

中国山区耕地利用边际化表现及其机理

李升发^{1,2,3}, 李秀彬^{1,2}

(1. 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;
2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 广州地理研究所 广东省地理空间信息技术与应用公共实验室,
广州 510070)

摘要: 耕地利用边际化是当前中国山区土地利用主要变化趋势。利用《全国农产品成本收益资料汇编》资料, 本文首先分析2003年以来农业劳动力价格快速上涨的背景下, 中国农业生产成本的结构性变化以及农户的响应, 并对比平原和山区农户对劳动力成本上升的响应方式及程度的差异, 发现平原地区能够通过大规模的农业机械替代减少劳动投入, 进而有效减少劳动力价格上升所带来的影响, 而山区因地形条件限制, 劳动生产率提升相对缓慢, 并与平原地区的差距不断扩大, 导致农业劳动力成本占比不断上涨。随着劳动力成本的快速上涨, 中国山区耕地边际化特征明显, 以玉米为代表的种植业净利润在2013年普遍降至零以下。2000年以来, 中国山区土地利用和植被变化表现为耕地面积减少、森林面积增加、NDVI指数增强, 而且在省级层次上, 山区县范围NDVI变化率与耕地和森林面积变化率分别具有很强的负相关($r = -0.70$)和正相关($r = 0.91$), 证实了中国山区耕地当前边际化的发展态势。基于以上分析, 本文最后对务农机会成本上升、农业劳动力快速析出背景下的山区耕地利用边际化机理进行了总结。这一研究有助于深入认识山区耕地撂荒和森林转型的发展过程。

关键词: 耕地利用边际化; 耕地撂荒; 农业劳动力成本; 农业劳动生产率; 中国山区

DOI: 10.11821/dlxb201805002

1 引言

土地边际化是指某一土地利用状态的经济生产能力受社会、经济、环境等多个因素改变的共同作用下不断减少的过程, 被边际化的土地称为边际土地^[1]。当土地净收益减少到零或以下的时候, 当前土地用途将转为更为粗放的用途。如果没有可替代的、具有经济生产能力的用途时, 这一土地将会被撂荒。耕地撂荒是耕地边际化最为明显的表征。20世纪后半叶以来, 耕地撂荒及撂荒后的植被恢复(森林转型)已经成为了全球山地丘陵地区普遍存在的一种农村土地利用边际化现象, 在欧洲地区尤其甚^[2]。研究表明当前全球性的土地边际化和耕地撂荒现象主要是由城市化和工业化不断发展并促使大量农业劳动

收稿日期: 2017-07-10; 修订日期: 2018-02-17

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973) (2015CB452706); 国家自然科学基金重大国际合作项目(41161140352); 广东省科学院实施创新驱动发展能力建设专项资金(2018GDASCX-0903, 2017GDASCX-0101, 2018GDASCX-0101) [Foundation: National Basic Research Program of China (973 Program), No.2015CB452706; The NSFC-IIASA Major International Joint Research Project, No.41161140352; GDAS' Special Project of Science and Technology Development, No.2018GDASCX-0903, No.2017GDASCX-0101, No.2018GDASCX-0101]

作者简介: 李升发(1986-), 男, 广东三水人, 博士, 助理研究员, 中国地理学会会员(S110010624M), 主要从事土地利用变化研究和土地规划相关工作。E-mail: li_shengfa@126.com

通讯作者: 李秀彬(1962-), 男, 河北固安人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地利用变化及其效应相关研究工作。E-mail: lixb@igsnrr.ac.cn

力脱离农业生产所引起^[3-5]。在2003年到达刘易斯拐点以后,中国部分地区的耕地出现了边际化利用趋势,耕地撂荒相关调查和报道不断增加^[5]。西南财经大学中国家庭金融调查与研究中心对全国29个省、262个县的住户跟踪调查发现,2011年和2013年分别有13.5%和15%的农用地处于闲置状态^[6]。全国山区县抽样调查的结果表明中国山区撂荒现象普遍,截至2014年撂荒率为14.32%^[7]。案例调查显示绝大部分耕地撂荒发生在山地丘陵地区^[5],如重庆^[8-10]、四川^[11]、福建^[12-13]、湖南西部^[14-15]、贵州^[16]、宁夏南部^[17]、甘肃东南部^[18]、吉林南部^[19]。

现有研究已经从地块层次^[20-22]和农户层次^[23-24]揭示了耕地撂荒的原因,即耕地无租化是耕地撂荒的根本原因^[20],劳动力成本上升和农业劳动力析出是农户做出撂荒决定的主要原因^[24-25],而城镇化和工业化是这一切发生的最主要推动力^[26-27]。然而,目前对于耕地边际化和撂荒发生机理并没有进行系统的总结,尤其是没有定量分析撂荒主要发生在山区的机理。鉴于此,本文利用《全国农产品成本收益资料汇编》资料,首先分析20世纪90年代中期,尤其是2003年以来中国农业生产中劳动力成本变化以及农户的响应行为;通过对比山区和平原地区农户面对劳动力成本上升响应能力的差异,揭示中国山区耕地边际化特征和撂荒发生的原因;之后,利用土地利用数据和遥感数据,分析1990-2010年中国山区耕地和森林面积以及2000年以来植被指数的时空变化特征,以作为中国山区耕地利用边际化的现实判断基础。最后,基于上述分析对中国山区耕地撂荒的整个过程和机制进行系统总结。

2 资料和方法

2.1 数据来源

全国及分省农业生产的各项成本、收益以及用工数量数据均来自于国家发改委价格司历年的《全国农产品成本收益资料汇编》。重庆市和黑龙江省的农业机械总动力数据分别来自于历年的《重庆统计年鉴》和《黑龙江统计年鉴》。土地利用数据来自于中国科学院地理科学与资源研究所制作的中国5年间隔陆地生态系统空间分布数据集(1990-2010年),数据空间分辨率为100 m,包括农田、森林、草地、水体与湿地、荒漠、聚落等一级类型的生态系统,综合评价精度达94.3%^[28]。NDVI数据来源于地理空间数据云下载的中国MODIS-NDVI月合成产品,空间分辨率为250 m。

2.2 研究框架和方法

耕地边际化的狭义定义是当前用途下的土地无租化发展过程。导致耕地地租下降的原因是成本上涨或收益减少,又或是两者共同的作用。为促进农民种粮积极性,稳定粮食生产,增加农民收入,中国政府在2008年以来不断提高粮食收购价格,因此可以大致判断导致耕地地租下降的主要原因是成本上涨。在城镇化和工业化进程中,种植业成本快速上涨主要是非农工资上升导致务农机会成本上涨再传导到农业劳动力价格所引起的。面对农业劳动力务农机会成本上升,农户会根据自身的劳动力和耕地资源禀赋,以追求家庭利益最大化为目标重新配置劳动力,并在劳动力析出和劳动力价格上涨共同影响下,以劳动力生产率最大化为目标调整土地利用方式。由于山区和平原地区耕地资源禀赋差异,农户在土地利用调整方式选择上可能会有不同,这种差别会导致山区和平原地区种植业在亩均用工、劳动生产率、劳动力成本占比和净收益(地租)的差异变化,从而导致了土地利用方式和用途的显著差异,并最终通过土地覆盖显现出来(图1)。

农业劳动生产率计算的方法很多,包括单位时间内劳均农产品重量或产值、单位时

3 农业劳动力成本变化及其农户的响应

3.1 种植业成本变化

2003年以来中国农民工工资每年以约10%的增速快速上升^[31-32],促使农民务农机会成本上升,继而引起农业生产中劳动力成本的快速上涨。2003-2013年期间,中国3种主粮(稻谷、玉米和小麦)农业劳动力的雇工工价增长了5.1倍,而农资和服务的投入(不含机械作业费)仅增长2倍左右,远低于雇工工价增长速度。因此,在亩均农业生产成本中,劳动力成本以高于农资和服务成本的速度增长。到2011年,3种主粮的亩均劳动力成本首次超过了农资和服务成本,成为了种植业第一大成本(图2)。

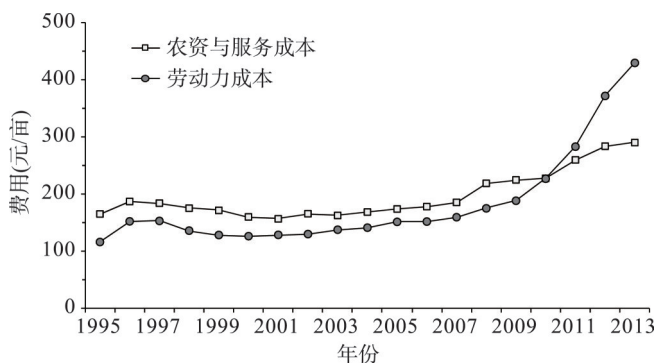


图2 1995年来中国3种主粮劳动力成本、农资和服务成本变化

Fig. 2 The labor, materials and service costs for China's three main grain crops since 1995

3.2 农业劳动力成本上升的农户响应行为

劳动力成本与劳动力价格、亩均用工相关。在亩均用工不变的前提下,劳动力价格大幅增加必然导致劳动力成本的快速攀升。为了降低劳动力成本,农户将会通过调整种植结构、种植制度、经营规模或实施要素替代,以最大限度地提高农业劳动生产率、降低亩均用工^[33-34],最终达到降低劳动力成本的目的。与此同时,农户农业生产决策目标也从追求土地生产率最大化向追求劳动生产率最大化转变^[35]。

农业劳动力成本快速攀升对种植结构和制度影响表现在农户趋于扩大高劳动生产率作物的种植面积,并减少较低劳动生产率作物的种植面积,如南方地区增加蔬菜种植面积并减少水稻种植面积,从双季稻改为只种中稻或单季晚稻,而北方地区减少小麦种植并扩大玉米种植面积^[36]。农业劳动力成本上升对经营规模表现在外出务工人员上升促使一部分农户将承包耕地转出,而另外一部分劳动生产率更高的农户转入耕地,扩大经营规模^[33],实现规模化经营,从而提高了整体的农业劳动生产率。

要素替代是农户在要素间相对价格变动所做出的直接响应。根据诱导技术创新理论,当农业劳动力价格上升使得劳动力成本成为农业生产中最主要的约束因素时,会诱导生产者采用劳动力节约型的农业技术或种植制度^[33, 37],亦即增加省工性投入以减少劳动力投入^[35]。2003年以来,随着农业劳动力价格快速上升,中国农业生产中的资本投入结构趋向于增加省工性投入,尤其是机械投入。2003-2013年期间,机械作业费的增长率最高,达419%,农药费也增长193%,而种子费、化肥和农家肥费、排灌费仅分别增长190%、147%、59%,原来主要的省工性投入畜力逐渐被机械所取代,减幅33%(图3)。由于省工性投入的增加,中国3种主粮的亩均用工天数快速减少,从11.1 d减少到6.2 d,减幅44%。因此,尽管农业劳动力价格在此期间明显上升,但中国种植业劳动力成本占总成本的比重并没有大幅提高,仅从36.5%提高至41.8%。

3.3 山区与平原农户响应差异

3.3.1 山区农业机械化发展受阻 为更清晰地对比山区和平原的机械化程度差异,本文选取了重庆和黑龙江两个不同地形区的典型代表进行分析。从2003年开始,无论是农业机械总动力还是劳均农业机械动力,以黑龙江为代表的平原和以重庆为代表的山区之间的

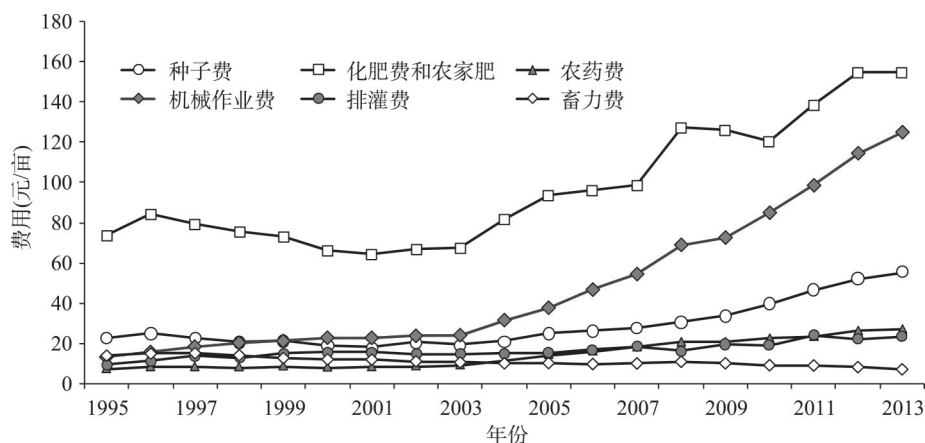


图3 1995-2013年中国3种主粮各种物质与服务费用变化

Fig. 3 Different types of materials and service costs for China's three main grain crops during 1995-2013

差距均在显著扩大。2003-2013年期间,黑龙江的农业机械总动力增长了1.7倍,而重庆仅增长了0.7倍;黑龙江的劳均农业机械动力增长了1.8倍,而重庆仅增长1.2倍,两者的差距从1.8 kW扩大到4.1 kW (图4)。另外,两个省份的机械使用比例也有显著差异。2010年,黑龙江的玉米机收面积比重高达97%,而重庆仅为16%。

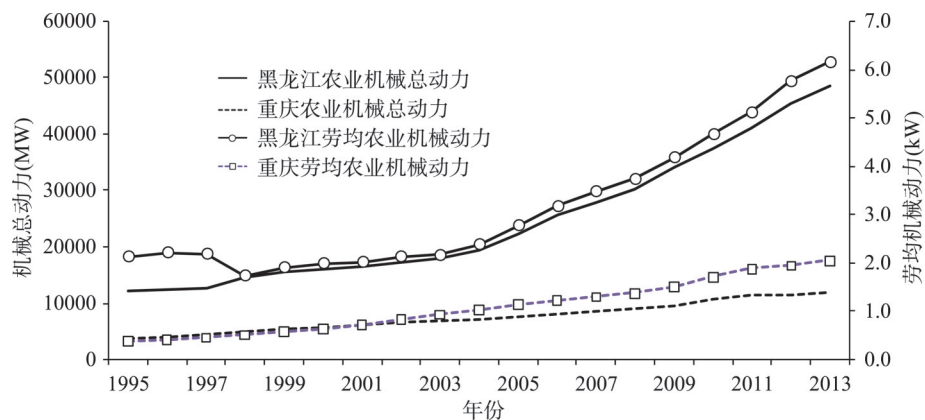


图4 1995-2013年黑龙江和重庆农业机械发展水平对比

Fig. 4 Comparison of agricultural mechanization between Heilongjiang and Chongqing during 1995-2013

3.3.2 山区亩均用工远大于平原地区 2003年,平原省份种植玉米的平均亩均用工数量为8.4个,到2013年下降到5.3个,下降比例为37%。2003年,山区省份的平均亩均用工数量为16.9个,到2013年下降到11.9个,下降比例为30% (图5)。尽管山区省份的亩均用工数量有较为明显的减少,但与平原地区的差距依然显著,2013年的亩均用工数量仍为平原地区的2倍以上。

从图5中可以明显看出,西南部山区省份的亩均投工数量明显高于华北、东北等地区的平原省份,总体上呈现出从东北向西南递增的态势。其中,亩均用工数量最少的黑龙江仅需3.1个,而地形崎岖的贵州、云南、甘肃和重庆亩均用工数量仍高达13个以上,两者相差3倍以上。

3.3.3 山区农业劳动力投入成本占比普遍上涨 山区机械化发展较缓慢,其机械替代劳动

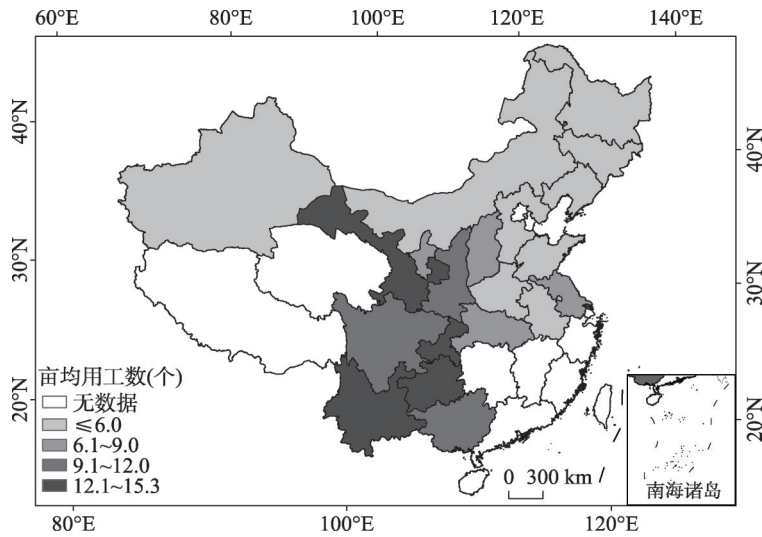


图5 2013年中国各省玉米种植亩均用工数

Fig. 5 Per mu labor use for maize cultivation at provincial level in China in 2013

的速度低于农业劳动力成本上涨的速度，因此省工性投入增加所节省的成本不足以抵消增加的劳动力成本。以玉米为例，2003-2013年期间，除四川外，其余的6个山区省份的劳动力成本占比普遍呈现出显著的上涨态势，7个山区省份的平均占比从2003年53.82%上升到2013年的63.10%（图6）。反观平原省份，除河北省劳动力成本占比明显上升外，黑龙江、吉林、山东、河南和安徽的占比均表现为显著减少态势，而江苏的比例基本持平，7个平原省份的平均占比从2003年43.88%下降到2013年的30.68%。

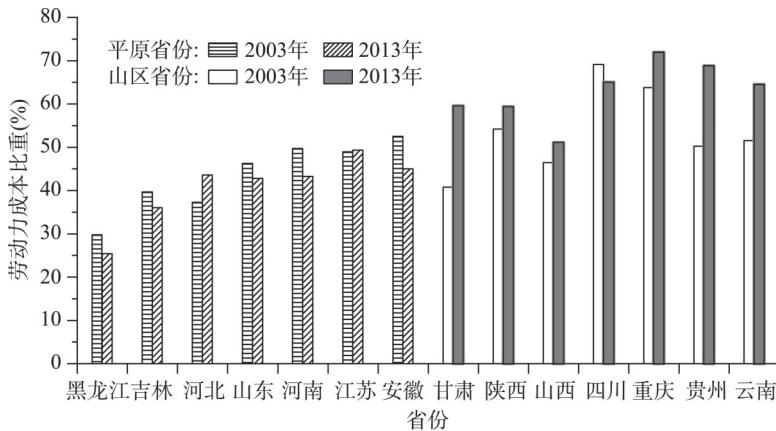


图6 2003年和2013年中国山区与平原省份玉米亩均农业劳动力成本比重变化

Fig. 6 Changes in the proportion of agricultural labor costs (maize) between mountainous and plain provinces and municipalities in 2003 and 2013

4 农业劳动生产率及净收益变化的区域差异

4.1 山区和平原的农业劳动生产率对比

从全国总体上看，农业机械的投入有效替代了劳动力，从而促进农业劳动生产率快速提高。以玉米为例，1995-2003年期间，农业劳动生产率保持了缓慢的增长态势。2003

年以后,随着机械投入大量增加,农业劳动生产率以年均8.5%的增速快速提高。

由于不同地形条件的农业机械化发展程度存在显著差距,这一差距会导致亩均投工数量的差异,进而导致农业劳动生产率的差距。同样以山区省份和平原省份的玉米生产情况为例,2003年以来,7个山区省份和平原省份的平均玉米劳动生产率差距呈现明显扩大的发展趋势。2003年,7个山区省份平均劳动生产率为22.55 kg/d,7个平原省份为39.53 kg/d,后者是前者的1.75倍;到2013年,7个山区省份平均劳动生产率提高至41.38 kg/d,7个平原省份大幅提高至93.24 kg/d,两者差距扩大到2.25倍(图7)。采用劳均产品产值计算的劳动生产率也得到相同的结论。

4.2 山区和平原的耕地利用净收益对比

由于山区农业劳动生产率提升缓慢,劳动力成本无法像平原地区一样通过增加相对廉价的机械投入实现有效压缩,从而导致亩均净利润的减少。对比山区与平原省份的玉米种植情况,2000年以来,受价格波动影响,全国、山区省份和平原省份的净利润处于波动变化中,但平原省份与山区省份的净利润差距在波动扩大。两者的亩均净利润差距从2004年的102元扩大到2013年的197元(图8)。

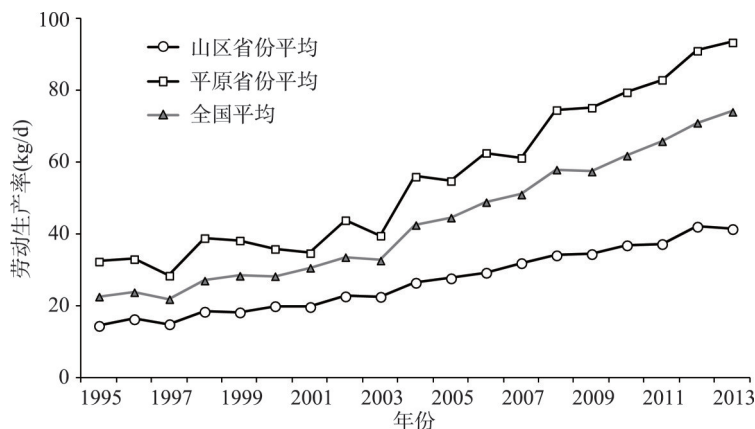
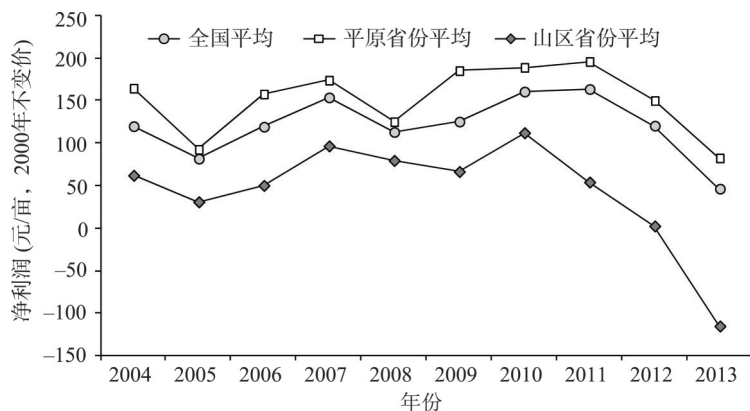


图7 中国山区与平原省份玉米种植平均劳动生产率变化

Fig. 7 Changes of average labor productivity in maize cultivation between mountainous and plain provinces and municipalities in China



注: 2003年及以前缺少分省份净利润数据。

图8 中国山区与平原省份亩均玉米净利润变化

Fig. 8 Changes in profits of maize cultivation between mountainous and plain provinces and municipalities in China

从2004年和2013年各省利润对比看,无论山区省份还是平原省份,玉米亩均利润大多表现为下降趋势,但相较于平原省份,山区省份的下降幅度更大。除山西外,其他6个山区省份的亩均利润均大幅下降,重庆、贵州、云南、陕西和甘肃的亩均利润更是降至零以下,与平原省份形成非常鲜明的对比(表1)。可见,亩均投入过大、劳动力生产率低是导致山区亩均利润急剧下降的最主要原因,地租不断下降表明了山区耕地利用处于被边际化的过程中。随着国家新型城镇化战略的出台,中国城市化进程将保持较快的发展势头,劳动力工资也将继续上涨,进一步促进山区人口迁出和耕地边际化,如果没有公共政策的干预,越来越多的山区坡耕地将可能会被撂荒,或被改为果树、烤烟或林木等其他高产值或省工性农产品。

表1 中国山区和平原省份玉米的亩均利润变化对比(元,2000年不变价)

Tab. 1 Comparison of maize profits in mountainous and plain provinces and municipalities (yuan, constant price in 2000)

分类	省份	2004年	2013年	2004-2013年变化
山区省份	重庆	105.86	-139.00	-244.86
	四川	169.91	7.14	-162.77
	贵州	15.86	-367.73	-383.59
	云南	-3.86	-208.22	-204.35
	陕西	42.17	-47.53	-89.70
	甘肃	-49.97	-188.38	-138.40
平原省份	山西	154.62	140.00	-14.62
	江苏	244.06	84.12	-159.94
	安徽	201.81	64.96	-136.85
	吉林	56.91	39.87	-17.04
	黑龙江	75.19	90.29	15.10
	河南	179.29	61.57	-117.72
	河北	177.45	153.06	-24.39
	山东	215.46	83.04	-132.42

5 山区县土地利用和覆被变化特征

根据前文分析,2000年以来中国山区耕地因劳动生产率提升缓慢,劳动力成本快速上升,耕地利用净收益被不断压缩,处于边际化发展过程中。另外,1998年以来,中国陆续开展以退耕还林为主的大范围生态工程,将25°以上的坡耕地及水土流失严重地区的耕地转为林草地。因此,可以初步判断,2000年以来中国山区耕地应处于净减少的过程中,相应地,山区森林面积和植被指数应表现为增长趋势。

5.1 土地利用变化

5.1.1 山区县耕地变化 土地利用数据显示,1990-2000年期间,中国山区县处于以开垦为主的耕地增加阶段,10年间耕地增长了1.23%,主要集中在东北地区,新疆、宁夏、甘肃等省份也有明显的耕地开垦现象(图9)。平原县和丘陵县同期的耕地面积分别增加0.71%和3.22%。2000年以后,山区县耕地开垦活动明显减弱,耕地面积普遍减少。2000-2010年期间,全国山区县耕地减少1.13%,而平原县和丘陵县耕地面积分别减少0.20%和1.04%。

从变化类型的县数量来看,1990-2000年期间,山区县中耕地净减少的县数量为468个,占山区县总数的52%,而平原县和丘陵县中耕地净减少的县数量比重分别为71%和56%,表明了山区和丘陵基本趋于平衡状态;平原县因建设用地扩张,大部分地区耕地利用变化表现为净减少。2000-2010年期间,平原县耕地变化情况与前10年相似,耕地减少的县数量增加了61个,比重增加至78%,而山区县和丘陵县耕地净减少的县数量明显增加,尤其是山区县,从468个增加到712个,比重扩大到79%。相应地,耕地净增加的山区县数量从411个减少到114个(表2)。总体上,2000年以来,与丘陵县和平原县

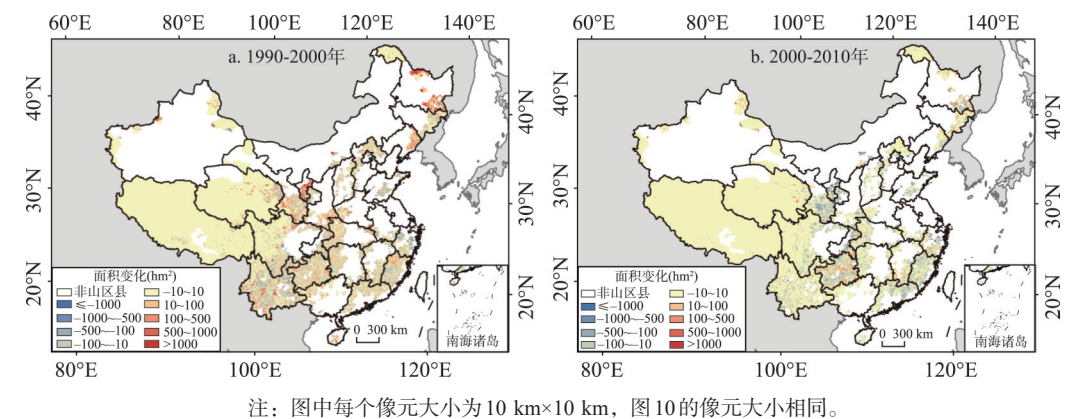


图9 1990-2000年和2000-2010年中国山区县耕地面积变化

Fig. 9 Farmland area changes in Chinese mountainous counties during the periods 1990-2000 and 2000-2010

表2 中国各类耕地面积变化类型的县数量

分类	1990-2000年(个)			2000-2010年(个)		
	增加	基本不变	减少	增加	基本不变	减少
平原县	252	3	615	182	12	676
丘陵县	234	1	303	75	8	455
山区县	411	25	468	114	78	712

相比，中国山区县耕地减少的情况更为明显。进一步对比重庆和黑龙江可以发现，作为山区典型的重庆，2000-2010年期间，山区县耕地面积减少了1.9%，全部13个山区县均呈减少趋势。地形条件相对较好的黑龙江，2000-2010年期间增长0.07%，15个山区县中12个县耕地面积基本保持不变或有小幅增长。

5.1.2 山区县森林变化 1990-2000年期间，中国山区县范围内森林减少主要集中在东北地区，主要原因是耕地扩张和森林砍伐。福建和浙江以及新疆西部山区也有明显的森林增长，而在西南地区森林砍伐和造林活动并存（图10）。在这期间，全国山区县森林面积净减少0.4%，而平原县和丘陵县面积分别增加0.87%和减少1.6%。

2000-2010年期间，中国山区县范围内森林减少的范围明显缩小，且没有集中分布区。退耕还林还草工程和其他生态工程的实施以及耕地撂荒后自然植被恢复，使得中国

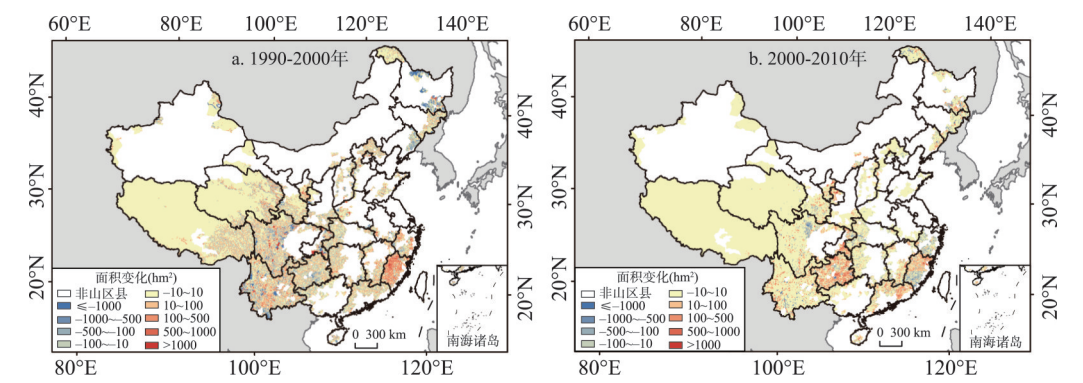


图10 1990-2000年和2000-2010年中国山区县森林面积变化

Fig. 10 Forest area changes in Chinese mountainous counties during the periods 1990-2000 and 2000-2010

山区县范围内的森林面积不断增加,尤其是在贵州、重庆、黄土高原一带的生态脆弱区。这一期间,中国山区县森林面积净增加0.19%,而平原县和丘陵县分别减少0.52%和增加0.42%。同样对比重庆和黑龙江的森林面积变化,前者山区县的森林面积在2000-2010年期间增加了1.70%,而后者则减少了0.24%。

总体上,2000年以来,中国山区县耕地面积与森林面积呈现相反的变化趋势,与农业劳动力成本上升、耕地利润减少趋势相一致。

5.2 NDVI变化

5.2.1 山区县2000-2013年NDVI变化 2000-2013年期间,全国山区县的NDVI总体上呈逐渐增加的趋势,年平均NDVI增加9.9%(图11)。其中,内蒙古、宁夏的年平均NDVI增幅最大,分别达33%和23%;其次是山西、甘肃、青海、贵州、广西、海南、广东和福建等省份,增幅均达10%以上;东北地区的年平均NDVI增幅最小,黑龙江、吉林和辽宁3个省的增幅都在4%以下,而其局部地区出现的NDVI减少可能是由降水减少所致。

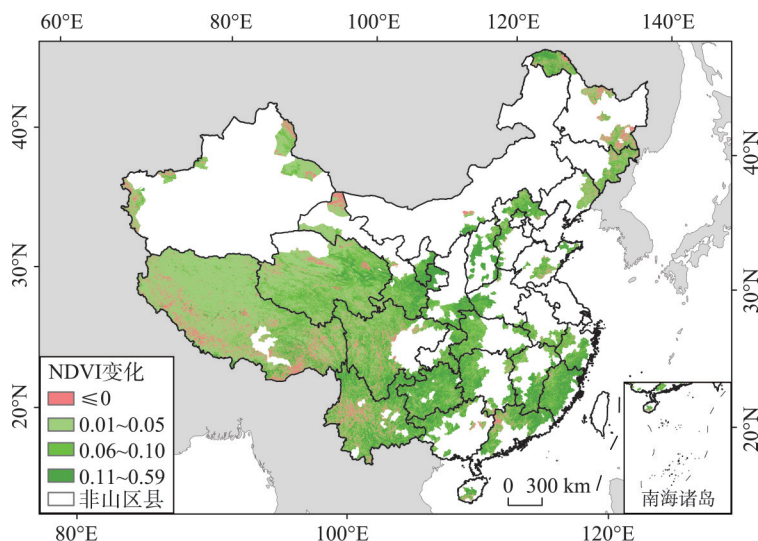


图11 2000-2013年中国山区县NDVI变化值

Fig. 11 NDVI variations within mountainous counties in China from 2000 to 2013

5.2.2 NDVI与土地利用变化相关性分析 遥感数据分析结果表明,中国山区县范围内耕地面积因退耕还林和撂荒而不断减少,而森林及NDVI值总体上表现出增长趋势。因此,NDVI变化与耕地和森林的总体变化可能存在相关。相关分析结果表明,2000-2010年分省山区县基期年耕地范围内耕地变化率与2000-2013年NDVI变化率的皮尔森相关系数达-0.70 ($P < 0.01$),表现出较强的负相关性,分省的山区县森林面积变化率与山区县范围的NDVI变化率的皮尔森相关系数高达0.91 ($P < 0.01$),表现出强正相关性(图12)。这一结果进一步证实了中国2000年以来山区耕地减少、森林增长的总体变化趋势,为本文推论提供了良好的现实依据。

6 山区耕地边际化机理

与其他国家和地区的耕地边际化和撂荒的驱动力相同,中国山区当前经历的耕地撂荒的主要驱动力是快速的城市化和工业化进程,是农业劳动力不断析出的结果。

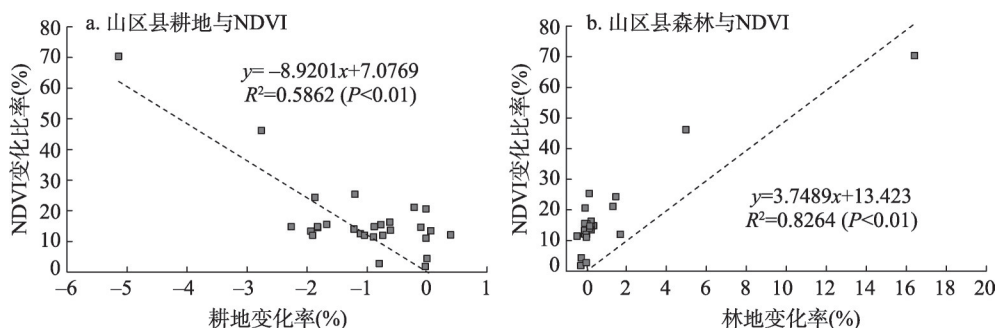


图12 中国山区县耕地、森林变化率与NDVI变化率的相关关系

Fig. 12 Correlation between farmland and forest change rate and the NDVI change rate within mountainous counties

通过总结中国山区耕地利用边际化的表现以及已有的研究^[3, 5, 20, 24, 34]，综合分析得出中国山区耕地撂荒机理如下：城镇化和工业化的发展提供越来越多的城市务工机会，在刘易斯拐点之后，非农劳动力价格快速上升；农业劳动力务农机会成本的上升促使越来越多农民选择外出务工，从而导致农业劳动力价格的上涨。在农业劳动力价格快速上涨的背景下，提高农业劳动生产率是避免耕地边际化的最有效方法。提高农业劳动生产率的方式包括采取规模化、集约化耕地经营方式，利用省工性机械替代“昂贵”的农业劳动力^[37]，或扩大劳动生产率较高作物种植面积，以达到劳动生产率最大化目的^[34]，从而减低由于农业劳动力价格上升带来的成本增加。以地形条件为主的自然条件差异导致了平原和山区农户在提高农业劳动生产率的方式上有着不同的选择。平原地区可以大量增加大型农业机械投入替代价格高涨的人工，从而大幅提高劳动生产率，有效降低劳动力成本，避免耕地利用边际化。在山区，地形等条件严重阻碍其农业机械化发展，农户往往只能通过调整农业结构或种植制度的方式提高劳动生产率，但这种调整方式的效果有限，因此其农业劳动生产率增长缓慢，与平原地区的差距越来越大，使得农业劳动力成本比重快速增大，农业生产利润不断下降，最终导致耕地被边际化^[38]。从农业劳动力析出的角度来看，在耕地利用边际化发展过程中，由于山区地形崎岖，亩均投工明显高于平原地区，因此劳均经营耕地面积远小于平原地区，快速城镇化过程中农业劳动力持续大量的析出促使平原地区增加机械投入以“替代”析出的农业劳动力，劳均经营耕地大幅增加，而山区析出的农业劳动力无法被机械所替代，劳均经营耕地增长缓慢，当留守的农业劳动力无法经营所有耕地的时候，劣质、偏远的耕地将会被边际化（图13）。

7 结论和讨论

7.1 结论

随着中国城镇化和工业化进程的不断推进，在农业劳动力析出和务农机会成本快速上涨的背景下，中国山区耕地利用边际化特征明显，具体表现为以下几个方面：

（1）2003年以来，在农业劳动力价格快速上涨带动下，农业机械投入大幅增加，受地形条件限制，山区农业机械化发展受阻，种植业亩均用工远大于平原地区，导致山区的种植业成本明显上涨。

（2）由于机械替代程度的差异，山区和平原的玉米种植平均劳动生产率差距越来越大，从2003年的1.75倍扩大到2013年的2.25倍。

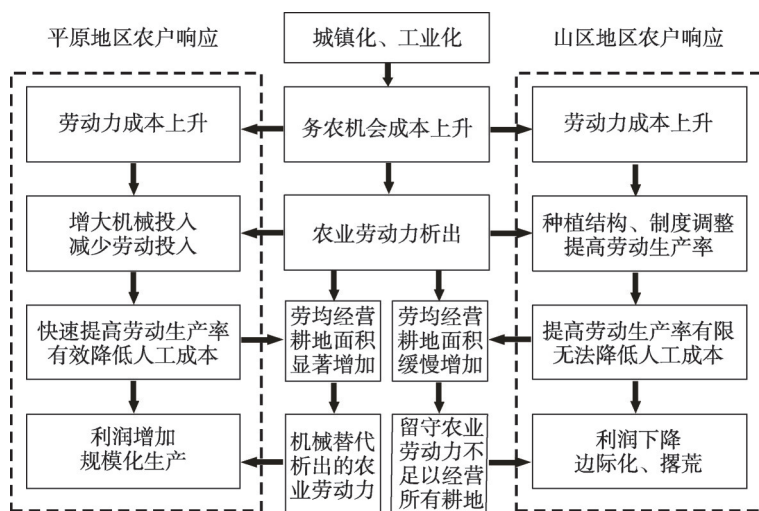


图 13 中国山区耕地边际化机制

Fig. 13 Mechanism of farmland marginalization in Chinese mountainous areas

(3) 山区劳动生产率提升缓慢，劳动力价格上升造成利润不断减少，2013 年山区省份的玉米种植利润普遍降至零以下。

(4) 由于山区耕地利用的边际化发展，山区耕地撂荒后的植被恢复以及退耕还林工程实施导致了 2000 年以来中国山区耕地面积减少、森林面积增加、NDVI 指数增强的总体变化趋势。

山区耕地边际化的主要驱动力是城镇化和工业化引起的务农机会成本上升和农业劳动力大量析出，关键原因是山区地形条件限制了机械替代、劳动生产率提升缓慢，在地块层次上，耕地边际化的直接表现是劳动力成本大幅上升压减地租至零或以下；在农户层次上，耕地边际化是农户对家庭土地资源和劳动力资源优化配置的结果；在区域层面上，耕地边际化是农业劳动生产率缓慢提升和农业劳动力大量减少共同作用的结果。

7.2 讨论

耕地边际化是一个国家和地区经济发展到一定程度普遍出现的现象，它对社会经济和生态环境都带来了深刻的影响^[5, 39]，如何消除山区耕地边际化所带来的负面影响是未来研究的重点。对中国山区而言，耕地边际化有利于改善中国山区生态环境，同时也是中国退耕还林工程顺利实施的有力保障。与此同时，中国作为一个人均耕地资源少、坡耕地比重大的国家，山区耕地边际化对粮食生产的影响仍是一个无法忽视的问题。从本文的分析结果来看，减少山区耕地撂荒最关键是要提高农业劳动生产率，而提高劳动生产率的方式主要有两个：① 通过土地整治实现适度的土地规模经营以增加机械的使用率，减少亩均劳动投入；② 增加农产品附加值，例如推广无法使用机械生产的特色农作物种植等，提高单位劳动经济产出。

参考文献(References)

- [1] Liu Chengwu, Li Xiubin. The character and diagnostic criterion for marginiation of the arable land. *Progress in Geography*, 2005, 24(2): 106-113. [刘成武, 李秀彬. 农地边际化的表现特征及其诊断标准. *地理科学进展*, 2005, 24(2): 106-113.]
- [2] Meyfroidt P, Lambin E F. Global forest transition prospects for an end to deforestation. *The Annual Review of Environment and Resources*, 2011, 36: 343-371.
- [3] Rudel T K, Coomes O T, Emilio Moranc F, et al. Forest transitions: Towards a global understanding of land use change.

- Global Environmental Change, 2005, 15(1): 23-31.
- [4] Lambin E F, Meyfroid P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [5] Li Shengfa, Li Xiubin. Global understanding of farmland abandonment: A review and prospects. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(9): 1123-1150.
- [6] Gan Li, Yin Zhichao, Tan Jijun. China Household Finance Survey Report 2014. Chengdu: Southwestern University of Finance and Economics Press, 2015. [甘犁, 尹志超, 谭继军. 中国家庭金融调查报告 2014. 成都: 西南财经大学出版社, 2015.]
- [7] Li Shengfa, Li Xiubin, Xin Liangjie, et al. Extent and distribution of cropland abandonment in Chinese mountainous areas. *Resources Science*, 2017, 39(10): 1801-1811. [李升发, 李秀彬, 辛良杰, 等. 中国山区耕地撂荒程度及空间分布: 基于全国山区抽样调查结果. *资源科学*, 2017, 39(10): 1801-1811.]
- [8] Li Jing. Study on abandonment of cultivated land in mountain areas based on labor emigration [D]. Chongqing: Southwest University, 2013. [李静. 基于劳动力析出的山区耕地撂荒研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.]
- [9] Shi Tiechou, Xu Xiaohong. Extraction and validation of abandoned farmland parcel in typical counties of Chongqing. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(24): 261-267. [史铁丑, 徐晓红. 重庆市典型县撂荒耕地图斑的提取与验证. *农业工程学报*, 2016, 32(24): 261-267.]
- [10] Zhang Bailin, Yang Qingyuan, Yan Yan, et al. Characteristics and reasons of different households' farming abandonment behavior in the process of rapid urbanization based on a survey from 540 households in 10 counties of Chongqing municipality. *Resources Science*, 2011, 33(11): 2047-2054. [张佰林, 杨庆媛, 严燕, 等. 快速城镇化进程中不同类型农户弃耕特点及原因: 基于重庆市十区县 540 户农户调查. *资源科学*, 2011, 33(11): 2047-2054.]
- [11] Xu Li. How to solve the problem of farmland abandonment in the process of urbanization: A case study in Sichuan Province. *Rural Economy*, 2010(3): 21-24. [徐莉. 城市化进程中如何解决农地抛荒问题: 以四川省为例. *农村经济*, 2010(3): 21-24.]
- [12] Luo Shengkui. Causes and countermeasures of farmland abandonment in Yongding County. *Fujian Agricultural Science and Technology*, 2008(3): 88-89. [罗胜奎. 永定县耕地抛荒成因分析与解决对策. *福建农业科技*, 2008(3): 88-89.]
- [13] Yi Meiyang. Reasons and countermeasures of cultivated land abandonment in Songxi County. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2014(18): 330-331. [伊梅英. 松溪县耕地抛荒的原因及对策. *现代农业科技*, 2014(18): 330-331.]
- [14] Luo Pinghu, Tang Yu, Kang Hongjun, et al. Empirical study on factors influencing farmers' willingness to cropland abandonment in Hunan Province. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2015, 27(8): 1494-1498. [罗湖平, 唐禹, 康红军, 等. 湖南省农户耕地抛荒意愿影响因素实证研究. *浙江农业学报*, 2015, 27(8): 1494-1498.]
- [15] Huang Jianqiang, Li Lutang. Dilemma of idling arable land in mountainous areas and its causes and countermeasures: Take Huitong County as an example. *Journal of UESTC (Social Sciences Edition)*, 2009, 11(4): 11-14. [黄建强, 李录堂. 山区耕地抛荒困境及其原因解读与对策: 以湖南省会同县为例. *电子科技大学学报(社科版)*, 2009, 11(4): 11-14.]
- [16] Zhao Yuluan, Zhang Meng, Li Xiubin, et al. Farmland marginalization and policy implications in mountainous areas: A case study of Renhuai City, Guizhou. *Journal of Resources & Ecology*, 2016, 7(1): 61-67.
- [17] Tian Yujun, Li Xiubin, Ma Guoxia, et al. Influences of labor emigration from agriculture on the production abandonment of cultivated land in ecological sensitive areas. *China Land Science*, 2010, 24(7): 4-9. [田玉军, 李秀彬, 马国霞, 等. 劳动力析出对生态脆弱区耕地撂荒的影响. *中国土地科学*, 2010, 24(7): 4-9.]
- [18] Chang Lianyu. Investigation and thinking on the cropland abandonment in Jingning County. *Agricultural Development and Equipment*, 2014(8): 21-22. [常连余. 静宁县农村耕地撂荒情况的调查与思考. *农业开发与装备*, 2014(8): 21-22.]
- [19] Zhao Jifa. Analysis of farmlands abandonment in the context of peasants working out. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2012, 40(29): 14518-14520. [赵吉发. 农民外出务工背景下的耕地抛荒现象分析: 吉林省通化市长白朝鲜族自治县为例. *安徽农业科学*, 2012, 40(29): 14518-14520.]
- [20] Zhang Ying, Li Xiubin, Song Wei. Determinants of cropland abandonment at the parcel, household and village levels in mountain areas of China: A multi-level analysis. *Land Use Policy*, 2014, 41: 186-192.
- [21] Shi Tiechou, Li Xiubin, Xin Liangjie. Analysis of farmland abandonment at parcel level: A case study in the mountainous area of China. *Sustainability*, 2016, 988(8): 1-19.

- [22] Gellrich M, Baur P, Koch B, et al. Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: A spatially explicit economic analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2007, 118(1-4): 93-108.
- [23] Li Zanhong, Yan Jianzhong, Hua Xiaobo, et al. Factors influencing the cultivated land abandonment of households of different types: A case study of 12 typical villages in Chongqing Municipality. *Geographical Research*, 2014, 33(4): 721-734. [李赞红, 阎建忠, 花晓波, 等. 不同类型农户撂荒及其影响因素研究: 以重庆市 12 个典型村为例. *地理研究*, 2014, 33(4): 721-734.]
- [24] Yan Jianzhong, Yang Ziyang, Li Zanhong, et al. Drivers of cropland abandonment in mountainous areas: A household decision model on farming scale in Southwest China. *Land Use Policy*, 2016, 57: 459-469.
- [25] Li Xiubin, Zhao Yuluan. Forest transition, agricultural land marginalization and ecological restoration. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(10): 91-95. [李秀彬, 赵宇鸾. 森林转型、农地边际化与生态恢复. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(10): 91-95.]
- [26] MacDonald D, Crabtree J R, Wiesinger G, et al. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 2000, 59(1): 47-69.
- [27] Kozak J. Forest cover change in the Western Carpathians in the past 180 years: A case study in the Orawa Region in Poland. *Mountain Research and Development*, 2003, 23(4): 369-375.
- [28] Xu Xinliang, Liu Jiuyan, Zhang Zengxiang, et al. A time series land ecosystem classification dataset of China in five-year increments (1990-2010). *Journal of Global Change Data & Discovery*, 2017, 1(1): 52-59. [徐新良, 刘纪远, 张增祥, 等. 中国 5 年间隔陆地生态系统空间分布数据集(1990-2010)内容与研发. *全球变化数据学报*, 2017, 1(1): 52-59.]
- [29] Alcantara C, Kuemmerle T, Prishchepov A V, et al. Mapping abandoned agriculture with multi-temporal MODIS satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 124: 334-347.
- [30] Jiang Xiaobo, Zeng Hongcheng. Quantifying mountain regions of China: A case study in Sichuan. *Journal of Mountain Science*, 2009, 27(1): 24-32. [江晓波, 曾鸿程. 量化中国山区范围: 以四川省为例. *山地学报*, 2009, 27(1): 24-32.]
- [31] Fang C, Du Y, Wang M. Migration and Labor Mobility in China. New York: United Nations Development Programme, Human Development Report Office, 2009.
- [32] Lu Feng. Wage trends among Chinese migrant workers: 1979-2010. *Social Sciences in China*, 2012(7): 47-67. [卢锋. 中国农民工工资走势: 1979-2010. *中国社会科学*, 2012(7): 47-67.]
- [33] Xin Liangjie, Li Xiubin, Tan Minghong, et al. The rise of ordinary labor wage and its effect on agricultural land use in present China. *Geographical Research*, 2011, 30(8): 1391-1400. [辛良杰, 李秀彬, 谈明洪, 等. 近年来我国普通劳动者工资变化及其对农地利用的影响. *地理研究*, 2011, 30(8): 1391-1400.]
- [34] Tian Yujun, Li Xiubin, Xin Liangjie, et al. Impacts of the rise of labor opportunity cost on agricultural land use changes: A case study of Ningxia Hui Autonomous Region. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 369-377. [田玉军, 李秀彬, 辛良杰, 等. 农业劳动力机会成本上升对农地利用的影响: 以宁夏回族自治区为例. *自然资源学报*, 2009, 24(3): 369-377.]
- [35] Chen Yuqi, Li Xiubin. Structural change of agricultural land use intensity and its regional disparity in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(4): 469-478. [陈瑜琦, 李秀彬. 1980 年以来中国耕地利用集约度的结构特征. *地理学报*, 2009, 64(4): 469-478.]
- [36] Zhu Huiyi, Li Xiubin, Xin Liangjie. Intensity change in cultivated land use in China and its policy implications. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(6): 907-915. [朱会义, 李秀彬, 辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示. *自然资源学报*, 2007, 22(6): 907-915.]
- [37] Wang Xue, Li Xiubin, Tan Minghong, et al. Remote sensing monitoring of changes in winter wheat area in North China Plain from 2001 to 2011. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(8): 190-199. [王学, 李秀彬, 谈明洪, 等. 华北平原 2001-2011 年冬小麦播种面积变化遥感监测. *农业工程学报*, 2015, 31(8): 190-199.]
- [38] Strijker D. Marginal lands in Europe: Causes of decline. *Basic and Applied Ecology*, 2005, 6(2): 99-106.
- [39] Queiroz C, Beilin R, Folke C, et al. Farmland abandonment: Threat or opportunity for biodiversity conservation? A global review. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, 12(5): 288-296.

Economic characteristics and the mechanism of farmland marginalization in mountainous areas of China

LI Shengfa^{1,2,3}, LI Xiubin^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Guangdong Open Laboratory of Geospatial Information Technology and Application, Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Farmland marginalization has become the main trend of land-use change in the mountainous areas of China. Using the China Agricultural Production Costs and Returns Compilation (annual survey data of major agricultural production costs and earnings at national and provincial levels), this paper first analyzed the changes in the cost structure of agricultural production and the farmers' responses, under the context of the rapid rise in agricultural labor prices since 2003, and further compared the responses from the mountainous and plain regions. We found that farmers on the plains have reduced their labor input effectively through intensive use of agricultural machinery, which has minimized the impact of the increase in labor price. However, it is a severe challenge for farmers in the mountainous areas to use the same method due to the rough terrains. Thus, the agricultural labor productivity in these areas has increased relatively slowly, causing a widening gap in agricultural labor productivity between the two regions. With the rapid rise in labor costs, the marginalization of cultivated land in the mountainous areas is evident. In 2013, the profit of agricultural production in mountainous China, which takes maize cultivation as a representative, has fallen below zero. Since 2000, the land-use and land cover change in these areas has been characterized by the reduction of farmland area, reforestation, and the enhancement of the NDVI value. The high correlation between the NDVI change rate and the ratio of change in farmland ($r = -0.70$) and forest ($r = 0.91$) areas in mountainous areas at provincial level from 2000 to 2010, attests to the trend of farmland marginalization there. Finally, according to the analysis results, we summarized the mechanism of such marginalization against the backdrop of the rapid increase in the opportunity cost of farming and the sharp fall of agricultural labor forces. This study contributes to a deep understanding of the development process of farmland abandonment and forest transformation in the mountainous areas of China.

Keywords: farmland marginalization; farmland abandonment; agricultural labor cost; agricultural labor productivity; mountainous areas; China