

长白山北坡垂直植被带表土植硅体组合研究

张新荣¹⁾ 胡克²⁾ 介冬梅³⁾

1) 吉林大学地球科学学院, 长春, 130061; 2) 中国地质大学海洋学院, 北京, 100083;
3) 东北师范大学城市与环境科学学院, 长春, 130022

摘要 长白山垂直分布的植被是欧亚大陆从温带至寒带植被水平地带性的缩影。对其北坡不同海拔高度植被带土壤中的植硅体进行初次研究, 结果发现, 该山北坡海拔 700 m 到 2630 m 的土壤中发育了形态和数量丰富的植硅体。不同植被带植硅体组合的含量各不相同, 主要特征表现为随海拔升高冷型的植硅体含量整体呈上升趋势, 而示暖型的植硅体含量整体呈下降趋势。温泉附近土壤中的植硅体则表现出明显的与其上下相邻地点不同的特点。它对中国东北第四纪沉积物中植硅体组合的研究及第四纪古植被和古环境的重建可提供重要的基础性资料。

关键词 植硅体 垂直植被带 地表土壤 长白山

Characteristics of Phytolith Assemblages in Surface Soil from the Vertical Forest Zones of the Changbai Mountains

ZHANG Xinrong¹⁾ HU Ke²⁾ JIE Dongmei³⁾

1) College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun, Jilin, 130061; 2) College of Ocean Sciences, China University of Geosciences, Beijing, 100083; 3) College of Urban and Environment Science, Northeast Normal University, Changchun, Jilin, 130022

Abstract The vertical vegetation distribution in the Changbai Mountains is a horizontal epitome from temperate to frigid zones in Eurasia. Researches on primary phytolith in the surface soil of different vegetation zones on the north slope are reported in this paper. Samples were collected from 700 m to 2630 m in elevation, and plentiful phytoliths of different kinds were recognized. The contents of phytolith assemblages are varied in different vegetation zones. The contents of phytoliths that indicate chilliness increase with the rising of altitude, while things are just the opposite for those showing warm climate. Near the hot springs on the north slope of the Changbai Mountains, the phytoliths in soil are obviously different from those in neighboring places. Phytolith studies in this area will provide valuable basic data for the phytolith research in Quaternary sediments of Northeast China, and can play an important role in the reconstruction of the paleo-vegetation and paleo-environment.

Key words phytolith vertical forest zone surface soil Changbai Mountains

植硅体分析是研究高等植物细胞中发育的硅质颗粒的一门新兴边缘学科, 自 20 世纪 80 年代以来, 已在第四纪地质学、古生态学、考古学、土壤学、植物学、动物学、医学和农学等学科领域中发挥着重要作用。我国从 1988 年开始, 把植硅体应用到了地质学、考古学等方面。

地表土壤中的植硅体分析是了解第四纪沉积物中植硅体组成的重要途径, 同时也是恢复第四纪古

植被、重建第四纪古环境, 划分对比地层的基础。长白山是目前地球上为数不多的保存完整的自然生态系统之一, 其植被垂直地带性是欧亚大陆从温带至寒带植被水平地带性的缩影 (Barboni et al., 1999; Caroline, 2004; 靳英华等, 2003)。本文针对这一特点, 对长白山不同植被带下的土壤进行了植硅体分析, 以期寻求不同气候条件下, 不同的植被带所生产的植硅体组合特点。

1 研究区地理背景

长白山位于北纬 $41^{\circ}58' \sim 42^{\circ}6'$, 东经 $127^{\circ}54' \sim 128^{\circ}8'$, 最高峰白云峰海拔 2744 m。长白山靠近太平洋的东亚沿海季风区, 受海洋湿气团的影响, 该地区降雨量较丰富, 气候湿润。由于地势陡峭, 随海拔高度的变化, 气候、生物以及土壤呈明显的山地垂直分布(郝占庆等, 2002; 祝廷成等, 2003), 自下而上分为下列四个带(图 1):

I. 针阔混交林带(MCBFZ): 海拔在 500~1100 m, 气候温和, 雨量充沛, 年均温 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$, 年均降水量 700~800 mm。属玄武岩熔岩台地的一部分, 坡度平缓, 土壤为暗棕色森林土。

II. 针叶林带(CFZ): 海拔在 1100~1800 m, 气候较冷, 空气湿度较大, 林下阴暗湿润, 年均温 $0 \sim 2^{\circ}\text{C}$, 年均降水量 800~1000 mm。地形坡度 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$, 主要见到凝灰岩、粗面岩、火山集块岩、火山角砾岩、玄武岩和少量浮石等。土壤为棕色针叶森林土。

III. 岳桦矮曲林带(BEFZ): 海拔在 1800~2000 m, 是长白山森林植被上限。气候阴冷潮湿, 年均温 $-4 \sim -2.3^{\circ}\text{C}$, 年均降水量 1100 mm。此带地形坡度较陡, 在 15° 以上, 该带以上可见各种火山喷发物, 以粗面岩、泥熔岩、火山集块岩和凝灰岩等岩类为主。土壤为山地生草森林土。

IV. 高山苔原带(ATZ): 海拔在 2000 m 以上, 是保护区顶部无林地带, 偶有少量岳桦上限延到 2000 m 以上。气候寒冷多风, 紫外线照射强烈, 年均温 -7.4°C , 年均降水量可达 1100 mm。土壤发育程度低, 土层薄且不连片。

2 研究方法

2.1 野外采样

采样地点位于长白山北坡海拔 700~2650 m 范围内。在每一个植被带中采集两个样品, 温泉附近采样一个。具体采样方法(Sun et al., 2003)是: 拨开枯枝落叶层后, 在 100 m^2 的范围内采集 5 个左右的样品放置在一起混合成一个样品。样品的海拔高度分别是 2630 m(高山苔原带), 2240 m(高山苔原带), 2000 m(岳桦林), 1890 m(温泉附近), 1830 m

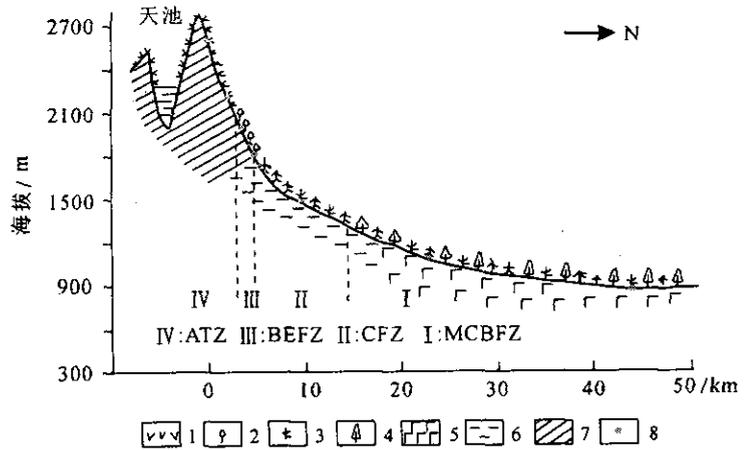


图 1 植被垂直分带及采样点分布图
(据祝廷成等, 2003 修改)

Fig. 1 Vertical vegetation zones and sampling sites on the north slope of the Changbai Mountain

- 1—高山苔原; 2—岳桦林; 3—针叶林; 4—阔叶林; 5—玄武岩; 6—凝灰岩、集块岩、火山角砾岩等; 7—粗面岩、集块岩、泥熔岩及凝灰岩等; 8—采样点
1—alpine tundra zone; 2—*betula ermanii* forest zone; 3—conifer forest zone; 4—the mixed conifer and broadleaved forest zone; 5—basalt; 6—tuff, agglomerate and breccia, etc; 7—trachyte, lave and tuff, etc; 8—sampling sites

(岳桦林) 1800 m(针叶林带) 1470 m(针叶林带) 1090 m(针阔混交林带) 766 m(针阔混交林带)(图 1)。

2.2 分析处理

经过除有机质, 去碳酸盐, 重液分离后提取植硅体(Marco Madella et al., 1998; Zhao, 1998)。经镜下观察鉴定, 所见植硅体类型主要有棒型、刺状棒型、尖型、团粒型、帽型、齿型、扇型、方型、长方形、鞍型、哑铃型、似十字型及不规则型等(王永吉等, 1993; 张新荣等, 2004)。每种植硅体均含有多种不同的形态(图版 I), 各种类型的含量随海拔高度的变化情况如图 2。

2.3 实验结果

针阔混交林带土壤所含植硅体以棒型、尖型、扇型、方型、哑铃型为主, 团粒型、长方形、帽型、齿型、多边形和不规则型等含量不等。针叶林带表土中植硅体以棒型、尖型、团粒型、扇型、方型和哑铃型为主, 以鞍型、帽型、多边形、齿型、不规则型为辅。其中刺状棒型、多边形和不规则型有增加的趋势。岳桦林带表土中植硅体以棒型、尖型、多边形、扇型、方型、长方形为主, 其他类型含量不等; 在本带中, 扇型和哑铃型比上两带的含量表现出明显的减少, 而

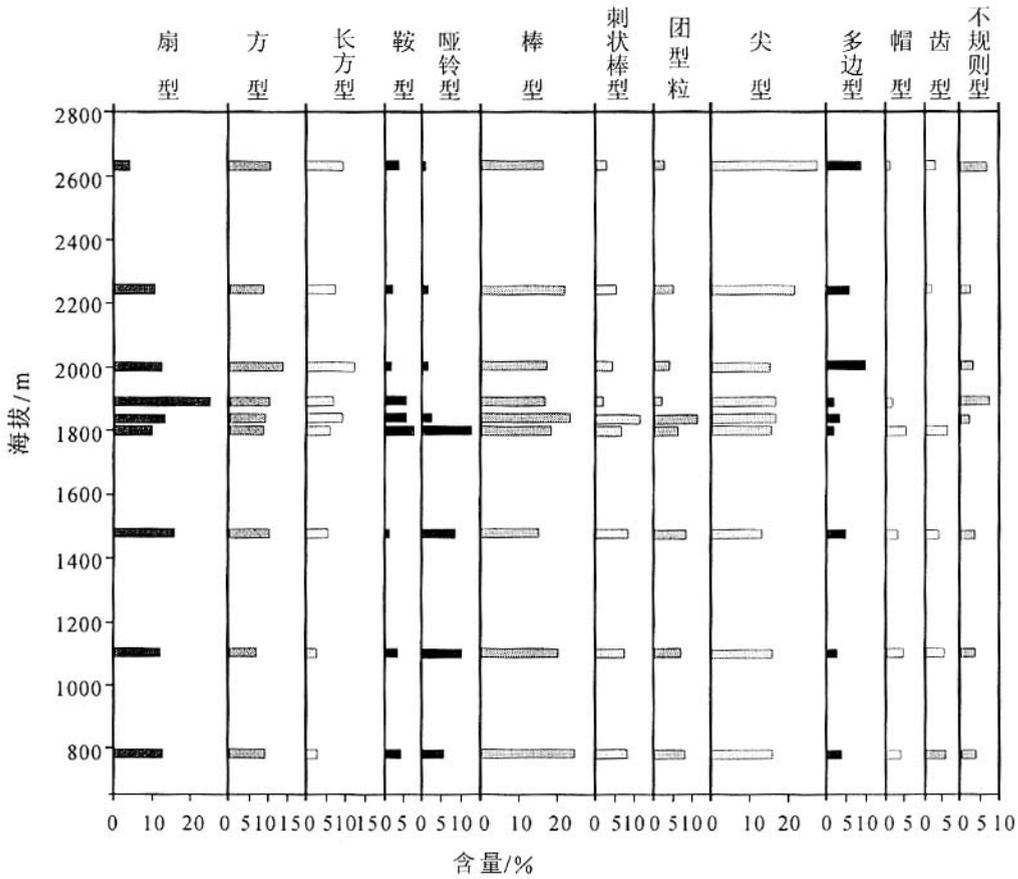


图 2 不同植被带下表土中植硅体组合图式

Fig. 2 Phytolith contents in soils of the vertical vegetation zones in the Changbai Mountain

尖型和多边形植硅体含量增加。高山苔原带以棒型、尖型、方型、长方型、多边形为主,其他各类型含量不等。可见,不同的植被带,植硅体的类型及含量呈明显的不同。示暖型植硅体含量由针阔混交林带向针叶林带、岳桦林带和高山苔原带呈显著的减少趋势,而示冷型植硅体则呈显著增加的趋势。

尖型、多边形、不规则型和齿型明显表现出高海拔处含量高的特点,而这些类型恰是寒冷气候类型的代表性植硅体形态;同时,随着海拔的升高,示暖型的哑铃型和扇型植硅体则表现出含量减少的特点,这主要与长白山北坡随着海拔高度的上升年均温显著降低有关。由于 1800~2000 m 海拔范围内出现了温泉,所以采样密度较其他几处稍大。在海拔 1890 m 的温泉附近,表层土壤中的植硅体含量较丰富,而且表现出独特的特点,即扇型、帽型和不规则型植硅体含量比相邻海拔高度表土中的含量要高,而棒型、刺状棒型和团粒型相比上、下段而言,含量

偏低。这可能是由于温泉附近地表温度较高,所生长的植被与相对海拔较高和较低处的植被有差异,因此相应的植硅体形态表现异常。

总的来看,从山下到山上,不同的海拔高度表土中所含植硅体形态各有特点。总的趋势是,示冷型的植硅体含量整体呈上升趋势,而示暖型的植硅体含量整体呈下降趋势。

3 结论

经实验分析可知,长白山北坡自山下针阔混交林带至高山苔原带,不同类型的土壤中均含有丰富的植硅体。各植被带林下表土中的植硅体有其各自的特点,每种植硅体组合类型中又含有不同形态的若干种植硅体形态。长白山北坡发现的示暖型的植硅体有扇型、哑铃型、鞍型、方型和长方型等,示冷型的植硅体有棒型、刺状棒型、团粒型、尖型、齿型、帽型和不规则型等。各植硅体组合随海拔高度的变化

呈现出一个显著特点,即示冷型的植硅体含量随海拔升高整体呈上升趋势,而示暖型的植硅体含量整体呈降低趋势。

参考文献

- 郝占庆,于德永,杨晓明,等. 2002. 长白山北坡植物群落 α 多样性及其随海拔梯度的变化. 应用生态学报, 13(7):785~789.
- 靳英华,吴正方. 2003. 长白山森林植被的生态气候学指标. 山地学报, 21(1):68~72.
- 王永吉,吕厚远. 1993. 植物硅酸体研究及应用. 北京:海洋出版社, 142~181.
- 张新荣,胡克,王东坡,等. 2004. 植硅体研究及其应用的讨论. 世界地质, 23(2):112~117.
- 祝廷成,严仲凯,周守标. 2003. 中国长白山植物. 北京:北京科学出版社,吉林延吉:延边大学出版社.

References

- Barboni D, Bonnefille R, Alesandre A. 1999. Phytoliths as palaeoenvironmental indicators, west side Middle Awash Walley, Ehiopia. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol, 152:87~100.
- Caroline A E. 2004. Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the great plains of North America during the late Eocene to early Miocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 207:239~275.
- Hao Zhanqing, Yu Deyong, Yang Xiaoming, et al. 2002. α diversity of communities and their variety along altitude gradient on northern slope of Changbai Mountain. Chinese Journal of Applied Ecology, 13(7):785~789 (in Chinese with English abstract).
- Jin Yinghua, Wu Fangzheng. 2003. Ecoclimatic study on forest vegetation in Changbaishan. Journal of Mountain Science, 21(1):68~72 (in Chinese with English abstract).
- Madella M, Powers-Jones A H, Jones M K. 1998. A simple method of extraction of opal phytolith from sediments using a non-toxic heavy liquid. Journal of Archaeological Science, 25:801~803.
- Sun Xiangjun, Luo Junli, Tian Jun, et al. 2003. Pollen record of surface sediments from vertical forest zones of Changbai Mountain,

northeast China and their relation to the modern vegetation. Acta Botanica Sinica, 45(8):910~916.

- Wang Yongji, Lü Houyuan. 1993. The Study of Phytolith and Its Application. China Ocean Press, 142~181 (in Chinese).
- Zhang Xinrong, Hu Ke, Wang Dongpo, et al. 2004. Discussion on research and application of phytolith. Global Geology, 23(2):112~117 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Z-J, Deborah M P. 1998. Experiments for improving phytolith extraction from soils. Journal of Archaeological Science, 25:587~598.
- Zhu Tingcheng, Yan Zhongkai, Zhou Shoubiao. 2003. The Plants on the Changbaishan Massif of China. Beijing: Science Press and Yanbian University Press, 3 (in Chinese).

图版说明

- 棒型: 1-a. 光滑棒; 1-b. 表面有凹坑的棒; 1-c. 表面有突起和凹坑的棒。
- 刺状棒型: 2-a. 表面粗糙不平的刺状棒; 2-b. 表面光滑双面有刺的棒型; 2-c. 表面光滑一面有刺的棒型。
- 尖型: 3-a. 对称的尖型; 3-b. 不对称的尖型; 3-c. 短尖型; 3-d. 底座宽大的尖型; 3-e. 钝尖型; 3-f. 方尖型; 3-g. 有底座的长尖型。
- 帽型。
- 团粒型。
- 齿型。
- 不规则型。
- 扇型: 8-a. 表面光滑的常规扇型; 8-b. 表面有凹坑的短柄扇型; 8-c. 表面光滑的长柄扇型; 8-d. 表面光滑的扇型; 8-e. 表面光滑的无柄扇型; 8-f. 表面有凹坑的不对称扇型。
- 长方形。
- 方型。
- 哑铃型。
- 十字型。
- 鞍型。

图版 I

