

渭河谷地的气候干暖化与未来趋势^{*}

延军平

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062 E-mail: yanjp@263.net)

摘要 根据渭河谷地代表测站 32a 气象实测资料, 应用线性回归与趋势分析方法, 分析了该区冬春变暖、秋春变干的干暖化特征. 即 5 城市平均年增温 0.0064℃, 年均减少降水 0.1248mm; 气候干暖化, 尤其以冬春季增温明显, 春秋季节变干显著; 预测该地区未来 5a 的气候仍以干暖化为特点, 预计到 2001a 可能增温 0.2℃, 年降水减少 30mm.

关键词 渭河谷地, 气候干暖化, 线性回归, 相关性分析.

Drying and Warming of Climate and It's Tendency in the Weihe River Basin^{*}

Yan Junping

(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xian 710062, China E-mail: yanjp@263.net)

Abstract Based on observations of some typical meteorological stations of 32 years, the characteristics of warming and drying of climate that it becomes warm in winter and spring and becomes dry in autumn and spring is analysed with the relation analysis of linear regression and tendency. The result shows that the temperature is becoming high with a rate of 0.0064℃ and the precipitation is reducing about 0.1248mm average year in the five cities. And the main process of warming and drying of climate is that during winter and spring the temperature is becoming high and during autumn and spring the precipitation reducing obviously. According to the forecasting study, the climate will be drying and warming continuously within coming five years. And from now to 2001, it will have increased 0.2℃ in temperature and have reduced about 30mm in precipitation.

Keywords Weihe River basin, drying and warming of climatic, linear regression, relation analysis.

有学者认为, 进入 90 年代以后江南降水增加, 华北干旱亦有减弱的趋势^[1]. 据陈家其等对中国 500a 来旱涝历史资料的研究^[2], 认为在气候变暖的时期, 黄河中游为易旱地区. 中纬度大陆内部特别是中国西北地区是气候变化的敏感区之一, 有关西北中西部地区及邻近地区的气候变化已有大量成果问世^[3-7], 而对位于亚洲夏季风边缘的西北生态环境脆弱地带的渭河谷地, 目前相应的研究成果还缺少. 本文以自西向东的天水、宝鸡、咸阳、西安、渭南市 5 测站为代表, 用 32a 来气候变化的资料, 分析渭河谷地增温与降雨的不同步关系, 并依此来预测未来变化, 旨在认识中纬度地区气候变化及发展趋势.

1 渭河谷地气候变化的同步性

研究区域渭河谷地, 沿 34°20'N 线附近分布, 其 5 个特征城市不仅同处在渭河流域, 具有相同和类似的地理环境, 更主要是 5 城市的气候与变化规律具有高度的直线相关关系, 使渭河谷地的气候变化具有明显的同步性及整体性, 其回归分析结果见表 1.

这里 $n = 32$, 当 $a = 0.01$ 时, $|r| > 0.4487$. 表 1 中宝鸡与天水、西安、咸阳与渭南的气温相关系数在 0.9

以上, 为高度直线相关关系; 咸阳与宝鸡、西安的降水相关系数在 0.8 左右, 仍为高度直线相关关系. 以此 5 城市来研究渭河谷地及中纬度的气候变化应该说具有一定代表性及意义的.

表 1 渭河谷地 5 城市气温、降水的正相关程度

地区	天水	宝鸡	咸阳	西安	渭南
天水	—	0.653	0.424	0.292	0.476
宝鸡	0.902	—	0.784	0.686	0.646
咸阳	0.766	0.766	—	0.855	0.685
西安	0.682	0.928	0.792	—	0.579
渭南	0.780	0.798	0.946	0.857	—

2 暖干的年变化

2.1 年均气温的变化

1965 年以来, 渭河谷地气温变化的总趋势是不断增温, 平均年增温 0.0064℃, 5 城市平均增温程度的线性(Y_1)和 2 阶(Y_2)趋势变化(见图 1)表达式为:

$$Y_1 = 0.006X + 12.761$$

$$Y_2 = 0.001X^2 - 0.0262X + 12.806$$

^{*} 国家“九五”科技攻关项目(The National Key Science and Technology Project during the Ninth Five-year Plan Period): 96-920-13-01
延军平: 男, 41 岁, 理学硕士, 副教授
收稿日期: 1998-10-05

5 城市气温变化线性和 2 阶趋势的数学表达式:

天水: $Y_1 = 0.0094X + 10.621$

$Y_2 = 0.0004X^2 - 0.0052X + 10.844$

宝鸡: $Y_1 = 0.0157X + 12.717$

$Y_2 = 0.0008X^2 - 0.0099X + 12.862$

咸阳: $Y_1 = -0.008X + 13.01$

$Y_2 = 0.0011X^2 - 0.0441X + 13.215$

西安: $Y_1 = 0.0178X + 13.175$

$Y_2 = 0.0015X^2 - 0.031X + 13.452$

渭南: $Y_1 = -0.0028X + 13.443$

$Y_2 = 0.0011X^2 - 0.0405X + 13.657$

气温上升的趋势是显著的, 仅有咸阳、渭南 2 地气温的线性趋势略有下降, 表现为负值, 但自 70 年代末以来的 2 阶趋势系数为正值, 有增温趋势. 图 1 中渭河谷地的低温年份具有间隔 9_a (平均 8.67_a) 的准周期变化特点. 1967、1976、1984、1993 年为低温年.

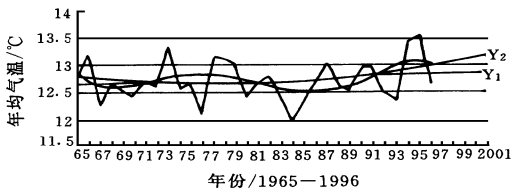


图 1 渭河谷地的年均气温变化及趋势

2.2 年均降水量的变化

1965 年以来, 渭河谷地降水总趋势是逐年略有减少, 平均年减少降水 0.1248mm. 5 城市平均降水减少程度的线性(Y_3)和 2 阶(Y_4)趋势变化(图 2)表达式:

$Y_3 = -0.1248X + 565.33$

$Y_4 = -0.2841X^2 + 9.2494X + 512.21$

5 城市降水量线性和 2 阶变化的数学表达式:

天水: $Y_3 = -1.1172X + 527.8$

$Y_4 = -0.2082X^2 + 5.7526X + 488.87$

宝鸡: $Y_3 = -1.8445X + 692.86$

$Y_4 = -0.5575X^2 + 16.553X + 588.61$

咸阳: $Y_3 = -0.2909X + 507.93$

$Y_4 = -0.1049X^2 + 3.7521X + 488.32$

西安: $Y_3 = -0.2692X + 560.4$

$Y_4 = -0.2413X^2 + 7.6935X + 515.28$

渭南: $Y_3 = 0.5821X + 550.69$

$Y_4 = -0.3214X^2 + 11.187X + 490.59$

降水减少趋势是显著的, 仅渭南市降水的线性趋势略有上升, 表现为正值, 但自 70 年代末以来其 2 阶趋势表现的降水为逐年减少.

渭河谷地的降水同样有 9_a 的准周期变化. 1969、1977、1986、1995 年为少雨年. 低温年在 前, 少雨年在 后, 低温年与少雨年往往间隔 2_a 左右.

渭河谷地平均有气温上升而降水减少的趋势, 二者负相关系数为 -0.4796 (当 $n = 32, a = 0.01$ 时, $|r| > 0.4487$).

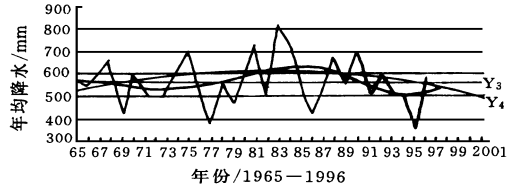


图 2 渭河谷地的年均降水变化及趋势

3 暖冬干秋的季节变化

3.1 暖冬暖春

在年均气温上升的前提下, 冬、春、夏、秋 4 季 (以 1、4、7、10 月分别代表) 的气温变化又各有特点. 表 1 中知天水、西安各具代表性. 以天水、西安为例, 冬季 1 月、春季 4 月 2 地气温在同步上升, 其中西安春季 4 月年增温为 0.0456, 为本区年增温最快的月份和地方, 天水冬季 1 月年增温 0.0225, 为天水增温最快的月份, 见图 3.

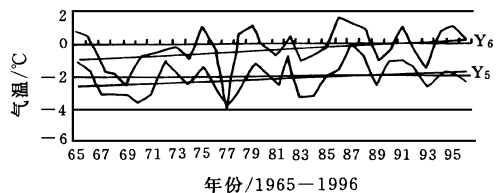


图 3 天水、西安 1 月气温的变化

夏 7 月、秋 10 月 2 地气温变化各有特色, 西安 7、10 月气温仍为上升, 只是幅度没有冬、春大; 天水 7、10 月气温略在下降, 其秋季 10 月年降温 0.0041. 天水 (Y_5)、西安 (Y_6) 2 地 4 季气温变化线性趋势为:

冬季: $Y_5 = 0.0225X - 2.5298$

$Y_6 = 0.0314X - 0.8655$

春季: $Y_5 = 0.011X + 12.056$

$Y_6 = 0.0456X + 13.513$

夏季: $Y_5 = -0.0014X + 23.02$

$Y_6 = 0.0108X + 26.322$

秋季: $Y_5 = -0.0041X + 11.209$

$Y_6 = 0.013X + 13.597$.

西安 4 季均在增温, 冬春增温幅度远大于夏秋增温的幅度. 天水冬春增温夏秋降温, 而冬春增温幅度远

大于夏秋降温的幅度。

3.2 千秋干春

在年均降水量逐年减少的前提下,冬(12、1、2月)、春(3、4、5月)、夏(6、7、8月)、秋(9、10、11月)各季的降水量变化又各有特点。仍以天水、西安为例,春季、秋季2地降水量在逐年下降,其中西安秋季每年雨量减少1.6003mm、春季减少1.2178mm;天水秋季雨量每年减少2.5611mm,春季雨量每年减少0.4214mm,其中秋季减少量为最多,见图4。相反,冬、夏季2地降水量略有增加,西安冬季每年增加雨量0.09mm,夏季雨量每年增加1.83mm,夏季为增雨量最多的季节;天水冬季每年增加雨量0.19mm,夏季雨量每年增加0.59mm。天水(Y_7)、西安(Y_8)2地4季降水量的线性变化趋势为:

冬季: $Y_7 = 0.195X + 7.3488$
 $Y_8 = 0.019X + 20.804$
春季: $Y_7 = -0.4214X + 115.27$
 $Y_8 = -1.2178X + 155.25$
夏季: $Y_7 = 0.5895X + 230.92$
 $Y_8 = 1.8286X + 187.21$
秋季: $Y_7 = -1.6003X + 212.3$
 $Y_8 = -2.5611X + 182.46$

天水、西安2地春秋降水的减少量远大于冬夏增雨量。暖冬暖春使冬春水分蒸发损失增加,千秋干春使降水季节分配更加不均匀,增强了气候的大陆性和环境的脆弱性。

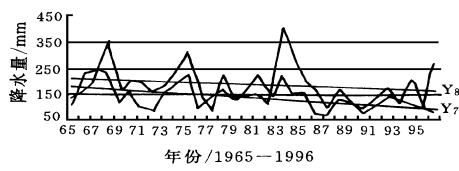


图4 天水、西安秋季降水量的变化

4 干暖化趋势分析

根据对渭河谷地平均气温、降水趋势2阶数学分析(图1,图2),未来5a气候的干暖化特点尤为明显。从2阶趋势线与平滑直线的相交关系看,以1972、1989年为转折点,1972—1989年的18a间气温较低,1989年后进入增温期,到2001年年均温可能增加0.2。未来5a内渭河谷地年平均降水量在现在的基础上继续减少,以1972、1990年为转折点,1972—1990年的19a间降水较少,1990年后进入少雨期,到2001年年平均降水量可能减少30mm。

5a滑动处理结果证明(图略),未来5a内(至2001年)本区仍以增温趋势为主。根据上一增温期(1973—1982)持续9a及低温年也间隔9a的特点,这次从1994年开始的增温期,预计将延续到2001年以后。未来5a内降水仍将进一步减少。根据上一少雨期(1971—1980)持续9a及少雨年也有间隔9a的特点,这次从1993年开始的少雨期,预计也将延续到2001年以后。

对渭河谷地平均气温、降水趋势作6阶趋势拟合分析。图1(粗线)指示1971—1979年为增温期,经1980—1991年的低温期后,现在进入又一个增温期,并将持续到2001年以后,其方程式为: $y = -E - 0.8x^6 - 1E - 0.6x^5 + 0.0001x^4 - 0.0049x^3 + 0.0666x^2 - 0.3439x + 13.16, r = 0.398$ (当 $n = 32, a = 0.05$ 时, $|r| > 0.3494$);图2显示1969—1979年为少雨期,1980—1990年为多雨期,1991年起进入少雨期,并也会持续到2001年以后,其方程式为: $y = E - 0.5x^6 - 0.0007x^5 + 0.01x^4 + 0.078x^3 - 1.7821x^2 + 1.9035x + 570.93, r = 0.369$,均具有较高的自相关性。可见,本区未来气候可能更具有大陆性,环境更为脆弱。

5 结束语

(1)渭河谷地近32a的气候具有干暖化的趋势,5城市平均年均增温0.0064,年均减少降水0.1248mm,大于全球气候变化的平均速度,且变暖与变干同步,气温与降水负相关系数为-0.4796。

(2)渭河谷地近32a气候的干暖化,尤以冬春季增温明显,春秋季节变干显著,而冬夏季降水还略有增加,气候更具有大陆性及脆弱性。

(3)渭河谷地气候变化具有9a左右的准周期,未来5a的气候仍以干暖化为特点,预计到2001年可能增温0.2,年降水可能减少30mm。

参 考 文 献

1 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究. 气象学报, 1994, 52(3): 261—273
2 陈家其, 施能. 全球增暖下我国旱涝灾害可能情景的初步研究. 地理科学, 1995, 15(3): 201—207
3 施雅风, 张祥松. 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和未来趋势. 中国科学(B), 1995, 25(9): 968—977
4 施雅风. 山地冰川与湖泊萎缩指示的亚洲中部气候干暖化趋势与未来展望. 地理学报, 1990, 44(1): 1—11
5 梁旭, 王仑宁. 宁夏近40年冷暖变化的气候分析. 北京: 海洋出版社, 1993. 234—236
6 李国华, 温芝荣, 钱锦霞, 丁娜佳. 气候变化与山西农业的关系. 北京: 海洋出版社, 1997. 530—535
7 张金屯. 典范主分量分析及其在山西植被与气候关系分析中的应用. 地理学报, 1998, 53(3): 256—263