

行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處
九十四年度委託研究計畫

期末報告 (定稿)

中文計畫名稱：

阿里山祝山鐵路沿線土壤剖面標本製作及性質調查
(祝山、自忠、麟芷山、塔塔加等地區土壤剖面標本製作及性質調查)

英文計畫名稱：

Preparation and soil characteristics of representative soil
monoliths along Alishan-Chushan railroad

計畫編號：行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-19 號
行政院農業委員會林務局委託研究系列 94-05-8-02 號

執行單位：國立台灣大學農業化學系

計畫主持人：陳尊賢 教授兼系主任

Tel: (02)2369-8349, 3366-4807, fax: (02)2392-4335

Email: soilchen@ntu.edu.tw

<http://Lab.ac.ntu.edu.tw/soilsc/>

計畫協同主持人：郭鴻裕 研究員

行政院農委會農業試驗所農業化學系

Tel: (04)2330-2301 ext 403 ext 318, fax: (04)2339-8149

Email: hyguo@wufeng.tari.gov.tw

研究人員：陳尊賢、郭鴻裕、吳森博、賴鴻裕

採樣人員：陳尊賢、郭鴻裕、葉明智、簡水潭、張銘澤、吳森博、賴鴻裕、
簡士濠、李家興

標本製作：郭鴻裕、葉明智

林務局承辦人員：趙賢玉

中華民國九十四年十二月三十一日

行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處委託研究計畫

九十四年度期末報告

- 一、中文計畫名稱：阿里山祝山鐵路沿線土壤剖面標本製作及性質調查
(祝山、自忠、麟芷山、塔塔加等地區土壤剖面標本製作及性質調查)
- 二、英文計畫名稱：Preparation and soil characteristics of representative soil monoliths along Alishan-Chushan railroad
- 三、計畫編號：行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-19 號
行政院農業委員會林務局委託研究系列 94-05-8-02 號
- 四、執行單位：國立台灣大學農業化學系
- 五、計畫主持人：陳尊賢 教授
Tel: (02)2369-8349, 3366-4807, fax: (02)2392-4335
Email: soilchen@ntu.edu.tw, <http://Lab.ac.ntu.edu.tw/soilsc/>
協同計畫主持人：郭鴻裕 研究員(行政院農委會農業試驗所農業化學系)
Tel: (04)2330-2301 ext 403 ext 318, fax: (04)2339-8149
Email: HYGUO@wufeng.tari.gov.tw
- 六、執行期限：民國 94 年 3 月 25 日至 94 年 12 月 31 日

七、中文摘要：

土壤剖面標本在國外普遍用於自然博物館、地方展覽館或文化中心展示，以教育民眾認識自然生態。林務局嘉義管理處阿里山遊樂區之『高山博物館』設有一主題區展示阿里山森林鐵路沿線之土壤剖面標本，提供遊客土壤型態、地形起伏與垂直氣候變化等生態資訊，廣受國內外各界好評。但受限於二十年前的採集與展示技術，這些展示的剖面標本太小且缺乏新鮮感，且因展出日久，標本出現剝落等現象，極需更新。民國93年度已完成阿里山森林鐵路沿線10處，製作土壤剖面標本共計20個及土壤性質分析。民國94年度採集與製作祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區10處土壤剖面之土壤剖面製作、土壤剖面基本調查、形態特徵描述及基本土壤物理及化學性質之分析。擬解決舊有剖面標本老舊剝落的問題，並配合嘉義林管處阿里山「高山森林生態館」開館之展示需求，提供高山生態展示之用與本處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。選取代表性土壤剖面共計10處，依據美國土壤分類系統，十處選擇之土壤分類包括弱育土、極育土、與淋澱土。

關鍵詞：土壤剖面，阿里山森林鐵路，高山森林生態館、弱育土、極育土、與淋澱土

八、英文摘要

Soil monoliths were used in the museums, local exhibitions or the cultural center for education in the foreign. The high mountain museum in the Alishan recreational park of forestry bureau displayed some soil monoliths which were sampled along the Alishan forest railway. These monoliths earned good comments in previous and also provided some ecological information about the soil types, variation of the topography, and the climate change with elevation. However, these soil monoliths were too small because of the immature techniques used previously. Some of the soil monoliths even damaged due to the years pasted. Twenty new monoliths selected along the Alishan forest railway were made in 2004. New 10 soil monoliths were conducted in 2005, including Chushan railway, Chuchung, Linchu mountain, and Tatacha region after considering the soil characteristics, locations, and climates in Alishan region. These soil monoliths will be exhibited in the “high mountain forest ecological museum” to provide useful information for high mountain ecological system. The soil morphology and database of soil profiles will be used in the soil management by Alishan recreational park of forestry bureau. All ten pedons were finished in 2005 including preparing soil monolith, soil sampling, morphological description, and soil physical and chemical analyses. The soil classification of selected ten pedons includes Ultisol, Inceptisol, and Spodosols based on the Soil Taxonomy (USDA).

Key word: soil profile; Alishan forestry railroad; high mountain forest ecological museum, Ultisols, Inceptisols, Spodosols

目 錄

	頁碼
中文摘要	1
英文摘要	2
目錄.....	3
表目錄.....	4
圖目錄.....	5
第一章、前言	6
第二章、前人研究.....	7
第三章、研究方法	
一、土壤剖面標本之選擇.....	10
二、土壤形態特徵描述及土壤採樣分析.....	10
第四章、土壤剖面之環境、土壤特性與分類	
一、阿里山之氣候條件.....	14
二、所選定之土壤剖面標本採樣點.....	14
三、土壤樣體之形態特徵描述.....	17
1. 麟苳山登山步道(P-1)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	20
2. 塔塔加遊客中心(P-2)土壤樣體之剖面形態與植生照	21
3. 自忠特富野林道(P-3)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	22
4. 台 18 線 80.5K 處(P-4)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	23
5. 祝山支線鐵道 1.8 km 處(P-5)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	24
6. 祝山支線鐵道 2.3 km 處(P-6)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	25
7. 台 18 線 76.5 處(P-7)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	26
8. 第二管制哨蔣公行館步道(P-8)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	27
9. 祝山森林鐵道支線---處(P-9)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	28
10. 祝山觀日亭旁林內(P-10)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	29
11. 阿里山各類型代表性土壤性質之差異	30
第五章、結論.....	33
第六章、參考文獻.....	33
附錄 1. 各土壤樣體之剖面形態描述 (英文)	36 - 46
2. 各土壤樣體之剖面形態描述 (中文)	47 -57
3. 委託研究計畫績效評估表	58 -59

表 目 錄

	頁碼
表一、 阿里山氣象站 1971 至 2000 年之氣候資料.....	15
表二、表二、採樣之祝山鐵路沿線及附近高山林地土壤 剖面標本位置說明	15
表三、 祝山鐵路沿線及阿里山附近高山林地土壤樣體之 形態特徵描述.....	17
表四、採樣之祝山鐵路沿線及附近高山林地土壤各類型 代表性土壤性質之差異	30
表五、祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區 10 處 土壤樣體理化性質之分析結果	31

圖 目 錄

	頁碼
圖一、祝山鐵路沿線及阿里山附近高山林地土壤剖面標本相對位置圖.....	16
圖二、麟苳山登山步道(P-1)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	20
圖三、塔塔加遊客中心(P-2)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	21
圖四、自忠特富野林道(P-3)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	22
圖五、台 18 線 80.5K 處(P-4)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	23
圖六、祝山支線鐵道 1.8 km 處(P-5)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	24
圖七、祝山支線鐵道 2.3 km 處(P-6)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	25
圖八、台 18 線 76.5 處(P-7)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	26
圖九、第二管制哨蔣公行館步道(P-8)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	27
圖十、祝山森林鐵道支線---處(P-9)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	28
圖十一、祝山觀日亭旁林內(P-10)土壤樣體之剖面形態與植生照片.....	29

第一章、前言

土壤剖面標本在國外普遍的用於自然博物館、地方展覽館或文化中心展示，以教育民眾認識自然生態。林務局嘉義林區管理處阿里山遊樂區之『高山博物館』闢有一主題區展示阿里山森林鐵路沿線之土壤剖面標本，提供遊客土壤型態、地形起伏與垂直氣候變化等生態資訊，廣受國內外各界好評。

土壤剖面標本因限於二十年前的採集與展示技術，展示剖面標本太小且展出日久，標本剝落且缺乏新鮮感，極需更新。利用本年度所採集製作之土壤剖面，解決舊有剖面標本老舊剝落之問題。配合林務局嘉義林區管理處阿里山『高山森林生態館』開館之展示需求，提供高山生態展示之用與林務局嘉義林區管理處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。

九十三年度計畫之執行地點為阿里山森林鐵路沿線，已製作完成具代表性土壤剖面十處之土壤剖面標本 20 個及土壤基本性質分析，依照美國土壤分類系統，阿里山森林鐵路沿線具代表性土壤可分類為典型濕潤沖積新成土(Typic Udifluvents)、典型低鹽基濕潤弱育土(Typic Dystrudepts)、腐植質型低鹽基濕潤弱育土(Humic Dystrudepts)、典型簡育濕潤極育土(Typic Hapludults)及典型簡育正常淋澱土(Typic Haplorthods)。

本年度之計畫目標為在阿里山祝山鐵路沿線及附近自忠、麟芷山、塔塔加等地區高山之林地依據地理位置、地形、林相、垂直氣候帶、地質及土壤特徵等多項條件綜合考量，選擇 10 處具有地理與生態學指標意義的土壤剖面，進行土壤性質調查與剖面標本製作。每處採集一個剖面，分別描述其土壤型態特徵及製作成為剖面標本(共計 10 個)，並完成包括總體密度、粒徑分析、pH 值、土壤有機碳、可交換性鹽基、陽離子交換容量、鹽基飽和度等之土壤基本理化性質分析。並以土壤分析資料提供高山生態展示之用與嘉義林管處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。

第二章、前人研究

林務局嘉義林區管理處阿里山遊樂區之『高山博物館』闢有一主題區展示阿里山森林鐵路沿線之土壤剖面標本，提供遊客土壤形態、地形起伏與垂直氣候變化等生態資訊，這些森林土壤剖面共計二十個，分別由林務局嘉義林區管理處或是李克忠先生於 1972 年期間加以採集及製作，這些剖面主要為灰壤化土壤(Podzolic Soil)及棕色森林土(Brown Forest Soil)，其餘則包含火山灰暗色土(Ando Soils)(原稱為黑壤土)、紅壤(Red Soil)及石質土(Lithosols)。灰壤化土壤(Podzol)的採集地點包含阿里山、祝山、萬歲山、自忠、東埔、東埔神木村及玉山排雲山莊，棕色森林土的採集地點包含奮起湖、奮起湖石卓、阿里山眠月及十字路，火山灰暗色土土壤剖面採集地點包含十字路及東埔，而紅壤及石質土則分別採自嘉義蘭潭及嘉義市。

阿里山森林鐵路沿線之土壤如以美國新土壤分類系統加以歸類(Soil Survey Staff, 2003)，可包含新成土(Entisols)、弱育土(Inceptisols)、淋澱土(Spodosols)、及極育土(Ultisols)等主要土綱，土壤資源豐富且具有特色(陳與蔡, 2000)。淋澱土主要生成於冷涼潮濕的氣候、石楠屬植生與粗質地的母質，廣泛分佈於北歐、俄國、加拿大與美國東北部等地區(McKeague et al., 1983)。針葉林的落葉殘枝分解所產生的有機物質，會侵蝕表土的原生礦物及次生礦物，並藉著淋洗作用向下移動至土層深處聚積，並逐漸累積形成鐵、鋁與有機物複合物，而呈現暗紅色的淋澱層(Spodic horizon)。上層洗出層(E 層)則因大量鐵、鋁的流失，而剩下抗風化的矽酸鹽礦物居多，因而呈現灰白的顏色。

新成土(Entisols)乃由母質經由簡單之物理、化學風化作用生成之土壤，通常很淺，含石量超過 50% 以上，排水、通氣良好，唯土層淺肥力低，大都分佈於山坡地或森林地之陡峭區，地形不穩定，甚易崩塌，不宜農牧用途，只宜造林、保育。此土壤在新分類系統均屬新成土。鄰近高山地區之土壤物質因滾落、滑降、甚至崩塌等位移作用而生成者，新生成者表土有機物多，表層較暗者稱為「暗色崩積土」，堆積時間較久其有機物已分解殆盡顏色較淡，稱為「淡色崩積土」。基本上，土壤剖面沒有化育作用，多發生於山區坡度較緩和的崩積地形上，含石量約 25%，通氣、排水良好，可用作農牧地，但須做好水土保持工作。在新分

類上屬新成土(Entisols)。

阿里山區之弱育土 (Inceptisols)，主要分佈於中海拔山區之排水良好地區，母質為砂岩或頁岩，土壤化育程度微弱、含石量較低，土層厚度約 50-100 公分，土層剖面層序為 A-Bw1-Bw2-C，土層 20 公分以上為礦物質層(A)，其下則為棕黃色及厚暗黃棕色之變育層(Cambic horizon, Bw1 & Bw2)，其下則為母質層(C)。土壤質地大多為砂質壤土，土壤構造均為團粒狀及稜塊狀構造，而 Bw1-2 層則僅為稜塊狀構造。

典型的淋澱土(Spodosol) 主要可分成四個化育層：暗色有機質表層、漂白的洗出 E 層(albic)、含豐富的無定型物質顏色呈現暗紅的洗入 Bhs 層(Spodic) 以及砂質母質(McKeague et al., 1983)。淋澱土土層中的有機質主要來自於含有豐富有機質之 O 層。漂白之洗出層是指土層中有機物、鐵、鋁與黏粒均被洗出，土壤顏色顯現出原生砂粒與粉粒的顏色。漂白層一般出現在淋澱層的上方，或在淋澱層或脆磐、淋澱層與黏聚層之間(Soil Survey Staff, 1999)，顏色主要呈現灰色(10YR 5/1)到淺灰色(10YR 7/1)，在排水不良地區，常伴隨斑紋的出現。在溫帶地區，漂白層通常較為淺薄，而與淋澱層的層界常是突變的(abrupt)，在熱帶地區或亞熱帶地區，有些漂白層厚度甚至可以達到 2 公尺或更深。洗出層質地較粗時，構造常為單粒狀，在偏光顯微鏡下主要以抗風化的石英粒子為主，且表面無包覆，細質地的土層則為整塊狀構造為主(Bullock and Clayden, 1980)。耕犁會破壞淋澱土之漂白層，尤其以施用石灰或氮肥最為劇烈(Soil Survey Staff, 1999)。

淋澱土(Spodosols)中有機物與鐵、鋁經洗出作用被洗至下層而進行累積，此層被稱為淋澱層，因其含有許多活性(active)無定形物質，此活性無定形物質主要為有機物與鋁或鐵所形成鍵結物質，而這些物質常具有高交換容量、表面積大與水分吸持能力高。一般野外可藉由其明顯顏色與其構造加以診斷(Soil Survey Staff, 2003)，並可因鐵、鋁成分差異再細分為含有有機物多的 Bh 層，或含鐵較多的 Bs 層。淋澱層常生成在距礦物質層 20~50 公分處，受微地形影響而有不同厚度(Bullock and Clayden, 1980)，亦受溫度影響而出現在不同深度與有不同厚度(Stanley and Ciolkosz, 1981)。土壤顏色呈現紅棕色或深紅色，且具有低色值與色度，色度隨深度增加而漸增(Mokma, 1993)，一般淋澱土矽酸鹽含量較少，土壤質地也較粗為砂質、粗壤質與粗粉質(Soil Survey Staff, 1999, 2003)。淋澱土的母質一般為冰磧石或冰屑為主，故主要為鹽基含量少之砂質或粗壤質更新世或全新

世的酸性沉積物或前寒武紀花崗岩或片麻岩所構成(SchEtzl, 1996, Bockheim, 2003)。

根據 Ugolini et al. (1988)定義淋澱化作用為發生在土壤剖面上層(O、E、Bhs)的化育作用，主要由來源自樹冠層或腐植層中的有機酸所推動。這些有機酸會大量降低土壤 pH 值，並且可與該土壤化育層中所含鋁、鐵或其他金屬元素形成可移動性的有機-金屬錯合物向下移動，因土壤化學性質改變而累積在 B 層中。在淋澱土的 Bs、BC 與 C 層，pH 值均有升高的趨勢。

茹與孟(1947)首先在祝山、大塔山一帶發現淋澱土，隨著山區開發漸多，陸續與大雪山、溪頭、美奈田山、太平山、木瓜山、塔曼山等中高海拔山區發現有淋澱土的分布。臺灣中高海拔山區氣候濕潤、氣候涼爽且植生主要為針葉林，符合淋澱土的生成環境，惟台灣高山地區土壤母質多為泥岩、頁岩或板岩，風化後土壤黏粒含量較高，此與一般歐美由冰磧石生成而來的淋澱土大不相同，台灣部分中海拔山區因土壤質地緻密，在穩定化育之環境下，土壤化育作用可能為淋澱化作用(podzolization)或伴隨著黏粒洗入(illuviation)作用共同進行，因生成化育速度不同便可生成淋澱土或極育土兩種不同土綱(Chen and Chiang, 1995; Li et al., 1998; Lin et al., 2002; Hseu et al., 1999 and 2004; Liu and Chen, 2004; Wu and Chen, 2005)。

過去在祝山、大塔山(茹與孟，1947)及阿里山(蔣，1990)等中海拔地區，發現有淋澱化土(Podzolized soils)與極育土(Ultisols)的分佈，依據林(2000)在阿里山山區之祝山與萬歲山兩地研究，發現祝山與萬歲山有中質地(黏壤土或玢質黏壤土)之淋澱化土壤，同時作者在野外調查時，也曾發現較粗質地之淋澱土(邱, 2004)。

極育土(Ultisols) 通常生成於潮濕溫暖、風化強烈、淋洗強烈及地形平坦的情況下，其特徵為含有黏聚層(argillic horizon, Bt)以及低鹽基含量，極育土的主要形態特徵在於黏粒的洗出作用(eluviation)和洗入作用(illuviation) (Miller, 1983)。一般來說，土壤層序為 A-E-BE-Bt-BC-C (Soil Survey Staff, 1999, 2003)。土壤 A 層與 E 層的質地大多是砂質壤土、壤質砂土或玢質壤土，層界大多是突變的(abrupt)或清楚的(clear)，土壤構造以弱度至中度的團粒狀構造(granular structure)為主，大多是灰棕色或暗灰棕色的顏色，漂白層則通常呈現無構造(structureless)或整塊狀(massive)，顏色則具高色值、低色度之特徵。黏聚層(Bt)

的質地大多是砂質黏壤土、砂質黏土、坊質黏壤土或黏土，層界大多是漸變的(gradual)或擴散的(diffuse)，黏粒含量會在黏聚層出現明顯的增加，然後隨著深度進入 C 層而減少，土壤構造大致上是中度的亞稜角塊狀構造(subangular blocky structure)。極育土生成機制主要為強烈的風化作用將粗物質風化為細物質，加上強烈的淋洗作用使黏粒與鹽基移動到土層下部，而鹽基隨著地下水位移動而流失，留下黏粒聚積於土層下部，形成黏聚層(Bt)。由於風化強烈、淋洗強烈，導致極育土呈現低鹽基、強酸性的特性並且在化育過程之中產生黏土礦物之變化。

九十三年度已製作完成阿里山森林鐵路沿線具代表性土壤剖面十處之土壤剖面標本(共計 20 個)，並完成包含土壤形態特徵描述、粒徑分析、土壤 pH 值、土壤有機碳、可交換性鹽基、陽離子交換容量、鹽基飽和度等。依照美國土壤分類系統，阿里山森林鐵路沿線具代表性土壤可分類為典型濕潤沖積新成土(Typic Udifluvents)、典型低鹽基濕潤弱育土(Typic Dystrudepts)、腐植質型低鹽基濕潤弱育土(Humic Dystrudepts)、典型簡育濕潤極育土(Typic Hapludults)、及典型簡育正常淋澱土(Typic Haplorthods)。

第三章、研究方法

一、土壤剖面標本之選擇

在祝山鐵路沿線及阿里山附近高山之林地依據地理位置、地形、林相、垂直氣候帶、地質及土壤特徵等多項條件綜合考量，目前已選擇七處具有地理與生態學指標意義的土壤剖面，進行土壤性質調查與剖面標本製作。土壤剖面製作依照日本國立農業環境科學研究所(NIASE)或荷蘭國際土壤資訊中心(ISRIC)土壤剖面實體製作規範進行，製作大型之實體土壤剖面標本。經處理後之土壤實體剖面標本必須表現土壤完整之實體與土壤層次之表徵，土壤構造、特殊表徵及作物根系表現等，視採集標本個體性質而定。

二、土壤形態特徵描述及土壤採樣分析

土壤剖面同時依據美國農部土壤調查手冊進行土壤剖面形態特徵描述與土壤採樣分析(Soil Survey Staff, 1993)，土壤樣品分析依據美國農部土壤調查實驗室土壤分析方法進行主要之土壤理化性質分析。並以土壤性質之分析資料提供高山生態展示之用與嘉義林管處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。配合調查點之

立地形態、土壤形態與土壤分析資料進行調查區之地理、自然生態與利用管理之闡釋，提供高山生態展示之用與本處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。

每處採集一個土壤剖面實體，分別描述其土壤形態特徵及製作成為剖面標本，並進行土壤主要物理及化學性質之分析，分析之項目包含(1)總體密度、(2)粒徑分析、(3)土壤 pH 值、(4)土壤有機碳、(5)可交換性鹽基、(6)陽離子交換容量、(7)鹽基飽和度、(8)游離鐵、鋁等。

分析之方法分別說明如下。

(一)、土壤物理性質分析

1. 總體密度(Bulk density)：圓筒法或石蠟塊法(Blake and Hartage, 1986)。

(1)圓筒法(core method):以 core 採取各土壤化育層之土壤，攜回實驗室測定之。

(2)石蠟塊法(paraffin method)：若欲採樣之土壤過乾或過濕等狀況，而無法完整以 core 採集土壤樣體時，則挖取約拳頭大小的土塊若干個，攜回實驗室以石蠟塊法測定之。

2. 粒徑分析(Particle size analysis)：吸管法(Gee and Bauder, 1986)。

秤取約 12 克的風乾土壤，以 35% H_2O_2 加熱去除土壤有機質，再以 CBD 法去除土壤中的游離鐵、鋁。精秤已去除有機質和游離鐵的烘乾土壤 10 克，並以蒸餾水洗入電動打碎機中，加入 10 mL 5% 偏磷酸鈉 (Sodium hexa-metaphosphate, HMP)，以中等速度攪拌約 15 分鐘，然後通過 300 mesh ($<50 \mu m$) 的篩子進行濕篩，坩粒與粘粒洗入 1,000 mL 沉降筒中。留在篩上的砂粒洗出後，經烘乾、秤重，再細分為極粗砂(2~1 mm)、粗砂(1~0.5 mm)、中砂(0.5~0.25 mm)、細砂(0.25~0.1 mm)與極細砂(0.1 mm~0.47 μm) 等種等級。在沉降筒中之坩粒與粘粒，則根據 Stokes Law 與土壤溶液的溫度，計算粒子沉降的時間。用定量吸管吸取小於 2 μm 之粘粒懸浮液 25 mL，烘乾 24 小時至恆重後，秤重。分別計算砂粒、坩粒與粘粒各所佔之重量百分率。質地分級則依據美國農部土壤調查手冊質地三角形圖 (Soil Survey Staff, 1993) 求得。

(二)、土壤化學性質分析

1. 土壤反應(pH 值)：玻璃電極法(McLean, 1982)

(1) pH (H₂O)：土壤與蒸餾水以土水 1:1 (w/w)混和，間或攪拌，靜置一小時後以玻璃電極測定之。

(2) pH (1N KCl)：土壤與 1N KCl 以 1:2.5 (w/w)之比例混和，攪拌，靜置一小時後以玻璃電極測定之。

2. 土壤有機碳(Organic carbon)：Walkley-Black 濕氧化法(Nelson and Sommers, 1982)。

精秤 0.5 克土壤(<0.5 mm)放入 500 mL 錐形瓶中，加入 10 mL 1N K₂Cr₂O₇ 溶液，搖勻，隨即加入 20 mL 濃硫酸，搖勻，靜置三十分鐘。若溶液呈現綠色則應將土壤減半，重覆上述步驟。接著加入 200 mL 去離子水與 10 mL 85%之磷酸，待其冷卻後，添加 30 滴二苯胺指示劑，以 0.5N 之亞鐵溶液 (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂) 滴定之。

3. 可交換性鹽基(Exchangeable bases)：1N 醋酸銨法(pH 7.0)(Thomas, 1982)。

秤取 10 克土壤置入淋洗柱中，以 100 mL 1N 醋酸銨(pH 7.0)淋洗之，淋洗出之溶液定量至 100 mL，利用原子吸光儀測定溶液中之可交換性鉀、鈉、鈣、鎂之含量。

4. 陽離子交換容量(Cation exchange capacity, CEC)：1N 醋酸銨法(pH 7.0)(Thomas, 1982)。

秤取 10 克土壤經 1N 醋酸銨(pH 7.0)淋洗後，接著以 100 mL 95% 酒精洗去土粒孔隙中多餘的醋酸銨，再加入 100 mL 10% 酸化之 NaCl 溶液，以交換出土壤粒子表面所吸附之 NH₄⁺，收集洗下之溶液，用 Kjeldahl 蒸餾法測定淋洗液中 NH₄⁺-N 的含量，以計算陽離子交換能量。

5. 鹽基飽和度(Percentage of base saturation, BS%)(Thomas, 1982)。

將 1N 醋酸銨(pH 7.0)溶液置換出的鹽基總量，除以陽離子交換能量，再乘上 100%，即為鹽基飽和度。

(三)、鐵與鋁的選擇性化學抽出分析

1. 有機態鐵、鋁(Fep、Alp)分析：0.1M Sodium pyrophosphate (pH 10.0)抽出法 (Loveland and Dogby, 1984)

精秤 2 克土壤，加入 0.1M 焦磷酸鈉溶液(pH 10) 100 mL。震盪 24 小時後，再加入數滴 0.4%之 superfloc，劇烈震盪數十秒後，以 3,500 rpm 轉速離心 15 分鐘後，以 Whatman No. 42 濾紙過濾，以原子吸收光譜儀測定濾液中鐵、鋁含量。

2. 無定形鐵、鋁(Feo、Alo)分析：0.2M Oxalate-Oxalic Acid (pH 3.0)抽出法 (McKeague and Day, 1966)

精秤 2 克土壤，加入 100 mL 0.2M 之酸性草酸銨溶液(pH 3.0)，在黑暗中震盪 4 小時後，再加入數滴 0.4%之 superfloc，劇烈震盪數十秒後，靜置約 30 分鐘，接著以 3,500 rpm 轉速離心 15 分鐘、以 Whatman No. 42 濾紙過濾，以原子吸光儀測定溶液中之鐵、鋁含量。

3. 游離態鐵、鋁(Fed、Ald)分析：Sodium Citrate-Bicarbonate-Dithionite(CBD)抽出法(Mehra and Jackson, 1960)

精秤 1 克土壤，加入 0.3M 檸檬酸鈉溶液 40 mL 及 1M 碳酸氫鈉溶液 5 mL，置入 80°C 水浴中約 15~20 分鐘，在加入 1 克連二亞硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)，持續攪拌約 15 分鐘，再加入 10 mL 飽和氯化鈉溶液，接著以 3,500 rpm 轉速離心 15 分鐘，收集懸浮液，重複上述步驟，直到土壤呈灰色，然後定量至 100 mL，以原子吸收光譜儀測定鐵、鋁含量，鐵、鋁測定波長分別為 372.0 nm 與 309.3 nm。

第四章、土壤剖面之環境、土壤特性與分類

一、阿里山之氣候條件

表一為阿里山氣象站(2470.5 公尺)由西元 1971 年至 2000 年歷年之氣候資料，研究區之年降雨量約為 4,000 公釐，降雨量主要五月至九月，其主要因梅雨以及颱風所帶來豐沛雨水，降雨最多是在八月，約有 840 公釐左右，最少則是在十一月，約為 50 公釐。本區之年蒸發量約為 1,000 公釐，各月的蒸發散量約略相等，全年僅在十一月與十二月之蒸發量會大於降雨量，所以研究區全年皆處於濕潤狀態。本研究區之平均相對濕度約為 86%，全年溼度皆高，並隨季節有很明顯顯著變化。研究區之年均溫為 10.8°C，由於土溫大約為氣溫再加上 2°C，因此土溫約為 12.8°C 左右，月均溫在 5.7~14.2°C 之間，冬夏溫差約為 9°C。故本研究區全年大致處於冷涼潮濕狀態，且依據此氣候資料判斷，冬夏溫差在 8~15°C 之間，由美國分類系統(Soil Survey Staff, 1999)判定，此區之土層 50 公分深之土溫是屬於溫和的(mesic)溫度境況，土壤水分境況則屬於濕潤的(udic)水分境況。

二、所選定之土壤剖面標本採樣

民國 94 年 4 月完成現地土壤剖面觀察及討論，確定部分土壤剖面標本之採樣點。5 月至 6 月已完成 7 處土壤剖面之土壤樣品形態特徵描述及部分土壤基本理化性質分析。10 月至 12 月完成 10 處土壤剖面之土壤樣品形態特徵描述及全部土壤基本理化性質分析。

根據上述土壤剖面標本之選擇依據，選定祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區高山林地的土壤共計 10 處(表二)，分別以 P-1~P-10 表示 (圖一)，包含(1)麟芷山登山步道：屬於弱育土綱(Inceptisols)、(2)塔塔加遊客中心：屬於弱育土綱(Inceptisols)、(3)自忠特富野林道：屬於弱育土綱(Inceptisols)、(4)台 18 線 80.5K 處：屬於極育土綱(Ultisols)、(5)祝山支線鐵道 1.8K 處：屬於極育土綱(Ultisols)、(6)祝山支線鐵道 2.3K 處：屬於極育土綱(Ultisols)、(7)台 18 線 77.5K 處：屬於極育土綱(Ultisols)、(8)阿里山森林遊樂區第二管制哨內蔣公行館步道旁：屬於淋澱土綱 (Spodosols)、(9) 祝山鐵道支線 1.6 k 處：屬於淋澱土綱 (Spodosols)、(10)祝山觀日亭旁林內：屬於極育土綱(Ultisols)。

表一、阿里山氣象站 1971 至 2000 年之氣候資料

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Mean	Total
Monthly Mean Temperature (°C)	5.7	6.7	9.0	11.1	12.6	14.0	14.2	14.0	13.3	12.0	9.8	7.1	10.8	
Monthly Mean Max Temperature (°C)	10.9	11.3	13.7	15.6	16.6	18.0	18.8	18.3	18.0	17.4	15.3	12.5	15.5	
Monthly Mean Min Temperature (°C)	1.8	3.0	5.2	7.5	9.4	10.9	10.7	10.8	9.8	8.2	5.8	3.0	7.2	
Monthly Mean Precipitation (mm)	88	144	161	257	531	711	590	839	345	136	47	61		3910
Monthly Mean Relative Humidity (%)	81	85	82	85	90	90	90	93	91	88	84	80	86	

表二、採樣之祝山鐵路沿線及附近高山林地土壤剖面標本位置說明

編號	海拔	採樣位置	土綱分類 名稱¶	大土類名稱¶	土壤剖面標本選取原因
P-1	2580	麟芷山登山步道	弱育土	Dystrudepts	海拔比祝山高，土壤形態特徵接近極育土，但土壤化育作用接近極育土與淋澱土
P-2	2490	塔塔加遊客中心	弱育土	Dystrudepts	海拔比祝山高，塔塔加遊客中心附近之土壤形態特徵，接近極育土，但土壤化育作用接近極育土與淋澱土
P-3	2180	自忠特富野林道	弱育土	Dystrudepts	海拔比祝山高，土壤形態特徵接近極育土，但土壤化育作用接近極育土與淋澱土
P-4	2190	台 18 線 80.5K 處	極育土	Hapludults	祝山附近，阿里山往塔塔加途中，最具典型極育土形態特徵
P-5	2370	祝山支線鐵道 1.8k 處	極育土	Hapludults	祝山附近，典型極育土形態特徵
P-6	2370	祝山支線鐵道 2.3k 處	極育土	Hapludults	祝山附近，典型極育土形態特徵
P-7	2300	台 18 線 76.5k 處	極育土	Hapludults	祝山附近，阿里山往塔塔加途中，最具典型極育土形態特徵
P-8	2350	蔣公行館步道	淋澱土	Haplorthod	第二管制哨附近，典型淋澱土形態特徵
p-9	2370	祝山支線鐵道 1.6k 處	淋澱土	Haplorthod	祝山附近，阿里山區唯一土壤具砂質性淋澱土形態特徵
p-10	2400	祝山觀日亭旁林內	極育土	Hapludults	祝山附近，最具典型極育土形態特徵

¶: Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003)



圖一、祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區高山林地土壤剖面標本相對位置圖。(Scale: 1:50,000)

三、土壤樣體之形態特徵描述

10 處採樣點(表三)分別為麟芷山登山步道的 P-1、塔塔加遊客中心的 P-2、自忠特富野林道的 P-3、台 18 線 80.5K 處的 P-4、祝山支線鐵道 1.8K 處的 P-5、祝山支線鐵道 2.3K 處的 P-6、台 18 線 77.5K 處的 P-7，第二管制哨內蔣公行館步道之 P-8，祝山支線鐵道 3.2k 處的 P-9 及祝山觀日亭旁林處之 P-10，土壤樣體的形態特徵分別說明如下。

表三、祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區高山林地土壤樣體之形態特徵描述

Horizon	Depth (cm)	Munsell color	Texture ⁺	Structure [†]	Consistence [§]	Roots [¶]	Boundary ^{&}
P-1 (Dystrudepts)							
O/A	0-5	7.5YR 3/2	sl	muc	--	mvf&f,fm	cs
Bw1	5-30	10YR 6/8	sl	2vf&fabk	fri,ss&sp	fvf&f	d
Bw2	30-60	10YR 5/8	--	2vf&fabk	fri,ss&sp	fvf&f	--
BC	60-90	--	--	--	--	--	--
P-2 (Hapludults)							
O	0-5	7.5YR 2.5/1	--	muc	--	mvf&f,comm	cs
A	5-10	7.5YR 2.5/2	1	2vf&fg	fri,ns&np	mvf&f,comm	cw
E1	10-20	10YR 5/1	cl	mas	fri,ss&sp	comvf&f	cw
E2	20-30	10YR 8/1	1	mas	fri,ss&sp	comvf&f	cw
Bw	30-50	5YR 5/8	sl	2vf&fabk	fm,s&p	mvf&f	d
BC	>50	--	--	--	--	--	--
P-3 (Dystrudepts)							
O/A	0-5	2.5Y 2.5/1	sl	2vf&fabk,2vf&fg	l,ns&np	comvf&f,fm	cw
AB	5-15	7.5YR 3/2	sl	2vf&fabk	l,ss&np	mvf&f	gw
Bw1	15-40	7.5YR 4/6	sl	2vf&fabk	fri,ss&np	comvf&f	d
Bw2	40-75	7.5YR 4/6	sl	2vf&fabk	fri,ss&np	mvf&f	--

⁺l=loam; sl=sandy loam; cl=clay loam; scl=sandy clay loam; c=clay; sil=silt loam; sicl: silt clay loam; s=sand. Texture observation in field.

[†]1=weak, 2=moderate, 3=strong; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse; g=granular, abk=angular blocky, mas=massive, muc=mucky.

[§]l=loose, fri=friable, fm=firm; sf=slightly firm, ss=slightly sticky, sp=slightly plastic, ns=non-sticky, np=non-plastic, s=sticky, p=plastic.

[¶]m=many, com=common, f=few; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse.

[&]a=abrupt, c=clear, s=smooth, g=gradual, d=diffuse, w=wavy.

(Continued to next page)

表三、(續)

Horizon	Depth (cm)	Munsell color	Texture ⁺	Structure [†]	Consistence [§]	Roots [¶]	Boundary ^{&}
P-4 (Hapludults)							
O/A	0-5	10YR 2/1	--	2vf&fg	--	mvf&f	gs
E1	5-15	7.5YR 4/1	sl	mas	fri,ss&np	mvf&f,comm	cw
E2	15-25	7.5 YR 7/1	sl	mas	fri,ss&np	mvf&f,fm	gw
Bt1	25-60	10YR 6/8	sl	2vf&fabk	sf,ss&sp	mvf&f,comc	d
Bt2	60-90	7.5YR 7/8	l	2vf&fabk	sf,s&sp	fvf&f,comc	d
BC	>90	--	--	--	--	--	--
P-5 (Hapludults)							
O	0-15	7.5YR 2.5/1	--	muc		mvf&f,comm	gw
A	15-25	10YR 2/2	l	2vf&fg	fri,ns&np	mvf&f,comm	cw
E	25-40	2.5Y 6/1	l	mas	fri,ns&np	comvf&f	gw
Bt1	40-50	7.5YR 5/8	sl	2vf&fabk	sf,ss&sp	comf&m	d
Bt2	50-75	7.5YR 5/8	cl	2vf&fabk	sf,ss&sp	comf&m	d
C	>75	--	--	--	--	--	--
P-6 (Hapludults)							
O	0-2	7.5YR 2.5/1	--	muc		mvf&f,comm	cs
A	2-3	7.5YR 3/1	--	2vf&fg	fri,ns&np	mvf&f	cw
E	3-15	7.5YR 5/1	--	mas	fri,ss&sp	mvf&f	cw
Bt1	15-25	5YR 5/8	--	2vf&fabk	sf,ss&sp	mvf&f	d
Bt2	25-50	7.5YR 5/8	--	2vf&fabk	fri,ss&sp	mvf&f	d
Bt3	50-90	7.5YR 5/8	--	2vf&fabk	fri,ss&sp	comvf&f	d
BC	90-140	--	--	--	--	--	--
P-7 (Hapludults)							
O/A	0-10	7.5YR 3/2	l	2vf&fg,2vf&fabk	fri,ns&np	mvf&f,comm	gw
Bt1	10-45	7.5YR 6/8	l	2vf&fabk	fm,s&sp	mvf&f	d
Bt2	45-80	7.5YR 5/8	l	2vf&fabk	sf,s&sp	mvf&f,fm	d
Bt3	80-120	7.5YR 5/8	l	2vf&fabk	sf,ss&sp	mvf&f	d
C	>120	--	--	--	--	--	--

⁺l=loam; sl=sandy loam; cl=clay loam; scl=sandy clay loam; c=clay; sil=silt loam; silcl: silt clay loam; s=sand. Texture observation in field.

[†]1=weak, 2=moderate, 3=strong; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse; g=granular, abk=angular blocky, mas=massive, muc=mucky.

[§]l=loose, fri=friable, fm=firm; sf=slightly firm, ss=slightly sticky, sp=slightly plastic, ns=non-sticky, np=non-plastic, s=sticky, p=plastic.

[¶]m=many, com=common, f=few; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse.

[&]a=abrupt, c=clear, s=smooth, g=gradual, d=diffuse, w=wavy.

(Continued to next page)

表三、(續)

Horizon	Depth (cm)	Munsell color	Texture ⁺	Structure [†]	Consistence [§]	Roots [¶]	Boundary ^{&}
P-8 (Haplorthod)							
O/A	0-5	10YR 3/1	--	1vf&fg	--	mvf&f	gw
AE	5-10	10YR 5/2	--	1vf&fabk, 1vf&fg	fri,ns&np	mvf&f	d
E	10-18	10YR 7/1	--	2vf&fabk	fri,ns&np	fvf&f	d
Bs	18-35	7.5YR 4/4	--	2vf&fabk	fri,ns&np	comvf&f	d
BC	35-45	10YR 4/4	--	2vf&fabk	sf,ss&sp	--	d
C	>45	--	--	--	--	--	--
P-9 (Haplorthod)							
O	0-14	7.5YR 2.5/1	--	muc	--	mvf&f,comm	gs
A	14-24	10YR 2/2	l	2vfg	fri,ns&np	mvf&f,mm	cs
AE	24-30	2.5Y 6/1	sl	1vfabk	fri,ns&np	comvf&f,comm&c	cs
E	30-40	2.5Y 6/1	sl	--	fri,ns&np	comvf&f	aw
Bs	40-50	7.5YR 5/8	cl	2vf&fabk	sf,ss&sp	mvf&f	d
Bw1	50-65	7.5YR 5/8	cl	2vf&fabk	sf,ss&sp	comf&m	d
Bw2	65-85	7.5YR 5/8	cl	2vf&fabk	sf,ss&sp	comf&m	d
C	85-110	10YR 5/8	l	1vfabk	fri,ns&np	comf&m	d
R	>110	--	--	--	--	--	--
P-10 (Hapudults)							
O/A	0-5	5YR 2.5/2	--	muc	--	mc	s
E	5-30	5YR 2.5/1	--	1vf&fabk	fri,ns&np	comvf&f	d
Bt1	30-55	7.5YR 5/6	--	2vf&fabk	fri,ss&sp	comvf&f	d
Bt2	55-80	7.5YR 5/6	--	2vf&fabk	fri,ss&sp	fvf&f	d
BC	>80	7.5YR 6/6	--	2vf&fabk	sfm,ss&sp	fvf&f	d

⁺l=loam; sl=sandy loam; cl=clay loam; scl=sandy clay loam; c=clay; sil=silt loam; sicl: silt clay loam; s=sand. Texture observation in field.

[†]1=weak, 2=moderate, 3=strong; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse; g=granular, abk=angular blocky, mas=massive, muc=mucky.

[§]l=loose, fri=friable, fm=firm; sf=slightly firm, ss=slightly sticky, sp=slightly plastic, ns=non-sticky, np=non-plastic, s=sticky, p=plastic.

[¶]m=many, com=common, f=few; vf=very fine, f=fine, m=medium, c=coarse.

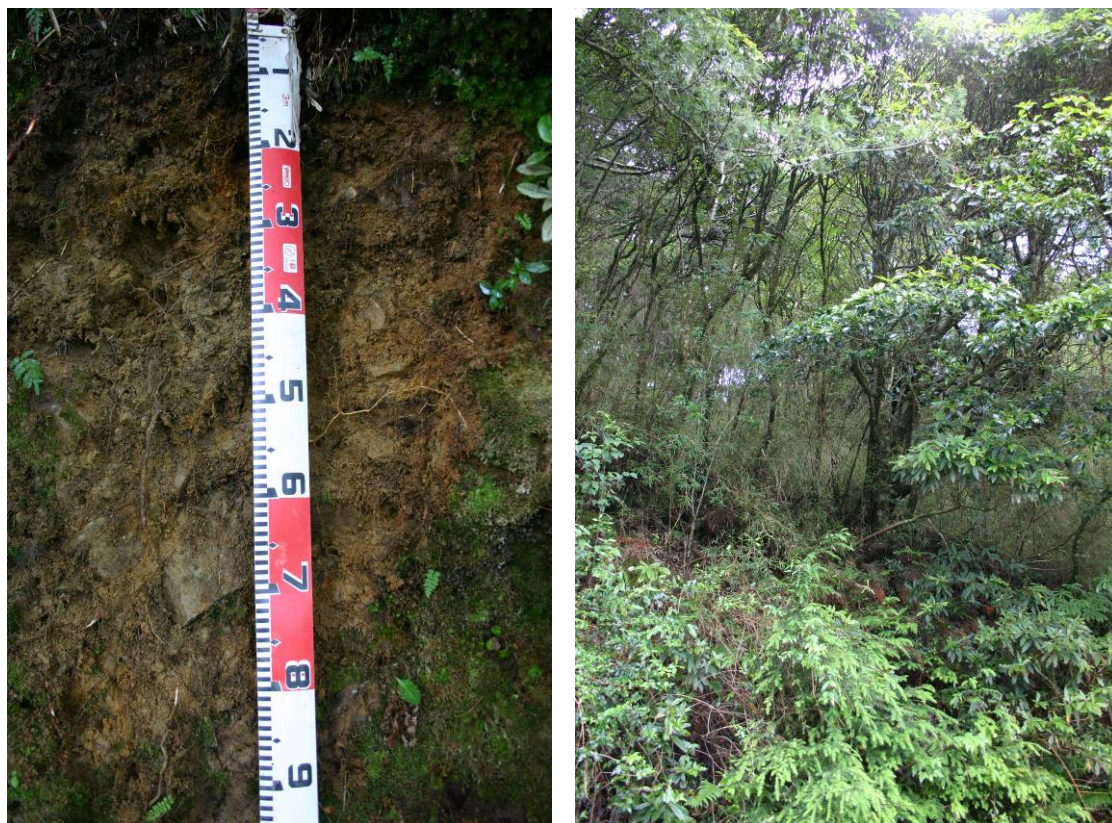
[&]a=abrupt, c=clear, s=smooth, g=gradual, d=diffuse, w=wavy.

1. P-1 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-1 土壤樣體位於麟芷山登山步道上，海拔高度為 2,580 公尺，坡度約 35 度，坡向為西北向(300 度)，採樣點附近植生為玉山劍竹、二葉松及高山杜鵑為主，排水良好，母岩為砂頁岩，土壤剖面層序為 O/A-Bw1-Bw2-BC，土層厚度約 90 公分。P-1 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖二。

土壤表層為一層礦物質土與有機質混合的表育層(O/A)，再接下來則為兩層變育層(Bw1、Bw2)及一層過渡母岩層(BC)。

土壤質地 O/A 層為壤土(loam)，Bw1 層及 Bw2 層為砂質壤土(sandy loam)。土壤構造 O/A 層團粒狀構造(granular structure)，Bw1 層及 Bw2 層則為稜角塊狀構造(angular blocky structure)。



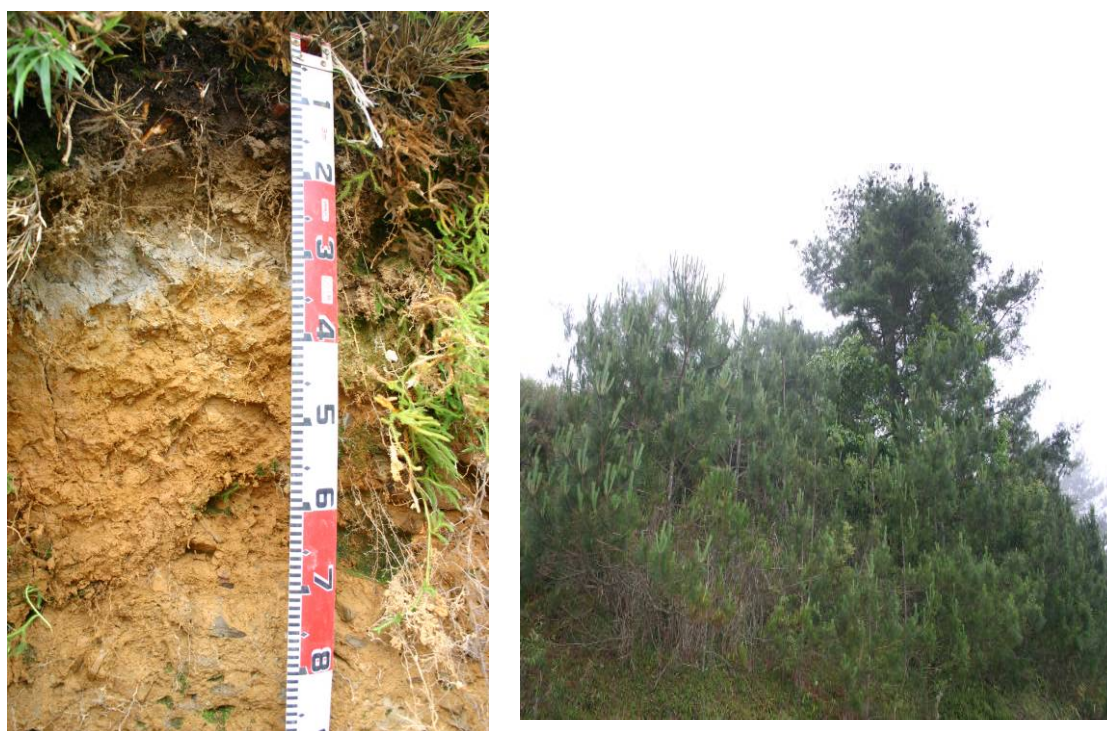
圖二、麟芷山登山步道(P-1)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

2. P-2 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-2 土壤樣體位於塔塔加遊客中心(台 18 線 96 km 處)旁，海拔高度 2490 公尺，坡度 20 度，坡向北方(0 度)，排水良好，土層厚度約 50 公分，植被為二葉松，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O-A-E1-E2-Bw-BC。P-2 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖三。

土壤表層為一層有機質層(O)與一層暗色礦物質層(A)，其下則為兩層漂白層(Albic horizon) (E1、E2)，其中 E1 層呈現灰色(10YR 5/1)，顯示有部分來自上方之有機物質正在洗入該層；洗出層下方土層，為母岩化育而來之土層 (Bw)；在 Bw 層下方則為過渡母岩層(BC)。

土壤質地 A 層為壤土(loam)，E1 層及 E2 層為砂質壤土(sandy loam)，Bw 層為砂質壤土(sandy loam)。土壤構造在 A 層為團粒狀構造，而 E1 層及 E2 層屬於整塊狀(massive)，Bt 層則為稜角塊狀構造。



圖三、塔塔加遊客中心(P-2)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

3. P-3 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-3 土壤樣體位於自忠特富野林道上，海拔高度 2180 公尺，坡度 40 度，坡向西北方(330 度)，排水良好，土層厚度約 75 公分，植被為紅檜人造林，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-AB-Bw1-Bw2-C。P-3 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖四。

土壤表層一層礦物質與有機質混合表育層(O/A)，其下為一礦物質層與變育層之過渡層(AB)，再接下來則為兩層變育層(Bw1、Bw2)與母岩層(C)。

土壤質地 O/A 層為砂質壤土(loam)，而其餘土層則為砂質壤土(sandy loam)，顯示土壤化育程度尚弱，並無明顯的黏粒洗入作用發生。土壤構造在 O/A 層具有少部分團粒構造與稜角塊狀構造，其他土層則為稜角塊狀構造。



圖四、自忠特富野林道(P-3)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

4. P-4 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-4 土壤樣體位於台 18 線 80.5 km 處，海拔高度 2190 公尺，坡度 10 度，坡向西北方(290 度)，排水良好，土層厚度約 90 公分，植被為紅檜人造林，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-E1-E2-Bt1-Bt2-BC。P-4 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖五。

土壤表層為礦物質與有機質混合表育層(O/A)，其下則為兩層漂白層(E1、E2)，其中 E1 層呈現暗灰色(7.5YR 4/1)，顯示來自上方之有機物質正在洗出該層；在漂白層下方有兩層黏聚層(Bt1、Bt2)，在野外以手指觸摸發現黏聚層皆有明顯的黏粒增加，顯示具有明顯的洗入作用存在。

土壤質地 E1 層及 E2 層為砂質壤土(sandy loam)，Bt1 層為砂質壤土(sandy loam)，而 Bt2 層亦為砂質壤土(clay loam)，雖質地上無明顯變化，但質地分析結果發現黏粒在黏聚層開始有明顯黏粒聚積的現象，此表示此土壤有著相當程度之化育與強烈的淋洗作用。土壤構造在土壤表層(O/A)為團粒構造，而 E1 層及 E2 層屬於整體狀，Bt1 層及 Bt2 層則皆屬於稜角塊狀構造。



圖五、台 18 線 80.5K 處(P-4)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

5. P-5 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-5 土壤樣體位於祝山支線鐵道 1.8 km 處，海拔高度 2370 公尺，坡度 5 度，坡向西南方(240 度)，排水良好，土層厚度約 75 公分，植被為台灣杉及芒草，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O-A-E-Bt1-Bt2-C。P-5 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖六。

土壤表層為一層有機質層(O)與一層暗色礦物質層(A)，其下則為一層漂白層(E)；在漂白層下方有兩層黏聚層(Bt1、Bt2)與母岩層(C)。

土壤質地 E 層為壤土(loam)，Bt1 層為壤土 (loam)及 Bt2 層為壤土(loam)，黏聚層皆有明顯的黏粒增加，此表示此土壤有著相當程度之化育與強烈的淋洗作用。土壤構造在土壤 A 層為團粒構造，E 層屬於整體狀，Bt1 層及 Bt2 層則皆屬於稜角塊狀構造。



圖六、祝山支線鐵道 1.8 km 處(P-5)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

6. P-6 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-6 土壤樣體位於祝山支線鐵道 2.3 km 處，海拔高度 2370 公尺，坡度 10 度，坡向西北方(290 度)，排水良好，土層厚度約 140 公分，植被為台灣杉及芒草，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O-A-E-Bt1-Bt2-Bt3-BC-C。P-6 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖七。

土壤表層為一層有機質層(O)與一層暗色礦物質層(A)，其下則為一層漂白層(E)；在漂白層下方有三層黏聚層(Bt1、Bt2 及 Bt3)，而在黏聚層下方則為過渡母岩層(BC)。

土壤質地 A 層為壤土(loam)，E 層為砂質黏壤土(sandy clay loam)，Bt1 層為黏質壤土(clay loam)，而 Bt2 層及 Bt3 層則又為砂質黏壤土(sandy clay loam)，顯示黏粒洗入作用明顯集中於黏聚層上方，且洗出層較薄，但有 75cm 之黏聚層，表示此土壤有強烈的淋洗作用。土壤構造在土壤 A 層為團粒構造，E 層屬於整體狀，Bt1 層、Bt2 層及 Bt3 層則皆屬於稜角塊狀構造。



圖七、祝山支線鐵道 2.3 km 處(P-6)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

7. P-7 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-7 土壤樣體位於台 18 線 76.5 處，海拔高度 2300 公尺，坡度 10 度，坡向南方(185 度)，排水良好，土層厚度約 120 公分，植被為紅檜人造林，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-Bt1-Bt2-Bt3-C。P-7 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖八。

土壤表層為礦物質與有機質混合表育層(O/A)，在此層下方有三層黏聚層(Bt1、Bt2 及 Bt3)，而在黏聚層下方則為母岩層(C)。

土壤質地 A 層為壤土(loam)，Bt1 層、Bt2 層及 Bt3 層則為壤土(loam)，質地分析結果顯示僅有輕微明顯的黏粒洗入作用且並無明顯之洗出層生成，表示此土壤之化育稍弱，尚未有強烈的黏粒淋洗作用。土壤構造在土壤 O/A 層具有少部分團粒構造與稜角塊狀構造，其他土層則為稜角塊狀構造。



圖八、台 18 線 76.5 處(P-7)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

8. P-8 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-8 土壤樣體位於阿里山森林遊樂區第二管制哨內的蔣公行館步道上，海拔高度 2350 公尺，排水良好，土層厚度約 50 公分，植被為台灣杉人造林，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-AE-E-Bs-BC-C。P-8 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖九。

此土壤樣體乃位在於台灣杉人造林一局部平坦坡地之下方，由於地形因子的關係，造成此處淋洗較為旺盛，形成局部地區性之淋澱土。

土壤表層為礦物質與有機質混合表育層(O/A)，在漂白層下方有一層典型之淋澱層 (Bs)，而在淋澱層下方則為母岩層(C)。

此處淋澱土屬砂質淋澱土，A 層土壤質地為粉質壤土(silt loam)，E 層為壤質砂土 (loamy sand)、Bs 層及 BC 層則為砂質壤土(sandy loam)，顯示有明顯有機物和鐵物質之洗入作用且具顯著洗出層之生成。土壤構造在土壤 O/A 及 AE 層具有少部分團粒構造與稜角塊狀構造，其他土層則為稜角塊狀構造。



圖九、第二管制哨蔣公行館步道(P-8)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

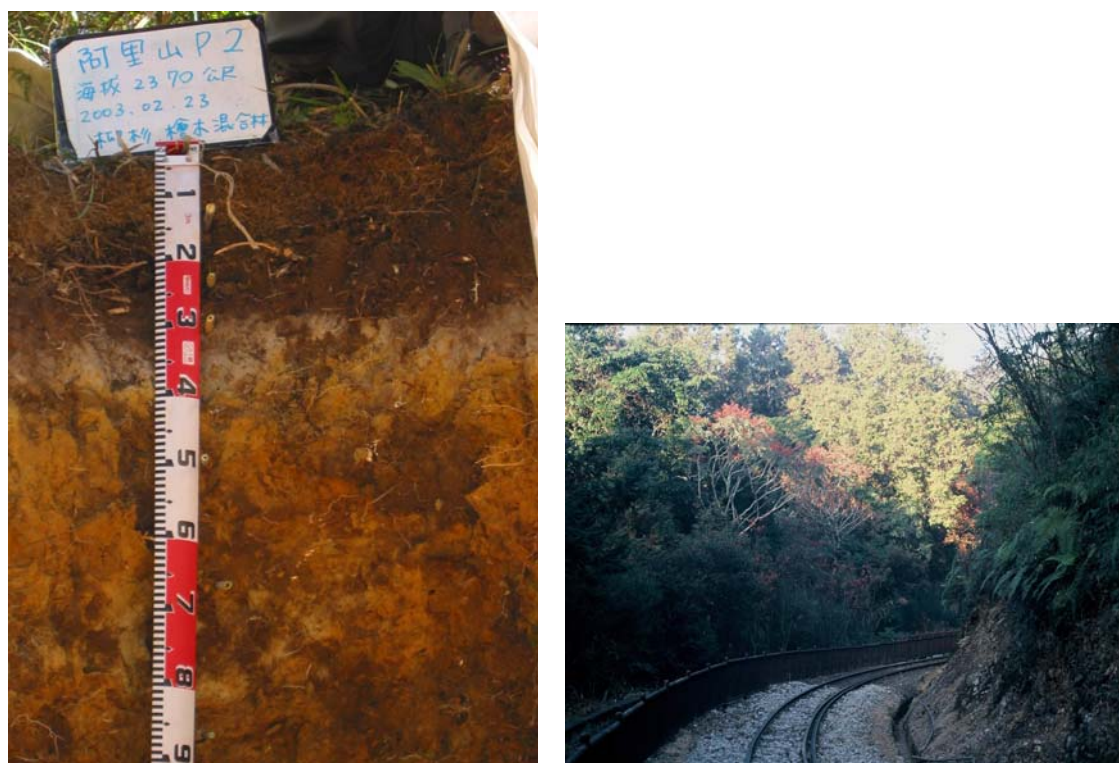
9. P-9 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-9 土壤樣體位於祝山森林鐵道支線上 K 處，海拔高度 2370 公尺，排水良好，土層厚度約 110 公分，植被為檜木混合林，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-AE-E-Bs-Bw1-Bw2-C-R。P-9 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖十。

此土壤樣體乃位於於祝山森林鐵道旁一局部平坦邊坡處，由於地勢較為平坦的關係，故形成局部地區性之淋澱土。

土壤表層為礦物質與有機質混合表育層(O/A)，在漂白層下方有一層典型之三氧化物洗入層 (Bs)，亦可稱為淋澱層，而在淋澱層下方則為母岩層(C)。

此處淋澱土屬較黏質之淋澱土，A 層土壤質地為壤土 (loam)，E 層為砂質壤土 (sandy loam)、Bs、Bw1、Bw2 及 BC 層則為黏質壤土 (clay loam)，由質地看來，顯示有明顯有機物和鐵物質之洗入作用。土壤構造在土壤 A 層具有少部分團粒構造與稜角塊狀構造，其他土層則為稜角塊狀構造。



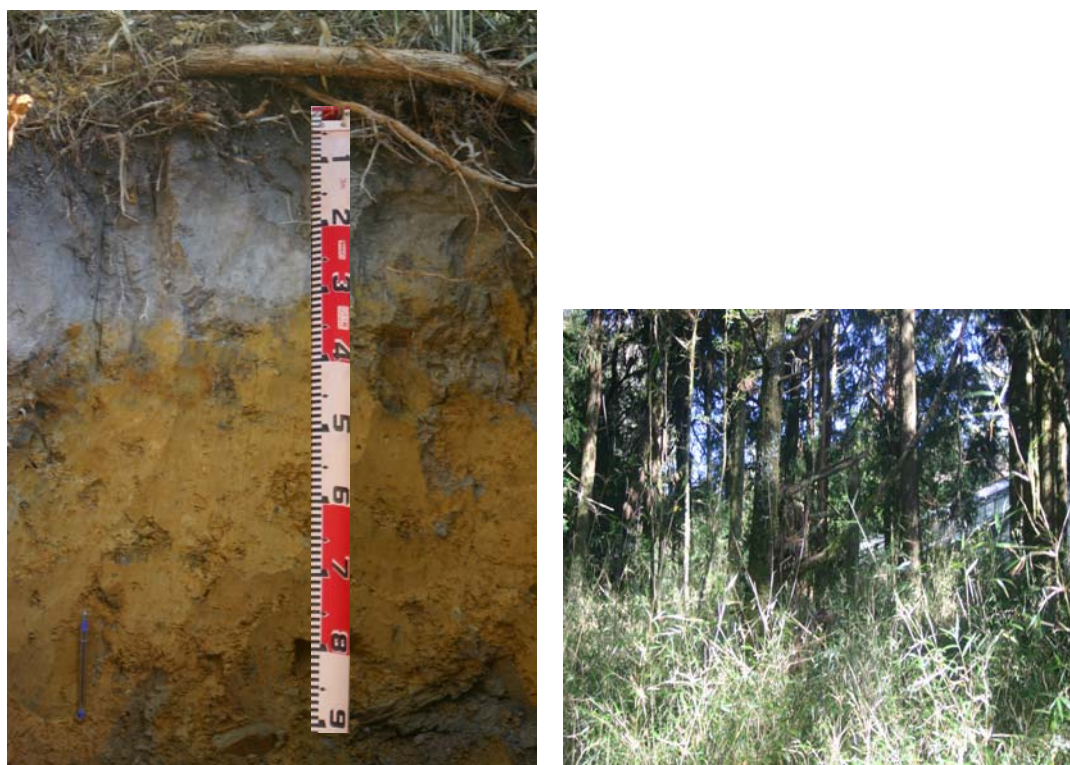
圖十、祝山森林鐵道支線---處 (P-9)土壤樣體之剖面形態與植生照片。

10. P-10 土壤樣體之土壤樣體形態與環境因子

P-10 土壤樣體位於祝山觀日亭旁林內，海拔高度 2400 公尺，排水良好，因位於山頂位置，地形較為平坦，土層厚度約 90 公分，植被為台灣杉人造林、矢竹及一些草生植物，母岩為砂頁岩。土壤剖面層序為 O/A-E-Bt1-Bt2-BC。P-10 土壤樣體剖面形態與植生照片見圖十一。

土壤表層為礦物質土與有機質混合表育層(O/A)，在相當顯著漂白層下方有一層典型之黏聚層 (Bt)，而在黏聚層下方則為母岩過渡層(BC)。

此處土壤 O/A 層顯的較為淺薄，推測為當地坡度較大，可能有些為被沖蝕流失，E 層土壤質地為壤質砂土(loamy sand)，Bt 層及 BC 層則為黏壤土 (clay loam)，雖顯示有明顯黏粒之洗入作用。土壤構造在土壤 O/A 及 A 層具有少部分團粒構造與稜角塊狀構造，其他土層則為稜角塊狀構造。



圖十一、祝山觀日亭旁林內 (P-10)土壤樣體之剖面形態與植生照片

11. 阿里山各類型代表性土壤性質之差異

依照美國土壤分類系統(Soil Survey Staff, 2003)，可將過去兩年計畫在阿里山地區及塔塔加附近山坡地所發現之土壤共有五大類，分別為 (1) 簡育型濕潤混攪新成土 (Haplic Udarent) (93 年度已採樣，本年度未採樣)，(2) 典型簡育正常新成土 (Typic Haplorthents) (93 年度已採樣，本年度未採樣)，(2) 典型低鹽基濕潤弱育土 (Typic Dystrudepts)，(3) 典型簡育濕潤極育土 (Typic Hapludults)，與 (4) 典型簡育正常淋澱土 (Typic Haplorthods)。茲將各類型代表性土壤性質之差異列如表四，另已採樣之十土壤剖面之性質列於表五。

表四、採樣之祝山鐵路沿線及附近高山林地土壤各類型代表性土壤性質之差異

類型	土壤分類名稱	診斷化育層及主要土壤特徵	生成之環境特性
1	簡育型濕潤混攪新成土 (Haplic Udarent)	無化育層，主要為母質剛化育生成之混攪淺層土壤，土層中有許多風化後破石塊	阿里山山區極陡峭之坡地，土壤生成環境極不穩定，化育生成之石塊混攪於淺層土壤中，無法生成代表性診斷化育構造 B 層土壤。
2	典型簡育正常新成土 (Typic Haplorthents)	無化育層，主要為母質剛化育生成之淺層土壤	阿里山山區極陡峭之坡地，土壤生成環境極不穩定，無法生成代表性診斷化育構造 B 層土壤。
3	典型低鹽基濕潤弱育土 (Typic Dystrudepts)	生成變育層 (cambic horizon, Bw) 之簡單化育層，主要為母質化育生成明顯土壤構造 Bw 層土壤形態特徵，土壤剖面之質地上下均勻，仍具有強烈淋洗作用，土壤鹽基飽和度低，土壤貧瘠。	阿里山山區稍陡峭之坡地，土壤生成環境較穩定，可生成代表性診斷化育構造 Bw 層土壤。
4	典型簡育濕潤極育土 (Typic Hapludults)	土壤已化育生成明顯之土壤洗出白色層 (albic horizon, E) 及明顯之黏聚層 (argillic horizon, Bt) 之化育層，有強烈淋洗作用，土壤鹽基飽和度極低，土壤貧瘠。	阿里山山區平坦之坡地，土壤生成環境較穩定，雨量極大，有強烈淋洗作用，土壤鹽基飽和度極低，可生成代表性診斷化育黏聚層 (Bt) 土壤。
5	典型簡育正常淋澱土 (Typic Haplorthods)	土壤已化育生成明顯之土壤洗出白色層 (albic horizon, E) 及明顯之淋澱層 (spodic horizon, Bs) 之化育層，有強烈淋洗作用，土壤鹽基飽和度極低，土壤貧瘠。	阿里山山區極平坦之坡地，土壤生成環境較穩定，在針葉林分佈及雨量極大情況下，有強烈淋洗作用，土壤鹽基飽和度極低，已生成代表性診斷化育明顯之土壤洗出白色層 (albic horizon, E) 及明顯之淋澱層 (spodic horizon, Bs) 之化育層土壤。

表五、祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區 10 處土壤樣體理化性質之
分析結果

Horizon	Depth (cm)	Total			Texture	pH		CEC*	BS%#	Organic C.
		sand	silt	clay		H ₂ O	KCl			
		-----g/kg-----					cmol ₍₊₎ /kg	-----%-----		
P-1 (Dystrudept)										
O/A	0-5	559	294	147	SL	4.8	3.5	12	5	5.8
Bw1	5-30	639	234	128	SL	5.0	3.9	18	2	3.0
Bw2	30-60	636	238	126	SL	5.1	3.8	18	2	2.5
BC	60-90	685	255	60	SL	5.2	3.9	12	2	0.8
P-2 (Dystrudept)										
O	0-5	--	--	--	--	4.1	3.1	36	2	12
A	5-10	387	487	127	L	4.1	3.2	34	2	9.3
E1	10-20	302	411	287	CL	4.5	3.6	14	1	1.5
E2	20-30	375	403	222	L	4.6	3.5	5	1	0.3
Bw	30-50	364	389	247	L	5.2	4.0	21	2	1.2
BC	>50	385	350	265	L	5.3	4.1	8	1	0.2
P-3 (Dystrudept)										
O/A	0-5	613	323	65	SL	3.9	3.9	34	2	14
AB	5-15	616	299	85	SL	4.1	3.6	34	1	3.6
Bw1	15-40	596	319	85	SL	4.2	3.6	28	1	2.0
Bw2	40-75	618	276	106	SL	4.6	4.0	13	1	3.3
P-4 (Hapludult)										
O/A	0-5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
E1	5-15	532	367	102	SL	4.2	3.1	13	2	3.0
E2	15-25	498	361	140	SL	4.7	3.5	1.1	2	0.2
Bt1	25-60	495	283	222	L	4.6	3.4	5.6	2	0.2
Bt2	60-90	495	303	202	L	4.8	3.5	5.0	1	0.1
BC	>90	555	353	92	L	4.8	3.5	4.0	1	0.1
P-5 (Hapludult)										
O	0-15	--	--	--	--	--	--	--	--	8
A	15-25	442	401	157	L	4.1	3.0	17	2	1.3
E	25-40	562	279	159	SL	4.2	3.3	15	1	1.4
Bt1	40-50	462	271	267	L	4.5	3.5	20	1	1.9
Bt2	50-75	460	311	229	L	4.8	3.9	21	1	1.2
C	>75	578	345	77	SL	4.9	4.2	8	1	0.2

*: CEC, cation exchange capacity.

#: BS%, base saturation percentage.

&: no data

(續下頁)

表五(續)

Horizon	Depth (cm)	Total			Texture	pH		CEC* cmol ₍₊₎ /kg	BS% -----%	Organic C.
		sand	silt	clay		H ₂ O	KCl			
P-6 (Hapludult)										
O/A	0-3	580	264	156	SL	3.9	3.1	18	4	10
E	3-15	550	230	220	SCL	4.2	3.3	16	4	2.5
Bt1	15-25	452	263	285	SCL	4.2	3.4	22	3	1.5
Bt2	25-50	425	240	335	SCL	4.3	3.5	24	3	0.8
Bt3	50-90	450	230	320	SCL	4.3	3.6	24	5	0.7
BC	90-140	526	218	256	SCL	4.5	3.7	18	8	0.3
P-7 (Hapludult)										
O/A	0-10	456	439	105	L	4.4	2.8	24	10	9.3
Bt1	10-45	441	393	166	L	4.2	3.4	16	2	2.1
Bt2	45-80	476	314	209	L	4.3	3.4	19	2	2.1
Bt3	80-120	470	318	212	L	4.4	3.5	21	2	2.3
C	>120	580	350	70	SL	4.6	3.6	5	1	0.2
P-8 (Haplorthod)										
O/A	0-5	--	--	--	SiL	4.2	3.8	20	4	6.5
AE	5-10	694	253	52	SL	3.7	3.5	6.5	2	2.7
E	10-18	649	301	50	SL	3.8	3.6	3.1	2	0.3
Bs	18-35	603	229	168	SL	3.9	3.3	12	1	4.5
BC	35-45	570	260	170	SL	4.4	3.8	8	1	0.5
C	>45	580	320	100	SL	5.0	4.2	6	1	0.3
P-9 (Haplorthod)										
O	0-14	-	-	-	-	4.2	3.8	20	4	5.4
A	14-24	610	290	100	SL	3.4	3.2	20	3	6.5
AE	24-30	694	253	52	SL	3.6	3.5	6.3	2	1.7
E	30-40	639	312	50	SL	3.7	3.7	2.1	2	0.4
Bs	40-50	613	219	168	SL	3.9	3.3	11	1	0.8
Bw1	50-65	655	208	137	SL	3.9	3.6	11	1	0.8
Bw2	65-85	566	264	170	SL	4.3	3.9	11	0	1.0
C	85-110	550	290	160	SL	5.0	4.1	12	0	1.1
R	>110	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P-10 (Hapludult)										
O/A	0-5	456	439	105	L	4.3	3.5	6	4	6.5
E	5-30	645	320	35	LS	4.4	3.6	4.5	5	3.2
Bt1	30-55	302	411	287	CL	4.5	3.6	14	4	1.5
Bt2	55-80	332	381	267	CL	4.5	3.6	14	3	1.5
BC	>80	350	455	195	L	4.8	3.8	10	2	0.8

*: CEC, cation exchange capacity.

#: BS%, base saturation percentage.

&: no data

第五章、結論

1. 完成祝山鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區 10 處土壤剖面之土壤剖面製作、土壤剖面基本調查、形態特徵描述及基本土壤物理及化學性質之分析。
2. 阿里山祝山森林鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區所採集之土壤剖面形態特徵大致可分為三類，分別為山坡地弱育土、高山極育土以及高山淋澱土。依照美國土壤分類系統(Soil Survey Staff, 2003)，可將山坡地弱育土分類為典型低鹽基濕潤弱育土(Typic Dystrudepts)，高山極育土分類為典型簡育濕潤極育土(Typic Hapludults)，而高山淋澱土則屬於典型簡育正常淋澱土(Typic Haplorthods)。
3. 高山淋澱土通常只在局部坡度平坦處生成，剖面 8 及剖面 9 皆在坡度較為平坦處發現，且通常僅為局部區域分佈，顯示祝山區雖具有符合淋澱土生成之環境條件，但坡度是主要限制因子。

第六章、參考文獻

(*: 計畫主持人已發表之相關論文，可供參考)

林經維。2000。祝山與萬歲山區土壤特性、化育與分類。國立臺灣大學農業化學研究所碩士論文。

邱春媚。2004。嘉義祝山地區砂質壤質淋澱土土壤之特性與化育作用。國立臺灣大學農業化學研究所碩士論文。

茹皆耀、孟華。1947。臺中縣之土壤。臺灣省農業試驗所報告第六號。

蔣先覺。1990。臺灣灰土之特性、化育與分類。國立臺灣大學森林研究所碩士論文。

Blake, G.R., and K.H. Hartage 1986. Bulk density. pp.363-375. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis, part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy monograph. Madison, WI.

Bockheim, J.G. 2003. Genesis of Bisequal soils on acidic drift in the upper Great Lakes Region, U.S.A. Soil Science Society of America Journal 67:612-619.

Bullock, P.N., and B. Clayden. 1980. The morphological properties of Spodosols. pp. 45-65. In B.K.G. Theng (ed.) Soils with variable charge. New Zealand Society of Soil Science, Soils Bureau, Department of Science and Industrial Research, Lower Hutt, New Zealand.

*Chen, Z.S., and H.C. Chiang. 1995. Soil characteristics, genesis, and classification of

- some forest soils in Taiwan. Vol. 1: 63-78. In: A. Schulte and D. Ruhiyat (eds.). Proceedings of Soils of Tropical Forest Ecosystems (Third International Conference on Forest Soils). Oct. 29 - Nov. 3, 1995. Balikpapan, Indonesia.
- Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis, p. 383-411. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis, Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Gee, G.W, and J.W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. pp.383-411. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis, part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy monograph. Madsion, WI.
- *Hseu, Z. Y., Z. S. Chen, and Z. D. Wu. 1999. Characterization of placic horizons in two subalpine Inceptisols. Soil Science Society of America Journal 63:941-947.
- *Hseu, Z.Y., C. C. Tsai, C.W. Lin, and Z.S. Chen. 2004. Transitional soil characteristics between Ultisols and Spodosols in the subalpine forest of Taiwan. Soil Science 169: 457-467
- *Li, S. Y., Z. S. Chen, and J.C. Liu. 1998. Subalpine loamy Spodosols in central Taiwan: Characteristics, micromorphology, and genesis. Soil Science Society of America Journal 62: 710-716.
- *Lin, C.W., Z. Y. Hseu, and Z. S. Chen. 2002. Clay Mineralogy of Spodosols with high clay contents in the Subalpine Forests of Taiwan. Clays and Clay Mineral 50: 726-735.
- *Liu, J. C., and Z. S. Chen. 2004. Soil characteristics and clay mineralogy of two Spodosols in central Taiwan. Soil Science 169: 66-80.
- Loveland, P.J, and P. Digby. 1984. The extraction of Fe and Al by 0.1 M pyrophosphate solutions: a comparison of some techniques. Journal of Soil Science 35:243-250.
- McKeague, J. A., and J. H. Day. 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Canadian Journal of Soil Science 46:13-22.
- McKeague, J.A., F. DeConnick, and D.P. Franzmeier. 1983. Spodosols. pp.217-252. In L.P. Wilding, N.E. Smeck, and G.F. Hall (eds.) Pedogenesis and Soil Taxonomy, II. The soil orders. Elsevier Sci. Publ. Comp., New York, U.S.A and Amsterdam, The Netherlands.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement, p. 199-224. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis, Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. pp.199-244. In A.L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Agronomy monograph. Madsion, WI.
- Mehra, O. P., and M. J. Jackson. 1960. Iron oxides removed from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals 7:317-327.
- Miller, B. J. 1983. Ultisols. p. 283-323. In L. P. Wilding, N. E. Smeck, and G. F. Hall (ed.). Pedogenesis and Soil Taxonomy, II. The soil orders. Elsevier Sci. Publ. Comp., New York, U.S.A and Amsterdam, The Netherlands.

- Mokma, D.L., and P. Buurman. 1982. Podzols and podzolization in temperate regions, ISM Monograph 1. International Soil Museum, Wageningen, The Netherlands.
- Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, OC, and organic matter, p. 539-557. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis, Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Nelson, D.W., and L.E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. pp.539-577. In A.L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Agronomy monograph. Madison, WI.
- Rhoades, J. D. 1982. Cation exchangeable capacity, p. 149-157. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis, Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Schaetzl, R.J., and S.A. Isard. 1996. Regional-scale relationship between climate and strength of podzolization in the Great Lakes Region, North America. *Catena* 28:47-69.
- Soil Survey Staff. 1993. Examination and description of soils in the field. p. 56-196. In: Soil survey manual. Handbook No. 18. USDA-SCS, Washington, D.C.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. USDA-NRCS Agric. Handb. 436. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. 9th edition. USDA-NRCS. Washington, DC.
- Stanley, S.R., and E.J. Ciolkosz. 1981. Classification and genesis of Spodosols in the central Appalachians. *Soil Science Society of America Journal* 45:912-917.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cation. pp.149-157. In A.L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Agronomy monograph. Madison, WI.
- Ugolini, F.C., R. Dahlgren., S. Shoji., and T. Ito. 1988. An example of andosolization and podzolization as revealed by soil solution studies, south Hakkoda, northeastern Japan. *Soil Science* 145:111-125.
- *Wu, S. P., and Z. S. Chen. 2005. Soil characteristics and genesis of Inceptisols with placic horizon in subalpine forest soils of Taiwan. *Geoderma* 125:331-341.

Pedon No : P-1

Classification : Dystrudepts

Location : Linchu mountain

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : Yushan cane (*Yushania niitakayanensis*), Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis* Hayata) 、 Azalea (*Rhododendron hybridum*)

Elevation : 2580 m

Physiographic position : summit

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : cambic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

O/A 0-5cm	7.5Y 3/2 (dark brown); sandy loam; many very fine & fine and few medium roots; clear smooth boundary.
Bw1 5-30cm	10YR 6/8 (brownish yellow); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; sticky & slightly plastic; few very fine & fine roots; diffuse boundary.
Bw2 30-60cm	10YR 5/8 (yellowish brown); moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; sticky & slightly plastic; few very fine & fine roots.

Pedon No : P-2

Classification : Dystrudepts

Location : Tatachia tourist visiting center

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : Yushan cane (*Yushania niitakayanensis*),
Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis* Hayata)

Elevation : 2490 m

Physiographic position : Summit

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : agrillic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

O	0-5cm	7.5YR 2.5/1 (black); mucky; many very fine & fine and common medium roots; clear smooth boundary.
A	5-10cm	7.5YR 2.5/2 (very dark brown); loam; moderate very fine & fine granular structure; friable; non-sticky & non-plastic; many very fine & fine and common medium roots; clear wave boundary.
E1	10-20cm	10YR 5/1 (gray); clay loam; massive; friable; slightly sticky & slightly plastic; common very fine & fine roots; clear wave boundary.
E2	20-30cm	10YR 8/1 (white); loam; massive; friable; slightly sticky & slightly plastic; common very fine & fine roots; clear wave boundary.
Bw	30-50cm	5YR 5/8 (yellowish red); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; firm; sticky & plastic; many very fine & fine roots; diffuse boundary.
BC	>50cm	

Pedon No : P-3

Classification : Dystrudepts

Location : Chuchung mountain

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : Taiwan red cypress (*Chamaecypris formosensis*)

Elevation : 2180 m

Physiographic position : Summit

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : cambic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

O/A 0-5cm	2.5YR 2.5/1 (reddish block); sandy loam; moderate very fine & fine granular structure parting to moderate very fine & fine angular blocky structure; loose; non-sticky & non-plastic; common very fine & fine and few medium roots; clear wave boundary.
AB 5-15cm	7.5YR 3/2(dark brown); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; loose; slightly sticky & non-plastic; many very fine & fine roots; gradual wave boundary.
Bw1 15-40cm	7.5YR 4/6(strong brown); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; slightly sticky & non-plastic; common very fine & fine roots; diffuse boundary.
Bw2 40-75cm	7.5YR 4/6(strong brown); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; slightly sticky & non-plastic; many very fine & fine roots.

Pedon No : P-4

Classification : Hapludults

Location : 80.5 k on no. 18 county highway

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : Taiwan red cypress (*Chamaecypris formosensis*)

Elevation : 2190 m

Physiographic position : Shoulder

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : argillic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

O/A	0-5cm	10YR 2/1(black); moderate very fine & fine angular blocky structure; many very fine & fine roots; gradual smooth boundary.
E1	5-15cm	7.5YR 4/1(dark gray); sandy loam; massive; friable; slightly sticky & non-plastic; many very fine & fine and common medium roots; clear wave boundary.
E2	15-25cm	7.5YR 7/1(light gray); sandy loam; massive; friable; friable; slightly sticky & non-plastic; many very fine & fine and few medium roots; gradual wave boundary.
Bt1	25-60cm	10YR 6/8(brownish yellow); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic; many very fine & fine and common coarse roots; diffuse boundary.
Bt2	60-90cm	7.5YR 7/8(reddish yellow); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; sticky & slightly plastic; few very fine & fine and common coarse roots; diffuse boundary.
BC	>90cm	

Pedon No : P-5

Classification : Hapludults

Location : 1.8km on branch line of Chushan railroad

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : Cryptomeria (*Cryptomeria japonica*)

Elevation : 2370

Physiographic position : Shoulder

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : argillic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

- | | | |
|----|---------|---|
| O | 0-15cm | 7.5YR 2.5/1(black); mucky; many very fine & fine and common medium roots; gradual wave boundary. |
| A | 15-25cm | 10YR 2/2(very dark brown); loam; moderate very fine & fine granular structure; friable; non-sticky & non-plastic; many very fine & fine and common medium roots; clear wave boundary. |
| E | 25-40cm | 2.5Y 6/1(gray); sandy loam; loam; friable; non-sticky & non-plastic; common very fine & fine roots; gradual wave boundary. |
| BE | 40-50cm | 7.5YR 5/8(strong brown); sandy loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic; common fine & medium roots; diffuse boundary. |
| Bt | 50-75cm | 7.5YR 5/8(strong brown); loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic; common fine & medium roots; diffuse boundary. |
| C | >75cm | |

Pedon No : P-6

Classification : Hapludults

Location : 2.3km on branch line of Chushan railroad

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : *Cryptomeria (Cryptomeria japonica)*

Elevation : 2370

Physiographic position : Shoulder

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : argillic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

- | | | |
|-----|----------|---|
| O | 0-2cm | 7.5YR 2.5/1(black); mucky; many very fine & fine and common medium roots; clear smooth boundary. |
| A | 2-3cm | 7.5YR 3/1(very dark gray); loam; moderate very fine & fine granular structure; friable; non-sticky & non-plastic; many very fine & fine roots; clear wave boundary. |
| E | 3-15cm | 7.5YR 5/1(gray); sandy clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; slightly sticky & slightly plastic; many very fine & fine roots; clear wave boundary. |
| Bt1 | 15-25cm | 5YR 5/8(yellowish red); clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; sticky & slightly plastic; many very fine & fine roots; diffuse boundary. |
| Bt2 | 25-50cm | 7.5YR 5/8(strong brown); sandy clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; slightly sticky & slightly plastic; many very fine & fine roots; diffuse boundary. |
| Bt3 | 50-90cm | 7.5YR 5/8(strong brown); sandy clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; slightly sticky & slightly plastic; common very fine & fine roots; diffuse boundary. |
| BC | 90-140cm | |
| C | >140cm | |

Pedon No : P-7

Classification : Hapludults

Location : 76.8 km on no. 18 county highway

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : *Cryptomeria (Cryptomeria japonica)*

Elevation : 2300 m

Physiographic position : shoulder

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : argillic horizon

Described by : Sen-Po Wu

Sampling by : Sen-Po Wu

O/A 0-10cm 7.5YR 3/2(very dark gray); loam; moderate very fine & fine granular structure parting to moderate very fine & fine angular blocky structure; friable; non-sticky & non-plastic; many very fine & fine and common medium roots; gradual wave boundary.

Bt1 10-45cm 7.5YR 6/8(reddish yellow); loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; firm; sticky & slightly plastic; many very fine & fine roots; diffuse boundary.

Bt2 45-80cm 7.5YR 5/8(reddish yellow); loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; sticky & slightly plastic; many very fine & fine and few medium roots; diffuse boundary.

Bt3 80-120cm 7.5YR 5/8(strong brown); loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic; many very fine & fine roots; diffuse boundary.

C >120cm

Pedon No : P-8

Classification : Typic Haplorthods

Location : 2nd guest house of Alishan forest museum park

Parent material : Sandstone and Shale

Vegetation : *Cryptomeria (Cryptomeria japonica)*

Elevation : 2350 m

Physiographic position : shoulder

Drainage : well

Soil moisture regime : Udic

Soil temperature regime : Mesic

Diagnostic epipedon : Ochric epipedon

Diagnostic horizon : Spodic horizon

Described by : Shih-Hao Jien

Sampling by : Shih-Hao Jien

O/A 0-5cm	10YR 3/1 (very dark gray); Silt loam; weak very fine and fine granular; vary friable structure; non-sticky and non-plastic; many very fine & fine roots; gradual wave boundary.
AE 5-10cm	10YR 5/2 (grayish brown); Sandy loam ; weak very fine & fine granular parting to moderate very fine and fine angular blocky structure; non-slightly sticky & non-plastic; many very fine and fine roots; diffuse boundary.
E 10-18cm	10YR 7/1 (light gray); loamy sand; moderate very fine and fine angular blocky structure; non-sticky & non-plastic; few very fine & fine roots; diffuse boundary.
Bs 18-35cm	7.5YR 4/4 (brown); very fine sandy loam; moderate very fine and fine angular blocky structure; slightly sticky & slightly plastic; common very fine & fine roots; diffuse boundary.
BC 35-45cm	10YR 4/4 (dark yellowish brown); sandy loam; moderate very fine and fine angular blocky; slightly sticky & slightly plastic; diffuse boundary.
C >45cm	

Pedon No : P-9

Classification : Typic Haplorthod

Location : located on 1.6 km of Chushan forest railroad

Parent material : Sandstone and shale

Vegetation : Silver-grass (*Miscanthus floridulum*), Yushan cane (*Yushania niitakayanensis*), Taiwan red cypress (*Chamaecypris formoseensis*), Taiwan armand pine (*Taiwania cryptomerioides* Hay), Cryptomeria (*Cryptomeria japonica*), and Willow fir.

precipitation : 3910 mm/year

Elevation : 2370 m

Latitude : 23 degrees 31 minutes 15.1 seconds N

Longitude : 120 degrees 48 minutes 40.5 seconds E

Physiographic position : summit

Drainage : Well

Soil moisture region : Udic

Soil temperature region : Mesic

Diagnostic epipedon : ochric

Diagnostic horizon : spodic

Slope : 3 degree

Face : 240 degree

Described by : Chun-Mei Chiu and Chen-Chi Tsai

Sampled by : Chun-Mei Chiu and Chen-Chi Tsai

- O 0-14cm 7.5YR 2.5/1 (black); many very fine & fine roots and common medium roots; gradual smooth boundary.
- A 14-24cm 10YR 2/2 (very dark brown); loam; moderate very fine granular structure; friable; non-sticky & non-plastic consistence; many very fine & fine roots and many medium roots; clear smooth boundary.
- AE 24-30cm 2.5Y 6/1 (gray) and 7.5YR 3/2 (dark brown) mottle; sandy loam; weak very fine angular blocky structure; friable; non-sticky & non-plastic consistence; common very fine & fine roots and common medium & coarse roots; clear smooth boundary.
- E 30-40cm 2.5Y 6/1 (gray); sandy loam; structureless; friable; non-sticky & non-plastic consistence; common very fine & fine roots; abrupt wavy boundary.
- Bs 40-50cm 7.5YR 5/8 (strong brown), 20% 7.5YR 3/2 (dark brown) and 5% 5YR 4/4 (reddish brown); clay loam; moderate fine & medium angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic consistence; many very fine & fine roots; diffuse boundary.

- Bw1 50-65cm 7.5YR 5/8 (strong brown), 15% 5Y 7/4 (pale yellow), 15% 10YR 4/4 (dark yellowish brown) and 5% 5YR 4/6 (yellowish red); clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic consistence; common fine & medium roots; diffuse boundary.
- Bw2 65-85cm 7.5YR 5/8 (strong brown); clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic consistence; common fine & medium roots; diffuse boundary.
- C 85-110 cm 10YR 5/8 (yellowish brown); loam; weak very fine angular blocky structure; friable; non-sticky & non-plastic consistence; common fine & medium roots.
- R >110cm

Pedon No : P-10

Classification : Hapludults

Location : Peony garden nearby Chushan sunrise sight kiosk

Parent material : Sandstone and shale

Vegetation : Taiwan armand pine (*Taiwania cryptomerioides* Hay), *Cryptomeria japonica* and Willow fir.

Elevation : 2400m

Physiographic position : summit

Drainage : well

Soil moisture regime : udic

Soil temperature regime : mesic

Diagnostic epipedon : ochric epipedon

Diagnostic horizon : agillic horizon

Described by : Shih-Hao Jien

Sampling by : Shih-Hao Jien

O/A	0-5cm	5YR 2.5/2 (dark reddish brown); mucky structure; many very fine & fine roots; many coarse roots; diffuse boundary.
E	5-30cm	5YR 6/1 (gray); loam sand; weak very fine & fine angular blocky parting to moderate very fine and fine granular structure; very friable; non-slightly sticky & non-plastic; common very fine and fine roots; gradual smooth boundary.
Bt1	30-55cm	7.5YR 5/6 (yellowish red); clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; very friable; slightly-sticky & slightly-plastic; few very fine & fine roots; diffuse boundary.
Bt2	55-80cm	7.5YR 5/6 (yellowish red); clay loam; moderate very fine & fine angular blocky structure; very friable; slightly-sticky & slightly-plastic; few very fine & fine roots; diffuse boundary.
BC	>80cm	7.5YR 6/6 (reddish yellow); loam; moderate very fine and fine angular blocky structure; slightly firm; slightly sticky & slightly plastic; diffuse boundary.

剖面編號：剖面-1

土壤分類：低鹽基濕潤弱育土

剖面位置：麟苳山步道

母岩：砂頁岩

植被：玉山矢竹、台灣杉

海拔：2580公尺

地形位置：頂坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤

土壤溫度境況：溫和

診斷亞表層：淡色表育層

診斷化育層：變育層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

有機物層/表層	0-5公分	7.5Y 3/2 (深棕色)；砂質壤土；多量非常細、細和少量中等根；清楚平滑層界。
變育層1	5-30公分	10YR 6/8 (棕黃色)；砂質壤土；模糊層界。
變育層2	30-60公分	10YR 5/8 (黃棕色)；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；具黏滯性和些微可塑性；少量細和非常細植物根。

剖面編號：剖面-2

土壤分類：低鹽基濕潤弱育土

剖面位置：塔塔加遊客中心

母岩：砂頁岩

植被：玉山矢竹 (*Yushania niitakayanensis*), 台灣杉 (*Pinus taiwanensis* Hayata)

海拔：2490公尺

地形位置：頂坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：黏聚層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

有機物層	0-5公分	7.5YR 2.5/1 (黑色)；腐質物；多量細、非常細、中等量中等和多量中等植物根；清楚平滑層界。
土表層	5-10公分	7.5YR 2.5/2 (深棕色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和中等量中等植物根；平滑波浪層界。
洗出層1	10-20公分	10YR 5/1 (灰色)；粘質壤土；整塊狀構造；易脆；些微黏滯性和些微可塑性；中量細、非常細植物根；平滑波浪層界。
洗出層2	20-30公分	10YR 8/1 (白色)；壤土；整塊狀構造；易脆；些微黏滯性和些微可塑性；中量細、非常細植物根；平滑波浪層界。
黏聚層	30-50公分	5YR 5/8 (黃紅色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；堅硬；具黏滯性和可塑性；多量細、非常細植物根；模糊層界。
BC	>50公分	

剖面編號：剖面-3

土壤分類：低鹽基濕潤弱育土

剖面位置：自忠 (特富野林道)

母岩：砂頁岩

植被：台灣杉 (*Chamaecypris formosensis*)

海拔：2180 m

地形位置：頂坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：變育層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

有機物層/表層	0-5公分	2.5YR 2.5/1 (紅黑色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造與中等強度細和非常細團粒狀構造；鬆散；無黏滯性和無可塑性；中量細、非常細和少量中等植物根；平滑波浪層界。
表層過渡層	5-15公分	7.5YR 3/2 (暗棕色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；鬆散；些微黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和少量中等植物根；漸變波浪層界。
變育層1	15-40公分	7.5YR 4/6 (深棕色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；些微黏滯性和無可塑性；中量細、非常細植物根；模糊層界。
變育層2	40-75公分	7.5YR 4/6 (深棕色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；些微黏滯性和無可塑性；多量細、非常細植物根；模糊層界。

剖面編號：剖面-4

土壤分類：簡育濕潤極育土

剖面位置：台18線80.5公里處

母岩：砂頁岩

植被：台灣杉 (*Chamaecypris formosensis*)

海拔：2190公尺

地形位置：肩坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：黏聚層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

有機物層/表層	0-5公分	10YR 2/1 (黑色)；中等強度細和非常細菱塊狀構造；多量細和非常細植物根；漸變平滑層界。
洗出層1	5-15公分	7.5YR 4/1 (深灰色)；砂質壤土；整塊狀構造；易脆；些微黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和中量中等植物根；清楚波浪層界。
洗出層2	15-25公分	7.5YR 7/1 (淺灰色)；砂質壤土；整塊狀構造；易脆；些微黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和少量中等植物根；漸變波浪層界。
黏聚層1	25-60公分	10YR 6/8 (棕黃色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；多量細、非常細和中量粗植物根；模糊層界。
黏聚層2	60-90公分	7.5YR 7/8 (紅黃色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；具黏滯性和些微可塑性；少量細、非常細和中量粗植物根；模糊層界。
母岩過渡層	>90公分	

剖面編號：剖面-5

土壤分類：簡育濕潤極育土

剖面位置：祝山森林支線鐵道1.8公里處

母岩：砂頁岩

植被：柳杉 (*Cryptomeria japonica*)

海拔：2370

地形位置：肩坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：黏聚層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

- 有機物層 0-15公分 7.5YR 2.5/1 (黑色)；腐質物；多量細、非常細、中等量中等和多量中等植物根；漸變平滑層界。
- 土表層 15-25公分 10YR 2/2 (深棕色)；壤土；中等強度細和非常細團粒狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和中量中等植物根；清楚波浪層界。
- 洗出層 25-40公分 2.5Y 6/1 (灰色)；壤土；整塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；中量細、非常細和中量中等植物根；漸變波浪層界。
- 過度層 40-50公分 7.5YR 5/8 (深棕色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和中量中等植物根；模糊層界。
- 黏聚層 50-75公分 7.5YR 5/8 (深棕色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和中等植物根；模糊層界。
- 母質層 >75公分

剖面編號：剖面-6

土壤分類：簡育濕潤極育土

剖面位置：祝山森林支線鐵道2.3公里處

母岩：砂頁岩

植被：柳杉 (*Cryptomeria japonica*)

海拔：2370公尺

地形位置：肩坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：黏聚層

描述者：吳森博

採樣者：吳森博

有機物層	0-2公分	7.5YR 2.5/1 (黑色)；腐質物；多量細、非常細及中量中等植物根；清楚平滑層界。
土表層	2-3公分	7.5YR 3/1 (暗灰色)；壤土；中等強度細和非常細團粒狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細和非常細植物根；清楚波浪層界。
洗出層	3-15公分	7.5YR 5/1 (灰色)；砂質粘壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；些微黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；清楚波浪層界。
黏聚層1	15-25公分	5YR 5/8 (黃紅色)；黏質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和中等植物根；模糊層界。
黏聚層2	25-50公分	7.5YR 5/8 (深棕色)；砂質粘壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；些微黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；模糊層界。
黏聚層3	50-90公分	7.5YR 5/8 (深棕色)；砂質粘壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和非常細植物根；模糊層界。
過渡層	90-140公分	
母岩層	>140公分	

剖面編號：剖面-7

土壤分類：簡育濕潤極育土
剖面位置：台18線76.8公里處
母岩：砂頁岩
植被：柳杉 (*Cryptomeria japonica*)
海拔：2300公尺
地形位置：肩坡
排水程度：良好
土壤濕潤境況：濕潤境況
土壤溫度境況：溫和
診斷表育層：淡色表育層
診斷化育層：黏聚層
描述者：吳森博
採樣者：吳森博

有機物層/表層	0-10公分	7.5YR 3/2 (暗灰色)；壤土；中等強度細和非常細團粒狀構造及中等強度細和非常細菱塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細、非常細、中量中等植物根；漸變波浪層界。
黏聚層1	10-45公分	7.5YR 6/8 (紅棕色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；堅硬；具黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；模糊層界。
黏聚層2	45-80公分	7.5YR 5/8 (紅黃色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；具黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；模糊層界。
黏聚層3	80-120公分	7.5YR 5/8 (深棕色)；壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；模糊層界。
母岩層	>120公分	

剖面編號：剖面-8

土壤分類：簡育正常淋澱土

剖面位置：阿里山森林遊樂區第二招待所

母岩：砂頁岩

植被：柳杉 (*Cryptomeria japonica*)

海拔：2350公尺

地形位置：肩坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：淋澱層

描述者：簡士濠

採樣者：簡士濠

有機物層/表層	0-5公分	10YR 3/1 (暗灰色)；坩質壤土；弱度細和非常細團粒狀構造；極易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細、非常細植物根；漸變波浪層界。
過渡層	5-10公分	10YR 5/2 (灰棕色)；砂質壤土；弱度細和非常細團粒狀構造和中等強度系和非常細菱塊狀構造；無黏滯性和無可塑性；少量細、非常細；模糊層界。
洗出層	10-18公分	10YR 7/1 (淺灰色)；壤質砂土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；無黏滯性和無可塑性；少量細、非常細植物根；模糊層界。
淋澱層	18-35公分	7.5YR 4/4 (棕色)；極細砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；些微黏滯性和些微可塑性；中量細、非常細植物根；模糊層界。
過渡層	35-45公分	10YR 4/4 (深黃棕色)；砂質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；些微黏滯性和些微可塑性；中量細、非常細植物根；模糊層界。
母岩層	>45公分	

剖面編號：剖面-9

土壤分類：簡育正常淋澱土

剖面位置：祝山森林支線鐵道1.6公里處

母岩：砂頁岩

植被：芒草 (*Miscanthus floridulum*), 玉山矢竹 (*Yushania nitakayanensis*),
紅檜 (*Chamaecypris formoseensis*), 台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides* Hay),
柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 和苔蘚植物

降雨量：3910公厘/年

海拔：2370公尺

經度：東經23度31分15.1秒

緯度：北緯120度48分40.5秒

地形位置：頂坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：淋澱層

坡度：3度

坡向：240度

描述者：邱春媚和蔡呈奇

採樣者：邱春媚和蔡呈奇

- | | | |
|------|---------|--|
| 有機物層 | 0-14公分 | 7.5YR 2.5/1 (黑色)；多量細及非常細和中量中等植物根；漸變平滑層界。 |
| 土表層 | 14-24公分 | 10YR 2/2 (暗棕色)；壤土；中等強度細和非常細團粒狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；多量細、非常細和多量中等植物根；清楚平滑層界。 |
| 過渡層 | 24-30公分 | 2.5Y 6/1 (灰色)具7.5YR 3/2 (暗棕色)斑紋；砂質壤土；弱度非常細菱塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；中量細、非常細和中量中等和粗植物根；清楚平滑層界。 |
| 洗出層 | 30-40公分 | 2.5Y 6/1 (灰色)；砂質壤土；無構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；中量細、非常細植物根；明顯波浪層界。 |
| 淋澱層 | 40-50公分 | 7.5YR 5/8 (深棕色)、20% 7.5YR 3/2 (暗棕色)和5% 5YR 4/4 (紅棕色)；黏質壤土；中等強度細和中等菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；多量細和非常細植物根；模糊層界。 |

- 變育層1 50-65公分 7.5YR 5/8 (深棕色)、15% 5Y 7/4 (老黃色)、15% 10YR 4/4 (暗黃棕色)和5% 5YR 4/6 (黃紅色)；黏質壤土；中等強度細和中等菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和非常細植物根；模糊層界。
- 變育層2 65-85公分 7.5YR 5/8 (深棕色)；黏質壤土；中等強度細和中等菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；中量細和非常細植物根；模糊層界。
- 母岩層 85-110 公分 10YR 5/8 (黃棕色)；壤土；弱度非常細菱塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；中量細和中等植物根。

剖面編號：剖面-10

土壤分類：簡育濕潤極育土

剖面位置：祝山觀日亭旁牡丹園內

母岩：砂頁岩

植被：台灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hay)、柳杉(*Cryptomeria japonica*)
和些微苔蘚植物

海拔：2400公尺

地形位置：頂坡

排水程度：良好

土壤濕潤境況：濕潤境況

土壤溫度境況：溫和

診斷表育層：淡色表育層

診斷化育層：黏聚層

描述者：簡士濠

採樣者：簡士濠

有機物/表層	0-5公分	5YR 2.5/2 (深紅棕色)；腐質物；多量細、非常細和中量粗植物根；清楚平滑層界。
洗出層	5-30公分	5YR 6/1 (灰色)；壤質砂土；弱度細和非常細菱塊狀構造；易脆；無黏滯性和無可塑性；中量細、非常細植物根；漸變平滑層界。
黏聚層1	30-55公分	7.5YR 5/6 (深棕色)；黏質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；少量細和非常細植物根；模糊層界。
黏聚層2	55-80公分	7.5YR 5/6 (深棕色)；黏質壤土；中等強度細和非常細菱塊狀構造；微堅硬；些微黏滯性和些微可塑性；少量細和非常細植物根；模糊層界
母岩層	>80公分	

委託研究計畫績效評估表

94 年度行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處委託研究計畫

一、委託單位：林務局嘉義林區管理處
二、受委託單位：國立台灣大學農業化學系 負責人：陳尊賢教授兼系主任
三、計畫主持人：陳尊賢 教授兼系主任
四、計畫執行期間：民國 94 年 3 月 25 日至民國 94 年 12 月 31 日
五、計畫經費：新台幣 94 萬壹千五百元
六、計畫目標： <p>本年度之計畫目標為在阿里山祝山鐵路沿線及附近自忠、麟芷山、塔塔加等地區高山之林地依據地理位置、地形、林相、垂直氣候帶、地質及土壤特徵等多項條件綜合考量，選擇 10 處具有地理與生態學指標意義的土壤剖面，進行土壤性質調查與剖面標本製作。每處採集一個剖面，分別描述其土壤型態特徵及製作成為剖面標本(共計 10 個)，並完成包括總體密度、粒徑分析、pH 值、土壤有機碳、可交換性鹽基、陽離子交換容量、鹽基飽和度等之土壤基本理化性質分析。並以土壤分析資料提供高山生態展示之用與嘉義林管處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。</p>
七、研究成果： <p>在阿里山祝山森林鐵路沿線及自忠、麟芷山、塔塔加等地區選擇十處具有地理與生態學指標意義的土壤剖面，進行土壤性質調查與剖面標本製作。每處採集一個剖面，分別描述其土壤型態特徵及製作成為剖面標本(共計十個)。十個土壤剖面形態特徵大致可分為 3 類，分別為山坡地弱育土、高山極育土以及高山淋澱土。依照美國土壤分類系統(Soil Survey Staff, 2003)，可將山坡地弱育土分類為典型低鹽基濕潤弱育土(Typic Dystrudepts)，高山極育土分類為典型簡育濕潤極育土(Typic Hapludults)，而高山淋澱土則屬於典型簡育正常淋澱土 (Typic Haplorthods)。</p>
八、對業務革新、創新之效益： <p>土壤剖面標本在國外普遍的用於自然博物館、地方展覽館或文化中心展示，以教育民眾認識自然生態。林務局嘉義林區管理處阿里山遊樂區之『高山博物館』闢有一主題區展示阿里山森林鐵路沿線之土壤剖面標本，提供遊客土壤形態、地形起伏與垂直氣候變化等生態資訊，廣受國內外各界好評。土壤</p>

剖面標本因限於二十年前的採集與展示技術，展示剖面標本太小且展出日久，標本剝落且缺乏新鮮感，極需更新。利用 93 年度所採集製作之土壤剖面 20 個與 94 年度所採集製作之土壤剖面 10 個，可解決舊有剖面標本老舊剝落之問題。配合林務局嘉義林區管理處阿里山『高山森林生態館』開館之展示需求，提供高山生態展示之用與林務局嘉義林區管理處阿里山地區森林土壤管理資訊之參考。

單位長官

單位主管

填表人
陳尊賢