

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20191105

· 资源利用 ·

夏玉米生长季耕作层地温变化特征分析*

朱保美^{1*}, 周清¹, 陈成国², 杨玉霞², 杨以健¹

(1. 山东省齐河县气象局, 德州 251100; 2. 山东省德州市气象局, 德州 253078)

摘要 [目的] 文章研究 2007—2016 年 10 年山东德州的耕作层平均地温的变化趋势和近 50 年来的气候突变情况。[方法] 根据 2007—2016 年山东德州地区 10 个县、市、区, 1967—2016 年德州市德城区夏玉米生长季(6—9 月)耕作层 5cm、10cm、15cm、20cm 平均地温, 及同期月平均气温资料, 采用气候倾向率、累积距平、信噪比等气候诊断方法。[结果] (1) 近 10 年德州地区各县市夏玉米生长季耕作层平均地温、各月平均地温大部分呈上升趋势, 临邑、夏津两县各土层均呈下降趋势。各层上升幅度最大值均出现在齐河, 为 2.33~2.80℃/10 年。(2) 同时段的地温高于气温, 地气温差均为正值, 5~20cm 温差范围分别为 1.1~2.0℃、1.0~1.7℃、0.8~1.5℃、0.6~1.3℃, 各层地气温差最大的是庆云、宁津, 最小的是武城。浅层地温与气温的变化存在明显的正相关关系。(3) 近 50 年来, 各月平均地温都出现了一次显著的波动。6 月份 5cm、10cm 平均地温在 2004 年发生了气候突变, 7 月份 10cm 平均地温在 2005 年发生了气候突变, 8 月份 5cm 至 20cm 平均地温在 1981 年均发生了气候突变。[结论] 以上各月浅层地温气候突变前为相对偏冷期, 突变后为相对偏暖期。该地区夏玉米生长季期间耕作层地温的上升, 有利于夏玉米根系生长和充分吸收深层养分、水分, 增加玉米干物质积累, 有利于夏玉米提高产量, 降低生长季后期其他气象因素带来的不利影响。

关键词 耕作层地温 变化趋势 突变分析 夏玉米 生长季

中图分类号: S161.2+1 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2019]11035-07

0 引言

近年来, 在全球气候变暖的大背景下, 光能、热能和水分等农业气候资源发生了明显的变化, 对农业会造成一定的影响^[1]。地温是衡量地表土壤热能的物理量, 是太阳辐射、土壤热量平衡和土壤热学性质共同作业的结果, 不同生物气候带、不同季节变化和土壤不同组成、性质及利用状态均不同程度的影响土壤热量的收支平衡, 进而影响土壤温度的变化^[2-3]。土壤温度是土壤环境的重要要素, 土壤温度与植物生长密切相关, 不仅影响植物的生长发育环境, 还影响其生命活动, 包括种子萌发、幼苗生长、根系活动和产量形成等^[4]。国内不少科技工作者对地温的变化规律做了大量研究, 如陈鹏狮^[5]、周斌^[6]等研究了辽宁省地温变化规律及与气温的关系, 发现地温与气温关系密切, 并对播种期地温进行了预报; 李焕^[7]等对新疆阿勒泰地区近 50 年的暖季浅层地温变化特征进行了分析, 表明该地区暖季浅层地温呈上升趋势, 5~20cm 土层的温度与同期气温和地表温度呈显著相关关系; 李帅^[8]等对黑龙江春季浅层地温变化特征进行了研究, 得出春季气温、浅层地温波动较大的结论。蔡鹏^[9]等对山东济宁市浅层地温与气温变化的特征进行相关分析, 发现年均地温与气温呈极显著正相关, 气温极值的变化与地表温度极值的变化相关性极为显著。窦坤^[10]等对山东菏泽 0cm 地温变化特征及成因进行分析, 得出近 53 年来菏泽年平均地面温度呈极显著上升趋势。近年来, 鲁西北地区学者杨玉霞^[11]、代玉田^[12]、陈成国^[13]等对该地区浅深层地温变化特征进行了探讨, 得出德州地区各层地温均有增温趋势, 气温升高和降水减少是地温升温的主要原因, 研

收稿日期: 2018-05-09

作者简介: 朱保美(1979—), 女, 山东聊城人, 学士、高级工程师。研究方向: 农业气象和气候。Email: 13953446449@163.com

* 资助项目: 山东省气象局面上科研项目“山东人居环境气候舒适性研究”(2017sdqxm19)

究成效明显,但研究对象仅为德州当地,没有对德州 10 个县市的地温进行整体分析,且所取数据仅局限于德州本站,研究资料单一,总体上说,对地温的研究还很不充分,特别是针对夏玉米生长季期间地温的变化尚未进行有效的分析研究。夏玉米 80% 左右的根系大多分布在 0~20cm 土层中^[14],土壤温度的高低对作物的影响比气温更加直观^[15]。因此,文章着重对该地区夏玉米生长季耕作层的地温进行研究,深入了解该时段地温的变化规律,为农民合理种植夏玉米,为相关部门提早部署指导农业生产提供依据,为粮食生产安全提供有利保障。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选取 2007—2016 年山东德州地区 10 个县、市、区,1967—2016 年德州市德城区夏玉米生长季(6—9 月)耕作层 5、10、15、20cm 平均地温,及同期 150cm 高度处的月平均气温资料。6—9 月为该地区夏玉米生长季。

1.2 方法

利用一元线性方程来计算地温的年际变化趋势及大小,并对趋势系数进行显著性检验^[16]。

$$y = ax + b \quad (1)$$

式(1)中, a 为回归系数、 b 为回归常数, y 为平均地温, x 为时间年份。 a 来表示各层平均地温的趋势变化, $a \times 10$ 表示不同层次平均地温的气候倾向率。

气候突变是气象要素变化过程中存在的某种不连续现象,通过计算累积距平,并常用累积距平曲线^[16]来确定。通过公式(2)计算累积距平,数值绝对值最大时相对应的时间判断为突变年份。

$$C(t) = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}) \quad (2)$$

式中 x_i 为各层地温平均历年值, \bar{x} 各层地温多年平均值。

通过计算转折年份的信噪比,以检验是否达到气候突变的标准,即:

$$S/N = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_1 + s_2} \quad (3)$$

式(3)中, \bar{x}_1 、 \bar{x}_2 和 s_1 、 s_2 分别为转折年份前后两时段平均地温的平均值和标准差^[17]。当 S/N 大于 1.0 时认为存在气候突变,最大信噪比的时间定义为气候突变出现的时间^[16]。

2 结果与分析

2.1 夏玉米生长季耕作层地温的年际变化趋势

2.1.1 夏玉米生长季耕作层平均地温

近 10 年德州地区各县市夏玉米生长季耕作层平均地温绝大多数呈上升趋势(表 1),各层上升幅度最大值均出现在齐河,为 2.33~2.80℃/10 年($P < 0.01$),德州 20cm 土层升温极显著($P < 0.01$),德州 5cm、德州 15cm、武城 10cm、武城 20cm、乐陵 10cm、乐陵 20cm、宁津 10cm、庆云 15cm、庆云 20cm 土层升温明显($P < 0.05$),陵县、平原、禹城 3 个县市各土层升温趋势不明显,临邑、夏津各土层均呈不明显下降趋势。另外,宁津 5cm 平均地温呈不明显下降趋势,其他各层呈不明显上升趋势。

2.1.2 夏玉米生长季耕作层各月平均地温

5cm 土层各月大部分县市呈升温趋势(表 1),6—9 月升幅最大值均出现在齐河,为 3.04℃/10 年($P < 0.01$)、3.26℃/10 年($P < 0.01$)、2.58℃/10 年($P < 0.05$)、2.32℃/10 年。6 月临邑下降趋势显著,为 -1.46℃/10 年($P < 0.05$)。6 月、7 月各有 1 站点达到极显著水平,6 月、8 月各有 1 站点通过 0.05 水平的显著性检验;其余各站未通过显著性检验。

10cm 土层各月大部分县市仍呈升温趋势,6—9 月升幅最大值仍均出现在齐河,为 2.53℃/10 年(P

表 1 各县市夏玉米生长季、各月耕作层平均地温的气候倾向率 ($^{\circ}\text{C}/10$ 年)

耕作层 (cm)	德州	乐陵	临邑	陵县	宁津	平原	齐河	庆云	武城	夏津	禹城	全区	
5	6 月	1.37	0.51	-1.46*	0.22	-1.18	0.27	3.04**	0.42	1.24	-0.92	-0.29	0.29
	7 月	1.42	1.75	-0.75	0.67	-0.35	0.97	3.26**	1.40	0.84	-1.36	0.93	0.80
	8 月	1.47	1.44	0.19	0.54	-0.20	0.67	2.58*	0.99	0.55	0.07	1.39	0.88
	9 月	0.77	0.47	0.21	0.41	-0.46	0.47	2.32	0.70	0.06	-0.30	0.73	0.49
	生长季平均	1.26*	1.04	-0.45	0.46	-0.55	0.60	2.80**	0.88	0.67	-0.63	0.69	0.62
10	6 月	0.90	0.88	-1.66*	0.26	-0.15	0.65	2.53**	0.71*	1.67	-0.82	-0.75	0.38
	7 月	1.01	1.89	-1.02	0.76	0.86	1.30	3.16**	1.23	1.47	-1.22	0.70	0.92
	8 月	1.32	1.67	-0.10	0.51	1.19	0.82	2.49*	1.06	0.97	0.07	1.10	1.01
	9 月	0.48	0.70	-0.13	0.50	1.12	0.32	2.19	0.52	0.37	-0.33	0.58	0.57
	生长季平均	0.93	1.29*	-0.73	0.51	0.76*	0.77	2.59**	0.88	1.12**	-0.58	0.41	0.72
15	6 月	1.79	0.72	-1.92**	0.03	-0.09	0.90	2.07*	0.83*	1.19	-1.03	-0.57	0.36
	7 月	1.67	1.50	-1.25	0.49	0.67	1.46	2.94**	1.26	1.08	-1.38	0.67	0.83
	8 月	2.07	1.46	-0.19	0.40	0.88	1.26	2.44*	1.12	0.79	-0.05	1.12	1.03
	9 月	0.84	-0.37	-0.43	0.33	0.51	0.49	2.11	0.47	0.16	-0.30	0.61	0.40
	生长季平均	1.59*	0.83	-0.95	0.31	0.49	1.03	2.39**	0.92*	0.81	-0.69	0.46	0.65
20	6 月	0.85	0.85	-2.44**	0.38	-0.38	0.43	2.06*	1.38**	1.22	-1.13	-0.83	0.22
	7 月	1.08	1.49	-1.79*	0.76	0.27	0.95	2.86**	1.67	1.15	-1.50*	0.27	0.66
	8 月	1.69	1.44	-0.72	0.61	0.54	0.93	2.34*	1.79	1.02	-0.16	0.84	0.94
	9 月	1.03	0.46	-0.96	0.47	0.20	0.62	2.06	0.76	0.25	-0.32	0.40	0.45
	生长季平均	1.16**	1.06*	-1.48	0.56	0.16	0.73	2.33**	1.40*	0.91*	-0.78	0.17	0.57

注: *、** 分别表示相关系数通过 0.05、0.01 水平的显著性检验

<0.01)、 $3.16^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$)、 $2.49^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $2.19^{\circ}\text{C}/10$ 年, 6 月临邑下降趋势显著, 为 $-1.66^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$), 庆云升温显著, 为 $0.71^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)。6 月、7 月各有 1 站点达到极显著水平, 6 月有 2 站点、8 月有 1 站点通过 0.05 水平的显著性检验; 其余各站未通过显著性检验。

15cm 土层各月大部分县市仍呈升温趋势, 6—9 月升幅最大值仍均出现在齐河, 为 $2.07^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $2.94^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$)、 $2.44^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $2.11^{\circ}\text{C}/10$ 年, 6 月临邑下降趋势极其显著, 为 $-1.92^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$), 庆云升温显著, 为 $0.83^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)。6—7 月各有 1 站点达到极显著水平, 6 月有 2 站点、8 月有 1 站点通过 0.05 水平的显著性检验; 其余各站未通过显著性检验。

20cm 土层各月大部分县市仍呈升温趋势, 6—9 月升幅最大值仍均出现在齐河, 为 $2.06^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $2.86^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$)、 $2.34^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $2.06^{\circ}\text{C}/10$ 年, 6 月临邑下降趋势极其显著, 为 $-2.44^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$), 庆云升温极其显著, 为 $1.38^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.01$), 7 月临邑、夏津下降趋势显著, 分别为 $-1.79^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)、 $-1.50^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P<0.05$)。6 月有 2 站点、7 月有 1 站点达到极显著水平, 7 月有 2 站点、6 月和 8 月各有 1 站点通过 0.05 水平的显著性检验; 其余各站未通过显著性检验。

由此可见, 德州地区各县市夏玉米生长季耕作层平均地温、各月平均地温大部分呈升温趋势, 临邑、夏津两县总体呈下降趋势。

2.2 耕作层平均地温与气温的关系及相关性分析

由于受土壤理化性质等因素的影响, 地温与气温有一定的差别^[5]。从表 2 可看到, 地温与气温的差值均为正值, 说明同时段的地温比气温高, 且随着土壤深度的增加, 两者的差值逐渐减小。各县市 5cm 地温与气温的差值范围为 $1.1\sim 2.0^{\circ}\text{C}$, 庆云差值最大, 武城差值最小; 10cm 地温与气温的差值范围为 $1.0\sim 1.7^{\circ}\text{C}$, 宁津、庆云差值最大, 武城差值最小; 15cm 地温与气温的差值范围为 $0.8\sim 1.5^{\circ}\text{C}$, 宁津差值最

大,武城差值最小;20cm地温与气温的差值范围为0.6~1.3℃,宁津差值最大,武城、禹城差值最小。综上所述,各层地气温差最大的是庆云、宁津,温差最小的是武城,这主要是由于该地区庆云、宁津地理位置相对偏北,海拔相对较低,武城地理位置相对偏南偏西,海拔相对较高,受地理条件的影响,呈现出一定的地域性。

表2 夏玉米生长季平均地温—气温差值

耕作层 (cm)	德州	乐陵	临邑	陵县	宁津	平原	齐河	庆云	武城	夏津	禹城
5	1.7	1.5	1.6	1.8	1.7	1.9	1.5	2.0	1.1	1.7	1.6
10	1.5	1.2	1.4	1.6	1.7	1.5	1.3	1.7	1.0	1.5	1.1
15	1.1	0.9	1.2	1.3	1.5	1.3	1.1	1.4	0.8	1.3	1.0
20	0.9	0.7	1.0	1.0	1.3	1.1	0.8	0.9	0.6	1.1	0.6

将归一化处理过的各浅层地温与同期气温做回归分析(表3),结果表明,浅层地温变化与气温的变化存在明显的正相关关系,随着土壤深度的增加,地温同气温的相关程度有所下降,表明土层越浅,受气温的影响越大,随着土层的加深,受气温的影响越小。

表3 德州地区耕作层地温与气温的回归分析

耕作层 (cm)	回归方程	相关系数
5	$y=0.720x-0.002$	0.718
10	$y=0.716x-0.001$	0.714
15	$y=0.692x-0.001$	0.691
20	$y=0.714x$	0.713

2.3 耕作层地温的气候突变分析

根据1967—2016年6—9月德州浅层平均地温累积距平曲线(图1)看出,近50年来,各月平均地温都出现了一次显著的波动。6—7月平均地温自20世纪60年代末至90年代末期呈波动下降趋势,21世纪初至今呈波动上升趋势;8月份平均地温自20世纪60年代末至70年代末期呈下降趋势,80年代初期至21世纪初呈现变化剧烈、升降幅度不大的波动趋势,21世纪10年代初至今呈现明显上升趋势;9月份平均地温自20世纪60年代末至80年代末呈波动下降趋势,90年代初至今呈现波动上升趋势。

利用公式(2)和(3)分月计算气候突变年份(图2),6月份5、10cm平均地温在2004年发生了气候突变,15cm和20cm平均地温未发生突变现象;7月份10cm平均地温在2005年发生了气候突变,5、15

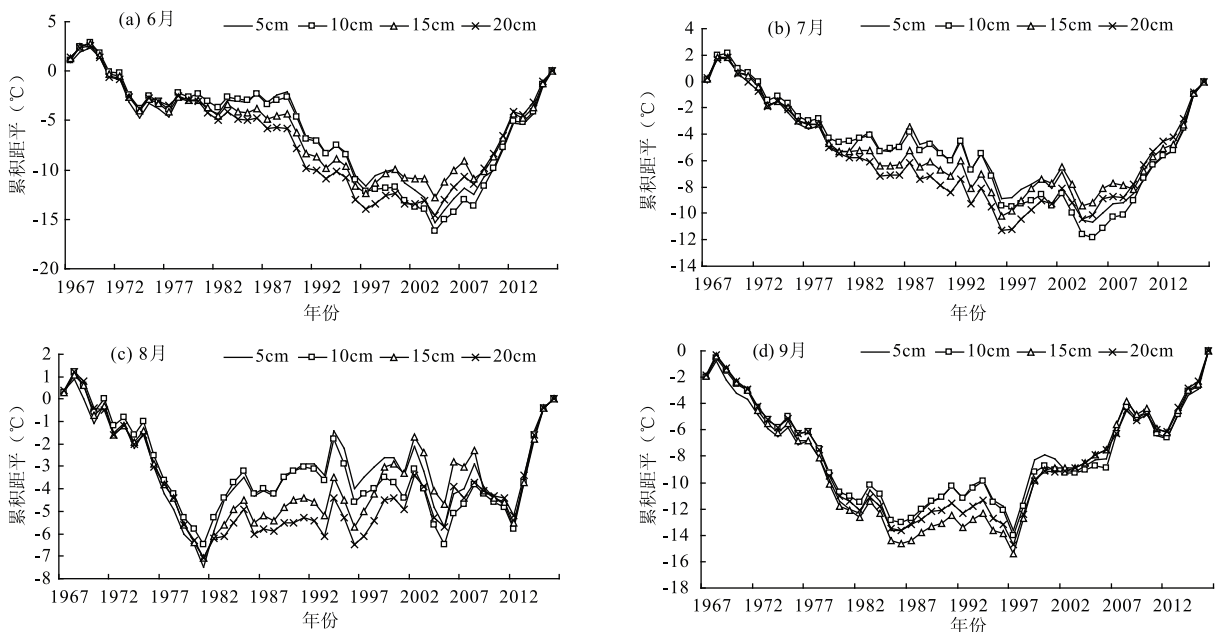


图1 1967—2016年6—9月德州市耕作层平均地温累积距平曲线

和 20cm 未发生突变现象; 8 月份 5~20cm 平均地温在 1981 年均发生了气候突变。以上各月浅层地温气候突变前为相对偏冷期, 突变后为相对偏暖期。

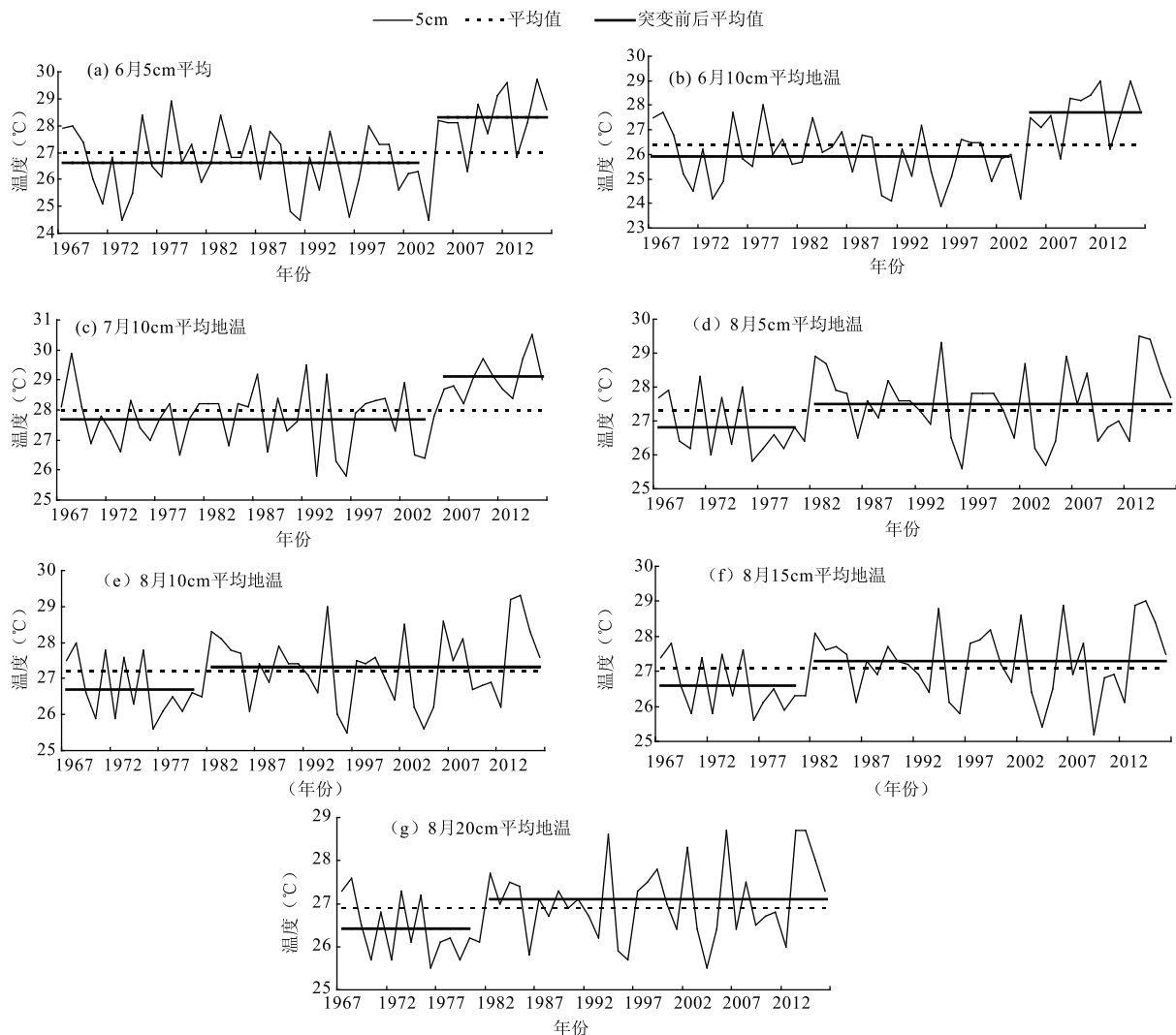


图 2 1967—2016 年 6—8 月德州市耕作层平均地温的变化曲线及其突变

3 结论

(1) 近 10 年德州地区各县市夏玉米生长季耕作层平均地温、各月平均地温大部分呈上升趋势, 临邑、夏津两县各土层均呈下降趋势, 各层上升幅度最大值均出现在齐河, 为 $2.33 \sim 2.80^{\circ}\text{C}/10$ 年 ($P < 0.01$)。

(2) 同时段的地温高于气温, 地气温差均为正值, 各县市地气温差范围 5cm 为 $1.1 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$, 10cm 为 $1.0 \sim 1.7^{\circ}\text{C}$, ; 15cm 为 $0.8 \sim 1.5^{\circ}\text{C}$, 20cm 为 $0.6 \sim 1.3^{\circ}\text{C}$, 各层地气温差最大的是庆云、宁津, 温差最小的是武城。浅层地温与气温的变化存在明显的正相关关系, 随着土壤深度的增加, 相关程度有所下降, 表明土层越浅, 受气温的影响越大, 随着土层的加深, 受气温的影响越小。

(3) 近 50 年来, 各月平均地温都出现了一次显著的波动。6 月份 5、10cm 平均地温在 2004 年发生了气候突变, 7 月份 10cm 平均地温在 2005 年发生了气候突变, 8 月份 5~20cm 平均地温在 1981 年均发生了气候突变, 以上各月浅层地温气候突变前为相对偏冷期, 突变后为相对偏暖期。

(4) 耕作层地温不仅直接影响植物根系和幼苗的生长, 还影响到近地面大气的温热状况, 同时它在

微观上对土壤水分、土壤养分的迁移和转化都有着直接或间接的影响^[18]。该地区夏玉米生长季期间耕作层地温的上升(个别县市除外),有利于夏玉米根系生长和充分吸收深层养分、水分,增加玉米干物质积累^[19],有利于夏玉米提高产量,降低生长季后期其他气象因素带来的不利影响。另外,耕作层地温升高促进了土壤水分蒸发,加块了地表水的蒸发支出,可能会使夏玉米生长季面临干旱或高温热害的次数增加,建议合理利用肥水、及时灌溉。耕作层地温的升高,还可逐步扩大中、晚熟夏玉米的播种面积,但各个县市区地温的变化存在很大的差异,今后的农业生产研究应更加注重结合当地特点分析,区别对待。

参考文献

- [1] 戴声佩,李海亮,刘海清,等.全球气候变暖背景下华南地区农业气候资源时空变化特征.中国农业资源与区划,2014,35(1):52-60.
- [2] 李崇银.气候动力学引论.北京:气象出版社,1995.
- [3] 朱祖祥.土壤学.北京:中国农业出版社,1983.169-189.
- [4] 冯秀藻,陶炳炎.农业气象学原理.北京:气象出版社,1991.72-150.
- [5] 陈鹏狮,张玉书,冯锐,等.50年来辽宁省地温变化规律及播种期地温预报研究.干旱区资源与环境,2015,29(6):163-168.
- [6] 周斌,陈鹏狮,李晶,等.辽宁省春季表层地温变化特征及其与气温的关系.中国农学通报,2014,30(36):275-280.
- [7] 李焕,王欢,吐尔逊,等.新疆阿勒泰地区近50年暖季浅层地温变化特征分析.沙漠与绿洲气象,2015,9(4):37-42.
- [8] 李帅,王萍,陈莉,等.黑龙江春季浅层(0~20cm)地温变化特征及预报.冰川冻土,2014,36(1):55-62.
- [9] 蔡鹏,李芳,王政权,等.1961—2015年山东省济宁市地温与气温变化的相关分析.冰川冻土,2016,38(6):1538-1543.
- [10] 窦坤,黄玉芳,丁媛媛,等.1961—2013年菏泽0cm地温变化特征及成因分析.中国农业资源与区划,2016,37(6):63-69.
- [11] 杨玉霞,张建海,杨建红.德州气温、地温分析及对冬小麦发育期的影响.第27届中国气象学会年会现代农业气象防灾减灾与粮食安全分会场论文集,2010.
- [12] 代玉田,裴洪芹,杨玉霞.近49年德州浅层地温变化特征分析.中国农业气象,2011,32(增1):107-111.
- [13] 陈成国,石慧兰,王桂兰,等.1961—2010年德州市地温变化特征.气象与环境学报,2012,28(1):86-89.
- [14] 张翠华,张文煜.浅层地温变化对石家庄农作物生长的影响.西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(7):54-59.
- [15] 费晓玲,丁春兰.甘肃黄土高原地温与冬小麦发育期的关系分析.干旱气象,2009,27(2):148-151.
- [16] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术.北京:气象出版社,1999.37-55.
- [17] 张焕平,张占峰,汪青春,等.近40年青海浅层地温的变化特征.中国农业气象,2013,34(2):146-152.
- [18] 李毅,邵明安,王文焰,等.玉米田地温的时空变化特征及其预报.水利学报,2003,34(1):103-108.
- [19] 张富荣,张黎,刘志鹏.辽宁西朝阳地区玉米生长季耕作层地温变化趋势分析.湖北农业科学,2017,56(18):3447-3448,3454.

VARIATIONS CHARACTERISTICS OF TOPSOIL MEAN GEOTEMPERATURE IN SUMMER-MAIZE GROWING SEASON*

Zhu Baomei^{1*}, Zhou Qing¹, Chen Chengguo², Yang Yuxia², Yang Yijian¹

(1. Qihe Meteorological Bureau of Shandong Province, Qihe, Shandong 251100, China;

2. Dezhou Meteorological Bureau of Shandong Province, Dezhou, Shandong 253078, China)

Abstract This research aims to study the change trend of the average ground temperature of the cultivated layer in Dezhou, Shandong province from 2007 to 2016 and the abrupt change of the climate in the past 50 years. According the average ground temperature of 5cm, 10cm, 15cm and 20cm during summer-maize growing season (from June to September) in 10 counties, cities and districts in Dezhou district from 2007 to 2016 and Decheng district in Dezhou city from 1967 to 2016, and the monthly average temperature data in the same period, the climate inclination rate, accumulative anomaly, signal to noise and other climatic statistical methods were used to analyze the changes trend and abrupt changes. The results were showed as follows. (1) The increasing tendency of topsoil and every month mean geotemperature could be seen in the most region, the mean geotemperature had decreased in Linyi and Xiajin county. The increasing tendency of mean geotemperature of each depth layer reaching a maximum in Qihe with a rate of 2.33~2.80°C/10 years. (2) Mean geotemperature was above air temperature at

the same time, the temperature difference was the positive number, difference value range was 1.1 ~ 2.0°C、1.0 ~ 1.7°C、0.8 ~ 1.5°C、0.6 ~ 1.3°C in 5-10-15-20-cm mean geotemperature, respectively. And it reached a maximum in Qingyun, Ningjin, and a minimum in Wucheng. Between mean geotemperature and air temperature, there was significant positive correlation. (3) The mean geotemperature of each month had experienced a significant fluctuation in 50 years. 5-cm, 10-cm mean geotemperature changed abrupt in June 2004, 10-cm mean geotemperature changed abrupt in July 2005, 5-20-cm mean geotemperature changed abrupt in August 1981. In the above months, the shallow ground temperature was relatively colder before the mutation, and was relatively warmer after the mutation. During the growing season of summer maize in this area, the rise of topsoil mean geotemperature is conducive to the growth of summer maize roots, the full absorption of deep nutrients and water, the increase of dry matter accumulation, the increase of summer maize yield and the reduction of adverse effects of other meteorological factors in the later growing season.

Keywords topsoil mean geotemperature; variation tendency; analysis of abrupt change; summer-maize; growing season

(上接第 25 页)

培养、词汇语法知识的学习。每个单元分为两部分。第一部分为英文农业科技文献阅读,围绕一篇英文农业科技论文展开,包括论文原文、术语注释、阅读理解练习等内容。重点考察学习者对文章整体的理解能力,强调阅读过程中的学习与思考,潜移默化地培养其对文献阅读策略的感知、领悟、强化和运用能力。第二部分为农业科技英语学术规范,按单元顺序,首先介绍英文科技论文的基本结构、各部分基本功能及其变体,然后分主题依次具体介绍“标题”“摘要”“引言”“材料与方法”“结果”“讨论与结论”“图表、参考文献、致谢”等各部分的学术规范和语言特点,最后配有各部分学术规范理解与应用的练习。结合第一部分的学习,让学习者在英语语言知识和阅读能力方面得到提升。

提高农业英语阅读能力,科技文献阅读材料的选择是一个关键性的问题。阅读者对于材料的满意程度取决于材料本身是否符合他们自己的标准或需要。这种标准一般由学习因素决定。当阅读材料在各方面较为符合阅读者的当前英语水平及学科进度时,阅读会给他们带来非常强的满足感。相反当材料在各方面与阅读者水平格格不入时,不但不能激发阅读兴趣,反而会使学习者心生厌倦,对阅读产生不应有的反感。因此,阅读材料应以阅读者的阅读需要为基础,以阅读者的选择基础为准绳。在进

行阅读选材之前,应尽可能地对阅读者的学习目的、学习期望、语言水平及对文章的趣味性、难易度、信息量、文章类型等方面的要求情况有一个深入了解,做到有据可循、有的放矢。如大学授课,教师应在课堂上重点分析科技文献材料的特点,分析科技文章的语境、词汇用法,使学生了解掌握基本文献内容、文章的阅读技巧,以及科技词汇中一词多义、一词多性的特点,让学生认识到旧词新意的转变脉络,使之了解到新词产生的背景、使用的特点及意义等。农业科技英语有其特殊性,其所表述的内容是专业知识,更是科技信息的载体,且科技文体不以语言的艺术美为追求目标,而是讲究逻辑的条例清楚与叙事的准确严密。因此,外文文献农业英语阅读能力的培养还应注重科技论文规范性、逻辑性的教授。

作为我国农业现代化科技的主力军,我国农业科技人员的专业英语文献阅读能力非常重要,是我国进行高层次农业科技学术研究、技术推广与创新的重要保障。《农业科技英语阅读教程》主要面向已完成基础阶段英语学习,或有国内外继续深造意向的农林高校大学生及国内从事农业方面研究的科技人员;或高校在读、需要发表 SCI 论文的博士、硕士研究生们;或有志于自己用英语撰写科技论文的科技工作者。

文/袁嘉粒(重庆工程职业技术学院 讲师)