

# 塔塔加高山地區鐵杉、玉山箭竹及草原表土 之物理與化學性質比較<sup>1</sup>

莊俊逸<sup>2</sup>、王亞男<sup>3</sup>、王明光<sup>4</sup>、吳星輝<sup>2</sup>

【摘要】本研究主要比較塔塔加高山地區鐵杉、玉山箭竹及高山芒三個樣區表土 0-5cm, 5-10cm 及 10-15cm 三層之土壤水分含量、土壤容重、有機質、可交換性鉀、鈣、鎂及有效磷、pH 值等土壤物理與化學性質有無差異，並供後續土壤動物組成與其相關性之探討。1998 年 11 月進行土壤採樣，帶回實驗室分析。在 0-5cm、5-10cm、10-15cm 三層表土土壤中之土壤容重、含水率及有機質和可交換鉀、鈣、鎂及有效磷等，在鐵杉林、玉山箭竹及草原間均有顯著差異；只有 pH 值在上述三樣區三種不同深度的土壤中沒有顯著差異。

【關鍵詞】鐵杉、玉山箭竹、高山芒、土壤容重、土壤含水率、交換性陽離子、有機質。

## Comparison of physical and chemical properties of surface soils grown with *Tsuga chinensis* var. *formosana*, *Yushania niitakayamensis* and *Miscanthus sinensis* in Ta-Ta-Chia mountain area.<sup>1</sup>

Chun-Yi Chuan<sup>2</sup>, Ya-nan Wang<sup>3</sup>, Ming-Kuang Wang<sup>4</sup>, Hsing-hui Wu<sup>2</sup>

【Abstract】 This study collected soil samples in November of 1998 from three plots (dominated by *Tsuga chinensis* var. *formosana*, *Yushania niitakayamensis* and *Miscanthus sinensis*, respectively) in Ta-Ta-Chia mountain area to investigate soil moisture, bulk density, pH, organic matter, exchangeable Ca, K, Mg and available P of three depths (0-5, 5-10 and 10-15 cm). The results of this study will be used in the following study of soil fauna. At soil depth of 0-5 cm, soil bulk density, exchangeable Ca, K, Mg, available P, organic matter, soil moisture differed significantly among *Tsuga*, *Yushania* and *Miscanthus* types. At soil depth of 5-10 cm, soil bulk density, soil moisture,

- 
1. 本文為作者碩士論文之一部份  
This paper was a part of the Master Thesis of the first author.
  2. 國立台灣大學森林學系碩士  
Master, Dept. of Forestry, National Taiwan University.
  3. 國立台灣大學森林學系教授，通訊作者  
Professor, Dept. of Forestry, National Taiwan University, Corresponding author.
  4. 國立台灣大學農化學系教授  
Professor, Dept. of Agricultural Chemistry, National Taiwan University.

organic matter, exchangeable Ca, Mg, K and available P differed significantly among three vegetation types. At soil depth of 10-15 cm, soil bulk density, soil moisture, organic matter, exchangeable Ca, K and available P differed significantly among three vegetation types. There was no significant difference in pH among three vegetation types.

**【key words】** *Tsuga chinensis* var. *formosana*, *Yushania niitakayamensis*, *Miscanthus sinensis*, soil bulk density, soil moisture content, exchangeable cation, organic matter.

## 一、前言

土壤形成是非生物(風化作用)和生物共同作用下所產生之產物，是所有陸地生態系統的一個基底(孫，1992；孫等，1995)；此外，土壤最大的功能，是根據土壤的物理性及化學性、生物性，讓植物的根立足，支撐其地下部並提供植物所需要的養分和水分、氧氣。土壤的物理性質(例如排水性、通氣性等)是決定土壤供應水份與養份能力之因素，而其化學性質(例如酸鹼度、肥力、有機物的含量等)是決定土壤供給植物養分能力之因素，因此，土壤之物理及化學性質，會影響植物根能深入土壤之深度，以及土壤保持水分及供應養分之有效深度。土壤中亦含有很多種類的微生物，會將土壤中的有機物質分解轉化為無機養分供植物吸收。土壤在整個生態之功能，主要有五大項，包括：供給植物生產之介質、提供水資源及其淨化之功能、提供工程施工介質之功能、提供土壤中各種生物及微生物生存空間之功能、提供土壤中各種養分及有機廢棄物轉變場所之功能。所以，土壤資源及水資源為 21 世紀人類最大之資源，宜加強重視與保育。土壤生成的環境一般而言，土壤之生成(formation)或化育(genesis)，主要是受環境中五大生成因子之影響，包括氣候(C)，地形(T)，母質(P)，生物(O)及時間(t)等，可簡單用下面之函數來表示： $S = f(C, T, P, O, t)$ 。也就是說，土壤中之各種性質或生成土壤的種類，均受到以上環境中五大因子或多或少之影響(胡，1991)。

## 二、研究目的

塔塔加高山生態研究為台灣地區長期生態研究

的一部份，所進行的項目包括：高山森林及草原植群鳥類及哺乳類群聚、昆蟲、微生物、土壤養分動態及主要元素循環、微生育地、植物生理、遊憩衝擊等全方位之生態研究(金，1997)。本研究目的在於探討塔塔加高山地區不同林型下土壤的物理與化學性質之差異。

## 三、材料與方法

### (一) 研究地點

塔塔加高山地區位於玉山國家公園境內，於東埔山和麟趾山與玉山前山之間，在北緯 23°29'，東經 120°52'，海拔 2728m。其土壤質地為砂質壤土，土壤反應大部份呈酸性，pH 值介於 4.1-5.1(H<sub>2</sub>O)(江，1998)。本區年降雨量約 4000 mm，平均相對溼度在 75-91%，年平均溫為 9°C，月平均溫為 4.3-12.8°C，平均土溫為 11°C，資料取於鹿林山氣象站，塔塔加地區與樣區設置地點如圖 1 所示。

塔塔加高山地區海拔高度範圍在 2600 公尺左右，林相因分布之海拔高度與地形及氣候等屬於冷溫帶針葉林及鐵杉雲杉林帶(蘇，1992)，可大致區分雲杉林帶和鐵杉林帶及草原地。

樣區設置選擇鐵杉林及草原區為主，其中草原區再劃分為玉山箭竹及高山芒兩個樣區，樣區中鐵杉林分平均海拔 2670m，坡度 45°-65°，方位為東南向，主要優勢樹種為鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)。而玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)草原試驗地平均海拔 2650m，優勢植群玉山箭竹平均植株高度 1m-2m 之間，其他植物則為高山芒(*Miscanthus transmorrisonensis* Hayata)(郭，1988；呂，1990)。

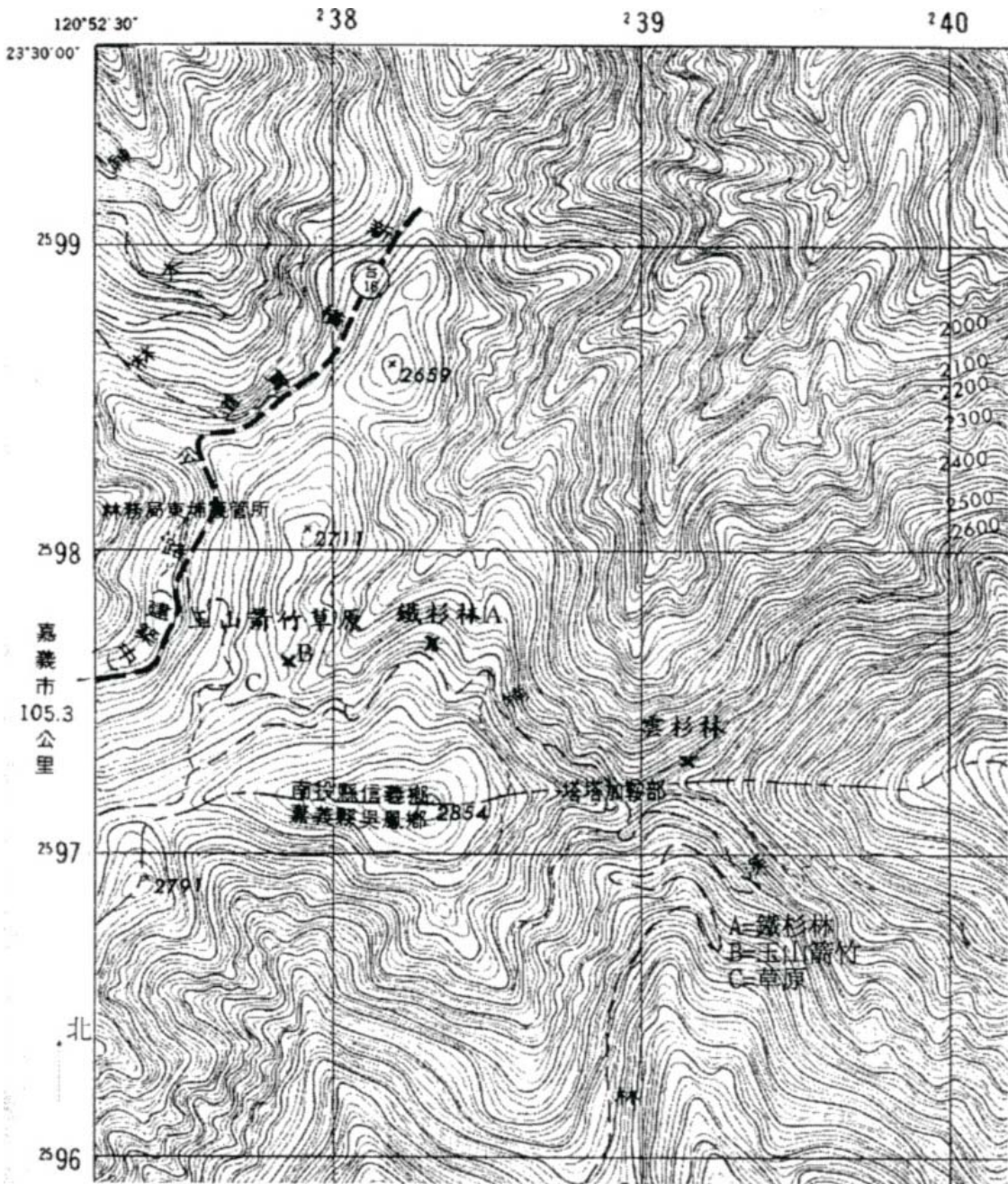


圖 1. 塔塔加樣區設置地點

Fig. 1 Ta-Ta-Chia sample area border coincide.

## (二)調查與取樣方法

1. 土壤樣本採集：在鐵杉林與玉山箭竹、高山芒等三大樣區中各逢機選取三個樣點，於每個樣點挖出 15cm 的剖面後，以 100 cm<sup>3</sup> 的採土圓筒採集第一層 0-5cm 的土樣、第二層 5-10cm、第三層 10-15cm 土樣。另外再採取約 2kg 的土壤於封口袋中密封。所採之土樣皆於當日帶回實驗室中風乾以 2mm 篩網過篩後密封保存，以供作以下土壤物理、化學性質之分析。
2. 土壤物理分析：
  - (1) 容重：以 100 cm<sup>3</sup> 的採土圓筒採集土樣密封，取回後放置烘箱中以 105°C 烘乾後以電子天平測定。
  - (2) 水分含量：利用 105°C 烘乾之百分率。
3. 土壤化學分析：
  - (1) pH 值：土樣和水以 1:1 (W/W) 混合攪拌後以玻璃電極棒測定(McLean *et al.*, 1982)。
  - (2) 土壤有機質：以燒失量法測定，將土樣在 105°C 烘乾後秤重，再置於 600°C 燃燒 16 小時後秤重，計算減少量之百分比 (Jill, 1992)。
  - (3) 有效磷：取 1g 土樣加入 7ml 萃取液 (0.3N NH<sub>4</sub>F+0.025N HCl) 振盪一分鐘過濾後，以 (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 及 SnCl<sub>2</sub> 成色後以 660μm 比色定量 (Bray and Kurtz, 1945)。
  - (4) 可交換性鉀鈣鎂：取 5g 的土樣用 1M 的中性醋酸銨抽出後定量為 100 ml(Thomas, 1982)，利用感應偶合電漿原子發射儀 (ICP-AES) 測定。

## 四、結果與討論

表 1 中土壤的物理、化學性質，在森林生態系統中佔有其重要的位置，許多植物生態學家和林學家分別以不同角度和方法對此做了大量研究工作 (Binkley, 1986)。本研究藉由調查土壤物理及化學性質，從中找出不同植被間土壤性質的差異，進而為林木的生長及促進生態系統循環提供參考依據。

根據江(1998)在塔塔加鞍部森林與草原土壤間的消長的論文中指出，鐵杉林區其土壤質地為壤土，且各土層間差異不大，過渡帶土壤(玉山箭竹林)的質地為壤土與砂質壤土；草原土壤質地介於壤土與黏土之間。在土壤質地方面三個樣區差異不大。

從三個樣區間土壤基本理化性質來看，表 1 中表示在 0-5cm 表層土壤容重、可交換性鈣(Ca)在鐵杉林與玉山箭竹及草原間有顯著差異，但玉山箭竹與草原間無顯著差異；有機質、水分含量及可交換性鎂(Mg)在玉山箭竹與鐵杉林間有顯著差異。但鐵杉林與草原間無顯著差異；pH 值在三個樣區間無顯著差異；可交換性鉀(K)在三個樣區間有顯著差異；有效磷(P)在草原與玉山箭竹及鐵杉林間有顯著差異，但鐵杉林與草原間無顯著差異。表 1 中表示在 5-10cm 層土壤容重、含水率、可交換性鈣(Ca)在鐵杉林、玉山箭竹與草原三者間有顯著差異；有機質、可交換性鎂(Mg)、鉀(K)在玉山箭竹與鐵杉林及草原間有顯著差異，但鐵杉林與草原間無顯著差異；pH 值在三個樣區間也無顯著差異；有效磷(P)在草原與玉山箭竹及鐵杉林間有顯著差異。

表 1 中表示在 10-15cm 層土壤容重、含水率及有機質在鐵杉林、玉山箭竹與草原三者間皆有顯著差異；pH 值及可交換性鎂(Mg)在三個樣區間無顯著差異；可交換性鈣(Ca)、鉀(K)在鐵杉林與玉山箭竹及草原間有顯著差異，但玉山箭竹與草原間無顯著差異。

整體上來說，鐵杉林土壤物理環境中容重(bulk density)有別於其餘兩個樣區，且因容重大使孔隙密度較小，尤其在第一層(0-5cm)。玉山箭竹林在含水率及有機質和容重皆大於另外兩個樣區；但在 pH 值卻較低。而玉山箭竹的根系發達，可能是土壤有機質量會大於另外兩個樣區的原因。此外，草原區(高山芒)在土壤環境條件中與玉山箭竹林較相似，可能是地緣關係，但因草原區(高山芒)無植群覆蓋，所以土壤含水率及有機質量皆較低，且土壤容重較大。

表 1. 不同地區土壤 0-15cm 層的基本理化性質

Table 1. Soil physical and chemical properties in the depth of 0-15cm under three vegetation types

Layer Depth	Vegetation	Bulk density (w/v)	Moisture (%)	pH (水土比 1:1)	Organic matter (%)
0-5cm	<i>Tsuga chinensis</i>	1.43±0.03 <sup>b</sup>	11.36±1.21 <sup>b</sup>	4.28±0.27 <sup>a</sup>	23.53±4.69 <sup>b</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	1.52±0.10 <sup>a</sup>	32.94±17.21 <sup>a</sup>	4.21±0.16 <sup>a</sup>	42.08±6.32 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	1.52±0.05 <sup>a</sup>	13.71±7.09 <sup>b</sup>	4.33±0.03 <sup>a</sup>	23.28±6.60 <sup>b</sup>
	F Value	7.68	14.79	1.16	39.66
	Pr>F	0.0018	0.0001	0.3261	0.0001
5-10cm	<i>Tsuga chinensis</i>	1.42±0.04 <sup>c</sup>	6.84±2.68 <sup>b</sup>	4.38±0.31 <sup>a</sup>	10.92±3.75 <sup>b</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	1.58±0.04 <sup>a</sup>	20.96±5.28 <sup>a</sup>	4.36±0.11 <sup>a</sup>	27.53±4.45 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	1.45±0.01 <sup>b</sup>	3.52±0.97 <sup>c</sup>	4.42±0.04 <sup>a</sup>	9.37±2.07 <sup>b</sup>
	F Value	81.39	85.65	0.33	95.49
	Pr>F	0.0001	0.0001	0.7213	0.0001
10-15cm	<i>Tsuga chinensis</i>	1.40±0.04 <sup>c</sup>	7.47±3.22 <sup>b</sup>	4.51±0.19 <sup>a</sup>	11.53±4.83 <sup>b</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	1.55±0.03 <sup>a</sup>	13.82±5.63 <sup>a</sup>	4.41±0.13 <sup>a</sup>	18.51±4.55 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	1.43±0.03 <sup>b</sup>	3.17±1.48 <sup>c</sup>	4.51±0.03 <sup>a</sup>	7.02±3.69 <sup>c</sup>
	F Value	86.78	23.37	2.13	20.95
	Pr>F	0.0001	0.001	0.135	0.0001

\*: a、b、c 表 Duncan's test, 若為同一字母則表示無顯著差異

表 1. 不同地區土壤 0-15cm 層的基本理化性質(續)

Table 1. Soil physical and chemical properties in the depth of 0-15cm layer under three vegetation types (continued)

Layer Depth	Vegetation	Exchangeable Ca (cmol(+)/kg)	Exchangeable K (cmol(+)/kg)	Exchangeable Mg (cmol(+)/kg)	Available P (mgL <sup>-1</sup> )
0-5cm	<i>Tsuga chinensis</i>	0.36±0.26 <sup>b</sup>	0.59±0.12 <sup>c</sup>	0.40±0.07 <sup>b</sup>	0.77±0.13 <sup>a</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	0.85±0.49 <sup>a</sup>	1.53±0.47 <sup>a</sup>	0.84±0.25 <sup>a</sup>	0.79±0.05 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.82±0.21 <sup>a</sup>	0.93±0.29 <sup>b</sup>	0.46±0.10 <sup>b</sup>	0.57±0.00 <sup>b</sup>
	F Value	7.77	25.92	27.60	2.286
	Pr>F	0.0017	0.0001	0.0001	0.1233
5-10cm	<i>Tsuga chinensis</i>	0.15±0.02 <sup>c</sup>	0.27±0.06 <sup>b</sup>	0.14±0.06 <sup>b</sup>	0.90±0.16 <sup>a</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	0.26±0.05 <sup>b</sup>	0.61±0.26 <sup>a</sup>	0.28±0.15 <sup>a</sup>	0.85±0.21 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.30±0.06 <sup>a</sup>	0.37±0.11 <sup>b</sup>	0.16±0.04 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>
	F Value	33.16	13.28	6.51	1.264
	Pr>F	0.0001	0.0001	0.0041	0.3006
10-15cm	<i>Tsuga chinensis</i>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.31±0.09 <sup>b</sup>	0.15±0.08 <sup>a</sup>	0.60±0.05 <sup>b</sup>
	<i>Yushania niitakayamensis</i>	0.32±0.17 <sup>a</sup>	0.59±0.20 <sup>a</sup>	0.23±0.07 <sup>a</sup>	1.02±0.27 <sup>a</sup>
	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.41±0.03 <sup>a</sup>	0.53±0.31 <sup>a</sup>	0.23±0.19 <sup>a</sup>	0.67±0.05 <sup>b</sup>
	F Value	5.61	5.62	1.69	3.5618
	Pr>F	0.0080	0.0080	0.2002	0.0442

\*: a、b、c 表 Duncan's test, 若為同一字母則表示無顯著差異

## 五、結論

- (一) 土壤容重於 0-5cm、5-10cm、10-15cm 不同之土壤層次處，在鐵杉林與玉山箭竹及高山芒草原間皆具有顯著差異；含水率於 0-5cm、10-15cm 不同之土壤中，在鐵杉林及玉山箭竹與高山芒草原間有顯著差異。
- (二) pH 值在三樣區不同土壤中之差異皆不顯著；有機質於 5-10cm、10-15cm 不同之土壤中，在鐵杉林、玉山箭竹及草原間沒有差異。
- (三) 交換性鉀、鈣於 0-5cm 表層土壤在三個樣區間均有顯著差異，5-10cm 在玉山箭竹與鐵杉林及高山芒草原間有顯著差異，10-15cm 在鐵杉林與玉山箭竹及高山芒草原間有顯著差異；鎂在玉山箭竹與鐵杉林及高山芒草原間有顯著差異。
- (四) 有效磷於 0-5cm 表層土壤在高山芒草原間與高山玉山箭竹及鐵杉林間有顯著差異；5-10cm 在高山芒草原與玉山箭竹及鐵杉林間有顯著差異；10-15cm 有效磷在玉山箭竹與鐵杉林高山芒草原間有顯著差異。

## 六、引用文獻

1. 江博能 1998 塔塔加鞍部森林、草原土壤間的消長 國立台灣大學農化系碩士論文。
2. 呂理昌 1990 玉山國家公園東埔玉山區植物開花週期之研究-塔塔加-玉山主峰 內政部營建署玉山國家公園管理處。
3. 金恆鏞 1997 台灣地區長期生態研究之源起、進展及未來展望 科學發展月刊 25 (12) : 944-953。
4. 胡弘道 1991 森林土壤學 國立編譯館 第 65-72 頁。
5. 孫儒泳 1992 動物生態學原理 北京師範大學出版社 第 100-102 頁。
6. 孫儒泳、李博、諸葛陽、尚玉昌 1995 普通生態學 藝軒圖書出版社 第 223-279 頁。
7. 郭城孟 1988 玉山國家公園東埔玉山維管束植物細部調查(二) 內政部營建署玉山國家公園管理處。
8. 蘇鴻傑 1992 台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區中央研究院植物所專刊第十一號 第 39-53 頁。
9. Binkley, D. 1986 Forest Nutrition Management. John-Wiley and Sons. New York.
10. Bray, R. H. and L. T. Kurtz 1945 Determination of total organic and available forms phosphorus in soil. Sci. 59: 39-45.
11. Jill, S. 1992 Methods of forest soil plant and water analysis. Soil Characterization Lab., Michigan Technological University U.S.A.
12. McLean, E. O. and T. O. Oloya Mostaghimi. 1982 Improve corrective of soil test: I recovery of soil equilibrators phosphorus. Soil. Sci. Soc. Am. J. 46: 1191-1197.
13. Thomas G. W. 1982 Exchangeable cations. In Page, A. L. *et al.* (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties, 2<sup>nd</sup> edition. Agronomy Monograph 9: 149-157.