

# 长白山近期火山爆发 对高山亚高山植被的影响

刘琪臻 王 战

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

王少先

(吉林省长白山国家级自然保护区管理局, 安图 133613)

**关键词** 植被 木化石 演替 偃松

长白山历史上曾有多次火山爆发, 每次爆发都对植被造成不同程度的破坏与毁灭作用, 特别是高山植被所受影响最大, 如植被种类组成减少、林线下降、植被格局重组等。火山活动对长白山植被的影响尚无系统研究, 只见零星报道<sup>[1-4]</sup>, 而且主要限于海拔 1000m 以下<sup>[5]</sup>。至于火山爆发对高海拔地带的植被, 尤其是高山亚高山带植被的影响尚未见报道。本文通过对火山灰下所埋藏的植物化石及其分布的研究, 讨论长白山近期(1500 多年以来)火山爆发对高山亚高山植被的影响。

## 1 火山爆发与木化石

长白山全新世有记载的火山爆发有三次, 即 1597、1668 和 1702 年, 其规模都比较小。<sup>14</sup>C 分析表明, 距今 1000~1410 年前长白山曾发生规模巨大的火山爆发, 这次喷发是 1000 多年来世界范围内较大规模的火山爆发, 火山灰远隔重洋飘落到日本<sup>[4-6]</sup>。

火山爆发将大面积森林毁灭, 植物被盖压在火山灰下面, 至今大多数已炭化。以前发现的炭化木主要分布在海拔 1000m 以下, 处于高海拔地带的岳桦(*Betula ermanii* Cham.) 林带和苔原带, 尚未发现有炭化木。在朝鲜境内的高山苔原带发现有长白落叶松(*Larix olgensis* A. Henry) 化石林被埋藏于火山灰下面。1987 年在我国境内的长白山南坡海拔 2050~2160m 的高山苔原带火山灰下发现了大量原样保存下来未腐烂的木化石。火山灰厚度 2m 左右, 由灰白色碎浮石组成, 粒级差别较大, 多在 10cm 以下, 剖面比较疏松。浮石层下面为火山爆发前的古土壤, 厚 15cm, 黑褐色, 为壤质腐殖土。从形态看有机质含量较高。土壤为 AD 结构, A 层下面便是由较大风化岩块组成的母岩层。发育在火山灰上面的现代土壤为壤质苔原土, 厚度近 10cm(图 1)。火山灰下埋藏的木材残体均不同程度折断, 无直立者。被埋木材、树皮均无灼烧痕迹, 针叶也完整可辨。可见, 当时火山喷发的浮石、火山灰冷却后降落, 将树木盖压在下面。由于高山气温低, 不利于微生物活动, 使

木材保存至今未烂<sup>(7)</sup>。根据显微结构鉴定<sup>1)</sup>,埋藏在火山灰下的树木为偃松(*Pinus pumila* (Pall.) Regel)和岳桦。

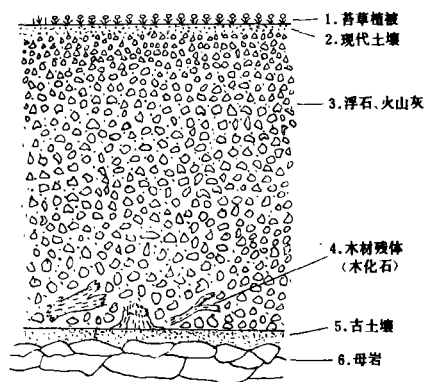


图1 长白山高山苔原浮石层下的木化石

Fig.1 The wood fossil beneath the pumice layer in alpine tundra zone of the Changbai Mountain

在东坡海拔 2150m 的高山苔原带火山灰下,笔者发现有长白落叶松树木残体,基径达 46cm,火山灰厚度 60cm。

在东坡海拔 1200~1300 m,浮石层下埋藏的木化石种类较多,有长白落叶松、鱼鳞云杉(*Picea jezoensis* (Sieb. et Zucc.) var. *komarovii* (V. Vassil) Cheng et L. K. Fu)、白桦(*Betula platyphylla* Suk.)、臭冷杉(*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.)等,其中多数已炭化,有的则保存完好,材性未变,仍可使用。

以上二处木化石未作年代测定。

## 2 火山爆发年代及植被变化

根据同位素<sup>14</sup>C 分析,长白山南坡海拔 2050~2160m 火山灰下的木化石形成年代为公元 408±70 年,距今 1580 多年。从火山灰剖面形态看,这是覆盖在此处的最后一次火山喷发物。这次喷发的规模有待继续研究,但至少使苔原和岳桦林植被遭到很大破坏。目前,浮石火山灰上发育的植被为苔原和岳桦林。

据记载,公元 1702 年长白山曾有火山喷发,但其规模很小,对植被没有毁灭作用。在高山林线附近,笔者曾调查古树年龄,很多树木已超过 300 年,最大者约 700 余年。另外,高山带土壤厚度多为 10cm,从公元 1702 年至今不到 300 年,土壤发育不会如此之快。

<sup>14</sup>C 分析还表明,长白山北坡海拔 900 m 左右的炭化木形成年代为距今 1050±70 年和 1120±70 年;西坡海拔 1000 m 以下的炭化木形成年代距今 1410±80 年<sup>(5)</sup>。1410 年前的火山喷发是迄今为止世界范围规模最大的火山爆发,方圆 100 km 范围内的森林遭到严重破坏<sup>(6,8)</sup>。不同地点的火山喷发物及木化石的年代测定有所差异,是否为同一次喷发形成,有待进一步研究。

长白山历次火山爆发对各植被带影响不同,受害最严重的是高山带(接近火山口)。频繁的火山爆发使某些植物种类遭到毁灭或濒于毁灭。如偃松,火山爆发前可分布到海拔 2200m 上下。目前,偃松在火山锥体上已不见踪迹,说明火山爆发使偃松全部消失。文献[9],偃松在长白山锥体尚有零星分布,然而我们对长白山植被进行多年较全面的考察,没发现有偃松,只在其他山峰发现有偃松矮曲林群落。偃松属大粒种子,不易传播,群落毁灭后,如不借助人工措施很难恢复。

火山爆发使岳桦林也遭到严重破坏,大面积岳桦林被埋在火山灰下面,代之而起的是苔原植被(近林线处)。

1) 木材显微结构由郭德荣先生鉴定。

对火山灰下埋藏的古土壤进行孢粉分析,结果表明,火山爆发前,土壤中木本植物花粉占优势(75%左右),其中以松和桦居多。在南坡海拔 2050m,松属和桦属花粉占木本植物花粉的比例分别为 14.7%和 56.6%;在海拔 2160m 处则分别为 48.6%和 9.6%。其中桦属花粉主要为岳桦,松属似多为偃松。花粉组成随海拔升高而不同,反映了当时植被分布格局,这与木材残体的分布特点一致,即由下向上岳桦逐渐减少,偃松逐渐增多。

岳桦林和偃松矮曲林遭到火山爆发的破坏后,原来的位置被苔原植被所占领。现代植被主要种类有:高山笃斯越桔(*Vaccinium uliginosum* L. var. *alpinum* E. Busch.),毛毡杜鹃(*Rhododendron confertissimum* Nakai)、高山矮羊茅(*Festuca subalpina* Chang et Skv.)、长白棘亚(*Oxytropis anertii* Nakai)、宽叶仙女木(*Dryas octopetala* L. var. *asiatica* Nakai)、萝藦草(*Loydia serotina* Reich.)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum* L.)、倒根蓼(*P. ochotense* V. Peter. ex Kom.)等。

根据木材残体种类及分布情况,长白山东坡最近一次火山爆发(年代未测)前为长白落叶松林,但当时的林线比现在高。森林植被破坏后苔原植被下侵。

在东坡海拔 1200~1300m,笔者对古土壤分布及木材残体种类进行了调查:现代土壤(20cm)之下为 1m 左右的浮石火山灰层,浮石粒级差别较大。浮石层下面为 20cm 厚的古土壤,之下为前一次火山爆发的火山灰层,颗粒很细,类似水泥。古土壤剖面有明显的苔藓层和枯枝落叶层。根据木化石种类分析,该处在前一次火山爆发后形成云冷杉、长白落叶松林,接着又被最近一次火山爆发所破坏,盖压在浮石火山灰下面,而浮石上面则重新形成现今的长白落叶松林,有时混有鱼鳞云杉和臭冷杉等。林下苔藓层十分发育,主要为塔藓(*Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G.)。种子植物主要有杜香(*Ledum palustre* L.)、越桔(*Vaccinium vitis-idaea* L.)、小叶樟(*Calamagrostis angustifolia* (Kom.) Chang)等。

一般认为,长白山东坡的长白落叶松林属次生植被(有的地段为隐域植被),将被其它植被所代替。林下更新及树木生长情况、年龄结构等也证明了这一点。说明二次火山爆发后形成的植被都比较年轻。

### 3 火山爆发对林线的影响

岳桦是构成森林的上限树种,偃松则可分布更高。这种分布格局在欧亚大陆东北地区很普遍。长白山区的红头山(海拔 2000m)是较为古老的山峰,受火山影响很轻,其上部为岳桦林和偃松矮曲林,后者分布较高,有时二者呈镶嵌分布。在张广才岭、小兴安岭等地也呈这种分布规律。从木化石组成及随海拔高度不同而变化来看,史前长白山锥体上部曾有偃松矮曲林分布,位于林线上下,并与岳桦林混生一起。经多次火山爆发群落类型消失。但是偃松的分布范围,特别是水平分布区间尚需进一步研究。

火山爆发使林线大幅度下降。据多年调查,长白山现代高山林线位于海拔 2000m,而已发现的木材残体分布最高达海拔 2160m。目前,在海拔 2100m 以上的某些地段可见到斑块状森林,有些个体(岳桦)可分布到 2200m 以上。说明史前林线曾位于海拔 2200m 上下。根据水热指数计算的潜在林线(海拔 2100m)亦比现实林线高<sup>[10,11]</sup>历经 1500 多年,林线尚未达到应有的高度,可见高山植物生态系统的脆弱性及恢复的困难性。1000 多年来

全球气候未发生剧烈变化<sup>[6]</sup>,所以林线将继续回升。随海拔升高,林木年龄减小,这也表明林线的动态趋势。

#### 4 火山爆发与植被演替

笔者用空间代替时间法调查了火山爆发后植被演替规律。火山爆发形成的裸地主要有二种类型:熔岩裸地和火山灰浮石裸地。前者演替十分缓慢,后者则比较迅速,树木可较快地侵入,不需其它植物作先导,因火山灰浮石的水分养分条件较好。

火山爆发后植被演替情况比较复杂。高山苔原被破坏后,在熔岩裸地上需经过地衣→苔藓→苔原等阶段;在火山灰浮石上则可直接被苔原植被占领。林线以下的森林植被遭破坏以后的演替有几种情况:(1)直接发生岳桦林或长白落叶松林;(2)苔原植被下侵,后逐渐被森林植被所替代;这种现象目前仍可见到,即林线附近有大量的幼树,表明林线的动态趋势;(3)地衣→苔藓→苔原→森林(图2)。

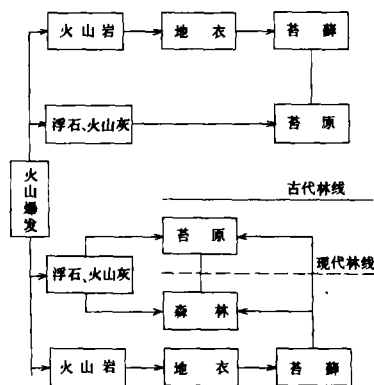


图2 长白山高山、亚高山火山喷发后植被演替模式

Fig. 2 Vegetation succession model of the alpine and subalpine after volcanic eruption in the Changbai Mountain

火山爆发以后,苔原植被下侵,占据了岳桦林带的上部。原因是,森林毁灭后的原生裸地温湿条件变化激烈,下垫面阻力减小,风力加强,树木侵入困难。而苔原植被中的一些先锋种则首先侵入。苔原植被一旦发生就对树木更新产生不良影响,因为地被物太厚而不利于种子萌发和幼苗生长。

偃松群落遭破坏后因种源缺乏、种子不易传播而难以恢复,原有的位置被苔原植被占领。偃松群落的消失是长白山景观的一大损失,只有采取人工措施才能尽快恢复。

以上主要讨论了长白山南坡及东坡高山亚高山植被受火山爆发的影响,其它坡向植被的变迁,尤其是林线的变化需待进一步研究。

#### 参 考 文 献

- 1 村山醸造. 长白山所产自然炭化立木の研究. 见: 长白山综合调查报告书. 长春: 吉林铁道局, 1941, 273~278.
- 2 村山醸造. 长白山火山灰下に埋没せる自然立木び木材に就いて. 见: 长白山豫备调查报告书. 长春: 科学技术联合部会, 1943. 113~120.
- 3 香山信男. 白头山麓における爆发前の森林树种 1. 咸镜北道茂山郡榆坪附近の火山砂层下に现れたる木炭层及埋木. 植物学杂志, 1943, LV I (697): 258~273.
- 4 Machida H, Moriwaki H. Historical eruptions of the Changbai volcano resulting in large-scale forest devastation (deduced from widespread tephra). Yang Hanxi et al. (eds). The temperate forest ecosystem. ite Symposium No.

- 20, UK: Inst. Terrest. Ecol., 1986: 23~26.
- 5 赵大昌. 长白山火山爆发对植被发展演替关系的初步探讨. 森林生态系统研究, 1981, (2): 81~87.
- 6 町田 洋. はるかなる白头山. 科学, 1986, 56(11): 712~716.
- 7 刘琪璟, 钱 宏. 长白山火山灰下发现偃松等树木残体. 科学报, 1987-11-10.
- 8 Machida H, Moriwaki H and Zhao D C. The recent major eruption of Changbai volcano and its environmental effects. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 1990, No 25, 1~20.
- 9 陈大河, 冯宗炜. 长白山系高山亚高山植被, 森林生态系统研究, 1985, (5): 49~56.
- 10 徐文铎, 林长清. 长白山植被垂直分布与热量指数关系的初步研究. 森林生态系统研究, 1981, (2): 88~95.
- 11 徐文铎. 东北主要树种的分布与热量关系的初步研究. 东北林学院学报, 1982, (4): 1~9.

## EFFECTS OF RECENT VOLCANIC ERUPTIONS ON ALPINE AND SUBALPINE VEGETATION IN THE CHANGBAI MOUNTAIN

Liu Qijing

Wang Zhan

(Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang 110015)

Wang Shaoxian

(Bureau of Changbai Mountain Reserve, Jilin Province, Antu 133613)

**Key words:** The Changbai Mountain; Volcanic eruption; Wood fossil; Succession; *Pinus pumila*

### ABSTRACT

A lot of tree residues (wood fossil) were found under the pumice layer in alpine and subalpine vegetation in the Changbai Mountain. The residues of *Betula ermanii* and *Pinus pumila* distributed from 2050 m to 2160 m in the south slope. Based on  $^{14}\text{C}$  dating, the residues were covered by a volcanic eruption happened  $1580 \pm 70$  years ( $408 \pm 70$  AD) ago. *Pinus Pumila* communities disappeared after volcanic eruptions. From 1200 m to 1300 m asl in the east slope, the tree residues are dominated by *Larix olgensis*, as well as *Picea jezoensis* var. *komarovii*, *Abies nephrolepis* and *Betula platyphylla* etc. The palaeo-vegetation is similar to the current. In 2150 m asl of the east slope where the current vegetation is tundra, the only species of residues found under the pumice is *Larix olgensis*. Because of volcanic eruptions, the timberline lowered from original 2200 m to current 2000m asl. The forest from 2000 m to 2200 m asl was replaced by tundra after the events. The timberline is getting higher, but very slow. In the bare land of volcanic rock, vegetation succession model is: lichenes — moss — vascular plant communities, and the pumice bare land is occupied directly by vascular plants.

〔1991年8月收到修改稿〕

## 陆地卫星图象在三江平原地区 沼泽调查中的应用

张养贞 华润葵 李玉勤

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

地理科学 13(1), P. 49, 图 5, 表 2, 参 2, 1993

从分析各种类型的光谱特征、生态特征入手, 对三江平原地区的沼泽进行研究。通过遥感信息的光学和计算机处理与分析, 确定了沼泽类型的分布范围和面积。为我国大范围沼泽调查开辟了一条新的途径。

\*\*\*

## 长白山近期火山爆发 对高山亚高山植被的影响

刘 琪 璩 王 战

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

王 少 先

(吉林省长白山国家级自然保护管理局)

地理科学 13(1), P. 57, 图 2, 参 11, 1993

距今  $1580 \pm 70$  年(公元  $408 \pm 70$  年)长白山火山爆发, 植被遭严重破坏。火山锥体上部的偃松群落因历次火山爆发而消失。近期火山爆发前, 高山、亚高山上部植被与现代相似, 只是林线由原来海拔 2200m 左右下降到现在的 2000m。今后林线将继续回升。

\*\*\*

## 全球气候变化的地域差异及其意义

任 国 玉

(辽宁师范大学地理系, 大连 116022)

地理科学 13(1), P. 62, 参 23, 1993

大气  $\text{CO}_2$  增加导致的全球气候变化在空间上存在着显著的差异。采用不同方法得出温度和水分变化的地域差异是基本一致的, 由此, 对不同地区农业生产可能造成的影响也是不同的。因此世界各国对  $\text{CO}_2$  这一全球性环境问题企图达成协调一致的行动纲领可能是困难的。

## 青海省土地资源人口承载量 系统动力学研究

杨 晓 鹏

(东北财经大学经济研究所, 大连 116023)

张 志 良

(兰州大学人口研究所, 兰州 730000)

地理科学 13(1), P. 69, 图 1, 表 8, 参 6, 1993

以资源—资源生态—资源经济科学的理论为基础, 从对青海省土地资源人口承载量系统条件的综合分析入手, 主要在三个层次(各类资源之间的平衡关系、农业结构与资源结构的匹配关系、单产潜力的预测与总生产潜力的仿真)上进行人口与资源关系的高层次、多侧面的综合研究, 从而建立了该地区土地资源人口承载量的动态模型。

\*\*\*

## 大理旅游区的时空结构研究

刘 伟 强

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

地理科学 13(1), P. 78, 图 2, 参 5, 1993

以云南区域背景历史演变过程为主线, 参考了旅游条件尤其交通条件, 将大理旅游区时空结构的演化过程划分为三个阶段, 对其空间结构尤其地域形态和空间联系进行了分析, 进而对其旅游功能、类型、方式、地域结构等的历史变化与机制进行了探讨。