

# 崂山顶、涧、沟、坡、麓、滩、岬一带巨砾成因研究

徐兴永<sup>1,2</sup>, 石学法<sup>3,4</sup>, 于洪军<sup>3,4</sup>, 李萍<sup>3,4</sup>

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071; 2. 中国科学院研究生院北京 100039; 3. 海洋沉积与环境地质国家海洋局重点实验室, 山东青岛 266061; 4. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东青岛 266061)

**摘要:** 崂山的地貌景观十分复杂, 形成众多的奇山异石。研究发现: 更新世期间, 崂山发生过多次古冰川作用, 从水下到山巅都留下古冰川活动的印记。崂山的冰碛物具有不成层、无分选、杂乱无章、大小不一由带有磨光面的、个体差别很大的和带有棱角的岩块、砂等堆积而成, 部分冰碛物伸入海下。崂山古冰川冰碛物的堆积地貌主要有终碛堤、冰碛丘陵和侧碛堤三种类型。崂山古冰川侵蚀地貌有: (1) 拖蚀(拔蚀)岩块; (2) 磨光面; (3) 古冰斗; (4) “刃脊”、角峰、哑口; (5) 削断山嘴“U”型谷; (6) 冰臼。崂山低海拔古冰川遗迹的发现, 对研究崂山地貌演化和第四纪黄渤海陆架环境变迁, 具有十分重要意义。

**关键词:** 崂山; 古冰川; “U”型谷; 终碛堤; 冰期/间冰期

**中图分类号:** P67; P56      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3096(2004)06-0010-04

## 1 崂山的自然地理环境

崂山位于山东半岛南侧, 属胶东低山丘陵的一部分, 属新华夏系构造体系, 部分山体为黄海所淹没。崂山西距青岛市区约 40 km, 位于 36°05′~36°20′N, 120°23′~120°50′E, 面积 386 km<sup>2</sup>。崂山的主峰称巨峰, 俗称崂顶, 海拔 1 132.7 m, 是山东省境内仅次于东岳泰山的第二高峰, 也是中国大陆 18 000 km 海岸线上最高的山峰。在中国大陆的名山中, 惟有崂山是依海拔地崛起, 海山相连, 自然景观独特, 为内地名山所不及, 故有“泰山虽云高, 不如东海崂”之说。

最后冰期的海退时期(距今大约为 23 000 ~ 15 000 a), 崂山是黄、渤、东海海退后出现的、陆架大平原上的孤立山体之一。由于全球海面下降了大约 130 m, 所以那时崂山的海拔高度大约在 1 260 m 左右。海岸在东海外陆架, 崂山距海也有数百公里之遥。十分明显, 崂山也成为内陆山系了。从距今 15 000 a 开始, 全球气候逐渐变暖, 北美、两极、以及高山冰河逐渐融化, 全球海面上升, 淹没陆架大平原。大约在距今 6 000 a 时, 海水已到达崂山湾, 胶州湾、山东半岛以及其它地区的海湾, 所以说, 目前所见到的海湾、海岛、礁石都在此时形成。自那时起, 崂山就成为我国大陆上海拔最高的海岸山脉了。

崂山的地貌景观十分复杂, 众多的奇山异石、怪异的地貌景观, 构成丰富的旅游资源。崂山地区经历

过复杂的内力作用, 如: 地震活动、周边的岩浆活动、火山活动、岩脉渗透等; 外力作用中包括: 多次古冰川活动、寒冻风化、流水侵蚀、重力滑塌、风暴吹蚀、海面变动, 以及浪、潮、流的长期作用、海岸的侵蚀与堆积、以及生物种群落对崂山环境的影响等。由此可以看出, 现存的崂山的地貌景观是内外营力长期共同作用的结果, 而众多的奇山怪石、以及千姿百态的崂山景观, 则与冰期时期形成的古冰川遗迹、冰缘活动、溶蚀作用、风暴活动有关; 崂山海岸一带的地貌景观, 则与冰后期出现的浪蚀作用、风暴潮作用有关。特别在崂山南部、东部, 南部鲍鱼岛附近的巨砾滩海岸, 则是浪蚀冰碛物而形成的; 东部从晓望河以南, 大面积分布的冰碛阶地, 海水冲击冰碛阶地, 形成了巨砾滩和冰碛物组成的海岸、岬角等。

收稿日期: 2003-11-17; 修回日期: 2004-03-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(40076014); 国家 973 科技专项(2002CCA04800); 青岛市自然科学基金(03-2-jsh-10和 02-2-kj-yj-27)

作者简介: 徐兴永(1975-), 男, 山东郯城人, 博士研究生, 主要从事第四纪环境方面的研究, E-mail: xuxingyong@ms.qdio.ac.cn, xuxingyong@mail.fio.gov.cn

## 2 崂山志上的一些记载

崂山志上有多处涉及类似古冰川遗迹的记载<sup>[1]</sup>，今选出其中的一部分，让我们共同分析这些现象的形成原因。

关于海滩的描述：“乱石滩，在翻岭村前，当璇心河入海处。巨石累累，横铺涧底，水至此，滢洄万状”。

关于崂山周边的岛屿的描述中有：“处处乱石，位于北纬 36°05′，东经 120°32′，在沙子口村南 2.5 km 海中，距陆地最近点大风台 300 m。岛呈椭圆形，面积 0.05 km<sup>2</sup>，海拔 7.2 m。此岛无主峰，岩石犬牙交错，嶙峋突几如鬼斧神工。因岛似堆放的乱礁，故名”。

关于山的描述中有：“大仙山，在那罗延山北，巔有白云洞，自岭至趾皆大石，横出斜撑（也就是说，从山顶到山麓都有巨大的砾石分布）”。“石城山，巨石排其巔（小山顶上的砾石多与古冰川活动有关）”。

关于岭的记载：“束住岭 为巨峰正脉。岭下有两道涧水，左右前来汇合，好像岭被涧水束住，故名。由此上至铁瓦殿，皆乔松、巨石”（经实地考察，束住岭系由最后冰期时形成的各种冰碛所组成，两道涧水实为冰川侧冰碛内的冰融水活动有关，它们在终碛堤前汇合，许多现代冰川有此特征）。

关于冰冻风化的描述：“劈石口，在大崂东北，因岭上有巨石，划然中裂，似斧劈开得名。有南北二口。北口较高，登山可见海光”。林砥生诗：“两石支平地，横空断复连。四山悬翠藹，一线路通天。中路忽开辟，人家寓陌阡。桃源真在此，何必慕神仙”（经实地考察，该处为古冰川终碛物所在的位置，劈石乃冰冻风化所致）。

关于洞的描述：“白云洞，在大仙山巔，背倚危岩，前临深涧，二仙山峙其东，望海门矗其西，东南俯视大海，气象万千。洞系三巨石结架所成，深广可丈许，供玉皇于其中。其前后左右有青龙、朱雀、白虎、玄武诸石，各就其方而名之。而青龙石尤雄伟，天矫浑仑莫可摹状。上建青龙阁，游人多登此观日出（由巨大冰碛物叠加而成）”。

关于门的描述：“望海楼门，在明道观东北。西北两崖壁立，中空成门。有数巨石，累架两崖之上，若门楼然。人自门中下瞰海色岚光，缭绕眼底，华严寺于松竹葱郁中隐约见之。亦奇观也”。

关于山巔岩石的描述：“棋盘石，在明道观南二里。巨石矗起岩巔，高数丈，向北探出者，三分之二，状如灵芝。自下望之，岌岌若将坠而又不坠。巔平如台，纵二丈，横半之，约可容二三十人”（实为冰川拖动

作用所致）。

关于海岸巨砾的描述：“钓龙矶，一名钓龙嘴，在二仙山东下。海滨岩石齿齿，下即大海，惊涛撞岸，浪花喷涌如雪；其西，峦峰秀拔，南北延亘六七里；秋日红叶在山，游人尤徒倚其上不忍去。”

关于涧特征的描述：“海天涧即八水河，两岸岩壁峭削，底多巨石，水声澎湃”。“冷云涧，在白云洞南下。山高涧深，石巨水怒”。“明月涧 在太平宫西。涧底巨石累累。当人宫之路，有仙人桥”。

关于潭的描述：“空心潭，在凝碧潭内。锦帆矗立其上。南有巨石，高可千仞，坐其上，俯视潭色，神骨为之悚然”。

关于山顶泉的描述：“天液泉，在华楼山巔。泉形如眼，故又名天眼泉。水清湛，旱涝皆无增减”。“天波池，在那罗延窟迤西望海岭之巔。大石广可数亩，中洼成池。池满生蒲，天旱则蒲益茂”。“万年水白，在王哥庄西二里。石形如蟾，中凹如臼，水满其中，旱不涸，涝不溢（古代关于山巔水井的描述，多为花岗岩地区容易出现的古冰臼活动有关）”。

## 3 关于崂山地貌形成的现代解释

研究发现，更新世期间，崂山发生过多次古冰川活动，从水下到山巔都留下了古冰川活动的印记。古代的旅行家、诗人、文人、宗教界等人士，对崂山地貌所做出的描述中，实际上已经注意到古冰川活动问题，只是限于过去的条件，无法予以科学解释。

崂山的冰碛物具有不成层、无分选、杂乱无章、大小不一等特征，由带有磨光面的、个体差别很大的（众多的冰碛物的体积约为 6 m × 4 m × 3 m）和带有棱角的岩块、砂等堆积而成。几乎在崂山的每个山口，都可找到堆积如丘的终碛堤（泥砾层）。崂山冰碛物的主要堆积类型有多种。

### 3.1 终碛堤

终碛堤是表明冰川曾暂时停顿的地方，也可能是冰川所能到达的最远点。崂山曾形成过若干终碛堤，后来多有破坏。目前保存较好的终碛堤，主要是最后一次冰期时留下来的。流清河上源为“U”型谷，谷中约 3/4 地区为最后一次冰期形成的终碛堤和其它冰碛物所占据，流清河的下游为“V”型谷。流清河口还残存着崂山最早一次冰期留下来的终碛堤，堤内的细粒部分带有红色。最后冰期形成的终碛堤前缘，海拔约 380 m，堤高约 30 m，由不同色调的、不同成分的和风化程度各异的花岗岩组成，众多的冰碛岩

块的长度多在 4~6 m 和 3~2 m 之间, 它们杂乱地堆积如丘, 丘中的细粒部分显示为棕色。夏季、冰碛物上植被繁茂, 偶见巨型漂砾显现于林木之间。

崂山较早的终碛堤分部于崂山各山口, 如: 鲍鱼涧口外、流清河口、八水河口、太清官附近、崂山东侧从晓望河向南到黄山口一带、长岭一带的冰碛物伸入海中。此外, 南北岭、劈石口村、东陈村、我乐村、北九水的七水、八水等地也广为分布。

崂山最早的冰期, 有可能相当于恭兹冰期, 那时的雪线很低, 只有几十米高, 冰碛物几乎是围绕崂山一周, 可称为冰碛裙式堆积。由于雪线低, 古冰碛和古冰斗的高度都很低。所以在这个高度上, 崂山建立了许多低海拔水库, 以作为崂山矿泉水和青岛啤酒的水源地之一。众多的低海拔水库与低海拔的古冰斗密切相关, 大坝多建于古冰碛所在位置。

值得注意的是, 崂山低海拔冰碛物的发现与北京龙恩寺以东的山坡上的冰碛物<sup>[2]</sup>、北京模式口古冰碛物<sup>[3]</sup>、以及太行山东麓的埋藏型冰碛物遥相呼应, 事实证明李四光教授在半个多世纪以前的见解是非常正确的<sup>[4]</sup>。

### 3.2 冰碛丘陵

冰川消融后, 原有的表碛、底碛、中碛等都沉落到冰川谷底, 和底碛合称为基碛, 这些冰碛物受到冰川谷底地形的影响, 堆积成坡状起伏的丘陵, 称为冰碛丘陵。崂山南线从前风庵向北分布的冰碛丘陵最为典型。新修建的登山石阶路, 就是建在杂乱无章的冰碛物上。当杂乱无章的冰碛物逐渐消失时, 已进入古冰斗的后壁了。其它冰期时期的冰碛物, 杂乱无章地堆积在所有崂山的沟谷中。

### 3.3 侧碛堤

古冰川留下的侧碛堤, 以最后一次冰期时留下的侧碛的最为明显。以巨峰南线, 前风庵以北“U”谷中的冰碛物为例, 侧碛堤内侧各有一条小河, 它们在终碛堤前汇合。更老的侧碛堤, 大多被破坏, 仅保存一些冰碛物, 停留在较高的位置。北九水路边北海分局培训中心门前的几块巨型漂砾, 则是古冰川侧碛堆积而成。其理由有三: (1) 崂山九水一线侧碛物, 高于河床 40~50 m, 停立在陡坡上; (2) 侧碛物的岩性与当地基岩明显不同(异地搬运); (3) 风化程度也有明显差异。由此可见, 山坡上异地搬运的怪石, 都是古冰川活动的佐证。其实, 在崂山的几乎所有山谷中, 都有侧碛物的分布。

## 4 崂山古冰川的侵蚀作用

### 4.1 拖蚀(拔蚀)岩块

当冰川边缘遇到崂山花岗岩时, 由于短暂的融水

沿垂向、横向节理反复冻融而松动, 若这些松动的岩石和冰川冻结在一起, 则当冰川运动时就把岩块拖动带走。崂山前风庵附近为古冰坎所在地, 基础牢固。缆车的起点设在海拔 405.29 m 处。那里的削断山嘴剖面上, 保存着古冰川的拖(拔)蚀过的岩块, 但是该岩块还未被带走, 冰川快速融化而抛弃该岩块; 类似的情况还有很多。崂山上的许多著名洞穴都与古冰川的拖动作用有关, 如: 那罗延窟乃是古冰川拖动作用所致。冰期时, 短暂的融水沿节理面向下移动, 缝隙间充满水体后, 再遇冷, 水体膨胀, 产生向外的推力。如果岩石和冰川融为一体, 冰川运动, 岩体也随之运移, 而留下空洞。那罗延窟洞壁光滑的面乃是花岗岩的节理面。觅天洞也是古冰川拖动作用所致。因为该处花岗岩的节理面是直上直下的, 冰川拖动作用的结果, 形成了垂直而露天型沟槽。后来, 冰川继续经过新形成的沟槽, 而把冰川从上游带来的冰碛物跌落其中而形成。

### 4.2 古冰斗

崂山的古冰斗, 至少可以分为两类, 其一为低海拔型; 其二为高海拔型。低海拔型古冰斗, 以崂山南部鲍鱼岛北面的古冰斗为典型, 古冰斗底部的位置, 海拔仅有 20~30 m; 在冰期时的海拔高度大约在 150 m 以上。古冰斗的出口外约 50~100 m 形成终碛, 该终积堤上的冰碛物, 已被更新世历次海侵所淹没、冲毁。目前仅有一部分冰碛物残存在潮间带。一般来说, 潮间带主要由砂、泥、砾石、礁石所组成, 由巨砾组成的砾滩在国内为首次发现。该古冰斗的发现表明, 更新世早期确实存在低雪线时期, 也解释了北京西山模式口第四纪冰川擦痕, 为何在低海拔处出现的原因<sup>[3]</sup>。崂山的另一类古冰斗, 出现在海拔 400 m 以上, 以前风庵为例, 在古冰坎的上部, 即为古粒雪盆的位置。崂山前风庵附近就是古冰斗的出口。

### 4.3 “刃脊”、角峰、哑口

冰期时期, 随着巨峰两侧的冰斗不断的扩大, 冰斗壁后退, 相邻冰斗间的山脊逐渐被削薄而形成刀刃状, 称为刃脊。而几个冰斗所交汇的山峰, 形状很尖的岩体, 被称为角峰。在刃脊附近的鞍部处, 则为古冰川形成的哑口。

### 4.4 冰臼

近年来对花岗岩地区出现的古冰臼, 正在进行讨论。经多次调查发现崂山的古冰臼是广为分布, 从海拔 400 m 到崂顶, 多有发现。

## 5 崂山古冰川研究的地质意义

崂山作为中国名山之一, 道教文化起源地之

一, 中国大陆海岸上的最高山, 蕴藏着丰富的古冰川遗迹尚有待进一步勘察。崂山低海拔古冰斗与冰斗口外古冰碛物, 特别是延伸到水下冰碛物的发现, 与北京一带低海拔冰碛物可以相互佐证。人们常常用现在的气候条件、雪线高度, 去论述冰期时的雪线高度。所以关于中国东部是否存在古冰川活动问题, 近几十年来学术界一直存在争议<sup>[5,6]</sup>。然而崂山大量古冰碛地貌的存在, 特别是冰碛裙式冰碛石的分布、冰碛物延伸至水下的现实、冰碛物型海岸岬角的发现、海滩上出现的异地搬运而来的冰碛巨砾、崂山山谷内高悬的冰川侧碛堆积、崂山各主要谷口残存的终碛堤、宽阔的“U”型谷、“U”型谷中新生的终碛堤、巨峰一带的角峰、刃脊、哑口地貌、随处可见的古冰臼等等, 大量事实证明, 崂山在更新世期间曾发生过多次古冰川活动。以最后冰期为例, 黄海中部以崂山为中心, 存在冰川与冰缘环境。也就说和内地一样, 出现了冰川、戈壁、沙漠、黄土沉积序列, 只不过规模、大小存在差

别。所以说崂山古冰川遗迹的发现, 对于黄渤海陆架古环境变迁的研究, 具有十分重要意义。

参考文献:

- [1] 周至元. 崂山志[M]. 济南: 齐鲁书社, 1993. 1- 348.
- [2] 孙殿卿, 杨怀仁. 大冰期时期中国的冰川遗迹[J]. 地质学报, 1961(3- 4): 233- 244.
- [3] 李四光. 中国第四纪冰川[M]. 北京: 科学出版社, 1975. 145- 149.
- [4] 赵松龄. 北京西山灵岳寺古冰川沉积物的初步研究[A]. 中国第四纪冰川与第四纪地质编委会. 中国第四纪冰川与第四纪地质论文集(一)[C]. 北京: 地质出版社, 1979. 69- 72.
- [5] 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. 1- 186.
- [6] 朱诚. 华东山地第四纪沉积环境研究[M]. 南京: 南京大学出版社, 2000. 1- 354.

## Study on great gravel on mountaintop, gully, channel, slope, beach, cape and foot of mountain Laoshan

XU Xing-yong<sup>1,2</sup>, SHI Xue-fa<sup>3,4</sup>, YU Hong-jun<sup>3,4</sup>, LI Ping<sup>3,4</sup>

(1. The Institute of Oceanology of the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100391, China; 3. Key Laboratory of Science and Engineering for Marine Ecological Environment, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China; 4. The First Institute of Oceanology, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

Received: Nov. 17, 2003

**Key words:** mountain Laoshan; palaeo- glacier; ‘U’ typical- riverbed; end- moraine mound; glacial epoch/ inter- glacial epoch

**Abstract:** Many times of palaeo- glacier activities had happened in mountain Laoshan during Pleistocene, and left imprints of palaeo- glacier from mountaintop to the foot of mountain Laoshan. There are some records that related to remains of palaeo- glacier in the book of ‘Record of mountain Laoshan’. Three types of accumulated geomorphies of palaeo- glacier are founded in mountain Laoshan as following: end- moraine mound, moraine hills and lateral moraine mound. Many erosion geomorphies of palaeo- glacier as dragged (drawn) rocks, polished face, palaeo- cirques, ‘knife- edges’, angle ridges, mouth- type geomorphies, cut counterfort, ‘U’ typical- riverbed, ice mortar etc are discovered in mountain Laoshan.

(本文编辑: 刘珊珊)