

张翠华, 张文煜, 郭立平. 河北石家庄浅层地温变化特征[J]. 干旱气象, 2013, 31(1): 78–81. doi: 10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-01-0078

河北石家庄浅层地温变化特征

张翠华^{1,2}, 张文煜², 郭立平³

(1. 河北省石家庄市气象局, 河北 石家庄 050081; 2. 兰州大学大气科学学院, 甘肃 兰州 730000;

3. 河北省廊坊市气象局, 河北 廊坊 065000)

摘 要:利用石家庄地区5个观测站1981~2010年逐日浅层地温观测数据,分析讨论了该地区浅层地温的变化特征及其变化周期。结果表明:从波动变化情况看,年和各季节平均浅层地温波动变率随土层深度加深依次减小,春季波动变率最大,冬季最小;年和各季节平均浅层地温波动幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱,夏季波动幅度最大,冬季最小;从垂直变化情况看,年平均浅层地温随土层深度加深依次升高,春、夏季随土层深度加深依次降低,秋、冬季随土层深度加深依次升高;从变化趋势情况看,年平均浅层地温均呈现增温趋势,其中,冬季增温最为明显,增温幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱;平均浅层地温存在9~10 a的低频振荡周期和4~6 a的高频振荡周期,其中,平均5 cm地温低频振荡周期振幅最大,平均10 cm地温高频振荡周期振幅最小。

关键词:石家庄;浅层地温;变化特征;变化周期

文章编号:1006-7639(2013)-01-0078-04 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-01-0078

中图分类号:P468.0+21

文献标识码:A

引 言

下垫面对全球气候变化和生态环境有不可忽视的关键影响,近年来,地温作为气候变化研究中的一个重要物理量,学者们研究了其与北方沙尘暴^[1-2]、西部积雪变化^[3]、植被生长^[4-5]、降水^[6-7]、旱涝^[8]、灌溉^[9]、日照时数^[10]、土壤热通量^[11-12]、城市浅层土工程性质^[13]等之间的变化关系和相互影响。华北地区作为增温最为明显的区域之一^[14],有关华北平原气候变化的研究大多集中在近地大气温度^[15-17]、降水^[18-20]等极端天气气候事件方面,而有关地温的研究较少。石家庄西依太行山,东临华北平原,处于山区与平原的过渡地带,地形地貌复杂多样,在这种特殊的地理和地形条件下,该区位于气候脆弱带,对宏观尺度气候变化的响应极其敏感;该地区作为北方主要粮棉主产区之一,地温变化不稳定会造成作物不能稳定通过播种要求温度而造成出苗率低,地温偏高会造成播种期烂籽,生长期烂根,地温偏低会影响水的粘度和表面张力以及土壤微生物

的活跃性,进而影响作物根系对水分和养分的吸收,因此客观分析30 a来地温变化对当地农业可持续发展有重要意义,并为进一步从地温层面来研究华北地区气候特征提供参考价值。

1 资料及方法

石家庄地区地处太行山东麓,地势西北高东南低,其表土层除新乐为沙壤土外,其他各地为壤土。该区人口自然增长率逐年递增^[21],城市面积迅速扩张,所辖17个观测站探测环境受到不同程度影响。鉴于该区的地理特征和测站受城市化影响程度,选取平山、赞皇、新乐、辛集和石家庄5个观测站为代表站(分别代表西北部山区、西南部山区、东北部平原、东南部平原和中部平原;平山、赞皇和新乐位于县城郊外,辛集和石家庄位于城市郊区,探测环境受城市化进程加快影响较小)。选取这5个观测站数据保存较完整的1980年12月1日至2010年12月31日逐日浅层地温资料来研究该区地温变化情况。

本文从全区和各地2个角度,利用变率、波动幅

收稿日期:2012-11-09;改回日期:2012-12-24

基金项目:国家重大科学研究计划“973”项目(2012CB956200)资助

作者简介:张翠华(1976-),女,河北藁城人,硕士,工程师,主要研究气象资料分析与应用. E-mail: zch7695@sina.com

度和线性趋势分别描述年际和各季节浅层地温的区域性特征。浅层地温的变率选用均方差来描述;波动幅度为一日中出现的地面温度最大值与最小值之差;浅层地温的线性趋势利用每 10 a 的气候倾向率来描述,并对趋势系数进行了显著性检验。采用小波母函数为 Morlet 小波^[22]研究浅层地温的特征尺度和变化周期。

2 浅层地温的变化特征

浅层地温的变化差异主要受地势、地形、纬度和传感器自身的放置状况不同等影响,浅层地温传感器分别埋置在地面以下 5~20 cm 深度处的土层中,随着土层深度加深受太阳辐射和天气影响依次减小。

2.1 浅层地温的波动

从全区浅层地温的年和季节波动情况看(图 1),就整个地区而言,年和各季节平均浅层地温波动变率随土层深度加深依次减小,其中,春季波动变率最大,冬季最小。年和各季节平均浅层地温波动幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱,其中,夏季波动幅度最大为 3.3~4.1 °C,冬季最小为 1.3~1.6 °C。

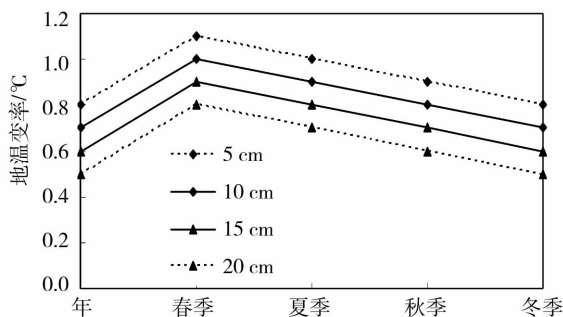


图 1 石家庄浅层地温年和各季节变率

Fig. 1 Fluctuant variability of shallow layer ground temperature for year and four seasons in Shijiazhuang

地面温度高于地中温度时,土壤热量向下传递,反之亦然,春季该区冷暖空气交替活动频繁,致使土壤热量向上或向下传递频率加大,进而造成春季浅层地温波动变率最大;夏季该区高温闷热天气过后极端天气随之出现,致使地面温度骤升或骤降,土壤浅表层向上或向下传递热量增多,进而造成夏季浅层地温波动幅度最大;冬季该区天气持续寒冷干燥,土壤浅表层得到辐射热量少,冻土层底部阻断了土壤热量的向上传递,进而造成冬季浅层地温波动变率和波动幅度均为最小。

就各地而言,可能受地形和地势影响,年平均浅

层地温波动变率西部山区大,波动幅度为 1.8~2.0 °C,东部平原小,波动幅度为 1.5~1.7 °C。可能受土壤性质影响,东北部平原年平均浅层地温波动变率最大,其沙壤土热容量小,升温、降温较迅速所致。

2.2 浅层地温的垂直变化

从全区浅层地温平均值的年和季节垂直变化情况看(图 2),就整个地区而言,年平均 5~20 cm 地温依次为 14.5 °C、14.6 °C、14.7 °C 和 14.8 °C,随土层深度加深依次升高,其中,春、夏季土壤作为热汇,热量从表层向深层传递,地温随土层深度加深依次降低,秋、冬季土壤作为热源,热量从深层传递到表层,地温随土层深度加深依次升高。

就各地而言,可能受海拔高度影响,西部山区年平均浅层地温较东部平原低,西北部山区最低,为 14.2~14.6 °C,可能受纬度影响,北部地区年平均浅层地温较南部地区低。可能受土壤性质影响,东北部平原年平均浅层地温上下温差范围最小,在 0.4 °C 内,其沙壤土热容量小,升温、降温较迅速所致。

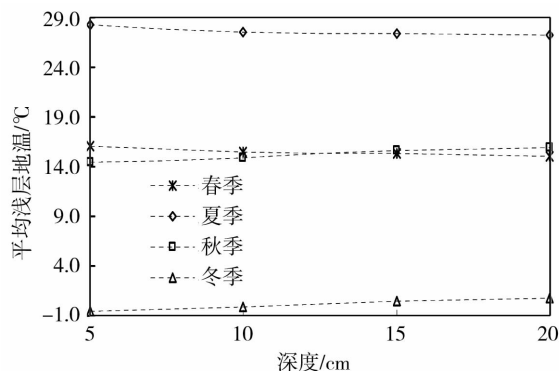


图 2 石家庄地区浅层地温各季节垂直变化

Fig. 2 Vertical variation of shallow layer ground temperature for all seasons in Shijiazhuang

2.3 浅层地温的变化趋势

从全区浅层地温平均值的年和季节变化趋势情况看(表 1),就整个地区而言,年平均 5~20 cm 地温依次上升了 0.63 °C、0.57 °C、0.24 °C 和 0.33 °C,其中,冬季增温最为明显,增温幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱,线性趋势分别达到 0.47 °C/10 a、0.36 °C/10 a、0.29 °C/10 a 和 0.27 °C/10 a,其他季节升温或降温趋势不明显,该区年平均气温呈现增温趋势,其中冬季增温最为明显^[23-24],与平均浅层地温变化趋势基本一致。

以上分析可以看出,可能是由于冬季夜间总云量明显增多(上升速率达到 0.48 °C/10 a,其相关性通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验),大气逆辐射增

大,使地面辐射失热减少,地面得到地下补偿热量减少,进而土壤浅表层热量增多,使得冬季浅层地温增温趋势明显。

就各地而言,年平均浅层地温均呈现出增温趋势,可能受海拔高度影响,东部平原增温趋势较西部山区明显,可能受纬度影响,南部地区增温趋势较北部地区明显,增温趋势随土层深度加深趋于不明显。可能受热岛效应^[24]影响,中部地区冬季平均浅层地温增温趋势明显,增温趋势为 $0.27 \sim 0.32 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$;而东北部平原夏季平均浅层地温降温趋势明显,为 $-0.34 \sim -0.52 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$,与其他各地相比,可能受日照时数和土壤性质共同影响,夏季日照时数呈现明显减少趋势($r = -1.59 \text{ h}/10 \text{ a}$),土壤浅表层吸收的太阳直接辐射减少,加上其土壤沙化严重,热容量减小,造成白天升温幅度减小,夜间降温幅度增大。

表 1 各站年平均浅层地温的线性趋势(单位: $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)

Tab. 1 Linear trend of mean shallow layer ground temperature for all years at five stations in Shijiazhuang

地温	石家庄	新乐	辛集	赞皇	平山	全区
5 cm	0.19	0.22	0.32 **	0.23 *	0.10	0.21 *
10 cm	0.11	0.25	0.24 *	0.21	0.14	0.19
15 cm	0.22 *	0.06	0.06	0.05	0.06	0.08
20 cm	0.18	0.14	0.09	0.10	0.03	0.11

注: * 通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验, ** 通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验, * * 通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验

2.4 浅层地温的周期

小波系数的变化趋势与气候信号的起伏是基本一致的,等值线中心为冷暖中心,中心值的大小可以反映出波动的振动强度,小波系数的零点可能对应于气候突变点。本文采用标准 Morlet 小波变换分析了 30 a 全区平均浅层地温的多时间尺度特征(图 3)。

从 Morlet 小波变换系数(实部)等值线图可以发现,平均浅层地温 30 a 来存在 $9 \sim 10 \text{ a}$ 的低频振荡周期和 $4 \sim 6 \text{ a}$ 的高频振荡周期,其中, $9 \sim 10 \text{ a}$ 的低频振荡周期在 30 a 中显著存在,振幅较大且周期振荡稳定,可分为 3 个偏冷时段和 3 个偏暖时段,冷期为 1980 年代中前期、1990 年代中前期和 2000 年代中前期,暖期为 1980 年代后期到 1990 年代初、1990 年代后期到 2000 年代初和 2000 年代中期之后;平均浅层地温 1990 年代中期到 2000 年代中期显著存在准 6 a 的高频振荡周期,1990 年代中期到 2000 年代中期存在准 4 a 周期,平均 5 cm 地温周期明显,平均 $10 \sim 20 \text{ cm}$ 地温周期 2000 年代中期之后有所减弱,与平均气温周期(存在准 23 a 的低频振荡周期和 $5 \sim 8 \text{ a}$ 的高频振荡周期)相比,平均浅层地温对气候指示更具敏感性,其中平均 5 cm 地温低频振荡周期振幅最大,平均 10 cm 地温高频振荡周期振幅最小。

就各地而言,平均浅层地温(图略)30 a 来均存在 $9 \sim 10 \text{ a}$ 的低频振荡周期和 $4 \sim 6 \text{ a}$ 的高频振荡周期,西北部山区低频振荡周期振幅最大,东北部平原高频振荡周期振幅最小。

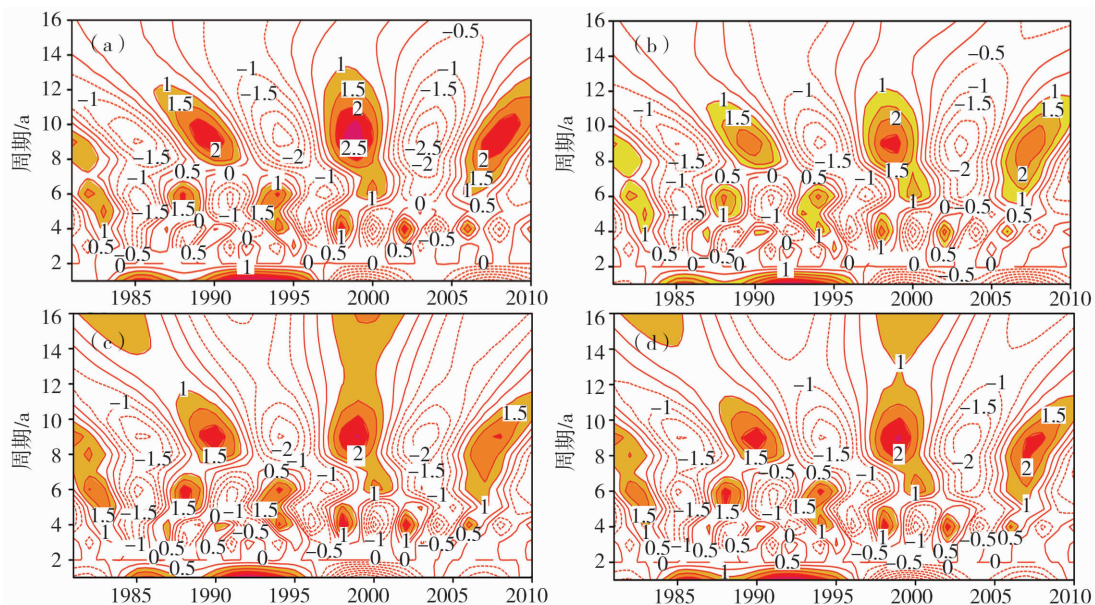


图 3 石家庄平均 $5 \sim 20 \text{ cm}$ 地温小波变换图

Fig. 3 Wavelet analysis of mean shallow layer ground temperature in Shijiazhuang

3 结 论

(1) 从年和季节波动情况看,年和各季节平均浅层地温波动变率随土层深度加深依次减小,春季波动变率最大,冬季最小;年和各季节平均浅层地温波动幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱,夏季波动幅度最大,冬季最小。

(2) 从年和季节垂直变化情况看,年平均浅层地温随土层深度加深依次升高,春、夏季随土层深度加深依次降低,秋、冬季随土层深度加深依次升高。

(3) 从年和季节变化趋势情况看,年平均浅层地温均呈现出增温趋势,年平均 5 cm 地温呈现明显增温趋势,其中,冬季平均浅层地温增温最为明显,增温幅度随土层深度加深依次减小,减小程度随土层深度加深依次减弱。

(4) 平均浅层地温 30 a 来存在 9~10 a 的低频振荡周期和 4~6 a 的高频振荡周期,其中,平均 5 cm 地温低频振荡周期振幅最大,平均 10 cm 地温高频振荡周期振幅最小。

参考文献:

- [1] 王金艳,王式功,马艳,等.我国北方春季沙尘暴与气候因子之关系[J].中国沙漠,2007,27(2):296-300.
- [2] 赵红岩,杨瑜峰,梁东升,等.中国北方沙尘暴与地温场的相关分析[J].中国沙漠,2007,27(3):509-513.
- [3] 孙琳婵,赵林,李韧,等.西大滩地区积雪对地表反照率及浅层地温的影响[J].山地学报,2010,28(3):266-273.
- [4] 刘艳,舒红,李杨,等.天山巴音布鲁克草原植被变化及其与气候因子的关系[J].气候变化研究进展,2006,2(6):173-176.
- [5] 马鸿儒,吉春容,邹陈,等.天山中段雪岭云杉林浅层地温特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2010,4(6):24-26.
- [6] 余锦华,建军.华北汛期降水与青藏高原地表温度的相关分析探讨[J].水文,2006,26(1):12-17,23.
- [7] 余锦华,荣艳淑,任健.青藏高原地表温度对华北汛期降水变化的影响[J].气象科学,2005,25(6):579-586.
- [8] 周玉淑,高守亭,邓国,等.青藏高原冬春季地温异常对长江中下游夏季旱涝影响的研究[J].南京气象学院学报,2002,25(5):611-619.
- [9] 曹兴,魏文寿,陈荣毅,等.古尔班通古特沙漠腹地秋季浅层地温特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2010,4(2):26-31.
- [10] 贾金明,朱腾冉,王惠芳,等.濮阳市 0 cm 地温变化特征及成因分析[J].气象科技,2009,37(3):330-335.
- [11] 贺芳芳.上海市郊林带附近晴天地表热量平衡特征的分析[J].气象科学,2008,28(1):37-44.
- [12] 王修信,高凤飞,朱启疆,等.城市公园绿地水热通量的环境影响因素定量分析[J].干旱区资源与环境,2008,22(1):64-69.
- [13] 王宝军,施斌,姜洪涛,等.近 30 年南京市浅层地温场变化规律研究[J].高校地质学报,2009,15(2):199-205.
- [14] 郭志梅,缪启龙,李雄.中国北方地区近 50 年来气温变化特征的研究[J].地理科学,2005,25(4):448-454.
- [15] 孔凡超,史印山,尤凤春,等.华北冬季气温变化及背景场分析[J].气象科技,2007,35(2):198-203.
- [16] 付冬雪,孙照渤,李忠贤,等.1955—2006 冬半年中国极端低温的时空变化特征[J].气象科学,2011,31(3):274-281.
- [17] 刘学锋,李元华,秦莉.河北省近 50 年最高气温及高温日数变化特征[J].气象科技,2007,35(1):31-35.
- [18] 张爱英,高霞,任国玉.华北中部近 45 a 极端降水事件变化特征[J].干旱气象,2008,26(4):46-50.
- [19] 张健,章新平,王晓云,等.京津冀地区近 47a 降水量的变化特征[J].干旱气象,2009,27(1):23-28.
- [20] 卞韬,王丽荣,李国翠,等.石家庄暴雨的气候特征和变化规律[J].干旱气象,2009,27(1):18-22.
- [21] 河北省人民政府办公厅,河北省统计局.河北农村统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2011.
- [22] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007.
- [23] 卞韬,连志鸾.石家庄地区近 46 a 温度变化特征[J].干旱气象,2008,26(2):57-62.
- [24] 高祺,缪启龙,赵彦厂.石家庄近 53a 冬季气温变化特征[J].干旱气象,2009,27(1):118-122,134.
- [25] 卞韬,任国玉,连志鸾,等.石家庄城市与郊县站地面平均最低、最高气温差异[J].气象科技,2010,38(6):721-726.

(下转第 88 页)

- 环境的关系[J]. 高原气象, 2006, 25(5): 840–848.
- [14] 韩军彩, 张秉祥, 高祺, 等. 石家庄市蒸发皿蒸发量的变化特征及其影响因子分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(4): 340–345.
- [15] 梁桂花, 张小平, 朱叶. 朔州市近 50a 蒸发量变化特征及影响因子分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(2): 123–126.
- [16] 申双和, 盛琼. 45 年来中国蒸发皿蒸发量的变化特征及其成因[J]. 气象学报, 2008, 66(3): 452–460.

Variation Characteristic and Influence Factors of Pan Evaporation in Xingtai of Hebei Province

YANG Yunling, YANG Lina, WANG Xiaojuan, LIU Jin, QIAN Ruizhen

(Xingtai Meteorological Bureau of Hebei Province, Xingtai 054000, China)

Abstract: The variation characteristics of pan evaporation and its influencing factors from 1972 to 2011 in Xingtai were analyzed by using methods of a linear tendency, accumulative anomaly, slide T test and a complete correlation coefficient. The results show that the annual and seasonal pan evaporation presented decreasing trend, especially in spring, then in summer. Decrease of annual pan evaporation was mainly due to spring and summer pan evaporation decrease. The abrupt change of annual pan evaporation occurred in 1983, and after that the pan evaporation decreased obviously. Annual pan evaporation in Xingtai was positively correlated with sunshine hours, average wind speed and temperature daily range, and negatively correlated with precipitation, and relative humidity. The decreasing average wind speed, temperature daily range and sunshine hours are the major reasons for the downward pan evaporation in Xingtai.

Key words: pan evaporation; variation; influencing factor; Xingtai

=====

(上接第 81 页)

Characteristics of Shallow Layer Ground Temperature Change in Shijiazhuang of Hebei Province

ZHANG Cuihua^{1,2}, ZHANG Wenyu², GUO Liping³

- (1. Shijiazhuang Meteorological Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050081, China;
2. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;
3. Langfang Meteorological Bureau of Hebei Province, Langfang 065000, China)

Abstract: Based on the daily ground temperature observation data of 5 stations in Shijiazhuang from 1981 to 2010, the characteristics and period of mean shallow layer ground temperature were analyzed. The results show that the fluctuant variability of mean shallow layer ground temperature decreased with soil layer depth increase for all years and seasons, and the fluctuant variability was maximum in spring and minimum in winter. The fluctuant range of mean shallow layer ground temperature decreased with soil layer depth increase for all years and seasons, and the fluctuant range was maximum in summer and minimum in winter. The annual mean shallow layer ground temperature increased with soil layer depth increase, and in spring and summer, mean shallow layer ground temperature decreased with soil layer depth increase, but it increased in autumn and winter. Annual mean shallow layer ground temperature presented increasing trend with an obvious warming trend in winter. There were nine to ten years period and four to six years period for mean shallow layer ground temperature.

Key words: Shijiazhuang; shallow layer ground temperature; variation characteristics; period