

青藏高原生态环境变化趋势的初步探索

陈江¹⁾ 万力²⁾ 梁四海²⁾ 金晓媚²⁾ 陈立¹⁾

1) 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北石家庄 050061;

2) 中国地质大学水资源与环境学院, 北京 100083

摘要 青藏高原是世界上环境最为脆弱的区域之一。本文在总结国内外文献的基础上详细介绍了高原气候、植被的年际变化,对气象数据做了不同角度的统计,采用遥感反演的方法对植被分布进行了计算。从计算的结果看近20年来高原植被变化并不十分明显,在全球性变暖的大背景下局部地区有增长的趋势,高原温度、降水、蒸发都在上升,这些因素对植被的生长都产生着重要的影响。

关键词 青藏高原, 植被, 遥感

A Tentative Discussion on the Trend of Ecological Environment Change in Qinghai-Tibet Plateau

CHEN Jiang¹⁾ WAN Li²⁾ LIANG Sihai²⁾ JIN Xiaomei²⁾ CHEN Li¹⁾

1) Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, CAGS, Shijiazhuang, Hebei 050061;

2) China University of Geosciences, Beijing 100083

Abstract Qinghai-Tibet Plateau is one of the regions which are most sensitive to environmental changes. This paper has dealt in detail with climate and vegetation changes there, adopted some methods for analyzing meteorological data, and calculated vegetation indices from remote sensing data. The results show that the change of vegetation in this region is not very significant in the past 20 years, but with localized trend of acceleration under the background of global warming, and that temperature, rainfall, evaporation have all tended to rise, which affects plant growing seriously.

Key words Qinghai-Tibet Plateau, vegetation, remote sensing

青藏高原是我国河流主要发源地和水量供给地之一,由于独特的地理位置,青藏高原被称为除北极、南极之外的地球“第三极”(莫申国等,2004),对全球特别是亚洲的气候变化都有很大影响。青藏高原环境变化不仅从区域本身响应全球变化,而且通过一系列作用过程在周边地区和全球范围产生影响(姚檀栋,2006)。青藏高原具有得天独厚的自然地理环境和区位优势,对环境的变化比较敏感,可以为全球性变暖和环境变化研究提供难得的研究课题和试验场所。在全球变暖的大背景下,研究高原的环境变化规律和现在的生态环境状况,搞清楚驱动该地区环境变化的主要因素,可以为环境治理、科学开

发大西北和区域可持续发展提供依据。

1 高原气候变化

青藏高原的空气比较干燥,稀薄,太阳辐射比较强,气温比较低。由于其地形的复杂和多变,青藏高原上气候本身也随地区的不同而变化很大。总体上看,青藏高原的气温变化与全国的大趋势是一致的,但从时间上看,青藏高原的气温变化较我国东部超前4~8 a,而青藏高原的增温率明显高于全国同期增温率,这种差异的形成主要是由于青藏高原秋、冬两季增温率明显高于全国(郑度等,2002)。由此可

本文由国家自然科学基金项目“黄河源区区域地下水位下降机制及其环境效应”(编号:90302003)资助。

责任编辑:刘志强;收稿日期:2007-09-07;改回日期:2007-11-15。

第一作者简介:陈江,男,硕士,主要从事环境地质研究;通信地址:050061,河北省石家庄市石岗大街406号,电话:0311-87701351; E-mail: chenjiang_email@163.com。

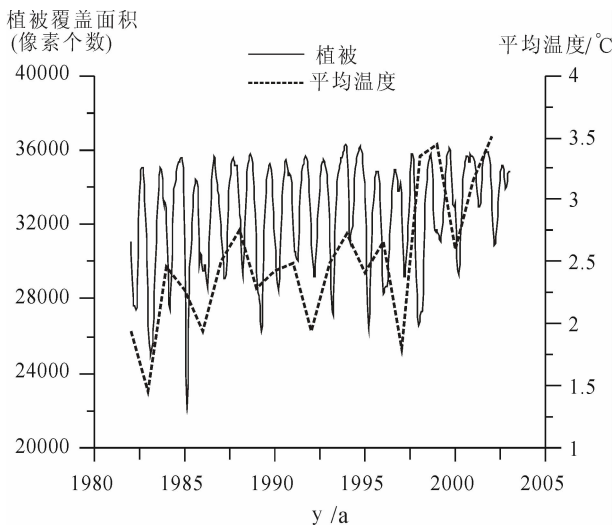


图1 植被覆盖与平均温度的关系

Fig. 1 Relationship between vegetation area and average temperature

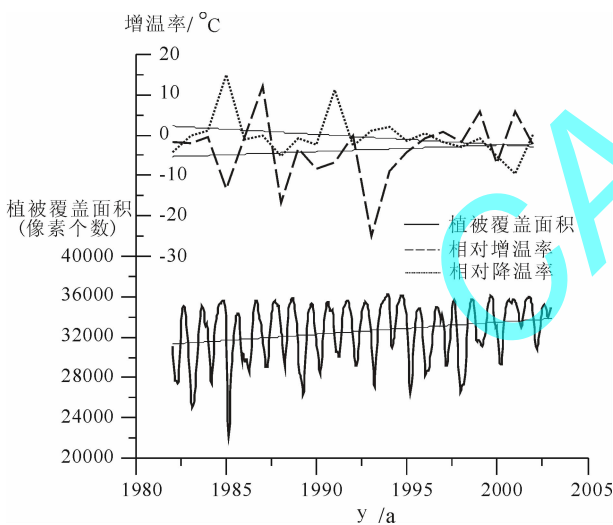


图2 植被覆盖与相对温度变化的关系

Fig. 2 Relationship between vegetation area and relative temperature change

见,整个青藏高原具有不同于我国其它地区的独特气候生态特征,在全球变暖的背景下,高原是更为敏感的地区。

为了量化高原气候变化,我们对研究区的气象站点数据,进行以下统计分析:

(1) 降水量的统计、降水次数、降水的方差: 包括(稳定状态)大于 0°C 、 3°C 、 5°C 的年降水量,其中 0°C 对应于植被的枯黄期, 3°C 对应于植被的返青期, 5°C 对应于植被的旺盛期。

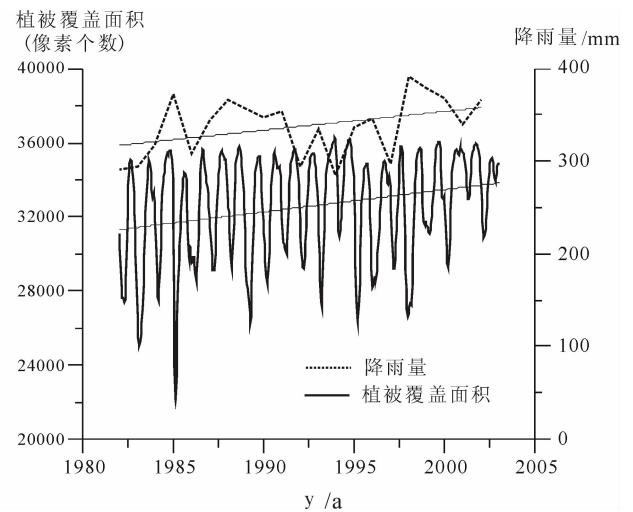


图3 植被覆盖与降雨量的关系

Fig. 3 Relationship between vegetation area and rainfall

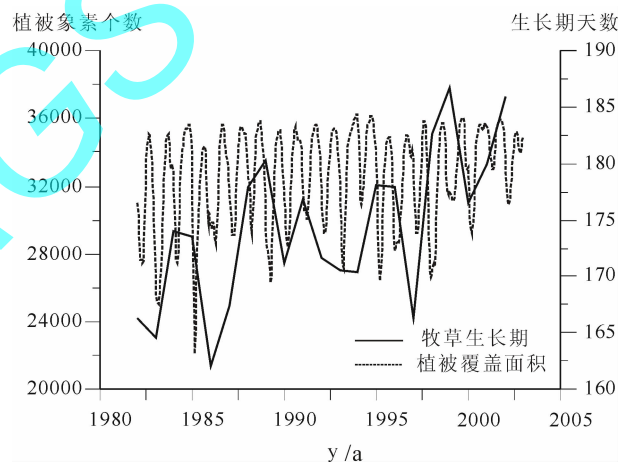


图4 植被覆盖与牧草生长期的关系

Fig. 4 Relationship between vegetation area and growth period of pasturage

(2) 保证率的统计: 分别统计降水量大于等于60%、70%、80%、90%保证率情况下对应的年降水量。

(3) 热量的统计: 相对增温率 = $(5\text{月平均温度} - 3\text{月平均温度}) / 3\text{月平均温度}$; 相对降温率 = $(9\text{月平均温度} - 11\text{月平均温度}) / 11\text{月平均温度}$ 。

(4) 牧草绿相生长期: 指温度稳定大于等于 3°C 到稳定小于等于 5°C 的天数。在青藏高原区域内牧草在该生长期内的生长状况处于返青和枯萎的中间阶段。

从统计结果看(图1~图4),植被覆盖面积变化和温度、相对温度变化、降水量、牧草生长期都存

在正相关性,与相对降温率呈负相关,说明这些因素是驱动植被向好的方向发展的良性因素。从气象条件看,1981~2002 年间平均温度、降水量、牧草生长期等气象要素都有增加趋势,这些就决定了植被生长的关键条件在改善,而高原区域山体表层含水量很小,严重依赖降雨,致使地下水位对植被的影响不大。

青藏高原的地面气温较之同纬度的东部平原要低的多,而从年较差上看,青藏高原上也要小的多。因此,若用温度的年较差作为气候特性的标志,青藏高原与东部平原地区相比具有“海洋性”气候的特点。而从高原的温度变化幅度来看,青藏高原在冬季,夏季都更为明显一些。表明了青藏高原的气候敏感性更大,从一个方面说明了研究青藏高原环境变化的重要性。

从全国降水量分布可以知 400 mm 等雨量线经过青海玉树、西藏拉萨一线。在该线西北,降水量小,而在东南部,有中国降水中心之一,即藏东南森林区,以及云南西北部。在雅鲁藏布江中上游的山地灌丛草原降水也超过 700 mm。与同纬度的东部平原地区相比高原降水量小于东部,但变化一般大于东部。我们综合青藏高原降水量分布与变化趋势和典型地区的台站降水量长年变化趋势,也可以得知,除个别地区(主要是拉萨附近)降水减少,尤其是冬季,大多数降水增加,特别在雅鲁藏布江中上游的山地灌丛草原地区,降水量增加比较多,且这种增加相对集中在夏季。从这些表面规律上,我们注意到:植被分布好的地区,降水量大,而对于荒漠,甚至沙漠地区,降水变得越来越少。

2 高原植被变化

植被对气候变化非常敏感,植被类型表现着植物界对于主要气候类型的反应,每个气候类型或分区都有一套相应的植被类型。用气象卫星的宏观遥感方法获得的植被分布图像,虽然识别不出各个植物群落,但可以对植被生态环境状况在“景观”水平上做出评价,揭示出植被在景观一级的生态规律。由此,研究分析气候变化和植被的变化,可获得环境系统演变的规律。

为了从大区域上分析总体植被变化趋势,减少局部研究中周期性变化的影响,选取 GIMMS(Global Inventory Modeling and Mapping Studies)-NDVI(Normalization Difference Vegetation Index)数据作为

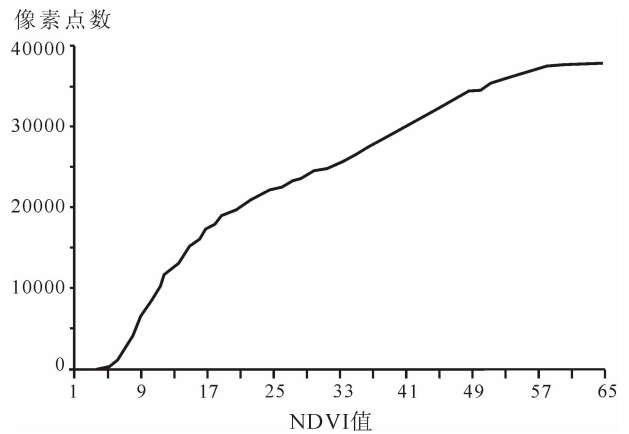


图 5 青藏高原植被指数像素累计

Fig.5 Accumulation of vegetation indexes in Qinghai-Tibet Plateau

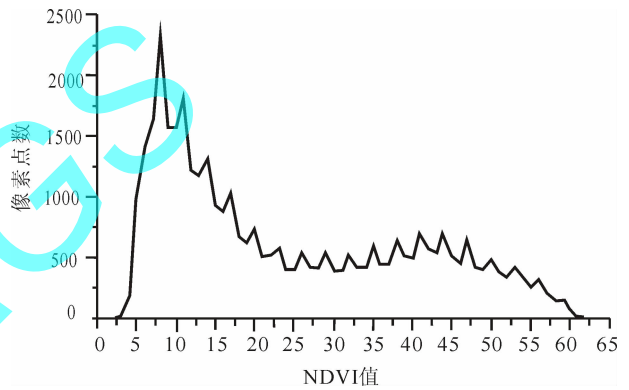


图 6 青藏高原植被指数频率直方图

Fig.6 Frequency histogram of vegetation in Qinghai-Tibet Plateau

计算的标准数据,对青藏高原做大区域上植被覆盖的计算。GIMMS-NDVI 全球植被指数提供了 22 a 的卫星数据来记录每年的植被覆盖情况,分辨率为 8 km(金晓媚,2005)。

图 5 和图 6 是根据 2002 年 8 月上旬的全球植被数据所作的植被指数像素累积图和频率分布直方图,主要目的是为了确定植被和非植被在 NDVI 值大小上的区别。理论上,NDVI 取值范围可选择 0~100 之间。NDVI 数值越大,表明植被的覆盖程度越高,植被活动越强。因此,在植被覆盖率低的地区,人们常采用年或月平均 NDVI 的某一界限值作为阈值,来排除非植被因素的影响(陈江等,2007)。根据图 5 和图 6 植被指数分布变化趋势,本次研究选择 NDVI 值等于 40 作为植被边界的阈值。

图 7 是由 2002 年 8 月上旬 GIMMS-NDVI 全球植被指数数据经密度分割做出的植被分布图,在植

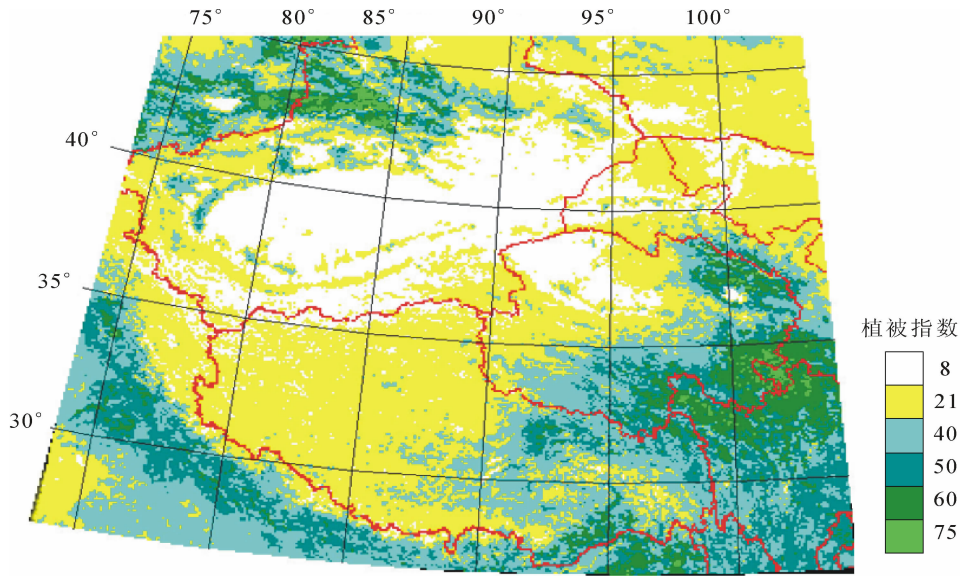


图7 2002年8月上旬西北地区植被指数分布

Fig. 7 Distribution of vegetation indexes in Northwest China in August 2002

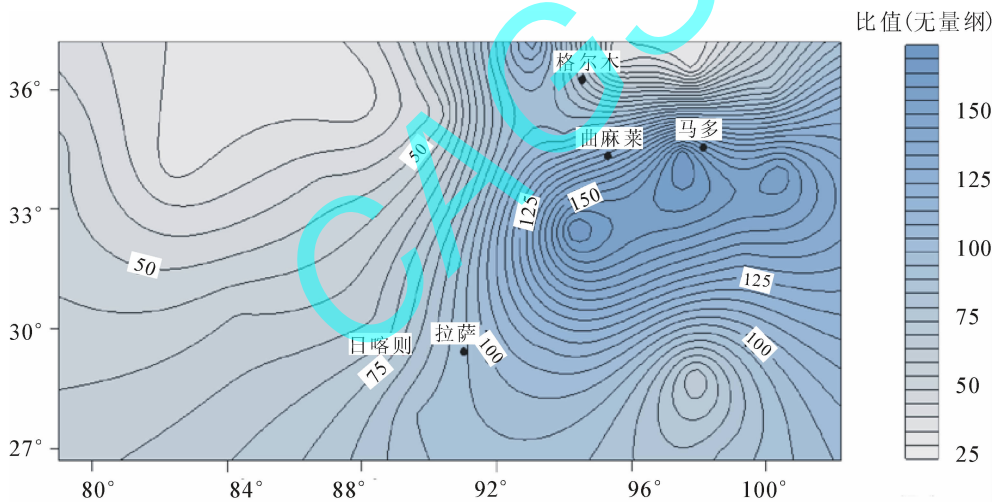


图8 植被最大变幅与平均值之比

Fig. 8 Ratio of maximum change value to average value

被指数划分上,以0~40划分为荒漠或水体和戈壁冰川等无植被覆盖区,40~75划分为不同覆盖度的植被区。从图7可知青藏高原的植被分布差异明显,高原植被分布具有显著的规律性,从东南向西北植被的覆盖度逐渐减少,在青海省东南部覆盖度最大,集中在三江源区及其流域周边,西北部的柴达木盆地大面积沙漠覆盖,几乎没有植被发育,覆盖度最低。

为了更直观地反映植被的变化范围和大小,可以通过对植被指数做以下两种统计来分析:①取每

年的NDVI最大值与最小值之差即得到指数变幅,对21a的植被变幅取最大值,同时由所有数据得到NDVI平均值,这样就可以做出植被最大变幅与平均值之比构成的等值线图,即图8。②取每年植被变化的平均值,取21a最大值可作出差值等值线图(图9)。

两幅图反映出了21a来环境变化的程度,从图8看,变化最剧烈的地区位于青海省南部东部大部分地区,也就是三江源所在地,西部和青藏高原的南部相对变化较小,整体上看由东南向西北逐渐变小,

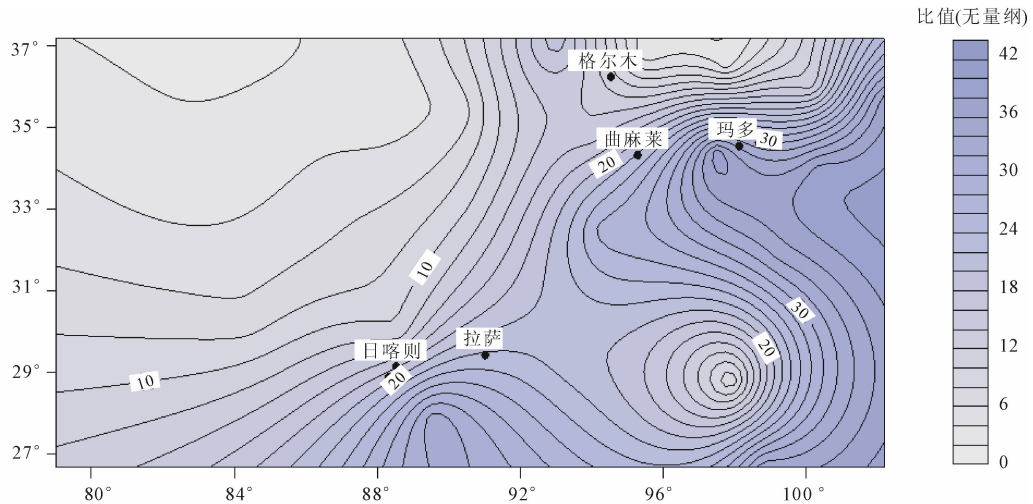


图 9 植被指数年平均变化差值

Fig. 9 Annual average difference values of the Vegetation Index

表 1 高程范围内的植被覆盖

Table 1 Vegetation in each altitude range

高程 /m	像素总数	植被像素	覆盖率
3800	11680	4758	0.41
4200	3190	1727	0.54
4600	5995	3396	0.57
5000	8693	2403	0.28
5400	6126	681	0.11
5800	1600	112	0.07
6200	202	25	0.12
6600	26	3	0.12
7000	4	0	0.00
7400	1	0	0.00

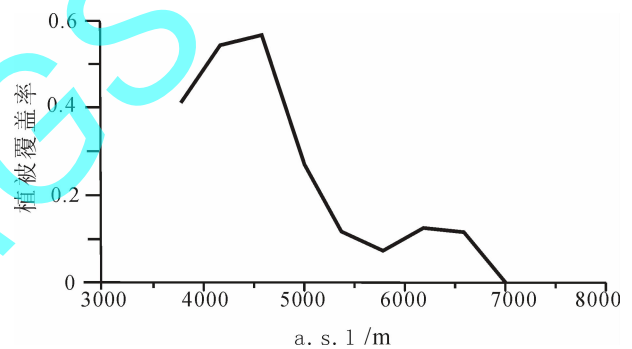


图 10 青藏高原植被覆盖与高程关系

Fig. 10 Relationship between vegetation and altitude

这和整个高原的降水分布极为相似。其中,玛多和曲麻莱南部区域变化最大,同时这里人口较其它地区也要密集,除说明人类活动对植被影响明显外,也说明这些地区植被对环境敏感程度较其它地区显著。图 9 则反映了植被总体变化情况,与变幅差值比等值线图结果相近,变化较大的位于青海东南部和拉萨南部地区,这些地区人口相对密集,植被覆盖度也相对较高,在遥感影像上反映比较明显。从两幅图可以得出结论,高原植被变化集中在人口密集和植被覆盖密集区,这些地区的植被最容易受到外界影响和发生变化。

3 植被覆盖与高程的关系

从高程的分布可知哪个海拔范围最适合植被的生长,进而确定该海拔的气温、降水、土壤构成更有可能对植被的生长有利,为影响该区域生态环境变

化的主要因素研究提供方向。

选择 8 km 分辨率 GIMMS 全球植被数据作为植被覆盖的原始数据,DEM(数字高程模型)数据为 1 km 分辨率。根据需要利用距离平均插值方法将 1 km 压缩为原来的 1/64(取平均值),可以得出植被与高程之间的关系(表 1)。

青藏高原的植被以 NDVI 值大于 40 开始统计,以高程所在范围的植被面积与总面积之比作为植被覆盖率(图 10)。图 11 显示,高原的植被主要分布在海拔 4200 m 至 4600 m 范围内,在海拔 5600 m 处分布达到波谷,7000 m 以上基本无植被分布。

在黄河源区的植被分布调查中,使用 1.1 km 分辨率的 NOAA 遥感数据和 1.1 km 分辨率的数字高程模型(表 2)。黄河源区的植被分布由于地形的影响,大部分集中在河谷中间地带,高程在 4200 m 左右(图 11),随着海拔的升高植被覆盖急剧减少。高

表2 黄河源区高程和植被的关系

Table 2 Relationship between altitude and vegetation in the source area of the Yellow River

高程 /m	像素点数	植被像素点数	植被覆盖率
小于 3832	188	45	0.24
4200	703	11	0.02
4300	3847	1475	0.38
4400	3178	885	0.28
4500	2333	392	0.17
4600	2132	195	0.09
4700	1236	78	0.06
4800	415	16	0.04
4900	330	5	0.02
大于 4900	167	2	0.01

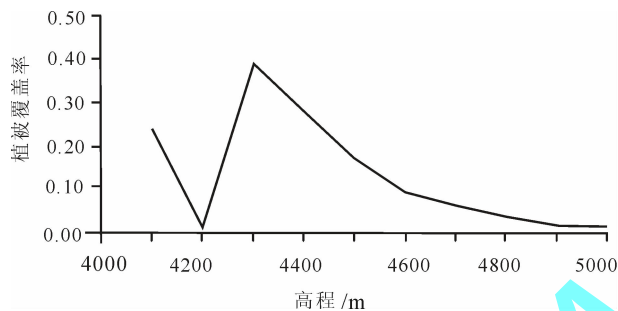


图11 植被高程之间关系

Fig. 11 Relationship between vegetation and altitude

程和海拔的关系主要体现在温度的变化上,因为海拔和气温存在极其密切的关系,而气温和植被又存在正相关性,因此海拔对植被的分布起着重要的控制作用。

从高程和植被生长的关系我们可以看到,高原植被的生长主要集中在4200~4600 m之间,属高原区较低海拔范围,从实地勘查可知,该海拔范围广泛分布低矮草场。

4 结论

本次研究利用了青藏高原区域20 a的遥感信息以及温度、降水资料,从黄河源区小尺度上和青藏高原的整体区域上分别分析了气温与降水的时空分布特征和变化趋势,随着海拔的升高年平均气温逐渐下降,年降水量分配集中在5-9月份;20 a来降水

量有增加变化趋势,但冬、夏季的降水量增加明显,而夏、秋季降水量显著减少;同时气温也呈明显的升高,趋势20世纪90年代比60年代平均气温偏高0.5℃。

高原植被变化与源区的气候、水资源和海拔高度有着密切的相关关系,在气象要素朝着有利于植被生长的方向发展时,局部地区如黄河源区出山口区区域植被存在增长趋势。由于海拔高度对温度、降水等气象条件存在一定程度的影响,因此对植被分布起着控制作用,高原植被在海拔高度为4100~4300 m的范围上分布最广。

参考文献

- 陈江,王安建,黄妙芬. 2007. 多种类植被覆盖地区 ASTER 影像岩石、土壤信息提取方法研究. 地球学报, 28(1): 86~91.
- 金晓媚. 2005. 黑河流域天然植被的面积变化研究. 地学前缘, 12(特刊): 166~169.
- 莫申国, 等. 2004. 青藏高原的主要环境效应. 地理科学进展, 23(2): 88~96.
- 姚檀栋, 朱立平. 2006. 青藏高原环境变化对全球变化的响应. 地球科学进展, 21(5): 459~464.
- 郑度, 等. 2002. 青藏高原与全球环境变化研究进展. 地学前缘, 9(1): 95~102.

References

- Chen Jiang, Wang Anjian, Huang Miaofen. 2007. The ASTER Imaging Rock and Soil Information Extraction Method in Multiple Vegetations Covered Area. Acta Geoscientica Sinica, 28(1): 86~91 (in Chinese with the abstract).
- Jin Xiaomei. 2005. The variability of natural vegetation area in the Heihe river basin. north-west China. Earth Science Frontiers, 12 (Suppl): 166~169 (in Chinese with the abstract).
- Mo Shenguo, et al. 2004. Major Environmental Effects of the Tibetan Plateau. Progress in Geography, 23(2): 88~96 (in Chinese with the abstract).
- Yao Tandong, Zhu Liping. 2006. The Response of Environmental Changes on Tibetan Plateau to Global Changes and Adaptation Strategy. Advances in Earth Science, 21(5): 459~464 (in Chinese with the abstract).
- Zheng Du, et al. 2002. Progress in Studies of Tibetan Plateau and Global Environmental Change. Earth Science Frontiers, 9(1): 95~102 (in Chinese with the abstract).