

文章编号: 1000-0240(2003)03-0336-06

西天山山区气候变化与灌区绿洲气候效应

杨青, 何清

(中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆乌鲁木齐 830002)

摘要: 对近40 a 西天山山区气候变化的特点及其变化趋势进行了分析, 并以阿克苏源流区、阿克苏灌区以及叶尔羌河灌区的14个气象站的观测资料(1961—2000年)为基础, 重点研究了灌区的气候变化及绿洲气候效应。20世纪90年代以来, 各区域的气温增高, 降水增多, 其中在源流地区降水增加幅度最大, 而沙尘暴、浮尘和大风日数都有明显的下降。最后, 讨论了气候变化与绿洲发展的关系。

关键词: 天山山区; 气候变化; 绿洲气候效应

中图分类号: P463 **文献标识码:** A

1 引言

20世纪80年代中期以来, 新疆气候发生了引人注目的变化, 这种变化将对该地区的社会、经济、生态环境和可持续发展带来重大影响, 许多学者对此进行了深入的研究, 探讨了气候变化与人类活动、绿洲扩大之间的相互关系, 以及对水资源的影响^[1~7]。本文重点研究了西天山山区、阿克苏灌区和叶尔羌河灌区的近40 a 的气候变化以及与绿洲发展的可能关系。为了更细致的分析该地区的气候变化, 选择了17个气象站的历史资料(1961—2000年), 分别以昭苏、新源、巴音布鲁克代表西天山山区; 以乌什、阿克苏、阿合奇代表阿克苏源流区、以阿拉尔、拜城、沙雅、库车、新和代表阿克苏灌区、以巴楚、岳普湖、麦盖提、沙车、泽普、叶城代表叶尔羌河灌区。

2 近40 a 西天山山区气候变化

2.1 冷暖变化

(1) 近40 a 来西天山山区存在着明显变暖的总趋势。90年代年平均气温西天山山区(3站平均, 下同)为 2.8°C ; 与60年代、70年代和80年代相比, 分别偏高了 0.6°C 、 0.3°C 和 0.4°C ; 与多年平均值(1961—1990年, 下同)相比, 西天山山区平均

偏高了 0.5°C , 其中昭苏、新源、巴音布鲁克分别偏高了 0.5°C 、 0.6°C 和 0.2°C (表1)。

分析表明, 西天山山区的气温与北疆、南疆一样, 都不同程度的存在偏高趋势, 而90年代是新疆近40 a 中最暖的时期。值得注意的是西天山山区由于周围观测环境变化不大, 远离城市, 受当地人类活动影响较小, 因此它变暖的事实更具有说服力, 证明了新疆气候变暖是一种普遍现象, 是全球变化在新疆的具体反映。这种气候变化的空间分布特征与全球变暖也具有非常好的一致性, 即在中高纬度地区, 变暖的幅度随着纬度的增加而增加。(2) 变暖的季节主要是在秋季, 其次是冬季。西天山山区的气候变暖具有明显的季节性差异, 与其它季节相比, 秋季的增温最为显著, 各站的温度都是增加的, 这与南、北疆变暖的季节主要在冬季的特征明显不同。90年代与多年平均值相比, 西天山山区秋季平均气温偏高幅度最大, 为 0.8°C , 冬季偏高 0.6°C , 而春、夏季分别只偏高了 0.1°C 和 0.4°C 。

2.2 干湿变化

(1) 近40 a 来西天山山区气候具有变湿的趋势。西天山山区90年代年降水量平均为 438.8 mm , 与60年代、70年代和80年代相比, 分别偏多了 5.7% 、 6.6% 和 7.6% , 与30a 平均值 411.4 mm

收稿日期: 2002-09-07; 修订日期: 2002-12-30

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G19990435); 重大基础研究前期专项(2002CCA04600)资助

作者简介: 杨青(1956—), 男, 湖北均县人, 高级工程师, 1982年毕业于南京气象学院获学士学位, 现主要从事气候变化、生态环境、气象资源等方面的研究工作。E-mail: xjq324@sina.com

表 1 西天山山区季和年平均气温的年代变化

季节	各年代平均气温值/℃				多年平均值(1961—1990)/mm	90 年代与多年平均值差值/%
	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代		
冬	-13.2	-12.9	-12.8	-12.3	-13	0.6
春	4.5	4.1	3.9	4.3	4.2	0.1
夏	14.5	14.8	15	15.1	14.8	0.4
秋	2.9	4	3.2	4.2	3.4	0.8
年	2.2	2.5	2.4	2.8	2.3	0.5

表 2 西天山山区季和年降水量的年代变化

季节	各年代平均降水量/mm				多年平均值(1961—1990)/mm	90 年代与多年平均值差值/%
	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代		
冬	21.1	28.2	24.9	32.8	24.7	32.7
春	120.7	120.1	118.6	114.9	119.8	-4.1
夏	198.8	180.3	179.9	221.6	186.3	18.9
秋	75.5	83.3	83.5	69.6	80.7	-13.9
年	415	411.6	407.7	438.8	411.4	6.7

相比,年平均降水量偏多了 6.7%,见表 2。

(2) 从年平均降水量降水偏多幅度分布来看,90 年代与多年平均值相比,西天山山区偏多幅度最大的是巴音布鲁克,为 11.6%;其次是新源,偏多幅度为 10.1%,而昭苏偏多幅度仅为 0.7%。

(3) 降水量偏多主要表现在冬季和夏季,而春季和秋季降水是偏少的。90 年代与多年平均相比,西天山山区冬季降水偏多的幅度最大,为 32.7%,其次是夏季偏多 18.9%,而春季和秋季则分别偏少 4.1% 和 13.9%。

需要指出的是,虽然冬季降水偏多的幅度最大,但是由于冬季绝对量小,降水量实际增加的并不大。而夏季降水量占全年降水量的 30%~50% 以上,尤其对山区而言夏季降水量是地表水资源的重要补充来源。

2.3 趋势分析

采用线性方法对气温、降水的变化进行趋势分析,得出线性倾向率,单位为℃·a⁻¹或mm·a⁻¹。

图 1 表示了西天山山区的历年年平均气温和秋季平均气温年际变化曲线。其年平均气温的趋势倾向率为 0.0173℃·a⁻¹,说明存在变暖的趋势,与北疆和南疆地区相比,西天山山区的倾向率最小。按照这个变化趋势推算,到 2070 年(温室气体加倍)西天山山区将增温 1.2℃。西天山山区的历年

秋季平均气温年际变化曲线,其趋势倾向率为 0.0341℃·a⁻¹,明显高于年平均气温的变化率。如果按照目前的增暖速度,那么到 2070 年前后,西天山山区秋季将比现在增高约 2.4℃。

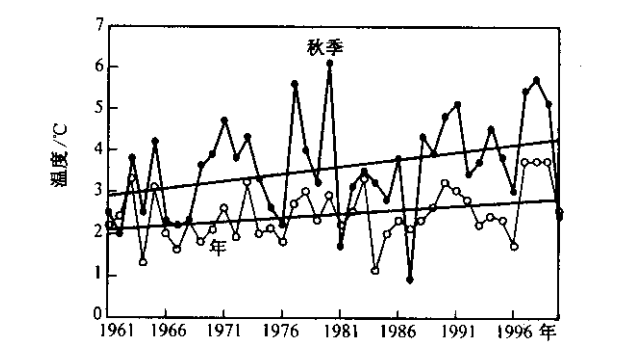


图 1 西天山山区年、秋季平均气温的年际变化

Fig. 1 Changes of the annual and autumn mean temperatures in the West Tianshan Mountainous

图 2 是西天山山区的历年年降水量和夏季降水量年际变化曲线,其年降水量趋势倾向率为 0.9232mm·a⁻¹,小于北疆的 1.3502mm·a⁻¹,大于南疆的 0.5550mm·a⁻¹,表明了年降水量存在增加的趋势。若按照这个的增加速度,到 2070 年前后西天山山区年降水量将比现在增加 21.4%。夏季降水量在一定程度上也存在增加的趋势,其趋势倾向率为 0.5494mm·a⁻¹,高于北疆、南疆地区。到 2070 年

前后西天山山区夏季降水量将比现在增加 8.8% .

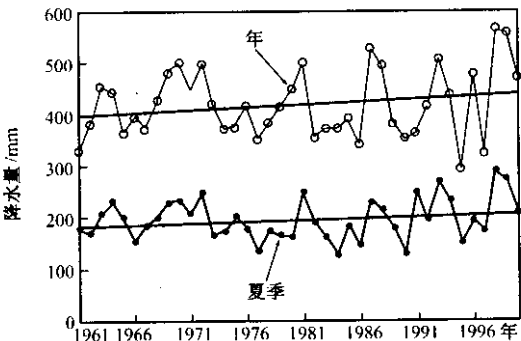


图2 西天山山区年、夏季降水量的年际变化

Fig. 2 Changes of the annual and summer precipitations in the west Tianshan Mountainous

3 阿克苏及叶尔羌河灌区绿洲气候效应分析

3.1 气候变化

(1) 气温. 从阿克苏河上游地区、阿克苏灌区以及叶尔羌河灌区的年平均气温变化来看, 由 60 年代至 90 年代呈逐年代递增趋势, 其中 90 年代与多年平均相比, 阿克苏河上游区的年平均气温增高了 0.2℃, 阿克苏灌区增高了 0.4℃, 叶尔羌河灌区增高了 0.3℃, 其中除了乌什和库车分别降低了 0.2℃和 0.1℃、麦盖提和泽普无变化外, 其余各站气温均有不同程度的上升. 图 3 是灌区内年平均气温的年际变化曲线, 可以看出它们均存在变暖的趋势, 90 年代是温度最高的 10 a. 图 4 是阿克苏河上游区、阿克苏灌区、叶尔羌河灌区 90 年代年平均气温与多年平均值的差, 说明从平原区气温增高幅度要大于阿克苏河源流区, 其中阿克苏灌区的增温幅度最大.

(2) 降水. 阿克苏灌区以及阿克苏河上游地区

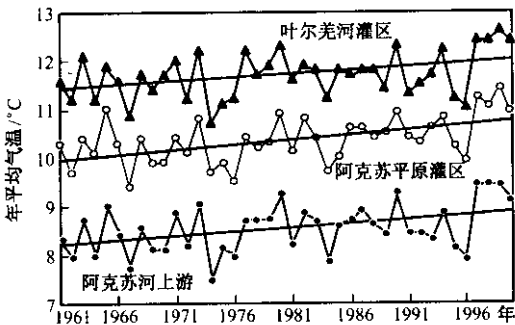


图3 各区年平均气温的年际变化曲线

Fig. 3 Changes of the annual mean temperatures in some areas

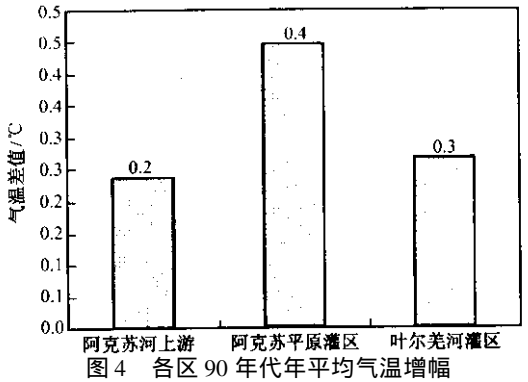


图4 各区 90 年代年平均气温增幅

Fig. 4 Increase of the annual mean temperature in some areas in the 1990s

是新疆降水幅度增加最大的地区, 降水量的变化与温度变化有所不同. 在阿克苏河上游地区, 年降水量由 60 年代至 90 年代呈逐年代递增, 90 年代达到最大, 为 154.9 mm. 而在阿克苏灌区、年降水量逐年代递增在 80 年代达到最大, 90 年代有所回落. 在叶尔羌河灌区, 90 年代达到最大, 为 63.4 mm, 见图 5. 90 年代降水量与多年平均相比, 阿克苏上游区平均增加了 34.2%, 阿克苏灌区增加了 22.1%, 叶尔羌河灌区增加了 26.5%, 见图 6. 与温度的增幅趋势相反, 源流区的降水增幅要大于平原灌区, 也就是说越接近山区, 降水量增加越明显, 这里也是全疆降水增幅最大的地区, 这与绿洲的大小、绿洲的地理位置及分布可能有关. 此外, 也是阿克苏源流区的地表径流量在过去的 40 a 中维持稳定的一个重要原因.

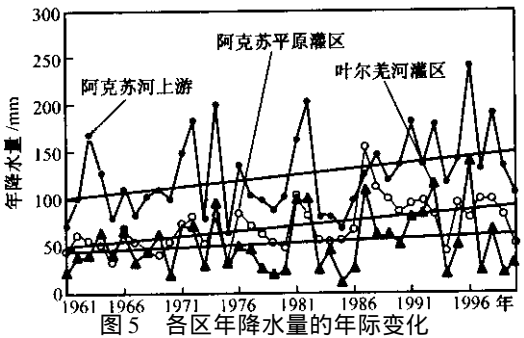


图5 各区年降水量的年际变化

Fig. 5 Changes of the annual precipitation in some areas

90 年代降水量与多年平均相比, 14 个站均为增加趋势, 其中降水增幅最大的是乌什, 增幅为 41.6%; 阿克苏次之, 为 39.3%; 其它各站降水增幅在 13.5%~37.9% 之间.

3.2 绿洲效应与气候变化

上述分析表明, 阿克苏源流区、阿克苏灌区和叶尔羌河灌区的气候总体上是向暖湿方面变化. 问

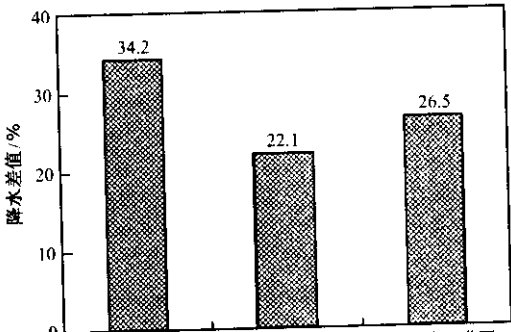


图 6 各区 90 年代年降水量增幅 (%)

Fig. 6 Increasing of the annual precipitation in some areas in the 1990s

题是这种气候变化是全球变化引起的地区响应，还是由人类活动造成的。或者说人类活动与该地区的气候变化有无关系呢。

研究认为，气候的这种变暖、变湿与绿洲的发展有很大的关系^[8~13]。20 世纪 50 年代以来，新疆大规模屯垦戍边和水利建设，人口大幅度迅速增加，使绿洲和农田面积不断扩大以及农田防护林带的建立，改变了下垫面的热力性质。发现在防护林带庇护下的农田比林带外荒漠区冬季平均气温提高了 0.3 ~ 2.1 ℃，夏季平均气温降低了 0.4 ~ 1.4 ℃，相对湿度提高 4% ~ 12%，蒸发量减少 12% ~ 38%，风沙日数也有所减少^[8]。图 7 表示了阿克苏、阿拉尔和莎车 3 个站夏季（6 ~ 8 月）平均最高气温的变化和最低气温的变化。它们分别代表了 3 种不同类型的变化组合。对于阿克苏来讲，平均最高气温和平均最低气温的年际变化都存在一个上升的趋势；阿拉尔则相反，平均最高气温和平均最低气温的年际变化趋势都是下降的；对于莎车来讲，则是平均最高气温的年际变化

呈现出下降的趋势，而平均最低气温的年际变化则存在上升的趋势。这 3 种变化形态反映出绿洲对气温的影响与绿洲的大小、所处的地理位置有很大关系。

张学文分析认为，阿克苏河上游地区的降水增加如此特别明显，与其耕地面积的扩大可能有直接关系^[14]。其理由是当地不断扩大的农田以及河渠、水库增加了阿克苏当地的蒸发量，使空气湿度增加，在山谷风的作用下，将湿空气吹向山区时就会在山腰出现云。当谷风较强时，云就再发展以至形成了山区的降水。根据理论计算说明，空气的露点温度每下降 1 ℃，成云的高度就降低 124 m，即温度露点的差如果仅为 10 ℃，它沿山坡上升 1.24 km（垂直高度）就可以形成云。所以山谷风能否带来明显的云和降水与山麓的空气中的湿度关系很大。增加山麓地区的空气湿度，会促进山里的降水量增加。如果耕地就在山麓，那么水分就在山麓蒸发，它必然使山麓的空气中的湿度增加，湿度增加使吹向山里的谷风更湿一些，它形成的降水量也就加大一些。而这恰好与这几十年降水量增加的事实相符合，他将这种过程称为水分的内循环。

依据这种理论，在阿克苏源流山麓区扩大耕地（山谷风强），灌溉农田的水分蒸发可以促进山麓的降水量的增加，而在塔里木河下游离山远的地方扩大耕地（山谷风弱），蒸发的水分对形成当地降水的作用就小，相反它还可能使降水量减小，促进荒漠化发展。因此，对同样的人类行为在源流区和下游区气候做出的响应完全不同。

水分内循环的理论还需要通过实测资料的计算证实，不过它确实解释了塔里木河流域气候变化的特点，也就是为什么在阿克苏流域降水幅度增加最大，而越往下游降水增幅也越小，在下游铁干里克

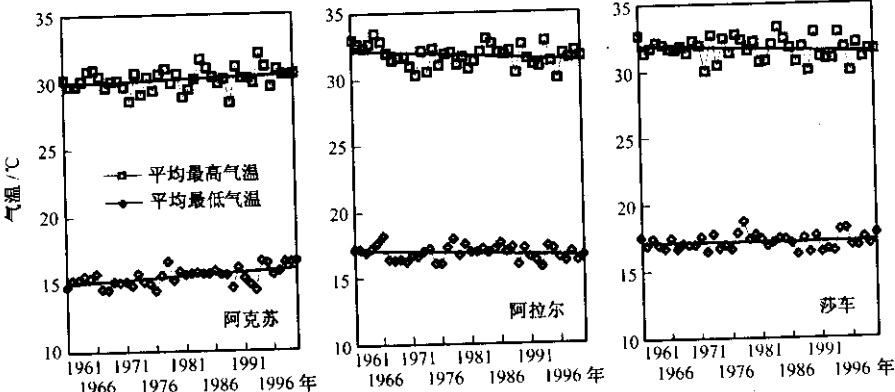


图 7 3 个站夏季平均最高气温和平均最低气温的变化趋势

Fig. 7 Changing trends of the mean maximum and minimum temperature in summer fo 3 weather stations

年降水不仅没有增加,反而略有下降,沙尘暴日数不但没有下降反而上升的原因。如此看来,阿克苏灌区日益扩大的人工绿洲生态系统对抑制风沙、增加空气中的水汽含量起了一定的作用。

当然,由于全球气候增暖导致水循环加快,会改变降水的分布,引起一些地区降水增加也可能是一个重要原因。

4 小结

(1) 从阿克苏源流区到平原灌区,气温增高幅度逐步加大。在阿克苏源流区气温增幅最小,这与绿洲的发展、绿洲对温度的调节作用有关。

(2) 源流区降水量增加最为明显,这也是全疆降水增幅最大的地区,也是阿克苏源流区的地表径流量在过去的 40 a 中维持稳定的一个重要原因。

(3) 日益扩大的人工绿洲生态系统对抑制阿克苏灌区和叶尔羌河灌区的风沙、增加空气中的水汽含量起了一定的作用。

总之,目前新疆气候存在增暖、增湿的变化趋势,反映了在全球变化背景下新疆气候变化的特殊性,这与西北东部一些地区具有变暖、变干的特点是不一致的,更为重要的是山区气候变暖会对天山冰川和积雪资源产生重要影响。根据文献[1]用 IPCC 气候模式预测的结果,在未来的 70 a 中新疆将继续维持目前的气候变化趋势。如果这种预测是正确的话,那么对于处于干旱地区半干旱地区的新疆来说,应充分利用当前气候变暖、变湿的有利时机,进一步开发气候资源和水资源,结合生态环境保护,对新疆农牧业生产布局进行战略性调整,扩大前山带的生态和绿洲平原建设,最大限度地改善我们的生存环境。

参考文献 (References) :

[1] Shi Yafeng , Shen Yongping , Hu Ruji. Preliminary study on signal , impact and foreground of climatic shift from warm - dry to warm - humid in Northwest China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology , 2002 , **24**(3) : 219 - 226. [施雅风 , 沈永平 , 胡汝骥. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. 冰川冻土, 2002 , **24**(3) : 219 - 226.]

[2] Yang Qing. The Climate Change and the Analysis on Its Trend in Xinjiang Since Recent 40 Years [R]. The 6th International Conference on Desert Technology , Ürümqi , China , 2001. 9.

[3] Zhao Zongci , Gao Xuejie , Tang Maocang , *et al.* Prediction of Climate Change [A]. Qin Dahe. Assessment on Environment of

Western China , Vol. 2 , Prediction of Environmental Change in Western China [C]. Beijing : Science Press , 2002. 16 - 46.

[赵宗慈 , 高学杰 , 汤懋苍 , 等. 气候变化预测 [A]. 秦大河. 中国西部环境演变评估 , 第二卷 , 中国西部环境变化的预测 [C]. 北京 : 科学出版社 , 2002. 16 - 46.]

[4] Yang Qing. Feature of climate change in Xinjiang in recent 10 years [J]. Bimonthly of Xinjiang Meteorology , 1998 , **21**(2) : 9 - 12. [杨青. 近 10 年新疆气候变化特征 [J], 新疆气象 , 1998 , **21**(2) : 9 - 12.]

[5] Wang Jian , Shen Yongping , Lu Anxing , *et al.* Impact of climate change on snowmelt runoff in the mountainous regions of North-west China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology , 2001 , **23**(1) : 28 - 33. [王建 , 沈永平 , 鲁安新 , 等. 气候变化对中国西北地区山区融雪径流的影响 [J]. 冰川冻土 , 2001 , **23**(1) : 28 - 33.]

[6] Yang Qing , He Qing , Relationship between climate change and ecological environment in the lower reaches of Tarim River watershed [J]. Bimonthly of Xinjiang Meteorology , 2000 , **23**(3) : 11 - 14. [杨青 , 何清. 塔里木河流域下游的气候变化与生态环境 [J]. 新疆气象 , 2000 , **23**(3) : 11 - 14.]

[7] Tu Qipu. Trend of climate change in Xinjiang last hundred years [A]. The empolder and research of climate , environment and area in arid and semi - arid land of China [C]. Beijing : Meteorological Press , 1990. 60 - 66. [屠其璞. 近百年来新疆的气候变化趋势 [A]. 中国干旱、半干旱地区气候、环境与区域开发研究 [C]. 北京 : 气象出版社 , 1990. 60 - 66.]

[8] Ling Zhengzhou. Contrast analysis of climate change in cultivation area of Aral in Tarim River [A]. The Empolder and Research of Climate , Environment and Area in Arid and Semi - arid Land of China [C]. Beijing : Meteorological Press , 1990. 136 - 139. [凌正洲. 塔里木河阿拉尔垦区气候变化的对比分析 [A]. 中国干旱、半干旱地区气候、环境与区域开发研究 [C]. 北京 : 气象出版社 , 1990. 136 - 139.]

[9] Bai Yuxi. Xinjiang Annals , Vol. 10 [M]. Ürümqi : Xinjiang People 's Publishing House , 1995. 97 - 98. [白玉玺. 新疆通志 , 第 10 卷 [M]. 乌鲁木齐 : 新疆人民出版社 , 1995. 97 - 98.]

[10] Yang Qing , He Qing. Human activities and climate change in the Tarim River watershed [R]. International Asia - Pacific Environmental Remote Sensing Symposium , Hangzhou , China , 2002. 10.

[11] Mingyuan Du , Taichi Maki. Local Climate changes with oasis development some observation results [J]. Journal of Arid Land Studies , 2000 , **10** : 93 - 96.

[12] Du Mingyuan , Masatoshi Yoshino , *et al.* Climate change and agricultural activities in the Taklimakan Desert , China in recent years [J]. Journal of Arid Land Studies , 1996 , **5** : 173 - 183.

[13] Du Mingyuan , Taichi Maki , Relationship between oasis development and climate changes in Xinjiang , China in recent years [J]. J. Agric. Meteorol. , 1997 , **52**(5) : 637 - 640.

[14] Zhang Xuewen. A New Theory about Increasing Precipitation through Manual Work [EB/OL]. <http://kahn.xj.cninfo.net/zhangxw/index.htm>. [张学文. 一个人工增加降水的新学说 [EB/OL]. [cninfo.net/zhangxw/index.htm](http://kahn.xj.cninfo.net/zhangxw/index.htm).]

Climate Change in the Western Tianshan Mountainous and Climate Effect of Oasis

YANG Qing , HE Qing

(Institute of Desert and Meteorology , China Meteorology Administration , Ürümqi Xinjiang 830002 , China)

Abstract : In the West Tianshan Mountainous the environment around weather stations less changes because of far from city and little influence of human activities. So there climate change has more persuasion. It is proved that climate warming is a common phenomenon in Xinjiang Region , reflecting the global change. Analysis indicate that there is an obvious warming-wetting tend in the West Tianshan Mountainous , the upper reaches and the irrigation land of the Aksu River , and the irrigation land of the Yarkant River. Compared with the multi-year average , in the 1990s , the mean annual air temperature in the West Tianshan Mountainous increased for 0.5 °C , and the warming occurred mostly in autumn and secondly in winter. Glacier and snow resources in the Tianshan Mountainous would be influenced by the climate warming , the mean annual precipitation in the West Tianshan Mountainous increased for 6.7% , and the increasing occurred mostly in winter and secondly in summer. In the Tianshan Mountainous , precipitation is the main supply of surface water , and also the precipitation increasing is an importance reason for the steady of surface runoff in the headwaters of the Aksu River in the last 40 years. In the upper reaches and the cultivated land of the Aksu River and the cultivate land of the Yarkant River , mean annual air temperature increased for 0.2 ~ 0.4 °C , and annual precipitation increased for 22.1% ~

34.2% . Precipitation increasing in the headwaters is more than that in the plain irrigation area , that is , precipitation increased more and more near the Tianshan Mountainous , which is the area with the most precipitation increasing in Xinjiang Region. It is found that the sum days of floating dust , sand-dust storm and strong wind have obviously downtrend. The 1990s was the least period of the sum days of floating dust , sand-dust storm and strong wind. Decreasing of the sum days is maybe related to development of manual oasis ecosystem , geography position of oasis and increasing of vapor content in air. On the other hand , global warming should result in intensive water cycle , changing distribution of precipitation , and bringing on precipitation increasing in some areas. Expanding plantation in the mountain foot in the Aksu River basin , the precipitation increasing is accelerated by moisture evaporation of the farmland in the mountain foot. However , expanding plantation in the lower reaches of the Tarim River , which is far away from mountain , does not gain the effect of moisture evaporation of the farmland to form local precipitation. Quite the reverse , this expanding plantation would beget precipitation decreasing and speed desertification. Therefore , the respond of climate is all dissimilarity to the same human activities in the mountain foot of the Aksu River basin and the lower reaches of the Tarim River.

Key words : Tianshan Mountainous ; climate change ; oasis effect