

文章编号: 1003 - 7578 (2008) 02 - 097 - 06

青海气候变化趋势及对植被生产力影响的研究^{*}

张景华, 李英年

(1. 青海省气象台, 西宁 810001; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

提 要:应用青海省南部三江源区、东北祁连山地及环青海湖区气象站 1961 - 2004 年气温、降水和所在地区植被地上净初级生产力资料, 分析和模拟了 44 年来有关气候变化特征以及植被生产力与气温、降水、地理坐标参数间的关系, 模拟估算了假设未来气候温暖化情景下青海植被生产力变化的可能。结果表明: 44 年来青海各地气温均在升高, 青海北部比南部增温明显; 年降水量变化平稳, 但北部比南部有所增加; 土壤实际蒸发散表现出明显的升高趋势; 青海南部植被地上净初级生产力 (NPP) 逐年降低, 青海东北地区相对平稳。模拟计算表明, 由于青藏高原植被的生长主要受温度条件的限制, 在未来气候增暖, 降水不变或增加的趋势下, 植被地上 NPP 均有所增加。

关键词: 青海植被; 蒸发散; 气候变化趋势; 植被生产力

中图分类号: P463. 2

文献标识码: A

全球变化包括了地球环境中诸如气候、土地生产力、水资源、大气化学、生态系统等自然和人类活动所引发的变化过程。近半个多世纪以来, 由于诸多温室效应气体浓度的很快上升, 导致全球温暖化加剧, 并进一步影响人类赖以生存的环境, 如全球范围的森林衰退、土地退化与荒漠化、生态系统退化、植被带迁移等^[1]。目前, 全球 CO₂ 浓度仍以平均每年 1.2—1.8ppmv 的速度增长, 根据有关模型预测^[2], 到本世纪中叶 CO₂ 浓度可达 550ppmv。如果温室气体按目前速度继续增加, 整个地球环境可能会加速变化, 由此引起的气候变化将会对地表植被诸如生产力、植被带迁移等产生间接和直接的严重影响。因此, 预测全球变化对陆地生态系统的可能影响, 找出应对策略以确保陆地生态系统的可持续发展已经成为国际全球变化的研究核心。

青藏高原作为地球第三极, 气候变化具有一定的超前性^[3]。青海作为三江源的发源地, 在高原独特的自然环境影响下, 生态系统极其脆弱, 成为全球变化的敏感区域, 为科学界所瞩目。为此, 研究者以气温和降水的分布情况, 大量分析了青海地区 (特别是三江源地区) 气候变化特征, 以及未来气候变化对生态系统的影响^[4-6]。但较少联系地表实际蒸发散、土壤湿度、植被地上净初级生产力等的长期变化情况。更少涉及研究未来气候变化对植被生产力的可能影响。那么未来气候情景下, 青海地区植被净初级生产力如何变化也是所关注的重要问题。由于柴达木盆地干旱荒漠, 植被稀疏, 植被净初级生产力的测定值有也则具有很大的不稳定。因此本文分析了除柴达木盆地外, 青海其他极大多地区的气候变化特征, 以及近是十几年来部分地区土壤湿度和植被地上年净初级生产力的变化特征, 联系全省多年平均气温和降水建立现实状况下对植被生产力影响的多元分析, 根据未来气候的假设, 探讨了未来气候变化对植被生产力的可能影响。

1 研究资料及方法

1.1 研究资料

青海省除柴达木盆地外的有关其他地区气象站 1961 ~ 2004 年的气温、降水资料; 1987 年青海省草地资源调查的植被地上净初级生产力 (NPP)^[7], 以及有关其它零星考察得到的地上 NPP; 青海省气象局下属

* 收稿日期: 2007 - 01 - 04。

作者简介: 张景华 (1961 -), 女, 工程师, 从事专业气象服务工作。E - mail: zjh610809@163.com

有关农牧业气象站(河南县、同德县、甘德县、曲麻莱县、铁卜加、兴海县和海晏县)提供的 1988 年来每年观测的部分地上 NPP 资料;中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(海北站)有关相应的观测资料。

1.2 方法与内容

除柴达木盆地外,将青海省其他地区划分为东北祁连山地及环青海湖区、青南三江源区。其中祁连山地及环青海湖区包括了托勒、祁连、刚察、门源、湟源、乐都、化隆、共和、兴海等 9 个气象站的资料;青南三江源区包括了伍道梁、托托河、曲麻莱、扎多、玉树、玛多、达日、泽库、同仁、大武、久治等 11 个站的资料。分析了 2 个区域 1961~2004 年气温、降水变化趋势及特点。联系 1987 年草地资源调查资料和上述气象站到 1990 年前的 30 年平均气候资料及地理位置,对地上 NPP 分布给予模拟分析,在此基础上分析未来气候变化对上述地区 NPP 分布与演变的可能影响。

由于下垫面的蒸发散既反映一地区热量条件,也可表征水分供给平衡状况,表征水热组合状况的可能蒸散及干燥度或湿润度,是用来进行气候植被分类的主要气候指标。为此,在掌握的气候资料基础上分析了近 40 多年来的植被蒸发散量的变化特征。

1.3 未来气温和降水变化趋势的假设及植被净初级生产力的预测

全球变化对中国地区气候的影响,最近中国和英国科学家合作^[8],比较了 7 个 GCM 的计算结果,对中国地区未来气候变化作了阐述。他们估计下世纪中期全球平均将增暖 1.2 左右;冬季中国大部分地区在下世纪中期增暖 1~1.5,东北大部可能增暖 1.5,夏季降水变化各地不一,在 -5%~10% 之间,大部分地区有所增加,但增幅不大,在 5% 左右^[8]。徐影等^[9]根据最新资料,2003 年利用由 IPCC 数据分发中心提供的 7 个全球大气耦合海洋环流、海冰与陆地生态系统模式,模拟了青藏地区未来百年气候变化的情景,认为 2050 年青海、西藏地区的增温增加 2~5,到 2100 年青海地区的变暖范围在 4~8,考虑到硫化物气溶胶的影响,在青海地区 2050 年和 2100 年分别增暖 2 和 2~4 左右。为此,文中假设未来气候有:1)未来温度升高 2,降水分别出现不变、增加 10%、增加 20% 的 3 种可能;2)未来温度升高 4,降水分别出现不变、增加 10%、增加 20%、增加 40% 的 4 种可能。利用所建立的植被地上净初级生产力与年平均气温、年降水量、纬度、经度和海拔高度的模拟关系,预测未来气候情景下的净初级生产力的可能分布。

2 结果与分析

2.1 近 47 年青海各地气温、降水、陆面蒸发散量的气候变化特征

图 1 给出了青海东北祁连山地及环青海湖区、青南三江源区近 44 年来年平均气温变化特征。图 1 看到,1961 年到 2004 年的 44 年间,青南三江源区 11 站的年平均气温在随时间进程(t, t 为时间序列,为:1961, 1962, ...2004)中表现出增加的趋势($T = 0.0291t - 1.4705, n = 44, r = 0.6408$),其气温升高的倾向率为 $0.0291 / a$ 。青海东北祁连山地及环青海湖区 9 站的年平均气温随时间进程也表现出明显的增加趋势($T = 0.0322t + 1.1202, n = 44, r = 0.7194$),其气温升高的倾向率为 $0.0322 / a$ 。表现出青海北部在近 44 年间增温幅度比青海南部三江源地区高 $0.0021 / a$,这也表明,在青藏高原较高纬度区的增温比低纬度区增温明显。

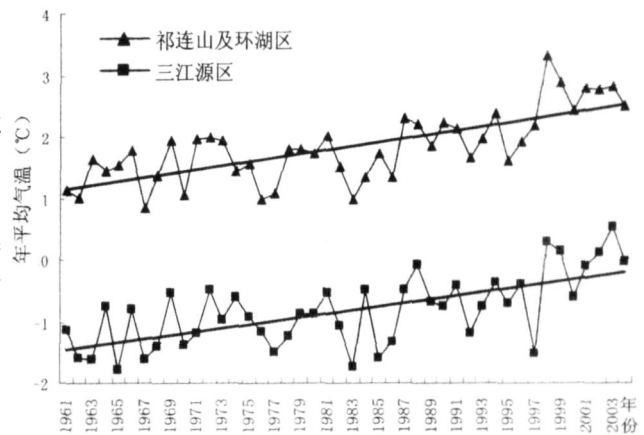


图 1 1959~2005 年青海东北祁连山地及环青海湖区和青南三江源区年平均气温的年际变化

Fig 1 The inter-annual variations of average temperature in the area of Qilian Mountainous region, rounding area of Qinghai Lake and Sanjiangyuan area from 1959 to 2005

44 年来,年降水量在青海东北祁连山地及环青海湖区与青南三江源区有不同的变化趋势。青海东北祁连山地及环青海湖区的 9 站平均表明,该区域年降水量表现出略有上升的趋势($R = 0.0699t + 382.70, n = 44, r = 0.0200$),上升倾向率为 $0.0699 \text{mm} / a$ (图 2a);三江源区年降水量表现出随年代进程略有下降($R = -0.2111t + 456.65, n = 44, r = -0.0625$),下降倾向率为 $0.2111 \text{mm} / a$ (图 2b)。虽然上述地区随年代进程年降水量的变化趋势变化不大,年降水量前者的上升趋势和后者为下降趋势与时间进程无线性相关性,但至少发现,青海东北祁连山地及环青海湖区与青南三江源区在近 44 年来降水趋势有着反向的变化规

律,青海北部降水量有逐年增加的趋势,而南部则略有下降。

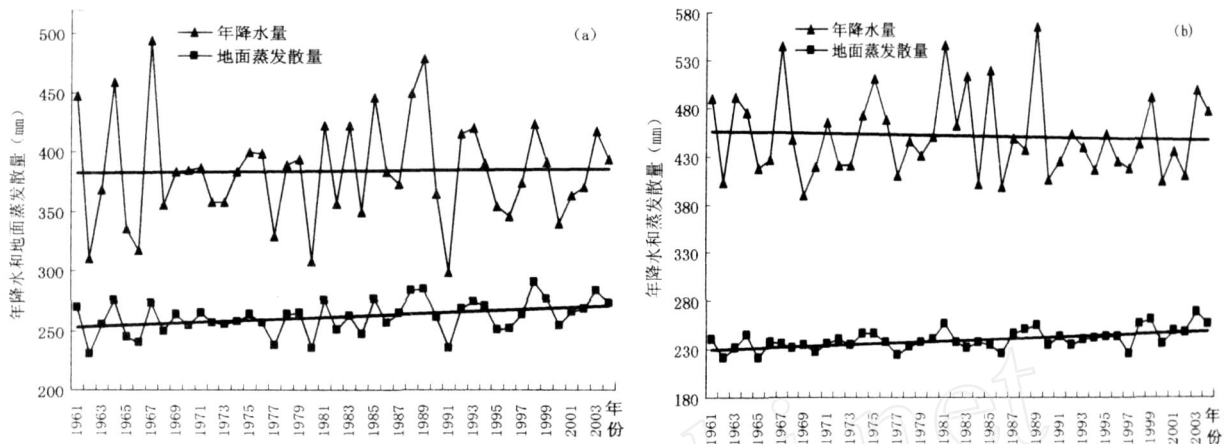


图 2 1959 ~ 2005 年青海东北祁连山地及环青海湖区 (a)、青南三江源区 (b) 年降水量和陆面蒸发散量的年际变化

Fig 2 The inter-annual variations of yearly rainfall and land surface evaporation in the area of Qilian

Mountainous region and rounding area of Qinghai Lake (a) and Sanjiangyuan area (b) from 1959 to 2005

考虑到在青海广大地区没有土壤实际蒸发散量的观测,这里采用 Turc 经验公式法^[10]计算:

$$E = \frac{1.05R}{\sqrt{1 + \left(\frac{1.05R}{E_0}\right)^2}} \tag{1}$$

式中: R 为年降水量 (mm); E_0 为年最大蒸发量,有: $E_0 = 300 + 25T + 0.05T^2$ (2)

T 为年平均气温;规定: $R > 0.316E_0$ 时,上式才能成立;若 $R < 0.316E_0$ 时, $R = E$ 。

经 Turc 模拟计算,青海东北祁连山地及环青海湖区、青南三江源区 44 年来年平均蒸发散量分别为 261.4mm 和 240.1mm,这些值可能比实际蒸发散稍低,但对分析各地蒸发散量的变化趋势仍有实际意义。图 2 给出了青海东北祁连山地及环青海湖区 (图 2a)、青南三江源区 (图 2b) 近 47 年来年蒸发散量的年际变化。由图 2 看到,1961 ~ 2004 年间不论是青海东北祁连山地及环青海湖区还是青南三江源区,44 年来下垫面蒸发散量在时间进程中均表现出明显的升高趋势 (青南三江源区: $E = 0.4368t + 230.28$, $n = 44$, $r = 0.5316$; 东北祁连山地及环青海湖区: $E = 0.4085t + 252.18$, $n = 44$, $r = 0.3719$),而且与年代进程相关显著,同时表明,两地区随时间进程中下垫面蒸发散量的增加趋势明显高于降水量倾向性,也可看到青海南部三江源下垫面蒸发散量的增加趋势 (倾向率为 0.4368mm/a) 比东北祁连山地及环青海湖区的增加趋势 (倾向率为 0.44085mm/a) 高,表明自 1959 年以来蒸发散量明显加大,土壤越来越干燥,同时青海南部更为明显。

2.2 1989 年以来青海植被生产力变化状况

图 3 给出了青海省同德县、甘德县、曲麻莱县、铁卜加、海晏县和海北站地上 NPP 进十几年来的动态变化,其中同德县、甘德县和曲麻莱县可代表青南三江源区 (图 3a),铁卜加、兴海县和海北站可代表东北祁连山地及环青海湖区 (图 3a)。从图 3 看到,青海南部地上 NPP 的年际波动较大,年际变化趋势来看有着逐年降低的趋势,特别是纬度偏南海拔较高的甘德和曲麻莱最为显著,在随年代进程中甘德的下降倾向率为 16.48kg/a,曲麻莱县为 11.22kg/a,同德县有下降,但不甚明显。也可看到,进入 2000 年以后,植被地上 NPP 与 20 世纪 90 年代相比,甘德、曲麻莱分别下降了 1.15% 和 27.25%。青海东北祁连山地及环青海湖区的铁卜加地区,从 1989 年到 1996 年间也有显著的下降趋势,但从海晏县 8 年的观测资料和海北站 1989 年以来观测的资料来看,青海北部地区地上 NPP 随年代变化是平稳的。表明青海东北祁连山地及环青海湖区的生态系统的稳定性比青海南部三江源区强。

2.3 现实状况青海各地植被生产力分布与环境条件的关系

植被生产力及其各生长的物理过程与环境的关系一直受到生态学家的关注,在实践当中生态学家对植被与环境之间的关系从未中断,也给出多种分析方法,其中最为简单的就是统计学方法,以定量描述环境因素对植被的影响过程。Holdridge 发现,决定生命地带类型的气候要素主要有:生物温度、年降水量和可能蒸散率,实际上可能蒸散率又取决于热量和降水。一地的植物群落组合及稳定与这 3 个基本气象

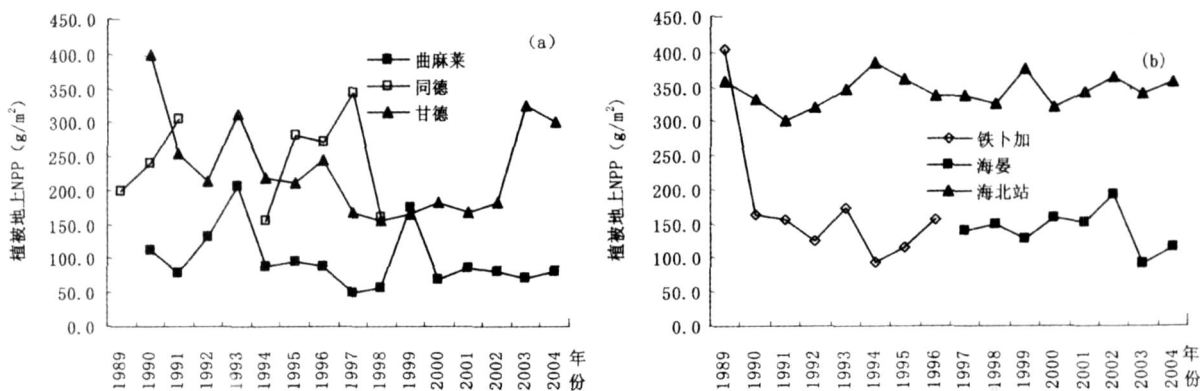


图 3 1989 年来青海东北祁连山地及环青海湖区 (a) 和青南三江源区 (b) 植被地上净初级生产力 (NPP) 的年度变化
Fig 3 The inter-annual variations of above vegetation NPP in the area of Qilian

Mountainous region and rounding area of Qinghai Lake (a) and Sanjiangyuan area since 1989

素予以界定,这个组合就是生命地带分类模型。由于生物温度、年降水量和可能蒸散率与一地的植物类型及生长过程之间存在密切相关,因而就可以用生物学尺度来衡量和评价这些气候指标。其中:

生物温度 (BT):要求满足 $0 < T < 30$ (T为月平均气温),有: $BT = T/12$ 。

年降水量 (PR):属常用的气候指标,有: $PR = \sum PR_i$, i 为月。

可能蒸散率 (PER):可能蒸散率是生物温度的函数,用可能蒸散 (PET)与降水量的比率来确定,有: $PER = PET/PR = 58.93 \times BT/PR$,其中: $PET = 58.93BT$ 。

文中选择了所收集到的青海省除干旱柴达木盆地外,温性草原、高寒草甸、高寒草原等地上 NPP (表 1)来分析气候条件等环境因子对各地草本植物 NPP的影响关系。以说明各地区地上 NPP受地理纬度 (LAT)、经度 (LNCD)、海拔高度 (ALT)、生物温度、年降水量之间的关系,分析发现各地植被地上 NPP与上述环境因子间具有显著的相关关系,有:

$$NPP = 16.569LAT + 7.987LNCD + 0.0472ALT + 15.852BT + 0.4142PR - 1584.03 \quad (n = 40, m = 5, R^2 = 0.5658) \quad (3)$$

$$\text{或 } NPP = 8.9736BT + 0.3828PR + 0.19978 \quad (n = 40, m = 3, R = 0.6791) \quad (4)$$

上述模拟方程说明,在青海温性草原、高寒草甸、高寒草原等草本植物地上 NPP与地理纬度、经度、海拔高度、生物温度、年降水量等之间存在极显著的关系。由于气候变化主要表现在温度和降水量上,为此,这里也建立现实状况下植被地上 NPP与 BT和 PR的线性关系,公式 (4)。

可以看到,在青海各地植被地上 NPP (仅指草本植被,不包括灌木、森林)中,温度影响大于降水量的影响,同时温度和降水对植被地上 NPP的影响具有极显著的相关关系。这为计算各地植被地上 NPP提供了简介方法,同时也为未来气候变化情景下的植被地上 NPP估算提供基础。

2.4 未来气候情景下植被生产力的可能变化

上述分析表明,过去 47年青海东北祁连山地及环青海湖区、青南三江源区温暖化明显而且北部增温幅度大于南部,降水量变化基本平稳,且也表现出北部大于南部。基于这种气候变化特征,依据未来气候变化的假设,根据模拟计算式 (4)计算不同增温和降水尺度上的地上 NPP (表 1)。

可以看出,现实状况下青海除柴达木盆地外的温性草原、高寒草甸、高寒草原等 40个地区植被地上 NPP平均为 $203.9g/m^2$,最高分布在大通河的海北站—门源,黄河流域热量条件尚好的同德、久治等地,最低分布在高海拔热量条件差的托托河、五道梁以及干旱的温性草原。但通过公式 (4)计算:1)未来温度升高 2,降水分别出现不变、增加 10%、增加 20%的 3种可能情景下,上述 40个地区植被地上 NPP平均分别为 $221.5g/m^2$ 、 $237.8g/m^2$ 、 $254.1g/m^2$,均比现实状况分别增加 $17.6g/m^2$ 、 $33.8g/m^2$ 、 $50.2g/m^2$;2)未来温度升高 4,降水分别出现不变、增加 10%、增加 20%、增加 40%的 4种可能情景下,上述 40个地区植被地上 NPP平均分别为 $239.5g/m^2$ 、 $255.8g/m^2$ 、 $272.0g/m^2$ 、 $304.6g/m^2$,均比现实状况分别增加 $35.6g/m^2$ 、 $51.9g/m^2$ 、 $68.1g/m^2$ 和 $100.7g/m^2$ 。说明在未来气候变暖的情景下,在降水保持不变或在现实基础上增加,青海温性草原、高寒草甸、高寒草原等地植被地上 NPP均有所提高。只是因降水增加的幅度不同,增加量有所差异,总体趋势是明显的。这是由于在青藏高原,植被的生长主要受温度条件的限制,随着温度

的增加, NPP 的增加幅度比较大。

表 1 现实状况及青海各地植被类型及生产力与蒸散率的对应关系

Tab 1 The real status of vegetation types and relation between the vegetation productivity and evaporation of Qinghai

地 区	地理位置			现实状况				未来情景						
	LA	LNG	ALT	BT	PR	NP	NP ₁	NP ₂	NP ₃	NP ₄	NP ₅	NP ₆	NP ₇	
祁连山及环青海湖地区	西宁	36.6	101.8	2262	7.5	368	223	226	240	254	244	258	272	300
	民和	36.3	102.9	1814	9.0	362	178	237	251	265	255	269	283	310
	乐都	36.5	102.5	1980	8.4	334	152	221	234	247	239	252	265	290
	湟中	36.5	101.6	2668	5.6	528	221	271	291	311	288	309	329	369
	湟源	36.7	101.2	2634	5.6	405	233	223	239	254	241	257	272	303
	大通	36.9	101.7	2450	5.1	514	223	261	280	300	279	298	318	357
	互助	36.8	102.0	2480	5.9	454	259	245	262	280	263	280	298	332
	循化	35.8	102.4	1870	9.4	264	223	204	214	224	222	232	242	262
	共和	36.3	100.6	2835	6.1	307	144	190	202	214	208	220	232	255
	贵德	36.0	101.4	2237	8.4	254	220	191	200	210	209	218	228	249
	同德	35.3	100.7	3289	4.1	432	192	220	237	253	238	255	271	304
	江西沟	36.6	100.4	3239	4.0	382	264	200	215	230	218	233	247	277
	河卡	35.9	100.0	3246	4.4	346	247	190	203	217	208	221	235	261
	兴海	35.6	100.0	3329	4.4	339	196	187	200	213	205	218	231	257
	贵南	35.6	100.8	3201	5.1	400	190	217	232	248	235	250	266	296
	野牛沟	38.4	99.6	3320	3.1	407	204	202	217	233	220	235	251	282
	门源	37.4	101.6	2850	4.2	520	323	255	275	295	273	293	313	352
	祁连	38.2	100.4	2787	4.6	392	152	209	224	240	227	242	257	287
托勒	38.8	98.4	3367	3.0	273	187	150	160	170	168	178	188	209	
刚察	37.3	100.1	3302	3.4	370	192	190	204	219	208	222	237	265	
海晏	36.9	101.0	3080	4.3	282	100	165	175	186	183	193	204	226	
海北站	37.6	101.3	3200	3.0	589	356	271	293	316	288	311	334	379	
三江源地区	同仁	35.5	102.0	2491	6.9	426	258	243	259	276	261	277	293	326
	泽库	35.0	101.5	3663	2.5	468	259	220	238	256	238	256	274	309
	尖扎	35.9	102.0	2085	8.9	353	187	233	247	260	251	265	278	305
	大武	34.5	100.4	3719	3.2	510	234	242	262	281	260	280	299	338
	玛多	34.9	98.2	4272	2.0	304	101	152	164	176	170	182	194	217
	甘德	34.0	99.9	4050	2.4	507	245	234	253	273	252	271	291	329
	达日	33.8	99.7	3968	2.8	537	206	249	269	290	267	287	308	349
	久治	33.4	101.5	3629	3.3	764	323	340	369	399	358	387	417	475
	仁峡姆	34.3	99.2	4211	2.1	442	169	206	223	240	224	241	258	292
	班玛	32.9	100.8	3750	4.6	657	350	310	336	361	329	354	379	429
	玉树	33.0	97.0	3681	4.9	480	196	246	264	283	264	282	306	337
	囊谦	32.2	96.5	3644	5.4	526	241	268	288	308	286	306	326	366
	清水河	33.8	97.1	4415	1.6	504	180	225	245	264	243	263	282	321
	曲麻莱	34.1	95.6	4175	2.4	397	99	192	207	222	210	225	240	270
	治多	33.9	95.6	4179	2.7	386	99	190	205	220	208	223	238	268
	杂多	33.0	97.0	3681	3.6	511	157	246	266	285	264	284	303	342
	五道梁	35.2	93.1	4612	1.2	265	99	130	141	151	148	158	169	189
	托托河	34.9	92.4	4533	2.0	247	110	131	140	150	149	158	168	186

表 1 注: LA 纬度; LNG 经度; ALT 海拔高度; BT 生物温度; PR 年降水量; NP 现实状况植被地上净初级生产力; NP₁、NP₂、NP₃ 分别为假设未来温度升高 2℃, 降水不变、降水增加 10%、降水增加 20% 后模拟的植被地上净初级生产力; NP₄、NP₅、NP₆、NP₇ 分别为: 假设未来温度升高 4℃, 降水不变、降水增加 10%、降水增加 20%、降水增加 40% 后模拟的植被地上净初级生产力。

当然, 在模拟未来气候变化情形下潜在植被分布的变化时, 高水平的 CO₂ 浓度对植物水分利用律 (WUE) 的提高, 势必影响到植被生产力的模拟结果。大气 CO₂ 浓度增高时, 由于光合作用增强, 同时气孔导度有所降低受水分胁迫的植物比无水分胁迫的植物在高浓度 CO₂ 水平下 WUE 增大的更多。同时 NPP 的相对增加量还要受到温度升高也能导致呼吸作用的增加等等影响, 这里并未考虑。

3 结语

(1) 近 40 多年来, 青南三江源区年平均气温在随时间进程升高的倾向率为 0.0291℃/a, 青海东北祁

连山地及环青海湖区的年平均气温升高倾向率为 $0.0322/a$, 表现出纬度高的青海北部比纬度低的青海南部增温明显。

(2) 在温度升高的状况下, 44 年来, 年降水量基本平稳, 只是青海东北祁连山地及环青海湖区有一定的上升的趋势, 而三江源区年降水量略有下降。虽然两地区随年代进程年降水量的变化趋势变化不大, 与时间进程无线性相关性, 但至少发现, 青海纬度较高的北部降水量有逐年增加趋势, 而纬度较低南部略有下降。

(3) 利用经验公式计算实际蒸发散发现, 44 年来下垫面蒸发散量在时间进程中均表现出明显的升高趋势, 而且升高趋势南部大于北部, 表明近几十年来, 土壤越来越干燥。

(4) 比较 1989 年来青南三江源区与祁连山地及环青海湖区植被地上 NPP 发现, 青海南部地上 NPP 有逐年降低的趋势, 青海东北地区地上 NPP 随年代变化相对平稳。表明北部地区生态系统的稳定性比青海南部强。

(5) 现实状况下青海各地温性草原、高寒草甸、高寒草原植被地上 NPP 与地理纬度、经度、海拔高度、生物温度、年降水量等之间存在极显著的关系。为此可建立现实状况下植被地上 NPP 与 BT 和 PR 的线性关系有: $NPP = 8.9736BT + 0.3828PR + 0.19978$ 。

(6) 利用所建立的 NPP 模拟式, 分别计算: 1) 未来温度升高 2° , 降水分别出现不变、增加 10%、增加 20% 的 3 种可能情景下; 2) 未来温度升高 4° , 降水分别出现不变、增加 10%、增加 20%、增加 40% 的 4 种可能情景下的植被地上 NPP 发现, 未来气候变暖的情景下, 青海温性草原、高寒草甸、高寒草原等地植被地上 NPP 均有所提高。只是因降水增加的幅度不同, 增加量有所差异。这是由于在青藏高原, 植被的生长主要受温度条件的限制, 随着温度的增加, NPP 的增加幅度比较大。

参考文献

- [1] 钟永德, 李迈和, Norbert Kraeuchi. 全球暖化促进植物迁移与入侵 [J]. 地理研究, 2004, 23(3): 347 - 356
- [2] IPCC. 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge[M]: Cambridge University press, Press, 2001, 1 - 881.
- [3] 冯松, 汤懋苍, 王冬梅. 青藏高原是我国气候变化启动区的新证据 [J]. 科学通报, 1998, 43(6): 633 - 636
- [4] 杨建平, 丁永建, 沈永平, 等. 近 40 年来江河源区生态环境变化的气候特征分析 [J]. 冰川冻土, 2004, 26(1): 7 - 16
- [5] 沈永平, 王根绪, 吴青杨, 等. 长江—黄河源区未来气候情景下的生态环境变化 [J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 308 - 314.
- [6] 樊启顺, 沙占江, 曹广超, 等. 气候变化对青藏高原生态环境的影响评价 [J]. 盐湖研究, 2005, 13(1): 12 - 18
- [7] 周兴民. 中国高草草甸 [M]. 北京: 科学出版社, 2001, 131 - 167.
- [8] 温刚, 严中伟, 叶笃正. 全球环境变化—我国未来 (20 ~ 50 年) 生存环境变化趋势的预测及研究 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1997.
- [9] 徐影, 丁一汇, 李栋梁. 青藏地区未来百年气候变化 [J]. 高原气象, 2003, 22(5): 451 - 457.
- [10] 贺庆棠. 中国森林气象学 [M]. 北京: 中国林业出版社. 2001, 144 - 241.

The Research on Effect of Climate Change on Vegetation Productivity in Qinghai Province

ZHANG Jing - hua¹, LI Ying - nian²

(1. Qinghai Meteorological Station, Xining 810001;

2. Northwest Plateau Institute of Biology Site, The Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract

The data of temperature and precipitation of SanJiangyuan area, Qilian mountainous region and rounding area of Qinghai Lake from 1961 to 2004 and the above vegetation net primary productivity (NPP) since 1989 were used in the paper. 44 years of climate change characteristics and relationship between vegetation productivity and temperature, precipitation, and geographic coordinates were analyzed. The probability of vegetation change under the circumstance of climate warming was simulated. The results showed that the temperature was increasing on the whole, and the increase range in the north area was more obvious than the south. The change trend of rainfall was even, but in the north area it increased more than which in the south; The real evaporation of soil increased obviously; The NPP of vegetation above ground in the south decreased yearly, and in the northeast area it was relatively even. Simulation result showed that under the circumstance of climate warming and precipitation being invariable or increase, the NPP would increase because the growth of vegetation was mainly controlled by the temperature on the Qinghai - Tibet plateau.

Key words: Qinghai vegetation; evaporation; trend of climate change; vegetation productivity