

四姑娘山区土壤及其垂直分布*

郑远昌 高生淮 钟祥浩

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所)

提 要 区内土壤型类有:山地黄壤、山地黄棕壤、山地褐土、淋溶褐土、山地棕壤、山地暗棕壤、山地棕色暗针叶林土、亚高山草甸土、高山草甸土和高山寒冻土等。土壤分异的显著特点是:1.土壤垂直带谱结构多样而复杂;2.带谱特性随坡向不同而有差异;3.土壤垂直带内以森林土壤为主;4.区内土壤具过渡性。

关键词 四姑娘山区 土壤 垂直分布 垂直带谱

一、成土条件

四姑娘山区地处四川盆地向青藏高原过渡的地带,介于 $30^{\circ}50'—31^{\circ}40'N$ 和 $102^{\circ}00'—103^{\circ}30'E$ 之间。主峰四姑娘山海拔6250米,系横断山区第三高峰。除主峰外,区内还有9个海拔5000米以上的山峰,它们构成了邛崃山脉的主体(图1)。

本区东侧有岷江从北向南流,河谷海拔在900—1400米之间,岷江的支流杂谷脑河和渔子溪分别发源于四姑娘山的东坡和东南坡;西侧有大金川及其上源梭磨河从北向南流,大金川的支流小金川发源于西南坡,河谷海拔2000—3000米。岭谷高差:东坡为4800—5300米,西坡为3200—4200米。高差悬殊为土壤垂直分的先决条件。

区内气候条件复杂,具有过渡性。在东坡为湿润亚热带,在西坡为山地暖温带。四姑娘山东南坡的气象观测资料表明,海拔1120—4500米,最冷月气温递减率为 $0.42^{\circ}C/100$ 米,最暖月气温递减率为 $0.50^{\circ}C/100$ 米^[1]。这反映出气候垂直分异比较明显。年降水量600—1400毫米。一般地说,东南坡(迎风坡)降水多于西南坡(背风坡)降水。渔子溪谷地的年降水量约1100毫米,岷江谷地、杂谷脑河谷地及小金川谷地的年降水量500—700毫米。随海拔上升,降水量就增加。在东南坡,海拔3800—4500米处,降水量约1400毫米,这乃是区内的最大降水带。

四姑娘山主峰周围的基岩是花岗岩,其他地区出露砂岩、砂板岩、石英砂岩、碳质页岩和大理岩等。第四纪冰碛分布在海拔2800米以上的中高山地。泥石流堆积物多分布在支沟沟口。倒石堆一般分布在阶地以上的山坡。流石滩堆积物分布在海拔4500米以上的高山。

本区植被类型众多,并随海拔不同而变化。从谷地到山顶有下列植被带:1.常绿阔叶林带,海拔1600米以下;2.常绿与落叶阔叶混交林带,海拔1600—2100米;3.针

* 参加野外调查的还有刘淑珍、李钟武、李鼎甲、柴宗新、陈继良等同志。

阔叶混交林带, 海拔2100—2700米; 4. 暗针叶林带, 海拔2700—3800 (4100) 米; 5. 高山灌丛草甸带, 海拔3800(4100)—4200(4300)米; 6. 高山草甸带, 海拔4200(4300)—4500米; 7. 高山流石滩植被带, 海拔4500米以上^[2,3]。在东侧的岷江谷地及杂谷脑河谷地海拔1800米以下, 在西南坡的小金川谷地海拔2600米以下, 都是旱生性灌木草丛。

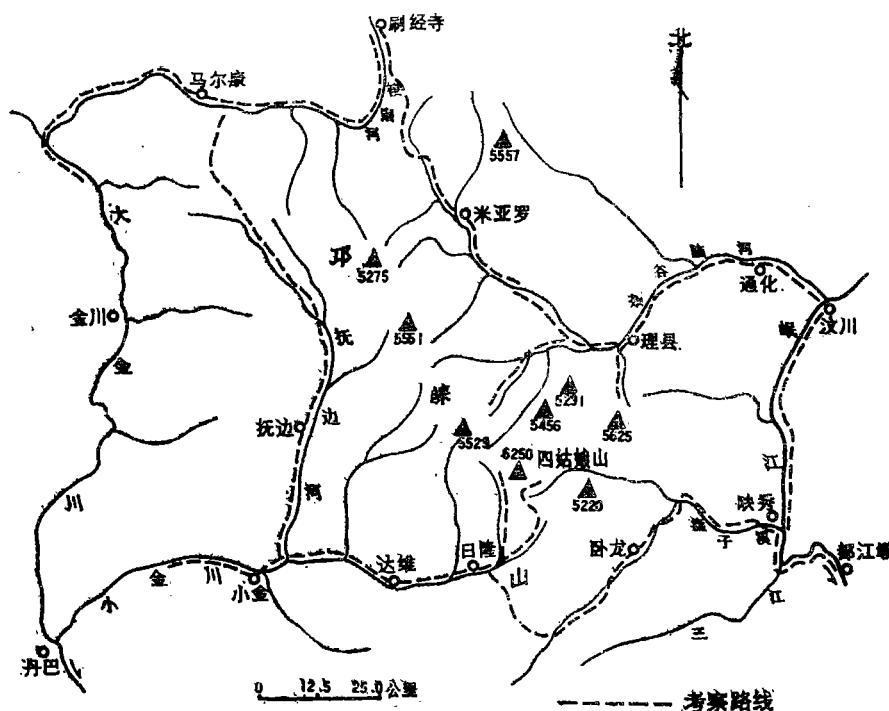


图1 四姑娘山区土壤考察路线图

Fig.1 Route map for soil investigation in the Siguniang Mountainous Region

四姑娘山的山岳冰川较为发育, 以悬坡冰川为主。一些山谷冰川冰舌可下伸到海拔4600米, 但雪线在海拔5200米左右。

二、主要土类

四姑娘山区东南坡的土壤(尤其是森林土壤)已有论述^[4]。现据实地考察, 着重对其他坡向(尤其是西南坡)的主要土类加以阐述。

(一) 山地褐土

如前所述, 四姑娘山区东侧(海拔1800米以下)和西南坡(海拔2600米以下)的河谷, 气候干旱。因而在旱生性灌木草丛下发育山地褐土。山地褐土的主要特点是: 1. 全剖面都有碳酸盐反应, 土壤呈微碱性, pH值较高(7.2—8.1); 2. 阳离子交换量低, 盐基不饱和; 3. SiO_2 , Al_2O_3 在剖面中的分布较均匀, Fe_2O_3 由表层往底层增加不明显, 其他氧化物

以 K_2O 和 Na_2O 为主; 4. 土体干硬, 土壤有机质含量低(3.0%以下)。

(二) 淋溶褐土

四姑娘山区西南坡, 淋溶褐土分布于海拔 2600—2900 米。自然植被为高山松 *Pinus densata* 林, 林下灌木主要有马桑 *Coriaria sinica* 等。淋溶褐土的显著特征是, 土壤表面有一定的枯枝落叶, 土壤有机质含量较高(2.0—9.0%); pH 值在 7.0—7.5 之间, 无碳酸盐反应。

土壤剖面的矿物全量中, 除 SiO_2 向下稍有移动外, 其他氧化物(如 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O) 的变化不大。

(三) 山地暗棕壤

在四姑娘山区的土壤垂直带谱结构中, 山地暗棕壤是重要的成员之一。但其成土条件随坡向不同而异(如生物条件)。在东南坡和东北坡, 这类土壤都发育于针阔叶混交林下, 所以土壤有机质含量较高(10.0%以上); 在西南坡, 山地暗棕壤发育于高山松、方杉 *Picea asperata* 林(两者均为次生林)下, 枯枝落叶层较薄(5—7厘米), 土壤有机质含量就较底(约2.0%)。

山地暗棕壤属微酸性土壤, pH 值 5.2—6.8; 离子交换量 4.7—11.7 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 35.4—63.9%。

土壤剖面的矿物全量中, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 的变化不大, 这也许是人工次生林下土壤受扰动之故; 其他氧化物(如 CaO , MgO , K_2O , Na_2O) 的变化也较稳定。

(四) 山地棕色暗针叶林土

它是亚高山暗针叶林的代表性土壤, 并在四姑娘山区的土壤垂直带谱中占据重要地位, 带幅宽度 600—1100 米。

山地棕色暗针叶林土的覆被物(苔藓和枯枝落叶)较厚(10—20 厘米)。土壤表面的持水力强, 终年十分潮湿, 近乎渍水状态。由此而利于有机质的累积, 也使矿物质在土体中发生移动, 但潜育化不明显。

这类土壤呈酸性至强酸性反应, pH 值 4.5—5.6; 有机质含量: 在表土中达 13.0—15.0%, 往下迅速减少, 至 Bc 层不到 1.0%; 离子交换量也由表土往下减少, 而盐基饱和度则相反, 由表土往下递增。

土壤矿物全量中, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 都由表土往底土迁移, 有明显的淀积现象, CaO , MgO 在表土中的累积现象较明显, 而 K_2O , Na_2O 则在 Bc 层内较多, 这表明土壤中矿物质的生物累积作用和淋溶作用较强烈。

(五) 亚高山草甸土

它是在森林线以上具有亚寒带湿润气候特征的高山灌丛、草甸植被下形成的土壤^[4]。亚高山草甸土带在各个坡向上的分布海拔和带幅宽度均不一样(见后文)。自然植被中的灌丛多由紫丁杜鹃 *Rhododendron* *Violaceum*、金露梅 *Potentilla fruticosa* 与高山绣线菊 *Spiraea alpina* 等构成; 草甸植物有银莲花属 *Anemone*、委陵菜属 *Potentilla* 与圆穗蓼 *Polygonum sphaerostachyum* 等。

亚高山草甸土的成土母质几乎都是砂板岩及其坡积物。水分条件较好, 植被十分发育, 草根盘结层厚 10 厘米, 呈暗棕色, 草根特多。

土壤呈酸性反应, pH值5.6—6.2; 有机质含量较高, 由表层向底层(Bc层)迅速递减; 离子交换量4.0—34.0毫克当量/100克土。

土壤矿物全量中, SiO_2 的分布稍有变化, 即有由表土向底土移动, 但其他氧化物的移动不明显, CaO 在表土中相对较高, 这是生物累积作用强烈的结果。

(六)高山草甸土

它分布的海拔更高, 其上限已接近冰缘带, 即在高山湿润亚寒带气候为特征的高山草甸下形成的土壤。成土母质依坡向不同而异, 在主峰周围为花岗岩类冰碛物, 在其他地方多是砂板岩类坡积物, 在局部地方有黄土。

由于海拔高而灌丛植物减少, 自然植被以草本植物为主要成分, 如委陵菜、圆穗蓼、高山嵩草 *Kobresia pygmaea*、羊茅 *Festuca ovina* 与黄息花草 *Spenceria ramalana* 等。植株较低矮, 但很茂盛, 草根盘结层很发达, 一般厚 10 厘米左右。

高山草甸土剖面中, 自草根盘结层以下, 层次过渡不明显。土层深度因成土母质的不同而变化, 在坡积物和黄土分布的地方土层较厚(超过 100 厘米), 在砂板岩母质的岭脊处土层较薄(约25厘米)。土壤呈酸性反应, pH值6.0; 离子交换量由表土向底土迅速减少。

土壤矿物全量中, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 的含量底土稍高于表土, 但向下移的现象不明显; 其他氧化物含量除 CaO 在表土中有累积外, 都是由表土向底土递增。

(七)高山寒冻土

它是四姑娘山区分布最高的一种土类, 并发育于高山冰缘带内或高山寒带流石滩植被下。许多文献把这类土壤称为“原始土”, 其实它是在高山特殊气候-生物条件下发育的一类土壤。

区内这类土壤的成土母质有花岗岩类冰碛物, 也有砂板岩类坡积物、冰碛物。

以花岗岩冰碛物为母质的高山寒冻土上生长的植物是红景天 *Rhodiola* spp.。土层深度10厘米, 不分层。土壤呈酸性反应, pH值6.3; 土壤矿物全量中, SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O 都较高, 分别为63.1、13.0、3.6、2.7%; 由于土壤标本取自红景天生长地, 在植株周围的土壤有机质就较高(3.8%)。

以砂板岩类冰碛物、坡积物为母质的土壤上生长的植物主要是雪莲花 *Saussurea* spp.。土壤呈中性反应, pH值7.5; 土壤矿物全量中, SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O 和 Na_2O 都较低, 分别58.5、11.9、2.9和1.9%; 土壤有机质含量亦低(0.6%)。

然而, 两者的共同特点都是土层薄, 呈点状或窝状分布, 与植被条件紧密相关; 土体中岩石碎屑较多, 没有过渡层, 土层单一; 氧化物中的 CaO 含量较低(0.01—0.03%), 与其他土壤的 CaO 含量相比, 至少相差一个数量级。

三、土壤垂直分布

因山地海拔、高差和气候-生物条件不同, 四姑娘山区各坡向的坡地土壤垂直分布也各有差异(图 2)。

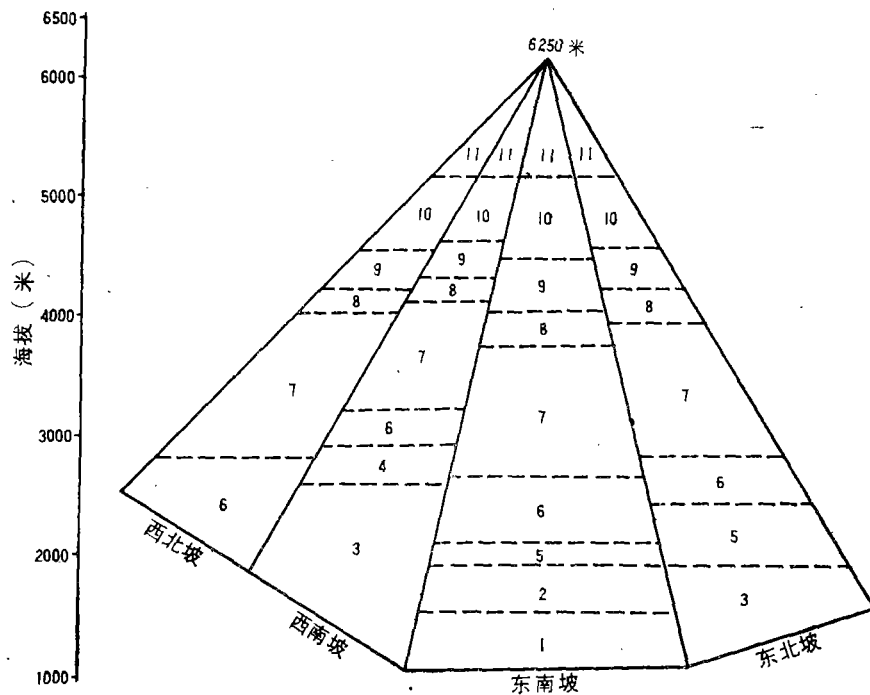


图2 四姑娘山区土壤垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of soil in the Siguniang Mountainous Region

1.山地黄壤带; 2.山地黄棕壤带; 3.山地褐土带; 4.淋溶褐土带; 5.山地棕壤带; 6.山地暗棕壤带; 7.山地棕色暗针叶林土带; 8.亚高山草甸土带; 9.高山草甸土带; 10.高山寒冻土带; 11.高山冰雪带

(一) 东南坡

四姑娘山区东南坡是四川盆周山地西部的一部分,谷地和低山都属湿润亚热带,这也是本区的基带。再则,东南坡是迎风坡,东来的水汽经都江堰(原灌县)进入岷江谷地,到达本区顺东南坡而上,形成丰沛的降水,年降水量1100—1400毫米,并由低处向高处递增。植被类型多样,有地带性的代表植被类型亚热带常绿阔叶林。因而东南坡土壤垂直带谱复杂,并以山地黄壤带为基带。

东南坡的土壤垂直带谱有9个带^[4](见图2): 1.山地黄壤带,海拔1500米以下; 2.山地黄棕壤带,海拔1500—1800米; 5.山地棕壤带,海拔1800—2100米; 6.山地暗棕壤带,海拔2100—2700米; 7.山地棕色暗针叶林土带,海拔2700—3700米; 8.亚高山草甸土带,海拔3700—4000米; 9.高山草甸土带,海拔4000—4400米; 10.高山寒冻土带,海拔4400—5200米; 11.高山冰雪带,海拔5200米以上。

由上可见,尽管东南坡属四川盆周山地之范围,但山地棕色暗针叶林土带在土壤垂直带谱中仍占绝对优势,带幅宽度达1000米。

(二) 东北坡

因其东面有龙门山作屏障,阻截了东来的水汽,使岷江谷地及其支流杂谷脑河谷地成为雨影区;两条谷地内年降水量520—600毫米,而蒸发量大大超过降水量,形成干旱河谷。在海拔1800米以下谷地内,除个别小支沟外,呈现有半荒漠的景观,植被为旱生性的灌木草丛,如白刺花狼牙刺 *Sophora viciifolia*、小马鞍羊蹄甲 *Bauhinia faberi* var. *microphylla*、多花胡枝子 *Lespedeza floribunda*、及垫状卷柏 *Sclaginella tamariscina* var. *pulvinata*、藜 *Chenopodium album*、旱蕨 *Pellaea nitidula*等。在这样的气候-生物条件下,发育有山地褐土。在理县通化黄土堆积的山坡上发育的褐土较为典型。

东北坡土壤垂直带谱的基带即是山地褐土带。从低处往高处的土壤垂直变化如下(见图2):3.山地褐土带,海拔1800米以下;5.山地棕壤带,海拔1800—2400米;6.山地暗棕壤带,海拔2400—2800米;7.山地棕色暗针叶林土带,海拔2800—3900米;8.亚高山草甸土带,海拔3900—4200米;9.高山草甸土带,海拔4200—4500米;10.高山寒冻土带,海拔4500—5200米;11.高山冰雪带,海拔5200米以上。

与东南坡不同,东北坡具过渡性特征,即由四川盆地向青藏高原过渡。它既有盆周山地的山地棕壤和山地暗棕壤,又有青藏高原的山地褐土、高山草甸土和高山寒冻土。

(三) 西南坡

东来的水汽被龙门山阻截后,又受到四姑娘山本身的阻截,从而使西南坡的降水更少。在小金川谷地内,年降水量约600毫米,干旱河谷的上限在海拔2600米。西南坡与东北坡的自然植被大体相似,只是在西南坡个别河谷陡崖水分条件较好的地方有岷江柏 *Cupressus chengiana* 生长。

在干暖的气候条件下,生物作用减弱,西南坡便形成碳酸盐反应强的山地褐土。随着海拔的递增,气温递减,相对湿度递增。在干旱河谷之上部(海拔2600—2900米)是高山松林。山地暗针叶林分布在海拔2900—4100米,而且树种依海拔不同而异。在这样复杂的气候-生物条件下,西南坡就发育有众多的土类。

从整个西南坡看,土壤垂直带谱结构如下(见图2):3.山地褐土带,海拔<2600米;4.淋溶褐土带,海拔2600—2900米;6.山地暗棕壤带,海拔2900—3200米;7.山地棕色暗针叶林土带,海拔3200—4100米;8.亚高山草甸土带,海拔4100—4400米;9.高山草甸土带,海拔4400—4600米;10.高山寒冻土带,海拔4600—5200米;11.高山冰雪带,海拔>5200米。

西南坡处在青藏高原范围内。由于水分条件较东北坡差,森林土壤的分布上限偏高。

(四) 西北坡

西北坡已与青藏高原相连接,其基带的海拔较高,因而土壤垂直带谱较简单。从低处至山顶,土壤垂直变化为(见图2):6.山地暗棕壤带,海拔>2800米;7.山地棕色暗针叶林土带,海拔2800—4000米;8.亚高山草甸土带,海拔4000—4200米;9.高山草甸土带,海拔4200—4500米;10.高山寒冻土带,海拔4500—5200米;11.高山冰雪带,海拔>5200米。

纵观上述,四姑娘山区土壤分异的特点如下:

1. 土壤垂直带谱结构多样而复杂

带谱结构的复杂与否,不仅取决于山地的海拔和高差,而且取决于气候-生物条件。

四姑娘山区气候-生物条件复杂,并随海拔不同而变化,由此使土壤垂直带谱结构多样而复杂。本区土壤垂直带谱最多的有9个带(包括高山冰雪带在内)。

2. 土壤垂直带内以森林土壤为主

森林土壤在土壤垂直带谱中占绝对优势。各坡向坡地的森林土壤带带幅宽度分别如下:东南坡2700米,东北坡2100米,西南坡1200米,西北坡1600米。而亚高山草甸土带和高山草甸土带带幅宽度只有600—700米。

3. 坡向差异

坡向差异主要决定于各坡向基带的海拔和气候-生物条件的差别。就带谱结构而言,最复杂的是东南坡,最简单的是西北坡。就基带来说,东南坡为山地黄壤带,东北坡和西南坡都是山地褐土带,西北坡是山地暗棕壤带。作为山地森林土壤带核心的山地棕色暗针叶林土带带幅宽度与带的上限,亦都随坡向不同而异:东南坡带幅宽度1000米,上限海拔3700米(属该带最底的上限);西南坡带幅宽度900米,上限海拔4100米(属该带最高的上限);东北坡带幅宽度1100米,上限海拔3900米;西北坡带幅宽度1200米(属该带最宽的带幅),上限海拔4000米。

4. 区内土壤具过渡性

四姑娘山区土壤的过渡性也由气候-生物条件所决定。

东南坡在湿润亚热带常绿阔叶林的气候-生物条件下发育山地黄壤。它是四川盆周山地西部的代表性土壤,并为区内山地土壤垂直带谱的基带土壤。森林土壤及其垂直分异,都具有四川盆周山地西部的特点。

西南坡在山地亚湿润暖温带、中温带和旱生性灌木草丛的气候-生物条件下发育山地褐土,并以此为基带,形成山地土壤垂直带谱。与其他坡向的坡地相比,西南坡森林土壤带的上限与下限海拔都较高。

目前,四姑娘山区分布于海拔较低的土壤都已利用,利用的程度随坡向而异。东南坡耕地分布上限为海拔2300米,即利用山地黄壤、山地黄棕壤和山地棕壤;东北坡耕地达2800米,利用的土壤主要是山地褐土、山地棕壤和山地暗棕壤;西南坡耕地达海拔3600米,除广泛利用山地褐土和淋溶褐土外,还利用山地暗棕壤(阳坡,种植油菜)和山地棕色暗针叶林土(种植贝母);西北坡耕地达3000米,利用山地暗棕壤和山地棕色暗针叶林土(局部地方种植油菜)。

参 考 文 献

- (1) 郑远昌等, 1986, 试论横断山地区自然垂直带, 山地研究, 4(1), 第75—83页。
- (2) 《四川植被》编写组, 1980, 四川植被, 四川人民出版社, 第267—329页。
- (3) 秦自生、胡锦矗, 1982, 卧龙自然保护区大熊猫生态环境的植被类型, 南充师范学院学报, (3), 第39—74页。
- (4) 张万儒, 1983, 卧龙自然保护区的森林土壤及其垂直分布规律, 林业科学, 19(3), 第264—267页。

SOIL IN SIGUNIANG MOUNTAINOUS REGION AND ITS VERTICAL DISTRIBUTION

Zheng Yuanchang Gao Shenghuai Zhong Xianghao
(*Institute of Mountain Disasters and Environment, Chinese Academy of Sciences*)

Abstract

The Siguniang Mountainous Region is located at the middle-south section of the Qionglai Mountain, and the main mountain body between $30^{\circ}50' - 31^{\circ}40'N$ and $102^{\circ}00' - 103^{\circ}30'E$. In this region, there are 9 peaks of elevation $>5000m$, not counting the main peak (Siguniang Mountain at an elevation of $6250m$). The mountain is high and valley is deep. The height difference is $3000m$ and the maximum height is up to $5200m$.

The Qionglai Mountain is the main one in the north of the Hengduan Mountains. The Siguniang Mountain is the third high peak of the Hengduan Mountainous Region.

In this region, bioclimatic conditions vary with the elevation. So the bioclimatic zone is various.

The soil types are: mountain yellow earth, mountain yellow-brown earth, mountain drab soil, eluvial-drab soil, mountain brown earth, mountain dark-brown earth, mountain brown dark coniferous forest soil, subalpine meadow soil, alpine meadow soil and alpine frozen soil, etc.

The main characteristics of soil differentiation are:

1. The vertical spectral structure is varied and mixed;
2. Spectral characteristics vary with the slope direction;
3. The forest soil is main in the vertical soil zone;
4. The soil is of the features of transition.

Key words Siguniang Mountainous Region, soil, vertical distribution, vertical spectrum