

# 藏北高原 D110 点土壤温度的极值分析<sup>\*</sup>

杨梅学<sup>1</sup> 姚檀栋<sup>1</sup> 何元庆<sup>1</sup> 小池俊雄<sup>2</sup>

(1 中国科学院兰州冰川冻土研究所水芯与寒区环境实验室 兰州 730000; 2 日本长岗技术科学大学)

**提 要** 通过藏北高原 D110 点一年中不同深度土壤温度的日最高值、日最低值及日温差的分析, 表明从 0 cm ~ 40 cm, 土壤温度的日最高值的变化剧烈, 而日最低值的变化则相对平稳。冬半年土壤温度的日最低值、日最高值比较接近, 日温差较小, 而且它们随时间的变化比较平稳; 但夏半年(5~9月)波动较冬半年的大, 且最高温的波动要比最低温的波动大得多; 随深度的增加日温差减小, 在 80 cm 深处已基本看不到日温差的变化。

**关键词** 藏北高原 土壤温度 日最低温 日最高温 日温差

**分类号** 《中图法》S 152.8.S 159 文献标识码 A

亚洲季风系统是全球气候系统中能量和水分循环中的重要组成部分, 而青藏高原上的能量和水分循环在亚洲系统中又扮演着重要角色, 对高原上热源以及与其相联系的陆气相互作用的更详细的、定量的研究, 将会使以数值模式来全面了解青藏高原上的能水循环及其对亚洲季风系统的作用变得现实可行。尽管基于 1979 年的青藏高原气象试验(QXPM EX), 对大气热源的空间分布及其从日到季节的变化已经进行了大量的研究<sup>1~9</sup>, 但是由于高原上地表复杂的自然特征和不同的气候特点, 以及高原上相对较少的地面观测站, 因此仍然有许多是我们目前仍未完全了解的。

从 1996 年起, 中日科学家合作进行了“全球能水循环——青藏高原亚洲季风试验”(GAME-Tibet)国际合作项目, 并于 1997-07~1997-09 进行了第一阶段的野外工作, 在藏北高原沿青藏公路建立了几个土壤湿度和温度观测系统(SMTMS)和自动气象站(AWS), 在 1998-05~1998-09 进行了加强观测, 并增加了一些其它项目, 取得了大量的第一手资料, 本文主要就 D110 点一年中不同深度土壤温度的日最高值、日最低值及日温差进行了分析。

## 1 D110 点概况、数据的采集及其处理

### 1.1 D110 点概况

D110 点位于青藏公路 110 道班附近, 在扎加藏布河南岸一级阶地上, 位于 32°41.485'N, 92°51.267'E, 海拔高度 5 000 m; 地表为沼泽化草丘, 有轻微盐渍化, 植被覆盖 30%~40%, 为小蒿草。土壤为河流相沉积物, 上部为粗砂、细砂组成, 下部细砂为主, 夹有粉砂透镜体, 地下水位在 1.30 m 左右。

### 1.2 数据的采集

1997-08-02 在该处不同深度埋设了土壤温度和湿度观测系统(SMTMS), 其中土壤温度由 10 个白金地温探头(Pt)及数采仪(DATALOG)组成, 每小时记录一次, 地温探头(Pt)的埋设深度分别为 0 cm, 4 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 130 cm, 160 cm 和 180 cm。

### 1.3 数据的处理

所用数据的记录时段为 1997-08-02~1998-09-18(GAME-Tibet 加强观测期间结束, 数据记

<sup>\*</sup> 中国科学院重大项目 KZ951-B1-212, 冰冻圈研究项目和中日合作 GAME-Tibet 项目资助。

收稿日期: 1998-12-04; 改回日期: 1999-01-15。

录仍在继续),我们首先求出不同深度土壤温度每天的最高值和最低值,然后求其差值,即为不同深度土壤温度的日温差。

### 2 结果分析

图 1 为地表土壤温度日最低值、日最高值的时间变化,可以看出土壤温度的日最高值的变化剧烈,而日最低值的变化相对平稳。在 1997-10 初到 1998-04 末,即冬半年土壤温度的日最低值、日最高值比较接近,日温差较小,而且它们随时间的变化比较平稳;但在 5 月,地表土壤温度基本上都大于零,且其波动较冬半年的大。但最高温的波动要比最低温的波动大得多。同时在 1997-09 末,土壤日最高温迅速降低,但最低温降低较慢,因此日温差迅速减小,当土壤开始冻结以后,日最高温与最低温接近且继续降低,土壤温度的波动变得很小,一直到次年 2 月中旬,日最高温和日最低温同时达到最低值,然后开始回升,但回升缓慢且波动较小,这种状况一直持续到 4 月末。在 1998-05 初,日最高温与日最低温已升到 0℃左右,然后日最高温迅速升高,而且波动很大(可达 20℃左右),日最低温也在波动中上升,但波动不大(最大不超过 7℃)。

4 cm 和 20 cm 深处土壤温度日最高温和日最低温(图 2 和图 3)的变化趋势与图 1 相似,也是 > 0℃时波动较大且日温差也较大,在 < 0℃(即土壤冻结以后)波动较小且日温差也很小。但也有不同之处,4 cm 深处土壤日最高温比地表土壤日最高温要小,但日最低温却比地表土壤的大,这样就使得日温差较小;同时在 9 月末的降温和 5 月初的升温过程中,日最低温的降温和升温速度也有所加快。而 20 cm 深处土壤日最高温比 4 cm 深处土壤日最高温要小,但日最低温却比 4 cm 深处土壤的大,这样就使得日温差进一步减小;同时在 9 月末的降温和 5 月初的升温过程中,日最低温的降温和升温速度也进一步加快。在 40 cm 和 60 cm 深处(图 4 和图 5),土壤日最高温继续降低,日最低温的降温变化不大,使得日温差继续减小,而在 80 cm 深处(图 6),已几乎看不到日温差的存在。

D110 点各层土壤日温差的时间变化,在图 7 中表现得更为清楚,从 0 cm ~ 40 cm, 1997-10 初到 1998-04 末,日温差均很小;而在 5~9 月,则存在明显的日温差,且随深度的增加日温差减小。

同时,从图 1~6 还可以看出一个有趣的现象,即除地表土壤日最低温以外,各层土壤的日最高温和日最低温,其 5 月份左右的升温过程要比 9 月份左右的降温过程快。这是藏北高原的普遍现象,还是有

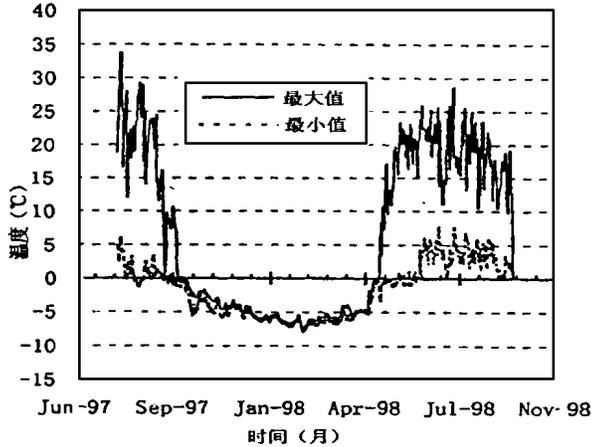


图 1 D110 点 0cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig. 1 The daily maximum and minimum ground temperature on surface at D110 site

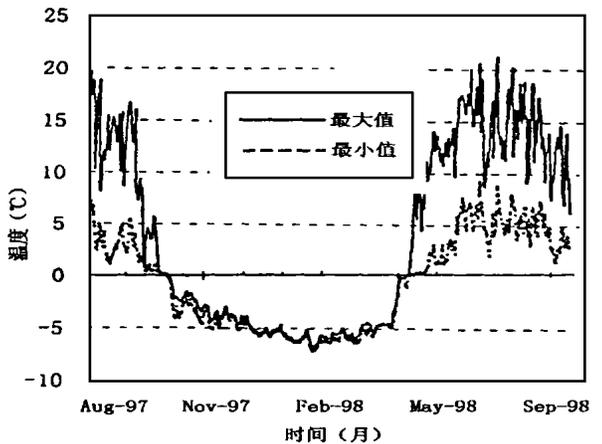


图 2 D110 点 4 cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig. 2 The daily maximum and minimum ground temperature at 4 cm depth at D110 site

其特殊性(因为 1997 年冬天藏北高原的安多—那曲一带曾发生雪灾, 造成该处较厚且持续时间较长的积雪覆盖), 这有待进一步的监测和研究。

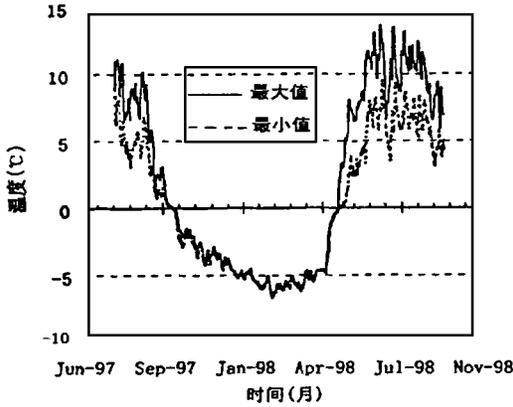


图 3 D110 点 20 cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig.3 The daily maximum and minimum ground temperature at 20cm depth at D110 site

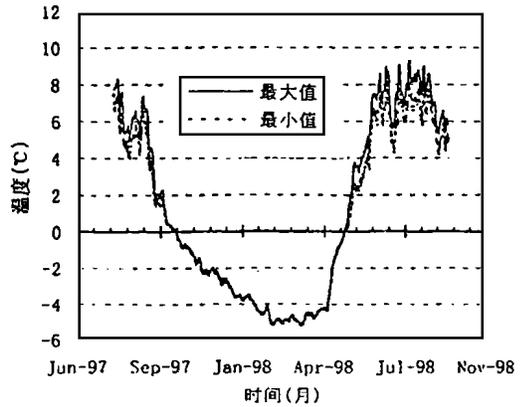


图 4 D110 点 40cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig.4 The daily maximum and minimum ground temperature at 40cm depth at D110 site

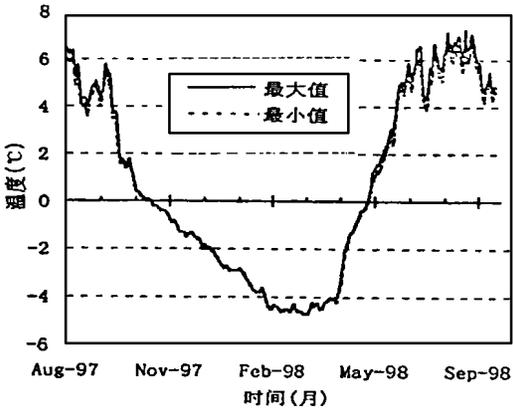


图 5 D110 点 60 cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig.5 The daily maximum and minimum ground temperature at 60cm depth at D110 site

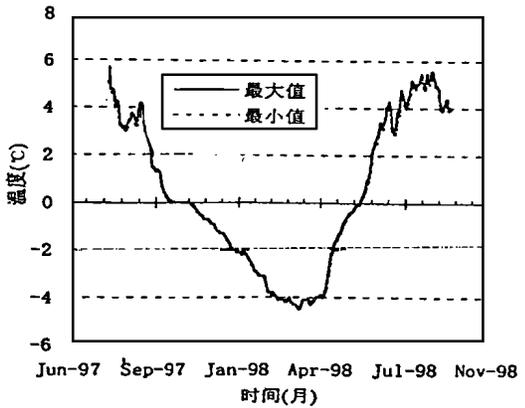


图 6 D110 点 80 cm 深处日土壤温度的最低值及最高值

Fig.6 The daily maximum and minimum ground temperature at 80cm depth at D110 site

### 3 结论

藏北高原 D110 点一年中不同深度土壤温度的日最高值、日最低值及日温差的分析表明, 地表土壤温度的日最高值的变化剧烈, 而日最低值的变化则相对平稳。冬半年土壤温度的日最低值、日最高值比较接近, 日温差较小, 而且它们随时间的变化比较平稳; 但在 5~9 月, 其波动较冬半年的大。且最高温的波动要比最低温的波动大得多。同时在 1997-09 月末, 土壤日最高温迅速降低, 但最低温降低较慢, 因此日温差迅速减小, 当土壤开始冻结以后, 日最高温与最低温接近且继续降低, 土壤温度的波动变得很小, 一直到次年 2 月中旬, 日最高温和日最低温同时达到最低值, 然后开始回升, 但回升缓慢且波动较小, 这种状况一直持续到 4 月末。1998-05 初, 日最高温与日最低温已回升到 0℃左右, 然后日最高温迅速升高, 而且波动很大(可达 20.℃左右), 日最低温也在波动中上升, 但波动不大(最大不超过 7℃)。

4 cm 和 20 cm 深处土壤温度日最高温和日最低温的变化趋势与地表相似,但也有不同之处。4 cm 深处土壤日最高温比地表土壤日最高温要小,但日最低温却比地表土壤的大,这样就使得日温差较小;同时在 9 月末的降温和 5 月初的升温过程中,日最低温的降温和升温速度也有所加快。而 20 cm 深处土壤日最高温比 4 cm 深处土壤日最高温要小,但日最低温却比 4 cm 深处土壤的大,这样就使得日温差进一步减小;同时在 9 月末的降温和 5 月初的升温过程中,日最低温的降温和升温速度也进一步加快。在 40 cm 和 60 cm 深处,土壤日最高温继续降低,日最低温变化不大,使得日温差继续减小,而在 80 cm 深处,已几乎看不到日温差的存在。

从 0 cm ~ 40 cm, 1997—10 初到 1998—04 末,日温差均很小;而在 5~9 月,则存在明显的日温差,且随深度的增加日温差减小;除地表土壤日最低温以外,各层土壤的日最高温和日最低温,其 5 月份左右的升温过程要比 9 月份左右的降温过程快。这是藏北高原的普遍现象,还是有其特殊性,还有待进一步的监测和研究。

致谢 GAME-Tibet 野外工作间期,中日工作人员曾给予诸多帮助,特此感谢!

### 参 考 文 献

- 1 Chen, L., E. R. Reiter, and Z. Feng. 1985. The atmospheric heat source over the Tibetan Plateau: May—August 1979. *Mon. Wea. Rev.*, 113, 1771~1790
- 2 Feng, Z., E. R. Reiter, and L. Chen. 1985. The atmospheric heat budget over the western part of the Tibetan Plateau during MONEX, 1979. *Advances in Atmos. Sci.*, 2, 445~468
- 3 Yanai, M., C. Li. 1994. Mechanism of heating and the boundary layer over the Tibetan Plateau. *Mon. Wea. Rev.*, 122, 305~532
- 4 徐光生, 马玉堂. 青藏高原土壤热通量的测量计算和气候推广方法. 青藏高原气象科学实验文集(二)北京: 科学出版社, 1984, 35~45
- 5 章基嘉, 彭永清. 夏季青藏高原各热源分量的时频特征及高度场对它们的响应. 青藏高原气象科学实验文集(一). 北京: 科学出版社, 1984, 182~193

第一作者简介 杨梅学,男,30岁,博士研究生。1990年毕业于兰州大学大气科学系,1996年在兰州大学大气科学系获硕士学位。现主要从事冰芯气候记录及寒区环境方面的研究工作。

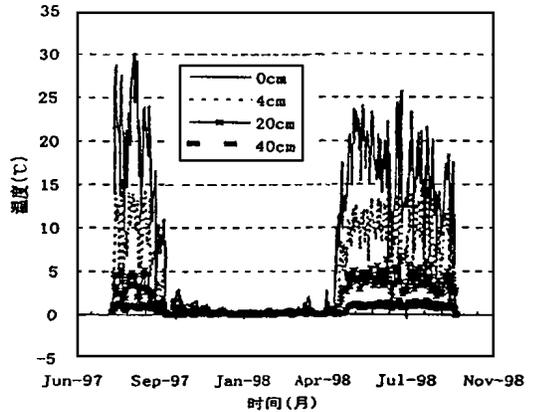


图 7 D110 点不同深度土壤日温差的时间变化  
Fig. 7 The variation of the daily range of ground temperature at different depth at D110 site

## THE EXTREME VALUE ANALYSIS OF THE GROUND TEMPERATURE IN NORTHERN PART OF TIBETAN PLATEAU RECORDS FROM D110 SITE

YANG Mei xue<sup>1</sup> YAO Tan dong<sup>1</sup> HE Yuan qing<sup>1</sup> Toshio KOIKE<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> *Laboratory of Ice Core and Cold Region Environment,*

*Lanzhou Institute of Glaciology and Geocrylogy, CAS, Lanzhou 730000;*

<sup>2</sup> *Nagaoka University of Technology, Japan*)

**Abstract** The analysis based on the daily maximum, minimum and daily range of the ground temperature at different depths at D110 site, northern part of Tibetan Plateau, showed that from surface to 40cm depth the variation of the daily maximum ground temperature was strong. The variation of the daily minimum ground temperature was weak. In winter season, the daily maximum ground temperature and the daily minimum ground temperature are near. The daily range of ground temperature is small and its variation is gentle. The variation in Summer season are larger than that in winter. The variation of the daily maximum ground temperature is much larger than that of the daily minimum ground temperature. Except the surface daily minimum ground temperature, the increasing processes of the ground temperature in May in all depths are larger than the decreasing processes in September. However, it is need to observe and study further whether this is the usual feature in northern part of Tibetan Plateau or it is just a special feature.

**Key Word** northern part of Tibetan Plateau, ground temperature, daily maximum ground temperature, daily minimum ground temperature, daily range of ground temperature