

# 季节变化对全球气候变化的响应 ——以湖北省为例

陈正洪<sup>1,2</sup>, 史瑞琴<sup>2</sup>, 陈 波<sup>1</sup>

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所, 湖北 武汉 430074; 2 武汉区域气候中心, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 根据湖北省 10 个代表站 1951(或建站)~2006 年逐日平均气温, 计算分析了四季初日和长度及其变化趋势, 以揭示气候季节对全球气候变暖的响应。结果表明: (1) 湖北省平均春、夏、秋、冬四季初日分别为 3 月 22 日、5 月 27 日、9 月 27 日、11 月 27 日, 四季长度分别为 65.7、122.8、60.9、115.6 d, 且时空差异明显; (2) 56 a 来湖北省平均入春、入夏分别提前 2.8、1.6 d, 入秋、入冬分别推后 4.0、6.1 d; (3) 56 a 来湖北省平均冬季缩短 8.9 d, 夏季延长 6.3 d, 秋季延长 2.0 d, 春季无变化; 荆州夏季延长 21.1 d, 武汉冬季缩短 17.0 d。

**关 键 词:** 气候变暖; 季节; 初日; 长度; 变化趋势

**中图分类号:** P461+3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2009)06-0911-06

过去 100 多年尤其是近 50 多年, 全球及中国气候变暖明显<sup>[1~2]</sup>, 在全球范围内广泛观测到气候带和植被、物候期和生长季变化<sup>[3~10]</sup>。近年在中国的不同地区, 发现气候季节也出现一定调整<sup>[11~19]</sup>。由于季节与人们的生产生活密切相关, 如农事安排、作物生长、节能减排、交通出行、穿衣保健、节令商品销售等无不受其影响。湖北省地处华中地区, 四季分明, 其气候格局随着全球气候变暖而发生了改变<sup>[20]</sup>, 研究气候变暖背景下, 湖北省各地季节初日和长度的变化将对全国同类问题研究和应用有较高的参考价值。

## 1 研究资料与方法

### 1.1 研究资料

湖北省境内分布比较均匀、资料质量较高、观测时间较长的 10 个气象站的 1951~2006 年逐日平均气温(其中部分站开始年份为 1952~1959)。多年来业务上一直把这 10 个站作为湖北省气候代表站(图 1)。

### 1.2 方法

通常, 季节有天文季节、物候季节、气候季节和天气季节<sup>[21]</sup>。本研究采用了气候季节, 即候(5 d)平均气温稳定  $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$  为冬季,  $\geq 22.0^{\circ}\text{C}$  为夏季,

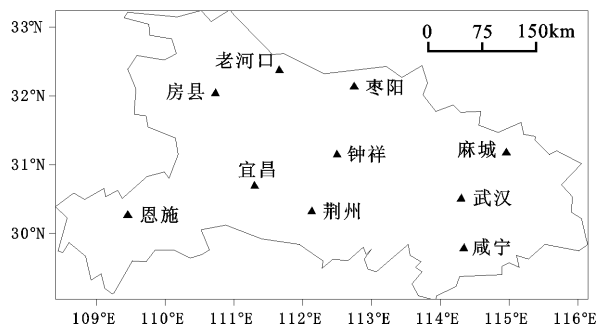


图 1 湖北省 10 个代表气象站空间分布图

Fig 1 Spatial distribution of 10 representative meteorological stations in Hubei Province

10.0~22.0 $^{\circ}\text{C}$ 之间为春秋过渡季。所谓“稳定”就是后期不再出现连续三候以上平均气温低于(春、夏季)或高于(秋、冬季)规定的指标。将初日转化为日序数(从每年 1 月 1 日记为 1, 1 月 2 日记为 2, ..., 余类推), 并计算出各季天数。

湖北省平均值(日平均气温、四季初日序数与季节长度)取 10 站平均值(1959 年前以有资料的站数为准)。

采用最小二乘法对四季初日序数、季节长度进行线性趋势拟合, 样本数 48~56。显著性水平达到 0.1、0.05、0.01(0.001)分别表示趋势性为较显

收稿日期: 2009-03-23 修订日期: 2009-07-09

基金项目: 国家科技支撑计划资助课题(2007BAC03A01)、武汉区域气象中心科技发展基金重点资助项目(QY-Z-200701、QY-Z-200807)资助。

作者简介: 陈正洪(1964-), 男, 湖北大冶人, 研究员, 主要研究方向为应用气象、气候变化。E-mail: chenzh64@126.com

著、显著、极显著。

2 结果分析

2 1 四季初日的平均情况与空间差异

分别统计了 10个代表站多年平均四季初日和各季长度及湖北省平均结果。入春时间湖北省平均为 3月 22日,鄂西南最早,鄂西北最晚,相差约

10 d 入夏时间湖北省平均为 5月 27日,鄂东南、江汉平原南部、鄂西北东部最早,鄂西南、鄂西北西部山区最晚,相差约 15 d 入秋时间湖北省平均为 9月 27日,西部、北部比中东部早约 10~ 20 d 入冬时间湖北省平均为 11月 27日,鄂西北最早,鄂东南、三峡河谷最晚,相差约 10~ 18 d(表 1)。

表 1 湖北省 10个代表多年平均四季初日和各季长度 (1951~ 2006)

Table 1 Average beginning dates and lengths of four seasons of 10 representative meteorological stations in Hubei Province in 1951– 2006

| 序号 | 站名  | 入季时间(月/日) |      |      |       | 四季长度(d) |       |      |       |
|----|-----|-----------|------|------|-------|---------|-------|------|-------|
|    |     | 入春        | 入夏   | 入秋   | 入冬    | 春季      | 夏季    | 秋季   | 冬季    |
| 1  | 房县  | 3/27      | 6/9  | 9/13 | 11/16 | 73.5    | 95.8  | 64.2 | 131.4 |
| 2  | 老河口 | 3/24      | 5/24 | 9/24 | 11/21 | 61.0    | 122.0 | 58.3 | 123.6 |
| 3  | 枣阳  | 3/24      | 5/24 | 9/26 | 11/23 | 61.2    | 123.6 | 58.0 | 122.3 |
| 4  | 钟祥  | 3/22      | 5/24 | 9/28 | 11/28 | 62.2    | 127.1 | 60.7 | 115.0 |
| 5  | 麻城  | 3/24      | 5/24 | 10/1 | 11/27 | 61.0    | 129.2 | 57.2 | 117.6 |
| 6  | 恩施  | 3/17      | 6/6  | 9/23 | 11/29 | 80.7    | 109.0 | 66.9 | 108.4 |
| 7  | 宜昌  | 3/18      | 5/27 | 10/1 | 12/3  | 70.1    | 125.6 | 63.7 | 105.1 |
| 8  | 荆州  | 3/21      | 5/23 | 9/29 | 12/1  | 63.3    | 128.3 | 61.9 | 111.2 |
| 9  | 武汉  | 3/22      | 5/23 | 10/2 | 11/29 | 62.1    | 131.1 | 58.1 | 113.7 |
| 10 | 咸宁  | 3/21      | 5/22 | 10/5 | 12/3  | 61.2    | 135.7 | 59.6 | 108.9 |
| 11 | 平均  | 3/22      | 5/27 | 9/27 | 11/27 | 65.7    | 122.8 | 60.9 | 115.6 |

2 2 四季长度的平均情况与空间差异

表 1 还可见:湖北省平均夏、冬季均较长,约 4 个月,分别为 122.8、115.6 d 夏季比冬季长 7.2 d 春、秋季均较短,约 2 个月,分别为 65.7、60.9 d 春季比秋季长 4.8 d 各季长度顺序为:夏>冬>春>秋。

其中鄂东南的咸宁夏季最长,达 135.7 d(约 4 个半月),而鄂西北的房县夏季最短,只 95.8 d(约 3 个月),两地相差近 1 个半月;与此相反,冬季以鄂西北的房县最长,131.4 d(约 4 个半月),而最短在鄂西南和鄂东南,在 105.1~ 108.4 d 之间(约 3 个半月),相差近 1 个月;春季长度各地相差 19.7 d 最长在鄂西南的恩施,80.7 d 另外同处西部山

区的宜昌、房县在 70 d 以上,平原地区均较短且相差微小,在 61.0~ 63.3 d 之间;秋季长度各地相差最小,仅差 9.7 d 分布格局与春季类似,也是西长东短。

2 3 四季初日的变化趋势

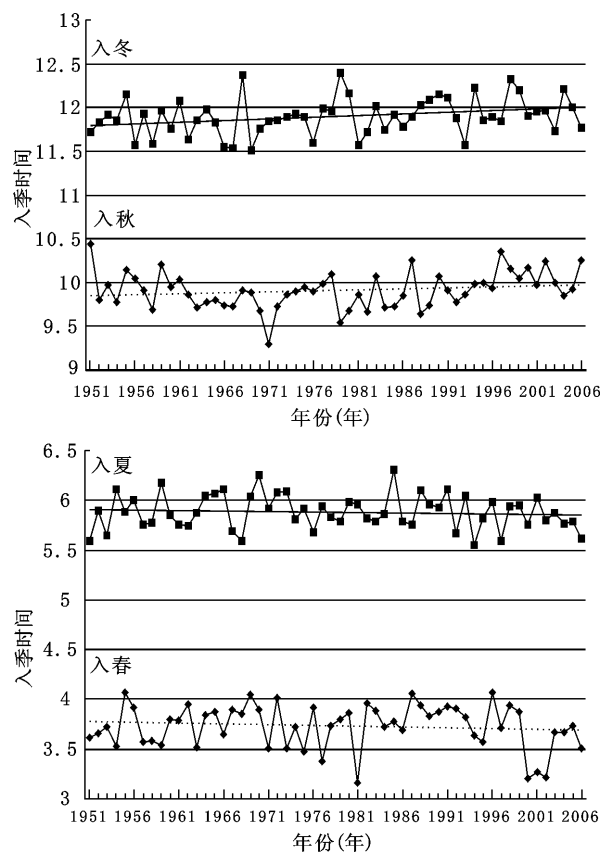
表 2 可见,56 a 来湖北省平均上半年季节(入春、入夏)提前,下半年季节(入秋、入冬)推后。显著性从高到低依次为:入冬、入秋、入春、入夏,但只有入冬时间推后通过 0.05 的信度检验。具体到 10 个站(表略),春、夏、秋、冬四季初日变化趋势达到 0.1 显著性的各 1、2、6、7 个站,所以下半年的季节变化比较上半年明显。空间上季节初日变化主要发生在中东部,西部山区变化不是很明显。

表 2 湖北省 10 个代表站平均四季初日的变化趋势 (1951~ 2006)

Table 2 Tendency of average beginning dates of four seasons of 10 representative meteorological stations in Hubei Province in 1951– 2006

| 项目\季节       | 1951~ 2006 |        |       |        | 1961~ 2006 |        |          |        |
|-------------|------------|--------|-------|--------|------------|--------|----------|--------|
|             | 入春         | 入夏     | 入秋    | 入冬     | 入春         | 入夏     | 入秋       | 入冬     |
| 倾向率(d/10 a) | -0.496     | -0.31  | 0.72  | 1.08   | -0.093     | -0.558 | 2.19     | 1.71   |
| 趋势系数        | -0.114     | -0.094 | 0.189 | 0.276* | -0.014     | -0.117 | 0.427*** | 0.294* |
| 变化情况        | 提前         | 提前     | 推后    | 显著推后   | 未变         | 提前     | 极显著推后    | 显著推后   |

注:\*、\*\*、\*\*\*、\*\*\*\* 指分别通过信度为 0.1、0.05、0.01、0.001 的显著性检验;倾向率数值前标有“-”表示入季时间提前,否则为推后。下同。



季节初日表示法为: 3月1日为 3+ 1/31,  
3月2日为 3+ 2/31……, 余类推

图 2 湖北省 10个代表站平均的四季  
初日变化趋势图 (1951~ 2006)

Fig 2 Trend of beginning dates of four seasons of 10 representative meteorological stations in Hubei Province in 1951- 2006

入春: 湖北省平均春季初日有提前趋势, 但不显著, 每 10 a 提前 0.50 d, 56 a 共提前 2.8 d。其中 8 个站有提前趋势, 1 个站有推后趋势, 1 个站未变。其中只有武汉达到显著程度, 56 a 大约提前

9.7 d。恩施 56 a 推后约 3.5 d。  
入夏: 湖北省平均夏季初日有提前趋势, 但不显著, 每 10 a 提前 0.31 d, 56 a 共提前 1.6 d。其中 8 个站有提前趋势, 2 个站未变。其中 2 个站达到较显著程度, 武汉 56 a 大约提前 4.7 d, 麻城 48 a 大约提前 6.7 d。

入秋: 湖北省平均秋季初日有推后趋势, 接近较显著水平, 每 10 a 推后 0.72 d, 56 a 共推后 4.0 d。其中 7 个站有推后趋势, 2 个站提前, 1 个站未变。其中各有 3 个站达到显著、极显著程度, 武汉 56 a 大约推后 8.4 d, 荆州 54 a 大约推后 15.0 d, 房县 49 a 大约提前 2.5 d。

入冬: 湖北省平均冬季初日明显推后, 每 10 a 推后 1.08 d, 56 a 共推后 6.1 d。其中 8 个站有推后趋势, 1 个站提前, 1 个站未变。其中各有 3、3、1 个站达到较显著、显著、极显著程度, 武汉 56 a 大约推后 7.6 d, 麻城 48 a 大约推后 11.4 d, 房县 49 a 大约提前 1.9 d。

2.4 四季长度的变化趋势

计算分析表明 (表 3), 过去 56 a 湖北省平均四季长度以冬、夏两季变化最大, 其中冬季长度显著缩短, 大约缩短 8.9 d; 夏季有所延长, 但未通过显著性检验, 大约延长 6.3 d; 秋季则大约延长 2.0 d; 春季并未有变化。显著性位次从高到低依次为: 冬、夏、秋、春。具体到 10 个站 (表略), 春、夏、秋、冬四季长度变化趋势达到 0.1 显著性的各 0、6、1、7 个站, 而且冬、夏两季共 13 个站次均达显著、或极显著水平, 全部位于中东部, 所以变化主要集中在冬夏两季, 空间上变化主要发生在中东部, 西部山区变化不是很明显。

表 3 湖北省 10 个代表站平均四季长度的变化趋势 (1951~ 2006)

Table 3 Tendency of average length of four seasons of 10 representative meteorological stations in Hubei Province in 1951- 2006

| 项目 \ 季节      | 1951~ 2006 |       |       |         | 1961~ 2006 |          |        |          |
|--------------|------------|-------|-------|---------|------------|----------|--------|----------|
|              | 春          | 夏     | 秋     | 冬       | 春          | 夏        | 秋      | 冬        |
| 倾向率 (d/10 a) | 0.171      | 1.088 | 0.355 | -1.588  | 0.4        | 3.019    | -0.977 | -2.44    |
| 趋势系数         | 0.033      | 0.186 | 0.067 | -0.289* | 0.071      | 0.421*** | -0.153 | -0.348** |
| 变化情况         | 未变         | 延长    | 延长    | 显著缩短    | 延长         | 极显著延长    | 缩短     | 极显著缩短    |

注: 倾向率为“-”表示季节长度缩短, 否则为延长。

湖北省各地夏季长度均有延长趋势 (仅房县未变), 并各有 3 个站达到显著、极显著程度, 武汉 56 a 大约延长 13.3 d, 荆州 53 a 大约延长 21.1 d。冬季长度, 10 个站中有 9 个站缩短 (仅房县略延

长), 其中各有 1、1、5 个站达到较显著、显著、极显著程度, 武汉 56 a 大约缩短 17.0 d。各地春、秋季长度大部略有延长或未变。空间上冬、夏两季长度变化主要发生在中东部, 西部山区变化不是很明显。

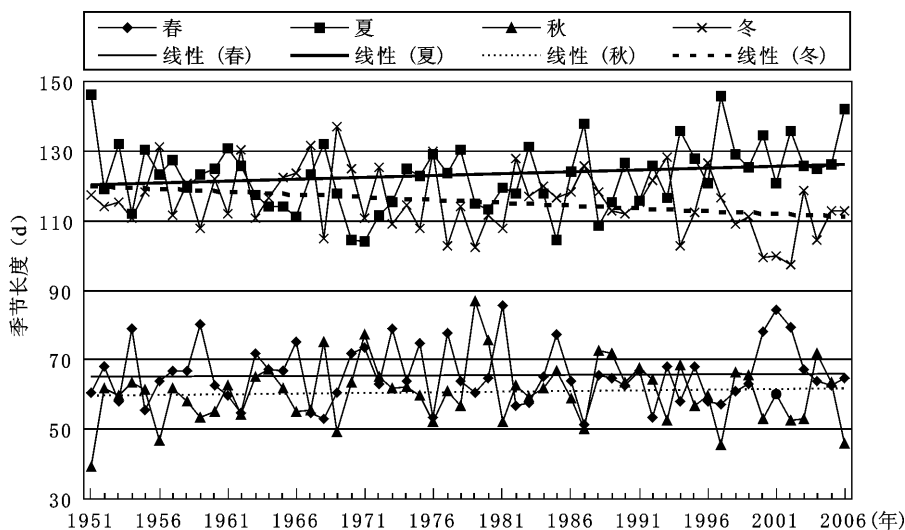


图 3 湖北省 10 个代表站平均的四季长度变化趋势图 (1951~2006)

Fig 3 Trend of average length of four seasons of 10 representative meteorological stations in Hubei Province in 1951–2006

### 3 小结与讨论

#### 3.1 小 结

1) 56 a 来, 湖北省平均春、夏、秋、冬四季的初日分别为 3 月 22 日、5 月 27 日、9 月 27 日、11 月 27 日, 而四季长度分别为 65 d、122 d、60 d、115 d。初日的空间差异在 10~20 d 之间, 长度的空间差异夏季可达 45 d、冬季 30 d、春季 10~20 d、秋季在 10 d 以下。季节初日为上半年南早于北, 下半年为北早于南。季节长度为夏季南长北短, 冬季为北长南短, 春、秋季为西部山区长, 中东部短。由于高大地形对冷空气的屏蔽作用, 鄂西南 (含三峡河谷) 入冬晚, 冬季短。

2) 湖北省平均入春、入夏初日分别提前 2.8 d、1.6 d, 入秋、入冬初日分别推后 4.0 d、6.1 d, 但只有入冬初日通过了显著性检验, 也就是上半年季节提前、下半年季节推后, 下半年比上半年明显。湖北省平均冬季缩短 8.9 d, 夏季延长 6.3 d, 秋季延长 2.0 d, 春季无变化, 可见冬夏季变化大, 春秋季变化小。

3) 湖北省季节初日变化主要发生在中东部, 西部山区变化不是很明显; 冬、夏两季长度变化主要发生在中东部, 西部山区变化不是很明显。这与过去 40 年来湖北省中东部气温上升显著、西部山区气温变化小甚至略有下降<sup>[15]</sup>的研究结论相符。

#### 3.2 讨 论

1) 由于气候季节是以两个固定的气温指标来

衡量的, 气候变暖必然引起季节的变化。而各地气候对全球变暖的响应无论在时间上 (一年内不同月份) 还是在空间上并非完全一致, 从而造成四季对全球变暖响应的不同和区域差异。季节长度变化则主要与两个入季日期变化的配合有关。夏季延长为夏季初日提前和秋季初日推后所致, 冬季缩短则为冬季初日推后和春季初日提前所致, 春季未变是因为春、夏季初日同步提前, 秋季略延长是因为冬季初日比秋季初日推后日数略多所致。

2) 武汉的季节变化明显偏大, 如入春提前了 9.7 d, 冬季缩短 17.0 d 均为全省最显著, 显然与城市热岛效应有关<sup>[22]</sup>, 中国大城市的热岛效应仍在加强<sup>[23, 24]</sup>, 大城市对应较大季节变化的现象将普遍存在。

3) 气候季节变化的影响是多方面的。如夏季延长将耗费更多的能源用于降温、交通需求, 高温热浪频发影响人们的身体健康, 不过对夏季时令商品和冷饮销售有利; 冬季缩短对减少供热、减轻大气污染和老年人心脑血管疾病等有利, 但不利冬季时令商品销售, 有利于对虫卵、病菌越冬存活, 来年病虫害将有可能趋重发生, 根据当地植保部门监测, 由于暖冬和春季提前的影响, 近年水稻“两迁”害虫、棉铃虫等危害盛期提前了大约半个月。上半年季节提前、下半年季节推后, 农作物、树木生长季延长, 生长区域北移, 复种指数提高, 如果其它条件适宜, 将有利于增产。更多影响及对策有待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] IPCC. Summary for Policymakers of Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007
- [2] 丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告 (I): 中国气候变化的历史和未来趋势 [J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3~8
- [3] IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2007
- [4] 林而达, 许吟隆, 蒋金荷, 等. 气候变化国家评估报告 (II): 气候变化的影响与适应 [J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(2): 51~56
- [5] 徐文铎, 邹春静. 全球变暖对中国东北植被的影响及对策 [J]. 地理科学, 1996, 16(1): 26~36
- [6] 赵昕奕, 张惠远, 万军. 青藏高原气候变化对气候带的影响 [J]. 地理科学, 2002, 22(5): 190~195
- [7] 陆佩玲, 于强, 贺庆棠. 植物物候对气候变化的响应 [J]. 生态学报, 2006, 26(3): 923~929
- [8] 陈正洪, 肖玫, 陈璇. 樱花花期变化特征及其与冬季气候变化的关系 [J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5209~5217
- [9] 仲舒颖, 郑景云, 葛全胜. 1962~2007年北京地区木本植物秋季物候动态 [J]. 应用生态学报, 2008, 19(11): 2352~2356
- [10] 吴正方, 靳英华, 刘吉平. 东北地区植被分布全球气候变化区域响应 [J]. 地理科学, 2009, 29(5): 564~570
- [11] 李如琦, 纪筱健. 哈密近 54 年的四季变化 [J]. 新疆气象, 2006, 29(6): 4~6
- [12] 张美玲, 张慧. 滕州市季节变化对气候变暖的响应 [J]. 现代农业科技, 2007, (15): 204~205
- [13] 李湘, 肖天贵. 四川地区 44 年来气候季节划分及变化特征的研究 [J]. 成都信息工程学院学报, 2007, 22(4): 531~538
- [14] 杨琳, 钟保彝. 热岛效应对四季变化的影响 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28(3): 18~19
- [15] 杨素英, 孙凤华, 马建中. 增暖背景下中国东北地区极端降水事件的演变特征 [J]. 地理科学, 2008, 28(2): 224~228
- [16] 贾文雄, 何元庆, 李宗省, 等. 近 50 年来河西走廊平原区气候变化的区域特征及突变分析 [J]. 地理科学, 2008, 28(4): 525~531
- [17] 孙凤华, 袁健, 关颖. 东北地区最高、最低温度非对称变化的季节演变特征 [J]. 地理科学, 2008, 28(4): 532~536
- [18] 邓玉娇, 匡耀求, 黄宁生, 等. 温室效应增强背景下城市热环境变化的遥感分析——以广东省东莞市为例 [J]. 地理科学, 2008, 28(6): 819~824
- [19] 高蓉, 郭忠祥, 陈少勇, 等. 近 46 年来中国东部季风区夏季气温变化特征分析 [J]. 地理科学, 2009, 29(2): 255~261
- [20] 陈正洪. 湖北省 60 年代以来平均气温变化趋势初探 [J]. 长江流域资源与环境 (学报), 1998, 7(4): 341~346
- [21] 曾庆存, 张邦林. 论大气环流的季节划分和季节突变 I: 概念和方法 [J]. 大气科学, 1992, 16(6): 641~648
- [22] 陈正洪, 王海军, 任国玉. 武汉市热岛强度非对称变化趋势研究 [J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(5): 282~286
- [23] 崔林丽, 史军, 周伟东. 上海极端气温变化特征及其对城市化的响应 [J]. 地理科学, 2009, 29(1): 93~97
- [24] 李国栋, 王乃昂, 张俊华, 等. 兰州市城区夏季热场分布与热岛效应研究 [J]. 地理科学, 2008, 28(5): 709~714

## Responses of Changing of Climatic Seasons to Global Warming A case of Hubei Province in Central China

CHEN Zheng-hong<sup>1,2</sup>, SHI Ru-qin<sup>2</sup>, CHEN Bo<sup>1</sup>

(1. Wuhan Institute of Heavy Rain, Chinese Meteorological Administration, Wuhan, Hubei 430074

2. Wuhan Regional Climate Center, Wuhan, Hubei 430074)

**Abstract** In the last 100 yr especially in the last 50 yr the earth is getting warmer in most part of the world and China which leads climatic belts moving northward and higher and the change of the phenological period and growing season. The changing of climatic seasons are also observed in some parts of China. The climatic seasons

are adopted that means the 5 d moving averaged temperature  $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$  as winter,  $\geq 22.0^{\circ}\text{C}$  as summer, and  $10.0-22.0^{\circ}\text{C}$  as spring or autumn. For revealing the responding mode and degree of climatic seasons to global warming systematically, the daily average temperature of 10 representative meteorological stations in Hubei Province during 1951–2006 are used to calculate and analyze the elemental properties and changing trends of beginning dates and lengths of four seasons. The results show that: 1) The provincially averaged beginning dates in spring, summer, autumn and winter are respectively Mar 22, May 27, Sept 27, and Nov 27, and the averaged length is 65.7 d, 122.8 d, 60.9 d and 115.6 d respectively, and their spatial and inter-annual variations are obvious. 2) In last 56 yr, the provincially averaged beginning dates of spring and summer were advanced for 2.8 d and 1.6 d respectively, and those of autumn and winter were delayed for 4.0 d and 6.1 d respectively, and only that of the winter was changing significantly, which means the seasons in the first half of a year were getting earlier, and the seasons in the second half of a year were getting later with more significant change. The extreme examples included 9.7 d advanced for spring in Wuhan in 56 yr, 6.7 d advanced for summer in Macheng in 48 yr, 15.0 d delayed for autumn in Jingzhou in 54 yr, 11.4 d delayed for Macheng in 48 yr. 3) In last 56 yr, the provincially averaged length of winter was shortened for 8.9 d, those of summer and autumn were prolonged for 6.3 d, 2.0 d respectively, and that of spring varies little. That means more change in winter and summer than in spring and autumn. The extreme examples included 21.1 d prolonged for summer in Jingzhou in 53 yr, 17.0 d shortened for winter in Wuhan in 56 yr. 4) There were larger change of climatic seasons in the eastern and middle parts of Hubei Province due to larger warming effect while lighter change of climatic seasons in the western mountainous area corresponding to little warming effect. And also larger change in climatic seasons in the urban area of the larger cities such as Wuhan were observed. It is obvious that the climatic seasons show some distinct variations or trends in Hubei Province, that will affect agricultural activity, crop growing, even our daily life such as outgoing, dressing, shopping and selling and so on. Some countermeasures must be taken as soon as possible.

**Key words** global warming; season; beginning date; length; changing trend