

祁连山东部气候资源对林草恢复的影响研究*

马兴祥 薛生梁

(甘肃武威农业气象试验站 武威 733000)

张杰 李岩瑛

(兰州干旱研究所 兰州 730020) (武威市气象台 武威 733000)

摘要 研究祁连山东部气候资源对林木牧草生长的影响因子结果表明,降水是影响祁连山东部牧草生长关键时段(5月下旬至7月上旬)的主要因素,降水和热量是影响林木生长季的主要因素。并根据祁连山东部气候资源分布特征,提出还林还草区域布局建议。

关键词 气候资源 林草恢复 牧草再生 种植区划

Effect of climate resource on the grass resuming in east of Qilian Mountains. MA Xing-Xiang, XUE Sheng-Liang (Agricultural Experimental Station in Wuwei City, Gansu Province, Wuwei 733000), ZHANG Jie (Lanzhou Institute of Drought Research, Lanzhou 730020), LI Yan-Ying (Wuwei Meteorological Observatory, Wuwei 733000), *CJEA*, 2004, 12(4): 177~180

Abstract The factors of climate resource affecting the growth and development of wood and grass are studied in the east of Qilian Mountains. The precipitation is the main factor affecting the growth and development of grass from the last ten days of May to the first ten days of July, while the precipitation and heat are the main factors in the wood growing season. According to the climate resource distribution feature, the suggestions about returning crop field to wood and grass land and its distributions are put forward.

Key words Climate resource, Wood grass resuming, Grass regrowing, Planting plan

祁连山东部气候条件复杂,林草多为团块状分布,春季绿度值较高的地域多出现在山区阴坡和半阴坡,而阳坡多为稀疏灌木和草原。本研究探讨了祁连山东部气候资源对林草恢复的影响,为该区合理退耕还林还草提供理论依据。

1 研究区域概况与研究方法

研究区域位于祁连山东部武威市,地处东经 $104^{\circ}49' \sim 104^{\circ}43'$,北纬 $36^{\circ}09' \sim 39^{\circ}27'$,总面积332.38万 hm^2 ,现有耕地26.084万 hm^2 ,以农牧业为主。祁连山东部仅民勤县有太阳总辐射实测资料,故选用气候学方法(1)求算该区太阳总辐射(Q):

$$Q = S_0(a + bS_i) \quad (1)$$

式中, Q 为太阳总辐射, S_0 为天文月总辐射, S_i 为月日照百分率, $i=1,2,\dots,12$, a 、 b 为天空遮蔽、透明系数。用民勤实测资料求得祁连山东部年太阳总辐射为5505~5984 MJ/m^2 ,其中3~5月份辐射占年总辐射量的30%,4~8月份占30%~34%,9~11月份占22%,4~9月份占62%~65%,大部分太阳总辐射可被林草利用,年均日照时数为2571~3028h(见表1),随海拔高度升高,云量增加,日照时数减少(经计算海拔高度与日照时数有较好的线性相关,海拔高度每增高100m,日照时数约减少22.4h)。祁连山东部林木大多生长在祁连山脉,平川区以人工林和零星林木为主,天然林占林木面积的1/2以上,而天然林又以青海云杉分布较多,本研究用天祝县夏玛、乌鞘岭、古城3林场1995~1998年测定的青海云杉单株胸径定期平均生长量^[1]计算天然林林木光能利用率,其计算式为:

$$f = wh/Q_p \times 100\% \quad (2)$$

* 中国气象局科技扶贫项目“甘肃中部退耕还林还草研究”部分研究内容

收稿日期:2003-07-14 改回日期:2003-08-19

表1 祁连山东部日照时数
Tab.1 Sunlight hours in east of Qilian Mountain

地区 Regions	日照时数/h Sunlight hour												年平均 Yearly mean
	月份 Month												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
乌鞘岭	231.0	213.0	228.9	218.5	220.0	213.0	201.3	200.1	174.9	216.2	221.6	232.2	2571.3
古浪	207.8	195.4	216.8	221.9	238.6	248.5	235.3	233.4	194.4	219.6	207.6	209.7	2628.9
凉州区	231.5	222.1	238.7	244.2	269.5	278.4	264.2	259.1	230.1	244.4	231.0	232.1	2945.3
民勤	224.1	218.5	240.8	249.8	280.8	294.4	283.4	276.4	251.8	255.5	277.0	225.8	3028.4

式中, f 为林木光能利用率, h 为木材燃烧值, 本计算取 $1.7 \times 10^3 \text{ MJ/kg}$, w 为单株树木胸径平均生长量(m), Q_p 为生理辐射(MJ/m^2)。经计算青海云杉光能利用率夏玛林场为 0.32%, 乌鞘岭林场为 0.35%, 古城林场为 0.44%, 平均 0.37%, 祁连山东部牧草光能利用率为 0.01%~1.54%^[2]。祁连山东部水分主要来源于祁连山冰雪融化水和自然降水, 辅以地下水维系绿洲生态环境, 据统计祁连山东部冰川面积达 64.82 km^2 , 冰川储水 21.434 亿 m^3 , 石羊河流域年径流量 15.914 亿 m^3 , 这些储水中融水补给量达 0.318 亿 m^3 , 占径流量的 3.76%。径流量其余部分由冰雪融化水和自然降水补给。祁连山东部自然降水具明显的垂直分布特征, 该区气象站点大多分布在平川区, 山区资料藉助祁连托勒、乌鞘岭、松山、插剑门、沙沟寺和黄羊水库等气象水文站资料建立降水网格模拟, 模拟选取的地理、地形因子从 1/5000 地图读取, 模拟包括经度、纬度、高度、坡向、坡度和地形开阔度 6 个因子。模拟因子的开阔度表示该地区内气象站点的格数与总格之比, 用地理信息系统(GIS)网格点选取处理; 设方位 WNW 为 0 坡向, 顺时针为迎风坡, 逆时针为背风坡, 在模拟中取其正弦值; 以气象站为中心, 以 5km、10km 为半径圆内所有各点相对于气象站点的最大坡度值计算式为:

$$\theta_b = \arctg[(h_b - h_0)/3 \times 1000] \quad (3)$$

$$\theta_a = \arctg[(h_a - h_0)/\sqrt{2} \times 1000] \quad (4)$$

$$\alpha = \max\theta_i \quad (5)$$

式中, θ_a 、 θ_b 为任选网格点坡度, α 为最大坡度, h_b 为网格 b 点高度, h_a 为网格 a 点高度, h_0 为气象站点高度。用上述地理因子建立模拟方程:

$$R_5 = 721.13 - 55.84\Psi + 12.66\lambda + 0.12h + 3.29\alpha + 70.60\beta + 22.19e \quad (6)$$

$$R_{10} = 152.16 - 47.00\Psi + 14.97\lambda + 0.11h + 3.48\alpha + 71.01\beta + 26.26e \quad (7)$$

当 $h \geq 2800 \text{ m}$ 时:

$$R = 187.37 + 12.92\Psi + 4.23\lambda + 0.08h + 12.46\alpha + 0.62\beta - 587.81e \quad (8)$$

式中, R_5 为 5km 网格点降水量, R_{10} 为 10km 网格点降水量, Ψ 为纬度, λ 为经度, h 为海拔高度, α 为坡度, β 为坡向, e 为开阔度。模拟方程(6)~(8)均通过极显著检验, 相对误差为 +5%~-5%。模拟结果祁连山东部降水量为 110~610mm, 最大降水地带出现在海拔高度 2800m 左右, 最小地带出现在沙漠沿线, 海拔高度 2800m 以下地区随海拔高度升高而降水量递增, 海拔高度 2800m 以上地区则随海拔高度升高降水量呈减少趋势。祁连山东部热量资源较丰富, 林草生长季 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温 1328~3647 $^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 332~2011 $^\circ\text{C}$, 热量具明显的垂直分布特征, 热量与海拔高度线性负相关, 相关系数通过极显著检验, 其回归式为:

$$T = 14.23 - 0.047h \quad (9)$$

$$\sum T_0 = 5547.23 - 1.4037h \quad (10)$$

$$\sum T_{10} = 5408.15 - 1.692h \quad (11)$$

式中, T 为年均气温, h 为海拔高度, $\sum T_0$ 为 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温, $\sum T_{10}$ 为 $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温。分析表明随海拔高度升高, 温度降低, 积温减少, 海拔每升高 100m, 年均气温则降低 0.47 $^\circ\text{C}$, $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温减少 140.4 $^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温减少 169.2 $^\circ\text{C}$ 。

2 祁连山东部林草生长的主要气候影响因素

2.1 牧草生长的主要气候影响因素

祁连山降水稀少, 天然牧草生长主要依赖当地降水和热量, 水分不足严重制约了林草的生长。利用天祝草原工作站 1983~1998 年混合牧草产量与乌鞘岭、松山气象站对应气象资料分析, 7 月和 9 月上、中旬降水

与牧草产量呈极显著线性相关,相关系数分别为 0.638、0.770 和 0.691,均通过 0.01 信度检验,表明该时段降水直接影响牧草产量,用积分回归分析(图略),降水与牧草产量的正效应出现在本地牧草返青的 4 月上、中旬,表明该时段牧草经过漫长的冬季风吹日晒和蒸发,草地墒情较差,牧草返青生长需较多的水分供应。另一正效应时段出现在牧草生长旺盛的 5 月中旬~7 月上旬,时值当地春季和夏季干旱多发时段,该时段牧草对水分要求多且敏感,降水每增加 1 个单位,牧草产量则增加 4.5~64.8kg/hm²。7 月下旬~9 月中旬随地温、气温逐步降低,加之当地雨季到来,降水增多,降水对牧草产量的贡献逐渐减小,而积温对牧草产量的贡献逐渐增大,积温每增加 1 个单位,牧草产量则增加 2.7~10.05kg/hm²。比较水热条件,水分对牧草产量的贡献系数大于热量,为当地牧草主要影响因素,5 月下旬~7 月上旬为影响牧草生长的关键时段。

2.2 林木生长的主要气候影响因素

据测定祁连山东部林木生长季(5~9 月份)降水量随海拔高度增高而增加,至海拔高度 2800m 左右降水量最多,而青海云杉林木材积生长率在海拔高度 2600m 地带为 2.41%,2700m 地带为 3.28%,2800m 地带为 3.70%,2900m 地带为 3.65%,林木材积生长率最大值出现在海拔高度 2800m 地带,与降水最大值出现地带基本吻合,与祁连山大隆寺林区对落叶松观测的 2700~2900m 生长率最快结果基本一致^[3],表明降水在林木主要生长季对林木生长影响较突出。陈昌毓^[3]对祁连山北坡华北落叶松幼树(6~10 年)连续 5 年定株(20 株的平均)每旬生长高度(h)与旬均气温(T)研究表明,二者密切正相关,相关系数为 0.7857,通过极显著检验,回归式为:

$$h = -7.0375 + 0.7507T \quad (12)$$

经计算在适宜温度范围内,旬均气温每升高 1℃,松树约增高 0.75cm,故祁连山区除降水严重影响树木生长外,温度也是重要影响因素之一。

3 祁连山东部林草恢复利用的策略

祁连山东部林草恢复利用的策略一是再生利用其丰富的气候资源开发牧草,退耕还草为一次性投入,牧草利用丰富的气候资源可以再生,无须再进行种子等投入,可再生利用模式为:

$$R = n_1 \times n_2 \times s \quad (13)$$

式中, R 为牧草再生资源量, n_1 为年(季)光能利用率(取 0.76%), n_2 为牲畜利用量(1 个羊单位牲畜需用牧草量 1461kg), s 为牧草土地面积(总土地面积 - 林地面积 - 耕地面积 - 沙漠面积 = 196.62 亿 hm²)。经计算本地牧草再生资源量为 2.1832 亿 t,可供约 1493.2 万只羊单位牲畜食用。二是根据祁连山东部气候资源合理安排退耕还林还草布局,根据牧草对水热条件要求及其生长规律,选择降水与热量($\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温)比值为主导指标,参考海拔高度、地形和灌溉保证程度,把祁连山东部退耕还草区域划分为最适宜种植区、适宜种植区、次适宜种植区和沙生牧草种植区。牧草最适宜种植区(I)海拔高度 $> 2300\text{m}$,水热比 $> 13\%$,牧草生长季降水 $\geq 240\text{mm}$, $\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温 1080~1400℃,地形多为山地和浅山坡地,大多地方自然降水能满足牧草生长,主要包括凉州区上泉乡全部,张义乡赵家庄、下西沟、李家大庄、韭菜沟、沙金台等村,中路乡澄槽沟、马圈、刘家台、沙沟及窑洞、石头沟门、磨庄子以南山区,古浪县横梁、干城、新堡乡和黄羊川乡南、北山区,十八里堡、黑松驿、古丰乡及天祝县全部,种植牧草以天然冰草、蒿草、短花针茅等为主。牧草适宜种植区(II)海拔高度 2000~2300m,水热比 7%~13%, $\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温 1400~2400℃,牧草生长季降水 240~320mm,适于牧草生长,自然降水 80% 年份基本能满足牧草生长。主要包括凉州区西营水库、石关儿、上古城和榆树沟以南, I 区以北村组,古浪县古浪镇和定宁乡浅山区、岷子、民权、西景等乡镇,种植牧草应以紫花苜蓿和豆科牧草为主。牧草次适宜种植区(III)海拔高度 1300~2000m,水热比 4%~7%,牧草生长季降水 110~200mm, $\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温 2400~3400℃,是祁连山东部洪积平原区,为农业种植主要地带,热量丰富但降水较少,自然降水不能满足牧草生长需求,主要包括凉州区高坝、丰乐、武南、谢河、黄羊、永昌、金羊、洪祥、法放、大柳、金塔、青岭等乡镇及古浪县泗水、土门、胡边、永丰滩、黄化滩等乡镇和民勤县昌宁、蔡旗、重兴、双茨科、红沙梁、新河、羊路等乡镇,种植牧草应选择紫花苜蓿和箭舌豌豆等。沙生牧草种植区(IV)海拔高度 $< 1300\text{m}$,主要分布在巴丹吉林和腾格里大沙漠沿线,牧草生长季降水量 $< 110\text{mm}$, $\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温 3400℃ 以上,水热比 $< 4\%$,一般牧草生长极困难,必须种植抗干旱性能较强的沙生牧草,种植牧草产量较低,但防风固沙生态效益明显。祁连山东部林木生长则选择热量和降水为主导指标,对祁连山东部地区林木种植区域划分,得出林木种植最适宜、适宜、次适宜和沙生种植区。乔灌木最适宜生长区(I)海拔高度 2300~2900m, $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温 1500~

2300℃,年降水量320~610mm,地形大多为山地,水热匹配好,最适宜乔灌木生长,种植林木成活率高,易成林,是发展乔灌木林的最理想区域,包括天祝县全部、古浪县南部山区和凉州区张义、中路、上泉乡部分山区。乔灌木适宜生长区(II)海拔高度2000~2300m, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温2300~2700℃,年降水量200~320mm,水热条件均适宜乔灌木生长,为退耕还林的重点地区,包括凉州区西营水库、石关儿、上古城、榆树沟以南I区以北村组,古浪县古浪镇和定宁乡浅山区、岷子、民权、西景等乡镇。乔木次适宜区(III)海拔高度1300~2000m, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温2700~3600℃,年降水量110~200mm,仅靠自然降水不能满足乔木生长需求,应重点在渠路村落发展零星乔木和农田防护林,适度规模发展经济林果,包括凉州区高坝、丰乐、武南、谢河、黄羊、永昌、金羊、洪祥、法放、大柳、金塔、青岭等乡镇及古浪县泗水、土门、胡边、永丰滩、黄化滩等乡镇和民勤县昌宁、蔡旗、重兴、双茨科、红沙梁、新河、羊路等乡镇。沙生灌木种植区(IV)海拔高度 $< 1300\text{m}$,主要分布在腾格里和巴丹吉林大沙漠沿线,水分条件极差,年降水量 $< 110\text{mm}$,只能种植抗旱沙生灌木。三是退耕还林还草并行,提高植被覆盖率。据研究^[4]森林覆盖率由2.6%提高至28%,冰雪融化出山水径流量则可提高129%,森林覆盖率由28%提高至63.3%,涵养水量则可提高13.2%,径流提高25.2%。故祁连山东部海拔高度 $> 2300\text{m}$ 浅山地带和山区应加大退耕还林还草力度,在湿润温凉的北坡退耕还林,坡度较小的中低山地带种植乔木,坡度较大的高山地带种植灌木和薪炭林,在干燥向阳的南坡先还草,逐步向灌木林过渡,采取退耕还林还草并行,提高植被覆盖率。四是不断扩大封山育林育草规模,加快自然植被恢复。据测定封山育林育草区0~50cm土层土壤含水量平均比对照高10.9%,明显增强水源涵养效能。封山育林育草后落叶层加厚,含水量明显高于未封育区。故合理利用祁连山东部气候资源,逐步加大退耕还林还草力度,封育结合,持之以恒扩大南部水源涵养带,保持中部原有绿洲面积,北部治沙育林草,该区生态将会尽快步入恢复平衡轨道。

参 考 文 献

- 1 杜长有,张晓平,吴振云等. 抚育间伐对青海杉胸径材积生长影响的数学模型及分析. 兰州大学学报(自然科学版), 1998, 34(专辑): 275~281
- 2 马兴祥,刘明春,尹东. 祁连山草原气候和草地资源开发利用. 草原与草坪, 2000(3):37~40
- 3 陈昌毓. 祁连山北坡水热条件对林木分布的影响. 中国农业气象, 1994, 34(2):30~33
- 4 邓振镛,林日暖. 河西气候与农业开发. 北京:气象出版社, 1993. 246~251

欢迎订阅 2005 年《华北农学报》

《华北农学报》是由北京、天津、河北、河南、山西、内蒙古6省(区)市农业科学院和农学会联合主办的大农业学术刊物,系中国自然科学核心期刊,全国综合性农业核心期刊,中国科学引文数据库核心期刊,中国农口学会优秀期刊,河北省优秀科技期刊。主要刊载农业各学科学术论文、研究报告及科研简报,报道农业学术动态,适于农业科研人员、农业高等院校师生和农业技术人员阅读。本刊为季刊,国内外公开发行,国内统一刊号:CN13-1101/S,邮发代号18-10,每期定价5.00元,全年20.00元,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接汇款至编辑部订阅,地址:(050051)石家庄市和平西路598号河北省农林科学院《华北农学报》编辑部。