

河西地区土地利用/覆盖变化研究

张 勃^{1,2} 张 华¹ 张 凯¹

(1 西北师范大学地理与环境科学学院 兰州 730070;

2 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冻土工程国家重点实验室 兰州 730000)

摘 要 土地利用/覆盖变化作为国际上全球变化研究的前沿与热点课题,是所有可持续发展相关问题的核心。河西地区为环境演化的敏感区和生态脆弱带,土地的演化过程和机制有其不同于东部地区的特殊规律。本文简要介绍了河西地区土地利用/覆盖变化过程,分析了土地利用/覆盖变化的动力机制,并就土地利用/覆盖变化对该地区自然环境与社会经济的影响进行了初步探讨,从而探索有利于该地区土地可持续发展的土地利用方式与土地覆盖类型。

关键字 土地利用;土地覆盖;全球变化;动力机制

中图分类号 F301.24

由于土地利用/覆盖变化与气候、生态过程、生物化学循环、生物多样性以及与人类活动的密切相互作用,使其成为目前全球变化的主要原因。而且土地利用/覆盖作为一种人类的社会经济活动,也是人类对全球变化所做出的一种反应方式。因此,国际地圈—生物圈计划(IGBP)和全球环境变化中的人文领域计划(IHDP)于1995年联合提出“土地利用/覆盖变化”研究计划,使土地利用/覆盖变化研究成为当前全球变化研究的前沿和热点领域^[1~7]。

河西地区是我国西北干旱区的重要组成部分,处在我国三大自然地理区的过渡位置,该区土地利用/覆盖变化相关问题的研究,对干旱区现代环境变化的人为影响研究有着极为重要的意义。河西地区在长达两千多年的开发进程中,绿洲土地利用类型和空间结构经历多次剧烈变化。尤其随着当代人类经济活动的加强,使得整个流域土地覆盖产生了空前的变化,出现了一系列的生态环境问题。有鉴于此,本文对土地利用变化的动力机制、时空演变过程进行比较研究,尤其突出流域土地利用/覆盖变化过程中的水资源约束机制研究和对流域覆盖变化影响较大的关键区及生态脆弱区的跟踪研究。

1 河西地区自然环境与社会经济概况

河西地区位于甘肃西北部,东起乌鞘岭,西至

甘新交界,长约1000km,总面积27.53万km²。在地理位置上处于我国西北干旱荒漠区东部和青藏高原的北部边缘,境内地势由西南向东北倾斜,由南往北可分为祁连山—阿尔金山山地、河西走廊平原、北山山地与阿拉善高原3大地形区。河西地区共有大、小河流57条,分属黑河、石羊河、疏勒河3大内陆水系,气候干旱,属温带荒漠气候类型,年降水量仅50~250mm,年蒸发量2000~3500mm以上。农业生产主要依赖地表、地下水灌溉。行政区划包括金昌和嘉峪关、武威、张掖、酒泉5个省辖市。全区人口400.57万人^[8],耕地面积632426hm²,人均耕地面积0.158hm²。

2 河西地区土地利用/覆盖变化过程

2.1 历史时期

据《河西志》记载,祁连山区在两千年前约有600×10⁴hm²天然森林。森林的分布范围,西逾甘新交界的伊吾地区,东至白银地区的景泰、靖远县城内,东西长1200km。沿森林带下移到山前坡地是灌木草丛和连片草场,绿洲星罗棋布,在河流的下游分布有大大小小的湖泊和沿河两岸茂密的胡杨林、灌丛和草原。

2.2 现代

建国初期,祁连山森林面积仅约13.3万hm²,

基金项目:西北师范大学知识与科技创新工程(NWNU-KJCXGC-02-20)资助。

陈炳章. 甘肃祁连山森林的重要性与生态环境问题. 见:甘肃省林业厅,甘肃祁连山国家级自然保护区建设发展研讨会专集. 1989

郑守格, 胥明肃. 祁连山国家级自然保护区历史沿革和变迁. 见:甘肃省林业厅,甘肃祁连山国家级自然保护区建设发展研讨会专集. 1989

到1980年,仅存11.13万 hm^2 ,比建国初期减少16.5%,森林带下限由1900m退缩到2300m,且仅见于酒泉以东的深山偏远地带。汉唐以来开发的一些古老农业区在清代也已演变为沙漠化土地,如民勤西沙窝、金塔东沙窝、玉门花海西部,安西至敦煌间的锁阳城、居延城、骆驼城、敦煌古阳关地区、张掖西城驿沙窝都已被流沙掩埋而沙漠化了。河西地区一些河流下游地区盐碱化土地面积持续增加,如民勤北部盆地,1958年盐碱化耕地有 $1.05 \times 10^4 \text{hm}^2$,1963年发展到 $1.23 \times 10^4 \text{hm}^2$,1978年为 $2.21 \times 10^4 \text{hm}^2$,到90年代中期已发展到 $4.08 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。河西地区城市用地和农业用地持续增加。20世纪90年代河西耕地面积达 $66.67 \times 10^4 \text{hm}^2$,为唐代3倍。

3 河西地区土地利用/覆盖变化的动力机制

在有人类活动之前,土地利用/覆盖变化的动力机制,主要是自然环境的变化,其中最重要的是全球气候变化引起的气温和降水的波动而造成的直接影响及通过干旱、洪水、水资源变化而造成的间接影响。此后,随着人类的出现,人类活动开始成为土地利用/覆盖变化的另一个重要机制,尤其到了近代全球人口激增,人类改造自然的能力前所未有的增强,土地利用/覆盖变化的动力机制发生了“从自然到人类”这一显著的变化^[9]。

3.1 自然机制

土地利用/覆盖变化与全球气候变化有着密切关系。以下采用“湿润指数公式”,计算河西气候的历史变迁^[10]:

$$I = F / (F + D)$$

式中, I 表示该地某一时段湿润指数, F 表示该地该时段涝灾出现次数, D 表示该地该时段旱灾出现次数。当 $I > 0.5$ 时,表示该地区该时段气候趋向湿润, $I < 0.5$ 时,则表示该地区该时段气候偏干。

对15世纪及其以后的气候灾害进行分析^[10]:

$$15 \text{ 世纪: } I = 2 / (2 + 30) = 0.0625$$

$$16 \text{ 世纪: } I = 4 / (4 + 28) = 0.125$$

$$17 \text{ 世纪: } I = 9 / (9 + 9) = 0.5$$

$$18 \text{ 世纪: } I = 34 / (34 + 33) = 0.507$$

$$19 \text{ 世纪: } I = 20 / (20 + 25) = 0.444$$

$$20 \text{ 世纪上半叶: } I = 19 / (19 + 27) = 0.413$$

可见,15、16世纪(明代中期),湿润指数很小,气候偏干,这一时期的文献中也有许多关于旱灾的记载,如张掖明代《元直庙碑》记:任宗洪熙元年(1425年)夏“甘州不雨,耕者告病”;天顺四

年(1460年)八月陕西甘肃诸卫奏“今年大旱,租税无征”。而17、18世纪湿润指数最高,与15、16世纪形成鲜明对比,为河西水分较为充沛时期。19世纪湿润指数变小,而到20世纪上半叶,气候有逐渐变干的趋势。

19世纪末以来,我国气温总的变化趋势是上升的,这在冰川进退、雪线升降中也有所反映。如1910~1960年50年间天山雪线上升了40~50m,天山西部的冰舌末端后退了500~1000m,天山东部的冰舌后退了200~400m,喜马拉雅山脉在我国境内的冰川,近年来也处于退缩阶段^[11]。河西地区南部的祁连山在1950~1980年间3/4的冰川处于后退状况^[12]。

以下选取河西地区3大流域的典型站点气温与降水资料,通过差积、累计和滑动平均的方法,分析该地区50年来气候变化,其中 m 表示变化趋势,正值为增加,负值为减少(表1)。

从表1可知河西地区大部分地区年降水量呈增加的趋势,在河西中西部尤其明显。GCMs模拟表明,在全球变暖的背景下^[13],全球平均降水量将增加约3%~15%,这与河西地区降水量的变化一致。同时,除西北部边缘低海拔地区出现降低趋势,河西地区平均气温也多呈上升趋势。

河西地区是世界上同纬度最干旱的地区之一,植被稀疏,盖度低,生态条件十分脆弱,该流域在气候趋于干暖的背景下,荒漠面积进一步扩大,有植被覆盖的地表,如草地森林进一步减少,使土地利用/覆盖朝着不利于生态平衡的方向发展。

3.2 人为机制

3.2.1 政治、经济政策对土地利用/覆盖变化的影响 土地利用的实践表明,随着不同的政治经济政策,土地利用随之发生明显的变化^[14]。历朝历代都在河西采取了一系列土地开发政策,如唐朝实行大规模屯田,推行均田制,和籴法,设置常平仓,倡修水利,这大大推动了河西地区的经济发展,尽管从公元755年到公元1036年河西曾被吐蕃占领,开发出现了一定的倒退,但总趋势仍是人类对河西地区的开发规模日益扩大。

汉武帝时在河西设立统治机构,兴修水利工程,发展灌溉农业土地利用/覆盖的变化与人类垦殖历史密切相关。汉唐以来,随着人类活动的加剧和水资源利用方式的改变,输水渠使远距离输水成为可能,土地的开发不再局限于沿河及洪积扇缘泉水溢出带,而是以河流为轴线向四周辐射。人类的开垦

表 1 近 50 年来河西地区典型站点气温与降水变化分析^{*}

Table 1 Change in air temperature and precipitation at some representative weather stations in Hexi Region

水 系	站 点	降水量			气温		
		m	趋势	显著性	m	趋势	显著性
黑河流域	张掖	0.5664	增加		3.0545	升高	显著
	民乐	-0.6515	减少		2.9153	升高	显著
	肃南	2.0442	增加	显著	1.0719	升高	
	祁连	3.0933	增加	显著	1.9718	升高	显著
	托勒	1.1734	增加		2.6250	升高	显著
	山丹	0.9884	增加		3.9536	升高	显著
	高台	2.4036	增加	显著	-0.4043	降低	
	酒泉	0.8496	增加		2.1130	升高	显著
	鼎新	0.5167	增加		1.9319	升高	
疏勒河流域	玉门	1.0721	增加		0.1214	升高	
	安西	1.7240	增加		-3.9510	降低	显著
	肃北	0.5949	增加		1.4387	升高	
	敦煌	-0.2855	减少		-3.8206	降低	显著
石羊河流域	武威	1.2944	增加		1.9654	升高	显著
	民情	-0.0607	减少		2.1645	升高	显著
	永昌	1.2454	增加		1.0938	升高	
	松山	0.5578	增加		0.9680	升高	
	乌鞘岭	-1.2413	减少		0.8447	升高	

^{*}程国栋．河西走廊黑河流域山区水资源变化和山前水资源转化监测研究．中国科学院寒区旱区环境与工程研究所．2000. 12, 9~12

打破了流域原来天然的水盐动态平衡和水盐运动规律，中游地区人口的增加和灌溉面积的扩大，使下游三角洲的水量不济，水质变差，曾繁荣一时的下游绿洲开始萎缩衰退，并逐渐溯河上移，大面积的绿洲逐渐演变为荒漠。

3.2.2 人口对土地利用/覆盖变化的影响 人类对河西的开发经历了 4 次高潮，即西汉、唐朝前期、清代和解放后。西汉末，河西民屯人数 6 万余户、28 万多人^[15]，此后，河西地区人口总趋势是不断增长的（表 2），人口压力持续增加，对耕地的需求也

持续增加。由于人类对河西不合理的垦殖和开发，不少固定半固定沙丘变成流动沙丘。目前河西走廊沙漠化土地面积和潜在沙漠化面积分别占土地总面积的 9.15%和 6.13%^[16]。其中，过渡开垦、放牧和樵采等人为因素造成的沙漠化土地面积占 90%以上，风力作用下沙丘前移为主要的自然因素只占 5%左右^[17]。

3.2.3 特殊的地理位置与军事需要对土地利用/覆盖变化的影响 河西自古就是中原王朝西北边防重地。汉武帝开发河西，是为了解除匈奴对西边的

表 2 河西地区历史上人口变化^[9, 18, 19]

Table 2 Changes in population in Hexi Region in history

	公元 2 年（西汉）		公元 742 年（唐）		2001 年
	户数	人口	户数	人口	人口
武威	17581	76419	22462	110281	1911000
张掖	24352	88731	6284	22092	1249900
酒泉	18137	76726	2230	8476	908000
敦煌	11200	383335	4265	16250	180000
嘉峪关	—	—	—	—	159600
金昌	—	—	—	—	451900
合计	71270	280211	35718	162086	4860400

威胁,进而以此为根据地向西域扩展。后来少数民族虽迭有兴衰,但这种形式仍然没有改变。盛唐西北边防的军事重心虽然移到了天山南北,但河西地区仍是防范外来入侵的重要阵地。河西既为古代边防重镇,于是驻军屯田,移民开荒接踵而来,河西的土地开发历史,无不是与军事需要联系在一起,土地利用/覆盖变化也与其紧密相关。

3.3 土地利用/覆盖变化是自然机制与人为机制共同作用的结果

自然机制的作用打破了流域原有的水量平衡与热量平衡,人类活动则加剧或减缓这种平衡的改变过程。人类在 15、16 世纪气候湿润时期扩大和加强了对该流域沙漠边缘干旱地带的土地开发利用,而到了 19、20 世纪,气候持续偏干,由于这一地区的植被已受到人类的严重破坏,使自然因素引起的地表侵蚀破坏和地表物质的移动流失扩大和加剧,从而出现严重的风蚀和水蚀,加剧荒漠化作用。另外,河西地区土地开发几次兴衰与全球气候变化存在一定的联系。据研究^[20],东汉王莽时期,西晋永嘉丧乱(281~309 年)和明末(1601~1644)是中国气候上寒冷时期,而汉、隋、唐河西开发的高潮期则是温暖湿润时期。中唐以后的 800~950 年是相对寒冷时期,正是唐朝由鼎盛走向衰落的时期。可见,自然机制与人为机制是密切联系,共同作用于土地利用/覆盖变化的。

4 河西地区土地利用/覆盖变化对自然环境与社会经济产生的影响

4.1 对自然环境的影响

4.1.1 对区域水循环的影响 水文过程机理比较复杂,它不仅与陆地表层系统中各种自然地理要素的时空分布密切相关,而且对农业开发、城市化等土地利用及其变化有高度的敏感性及相关性,国际上研究机构都把土地利用变化的水文响应作为全球变化的重要研究内容之一^[21]。土地利用/覆盖对区域水循环的影响包括水质和水量的变化,由于人类耕作和定居引起的土地变化造成的水污染。绿洲的减少,增加了下游洪水泛滥的频率和强度,减少了河流流量,并使降水的分配不均匀。河西地区各流域年径流量、地表水、地下水资源持续减少,地下水矿化度升高等水质的变化与该地区土地利用/覆盖变化有密切的关系。

河西地区由于人类耕作和定居引起的土地覆盖的变化,使该地区的水环境质量发生了显著变化,

水体矿化度显著升高(表 3)。

河西地区地处西北干旱区,水资源十分短缺,黑河、石羊河、疏勒河 3 大水系成为该地区工农业生产的主要水源供给。该区实有水资源量见表 4。近些年来,由于流域中游地区工农业用水的日益增加,下游水量递减趋势十分明显,自 20 世纪 50 年代以来的 40 年间,石羊河流域下游地表水量减少 $4.43 \times 10^8 \text{ m}^3$,黑河流域下游减少 $4.96 \times 10^8 \text{ m}^3$,疏勒河流域下游减少 $0.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[22](图 1)。

表 3 河西地区典型区域天然水体矿化度(g/L)变化^[17]

Table 3 Water mineralization degree in Hexi Region

流域地段/水类型	20 世纪 60 年代	20 世纪 70 年代	20 世纪 80 年代
黑河居延海	2.0	4.32	10.15
黑河下游地下水	2.1	2.9	6.5
黑河正义峡	0.45	0.72	0.98
石羊河下游地表水	0.4	0.63	0.94

表 4 河西走廊实有水资源量

Table 4 Reserves of water resource in the Hexi Corridor

	地表水 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	地下水 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	合计 (%)	人均 m^3
石羊河流域	15.55	1.32	16.87	787
黑河流域	36.22	2.49	38.71	1809
疏勒河流域	16.73	1.13	17.86	100
河西合计	68.50	4.95	73.45	1713

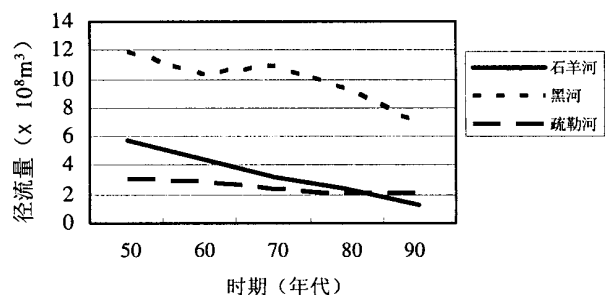


图 1 河西地区近 50 年来流域下游径流量变化特征^[23]

Fig. 1 Characteristics of the changes in runoff in the lower reaches of the Hexi Region in the last 50 years

4.1.2 对环境质量的影响 河西地区由于人类不合理的开发利用土地,进行交通工矿与居民点建设,在山区毁林开荒,毁草种植,过渡放牧,破坏地表结皮,降低土壤的稳定度和抗蚀能力,严重地破坏了森林和草原涵养水源的功能,造成水源失调,水土流失,草场退化(表 5)。这一系列对土地资源不

表 5 河西地区草地超载与退化状况(%)^[17]

Table 5 Overgrazing and degradation of grassland in Heixi Region

区域	酒泉地区	张掖地区	金昌市	武威地区	河西地区	疏勒河流域	黑河流域	石羊河流域
草地超载程度	9.0	62.0	143.0	107.0	69.1	-25.0	80.3	111.2
草地退化率	28.25	46.72	100	39.33	46.86	27.01	46.72	45.07

合理的利用,引起土地利用/覆盖发生变化,使河西地区的生态环境出现严重的退化。

4.1.3 对生物多样性的影响 土地利用/覆盖变化对生物多样性的巨大影响超过了其它任何全球变化成分,并且这种影响仍会保持几十年^[24]。伴随着土地利用/覆盖的变化与人类不合理的开发,河西地区的生物多样性有明显减少的趋势,黑河下游三角洲地区 1995 年与 1980 年相比,胡杨林减少了 33.1%,沙枣林减少了 57.45%,红柳林减少了 39.17%,梭梭林减少了 37.28%。中游金塔绿洲植被覆盖度在 40%以上,但现在局部地段,尤其是靠近绿洲退化严重,盖度大大降低,绿洲边缘多在 10%以下。上游主要是山地森林、灌丛和草原的破坏,林牧矛盾突出,水源涵养林破坏严重,例如大黄山林区有许多灌木林(主要为高山柳)被开垦为农田,高坡一带毁灭灌木林 93 hm²,流域内仅山丹军马场自 1964~1984 年 21 年间灌木林减少了 2500 多 hm²^[20]。

4.2 土地利用/覆盖变化对土地人口承载力的影响

土地承载力指在具体区域的某一时段,以不损害区域环境质量和破坏资源的永续利用性为前提,在一定的食物消费水平和生产投入水平下,区域土地生产所能供养的人口数量。强调在保护生态环境,合理开发资源的条件下,土地对人口的供养能力。当某一地区的土地利用/覆盖状况变化时,则该区的人口承载力也会发生变化。

河西地区人口尽管在较长的时间里维持稳定甚至有所下降,但总趋势是不断增加的。随着人口迅速增长,流域森林草原大面积变为耕地。由于河西地区土地利用/覆盖的变化,可供利用的土地资源特别是农业土地资源十分有限,与人类生存密切相关的绿洲面积却没有变化,所以人口分布呈现出平均每平方千米拥有人数较少而局部地方人口高密度分布的不平衡现象。按国际标准,干旱区每平方千米合理的人口数量为 7 人,河西地区已达 17 人/km²,给绿洲生态系统造成压力。

5 结 论

河西地区在近二千多年的开发利用过程中,土地利用/覆盖结构发生了一系列变化,具体表现为:沙漠扩大、湖泊缩小、雪线上升、草场和森林面积减少,城市和农业用地日益扩大。历史时期该地区土地利用/覆盖变化与气候变化密切相关,到了近现代,人类活动则是土地利用/覆盖变化的主导因素。该地区生态环境十分脆弱,流域内的土地利用/覆盖变化,对绿洲—荒漠系统的结构、功能、物质能量转换都会产生深刻的影响。因此要保持该流域的土地可持续发展,必须从人类自身行为入手,探索有利于土地可持续发展的土地利用方式与土地类型。

参考文献

- 1 Turner BL, Meyer WB. Land use and land cover in global environmental change: Considerations for study. Inc Soc Sci, 1999, 130: 669~680
- 2 Turner BL, Moss RH, Skole D. Relating land use and global land cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project. Internal Geosphere-Biosphere Program Report No. 24, Stockholm. 1993
- 3 Turner IBL. Local faces. Global flow: The role of land use and land cover in global environmental change. Land Degradation and Rehabilitation, 1994, (5): 71~78
- 4 Turner IBL, Meywr WB, Skole D. Global land use/land cover change: Towards an integrated program of study. AMBIO, 1994, 23(1): 91~95
- 5 Turner IBL, David Skole, Steven, Sanderson. Land Use and Land Cover Change(LUCC): Science/Research Plan. IGBP Reports, No.35, 1995.
- 6 Meyer WB, Turner IBL. Change in Land Use and Land Cover: A Global Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- 7 American Institute of Biological Science. Global impact of land cover change. Bioscience, Special Issue, 1994
- 8 甘肃省统计局. 甘肃省统计年鉴 (2001). 北京: 中国统

- 计出版社, 2001, 155~191
- 9 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展. 经济地理, 2001, 21 (1): 95~100
- 10 李并成. 河西走廊历史时期气候干湿状况变迁考略. 西北师范大学学报(自然科学版), 1994, 32 (4): 56~61
- 11 周淑贞. 气象学与气候学. 北京: 高等教育出版社, 1997, 234
- 12 施雅风, 山地冰川与湖泊萎缩所指示的亚洲中部气候干暖化趋势与未来展望. 地理学报, 1999, 45(1): 1~11
- 13 John Houghton 著 (戴晓苏等译). 全球变暖. 北京: 气象出版社, 1998, 1~20
- 14 刘晶, 彭补拙. 锡山市土地利用变化的社会驱动力分析. 土壤, 2001, 33(6): 295~299
- 15 侯扶江, 李广. 河西地区生态景观的演变. 水土保持学报, 2001, 15 (6): 53~57
- 16 王根绪, 程国栋. 中国西北干旱区水资源利用及其生态环境问题. 自然资源学报, 1999, 14 (2): 109~116
- 17 王根绪, 程国栋. 近 50 年来河西走廊区域生态环境变化特征与综合防治对策. 自然资源学报, 2002, 17(1): 78~86
- 18 吴廷桢, 郭厚安. 河西开发史研究. 兰州: 甘肃教育出版社, 1996, 10~162
- 19 马鸿良, 酆桂芬. 中国甘肃河西走廊古聚落文化名城与重镇. 成都: 四川科学技术出版社, 1992, 10~40
- 20 张勃. 黑河绿洲资源优化配置及其区域发展研究. 兰州大学博士论文. 1999, 54~99
- 21 李昌峰, 高俊峰, 曹慧. 土地利用变化对水资源影响研究的现状和趋势. 土壤, 2002, 34 (4): 191~205
- 22 杜虎林, 高前兆. 河西走廊水资源供需平衡及其对农业发展的承载潜力. 自然资源学报, 1997, 12 (3): 225~233
- 23 李福兴, 姚建华. 河西走廊经济发展与环境整治的综合研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1998, 14~82
- 24 李晓兵. 国际上土地利用—土地覆盖变化的环境影响研究. 地球科学进展, 1999, 14 (4): 395~340

CHANGES IN LAND USE AND LAND COVER IN HEXI REGION

Zhang Bo^{1, 2} Zhang Hua¹ Zhang Kai¹

(1 Geography and Environment College of North West Normal University, Lanzhou, 730070; 2 State Key Laboratory of Frozen Soil Engineering, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract Land use/ cover change (LUCC), being a frontier and hot subject in the study on global change, is one of the core issues related to sustainable development. Hexi Region is fragile ecologically and very sensitive to environmental evolution. So it differs from areas on the east in evolution of land and its mechanism. This paper briefly discusses processes of LUCC in the region, analyzes dynamical mechanism of LUCC, and also explores impacts of LUCC on the natural environment and social economy the basin.

Key words Land use, Land cover, Global change, Dynamical mechanism.