

长白山二道白河源区倒石堆发育特征

宋长春 崔之久

(北京大学地理系)

提 要 1987—1988 年, 笔者先后四次到长白山地区进行野外考察, 对倒石堆这一重要的山地地貌类型的形态, 沉积特征及发育过程进行一定程度的研究。通过进一步的室内分析和整理得出若干结论。

关键词 长白山 倒石堆 沉积特征

长白山是我国东北地区第一高峰, 位于中朝两国边境。高达 2700 米左右的主峰白头山位于北纬 42° , 东经 128° 附近^[1]。长白山为火山喷发而成, 其火山锥体部分矗立于熔岩高原中心。海拔 1200—1700 米为火山锥体的坡麓地带, 坡度一般为 5° — 10° 左右; 1700 米以上逐渐过渡到陡坡地段, 其坡度一般在 15° 以上。火山锥中心残存一个巨大的火口湖, 即驰名中外的天池。天池周围有多个火山成因的外轮山峰, 一般都在 2000 米以上。

1987—1988 年, 笔者先后四次到长白山北坡从事野外工作, 发现该区冰缘地貌发育最为强盛, 而且以倒石堆发育最为典型。本文就长白山倒石堆发育特征做一简单介绍。

(一) 倒石堆分布特征

从平面分布上看, 自通天河(天池—瀑布河段)经过长白瀑布到冰场附近全长 3 公里左右。在这段狭长的箱形谷地两侧基岩陡立, 依其而卧着规模不等的倒石堆群。瀑布附近, 包括瀑布以南的通天河海拔 2050 米以上的地段, 以及瀑布以北到温泉附近, 海拔 1900—2050 米的地段, 倒石堆规模相对较大, 最大高度可达 100 米左右, 倒石堆顶部几乎接近山脊(图 1), 在温泉以北到冰场一段, 谷坡由狭窄陡立逐渐变得宽缓一些, 两侧山脊高度下降到 1950 米左右, 谷底高度在 1700 米左右。在这种地形条件下, 倒石堆的高度小于温泉以南的地段。最大者高达 40—50 米。从整个各地来看, 倒石堆分布存在自南向北规模变

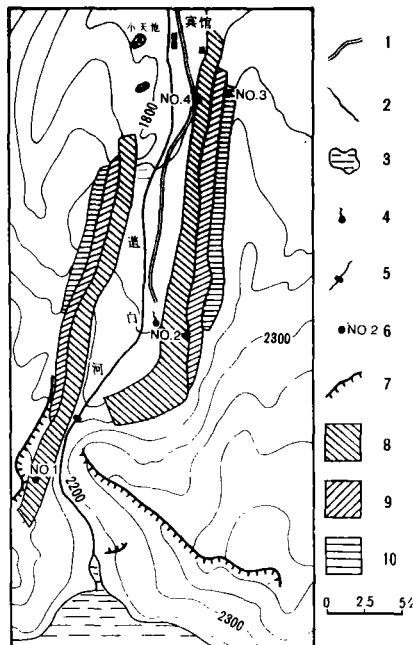


图 1 长白山二道白河源区倒石堆分布
Fig. 1 The distribution of talus at the head of the Erdaobai River in Changbai Mountainous Region

小的趋势。

垂向分布上,长白山发育的倒石堆具有成层性(图2),自南向北倒石堆从一层过渡到三层。在瀑布以南通天河两侧,只发育一层倒石堆,基底海拔2050米左右。从瀑布到温泉,分布两层倒石堆,基底海拔1900米左右。下层倒石堆规模较大,高度接近百米,上层规模较小,高度为几米到十几米。温泉以北到冰场倒石堆分为三层,下层的高度40—50米,中层高度20—30米左右,上层的高度只有几米。

总观全区,由天池经瀑布,温泉到冰场,倒石堆由一层增加到三层,规模由大变,同一层倒石堆的高度逐渐下降。

(二)倒石堆的发育类型及沉积特征

通过对岳桦宾馆后倒石堆的观察,根据倒石堆的稳定性,后壁坡度,植被生长状况以及沉积特征等,将倒石堆分为三种类型,即发育型,成熟和稳定型(图3,表1)。

倒石堆发育的初期阶段(发育型),其后壁陡立。砾石在重力作用下直接崩解脱落。在脱落过程中经过一定的重力分选作用,造成倒石堆下部砾径明显大于上部。

所有的砾石为棱角状或次棱角状,整个剖面无层理。后壁无汇水区,限制了倒石堆的水分,其化学风化相对较弱,缺少细粒物质。此外倒石堆砾石A轴和AB面的组构与沉积坡面的坡度和坡向不是十分吻合。

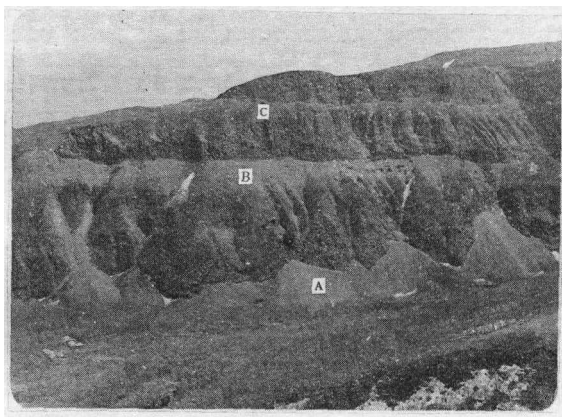


图2 温泉以北三层倒石堆

Fig. 2 Three beds of talus in the north of the spring

A. 第一层倒石堆; B. 第二层倒石堆; C. 第三层倒石堆

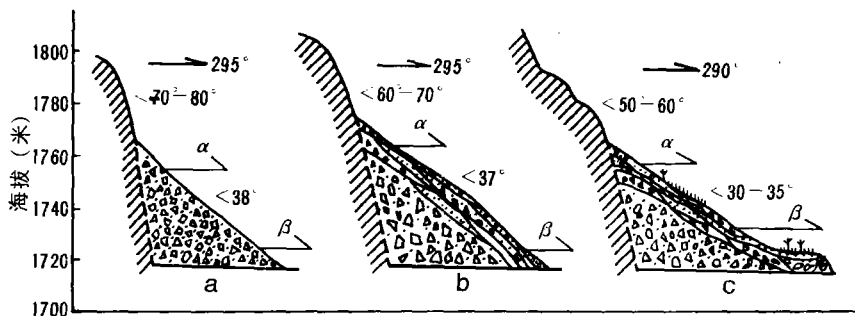


图3 不同类型倒石堆纵剖面图

Fig. 3 Longitudinal section of different types of talus

a. 发育型; b. 成熟型; c. 稳定型。

α. 上部砾石组构测点; β. 下部砾石组构测点

成熟型倒石堆后壁稍缓,这是后壁不断崩解后退的结果。汇水区的出现使倒石堆水分状况有所改善,化学风化相对加强,加上水搬运作用的参与,造成倒石堆细粒成分增加。在

纵剖面的上部出现流水而成的粗略层理(见图 2)。由于水动力的参与造成在倒石堆上下部,砾石的平均砾径比较接近。砾石搬运距离较近,无明显磨圆。砾石以滚动和滑动方式运动,在滑动过程中,促使 AB 面倾角更利于接近沉积坡面。砾石 A 轴和 AB 面的组构与沉积坡的坡向和坡角吻合状况大大好于发育型倒石堆。

表 1 不同类型倒石堆地貌及沉积特征

Table 1 The geomorphologic and sedimentary characteristics of different types of talus

地貌类型		平均砾径 (厘米) ¹⁾	砾石 A 轴组 构及与坡向 吻合情况 ²⁾	砾石 AB 面 组构及与坡 向吻合情况 ²⁾	相对高 度 (米)	坡 向 度	后 壁 高 度 及 特 征	含细粒 成 份	动 力 类 型 及 地 合 组	植被 状况
发育型	上部	11.79	NW275° ＜25.2°,++	NW203°, NW301° ＜33.6°,+++	40	NW295° ＜38°	40—50 米 ＜70°后壁 直立	无砂及粘 土,偶见小 碎石	以重力作 用为主形 成的锥体	无
	下部	22.69	NW344° ＜24.0°,+	NW335° ＜35.6,+						
成熟型	上部	6.79	SW256°, NW279° ＜23.4°,+	NW293° ＜32.2°+++	50	NW295° ＜37°	40—50 米 ＜60°后壁 上不大的 凹形汇水 区	粗 砂	重力和流 水共同作 用形成的 锥体	低等物 ,苔藓地 等
	下部	8.55	NW282°, NW316°,SW255° ＜22.1°,++	NW291°, NW306° ＜33.7,++						
稳定型	上部	17.22	SW266° ＜24.2°,+	NW297° ＜31.5°,+++	60	NW290° ＜30°	40—50 米 后壁为缓 阶梯状	粗砂和 少量粘 土	重力和流 水作用形 成的锥体 ,前部有 蠕动的舌 状体	高等 植物
	下部	7.70	NW345° ＜22.6°,+	NW283° ＜32.1°,++						

1)平均砾径是选取 50 块砾石,测量 A、B、C 轴加权平均得到的结果。

2)NW275°代表倾向,<25.2°代表角度,+++代表组构倾向与坡向吻合好,++较好,++较差,+差。

稳定型倒石堆后壁变得更加平缓,汇水区进一步扩大,倒石堆的水分更加充沛。风化产生的细粒物质和流水搬来的细粒物质相应增加,在倒石堆前缘出现小的蠕动舌状体,纵剖面可见粗略层理。整个坡面基本上停止发育,偶尔从后壁上有砾石崩落,造成倒石堆上部砾径大于下部。砾石 A 轴及 AB 面的组构主要受制于后期蠕动的影晌,因而与沉积坡面的吻合情况不如成熟型倒石堆。

(三)倒石堆运动速率

为了进一步从定量的角度研究倒石堆的运动情况,1987 年夏季,在该区布设了四个倒石堆观测点(见图 1),经过两年的重复观测获得了第一手资料(表 2、3)。

No. 3 倒石堆观测点设在第三层倒石堆上。在倒石堆后壁选取一个固定基岩点,沿纵

表 2 No. 3 倒石堆观测点砾石运动情况

Table 2 The motion of gravel at No. 3 observational point of talus

砾石序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均位移
1987 年 7 月 1 日—8 月 23 日		1	2	0	1	2	4	7	1	-1	0	1.7
1987 年 8 月 23 日—1988 年 6 月 16 日		0	0	17	2	2	5	3	4	1	4	3.8
1988 年 6 月 16 日—9 月 4 日		2	0	0	0	1	1	0	3	9	1	1.7
累 计		3	2	17	3	5	10	10	8	9	5	7.2

向对 10 块砾石编号,重复测量其变化。每年两次的观测时间选择在 6 月中(或 7 月初)和 8 月底(或 9 月初)。这两个时间正是长白山上一年积雪刚刚融化和当年降雪即将开始的时间。观测结果基本上反映了整个夏季倒石堆在重力和水动力共同作用下的运动情况。从 8 月(或 9 月初)到次年 6 月(或 7 月初)笼统地称为冬季,测量结果基本上反映了倒石堆在重力作用和蠕动(为主的时间段)作用下的变化情况。

从实际观测中发现,1987 年 7 月 1 日—8 月 23 日,10 块砾石平均运动了 1.7 厘米;1988 年 6 月 16 日—9 月 4 日,10 块砾石平均运动 1.7 厘米,两者的平均值为 1.7 厘米。这个数据粗略地反映了整个倒石堆夏季的运动情况。1987 年 8 月 23 日—1988 年 6 月 16 日,10 块砾石平均移动 3.8 厘米,粗略地反映了冬季的变化情况。通过一个周期的观测发现该倒石堆的运动量冬季明显大于夏季。造成这个结果的原因有二,首先整个倒石堆厚度约数米,虽然缺少细粒物质,但是在强烈的冻胀作用下可以造成较强的蠕动。长白山天池气象站(海拔 2600 米)的资料表明,1987 年 4—6 月,8—9 月,日气温有正负变化的天数为 39,而 7—8 月无正负变化。1988 年 4—6 月,9—10 月有正负变化的天数为 33,7—8 月无正负的变化。在这种气温条件下有利倒石堆的蠕动。其次是水分的影响,尽管长白山降水丰沛,1987 年降水量为 1621.6 毫米,1988 年降水量为 1321.4 毫米。但是由于固体降水的比例较高,在其融化的缓慢过程中对直径几厘米到几十厘米的砾石影响不大。夏季虽然降雨较多,但是由于第三级倒石堆的位置接近山脊,后部无汇水区域,雨水多以点滴状态打击在砾石表面上,对砾石运动影响不大。因而,该倒石堆夏季运动速率小于冬季。

表 3 No. 2 倒石堆观测点砾石运动情况

Table 3 The motion of gravel at No. 2 observational point of talus

砾 石 序 号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1987 年 6 月 27 日—8 月 23 日	运 动	800	215	60	17	122	14	47	124	3.7	5	34
1987 年 8 月 23 日—1988 年 6 月 14 日	距 离	350	×	×	×	×	500	71	41	375	178	17
1988 年 6 月 14 日—9 月 5 日	(厘米)	83	23	2.7	2.5	×	12	26	×	×	171	49
砾 石 序 号		12	13	14	15	16	17	18	19	平均位移		
1987 年 6 月 27 日—1987 年 8 月 23 日	运 动	5	3	16	13	38	11	19	130	107.8		
1987 年 8 月 23 日—1988 年 6 月 14 日	距 离	35	×	×	4.4	0	16	41	16	129.5		
1988 年 6 月 14 日—1988 年 9 月 5 日	(厘米)	390	12	×	9	38	×	×	×	72.1		

注:×表示缺失的观测数据。

No. 2 倒石堆观测点的位置相当于第二层的高度,该处只有两层倒石堆,缺少第三层。1987 年 6 月 27 日在此布点,尔后又进行三次观测,实际观测发现 1987 年 6 月 27 日—8 月 23 日,19 块砾石平均运动 107.8 厘米。1988 年 6 月 14 日—9 月 5 日,12 块砾石平均运动 72.1 厘米,两个夏季平均运动了 89.9 厘米。1987 年 8 月 23 日—1988 年 6 月 14 日砾石平均运动了 129.5 厘米,基本上反映了冬季的变化情况。相比之下,夏季位移量明显地小于冬季。在夏季倒石堆运动除了靠重力外主要受降水的影响。例如,1987 年 7 月降水量为 457.5 毫米,8 月降水为 441.2 毫米。1988 年 7 月降水 314.0 毫米,8 月降水 255.7 毫米。一场大雨过后有的砾石可以移动几厘米或几十厘米。但由于夏季历时较短,大大地限

制了倒石堆的运动。冬季历时较长, 累计降水较多, 1987, 1988 年从 1—6 月和 9—12 月计, 降水分别为 722.9、751.7 毫米, 春天的融雪水受该处地貌的影响形成了强烈的水流, 促使倒石堆向前运动。此外, 冬季冻融作用频繁, 有利于厚层倒石堆的蠕动。由于多方面因素的综合影响造成倒石堆冬夏运动速度的差异。

No. 3 与 No. 2 倒石堆观测点的年平均位移量分别为 2.8 和 109.7 厘米。造成两者差异的原因主要是地貌条件和沉积物特征。No. 2 观测点后部有广阔的汇水区域, 当夏季雨水降落时, 迅速汇成股流沿山坡倾泻, 对倒石堆形成较大的冲力, 造成物质的突发性运动。其次, No. 2 观测点的沉积物厚度达几十米以上, 在漫长的冬季强烈冻融作用下, 蠕动力相当可观。所有这些条件 No. 3 倒石堆观测点是无法比拟的。

(四) 影响倒石堆发育和运动的因素

一般说来影响倒石堆发育的因素主要有地质、地貌和气候三方面。由于这三方面的区域差异和组合特点, 给倒石堆的发育打上了区域烙印。本文力图从这三方面入手阐明长白山地区倒石堆的发育和运动特征。

1. 地质因素 该区岩石主要是中更新统白头山组, 深灰色粗面岩, 厚度大于 644 米, 未见底^[1]。出露高度在 1800 米以上, 出露部分可以分为三次火山喷发物。在每次喷发物中间形成软弱面。软弱面受风化、侵蚀后使其上部岩石处于临空状态, 导致岩壁不断地崩塌后退, 在其前方形成长条形台阶, 为倒石堆发育创造了空间条件。在两个软弱面上形成了第二层和第三层倒石堆。此外, 白头山组深灰色粗面岩节理发育, 多方向的节理中充填了一定的水分, 经过冻胀作用使岩石松动, 一部分松动的岩石在重力作用下脱落; 另一部分松动的岩石在夏季受流水作用而脱落。长白山倒石堆发育、规模都与母岩节理发育和对物理风化敏感有关。

2. 地貌因素 从长白山二道白河源头地区的倒石堆研究中发现, 地貌因素对倒石堆发育类型及运动状况影响很大。就其三个发育期而言, 由新到老, 其后壁由陡变缓, 物质越趋稳定。其次, 由于后壁形态的差异, 导致对融雪水和雨水的地面再调节。倒石堆后部汇水区域大者, 形成的水流大, 对砾石的冲力也就越大, 使倒石堆砾石的运动速度就越快。

3. 气候因素 主要是通过水分和温度配合地质、地貌条件来影响倒石堆的发育。长白山地区降水丰沛, 温差显著^[2], 导致当地强烈的寒冻风化, 为倒石堆的形成提供了大量的物质来源。温度的正负波动促使倒石堆向前蠕动, 丰富的降水量和较大的降雨强度也为倒石堆的运动创造了条件。

此外, 时间也是倒石堆发育不可忽视的因素。倒石堆的类型与其发育的时间长短密切相关。从发育型、成熟型到稳定型反映了历时不同的倒石堆, 三种类型的倒石堆有着先后的继承关系。

(五) 倒石堆的研究与生产建设的关系

不同类型的倒石堆对生产和建设有着不同的影响。尤其是对建筑设计, 公路选线设计有着重要的参考意义。

不同类型倒石堆内部结构不同, 从而导致稳定性的差异。发育型倒石堆基本上是由粗大的无磨圆的砾石组成。砾石之间以点支撑为主, 孔隙度极大, 渗透性良好, 缺少细粒充填

物质。尽管停止发育,其承载能力也很有限。因而在这类地区进行生产建设要格外注意。不适宜重载建筑物的地基条件。成熟型和稳定型倒石堆组成物中粗细均有,粗碎屑中间充填有大量的细碎屑物质,渗透性相对较差,稳定性较好。适合某些相对重载建筑的地基条件。

其次,对倒石堆运动速率的研究可以为高寒山区公路选线提供重要参考指标。一般说来,倒石堆向前发育的能力是有限的,而且随着后壁的不断崩解后退,其向前延伸的能力越来越小。但是,在高寒山区当倒石堆发育到相当规模,就会演化成石冰川,其初级形式在长白山研究区也有表现。这种块体运动不是以砾石的崩落、滚动为主,而是以蠕动为主。其蠕动速度也是相当惊人^[3]。因而在山区公路选线中应该充分考虑坡角倒石堆的影响以及今后的发展趋势,以便更好地为国民经济建设服务。

参 考 文 献

- [1] 肖荣甯,1982,长白山冰缘地貌组合,中国地理学会冰川冻土学术会议论文集(冰川学),第78—81页。
- [2] 裘善文,1979,长白山冰缘地貌,冰川冻土,3(1),第26—31页。
- [3] 朱诚等,1988,天山乌鲁木齐河源区倒石堆浅论,山地研究,6(4),第203—209页。

THE CHARACTERISTICS OF TALUS AT THE HEAD OF THE ERDAOBAI RIVER FROM THE CHANGBAI MOUNTAIN

Song Changqing Cui Zhijiu

(Department of Geography, Peking University)

Abstract

The highest peak of the Changbai Mountain in Chinese territory is 2691m a. s. l. and located at the border of China—Korea. Its geographical coordinate is about 42°N and 128°E. The talus vertically distribute into three different steps: 1700—1900m, 1900—2050m and more than 2050m a. s. l. This characteristic is related to regional geological constructure and developed period in this area. According to the sedimentary, vegetational, geomorphological characteristics and stability of taluses, three kinds of taluses are divided into developing-type, perfect-type, stable-type. There are different moving velocities among various taluses. The maximum is 109.7cm/a, the minimum is 2.8cm/a, because of their sedimentary thickness and frost-melting periods.

Key words Changbai Mountain, talus, sedimentary characteristic