紀變質板岩系-十八重溪層→達見砂岩→玉山主峰層

十八重溪層：雪山山脈帶中出露的最老地層，代表雪山山脈帶中最下部的始新世地層。以深灰色至黑色劈理發達之板岩為主，偶夾薄層變質砂岩，十八重溪層內發現有火成岩體入侵，最大出露點位於東埔溫泉西北方，在八通關古道東埔-樂樂之間以及玉山步道上也都有零星出露。

十八重溪層位於塔塔加鞍部以東，步道沿線可發現與前者南莊層岩性不同。在步道 0.4k~1.0k 間有火成岩體的露頭與岩塊零散出現，特徵為淺灰偏綠色，細看可發現礦物顆粒略粗且互相鑲嵌。

達見砂岩：為雪山山脈帶中的地層，位於十八重溪層之上。達見砂岩主要由淺灰色中至粗粒石英質砂岩組成，多為厚層狀或塊狀，偶夾薄至厚層板岩。因岩石硬度較硬，在構造生成的地方常形成瀑布，例如國家公園內東埔附近的雲龍瀑布、乙女瀑布以及彩虹瀑布。

達見砂岩在玉山步道上大致出露於孟祿亭至西峰附近，可以看見沿途出露很多淺灰色堅硬粗顆粒層狀或塊狀的岩段，與前者深黑色片狀岩石明顯不同。

玉山主峰層：同為雪山山脈帶中的地層，位於達見砂岩之上。本層原歸於佳陽層下部，但因變質砂岩層比例較高，且過去學者(富田芳郎及丹桂之助，1937；王文能等，1978)皆在此層發現 *Assilina* 化石，較能明確定義其年代大致屬始新世地層，因而與佳陽層分割，另外提出玉山主峰層。

玉山主峰層在步道上大致從西峰過後往東，至玉山主峰，甚至更往東邊的東峰皆是。漫步於步道上可以發現，岩性由達見砂岩的堅硬淺灰色層狀或塊狀變質砂岩層，漸漸轉成深灰色軟弱片狀發達的板岩層，排雲山莊之後岩性又漸漸變回堅硬的砂岩，站立於玉山主峰頂，腳下踏著即是抗侵蝕能力強的變質砂岩層。

劃分(1)與(2)地質區分界的即是重要的界限斷層-沙里仙溪斷層。約 600 萬到 300 萬年前，蓬萊造山運動致使兩大板塊激烈碰撞擠壓，斷層逆衝移置作用使得東邊地

層向西擠壓傾覆其上，此條界限斷層向北延伸名為屈尺斷層，向南稱之地利斷層，在玉山園區內因恰好沿著溪谷發育而命名為沙里仙溪斷層。沙里仙溪斷層向南延伸恰好通過塔塔加鞍部這塊凹谷，順著東西向步道行走，可以感受到斷層兩側地質區的岩性、地質構造、地形特徵、沈積環境等發育迥異，雖然從步道上無法詳細看出斷層位置，但可以發現鞍部附近岩層較破碎，有多處崩塌現象，顯示斷層移動而形成的地形景觀。

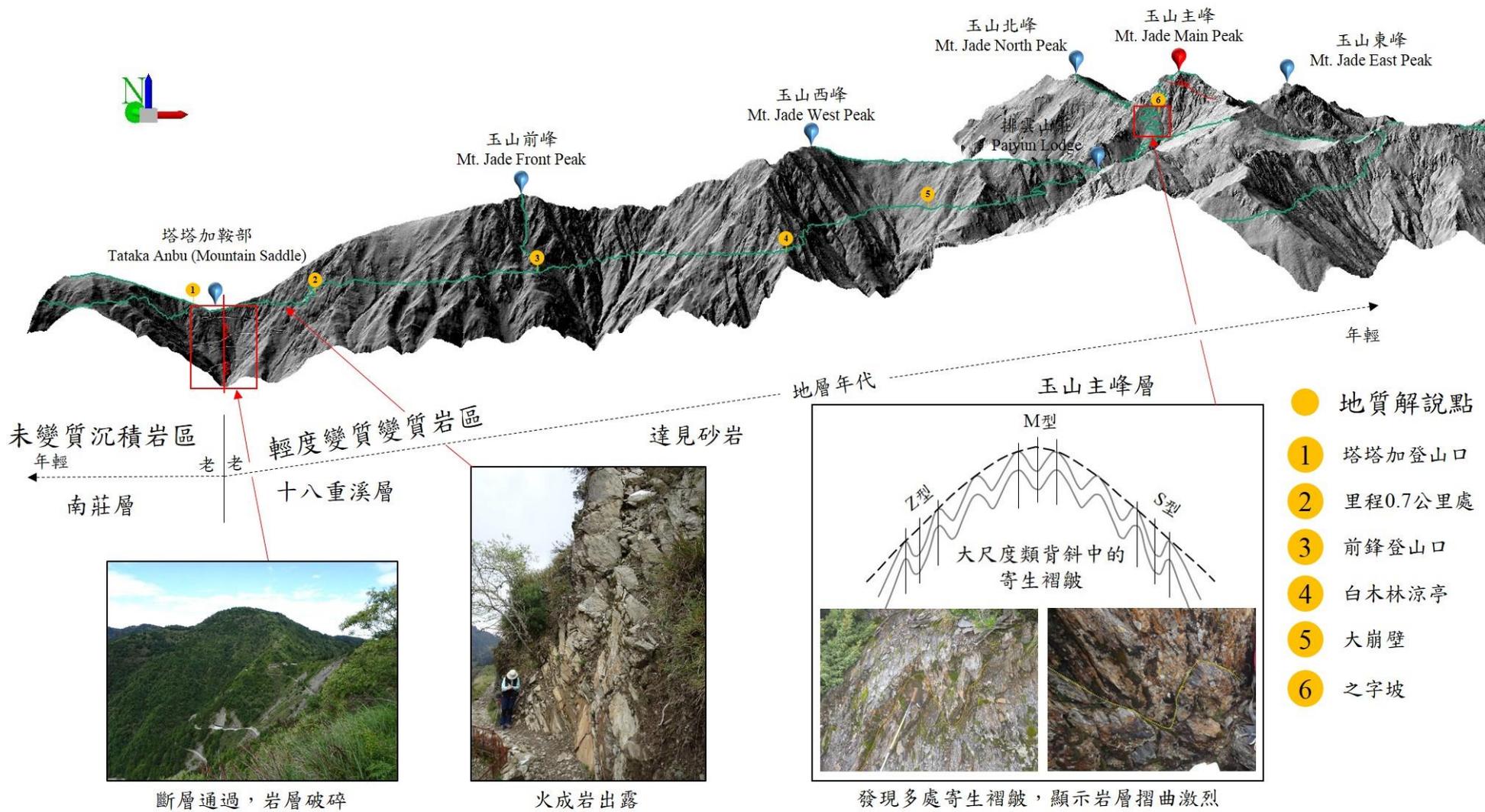


圖 47 塔塔加鞍部至玉山間地形地質景觀簡介

解說點 2：塔塔加里程 0.7k (建議新增點)

設置位置：約塔塔加里程數 0.7k 平坦地

設置目的與概要：

此處恰好為一個觀賞地質景觀合適點，向西回望可看見鞍部登山口及西南側裸露岩壁，此裸露岩壁為南莊層，與遊客所站的位置(塔 0.7k)岩性截然不同，可對應與輔助登山口設立之解說內容，並說明楠梓仙溪河道演變過程。

解說內容：

遊客行至此處，往西回望，試著回想剛剛於登山口附近看到的岩性是否與現在所站之處有所不同。登山口附近地層是未變質過的粗至細顆粒淺灰色砂岩，越過鞍部後岩性馬上轉變為輕度變質的片狀深灰色板岩，這其中的原因是因為剛經過台灣重要的界限斷層之一-沙里仙溪斷層。沙里仙溪斷層通過位置恰為鞍部附近，沿著楠梓仙溪向南延伸(圖 48)。

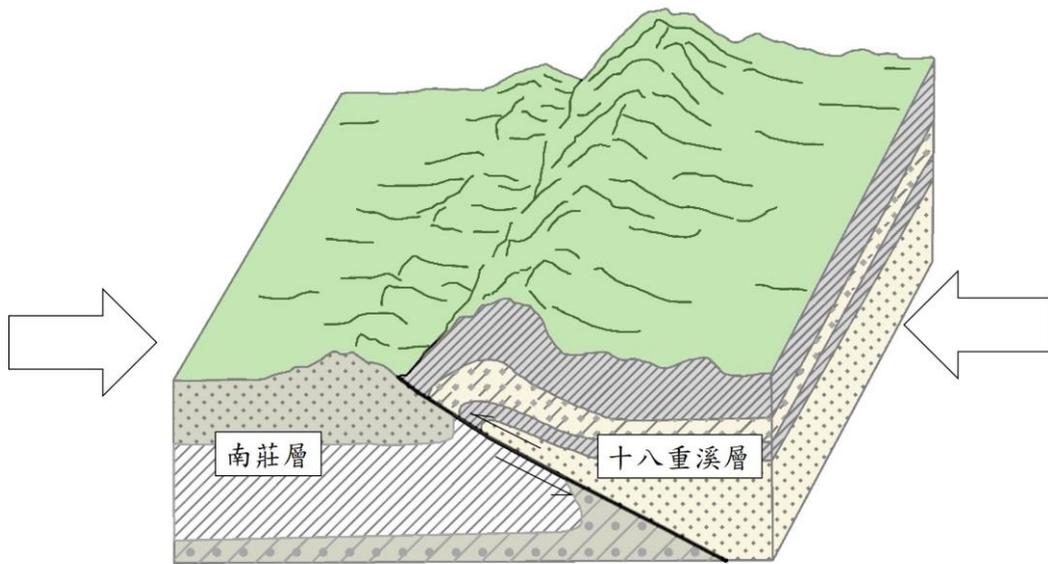
楠梓仙溪推測為一後成河，後成河顧名思義地質構造或岩性操控河流發育的方式。我們推測，因造山運動，東邊地層向西逆衝傾覆，交界處附近形成岩層破碎的斷層帶，河水沿著破碎低處的界面不斷淘刷，經年累月形成一溪谷斷層(如圖 49)。溪谷兩側溪邊為未變質沉積岩區，位於斷層下盤；東邊是輕度變質板岩區，即是斷層上盤。



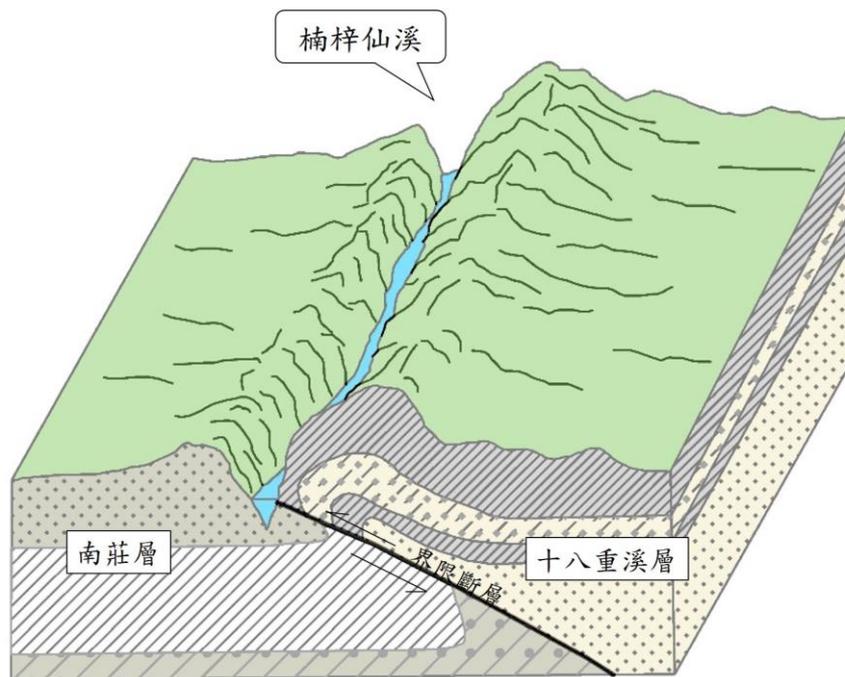
南莊層  
未變質沉積岩層



圖 48 步道回望登山口



岩層受力擠壓摺曲斷裂，岩盤逆衝傾覆，於地表附近形成一斷層帶。



斷層帶岩層軟弱破碎，水體流經此處易於淘刷而漸漸形成溪谷，由於溪谷大致沿著斷層走向發育，因此左右兩岸岩性不一致。玉山國家公園中除了此處的楠梓仙溪、沙里仙溪流向受斷層影響外，八通關古道旁的陳有蘭溪也是一經典例子

圖 49 溪谷演變示意圖

解說點 3：前峰登山口(已設解說牌)

設置位置：前鋒登山口(塔 2.7k)

設置目的與概要：

此處地面上可看見許多沉積構造，這些構造是千萬年前當時的沉積環境下所形成的，後來經過成岩作用，地殼變動抬升後保存至今被我們所看見。行至前峰登山口前，遊客在此處稍微休息卸裝準備攀爬前峰時，可順便了解一下腳下踩著岩石的故事。

玉管處已於該處設立解說牌，但解說牌部分照片已斑駁，建議重新架設外，另外可於照片標示波痕構造之水流方向或生痕化石之位置讓遊客能一目了然。

解說內容：

對大部分遊客而言，很難想像滄海桑田的變遷，而台灣的最高山玉山即是由海底堆積的岩層，經地殼變動抬升而至今日之高山，這些變動主要的證據就是存在於岩石內之沉積構造。在前峰登山口可以看見兩種主要沉積構造：水流沉積構造以及生痕構造。

水流沉積構造：泛指水流搬運未固結沉積物相互作用形成的層理(Beddings)或紋理(Laminations)，以及漣痕構造(Ripple Marks)(如圖 50)。由於露頭尺度的關係，漣痕構造最為常見。

干涉漣痕(Interference Ripples)：海水水體流動時，如有兩組以上不同方向進行運動，則沉積物(細顆粒為主)會形成多邊形的漣痕構造，稱為干涉漣痕，似連續扶梯構造為其多邊形特徵。

生痕構造：又稱生痕化石(Trace Fossil, Ichnofossils)，屬化石的一類，但主要是指生物進行各種活動，例如爬行、覓食、棲息等行為所留下的痕跡。觀察現代海床生物活動情形，再比對岩層中生痕化石組成，可以推測當時的沉積環境條件，是研究古沉積環境的重要手段。

而在此處，遊客腳下所踏之岩層層面恰好為一緩背斜，背斜兩翼的薄板岩層上皆可看見干涉漣痕構造，這些現象顯示當時的沈積環境屬於淺海區相，水流帶動細砂，遺留下來流動之漣痕(圖 51)。仔細找找，在岩層面或層內亦可看見生痕構造，顯示當時海底下生物的覓食、藏匿、棲息等生活行為被保存下來(圖 52~圖 53)。

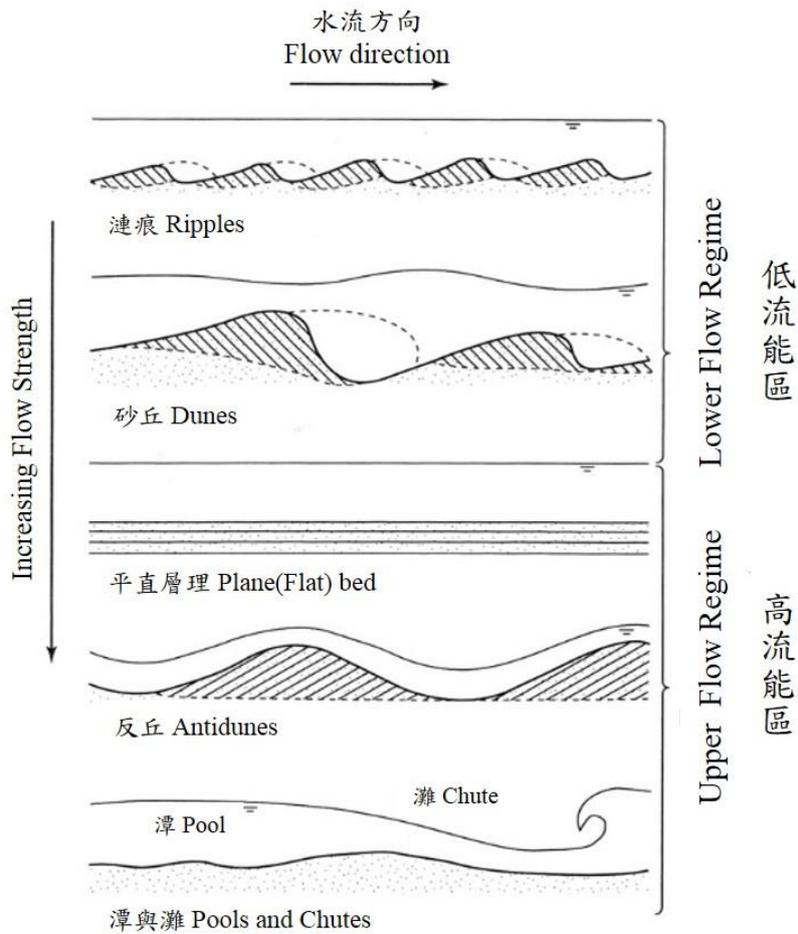


圖 50 水流在不同能量區作用時所形成的沉積構造(Blatt, Middleton and Murray,1980)



圖 51 岩層面上有漣痕構造 (Ripple Mark)，顯示此類岩層於海底或海床堆積而成，圖上構造看似有一組較大水流及其他方向小水流而形成多邊外型的干涉漣痕。



圖 52 前峰登山口前岩層面上的生痕化石。常見的長管狀生痕化石，應為生物攝食/啃食痕跡，攝食構造多形成於層面上。



圖 53 白木林附近砂岩層面中發現明顯的長管狀生痕化石，應同為生物攝食時行走的痕跡。

解說點 4：白木林平台(建議新增點)

設置位置：白木林平台(塔 5.0k)

設置目的與概要：

此處建有一休息亭，可提供登山遊客休憩午餐場所，亦可利用休息之餘遠眺玉山主峰與圓峰間之山嶺脊線，觀賞河流及冰河對高山地形之影響，想像冰河時期玉山地區之地形景觀。

解說內容：

台灣高山山谷冰河(Vally Glacier)地形最早提出學者為日據時期鹿野忠雄(1932)，近幾十年來許多學者陸陸續續於台灣高山找到冰河地形特有特徵，例如冰斗、U 形谷、擦痕、刀嶺和角峰(如圖 54)。

冰斗(Cirques)：指冰河頂端發源地，形狀似半圓形或馬蹄形的碗狀窪地。冰斗位於山峰連綿的凹地，較為平緩且積雪最多，隨著季節變化，積雪融化滲入岩石裂隙後又結冰膨脹的反覆作用，導致岩石崩解被冰川帶走，漸漸形成一半碗狀窪地稱之冰斗。

冰斗後壁(Cirque Walls)：冰斗後側高陡的岩壁。

刀嶺(Arete)：冰斗不斷發育後壁退後，山脊逐漸被削薄型成連綿尖銳鋸齒狀山脊稱為刀嶺。

角峰(Horn)：如果山嶺四面都被冰河包圍，不斷溯源侵蝕的結果形成一類似金字塔尖峰，稱為角峰。

由白木林平台遠眺玉山主峰與圓峰之間山嶺脊之地形，可發現此區地形呈現一弧形圈谷，推測在冰河期時代應是一廣大的冰斗地形，冰河期後因楠梓仙溪上游的向源侵蝕作用，導致整個冰斗地形大部分被侵蝕殆盡，僅圓峰下方之冰斗仍殘留下來圖 55。

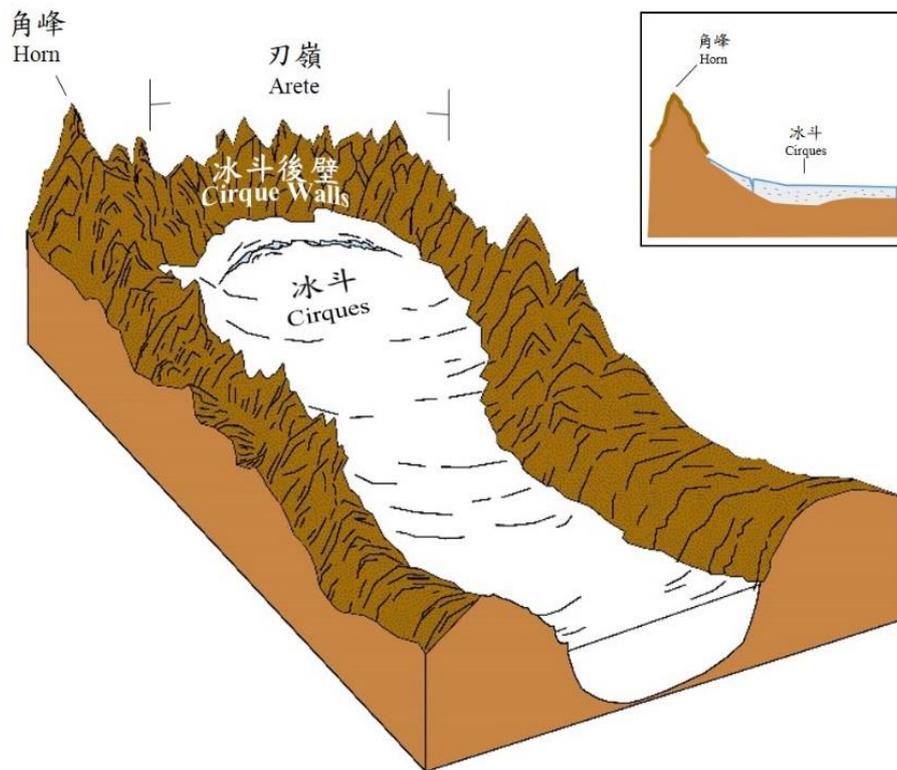


圖 54 山谷冰河地形示意圖



圖 55 山頂稜線附近疑似為冰河期遺留下之冰斗地形，其下緣大部分以被河流向源侵蝕破壞。(潘以文，2006)

解說點 5：大峭壁(已設解說牌)

設立位置：大峭壁(塔 6.7k)

設置目的與概要：

本解說點設置之主要目的為說明大峭壁之成因，並簡述此處岩層之生成環境。

玉管處已於該處設立解說牌，說明簡潔清楚，調查時額外發現有趣的漣痕構造，建議可加入。

解說內容：

經由本次調查認為，大峭壁岩層應屬層狀變質砂岩層，其上下被板岩夾變質砂岩層包覆。這些岩層原是水平堆積的沉積岩層，受變質作用與造山運動產生褶皺與斷裂，此區域恰好形成一大背斜，背斜兩翼形成 45 至 60 度傾角，經年累月受楠梓仙溪侵蝕掏刷後基腳逐漸流失，上方岩層順著層面下滑形成大面積峭壁即所謂的順向坡，此處步道恰好平行順向坡層面，因此有別於其他路段是可以看見整面陡峭層面。

在峭壁的表面主要有兩種的沈積構造，其一為舌狀的漣痕(Lingoid Ripple Marks)構造(圖 56)，另一則為彎曲狀峰線漣痕構造(圖 57)。前者水力、流速略高，漣痕的中峰線斷裂而形成一坨坨似舌狀或橢球狀構造；後者流速較平緩一致，因此可看出主要水流方向。這種沈積構造代表著一種海相的原始堆積環境，其堆積的深度能夠受到波浪的作用。



圖 56 岩壁的西側上布滿一顆顆舌狀連痕構造



圖 57 岩壁靠東側可發現水流較緩而形成的彎曲狀峰線連痕構造。

解說點 6：之字坡(建議新增點)

設置位置：之字坡上(排 1.5k)

設置目的與概要：

走在之字坡上，漸漸印入眼簾是東方往圓峰方向連綿不絕的山脊，而這片看似只有稀疏植生覆蓋的露頭，其實蘊藏了褶曲、斷裂、逆衝、充填等一連串地質現象。遊客行經此處，不論是已連夜攻頂正緩步下山，或是正蓄勢待發準備登頂，都應該看看這片有趣又重要的地質現象，這正是形成玉山主峰的重要因素呢！

解說內容：

在往圓峰山屋叉路口即可看見東方有一片連綿的山壁，沿著之字坡向上山壁上的構造越發清晰，本解說點對面山壁出露一明顯的向斜和背斜構造(如圖 58)，背斜構造被錯移形成兩個背斜構造塊體，這兩大塊體因錯動破裂產生許多裂隙，含有石英成分之雨水滲入後結晶漸漸充填其中，形成堅硬抗風化的岩脈，因此留下複雜又有趣的構造突立於山壁上。

圖 12 上這條明顯的西衝斷層一路向北延伸，通過風口通道往北峰碎石坡出露，推測即是讓今日玉山聳立於群山之中的重要推手！

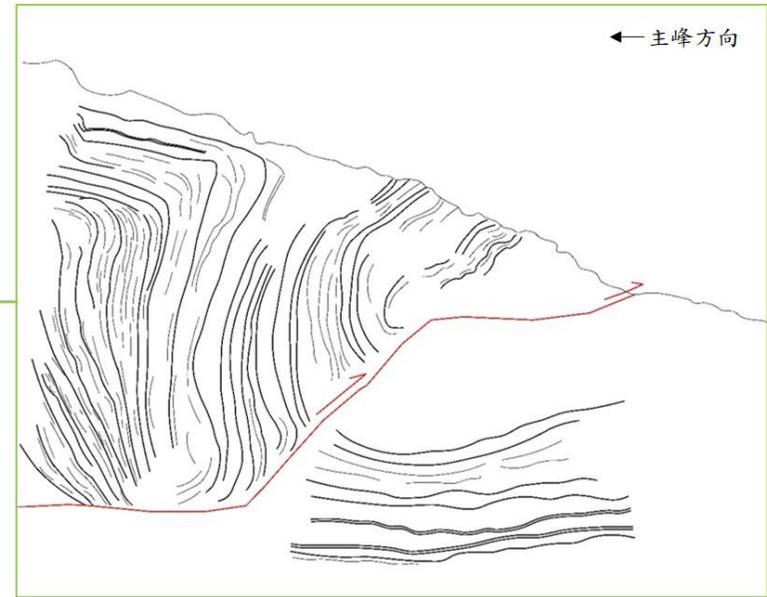
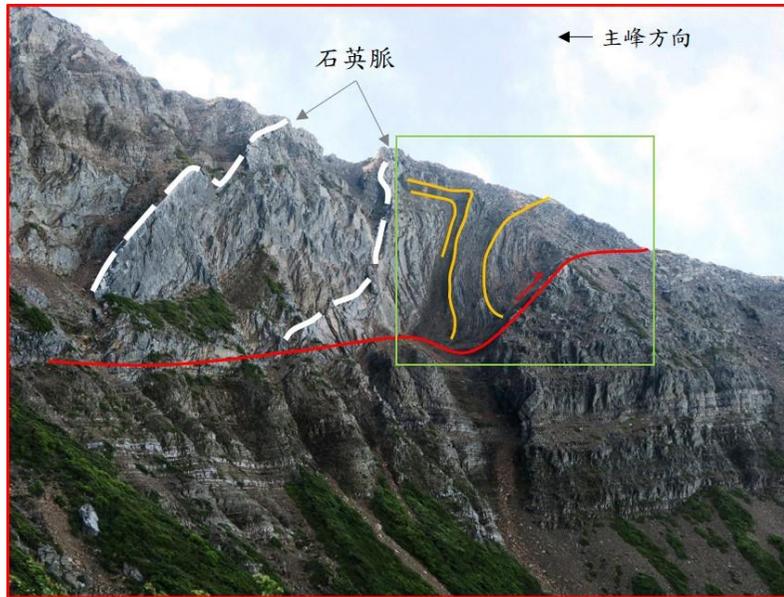


圖 58 逆衝斷層描繪圖

#### 4.5 無人航空載具飛行成果

進行野外調查時，如果人力無法抵達區域常需要進行遠視觀察及推測，可能會造成判斷失誤，因此本年度調查時額外帶一組無人航空載具(UAV)，當需要觀察遠方構造時，是不錯的調查手段。

載具型號為 Phantom 3 advance(圖 59)，另外購置載具背包和電池，以利野外調查攜帶。考慮對空度要廣、操作人員以及接飛機人員操作空間夠大，本年度主要飛行位置有兩處：主圓叉路(圓峰登山口)和下北峰碎石坡路段。

主圓叉路口(圓峰登山口)：

此地區地勢空曠，往東望有一連綿山壁，此山壁有重要的西衝斷層構造，越往之字坡方向走構造出露越發明顯，可惜之字坡步道不適合飛行，因此下移至此處(圖 60)。

兩次飛行後資料豐富，可製作簡短影片並加註說明，提供玉山國家公園管理處影像資料解說之運用(圖 61)。

下北峰碎石坡路段：

玉山主峰北面有一系列複雜且重要的地質構造，由北峰往回看距離略遠無法清楚判釋，因此我們試著於碎石坡上飛行 UAV 進行拍攝(圖 62)，可惜天候不佳，僅拍攝照片(圖 63)，未來得及錄影雲霧已包覆主峰山頭。



圖 59 無人航空載具，型號為 Phantom 3 advance



圖 60 主圓叉路口，地勢平坦適合飛行無人航空載具



圖 61 主圓叉路短片製作截圖



圖 62 北峰下碎石坡飛行位置



圖 63 無人航空載具拍攝影像，玉山主峰北面

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

本年度主要以文獻蒐集統整與野外調查工作兩者相互進行查驗。玉山地區地層文獻分層命名已清楚明確，但岩性分界還需進行詳實檢核，本年度即進行此項工作任務，進行野外調查作業繪製五千分之一路線地質條帶圖，以及修改五萬分之一區域地質圖，並將岩層再細分成六個岩段，做上下層序區分繪製剖面圖。

七個岩段由西向東分別為：

1. 板岩段(S11)
2. 變質砂岩夾板岩段(Mss-S11)
3. 板岩夾變質砂岩段(S1-Mss1)
4. 板岩變質砂岩互層段(S1/Mss)
5. 變質砂岩夾板岩層(Mss-S12)
6. 板岩偶夾變質砂岩段(S1-Mss2)

除岩性分段與分上下層序關係外，亦歸類出幾條重要構造：沙里仙溪界限斷層、主峰與圓峰間西衝逆斷層，以及主峰與東峰間數條西衝逆斷層。本年度並已初步整理分類塔塔加至東峰間層序關係，並釐清幾條重要構造與地形演變的重要相關性

針對影響玉山地形演變之關鍵因素，本計畫提出現地觀察現象為證進行探討說明，已可初步勾勒出玉山主峰之形成模式，包含以下四處重要地質構造特徵以圖說呈現說明：

1. 玉山主峰西面之向西逆衝斷層伴生的地質構造；
2. 主峰下風口往北峰碎石坡斷層出露跡象；
3. 主峰至東峰連綿山峰鳳尾岩；
4. 玉山主峰山頂。

另外，統整文獻資料與現地勘查結果，得以讓學術資訊加以運用，初步規劃6處解說點設置位置與解說內容包含：塔塔加鞍部(建議新增點)、塔塔加里程 0.7k(建議新增點)、前峰登山口(已設解說牌)、白木林平台(建議新增點)、大峭壁(已設解說牌)、主峰前之字坡(建議新增點)。無人載具 UAV 空拍部分完成圓峰叉路口、及北峰碎石坡二處，並加以編輯成為地質現象解說短片，可供管理處加以應用。

## 5.2 建議

依據本案招標文件第二年工作項目，與本年度工作會議討論結果，茲提出第二年度預定辦理工作項目之建議如下：

1. 補充現地調查(東埔-八通關古道-玉山之間步道路線調查)。
2. 地質調查資料結合航照判釋、光達資料之分析。
3. 五萬分之一區域地質圖與一萬分之一細部地質圖。
4. 解說點資料蒐集與規畫。
5. 玉山主峰地質、地層解說手冊初稿。

## 參考文獻

1. 玉山國家公園網站(<http://www.ysnp.gov.tw/index.aspx>)。
2. 經濟部中央地質調查所(<http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>)。
3. 經濟部自然環境整合供應倉儲系統(<http://ngis.moea.gov.tw>)。
4. 阿山的地科研究室(<http://ashan.gl.ntu.edu.tw/>)
5. 鹿野忠雄、1932，台灣高山地域於二三地形學的觀察(一)，《地理學評論》，8:26-32。
6. 丹桂之助，1942，台灣脊梁山脈，關於層位學之知見，台灣地學記事，第十三卷，第一號，第 1-20 頁。
7. 王文能、陳清義，1978，東埔南玉山間之沿線地質概述，礦業技術，第十六卷，第七期，第 382-386 頁。
8. 李春生，1979，台灣中部南投縣水里—玉山地區之古第三紀地層，地質學會特刊，第三號，第 237-247 頁。
9. 林慶偉，1984，玉山國家公園新中橫地區地質構造分析及其對崩塌地之影響，玉山國家公園研究叢刊。
10. 張郇生，1984，台灣嘉義—玉山—水里公路沿線之地質，中央地質調查所特刊第三號。
11. 張寶堂，1984，南投縣東埔溫泉區地質，中央地質調查所特刊，第三號，第 91-102 頁。
12. 何春蓀，1986，台灣地質概論，經濟部中央地質調查所。
13. 程延年，1986，玉山國家公園東埔玉山區地質調查暨解說規劃研究報告，內政部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
14. 程延年，1987，玉山國家公園東埔玉山區地質調查暨解說規劃研究報告，內政部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
15. 朱微祖，1991，玉山地區逆衝斷層構造之研究，中國地質學會，34 卷，第 4 期，第 199-234 頁。
16. 陳隆陞，1994，玉山金門峒斷崖崩塌速率及演化趨勢之研究，內政部營建署玉山國家公園研究叢刊。
17. 王鑫，1996，玉山觀石，內政部營建署玉山國家公園出版。

18. 胡賢能、廖志中、謝豐隆，2002，玉山國家公園集集大地震後東埔玉山區地形地質調查與構造地質分析之研究，內政部營建署玉山國家公園管理處委託規劃研究報告。
19. 史天元，2003，玉山國家公園塔塔加、東埔、梅山、天池地景地貌航空照相之建立，內政部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
20. 史天元，2004，玉山國家公園塔塔加、東埔、梅山、天池地區航空照相規劃及特殊地形地質判釋基礎圖資之建立，內政部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
21. 潘以文，2006，玉山國家公園玉山主峰線至八通關-東普步道沿線地形地質調查演變分析及解說，內政部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
22. 陳勉銘，2009，雪山山脈南段武界地區所謂「眉溪砂岩」發現的古第三紀大型有孔蟲露頭，經濟部中央地質調查所特刊，第 22 號，第 227-242 頁。
23. 黃亦敏，2010，玉山國家公園第三次通盤檢討計畫圖資調查與建置計畫，內政部營建署玉山國家公園管理處。
24. 謝凱旋，2011，台灣中部地須佳陽層、眉溪砂岩與廬山曾底部之化石研究,雪山山脈南段東翼地層的年代制約，經濟部中央地質調查所特刊，第 25 號，第 133-166 頁。
25. 潘以文，2013，玉山園區步道系統災害分析及防災地圖建置規劃：第一年西北園區，政  
部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
26. 潘以文，2014，玉山園區步道系統災害分析及防災地圖建置規劃：第二年東部園區，政  
部營建署玉山國家公園委託規劃研究報告。
27. Brown, D., J. Alvarez-Marron, M. Schimmel, Y. M. Wu, and G. Camanni, 2012, The structure and kinematics of the central Taiwan mountain belt derived from geological and seismicity data, *Tectonics*, 31, TC5013, doi:10.1029/2012TC003156

附件一  
地質調查紀錄表

附件一 地質調查記錄

| 名稱     | X        | Y       | 層面  |    | 劈理  |    | 描述                         |
|--------|----------|---------|-----|----|-----|----|----------------------------|
|        |          |         | 走向  | 傾角 | 走向  | 傾角 |                            |
| 塔 01   | 239943.9 | 2596996 |     |    | 140 | 20 | 板岩                         |
| 塔 02   | 240098.9 | 2596955 |     |    | 120 | 30 | 板岩                         |
| 塔 03   | 240113   | 2596928 | 136 | 22 |     |    | 變質砂岩                       |
| 塔 04   | 240144   | 2596908 |     |    | 128 | 54 | 板岩                         |
| 塔 05   | 240238.9 | 2596833 |     |    | 120 | 50 | 變質砂岩                       |
| 塔 06   | 240303   | 2596740 |     |    | 130 | 40 | 板岩                         |
| 塔 07   | 240419.9 | 2596787 |     |    | 112 | 34 | 板岩，夾變質細砂岩                  |
| 塔 08   | 240533.9 | 2596743 |     |    | 130 | 30 | 板岩，含粉砂岩                    |
| 塔 09   | 240548   | 2596699 |     |    | 130 | 30 | 板岩                         |
| 塔 10   | 240590.9 | 2596715 |     |    | 100 | 40 | 板岩                         |
| 塔 11   | 240801.9 | 2596634 |     |    | 138 | 52 | 板岩所組成                      |
| 塔 12   | 241185.9 | 2596450 | 50  | 30 |     |    | 層狀至厚塊狀變質砂岩                 |
| 塔 13   | 241248   | 2596378 | 112 | 52 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩                |
| 塔 14-1 | 241279.9 | 2596464 |     |    | 90  | 58 | 層狀變質砂岩                     |
| 塔 14-2 | 241279.9 | 2596464 | 290 | 36 |     |    |                            |
| 塔 15   | 241378.4 | 2596485 |     |    | 236 | 88 | 層狀變質砂岩，劈理面不發達              |
| 塔 16   | 241634   | 2596386 | 280 | 20 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩。有波浪沉積構造，緩向斜左翼  |
| 塔 17   | 241641   | 2596383 | 284 | 4  |     |    | 緩向斜左翼                      |
| 塔 18   | 241642   | 2596389 | 126 | 8  |     |    | 緩向斜右翼                      |
| 塔 19   | 241645   | 2596392 | 306 | 30 |     |    | 緩向斜左翼                      |
| 塔 20-1 | 241653.9 | 2596428 |     |    | 46  | 85 | 層狀變質砂岩，含 fracture cleavage |
| 塔 20-2 | 241653.9 | 2596428 | 275 | 4  |     |    |                            |
| 塔 21   | 241662   | 2596406 | 320 | 18 |     |    | 變質砂岩                       |
| 塔 22   | 241706.9 | 2596488 |     |    | 44  | 86 | 層狀變質砂岩，層面有波痕沉積構造           |
| 塔 23   | 241784   | 2596502 | 318 | 22 |     |    | 變質砂岩層                      |
| 塔 24   | 241789.9 | 2596506 |     |    | 100 | 74 | 板岩與變質砂岩互層，板岩含粉砂量高，呈現厚塊狀    |
| 塔 25   | 241789.9 | 2596506 | 296 | 60 |     |    |                            |
| 塔 26   | 241878.9 | 2596540 |     |    | 122 | 88 | 板岩與變質砂岩互層                  |
| 塔 27   | 241883   | 2596499 | 295 | 34 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩                |
| 塔 28   | 241889   | 2596509 |     |    | 278 | 42 | 板岩                         |
| 塔 29   | 241989.5 | 2596572 | 298 | 46 |     |    | SL                         |
| 塔 30   | 242000   | 2596600 | 300 | 40 |     |    | 板岩變質砂岩互層                   |
| 塔 31   | 242012   | 2596609 | 116 | 64 |     |    |                            |
| 塔 32   | 242043.9 | 2596639 |     |    | 78  | 86 | 板岩為主                       |
| 塔 33   | 242090.9 | 2596555 |     |    | 120 | 68 |                            |

|        |          |         |     |    |     |    |                         |
|--------|----------|---------|-----|----|-----|----|-------------------------|
| 塔 34   | 242091   | 2596559 | 126 | 40 |     |    | 變質砂岩為主，夾板岩              |
| 塔 35   | 242300   | 2596442 | 274 | 60 |     |    | 板岩為主，夾變質砂岩              |
| 塔 36   | 242323   | 2596354 | 134 | 28 |     |    | 變質砂岩                    |
| 塔 37-1 | 242448.2 | 2596133 |     |    | 126 | 22 | 板岩為主，夾變質砂岩，層面有波痕沉積構造    |
| 塔 37-2 | 242448.2 | 2596133 | 125 | 20 |     |    |                         |
| 塔 38   | 242459   | 2596108 | 164 | 20 |     |    | 變質砂岩出露                  |
| 塔 39   | 242484.9 | 2596074 | 112 | 40 |     |    | 層狀變質砂岩                  |
| 塔 40   | 242632.5 | 2595907 | 88  | 42 |     |    | 板岩為主，夾變質砂岩              |
| 塔 41   | 242632.9 | 2595908 |     |    | 88  | 44 | 板岩為主，夾變質砂岩              |
| 塔 42   | 242781   | 2595798 | 120 | 46 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩             |
| 塔 43   | 242849   | 2595717 | 144 | 26 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩             |
| 塔 44   | 242864.9 | 2595773 |     |    | 130 | 36 | 板岩為主，夾變質砂岩              |
| 塔 45   | 242864.9 | 2595773 | 130 | 36 |     |    |                         |
| 塔 46   | 242966   | 2595719 | 110 | 60 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩             |
| 塔 47   | 243044.9 | 2595776 |     |    | 104 | 50 | 板岩與變質砂岩互層               |
| 塔 48   | 243053.9 | 2595810 | 106 | 44 |     |    | 層狀變質砂岩，有時呈厚塊狀，局部岩層基腳遭切除 |
| 塔 49   | 243113   | 2595940 | 118 | 60 |     |    | 厚層變質砂岩層                 |
| 塔 50   | 243131   | 2596004 | 96  | 42 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩             |
| 塔 51   | 243363.9 | 2596056 | 128 | 30 |     |    | 層狀變質砂岩                  |
| 塔 52   | 243366   | 2595987 | 122 | 32 |     |    | 變質砂岩為主，夾板岩(小崩壁)         |
| 塔 53   | 243861.9 | 2596114 | 238 | 55 |     |    | 層狀變質砂岩，局部成薄層狀           |
| 塔 54   | 243877   | 2596092 | 244 | 60 |     |    | 變質砂岩層(大崩壁)              |
| 塔 55   | 244020   | 2595856 | 152 | 40 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩             |
| 塔 56-1 | 244091.1 | 2595803 |     |    | 110 | 56 | 板岩與變質砂岩互層               |
| 塔 56-2 | 244091.1 | 2595803 | 124 | 36 |     |    |                         |
| 塔 57   | 244139.9 | 2595824 |     |    | 80  | 74 | 板岩為主，含粉砂質高而呈厚塊狀         |
| 塔 58   | 244202.9 | 2595818 |     |    | 110 | 44 | 板岩夾變質砂岩                 |
| 塔 59   | 244220   | 2595785 | 102 | 42 |     |    | 板岩                      |
| 塔 60   | 244280   | 2595831 |     |    | 108 | 70 | 板岩                      |
| 塔 61   | 244345   | 2595835 |     |    | 100 | 36 | 板岩                      |
| 塔 62   | 244380   | 2595822 | 90  | 88 |     |    | 板岩為主，夾變質砂岩              |
| 塔 63   | 244413.9 | 2595837 |     |    | 126 | 60 | 板岩                      |
| 塔 64   | 244420.9 | 2595885 | 280 | 86 |     |    | 層狀變質砂岩                  |
| 塔 65   | 244475   | 2595808 | 92  | 84 |     |    | 變質砂岩為主，夾板岩              |
| 塔 66   | 244479   | 2595870 |     |    | 252 | 68 | 變質砂岩為主，夾板岩              |
| 塔 67   | 244514   | 2595824 | 98  | 84 |     |    | 變質砂岩為主，夾板岩              |
| 塔 68   | 244518.9 | 2595912 | 286 | 68 |     |    | 板岩夾層狀變質砂岩               |

|        |          |         |     |    |     |    |                                 |
|--------|----------|---------|-----|----|-----|----|---------------------------------|
| 塔 69   | 244607   | 2595853 | 98  | 60 |     |    | 板岩為主，夾變質砂岩                      |
| 塔 70   | 244648.6 | 2595867 |     |    | 114 | 54 | 岩性以板岩為主                         |
| 西 01   | 243242   | 2596543 | 72  | 68 |     |    | 變質砂為主，夾板岩                       |
| 西 02   | 243496   | 2596654 | 90  | 64 |     |    | 變質砂岩板互層岩                        |
| 西 03   | 243576   | 2596651 |     |    | 296 | 68 | 板岩                              |
| 西 04   | 243658   | 2596644 |     |    | 250 | 66 | 板岩                              |
| 西 05   | 243704   | 2596636 |     |    | 96  | 80 | 板岩出露                            |
| 西 06   | 244036   | 2596322 |     |    | 106 | 78 | 板岩出露(約 12-15 公尺長)               |
| 西 07   | 244187.5 | 2596226 | 230 | 68 |     |    | 變質砂岩夾板岩                         |
| 西 08   | 244347   | 2596106 | 130 | 30 |     |    | 板岩夾變質砂岩                         |
| 西 09   | 244518   | 2596001 |     |    | 94  | 68 |                                 |
| 西 10   | 244625   | 2595975 |     |    | 142 | 82 | 板岩為主，夾變質砂岩。有小褶皺，S 型，推測東側有一大背斜構造 |
| 玉 01   | 244912   | 2595924 |     |    | 100 | 62 | 板岩，排雲停機坪                        |
| 玉 02   | 245113.9 | 2596026 |     |    | 114 | 48 | 粉砂質板岩                           |
| 玉 03   | 245138.9 | 2595959 | 100 | 70 |     |    | 層狀變質粉砂岩和變質砂岩                    |
| 玉 04   | 245154   | 2595933 | 250 | 80 |     |    | 變質砂岩                            |
| 玉 05   | 245165   | 2595934 | 88  | 42 |     |    | 變質砂岩為主，夾薄板岩                     |
| 玉 06   | 245200   | 2595959 | 74  | 74 |     |    | 變質砂岩夾板岩                         |
| 玉 07   | 245222   | 2595956 |     |    | 114 | 40 | 板岩                              |
| 玉 08   | 245235.9 | 2595970 |     |    | 132 | 32 | 板岩                              |
| 玉 09   | 245348   | 2596251 | 110 | 28 |     |    | 板岩變質砂岩互層                        |
| 玉 10   | 245360.9 | 2596271 |     |    | 112 | 30 | 板岩                              |
| 玉 11   | 245406.9 | 2596270 |     |    | 90  | 72 | 板岩                              |
| 玉 12-1 | 245412.9 | 2596288 |     |    | 268 | 85 | 變質細砂岩與板岩互層，有小摺曲存在               |
| 玉 12-2 | 245412.9 | 2596288 | 236 | 38 |     |    |                                 |
| 玉 13-1 | 245460.9 | 2596272 |     |    | 98  | 46 | 變質砂岩與板岩薄互層                      |
| 玉 13-2 | 245460.9 | 2596272 | 228 | 28 |     |    |                                 |
| 玉 14   | 245498.9 | 2596367 | 206 | 34 |     |    | 層狀變質砂岩，含波痕沈積構造                  |
| 玉 15   | 245501.5 | 2596456 | 90  | 70 |     |    | 板岩與變質砂岩互層，往北峰碎石坡上               |
| 玉 16   | 245504.9 | 2596317 |     |    | 96  | 62 | 板岩與變質砂岩互層                       |
| 玉 17   | 245508.8 | 2596358 | 90  | 30 |     |    | 變質砂岩夾板岩，往北峰風口                   |
| 玉 18   | 245514   | 2596285 | 84  | 90 |     |    | 變質砂岩夾板岩，里程排 2.0k                |
| 玉 19-1 | 245635.2 | 2596328 |     |    | 104 | 54 | 變質砂岩及變質粉砂岩組成，層裡不發達              |
| 玉 19-2 | 245635.2 | 2596328 | 110 | 10 |     |    |                                 |
| 玉 20   | 245637   | 2596332 | 152 | 10 |     |    | 變質砂岩為主，夾板岩。玉山主峰平台               |
| 東 01   | 245770   | 2596241 | 100 | 80 |     |    | 變質砂岩夾板岩                         |
| 東 02   | 245836   | 2596286 | 72  | 68 |     |    | 斷層                              |
| 東 03   | 245903   | 2596324 | 106 | 24 |     |    | 板岩夾變質砂岩                         |

|        |        |         |     |    |    |    |            |
|--------|--------|---------|-----|----|----|----|------------|
| 東 04   | 245961 | 2596359 | 108 | 26 |    |    | 變質砂岩，有褶皺跡象 |
| 東 05   | 245974 | 2596361 | 255 | 56 |    |    | 板岩與變質砂岩互層  |
| 東 06   | 246026 | 2596386 | 142 | 34 |    |    | 變質砂岩夾板岩    |
| 東 07   | 246052 | 2596393 | 180 | 18 |    |    |            |
| 東 08   | 246120 | 2596422 | 160 | 30 |    |    | 板岩         |
| 東 09   | 246224 | 2596454 | 140 | 32 |    |    | 板岩夾變質砂岩    |
| 東 10   | 246266 | 2596428 | 230 | 40 |    |    | 板岩         |
| 東 11   | 246313 | 2596408 | 262 | 66 |    |    | 板岩         |
| 東 12-1 | 246358 | 2596396 |     |    | 90 | 90 | 板岩夾變質砂岩    |
| 東 12-2 | 246358 | 2596396 | 270 | 82 |    |    | 板岩夾變質砂岩    |

\*層理與劈理位態係採 Dip & Dip\_direction 呈現

附件二  
路線地質條帶圖

附件三  
區域地質圖

附件四  
審查意見及辦理情形

### 附件三 審查意見及辦理情形

| 編號 | 審查意見   | 辦理情形   |
|----|--|--|
| 1  | 可否將所調查之資料以深入淺出方式呈現，提供本處未來解說題材運用。                   | 今年 8 月底至玉管處開工作會議時已答應將進行地質地層解說手冊編修，並規劃步道上的地質解說點內容。  |
| 2  | 報告有誤植部份(如第 5 頁)，請於期末報告時一併修正。                       | 已修正。   |
| 3  | 可否擴大整個園區調查之可行性，或僅針對玉山山脈進行調查的原因為何。                  | 本計畫最終目的系希望能製作玉山地體動態模型與圖說，就目前玉山園區資料與計劃時間限制，應以玉山主峰周圍作為調查主軸，完整且明確建立主峰地體演變模型，其後再推行園區其他地區的地質地體演變計畫。 |
| 4  | 可否將本案之圖片、現勘或光達呈現之資料建置出可供玉管處使用之玉山全園區地形、地質地體構造解說資料庫。 | 每年度所有調查資料將會統整格式製成光碟供玉管處使用。   |
| 5  | 園區步道上所發現的化石是否需作特別保存或保護，提供未來研究之使用。                  | 建議不須特意處置。  |
| 6  | 有關本處去年委託自強工程顧問公司光達掃描成果，請研議納入成果報告中。                 | 光達掃描成果資料將會納入第二年工作項目-航照與光達判釋分析。光達製成的立體模型亦會放入手冊、地質解說或是地體演變模型的模底，運用性極高。                           |