

基于环流因子的荆门梅雨特征量预测方法研究

梁涛, 崔恒立, 陈艳梅, 王东仙, 何盛浩 (湖北省荆门市气象局, 湖北荆门 448000)

摘要 选取 1958~2000 年的 74 项环流因子作为预测因子, 用逐步回归法对因子进行初筛选, 采用最优子集回归方法建立预测方程, AIC 准则作为最优方程的判别准则, 分别对入梅日期、出梅日期、梅雨量 3 个梅雨特征量进行预测, 并利用 2001~2012 年的资料对方程的预测效果进行检验。结果表明, 预测方程对梅雨偏多偏少(早涝趋势)的预测比较准确, 但对降水异常偏多(少)的年份数值误差较大; 方程对入梅日期预测效果较好, 大部分年份误差在 3~4 d 以内; 方程对出梅日期预测大部分年份误差在 7 d 或以上。

关键词 环流因子; 梅雨特征量; 预测方法

中图分类号 S161.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)05-02129-02

The Study of Characteristics of Jingmen Meiyu Forecasting Methods Based on Circulation Factor

LIANG Tao et al (Jingmen Meteorological Bureau of Hubei Province, Jingmen, Hubei 448000)

Abstract Selecting 74 circulation factors from 1958 to 2000 as the predictive factors, after the initial screening of the factors by stepwise regression method, using the optimal subset regression method to establish the prediction equation, AIC criterion as the criterion of the optimal equation, three characteristics of Meiyu including onest and ending date of Meiyu and Meiyu precipitation were forecasted. And the prediction test of equation was detected by using data during 2001-2002. The results showed that: (1) The prediction result of the equation for the more(less) Meiyu is comparatively accurate, but for more(less) precipitation is not accurate. (2) The prediction result of the equation for the onest date of Meiyu is more accurate, the error of most years is within 3 to 4 days. (3) The prediction result of the equation for the ending date of Meiyu is not very ideal, the error of most years is 7days or more.

Key words Circulation factors; Characteristics of Meiyu; Prediction method

梅雨期间雨量充沛, 强降水过程频繁, 灾害性天气频发, 据统计, 荆门市平均梅雨长度仅 26 d 左右, 但年平均梅雨量却占年平均汛期雨量的 4 成以上, 梅雨期旱涝趋势往往决定整个汛期乃至全年的旱涝趋势。入梅日期、出梅日期、梅雨量等年际差异很大, 在预报上是一个难点。入梅、出梅的迟早、梅雨期的长短、梅雨量的多少直接关系到防汛、抗旱形势。因此, 加强对梅雨的预报方法研究, 为各级党政部门提供科学、准确的决策依据, 对维护社会稳定、经济发展、保障人民生命财产安全、做好汛期气象服务具有极其重要的意义。

梅雨是东亚大气环流处在冬夏过渡时期, 冷暖空气长期在长江中下游交绥, 使静止锋长期停滞而产生的连阴雨现象^[1]。对于梅雨及相关的夏季旱涝的影响因子的研究, 已有研究多是分别从夏季风环流^[2-3]、海洋变化^[4-6]及雪盖^[7-9]的角度来探讨对梅雨的影响, 而并没有从将它们结合起来考虑多个因素的共同影响, 结论多是定性的; 在梅雨相关的预测方面, 目前还广泛地应用经验和统计预报的方法^[10-12], 大多是围绕梅雨量的预测, 近年来许多气象学家正在大力研究数值预测方法^[13-16], 研究结果表明无论是区域气候模式还是全球模式, 为正确模拟东亚季风雨带的演变还需要对决定区域气候的主要物理过程在参数化方面作进一步的改进。综上所述, 如何应用统计方法和数值预报来预测梅雨特征量, 进而为梅雨的相关预报提供依据, 这是需要研究的一个重要问题。笔者选取 1958~2000 年的 74 项环流因子作为预测因子, 逐步回归法筛选因子, 采用最优集回归方法, 建立预测方程, AIC 准则进行判别, 对梅雨特征量进行预测, 并利用

2001~2012 年资料对方程进行检验。

1 资料与方法

1.1 梅雨特征量的选取 相关研究表明, 在表征长江中下游梅雨的 5 个参数(入梅日期、出梅日期、梅雨长度、梅雨量、梅雨强度)中, 入梅和出梅是反映东亚过渡季节环流变化与调整的重要天气气候指标; 梅雨期的长短是由入梅日期和出梅日期共同决定的; 梅雨量的多寡与梅雨期的长短成正比, 而且直接与江淮地区旱涝灾害的形成有关; 梅雨量与梅雨强度有很好的正相关($r=0.941$); 梅雨起迄日期和梅雨期长度 3 个参数, 与梅雨量的相关系数均比与梅雨强度的相关系数高, 所以梅雨量这个参数比梅雨强度更有代表性^[1]。因此, 笔者选取最具代表性的入梅日期、出梅日期、梅雨量 3 个特征量作为梅雨特征量作预测。

1.2 资料选取 所使用的资料包括梅雨特征量资料和环流因子资料。梅雨特征量是荆门市建站以来(1958~2012 年)的入梅日期、出梅日期、梅雨量等资料, 环流因子资料是 1958~2012 年逐月的 74 项环流因子。74 项环流因子是国家气候中心气候诊断室每月发布的 74 项表征全球大气环流基本特征的环流指数数据, 主要包括副高面积、强度、脊线指数, 极涡面积、强度指数, 太阳黑子指数, 五大涛动指数, 东亚槽位置、强度指数, 台风、冷空气指数, 经向、纬向环流指数, 积雪面积、强度指数等。将梅雨特征量资料和环流因子资料分成两部分, 将 1958~2000 年的资料用于建立预测方程, 2001~2012 年的资料用于方程的检验。

1.3 出梅、入梅日期的处理 入梅日期、出梅日期不能直接作为预测对象。在一个确定的年份, 任意一个日期是该年的第 y 天, 该日期与 y 值一一对应, 如 2010 年 7 月 5 日是 2010 年的第 186 天, 知道日期可以推算出对应的 y 值。反过来, 知道年份和 y 值也可以推算出对应的日期。因此, 可将入梅

日期、出梅日期对应的 y 值作为预测对象,然后反推入梅日期、出梅日期。

1.4 研究方法

1.4.1 因子的初筛选。综合考虑资料获取时间和业务服务的需求(本月的环流因子下月底才能获得,梅雨期预测材料一般5月份之前对外发布),把前一年4月~当年3月环流因子作为待选预测因子,因此待选预测因子共有 $74 \times 12 = 888$ 个,分别用 $X_1 \sim X_{888}$ 表示。建立最优子集回归预测方程是从所有可能的回归中找出一个效果最优的子集回归。如果有 m 个预测因子,任选一个预测因子的子集(即不同因子间的组合)与预测量建立一个回归方程,称为一个子集回归方程,则 m 个因子可以建立 $2^m - 1$ 个不同的线性子集回归方程。随着因子数量的增加,子集回归方程的数量成倍增加。在因子数量较多的情况下,有必要对因子进行筛选,选择相关性好的因子来建立预测方程,以减少计算量。

采用逐步回归法,根据环流因子方差贡献的大小从环流因子中筛选出 m 个方差贡献较大的变量作为初选因子($10 \leq m \leq 20$)。通过初步筛选,分别选取 13、16、15 个环流因子作为入梅日期(表1)、出梅日期、梅雨量的初选因子。

表1 入梅日期预测方程初选因子

因子序号	初选因子	
	代码	具体指标
1	X240	3月南海副高强度指数
2	X326	5月东太平洋副高脊线
3	X352	7月大西洋副高脊线
4	X391	10月太平洋副高脊线
5	X458	5月西太平洋副高北界
6	X567	6月北美区极涡面积指数
7	X569	8月北美区极涡面积指数
8	X606	9月亚洲区极涡强度
9	X640	7月大西洋欧洲区极涡强度指数
10	X677	8月北半球极涡中心强度
11	X745	4月亚洲纬向环流指数
12	X763	10月亚洲经向环流指数
13	X788	11月东亚槽强度

1.4.2 判别准则。对于 $2^m - 1$ 个不同的线性子集回归方程,必须通过一定的判别准则来判断方程的优劣。AIC 准则是日本统计学家赤池(Akaike)1974年根据极大似然估计原理提出的一种模型选择准则,人们称它为 Akaike 信息量准则(Akaike Information Criterion,简记 AIC)。AIC 准则即可用来作回归方程自变量的选择,又可用于时间序列分析中回归模型的定阶上^[17]。笔者采用 AIC 准则作为最优回归方程的判别准则。每个方程对应一个 AIC 值,其中最小的 AIC 值对应的方程即为最优方程。

2 结果与分析

2.1 预测方程的建立 采用最优子集回归预测方法,以 AIC 准则作为挑选最优方程的判别准则,对入梅日期、出梅日期和梅雨量 3 个梅雨特征量分别建立预测方程,其中,入梅日期预测方程为: $y = -0.776 \times x_{240} + 0.606 \times x_{326} - 0.638 \times x_{458} + 0.080 \times x_{567} + 0.157 \times x_{569} + 0.805 \times x_{606} -$

$0.099 \times x_{745} + 0.373 \times x_{763} - 0.114 \times x_{788} + 107.007$, 出梅日期预测方程为: $y = 1.091 \times x_{96} - 0.148 \times x_{223} - 1.412 \times x_{360} - 0.519 \times x_{439} + 0.099 \times x_{488} - 0.644 \times x_{515} - 0.330 \times x_{581} - 0.027 \times x_{661} + 276.520$, 梅雨量预测方程为: $y = -26.395 \times x_{267} - 1.607 \times x_{405} - 6.686 \times x_{477} - 7.391 \times x_{461} - 13.190 \times x_{500} - 3.067 \times x_{519} + 4.341 \times x_{677} - 8.999 \times x_{718} + 3.687 \times x_{760} + 1350.293$ 。计算 m 个变量的全部可能回归找最优子集,如果得到的最优子集恰好是上一步所筛选的 m 个变量的全模型,则返回因子筛选,放宽因子筛选的条件,使筛选变量大于找出的最优子集的变量数。

2.2 预测方程的检验 将 2001~2012 年资料代入梅雨特征量预测方程,对方程的预测能力进行检验。结果表明(表2),预测方程对梅雨量偏多偏少(旱涝趋势)的预测比较准确,12 年中有 9 年正确,正确率为 75%;方程对降水异常偏多(少)的年份预测效果不佳,尽管有些年份趋势预测正确,但从数值上看误差较大。方程对入梅日期预测效果较好,12 年中有 9 年误差在 3~4 d 以内,少数年份超过一周;方程对出梅日期预测总体上效果不甚理想,大部分年份误差在 7 d 或以上。

表2 梅雨特征量预测方程检验

年份	梅雨量//mm		入梅日期//d		出梅日期//d	
	预报值	实况值	预报值	实况值	预报值	实况值
2001	52.8	121.8	171	167	196	181
2002	256.6	304.5	171	170	195	188
2003	256.9	247.7	170	174	202	202
2004	153.3	288.5	163	166	199	203
2005	115.6	153.2	165	176	192	180
2006	79.4	179.2	172	174	201	193
2007	192.0	541.9	167	171	188	206
2008	153.4	81.2	174	173	206	189
2009	113.3	81.6	168	179	194	196
2010	168.7	202.2	170	186	196	203
2011	260.1	115.7	164	160	199	190
2012	193.9	59.0	174	177	196	189

3 小结与讨论

以 1958~2000 年的 74 项环流因子作为预测因子,用逐步回归法对因子进行初筛选,采用最优子集回归方法建立预测方程,AIC 准则作为最优方程的判别准则,对入梅日期、出梅日期、梅雨量 3 个梅雨特征量进行预测,并利用 2001~2012 年的资料对方程的预测效果进行检验。结果表明,预测方程对梅雨偏多偏少(旱涝趋势)的预测比较准确,但对降水异常偏多(少)的年份数值误差较大;方程对入梅日期预测效果较好,大部分年份误差在 3~4 d 以内;方程对出梅日期预测大部分年份误差在 7 d 或以上。可见,方程对梅雨期旱涝趋势预测有较好的指导意义,方程对入梅日期、出梅日期的预测结果可供参考。由于因子数目众多,直接采用最优子集回归方法建立预测方程的话计算量过大,笔者采用逐步回归法对因子进行初筛选。用初选因子建立的最优子集回归方

(下转第 2174 页)

一个 5~7 年的振荡周期。

2.3 严重旱涝事件分析 笔者将出现几率为 10 年一遇, 正距平 ≥ 1.28 倍标准差称为严重多雨事件, 负距平绝对值 ≥ 1.28 倍标准差称为严重少雨事件^[7]。经统计(表 1~2), 58 年来梧州出现夏季严重多雨事件 8 次、严重少雨事件 7 次, 其中异常多雨事件 2 次、异常少雨事件 2 次; 20 世纪 60 年代出现夏季严重多雨事件最为集中, 10 年中出现了 3 次, 包括 1 次异常多雨事件; 70、80 年代无严重多雨事件, 但 80 年代出现 4 次严重少雨事件, 平均每 2.5 年出现一次, 是严重少雨事件多发期。58 年来梧州出现秋季严重多雨事件 3 次、严重少雨事件 2 次, 其中异常多雨事件 2 次, 无异常少雨事件, 秋季的异常状况出现较少; 20 世纪 50 年代出现

表 1 1954~2011 年梧州夏季严重多雨、少雨事件

多雨		少雨	
年份	日降水距平//mm	年份	日降水距平//mm
1957	3.7	1963	-2.9
1961	2.9	1965	-4.1*
1966	4.3*	1983	-3.8
1968	3.0	1984	-3.1
1994	4.3*	1985	-3.8
1996	2.8	1989	-3.8
2002	3.0	1990	-4.0*
2006	3.5		

注: * 表示异常多(少)雨年。

表 2 1954~2010 年梧州秋季严重多雨、少雨事件

多雨		少雨	
年份	日降水距平//mm	年份	日降水距平//mm
1961	2.3	1954	-2.5
1981	3.6*	1998	-2.9
1995	8.4*		

注: * 表示异常多(少)雨年。

一次严重少雨事件, 60 年代出现一次严重多雨事件, 80 年代

出现 1 次异常多雨事件, 90 年代出现 1 次异常多雨事件、一次严重少雨事件, 但 1995 年达 4.87 倍标准差, 是很严重的异常多雨事件。可见梧州秋季降水量整体振幅较小。

3 结论

(1) 近 58 年梧州地区全年、冬季降水量总体呈增加趋势, 但增加的幅度不同。年降水量存在 25 年左右、10 年左右的长震荡周期; 四季降水量变化也存在不同的周期, 其中春季降水量存在一个 10 年左右的振荡周期最为明显。

(2) 近 58 年梧州全年、夏季、秋季、冬季平均气温总的趋势均表现为气温升高, 但升高的幅度不同; 梧州全年平均气温上升幅度为 $0.152\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 气候变暖表现明显。年平均气温在 1955~1985 年存在一个 9~11 年的振荡周期; 四季平均气温变化也存在不同的周期, 其中秋季气温变化周期性比较明显, 存在一个 15 年左右的长振荡周期。

(3) 梧州 58 年来出现夏季严重多雨事件 8 次, 严重少雨事件 7 次(其中异常多雨事件 2 次, 异常少雨事件 2 次); 出现秋季严重多雨事件 3 次, 严重少雨事件 2 次(其中异常多雨事件 2 次, 无异常少雨事件)。1995 年秋季降水量距平达 4.87 倍标准差, 是很严重的异常多雨事件。

参考文献

(上接第 2130 页)

程, 是否是全部因子的最优子集回归方程, 这是一个值得探讨的问题。

参考文献

- [1] 周后福, 马奋华. 长江中下游梅雨及其中长期预测技术的研究概述[J]. 气象教育与科技, 2002, 24(1): 4-8.
- [2] 吕俊梅, 任菊章, 据建华. 东亚夏季风的年代际变化对中国降水的影响[J]. 热带气象学报, 2004, 20(1): 73-80.
- [3] 吴尚森, 梁建茵, 李春晖. 南海夏季风强度与我国汛期降水的关系[J]. 热带气象学报, 2003(S1): 25-36.
- [4] 宗海锋, 张庆云, 彭京备. 长江流域梅雨的多尺度特征及其与全球海温的关系[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(1): 101-114.
- [5] 李丽平, 靳莉莉, 管兆勇. 北太平洋表层海温异常对中国夏季降水影响的可能途径[J]. 大气科学, 2010(5): 988-1000.
- [6] 严华生, 严小冬. 前期高度场和海温场变化对我国汛期降水的影响[J]. 大气科学, 2004(3): 405-414.
- [7] 韦志刚, 罗四维, 董文杰, 等. 青藏高原积雪资料分析及其与我国夏季降水的关系[J]. 应用气象学报, 1998, 9(S1): 39-46.
- [8] 蔡学湛, 吴滨. 青藏高原雪盖异常的环流特征及其与我国夏季降水的

- [1] 王绍武. 近百年我国及全球气温变化趋势[J]. 气象, 1990, 6(2): 11-15.
- [2] 黄嘉宏, 李江南, 李子安, 等. 近 45a 广西降水和气温的气候特征[J]. 热带地理, 2006, 26(1): 23-28.
- [3] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 年气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238-244.
- [4] 任朝霞, 杨达源. 西北干旱区近 50 年气候特征与趋势[J]. 地球科学与环境学报, 2007, 29(1): 99-102.
- [5] 刘晓云, 岳平, 许殿祥. 酒泉市最近 54 年气温和降水特征分析[J]. 干旱区研究, 2006, 23(3): 495-499.
- [6] 陈特固, 曾侠, 钱光明, 等. 华南沿海近 100 年气温上升速率估算[J]. 广东气象, 2006, 28(3): 1-5.
- [7] 徐芳, 卢雪香, 欧坚莲. 气候条件对梧州市中药材种植的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 20596-20599.

- [9] 李庆, 陈月娟. 青藏高原积雪异常对亚洲夏季气候的影响[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2006, 7(6): 605-612.
- [10] 汪永盛. 梅雨起止日期及梅雨量的预测[J]. 浙江气象, 2003(1): 4-9.
- [11] 杨煜灿, 谢征, 王国强. 回归诊断在梅雨期大到暴雨预报中的应用[J]. 气象科技, 2004, 32(2): 81-85.
- [12] 康建伟, 陆汉城, 张少波, 等. 长江中下游地区梅雨期降水的集合预报试验[J]. 气象科学, 2006, 26(6): 598-604.
- [13] 符淙斌. 区域气候模式对中国东部季风雨带演变的模拟[J]. 大气科学, 1998, 22(4): 522-534.
- [14] 鞠永茂, 钟中, 卢伟. 模式垂直分辨率对梅雨锋暴雨数值模拟的影响[J]. 气象科学, 2006, 26(1): 10-16.
- [15] 葛旭阳, 陶立英, 朱永棍. 青藏高原热力状况异常与长江中下游地区梅雨关系的相关分析及数值试验[J]. 应用气象学报, 2000, 12(2): 199.
- [16] 孙淑清, 马淑杰. 海温异常对东亚夏季风及长江流域降水影响的分析及数值试验[J]. 大气科学, 2003, 27(1): 36-51.
- [17] 何晓群, 刘文卿. 应用回归分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 235-238.