

# 喜马拉雅山南坡冬季暴雪对高原南部冰芯中稳定同位素记录的影响\*

田立德 姚檀栋

孙维贞 蒲健辰 王宁练

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州, 730000)

## 摘要

聂拉木气象站降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化表明, 夏季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  为一低值阶段, 冬季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  总的来说为一高值阶段, 但冬季暴风雪中  $\delta^{18}\text{O}$  的值和夏季强的季风活动中降水的  $\delta^{18}\text{O}$  一样很低。由于该地区冬季降水十分活跃, 冬季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化对该地区冰芯记录将产生重要的影响。首先是用  $\delta^{18}\text{O}$  的季节变化来对冰芯定年产生一定的困难, 其次喜马拉雅山中段冰芯中的  $\delta^{18}\text{O}$  记录不仅包括了夏季季风活动的强弱信息, 而且冬季强的暴风雪过程也记录在内。

关键词: 稳定同位素, 喜马拉雅山南坡, 冬季暴雪, 冰芯。

## 1 引言

冰芯中  $\delta^{18}\text{O}$  不仅是反映古代气候变化的温度计, 而且也是冰芯断代的一种重要有效的手段。在青藏高原北部地区, 降水中  $\delta^{18}\text{O}$  具有显著的温度效应, 夏季高冬季低<sup>[1,2]</sup>。而且这种季节变化特征也是青藏高原北部冰芯断代的一种主要手段。但在青藏高原最南端, 分析降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化特征还只限于夏季<sup>[3,4]</sup>。而研究喜马拉雅山南部地区冬季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化。一般认为在高原南坡, 降水中  $\delta^{18}\text{O}$  冬季高夏季低<sup>[5]</sup>, 和在高原北部地区正好相反。喜马拉雅山南坡地区冬季降水占全年降水的比例很大。秋冬季节孟加拉风暴北上可以影响藏南地区<sup>[6]</sup>, 因而秋冬季降水对该地区冰芯中  $\delta^{18}\text{O}$  记录产生一定影响。近两年来在喜马拉雅山山脉中段开展了冰芯提取和研究工作, 分析该地区降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化特征对解释该地区冰芯中  $\delta^{18}\text{O}$  记录有重要意义。本文首次取得了有关喜马拉雅山南坡聂拉木气象站连续两年降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的资料, 对喜马拉雅山南坡降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的季节变化, 尤其是对于冬季降水中的  $\delta^{18}\text{O}$  的变化特征, 有了新的认识。

## 2 降水样的收集和测量

从1996年夏到1998年秋, 连续在喜马拉雅山南坡的聂拉木气象站对降水中  $\delta^{18}\text{O}$  进行了连续观测, 收集了每次降水的水样并密封好, 同时也记录下了每次降水的起止时间和起

\* 初稿时间: 1999年7月27日; 修改稿时间: 1999年11月22日。  
资助课题: 国家重点基础研究发展规划(G1998040800), 中国科学院创新方向项目(KZCX2-301), 以及中国科学院寒区旱区环境与工程研究所创新项目(CACX-210506)。

止时的气象资料。这些水样被运到中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰芯与寒区环境实验开放研究实验室用 MAT-252 质谱仪进行分析测量,测得的结果为与“标准平均大洋水(VSMOW)”的千分差,测量的最大误差小于 0.2‰。

### 3 结果与讨论

解释冰芯中  $\delta^{18}\text{O}$  的前提条件是对现代降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化规律有一正确认识,而其中重要的一个方面就是其季节变化。由于喜马拉雅山脉对水汽的阻挡作用,山脉两侧降水的季节分布和高原内部大不相同。在山脉北侧,冬季降水很少;而在山脉南麓冬季降水在一年降水中占比例很大<sup>[7]</sup>。因此,和青藏高原内部不同,喜马拉雅山脉南坡冰川积累中秋冬季降水占很大比例,冰芯中冬季降雪的  $\delta^{18}\text{O}$  不容忽视。

聂拉木位于喜马拉雅山脉的南麓,与希夏邦马峰很近,降水中  $\delta^{18}\text{O}$  有相似的变化。图1为1997年夏季在希夏邦马地区 5800 m 处测得的降水中  $\delta^{18}\text{O}$  和聂拉木气象站测得的降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的比较,虽然采样的时间还存在差异,但降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化具有相同的趋势。因而,研究聂拉木降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的变化特征有助于我们对喜马拉雅山脉南坡地区冰芯中稳定同位素记录的了解。

受南亚季风的影响,聂拉木夏季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  为一个低值阶段,而冬季总的来说  $\delta^{18}\text{O}$  值较高(图2)。但在1997年12月9~12日出现了一次强的降雪过程,降水量达到了 118.5 mm。同时,降雪中  $\delta^{18}\text{O}$  低至  $-23.8\text{‰}$ 。从历史天气图中可以看出,这次强降雪是由西风气流南支槽前的西南气流带来了印度洋的水汽(图略)所引起的。这次天气过程在喜马拉雅山南坡地区产生了强烈的降雪。这次降雪中的  $\delta^{18}\text{O}$  极低,接近于夏季强的季风活动过程中降水中  $\delta^{18}\text{O}$  值。由于在聂拉木冬季降水很大,这种降水中极低的  $\delta^{18}\text{O}$  势必会对喜马拉雅山脉南坡地区冰芯中的  $\delta^{18}\text{O}$  记录产生不可忽视的影响。

图3为根据测得的聂拉木气象站历次降水中  $\delta^{18}\text{O}$  与降水量做出的降水中  $\delta^{18}\text{O}$  随降水积累量的变化。1997年末的一次强暴风雪可以在降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的季节变化中产生一个低值区,该低值区中  $\delta^{18}\text{O}$  和夏季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  基本在同一水平上,甚至低于夏季降水中  $\delta^{18}\text{O}$ 。出现这一现象的结果是,在降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的季节变化曲线上一年出现了两个低值区。其中一个为夏季降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的低值区,另一个是秋冬季强暴风雪导致降水中  $\delta^{18}\text{O}$  的低值区。

虽然冬季一次降雪的降水量达到 100 mm 以上的现象并不多见,但从 1966~1998 年

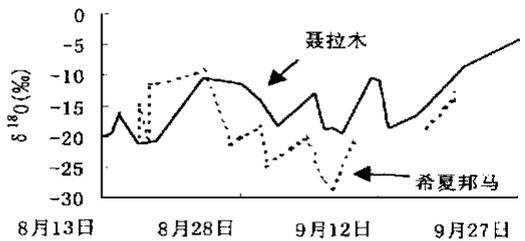


图1 聂拉木和希夏邦马冰川区降水中  $\delta^{18}\text{O}$

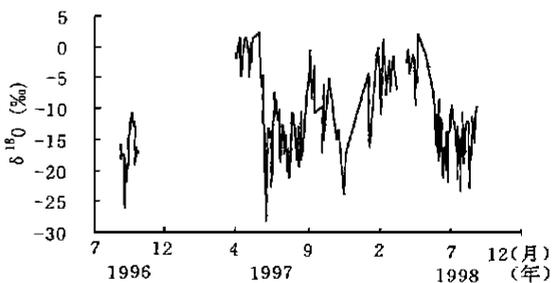


图2 1996年夏至1998年夏聂拉木降水中  $\delta^{18}\text{O}$  随时间的变化

气象观测资料来看,聂拉木冬季月(12月、1月和2月)降水在许多年份都相当高,其中有数次月降水量超过了100 mm(图4)。

因此,喜马拉雅山南坡降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 的季节变化,总的看来是冬高夏低。但在出现冬季强暴风雪的年份,情况较特殊,秋冬季的强暴风雪会使降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 产生极低值。在这种情况下,一年中可能出现两个 $\delta^{18}\text{O}$ 的低值区。

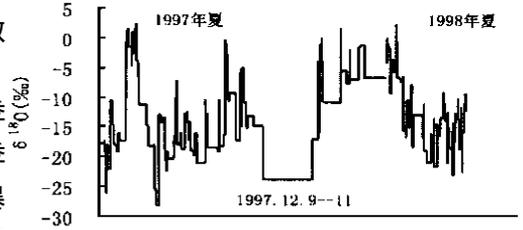


图3 聂拉木降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 随降水积累量的变化

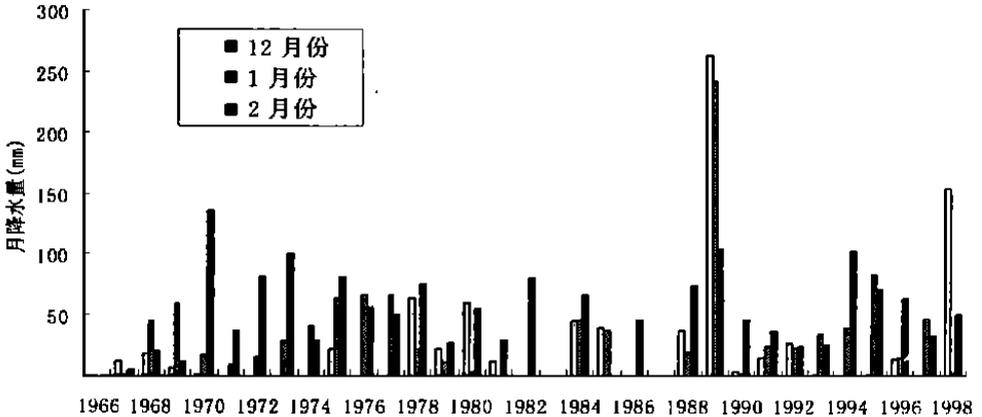


图4 聂拉木历年冬季月份(12月和次年1月和2月)的降水量

其中一个是由于夏季季风降水带来的极低值,它是由季风在一年中的变化所引起的,是一种有规律的季节变化;另一个为秋冬季的暴风雪带来的极低值,是由天气过程引起的,而且并非年年皆有。降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 的这种季节变化规律,首先是使得利用冰芯中 $\delta^{18}\text{O}$ 的季节变化来对喜马拉雅山南坡的冰芯进行定年变得复杂。其次,喜马拉雅山南坡冰芯中 $\delta^{18}\text{O}$ 记录和青藏高原内部有所不同,青藏高原北部冰芯的冰川积累以夏季为主,冰芯中的 $\delta^{18}\text{O}$ 记录也主要记录夏季的气候环境变化信息,而在喜马拉雅山南坡冰芯中 $\delta^{18}\text{O}$ 不但包含了夏季季风活动的气候环境信息,而且也包含了秋冬季的强暴风雪降水过程中的气候环境信息。

致谢:聂拉木气象站的工作人员为我们收集了降水水样,康兴成副研究员给予了建议和帮助,在此一并致谢!

## 参考文献

- 1 Yao Tandong, Thompson L G, Thompson E M, et al. Climatological significance of  $\delta^{18}\text{O}$  in the north Tibetan ice cores. *J Geophys Res*, 1996, 9: 29531 ~ 29537
- 2 章新平,施雅风,姚檀栋. 青藏高原东北部降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 的变化特征. *中国科学(B辑)*, 1995, 25(5): 540 ~ 547
- 3 姚檀栋,丁良福,蒲健辰等. 青藏高原唐古拉地区降雪中 $\delta^{18}\text{O}$ 特征及其与水汽来源的关系. *科学通报*, 1991, 20: 1570 ~ 1573
- 4 田立德,姚檀栋,蒲健辰等. 拉萨夏季降水中氧稳定同位素变化特征. *冰川冻土*, 1997, 19(4): 295 ~ 301
- 5 皇翠兰,姚檀栋,蒲健辰等. 青藏高原希夏邦马冰芯中的环境变化信息. *科学通报*, 1997, 43(17): 1902 ~ 1903

- 6 朱福康, 郑新红, 罗敬宁等. 藏南暴雪过程的水汽图像. 科学通报, 1998, 43 (20): 2232 ~ 2235
- 7 吴永森. 青藏高原的降水. 见: 戴加洗主编. 青藏高原气候. 北京: 气象出版社: 1990, 171 ~ 196

## THE EFFECT OF SNOW STORM IN THE SOUTH OF HIMALAYAS ON $\delta^{18}\text{O}$ IN ICE CORE RECORD

Tian Lide Yao Tandong Sun Weizhen Pu Jianchen Wang Ninglian

*(Laboratory of Ice Core and Cold Regions Environment, Cold and Arid Regions*

*Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)*

### Abstract

Study on  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation at Nyalam in the south slope of the Himalayas shows that the  $\delta^{18}\text{O}$  in winter precipitation in the south of the Himalayas is quite different from that in the north of the Tibetan Plateau.  $\delta^{18}\text{O}$  in summer is characterized by low value. In winter,  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation is generally high. However, strong snow storm is characterized by extremely low value of  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation, which is in the same level as in the summer period. This phenomenon has an obvious effect on the ice core record in the south of the Tibetan Plateau, for the frequent snow storm in the south of Himalayas. On the one hand, the complexity of seasonal variation of  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation in the south to the Himalayas results in the difficulty of ice core dating in this area. On the other hand,  $\delta^{18}\text{O}$  in the ice core record in the south of the Tibetan Plateau includes not only the signal of summer monsoon, but also the winter storm.

**Key words:**  $\delta^{18}\text{O}$ , South slope of Himalayas, Winter snow storm, Ice core.