

藏北高原土壤温度分布的纬向效应和高度效应^{*}

杨梅学¹ 姚檀栋¹ 小池俊雄²

(1 中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境实验室 兰州 730000;

2 日本长岗技术科学大学环境建设系地球环境研究室)

提 要 利用 GAME-Tibet 野外观测期间所得藏北高原不同地点土壤温度资料, 对藏北高原土壤温度分布纬向地带性和垂直地带性特征进行分析, 结果表明夏季土壤温度分布主要表现为高度效应, 而冬季土壤温度分布主要表现为纬度效应。年平均土壤温度分布是纬度效应和高度效应综合作用的结果。

关键词 藏北高原 土壤温度 纬度效应 高度效应

分类号 《中图法》S125.8 S159.2.75 **文献标识码** A

青藏高原是世界中、低纬度海拔最高、面积最大的高原冻土区, 冻土面积约 $150 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。高原面一般海拔为 4 000 m ~ 5 000 m, 高原既高又大的特点, 决定了多年冻土的高度地带性同时具有水平地带性变化^[1]。研究表明, 冻土温度受坡向、海拔、地质构造、岩性、地下水等因素的影响与制约, 一般变化在 $-0.5^\circ\text{C} \sim -3.5^\circ\text{C}$ 之间。在其它条件相同情况下, 随着纬度和高度的改变, 冻土温度和厚度有如下变化规律: 海拔每上升 100 m, 冻土年平均地温下降 $0.6^\circ\text{C} \sim 1.0^\circ\text{C}$, 冻土厚度增加 15 m ~ 20 m; 自北向南推进 150 km, 冻土年平均地温升高 $0.5^\circ\text{C} \sim 1.0^\circ\text{C}$, 厚度减小 10 m ~ 20 m^[2]。但孙鸿烈指出, 作为纬向地带性主要因素的太阳辐射仍然显示出它的影响, 表现为温度(年均温, 最冷月均温等)从南到北递减^[3]。本文主要就中日科学家合作进行的“全球能水平衡试验—青藏高原亚洲季风试验(GAME-Tibet)”野外工作期间所得到的不同地点土壤温度资料, 对藏北高原土壤温度与纬度和海拔高度之间的关系进行了初步分析。

1 数据的采集及各点概况

土壤温度是由 10 个白金地温探头(Pt)和数采仪组成, 地温探头的埋设深度分别为 4 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 130 cm, 160 cm, 200 cm, 最深点根据坑深有所不同。数据进行自动采集, 每小时记录一次。

我们主要沿青藏线从北向南布点, 各点的具体地理位置、经纬度、海拔高度、植被状况等如表 1。

2 土壤温度与海拔高度和纬度的关系

因为对同一地点而言, 不同深度土壤温度的变化趋势基本相同, 因此我们这里主要分析 80 cm 深处夏季(8 月份)、冬季(1 月份)及年平均土壤温度与纬度和海拔高度的关系。

2.1 夏季土壤温度与纬度和海拔高度的关系

我们用 80 cm 深处 8 月份的平均土壤温度作为夏季的土壤温度, 来分析其分布与纬度和海拔高度的关系。在图 1 中, 纬度数值为实际纬度(表 1)减 29, 从南到北的不同地点, 中有些为多年冻土地区(如

^{*} 基金项目: 中科院重大项目 KZ-951-B1-212, 冰冻圈中日国际合作项目 GAME-TIBET UQW MEGL。

收稿日期: 1998-12-04; 改回日期: 1999-06-08。

表 1 数据采集点概况
Table 1. A survey of sites

地点	经纬度	海拔高度 (m)	地理位置描述	植被状况
D66	35° 31.394N, 93° 47.078E	4560	青藏公路 66 道班附近, 昆仑山山前冰水洪积扇的前缘	
沱沱河	34° 13N, 92° 26E	4533	沱沱河气象站内, 沱沱河南岸一级阶地	地表平坦, 干燥。植被覆盖 80% ~ 90%, 主要为小蒿草, 半干旱草原景观
D110	32° 48.5N, 92° 51.267E	5000	110 道班附近, 在扎加藏布河南岸一级阶地	地表为沼泽化草丘, 有轻微盐渍化, 植被覆盖 30% ~ 40%, 为小蒿草。
WADD	32° 06.7N, 91° 49.469E	5080	113 道班以北, 桃尔九山南坡。	地表干燥, 植被覆盖 40% ~ 50%, 附近为半固定沙丘。
NODA	32° 59.5N, 91° 48.045E	4850	安多以北沿青藏公路约 40km 处, 安多河西岸的山前坡地上	
安多	32° 46.8N, 91° 37.507E	4710	安多以西安(多)一尼(玛)公路 7km 处, 位于山前台地。	地表为草地, 较干燥, 草被 > 80%
MS3608	31° 59.5N, 91° 47.009E	4610	青藏公路 K3478 里程, 荷马乡附近, 位于山麓坡地与山间湿地接壤地带	植被覆盖 80% ~ 90%, 以小蒿草为主, 较干燥
MS3637	31° 04.8N, 91° 39.423E	4650	青藏公路 K3637 里程附近的山间平地上	植被覆盖 40% ~ 50%, 地表较干燥

D 66), 而有些则为季节冻土地区。从图 1 可以看出, 土壤温度随海拔高度的增加降低, 对应关系相当好。从 D 66 到沱沱河, 海拔高度降低了 27 m, 而土壤温度升高了 3.031 °C; 从沱沱河到 D 110, 海拔高度升高了 67 m, 土壤温度降低了 4.926 °C; 从 D110 一直到 MS 3 608, 海拔高度基本上是一直降低的, 大约降低了 390 m, 温度基本上也是一直相应地降低, 大约降低了 4.752 °C; 而从 MS 3 608 到 MS 3 637, 海拔高度升高, 土壤温度降低。但对于纬度来说, 尽管从北到南纬度降低, 同时温度从北到南总体上有升高的趋势, 但在有些地点(如从沱沱河到 D 110 以及从 MS 3 608 到 MS 3 637)却相反。可见夏季(8 月份)土壤温度主要受海拔高度的影响, 但纬度效应也在起作用, 例如从 D 66 到沱沱河的升温就是纬度效应和高度效应综合作用的结果。

2.2 冬季土壤温度与纬度和海拔高度的关系

图 2 为不同地点 80 cm 深处冬季 1 月份平均土壤温度与海拔高度和纬度的关系, 只是纬度为实际

纬度(表 1)减 31。可以看出, 纬度和土壤温度的变化对应得较好。从北到南纬度是降低的, 而土壤温度基本上是升高的, 只是在个别区段, 例如从 D 110 到 NODA, 纬度的变化不大而温度的降低较多。这可能与地表状况有关。因为有人曾研究列宁格勒雪被下和裸地的月平均温度, 表明在最寒冷的 1 月和 2 月雪被下土壤表面的温度比裸露土壤表面提高 6.5 °C ~ 7.2 °C, 同时雪被下土壤冻结的深度 < 0.4 m,

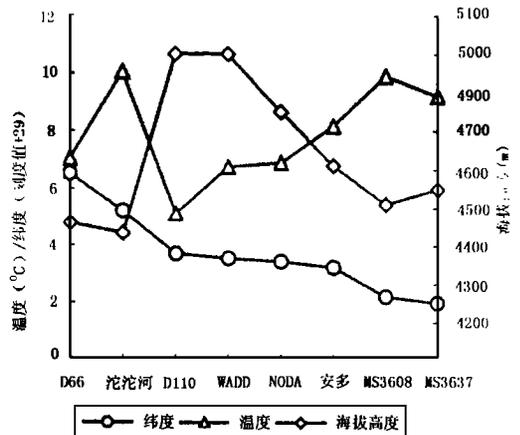


图 1 不同地点 80 cm 深处夏季(8 月份)土壤温度与纬度和海拔高度的关系

Fig. 1 The relationship between altitude and latitude and ground temperature in summer (August) at 80cm depth in different sites

而裸露土壤冻结的深度则> 0.8 m^[4]。同时, 在有些区段, 也存在微弱的高度效应, 可见在冬季土壤温度的空间分布主要表现为纬度效应, 但高度效应及地表状况的较大改变也会对其产生一定的影响。

2.3 年平均土壤温度与纬度和海拔高度的关系

尽管我们沿青藏公路一直从 D66 到 MS3637 都埋设了土壤温度和含水量观测系统, 但只有沱沱河、D66、安

多和 D110 处具有一个完整的年周期资料, 而在其它点, 由于数采仪的原因, 个别时段有缺测现象。考虑到年平均的代表性, 因此这里我们只用沱沱河、D66、安多和 D110 处的年平均土壤温度来分析它们与海拔高度和纬度之间的关系。

图 3 为 80 cm 深处上述各点土壤温度及海拔高度和纬度, 图上的纬度为实际纬度(表 1)减 33。可以看出, 从沱沱河到 D66 海拔高度和纬度都是升高的土壤温度是降低的; 从 D66 到安多, 海拔高度升高而纬度降低较多, 土壤温度是升高的, 可见主要是纬度效应; 从安多到 D110, 海拔高度升高, 纬度也升高, 土壤温度降低。因此, 就年平均土壤温度而言, 其空间分布既受纬度效应的影响, 也受海拔高度效应的影响。

3 结 论

通过上述分析, 可以得出如下结论: 1. 藏北高原土壤温度的空间分布在一年中不同季节, 其所受的主要影响

因素是不一样的; 2. 在夏季(8 月份)土壤温度的空间分布主要表现为高度效应, 即主要受海拔高度的影响; 在冬季(1 月份)土壤温度的空间分布主要表现为纬度效应, 即主要受纬度的影响。而年平均土壤温度的空间分布既表现出纬度效应, 也表现出海拔高度效应, 是两者综合作用的结果; 3. 不论何时, 土壤温度的空间分布不但同时受到海拔高度和纬度的影响, 而且也受到其它一些天气过程的影响, 特别会受到季节性积雪覆盖的影响, 因为季节性积雪分布的不均匀特性, 即一些地方有季节性积雪覆盖而另一些地方却在同一时期没有, 这可以较大的影响土壤温度的空间分布。不过, 我们的测点还在继续进行观测, 通过更多和更详细的资料积累, 我们还可以对藏北高原土壤温度空间分布的纬度效应和海拔高度效应进行进一步的分析。

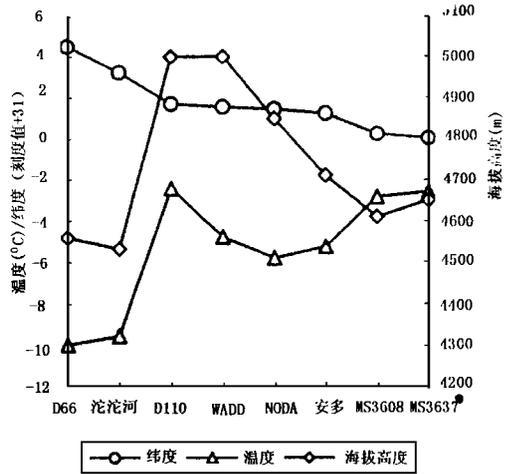


图 2 不同地点 80 cm 深处冬季(1 月份)土壤温度与纬度和海拔高度的关系

Fig. 2 The relationship between altitude and latitude and ground temperature in winter (January) at 80 cm depth in different sites

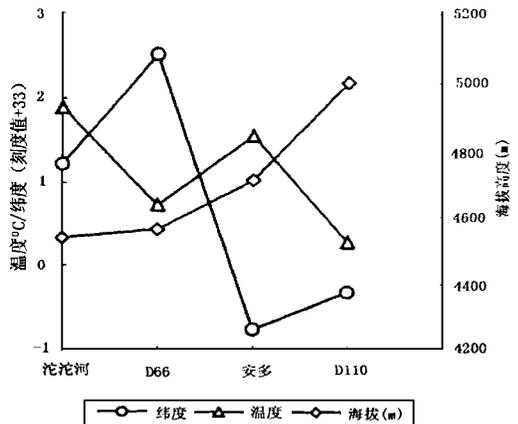


图 3 不同地点 80 cm 深处年平均土壤温度与纬度和海拔高度的关系

Fig. 3 The relationship between altitude and latitude and the annual mean ground temperature at 80 cm depth in different sites

致谢 第一作者特别感谢在野外工作期间 GAME-Tibet 野外工作人员给予的诸多帮助!

参 考 文 献

- [1] 程国栋. 气候变化对中国积雪、冰川和冻土的影响评估. 兰州: 甘肃文化出版社, 1997. 23~28
- [2] 徐学祖. 1/400 万中国冻土分布图的编制. 冰川冻土, 1982. 4(2): 18~26
- [3] 孙鸿烈. 世界屋脊之迷——青藏高原形成演化环境变迁与生态系统的研究. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1997. 123
- [4] 傅抱璞, 翁笃鸣, 虞静明等. 小气候学. 北京: 气象出版社, 1994. 312~317

第一作者简介 杨梅学(1968—), 见《山地学报》(原《山地研究》), 1999, 17(3): 210. (Tel: 0931-8841343-10)

THE LATITUDE AND ELEVATION EFFECTS OF THE GROUND TEMPERATURE DISTRIBUTION IN NORTHERN TIBET PLATEAU

YANG Mei-xue¹ YAO Tan-dong¹ Toshio KOIKE²

¹Laboratory of Ice Core and Cold Region Environment, Lanzhou Institute of
Glaciology and Geocryology, CAS, Lanzhou 730000;

²Hydrosphere and Atmosphere Interaction Laboratory, Department of Civil and
Environmental Engineering, Nagaoka University of Technology, Japan)

Abstract Based on the ground temperature data at different sites in the Northern Tibetan Plateau obtained during the GAME-Tibet field observation, the features of the latitude effect and elevation effect of the ground temperature in the Northern Tibetan Plateau were analyzed. The results demonstrated that the spatial distribution of the ground temperature in the Northern Tibetan Plateau was influenced by different factors in different season. The distribution feature of the ground temperature is elevation effect in summer (August) and latitude effect in winter (January), while the distribution feature of the annual mean ground temperature is the synthetical results of the elevation and latitude effects. However, at any time, the spatial distribution of the ground temperature is not only influenced by elevation and latitude simultaneously, but also by synoptic processes, especially, by seasonal snow cover. The heterogeneity of the seasonal snow cover distribution, namely, there were snow cover at some sites but not at other sites at the same period, could influence the spatial distribution of the ground temperature significantly. Anyhow, all sites still continue. According to much more and detailed data, the elevation effect and latitude effect of the spatial distribution of the ground temperature in the Northern Tibetan Plateau will be studied further.

Key Words Northern Tibet Plateau, ground temperature, latitude effect, elevation effect