

乌鲁木齐河源气温和降水的变化趋势 及其对冰川影响

杨新元 韩添丁

(中国科学院兰州冰川冻土研究所, 73000)

摘 要 乌鲁木齐河径流主要来源于降水和冰雪融水, 近 30 年来由于夏季气温的回升及降水量减少, 导致了冰川减薄。采用相关法对上游大西沟气温、降水及 1 号冰川物质平均值进行趋势计算得出, 乌鲁木齐河上游冰川区域夏季 (6~8 月) 平均气温回升了 0.14。而 6~8 月降水总量减少 24mm, 7~8 月降水总量减少 19mm, 年降水量减少 17mm; 近 30 年来 1 号冰川平均每年减薄 140mm 水层, 90 年代初冰川减薄厚度平均每年达 181mm 水层。根据趋势分析, 冰川厚度减薄仍在增大。

关键词 气候现象 趋势计算 冰川消融与径流过程

乌鲁木齐河发源于天山北支的天格尔山脉北坡中段, 最高峰为天格尔峰 (海拔 4 486m), 河道全长 214.3km, 流域面积 4 684km²。径流来源主要为降水、高山积雪、冰川融水及地下水。在出山口 (英雄桥) 以上共分布 124 条冰川, 冰川总面积为 37.95km² (中国科学院兰州冰川冻土研究所, 1986)。在河源的大西沟与罗布道沟汇合处以上高山带, 分布有 7 条冰川。其中以 1 号冰川面积最大 (1.84km²), 为天山冰川观测试验站的主要研究对象。在河源研究区域, 中国科学院设有 3 个基本水文点, 长年观测冰川及积雪的融水径流过程。新疆乌鲁木齐市在此设有国家基本气象站 (大西沟气象站, 海拔 3 539m)。本文以大西沟气象站的气温、降水资料及 1 号冰川物质平衡观测值为主进行趋势计算, 从中了解 60 年代初至 90 年代初的变化规律及气温、降水对冰川的影响。

1 气温和降水特征及变化趋势

乌鲁木齐河源头为高山峡谷地带, 下垫面除一部分为沼泽草甸外, 大都为裸露山坡, 高山区多为季节积雪及冰川群体。

(1) 气温: 根据 1 号冰川水文点 (海拔 3 683m) 资料统计, 年平均气温为 -6.8, 其中 6~8 月平均值为 3.0, 极端最高值为 15.6 (1989 年 7 月 27 日), 极端最低值为 -35 (1987 年 11 月 26 日); 根据大西沟气象站资料统计, 年平均气温年际变化不太大, 一般在 -5.0~-6.0 之间, 但是 7~8 月平均值年限变化较大, 在 3~

本文于 1995 年 8 月 6 日收到。

5.5 之间,尤以日变差最大,可达 10 以上。这里不可能按常规气象规范来划分季节,也没有明显的季节之分,由于 6~8 月为冰川消融最强时期,而且日平均气温很少负值,故笔者把它划为夏季,从 11 月至翌年 3 月气温几乎全部为负值。因此,这里夏季时间很短,而冬季时间漫长。

(2) 降水:根据 1 号冰川水文点观测资料统计,多年平均降水为 434mm,其中 5~8 月占 70%。由于河源区受海拔及冰川、小地形气候的影响,年降水量较新疆其它地区偏多,但是降水年际变化较大,变幅在 290~550mm 之间。这里很少有大的暴雨过程,但在夏季常有阵雨出现,且能使河道产生洪水径流。由于降水主要集中于夏季,所以这个季节相对湿度较大,月平均值在 65%~70%之间。

(3) 气温、降水年际变化趋势计算:近年来,人们认为冰川的减薄是与夏季气温偏高及降水变化有关。笔者采用趋势计算的方法予以说明。这里采用大西沟气象站 1960~1993 年 34 年气温、降水资料,并按 5 年平均滑动的方法点绘过程线畔,然后用年份分别与对应的气温、降水滑动值进行相关计算(图 1)。设年份为 n (取两位尾数); t 为气温 (°C); P 为降水 (mm)

图 1 乌鲁木齐河源气温、降水年际变化趋势线
(实线为 5 年平均滑动线;虚线为趋势线)

Fig. 1 Trends of temperature and precipitation variations in the headwaters of the Urumqi River

从图 1 气温滑动曲线可看出,60 年代末 6~8 月有一个低温期,80 年代初有一个偏低温期;从趋势线看出,从 60 年代初至 90 年代初,夏季气温总的趋势是回升;近 30 年来 6~8 月平均气温回升了 0.14 °C。3 条降水滑动线均为同步,这是由于夏季降水占年降水量的比例大的缘故。从趋势线同样可以看出,近 30 年来降水为减少的趋势,其中 7~8 月总量减少 19mm,6~8 月总量减少 24mm,年降水总量减少 17mm。在此可以看出,夏季降水减少量大于年降水减少量。

2 1 号冰川物质平均趋势计算

将 1960~1993 年 1 号冰川物质平均值按 5 年平均滑动的方法点绘过程线图, 然后用年份与对应的物质平均滑动值进行相关计算, 设年份为 n ; B_a 为物质平均值 (mm 水层); 可得物质平均趋势线图。从图 2 可得到, 1 号冰川从 60 年代初至 90 年代初, 平均每年减薄 140mm 水层, 从趋势线可看出, 冰川每年减薄厚度仍在增大。

图 2 乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平均年际变化趋势线

Fig. 2 Trends of mass balance variation of Glacier No. 1 in the headwaters of the Urumqi River

根据 1960~1993 年 34 年物质平均观测值, 1 号冰川出现正平均为 13 年, 负平均为 21 年, 其中最大负平均为 -723mm (1986)。在 34 年中, 冰川总减薄 4 789mm 水层厚度。造成冰川减薄的原因主要是趋势计算所分析的夏季气温回升和降水量减少。

3 冰川融水与径流的转换关系

冰川消融主要集中于夏季, 而以 7~8 月为最强。1 号冰川约从 5 月初开始消融, 但这个时期的融水主要来源于冰川上的季节 (冬季) 积雪, 在河道上能产生径流, 中午或下午还常有小洪峰出现, 冬季积雪约在 6 月初消融完。以后冰川消融完全依赖于夏季降水 (雪) 和冰川冰。冰川消融水量除一部分蒸发外, 其它部分均产生汇流, 消融越强, 汇流时间越短。1 号冰川区气温最高发生在下午 2 时左右, 洪峰流量约在下午 3~4 时, 所以汇流历时为 1~2 个小时; 洪峰流量 Q_m 大小与洪峰流量系数 ϕ 、冰川面积 F , 消融强度 S 和汇流历时 τ^n 有关, 它们之间关系可用下式表示:

$$Q_m = \frac{\phi ES}{\tau^n} \quad (1)$$

但是对于面、坡降一定的冰川, ϕ , S , τ^n 完全决定于消融深度, 在单位时间内消融深度越大, ϕ , S , τ^n 也越大。冰川的消融与气温有着直接关系, 这种关系是对应的 (图 3), 但是降水对消融仍起着很大的作用, 除暴雨外 (暴雨的冲击力能把冰面上疏松冰块带入河道), 降水期间由于气温偏低而消融减弱。

图 3 1 号冰川 1994 年气温过程线

Fig. 3 Temperature and runoff of Glacier No. 1, 1994

冰川消融有表面消融、内部消融和底部消融 3 种，但多数冰川以表面消融为主。根据 1 号冰川消融情况，这里仅考虑表面消融。如果用 1 号冰川表面消融深度和冰川以下水文点径流资料（扣除周围非冰川径流），可建立冰川消融深度与径流深度关系式（杨新元等，1994）。设 y 为径流深（mm）； A_g 为消融深度（mm），其关系式为：

$$y = 0.7098 A_g - 106.94 \quad (2)$$

1 号冰川多年平均消融深度为 773mm，由式（2）得出，多年平均径流深度为 442mm。冰川径流主要来自冰川消融，可从冰川物质平均值与径流对应关系说明（表 1）。

表 1 1 号冰川物质平均与径流关系

Table 1 Correlation between mass balance and runoff of Glacier No. 1

年 份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
物质平均值 (mm)	- 612	- 723	- 176		- 644	106	52	- 720	23
年径流量 ($10^4 m^3$)	215.7	318.7	137.2	253.0	175.7	140.8	208.0	130.8	243.0

注：1 号冰川水文点集水面积 $3.34 km^2$ ，其中非冰川面积 $1.50 km^2$ 。

综上所述，可以得出以下结论：

(1) 乌鲁木齐河源从 60 年代初至 90 年代初，夏季 6~8 月平均气温回升了 0.14 ；降水总—7~8 月减少 19mm，6~8 月减少 24mm，年降水总量减少 17mm。

(2) 乌鲁木齐河源 1 号冰川从 60 年代初至 90 年代初，平均每年减薄 140mm 水层，根据趋势计算，今后若干年冰川仍有减薄的可能，而且平均每年减薄厚度在增大。

参 考 文 献

- 中国科学院兰州冰川冻土研究所. 1986. 中国冰川目录 (). 北京: 科学出版社, 34~41.
 杨新元等. 1994. 乌鲁木齐河源气候特性与冰川融水径流. 冰川冻土, 16 (2): 147~154.

The Variation Trends of Temperature and Precipitation and Their Influence on Glaciers in the Headwaters of the Urumqi River

Yang Xinyuan and Han Tianding

(Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences, 730000)

Abstract

The runoff in the Urumqi River mainly depends on precipitation and snow and ice melt-water. Because of the summer warming and precipitation reducing, the glacier is thinning. It is Found that the Mean summer (June ~ Aug.) temperature has increased 0.14 °C, and the precipitation has decreased 19 mm (July ~ Aug.) or 24 mm (June ~ Aug.) in the glaciated region from the beginning of 1960s to the beginning of 1990s. The annual precipitation has decreased 17 mm. The glacier No. 1 has thinned 140 mm per year since 1960s. A thinning rate of 181 mm/a was measured in 1990 ~ 1993. It is expected that the thinning rate will increase.

Key words: temperature, precipitation, runoff, melting

第一作者简介: 杨新元, 男, 52 岁, 高级实验师, 1965 年毕业于湖南水利电力专科学校陆地水文专业。现从事中国科学院天山冰川观测试验站水文气象观测与研究。