

# 清代青藏高原东北部河湟谷地林草地覆盖变化

吴致蕾<sup>1</sup>, 刘峰贵<sup>1,2,3\*</sup>, 张镜铨<sup>3,4</sup>, 陈琼<sup>1</sup>, 周强<sup>1</sup>, 杨登兴<sup>1</sup>

(1. 青海师范大学生命与地理科学学院, 西宁 810008; 2. 青藏高原环境与资源教育部重点实验室, 西宁 810008;  
3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国科学院陆地表层格局与模拟院重点实验室, 北京 100101;  
4. 中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心, 北京 100101)

**摘要:**河湟谷地是青藏高原东北缘典型的农牧交错区,清代以来耕地的扩张导致林草地覆盖发生明显变化。本文在现代植被图的基础上,选取土壤、地形因素,并依据历史文献数据,重建河湟谷地潜在林地草地格局,在此基础上结合清代耕地变化的重建结果,推算出清代河湟谷地林草地覆盖的变化状况。结果显示:①清代耕地扩张之前,其林、草地分布与现今各类植被类型的空间分布格局基本一致,林地分布范围比现代略大,灌木林地在空间上连续性更强,草地分布区域更广;②估算出河湟谷地潜在林地、灌木林地、草地面积分别约为 $0.28 \times 10^4$ 、 $0.93 \times 10^4$ 、 $2.1618 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,由于耕地开垦,至清代末期,河湟谷地草地、灌木林地、林地面积分别累计减少5180.41、1330.35、441.31 km<sup>2</sup>,其中草地被垦殖占用的面积最大,程度最深,减少的区域主要集中在湟水谷地中游的乐都盆地、西宁盆地以及黄河谷地的尖扎盆地、化隆盆地等;③清代河湟谷地中人类垦殖原始覆盖类型的差异性不仅受自然环境的限制,同样受到社会政策因素的影响。

**关键词:**清代;青藏高原;林草地;覆盖变化;河湟谷地

## 1 引言

陆地表面耕地、林地、草地三者之间的相互转化不仅对陆地表面的格局产生重要影响,也对陆地生态系统碳收支平衡产生影响(徐新良等, 2004; 葛全胜等, 2008),森林、草地等原始植被对固碳作用极为关键(Lal, 2008; IPCC, 2014),人类土地利用活动对原始植被的影响导致陆地生态系统结构、陆—气之间碳通量和地表反照率等的改变,进而成为生态系统和气候变化的关键因素,因此将土地利用与土地覆盖变化(Land Use and Land Cover Change, LUCC)的研究列为全球环境变化的重要领域之一(Lean et al, 1989; Shukla et al, 1990; Dickinson, 1991)。近年来,中国区域性的森林砍伐、草场退化

和耕地面积的增加对局部区域乃至全国范围的温度和降水产生了影响(李巧萍等, 2006; 廉丽姝等, 2009; 陈军明等, 2010)。因此,构建多尺度LUCC及其气候/生态效应综合模拟平台,定量模拟未来不同情境下不同时空尺度LUCC变化趋势及其对气候与生态系统的影响,已成为引发温室气体收支变化与改变地表陆—气界面过程的重点(刘纪远等, 2011),但是由于受历史时期土地利用变化认识的影响,区域气候影响数值模拟和碳释放量的量化研究主要通过利用经验数据来实现,在一定程度上成为气候效应研究的限制因素。鉴于此,高分辨率的历史时期植被覆盖变化的重建,能为全球变化的相关研究提供数据与支撑。

中国的历史文献资料极其丰富,时间序列长,

收稿日期:2016-04;修订日期:2016-05。

基金项目:国家自然科学基金项目(41271123, 41261010, 41371120);中国科学院战略性先导科技专项(XDB03030500) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41271123, No.41261010, No.41371120; Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences, No.XDB03030500]。

作者简介:吴致蕾(1992-),女,四川绵阳人,硕士研究生,主要从事自然地理综合研究,E-mail: wuzl32@163.com。

通讯作者:刘峰贵(1966-),男,青海门源人,教授,博士生导师,主要从事青藏高原区域地理研究,E-mail: lfg\_918@163.com。

引用格式:吴致蕾,刘峰贵,张镜铨,等. 2016. 清代青藏高原东北部河湟谷地林草地覆盖变化[J]. 地理科学进展, 35(6): 768-778. [Wu Z L, Liu F G, Zhang Y L, et al. 2016. Forest and grassland coverage change in the Yellow River-Huangshui River Valley in northeast Qinghai-Tibet Plateau during the Qing Dynasty[J]. Progress in Geography, 35(6): 768-778.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2016.06.010

数据记载全面,近年来中国地理学家利用丰富的田赋文献记录,对东北地区、华东地区、黄土高原、青藏高原等区域的耕地数据进行了校正与重建(Ryavec, 2001; Ye et al, 2009; 叶瑜, 方修琦, 任玉玉等, 2009; 田义超等, 2012; 颀耀文等, 2013; 罗静等, 2014; 张丽娟等, 2014; 袁存等, 2015),其重建结果与全球尺度上的HYDE数据集(Goldewijk, 2001)和SAGE数据集(Ramankutty et al, 1999)的结果相比更加精细、更具有可靠性(2个数据集重建的类型是耕地、牧草地覆盖),耕地的重建方法已趋于成熟,结果也得到更多的应用(葛全胜等, 2003)。但是有关历史时期LUCC的重建类型比较单一,以重建耕地覆盖为主,而对历史时期林地、草地覆盖重建方面的研究相对较少。目前,历史时期林、草地的重建工作可分为如下三类:第一类主要集中在大范围的依据经验值的一种推算。例如,Esser等(1994)将森林砍伐的可能性和人口数据量化,从而计算出欧洲公元1000-1850年的森林覆盖变化;Ramankutty等(1999)基于遥感解译的全球1992年耕地数据和历史时期多源耕地面积数据,反推出1700年以前全球潜在植被数据集,空间分辨率为5'(约相当于10 km);He等(2008)根据清代、民国的省域分辨率的森林变迁史料以及现代森林清查资料,对中国1700-1998年各省区的森林面积与森林覆被率值进行了估算。第二类,利用重建模型对潜在植被进行估算,如叶瑜、方修琦、张学珍等(2009)用土壤类型推断出东北地区县域尺度的原始潜在植被面积,减去1683年、1780年开垦耕地的面积获得1700年、1800年林地、草地的变化数据;何凡能等(2014),李士成等(2014)基于现代多期遥感影像并叠加全球潜在植被数据,获取了人类垦殖活动前林地可能分布的最大范围,分别对中国西南、东北地区土地宜垦性进行评价,认为宜垦性越高,林地被垦殖的可能性就越大,进一步推断出历史时期森林的变化,空间分辨率为10 km。第三类,重建过去某一历史时期自然植被的空间分布格局,例如张学珍等(2011)通过对历史文献资料进行空间表达,还原出东北地区17世纪后期的自然植被格局。以上的探讨和研究丰富了历史时期LUCC研究的土地利用类型,但并不能准确揭示区域土地利用变化的过程和互动机制。因此,本文利用历史文献数据和考虑相关影响因素恢复300年前潜在植被,在重建河湟谷地耕地、林地、草地等的基础上,试图揭示区域人类活动和

耕地开垦对原始植被演化的影响,进而推断清代河湟谷地林、草地覆盖的变化。

## 2 数据与方法

### 2.1 研究区概况

河湟谷地位于青藏高原东北缘,是黄河上游龙羊峡至寺沟峡段支流湟水河等的冲积作用下形成的河谷地区,简称“河湟谷地”,其行政范围包括青海省西宁市(含城中、城北、城西、城东和湟源、湟中、大通在内的4区3县)、海东市(含平安、乐都和互助、化隆、循化、民和在内的2区4县)以及海北藏族自治州门源县、黄南藏族自治州尖扎、同仁县和海南藏族自治州贵德县等共17个区县,全区面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区域是黄土高原向青藏高原、东部季风区向西北干旱区、农耕区向游牧区过渡的关键地带,海拔高度在1689~5218 m之间,属于典型的干旱、半干旱大陆性气候;同时该区处于青海省东部祁连山地草原区,有零星的林地和灌木林地分布,是青海省海拔高度相对较低、气候条件相对较好的区域,也是历史时期青藏高原东北部森林、灌木林地和草原分布较为集中的地区(《青海森林》编辑委员会, 1993)。汉代“河湟间少五谷,多禽兽,以涉猎为事”,随着中原汉人的迁入,公元前61年(汉宣帝神爵元年),湟水流域为开垦屯田采伐木材6万余株(班固, 1982),青海东部地区处于林莽阶段。公元635年(唐太宗贞观九年)李靖与吐谷浑之战,吐谷浑采取清野战略“尽火其莽,退保大非川”,焚烧省域东部较大一部分的森林灌丛。公元1591年(明神宗万历19年)“……山林通道,樵牧往来,……小而薪爨,大而林木,源源资给”(王昱, 1987)。清代大规模垦殖活动,村庄毗邻,人烟辐辏,农业发展十分迅速,循化、群科、贵德的黄河盆地以及湟水河谷地附近已无集中连片的森林,河湟谷地森林面积在波动中逐渐缩小(凌大燮, 1983),林草地面积极益萎缩,逐渐演变为以农为主的农牧交错区。

### 2.2 数据来源

(1) 历史文献数据:《汉书·赵充国传》(班固, 1982)、《西宁府新志·地理志(清)》(杨应琚, 1968)、《循化厅志》(龚景瀚, 1970)、《中国历史地图集》(谭其骧, 1996)、《青海方志资料类编》(王昱, 1987)。

(2) 地图数据:1:100万中国植被图和土壤图,来源于地球系统科学数据共享平台([www.geodata.cn](http://www.geodata.cn))。

cn);海拔数据来源于地理空间数据云(www.gscloud.cn)的90 m DEM,并派生出坡度数据。

(3)文献数据:河湟谷地1726、1772、1806、1845、1878年耕地重建数据,其中1726年数据来自罗静等(2014),其余4年的耕地数据引自罗静(2015)。

## 2.3 研究方法

### 2.3.1 基本思路

清代以前的历史文献曾记载湟水流域分布一定面积的森林灌丛和草地,但对植被的地点、面积和分布等信息的有关记录较少且分散,清代许多方志和历史文献中对原始植被分布有了较为完整、系统的简单描述,但仍无法将其直接恢复成植被分布图,因此,本文采用间接方法先将方志文献资料记载的植被信息提取、筛选并进行空间定位,然后将其空间分布信息表达在“1990s植被分布图”中,再根据土壤类型、地形、历史文献信息等因素假定推演,推断出河湟谷地潜在(300年前)植被分布范围,最后利用已建立的河湟谷地耕地分布模型将历史时期耕地按规则分配到对应的空间范围,从假定推演的潜在植被中扣除对应时期耕地面积,得到相应的河湟谷地林地、草地等植被类型的变化面积和空间位置(图1)。

### 2.3.2 重建方法

(1)潜在植被类型重建。植被分布由地形、土壤、气候等基本因素构成的地理环境所决定。假定300年来河湟谷地的地形、土壤、气候等自然条件基

本保持不变,认为现代植被分布图上显示为林地的区域在历史时期同样为林地,则可通过如下方法推算出河湟谷地潜在植被分布情况:第一,根据现代植被分布图,将针阔混交林、针叶林、落叶阔叶林求并集,确定潜在植被中林地分布的一个基本范围;第二,依照1:100万中国土壤图,确定由土壤因素决定下林草地的分布范围,不同类型土壤指示相对应的植被类型(青海省农业资源区划办公室,1997),并与第一步中划定的林地基本范围求并集;第三,根据地形因素中的坡向,从第一、二两步推断的林地分布范围中扣除实际不可能有林地分布阳坡和半阳坡的区域。这是由于河湟谷地属于祁连山地区,气候为典型的干旱、半干旱大陆性气候,林地受坡向影响显著,阳坡半阳坡太阳辐射强、日照时间长,地面蒸散量大,水分条件差(周爱霞等,2004),故绝大部分林地主要分布在水分较丰富的山地阴坡,半阴坡地区。由此可得到较为真实的300年前河湟谷地潜在林草地分布图;第四,历史文献中记载的林草地分布地点和面积数据,并不能直接落在地理空间上。因此将收集、整理的各类历史古籍、方志资料中涉及河湟谷地有关林地、草地等植被分布状况的112条记录(其中42条林地记录,18条牧草地记录,4条林地与草地界线记录,5条牧草地转化为耕地的记录,43条林地具有面积信息的记录),通过以下步骤进一步空间化:先将历史文献记载地点经过1:5万地图数据校验和识别,分别落在相应的地理空间信息图上,再将记录林草地空间信息的位置图与现代1:10万植被类型图进行叠加(图2),根据植被分布在空间上具有明显的连续性特点,将距离林草地较近的相对应的记载地点区域连片成为同一种植被;最后将历史文献记载的植被分布地点附近没有对应植被覆盖的历史文献记录数据,直接转换为具有现代统计意义的面积单位,并加入相应植被面积统计中。最终得到300年前河湟谷地较为精准的植被分布图(图3)。

(2)耕地重建。运用罗静等(2015)构建的适用于重建青藏高原河谷地区历史时期耕地格局的方法,遴选出土壤类型、海拔、坡度3个限制因子和气候生产潜力、坡向、土壤有机质含量、聚落分布状况4个非限制因子,根据其对耕地分布作用的大小进行量化,计算出单位网格的土地宜垦程度,再将历史文献记录的耕地面积在相应网格中进行分配。按此方法,将清代1726、1772、1806、1845、1878年经

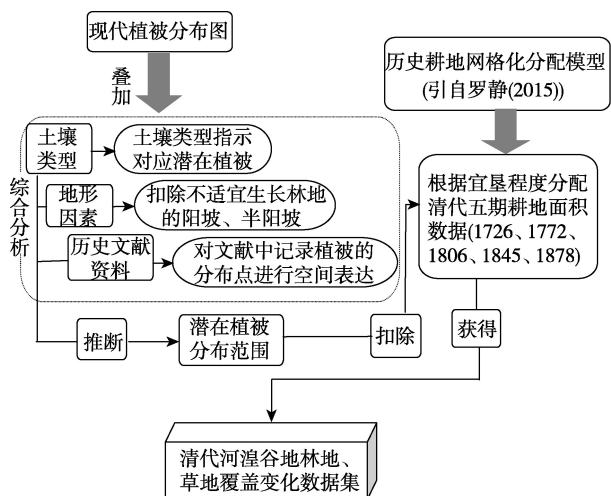


图1 河湟谷地历史时期林草地覆盖变化重建框架  
Fig.1 Framework for reconstructing forest and grassland coverage change in historical period in the Yellow River-Huangshui River Valley (YHV)

校正后的耕地数据分配到  $1\text{ km}\times 1\text{ km}$  的网格中。结果显示,清代河湟谷地耕地集中分布在湟水干流区及大通河中游地区以及龙羊峡以下的黄河谷地,北部湟水河干流区和大通河支流区组成的湟水谷

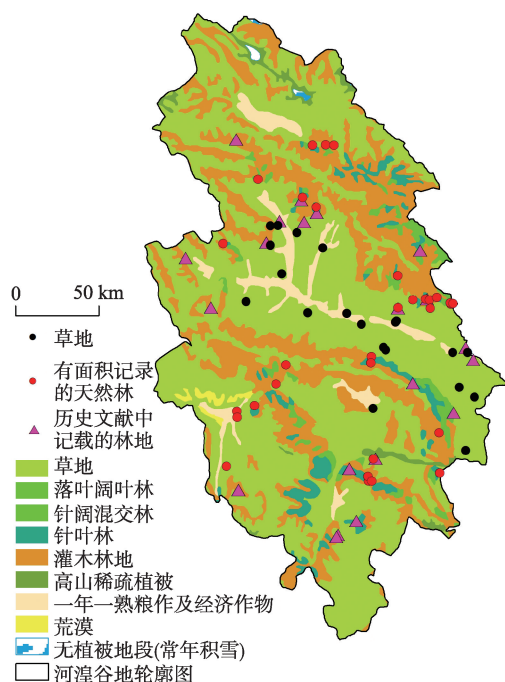


图2 叠加历史文献记录植被分布点的河湟谷地现代植被图  
Fig.2 A modern vegetation map of YHV showing point records of historical vegetation distribution

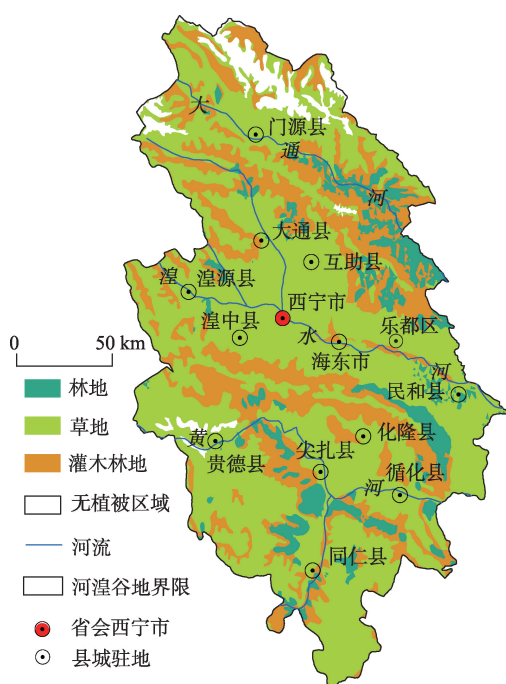


图3 重建的林草地分布图

Fig.3 Reconstructed forest and grassland distribution

地耕地分布较为密集,总体分析清代河湟谷地耕地空间分布格局无较大的变化,在耕地面积增加或减少时,垦殖率会有所波动(罗静, 2015)。

(3) 清代林草地覆盖变化的反推。由于河湟谷地历史文献记录中没有关于林、草地面积的系统记载,仅有零星时间断面的林地分布地点和面积的记录。本文用已恢复的潜在植被分布图扣除清代5个时期的耕地面积,作为对清代林草地覆盖变化反推的主导思想。根据潜在植被分布网格,分别生成  $1\text{ km}\times 1\text{ km}$  的林地、草地、灌木林地植被类型图。将  $1\text{ km}\times 1\text{ km}$  的植被类型图与清代5期耕地空间分布图叠加分析,在单位网格内计算每一时期因耕地开垦被垦殖的林、草、灌木林地的面积,即用网格面积 ( $1\text{ km}^2$ ) 减去对应年份耕地开垦的面积,根据潜在植被类型网格被替换和占用的状况,绘制出清代林草地等植被覆盖空间变化图(图4-6),并统计各类植被覆盖在相应年份的变化面积。

### 3 结果与分析

#### 3.1 清代初期河湟谷地林草地重建结果

##### 3.1.1 重建的河湟谷地林草地空间格局

如图3所示,重建的清代初期河湟谷地的植被状况与现代河湟谷地的植被分布状况具有一定的差异性。

从河湟谷地草地整体分布看,重建的潜在草地分布范围比现代草地的范围更广,现代河湟谷地的耕地区域在历史时期基本以草地为主,少部分是灌木林地,清代大规模垦殖以前,草地是河湟谷地最主要的植被类型。

河湟谷地北部的大通河流域灌木林地比现代分布范围更大,连续性更强,灌木林地与林地的垂直地带分布更为明显,从河谷向山坡地带的植被变化呈现出较为明显的“林地—灌木林地—草地”的垂直地带性分布规律;河湟谷地中部的湟水干流中下游区,存在部分连续性较好的灌木林地;河湟谷地南部的黄河流域,同仁盆地的灌木林地分布比现在更具有连续性。

河湟谷地潜在林地分布范围比现代林地的范围大,北部的大通河中下游的林地以及达坂山东南段南坡林地比现代林地在分布上连续性较强。从现在的残遗林分来看,如将残遗林分互相连接,在达坂山南坡、西倾山的北坡曾经存在一条宽度不一

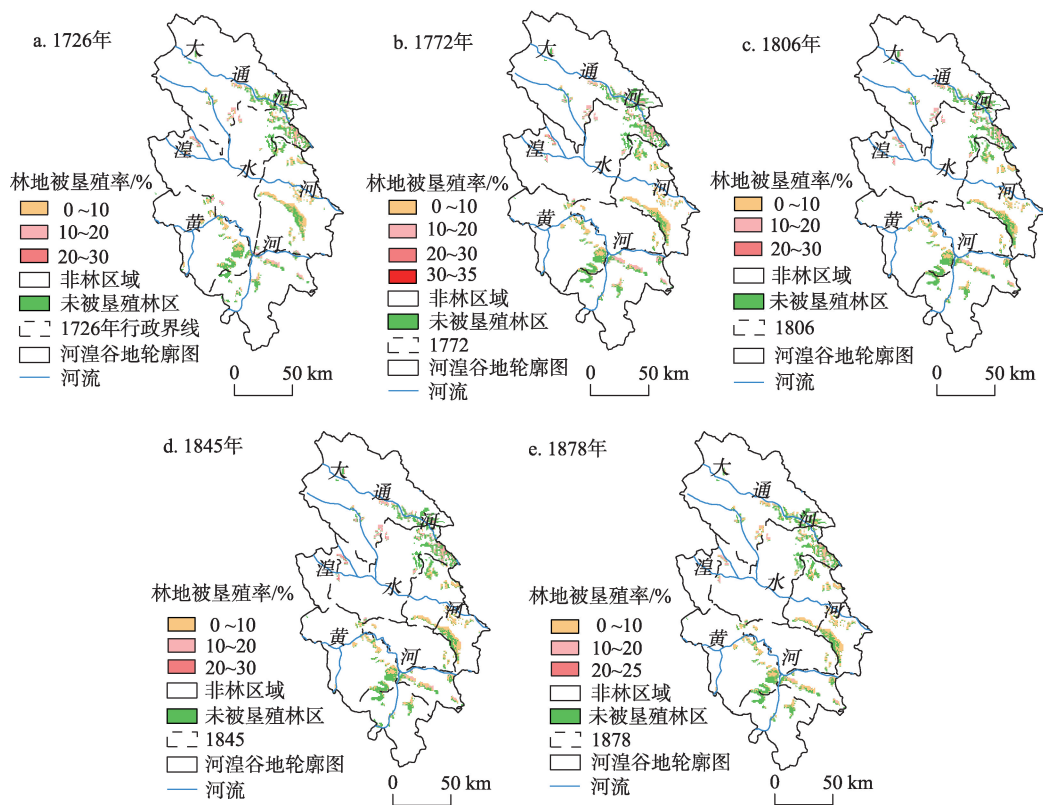


图4 1726、1772、1806、1845、1878年林地减少空间分布图

Fig.4 Spatial distribution of forest coverage reduction in 1726, 1772, 1806, 1845, 1878

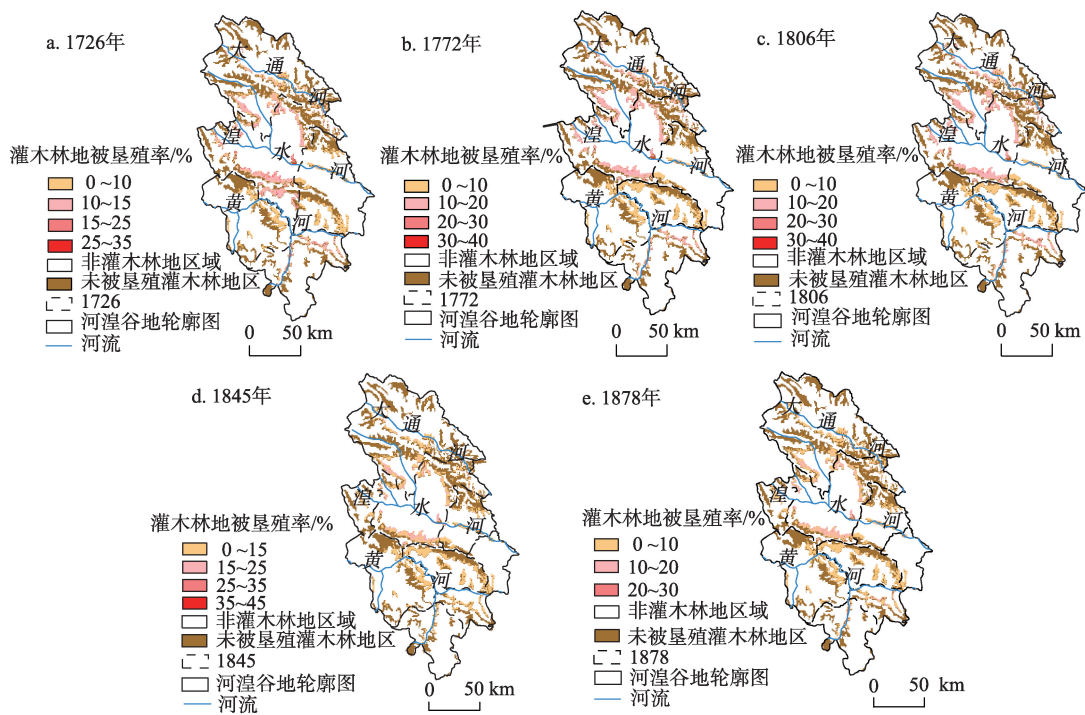


图5 1726、1772、1806、1845、1878年灌木林地减少空间分布图

Fig.5 Spatial distribution of shrub coverage reduction in 1726, 1772, 1806, 1845, 1878

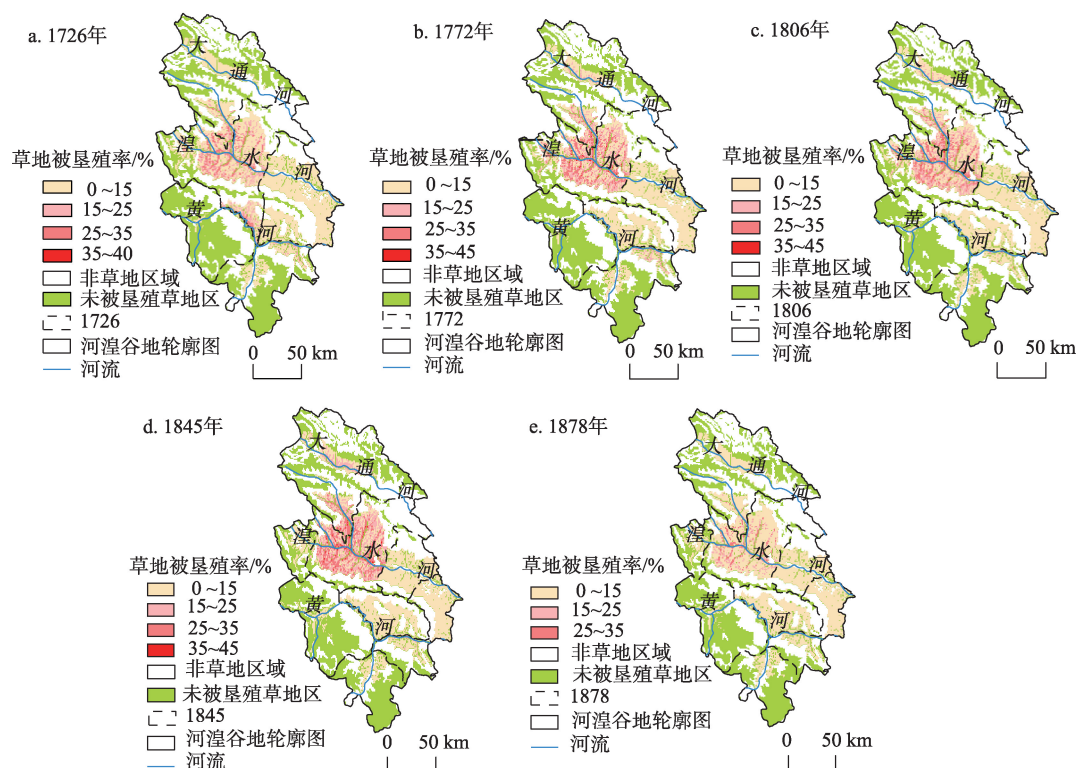


图6 1726、1772、1806、1845、1878年草地减少空间分布图

Fig.6 Spatial distribution of grassland coverage reduction in 1726, 1772, 1806, 1845, 1878

的林带(《青海森林》编辑委员会, 1993);湟水谷地中部的湟水干流区,潜在林地与现代林地分布状况差别不大,湟水干流谷地已没有成片的森林,互助、乐都两县境内的林地分布较为集中,拉脊山北坡有明显的成片林地。清代史料《西宁府新志·地理志》(杨应琚, 1968)中也记载,除湟水流域上、下游的湟源、民和等地区有零星的林地分布外,中游的“盖湟中诸山,类皆童阜”,“取巨木于远山”,说明中游已基本没有林地分布。河湟谷地南部的黄河流域,潜在林地与现代林地部分状况差别不大,仅循化县南部的小面积天然林比现代林地范围略大。

综上所述,河湟谷地潜在的林地、灌木林地、草地与现代植被空间分布格局基本一致,但河湟谷地潜在林地分布范围比现在略大,潜在灌木林地在空间上连续性较好,潜在草地分布范围比现代更广。由图3可知,300年前河湟谷地河谷主要潜在植被类型以草地为主,兼有灌木林地,零星分布有小面积林地,其中林地集中分布在距人类活动中心较远的地区,尚处于原始状态。

### 3.1.2 重建的300年前林草地面积

按照2.3.2小节方法,可以初步估算出河湟谷地潜在林地、草地、灌木林地3种主要植被类型的分布

面积。其中,河湟谷地属于祁连山山地草原区,主要发育山地栗钙土,为温性半干旱山地草原和温性半湿润落叶阔叶林的过渡地带,代表性植被类型为干草原和小灌木草原(郑度等, 2015),因此,灌木林地是该区不可忽视的植被类型,故在计算植被面积时,将灌木林地作为单独一类进行估算。通过估算分别计算出河湟谷地林地面积约为 $0.28 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、草地面积约为 $2.16 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、灌木林地面积约为 $0.93 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,即300年前在河湟谷地植被中林地、灌木林地、草地分别约占8.3%、27.5%、64.2%。

### 3.2 清代河湟谷地林草地面积变化

根据河湟谷地潜在植被分布图,建立林地、草地空间分布范围,生成具有空间表达意义的 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 的网格,扣除重建的清代1726、1772、1806、1845、1878年耕地面积数据,并根据网格被替代状况,估计对应1750、1780、1800、1850、1900年5个时间断面耕地开垦占用植被状况,对河湟谷地清代植被覆盖变化进行反演,得到林地、灌木林地、草地空间变化状况(图4-6)。

#### 3.2.1 林地变化

清代河湟谷地林地覆盖变化,从清初到清末,林地面积随耕地开垦而减少,并呈现波动起伏趋

势。林地面积减少的区域随时间推移并没有发生较大的变化,但不同时期因耕地开垦对林地的垦殖程度有较大差异。经计算,林地约在1750、1780、1800、1850、1900年因开垦耕地减少面积分别86.6、97.45、88.90、96.02、72.34 km<sup>2</sup>。其中1750年,46%的林地网格因耕地的开垦受到不同程度的占用,林地被垦殖为耕地的范围达到一个小峰值;1780年对林地的开垦程度较强,林地被垦殖为耕地的面积达到5个时间断面上的最高值,为97.45 km<sup>2</sup>;1800年,人类对林地的垦殖范围相比之前缩小了2%,因耕地面积减少,故对林地的垦殖程度降低;1850年,开垦林地面积为耕地的面积有所回升,但是垦殖林地面积为耕地的范围没有扩大;而到1900年前后,由于耕地锐减,对林地覆盖的破坏程度有所下降。总体来看,因耕地开垦对林地破坏范围占潜在林地的46%,但对林地的垦殖程度不高,林地网格平均被垦殖率仅为7%。从林地面积减少的空间分布图(图4)得出林地减少的区域主要集中在大通河沿岸,湟源峡谷、互助林场、尖扎与化隆交界处以及同仁北部区域。

### 3.2.2 灌木林地覆盖变化

清代河湟谷地灌木林地覆盖的变化从5个时间断面上看相差不大,1750、1780、1800、1850、1900年被耕地占用的面积分别为279.36、283.85、273.1、285.82、208.22 km<sup>2</sup>,减少的区域主要分布在草地与灌木林地交界的过渡地带(图5)。总体看来,约35%的灌木林地网格因耕地垦殖而遭到破坏,灌木林地网格平均被垦殖率为8%。

### 3.2.3 草地覆盖变化

清代河湟谷地草地是减少面积最大的土地覆盖类型,因耕地开垦,草地减少的区域主要集中在湟水河流域的中游、大通河中游和黄河流域的贵德盆地以及化隆盆地的农作区,并且垦殖程度逐年增强。总体来看,河湟谷地52%的草地网格因耕地开垦遭到破坏(图6),草地网格平均被垦殖率为10%。1750、1780、1800、1850、1900年因耕地开垦而相应减少的草地面积分别为1060.74、1105.74、1065.37、1122.88、825.68 km<sup>2</sup>。这说明清代大规模的垦殖活动对草地覆盖的破坏程度最大、影响最深。

### 3.2.4 清代人类活动与林草地面积变化机制探讨

(1) 青海东部自西汉以来就是重要的屯田区,公元102年(汉和帝永元十四年)在河湟谷地中的黄河流域开发屯田共6800余顷<sup>①</sup>;唐代时,屯田的又进一步扩展,屯田形式以军事屯田为主;宋代时,屯田

范围以西宁为中心沿湟水流域向东扩展;至元代,河湟谷地屯田面积缩小(崔永红, 1998);明代在全国实行屯田,公元1377年(明洪武十年),西宁卫在湟水中下游实行军屯,1411年(明永乐九年)在河州卫归德千户所所辖的黄河南岸(今贵德、尖扎、同仁等县境内)也实行军屯(崔永红, 1988),1583年(明万历十一年)西宁卫已拥有耕地5850.44余顷<sup>①</sup>(崔永红, 1989);到清代,经顺治(1645-1661年)到康熙(1661-1722年)近100年的经营管理,从1726年起,耕地规模达到历史巅峰,河湟谷地耕地面积达21400.2余顷<sup>①</sup>,农业土地利用格局基本形成,也成为河湟谷地原始土地覆被状况改变程度最大、范围最广的时期。经过清代大规模垦殖活动后,到了清代末期,河湟谷地的林地、灌木林地、草地面积累计分别减少441.31、1330.35、5180.41 km<sup>2</sup>,其中,草地减少的面积最大,其次是灌木林地,最小的是林地(图7)。清代河湟谷地土地利用格局的变化深受人类活动和政策的影响。清朝顺治、康熙近百年间(1645-1722年),重视对垦殖活动的经营和管理,河湟谷地的农垦活动处于平稳发展状态,但由于1723年爆发罗卜藏丹津叛乱的政治事件,清政府派年羹尧于1724年将此叛乱平息,并且加强了对河湟地区管理,改西宁卫为西宁府,从此该区政策稳定,戍边政策不断深入,开荒增垦活动不断加强,耕地面积相应地不断增加。随着人口数量增长和耕地的扩张,到1726年河湟谷地的农业已处于迅速发展的态势,然而由于受自然因素约束导致可耕之地有限,加上周边地区其他部族带来的巨大压力,出现了“人多地狭”的状况,为了缓解这一矛盾,清政府于1740年

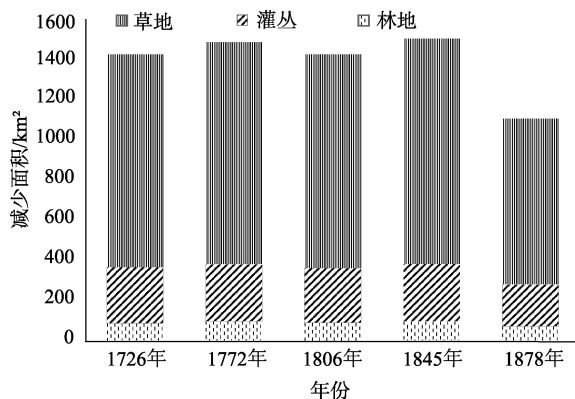


图7 1726-1878年林地、灌木林地、草地减少面积  
Fig.7 Reducton of forest, shrub, and grassland coverage, 1726-1878

①汉代,1顷≈4.650393公顷;明代,1顷≈6.07744公顷;清代,1顷≈6.144公顷(陈梦家, 1996)。

颁布“开垦山头地角零星土地”的政策,并在1766年重申此令(昆冈等,1991),谕旨中的“山头地角”一词揭示出,在1726-1772年间的垦殖活动中,耕地面积的增加,是由于土地的开垦扩张到山坡地带,因此这期间林地、灌木林地两者减少的面积呈现明显的上升趋势,其中林地面积减少约98 km<sup>2</sup>,灌木林地被开垦面积也达到最大。大量的林地和灌木林地被垦殖后,致使生态环境脆弱的河湟谷地出现严重的生态环境破坏和水土流失,自然灾害骤增(侯光良等,2009),出现了大量的“沙压地”,被沙化的耕地遭到荒废,故1806年耕地面积减少,对林地、灌木林地的开垦面积有所下降。1806-1845年间,河湟谷地的农业发展为经历过生态环境恶化之后的复垦阶段,耕地面积达到清初以来的高值,约为1504.72 km<sup>2</sup>,林地、灌木林地因耕地开垦地面积分别减少96和286 km<sup>2</sup>。耕地的不断扩张再一次激发了地区民族矛盾,同治元年(1862年)爆发的西北回民大起义波及了河湟谷地,大量人口被屠杀,农田被毁,耕地面积锐减,1878年耕地面积降至清代较低值,对应林地、草地、灌木林地的面积减少为这一时期的最低值。

(2) 综合上文分析可以看出,河湟谷地土地覆盖类型的转化主要是在草地、灌木林地、林地和耕地之间的转换,河湟谷地虽然面积较大,但受自然条件的限制,可耕之地并不多,加之历史时期农垦工具和技术的落后,全区宜垦程度普遍较低,且宜垦区较为分散。一般情况下,人类在开垦耕地时,会优先考虑宜开垦、宜灌溉、易于利用的土地,遵循“先优后劣”的原则,在河湟谷地中草地开垦成本最低,分布也最广泛,其次是灌木林地和林地。依据此原则,对河湟谷地清代土地转换过程分析发现,河湟谷地中73%的具有宜垦程度的网格中是草地,而灌木林地、林地所在网格宜垦程度所占比例较低。从土地转换的程度看,草地被转换成耕地的程度最强,网格平均被垦殖率为10%,灌木林地和林地被转换为耕地的程度相对较弱,网格平均被垦殖率仅为7%~8%。

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

本文在潜在植被恢复方法中,借鉴了叶瑜、方修琦、张学珍等(2009)假定300年来,气候、土壤、地形等因素不变,考虑现代植被分布状况、土壤因素

等方法,但由于河湟谷地地处农牧交错带的特殊性,故本文叠加了地形因素并结合历史文献记录综合分析,较真实地还原出300年前河湟谷地原始植被的分布范围。在处理历史文献资料方面,充分借鉴了张学珍等(2011)的方法,考虑到获取记录点准确性问题,运用较高精度的植被覆盖图进行校验,以实现历史文献记载更准确的空间定位。在网格化重建耕地格局方法上,引用罗静等(2015)等对青藏高原河谷农业历史时期耕地格局重建的思想,得到清代1726、1772、1806、1845、1878年空间分辨为1 km×1 km的耕地空间分布格局。在重建林草地覆盖变化的方法上,借鉴了叶瑜、方修琦、张学珍等(2009)用原始潜在植被面积减去对应年份耕地面积的思想,空间分辨率到县域尺度。但为获取更加精确的林草地空间覆盖变化,引入网格化的方法,即先建立河湟谷地潜在植被分布网格,再重建对应年间耕地格局网格,两者叠加后,扣除因耕地开垦占用的林草地网格,最终得到历史时期林草地覆盖变化状况。本文将网格化重建方法,运用到历史时期原始植被覆盖变化的研究中,不再是对研究区域林、草地的覆盖比例的简单统计,而是获得了较高分辨率的耕地、林地、草地的互动变化数据,较生动形象地刻画了作为关键角色的人类及其活动在典型区域环境变化中的影响程度,试图为研究人—地关系这一地理学核心命题,提供典型案例。

虽然,本文基于耕地面积反推历史时期林、草地等植被覆盖变化的思想与Ramankutty等(1999)、叶瑜、方修琦、张学珍等(2009)、何凡能等(2014)、李士成等(2014)研究中体现的主导思想保持一致,但仍然有一定的局限性。人类活动对原始植被的改变的过程中,除了大规模的垦殖活动之外,战争、修建城郭等人为因素同样会改变原始植被覆盖。而由于这类历史文献记录的模糊性、不确定性和不完整性,故本文并没有将此类信息列入考虑范围。

### 4.2 结论

在确定清代垦殖前植被分布状况的基础上,用网格化的方法重建出清代1726、1772、1806、1845、1878年河湟谷地的耕地格局,反推出清代初期-末期林地、草地、灌木林地减少的面积以及空间分布。结果表明:清初垦殖活动以前,河湟谷地中潜在的林地、灌木林地、草地的面积分别为2797.97、9308.11、 $2.16 \times 10^4$  km<sup>2</sup>;河湟谷地潜在的林地、草地、灌木林地的分布与现今各类植被空间分布格局基本一致,潜在林地分布范围略大,灌木林地在空间

上连续性更强,草地分布区域更广;清代因耕地开垦,林地、灌木林地、草地面积累计减少441.31、1330.35、5180.41 km<sup>2</sup>,减少的区域主要集中在湟水河谷中游的乐都盆地、西宁盆地以及黄河谷地的尖扎盆地、化隆盆地等,河湟谷地土地覆盖类型变化主要表现为草地、灌木林地、林地向耕地转变的过程,其中草地被改变的范围最大(52%的潜在草地网格因耕地开垦被占用),程度最深(草地网格平均垦殖率为10%);清代河湟谷地中人类垦殖原始覆盖类型的差异性除受上述自然环境决定的宜垦程度因素的限制外,同样受到人类社会自身发展的政策因素影响。

**致谢:**在写作期间得到北京师范大学方修琦教授、叶瑜老师的指导帮助,罗静研究生完成了前期耕地数据的整理和重建,陶娟平、赵衍君、任瑜艳研究生共同参与数据收集和整理,在此一并表示感谢!

#### 参考文献 (References)

- 班固. 1982. 汉书·赵充国传[M]. 北京: 中华书局. [Ban G. 1982. Hanshu: Zhao Chongguo zhuan[M]. Beijing, China: Zhonghua Press.]
- 陈军明, 赵平, 郭晓寅. 2010. 中国西部植被覆盖变化对北方夏季气候影响的数值模拟[J]. 气象学报, 68(2): 173-181. [Chen J M, Zhao P, Guo X Y. 2010. Modeling impacts of vegetation in western China on summer climate of northern China[J]. Acta Meteorologica Sinica, 68(2): 251-259.]
- 陈梦家. 1966. 亩制与里制[J]. 考古, (1): 36-45. [Chen M J. 1966. Muzhi yu lizhi[J]. Archaeology, (1): 36-45.]
- 崔永红. 1988. 明代青海河湟地区屯田的分布和军户的来源[J]. 青海社会科学, (6): 90-97. [Cui Y H. 1988. Mingdai Qinghai Hehuang diqu tuntian de fenbu he junhu de laiyuan[J]. Qinghai Social Sciences, (6): 90-97.]
- 崔永红. 1989. 明代河湟地区军屯的管理及租赋[J]. 青海社会科学, (4): 81-86, 58. [Cui Y H. 1989. Mingdai Hehuang diqu juntun de guanli ji zufu[J]. Qinghai Social Sciences, (4): 81-86, 58.]
- 崔永红. 1998. 青海经济史(古代卷)[M]. 西宁: 青海人民出版社. [Cui Y H. 1998. Qinghai jingjishi (gudaijuan) [M]. Xining, China: Qinghai People's Publishing House.]
- 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 等. 2003. 过去300年中国部分省区耕地资源数量变化及驱动因素分析[J]. 自然科学进展, 13(8): 825-832. [Ge Q S, Dai J H, He F N, et al. 2003. Analysis of cropland quantity change and driving factors of some provinces of China over the past 300 years[J]. Progress in Natural Science, 13(8): 825-832.]
- 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 等. 2008. 过去300年中国土地利用、土地覆被变化与碳循环研究[J]. 中国科学: 地球科学, 38(2): 197-210. [Ge Q S, Dai J H, He F N, et al. 2008. Land use changes and their relations with carbon cycles over the past 300a in China[J]. Science in China: Earth Sciences, 51(6): 871-884.]
- 龚景瀚. 1970. 循化厅志[M]. 中国台北: 成文出版社. [Gong J H. 1970. Xunhuating zhi[M]. Taipei, China: Chengwen Press.]
- 何凡能, 李士成, 张学珍. 2014. 清代西南地区森林空间格局网格化重建[J]. 地理研究, 33(2): 260-269. [He F N, Li S C, Zhang X Z. 2014. Spatially explicit reconstruction of forest cover of Southwest China in the Qing Dynasty[J]. Geographical Research, 33(2): 260-269.]
- 侯光良, 于长水, 许长军. 2009. 青海东部历史时期的自然灾害与LUCC和气候变化[J]. 干旱区资源与环境, 23(1): 86-92. [Hou G L, Yu C S, Xu C J. 2009. Influence of LUCC and climate change for natural disaster in the history time in the eastern of Qinghai[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 23(1): 86-92.]
- 昆冈, 李鸿章. 1991. (光绪)大清会典事例[M]. 北京: 中华书局. [Kun G, Li H Z. 1991. (Guangxu) Daqing huidian shili[M]. Beijing, China: Zhonghua Press.]
- 李巧萍, 丁一汇, 董文杰. 2006. 中国近代土地利用变化对区域气候影响的数值模拟[J]. 气象学报, 64(3): 257-270. [Li Q P, Ding Y H, Dong W J. 2006. A numerical simulation on impact of historical land-use changes on regional climate in China since 1700[J]. Acta Meteorologica Sinica, 64(3): 257-270.]
- 李士成, 何凡能, 张学珍. 2014. 中国历史时期森林空间格局网格化重建方法研究: 以东北地区为例[J]. 地理学报, 69(3): 312-322. [Li S C, He F N, Zhang X Z. 2014. An approach of spatially-explicit reconstruction of historical forest in China: A case study in Northeast China[J]. Acta Geographica Sinica, 69(3): 312-322.]
- 廉丽姝, 束炯, 李朝颐. 2009. 三江源地区草地退化对中国区域气候影响的数值模拟研究[J]. 气象学报, 67(4): 580-590. [Lian L S, Shu J, Li C Y. 2009. The impacts of grassland degradation on regional climate over the origin area of Three Rivers in Qinghai-Tibet Plateau, China[J]. Acta Meteorologica Sinica, 67(4): 580-590.]
- 凌大燮. 1983. 我国森林资源的变迁[J]. 中国农史, (2): 26-36. [Ling D X. 1983. Woguo senlin ziyuan de bianqian[J]. Agricultural History of China, (2): 26-36.]
- 刘纪远, 邵全琴, 延晓冬, 等. 2011. 土地利用变化对全球气候影响的研究进展与方法初探[J]. 地球科学进展, 26(10): 1015-1022. [Liu J Y, Shao Q Q, Yan X D, et al. 2011. An overview of the progress and research framework on the effects of land use change upon global climate[J]. Advances in Earth Science, 26(10): 1015-1022.]
- 罗静. 2015. 青藏高原河谷地区历史时期耕地格局重建: 以

- 清代河湟谷地为例[D]. 西宁: 青海师范大学. [Luo J. 2015. Reconstructing historical cropland spatial distribution of valley in Tibetan Plateau: A case of the Yellow River-Huangshui River Valley[D]. Xining, China: Qinghai Normal University.]
- 罗静, 陈琼, 刘峰贵, 等. 2015. 青藏高原河谷地区历史时期耕地格局重建方法探讨: 以河湟谷地为例[J]. 地理科学进展, 34(2): 207-216. [Luo J, Chen Q, Liu F G, et al. 2015. Methods for reconstructing historical cropland spatial distribution of the Yellow River: Huangshui River Valley in Tibetan Plateau[J]. Progress in Geography, 34(2): 207-216.]
- 罗静, 张懿铨, 刘峰贵, 等. 2014. 青藏高原东北部河湟谷地1726年耕地格局重建[J]. 地理研究, 33(7): 1285-1296. [Luo J, Zhang Y L, Liu F G, et al. 2014. Reconstruction of cropland spatial patterns for 1726 on Yellow River-Huangshui River Valley in northeast Qinghai-Tibet Plateau[J]. Geographical Research, 33(7): 1285-1296.]
- 《青海森林》编辑委员会. 1993. 青海森林[M]. 北京: 中国林业出版社. [《Qinghai senlin》bianji weiyuanhui. 1993. Qinghai senlin[M]. Beijing, China: China Forestry Publishing House.]
- 青海省农业资源区划办公室. 1997. 青海土壤[M]. 北京: 中国农业出版社. [Qinghaisheng nongye ziyuan quhua bangongshi. 1997. Qinghai turang[M]. Beijing, China: Chinese Agriculture Press.]
- 谭其骧. 1996. 中国历史地图集(第八册)[M]. 北京: 中国地图出版社. [Tan Q X. 1996. Zhongguo lishi dituji (dibace) [M]. Beijing, China: China SinoMaps Press.]
- 田义超, 李晶, 任志远. 2012. 近300年来黄土高原耕地变化及时空格局分析[J]. 干旱区资源与环境, 26(2): 94-101. [Tian Y C, Li J, Ren Z Y. 2012. The crop land change and spatial pattern in Loess Plateau over past 300 years[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 26(2): 94-101.]
- 王昱. 1987. 青海方志资料类编(上册)[M]. 西宁: 青海人民出版社. [Wang Y. 1987. Qinghai fangzhi ziliao leibian (Shangce)[M]. Xining, China: Qinghai People's Publishing House.]
- 颀耀文, 王学强, 汪桂生, 等. 2013. 基于网格化模型的黑河流域中游历史时期耕地分布模拟[J]. 地球科学进展, 28(1): 71-78. [Xie Y W, Wang X Q, Wang G S, et al. 2013. Cultivated land distribution simulation based on grid in middle reaches of Heihe River Basin in the historical periods[J]. Advances in Earth Science, 28(1): 71-78.]
- 徐新良, 刘纪远, 庄大方, 等. 2004. 中国林地资源时空动态特征及驱动力分析[J]. 北京林业大学学报, 26(1): 41-46. [Xu X L, Liu J Y, Zhuang D F, et al. 2004. Spatial-temporal characteristics and driving forces of woodland resource changes in China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 26(1): 41-46.]
- 杨应琨. 1968. 西宁府新志·地理志(清)[M]. 中国台北: 文海出版社. [Yang Y J. 1968. Xiningfu xinzh: Dilizhi[M]. Taipei, China: Wenhai Press.]
- 叶瑜, 方修琦, 任玉玉, 等. 2009. 东北地区过去300年耕地覆盖变化[J]. 中国科学: 地球科学, 39(3): 340-350. [Ye Y, Fang X Q, Ren Y Y, et al. 2009. Cropland cover change in Northeast China during the past 300 years[J]. Science in China: Earth Sciences, 52(8): 1172-1182.]
- 叶瑜, 方修琦, 张学珍, 等. 2009. 过去300年东北地区林地和草地覆盖变化[J]. 北京林业大学学报, 31(5): 137-144. [Ye Y, Fang X Q, Zhang X Z, et al. 2009. Coverage changes of forestland and grassland in Northeastern China during the past 300 years[J]. Journal of Beijing Forestry University, 31(5): 137-144.]
- 袁存, 叶瑜, 方修琦. 2015. 清代中期苏皖地区耕地数据网格化处理及精度对比[J]. 地理科学进展, 34(1): 83-91. [Yuan C, Ye Y, Fang X Q. 2015. Rasterizing cropland data and accuracy comparison in Jiangsu and Anhui Provinces in the Mid-Qing Dynasty[J]. Progress in Geography, 34(1): 83-91.]
- 张丽娟, 姜蓝齐, 张学珍, 等. 2014. 19世纪末黑龙江省的耕地覆盖重建[J]. 地理学报, 69(4): 448-458. [Zhang L J, Jiang L Q, Zhang X Z, et al. 2014. Reconstruction of cropland over Heilongjiang Province in the late 19th century [J]. Acta Geographica Sinica, 69(4): 448-458.]
- 张学珍, 王维强, 方修琦, 等. 2011. 中国东北地区17世纪后期的自然植被格局[J]. 地理科学, 31(2): 184-189. [Zhang X Z, Wang W Q, Fang X Q, et al. 2011. Natural vegetation pattern over Northeast China in late 17th century[J]. Scientia Geographica Sinica, 31(2): 184-189.]
- 郑度, 杨勤业, 吴绍洪. 2015. 中国自然地理总论[M]. 北京: 科学出版社. [Zheng D, Yang Q Y, Wu S H. 2015. Zhongguo ziran dili zonglun[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 周爱霞, 马泽忠, 周万村. 2004. 大宁河流域坡度与坡向对土地利用/覆盖变化的影响[J]. 水土保持学报, 18(2): 126-129. [Zhou A X, Ma Z Z, Zhou W C. 2004. Influences of slope and aspect on distribution and change of land use and cover in Daninghe River watershed[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 18(2): 126-129.]
- Dickinson R. 1991. Global change and terrestrial Hydrology: A review[J]. Tellus A, 43(4): 176-181.
- Esser G, Hoffsrad J, Mack F, et al. 1994. High resolution biosphere model, documentation, model version 3.00.00[R]. Giessen, Germany: Justus-Liebig University.
- Goldewijk K K. 2001. Estimating global land use change over the past 300 years: The HYDE database[J]. Global Biogeochemical Cycles, 15(2): 417-433.

- He F N, Ge Q S, Dai J H, et al. 2008. Forest change of china in recent 300 years[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 18(1): 59-72.
- IPCC. 2014. *Climate change 2013: The physical science basis* [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lal R. 2008. Carbon sequestration[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363: 815-830.
- Lean J, Warrilow D A. 1989. Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation[J]. *Nature*, 342: 411-413.
- Ramankutty N, Foley J A. 1999. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 13(4): 997-1027.
- Ryavec K E. 2001. Land use/cover change in central Tibet, c. 1830-1990: Devising a GIS methodology to study a historical Tibetan land decree[J]. *The Geographical Journal*, 167(4): 342-357.
- Shukla J, Nobre C, Sellers P. 1990. Amazon deforestation and climate change[J]. *Science*, 247: 1322-1325.
- Ye Y, Fang X Q. 2009. Land use change in Northeast China in the twentieth century: A note on sources, methods and patterns[J]. *Journal of Historical Geography*, 35(2): 311-329.

## Forest and grassland coverage change in the Yellow River–Huangshui River Valley in northeast Qinghai–Tibet Plateau during the Qing Dynasty

WU Zhilei<sup>1</sup>, LIU Fenggui<sup>1,2,3\*</sup>, ZHANG Yili<sup>3,4</sup>, CHEN Qiong<sup>1</sup>, ZHOU Qiang<sup>1</sup>, YANG Dengxing<sup>1</sup>

(1. College of Biologic and Geographic Sciences, Qinghai Normal University, Xining 810008, China; 2. Key Laboratory of Qinghai-Tibet Plateau Resources and Environment, Xining 810008, China; 3. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 4. Chinese Academy of Sciences Center for Excellence in Tibetan Plateau Earth Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The Yellow River-Huangshui River Valley(YHV) located in the northeast edge of the Qinghai-Tibet Plateau is a typical farming-pastoral area. Since the Qing Dynasty, the expansion of cultivated land has led to a significant change in forest and grassland cover in this region. Base on the current vegetation map, soil and topographic factors, and historical data in literature, this study reconstructed the potential forest and grassland spatial distribution in the YHV. Combined with the reconstructed farmland change in the Qing Dynasty, we calculated the change of forest and grassland coverage in the YHV in the Qing Dynasty. The results show that: (1) The spatial distribution of forest and grassland before cropland expansion in the Qing Dynasty was consistent with present day vegetation distribution. The forest area was slightly larger, the shrub area was spatially more contiguous, and the distribution of grassland was wider. (2) The estimated area of forestland was  $0.28 \times 10^4 \text{ km}^2$ , the area of shrub was  $0.93 \times 10^4 \text{ km}^2$ , and the area of grassland was  $2.1618 \times 10^4 \text{ km}^2$  before reclamation in the Qing Dynasty. Because of farmland reclamation activities, it is estimated that the areas of grassland, shrub, and forest have decreased by  $5180.41 \text{ km}^2$ ,  $1330.35 \text{ km}^2$ , and  $441.31 \text{ km}^2$  in the YHV region at the end of the Qing Dynasty. The area of reclaimed grassland was the largest (52% of potential grid of grassland became cultivated cropland) and the intensity of conversion was high (the average reclamation index of grassland grids was 10%). The reduced areas mainly concentrated in the LeDu Basin, Xining Basin in the middle of the Huangshui Valley, Jianzha Basin in the Yellow River Valley, and the Hualong Basin. The target vegetation types that have been reclaimed by humans in the YHV in the Qing Dynasty were not only influenced by factors of natural environment but also social policies.

**Key words:** Qing Dynasty; Qinghai- Tibet Plateau; forest and grassland; coverage change; Yellow River-Huangshui River Valley