

科尔沁沙地奈曼地区降水变化特征分析

刘新平<sup>1,2</sup>, 何玉惠<sup>1,2</sup>, 赵学勇<sup>1,2</sup>, 张铜会<sup>1,2</sup>, 李玉霖<sup>1,2</sup>, 云建英<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所奈曼沙漠化研究站, 兰州 730000;  
2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所 极端环境生物抗逆特性与生物技术实验室, 兰州 730000)

摘 要:降水的分布特征和趋势分析对于研究区域水分动态和水资源合理评价具有重要的生态学意义。以奈曼旗气象局 49 a 的降水数据分析了该区域降水的变化趋势与特征,结果表明:奈曼地区 49 a 来平均降水量为 351.7 mm,春季降水呈现逐年增加的趋势,而夏季、秋季和冬季降水逐年减少,夏季降水最多,为年平均降水的 68.6%;年降水中以 7 月的降水量最多,占年降水总量的 30.4%;降水量介于 300~350 mm 的年份最多,占 28.6%,小于多年平均降水量的年份占 63.3%。年降水 300 mm 以上的概率为 67.4%,而大于多年平均降水量的概率仅为 38.8%;降水年际变率较大,变异系数为 25.1%,总体趋势是降水逐年减少,有趋于更干旱化的特点。

关键词:奈曼地区; 降水变化特征; 降水概率

中图分类号:P426.61<sup>+</sup>4 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2011)02-0155-04

Characteristics of Precipitation in Naiman Region of Horqin Sandy Land

LIU Xin-ping<sup>1,2</sup>, HE Yu-hui<sup>1,2</sup>, ZHAO Xue-yong<sup>1,2</sup>, ZHANG Tong-hui<sup>1,2</sup>, LI Yu-lin<sup>1,2</sup>, YUN Jian-ying<sup>1,2</sup>

(1. Naiman Desertification Research Station, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences (CAREERI, CAS), Lanzhou 730000, China;  
2. Stress Ecophysiology and Biotechnology Laboratory, CAREERI, CAS, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** There are important ecological significance of analyzing distribution characteristics and trends of precipitation for study of regional water dynamics and rational evaluation of water resource. In the present study, the variable trends and characteristics of regional precipitation were analyzed by using 49-year precipitation data collected from Naiman Weather Bureau. The results show that the mean annual precipitation is 351.7 mm (during 1961—2009) in Naiman region. Precipitation increases in spring year by year, and decreases with years in summer, autumn and winter. Precipitation reaches maximum level in summer, which accounts for 68.6% of mean annual precipitation. Precipitation in July reaches maximum in a year, which represents 30.4% of the total annual precipitation. The proportion of year of 300~350 mm precipitation is common, and it accounts for 28.6%, while the year of annual precipitation less than mean annual precipitation accounts for 63.3%. Probability of annual precipitation more than 300 mm is 67.4%, while annual precipitation more than 351.7 mm only accounts for 38.8%. The interannual variability of precipitation is large, and the coefficient of variation is 25.1%. This indicates that total trends of precipitation decrease year by year, which shows a trend of aridization in this area.

**Key words:** Naiman region; variation characteristic of precipitation; precipitation probability

降水是科尔沁沙地土壤水分补给的主要来源,是沙地植被正常生长和退化植被恢复重建的重要限制因子<sup>[1-2]</sup>。完整可靠的降水资料在区域水分动态研究中具有相当的重要性<sup>[3]</sup>。对区域内自然降水的分布

特征、趋势和变率分析,具有重要的生态学意义,是区域水分动态研究和区域水资源合理评价的前提,同时,也有助于理解降水对生态系统的影响功能。本文通过对奈曼地区 49 a 的降水资料的统计分析,探讨

收稿日期:2010-10-12 修回日期:2010-11-01  
资助项目:中国科学院西部之光西部博士项目(O928641001);国家自然科学基金项目(40801036);中科院寒旱所青年人才成长基金项目(51Y084951);国家自然科学基金项目(40871004);中国科学院西部之光西部博士项目(O828881001)  
作者简介:刘新平(1978—),男,甘肃瓜洲人,博士,副研究员,主要从事恢复生态学和生态水文学等方面的研究工作。E-mail:liuxinping@lzb.ac.cn

降水的时空变化及分布特征,以期为该地区水分动态研究和水资源的合理评价提供数据支持。

## 1 研究区概况

研究区位于科尔沁沙地东南部奈曼旗境内( $42^{\circ}41' - 45^{\circ}15'N$ 、 $118^{\circ}35' - 123^{\circ}30'E$ ),该区属温带半干旱大陆性气候,春季干旱多风;夏季炎热、雨量集中;秋季凉爽短促;冬季寒冷而漫长。年平均气温为  $5.8 \sim 6.4^{\circ}C$ ,多年平均降水量  $351.7\text{ mm}$ ,而且分布不均匀,年降水量的  $70\% \sim 80\%$ 集中在 6—8 月。年蒸发量  $1\,500 \sim 2\,500\text{ mm}$ ,近  $70\%$ 的蒸发发生在 4—7 月。土壤类型为风沙土,地貌类型以流动沙丘、半固定沙丘、固定沙丘和面积不等的平缓沙地和低洼地交错分布为特征。沙地地下水平均埋深  $8.5\text{ m}$ ,近年来由于农区抽灌的影响,水位呈现出持续下降的态势<sup>[4]</sup>。

## 2 资料来源及分析方法

分析所用降水资料来自距奈曼沙漠化研究站  $13\text{ km}$  的奈曼旗气象观测站,奈曼旗位于内蒙古自治区通辽市西南部,地处东经  $120^{\circ}19'40'' - 121^{\circ}35'40''$ ,北纬  $42^{\circ}14'40'' - 43^{\circ}32'20''$ 。资料为 1961—2009 年的逐月降水数据,数据比较完整。数据采用 Excel 2007 和 SPSS 13.0 软件分析,年降水和季节降水距平计算为年降水量与多年平均降水量的差值。

## 3 结果与讨论

### 3.1 年降水分布特征

从图 1 中可以看出,奈曼地区多年降水平均值为  $351.7\text{ mm}$ ,最高值出现在 1986 年,降雨量为  $567.1\text{ mm}$ ,最低值出现在 2000 年,降水量为  $213.1\text{ mm}$ 。相比较而言,1986 年降水的变异幅度更大。从多年降水量来看,奈曼地区自 1986—2009 年降水量出现持续下降的趋势,而且自 1963 年开始,降水量的波动幅度也在逐年增大,到 2000 年之后波动趋势有所减小。赵哈林<sup>[5]</sup>等人研究认为科尔沁沙地降水量 90 年代和 60 年代相比,年均降水量增加了  $50 \sim 70\text{ mm}$ ,增加幅度为  $15\% \sim 20\%$ ,这和我们的结论一致。此外,我们可以看到,2000—2003 年的 4 a 中,在极端干旱的年份之后,降水量开始有一个增加的过程。而且在 2000—2009 年的 9 a 中仅有 2007 年总降水量大于平均降水量。Mirza<sup>[6]</sup>等人研究认为,干旱时段的延长通常在多雨年之前或之后发生,从图 1 中我们也证实了这一结论。在降水量大于多年平均降水量的年份,之后的一年或几年都出现降水迅速减少的特

征。以上分析我们认为,奈曼地区降水的逐年减少使该地区更趋于干旱化。从图 2 降水量距平图中我们可以看出,在 49 a 中,其中有 31 a 的降水量低于多年平均降水量,总的趋势是降水量在逐年减少。

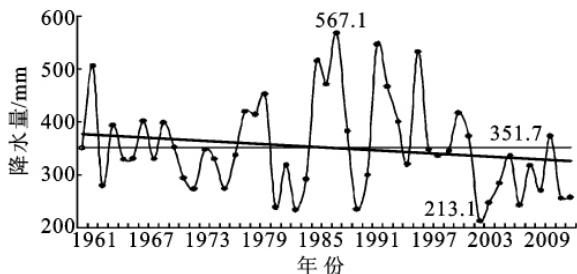


图 1 1961—2009 年奈曼地区年降水分布特征

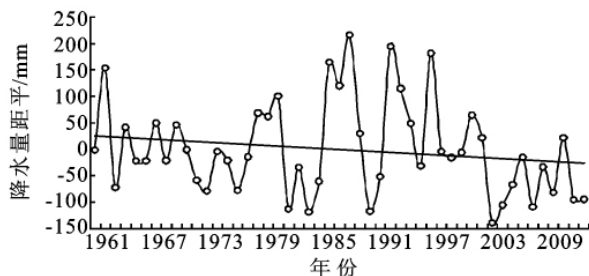


图 2 1961—2009 年奈曼地区年降水量距平

### 3.2 季降水分布特征

图 3 是奈曼地区 1961—2009 年 49 a 来春(3—5 月)、夏(6—8 月)、秋(9—11 月)、冬(12 月至翌年 2 月)4 个季节降水量距平值的时间变化曲线。从图中可以看到,奈曼地区 49 a 春季降水量有逐年增加的趋势。多年春季平均降水量为  $53.2\text{ mm}$ 。其中 1962 年、1986 年和 1990 年距平波动相对较大。其它年份降水距平波动相对较小;夏季平均降水量为  $241.2\text{ mm}$ ,49 a 来降水距平的波动幅度较大,正波动最大为  $163.4\text{ mm}$ ,负波动为  $129.7\text{ mm}$ 。总体上有趋于减少的态势;秋季平均降水量为  $51.8\text{ mm}$ ,降水量距平总的趋势是逐年下降。其中 1968—1991 年之间的波动幅度较大;冬季平均降水量为  $5.6\text{ mm}$ ,降水距平总的趋势也出现逐年下降的态势。

总的来看,奈曼地区春季降水呈现逐年增加的趋势,而夏季、秋季和冬季降水逐年减少,从平均降水量来看,夏季降水所占份额最大,为年平均降水的  $68.6\%$ ,其次为春季  $15.1\%$ ,这两季的降水量为年平均降水量的  $83.7\%$ ,这两季降水量的波动势必带动年降水的波动,正是因为夏季降水量的减少,导致年降水量也出现逐年减少的趋势。从物候上来看,春季和夏季是奈曼地区植物生长和农作物需水最多的时间,春季的降水增多有助于旱情灾害的降低,但是夏季降水的减少可能导致农作物产量的降低。为了不降低产量,农民大量抽采地下水造成地下水位的逐年降低,

使得水环境更趋于恶化;另一方面,夏季正是沙地自然植被开花结实的黄金季节,降水的多少直接决定着

植物种子的多少和饱满程度,降水的减少可能存在潜在的植物种类的减少和植被群落退化的危险<sup>[7-8]</sup>。

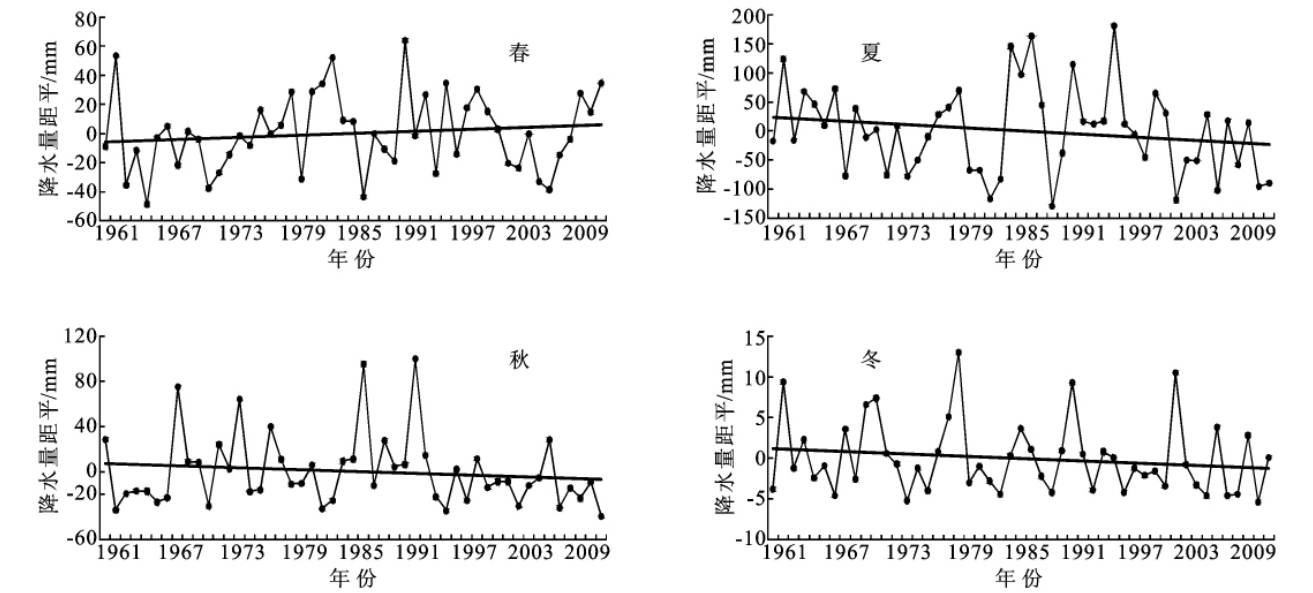


图 3 奈曼地区 1961—2009 年四季降水量距平变化

3.3 月降水分布特征

表 1 是奈曼地区 1961—2009 年月降水分布特征,数据反映出该地区每年 1 月、2 月、3 月、11 月、12 月降水相对较少,而且其变异系数均大于 1,而其它各月降水相对较多,其变异系数相对较小(0.54—1.03)。从图 4 可以看出该地区年降水中以 7 月的降水量最大,占年降水总量的 30.4%;其次是 6 月和 8 月,分别占年降水总量的 18.9%和 19.3%;再者是 5 月和 9 月,分别占年降水总量的 9.2%和 8.8%。其

余各月仅占年降水总量的 13.4%,这说明该地区年内降水分配不均,降水主要发生在 5—9 月,其中又以 6—8 月最大,占到年降水总量的 68.6%。从图 4 中还可以看到该区域降水以 7 月为核心,向两边对称递减。这种高温和多雨的同期性分布特征对当地农业生产和沙地植被生长发育有着重要的意义。7 月是当地气温最高,日照最强,也是植物需水最多的月份,较多的降水可以有效的补充土壤水分,以维持沙地植被的正常生长。

表 1 1961—2009 年各月降水分布特征

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
均值/mm	1.14	2.21	6.01	14.72	32.41	66.34	106.98	67.91	31.10	16.42	4.27	2.23
变异系数	1.75	1.30	1.35	1.03	0.64	0.58	0.54	0.64	0.90	0.89	1.13	1.31

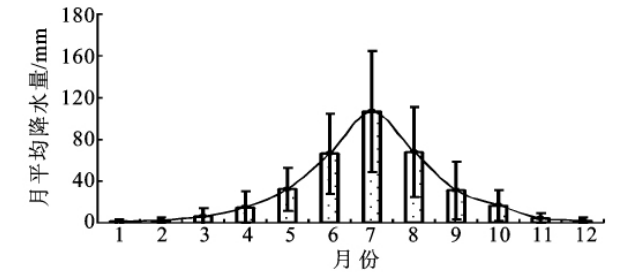


图 4 1961—2009 年各月平均降水分布特征

3.4 年降水趋势与变率

从奈曼地区 49 a 来降水的频率分布图 5 可以看出,该区域降水量介于 300~350 mm 的年份最多,共有 14 次,占 28.6%,其次是 250~300 mm 降水的年份,共有 10 次,占 20.4%。小于多年平均降水量的年份占 63.3%。降水量较大的年份出现频数相对较

少。从降水量的概率分布图 6 可以看出,该区域年降水量均大于 200 mm,250 mm 以上降水的保证率可达到 87.8%,300 mm 以上的降水事件概率为 67.4%,而大于多年平均降水量(351.7 mm)的概率仅为 38.8%。年降水事件发生概率分布以指数函数拟合效果最好,其指数函数关系式为: $Y=551.1e^{-0.01x}$ (图 7),在 1961—2009 年的统计年限内,奈曼地区降水量的中位数为 336.3 mm,频数分布为左偏(Skewness=0.702)。也即年降水量小于多年平均降水的年份较多。该区域降水量的变率( $C_v$ =标准差/平均值)为 25.1%,表明奈曼地区降水量的年际变化幅度较大。对于科尔沁沙地而言,降水是该区域沙地土壤水分补给的主要来源,降水变率增大,波动增强将直接影响沙地植被的稳定性。

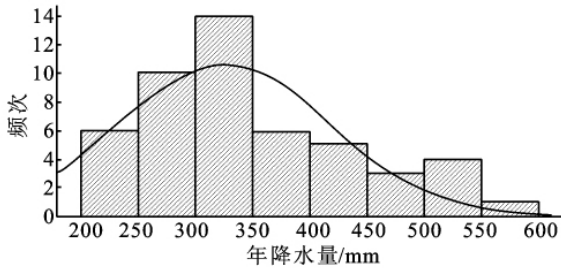


图 5 年降水量频率分布

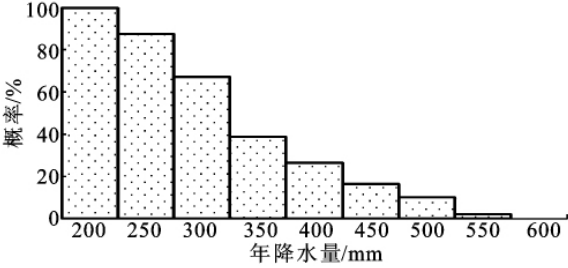


图 6 年降水量概率分布

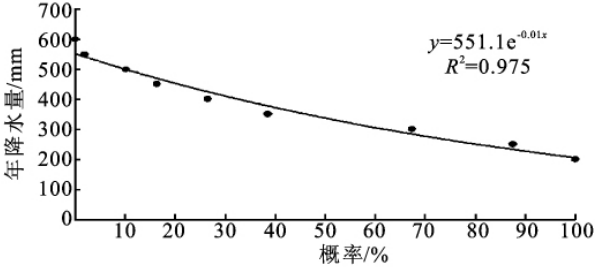


图 7 年降水量概率变化

4 结 论

奈曼地区 49 a 来平均降水量为 351.7 mm,春季降水有逐年增加的趋势,而夏季、秋季和冬季降水逐年减少,夏季降水所占份额最大,为年平均降水的 68.6%,其次为春季 15.1%。年降水中以 7 月的降水量最大,占年降水总量的 30.4%;其次是 6 月和 8 月,

分别占年降水总量的 18.9%和 19.3%;降水量介于 300~350 mm 的年份最多,占 28.6%,小于多年平均降水量的年份占 63.3%。年降水 300 mm 以上的概率为 67.4%,而大于多年平均降水量的概率仅为 38.8%。降水年际变率大,变异系数为 25.1%,总体趋势是降水逐年减少,有趋于更干旱化的特点。

参考文献:

[1] 阿拉木萨,裴铁璠,蒋德明. 科尔沁沙地人工固沙林土壤水分与植被适宜度探讨[J]. 水科学进展,2005,16(3): 426-431.

[2] Southgate R I, Master P. Precipitation and biomass changes in the Namib desert dune ecosystem[J]. Journal of Arid Environments,1996,33:267-280.

[3] Goovaerts P. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall[J]. Journal of Hydrology,2000,228:113-129.

[4] 刘新平,何玉惠,赵学勇,等. 科尔沁沙地不同生境土壤凝结水的试验研究[J]. 应用生态学报,2009,20(8): 1918-1924.

[5] 赵哈林,张铜会,崔建垣,等. 近 40 a 我国北方农牧交错区气候变化及其与土地沙漠化的关系:以科尔沁沙地为例[J]. 中国沙漠,2000,20(增刊):1-6.

[6] Mirza M Q, Warrick R A, Ericksen N J, et al. Trends and persistence in precipitation in the Ganges, Brahmaputra and Meghna river basins[J]. Hydrological Sciences Journal, 1998,43(6):845-858.

[7] 张强,赵雪,赵哈林. 中国沙区草地[M]. 北京:海洋出版社,1998.

[8] 赵哈林,大黑俊哉,周瑞莲,等. 人类活动与气候变化对科尔沁沙质草地植被的影响[J]. 地球科学进展,2008, 23(4):408-414.

(上接第 154 页)

[3] 李雪妮,盛建东,侯静,等. 不同棉花品种苗期氮效率筛选的初步研究[J]. 新疆农业大学学报,2007,30(3):44-48.

[4] Agbenin J O. Phosphate-induced zinc retention in a tropical semi-arid soil[J]. European Journal of Soil Science, 1998,49: 693-700.

[5] 董依平,李继云,李振声. 不同小麦品种吸收利用氮素效率的差异及有关机理研究[J]. 西北植物学报,1999,19(2):270-277.

[6] 黄高宝,张恩和,胡恒觉. 不同玉米品种氮素营养效率差异的生态生理机制[J]. 植物营养与肥科学报 2001,7(3):293-297.

[7] 李奕林,张亚丽,张耀鸿,等. 施 N 对不同水稻品种 N 肥利用率及根际硝化作用和硝化微生物的影响[J]. 生态

学报,2007,27(6):2508-2515.

[8] 王秀芹,张洪程,黄银忠,等. 施氮量对不同类型水稻品种吸氮特性及氮肥利用率的影响[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2003,21(4):324-330.

[9] 叶欣,王永东,李瑞雪,等. 不同品种棉花干物质积累差异对比研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2004, 26(6):750-754.

[10] 李世娟. 不同小麦品种产量及氮素利用的差异[J]. 干旱地区农业研究,2000,18(4):41-44.

[11] 杜建军,王新爱,闵东红,等. 西北地区不同小麦品种氮营养效率差异及其机理研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(1):34-38.

[12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.