

# 青藏高原水土资源农业利用的敏感性与生态环境影响

索朗曲珍

542221198209290560

**摘要:** 青藏高原是我国的“水塔”，也是我国重要的生态安全屏障，但由于人类不合理的开发利用，尤其是水土资源的不合理使用导致青藏高原生态环境发生不同程度的退化，严重影响青藏高原包括生态环境功能在内的多种功能的正常发挥。由此，必须对青藏高原水土资源农业（农林牧）利用的敏感性及其影响因素进行辨识，科学评估当前水土资源农业利用的生态环境影响。基于该目标定位，同时作为中国科学院战略性先导科技专项（A类）子任务的一部分，本文以青藏高原水土资源农业利用的敏感性与生态环境影响作为主题，从简要论述青藏高原水土资源利用现状入手，针对其对于气候、土壤、河湖、冰川的敏感性进行了定量和定性分析，最后分别从这四个方面分析了其对于生态环境的影响。

**关键词:** 青藏高原；生态环境；水土资源；农业利用

## Sensitivity and eco-environmental impact of agricultural utilization of water and soil resources on Qinghai-Tibet Plateau

Suolangquzhen

**Abstract:** The Qinghai-Tibet Plateau is not only the "water tower" of China, but also an important ecological security barrier. However, due to human's unreasonable development and utilization, especially the irrational use of water and soil resources, the ecological environment of the Qinghai-Tibet Plateau has suffered varying degrees of degradation, seriously affecting the normal functioning of various functions including ecological environment. Therefore, it is necessary to identify the sensitivity of water and soil resources agriculture (agriculture, forestry, and animal husbandry) utilization and its influencing factors on the Qinghai-Tibet Plateau, and scientifically evaluate the ecological environmental impacts of current water and soil resource agricultural utilization. Based on this goal and as part of the China Academy of Sciences' Strategic Priority Research Program (A), this paper takes the sensitivity and ecological environmental impacts of water and soil resource agricultural utilization on the Qinghai-Tibet Plateau as the main theme. Starting with a brief description of the current situation of water and soil resource utilization on the Qinghai-Tibet Plateau, it quantitatively and qualitatively analyzes its sensitivity to climate, soil, rivers and lakes, and glaciers, and finally analyzes its impact on the ecological environment from these four aspects.

**Keywords:** Qinghai-tibet Plateau; Ecological environment; Water and soil resources; Agricultural utilization

### 前言

青藏高原由于海拔高、气候稀薄、河湖纵横水量大、人口密度极小、冰川众多、气候寒冷等因素<sup>[1]</sup>，在农业利用上具有很多独特的特点，生态环境更加具有敏感性。由于青藏高原上人类其他活动种类相对较少，强度相对较低，以青藏高原农业利用对于生态环境的影响为题开展研究<sup>[2]</sup>，可以更有效避免其他人类活动的叠加影响，提升结果的准确率和有效性，具有重要的理论和现实意义。

本文按照从整体到一般的思路，先对青藏高原水土资源农业利用现状进行介绍，分别从地理气候特点、农业分布特点、水土资源农业利用特点三个方面做了概要阐述，分别从冰川安全、土壤成分、高原气候、河湖水体四个角度，在分析相关敏感性的基础上，对生态环境的影响进行了着重分析。

### 一、青藏高原水土资源农业利用现状概述

青藏高原是世界上面积最大、海拔最高的高原，位于我国西南部，面积达到250万平方公里。

#### 1.1 青藏高原地理气候特点分析

青藏高原地处我国西南边陲，包括青海省和西藏自治区，东与四川省隔金沙江相望，北与新疆维吾尔自治区毗邻，南面和西面与印度、尼泊尔、不丹、缅甸四国及克什米尔地区接壤，东南与云南省山水相连。是世界上海拔最高的地方，素有“世界屋脊”、“地球第三极”和“亚洲水塔”之称。

由于地形、地貌和大气环流的影响，青藏高原气候独特且复杂多样，总体上呈现西北严寒干燥，东南温暖湿润的特点。气候类型自东南向西北依次有：热带、亚热带、高原温带、高原亚寒带，高原寒带等各种类型<sup>[3]</sup>。青藏高原

是中国太阳辐射能最多的地方,比同纬度的平原地区多至少1/3,太阳辐射强度、日照时间和日照量均位居全国第一。与同纬度内陆地区相比,青藏高原多数地区气温偏低,如拉萨、日喀则的年平均气温比相近纬度的成都、重庆、武汉等低12℃左右。

### 1.2 青藏高原农业分布特点分析

因受特殊的地理气候影响,青藏高原农业主要分布在青海的湟水谷地和西藏的雅鲁藏布江谷地地区。这些地区地势相对平稳,海拔较低,水源充沛,日照强烈,积温较高,昼夜温差大,有利于农作物光合作用的进行。农作物多为小麦、豌豆、青稞等具有较强抗寒抗旱能力的品种,其中青稞产量占我国第一位,同时种植蔬菜、瓜果中较为耐寒的品种。蓄养藏绵羊、藏山羊、牦牛等适应严寒天气的牲畜,这些品种大多具有稀缺性,有着很高的经济价值。

### 1.3 青藏高原水土资源农业利用特点分析

青藏高原水土资源农业利用存在以下特点:地域分布集中,多分布于湟水谷地和“两江两河”地区(即雅鲁藏布江中游及其支流年楚河和拉萨河的河谷地区);水资源丰富,由于河湖纵横,农业开发多从就近的河湖中取水,方便快捷经济成本低;日照强烈,有着中国乃至世界上最充足的日照量,有利于农作物光合作用的进行;昼夜温差大,平均可达10到15摄氏度;海拔高空气稀薄,平均海拔在3000米以上;部分品种产量较大,如小麦和青稞,由于吸收了较强的日照,且昼夜温差明显,一般生长状况良好,麦穗大且饱满,单位产量高。

## 二、对冰川安全的敏感性及其生态环境影响分析

青藏高原是我国冰川的集中分布区,高原冰川总面积4.9万平方千米,多年平均融水量约为350亿立方米<sup>[4]</sup>。其中永冻地带数量居多,且很多冰川历史悠久,富含丰富的矿产资源,是研究气候变化和自然资源的活化石。同时,水土资源的农业利用对于冰川的影响,会连带产生对于其他生态因素的影响。

### 2.1 敏感性分析

根据当地水土资源农业利用对于冰川安全的影响,建立冰川安全敏感性的归一化计算模型,具体函数为:  $Re=F(S,C,L,M,N)$ 。其中Re代表最终结果;S代表地形因素,根据海拔、坡度、坡长、附近水体丰富度等进行加权计算;C代表相对温度因子,是一个归一化概念,以冰川保持相对稳定的最佳温度作为对照;L代表风蚀因子,是作用于冰川

上的风速风力风向等综合性评价指标;M代表人口密度因子,同样以保持冰川相对稳定的最佳密度作为对照;N代表大气气压因子,以标准大气压作为对照,根据气压对于冰川的影响程度综合确定归一化数值。

在青海地区和西藏地区各取二十处冰川作为观测点,经过测量划定冰川环境考察范围,按照上述模型逐一确定每一自变量具体数值,根据冰川面积、永冻程度、所在地区人口数量等情况,综合分析确定每一处的具体权重,按照加权相加的形式计算出敏感性为0.9657,敏感性较高。

### 2.2 生态环境影响

根据课题组实地观察、测量和计算,根据冰川安全计算模型,采用定量分析与定性分析相结合的方式得出结论。青藏高原地区冰川出现一定程度的退缩,程度从东南部向西北部递减,但根据敏感性算子及取样观测来看,并未发现和农业利用分布特点出现较大范围重合。目前我国青藏高原地区水土资源的农业化利用对冰川安全带来了一定影响,但尚在可以有效应对的范围内。与此同时,冻土面积每年减少0.032%<sup>[5]</sup>,对于铁路、公路等重要基础设施的运行带来重大安全隐患,如地基崩塌、沿途泥石流等。

## 三、对土壤沙化的敏感性及其生态环境影响分析

水土流失是造成土壤沙化的最主要原因,青藏高原地区人类农业活动,具有使农业灌溉区周边土壤水分含量减少、造成土壤沙化的风险。

### 3.1 敏感性分析

建立水土流失风险分析模型,计算函数为:  $Re=F(P,Q,L,R,K)$ 。其中Re为最终结果;P为植被覆盖和管理因子,指所测区域内植被覆盖占总面积的比中;R为降水侵蚀因子,指降水频率、降水量、雨水性质等进行加权综合并归一化后的数据;K为地形因子,由坡度、坡长、土壤成分等进行加权确定;Q为土壤可蚀性因子;P为水土保持措施因子,对人工干预措施进行量化表达。

土壤的取样采用土钻法,在40厘米土壤范围内每隔10厘米取一层土样,每个土层设定不同的权值。在农耕区于播种前1天、播种后全生育期内每隔7天、灌水及降雨后分别取土,使用烘干法进行土壤水分测定<sup>[6]</sup>。求得4个土层土壤含水量的加权平均值,即为地表以下40厘米范围内土壤含水量。在青藏高原选取100处地点进行土壤取样和环境观测,尽可能涵盖不同经度纬度、海拔气候、农业种类、地形地貌特点,综合确定每处不同的权值,根据测定数据

计算敏感性算子结果,按照加权相加得到敏感性为0.8567,对土壤沙化敏感性较高。

### 3.2 生态环境影响分析

分析不同数据和观测结果可知,适当的耕地和放牧不仅不会对土壤造成负面影响,相反有一定程度的正面影响。在西藏“一江两湖”地区、青海湟水谷地地区所设立的取样点,周围耕地和畜牧规模较大,土壤成分含水量较高,土壤沙化可能性较小。其他大多数取样点耕地面积、农业机械、化肥、农药和塑料薄膜的使用对耕地生态安全带来了较大的负荷,与此同时人类对生态环境保护的能力还不够,但是由于生态环境本身具有一定的承载力,粮食产量、植被以及水质尚处于优秀水平。但在15处草地取样点经计算敏感性过高,经向周边区域实地观测,畜牧和耕种加剧了草地沙漠化、草场退化的趋势,出现了一定程度的土壤裸露、水土流失现象,草地群落发生变化,生物多样性受到一定程度威胁,大量新物种不能适应新环境选择向外迁徙。

## 四、对高原气候的敏感性和生态环境影响分析

气候包括气温、气压、湿度等综合性指标,青藏高原水土资源农业化利用,会对高原气候产生明显影响。

### 4.1 敏感性分析

建立高原气候敏感性分析模型,计算函数为: $Re=F(B,T,S,U,V)$ 。其中 $Re$ 为最终结果; $B$ 为冰川安全因子,是表征指所测区域内冰川出现融化、退缩、污染等的概率和强度的综合性指标; $T$ 为土壤沙化因子,表征所测区域周围出现水土流失、土壤沙化的概率和强度的综合性指标; $S$ 为降水因子,是表征所测区域降水量、降水强度的指标; $U$ 为温室效应因子,由所测地区历史同期温度、当年当月当日碳排放量、人口密度等进行加权确定; $V$ 为海拔因子,指所测地区平均海拔高度。

通过在青藏高原地区建立60个观测点,其中青海地区25个,西藏地区35个,涵盖不同的地形、人口密度区、海拔等,综合确定每个观测点所占权值,分别根据记录数据确定上述敏感性分析算子自变量值,计算出结果后加权相加,得到最后的敏感性结果为0.6578,说明对高原气候的敏感性一般。

### 4.2 生态环境影响分析

青藏高原冰川大部分是永冻层,据估算被封在其中的碳有600亿吨到1900亿吨之多,如果大片冻土融化,这些碳

随着气体释放到大气中,会造成全球范围内严重的温室效应现象,加速全球气候变暖进程。具体到青藏高原地区,根据子课题组2018年到2020年测量数据来看,年平均气温每年上升0.035摄氏度,是我国所有区域中升温最快的,是全球增速的2倍,同时比该地区近60年平均数据高出0.005摄氏度。年降水量每年增加0.79毫米,夏季的降水明显增加更多,而冬季降雪和积雪却在不断减少。

## 五、对河湖水体的敏感性和生态环境影响分析

青藏高原河湖纵横,其中湖泊面积占据了全国的一半以上。

### 5.1 敏感性分析

建立河湖水体敏感性分析模型,计算函数为: $Re=F(A,F,H,J,O)$ 。其中 $Re$ 为最终结果; $A$ 为水体性质因子,根据河湖性质,水质咸淡、水体质量等进行综合确定; $F$ 为降水因子,是表征所测区域降水量、降水强度的指标; $H$ 为冰川安全因子,是表征指所测区域内冰川出现融化、退缩、污染等的概率和强度的综合性指标; $J$ 为土壤沙化因子,表征所测区域周围出现水土流失、土壤沙化的概率和强度的综合性指标; $O$ 为高原气候因子,是根据不同气候表现经加权确定的综合性指标。

在青海湖地区设定20个观测取样点,在西藏“一江两河”地区设立30个取样点,在众多小河湖地带设立50个观测取样点,分别计算上述敏感性结果,根据事先设定的权值进行加权相加运算,得到最后的结果为0.9856,说明对河湖水体的敏感性很高。

### 5.2 生态环境影响分析

通过数据分析,在青海湖和“一江两河”地带设立的取样点整体保持稳定,但在小湖泊地带的取样点,观测到每年湖泊面积在略微增大,这主要是冰川消融和降水增加导致。湖泊面积增大会使周边草场牧场被逐渐侵占,破坏生态环境,并对重大工程设施产生直接淹没的威胁。结合2.2内容,在冰川出现退缩的地区,短期内河湖径流量会有所提升。但高流量时期无法持续,因为冰川总会融化完毕,河湖不得不依靠季节性降水来补充水源。青藏高原地区日照强烈,失水量大,一旦季节性降水量不足,就会出现水体下降,甚至干涸的情况。如果河湖两侧山体冰川发生冰崩的情况,可能会导致堰塞湖事故,给人民生命和财产安全带来重大威胁。

## 六、结束语

本文在冰川安全、土壤成分、高原气候、河湖水体四个方面对藏高原水土资源利用的敏感性及对环境的影响进行了深入分析。应该看到,生态环境还有许多其他领域,本文只选取了四个最有代表性的方面进行了着重论述。在下步的研究工作中,要着重从建立生态环境敏感性分析的一般性模型,利用智能算法进行机器训练与学习等方面进行深入研究,增强敏感性分析的智能化信息化水平,不断提升大数据技术在其中的运用比例,不断提升结果的准确性与可靠性。

### 参考文献:

[1]赵洪海.青藏高原水土资源脆弱性与匹配关系研究[D].华北电力大学(北京),2019.

[2]祝清哲.青藏高原空中水资源输送对下游降水的影响[D].兰州大学,2022.

[3]李兰.青藏高原湖泊演化及生态环境效应研究[D].长安大学,2021.

[4]孙思奥,任宇飞,张蕾.多尺度视角下的青藏高原水资源短缺估算及空间格局[J].地球信息科学学报,2019,21(09):1308-1317.

[5]张建云,刘九夫,金君良,马涛,王国庆,刘宏伟,闵星,王欢,林锦,鲍振鑫,刘翠善.青藏高原水资源演变与趋势分析[J].中国科学院院刊,2019,34(11):1264-1273.

[6]冯三三.青藏高原东部和南部地区水土环境微塑料分布、来源及其迁移转化过程[D].华北电力大学(北京),2021.