

祁海山海北寒冻锥形土不同地形部位的地温状况及诊断特性

李英年

(中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

摘 要: 同海拔高度、距离相近的寒冻锥形土不同地形部位分布区, 虽然区域气候一致, 但地温分布具有显著的差异。寒冻锥形土不同地形部位 0 cm~50 cm 层次地温均表现较低的水平, 且南坡> 滩地> 北坡。冬季自表层到演化层地温升高明显, 夏季自上而下略有降低。地温年较差滩地> 北坡> 南坡。年内地温在冷暖转换期的春秋季节, 土壤热量交换迅速, 而在夏冬二季热量交换平稳。依土壤温度诊断特性来看, 海北不同地形部位的寒冻锥形土均属寒性土壤的温度状况, 其中北坡地温更低, 属寒冷性土壤温度状况。

关键词: 祁连山海北地区; 寒冻锥形土; 不同地形部位; 地温; 诊断特性

中图分类号: S155.3; S155.2⁺94; S152.8

文献标识码: A

寒冻锥形土(过去多称作亚高山草甸土)广布于青藏高原东部和东南部, 海拔高度一般在 3 900 m~4 600 m。在青海北部的祁连山地也有较多分布, 但因纬度偏北, 其分布区海拔高度可下降至 3 200 m 左右。长期来, 虽然对地温变化特征的研究报道不少^[1~4], 但限于条件, 这些研究报道多为平缓滩地, 而且属特定地温观测场地(裸露地表)的地温观测资料, 大面积山坡地带地温资料仍处于空白, 导致人们对有植被覆盖及其不同地形部位地温状况缺乏完整的认识。基于上述原因, 1991~1993 年我们依中国土壤系统分类研究课题的需求^[5], 在不同地形部位, 较系统地对植被覆盖下 0 cm~5 cm 地温状况进行了定位测定, 目的在于为中国土壤系统分类温度的诊断特性状况提供依据, 也将为高寒草甸生态系统的物质循环及能量流动的研究提供服务。现对有关观测结果给予总结。

1 研究地区自然条件概况及资料状况

1.1 自然条件

本研究点地处青藏高原东北隅, 青海北部祁连山北支冷龙岭东段南麓的大通河河谷, 中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(101°19'N、37°37'E, 海拔 320 m)实验研究区内。区域年内无四季之分, 只有冷暖二季之别。冷季(10 月至翌年 4 月)漫长寒冷、少雨干

燥; 暖季(5°~9°)短暂凉爽、多雨湿润。年平均气温 -1.7℃, 最冷月(1 月)平均气温 -14.8℃, 最暖月(7 月)平均气温 9.8℃。年内降水 450 mm~800 mm, 其中暖季降水占全年降水量的 80%^[6]。

特殊的自然环境及青藏高原隆起过程, 造就了适应寒冷湿中生多年生草本植物群落, 形成了以高寒矮嵩草草甸(土壤湿度较低的滩地、阳坡)、金露梅灌丛草甸(滩地、阴坡)为主要建群种的植被类型。牧草生长低矮, 初级生产力低等。洪积—冲积物(滩地)、坡积—残积(坡地)及古冰水沉积母质在不同水热条件下, 受植被改造发育多有寒冻锥形土的大量分布^[7,8]。

1.2 研究方法

研究在定位站实验区进行, 考虑到中国土壤系统分类水热诊断特性的需求, 地温观测点分别设在代表性较好的南坡、北坡、滩地等三不同地形部位, 其中滩地温度观测在气象站内地温观测场偏东 6 m 处。所有观测均在有自然植被覆盖下的土壤中进行。测温表用国产地温曲管和直管温度表。仪器安装是在不破坏植被的前提下, 采用打钻的办法, 将温度表安置于土壤, 并填实。观测深度分别为 10 cm、20 cm、40 cm 和 50 cm。观测时间、频度, 以及资料整理、统计等技术处理, 均按中央气象局《地面气象观测规范》^[9]要求进行。本文分析资料均为 1992 年测定值。

收稿日期: 2001-05-27; 改回日期: 2001-07-19。

基金项目: 中科院“九五”重大项目及特别支持项目(土壤系统分类 49131020, KZ951-A1-204, KZ951-A1-301, KZ95T-04, KZ95T-06)及中国生态系统网各研究监测项目基金资助。

作者简介: 李英年(1962-), 男(汉族), 青海乐都人, 高级工程师, 从事生物气象工作。E-mail: Liyingnian@China.com

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 结果与讨论

2.1 不同地形部位的地温分布

一般来讲, 一个地区地温的季节变化, 是在随太阳高度角年周期变化形成过程的季节气候变化中而发生变化, 表现有一高一低的单峰式曲线变化过程, 这种变化在地表表现最为明显。而在土壤较深层, 暖季热量自上而下传播, 冷季土壤表面因长波辐射首先冷却, 热量自下而上散失。表现出深层地温与地表温度年变化相联系, 是由地表温度高低波动来

决定, 变化规律与地表温度的变化相似, 但自上而下最高、最低出现时间(位相)滞后, 年变化振幅(年较差)减少。然而在同水平高度, 距离相近的不同地形部位(南坡、北坡及滩地)土壤温度变化存在很大的区别。

图1 绘出了1992年海北寒冻雏形土不同地形部位土壤10 cm、20 cm、40 cm、50 cm 四层次地温月际变化。表1 给出了地温年较差与有关月平均统计。可以看出, 不同地形部位地温年变化趋势大致相同, 但数值存在有较大的差异。

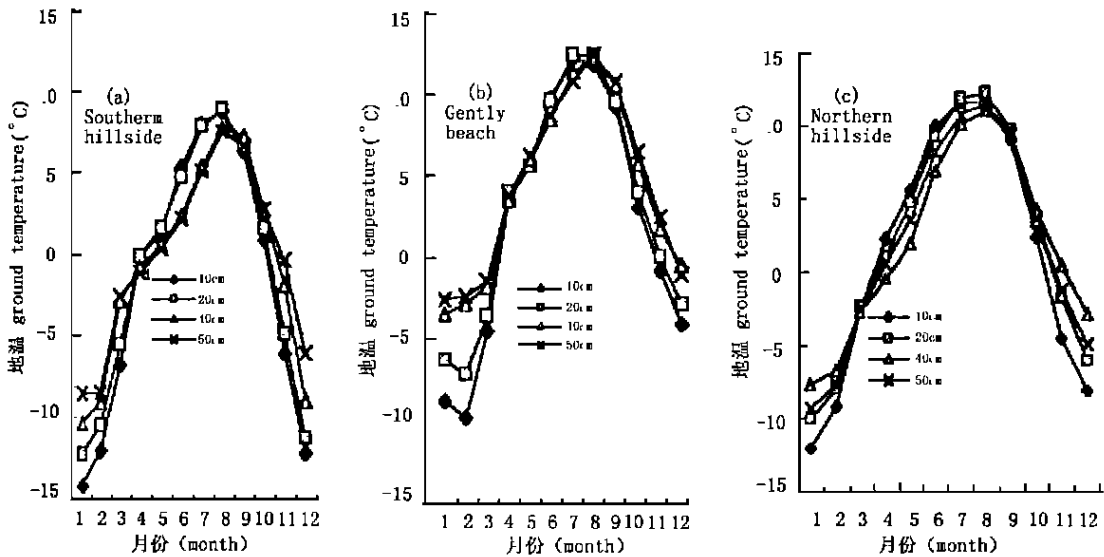


图1 寒冻雏形土不同地形部位地温年变化比较(南坡(a)、滩地(b)、北坡(c))
Fig. 1 The comparison of yearly soil , temperature change of the Mat— Cryic Cambisols at different topographic position in Haibei atra south chilside(a), gently beach(b), northern hillside(c)

表1 寒冻雏形土不同地形部位各月平均地温及年较差统计
Table 1 The statistics of average ground temperature monthly and difference of it ylarly of the Mat-Cryic Cambisols at different topographic position in Haibei area

土壤类型 Type	深度 (cm) Depth	月平均地温 Average gound temperature					年较差 Annual range	月最高℃ Highest of month		月最低℃ Lowest month	
		Jan.	Apr.	July.	Oct.	Year		ET	出现月	ET	出现月
									Appear month		Appear month
A	10	−8.9	3.5	12.3	3.0	2.3	22.2	12.3	7	−9.9	2
	20	−6.3	4.0	12.5	3.9	3.1	19.7	12.5	7	−7.2	2
	40	−3.5	3.5	11.4	5.7	4.3	19.0	12.4	8	−3.5	1
	50	−2.6	3.8	10.9	6.5	4.6	15.1	12.5	8	−2.6	1
B	10	−14.2	−0.2	8.0	0.8	−1.8	23.0	8.8	8	−14.2	1
	20	−12.3	−0.2	7.9	1.5	−1.1	21.2	8.9	8	−12.3	1
	40	−10.4	−8	5.3	2.7	−0.7	18.1	7.7	8	−10.4	1
	50	−8.6	−1.2	5.0	2.7	−0.3	16.1	7.5	8	−8.6	1
C	10	−12.0	2.3	11.6	2.4	1.4	23.6	11.6	7.8	−12.0	1
	20	−10.0	1.1	11.9	3.4	2.0	22.2	12.2	8	−10.0	1
	40	−7.6	−0.4	10.1	4.2	2.0	17.7	11.0	8	−7.6	1
	50	−7.1	−0.5	9.5	4.7	2.0	17.7	11.1	8	−7.1	1

注(Note): A: 南坡 southern hillside B: 北坡 northern hillside C: 滩地 gently beach ET: 地温 Ground temperature
?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由图 1、表 1 看到,寒冻锥形土不同地形部位的地温为南坡>滩地>北坡。10 cm~50 cm 整层年平均分别为 3.5℃、1.9℃、-1.0℃。年内整层月平均最高均表现为 8 月,三地形部位分别 8.3℃、11.5℃、12.3℃;而月平均最低南坡出现在 2 月(-5.8℃),北坡和滩地出现于 1 月(-11.4℃和-9.2℃),南坡这种现象的产生,可能与牧事活动有关。由于南坡易受阳光照射,积雪不宜长久维持,随着时间的推移,经牧畜反复采食和残踏,并经多风的吹动,地表在 2 月已完全裸露,低气温环境影响,地温仍较低。不像北坡和滩地,期间一方面积雪不宜融化,牲畜采食相对较弱,地表仍保持较高的植被覆盖度,土壤也较为湿润,植被对气温波动变化及热量传输起“缓冲”作用,使地温不致下降得很低。

以旬而言,北坡 10cm、50cm 旬平均最高地温分别出现在 8 月上旬(9.3℃)和 8 月中旬(8.1℃),随深度加深,位相滞后一旬,温度自 10 cm 到 50 cm 层下降 1.2℃;旬平均最低分别出现在 1 月中旬(-14.5℃)和 1 月下旬(-9.1℃),自上而下地温升高 5.4℃;年较差在 10 cm 处为 23.0℃,到 50 cm 处为 16.1℃。在滩地 10 cm 处、50 cm 处旬平均最

高地温也分别出现在 8 月上旬(12.9℃)和 8 月中旬(11.9℃),随深度加深,位相滞后一旬,温度自上而下下降 1.0℃;旬平均最低分别出现于 1 月上旬(13.2℃)和 1 月下旬(7.6℃),自上而下升高 5.6℃;年较差在 10 cm 处为 23.6℃,到 50 cm 处为 18.2℃。在南坡 10 cm、50 cm 处旬平均最高地温分别出现在 7 月下旬(13.4℃)和 8 月中旬(12.9℃)。随深度加深,位相滞后二旬,温度自上而下下降 0.5℃;10 cm 处旬平均最低地温出现于 2 月,打破常规,50 cm 土层出现在 1 月下旬(-2.9℃),在 1 月自上而下升温 6.5℃;年较差在 10 cm 处为 21.1℃,到 50 cm 处为 15.1℃。可见冷暖二季不论是整层还是各个层次,地温均表现南坡>滩地>北坡,而年较差在滩地最大,北坡次之,南坡最低;暖季地温在随深度加深时的降温北坡和滩地基本相仿,南坡降低较为明显。冷季自上而下均表现较明显的升温趋势,达 5℃以上,同时自上而下的降温幅度表现为南坡>滩地>北坡。

在垂直方向,不同地形部位的地温变化也略有区别。图 2 给出了不同地形部位 1、4、7、10 月地温的重直变化情况。

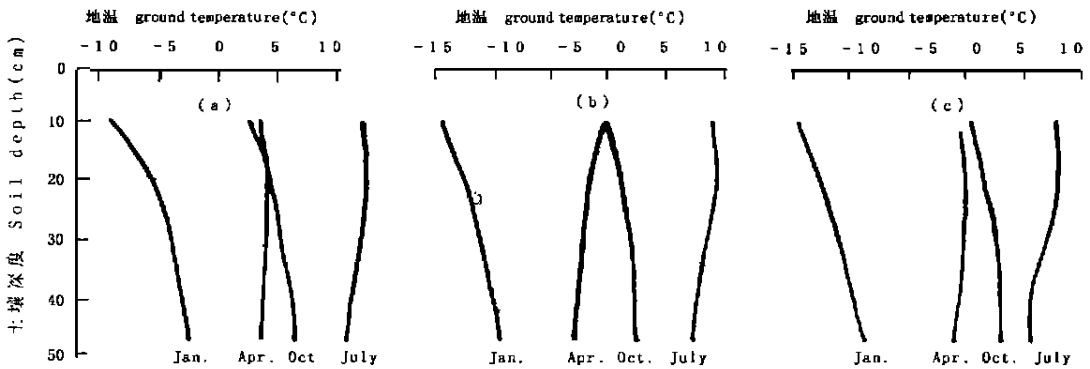


图 2 寒冻锥形土不同地形部位地温的垂直变化(南坡(a)、滩地(b)、北坡(c))

Fig. 2 The vertical change of ground temperature of the Mat-Cryic Cambisols at different topographic position in Haibei atra south chilside(a), gently beach(b), northern hillside(c)

可以看到,在 10 cm~50 cm 土层上地温的垂直变化在不同季节有着显著的差别。一般三地区在最冷的 1 月地温是随深度加深而升高,自 10 cm 层到 50 cm 深处,北坡、南坡和滩地分别升高 5.6℃、6.3℃和 4.9℃,表现升温均很明显,其中南坡升高最为明显,滩地最低。7 月地温自 10 cm 层到 50 cm 深处,随深度加深是降低的,北坡、南坡和滩地分别下

降 3.0℃、1.4℃和 2.1℃,下降幅度表现为北坡>滩地>南坡,而进入 8 月这种下降明显减弱,在南坡甚至出现微弱的上升。在冷暖季节转换时期,不同地形部位地温随深度变化较为复杂,一般在北坡从 4 月开始自表层到深层地温降低(南坡和滩地分别于 6 月和 3~4 月开始降低),到 8 月底结束(南坡和滩地分别于 7 月和 8 月结束),9 月开始地温是自表

层至 50 cm 深处处于上升(南坡和滩地分别于 8 月和 9 月), 一直维持到次年的 3 月(南坡和滩地分别在 5 月和 2~3 月份), 表现不同地形部位地温从地表浅层到深层不仅在月际变化过程中有较大的差异, 而且垂直分布上差异也较为明显。限于本文采用资料仅为 1992 年, 详细的垂直变化及多年平均状况有待进一步观测研究。

图 3 绘出了 1992 年不同地形部位地温时空剖面分布状况。0℃等值线出现与结束期, 基本能代表土壤冻结的初终期, 冻结持续时间开始, 地温处于负积温, 高低和寒冻持续时间相等。由图 3 看出, 北坡 0℃等值线出现最早, 在 10 月上旬到 10 月中旬, 表明土壤冻结于 10 月初便可稳定出现, 而且按 0℃等值线的垂直分布证实, 地温下降速率快, 土壤冻结迅速。0℃等值线结束期为 4 月中旬, 从初期到终期长达 7 个月时间, 表明北坡在 0 cm~50 cm 土层冻

结时间及负积温持续时间较长; 滩地 -1.2℃等值线所包围的面积较小, 事实上 1 月 10 cm 平均为 -12℃, 次于北坡, 0℃等值线从 10 cm 到 50 cm 处出现于 10 月中旬到 11 月中旬间, 等值线较北坡稍缓, 出现时间也较北坡推迟 1~3 旬, 其 0℃等值线结束期为 3 月中旬到 4 月上旬, 土壤冻结期较北坡缩短 1 个多月; 而在南坡 -12℃等值线似乎没有出现, 0℃等值线于 10 月中旬到 11 月下旬出现, 次年 3 月中旬到 4 月上旬结束, 土壤冻结期最短, 负积温维持时间也短。

从图 3 还可以看到南坡 12℃等值线所包围的面积最大, 出现在 6 月中旬与 8 月中旬, 维持时间长, 而且可下延至 50 cm 深层, 最高为 12.5℃; 滩地出现时间较为短时, 仅为 1 个月, 且在 20 cm 左右的较深层; 在北坡没有出现, 最高也只不过为 8.9℃。表明不同地形部位的土壤热量南坡丰富, 滩地次之, 北坡最低。

年内 10 cm~50 cm 层次不同地形部位的地温等值线, 同层次的水平高度, 寒冻锥形土等值线在随时间的进程中, 地温变化梯度出现二个最高时期和二一个最低时期, 最高分别是春季和秋季冷暖二季转换时期, 表现该时段土壤在水平及垂直方向上热量交换迅速、强烈; 而最低时期出现在寒冷的冬季和夏季, 表明地温变化较为平稳, 土壤热量交换较为缓慢, 特别是较深层表现尤为突出。

2.2 土壤温度诊断特性

寒冻锥形土分布区, 土层浅薄, 一般在 50cm 深处可达石质接触面。在 50cm 深处, 不同地形部位的地温均较低, 南坡、北坡和滩地年均地温分别为 4.6℃、-0.3 和 2.0℃, 最暖的 6~9 月三月平均地温分别为 6.2℃、11.1℃和 10.2℃。不同地形部位 50cm 处水分常呈不饱和状态, 加之土壤冻结期长, 在最暖月地表温度常有降至 0℃以下, 如滩地在 7 月的日最低地面温度<0℃的天数平均达 9 d 之多, 土壤表层时有“湿冻”现象发生, 季节冻层深厚, 维持时间长, 在滩地 170 cm 冻土在 7 月中下旬方可全部融化。因而依中国土壤分类(修订方案)^[3]中按温度诊断特点来看, 寒冻锥形土不同地形部位土壤均属寒性土壤温度状况。其中, 北坡和滩地为寒冻性土壤温度状况, 南坡为寒冷性土壤温度状况。

3 结语

寒冻锥形土不同地形部位分布区, 一定深度内

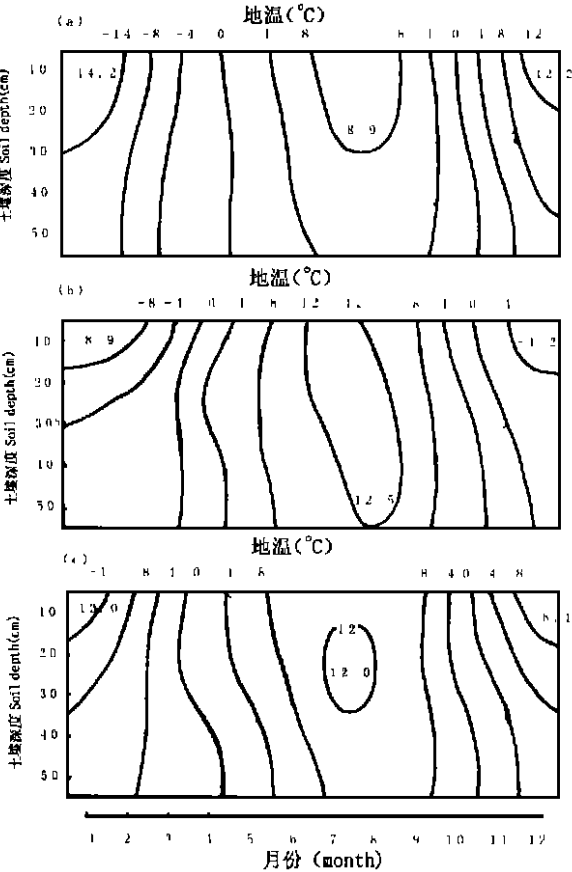


图 3 寒冻锥形土不同地形部位地温时空剖面分布(南坡(a)、滩地(b)、北坡(c))

Fig. 3 The specital and temporal section plane distribution of ground temperature change of the Mat-Crylic Cambisols at different toporaphic position in Haibei atra south chilside(a), gently beach(b), northern hillside(c))

的地温年变化与常规一样,表现有一高一低的单峰式曲线变化过程,这种变化在地表表现最为明显。较深层地温变化主要由地表温度的高低波动来决定,变化规律与地表温度的变化相似,但自上而下最高、最低出现时间滞后,年变化振幅减小。不同地形部位虽然区域气候基本一致,但地温分布差异显著。

寒冻锥形土不同地形部位 0cm ~ 50cm 层地温均表现有较低的水平,且表现为南坡> 滩地> 北坡。不同地形部位地温从地表浅层到深层不仅月际变化差异明显,而且垂直分布上差异也较为明显。冬季自表层到深层地温升高明显,夏季自上而下略有降低。地温年较差在土壤上层大于底层,同时滩地> 北坡> 南坡。

10cm ~ 50cm 层次不同地形部位同层次的水平高度上,寒冻锥形土等值线在随时间的进程中,地温变化梯度出现二个最高时期和二一个最低时期,最高分别是春季和秋季的冷暖二季转换时期,表现该时段土壤在水平及垂直方向上热量交换迅速,而最低时期出现在寒冷的冬季和夏季,表明地温变化较为平稳,土壤热量交换较为缓慢。

在 50cm 深处,不同地形部位的地温均较低,南坡、北坡和滩地年平均地温分别为 4.6℃、-0.3℃和 2.0℃,最暖的 6~9 月三月平均地温分别为 6.2℃、11.1℃和 10.2℃。加之土壤冻期长,季节冻层深厚,

因而依中国土壤分类(修订方案)中按温度诊断特点来看,寒冻锥形土不同地形部位土壤均属寒性土壤温度状况,其中,北坡和滩地为寒冻性土壤温度状况,南坡为寒冷性土壤温度状况。

参考文献:

- [1] 李英年, 鲍新奎. 青藏高原寒冻锥形土地温状况的分布特征土壤[J]. 1999, 31(4): 169~174.
- [2] 杨梅学, 姚檀栋, Toshio KOIKE. 藏北高原土壤温度的变化特征[J]. 山地学报. 2000, 18(1): 13~17.
- [3] 杨梅学, 姚檀栋, 丁永建. 藏北高原土壤温度的日变化[J]. 环境科学, 1999, 20(3): 5~8.
- [4] 王绍令, 赵新民. 青藏高原多年冻土区地温监测结果分析[J]. 冰川冻土. 1999, 21(2): 159~162.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题协作组. 中国土壤系统分类(修订方案)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 37~52.
- [6] 李英年, 王启基, 周兴民. 高寒草甸植物群落的环境特征分析[J]. 干旱区研究, 1998, 15(1): 54~58.
- [7] 周兴民, 李建华. 海北高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及地理分布规律[A]. 见: 高寒草甸生态系统[C]. 兰州: 甘肃人民出版社. 1982. 9~18.
- [8] 乐炎舟, 左克成, 张金鑫, 等. 海北高寒草甸生态系统定位站的土壤类型及基本特点[A]. 见: 高寒草甸生态系统[C]. 兰州: 甘肃人民出版社. 1982. 19~33.
- [9] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社. 1982.

The Ground Temperature and Diagnosis Features of the Mat-Cryic Cambisols at Different Topographic Position Position in Haibei Area

LI Ying-nian

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001 China)

Abstract: In the different topographic area of the Mat-Cryic Cambisols with same elevation and nearer distance, the difference of ground temperature is significant though regional climate was same. The ground temperature is low at the depth of 0~50cm in the different topographic area of the Mat-Cryic Cambisols, and southern slope fields> valley plain> northern slope fields. The increase of ground temperature from surface ground to bottom ground is significant in winter while it is less in summer. The difference yearly of ground temperature is valley plain> northern slope fields> southern slope fields. The exchange of soil heat is swiftly in spring and autumn while it is steady in summer and winter. The Mat-Cryic Cambisols at different topographic position in Haibei area all belong to cold features of soil temperature, especially the soil temperature at north sloping fields which is lower and belongs to colder soil temperature features.

Key words: Haibei area in Qilian mountain; the Mat-Cryic Cambisols; different topographic position; ground temperature; diagnostic characteristics