

模拟气候变化对植被分布影响的分析 ——以青海省为例

李英年 王文颖

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘 要

一个地区的湿润指数能综合反映出该地总的气候变化情况。利用经验公式模拟计算了青海各地现实状况以及未来气候变化后的湿润指数。表明: 青海各地不同植被分布区湿润指数不尽相同, 植被分布与湿润指数的高低具有很好的对应关系, 其大小表征了不同气候类型条件下对应有不同的植被分布规律。在未来气候变化(①气温升高2℃、降水不变; ②气温升高2℃、降水增加10%)情况下蒸散力增加, 湿润指数减小, 全省55个地区湿润指数平均下降0.035以上, 不同植被分布区域降低幅度也不一致。湿润指数的降低可造成青海各地不同植被类型发生变异。表现有寒性草原向温性草原过渡; 柴达木盆地及“河湟”谷地干旱胁迫加重, 有些地区沙漠化加重; 小塘古拉地区的高寒荒漠边缘地带可向高寒草甸类型发展。

关键词: 气候变化; 植被分布; 蒸散力; 湿润指数

全球气候变化对陆地生态系统的影响, 愈来愈受到关注, 在生态学界成为重要的研究课题之一, 对此, 不少学者也给予了大量的研究报道(赵名茶, 1995; 周广胜等, 1996; Michael C, 1991)。

植物学家认为(吴征镒等, 1983; 侯学煜, 1988; 张新时, 1994; 周广胜等, 1996; 彭敏等, 1997), 植被类型分布及自然景观的不同, 表现着植物界对气候类型有着不同的反应, 具有适应某一地气候条件的分布规律。不同地区气候分布表现出相似规律时, 植被类型也具有相雷同的分布特点, 就是在一定尺度内植被类型又具有其独特的外貌、区系组成、层片和层次结构。地理学家、气象学家等把地表或其部分区域按温度状况、干湿条件及考虑到地形、地貌等特征, 结合区域自然景象、农牧业生产方式等, 划分出不同的地理温度带以及不同的干燥湿润区域(郑度等, 1979; 黄秉维, 1990)。由此看出, 一地的植被分布必须与当地的气候条件及其地理环境因素达到相适应, 生物群落才能稳定。然而, 当全球气候变化后植物群落结构、植被分布规律将发生如何变化? 对人类活动带来什么影响? 备受人们的关注。因此, 分析和研究植被类型与气候之间的协同分布关系,

* 中国科学院资源与环境研究重大项目(KZ951-A1-204-04)。

本文于1997年10月27日收到。

推断解释未来气候变化下植被类型所响应的分布趋势是十分有益的。

本文从掌握的青海省 54 个气象台站及中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(海北站)的气象资料,联系有关考察报告(周兴民等,1987;彭敏等,1989;1993;黄荣福,1994),试图从湿润指数概念出发,对现实青海植被分布给予气候指标的确定,并进行讨论分析。尔后对全球气候变化后,其植被分布所能产生响应的演替结果给予分析和预测。

植被分布与气候条件关系及分类指标的确定

影响植被分布的环境因素是多方面的,它既包括了气候因素,也包含了土壤、地理位置等条件。从一定时空尺度来看,气候因素是主要的,而气候因素的热量和水分,二者结合构成最为基本、最为重要的影响参数。气候长期变化颇大程度地反应在降水、温度的变化上。水热因素的有机结合共同决定了气候—植被—土壤等一系列生态环境的地带性分布规律。为此,有必要找出能反映水热条件综合作用的指标。地球表面的蒸散(包括土壤蒸发、植被蒸腾),以及相应区域的湿润指数能显示出大气水分含量的多少,也能描述出温度的高低。它即是地球表面或某一尺度区域热量平衡的组成,又是水量平衡的反映,在生物生态特性上占据有重要的综合作用效果。进行气候和植被相互之间的关联及植被分布分析时,具有气候特点综合作用的指标功能。正是不同地区蒸散力及湿润程度的差异性,形成了相异的植被分布地带性规律。因此,在分析气候—植被分布间相互关系时,采用湿润指数的指标是有意义的。

我们定义湿润指数为某地降水量与蒸散力的比值,它可排除其他地理条件等限制因素的干扰。在降水基本保持的状况下,蒸散力的物理意义是很明显的,但不易直接测定,大多采用经验算法。采用较多的有 Thornthwaite (1944) 和 Penman (1948) 方法;周广胜和张新时也提出了新的方法(1995)。但这些方法大多要用到太阳辐射的观测值,而在青海广大地区,受条件限制,极大部分地区无辐射观测,采用上述方法计算蒸散力时将带来一定的实际困难。另外,当气候发生变化后很多气候要素也将随之改变,如地表反射、地表温度、天空云量等,致使地表长波辐射受到不同程度的影响,进而波及到气温、降水等一系列因素的改变。所以,对讨论未来气候趋势下利用上述方法推算地表蒸散力具很多的不稳定性。在众多的蒸散力计算公式中比较发现,高寒地区采用 Thornthwaite 和 Penman 等方法计算蒸散力偏高明显,如我们在海北站利用土壤水分平衡法计算植被蒸散耗水量时发现,牧草生长期的 5~9 月蒸散量为 362mm (李英年等,1996),而利用 Penman 法计算约为 427mm。中国牧区畜牧气候区划科研协作组(1988)认为,在青藏高原采用原苏联伊万诺夫法(B. P. 沃洛布耶夫,1958)较为适宜,我们在海北站的研究结果表明接近蒸散力的实际值。计算蒸散力与湿润指数时,伊氏法还具有以下优点:①采用参数仅是气温、降水和相对湿度,而下垫面性质改变及对水热平衡的影响已集中反映在气温、降水和湿度上。②气候长期变化主要表现在气温和降水量上,而该方法应用的参数可直观地描述。即若了解未来气候变化下的气温、降水等情况就可计算未来条件下的蒸散力状况。这里需要说明的是,伊氏方法中对未来状况有难以估测的相对湿度这一要素,但从当前气温月际变化分析发现,气温升高 2℃ 或 4℃、降水量增加 10%~

20%时,相对湿度平均变化3%~8%左右,最大为12%,用伊氏法计算结果表明,对蒸散力影响仅为0.014。因此,在计算气候变化后的蒸散力大小时可忽略湿度增加的影响。

伊氏计算法的表达式为:

$$E_0 = 0.0018(25 + t)^2(100 - U) \quad (1)$$

式中 E_0 为月可能蒸散力 (mm); t 为月平均气温 ($^{\circ}\text{C}$); U 为月平均相对湿度 (%)。其湿润指数 (K) 采用下式计算:

$$K = R/ET \quad (2)$$

R 为年降水量 (mm); ET 为 1~12 月的总蒸散力 ($ET = \sum_{i=1}^{12} E_0$, i 为 1 到 12 月)。

温室效应使过去 100 年间全球平均地面温度升高了 $0.3 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。预计到 2025 年将比现今约高 1°C , 到下世纪末将升高 3°C 左右。同时,用大气环流模式模拟结果表明,气候变化使中高纬度地区明显变暖,季风降雨区向极区推进,以及土壤有效水分减少。这些变化可使部分地区的植被地带性分布发生较重的影响 (王石立, 1995; McGtegart et al., 1990)。对于未来气候变化情况,张新时等 (1993)、王绍武 (1994) 等不同学科的工作者采用不同的模拟方法进行了分析预测,认为 CO_2 倍增后气温将比现在状况要高 $1.7 \sim 3.6^{\circ}\text{C}$ 左右。由于采用的模拟方法及资料时空分布的差异,模拟结果各有不同,具有很多的不稳定性。本文在分析青海植被分布与气候变化的关系时,参考上述有关文献后设定未来气候变化为以下二种可能情况:①气温升高 2°C , 降水不变;②气温升高 2°C , 降水增加 10%。

青海各地植被蒸散力及湿润指数模拟结果

以青海 54 个气象台站及海北站气象资料 (极大部分为 30 年平均), 利用 (1)、(2) 公式对各地区的蒸散力、湿润指数进行现实, 以及未来气候变化后的二种结果模拟计算见表 1。

表 1 青海各地蒸散力、湿润指数的模拟结果

Table 1 Simulated results of evapotranspiration power and the humidity index in different areas in Qinghai

地区 Areas	地理坐标 Geography Coordinate			现实状况 Reality					AT+2C PN+0mm		AT+2C PN+10%
	LAT	LNGD	ALT	PN	AT	ET	K	PT	ET	K	K
西宁 Xining	36.6	101.8	2262	368	5.7	911	0.404	B+C	1028	0.358	0.394
民和 Minhe	36.3	102.9	1814	362	7.9	1003	0.361	B+C	1123	0.322	0.354
乐都 Ledu	36.5	102.5	1980	334	6.9	923	0.362	B+C	1038	0.322	0.354
湟中 Huangzhong	36.5	101.6	2668	528	2.8	601	0.878	B+C	688	0.768	0.845
湟源 Huangyuan	36.7	101.2	2634	405	3.0	658	0.616	B+C	754	0.537	0.591
大通 Datong	36.9	101.7	2450	514	2.8	589	0.871	B+C	672	0.764	0.840
互助 Huzhu	36.8	102.0	2480	545	3.4	606	0.899	B+C	689	0.790	0.869
循化 Xunhua	35.8	102.4	1870	264	8.6	1130	0.234	B+C	1263	0.209	0.230
共和 Gonghe	36.3	100.6	2835	307	3.3	880	0.348	B+C	970	0.316	0.344

续表 1

地区 Areas	地理坐标			现实状况					AT+2C		AT+2C
	Geography Coordinate			Reality					PN+0mm		PN+10%
	LAT	LNGD	ALT	PN	AT	ET	K	PT	ET	K	K
贵德 Guide	36.0	101.4	2237	254	7.2	1084	0.325	B+C	1228	0.207	0.228
同德 Tongde	35.3	100.7	3289	432	0.2	635	0.681	C	733	0.590	0.649
江西沟 Jiangxigou	36.6	100.4	3239	382	0.6	616	0.620	C	711	0.536	0.594
河卡 Heka	35.9	100.0	3246	346	1.1	695	0.498	C	802	0.431	0.475
兴海 Xinghai	35.6	100.0	3329	339	0.5	703	0.482	C	812	0.407	0.459
贵南 Guinan	35.6	100.8	3201	400	2.1	697	0.574	C	814	0.492	0.541
外斯 Waisi	34.3	101.6	3414	624	1.2	496	1.258	D+F	574	1.086	1.195
野牛沟 Yeniugou	38.4	99.6	3320	407	-3.3	428	0.951	D+F	503	0.809	0.890
门源 Menyuan	37.4	101.6	2850	520	0.6	533	0.975	B+C	616	0.845	0.929
祈连 Qilian	38.2	100.4	2787	392	0.7	668	0.586	B+C	769	0.509	0.561
托勒 Toule	38.8	98.4	3367	273	-3.1	538	0.507	D+E+F	638	0.435	0.479
刚察 Gangca	37.3	100.1	3302	370	-0.6	579	0.640	C	672	0.551	0.601
海晏 Haiyan	36.9	101.0	3080	282	-0.1	524	0.729	B+C	605	0.632	0.695
海北站 Haibei Station	37.6	101.3	3200	589	-1.7	365	1.616	D+E+F	425	1.385	1.521
同仁 Tongren	35.5	102.0	2491	426	5.2	826	0.515	C	937	0.454	0.500
泽库 Zekog	35.0	101.5	3663	468	-2.4	367	1.277	D+F	432	1.083	1.192
尖扎 Jianca	35.9	102.0	2085	353	7.8	1146	0.308	B+C	1285	0.275	0.298
大武 Dawu	34.5	100.4	3719	510	-0.7	464	1.099	D+F	541	0.942	1.036
玛多 Madoi	34.9	98.2	4272	304	-4.1	425	0.715	E	500	0.608	0.668
甘德 Gade	34.0	99.9	4050	507	-2.1	402	1.262	D+F	472	1.074	1.182
达日 Darlag	33.8	99.7	3968	537	-1.3	452	1.186	D+F+F	528	1.015	1.117
久治 Jizhi	33.4	101.5	3629	764	0.1	419	1.827	D+E+F	487	1.570	1.726
仁峡姆 Renxiamu	34.3	99.2	4211	442	-3.8	354	1.250	D+F	417	1.060	1.166
班玛 Baima	32.9	100.8	3750	657	2.6	603	1.188	B+C+D	694	0.946	1.142
玉树 Yushu	33.0	97.0	3681	480	2.9	718	0.669	C+E	825	0.583	0.641
囊谦 Nangqen	32.2	96.5	3644	526	3.8	785	0.690	B+C	898	0.586	0.644
清水河 Qingshuihe	33.8	97.1	4415	504	-4.9	287	1.754	D+E+F	342	1.472	1.619
曲麻莱 Qumarleb	34.1	95.6	4175	397	-2.5	506	0.785	E	589	0.674	0.741
治多 Zhudoi	33.9	95.6	4179	386	-1.7	521	1.741	D+E	610	0.633	0.696
杂多 Zadoi	33.0	97.0	3681	511	0.2	586	0.872	D+E	681	0.751	0.826
大柴旦 Da Qaidan	37.9	95.4	3173	82	1.1	1117	0.073	A	1235	0.064	0.072
都兰 Dulan	36.3	98.1	3191	179	2.7	1118	0.160	A	1273	0.141	0.155
德令哈 Delingha	37.4	97.4	2982	176	3.7	1231	0.143	A	1394	0.126	0.139
格尔木 Golmud	36.4	94.9	2808	39	4.2	1394	0.028	A	1570	0.025	0.026
冷湖 Lenghu	38.8	93.4	2733	18	2.6	1371	0.013	A	1557	0.011	0.012
茫崖 Mangnai	38.3	90.9	2945	47	1.4	1156	0.040	A	1319	0.040	0.040
天峻 Tianjun	37.3	99.0	3417	325	-1.5	549	0.591	D+B	641	0.546	0.557
乌兰 Ulan	36.9	98.5	2905	27	2.3	1100	0.023	A	1248	0.021	0.022
察尔汗 Qarhan	36.8	95.3	2679	24	5.1	1580	0.015	A	1773	0.013	0.014
茶卡 Caka	36.8	99.1	3088	201	1.5	898	0.224	A	1025	0.196	0.216
小灶火 Xiaozhao	35.8	93.7	2757	25	3.5	1362	0.019	A	1537	0.016	0.018
诺木洪 Nomhon	36.4	96.4	2790	39	4.4	2343	0.029	A	1532	0.025	0.028
香日德 Xiangride	36.1	97.8	2905	163	3.9	1130	0.144	A	1281	0.127	0.140
五道梁 Wudaoliang	35.2	93.1	4612	265	-5.6	352	0.754	G	422	0.627	0.690
沱沱河 Tuotuohe	34.9	92.4	4533	247	-4.2	448	0.551	G	519	0.476	0.523

注 Note:

LAT: 纬度 Latitudes (°);	LNGD: 经度 Longitude (°);
ALT: 海拔高度 Height elevation (m);	PN: 年降水量 Precipitation of year (mm);
AT: 年平均气温 Average air temperature (C);	ET: 蒸散力 Evapotranspiration power;
K: 年湿润指数 The humidity index;	PT: 植被类型 Vegetation type;
A: 温性干旱荒漠 Temperate dry desert;	B: 温性草原 Temperate STEPPE;
C: 森林 Forest;	D: 高寒荒漠 Alpine desert;
E: 高寒草原 Alpine steppe;	F: 高寒灌丛 Alpine shrub;
G: 高寒荒漠 Alpine desert.	

由表 1 看出, 采用湿润指数可对青海各地植被分布类型基本能表述出来。目前湿润指数为 0.2 和 0.5 的等直线似乎成为植被分布的二个重要界限, 如柴达木盆地各地 K 值均小于 0.2, 这里降水极为寡少, 气温高, 表现出温性干旱荒漠。在海拔相对较低的区域 (一般低于 3200m), 湿润指数在 0.2~0.5 之间, 基本为温性草原和森林, 如青海海东大部分地区、共和盆地、青海湖环湖流域的部分地区, 青海南部海拔较低的少部分地带。K 值大于 0.5 以上的各地大多为高寒草甸、高寒灌丛草甸、高寒草原, 其中海拔较高, 降水量丰富的地带, 湿润指数多在 0.8 以上, 分布以高寒草甸和高寒灌丛为主; 而降水稍低, 甚至可低于 400mm, 湿润指数约在 0.5~0.8 之间的地区, 多以高寒草原为主。如西宁以西、以北海拔相对较高的地区, 青海果洛、玉树二州, 北支祁连山南麓等地均系高寒草甸、高寒灌丛和草原, 表现最为明显的有曲麻莱、清水河、果洛大部、祁连山腹部的海北站等地。五道梁、沱沱河, 以及可可西里地区和高大山脉雪线上部地带, 哪里地势很高, 平均海拔在 4500m 以上, 南部受喜马拉雅山的阻挡 (再南部为干燥的德干高原), 西及西北部为地球最高的帕米尔高原作屏障, 降水量相对较少, 气温相当低 (年平均气温在 -4°C 以下), 成为特殊的地理单元, 为高寒荒漠分布区域。依上述特征我们对植被分布可定义以下主要环境指标 (表 2)。

表 2 影响植被分布的主要环境特征

Table 2 The major environmental characteristics of effecting vegetation distribution

K	ALT	PN	AT	PT
<0.2	<3000	<250	0~8	A
0.2~0.5	<3000	250~500	2~10	B+C
>0.5	3000~4200	400~800	-5~2	D+E+F
0.2~0.8	>4000	300~500	<-4	E+G

注: 符号意义详见表 1 Note: Meaning of symbol for see more details in table 1.

未来气候变化对植被分布的可能影响

近年来, 对于气候变化趋势的研究表明, 未来气候的确向趋暖化发展, 而且冬季增暖较为明显 (张新时等, 1993; 王绍武, 1994; Noble I. R., 1993)。我们对祁连山地区的分析也得出相类似结果 (李英年等, 1997)。未来气温的增加对青海指标分布影响将是如何? 依湿润指数的计算结果来看, 在未来气候趋势下青海植被确实将发生变化, 虽然

变化不大,但对未来情景分析是有一定意义的。

对未来情景(假设冬夏气温升高幅度一致)的二种可能结果进行湿润指数模拟计算表明(表1),地表蒸散力普遍增高,而湿润指数下降。由表1可知,湿润指数平均下降0.034以上,在降水不变的情况下尤为明显。依湿润指数及其他环境特征来看,现实状况下的温性森林、草原地带仍基本维持,但该地区干旱加强,部分地带发生干旱的现象更为严重,如贵德、循化等地 K 值将小于0.30,民和、乐都、共和等地 K 值近于0.30,表现出这些地区干旱胁迫比现实状况加重,灌溉农业更为突出;在广阔的柴达木盆地,未来趋势下 K 值最低可达0.012,远远小于0.2,地表蒸散力的增加最为明显,干燥化程度加重,使该地更趋沙漠化。特别是冷湖、大柴旦、茫崖、察尔汗、小灶火等地沙化最为严重,以致造成沙漠的危险。未来这些地区热量资源丰富,但水分条件将成为农牧业发展的最大的限制因素,水热供给矛盾极为明显,只有兴修水利工程,珍惜水资源,引水灌溉,才能发展农业生产。同时,在边缘地带要进行一定的保护措施,控制沙漠化进程的加剧;高寒草原(草甸)在现实状况湿润指数保持0.4以上的大部分区域,由于高海拔因素制约,地区原生植被仍可维持。海拔较低的地带,或纬度偏南海拔相对较高的地区,高寒草甸可能将向温性草原转变,如海南州大部,青海湖东北部分地区,果洛的班玛,玉树的囊谦等地。部分区域在未来气候趋势下,气温升高后热量资源变得丰富,可宜种植农作物(特别是经济作物),如油菜、青稞等。但区域生态系统仍十分脆弱,不可盲目开垦草原,应保护原生植被;海拔很高的沱沱河、五道梁以西的可可西里等地,那里温度仍然较低,其边缘地带植被可能由高寒荒漠向高寒草甸或温性草原植被类型发展。

一般认为气温升高,地表蒸散(土壤蒸发和植被蒸腾)加大,天空水汽含量增多,进而可造成降水的增加。而实际情况并非如此,未来气候变暖的条件下地表蒸散力的加重将比降水的增加大得多,因而干旱胁迫更为严重。也有不少学者认为,未来的青藏高原降水量趋于减少,变得更为干旱(张家诚,1989)。这些研究结果表明,地区在未来趋势下,热量资源增加,植物萌动发芽、返青等生长初始期提早,枯黄期滞后,生长期延长,同时会导致植物地理地带性分布向极区迁移。但由于地区高温影响使地表蒸散力加大,土壤表面干燥,风蚀沙化加剧,植物在生长过程中受到水分条件的限制,可使发育进程加快,呼吸消耗迅速,干物质积累减少,将造成植被生产力下降。因而看出,未来气候变化对高寒植物生长有利也有弊,政府部门应给予高度重视,应加强科学管理,因势利导,制定可持续发展计划经济方针,不可盲目作业。

参 考 文 献

- 王石立, 1995, 气候变化与持续农业浅析, 自然资源学报, 10 (2): 140~147.
- 王绍武, 1994, 近百年气候变化与变率的诊断研究, 气象学报, 52 (3): 261~273.
- 中国牧区畜牧气候区划科研协作组, 1988, 中国牧区畜牧气候, 气象出版社.
- 李英年、曹广民、鲍新奎, 1996, 高寒草甸植被生育期耗水量和耗水规律, 中国农业气象, 16 (1): 41~43.
- 李英年、张景华, 1997, 祁连山区气候变化及其对高寒草甸植被生产力的影响, 中国农业气象, 17 (2): 29~32.
- 吴征镒、王荷生, 1983, 中国自然地理(上), 科学出版社.
- 张家诚, 1989, 气候干旱化问题, 干旱气象文集, 气象出版社, 4~22.
- 张新时、杨莫安、倪文革, 1993, 植被的PE(可能蒸散)指标与植被—气候分类(三), 几种主要方法与PEP程序介绍, 植物生态学与地植物学学报, 13: 97~109.

- 张新时, 1994, 中国山地植被垂直带的基本生态地理类型, 植被生态学研究, 科学出版社: 77~92.
- 周广胜、张新时, 1995, 自然植被净第一性生产力模型初探, 植物生态学报, 19 (3): 193~200.
- 周广胜、张新时, 1996, 全球变化的中国气候—植被分类研究, 植物学报, 38 (1): 8~17.
- 周兴民、王质彬、杜庆, 1987, 青海植被, 青海人民出版社.
- 郑度、张荣祖、杨勤业, 1979, 试论青藏高原的自然地带, 地理学报, 34 (1): 1~11.
- 赵名茶, 1995, 全球 CO₂ 倍增对我国自然地域分异及农业生产潜力的影响预测, 自然资源学报, 10 (2): 148~157.
- 侯学煜, 1988, 中国植被地理, 科学出版社.
- 黄荣福, 1994, 青海可可西里地区垫状植物, 植物学报, 36 (2): 130~137.
- 黄秉维, 1990, 中国综合自然区划纲要 (1986年), 地理集刊 (21), 科学出版社.
- 彭敏、赵京、陈桂琛, 1989, 青海东部地区的自然植被, 植物生态学与地植物学学报, 13 (3): 250~257.
- 彭敏、陈桂琛, 1993, 青海湖地区植被演变趋势的研究, 植物生态学与地植物学学报, 17 (3): 217~223.
- 彭敏、陈桂琛、黄荣福, 1997, 青藏高原高寒植被的若干理论问题, 高原生物学集刊, (13): 97~106.
- B. P. 沃洛布也夫 (杨景辉译), 1958, 土壤与气候, 科学出版社.
- Nichacl C. MacCracken, 1991, Comment on carbon dioxide and the face of Earth by Sherwood. B. Idso. Global environmental change Human and police Dimensions, Vol. NO. 1: 266~267.
- Noble I. R., 1993, A model of the responses of cotton to climate change. Ecological—Application, 3 (3): 396~403.
- Penman H. L., 1948, Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Sol., A.: 193.
- Thorntwate L. W., 1944, Report of the committee on transpiration and evaporation, Transaction of the American Geophysical union, 25.
- McGtegart at al., 1990, Climate Change the Ipcc Impact Assessment, A Gps, Canberra, 1~45.

ANALYSIS ON RESPONSE OF VEGETATION DISTRIBUTION IN SIMULATED CLIMATE CHANGE——QINGHAI PROVINCE AS A EXAMPLE

Li Yingnian Wang Wenying

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

Abstract

The total climate dynamics can be synthetically reflected by humidity index in a given district. The humidity index in Qinghai Province, including present and future are simulated by experience formula in this paper. The result shows the humidity index of vegetation distribution in different areas in Qinghai are obviously different, there is a obviously corresponding relationship between vegetation difference and humidity index. Meanwhile the humidity index also show that different vegetation will be distributed under the different climate conditions. Evapotranspiration power will rise and the humidity index will drop after the climate change in future. (①The atmospheric temperature raising 2℃ and precipitation keeping constant; ②The atmospheric temperature raising 2℃ and precipitation increasing in 10 percent). The humidity index of 55 areas in Qinghai will evenly decrease in 0.034, and the humidity index drop differently in the different vegetation distribution areas. The decrease in the humidity index will lead to variation of vegetation types in every area. The results show that alpine meadow will transit into temperate steppe, the arid stress in the Qaidamu Basin and Hehuang

area will go up and some area will tend to desert, and at the same time some alpine deserts in Xiao-Tanggula will turn into alpine meadow.

Key words: Climate change; Vegetation distribution; Evapotranspiration power; Humidity

高寒山区植被生态变化的指示意义

李德全

(190018, 宁夏, 西安植物园西北高原生物研究所)

要 摘

通过对比分析, 将高寒山区植被生态变化的指示意义, 主要归纳为两个方面: 一是指示气候变化的意义, 二是指示生物多样性的意义。通过对比分析, 发现高寒山区植被生态变化的指示意义, 主要表现在两个方面: 一是指示气候变化的意义, 二是指示生物多样性的意义。

关键词: 高寒山区; 植被生态; 变化; 指示意义

其及指内群内是生态变化的量度群内生态, 进而揭示其生态变化的指示意义。通过对比分析, 发现高寒山区植被生态变化的指示意义, 主要表现在两个方面: 一是指示气候变化的意义, 二是指示生物多样性的意义。

通过对比分析, 发现高寒山区植被生态变化的指示意义, 主要表现在两个方面: 一是指示气候变化的意义, 二是指示生物多样性的意义。

材料及方法

1. 研究区概况

本研究在中国科学院西北高原生物研究所进行。研究区位于宁夏回族自治区银川市西郊, 海拔 2000 米左右。研究区属于大陆性季风气候, 年平均气温 8.5℃, 年降水量 200 毫米。

西安植物园西北高原生物研究所李德全研究员提供。本文于 1997 年 7 月 3 日收到。