

西藏波密米堆冰湖溃决浅议

李德基 游 勇¹⁾

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

提 要 1988年7月15日西藏波密米堆终碛湖发生溃决,最大洪峰流量1270立方米/秒,溃决水量540万立方米,形成了大规模的泥石流-洪水灾害。冰湖溃决的原因是:终碛堤存在渗漏薄弱环节,堤内有埋藏冰,持续高温和冰川融水的潜热使埋藏冰融化,由潜蚀而迅速发展成管涌导致溃决。

关键词 西藏 波密 米堆沟 冰湖溃决 泥石流

一、概 况

(一) 米 堆 沟

它位于29°23'—29°32'N, 96°28'—96°33'E,由南向北注入玉璞藏布(帕隆藏布上游段)。谷地属冰川槽谷。汇口处东距然乌30公里,西距波密县城97公里。

本沟流域面积123.8平方公里,南宽北窄,向北倾(图1)。

米堆冰湖决口以下,米堆沟沟长7.6公里,沟道平均纵比降30.0‰(图2)。沿主沟两岸发育有阶地,其上分布着米堆、俄次和古勒三个村庄,土地肥沃,农牧业发达。米堆沟两岸的支沟短小,大致成东西向。

流域内山体高耸,谷坡上陡下缓。山地灾害有:1. 泥石流,除流经马拉此牧场的较大外,其余规模均较小,冲出物多停积在阶地上进不了主沟;2. 岩屑堆和松散层滑坡,均离主沟较远,仅米堆以下的沟岸滑坡可转化成主沟的泥石流-洪水。海拔<3800米的谷底年均温3.3℃,年降水量700毫米;海拔>4500米的冰川区年均温<0℃,年降水量1000—1200毫米。流域内植被以针叶林为主,还有针阔混交林和高山灌丛草甸。林线上限海拔4200米。米堆沟内洪枯水流量分别为7—15和1—3(立方米/秒),最大50—60立方米/秒,以至<120立方米/秒。1988年米堆冰湖溃决前近40年间,沟内未发生过最大洪水。

(二) 贡 扎 冰 川

它位于藏东南冰川作用中心附近,属活跃的季风海洋性冰川^[1],发育在冰斗槽谷中。海拔4500米以上,贡扎冰川分为三支(见图1)。中支即贡扎主冰川,面积15.7平方公里,由粒雪盆、冰瀑布、冰舌组成。粒雪盆处于海拔4850米以上,呈围谷状,面积12.5平方公里。冰瀑布处于海拔4850—4100米,宽1200米,长2000米,冰面坡度25°—30°。冰舌处于海拔4100—3800米,长3500米,冰面坡度2°—5°,表碛厚50—80厘米,冰舌前缘与米

1)参加野外考察的还有吴其伟、王明龙、王鹰、杨庆溪、杨仲文、林立相和格来登珠等。
本文收稿日期:1991-10-09。

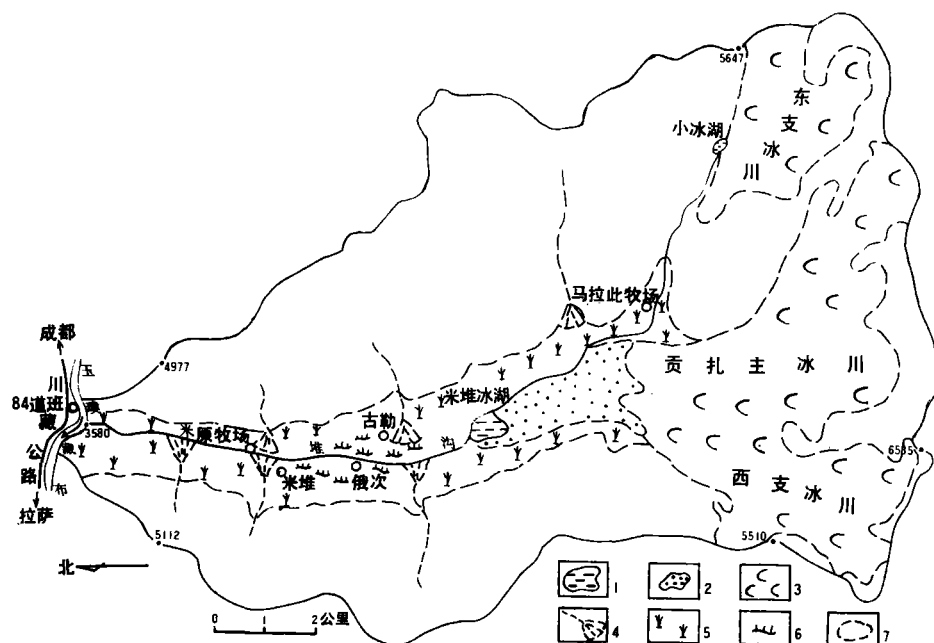


图 1 米堆沟流域(填图时间:1990-08)

Fig. 1 Midui Gully Basin

1. 冰湖; 2. 冰碛物; 3. 冰川; 4. 泥石流沟和堆积扇; 5. 林地; 6. 农田; 7. 坡地与陡崖

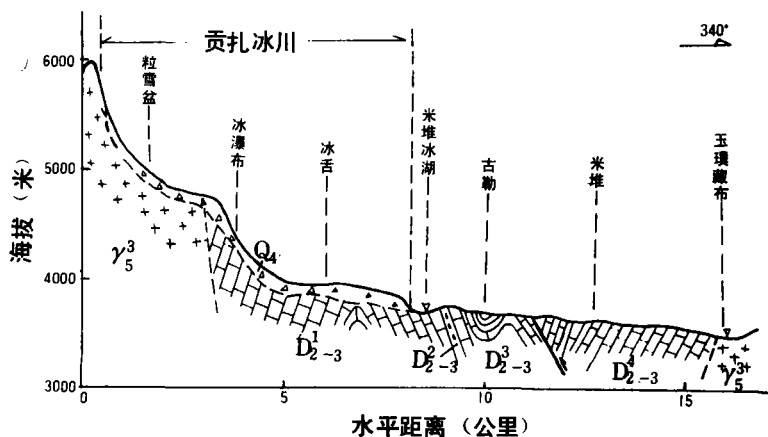


图 2 米堆沟及其沟源纵剖面(制图时间:1990-09,由王鹰提供)

Fig. 2 The longitudinal profile of Midui Gully and its head

γ_1^3 燕山期花岗岩; D_1^3 -s. 中上泥盆统灰岩; D_1^3 -s. 中上泥盆统砾岩; D_1^3 -s. 中上泥盆统灰岩、板岩; D_1^3 -s. 中上泥盆统灰岩; Q_4 第四系冰层

堆冰湖紧连。东支冰川、西支冰川粒雪盆均处于海拔 5300—5200 米,冰面坡度 10° — 15° 。西支冰川面积 10.2 平方公里,其下部和贡扎主冰川相连。东支冰川面积 6.1 平方公里,冰缘海拔为 4300 米,北侧有一小冰湖(湖面积 2 公顷,湖深 15 米,容积 30 万立方米)。

贡扎主冰川的冰舌上部,裂隙纵横呈网状。裂隙横断面呈楔形,上部宽 >0.5 米,下部宽 <0.2 米,深入冰体内数米至十余米。单条裂隙长数十米至百余米。冰川融水从表碛沿网状裂隙下渗,经融管和融洞补给冰湖。

(三)米堆冰湖(后文简称冰湖)

它是一个冰川终碛湖(图 3,照片 1)¹⁾。冰湖纹泥(照片 2)样品和湖周树木年轮的分析结果得知,冰湖形成时代距今约 300 年。冰湖南岸为冰舌前缘陡坎,其余湖岸由冰碛堤围成。湖宽 550 米,长 950 米,水深 31 米(以最高湖水位为海拔 3818 米计),容积 640 万立方米:

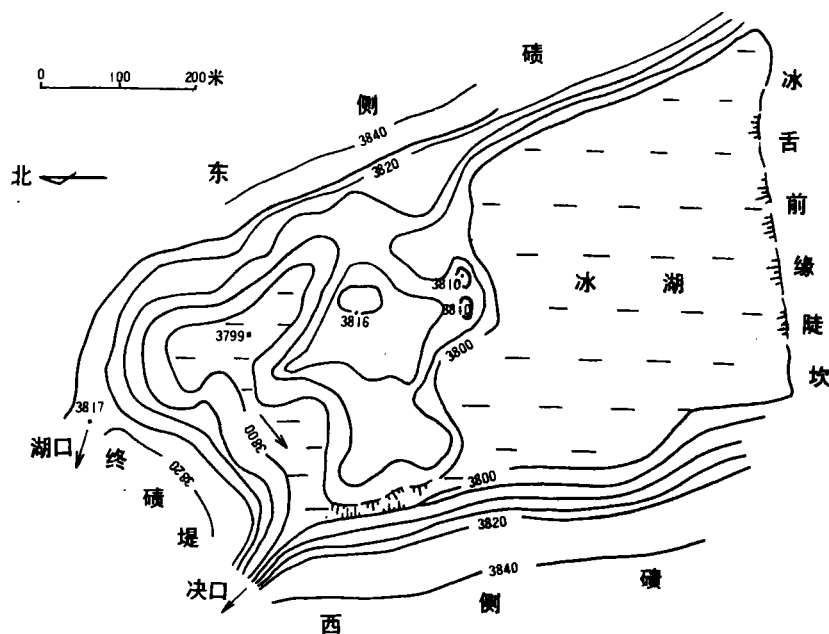


图 3 米堆冰湖平面图(测量时间:1990-08)

Fig. 3 Midui Moraine Lake

冰湖西岸为西侧碛,高 60—80 米,侧碛成分以紫红色砂岩、粉砂岩为主,粒径粗大,结构疏松,抗风化强度低,透水性较强。冰湖北岸为终碛,东岸为东侧碛,均高 20—50 米,顶宽 30 米,物质成分以花岗岩、大理岩和灰岩为主,粒径大小不一,结构紧密,透水性较弱。

冰湖北岸的东西两端较为低洼,成为湖水排泄口,东端的暂称湖口,西端的暂叫决口(见图 3),其下渗水长流。

冰湖的湖底和湖岸内都有埋藏冰(照片 3),其一般消融缓慢,但遇异常高温时易被渗水的潜热消融,这是冰湖溃决的隐患。

1) 本文照片见刊末图版 I。

二、冰湖溃决原因

米堆冰湖常年水位变幅为 3.5—5.0 米,维持在海拔 3817 米湖水位的时间很短,北岸终碛堤多年处于稳定状态.冰湖溃决是在某一特殊气候条件下发生的.

冰湖溃决的远因是:20 世纪 80 年代米堆沟流域内气候异常.

1980—1988 年间,出现 1982,1985,1987 和 1988(年)四个丰水年,比丰枯正常频率高 11%.由于冷储大大增加,冰川就持续前进.

1987 年 8 月—1988 年 7 月,溃决前的年降水量 1287 毫米,比年均降水量 846 毫米多 441 毫米.气温在冬春两季偏低,在雨季增高.水热的年内变化如此异常实属罕见.冰舌因升温膨胀而向冰湖推进,导致湖水位不断上升,北岸终碛堤的安全系数便大大降低.

1988 年 5—7 月,降水量比同期正常降水量增加 41%,冰川融水量增多,出现近 40 年来最高湖水位 3818 米.尽管湖口、决口同时泄水,但湖水位仍居高不降,溃决即在眼前.

冰湖溃决的近因是:冰湖溃决前夕,持续高温和冰川融水的潜蚀作用.

1988 年 6 月 27 日最高气温达 30.1℃,接近多年的瞬时最高气温.同年 7 月 15 日冰湖溃决前夕连续多日高温,日均温达 16.0—19.8℃.大量冰川融水沿贡扎主冰川冰舌的网状裂隙下渗,由此冰舌承受很大的浮力和渗透压力,底床摩阻力减小,冰舌平衡遭破坏.冰舌前缘碎裂成块,并陆续倾入冰湖内,这是冰湖溃决的前兆.

冰碛堤内的埋藏冰因气温和水温均升高而加剧融化,融水大量下渗,物质较疏松的决口处遭潜蚀而迅速发展成管涌,以至破坏.

冰湖溃决前夕湖水位有所下降.北岸终碛堤东端的湖口处,组成物质较坚硬,湖水难以刷深.当湖水位降低到海拔 3817 米时,湖口高出湖水位而不起泄水作用.于是东端的决口就成了唯一的湖水排泄口,加之流量骤增,组成物质较疏松,又存在潜蚀作用和管涌作用,故易遭湖水刷深而使冰湖溃决.溃决水体浑成红色.

三、冰湖溃决过程与沿程变化

米堆冰湖溃决发生在 1988 年 7 月 15 日 23 时 30 分,属瞬间延时溃决,历时 10 分钟,决口刷深至湖底(照片 4).最大洪峰流量 1270 立方米/秒,洪峰历时 0.5 时,退水历时约 13.0 时.次日凌晨的流量 60 立方米/秒,这相当于一般洪水流量(图 4).溃决水量 540 万立方米,这与冰湖消落库容相当.

冰湖溃决后洪流沿米堆沟而下,流体性质多变(附表).洪流入玉璞藏布后,向下游波及到波密县城,川藏公路遭严重破坏,给当地经济建设和人民生活带来重大损失.

决口至决口以下 1 公里处,高速洪流冲刷岸坡和沟床;流体属稀性泥石流,容重 1.53 吨/立方米,最大流速 7—10 米/秒;被输移的一个花岗岩大漂砾体积 $7.2 \times 4.1 \times 1.8$ 立方米(照片 5),重量 146 吨.

决口以下 1 公里至古勒,泥石流冲入主沟东岸森林,并减速停淤,淤厚 1.5—2.5 米

(照片 6). 古勒附近沟道展宽, 流深和流速减小, 沟床边遭冲刷, 沟床内淤积, 冲淤交替, 流体仍属稀性泥石流。

古勒至米堆, 洪流从决口挟带的冰碛物大漂砾均已沿沟沉积, 流体还属稀性泥石流。

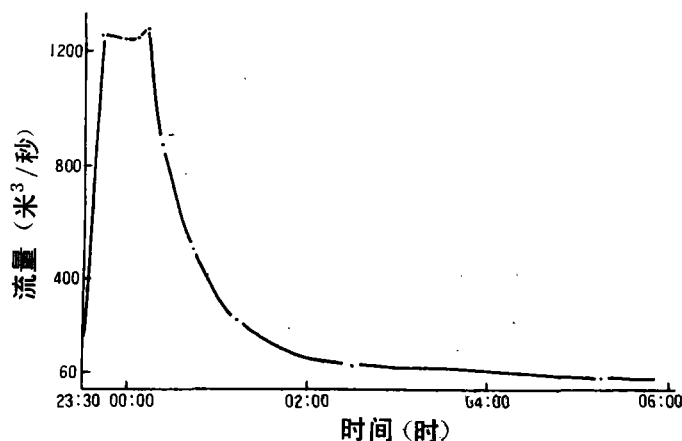


图 4 米堆冰湖溃决洪水流量过程线(洪痕测量时间:1990-08)

Fig. 4 The flood discharge hydrograph of Midui Moraine Lake

米堆至汇口, 高含沙洪水或含沙洪水沿峡谷段沟道冲刷, 挟带大量沟岸滑坡物质, 含沙浓度增大, 大量巨砾停在汇口以上沟道内。

附表 米堆冰湖溃决洪流沿沟演化及其特征

Table The variation of bursting flood of Midui Moraine Lake along the gully and its characters

地点	决口以下(公里)	水面宽(米)	断面面积(米 ²)	洪峰流量(米 ³ /秒)	平均流速(米/秒)	流体性质	备 注
古勒	1.8	131.7	223.7	1248.5	5.58	稀性泥石流	以冲刷为主, 毁坏大片原始森林
俄次	2.5	52.6	198.0	1201.8	6.07	稀性泥石流	沟床内淤积, 两岸遭冲刷, 冲淤交替
米堆	4.1	92.5	250.4	1192.2	5.17	高含沙洪水	漂石大量沉积
汇口	7.6	50.8	204.4	1362.6	6.67	含沙洪水	冲淤交替, 以淤为主

参 考 文 献

- [1] 李吉均等, 1986, 西藏冰川, 科学出版社, 第 1—36, 132 页。

BURSTING OF THE MIDUI MORaine LAKE IN BOMI, XIZANG

Li Deji You Yong

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

& Ministry of Water Conservancy)

Abstract

Midui Moraine Lake lies in the middle reaches of Midui Gully. Midui Gully is located in $29^{\circ}23' - 29^{\circ}32'N, 96^{\circ}28' - 96^{\circ}33'E$, being a U-shape valley. Its length is 16.0km. The basin area is 123.8km^2 . The upper reaches of the moraine lake belong to monsoon marine glacier area, whose area is 32.0km^2 . The length of the lower reaches is 7.6km, longitudinal gradient is 30.0‰, and it converges into the Parlung Zangbo River northwards. The junction is at 97km east from Bomi Town.

In this region, the climate belongs to mountain temperate zone, and the vegetation of base belt is coniferous and broad-leaved mixed forest.

Midui Moraine Lake is mainly supplied by glacial melt water. The generated age of the moraine lake was about 300 years ago. The width of the lake is 550m, the length is 950m, the depth is 31m (the maximum water level is at alt. 3,818m), and the volume is $6.4\text{M}(\text{m})^3$. The end moraine bar on the north bank of the lake is lower at the east and west ends to form discharge outlet. The east end is at 3,817m and the west end called as burst is at $<3,817\text{m}$.

The reasons of the moraine lake bursting are; 1. Since 1980s, the temperature is rising and the precipitation has been more abundant, thus the supplied glacial melt water increased; 2. At the low end, the component materials are softer, and there are buried ice in it. Here, the water seepage flows off every day. Therefore the latent erosion from glacial melt water made the moraine lake to broken.

At 23:30 of 15, July, in 1988, Midui Moraine Lake broke off from the burst. Bursting duration is up to 10min. Maximum flood discharge is $1,270\text{m}^3/\text{s}$, the flood peak duration $>30\text{min}$, the recession duration is 13h and outbursting water volume is $5.4\text{M}(\text{m})^3$.

Key words Xizang, Bomi, Midui Gully, moraine lake bursting, debris flow