

李 辑, 严晓瑜, 王 颖. 辽宁省近 50 年霜的气候变化特征[J]. 气象, 2010, 36(11): 38-45.

辽宁省近 50 年霜的气候变化特征^{*}

李 辑¹ 严晓瑜² 王 颖¹

1 沈阳区域气候中心, 沈阳 110016

2 宁夏气象服务中心, 银川 750000

提 要: 主要使用辽宁省 35 个站点 1957—2006 年霜的地面观测资料以及相应时间的温度资料分析了该区霜的变化特征及其受气候变暖的影响, 得到如下结论: 近 50 年辽宁省初霜日期推迟近 10 d, 终霜日期提前约 17 d, 无霜期日数增加约 26 d; 初、终霜日期和无霜期日数在 20 世纪 90 年代初发生突变; 从空间分布来看, 初霜日期明显推后、终霜日期显著提前、无霜期增多的区域主要分布在辽宁中部、西部以及辽东半岛的部分地区; 初霜日期与 9 月份各温度因子相关性较与其他各月高, 终霜日期与 4 月份各温度因子相关性较强, 无霜期主要受 4—9 月间各温度因子的影响; 初霜期推迟、终霜期提前以及无霜期延长都主要是由温度的升高引起的, 其中平均最低地面温度、平均最低气温是最重要的影响因素; 伴随气候变暖, 辽宁省初、终霜发生日期以及无霜期长度的空间分布都显示出由西南向东北方向推移的特点。

关键词: 初霜, 终霜, 无霜期, 气候变化

Variations of Frost Under the Background of Climate Change in Liaoning Province in Recent 50 Years

LI Ji¹ YAN Xiaoyu² WANG Ying¹

1 Shenyang Regional Climate Center of Liaoning, Shenyang 110016

2 Ningxia Meteorological Service Center, Yinchuan 750000

Abstract: Based on the surface observational data of frost from 1957 to 2006 at 35 basic stations of Liaoning Province and the corresponding temperature data, the variation characteristics of frost and the effect of climate change on frost were analyzed. The result shows that the first frost delayed about 10 days in these 50 years, and the last frost brought forward 17 days, thus the frostless period extended 26 days. Besides, there was a break point in the 1990s for the first frost, last frost and frostless period. The areas in which the first frost significantly delayed, last frost significantly brought forward, and frostless period significantly extended, are mainly distributed in the middle part and the west part of Liaoning Province and the partial area of Liaodong Peninsula. The first frost date is more related to the temperature of September, the last frost date is markedly correlated with the temperature of April, while the frostless period is significantly correlated to the temperature from April to September. First frost delaying, last frost bringing forward and frostless period extending are all mainly attributed to temperature increases, especially the increases of the average minimum surface temperature and the average minimum air temperature. Due to temperature increasing, the spatial distributions of the first frost, last frost and frostless period all displayed the characteristics of moving from southwest to northeast.

Key words: first frost, last frost, frostless period, climate change

^{*} 中国气象局新技术推广项目“气候变暖对东北重大气候灾害影响及预测研究”(cmatg2008m18);“东北地区气候与气候变化评估模式及系统建设”(22060302302-2000804)项目共同资助

2009 年 6 月 8 日收稿; 2009 年 8 月 24 日收修定稿

第一作者: 李辑, 主要从事短期气候预测及气候变化方面的研究. Email: cqlji@sina.com

引 言

近百年来,地球气候正经历着一次以全球气候变暖为主要特征的显著变化。近 50 年中国增暖尤其明显,全国年平均地表气温增加 1.1℃,增温速率为 0.22℃/10a,明显高于全球或北半球同期平均增温速率,其中北方和青藏高原增温比其他地区显著^[1]。我国北方气温的显著升高使该区干旱化^[2]、沙尘暴频数^[3]、冬小麦生产^[4]、沼泽地水位^[5]和大雾时空分布^[6]等都发生了改变。霜作为一个重要的天气现象也会受到气候变暖的影响^[7]。初终霜的出现日期及无霜期的长短,对合理安排农事活动至关重要,研究它们对气候变暖的响应方式不但能降低农业生产风险,而且可以保证农作物获取最佳经济效益。丁盛楠研究发现佳木斯地区 50 年平均初霜日为 9 月 27 日,终霜日为 5 月 4 日,无霜期 144 d,平均每 10 年初霜日可推迟 6.8 d,终霜日可提前 4.6 d,无霜期可延长 5.7 d^[8]。谷新波等统计分析了 1971—2006 年内蒙古阿尔山市霜的变化特点,结果表明该区初霜日呈平稳微弱上升趋势;终霜日呈平稳微弱下降趋势;无霜期呈平稳增长趋势^[9]。曹秋萍研究表明黑龙江 20 世纪 60、70 年代终霜较晚,初霜较早,无霜期较短;80 年代以来,多数地区终霜日有所提前,初霜日推后,无霜期明显延长,90 年代前期(1991—1995 年)有的地区终霜又有所提前,各区及全省初霜日明显推后,无霜期延长^[10,13]。唐志朝等对 1961—2003 年辽宁省无霜期进行了分析,结果显示 60、70 年代初霜早,终霜晚,无霜期偏短;80 年代无霜期延长,初霜延迟,终霜提前;90 年代变化更显著^[11]。辽宁省气候变暖的速度大于全球变暖的平均速度^[12],那么这种明显的增温变化对辽宁省初终霜日和无霜期的长短会产生什么样的影响呢?有关方面研究较少^[11],因此本文旨在对辽宁省初、终霜

日期和无霜期变化特征进行深入分析,并对气候变暖对该区霜的影响做初步探讨,以期对辽宁省农业生产和农事活动起到一定的指导意义。

1 资料选取和分析方法

1.1 资料选取

本文基于辽宁省 35 个站点 1957—2006 年霜的地面观测资料,提取了各站逐年初、终霜出现日期和无霜期,以此对辽宁省霜的变化特征进行分析。初霜日期为每年秋、冬季第一次出现霜的日期,终霜日期为次年春季最后一次出现霜的日期,无霜期为一年内终初霜期间的间隔天数。本文所使用的气候资料为 1957—2006 年各站点逐日平均气温、最高气温、最低气温、平均地面温度、最低地面温度等。

1.2 研究方法

本文采用趋势系数、回归分析等方法对辽宁省霜的长期变化的情况进行研究,并用 Mann-Kendall 进行了突变分析,同时采用相关分析探讨了气候变暖对初、终霜日期及无霜期影响。

2 初、终霜日期和无霜期气候特征分析

2.1 平均特征

辽宁各地平均初霜日期多出现在 9 月下旬至 10 月下旬。辽宁省的北部和东部地区出现的较早,在 9 月下旬,其中以清原最早平均为 9 月 23 日;黄海和渤海沿岸地区较晚,在 10 月中旬和下旬(大连出现最晚,为 10 月 30 日);其他地区大多在 10 月上旬(图 1a)。

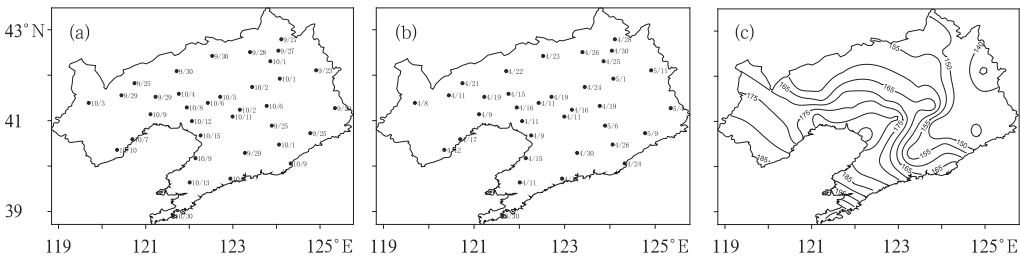


图 1 辽宁省各地的平均初(a)、终(b)霜日期以及无霜期(c)

Fig. 1 The mean date (mon/d) of the first frost (a) and last frost (b), as well as the mean length (unit:d) of frostless period (c) in Liaoning Province

辽宁省的终霜日期多出现在 4 月上旬至 5 月上旬,其空间分布形式主要是呈经向分布(图 1b)。其中建平县、锦州以及大连终霜日期较早,在 4 月上旬(大连最早在 3 月 30 日);辽宁东部山区地区的终霜日期较晚,终霜日期多在 5 月上旬,尤其以清原最晚,为 5 月 11 日;其他大部分地区的终霜日期在 4 月中旬。

辽宁省无霜期在 134~213 d 之间(图 1c),主要是呈西南向东北递减。无霜期最长的地区位于辽东半岛南端(大连无霜期最长,为 213 d),最短的地区在辽东山区的东北部(清原无霜期最短,为 134 d)。

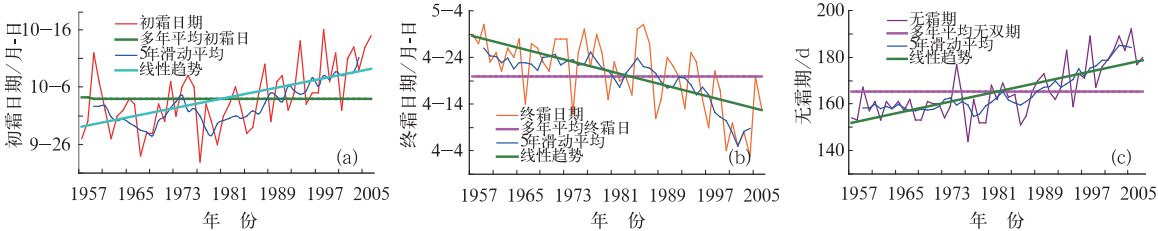


图 2 辽宁省初(a)、终(b)霜日期和无霜期(c)的年际变化特征
Fig. 2 Interannual variations of the first frost (a), the last frost (b) and the frostless period (c) in Liaoning Province

辽宁省初霜日期的明显推迟和终霜日期的大幅提前,直接导致了无霜期日数的增多,近 50 年增加了大约 26 d(图 2c)。

2.3 趋势变化的空间分布

大部分地区(26 个站)初霜日期是明显推后的,推迟率 3 d/10a 及 3 d/10a 以上的站主要分布在辽宁中部和辽宁西部地区以及辽东半岛的部分地区,趋势系数最大的站为鞍山(趋势系数为 0.69,回归系数为 0.56,即鞍山每 10 年初霜日期推迟 5.6 d,近 50 年推迟近 28 d)。仅有彰武、昌图、法库、清原、

2.2 年际变化特征

辽宁省 1957—2006 年初霜日期明显推迟,50 年来推迟近 10 d。在 20 世纪 80 年代中期以前存在明显的年代际振荡,20 世纪 80 年代中期以后则主要以显著的上升趋势为主(图 2a)。

辽宁省终霜日期主要是以显著的下降趋势为主(图 2b),也即终霜日期明显提前,近 50 年来提前约为 17 d。终霜期结束较早的阶段在 2000—2004 年(在这 5 年期间终霜期平均 4 月 5 日就结束了),到 2005—2006 年有所推迟(推迟近 10 d)。

辽中、抚顺、绥中、熊岳、凤城等 9 个站没有明显变化趋势(图 3a)。

辽宁省大部地区的终霜日期是显著提前的,提前率 5 d/10a 及 5 d/10a 以上的地区主要集中在辽宁省的中部和西部地区以及辽东半岛的大部,趋势系数的绝对值最大的站点为瓦房店(趋势系数为 -0.66,回归系数 -0.78,即瓦房店每 10 年终霜日期提前 7.8 d,近 50 年提前近 39 d)。共有 11 个站没有明显的变化趋势,分别为彰武、昌图、法库、清原、抚顺、绥中、凤城、朝阳县、本溪市、兴城、宽甸(图 3b)。

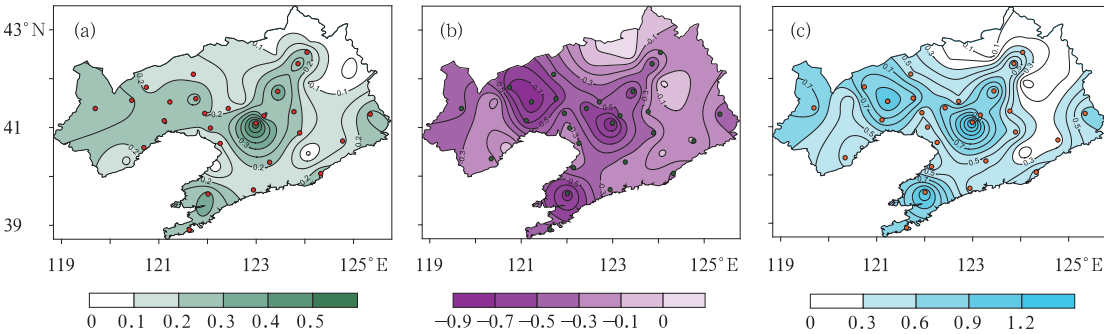


图 3 辽宁省初(a)、终霜(b)日期以及无霜期(c)的回归系数和趋势系数图
点为趋势系数通过 0.05 信度检验的站点,分色图为回归系数
Fig. 3 The spatial distribution maps of regression coefficient (color grades) and trend coefficient of the first frost (a), the last frost (b) and the frostless period (c) in Liaoning Province
Dots represent the stations with regression coefficient passing through the examination of 0.05 confidence level

全省大部分地区的无霜期是增多的(图 3c),增加率 6 d/10a 及 6 d/10a 以上的站点主要分布在辽宁的中部和西部的部分地区以及辽东半岛的大部,趋势系数最大的站点为鞍山(趋势系数为 0.74,回归系数 1.4,即鞍山每 10 年终霜日期增加 14 d,近 50 年增加近 68 d)。辽宁东部和北部部分地区无霜期增加幅度较之其他地区小,甚至部分站点趋势变化不明显(彰武、昌图、法库、清原、抚顺、凤城、朝阳县、兴城)。

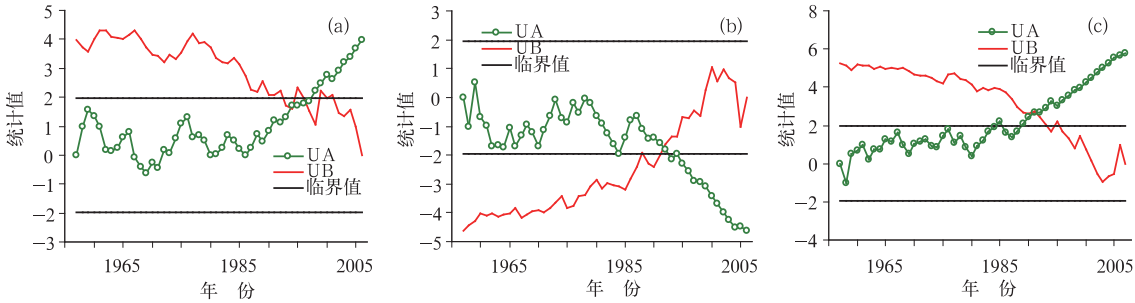


图 4 辽宁省初、终霜日期和无霜期 M-K 统计量曲线 (a) 初霜日期; (b) 终霜日期; (c) 无霜期
黑色直线为 $\alpha=0.05$ 显著性水平临界值
Fig. 4 The curves of M-K statistic for the first frost (a) the last frost (b) and the frostless period (c) in Liaoning Province
Bold solid represents the critical value with significance level 0.05

本文还给出了近 50 年辽宁省初、终霜日和无霜期每 10 年的平均值,以分析它们的年代际变化(表 1)。由表中可以看出,研究时间段内辽宁省平均初霜日为 10 月 4 日,20 世纪 60 年代初霜日期明

2.4 年代际变化特征

对辽宁省初、终霜日期以及无霜期进行了突变分析,发现初霜日期在 1994 年发生突变;终霜日期存在明显的突变,突变时间发生在 1992 年;无霜期在 1991 年发生突变(图 4c)。辽宁初、终霜日期以及无霜期在 20 世纪 90 年代初发生突变,这可能与加速增温有关,当然与研究时段的选择也有一定关系,这将在后面的研究进一步深入分析。

显早于平均日期为 9 月 30 日,50、70、80 年代初霜日与平均值接近,20 世纪 90 年代稍晚,而 21 世纪初的几年初霜日期明显晚于平均值为 10 月 10 日。

表 1 辽宁省初、终霜日期和无霜期每 10 年的平均值

Table 1 The mean of the first frost, the last frost and the frostless period for every ten years in Liaoning Province

	1957—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	2001—2006	1957—2006
初霜日期	10 月 4 日	9 月 30 日	10 月 2 日	10 月 3 日	10 月 7 日	10 月 10 日	10 月 4 日
终霜日期	4 月 27 日	4 月 23 日	4 月 24 日	4 月 21 日	4 月 16 日	4 月 9 日	4 月 20 日
无霜期	159	159	159	165	172	184	165

1957—2006 年辽宁省多年平均终霜日为 4 月 20 日,20 世纪 80 年代前终霜日期都较晚,80 年代终霜日接近于近 50 年平均值为 4 月 21 日,90 年代以后开始提前,尤其是 21 世纪初,终霜日为 4 月 9 日,较平均日期提前 12 d。

辽宁省多年平均无霜期为 165 d,20 世纪 50、60 和 70 年代无霜期都为 159 d,较 1957—2007 年平均天数少,为无霜期偏短时期,80 年代无霜期为 165 d,与平均值相等,90 年代后无霜期明显延长,21 世纪初长达 184 d,较平均值延长近 20 d,为无霜期显著偏长时期。

20 世纪 80 年代前初霜日期较早,终霜日期较晚,无霜期短;80 年代初、终霜以及无霜期与近 50

年平均值接近;90 年代后初霜期偏晚,终霜期偏早,无霜期偏长;反映了 80 年代前温度较低,80 年代变暖,90 年代开始至 21 世纪持续升高的特点。

3 气候变暖对初、终霜日期和无霜期的影响

3.1 气候变暖对初、终霜日期以及无霜期长短的影响

3.1.1 初霜日期

计算了辽宁省 1957—2006 年初霜日期与当年 1—12 月以及下一年 1、2 月各温度因子的相关系数,发现其与当年 9 月份的相关性最好(图 5a)。初

霜日期与 9 月份平均最低气温、平均最低地面温度、平均气温的相关系数分别为 0.68、0.67、0.65，与 9 月份平均最高气温、平均地面温度的相关系数都是 0.57。我们又对各站点初霜日期与 9 月份各温度因子的相关性进行了分析，发现内陆地区的义县、鞍山、北宁、开原与 9 月份各温度因子相关性较好，且与平均最低气温的相关性较与其他各因子的相关性高，如义县初霜日期与平均最低气温的相关系数是 0.65。相对而言，沿海地区的丹东、熊岳、大连、庄河等与 9 月份各温度因子相关性较差(图略)，这可能与沿海地区温度受海面温度影响有关。

图 5b 给出了辽宁省 1957—2006 年逐年 9 月份的与初霜日期相关性较高的平均最低气温和平均最低地面温度的年际变化图，由图中可看出平均最低气温和平均最低地面温度都随时间变化都呈线性增加趋势，递增率分别为 $0.0348\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 、 $0.0383\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 。并且平均最低气温和平均最低地面气温与初霜日在年际尺度上呈现出很好的对应关系，即温度高的年份初霜日晚，温度低的年份初霜日早。可见，辽宁省初霜日期的推迟主要是由该区温度的增加引起的，其中平均最低地面温度和平均最低气温的贡献较其他温度因子的大。

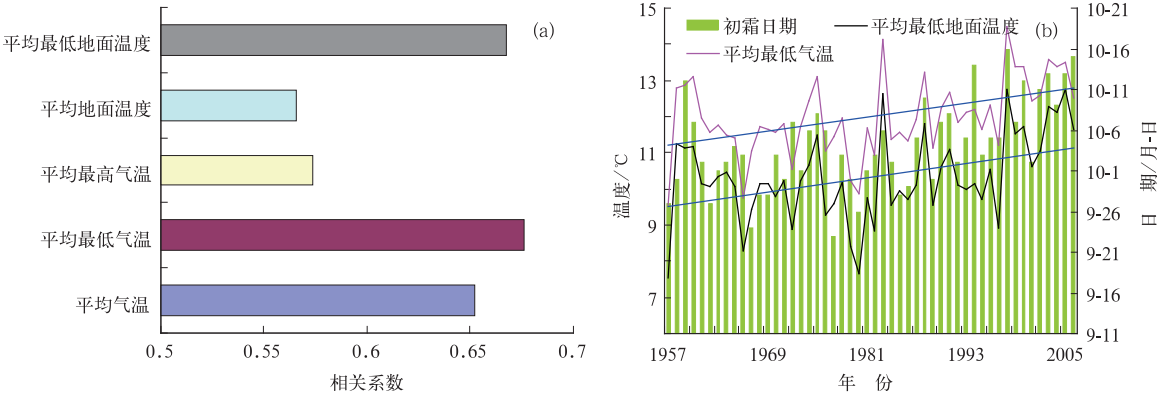


图 5 1957—2006 年辽宁省初霜日期与 9 月份各温度因子的相关系数(a)及 9 月份各温度因子的年际变化(b)
Fig. 5 The correlation coefficient between the first frost and the temperature of September in Liaoning Province from 1957 to 2006 (a), and the interannual variation of the September temperature (b)

3.1.2 终霜日期

分析近 50 年来辽宁省终霜日期与当年 12 个月各温度因子的相关性，发现与 4 月份各温度因子相关性最好(图 6a)，其中与平均最低气温和平均地面

温度的相关系数都为 -0.72 ，与平均气温的相关系数是 -0.7 ，与平均最低地面温度的相关系数是 -0.69 ，与平均最高气温相关系数较低为 -0.61 (负号含义与上同)。终霜日期与 5 月、6 月的平均最低

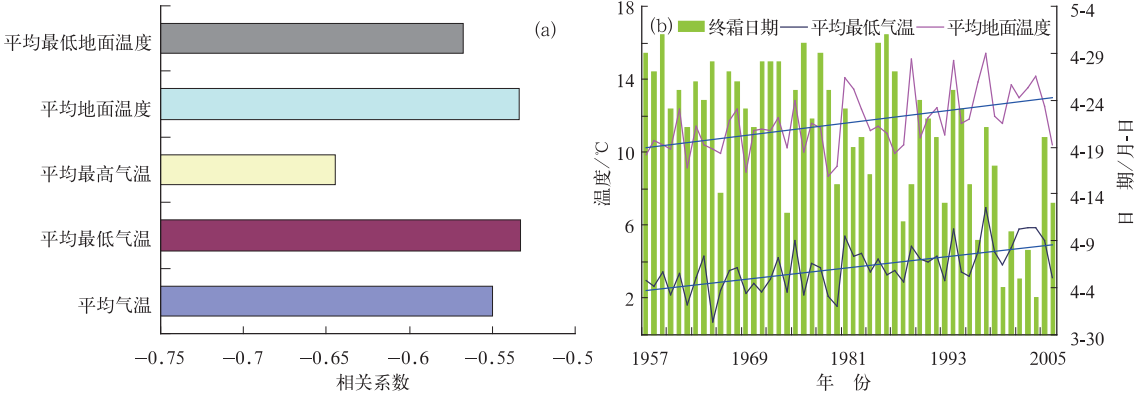
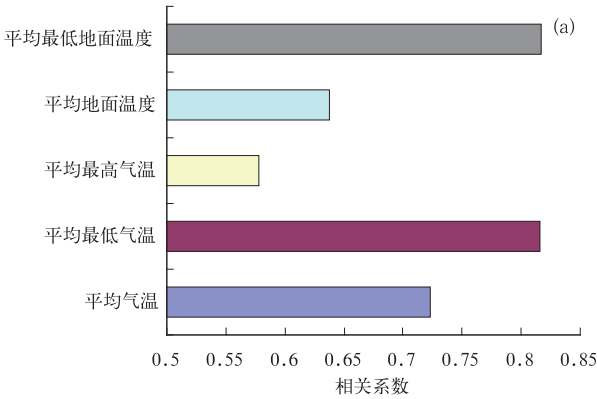


图 6 1957—2006 年辽宁省终霜日期与 4 月份各温度因子的相关系数(a)及 4 月份各温度因子的年际变化(b)
Fig. 6 The correlation coefficient between the last frost and the temperature of April in Liaoning Province from 1957 to 2006 (a), and the interannual variation of the April temperature (b)

气温和平均最低地面温度相关性也较好。本文还分析了辽宁省 35 个站点终霜日期与 4 月份各气温因子的关系,发现中部平原地区的台安、鞍山、营口、北宁等与 4 月份各温度因子相关性较高。台安终霜日期与 4 月份平均气温的相关系数达 -0.74 ,鞍山、营口、北宁与 4 月份平均最低气温的相关系数分别为 -0.67 、 -0.63 、 -0.62 。辽宁南部的宽甸以及北部的彰武、开原、朝阳等地与 4 月份各温度因子相关性较其他各站弱。

为进一步说明气候变化对终霜日期的影响,这里给出了对终霜日期影响最大的 1957—2006 年逐年 4 月份的平均最低气温和平均地面温度的年际变化图(图 6b)。如图所示,平均最低气温和平均地面温度都呈现上升趋势,递增率分别是 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 和 $0.0559\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 。平均最低气温和平均地面气温与终霜日呈现较好的年际尺度对应关系,温度高年终霜日早,温度低年终霜日晚。这表明温度的升高是造成终霜日期提前的主要原因,尤其是平均最低气温和平均地面温度的增加。



3.1.3 无霜期

图 7a 给出了无霜期与逐年 4—9 月平均温度的相关系数,其中与平均最低地面温度和平均最低气温的相关性最高,相关系数都为 0.816,与平均气温的相关性较好,相关系数为 0.723,与平均地面温度的相关性为 0.637,与平均最高气温的相关性最低,系数为 0.577。计算了各站点无霜期与逐年 4—9 月平均温度的相关系数,发现绥中、法库、熊岳、彰武等与各气温因子相关性较好,而沈阳、北宁、鞍山、瓦房店等与各气温因子相关性较差。

为进一步分析温度变化对无霜期的影响,我们计算了 1957—2006 年逐年 4—9 月平均最低气温和平均最低地面温度的年际变化趋势图(图 7b),图中显示它们随时间变化都呈增加趋势,增加率分别为 $0.0317\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 和 $0.0344\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 。4—9 月平均最低气温和平均最低地面温度与无霜期在年际尺度上也有很好的对应关系,温度高的年份无霜期长,温度低的年份无霜期短。可见,温度的上升是引起无霜期延长的重要因素,尤其平均最低地面温度、平均最低气

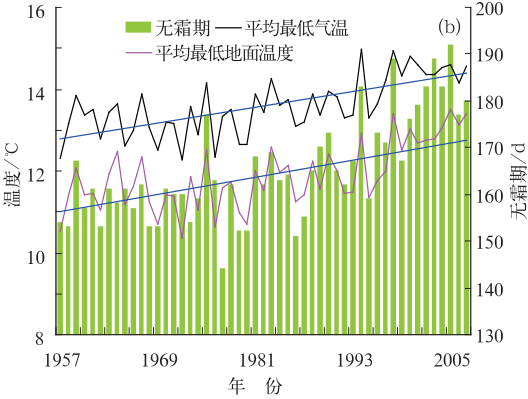


图 7 1957—2007 年辽宁省无霜期与 4—9 月间各温度因子的相关系数(a)及 4—9 月间各温度因子的年际变化(b)

Fig. 7 The correlation coefficient between the frostless period and the temperature in the period of April to September in Liaoning Province from 1957 to 2007 (a), and the interannual variation of temperature in the period of April to September(b)

温的增加对无霜期延长起到重要作用。

3.2 气候变暖对初、终霜日期以及无霜期空间分布特征的影响

在初终霜以及无霜期的年际变化特征分析中,我们发现辽宁省初、终霜以及无霜期在 20 世纪 90 年代初都发生了突变,因此为说明初、终霜以及无霜期分布范围随气候变化的变化特征,我们给出了近

50 年初、终霜以及无霜期的平均值在突变前后的分布线。

从图 8a 中可以看出,1957—2006 年近 50 年辽宁省初霜平均发生日期约为 10 月 4 日。1957—1993 年,既突变前 10 月 4 日初霜日等值线主要位于辽宁省西南部的沿海地区(实线);而 1994—2006 年,既突变后 10 月 4 日初霜日等值线则位于辽宁中部沿东南—西北方向的一条曲线以及辽宁北部的一

些地区(虚线)。利用相同的方法分析了各温度因子在相应时间段的分布特征,重点分析了 9 月份平均最低地面温度,结果与初霜变化特征相似,即突变前较突变后向西南方向偏移(图略)。由此可见,辽宁省初霜发生期随气温增加由西南向东北方向推移。

图 8b 显示 1957—2006 年近 50 年辽宁省终霜平均发生日期约为 4 月 20 日。突变前(1957—1991

年)4 月 20 日终霜日等值线主要在辽宁省西南部沿海地区一线(实线);突变后(1992—2006 年)较突变前向东北方向偏移(虚线)。利用相同的方法分析了各温度因子在相应时间段的分布特征,重点分析了 4 月份平均最低气温,结果与初霜变化特征相似,即突变后较突变前向东北方向偏移。可见,随温度上升辽宁省终霜发生期由西南向东北方向推移。

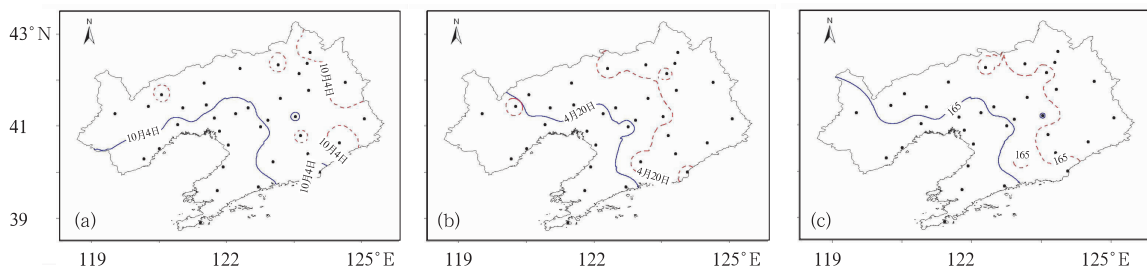


图 8 辽宁省多年平均初(a)、终(b)霜日期以及无霜期(c)在突变前(实线)与突变后(虚线)的分布图

Fig. 8 The spatial distributions of the multi-year mean of the first frost (a), last frost (b) and frostless period (c) for prior to break (solid line) and post-break (dashed line) in Liaoning Province

与初、终霜相同,突变前(1957—1990 年)近 51 年辽宁省平均无霜期等值线位于突变后(1991—2007 年)的西南侧。4—9 月间各温度因子在无霜期突变前后的分布特征与无霜期变化相似,从西南向东北方向推移。由此可见,辽宁省无霜期随气候的变化也由西南向东北方向推移(图 8c)。

由以上分析可知,随气候变暖辽宁省初、终霜以及无霜期的空间分布特征都表现出由西南向东北推移的特点。

4 结 论

辽宁各地平均初霜日期多出现在 9 月下旬至 10 月下旬,由西南向东北提早。平均终霜日期多出现在 4 月上旬至 5 月上旬,其空间分布形式主要是呈经向分布的。平均无霜期在 134~213 d 之间,主要是由西南向东北递减。辽宁省近 50 年初霜日期明显推迟,50 年来推迟近 10 d;终霜日期明显提前,近 50 年来提前约为 17 d;辽宁省初霜日期的明显推迟和终霜日期的大幅度提前,直接导致了无霜期日数的增多,近 50 年增加了大约 26 d。辽宁省初、终霜日期和无霜期日数在 20 世纪 90 年代初发生突变。

从趋势系数的空间分布的情况来看,大部分地

区(26 个站)初霜日期是明显推后的,推迟 3 d/10a 及 3 d/10a 以上的站主要分布在辽宁中部和辽宁西部地区以及辽东半岛的部分地区,辽宁省大部地区的终霜日期是显著提前的,提前 5 d/10a 及 5 d/10a 以上的地区主要集中在辽宁省的中部和西部地区以及辽东半岛的大部。全省大部分地区的无霜期是增多的,增加 6 d/10a 及 6 d/10a 以上的站点主要分布在辽宁的中部和西部的部分地区以及辽东半岛的大部。

初霜日期与 9 月份各温度因子相关性较与其他各月高,且与平均最低地面温度和平均最低气温的相关性最强,与平均地面温度和平均气温相关性较好,与平均最高气温相关性较与其他因子弱;终霜日期与 4 月份各温度因子相关性较强,且主要受平均最低气温和平均地面温度的影响;无霜期主要受 4—9 月间各温度因子的影响,与平均最低地面温度和平均最低气温的相关性较强。初霜期的推迟、终霜期的提前以及无霜期的延长都主要是由温度的升高引起的,其中平均最低地面温度、平均最低气温是最重要的影响因素,平均地面温度、平均气温也起到重要作用,平均最高气温的作用较其他因子小,且随气温的上升,辽宁省初、终霜发生日期以及无霜期长度的空间分布都显示出由西南向东北方向推移的特点。

参考文献

[1]

丁一汇,任国玉,石广玉,等. 气候变化国家评估报告[M]. 北京:科学出版社,2007.

[2]

谢安,孙永罡,白人海. 中国东北近 50 年干旱发展及对全球气候变暖的响应[J]. 地理学报,2003,58(增刊):75-82.

[3]

张莉,任国玉. 中国北方沙尘暴频数演化及其气候成因分析[J]. 测绘科技动态,2003,61(6):744-750.

[4]

王瑞华. 气候变暖对冬小麦生产影响与对策[J]. 农业科技通讯,2008,6:113-115.

[5]

钱云. 北方沼泽地水位下降对全球气候变暖的影响[J]. 人类环境杂志,1996,25(3):179-184.

[6]

郑玉萍,李景林. 乌鲁木齐近 31 年大雾天气气候特征分析[J]. 气象,2008,34(8):22-28.

[7]

王国复,许艳,朱燕君,等. 近 50 年我国霜期的时空分布及变化趋势分析[J]. 气象,2009,35(7):61-67.

[8]

于盛楠. 佳木斯地区 50 年初终霜日及无霜期的变化趋势[J]. 杂粮作物,2004,24(4):225-227.

[9]

谷新波,王佳,萨日娜,等. 阿尔山市 35 年初终霜日及无霜期变化分析[J]. 内蒙古气象,2008,3:26-28.

[10]

曹秋萍. 黑龙江无霜期的气候变化[J]. 气象,1998,24(1):25-30.

[11]

唐志朝,李晶. 辽宁省无霜期的气候变化分析[J]. 科技信息,专题论述:254-256.

[12]

金向维. 辽宁省气候变化对水资源的影响[J]. 东北水利水电,2002(1):27-37.

[13]

杜军,宁斌. 雅鲁藏布江中游近 40 年异常初终霜冻分析[J]. 气象,2006,32(9):84-89.

征稿简则

- 1 《气象》主要刊登气象科学研究领域的综合评述及研究论文;天气、气候诊断分析与预报技术;气象业务技术及业务现代化建设经验;气象灾害的规律及防灾减灾决策;公共气象服务和专业气象服务技术方法;气象科技信息动态等。
- 2 来稿注意事项
- 2.1

来稿务必论点明确,数据可靠,文字精炼。文章的书写顺序为:中文题目(不超过 20 个汉字)、作者姓名、单位名称、邮政编码、中文提要(200~300 字)、关键词(3~8 个);英文题目、作者姓名、单位名称、邮政编码、英文提要及英文关键词;引言;正文;结论和讨论;致谢;参考文献。文章首页页脚处附作者信息,即姓名、从事专业工作和研究方向。Email 等。
- 2.2

正文标题用阿拉伯数字连续编号,不同层次数字间用圆点间隔,如“1”,“1.2”,“2.1.3”等。标题左顶格,在数字编号后空一格再写标题,末尾不加标点符号。
- 2.3

基金资助的研究项目,请注明省部级以上基金名称和项目编号。
- 2.4

文稿的单位制采用《中华人民共和国法定计量单位》。图、表中量和单位间用“/”隔开,表示物理量的符号用斜体表示,并注意文种、大小写、正斜体、上下角码等。
- 2.5

科技术语和名词应使用全国自然科学名词审定委员会公布的名词。
- 2.6

文稿只附必要的图表。图、表要求准确,清晰,美观。在文中相应的位置插入图、表。图、表附相应的中英文图题、表题。附表请使用三线表。
- 2.7

参考文献按在文内出现顺序连续编码。在期刊上发表的文献书写格式为:[序号] 作者姓名(列出前 3 位). 题名[J]. 期刊名,年,卷(期):页码. 在专著、教科书上发表的文献书写次序为:[序号] 作者姓名. 译者姓名. 文题名. 书名[M]. 出版地:出版社,出版年:页码.
- 3 请勿一稿两投。本刊一般不退稿,若 6 个月内未见刊用通知,可自行处理。
- 4 本刊收取发表费,并付稿酬,所付稿酬包含纸质版、数字版稿酬和刊物内容网络服务报酬等。凡不同意将其稿件纳入此两种版本进行交流者,请书面说明。
- 5 通讯地址:北京市中关村南大街 46 号《气象》编辑部 邮政编码:100081
网上投稿地址: <http://219.234.83.5>
电话:(010)68407936 58993789 68407336 Email:qixiang@cams.cma.gov.cn