

地质与矿产

中国东部末次冰期雪线高程重建与成冰气候分析

王照波^{1,2},王江月³

(1.临沂大学资源环境学院,山东 临沂 276006;2.沂蒙山国家地质公园管理局,山东 临沂 273304;3.曲阜师范大学地理与旅游学院,山东 日照 276800)

摘要:在蒙山第四纪冰川遗迹与光释光测年研究的基础上,结合以往我国东部猛犸象化石出土位置、孢粉数据库、以及雪线高程的研究成果,首次对我国东部末次冰期时的雪线高程进行了恢复重建,并绘制了我国东部及东亚地区雪线高程图,在此基础上对我国东部蒙山冰期时的气候特征进行了探讨,认为我国东部冰期时的北路寒潮形成的“东亚冷槽”,是我国东部第四纪山谷冰川的表现形式及形成原因。

关键词:冰川遗迹;东亚冷槽;第四纪气候;雪线高程;蒙山

中图分类号:P532 **文献标识码:**A

引文格式:王照波,王江月.中国东部末次冰期雪线高程重建与成冰气候分析[J].山东国土资源,2017,33(11):1-5. WANG Zhaobo, WANG Jiangyue.Reconstruction of Snow Line Elevation and Preliminary Analysis on Climatic Characteristics in Last Glacial Period in Eastern China[J].Shandong Land and Resources, 2017,33(11):1-5.

0 引言

笔者在蒙山发现了第四纪组合性冰川遗迹^[1],经过多种方法测年确定蒙山地区最新的冰期发生在全新世早期^[2],相关研究引起学界广泛关注。但我国东部中低山区冰川的有无之争,自1922年李四光提出太行山东麓存在冰川遗迹^[3],1933年提出庐山冰川遗迹^[4],其冰川学说就遭到了地学界部分学者的质疑^[5],其中施雅风^[6-8]曾多次撰文进行质疑。尤以施雅风撰写的《论李四光教授的庐山第四纪冰川是对泥石流的误读》^[5]影响巨大,这一争论已经近一个世纪。王照波等^[1]在山东蒙山发现了清晰的冰川移动形成的刻蚀遗迹与冰川融化形成的冰碛遗迹,这些组合性冰川遗迹的发现在国内学界引起广泛关注。王照波等^[2]又对蒙山形成时间较近的冰碛垄进行了光释光年代学研究,获得了年代学方面的证据,并以此为基础与以往冰期研究进行了对比与划分,建立了拦马冰期(全新世早期)与蒙山冰期(末次冰盛期),这些研究工作均为我国东部中低山区第四纪冰川的存在与研究,提供新的证据与理论支持。

若想深入分析我国东部第四纪气候特征及原因,需要恢复重建东部地区的雪线高程。对蒙山深入的调查与冰期年代学研究的基础上,结合以往该地区的研究成果,该文恢复重建了我国东部及东亚地区末次冰期时的雪线高程图,并对其气候原因进行了初步的分析。

1 蒙山及周边地区末次冰期时的雪线高程特征

因末次冰期以来的冰碛遗迹保存较好,易于观测与分辨,故很多的研究者对我国东部以及东亚地区末次冰期时的雪线高程进行了研究,形成了较为丰富、可靠的数据资料。由于受到“我国东部2500m以下中低山区没有冰川”^[5]论断的影响,很多的研究者没有对我国东部中低山区的冰川遗迹及雪线进行研究,进而掩盖了我国东部核心区域的气候本质特征。

1.1 我国东部中低山区的雪线高程特征

蒙山地区的雪线高程:根据王照波等^[1-2]对于蒙山末次冰期以来雪线特征的研究,利用最高冰碛法,初步获得了蒙山在末次冰期(主要为蒙山冰期)

收稿日期:2017-08-24;修订日期:2017-09-05;编辑:陶卫卫

作者简介:王照波(1971—),男,山东平邑人,高级工程师,从事地质、冰川研究及教学工作;E-mail:13805498543@163.com

及后来的全新世拦马冰期时的雪线高程大约在 700 m 左右的数据成果, 因此为恢复重建东亚地区末次冰期时的雪线高程开创了新的研究方向。

庐山地区的雪线高程: 除了李四光^[9] 提出庐山不发育末次冰期(大理冰期, 也即东部的蒙山冰期) 遗迹外, 王敏^[9] 最新研究也显示, 庐山不发育末次冰期典型冰川遗迹, 山上有寒冻风化的堆积、坡积。这均表明在末次冰期时, 庐山的雪线接近其海拔高度, 由于庐山的海拔为 1 471 m, 根据王敏^[9] 的研究, 山顶有少量的终年积雪, 但积雪量未能达到形成冰川的条件。因此推测在 LGM 时, 庐山地区的雪线应在 1 400 m 左右。

崂山地区的雪线高程: 根据徐兴永^[10] 对崂山冰期遗迹的研究, 提出崂山末次冰期的雪线高程为 850 m。这可能由于崂山纬度靠北且更加靠近海洋有关, 受到海洋性气候的影响较大而稍高于蒙山。

大别山地区的雪线高程: 肖平^[11] 对于大别山末次冰川遗迹进行了较为深入的研究, 其根据冰斗与冰碛物质出露高度, 推断末次冰期时大别山的雪线高程大约在 1 050 m 左右。鉴于大别山位于庐山以北长江北岸, 较庐山偏北 200 km, 其雪线高程低于庐山雪线高程。

1.2 东亚高山地区的雪线高程特征

根据张威^[12] 研究资料, 亚洲东部高山地区末次冰期的雪线高程分别为: 长白山 3 600 m、台湾雪山 3 500 m、长白山 2 230 m、日本中部赤石山 2 800 m。

1.3 东亚地区雪线高程图的重建

根据以上数据, 恢复重建我国东部及东亚地区末次冰期时的雪线高程图, 大体得到雪线高程等值线(图 1)。

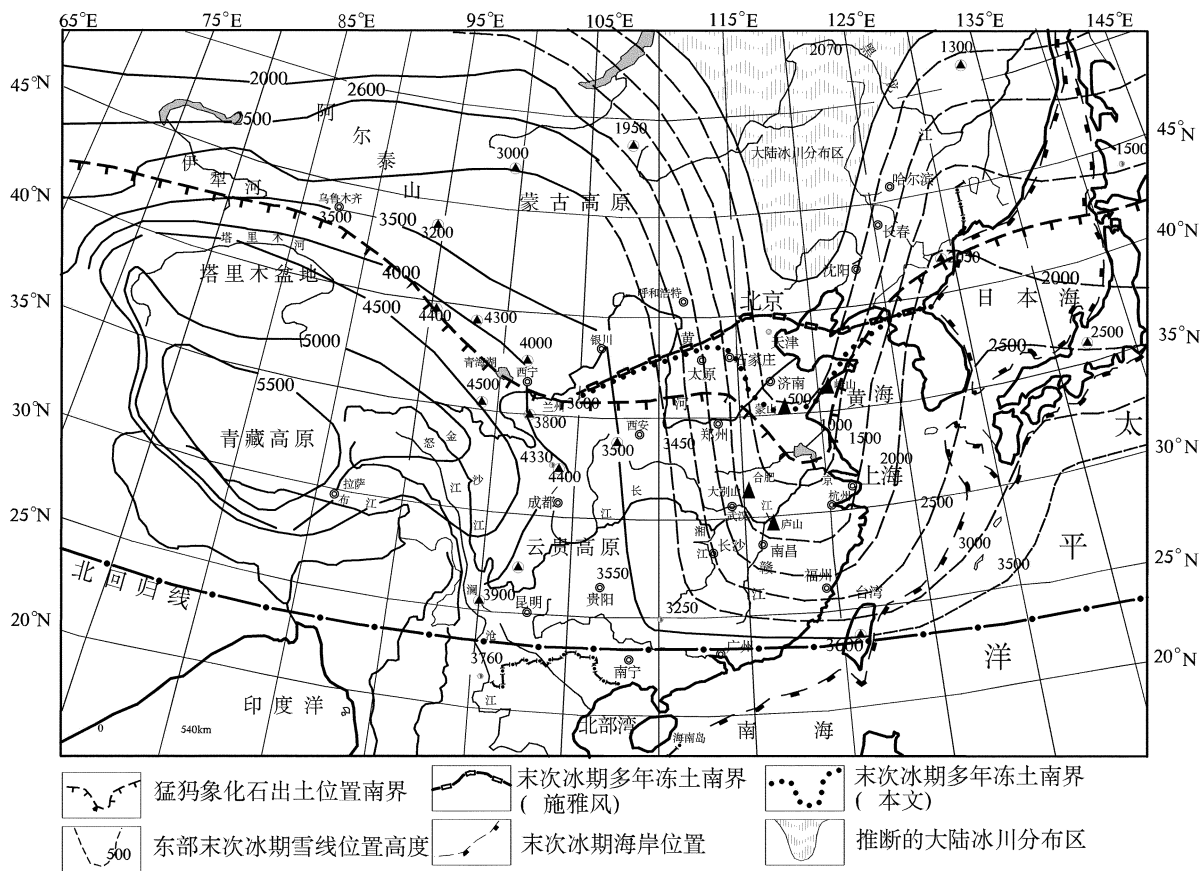


图 1 我国东部及东亚地区末次冰期雪线高程图

根据获得的雪线等高线图, 可以明显的看到在我国东部, 沿着蒙山、大别山、庐山一线, 形成了一个向南方突出的槽状冰川发育区, 笔者将其命名为

“东亚冷槽”^[2]。当然, 该图中雪线高程的建立仅仅是初步的, 根据更加深入与广泛的研究, 中国东部末次冰期雪线高程的建立会趋于完善。该等值线的恢

复,对于理解我国东部冰川分布及形成的原因,圈定我国东部中低山区大致的冰川遗迹分布区等具有重要的意义。

根据雪线等高线,分析在我国沈阳以北的大兴安岭分布区,可能有大陆性冰川(冰盖)的存在。

2 我国东部冰期气候控制因素分析

近年众多的研究成果显示,东亚季风气候系统是我国东部气候具有主导性的控制因素,来自北极地区的寒潮提供了冷源,来自东南太平洋的海洋气流则提供了水汽,两者的共同作用,形成了我国东部中低山区的山地冰川。

郑益群等^[13]根据对我国东部末次冰期时湖面高度的深入研究,发现东西部湖面之间存在的巨大差异,揭示出我国东、西部湖泊演变受到不同的气候

动力学机制的驱动。赵平等^[14]通过对末次盛冰期东亚气候进行数值模拟,结果显示东亚季风气候包括 2 个相对独立、性质各异的子系统——南亚季风系统和东亚季风系统,由此也使得中国东、西部的气候变化具有明显差异的特点。而蒙山地区山地冰川遗迹的发现及测年研究成果,则从根本上证实了上述相关学科研究的真实性与可靠性。

根据雪线的展布特征圈定的东亚雪线高程图,表现出的“东亚冷槽”特征^[2],揭示出其内在的寒潮路径与赵松龄^[15]提出的北路冰期寒潮(图 2)路径具有高度的吻合性。在冰期,来自北极的寒潮路径会从间冰期的西北方向,向东移到斯堪的纳维亚冰原东侧的勒拿河谷,沿着东经 120°线南下,冰期时间段的北路寒潮长期控制我国东部地区,从而导致该区域山谷冰川的形成^[15]。

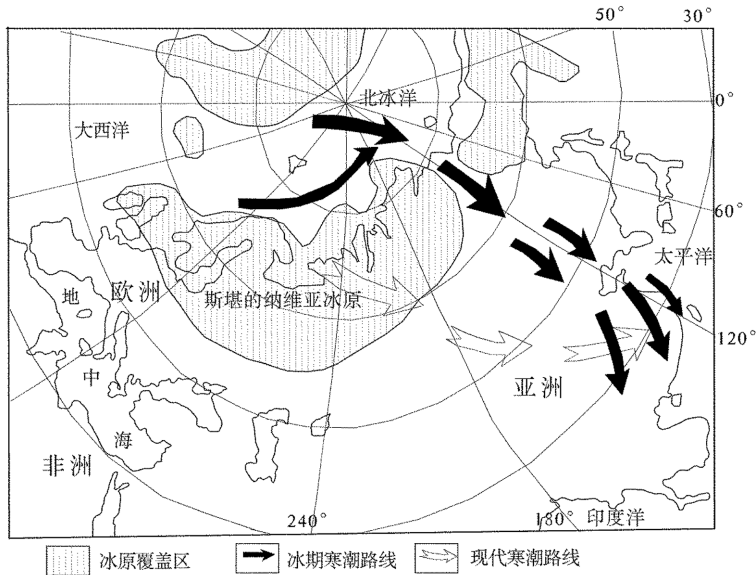


图 2 冰期/间冰期寒潮路径转换示意图

据上述研究成果分析,我国东部除了寒冷干燥的气候特征外,其与西部高原区存在着不同的气候特征,属于 2 个性质不同的气候系统,因此采用西部高原气候系统的雪线来推算东部气候系统的雪线,显然会在环境不匹配的前提条件下,导致错误的推论。

3 讨论

关于末次冰期我国东部多年冻土区南界问题以

及我国东部第四纪冰期时的永久冻土边界问题,学界一直存在争议。由于受到东部中低山区无冰川论的影响,其边界位置一直无法准确的确定。施雅风^[4]确定在张家口—北京一线,表现为向北凸出的弧线(图 1),这显然与我国东部雪线特征相违背,由于雪线与永久冻土南界的特征受到同一气候特征的影响,因此雪线特征会实质性反映出永久冻土边界特征。据此分析,我国末次冰期时,永久冻土南界应该是向南凸起的弧形特征。

关于我国蒙山冰期(即大理冰期)的永久冻土

南界的位置,国内多有学者进行了研究与论述。安芷生等^[16]对喜冷植物种属进行研究,根据其出现在低纬地区的现象分析判断,我国东部年平均温度降低在7~10℃。我国东北多年冻土界,在末次冰期时,界限从现代的45°N向南推移到华北36°~35°N。另外据于革等^[17]对于我国东部末次冰期孢粉、古湖面的研究认为,末次冰期时,我国35°~45°N的常年气温在0℃以下。浦庆余^[18]则进行了较为详细的讨论,浦庆余根据我国东部冻融褶皱与冰楔辟,结合猛犸象与披毛犀的出土地点,认为该线应该在北纬34°20'~34°40'之间,东起黄海大陆架上的鸟岛—连云港—徐州—郑州—秦岭南侧600 m等高线—略阳—迭部向西与青藏高原多年冻土线相连接。笔者认为浦庆余所划定的多年冻土南界更具有合理性,但是同样没有考虑我国东部东亚冷槽的影响。

笔者根据蒙山末次冰期的冰川遗迹存在为依据,结合前人的划分边界,同时参考了最新发现的猛犸象的出土南界,考虑到东亚冷槽的影响,划定我国东部蒙山冰期时多年冻土区南界如图1所示。该界限东起朝鲜平壤—向西南方向经黄海中心—连云港—徐州—开封—长治—兰州一线。

根据蒙山末次冰期700 m雪线高程线(图1),然后向北进行雪线的推导,发现我国东部沈阳及以北大兴安岭周边地区,在末次冰期时可能存在冰原或者大陆冰盖,这需要对该区进行深入冰川遗迹的研究方能得出更可靠的结论。吕洪波^[19]、李邦良^[20]等曾对该区域存在的冰川地貌及冰川遗迹的研究,得出了存在大陆冰川的结论。

4 结论

我国东部第四纪冰川的有无问题,随着蒙山地区末次冰期与全新世早期大量而丰富的冰川遗迹的发现及相关的测年数据的获得,在证实了李四光先生提出的我国东部第四纪冰川是具有科学依据的同时,根据相关的测年研究成果,在蒙山地区发现了庐山地区没有发育的末次冰期(蒙山冰期)与全新世拦马冰期的遗迹。这些类型丰富保存完好的冰川遗迹的发现,为解决我国东部第四纪气候问题提供了关键的直接证据。根据研究,获得如下几点认识:

(1)我国东部中低山区第四纪冰川遗迹的形成,其决定性的气候因素为冰期北路寒潮影响下形

成的“东亚冷槽”,在冰期北路寒潮常年低温的控制下,与来自东南海洋气候区的水汽共同作用下形成的降水,是形成我国东部山地冰川的实质性控制因素。这与蒙山地区,山南坡的冰川发育要好于北坡的特征相一致的。

(2)第四纪冰期时,我国东部与西部属于2个独立的气候系统,所以形成了2套各自独立的成冰作用。强势的北路寒潮形成的东亚冷槽,使得东亚冷槽内的区域,其降温幅度远远低于周边区域,这是东西部气候的根本性差异下的表现。

(3)根据雪线高程分布特征分析,山东地区如泰山、鲁山等海拔超过900 m的山区,其南坡均应存在蒙山冰期、拦马冰期的冰川遗迹。

蒙山地区第四纪冰川遗迹的研究刚刚起步,不当之处,敬请指正。同时欢迎国内外第四纪冰川研究领域的广大工作者,尤其在西部高原区从事冰川研究的专家学者,到蒙山来进行实地考察、研究。

致谢:该项研究,得到了中国地质科学院邵兆刚教授的大力支持与帮助,在此深表谢意!此外中国石油大学吕洪波教授、中科院海洋所赵松龄教授、南京师范大学张志刚博士等均给予大量的帮助,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 王照波,卞青,李大鹏,等.蒙山地区第四纪冰川组合遗迹的发现及初步研究[J].地质论评,2017,63(1):134-140.
- [2] 王照波,张剑,王江月,等.山东蒙山第四纪冰川遗迹光释光测年研究及冰期划分与对比[J].地质论评,2017,63(3):694-697.
- [3] Lee J S. Notes on traces of recent ice action in northern China[J]. Geol. Mag. LIX, 1922: 14-21.
- [4] Lee J S. Quaternary glaciations in the Yangtze valley[J]. Bull. Geol. Soc. China, 1933, (13): 15-62.
- [5] 孙殿卿,吴锡浩.关于中国第四纪冰川地质的研究[J].中国地质科学院院报,1986,(1):121-126.
- [6] 施雅风,崔之久,李吉均,等.中国东部第四纪冰川与环境问题[M].北京:科学出版社,1989:363-374.
- [7] 施雅风.论李四光教授的庐山第四纪冰川是对泥石流的误读[J].地质论评,2010,56(5):684-688.
- [8] 施雅风.中国东部中低山地有无发育第四纪冰川的可能性[J].地质论评,2011,57(1):44-49.
- [9] 王敏.庐山第四纪冰川与地质遗迹[D].北京:中国地质科学院,2007:26-57.
- [10] 徐兴永,肖尚斌,李萍.崂山古冰川遗迹的地质证据[J].石油大学学报(自然科学版),2005,29(3):5-8.

- [11] 肖平,景才瑞.大别山天堂水库四周第四纪冰川遗迹探讨[J].华中师范大学学报,1993,27(5):102-103.
- [12] 张威,刘锐,刘亮.东亚季风影响区末次冰期冰川作用的控制性因素[J].地理科学进展,2015,34(7):871-882.
- [13] 郑益群,于革.2万年来东亚气候环境变化的区域气候模拟研究[A]//中国气象学会2006年年会“气候系统模式发展与应用”分会场论文集[C].北京:2006:25-44.
- [14] 赵平,陈隆勋.末次盛冰期东亚气候的数值模拟[J].中国科学,2003,33(6):557-559.
- [15] 赵松龄.中国东部低海拔型古冰川遗迹[D].北京:海洋出版社,2010:79-88.
- [16] 安芷生,吴锡浩,卢演侍,等.最近2万年中国古环境变迁的初步研究[A]//黄土·第四纪地质·全球变化(二)[C].北京:科学出版社,1990:1-26.
- [17] 于革,陈星,刘健,等.末次盛冰期东亚气候的模拟和诊断初探[J].科学通报,2000,(20):2153-2158.
- [18] 浦庆余.大理冰期我国东部多年冻土区的南部界线及其演变[J].水文地质工程地质,1984,(4):49-52.
- [19] 吕洪波,任晓辉,杨超.赤峰等地第四纪大陆冰川的地貌证据[J].地质论评,2006,52(3):379-383.
- [20] 李邦良,李志中,韩同林.内蒙古东部大陆冰川地貌卫星图像解译[J].地质力学学报,1999,(5):89-93.

Reconstruction of Snow Line Elevation and Preliminary Analysis on Climatic Characteristics in Last Glacial Period in Eastern China

WANG Zhaobo^{1,2}, WANG Jiangyue³

(1. Environmental Resource College of Linyi University, Shandong Linyi 276006, China; 2. Management Office of Yimeng National Geological Park, Shandong Linyi 273304, China; 3. Geography and Tourism College of Qufu Normal University, Shandong Qufu 276800, China)

Abstract: On the basis of Quaternary glacial relics in Mengshan area and dating of light release, combining with research achievements of Mammoth fossils unearthed position, pollen database, and the snowline elevation in eastern China, restoration and reconstruction of snowline elevation during the last glacial period in eastern China's has been carried out for the first time, the snowline elevation maps of eastern China and east Asia area has been drawn. On these basis, climate characteristics of eastern China in Mengshan glacial period have been studied. It is regarded that "Eastern Aisa cold trough" formed by north cold in the glacial period is the performance and the forming reason of Quaternary valley glaciers in eastern China.

Key words: Glacial relics; cold trough; Quaternary climate; snow line elevation; Mengshan mountain