

文章编号: 1000-0690(2003)06-0661-07

三江平原气候突变分析

闫敏华¹, 邓伟¹, 陈泮勤²

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012; 2. 中国科学院资源环境科学与技术局, 北京 100864)

摘要: 采用累积距平法、 J_r 参数法和 Mann-Kendall 法联合检测 1955~2000 年三江平原气候变化过程中的突变现象, 讨论了引发三江平原气候突变的可能原因。分析发现, 三江平原年降水量在 20 世纪 60 年代发生了减少突变; 而三江平原在 20 世纪 70 年代和 80 年代连续两次经历的增温突变, 使其气温变化与东北北部平原其它地区明显不同; 年日照时数和平均风速的减少突变均发生在 20 世纪 80 年代。总体来看, 三江平原气候变化在 20 世纪 80 年代最明显。

关键词: 气候突变; 气候变化过程; 下垫面; 人类活动; 三江平原

中图分类号: P467 文献标识码: A

近年来, 在关注因人类活动而导致的温室气体排放增加引起全球变暖的同时, 各国政府、学术界对人类改变土地利用方式引起的下垫面改变而导致的区域气候变化日益重视。亚马逊流域地区是人类活动改变土地利用方式引起区域气候变化最典型的例子, 已有的研究成果表明^[1~3], 该地区经过大规模热带森林开发后, 区域温度增加, 降水减少。中国三江平原(129°11'~135°05'E, 43°49'~48°27'N)是典型高强度农业开发区, 曾经历三次大规模的开荒, 之后每年仍有一定面积的土地被开垦, 而且三江平原的开荒, 基本上是开垦草甸湿地和沼泽湿地。三江平原 1949 年的湿地面积是 534 万 hm^2 (占平原面积 6.67 万 km^2 的 80.1%), 而这时的耕地面积只有 78.8 万 hm^2 ; 1996 年其湿地仅剩 94.66 万 hm^2 , 其耕地面积却已达到 366.8 万 hm^2 ^[4], 与 1949 年相比, 三江平原的下垫面性质发生了巨大的变化。从理论上说, 湿地下垫面发生变化后, 其反射率和粗糙度等都随之发生变化, 导致其能量平衡发生变化, 从而引起区域气候发生变化^[5]。因此, 对三江平原而言, 首先应清楚地认识人类活动扰动阶段的气候变化事实, 才能深入研究人类改变土地利用方式的活动对区域气候变化的贡献程度, 进而预测区域的未来气候变化。

气候系统是非线性的, 在其变化过程中可能存在着不连续。因此, 要用非线性理论和方法分析、认识气候系统变化过程, 如应用突变理论和突变检测方法。

有许多学者如 R. Yamamoto 等^[6]、C. Goossens 等^[7]和符淙斌等^[8]都给出了从一种气候要素来考察突变现象的气候突变 (abrupt climatic change, climate jump, jump transition) 定义。符淙斌给出了具有普适性的气候突变定义: 气候从一种稳定态 (或稳定持续的变化趋势) 跳跃式地转变到另一种稳定态 (或稳定持续地变化趋势) 的现象, 它表现为气候在时空上从一个统计特性到另一个统计特性的急剧变化^[8]。

20 世纪 90 年代后, 气候学家在中国区域也相继开展了气候突变研究^[9~11], 但对人类活动高强度扰动区气候变化过程中突变事实及影响的研究还需要进一步加强。另外, 许多研究都是单要素的气候突变研究, 多要素的综合气候突变研究并不多。

本文利用三江平原地区 21 个气象站建站至 2000 年的月平均气温、日照时数、风速资料和月降水量资料, 对三江平原 1955~2000 年以上气候要素序列进行突变判别, 综合研究气候突变的各要素场, 通过验证和影响因子分析, 揭示三江平原人类

收稿日期: 2003-03-04; 修订日期: 2003-05-20

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX 2-SW-320, KZCX 2-SW-118, KZCX 3-SW-NA-63)、国家自然科学基金项目 (40171017)。

作者简介: 闫敏华 (1964-), 女, 吉林长春人, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事气候变化和温室气体研究。E-mail: yamnh@mail.neigae.ac.cn

活动高强度扰动阶段气候变化中的突变事实。

1 资料和方法

1.1 资料

三江平原地区 21 个气象站从建站起至 2000 年的月平均气温、降水量、日照时数和平均风速资料为主要研究资料。鉴于各站建站年代不同,采用回归订正法将较短的时间序列插补延长,使上述气候要素的时间序列长度统一在 1955~ 2000 年时段内。根据三江平原雨热同季的气候特点,取 3~ 5 月为春季、6~ 9 月为夏季、10~ 11 月为秋季、12~ 2 月为冬季。3~ 5 月气温、日照时数和风速的平均值为其春季平均值,3~ 5 月降水量之和为春季降水量,依次类推,得到夏季、秋季、冬季和年的气温、日照时数、风速和降水量的时间序列。

为了减少单站记录的片面性,取整个地区的空间平均序列作为区域序列,为突出较长期的气候变化趋势,对区域时间序列作了 5 年滑动平均处理。

1.2 方法

气候突变的检测方法有多种^[8],本文在众多检测方法中选取累积距平法、 J_y 参数法^[10]和 Mann-Kendall 法(以下称 M-K 法)^[8]联合检测气候变化过程中的突变现象,综合累积距平法定量化程度高、确定性好, J_y 参数法直观、简便和 M-K 法检测范围宽、人为性少的特点,从而在方法上增强和提高了研究结果的可信度和确定性。

2 诊断分析结果

用累积距平曲线法时,使用各气候要素各季节和年的区域时间序列;用 J_y 参数法和 M-K 法时,使用各气候要素各季节和年的 5 年滑动平均区域时间序列。

2.1 气温突变

年平均气温区域时间序列的累积距平曲线法、 J_y 参数法和 M-K 法突变检测及结果见图 1a、e、i 和表 1。

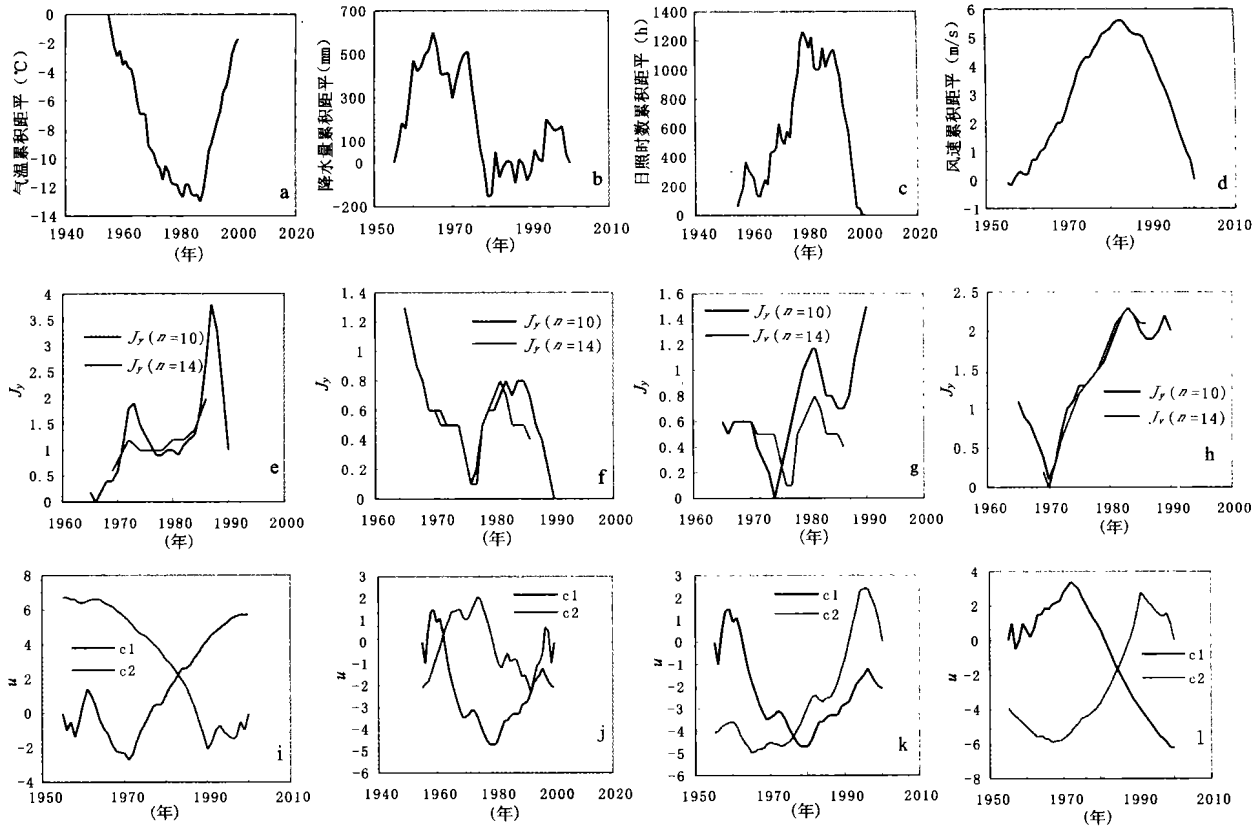


图 1 三江平原年平均气温、日照时数、风速和年降水量的累积距平曲线、 J_y 参数曲线和 M-K 检验曲线

Fig. 1 Accumulation departure, J_y parameter and Mann-Kendall test curves of annual mean temperature, annual sunshine-hour, annual mean wind speed and annual precipitation in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

表 1 三江平原年和各季节平均气温的突变年份

Table 1 Years when the jumps of seasonal and annual mean temperature occurred in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

气温指标	累积距平 [年(t 统计量)]	J_y 参数法 [年(最大 J_y 值)]		M-K 法 [年(交点处 u 值)]
		$n=10$	$n=14$	
春季平均气温	1974(-4.03)	1973(1.1) 1988(1.8)	1973(1.2) 1986(1.1)	
夏季平均气温	1972(-3.00)	1974(2.4)	1975(1.7)	1980(1.9)
秋季平均气温	1987(-3.23)	1987(3.4)	1986(1.6)	
冬季平均气温	1985(-4.50)	1987(2.9)	1986(1.7)	1985(0.9)
年平均气温		1973(1.9) 1987(3.8)	1972(1.2) 1986(2.0)	1983(2.2)

1) 年平均气温的突变: 1955~ 2000 年年平均气温有两次明显突变增温, 第一次突变增温出现在 1973 年附近(1971~ 1976 年, J_y 参数法), 第二次突变增温出现在 1987 年(累积距平法)、1982~ 1990 年(J_y 参数法) 和 1983 年(M-K 法), 为强突变增温($J_y>2.0$), 而且第二次突变增温的幅度(+ 1.0℃) 明显大于第一次突变增温(+ 0.4℃) 幅度。M-K 法曲线中的唯一交叉点的 u 值虽然大于 1.96, 但根据前两种方法的检测结果, 可以认为这一交叉点是突变点。三种方法都检测到了出现在 1980 年的增温突变, 因此这个检测结果确定性更大。累积距平法的检测结果通过了信度为 $\alpha=0.01$ 的 t 检验。三种方法都没有检测到突变降温, 这说明, 三江平原地区近 50 年来虽有相对气候冷期, 但其年均气温有总体上升趋势(图 2a)。

2) 各季节平均气温突变: 各季节平均气温在 46 年中, 均有突变现象发生, 且均为增温突变。春季平均气温有两次增温突变, 分别出现在 20 世纪 70 年代初和 80 年代的末期, 第一次增温的幅度为 + 1.3℃, 第 2 次增温的幅度为 + 1.2℃; 夏季平均气温仅在 20 世纪 70 年代有一次增温突变, 突变幅度为 + 0.5℃; 秋季和冬季的平均气温都只在 20 世纪 80 年代出现了一次突变, 其增温幅度分别为 + 1.0℃和 + 1.8℃。三种方法检测到的结果基本相似, 且其累积距平法的检测结果均通过了信度为 $\alpha=0.01$ 的 t 检验。

2.2 降水突变

1) 年降水量的突变: 三种方法的检测结果都显示, 46 年来年降水量在 1965 年附近(累积距平法, 1965 年; 1965~ 1966 年, J_y 参数法; 1962 年, M-K 法) 出现一次降水减少突变, 减少幅度为 - 66.5mm, 其中累积距平法的检测结果通过了 $\alpha=0.05$ 的 t 检验。另外, 累积距平法检测到 1979

年可能存在突变结果, 根据计算出的 t 统计量值 ($t=-0.04$), 认为是不可信的, 所以将其忽略(图 1b、f、j, 表 2)。因为只有降水减少突变出现, 说明三江平原地区 46 年来降水量从多向少的转变是剧烈的, 而由少向多的过渡总是比较平缓, 即没有年降水量增加突变出现, 这与 46 年来三江平原年降水量有总体减少趋势的事实相符(图 2b)。

2) 各季节降水量的突变: 对比累积距平法和 M-K 法的检测结果, 确定春季降水量在 20 世纪 60 年代和 80 年代分别出现一次降水减少突变, 其突变幅度为 - 5.8 mm 和 - 2.0 mm, 其中累积距平检测到的 1986 年突变的 t 统计量通过了 $\alpha=0.02$ 的 t 检验; 夏季降水量分别在 20 世纪 60 年代中期和 80 年代初期出现两次突变, 第一次突变为降水减少突变, 第二次突变为降水增加突变, 其突变幅度分别为 - 15.6 mm 和 + 5.0 mm, 累积距平法检测到的 1965 年 t 统计量通过了 $\alpha=0.05$ 的 t 检验; 累积距平法和 M-K 法检测出的秋季降水量出现在 1959 年和 1970 年附近的两次突变, 检测结果基本相同, 第一次和第二次突变都为降水减少, 突变幅度分别为 - 9.7 mm 和 - 4.7 mm; 冬季降水量在 20 世纪 50 年代末出现了一次降水减少突变, 且其累积距平法的检测结果通过了 $\alpha=0.01$ 的 t 检验, 这次突变幅度为 - 14.8 mm。可以看出, 四季降水量在 20 世纪 50 年代末或 60 年代初都出现了降水减少突变, 这直接导致了年降水量在 20 年代 60 年代初的降水突变。值得注意的是, 夏季降水在 20 世纪 80 年代初有一次增加突变。

2.3 日照时数突变

按照图 1c、图 1g 和图 1k 所示和表 3 中所列的检测结果, 得到如下事实:

1) 年日照时数的突变: 年日照时数在 20 世纪 70 年代末至 80 年代末出现了一次减少突变(1979

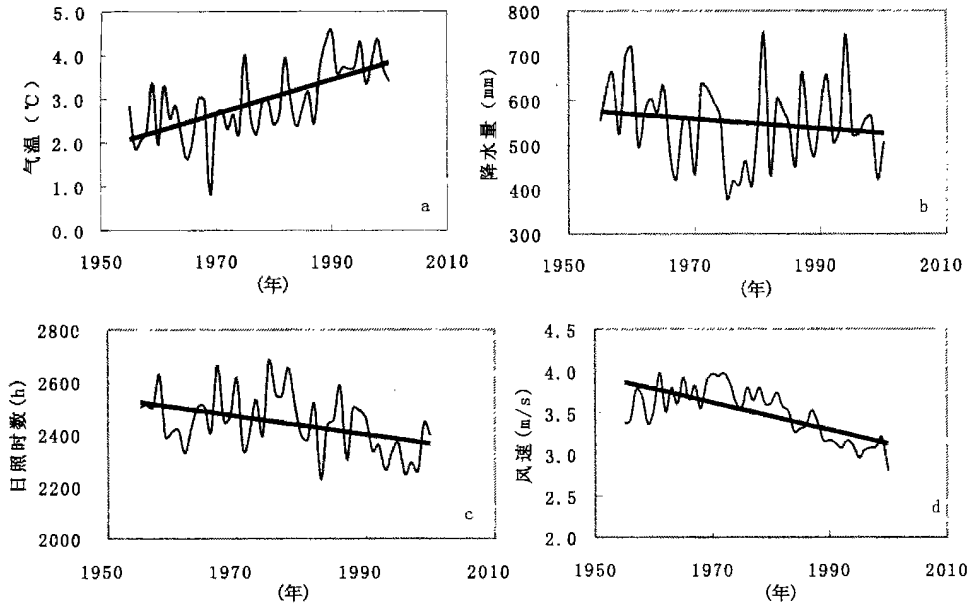


图 2 1955~ 2000 年三江平原年平均气温、年降水量、年日照时数和年平均风速变化及其拟合曲线

Fig. 2 Changes of annual mean temperature, annual precipitation, annual sunshine-hour and annual mean wind speed and their fitting curves in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

表 2 三江平原年和各季节降水量的突变年份

Table 2 Years when the jumps of seasonal and annual precipitation occurred in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

降水量指标	累积距平 [年(t 统计量)]	J_y 参数法 [年(最大 J_y 值)]		M - K 法 [年(交点处 u 值)]
		$n = 10$	$n = 14$	
春季降水量	1960(0. 97)			1961(0. 7)
	1967(- 0. 35)			1971(- 1. 0)
	1986(2. 45)			1982(- 0. 6)
夏季降水量	1965(2. 05)	1965(1. 5)		1964(1. 6)
	1979(- 0. 28)	1984(1. 2)	1981(1. 1)	1987(- 1. 6)
秋季降水量	1959(1. 00)			1959(- 0. 4)
	1972(0. 36)			1970(- 1. 2)
冬季降水量	1960(3. 77)	1965(1. 2)		1956(0. 8)
		1977(1. 7)	1977(1. 7)	1999(- 0. 1)
年降水量	1965(2. 10)	1965(1. 3)		1962(0. 3)
	1979(- 0. 04)			

年, 累积距平法; 1979~ 1982 年和 1988~ 1990 年, J_y 参数法)。其中, 累积距平法的检测结果通过了 $\alpha = 0. 01$ 的 t 检验。整个突变过程进行了近 10 年, 直到 1989 年, 年日照时数才真正开始迅速减少, 减少的幅度为- 121. 3 小时。年日照时数 46 年来具有递减的总变化趋势相符合(图 2c)。

2) 各季节日照时数的突变: 春季日照时数在 20 世纪 90 年代初发生了一次减少突变, 且为强突变($J > 2. 0$), 其减少幅度为- 29. 7 小时; 夏季日照时数在 20 世纪 80 年代初, 出现一次减少强突变,

其突变幅度分别为- 54. 4 小时; 秋季的日照时数在 1990 年附近时段出现了一次减少突变, 其幅度为- 35. 8 小时; 冬季日照时数在 1978 年附近时段出现一次减少突变, 减少幅度为- 28. 5 小时。总体来看, 四季日照时数的突变都是减少突变, 所以年日照时数也只出现了减少突变。所采用的累积距平法检测出四季日照时数的突变结果都通过了 $\alpha = 0. 02$ 的 t 检验。

2. 4 风速突变

由图 1d、图 1h、图 1l、图 1p 和表 4 中的结果,

表 3 三江平原年和各季节日照时数的突变年份

Table 3 Years when the jumps of seasonal and annual sunshine-hour occurred in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

日照时数指标	累积距平 [年(t 统计量)]	J_y 参数法 [年(最大 J_y 值)]		M - K 法 [年(交点处 u 值)]
		$n= 10$	$n= 14$	
春季平均日照时数	1962(- 0. 49)			1958(- 1. 2)
	1993(2. 63)	1990(1. 4)		1993(0. 9)
夏季平均日照时数	1964(- 0. 93)	1966(1. 3)		
	1980(2. 32)	1981(1. 5)	1981(1. 6)	
	1990(2. 44)	1988(1. 2)		1988(0. 4)
		1965(1. 4)		1969(- 1. 7)
秋季平均日照时数				1970(- 1. 5)
		1990(1. 0)		1992(- 0. 2)
冬季平均日照时数	1978(3. 17)	1980(1. 4)	1980(1. 2)	
		1989(1. 5)		
年平均日照时数	1979(3. 55)	1981(1. 2)	1981(1. 2)	
		1990(1. 5)		

表 4 三江平原年和各季节平均风速的突变年份

Table 4 Years when the jumps of seasonal and annual mean wind speed occurred in the Sanjiang Plain from 1955 to 2000

风速指标	累积距平 [年(t 统计量)]	J_y 参数法 [年(最大 J_y 值)]		M - K 法 [年(交点处 u 值)]
		$n= 10$	$n= 14$	
春季平均风速	1983(7. 39)	1982(2. 2)	1982(2. 2)	1986(- 1. 9)
夏季平均风速	1984(7. 38)	1969(1. 3)	1969(1. 2)	
		1984(2. 6)	1984(2. 7)	1987(- 1. 3)
秋季平均风速	1984(5. 91)			1968(- 1. 1)
		1987(3. 3)	1986(2. 2)	1989(0. 2)
				1994(- 1. 1)
冬季平均风速	1981(7. 22)	1981(2. 7)	1982(2. 2)	
年平均风速	1982(8. 90)	1983(2. 3)	1983(2. 3)	1985(- 1. 5)

得到如下事实:

- 1) 平均风速的突变: 三种方法的检测结果都显示, 年平均风速在 20 世纪 80 年代出现了一次减小突变(1982 年, 累积距平法; 1973~ 1990 年, J_y 参数法; 1985 年, M - K 法), 累积距平法的检测结果的 t 统计量值通过了 $\alpha= 0. 01$ 的 t 检验, 这次突变是一次强突变($J_y> 2. 3$), 且 M - K 法检测结果的 u 统计量值 $u= - 1. 5< | \pm 1. 96 |$ 。这次突变年平均风速减少的幅度为 $- 0. 5\text{ m/ s}$ 。年平均风速 46 年来具有递减的总变化趋势(图 2d)。
- 2) 季节平均风速的突变: 三种方法的检测结果都显示, 春、夏、秋和冬季平均风速在 20 世纪 80 年代出现一次减小突变, 并都为强突变($J_y> 2. 3$) 的突变幅度分别为 $- 0. 7\text{ m/ s}$, $- 0. 4\text{ m/ s}$, $- 0. 5\text{ m/ s}$, $- 0. 6\text{ m/ s}$ 。另外, 夏季和秋季平均风速在 20 世纪 60 年代可能存在突变。四季平均风速的减小突变相叠加, 使年平均风速在相似时段出现了减小突变现象。

3 三江平原气候突变的分析和讨论

综合考察 4 个气候要素的年和季节时间序列的突变特征, 发现年降水量在 20 世纪 60 年代突变减少, 年平均气温在 70 年代突变增温, 之后, 年平均气温、年日照时数和年平均风速都在 20 世纪 80 年代有突变现象发生, 说明三江平原气候在 20 世纪 80 年代的确发生了转折性变化, 即气候明显变暖、降水减少、日照时数减少和平均风速减小。

表面上看, 气候变暖和日照时数减少同时发生似乎相矛盾, 但从区域气候变化受全球环境变化和人类活动影响的角度分析, 三江平原气候突变增暖的主要原因之一是大气中温室气体浓度不断上升, 导致温室效应增强, 从而使气温突变升高; 原因之二是人类活动对研究区气候变暖的影响非常明显, 春季和夏季平均气温在 20 世纪 70 年代突变增温直接导致年平均气温在这一时段的增高, 且后者贡献更大。人类活动引起的土地利用形式改变如将

湿地大规模开垦成农田,使下垫面的热量平衡特征和反射率发生明显的变化,特别在每年 6~9 月的植物生长季中更是如此。植物生长旺季,湿地下垫面的潜热通量约占其辐射平衡的 70%,而感热通量只占辐射平衡的 20% 左右^[11],但湿地被疏干开垦成农田后,感热通量占辐射平衡的比例增大,即下垫面用于加热大气的热量增多,从而使气温升高。

从水热条件来看,三江平原具有雨热同季的特点。该区 6~9 月的月平均气温为 18.6℃,6~9 月的总降水量约占年降水量的 71%。孙力等的研究成果^[13]显示,东北北部地区夏季气温的空间分布具有很好的一致性。但比较佳木斯、哈尔滨和长春百年来夏季气温变化(图 3a),发现后两者的变化非常相似,都是相对冷期和相对暖期相间分布。20 世纪 70 年代以前,佳木斯与后两者的气温变化极其相似,但 70 年代以后,后两者在 90 年代初才进入相对暖期,而佳木斯夏季气温在 70 年代中期就

提前进入相对暖期,并一直持续至今。因佳木斯站在三江平原具有很好的代表性,因此不难看出三江平原确实发生了与周围地区不同的气候变化。分析可知,三江平原夏季气温的突变增温是导致年平均气温突变增温的主要原因,而东北北部地区只有三江平原在近 50 年来受到人类改变土地利用方式活动的干扰强度最大,4 次大规模的农业开发,耕地面积不断增加,湿地面积迅速减小(图 3b)。三江平原 1949 年的耕地面积只有 $78.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$,沼泽和沼泽化湿地为 $534.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$;第二次开荒高潮(1970~1972 年)之后,1975 年该区耕地面积已达到 $204.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$;经历第三次开荒高潮(1979~1983 年)之后,1983 年其耕地面积为 $352.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,而这时其湿地面积只剩 $194.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[2,4];所以可以认为三江平原 20 世纪 70 年代和 80 年代发生的阶梯式连续突变增温与该地区的湿地大面积开垦成农田可能有直接关系。

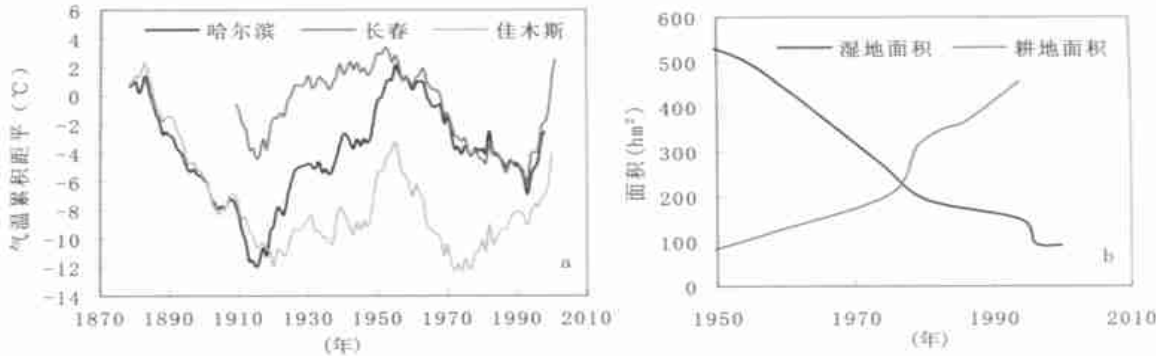


图 3 a. 哈尔滨、长春和佳木斯夏季平均气温累积距平变化曲线;
b. 三江平原湿地和耕地面积变化曲线

Fig. 3 Changes of accumulated departure of summer mean temperature in Harbin, Changchun and Jiamusi (a);
and area changes of wetlands and agricultural fields in the Sanjiang Plain from 1949 to 2000 (b)

另外,三种检测方法中,累积距平法和M-K法检测结果与 J_y 参数法的结果相比更具确定性,且检测范围大;而 J_y 参数法因需人为设定平均值的时间段体现了一定的主观性,并且它的检测范围也有限,不可能检测到出现在时间序列中所有的突变现象,但其物理意义清晰,且检测结果直观。结合使用三种方法,可提高判断是否存在突变现象的准确性。

4 小 结

在全球环境变化和人类活动的共同作用影响下,三江平原近 46 年来发生了气候变暖、降水量减

少、日照时数减少和平均风速减小的明显气候变化。三江平原在 20 世纪 70 年代就出现了增温突变现象,80 年代又出现了强增温突变,两次增温突变使年平均气温分别升高 + 0.4℃ 和 + 1.0℃。发生在 20 世纪 60 年代的年降水量减少突变,使年平均降水量减少了 - 66.5 mm,且减少的趋势一直持续至今。年日照时数减少和年平均风速减小突变均发生在 20 世纪 80 年代,分别减少了 - 121.3 小时和 - 0.5 m/s。因多数气候要素都在 80 年代发生了突变,所以三江平原气候变化在 80 年代最明显。三江平原 20 世纪 70 年代以来的气候变化很可能与该地区土地利用变化有关,因为相同时期的

土地利用情况变化很大。

在各季节的气候突变中, 对发生在 20 世纪 60 年代的降水量减少和 70 年代的气温增加突变, 夏季气候突变对年气候突变的贡献最大; 而对出现在 80 年代的突变, 其它三个季节的贡献相对较大。值得注意的是, 夏季降水在 20 世纪 80 年代初有一次增加突变。另外, 春季和秋季日照时数还在 90 年代初出现了突变现象。

参考文献:

[1] Zeng N, J D Neelin. A land- atmosphere interaction theory for the tropical deforestation problem [J]. J. Climate, 1999, **12**: 857- 872.

[2] Zhang H, A H-Sellers. Impacts of tropical deforestation. Part I , Process analysis of local climate change[J]. J. Climate, 1996, **9**: 1497 - 1517.

[3] Zhang H, K McGuffie, A H-Sellers. Impacts of tropical deforestation. Part II , The role of large- scale dynamics[J]. J. Climate, 1996, **9**: 2498- 2521.

[4] 刘兴士, 马学慧. 三江平原自然环境变化与生态保育[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[5] Zhao Ming, Zeng Xinmin. A theoretical analysis on the local climate change induced by the change of landuse[J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2002, **19**(1): 45- 63.

[6] Yamamoto R, Iwashima T , Sanga N K. An analysis of climatic jump [J]. J. Met. Soc. Japan, 1986, **64**: 273- 281.

[7] C Goossens , A Berger. How to recognize an abrupt climatic change? [A]. In: W H Berger , L D Labeyrie (eds.). Abrupt Climatic Change- Evidence and Implications[C]. NATO Advanced Science Institute Series. Dordrecht: D Reidel Publishing Company, 1987. 31- 46.

[8] 张丕远, 葛全胜. 气候突变: 有关概念的介绍及一例分析——我国旱涝灾情的突变[J]. 地理研究, 1990, **9**(2): 92~ 100.

[9] 符淙斌, 王 强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, **16**(4): 482~ 493.

[10] 严中伟, 季劲钧, 叶笃正. 60 年代北半球夏季气候跃变——I . 降水和温度变化[J]. 中国科学(B 辑), 1990, **1**: 97~ 103.

[11] 李月洪, 张正秋. 百年来上海、北京气候突变的初步分析[J]. 气象, 1991, **17**(10): 15~ 20.

[12] 闫敏华. 大兴安岭森林火灾对林区沼泽小气候的影响[J]. 地理科学, 1993, **13**(4): 389~ 390.

[13] 孙 力, 安 刚, 丁 立, 等. 中国东北地区夏季降水异常的气候分析[J]. 气象学报, 2000, **58**(1): 70~ 82.

Analysis of Climate Jumps in the Sanjiang Plain

Yan Min-Hua¹, Deng Wei¹, Chen Pan-Qin²

(1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130012;
2. Bureau of Science and Technology for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864)

Abstract: The Sanjiang Plain has gone through 4 periods of large-scale reclamation from 1956 to the present. Over 50% of wetlands in the region had changed into agricultural fields. The underlying surface of the plain has changed tremendously. In this paper, monthly records of 4 climatic factors (air temperature, precipitation, sunshine-hour, and wind speed) for 21 meteorological stations covering the period 1955- 2000 were used. The climate jumps in the plain were examined by accumulated departure, J_y parameter and Mann-Kendall methods in the paper. Spring months defined in the paper were March- May, summer was June- September, autumn was October- November and winter was December- February of the next year. The results of seasonal and annual climate jumps showed that a jump of annual precipitation occurred in the 1960s, which had a decrease of 66.5mm; two warming jumps of annual mean temperature happened in the 1970s and the 1980s, which made the plain be different from around areas, and had the increases of 0.4℃ and 1.0℃, respectively; the jumps of annual sunshine-hour and mean wind speed of the plain in the 1980s had decreased by 121.3h and 0.5m/s, respectively. The greenhouse effect and large-scale reclamation were probably direct reasons that resulted in climate jumps of the Sanjiang Plain.

Key words: climate jump; process of climate change; underlying surface; human activities; the Sanjiang Plain