

# 西藏色季拉山土壤的性状与垂直分布

方江平

(西藏高原生态研究所 林芝 860000)

**提 要** 色季拉山位于青藏高原的东南部,是西藏主要林区之一。由于气候和森林的垂直变化,其山体土壤类型的垂直带谱较为明显,基带为山地棕壤,往上依次为山地酸性棕壤、山地漂灰土、亚高山(灌丛)草甸土(黑毡土、棕毡土)、高山草甸土(草毡土)和高山寒漠土,并且东西坡呈对称分布。在分析了各类土壤的特征之后,讨论了土壤质地、有机质与养分、pH 值、交换性能及化学组成的垂直分布规律。

**关键词** 西藏 色季拉 山土壤类型 垂直分布

西藏色季拉山位于青藏高原的东南部,西藏自治区林芝地区境内( $94^{\circ}28' \sim 94^{\circ}51'E$ ,  $29^{\circ}21' \sim 29^{\circ}50'N$ ),最高海拔为5 200m,其东南部与念青唐古山和喜马拉雅山东段相接,西北部与高原面相镶。由于雅鲁藏布江及其支流对印度洋暖湿气流的引导作用,使山体的气候较湿润,森林生长茂密,土壤类型丰富,垂直分布带谱明显而完整。

## 1 土壤形成的自然条件

色季拉山形成历史非常短,晚古生代以前,它还沉沦于古地中海之中,到二叠纪时期,随海西、印支运动的兴起,从海底缓慢隆升,直到中生代,经过燕山早期和晚期的两次强烈的地壳运动,于晚白垩纪最终脱海成陆造山,形成以花岗岩为主的山体;后来在周围极高山脉的强大挤压及雅鲁藏布江断裂的影响下,地层岩石普遍发生了变质,同时还伴随着大规模的岩浆活动与侵入,使山体不同部位出露的岩石,均有不同程度的变质。

色季拉山冬季受来自高原的西风控制,气候晴朗而干燥;夏季由于周围高大山脉阻挡了印度洋的暖湿气流东去,迫使它沿雅鲁藏布江北上,进入高原腹地的边缘,导致了色季拉山温凉而潮湿的气候:年降水量600~1 000mm,并且集中在植物生长期5~10月份。水平分布是东坡比西坡的降水量大,气候更潮湿:从山顶到山脚,气候变化非常明显<sup>[1]</sup>,高山寒带—亚高山半湿润寒温带—山地半湿润半干旱温带—山地半湿润温带。

在上述气候条件的影响下,山体植被生长繁茂,种类繁多,垂直带谱明显:山顶冻原稀疏植被—高山寒带灌丛、草甸—亚高山寒温带暗针叶林—山地温带暗针叶林、松林—山地暖温带针阔混交林、松林。东坡雨量充足,植被生长更旺盛,分布海拔上限也高于西坡,但在部分地区,山体较陡而易滑坡,妨碍了原生植被的延续、次生植被的发育生长。

色季拉山的成土母质及生物气候的垂直分布,导致了山体土壤类型多种多样,垂直分布带谱明显而完整,且东西两坡呈现较为明显的对称分布状况(图1)。

本文收稿日期:1997-08-15.

## 2 主要类型土壤特征

高山寒漠土<sup>[2]</sup>分布在西坡4 600m、东坡4 800m以上的山顶上,年均温 $<-2^{\circ}\text{C}$ ,寒冷的气候使土壤中微生物繁殖速度慢,活动数量少,岩石以物理性冻融风化为主,分解转化过程十分缓慢.土层浅薄,剖面发育不明显,粗骨性强,各层次中砾石含量 $>60\%$ ,粉粘比达1.70,土壤处于原始发育阶段,有机质、养分元素和阳离子交换量都很低,盐基处于饱和状态,淋溶和积聚作用都非常弱.

在高山寒漠土的下方,气候比较湿润,适应植被的生长,但气温仍然较低,致使植物生长期短,植株低矮,根系庞大,盘结交成层,土壤剖面上部多以植物根系原形或半分解状态积累起来,形成毡状草皮层(As层),发育为高山草甸土.由于草毡层的滞水性,导致土壤的淋溶作用有加强的趋势,但由于气温低,水冻结时间较长,下淋作用减弱.表层呈弱酸性反应,有机质在表层明显积累;砾石含量在25%左右,向下增多;阳离子交换量增加,盐基饱和度在60%左右;粘粒和金属氧化物有下淋现象,但势头不大.

亚高山灌丛草甸土分布在山体4 200~4 400m,属亚高山(高原)寒温带半湿润气候区,气候条件比高山草甸土优越,植被除中生草本外,还有以大萼杜鹃、雪层杜鹃为主的灌丛.土层可分 $A_0$ —A—B—C发生层,地表多灌木枯枝落叶,呈分解或半分解状态,pH值5.0~6.0,呈酸性反应,有机质和各养分元素都比较充足,阳离子交换量稍有升高,盐基基本处于饱和状态,质地仍然较粗,粉粘比1.30,硅和铝元素有较弱的下淋淀积现象.

在寒冷而潮湿的山地寒温带半湿润气候区的暗针叶林下,由于森林密度大,地表的植被及中部的灌丛繁茂,使阳光几乎照射不到地面,有机体分解速率缓慢,地表的积水不能被蒸发,所以淋溶作用非常强烈,盐基大量淋失,铁锰等元素不断被还原并与表层的有机酸结合,形成较稳定的络合物而向下移动,导致硅富集而形成浅色的灰化层(Abg层),发育为漂灰土<sup>[3]</sup>.但灰化层的厚度变化不一,随着海拔的升高,森林覆盖面逐渐减小,厚度减薄;而海拔降低,气候条件进一步改善,森林中有少量阔叶树种出现,降低了郁闭度,地表滞水性减弱,灰化层颜色则有加深的趋向;从水平角度来看,东坡降水量高于西坡,地面更加潮湿,山体坡度比西坡陡,故在同海拔地带,东坡的灰化层明显比西坡厚.

漂灰土A层有机质含量高,平均值为200g/kg,最高可达373g/kg,而灰化层有机质急剧下降,B层又相对富集回升;其他养分元素和阳离子交换性能均有类似现象;整个剖面的pH值平均为4.5,而表层最低可达到3.2,呈现强酸性反应;表面阳离子交换量高,盐基被大量流失,呈高度不饱和状态,粘粒在灰化层也被淋失而下沉,使粉粘比升至约1.70;硅元素在灰化层相对富集,其他元素均有不同程度的淋溶下沉现象发生.

山地酸性棕壤分布在山体的中部,土壤剖面发育完全,剖面明显可分 $A_0$ —A—B—C

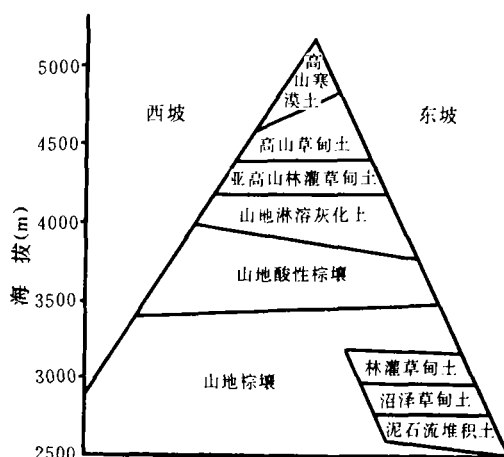


图1 色季拉山土壤垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of soil on Mt. Shergyla

层. 该类土壤淋溶作用仍然很强烈,剖面呈强酸性至酸性反应,有机质和各种养分在 A、B 层都很高,土质肥沃,林木生长迅速,土地生产力较高. 表面阳离子交换量高,盐基仍被淋失而呈不饱和状态,硅、铝、铁、镁、钾等元素在 A 层都有淋失的现象.

本山体的基部为山地棕壤,土层一般 $>100\text{cm}$ ,表面比较干燥,无吸水现象,不具备淋溶条件,整个剖面呈中性反应,局部地方 pH 值增大至碱性;有机质及各种养分含量中等,土壤吸收复合体大都为盐基所饱和,粘粒和氧化物在土体中略有下移.

除上述主要土壤类型外,在山体局部地区由于小环境的影响,形成了一些比较特殊的土类. 在山体中部的宽谷和半阳坡地区,水分蒸发迅速,草本植物生长较好,形成山地林灌草甸土. 在有些浅凹形低洼地带,由于常年积水,表层草本植物生长繁茂,土壤湿度很大,地温不高,抑制了土壤中的微生物活动和有机体的分解,致使有机质大量积累,形成了具有青灰色至灰黄色的潜育层,发育成沼泽草甸土. 在东坡下部,局部山体坡度超过了 $50^\circ$ ,且阴雨天气较多,使山体容易发生滑坡泥石流,从而发育泥石流堆积土. 在西坡海拔 $3\,000\text{m}$ 处,有一片巨柏林,林下土壤的 pH 值异常之高,表层最高可达 $9.3$ ,底层土也 $>8.0$ ,剖面上部砾石含量较高,各层次的颜色比较接近,淋溶和富集现象均不明显.

### 3 垂直分布规律

#### 3.1 土壤质地

色季拉山形成时间短,绝对海拔高,加上高原气候寒冷,岩石以物理性风化为主,所以整个山体的砾石含量较高,同一剖面中,从表层到底层,各类土壤中砾石含量都明显增多,随海拔的降低,气候逐渐好转,土壤风化作用加强,粉粘比逐渐减小,仅中部的漂灰土因强烈的淋溶作用,使表层的粘粒部分流失,粉粘比有所增高(图 2-a);在同一剖面上,随深

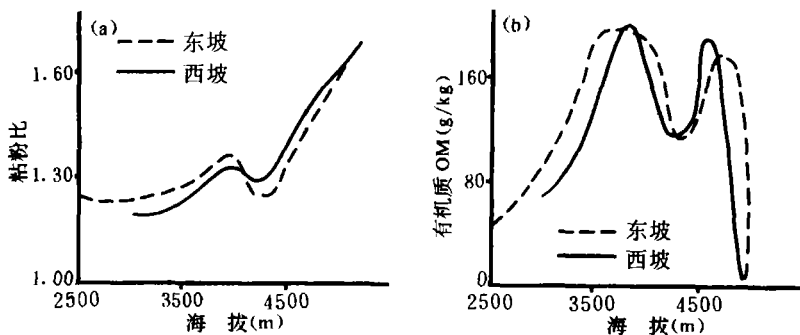


图 2 表层粉粘比(a)与有机质 OM(b)的垂直分布  
Fig. 2 Vertical distribution of silt and clay ratio (a) & OM (b) for top soil

度的增加,粉粘比都有升高的趋势,如亚高山草甸土,各层次的粉粘比依次为 $1.27$ , $1.35$ 和 $1.68$ ,这与砾石含量的变化是一致的,漂灰土中,B 层的粉粘比( $1.28$ )小于 A 层( $1.34$ )和 Abg 层( $1.71$ ),这进一步证明了淋溶淀积的作用. 东西坡同一海拔带,在山体上部,东坡的粉粘比小于西坡,而在低海拔带,则东坡高于西坡(见图 2-a),其原因是上部淋溶作用较弱,东坡的温度高于西坡,风化强度也比西坡大,而在下部淋溶作用增强,东坡降水量及

湿度明显高于西坡,所以粘粒被淋失的可能性也增大。

### 3.2 土壤的有机质与养分

有机质 OM 的垂直分布较为复杂,东西坡均呈双峰图形(图 2-b)。在高山草甸土区出现第一个峰,该峰峰宽窄,很快就下降;到漂灰土又形成第二个高峰,其峰宽明显比第一个峰大,特别是东坡更明显,其后随海拔的降低有机质也逐渐下降。东西两坡相比较,同海拔带东坡稍高。在同一剖面中,从表层到底层,有机质含量均明显降低,但下降的速度在各类土壤中不一样(图 3),从 A 层到 B 层,以高山草甸土下降较多,而山地棕壤较少;漂灰土中灰化层的有机质含量比 B 层高山草甸土下降较多,而山地棕壤较少;漂灰土中灰化层的有机质含量比 B 层还要低一些。

整个山体除高山寒漠土外,其他土类的有机质和氮素含量都较高,并且存在极明显的线性相关(统计了 30 个表层数据,相关系数达 0.970),但全氮与碱解氮之间无相关性(统计 254 个数据,相关系数为 0.045),C/N 高达 15,说明山体有机质积累明显,但由于气候的垂直变化,氮素转化分解而能被植物所吸收的能力有差异;全磷含量 0.5~1.8g/kg,相对比较缺乏;山体的基岩是钾长花岗岩,钾含量均 $>20.0\text{g/kg}$ 。

### 3.3 土壤酸碱性

同一山体中,不同类型土壤的酸碱性差异很大,有强酸性的漂灰土,也有碱性的巨柏林下土。就垂直分布而言,以中部的漂灰土 pH 值最低,无论海拔升高或降低, pH 值都有增大的趋势(图 4-a)。就同一剖面而言,无论何种类型的土壤,从表层到底层,都有趋向中性的变化。就水平分布而言,同一海拔点,东坡的 pH 值均于低西坡,其主要原因是东坡的植物生长优于西坡,有机质含量也比西坡高,土壤中有有机酸也就相应增高。

### 3.4 土壤的交换性能

阳离子交换量差异较大,山顶上的高山寒漠土仅为  $7\text{mol/kg}$ ,而漂灰土则高达  $63\text{mol/kg}$ 。盐基饱和度从 87% 降至 24%。从垂直分布来看,阳离子交换量以中部的漂灰土最高,向山体两端均呈下降趋势(图 4-b),这点与 pH 值变化是一致的;而盐基饱和度则与此恰好相反。从剖面来看,阳离子交换量均有随土层深度的增加而减少的倾向;盐基饱和度随深度的变化在不同土类中表现有差异,在上部的高山土纲土中以增加为主,而在下部的淋溶或半淋溶土纲土中则明显减小。

### 3.5 土体的化学组成

元素硅在低海拔地带以下淋为主,而高海拔带在各层次中变化不大,在漂灰土的灰化层中则显著富集;元素铝在所有土类中均有下淋现象,并且随海拔的降低,有淋失增大的

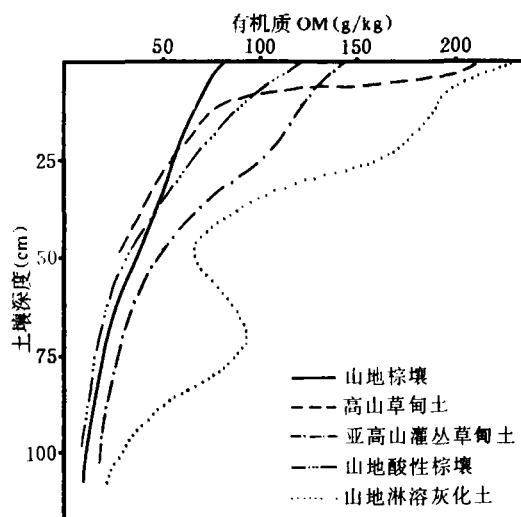


图 3 各类土壤剖面的有机质垂直分布

Fig. 3 Vertical distribution of OM at some section of each soil type

趋势;元素铁在酸性土壤中有较强的下淋现象,而在其他土类中变化不大;元素钙在所有土类中均表现为表面富集,并且随海拔的降低,富集程度逐渐减小;钾钠元素在整个山体中含量丰富,随海拔的降低,稍下有淋沉积的现象.在漂灰土的灰化层,除元素硅富集外,其他各元素均表现为较强的淋溶作用.

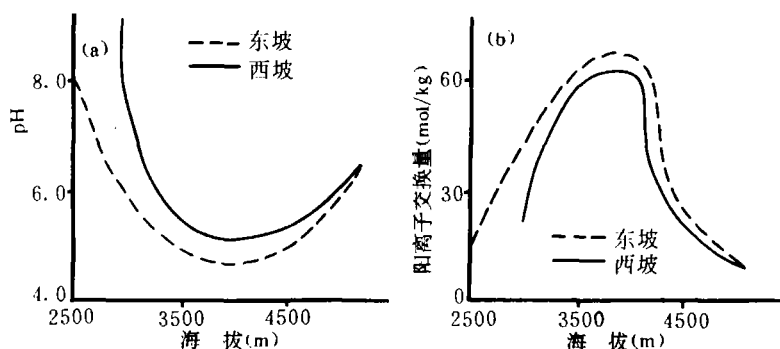


图 4 表层 pH 值(a)与阳离子交换量(b)的垂直分布

Fig. 4 Vertical distribution of pH value (a) & CEC (b) for top soil

## 4 结 语

1. 在山体海拔 4 000(东坡 3 700)~4 200m 范围内,土壤中有明显浅灰层的存在,其形成主要原因是由于植被生长茂密、空气比较潮湿、表层有机酸增多、淋溶作用增强,使土壤中铁铝大量淋失,而硅相对富集所致.

2. 山体土壤垂直分布明显,各类土壤性质相差较大:如有机质 9~373g/kg, pH 值从强酸性反应到强碱性反应,盐基从饱和状态到高度不饱和状态等.特别是漂灰土,其许多性质在垂直分布中呈现异常现象.

3. 在同一剖面中,各类土壤的垂直分布规律几乎一样,从表层到底层,土壤的性质趋向于原始化,但灰化层的性质有很大差异.

4. 东西坡在同海拔地带土类基本一致,呈对称分布,但土壤性质稍有差异,一般而言,由于东坡雨量较大,植被生长较优,所以同类土壤中淋溶现象比西坡明显.

5. 山体局部地区存在微域土类,如巨柏林下土等,由于植被或成土条件的差异,其性状与同带的土壤差异较大,表现特有的特征.

## 参 考 文 献

- [1] 林芝地区气象台. 西藏林芝地区农业气候资源分析及区划. 北京:气象出版社,1993. 53~71.
- [2] 林芝地区农牧局. 西藏林芝地区土地资源. 北京:农业科技出版社,1992. 12~147.
- [3] 赵其国. 中国灰化土. 土壤学报,1990,27(3):318~324.

## PROPERTIES AND VERTICAL DISTRIBUTION OF SOIL ON SHERGYLA MOUNTAIN IN XIZANG

Fang Jiangping

(Xizang Plateau Ecology Institute Nyingchi 860000)

### Abstract

Shergyla Mountain is situated in the Southeast Xizang and is one of the main forest zone in Xizang. By the changes of climate and forest, the vertical belts of mountain soil type are quite clear. There is the mountain brown forest soil at the base, and as the elevation rising, there are mountain acid brown forest soil, mountain bleached podolic soil, subalpine (shrubs) marshland soil, alpine marshland soil and alpine wilderness soil in proper order, and they are distributed symmetrically on the east and west slopes. The vertical distribution law of texture regime, organic matter and soil nutrient, pH or soil, composition of exchangeable and chemical composition is discussed. The results are:

1. Among the mount at 4 000 (3 700m east slope) ~ 4 200m, there are clear podzolic layer, and the main cause to form is that the vegetation is thick, the air is damp, surface organic matter increases and the leaching action strengthens, then the most of Fe and Al runs off and the Si gathes.

2. The vertical distribution of mount soil is clear, but the characters of each soil type are very different, for example, the organic matter make up 9 to 373g/kg, pH of soil expresses strong acid reaction to strong alkaline reaction, the base is saturated to not saturated highly. Especially podzolic soil, its many characters in the vertical distribution are very abnormal.

3. At the same section, the regulars of each type soil in vertical distribution are same almost. From top to deep soil, the characters of soil tend to primitive state, but the characters of podzolic soil are very different at the different places.

4. The types of soil on the east and west slopes at the same elevation belt are identical basically and distribution symmetrically, but the characters of soil are different slightly. Generally, because that the rainfall is high and the growth of vegetation is well on the east slope, the appearance of leaching of soil on the east slope is more clear than on the west slope

5. There is the special soil in same areas. By the difference with vegetation and condition of soil forming, the soil characters are very different to the others at same belt.

**Key words** Xizang, Shergyla Mountain, soil type, vertical distribution