

黄土高原多沙粗沙区生态环境评价

高素华 刘 玲

康玲玲

(中国气象科学研究院,北京 100081)

(黄河水利科学研究院)

提 要

以水土保持作用系数、降蒸差、初级生产力为评价因子,对黄土高原多沙粗沙区的生态环境现状进行了评价,并根据近 40 年气候变化的规律及国家气候中心 GCM 模型对未来 50 年气温、降水的预测结果,对未来该区生态状况进行了预评估。提出,要改变生态环境脆弱、生产水平低下、资源利用和潜力发挥受阻的局面,进行生态环境建设,实行农业结构调整,宜林则林、宜草则草、宜沙则沙,是十分有效的途径。

关键词: 黄土高原 多沙粗沙 生态环境评价

引 言

黄土高原多沙粗沙区,位于黄土高原的北中部。行政区主要包括山西的西部、陕西的北部、甘肃的东北部、内蒙古中南部(清水河、准格尔等)地区,宁夏东南角小部地区,该区沟壑纵横、地形破碎、土壤疏松、水土流失严重,黄土高原多年平均输沙量为 16 亿吨,其中,面积为 $7.86 \times 10^4 \text{ km}^2$ 多沙粗沙区输沙量就占到 65%,堆积于黄河下游河床中的粗泥沙也主要来自多沙粗沙区,导致黄河下游河床不断淤积抬高,加剧了洪水的威胁。

长期以来,当地政府和人民为改善生态环境做出了许多努力,但收效不很显著,甚至局部地区人为破坏造成新增水土流失大于水土保持的现状,加剧了生态环境的恶化。

为了改变该区的落后状况,使农业可持续发展,根据多沙粗沙区的气候、植被、水文等自然条件的差异,从有利于生态环境保护流域综合治理和经济可持续发展出发,对多沙粗沙区进行生态功能评价提出区域主要生态问题十分必要,其结果将对生态环境建设和水土治理提供科学依据。以水土保持作用系数、降蒸差(降水可能蒸散差)和初级生产力为评价因子,并结合近 40 年气候变化状况对生态环境、生态功能进行了评价,根据气候

预测结果对未来生态环境进行了预评估。

1 资料与方法

利用 1960~2000 年气象资料及 2000 年 NOAA 卫星遥感资料。气象资料来源于国家气象中心,遥感资料由陕西省遥感中心提供。

1.1 初级生产力计算

利用 Leith 方法计算了初级生产力,分别采用 Thornthwail Memoriae 模型和 Miami 模型计算植物的初级生产力^[1]。

1.2 降蒸差(降水可能蒸散差)

降水量、可能蒸散量在水分平衡方程中有举足轻重的地位,这两项的差值(降蒸差)基本上可以表示当地水分供应状况。可能蒸散采用 FAO98 计算版本提供的计算公式^[1],资料年限同上。

1.3 水土保持作用系数

水土流失是该区主要生态环境问题之一,在有些地区是比干旱还要突出的严重环境问题。评价一个地区水土保持作用的指标很多,本文采用和地表覆盖度关系极密切的“水土保持作用系数”来表示的水土保持状况。覆盖地表的作物植被有减缓侵蚀的保土作用,其抑制土壤侵蚀的能力或作用的大小称为植被保土作用系数,用 C 表示。

C 的定义为有植被的土壤侵蚀量与相同情况下无植被覆盖的土壤侵蚀量^[1]。表示抑制水力侵蚀作用的大小。 C 值具有概率概念的特性,其值变化在 0~1 之间,当无植被作用时, $C=0$; 当植被作用达最大时, $C=1$ 。

1.4 植被覆盖度

植被覆盖度表示植被投影面积与植被分布面积的比值。有关植被覆盖度的资料大部分都是通过试验测得的单点(或样方)某种植被的覆盖度,或者某种类型牧草的覆盖度等,基本上没有面上覆盖度的资料。因此,为了获得面上连续的覆盖度资料,我们以美国极轨气象卫星 NOAA 卫星资料为主要信息源,结合地理信息 ARC/INFO 8.02 以及遥感图像专业处理系统 ERDAS IMAGINE 8.4,得到了植被覆盖度。

2 结果分析

2.1 初级生产力

表 1 给出了黄土高原多沙粗沙区主要站点降水量与初级生产力。由表 1 可见,初级生产力(P_N)由东南向西北递减。变化在 7400~8950 kg·hm⁻² 之间。这种变化趋势与降水量变化趋势相同。表 1 中吴旗降水量最多,为 551mm;清水河最少,为 441mm;两者相差 110mm,初级生产力相差 1443 kg·hm⁻²。相当 1mm 降水可使初级生产力相差 13.12 kg·hm⁻²,影响显著。

2.2 降蒸差

表 1 还给出了黄土高原多沙粗沙区主要站点的降蒸差。由表 1 可见,降蒸差的分布趋势也是由南向北增加。除延安和吴旗外,

表 1 黄土高原多沙粗沙区年降水量、初级生产力及降蒸差

站名	年降水量 /mm	初级生产力 /kg·hm ⁻²	降蒸差 /mm
清水河	441	7472	680
河曲	467	7765	667
兴县	482	7163	629
佳县	462	7679	690
米脂	539	8753	573
绥德	534	8684	579
延安	533	8671	530
吴旗	551	8915	502
华池	516	8438	583

降蒸差均比降水量大 1 倍以上。从降水量来看,在北方地区中不算少,在 400mm 以上。但降蒸差大,而且水土流失严重,所以干旱的影响十分严重。

2.3 水土保持作用系数

水土保持作用系数。大部分地区在 0.5 左右,南部略高一点,但也达不到 0.6;北部部分地区在 0.5 以下,覆盖度大部分地区也在 0.5 左右,覆盖度小于 0.5 无论对风蚀或者水蚀的保土作用一般都很差。

通过比较分析初级生产力、降蒸差和水土保持作用系数,不难看出三者之间有很好的相关性。水土保持作用系数与降蒸差为负相关,关系方程为:

$$Y = 0.86511 - 0.0053X_1 \quad R = -0.6891$$

式中: Y 为水土保持作用系数, X_1 为降蒸差,信度水平 0.001。

水土保持作用系数(Y)与初级生产力(X_2)呈正相关,方程为:

$$Y = 0.153164 + 0.002061X_2 \\ R = 0.7353$$

信度水平为 0.001。

三者复相关也很高, $R = 0.7401$, 方程为:

$$Y = 0.26907 + 0.000051X_2 - 0.000097X_1$$

由上述统计分析可见,植物水土保持作用系数与降蒸差、初级生产力关系密切。通过一个地区的水土保持作用系数,就可以了解该地区的水分状况和生产功能状况。反过来,有水分状况和初级生产力资料也可以反演出水土保持作用系数,了解水土保持状况。

2.4 近 40 年的气候变化

生态环境的优劣与气候条件关系十分密切,气候条件(降水、温度等)的变化对环境的影响十分明显,黄土高原多沙粗沙区干旱是造成生态环境质量差的主要原因之一。气温升高,加大了蒸发,加剧了干旱化趋势的发展。近 40 年来,我国,尤其北方变暖的趋势明显。统计北方半干旱区 181 个站点 40 年平均温度为 7.25℃,20 世纪 60 年代、70 年代平均温度距平基本都是负值,进入 80 年代后部分地区距平转正,90 年代后平均温度

距平均为正值,大部分地区偏高 0.5°C 以上,本区也符合此变化规律。以延安为例,近 40 年平均气温为 9.71°C ;20 世纪 60 年代温度距平为 -0.52°C ;70 年代为 -0.08°C ;80 年代 -0.16°C ;90 年代 0.76°C ,90 年代与 80 年代温度差为 0.92°C ,90 年代被认定是近 100 年来最暖期。近 40 年降水的变化,20 世纪 60 年代北方多数地区降水为正距平;70 年代开始大部地区降水呈减少趋势;90 年代最少。仍以延安为例,近 40 年延安平均降水量为 533.6mm ,20 世纪 60 年代为正距平 (68.51mm),70 年代为负距平 (-30.22mm),80 年代有增加趋势,距平为 38.77mm ,但 90 年代出现了 40 年中最大负距平为 -77.05mm ,90 年代与 60 年代差值为 -145.56mm 。

全球变暖气温升高,在一个区域可能变得暖干或暖湿,这取决于降水和蒸发量在气候变暖条件下的变化状况。施雅风(2002)给出了判断气候型的标准,气温升高使降水量和蒸发量都增加,形成暖干气候型的条件是: $dP/dT < dE/dT$;式中: T 为气温; P 为降水; E 为蒸发, dP/dT 为降水随全球变暖的区域性气温升高的变化率; dE/dT 是蒸发随全球变暖的区域性气温升高的变化率。形成暖湿气候型的条件是: $dP/dT > dE/dT$ 。依照这个标准,计算了本区各站从 20 世纪 60 年代至 90 年代的 dP/dT 和 dE/dT 。结果表明,20 世纪 90 年代大部分站(大于 75%)都是 $dP/dT < dE/dT$,也就是说,随着区域性气温升高,气候有变干的趋势,90 年代该区为暖干型气候。

2.5 未来 50 年气候变化对生态环境的影响

根据国家气候中心提供的 5 个全球大气环流模型(GCM、CGCM、CSRIO、DKRZ、GFDL HADLEY,均只考虑温室气体变化,不包含硫化物气溶胶影响),模拟输出的 2010~2050 年降水和温度的距平变化场(相对 1961~1990 年气候平均场),结合研究区内各站 1961~1990 年气候累年值插值和订正的结果,未来 50 年温度的增加是十分明显的,2010 年达 1.42°C ,2050 年高达 3.28°C ,

而降水 2010 年增加仅 $0.04\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 。延安 40 年平均降水量为 533mm ,增加 $0.04\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,不足 3%,延安 40 年平均气温为 9.7°C ,温度增加 1.42°C 后可使年蒸发量增加 10% 左右,由此可见,降水随区域气温升高的变化率小于蒸发的变化率。按上述气候分型标准看,到 2010 年延安气候仍为暖干型,该区绝大多数站都将维持暖干型的气候,气候变暖对该区植物生长有利的一面是可以增加一定的生物量(温度升高 1°C ,初级生产力提高 3% 左右),但是干旱造成的负面影响大于温度升高的正效应(降水减少 10%,初级生产力下降 5% 左右)。如果仍保持目前的农业结构和植物种类,到 2010 年,该区的植物覆盖率不会出现良性改变。水土流失仍会十分严重,生产力仍维持低水平状态,为了改变这种不良局面,进行生态环境建设及农业结构调整,退耕还林(草)是十分有效的途径。

3 结 语

黄土高原多沙粗沙区处于生态功能较差的 3 级区^[1],主要的生态问题是水土流失严重,水土保持作用系数较小,植被覆盖率大部分地区在 0.5 左右,而且气候干旱,降蒸发比降水量多 1 倍以上,初级生产力相对较低,平均为 $8000\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,从 90 年代以来该区大部地区一直维持暖干型气候,且据国家气候中心 GCM 模型预测,在未来 50 年区域气候仍维持暖干型。这种气候的变化对生态环境的影响负面作用大于正面作用,要改变目前生态功能低下、生态环境脆弱、生产力水平低、抗灾能力差、经济发展缓慢的局面,科学地进行生态环境建设和农业结构调整,按当地的自然环境、气候特点、积极退耕还林(草),采取宜林则林,宜草则草,宜沙则沙的对策十分必要和有效。

参考文献

- 1 高素华,郭建平,刘玲. 中国北方生态功能现状评价. 自然灾害学报,2002,11(4):196~200.
- 2 毛飞,张光智,徐祥德. 参考作物蒸散量的多种计算方法及其结果比较. 应用气象学报,2000,11(增刊):128~135.
- 3 高素华. 中国农业气候资源及主要农作物产量变化图集. 北京:气象出版社,1993:76~115

Evaluation of Ecological Environment in Plentiful and Coarse Sand Area in Loess Plateau

Gao Suhua¹ Liu Ling¹ Kang Lingling²

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081; 2. Yellow River Hydrological Academy)

Abstract

The present state of ecological environment is evaluated in the area of plentiful and coarse sand on the Loess Plateau in China with water and soil conservation effect coefficient, the difference between rainfall and evaporation and primary production capacity as the evaluation Factors. At the same time, based on regularity of climatic change for last 40 years, and the forecasting result of air temperature and rainfall for next 50 years with GCM Model of National Climatic Center, the future ecological condition in the zone is viewed. It put forward a proposal of ecological environment construction, adjusting agricultural structure: planting trees where to be good for growing trees, planting grass where to be good for growing grass and developing sand production where to be not good for growing plant. These proposals are effective ways to change the current condition on the frailty of ecological environment, lower production level, resources of unreasonable use and undeveloped potential production.

Key Words: the Loess Plateau plentiful and coarse sand area ecological environment evaluation