

引用格式:吴致蕾,刘峰贵,陈琼,等. 公元733年河湟谷地耕地分布格局重建[J]. 资源科学, 2017, 39(2): 252–262. [Wu Z L, Liu F G, Chen Q, et al. Reconstruction of cropland spatial patterns in 733 AD in the Yellow River-Huangshui River Valley[J]. *Resources Science*, 2017, 39(2): 252–262]. DOI: 10.18402/resci.2017.02.08

公元733年河湟谷地耕地分布格局重建

吴致蕾¹, 刘峰贵^{1,2,3}, 陈琼¹, 周强¹, 杨登兴¹

(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重点实验室, 北京 100101)

摘要:典型区域历史时期高分辨率的土地利用/土地覆盖变化重建对研究过去全球环境变化和全球气候变化具有十分重要的意义。公元733年(唐代开元二十一年)是河湟谷地以军事屯田为主的农业发展的峰值期,是其屯田规模最为宏大、效益空前、原始土地覆盖影响最为深刻的时段。本文收集、整理了公元733年河湟谷地历史文献中的耕地数据,运用青藏高原河湟谷地区耕地网格化重建方法,结合历史时期聚落分布的实际状况,对耕地分布进行二次分配,分析并重建了公元733年前后河湟谷地耕地资源规模以及分布格局。结果显示:①公元733年河湟地区耕地开垦以军事屯田为主,共有123屯,估算出屯田总面积为321.13km²;②耕地空间分布主要以聚落为中心,以河流为中心线向外扩散,集中分布在湟水干流区域以及黄河河谷区域中的串珠状盆地内,受海拔高度和山地地形因素的限制,加之当时人口较少,耕地面积有限,全区仅有11.7%的网格有耕地分布;③垦殖强度受到自然条件和生产力水平的双重影响,垦殖率整体偏低,处于农业发展的成长期;全区耕地网格平均垦殖率为9.2%,最高垦殖率仅为18.9%,其中有31.4%的耕地网格垦殖率在9.0%以下,67.6%的耕地网格垦殖率在9.0%~15.0%之间,1.0%的耕地网格垦殖率达到15.0%~20.0%之间;④垦殖强度在行政单元之间具有明显的差异性,鄯州垦殖率较高,平均垦殖率接近13%;廓州垦殖率较低,南部西使地区垦殖率最低。

关键词:耕地;空间格局;重建;河湟谷地;公元733年

DOI: 10.18402/resci.2017.02.08

1 引言

近年来,土地利用与土地覆盖变化(LUCC, Land-Use and Land-Cover Change)对局部地区、相关区域乃至全球气候变化都有重要的影响,已成为全球变化研究中重要议题之一^[1,2]。耕地是人类垦殖活动中形成的具有特殊用途的土地,是人类改变地表原始覆盖最直接的途径,同时也是人类活动影响最大的土地利用类型之一^[3],耕地的动态变化已成为研究土地利用/土地覆盖变化的热点^[4]。国际地圈、生物圈计划(IGBP)与全球环境变化人文计划(IHDP)共同推出的“土地利用与土地覆盖变化研

究”实施战略中明确指出“对不同历史时期的土地覆盖变化的研究与全球变化的相互作用具有重要意义^[5]”。历史时期土地覆盖变化的研究,能够使人类正确认识历史进程中人地关系的实质,并且能为现今土地利用状况以及未来土地利用变化趋势提供参考数据^[6,7]。近年来国内外学者对于历史时期LUCC方面的研究已取得较大的成果,包括全球历史环境数据集(HYDE)^[8]和全球土地利用数据集(SAGE)^[9]。除此之外,Esser等通过量化单位栅格内森林被砍伐的可能性和人口数据,估算出公元1000–1850年欧洲的森林覆盖变化^[10]。而历史时期

收稿日期:2016–06–16;修订日期:2016–08–18

基金项目:国家自然科学基金项目(41271123,41550004);中国科学院战略性先导科技专项(XDB03030500)。

作者简介:吴致蕾,女,四川绵阳人,硕士生,主要从事自然地理综合研究。E-mail: Wuzl32@163.com

通讯作者:刘峰贵, E-mail: lfg_918@163.com

2017年2月

区域性LUCC的研究能够补充和校正全球区域大尺度数据集^[11],部分学者通过历史文献资料、历史地图集等历史记录数据对欧洲^[12-16]、美洲^[17-19]、非洲^[20]内某些区域土地利用/土地覆盖变化格局进行重建。

中国丰富的历史文献资料为研究历史时期LUCC研究提供了大量的可用数据以及资料,从重建研究的范围来看,主要从中国全国范围^[21]、中国传统农业区^[22-24]或某一个典型区域^[25-27]三个空间尺度对土地覆盖变化进行重建。从时间尺度上看,汪桂生,颜耀文等整理了黑河流域汉、唐、宋、元、明、清代以及民国时期的耕地数据,获得该区域时间序列上较为完整的耕地资料^[27-29];何凡能等将北宋中期全国耕地面积进行整理及校正并重建出当时的耕地格局^[30];罗静等,李士成等对青藏高原河谷农业区的耕地格局重建工作,分别集中在清代^[31]和近100年^[32]以来两个时间段。从研究方法上看,历史时期的LUCC研究从传统的对耕地数量的重建^[22,28,33]向利用网格化方法重建耕地空间分布格局^[23,26,27,31,32]发展。河湟谷地是青藏高原自然条件相对优越的地区,从而成为青藏高原开发历史最悠久、人口最为集中、土地利用与土地覆盖变化最大的区域之一。唐代以来,该区社会管理体系相对稳定,拥有大量的反映社会经济各个方面的历史档案、文字记录,其农业垦殖始于汉代,唐、明、清三个时期是河湟谷地农业发展相对迅速的时期^[34]。而青藏高原典型区域河湟谷地历史时期耕地重建数据的整理、校正以及分布格局的工作主要集中在历史文献记录较为丰富的清代以后^[31,32],河湟谷地较早耕地数据的收集整理研究工作相对缺乏。在清代农业土地利用格局基本形成之前,河湟谷地的农业垦殖活动曾达到过两次高峰,分别是汉、唐两个时期,汉代开始在河湟地区开垦耕地,唐代开垦耕地的范围渐渐扩展到了整个黄河流域及湟水流域^[35]。耕地的开垦改变了原始土地覆盖状况,重建较长时间序列的耕地格局,能为河湟谷地历史时期土地利用/土地覆盖变化以及与气候变化的相互作用提供基础数据。综上所述,河湟谷地历史时期耕地格局重建方法已相对成熟,但耕地重建的研究主要集中在史前和清代以来,因此整理、重建清代以前河湟谷地耕地数据及空间分布很有必要。故本文整理、校正了公元

733年(唐代开元二十一年)河湟谷地的耕地数据,通过校正历史文献中屯田数据,并对其进行单位转换,获得具有现代意义的耕地面积数据,运用网格化重建方法将耕地数据进行了空间表达,得到公元8世纪上半叶唐代河湟谷地耕地分布格局。

2 研究区概况

2.1 研究区自然地理概况

河湟谷地位于青藏高原东北部,包括青海省境内的黄河及其支流湟水河谷地区(图1),其行政范围包括西宁市(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3.5万km²。该区属于黄土高原向青藏高原过渡、东部季风区向西北干旱区过渡、农耕区向游牧区过渡的关键地带。海拔1689~5218m,日照时数2600~3000h,年平均温度5℃~9℃,年平均降水量为252~535mm,是青藏高原自然环境相对较好的区域,因此也是黄河流域人类活动最早的地区之一。

2.2 河湟谷地农业发展史

河湟谷地古人类遗迹最早可追溯到3万年前,

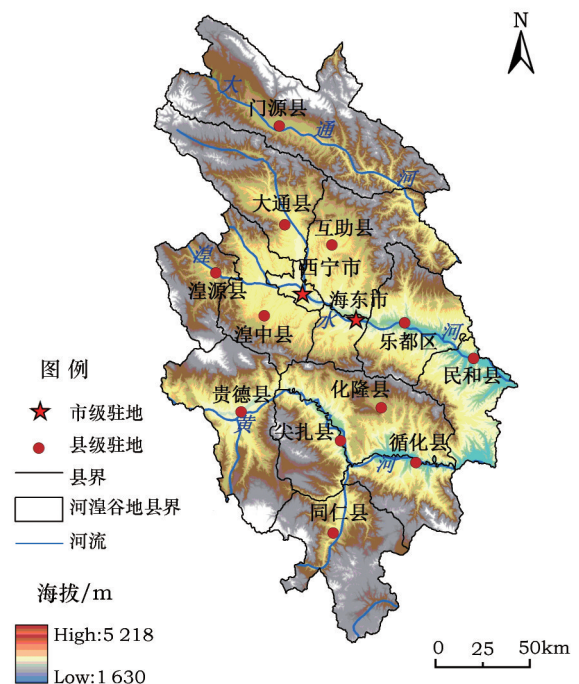


图1 研究区位置

Figure 1 Location of the study area

大约距今5000年前后该地区就逐渐开始了垦殖活动,由最初的“火燎杖种”的生荒耕作方式,逐渐发展为耒耜耕作阶段^[36],处于落后的原始农业阶段。西汉初年,青海东部仍由羌人和匈奴控制,大部分地区以游牧业为主,中央封建王朝为解除西北边陲的威胁派兵西征,公元前112年(元鼎五年)置护羌校尉,通过移民和筑塞置亭等行为,将汉王朝势力逐渐向河湟谷地渗入。公元前81年(西汉始元六年)汉昭帝在此设立金城郡辖6县^[37],公元前61年又在湟水流域新设7县,并将郡治西移至青海境允吾(今民和县境内),从此青海东部的河湟谷地正式纳入中央封建王朝的军衔体系之中,为了就地解决军需粮秣,适宜农耕的河湟谷地的垦殖活动也渐渐发展起来。公元前49年(汉宣帝初年),赵充国平息羌人事变,提出“罢兵屯田”的建议,在河湟谷地实施屯田戍边政策^[38]。西汉末年,陇西太守马援认为“破羌以西城多玩牢,易可依固,其田土肥壤,灌溉流通”,并归劝羌人前来定居,致力于湟水流域农业的发展,随着归附的羌人增多,河湟地区多数荒地首次开垦^[39]。而到公元101年(东汉永元十三年)和帝任命曹凤为金城西部都尉,主管移垦,次年,金城郡长史上官鸿在归义、建威两处屯田27部,护羌校尉金城太守侯霸则于东、西邯(今化隆县)及留逢河两处屯田7部,共屯田34部,湟水流域的垦殖活动基本形成“列屯夹河”之势,河湟谷地历史时期的垦殖活动得到真正意义的稳固和发展。

公元220–420年(魏至东晋时期),河湟谷地战乱不断,社会动荡不安,农业发展受到重创。虽然在十六国时期和吐谷浑王国统治时期有了短暂的农业恢复期,但从南凉国灭亡后,河湟地区人口数量急剧下降,大半农田被废弃^[35],农业整体发展水平下降。隋唐时期青海地区开始设置郡县和驻军屯田,隋代屯田主要是以河源郡(今兴海县)为中心,“朔州总管,大兴屯田,营田积谷”说明当时在河湟地区有屯田行为,只是河陇地区人户鲜少,屯田范围小,加之隋末混乱局面而成效并不大,陇右道东部(包括今河湟谷地区域)存在大量森林,也有广阔的畜牧地区,农耕区域主要存在于森林、草原之间,并且多以点状形式存在^[40],隋代屯田开始于大业五年而于隋末乱起而结束,仅存在7年时间^[41]。唐代

在河湟谷地主要以军事屯田为主。唐初青海东部乐都城(今乐都县)设置鄯州刺史,在与吐蕃战争中,出现“乃斥地置烽七十所,垦田五千顷,岁收粟斛百余万”的局面^[42]。唐高宗以后陇右道东部地区屯田范围迅速扩大。公元694年(延载元年),武则天命娄师德管理边境屯务,为河源、积石、怀远等军及河、兰、鄯、廓等州检校营田大使,屯田规模以开元中期和天宝初年为最盛。公元755年(天宝十四年)安史之乱爆发后,黄河中下游地区传统农业遭受重创,陇右道、剑南道西部等先后沦为战场^[43],吐蕃占领了青海东部在内的大部分地区,河湟谷地以军屯为主的大规模屯田随之结束。吐蕃统治时期,虽然在河湟谷地推行“突田制”,但是该区农业发展仍然受到很多限制,到公元9世纪中叶,吐蕃王室分裂,河西陇右的吐蕃边将互相混战,鄯、廓等河湟8州出现“五千里间,赤地殆尽”^[38]。此后的明清时期河湟谷地的农业垦殖才得以逐渐恢复和发展。本文选择公元733年属于唐代开元盛世时期(公元713–741年),它代表唐代安史之乱以前屯田规模最为宏大、原始土地覆盖改变程度最为深刻的时期,这一时期大量的原生植被被开垦,原有的以牧业为主的生产格局被打破,河湟谷地农业生产的基本格局基本形成。因此,运用网格化方法对当时耕地格局进行重建,直观、形象地对当时耕地分布状态进行空间表达,为研究河湟谷地土地利用/土地覆盖变化提供早期基础数据。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源

(1)历史文献数据。唐代开元年间河湟谷地耕地数据主要来源于《新唐书·食货志》^[42]、《南宋本大唐六典校刊记》^[44]、《唐会要》^[45]、《北宋版通典》^[46]、《元和郡县志》^[47]、《大唐六典》^[48]。唐代开元年间河湟谷地行政界线的划定以及城镇驻地标注主要参考《中国历史地图集—隋·唐·五代十国时期》^[49]。

(2)其它数据。耕地分布影响因子中的海拔数据来源于地理空间数据云(www.gscloud.cn)中90 m DEM数据,90 m坡度数据由DEM数据提取得到;全国1 km网格气候生产潜力数据、1:100万中国土壤类型和土壤含氮量分布数据(1995年)来源于地球系统科学数据共享平台(www.geodata.cn)。

2017年2月

3.2 数据处理

明代以前中国边疆地区大多数地区的农田均以“屯”作为垦殖单位,虽没有明确现代意义的田亩计量单位,但每屯按固定规模的编制开垦耕地。唐书中明确规定“屯有两种:一属司农寺,即指民屯;一隶州镇诸军,大部分指军屯”,而于唐太宗贞观十年起,在边关出于“就地取得供应、省转输”等目的,大兴军屯,当时边境屯田亦称营田。而这些军事屯田是以屯为单位进行记录的,因此需要将屯通过一定转化关系折算成具有现代意义耕地面积。基本方法是:先根据唐代历史文献记载统计研究区域内的屯数,并按照每一屯所开垦的耕地面积计算出相对的耕地顷数,再找出唐代耕地单位与现代耕地单位的转换关系,将唐代耕地数据转化为现代亩。唐代亩里制度在相关史籍中有较为明确的记载,公元624年(武德七年)令规定“度田之制,五尺为步,步二百四十为亩,亩百为顷”,开元二十五年重申“田广一步,长二百四十步为亩,百亩为顷”。以5尺为步,240步为亩,1亩合6000平方尺或60平方丈,与现今市亩制同。唐以大尺为量地尺,1尺合29.5cm,亩积计为522.15m²,合现今的0.783 225市亩^[50,51]。

由此可得:

$$1 \text{ 平方尺} = 1 \text{ 尺} \times 1 \text{ 尺} (29.5 \text{ cm} \times 29.5 \text{ cm} \\ = 870.25 \text{ cm}^2) = 0.087 \ 025 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ 亩} = 1 \text{ 平方尺} \times 6000 = 0.087 \ 025 \text{ m}^2 \times 6000 \\ = 522.15 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ 顷} = 1 \text{ 亩} \times 100 = 522.15 \text{ m}^2 \times 100 = 52 \ 215 \text{ m}^2 \\ = 0.052 \ 215 \text{ km}^2$$

则推出:

$$1 \text{ 军屯} = 50 \times 0.052 \ 215 \text{ km}^2 = 2.610 \ 75 \text{ km}^2$$

3.3 研究方法

3.3.1 网格化重建方法

将耕地面积数据转化成为具有空间属性意义的地理数据集,必须将其按照一定的地理规则分配到相应的空间区域。本文根据罗静等针对青藏高原特殊的河谷农业区构建的空间分辨率为1km×1km的耕地模型分配方法进行分配,基本模型为^[31]:

$$G(i, v_n) = \prod_{j=1}^H R_j \times \sum_{k=1}^L S_k A_k \times \delta(i) \quad (1)$$

式中 $G(i, v_n)$ 为 v_n 年网格 i 的宜垦性程度; H 为限制

因子的个数; R_j 为第 j 个限制因子的作用值; L 为非限制因子的个数; S_k 为第 k 个非限制因子的作用值; A_k 为第 k 个非限制因子的权重,权重值引自罗静等^[31]。1km×1km 耕地格局重建过程中,河流等水域在网格中所占的比重不容忽视,因此 $\delta(i)$ 反映了网格 i 的陆地面积比重。

为了准确地反映各区域的耕地面积,针对 w_x 县(固定区域)内 v_n 年网格 i 的耕地面积比重 $Z(i, v_n)$ 、耕地面积 $M(i, v_n)$ 以及垦殖率 $FR(i, v_n)$ 分别进行计算,算法如下:

$$Z(i, v_n) = \frac{G(i, v_n)}{\sum_{i=1}^n G(i, v_n)} \quad (2)$$

$$M(i, v_n) = Z(i, v_n) \times W(w_x, v_n) \quad (3)$$

$$FR(i, v_n) = \frac{M(i, v_n)}{\text{area}(i)} \quad (4)$$

式中 $W(w_x, v_n)$ 为 w_x 县在 v_n 年的耕地面积总数, $\text{area}(i)$ 为每个网格的面积。当统计单元的区域较小,且耕地统计面积较大的时候,网格垦殖率 $FR(i, v_n)$ 存在大于1的情况,而理论上每个网格垦殖率 $FR(i, v_n)$ 的范围应该保持在[0, 1]之间。当单位网格垦殖率大于1时,对所有 $FR(i, v_n)$ 大于1的网格重新赋值为1,将多出的耕地面积按照公式(2)、公式(3)、公式(4)再次分配到垦殖率小于1的网格中,循环计算,直至所有网格的垦殖率等于或小于1为止。

3.3.2 数据量化与标准化处理

(1)限制因子阈值的确定及标准化。1983年青海省综合农业区划编写组根据海拔高程的差异性和河湟谷地农业的实际情况,将河湟谷地农业区划分为川水区($\leq 2600\text{m}$)、浅脑山区($2600 \sim 3200\text{m}$)、脑山区($> 3200\text{m}$)三大区。脑山区由于海拔较高,温度低,降水较多,相对湿度较大,霜冻灾害严重,土地利用类型单一,主要为草地、灌木林地以及未利用地^[52],基本无耕地,因此,本文将海拔3200m作为耕地分布的上限。河湟谷地可开垦地区大多数以黄土地貌为主,地形坡度 $> 25^\circ$ 的地区,水土流失严重^[53],不宜开垦,本文在唐代耕地分配中将地形坡度 $> 25^\circ$ 的网格作为耕地分配的坡度上限阈值。除上述两种因素外,限制耕地分布的因素还有土壤因

素,本文将土壤类型进行二值化处理,可开垦种植的土壤赋值为1,不可开垦的土壤赋值为0,剔除寒钙土、寒冻土等不具有土壤肥力的土壤类型^[54]。根据上述3个因素阈值确定的基础上,对其进行数据标准化处理(计算方法如公式(5)、公式(6)),以便采用3.3.1章节的网格模型进行计算。

$$NE(i) = \frac{\max(E(i)) - E(i)}{\max(E(i))} \quad (5)$$

$$NS(i) = \frac{\max(S(i)) - S(i)}{\max(S(i))} \quad (6)$$

式中*i*为网格编号,*NE(i)*、*NS(i)*分别表示网格*i*标准化的海拔和坡度,其取值范围为[0,1];*E(i)*、*S(i)*分别表示网格*i*的海拔、坡度;*max(E(i))*、*max(S(i))*分别是指网格*i*海拔、坡度的最大值;其中*i*为网格编号。

(2)非限制性因子量化及其标准化。在影响耕地分布的自然因素中,部分因素只反映性质,实际没有可测数据,在模型计算中必须将其按性质程度半定量化表达。本文根据青藏高原河谷农业的具体情况和对农业生产的有利程度,将坡向分为4级(阳、半阳、半阴、阴坡),并分别对其进行赋值为[1,4],再将其进行标准化处理;同时从全国1km网格气候生产潜力数据库以及1:100万土壤数据库中提取河湟谷地区域相对应的数据,按照如下公式对气候生产潜力、土壤有机质含量(在提取的土壤类型相应的图斑中分别输入以获得的各土壤类型的有机质含量)进行标准化处理^[31]:

$$NO(i) = \frac{O(i)}{\max(O(i))} \quad (7)$$

$$NC(i) = \frac{C(i)}{\max(C(i))} \quad (8)$$

式中*NO(i)*、*NC(i)*分别为网格*i*标准化的土壤有机质含量、气候生产潜力,取值范围为[0,1];*O(i)*、*C(i)*分别表示网格*i*的土壤有机质含量和气候生产潜力;*max(O(i))*、*max(C(i))*分别表示网格*i*土壤有机质含量和气候生产潜力的最大值。

耕地总是以聚落为中心在其周围分布,在生产水平较为低下的农业社会中,距离水源较近,气候适宜,地势平坦的地方,是人类优先选择的居住地^[33]。所以耕地的分布一般布局在聚落周边,尤其是交通相对落后的历史时期,更是如此。因此,本文将公

元733年以前存在的军事驻地^[48]、村镇和聚落地^[49]收集整理,将其作为耕地的分布中心,运用ArcGIS软件分别做500m、1000m以及1000m以上的距离缓冲区,依据距离聚落越近,耕地分布比重越高,距离聚落越远,耕地分布比重越低的原则,由近及远分别赋予3、2、1的相应数值,再进行标准化处理。

4 耕地重建结果

4.1 公元733年河湟谷地耕地面积

历史上屯田分为很多种,主要包括民屯、谪屯、商屯、军屯四种。据记载,公元733年(开元二十一年)时,全国7道72处军、州、边镇,共有屯田1025屯^[43],其中1/3的屯田分布在河西道、陇右道地区。而河湟谷地的军事屯田主要分布于陇右道东部地区,通过对河湟谷地历史文献中记载的屯田记录统计、筛选和校验,共得出河湟谷地区域公元733年屯田数为123屯。主要包括鄯州、廓州境内各军队所屯之田及吐谷浑统治区内的西使所屯之田^[35]。文献资料中记载“屯有大小,大者50顷,小者20顷”^[44]。但,何为大屯?何为小屯?由前文可知该区的屯田隶属于州镇诸军,具有典型的军屯性质,同时《新唐书》卷53《食货志三》中记载“司农寺每屯30顷,州镇诸军每屯50顷”^[47]。因此,根据3.2.2章节数据处理公式可推出:

$$1 \text{ 军屯} = 50 \times 0.052 \text{ 215 km}^2 = 2.610 \text{ 75 km}^2$$

通过上式可计算出公元733年河湟谷地各区域的耕地面积(表1)。

4.2 公元733年耕地空间重建

根据3.3.1章节和3.3.2章节的重建方法,将经过校正以后的公元733年河湟谷地分区的耕地面积在网格单元中进行分配。在实际分配的过程中,由于河湟谷地各区域耕地面积分布较少,本文在计算耕地在每个网格分配中未发现垦殖率>1的情况,不用对垦殖率>1的网格进行二次分配。但发现被分配耕地垦殖率≤0.025的地区,经过与唐代军事驻地出现地点和人口的空间分布状况以及河湟谷地地理环境条件校验,实际耕地分布的可能性非常小,因此,将≤0.025作为耕地垦殖率的最低阈值,将耕地垦殖率≤0.025的网格赋值为0,其耕地面积在≥0.025的网格中进行二次分配。所以将3.3.2章节中的模型相应进行调整,基本做法是:

2017年2月

表1 公元733年河湟谷地各区域耕地面积数据

Table 1 The statistics of cropland area in each region of YHV

in A.D.733(Tang Dynasty)				
唐代河湟谷地 行政单位	军事 屯田	对应现代 区域	军屯数 /屯	折算现代耕地 面积/km ²
鄯州	临洮军	乐都	30	78.32
	河源军	西宁	28	73.10
	白水军	大通	11	28.72
	安人军	湟源	10	26.11
	鄯州		6	15.66
廓州	合川守捉	化隆	9	23.50
	积石军	贵德	12	31.33
	绥和守捉	贵德	3	7.83
	廓州	化隆群科	4	10.44
吐谷浑统治区域	西使	同仁	10	26.11
合计			123	321.12

当 $FR(i, v_n) \leq 0.025$ 时, 令 $FR(i, v_n) = FR_1(i, v_n)$

当 $FR(i, v_n) > 0.025$ 时, 令 $FR(i, v_n) = FR_2(i, v_n)$

按照公式(9)、公式(10)对耕地面积进行二次分配; $S_n(i, v_n)$ 是二次分配耕地面积的比重; L_{FR} 为最终垦殖率, 最终得到公元733年河湟谷地更符合历史时期 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 网格化空间格局分布图(图2)。

$$S_n(i, v_n) = \frac{FR_2(i, v_n)}{\sum_{i=1}^n (i, v_n)} \quad (9)$$

$$L_{FR} = \sum_{i=1}^n FR_1(i, v_n) \times S_n(i, v_n) + FR_2(i, v_n) \quad (10)$$

从公元733年河湟谷地耕地重建结果来看, 该地区虽然面积较大, 但受海拔高度和山地地形因素的限制, 宜垦耕地面积较少, 加之唐代该地区属于边陲地区, 人口更为稀少, 耕地开垦总量有限, 重建结果全区只有11.7%的网格具有耕地分布。耕地主要集中在湟水河干流两侧的冲洪积平原和河流阶地以及黄河干流的贵德盆地和化隆盆地, 耕地分布以河流干流为中心线向外扩展。

从耕地的垦殖强度来看, 河湟谷地位于中原农耕文明与西北游牧文明的融合区, 是中原王朝抵御游牧民族入侵的关键屏障, 从汉代开始的实施军事屯田一直延续到唐朝, 屯田历史悠久, 但受河湟谷地自然条件的限制, 耕地分布在整体上没有表现出规模连片的垦殖现象, 而是小片集中, 呈现出区域小片“破碎化”分布现象。总体来讲, 该区域耕地网

格平均垦殖率仅为9.2%, 最高垦殖率为18.9%, 其中有31.4%的耕地网格垦殖率在9.0%以下, 67.6%的耕地网格垦殖率在9.0%~15.0%之间, 1.0%的耕地网格垦殖率达到15.0%~20.0%之间。说明在唐代开元盛世时期河湟谷地耕地垦殖率较低, 农业发展处于成长期, 反映出当时该地区人口较少, 农业生产技术条件落后。

从垦殖强度在空间分布的规律上来看, 河湟地区的耕地垦殖强度存在一定区域差异。当时的鄯州垦殖率整体水平相对较高, 区内最高垦殖率为18.9%, 耕地网格平均垦殖率为12.9%, 有7.1%的耕地网格垦殖率在15.0%以上。主要原因可能是鄯州基本包括整个湟水流域, 该区域平均海拔在2000m, 河谷宽阔, 地势起伏较小, 河流三级、四级阶地冲积平原发育, 土壤以灰钙土、栗钙土为主, 气候条件相对温和, 对农业发展相对有利, 因此, 军事屯田较多, 耕地垦殖强度较高。而廓州地区耕地的平均垦殖率较低, 拥有耕地分布的网格只占全区网格的11.0%, 平均垦殖率为7.8%, 虽然该地区平均海拔在1800m, 光照条件较好, 但是当时一方面黄河谷地地处坡积、冲积及河漫滩地, 物质成分中砾石较多, 土壤有机质含量不高, 盐碱度较高, 水土流失严重; 另一方面当时该地大部分地区受吐谷浑王朝统治, 中原王朝在此设置的军事建制不多, 军事屯田数量有限, 耕地仅集中分布在黄河谷地的贵德盆地和化隆盆地之中, 直至清代该地区的农业才有所发展, 其农业发展历史明显落后于湟水流域。

5 讨论

5.1 唐代河湟谷地行政界线的校正

“河湟”一词最早出现在《后汉书·西羌传》中^[55], 之后在历史文献中频频出现^[56], “河湟”一词的内涵相当复杂, 历史上其所包含的地域范围较今天河湟谷地可能范围更广、更大, 历史上不同时期河湟地区的概念与现在不尽相同。公元627年(贞观元年)唐朝将全国分为十道, 龙抵以西迄于沙州为陇右道, 而河湟地区仍然继承隋朝初年在该地区设立的鄯州、廓州管辖, 隶属陇右道东部, 唐代开元盛世时, 河湟谷地的屯田在总结前代经验的基础上, 制定了更加适合该地屯田发展的政策, 以军事屯田为主, 一方面能够形成一条对抗吐蕃王朝的以赤岭为

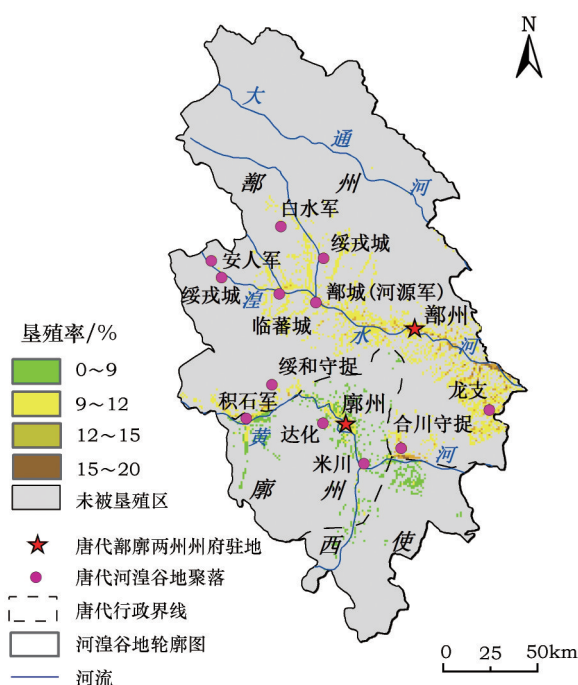


图2 公元733年河湟谷地耕地空间分布格局

Figure 2 Spatial distribution of cropland
in YHV in A.D.733

中心,北起祁连山,南至西倾山的军事防线;另一方面,军屯的兴起与发展,能够就地解决军队所需要的粮食,减少唐朝中央政府的压力。直到公元756年(天宝末年)安禄山叛乱,吐蕃乘虚东上,占领河湟地区,陇右道东部各州县先后陷没^[57]。公元844年(会昌四年)虽然唐朝“以回鹘衰微,吐蕃内乱,议复河、湟四镇十八州”^[58],但此时唐朝国力日渐衰落,对河湟地区的收复,有则于无。唐代开元盛世时期,河湟谷地主要包括鄯、廓两州以及西使地区吐谷浑统治区廓州接壤的地方(今同仁县南部),本文将谭其骧唐代陇右道东部地图^[49]与现代河湟谷地地理界线相结合,确定本文研究范畴为湟水河流域全境和黄河干流从龙羊峡至寺沟峡一段的全部区域^[59,60],唐代鄯州、廓州的行政界线大致以现代县域的拆分和归并而成,比历史文献泛指的“河湟”地区范围要小、但更具体(图3)。

5.2 耕地数据的二次分配

本文引用的罗静等针对青藏高原特殊的河谷农业区而构建的耕地分配模型^[31],虽然全面考虑了青藏高原典型区域河谷耕地开垦的影响因子,并将其分解为海拔、坡度、土壤类型3个限制因子和坡

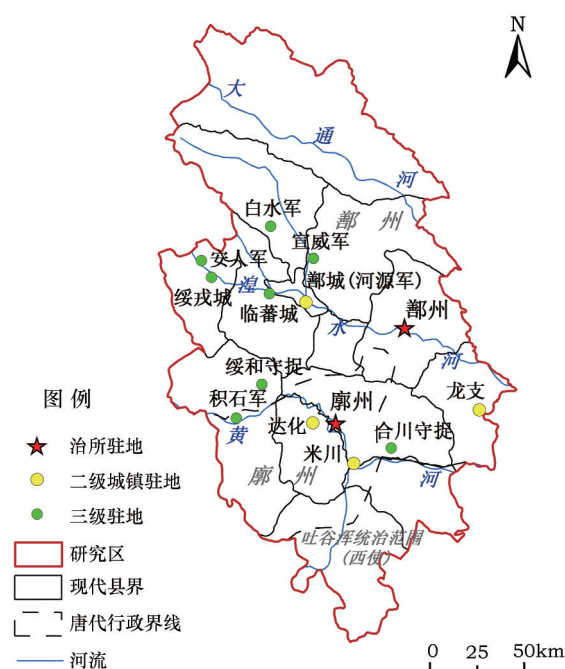


图3 唐代行政界线示意

Figure 3 The schematic diagram of administrative boundaries
in Tang Dynasty

向、土壤有机质含量、距离聚落位置、气候生产潜力4个非限制因子,但在当耕地面积较大的情况,实际计算中会出现网格垦殖率 >1 ,这种情况主要是由于历史数据的记录精度和换算过程中误差造成的,理论上每个网格垦殖率的范围应该在 $[0, 1]$ 之间,因此,当出现该情况时,可以采用二次分配的方法,将网格中多出的耕地面积按照一定原则再次进行分配,循环进行,直至所有网格的垦殖率 ≤ 1 为止。

本文在计算分配过程中没有发现网格垦殖率 >1 的情况,而是出现了另外一种情况,即是当网格分配的垦殖率小到一定程度时,实际耕地分布的可能性就非常小,这也在罗静^[31]、颀耀文^[61]的相关研究中得到证实,但可能这种情况在不同时期、不同地区有不同临界值或阈值,需要在实际工作中进行校验和求证。本文通过与唐代军事驻地出现地点和人口的空间分布状况以及河湟谷地地理环境条件校验和求证发现,耕地垦殖率 ≤ 0.025 的地区,实际耕地分布的可能性非常小,故将 ≤ 0.025 作为耕地垦殖率的最低阈值,当网格中耕地垦殖率 ≤ 0.025 时,则将其网格赋值为0,并且将该网格的耕地垦殖率进行二次分配。最终使所得结果更加符合实际的

2017年2月

耕地空间格局。

6 结论

本文主要结论如下:

(1) 网格化方法的运用是历史时期耕地重建的重要突破, 但由于网格化重建的精度有待于进一步提高, 因此本文在修订了网格化重建模型的基础上, 通过二次分配的方法使网格化重建更加符合历史时期的实际情况。

(2) 公元733年前后, 河湟谷地主要覆盖鄯州、廓州以及南部部分吐谷浑统治的区域, 耕地以军事屯田为主, 耕地格局初具规模, 其中鄯州军屯94屯, 廓州19屯, 南部吐谷浑统治区域10屯, 共计123屯, 估算统计得到耕地总面积为321.13km²。

(3) 从河湟谷地公元733年耕地空间分布情况来看, 耕地宜垦区范围内主要以聚落为中心点, 以河流为中心线向外扩散, 主要集中分布在湟水干流区域以及黄河河谷区域的串珠状盆地内。受海拔高度和山地地形因素的限制, 区域内可耕之地较少, 加之当时河湟谷地人口较少, 耕地面积有限, 全区仅有11.7%的网格具有耕地分布; 垦殖率受到自然条件和生产力水平的双重影响整体偏低, 处于农业发展的成长期, 平均垦殖率在9.2%, 最高垦殖率为18.9%, 其中有31.4%耕地网格垦殖率在9.0%以下, 67.6%耕地网格垦殖率在9.0%~15.0%之间, 1.0%的耕地网格垦殖率达到15.0%~20.0%之间。

(4) 垦殖强度在行政单元之间分布具有明显的差异性, 其中, 鄯州垦殖率最高, 平均垦殖率接近13.0%; 廓州垦殖率较低, 南部西使地区垦殖率最低, 因此湟水流域的农业优先于黄河流域农业的发展。

参考文献 (References):

- [1] Dickenson R. Global change and terrestrial Hydrology: A review [J]. *Tellus*, 1991, 43(4): 176-181.
- [2] Shukla J, Nobre C, Sellers P. Amazonian deforestation and climate change[J]. *Science*, 1990, 247(4948): 1322-1325.
- [3] Nunes C J, Nunes I. Land-use and Land-cover Change (LUCC): Implementation Strategy[R]. Stockholm: IGBP Report No.48/IHDP Report No.10. IGBP/IHDP, 1999.
- [4] 封志明, 刘宝勤, 杨艳昭. 中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建: 1949-2003[J]. *自然资源学报*, 2005, 20(1): 35-43.
- [5] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. *地理研究*, 2001, 20(2): 129-138. [Li P, Li X B, Liu X J. Macro-analysis on the driving forces of the land-use change in China[J]. *Geographical research*, 2001, 20(2): 129-138.]
- [6] Andersen O B, Crow T R, Lietz S M, et al. Transformation of a landscape in the upper mid-west, USA: The history of the lower St. Croix river valley, 1830 to present[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1996, 35(4): 247-267.
- [7] Wulf M, Sommer M, Schmidt R. Forest cover change in the Prignitz region (NE Germany) between 1790 and 1960 in relation to soils and other driving forces[J]. *Landscape Ecology*, 2010, 25(2): 299-313.
- [8] Goldewijk K K, Beusen A, Van Drecht G, et al. The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12000 years[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2011, 20(1): 73-86.
- [9] Ranmankutty N, Foley J A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1999, 13(4): 997-1027.
- [10] Esser G, Hoffstadt J, Mack F, et al. High Resolution Biosphere Model, Documentation, Model Version 3.00.00[R]. Giessen: Justus-Liebig University, 1994.
- [11] Li B B, Fang X Q, Ye Y, et al. Accuracy assessment of global historical cropland dataset on regional reconstructed historical data: A case study in northeast China[J]. *Science China: Earth Sciences*, 2010, 53(11): 1689-1699.
- [12] Cousins S. Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs[J]. *Landscape Ecology*, 2001, 16(1): 41-54.
- [13] Bender O, Boehmer H J, Jens D, et al. Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 70(1): 111-125.
- [14] Skalos J, Weber M, Lipsky Z, et al. Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes: Case study (Czech Republic) [J]. *Applied Geography*, 2011, 31(2): 426-438.
- [15] Veski S, Koppel K, Poska A. Integrated palaeoecological and historical data in the service of fine-resolution land use and ecological change assessment during the last 1000 years in Rouge, southern Estonia[J]. *Journal of Biogeography*, 2005, 32(8): 1473-1488.
- [16] Schuppert C, Dix A. Reconstructing former features of the cultural landscape near Early Celtic Princely Seats in Southern Germany: A GIS-based application of large-scale historical maps and

- archival sources as a contribution to archaeological research[J]. *Social Science Computer Review*, 2009, 27(3): 420–436.
- [17] Galatowitsch S. Using the original land survey notes to reconstruct presettlement landscape in the American West[J]. *Western North American Naturalist*, 1990, 50(2): 181–191.
- [18] Rhemtulla J M, Mladenoff D J, Clayton M K. Historical forest baselines reveal potential for continued carbon sequestration[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106(15): 6082–6087.
- [19] Benitez J A, Fisher T R. Historical land-cover conversion (1665–1820) in the Choptank watershed, eastern United States[J]. *Ecosystems*, 2004, 7(3): 219–232.
- [20] Hamandawana H, Eckardt F, Chanda R. Linking archival and remotely sensed data for long-term environmental monitoring[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information*, 2005, 7(4): 284–298.
- [21] 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 等. 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, 2008, 38(2): 197–210. [Ge Q S, Dai J H, He F N, et al. Land use changes and their relations with carbon cycles over the past 300a in China[J]. *Science in China: Earth Sciences*, 2008, 51(6): 871–884.]
- [22] 叶瑜, 方修琦, 任玉玉, 等. 东北地区过去300年耕地覆被变化[J]. 中国科学: 地球科学, 2009, 39(3): 340–350. [Ye Y, Fang X Q, Ren Y Y, et al. Cropland cover change in Northeast China during the past 300 years[J]. *Science in China: Earth Sciences*, 2009, 52(8): 1172–1182.]
- [23] 李士成, 何凡能, 陈屹松. 清代西南地区耕地空间格局网格化重建[J]. 地理科学进展, 2012, 31(9): 1196–1203. [Li S C, He F N, Chen Y S. Gridding reconstruction of cropland spatial patterns in Southwest China in the Qing Dynasty[J]. *Progress in geography*, 2012, 31(9): 1196–1203.]
- [24] 袁存, 叶瑜, 方修琦. 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, 2015, 34(1): 83–91. [Yuan C, Ye Y, Fang X Q. Rasterizing cropland data and accuracy comparison in Jiangsu and Anhui Provinces in the Mid-Qing Dynasty[J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(1): 83–91.]
- [25] Ryavec K E. 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*, 2001, 167(4): 342–357.
- [26] 罗静, 张镔锂, 刘峰贵, 等. 青藏高原东北部河湟谷地1726年耕地格局重建[J]. 地理研究, 2014, 33(7): 1285–1296. [Luo J, Zhang Y L, Liu F G, et al. Reconstruction of cropland spatial patterns for 1726 on Yellow River–Huangshui River Valley in northeast Qinghai–Tibet Plateau[J]. *Geographical Research*, 2014, 33(7): 1285–1296.]
- [27] 颀耀文, 余林, 汪桂生, 等. 黑河流域汉代垦殖绿洲空间分布重建[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2013, 49(3): 306–312. [Reconstruction of spatial distribution of cultivated oases in Han–Dynasty Heihe River basin[J]. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 2013, 49(3): 306–312.]
- [28] 汪桂生, 颀耀文, 王学强, 等. 明代以前黑河流域耕地面积重建[J]. 资源科学, 2013, 35(2): 362–369. [Wang G S, Xie Y W, Wang X Q, et al. Data reconstruction of Heihe river basin cultivated land area prior to the Ming Dynasty[J]. *Resources science*, 2013, 35(2): 362–369.]
- [29] 汪桂生, 颀耀文, 王学强. 黑河中游历史时期人类活动强度定量评价—以明、清及民国时期为例[J]. 中国沙漠, 2013, 33(4): 1225–1234. [Wang G S, Xie Y W, Wang X Q. Evaluation on human activity in the middle reaches of Heihe river in historical period: A case study on the Ming Dynasty, Qing Dynasty and the republic of China[J]. *Journal of desert research*, 2013, 33(4): 1225–1234.]
- [30] 何凡能, 李士成, 张学珍. 北宋中期耕地面积及其空间分布格局重建[J]. 地理学报, 2011, 66(11): 1531–1539. [He F N, Li S C, Zhang X Z. The reconstruction of cropland area and its spatial distribution pattern in the mid-northern Song Dynasty[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(11): 1531–1539.]
- [31] 罗静, 陈琼, 刘峰贵, 等. 青藏高原河谷地区历史时期耕地格局重建方法探讨—河湟谷地为例[J]. 地理科学进展, 2015, 34(2): 207–216. [Luo J, Chen Q, Liu F G, et al. Methods for reconstructing historical cropland spatial distribution of the Yellow River–Huangshui River valley in Tibetan Plateau[J]. *Progress in geography*, 2015, 34(2): 207–216.]
- [32] 李士成, 张镔锂, 何凡能. 过去百年青海和西藏耕地空间格局重建及其时空变化[J]. 地理科学进展, 2015, 34(2): 197–206. [Li S C, Zhang Y L, He F N. Reconstruction of cropland distribution in Qinghai and Tibet for the past one hundred years and its spatiotemporal changes[J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(2): 197–206.]
- [33] 曾早早, 方修琦, 叶瑜. 基于聚落地名记录的去300年吉林土地开垦过程[J]. 地理学报, 2011, 66(7): 985–993. [Zeng Z Z, Fang X Q, Ye Y. The process of land cultivation based on settlement names in Jilin province in the past 300 years[J]. *Acta geographica sinica*, 2011, 66(7): 985–993.]
- [34] 高志伟. 青海地区古代农业的起源与发展[J]. 青海民族历史研究, 2005, 16(3): 108–112. [Gao Z W. The origin and development of ancient agriculture in Qinghai area[J]. *Nationalities Research in Qinghai*, 2005, 16(3): 108–112.]
- [35] 崔永红. 青海经济史(古代卷)[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1998. [Cui Y H. Qinghai Economic History: Ancient Volumes [M]. Xining, China: Qinghai People's Publishing House, 1998.]
- [36] 贾兰坡, 黄慰文, 卫奇. 三十六年来的中国旧石器考古[M]. 北京: 文物出版社, 1986. [Jia L P, Huang W W, Wei Q. Chinese

2017 年 2 月

- Paleolithic Archaeology in 36 Years[M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 1986.]
- [37] 班固. 汉书·昭帝纪[M]. 北京: 中华书局, 1982. [Ban G. The History of the Former Han Dynast·The History of the ZhaoDi [M]. Beijing, China: Zhonghua Press, 1982.]
- [38] 龚书铎. 汉书·后汉书[M]. 成都: 巴蜀书社, 2012. [Gong S D. Book of Han·Book of the Later Han [M]. Chengdu: Bashu Book Agency, 2012.]
- [39] 范晔. 后汉书·马援传[M]. 北京: 中华书局, 1982. [Fan Y. Book of the Later Han·MaYuan Zhuan[M]. Beijing: Zhonghua Press, 1982.]
- [40] 柏杨, 司马光. 资治通鉴[M]. 北京: 中华书局, 2012. [Bai Y, Si M G. Zizhi Tongjian[M]. Beijing: Zhonghua Press, 2012.]
- [41] 田澍. 西北开发史研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2007. [Tian S. The Northwest Development History Research[M]. Beijing: China Social Science Press, 2007.]
- [42] 欧阳修, 宋祁. 新唐书·食货志[M]. 北京: 中华书局, 1975. [Ou Y X, Song Q. New Tang Book·Shi Huo Zhi[M]. Beijing: Zhonghua Press, 1975.]
- [43] 宁可. 中国经济通史·隋唐五代经济卷[M]. 北京: 经济日报出版社, 2007. [Ning K. China's Economic History·The Economic Volume in Sui and Tang Dynasty[M]. Beijing: Economic Daily Publishing House, 2007.]
- [44] 玉井是博. 南宋本大唐六典校刊记[M]. 东京: 岩波书店, 1942. [Yu J S B. Notes on the Book of Tang Dynasty in the Southern Song Dynasty[M]. Tokyo: Yanbo bookstore, 1942.]
- [45] 王溥. 唐会要[M]. 北京: 中华书局, 1955. [Wang P. Tang Hui Yao [M]. Beijing, China: Zhonghua Press, 1955.]
- [46] 杜佑. 北宋版通典[M]. 上海: 上海人民出版社, 2008. [Du Y. The Northern Song Dynasty Edition of Tong Dian[M]. Shanghai: Shanghai people's publishing house, 2008.]
- [47] 李吉甫. 元和郡县志[M]. 台北: 台湾商务印书馆, 1986. [Li J F. Yuanhe Junxian Zhi [M]. Taipei: Taiwan Commercial Press, 1986.]
- [48] 李隆基. 大唐六典[M]. 西安: 三秦出版社, 1991. [Li L J. Da Tang Liu Dian [M]. Xi'an: Sanqin Press, 1991.]
- [49] 谭其骧. 中国历史地图集(第五册)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1996. [Tan Q X. Historical Atlas of China[M]. Beijing: Sino Maps Press, 1996.]
- [50] 黄盛璋. 历代度量衡里亩制度的演变和数值换算[J]. 历史教学, 1983, (2): 28-31. [Huang S Z. Evolution and numerical conversion of the system of weights and measures and the Mu and Li in the past dynasties[J]. History teaching, 1983, (2): 28-31.]
- [51] 胡戟. 唐代度量衡与亩里制度[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 1980, (4): 34-41. [Hu J. The system of weights and measures and the Mu and Li in Tang Dynasty[J]. Journal of Northwest university, 1980, (4): 34-41.]
- [52] 青海省综合农业区划编写组. 青海省综合农业区划[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1983. [The Study Group of Comprehensive Agricultural Zoning Planning in Qinghai Province. The Comprehensive Zoning Planning of Agricultural in Qinghai Province[M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1983.]
- [53] 孙颔, 石玉林. 中国农业土地利用[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2003. [Sun H, Shi Y L. China's Agricultural Land Use[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 2003.]
- [54] 青海省农业资源区划办公室. 青海土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. [Office of Agricultural Resources Planning in Qinghai. Soil in Qinghai Province[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1997.]
- [55] 范晔. 后汉书·西羌传[M]. 北京: 中华书局, 1982. [Fan Y. Book of the Later Han·Xiqiang Zhuan[M]. Beijing: Zhonghua Press, 1982.]
- [56] 金勇强. 河湟地理概念变迁考[J]. 北方民族大学学报(哲学社会科学版), 2014, (6): 45-49. [Jin Y Q. Geographical concept change of "Hehuang"[J]. Journal of Beijing University of Nationalities, 2014, (6): 45-49.]
- [57] 林冠群. 唐代前期唐蕃竞逐青海地区之研究[A]. 林冠群. 唐代吐蕃史料集[C]. 北京: 中国藏学出版社, 2006. [Lin G Q. The Research of Tang and Tubo Compete for Qinghai Area in the Early Stage of the Tang Dynasty [A]. Lin G Q. The Historical Data Set in Tubo in Tang Dynasty[C]. Beijing: China Tibetology Publishing House, 2006.]
- [58] 史念海. 论唐代前期陇右道的东部地区[A]. 杜文玉. 唐史论丛: 第四辑[M]. 西安: 三秦出版社, 1988. [Shi N H. The Theory of the Early Tang Dynasty in the East of the Long You Dao[A]. Du W Y. Discussion of History in Tang Dynasty: The Fourth Series[M]. Xi'an: Sanqin Publishing House, 1988.]
- [59] 周宏伟. 秦汉时期河湟地区的农业开发[J]. 中国历史地理论丛, 1990, (2): 119-126. [Zhou H W. The development of agriculture in Hehuang area during the Qin and Han dynasties[J]. Journal of Chinese historical, 1990, (2): 119-126.]
- [60] 吕卓民. 明代河西、河湟屯垦区的水利建设[J]. 中国历史地理论丛, 1999, (3): 178-186. [Lu Z M. The construction of water conservancy in reclamation area in Hexi and Hehuang in Ming Dynasty[J]. Journal of Chinese historical, 1993, (3): 178-186.]
- [61] 颀耀文, 王学强, 汪桂生, 等. 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, 2013, 28(1): 71-78. [Xie Y W, Wang X Q, Wang G S, et al. Cultivated land distribution simulation based on grid in middle reaches of Heihe River in the historical periods[J]. Advances in Earth Science, 2013, 28(1): 71-78.]

Reconstruction of cropland spatial patterns in 733 AD in the Yellow River–Huangshui River Valley

WU Zhilei¹, LIU Fenggui^{1,2,3}, CHEN Qiong¹, ZHOU Qiang¹, YANG Dengxing¹

(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,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Reconstruction of high-resolution land use/land cover changes in typical region in the historical periods is of great significance to the study of past global environmental changes and global climate. It was a time node that cropland in the Tang Dynasty was the largest and the most efficient on record. Here, we collected and organized data on cropland area from historical documents during the Tang Dynasty to reconstruct the historical cropland spatial distribution of the Yellow River-Huangshui River valley (YHV) on the Qinghai-Tibetan Plateau. We combined this with the actual distribution situation of cropland in the historical period and adjusted the distribution of settlement for a second time to reproduce the spatial distribution pattern of farmland resources in the Tang Dynasty. The results showed that cropland in the YHV in the Tang Dynasty were dominated by military Mita, it was a total of 123 Tun and the total area was 321.13km². From analysis of cropland distribution, the spread of arable land mainly took the settlement as the center, and took the main river as the center line, and was distributed intensively in the basin of the Huangshui River and Yellow River valley area. Limited by altitude, mountainous terrain factors and a low population meant that only 11.7% of regional grids were cropland. The reclamation index was very low and influenced by natural environment factors and social productivity. It was in the early stages of agricultural development. The average reclamation rate of cropland was 9.2%, and the highest rate was 18.9%. For 31.4% of all grids the reclamation rate was less than 9%; 67.6% of all grids had a reclamation index from 9%~15% and only 1% of all grids had a reclamation index which was from 15%~20%. The distribution of reclamation intensity was different among administrative units: the reclamation index was highest in Shanzhou where the average reclamation index was nearly 13%; the reclamation index in Kuozhou was far lower; and the reclamation index was lowest in Xishi region which was located in the south of the YHV.

Key words: cropland; spatial patterns; reconstruction; Yellow River-Huangshui River valley; A.D. 733