

黑龙江省土壤湿度的气候响应及其与大豆产量的关系

姜丽霞, 王 萍, 李 帅, 王晾晾, 曲辉辉, 吕佳佳, 官丽娟, 王秋晶, 闫 平

(黑龙江省气象科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要: 利用黑龙江省32个农业气象站1980~2007年作物生长季的旬土壤湿度、月气温和月降水观测资料, 采用统计分析方法, 分析了研究区表层(0~30 cm)土壤湿度的时空变化特征及其对气温、降水量等气候变化的响应, 建立了研究区大豆产量与土壤湿度的关系模型。结果表明: 1980~2007年间, 黑龙江省不同地区作物生长季表层土壤湿度均呈减小趋势, 黑龙江省表层土壤存在干旱化趋向, 其中, 西部地区尤为明显; 20世纪90年代以前, 研究区表层土壤处于比较湿润阶段, 之后土壤湿度持续降低, 并发生了偏干现象; 研究期间, 黑龙江省作物生长季平均气温呈周期性波动上升, 每6 a一个周期, 期间小幅波动, 1992年开始明显上升; 生长季降水量的年际变幅较大, 存在一个4~5 a的波动周期; 研究区作物生长季表层土壤湿度与气温呈极显著负相关关系, 与降水量呈极显著正相关关系($P < 0.01$), 气温和降水量是影响黑龙江省作物生长季表层土壤湿度变化的主要气候因素; 研究区大豆产量与表层土壤湿度存在极显著的相关关系($P < 0.01$), 土壤偏干或偏湿对大豆产量的形成均存在不利影响。

关键词: 土壤湿度; 气温; 降水; 产量

中图分类号: S152.7; S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)01-0034-07

气候变化及其对农业和生态环境的影响受到了国际社会的广泛关注与重视, 目前中国北方的干旱化趋势成为一个主要论题。黑龙江省位于我国东北地区, 是全国重要的商品粮生产基地之一, 在为国家提供优质商品粮生产中具有不可替代的重要作用。在气候变暖的影响下, 干旱有进一步发展和加重的趋势^[1-3], 干旱化不仅对人类的生存环境产生影响, 而且严重制约着粮食生产的发展, 已成为农业生产面临的严重问题。土壤湿度作为地表主要物理参量之一, 它影响着地表能量和水分再分配, 能够充分反映地表水分的收入和支出情况, 可以作为研究我国北方干旱化问题的一个客观定量的综合指标^[4], 姚玉璧等^[5]、柳钦火等^[6]、王密侠等^[7]也将土壤湿度作为农业干旱指标。对于土壤湿度与气候变化关系的研究, 国内外开展了大量工作^[8-12], 研究表明, 土壤湿度与气候因子(如气温、降水)具有密切关系, 土壤湿度变化和气候变化是相互作用、相互影响的^[4]。Shukla等^[13]利用数值模式进行研究的结果表明: 干、湿土壤对后期降水和气温的影响有较大差异; Craig等^[14]研究指出加拿大气候变化可能导致的生产潜力的增加极有可能被土壤水分亏缺的增加所抵消; Bennie等^[15]在草原小气候研究中, 建立了土壤水分模型, 分析土壤含水量变化在小气候形成中的贡献。邓振镛等^[16]研究了西北地区干旱气候变化

的主要特征, 发现干旱化趋势主要发生在西北地区东部; 马柱国等^[17]研究表明 20 世纪 80 年代中国东部区域土壤湿度与气温呈负相关关系, 与降水量呈正相关关系, 孙丞虎等^[18]利用 20 世纪 90 年代淮河流域的资料分析的结果与此基本一致; 陈少勇等^[19]研究了中国黄土高原的土壤湿度对气候的响应, 结果表明: 黄土高原 4~10 月土壤湿度与降水量的地理分布有较好的一致性, 在此区域影响土壤湿度的主要因素是降水, 但气温也有不可忽视的作用。

黑龙江省气象台站的土壤湿度观测资料的规范化及可用化始于 1980 年, 由于受实际资料序列的影响, 长期的土壤湿度变化与气候变化关系的研究目前仍然较少。为此, 本文对黑龙江省 1980~2007 年作物生长季表层(0~30 cm)土壤湿度和气候的特征以及两者间的关系进行分析, 并探讨了黑龙江省土壤是否存在干旱化趋势及气候变化对土壤湿度产生的影响, 旨在为政府部门防灾减灾和决策布署农业生产提供科学参考, 对推动农业经济的可持续发展具有重要的现实意义。

1 资料与方法

1.1 站点选择及资料

黑龙江省是农业大省, 大部分地区为农业县(市), 本文主要选取了嫩江、龙江、海伦、泰来、安达、

收稿日期: 2010-05-13

基金项目: 黑龙江省气象局重点项目(YB2009-08); 中国气象局气候变化专项(CCSF-09-13); 国家科技支撑计划“十一五”重大项目(2007BAC03A06)

作者简介: 姜丽霞(1972—), 女, 吉林德惠市人, 高级工程师, 硕士, 研究方向为应用气象和气候资源研究。

巴彦、佳木斯、富锦、宝清、哈尔滨市、五常、勃利、集贤、宁安等 32 个黑龙江省农业气象站作为研究站点,这些县(市)均匀分布在黑龙江省,为主要产粮区,具有一定的代表性,能够较好反映出该省各地区的生产特点和气候特征。为更好地分析黑龙江省不同地区土壤湿度变化特征及其与气候变化的关系,根据黑龙江省气候特征、农田土壤水分的实际情况及农业生产情况,将其划分出 5 个区域,分别为北部、中部、西部、南部和东部地区(表 1),32 个农业气

象站均有土壤湿度、气温、降水等参量的观测,在研究期间均无灌溉情况,且耕作方式均无变化。

本文利用的气象资料包括上述 32 个站点 1980~2007 年作物生长季(5~9 月)内表层(0~30 cm)土壤每旬的土壤湿度资料(土壤重量含水率)及月平均气温、月降水资料,均来自于黑龙江省气象局整编资料。1980~2007 年大豆实际单产资料来自于黑龙江省统计局。

表 1 研究区站点概况
Table 1 Status of the stations in the study area

位置 Location	站点 Station	纬度 Latitude (°)	经度 Longitude (°)	位置 Location	站点 Station	纬度 Latitude (°)	经度 Longitude (°)
北部 North	呼玛 Huma	51.72	126.65	南部 South	哈尔滨 Harbin	45.75	126.77
	黑河 Heihe	50.25	127.45		双城 Shuangcheng	45.38	126.3
	嫩江 Nenjiang	49.17	125.23		尚志 Shangzhi	45.22	127.97
	孙吴 Sunwu	49.43	127.35		五常 Wuchang	44.9	127.15
	五大连池 Wudalianchi	48.5	126.18		穆稜 Muling	44.93	130.55
中部 Middle	海伦 Hailun	47.43	126.97	东部 East	宁安 Ning'an	44.33	129.47
	青冈 Qinggang	46.68	126.1		佳木斯 Jiamusi	46.82	130.28
	巴彦 Bayan	46.08	127.35		富锦 Fujin	47.23	131.98
	方正 Fangzheng	45.83	128.8		集贤 Jixian	46.73	131.12
西部 West	克山 Keshan	48.05	125.88		勃利 Boli	45.75	130.58
	龙江 Longjiang	47.33	123.18		抚远 Fuyuan	48.37	134.28
	富裕 Fuyu	47.80	124.48		汤原 Tangyuan	46.73	129.88
	林甸 Lindian	46.83	124.42		桦南 Huanan	46.20	130.52
	拜泉 Baiquan	47.60	126.1		宝清 Baoqing	46.32	132.18
	泰来 Tailai	46.40	123.42		饶河 Raohe	46.80	134.00
	安达 Anda	46.38	125.32				
	肇源 Zhaoyuan	45.5	125.08				

1.2 土壤干湿检验指标

黑龙江省气象局根据该省各地的土壤质地,考虑实际气候状况,结合多年的基础研究及实际使用经验,参照国家指标,确定了黑龙江省土壤旱涝检验指标,因此本文土壤干湿检验标准参照黑龙江省气象局确定的土壤湿度旱涝指标:当土壤相对湿度≤70%,土壤为偏干;在 70%~90%,土壤为正常;>90%,土壤为偏湿。

土壤相对湿度 = $\frac{\text{土壤重量含水率}(\%)}{\text{田间持水率}(\%)} \times 100\%$

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 数据处理软件分析研究区各站点 1980~2007 年生长季内平均土壤湿度、平均气温和降水量的变化趋势,利用一元线性回归方法

分析研究区土壤湿度与气温和降水的关系。

2 结果与分析

2.1 黑龙江省土壤湿度的变化趋势

无论是在灌溉条件下,还是在自然降水条件下,0~30 cm 土层中土壤有效水分含量的变异率总是最大的^[20]。结合黑龙江省实际的土壤特点,即在土层 30 cm 以下,黑龙江省土壤水分年变化过程比较稳定^[21],因此本文仅分析了研究区 0~30 cm 土层的平均土壤湿度变化趋势及特征。

由图 1 可以看出,研究区 5 个区域 5~9 月 0~30 cm 土层土壤湿度平均值的变化存在较好的一致性,均呈减小趋势,不存在周期性变化。20 世纪 80 年代,黑龙江省大部地区多为土壤湿润阶段,该时期

0~30 cm 土层土壤湿度普遍较大,处于偏湿或正常状态,仅偶有个别市县出现土壤偏干现象;20 世纪 90 年代,土壤湿度明显下降,土壤逐步由湿润状态向干化态势发展,从 20 世纪 90 年代中期开始,土壤多呈正常或偏干状态,出现偏干的频率增加。表 2 的统计结果也显示,1980~2007 年间,黑龙江省大部地区生长季表层土壤出现偏干年份的频率呈增加趋势,其中,西部地区尤为明显,说明黑龙江省西部地区土壤干化趋势明显。

研究区北部和中部地区的土壤湿度较大,1980~2007 年间,有 50% 的年份以北部地区的土壤湿度最大,50% 的年份以中部地区最大;南部和东部地区土壤湿度始终处于中间状态;西部地区最小,可见在地域分布上,北部地区的土壤湿度大于南部地区,东部地区大于西部地区。选取呼玛、富锦、巴彦、双城、富裕等资料序列较长的站点分别作为北部、东部、中部、南部和西部地区的代表站点说明各区域土壤含水量的变化。由图 2 可见,研究期间,研究区北部、中部和东部地区土壤较少出现偏干现象,多为偏湿或正常状态,且偏湿状态基本出现在 20 世纪 90 年代中期以前;南部和西部地区则与之相反,土壤多处于正常或偏干状态,并从 20 世纪 90 年代初开始多出现偏干现象,土壤存在干化的发展趋势。

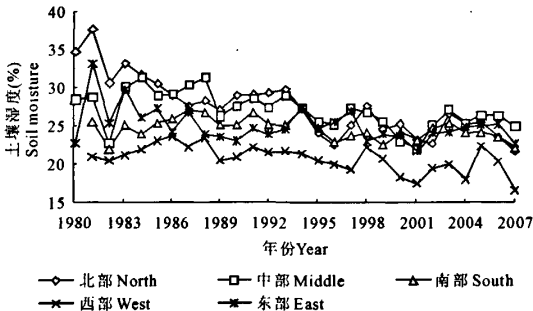


图 1 研究区 5 个区域作物生长季 0~30 cm 土层平均土壤湿度的变化

Fig.1 Change of average soil moisture of 0~30 cm depth in crop growth season on five sites of the study area(1980~2007)

表 2 1980~2007 年研究区作物生长季土壤偏干年数

Table 2 Soil drying years in crop growth season of the study area during 1980~2007

时期 Age	北部地区 North	西部地区 West	中部地区 Middle	南部地区 South	东部地区 East
80 年代 1980s	0	2	1	5	2
90 年代 1990s	1	4	2	6	3
21 世纪初期 Early 21st century	3	6	4	5	3

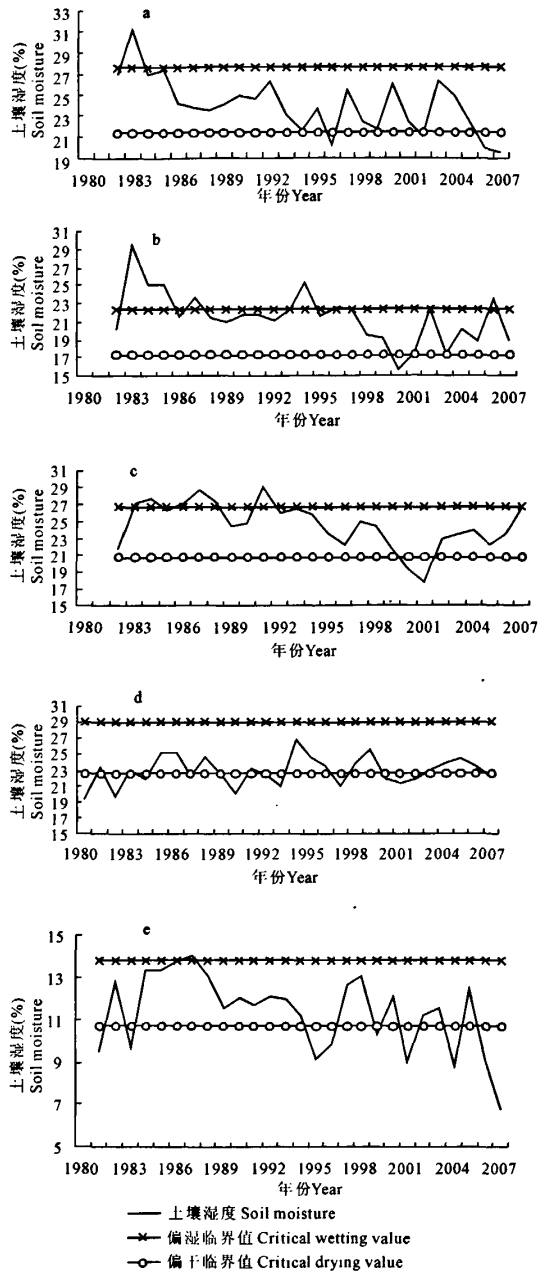


图 2 呼玛(a)、富锦(b)、巴彦(c)、双城(d)、富裕(e)站作物生长季土壤湿度的变化

Fig.2 Change of the soil moisture in the surface soil layer at Huma(a), Fujin(b), Bayan(c), Shuangcheng(d) and Fuyu(e) stations during crop growth season

2.2 黑龙江省气候变化趋势

气候是影响粮食安全生产的自然条件之一,温度和降水是两个最重要的气候因素。温度是影响作物发育的主要环境因子,在一定的温度范围内与作

物发育速度成正比,并直接影响粮食的产量及品质。水是作物生命之源,对作物的生育、产量和品质同样具有重要影响。大量文献表明,在干旱半干旱地区,大部分地方是靠天吃饭的雨养农业区^[11,22,23]。黑龙江省处于我国最北部,是湿润、半湿润地区向半干旱地区过渡的地带,气候脆弱,热量少,降水变率大,其西部地区几乎连年出现不同程度的春旱^[24],就目前黑龙江省的自然状况及生产技术水平而言,黑龙江省农业基本是“靠天定年成”的局面,热量条件是农作物种植布局及产量高低的关键所在,而水分条件上同样属于“雨养农业”,作物水分供应和土壤水分的来源基本完全依赖于自然降水的补给,因此气温和降水的变化与粮食安全生产存在直接而密切的关系。

2.2.1 气温的变化趋势 由图3可以看出,1980~2007年,黑龙江省各区域作物生长季平均气温的变化趋势一致,呈周期式波动上升趋势,约每6a一个周期,1982、1988、1994、2000年为周期变化的峰值,而1981、1983、1987、1992、1999年为谷值。1988年前后的2个周期,波动振幅非常小,变化相对平稳,1992年开始,出现一个明显的上升变化。黑龙江省各区域作物生长季的平均气温在15.04℃~20.54℃,西部地区最高,北部地区最低,南部、中部及东部地区处于二者之间,区域最高与最低平均气温的距平为2℃~3℃。1980~2007年间,西部、南部及中部地区最低平均气温出现在1983年,北部和东部地区最低平均气温出现在1981年,而各地区最高平均气温均出现在2000年,这体现了黑龙江省气温升高的迹象。

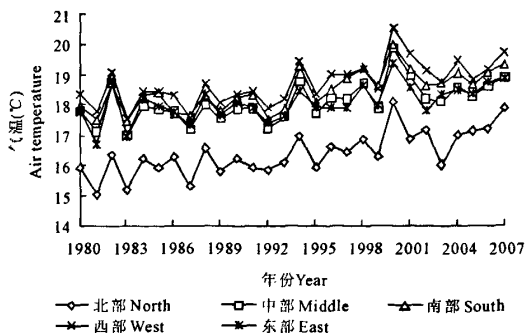


图3 研究区作物生长季平均气温的变化

Fig.3 Change of the average air temperature in crop growth season in the study area

2.2.2 降水量的变化趋势 由图4可以看出,研究期间,黑龙江省各区域作物生长季降水量的变化趋势一致,总体呈周期式波动减少,且年际变幅较大,

波动周期约4~5a,在波动周期内,降水量变化呈降低-升高-降低。研究区作物生长季降水量在249.0~709.4mm之间,西部地区有50%年份的作物生长季降水量最少,北部和东部各为21%,南部和中部地区分别为4%;南部地区有32%的年份作物生长季降水最多,中部地区为29%,北部地区为21%,东部地区为11%,西部地区为7%,由此可见,黑龙江省作物生长季西部地区少水的概率较大,但各区域不存在明显的地域分布规律。高歌等^[25]对华北地区降水与水资源的相关分析结果表明,降水与水资源总量存在极显著的正相关关系($P < 0.001$)。由于缺乏黑龙江省水资源总量资料,本文无法分析黑龙江省的此种相关关系是否存在,但降水最终主要回落到地面(不考虑作物截留等),从这一角度分析,黑龙江省生长季降水的这种下降趋势也将对该区水资源产生一定程度的影响。

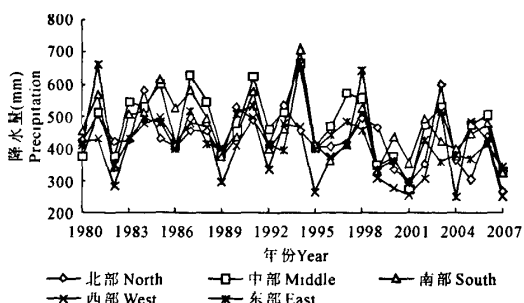


图4 研究区作物生长季降水量的变化

Fig.4 Change of the average precipitation in crop growth season in the study area

2.3 土壤湿度与气温、降水的关系

龙江站位于松嫩平原西部,为主要产粮大县,且气候特点鲜明,资料序列较长,其代表性较好,为此,本文以龙江站为例分析了研究区气温和降水对表层土壤湿度的影响。由图5可见,1980~2007年,研究区作物生长季内表层(0~30cm)土壤湿度与降水量均呈下降趋势,二者振荡趋势基本一致,说明土壤湿度对降水量具有一定的依赖关系;气温的变化趋势则与土壤湿度相反。采用一元线性回归方法进一步分析龙江站土壤湿度与气温和降水量的关系,发现研究区土壤湿度与气温呈极显著负相关关系($P < 0.01$)、与降水量呈极显著正相关关系($P < 0.01$),其相关系数分别为-0.724和0.639,其中以气温的相关性尤为显著。由此可见,研究区表层土壤湿度与气温和降水量存在密切关系,说明黑龙江省西部地区温度高、降水少是导致土壤干化趋势明显的原因之一。

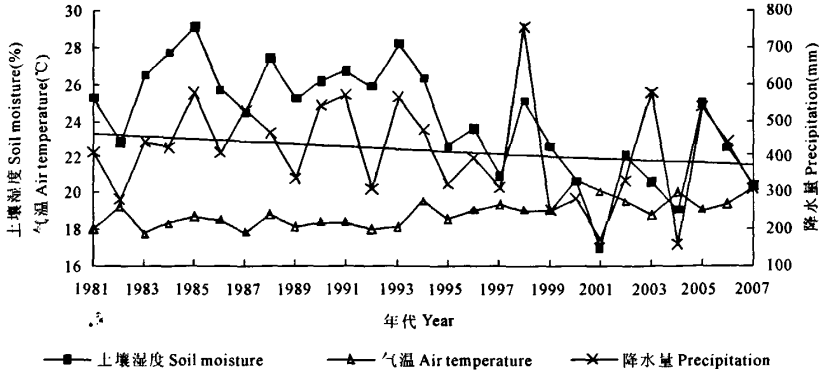


图 5 龙江站作物生长季土壤湿度、气温和降水量的变化趋势

Fig.5 Changing trend of the soil moisture, air temperature and precipitation of Longjiang Station in crop growth season

2.4 土壤湿度对大豆产量的影响

大豆是黑龙江省种植面积最大的主栽旱作物,其特性表现为喜温耐冷凉,对水分敏感,生长发育过程中需求土壤水分适中、气候凉爽的环境条件,因此分析土壤湿度与大豆产量的关系,能够较好体现本文的要旨。宁安站位于黑龙江省东南部,生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温约在 $2\ 800^{\circ}\text{C}$,气候适宜,农田土壤无长期处于偏干或偏湿状态,土壤含水量变化平稳,大豆年总产量达 $11 \times 10^7\text{ kg}$,是黑龙江省主要的大豆产区,选择该站分析土壤湿度(X)与大豆产量(Y)的关系具有较好的代表性。宁安站土壤干湿标准为: $X \leq 15.17\%$,土壤严重偏干, $X \leq 21.23\%$,土壤偏干, $21.23\% < X \leq 27.3\%$,土壤水分适宜, $X > 27.3\%$,土壤偏湿。

实际上,作物最终产量是在农业投入、土壤条件、生产栽培技术及气候条件等因素共同影响下形成的,但鉴于20世纪80年代以来,气候变暖明显,黑龙江省由北至南的大部分大豆主产区生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温达 $1\ 700^{\circ}\text{C}$,日照时数在 $1\ 300\text{ h}$ 以上,光温条件基本能够满足大豆不同品种生长的需要,并且同一区域内的耕作方式没有变化,考虑其不同年份的农业生产技术水平基本相当,忽略农业投入和土壤等条件,则水分条件是影响大豆产量形成的关键因素,大豆主要由根部获取水分,因此本文直接利用宁安站大豆实际单产资料,采用一元二次回归方法分析1980~2007年宁安站大豆实际单产与土壤湿度的关系,发现宁安站大豆实际单产与土壤湿度具有极显著的相关关系($P < 0.01$),其回归方程为:

$$Y = -28.363X^2 + 1448.1X - 16183$$

式中, Y 为大豆实际单产(kg/hm^2); X 为土壤湿度(%)。方程相关系数为0.613。当 $16.523\% < X < 34.533\%$ 时,随着土壤湿度的增加,大豆单产明显增

加,当 $X = 25.5\%$ 时,即宁安站的土壤湿度处于较为适宜状态时,大豆产量 Y 达到最高,然后随着土壤湿度的增加,大豆产量呈下降趋势。由此可见,土壤水分适宜与否对大豆产量的形成具有重要影响,土壤偏干或偏湿均对大豆增产不利。

3 结论与讨论

1) 1980~2007年,黑龙江省不同地区作物生长季表层土壤湿度均呈下降趋势,年际间变化较明显,但不存在周期性变化。20世纪90年代前,该区表层土壤为比较湿润阶段,90年代后表层土壤逐渐变干,以至出现偏干现象,尤以黑龙江省西部地区出现偏干的频率较大。黑龙江省作物生长季表层土壤表现出由北向南、由东向西的变干趋势,西部地区表层土壤干化态势明显,其它地区次之。

2) 研究期间,黑龙江省各地区作物生长季平均气温呈周期性的波动上升趋势,约6a一个周期,年际变率不大,作物生长季平均气温以北部地区最低,西部地区最高。黑龙江省各地区生长季降水呈周期性波动减少,波动周期约4~5a,表现为少-多-少的形式,且年际间变幅较大,在地域上不存在明显的分布规律,西部地区少水的概率较大。

3) 在作物生长季内研究区表层土壤湿度与气温呈极显著负相关关系($P < 0.01$),与降水呈极显著正相关关系($P < 0.01$),并以气温更为显著。气温和降水是影响黑龙江省作物生长季表层土壤湿度变化的主要气候因素,研究区西部地区温度高、降水少的事实是土壤干化态势明显的原因之一。由于资料所限,黑龙江省降水与水资源的关系有待进一步研究。

4) 研究区大豆实际单产与作物生长季表层土壤湿度呈极显著的相关关系($P < 0.01$),在一定的

土壤湿度范围内,大豆产量随着土壤湿度的增加先升后降,说明土壤湿度适宜程度对产量存在重要影响,土壤偏干或偏湿均不利大豆产量形成。

5) 土壤湿度变化在一定程度上是受比较复杂的综合环境影响的,包括气候、地理位置、地形等。在气候变暖及各种不确定性因素的影响下,这种土壤干旱化趋势仍将持续,必须采取综合可行的措施进行防治,以确保粮食生产的安全进行和农业经济的可持续发展。

参考文献:

- [1] 袁文平,周广胜.标准化降水指标与Z指数在我国应用的对比分析[J].植物生态学报,2004,28(4):523—529.
- [2] 安芷生,符淙斌.全球变化科学的进展[J].地球科学进展,2001,16(5):671—680.
- [3] 苏志珠,卢琦,吴波,等.气候变化和人类活动对我国沙漠化的可能影响[J].中国沙漠,2006,26(3):329—335.
- [4] 郭维栋,马柱国,姚永红.近50年中国北方土壤湿度的区域演变特征[J].地理学报,2003,58(增):83—90.
- [5] 姚玉璧,张存杰,邓振镛,等.气象、农业干旱指标综述[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):185—189.
- [6] 柳钦火,辛景峰,辛晓洲,等.基于地表温度和植被指数的农业干旱遥感监测方法[J].科技导报,2007,25(6):12—18.
- [7] 王密侠,马成军,蔡焕杰.农业干旱指标研究与进展[J].干旱地区农业研究,1998,16(3):119—124.
- [8] 刘贤赵,衣华鹏,李世泰.渭北旱塬苹果种植分区土壤水分特征[J].应用生态学报,2004,15(11):2055—2060.
- [9] Walker J, Rowntree P R. The effect of soil moisture on circulation and rainfall in a tropical model[J]. Quart J Roy Meteor Soc, 1977, 103: 29—46.
- [10] 杨永辉,王智平,佐仓保夫,等.全球变暖对太行山植被生产力及土壤水分的影响[J].应用生态学报,2002,13(6):667—671.
- [11] 黄斌,张洪芬,强玉柱.西峰黄土高原作物生长期土壤水分损耗速率分析[J].干旱地区农业研究,2008,26(1):241—245.
- [12] 张文君,周天军,宇如聪.中国土壤湿度的分布与变化 I. 多种资料间的比较[J].大气科学,2008,32(3):581—596.
- [13] Shukla J, Mintz Y. Influence of land-surface evapotranspiration on the earth's climate[J]. Science, 1982, 215: 1498—1501.
- [14] Craig J P, Delia Bucknell, Gregory P L. Modelling crop productivity and variability for policy and impacts of climate change in eastern Canada[J]. Environmental Modelling & Software, 2008, 23(12): 1345—1355.
- [15] Bennie J, Huntley B, Wiltshire A, et al. Slope, aspect and climate: Spatially explicit and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland[J]. Ecological Modelling, 2008, 216: 47—59.
- [16] 邓振镛,张宇飞,刘德祥,等.干旱气候变化对甘肃省干旱灾害的影响及抗旱减灾技术的研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(4):94—99.
- [17] 马柱国,魏和林,符淙斌.中国东部区域土壤湿度的变化及其与气候变率的关系[J].气象学报,2000,58(3):278—287.
- [18] 孙丞虎,李维京,张祖强,等.淮河流域土壤湿度异常的时空分布特征及其与气候异常关系的初步研究[J].应用气象学报,2005,16(2):129—138.
- [19] 陈少勇,董安祥.中国黄土高原土壤湿度的气候响应[J].中国沙漠,2008,28(1):66—72.
- [20] 刘长民,赵凡衍.旱地农田土壤水分含量变化特征研究[J].西北林学院学报,1995,10(增):148—152.
- [21] 姜丽霞,王育光,孙孟梅,等.黑龙江省玉米产量预报模式的研究[J].中国农业气象,2004,25(1):13—16.
- [22] 郭海英,杨兴国,黄斌,等.陇东黄土高原主要农作物生长状况评定指标体系的建立[J].干旱地区农业研究,2005,23(6): 12—16.
- [23] 黄斌,郭江勇,张洪芬,等.陇东玉米拔节至抽雄期降水与产量及生物量的相关性分析[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):172—175.
- [24] 姜丽霞,申双和,杜春英,等.黑龙江省气候资源与灾害评价分析系统[J].南京气象学院学报,2004,27(1):21—127.
- [25] 高歌,李维京,张强.华北地区气候变化对水资源的影响及2003年水资源预评估[J].气象,2003,29(8):26—30.

Responses of soil moisture to climate change and relationship between soil moisture and soybean yield in Heilongjiang

JIANG Li-xia, WANG Ping, LI Shuai, WANG Liang-liang, QU Hui-hui, LU Jia-jia,

GONG Li-juan, WANG Qiu-jing, YAN Ping

(Heilongjiang Provincial Institute of Meteorological Sciences, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Based on the 1980 ~ 2007 observation data of ten-day soil moisture, monthly air temperature, and monthly precipitation during crop growth season (from May to September) from 32 agro-meteorological stations in Heilongjiang Province, the spatiotemporal variation of surface soil (0 ~ 30 cm) moisture and its responses to the air temperature and precipitation in the study area were analyzed by using statistical method, and the model for analyzing relationship between soybean yield and soil moisture was built by use of regression methods in the study area. The results showed that in Heilongjiang, the surface soil moisture during crop growth season in 1980 ~ 2007 had a decreasing trend, and tended to be aridified, especially in the west parts. Before the 1990s, the surface soil was relatively humid, but thereafter, the humidity kept decreasing, and partial dryness occurred. In the study period, the mean air temperature during crop growth season had a periodical increase before 1992, with a small fluctuation in a cycle of 6 years, but increased obviously after that. The precipitation during crop growth season had a larger inter-annual variation, with a cycle of 4 ~ 5 years. The surface soil moisture during crop growth season was significantly negatively correlated to air temperature and positively correlated to precipitation. Both air temperature and precipitation were the main climatic factors affecting the variation of surface soil moisture in Heilongjiang. Soybean yield was significantly correlated to the surface soil moisture in the study area, and partial dry or wet soil had a adverse influence on soybean yield.

Keywords: soil moisture; air temperature; precipitation; yield

(上接第 28 页)

Effect of different transplanting time and irrigation amount on growth and yield of late-maturing rice

XIAO Yan-yun¹, TIAN Li-shuang², XIE Li-yong¹, YANG Heng-shan², CAO Min-jian¹

(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China;

2. College of Agronomy, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028043, China)

Abstract: Climate changes led to gradual reduction of agricultural water and caused lack of water for most of crops, especially for rice production. In order to alleviate the shortage of water resources and enhance the rice planting adaptability to climate changes, experiments were carried out on the test base of Shenyang Agricultural University in 2009 using late-maturing rice variety Liaoxing No. 1 as test material to avoid the spring water peak by delay transplanting and reducing the quantity of irrigation water during rice growth period to improve production efficiency. The test set three transplanting time (May 5, 20 and June 5) and four irrigation treatments (drought irrigation, shallow, thin, wet and dry irrigation, intermittent irrigation and normal irrigation). The growth, development and yield of Liaoxing No. 1 changed under several irrigation conditions. The results showed that the dry weight, ear length, 1000-grain weight and grain filling rate were largest under regular irrigation of transplanting on June 5, and which were maximum when rice transplanted on May 5 and 20. Tiller numbers showed a single peak curve at different transplanting stages. Under intermittent irrigation the irrigation amount of transplanting on June 5 was less than that of transplanting on May 5 and 20, the interval were respectively 658.64 m³/hm² and 522.86 m³/hm², the water saving amount were 6.52% and 5.25%. The yield of transplanting on June 5 under intermittent irrigation was 9 297.15 kg/hm², which decreased by 6.54% and 12.70% compared to that of May 5 and 20.

Keywords: late-maturing rice; transplanting time; irrigation amount; growth; yield