

庐山地区第四纪古雪蚀作用遗迹的发现*

朱 诚 张兆千 赵宁曦 吴国平 于世永

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

提 要 这一发现证实,第四纪冰期时北半球中纬度和中山地区古雪蚀作用是极重要的造貌和侵蚀营力. 前人所谓的“表皮构造”,从剖面所处的海拔、谷地流向及应力方向看,均不能用冰川挤压作用来解释,不能证明庐山有过冰川作用. 从所处的滨江滨湖地理位置看,基岩弧形弯曲现象与冬季积雪的重力挤压、春季融雪产生的冻融蠕动推挤力有关.

关键词 庐山地区 第四纪 古雪蚀作用 遗迹

1 庐山地区第四纪古雪蚀作用遗迹及其特征

曾有学者用冰川挤压成的“表皮构造”来解释庐山西北麓羊角岭的扰动翻卷现象^[1]. 后有学者据砾向组构量测,曾以泥石流成因说否定了羊角岭经历过冰川作用^[2].

1994年9月和1995年9月,在庐山仰天坪发现了两处由基岩(元古界双桥山群An灰黄色变质片岩)形成的弧形弯曲类似于“表皮构造”、实为古雪蚀作用遗迹的出露地点(图1).

遗迹出露的剖面1[#]位于仰天坪通往庐山电视台简易公路南侧一条支谷谷地的谷口东侧壁处,海拔约1250m,剖面上方山坡坡度5°~8°,长有林木和灌木,谷地坡度3°~5°,谷地流向171°(照片1). 该剖面全长8m,出露厚度北部3.5m、南部约1.0m. 剖面特征是:该处基岩双桥山群灰黄色片岩从地表往下至1.2m范围内,受外力作用后呈弧形弯曲变形明显,而1.2m以下的基岩仍保持原来的产状(照片2). 从该剖面不同位置量测的岩层产状看,其未受外力影响的岩层层面原来产状在照片2①处为倾向315°,倾角65°;受外力影响变形明显的岩层层面在照片2②处为倾向118°,倾角41°,在照片2③处为倾向171°,倾角23°,表现出受外力作用后弯曲变形的岩层倾角有从SE往NW逐渐增大(23°→41°)的趋势.

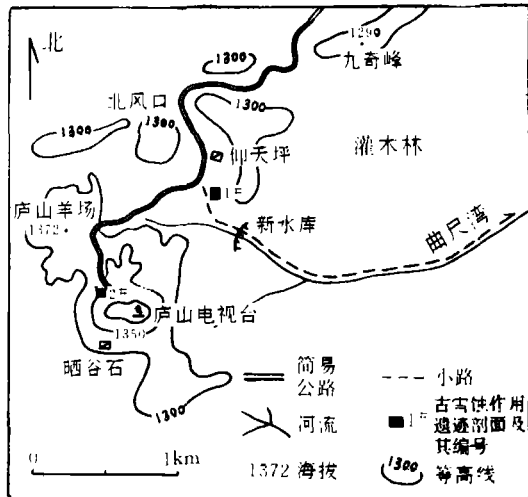


图1 仰天坪第四纪古雪蚀作用遗迹出露地点

Fig. 1 Location of paleo-nivation relic
in Yangtianping, Lushan Area

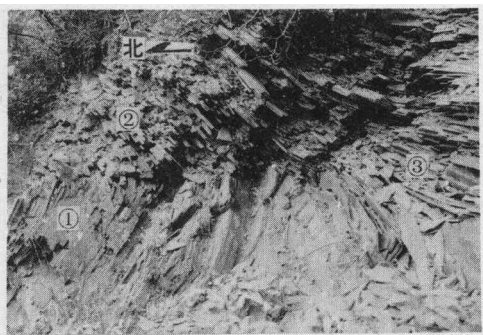
* 国家自然科学基金资助项目(项目号:49771075)与博士后基金资助项目之部分研究成果.

本文收稿日期:1997-03-17.



照片 1 庐山仰天坪古雪蚀作用遗迹剖面 1# 远景(箭头处为古雪蚀作用遗迹剖面 1# 出露地点,摄于 1995-09-16)

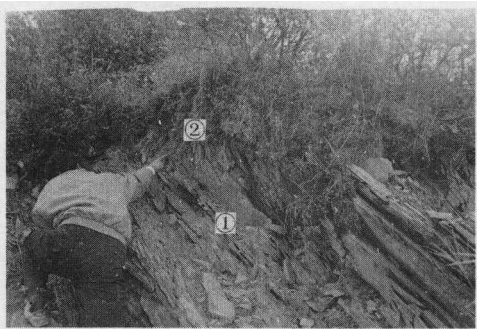
Photo 1 Remote view of paleo-nivation relic (profile 1#) in Yangtianping, Lushan Area



照片 2 仰天坪古云雪蚀作用遗迹剖面 1# 近景:双桥山群灰黄色片岩上部受外力挤压后呈弧形弯曲(摄于 1995-09-16)

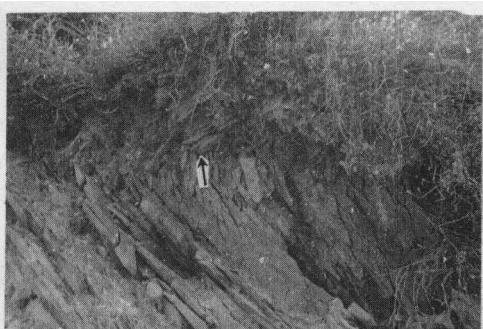
Photo 2 Nearsighted view of paleo-nivation relic (profile 1#) in Yangtianping, Lushan Area

古云雪蚀作用遗迹出露的剖面 2# 位于距小汉阳峰庐山电视台约 400m、海拔约 1 350m 的简易公路路旁西侧(见图 1)。剖面上方的山坡面积窄小,坡度约 4°,长有灌木草丛,剖面岩性亦为双桥山群灰黄色片岩。剖面出露厚度约 3.2m,受外力作用后呈弧形弯曲变形的基岩仅出现在距地表 0.4m 范围内,0.4m 以下的基岩未出现弯曲变形特征。其未受外力影响的岩层层面原来产状在照片 3①处倾向 335°,倾角 62°;受外力影响后呈弧形弯曲变形的岩层层面在照片 3②处为倾向 160°,倾角 35°。照片 4 是剖面 2# 的近景。



照片 3 仰天坪古雪蚀作用遗迹剖面 2# 全景;受外力作用发生弧形弯曲变形的基岩(摄于 1995-09-16)

Photo 3 Full view of paleo-nivation relic (profile 2#) in Yangtianping, Lushan



照片 4 仰天坪古雪蚀作用遗迹剖面 2# 近景,箭头处为受外力作用发生明显弧形弯曲变形的基岩(摄于 1995-09-16)

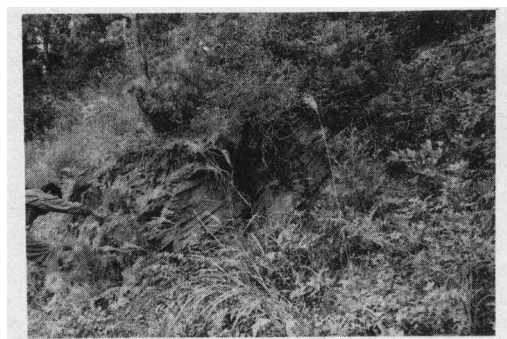
Photo 4 Nearsighted view of paleo-nivation relic (profile 2#) in Yangtianping, Lushan

围绕这两处古雪蚀作用遗迹的成因,经两个夏季的野外调查后,发现如下情况。

1. 剖面 1# 处于谷地最上端,造成该剖面表层基岩弯曲变形的挤压外力来自 118°~171°方向,而谷地(宽度 20~50m、坡度 3°~5°)流向却 171°,两者正好相反。

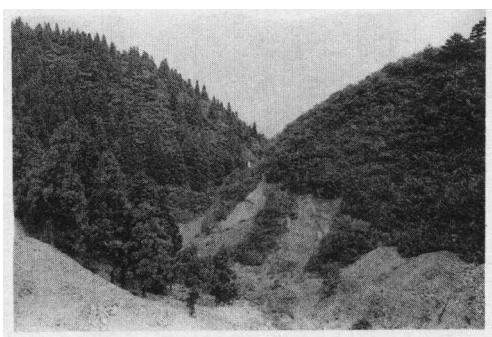
2. 在剖面 1# 下游方谷地同侧出露的基岩(亦为双桥山群片岩),其上方山坡坡度变陡(达 40°左右),尽管此处基岩节理和裂隙很发育,但均未受外力挤压变形(照片 5)。

3. 在剖面 1[#]下游方约 1 km 处,该谷地坡度增大为 15°左右,谷中水流由此流往山下的曲尺湾(见图 1 和照片 6)。



照片 5 在剖面 1[#]下游方谷地同侧出露的基岩,该处岩层产状:倾向 305°,倾角 39°,岩层上方山坡坡度达 40°(摄于 1995-09-16)

Photo 5 Bed-rock outcrop in the same side of lower reaches valley of Yangtianping, Lushan



照片 6 在剖面 1[#]下游方约 1km 处(摄于 1995-09-16)

Photo 6 Full view of lower reaches valley which is 1km from paleo-nivation relic and the slope degree increased 15°

4. 对剖面 2[#]而言,虽造成基岩表皮弯曲现象的挤压外力来自 160°方向与该处谷地流向 155°(即坡降方向)接近,但该处谷地深度仅在 3~6m,宽度仅 15~20m。

本区两处古雪蚀作用遗迹是很难用第四纪冰川作用来解释的,原因如下。

1. 对剖面 1[#]而言,它位于该条谷地的最高处,其弯曲的基岩表皮所受的挤压外力来自 118°~171°方向。这一方面正好与谷地的流向相反;另一方面沿此挤压外力来源方向不存在任何有利于积雪屯冰的半封闭斗状和洼地地形,在此情况下,无法形成古冰川,若有古冰川也不可能从低处流往高处。

2. 对剖面 1[#]而言,若经历过第四纪冰川作用,那么当类似于“表皮构造”的弧形弯曲变形不会仅出现在同一剖面距地表较近的上部基岩中,也不会在该剖面下游方同一侧谷壁出露同样岩性的剖面上不留任何冰川挤压变形的痕迹。众所周知,冰川作用对同一条谷地具备相同谷壁位置和岩性特征的剖面其影响应是一视同仁的。

3. 对剖面 2[#]而言,其表层基岩的弧形弯曲变形亦是仅出现在距地表很近的 0.4m 范围内。况且该处谷地上游方仅为面积极小的庐山电视台小平台,不具备积雪成冰的洼地地形;谷地的深度和宽度又过于浅窄,这些均不利于冰川的发育。

4. 应该指出,用古冰川挤压理论解释仰天坪上述类似于“表皮构造”(实为古雪蚀作用遗迹)成因时,最难以回答的是古雪线的问题。例如:仰天坪附近平均海拔约 1 260m,以牯岭海拔 1 164m(年均温 11.4℃)为计,仰天坪附近现今年均温 10.8℃。若以海洋性冰川(阿尔卑斯山冰川)雪线处年均温 -2℃^[3]计,那么仰天坪附近在第四纪如发育海洋性冰川,其年均温需下降 12.8℃。从气温垂直递减率看,在现代气候下需抬高 2 130m,即海拔 3 390m 处才是雪线位置。这种冰期比现今年均温下降 12.8℃的情况,在季风环流(即青藏高原已隆升到 3 000m 高度)下是难以理解的。在青藏高原未抬升到 3 000m、以西风气流为主的情况下,也是难以理解的。因为这与冰期中世界气温平均较现今下降 6~8℃的

结论,以及当时欧洲冰流由 77°N 南移到 55°N、北美移动到 38°N 的研究结果^[4]是矛盾的。也就是说,仰天坪附近在第四纪冰期时海拔仅在雪线以下,冰川学说难以解释似“表皮构造”(实为古雪蚀遗迹)的形成。

2 古雪蚀作用遗迹的成因探讨及结论

仰天坪表层片岩被挤压呈弧形弯曲变形的现象,应是剖面上方坡积物(尤其是冬春季大量积雪)的重力挤压和春季积雪的冻融蠕动推挤力造成的。理由如下。

1. 庐山地区在第四纪冰期时海拔尽管在雪线以下,不具备冰川发育的条件,但其濒临大江大湖的独特地理位置(水汽来源丰富),当时(尤其在冬季)降雪量较大是毋庸置疑的。例如:据九江市气象局和庐山牯岭气象站 1955~1990 年共 35 年气象观测资料统计看,牯岭年降水量 1 934mm,其中冬半年 10~3 月降水量 556mm,仅 12~2 月降水量达 214mm,其绝大部分为固体降水。从冰期环境来看,这将为坡面积雪挤压力的形成提供外动力来源。

2. 本区双桥山群片岩本身就是一种软弱和易风化的岩石,岩层受挤压后极易发生弯曲变形,这就为外力挤压变形奠定了岩性基础。

3. 出现古雪蚀作用遗迹的剖面上方均有合适的坡面积雪和坡积物堆积蠕动条件。从分析看,基岩表皮上方山坡的面积越大、坡度在 5°~8°时最有利于坡面积雪和坡积物堆积,基岩所受的上覆压力也较大(如剖面 1[#])。这些积雪和坡积物在冬春季节和第四纪冰期冰缘气候环境下,会发生显著的顺坡冻融蠕动作用,由此使得基岩表皮的弯曲变形程度愈加明显,变形的厚度范围也较大。但当出露基岩的上方山坡面积较小、坡度过缓(如剖面 2[#]为 4°)时,不利于坡面大量积雪和坡积物的堆积,基岩所受的上覆压力较小,积雪和坡积物冻融蠕动对基岩表皮的挤压力也较小,基岩表皮的弯曲变形就不够明显,变形的厚度也较小(如剖面 2[#]仅在 0.4m 范围内)。

4. 两个剖面上部基岩受挤压弯曲变形、下部基岩仍保持原产状,正是剖面上方坡积物重力和冻融蠕动推挤力作用的结果。因为这种挤压力的强度毕竟是有限的,只能影响到一定范围内的表层基岩。剖面 1[#]下游方谷地同侧出露的基岩未出现挤压变形,是由于此处基岩上方山坡坡度过陡(已超过最大休止角),坡积物和积雪不易堆积保存、不易产生坡面挤压力之故。

仰天坪第四纪古雪蚀作用遗迹现象发现的意义在于:它证实了国内外地貌学者^[5~7]20 世纪 80 年代以来研究的结果,即第四纪冰期时北半球高纬度和山区地表侵蚀和地貌的主要外营力是冰川,而在北半球中纬度中山地区古雪蚀作用是极重要的地貌和侵蚀营力。这就是说,庐山地区虽然不具备发育第四纪冰川的条件,但因其濒临大江大湖的独特地理位置,在第四纪冰期有较大量的积雪是毋庸置疑的。这种积雪虽未演化为冰川,但在特定的岩性和坡度等条件下,对地表(包括软弱的基岩表层)的改造侵蚀作用仍是很强的。古雪蚀作用在讨论庐山第四纪沉积环境中是不可忽视的地貌外营力之一。

参 考 文 献

- [1] 景才端,刘昌茂,罗志刚等. 庐山西北麓第四纪冰川作用表皮构造的新发现. 科学通报,1980,25(9):410~411.
- [2] 施雅风,邓养鑫. 庐山山麓第四纪泥石流堆积的确证. 科学通报,1982,27(20):1253~1258.
- [3] Haerberli W. Creep of mountain permafrost; Internal structure and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen*, 1985, (77): 24~105.
- [4] 杨怀仁主编. 第四纪地质. 北京:高等教育出版社,1987. 84~107.
- [5] 李容全,朱国荣. 晚第四纪庐山地貌发育模式及其意义. 见:中国地理学会冰川冻土分会,中国科学院兰州冰川冻土研究所编. 中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集. 北京:科学出版社,1985. 25~30.
- [6] Thorn C. Nivation; A Geomorphic Chimera, *Advances in Periglacial Geomorphology*. Great Britain: John Wiley & Sons Ltd., 1988. 8~15.
- [7] 朱诚. 现代冰缘地貌研究. 南京:江苏科学技术出版社,1994. 59~65.

A NEW DISCOVERY OF QUATERNARY PALEO-NIVATION RELIC IN LUSHAN AREA

Zhu Cheng Zhang Zhaogan Zhao Ningxi Wu Guoping Yu Shiyong
(*Department of City and Resources Sciences, Nanjing University Nanjing 210093*)

Abstract

In recent field survey, the arc-shaped meandering phenomena of bed-rock squeezed by forces were found in 2 places of Yangtianping, Lushan Area. The phenomena have ever been named as "Epidermis Structure" by some scholars. Based up on the altitude and running direction of valley as well as the stress direction, it can not be interpreted with glacial processes, hence, it can not be regarded as a proof of glacial action in Lushan Area. On the contrary, according to the location bordered on Changjiang River and Poyang Lake, it was caused by gravity press of snow accumulated in winter and wriggle press derived from the freeze and melt processes of snow in spring. As a result, it demonstrates that paleo-nivation process is the important construction forces of land-form genesis in middle latitude area of northern hemisphere in Quaternary Glacial Period.

Key words Lushan Area, Quaternary, paleo-nivation relic