

北方农牧交错带土地利用现状对生态环境变化的影响 ——以内蒙古多伦县为例

刘全友, 童依平*

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:主要研究内蒙古典型地区多伦县土地利用现状对生态环境变化的影响, 主要包括土地利用方式、程度和效率等。研究表明: 在近一个时期, 该地区人口在不断增长, 土地利用结构在不断变化, 如自 1983 年到 1999 年期间, 其耕地由原来的 18.83% 上升到 32.09%, 增长了 13.26%; 而草地由原来的 51.79% 降到 36.13%, 消减了 15.66%; 林业用地由原来的 4.16% 降到 2.87%, 下降了 1.29%, 这种结构性的变化, 致使植被、林地、草原在退化。如 20 世纪 50 年代最高产草量(鲜重)可达 7500kg/hm², 到 1983 年下降到 3000kg/hm², 而现在只有 1500kg/hm²; 而这种草场退化结果又导致农田沙化, 肥力下降, 如农田比草地土壤有机质低 50% 左右, 而 N、P、Zn 等其他元素在 30% 左右; 草地与沙化草地相比, 有机质、N、P、Zn 的含量普遍低 20%~50%。为此, 在本区必须进行土地分类和土地潜力分类为主的土地利用评价, 以满足土地得以合理利用和自然保护等现代土地利用规划的需要, 使生态环境得以良性循环。

关键词:北方农牧交错带; 土地利用; 生态环境变化

The effects of land use change on the eco-environmental evolution of farming-pastoral region in Northern China: With an emphasis on Duolun County in Inner Mongolia

LIU Quan-You, TONG Yi-Ping* (Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(5): 1025~1030.

Abstract: The north farming-pastoral region is the most sensitive eco-environmental area in China. Land use changes play important roles in eco-environmental evolution in this area. Understanding how land use changes influence the eco-environmental evolution will help China to improve the eco-environmental quality of this area and its neighboring areas. In this paper we use Duolun County as an example to investigate how land use changed in the past 50 years, and how these changes affected the quality of eco-environmental system in this area.

Duolun County is a typical region in the north farming-pastoral region, it locates in the south of the Inner Mongolia, and about 400 km from north of Beijing. Duolun County occupies 3873 km² land, the annual average temperature is 1.5°C, and the annual average rainfall is about 385.5mm. Our study suggests that the land use has greatly changed since 1950s, especially after 1980 in Duolun County. From the beginning of 1980s to present, the arable land area increased from 18.8% to 32.1% of the total land

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40173034)

收稿日期: 2002-01-25; 修订日期: 2003-03-18

作者简介: 刘全友(1950~), 男, 河南省人, 副研究员, 主要从事环境地球化学与农业生态研究。

* 通过作用 Author for correspondence, E-mail: yptong@mail.rcees.ac.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China(No. 40173034)

Received date: 2002-01-25; Accepted date: 2003-03-18

Biography: LIU Quan-You, Associated professor, mainly engaged in agricultural ecology and environmental geochemistry.

area, grassland area decreased from 51.8% to 36.1%, forest area decreased from 4.2% to 2.2%. The land use changes, the long term low input and overuse of arable land and grassland resulted in the degradation of soils and deterioration of eco-environment. Data from 60 soil samples around Duolun county show that most of the arable land and grassland are deficient in N, P, Zn, Mn, B, and Mo, low input and overuse of soil resources resulted in desertification of large area of cropland and grassland, and reduced soil organic matter and available N, P, Zn content by 20%~50%. As a result of soil degradation, the crop and grass yields are very low. For example, the maximum grass yield (fresh weight) was 7500, 3000 and 1500 kg/hm² in 1950s, 1983 and present respectively. The low yields require more grassland to be cultivated to meet the growing requirement of food and feedstuff, and further deteriorate the eco-environment. To stop the deterioration of the eco-environment, and improve the quality of the eco-system, land potentials evaluation, and land use classifying are urgently needed.

Key words: the transitional agro-pasture area; land use change; eco-environmental evolution

文章编号:1000-0933(2003)05-1025-06 中图分类号:S181 文献标识码:A

1 农牧交错带农耕历史与环境变化

北方农牧交错带是环境变化最敏感的地带。该地带气候环境的干湿更替明显,每一次变更,都深刻地影响着农牧业生产的兴衰。当气候进入干燥期,畜牧业得以发展,农耕减少;相反,当气候进入湿润期,农耕得以发展,畜牧业受抑。在干湿环境转变期,农牧交错,而且偏西北为牧农交错,偏东南为农牧交错。

该地带属于生态环境脆弱带,即使在较短时间内,其环境变化过程仍很明显。依据其降水变化在不同尺度的波动性,史培军曾提出“波动农牧业”的战略与战术,即实行旱作农业、放牧畜牧业的丰欠互补,从而开发“环境变化”的资源价值^[1]。

2 北方农牧交错带的界限

据《内蒙古自治区农业区划开发总体规划》一书^[2],内蒙古自治区的林区有 4 个旗市,牧区有 23 个旗市,而农牧林交错区 63 个旗县市,占总规划旗县市的 70%,其中三大农牧区包括 49 个旗县市(占总规划旗县市的 54.4%)。

从表 1 的比较看出,多伦县所在的阴山南北麓农牧区人均耕地相对较多,草地较少,热量资源较差,但光温生产潜力可提高 2~3 倍,光、温、水生产潜力可提高 1.6~2.0 倍,人均占有粮食和牛羊猪肉均较少,农牧民人均收入位于自治区末位。

从资源利用效率看三大农牧区人口占自治区总人口的 63.49%,他们用占自治区 70.57%的耕地(多),18.11%的草地(少),生产出自治区 73.3%的粮食(多),40.31%的大小畜(少),74.06%的生猪(多)。但从提供的农业总产值份额看,三大农区人均贡献率并不高^[2]。

3 土地利用与土地沙化的关系

所谓土地沙质荒漠化,意旨在于干旱多风沙质的地表情况下,高强度的人类活动破坏了本来就很脆弱的生态平衡,造成地表出现的风沙活动为主要标志的土地退化。而土地持续利用与生态、经济和社会 3 方面的许多因子密切相关,不同因子由于其性质和特征不同,对土地持续利用的影响也就不同^[3]。作为农牧交错地区普遍存在的问题是土地利用不合理,且土地资源的种类划分不清,因此而不能合理利用资源,是导致上述问题的主要因素。多伦县地处内蒙古高原南缘,位于北方农牧交错带的中南部,地貌与气象以及农牧比例等为典型农牧交错区。

早在清朝中期以后,多伦县移民增多,农垦面积扩大,植被减少,草原退化。由于草场沙化、退化严重,单位面积产草量逐年下降,据调查,20 世纪 50 年代最高产草量(鲜重)可达 7500kg/hm²,1983 年下降到 3000 kg/hm²,现在只有 1500 kg/hm²。由于饲草短缺,牲畜总头数增加,导致畜牧业生产徘徊不前。目前,农牧业发展面临两大突出问题,其一,种植业广种薄收,耕作粗放,土壤肥力下降,耕地风蚀沙化严重(农田沙化面积占耕地面积的 21%),导致粮食单产低而不稳,生产效益面临滑坡;其二,由于过度放牧,草场退

化、沙化(占草场总面积的 22%)严重,草场产量和质量低下,经济发展受到严重制约。

表 1 内蒙古自治区三大农牧区的比较

Table 1 Comparisons among the three largest farming-pastoral regions in Inner Mongolia

区域 Regions	西辽河流域农牧区 Western Liaohe river	阴山南北麓农牧区 Yinshan Mountain area	黄河流域农牧区 Yellow River Watershed
位置 Locality	自治区东部,内蒙古高原 向东北平原过渡地带	自治区东南部,黄土高原,晋冀 山地与内蒙古高原过渡地带	自治区中西部 的黄河中游
包括旗县市数 Number of Counties	20	16	13
农业人均耕地面积 (hm ²) Farm-Land area/person	0.39	0.67	0.39
农业人均草地面积 (hm ²) Grassland area/person	1.40	0.59	1.24
太阳辐射(MJ/(m ² ·a)) Solar radiation	5013~6199	5350~5950	5950~6050
≥10℃积温 Temperature accumulation	1945~3219	1600~2800	2800~3200
降水量(mm) Precipitation	350~450	350~400	150~400
光温生产潜力 (kg/hm ²) photosynthesis-temperatnre productivity	11565~16350	3163.5~3868.5	4783.5~5631
粮食单产(kg/hm ²) Yield	2700	1335	3615
人均占有粮食(kg) Foodstuff/ person	587.8	370.6	533.4
1990年农民人均收入(元) Mean income in 1990	473	356	633
农牧业占农业总产值的% Percentage	1.97	2.35	3.41
农业人均牛羊猪肉占有量(kg) Flesh/person		20.4	31

3.1 土地利用结构

在原有统计数字基础上,于 1999 年利用遥感图像和数据信息,取得较为准确的土地利用数据^[4]。全县 8 个一级地类中,耕地 125036.7 hm², 占总土地面积的 32.07%;天然牧草地 140888.9 hm², 占总土地面积的 36.13%,未利用土地 105544.1 hm², 占总土地面积的 27.07%,林地 11193.2 hm², 占总土地面积的 2.87%,其它 7254.9 hm², 占总土地面积的 1.86%。由此可见,在一级地类这一层,多伦县的土地利用结构是以耕地、天然牧草地和未利用土地 3 项为主,它们之和占总土地面积的 96%。并形成“三三制”(即各类土地各占近 1/3)。这种结构体现了产业以农牧业为主,林业、其他与土地利用有关的产业,如渔业、园艺业等微乎其微;

从二级地类看,在旱地中,旱地 11299.6 hm², 占耕地面积的 96.40%, 占总土地面积的 30.91%;在天然牧草地中,退化天然牧草地 110501.2 hm², 占天然牧草地的 78.43%, 占总土地面积的 28.24%;在未利用土地中,沙地 86871.3 hm², 占未利用土地面积的 82.23%, 占总土地面积的 22.28%。数据表明,旱地、退化天然牧草地和沙地这 3 种二级地类也成为“三三制”结构的主体,这种结构体现了多伦县的农业是建立在旱地基础上,牧业是建立在退化天然牧草地基础上,环境是建立在沙地基础上。

3.2 地类的空间分布及其相互关系

耕地:由南向北耕地逐渐减少,南端 15 号乡耕地比例最大(62%),其绝对数量也较大(11575.5 hm²);北端蔡木山乡耕地数据最小(13%),其绝对数也较小(777.9 hm²);中间的某些乡耕地比例数有起伏。

未利用土地:由南向北未利用土地逐渐增多,南部大北沟乡其比例最小(11%),其绝对数也较小

(2482.6 hm²),北端蔡木山乡其比例数大(41%),其绝对数也最大(2525.1 hm²);中部的某些乡其比例数有起伏。

天然牧草地:由南向北,其比例数比较均衡(约30%)。只是南部15号乡和大北沟乡天然草地的比例较小(约20%左右);其绝对数较小(3714.0 hm²),中间的某些乡其比例数稍有起伏。

林地:由南向北林地逐渐增多,但总的来说其比例数字较小(<5%),南端15号乡林地的比例数几乎为零(0.16%);北端蔡木山乡林地比例数大(5%),其绝对数稍大(2087.5 hm²),中间的某些乡其比例数有起伏。

3.3 土地利用程度及效率

关于土地利用程度及效率是个复杂问题。从土地可持续利用的观点,只有在生态上的持续性,才能保证土地利用的程度及效率的可持续性^[3]。

(1)多伦人均土地占有率(以1994年总人口102058人为准) 人均国土面积3.82 hm²;其中人均耕地1.22 hm²;人均林地0.11 hm²;人均居民点用地0.04 hm²;人均水域面积0.027 hm²;人均天然牧草地1.38 hm²;人均未利用地1.03 hm²;其中人均沙地0.85 hm²;人均裸岩0.13 hm²。数字表明,人均地、沙地过多,人均林地过少。

(2)土地利用率及效益 全县土地利用率为72.93%(除未利用土地外);土地垦殖率32.07%(以125036.7 hm²耕地为准);草场载畜量3.78头/hm²(以1996年6月30日全县有大小牲畜532008头为准),可见其草地效益是很低的;国土效益为276元/hm²(以国民生产总值10750万元为准);耕地效益为442.5元/hm²(以农业产值5538.5万元为准);林地效益为423元/hm²(以林业产值473.8万元为准);可以认为,土地利用率高,而垦殖率高,效率很低。

3.4 土地利用方式及体制

多伦县除少数农场、林场、牧业点外,基本上为一家一户自由生产的小农体制;锄头、犁耙、畜耕的生产工具;耕作粗放、滥垦过牧、靠天吃饭的经营方式。据统计,20世纪80年代的土地利用结构是:农业用地占18.83%,林业用地占4.16%,牧业用地占51.79%,未利用土地占25.2216%,(难用地占20.05%,其它占5.17%)^①。而到90年代末,由于社会及机械化的发展,土地利用结构主要围绕着耕地与牧业用地比例而消长,即耕地由原来的18.83%上升到32.07%,增长了13.26%;而牧业用地由原来的51.7%降到36.13%,消减了15.66%;林业用地也由原来的4.16%降到1.29%,下降了1.29%;这一结构性的变化,从而更加剧了环境的恶化。

4 土地利用与土壤养分的关系

对土地采取不同的利用方式将对土壤肥力产生不同程度的影响,尤其是在农牧交错带,种植业的发展有的仅数十年历史,但由于广种薄收,经营粗放,有机质减少,土壤严重退化。为此,针对多伦县6个土壤类型^②和农田、沙化农田,草地和沙化草地不同土地利用类型进行布点采样61个,用标准方法对样品进行处理与测定^[5]。

由表2可以看出,一是从土地利用方面,农田比草地土壤有机质低50%左右,而N、P、Zn等其它元素约在30%左右,由于过度开垦和放牧,使农田和草地沙化,肥力下降,农田与沙化农田,草地与沙化草地相比,从有机质、N、P和Zn的含量看,普遍相差在20%~50%。据肖洪浪^[6]对河北坝缘筒育干润均腐土耕种过程的退化研究表明,土壤养分变化集中表现在两个方面:其一,土壤向贫瘠化方向演变。随耕龄增加,除土壤钾素的变化无规律外,土壤有机质、全N、全P和速效养分含量总体呈明显降低,相对非耕地而言,0~20cm耕作层养分的减幅多在60%以上,丘陵高地耕层养分衰减的速率比平地耕种土更快。其二是在养分除K外在剖面随土层深度增加而线性衰减的变率,并且其值多是随耕龄的增加而减少的规律。二是耕层土壤颗粒组成的变化。区内土壤质地受母质影响,表现出山地以砂壤和壤质为主,其粘粒含量在20%左右,由

——— 万方数据 ———

① 多伦县土壤普查办公室,多伦县土壤,1984,7~12。

于年复一年的耕种风蚀沙化过程,耕层明显粗化,肥力丧失。研究结果表明:相对耕龄较短 50a 的耕地,其最易风蚀的 0.002~0.05mm 的粉砂比例下降近 40%,在粗化过程中粒度分布具有倾向风积沙方面演变。三是土壤水分条件的变化。土壤质地、肥力和耕作过程直接影响土壤水分状况。随耕种时间增加,土层板结,土壤容重明显增大,如老耕地容重增加近 10%,0~50cm 土层容重加权平均值,平地耕作土从 1.47g/cm³ 增加到 1.57g/cm³,山地耕种土 1.33g/cm³ 增加到 1.45g/cm³,其保水能力下降 50%左右。

表 2 多伦县不同土地利用类型有效态含量

Table 2 Organic matter content and availability of nutrients in different types of land use in Duolun county

土地类型 Land type	有机质(g/kg) Organic matter	营养元素有效态含量(mg/kg) Available nutrient concentration						
		N	P	K	Zn	Mn	B	Mo
农田 Arable land	26.9	258.7	6.32	123.5	0.78	13.97	0.48	0.06
沙化农田 Desertified Arable land	14.4	138.1	4.95	111.9	0.62	13.62	0.48	0.04
草地 Grass land	43.2	216.0	5.08	103.5	0.60	12.76	0.53	0.05
沙化草地 Desertified grass land	13.6	145.2	2.50	135.9	0.54	11.25	0.48	0.05

5 因地制宜,合理利用土地,开展土地可持续利用评价,改善生态环境

《中国农业区划》中提出,内蒙古长城沿线区内的“内蒙中部半农半牧区”^[2]是北方农牧交错区的最重要的最具代表性的地区,也是国家近期及今后农业发展和治理的重点类型区之一。本区位于内蒙古中部和东南部,以科尔沁草原为主,包括兴安盟大部、哲里木盟、赤峰市北部、锡林郭勒盟南部、乌兰察布盟阴山北麓及河北省坝上地区,共 31 个旗(县、市)。根据 1990 年统计,总土地面积 15.9 万 km²,总人口 957.1 万人,耕地 269.2 万 hm²,分别占内蒙古及长城沿线区的 19.9%、25.7% 和 36.8%,人口密度为 60.2 人/km²,是北部草原牧区和南部长城沿线区之间的农牧交错地区。

该地区的自然条件,全年 ≥ 0 ℃积温 3000~3600℃,极端低温平均值为-25℃,冬小麦不能越冬,大部分地区热量条件可满足高粱、玉米等喜温作物中晚熟品种一年一熟的要求。年降水量为 320~450mm,降水变率 $> 20\%$,年降雨量 400mm 的保证率仅 40%~50%。已接近或低于旱作农业稳定生产的需水要求,但除河北坝上及乌兰察布盟阴山北麓外,大部地区的地表水及地下水资源条件尚好。较为丰富的地表水和较易开采的地下水,为本区农业的发展提供了有利条件。

该区的水热条件宜于牧草生长,有利于人工草场建设。年湿润度 0.5~0.6,是干旱草原最好的水分条件,且牧草生长期比北部牧区长, ≥ 5 ℃的青草期 170~190d,天然草场鲜草产量一般为 3000~4500kg/hm²,草群以禾本科的针茅为主,一般能满足高产优质牧草对水热条件的需求。本区家畜放牧、越冬条件亦优越于其它地区,“白灾”发生少。日平均气温 ≤ -5 ℃的掉膘日数有 3 个月,日平均气温 8~20℃的抓膘日数可达 90~120d。受干旱威胁比西北部牧区轻。

但多年来,随着人口的大量增长,本区成为内蒙古及长城沿线区毁草滥垦的重点地区,以农挤牧,农牧矛盾日趋严重。特别是经过 1958~1962 年及 1966~1976 年两次大肆滥垦,耕地面积比建国初扩大了 2~3 倍,河北坝上 6 县人均耕地 0.45hm²,波状起伏的沙质草原几乎成为滩坡结合的农田,但其中宜农的滩川地只占 22%,其余大部分为薄层土地以及大于 15°的坡地和受风蚀的沙地。加之采取广种薄收的经营方式,施肥面积小,施肥量少,导致土壤肥力下降,与开垦前相比,土壤有机质含量普遍减少了 50%左右。较为丰富的水资源未合理开发利用,现有水利设施也未能充分发挥效益。因而农作物产量长期低而不稳,大面积新垦农田粮食单产不足 1500kg/hm²。1984 年河北坝上 6 县粮食平均单产仅 435kg/hm²。毁草滥垦使草场面积日益缩小,而超载过牧,造成大面积草场退化,如科尔沁草原草层高度与 50 年代相比降低了 10~15cm,亩产草量减少了 30%,严重影响畜牧业的发展。

本区位于北方农牧交错带,春季干旱,大风频繁,如河北省尚义县 7 级以上大风年均 56d,最大风速达 1.70m/s^[7],具有沙漠发生的自然基础。滥垦乱牧大量破坏天然植被的结果,使本区成为近代土地沙漠发生

发展最严重的地区。河北坝上及内蒙古科尔沁地区,沙漠化土地由20世纪70年代分别占土地总面积的14.8%和34.3%,上升为20世纪80年代中期的25.6%和38.8%,尤以科尔沁地区和哲里木盟最为严重。全盟沙漠化土地及潜在沙漠化土地已达土地总面积的53.8%,成为农牧业生产的主要威胁。针对本区农牧业生产存在的问题,应采取如下措施:

①合理调整大农业生产布局,强化农牧结合;②逐步退坡地、低产、劣质田和沙化草地,加强建设高标准基本农田,培肥地力,以地养地,以牧养地;③加强草场建设,发展多种形式的农牧结合;④建立防护体系,改善生态环境。

如何合理利用土地是一个复杂的问题。即土地可持续利用就是实现土地生产力的持续增长和稳定性,保证土地资源潜力和防止土地退化,具有很好的经济效益和社会效益。即达到生态合理性、经济有效性和社会可接受性^[5]。土地评价是土地利用规划的主要依据,是合理持续利用土地的重要手段。在农、林、牧结构调整的基础上,为准确利用现有土地沙化及土地利用的数据、资料和信息,进行以土地分类和土地潜力分类为主的土地利用评价,以满足土地得以充分利用和自然保护等现代土地利用规划的需要,以使生态环境得以良性循环。

References:

- [1] Shi P J. The precipitation change and the agricultural-pastoral variations in the farming-pastoral region in Northern China. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 1989, **3**:3~9.
- [2] The Agriculture Regional Optimization Committee of Inner Mongolia. *A agriculture regional optimization of Inner Mongolia -A agriculture potential resources and evaluation*. HuHeHaoTe. Inner Mongolia People Press, 1994.
- [3] Fu B J, Chen L D. The index system and method of land sustainable use evaluation. *Journal of Natural Resources*, 1997, **12**(2): 112~118.
- [4] Kuang A S. A study on desertification and land use in Duolun County using remote sensing. In: Liu G S. *Research on sustainable development of the farming-pastoral region in northern China*. Beijing: China Science & Technology Press, 1999, 79~89.
- [5] Liu Q Y, Tong Y P. Study on the distribution of soil nutrients in Duolun County. In: Liu G S. *Research on sustainable development of the farming-pastoral region in northern China*. Beijing: China Science & Technology Press, 1999. 40~46.
- [6] Xiao H L. Study on uap-ustic isohumisol degradation under farming in HeBei. *Acta Pedologica Sinica*, 1998, **35** (1): 130~134.
- [7] Liu Q Y. Study on the relations between desertification and natural environmental characteristic in Shangri county of Bashang plateau in Hebei province. *Advances in Environmental Sciences*, 1996, (5):48~55.

参考文献:

- [1] 史培军. 中国北方农牧交错带的降水变化与波动农牧业. 干旱区资源与环境, 1989, **3**:3~9.
- [2] 内蒙古自治区农业区划委员会办公室主编. 内蒙古自治区农业区域开发总体规划, 农业后备资源及评价. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994.
- [3] 傅伯杰, 陈利顶. 土地可持续利用评价的指标体系与方法. 自然资源学报, 1997, **12**(2):112~118.
- [4] 邝生爱. 多伦县土地沙化及土地利用遥感调查研究. 北方农牧交错带可持续发展研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1999. 79~89.
- [5] 刘全友, 童依平等. 多伦县土壤营养元素分布特征研究. 北方农牧交错带可持续发展研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1999. 40~46.
- [6] 肖洪浪等. 河北坝缘筒育干润均腐土耕种过程中的退化研究. 土壤学报, 1998, **35**(1):130~134.
- [7] 刘全友. 河北省坝上尚义县自然环境特征与沙化的关系研究, 环境科学进展. 1996, (5):48~55.