

禁牧前后盐池县农牧生产系统的耦合分析

杨 微¹,宋乃平²,韦丽军¹

(1. 宁夏大学 资源环境学院,银川 750021;2. 西部生态与生物资源开发联合研究中心,银川 750021)

摘 要:目前对农牧系统耦合的研究较多集中在系统耦合模式的建立和耦合过程的分析,对系统耦合方法和程度定量化的研究比较少。对盐池县部分典型村镇禁牧前后农牧业耦合程度进行分析,结果显示,2001 年的系统耦合度为 0.29,2004 年为 0.98,都低于系统耦合效果的基本标准 1,2001 年和 2004 年农牧系统有效能值利用率与低质能产品转化为高质能产品的能值利用系数分别为 0.6,0.48 和 1.12,0.87,这说明随着禁牧政策的实施,农牧户在失去草地放牧权后农牧系统耦合有了明显的改善,但是长期的农牧分离习惯仍未达到一个合理的水平,需要进行系统内和系统间的结构调整。

关键词:盐池县;禁牧;农牧生产系统;耦合分析

中图分类号:F307.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)06-0335-03

Analysis of Agro-pastroal System Coupling at Prohibiting
Herding Pro and After in Yanchi County

YANG Wei¹,SONG Nai-ping²,WEI Li-jun¹

(1. School of Resource and Environment, Ning Xia University, Yinchun 750021, China;

2. United Research for Exploitation of Ecology and Biological Resources in Western China, Yinchuan 750021, China)

Abstract :At present ,the research of Agro-pastroal System Coupling almost consenstrate on building model and anylsis process ,the method and the quantified study is very less. This paper analyzes agro-pastroal system coupling of parts of villages and towns of Yanchi country ,result demonstrated that in 2001 the degree of system coupling is 0.29 but 2004 is 0.98 ,both lower than basic level 1 ,in 2001 ,agro-pastroal system available energy value utilization ratio and the ratio of low quality energy prod-uct converge to high quality energy product is 0.6 ,0.48 ,2004 is 1.12 ,0.87. This explains that with policy of prohibiting herding ,household lost their grazing right ,agro-pastroal system coupling become better than before ,but long time farming and pas-troaling seperate was accustomed that still not reached a reasonable level ,they need internal and interior system structural ad-justment.

Key words :Yanchi County ;prohibiting herding ;agro-pastroal product system ,coupling analysis

1 引 言

在国际上关于农牧结合生产体系的研究已经取得良好成效,Robles 和 Burke 分析了在怀俄明东南部进行的持续 33 a 牧草种植农牧结合生产体系,Gardner 进行的一年生牧草农牧结合生产体系分析,都得出农牧结合在土地恢复,保护资源方面相当有效的结论^[1]。国内比较系统的研究生态系统的耦合理论的学者是任继周先生,他于 1994 年正式提出系统耦合的概念:两个或者两个以上性质相近似的生态系统具有互相亲合的趋势。当条件成熟时,它们可以结合为一个新的、高一级结构功能体,这就是系统耦合。系统耦合带来系统进化,产生新的结构和功能^[2],系统耦合可以通过多种途径大幅度提高整体农业的生产水平。宁夏回族自治区盐池县位于我国农牧交错带上,种植业和畜牧业是其两大支柱产业,由于受长期形成的独特的农业文化影响,区域内农牧两个系统自成体系,系统耦合程度低,从而造成农业系统生产力低下,农牧民生产水平难以提高。解放以来,随着人口

数量及其对土地产出需求的增加,盲目开垦和扩大羊只数量,使全县耕地面积比建国初翻了一翻,羊只数量在过去的 20 a 里增加了近一倍,加之生产方向的多次变动,造成自然资源的不合理利用,土地沙化、退化和盐碱化日益严重,生态环境不断恶化。自 2002 年实施禁牧政策以来,盐池县的农业生产结构发生了重大的调整。本文运用能值的方法定量分析禁牧前后系统耦合效果并判断系统耦合方式的改变对提高系统生产力的作用,为筛选最佳的系统耦合模式,提高系统的生产力提供依据。

2 研究区概况及研究方法

2.1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,地理坐标北纬 37°04' - 38°10',东经 106°30' - 107°41' 之间,总面积约 6 758.56 km²。盐池县北与毛乌素沙漠相连,南靠黄土高原,在地理位置上属于一个典型的过渡地带。这种地理上的过渡性造成了盐池县自然条件资源的多样性和脆弱性特点。

收稿日期:2007-02-03

基金项目:国家社科项目(04XJ Y011)

作者简介:杨微(1982-),女,硕士,主要从事干旱区资源、环境与可持续发展研究。

通信作者:宋乃平。

盐池县主要为剥蚀的准平原地形,全县地势南高北低,海拔高度 1 295 ~ 1 951 m,南北明显地分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵两大地貌单元。该县属于典型中温带大陆性气候,年均气温 8.1℃,极端最高均温为 34.9℃,极端最低温为 - 24.2℃,年均无霜期为 165 d,年降水仅 250 ~ 350 mm,从南向北,从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主,其次是黑垆土和风沙土,此外有黄土、少量的盐土、白浆土等。盐池县植被在区系上属于亚欧草原区亚洲中部亚区,中国中部草原区的过渡带。

2.2 研究方法

采用自助法(Boot strap)中的二步抽样法,以盐池县多年的年平均农牧民人均纯收入和平均畜牧业产值比重等统计指标按乡分层。在每个乡中再按照农牧业结构和富裕程度对村排队,编订抽样框,并用等间距方法抽取村,在村内按偶遇抽样法抽取农牧户,用 2004 年 30 个农户小样本调查的主要指标的均值和方差作为样本量计算的依据,抽取了史庄子村、余庄子村、东双疙瘩村、井沟村、增记畔村、马儿庄村、新泉井村、胶泥湾村 8 个村,采用座谈访问(interview)的农牧户调查形式最终获得 69 份有效问卷调查,得到的农牧户各类数据经校正后输入到 Excel 软件中统计分析。结合系统耦合度的计算方法计算并分析评价调查区的农牧系统耦合状况。系统耦合度的计算方式是由董孝斌先生提出的,农牧系统耦合度的计算方法如下:

表 1 禁牧前后盐池县部分乡镇农牧耦合度

年份	粮食产出 能值/ sej	畜产品 总能值/ sej	牧草和秸秆 能值/ sej	高质能产品 能值/ sej	低质能产品 能值/ sej	农牧系统 有效能值利用率	高质能产品能值/ 低质能产品能值	系统耦合度
2001	2.09E+13	6.02E+13	9.38E+13	4.51E+13	9.38E+13	0.6	0.48	0.29
2004	1.69E+13	4.52E+13	3.89E+13	3.4E+13	3.89E+13	1.12	0.87	0.98

注:计算过程中所用能值转换系数的单位是 sej/g。

3.1 禁牧前农牧耦合分析

由表 1 可以看出 2001 年农牧系统耦合度为 0.29,远远小于系统耦合效果的基本标准。农牧系统有效能值利用率为 0.6,说明禁牧政策实施以前草食家畜的食物主要来自天然草场,在放养的生产方式下,种植业向畜牧业的投入方式主要是用于夜间饲喂和冬季黑白灾期间及母羊产羔期的饲喂。农户自产饲草料为畜牧业提供的能值只占到了畜牧业总消耗能值的 15%,剩下 85%的能值是通过自由放牧从天然草场获得,这使得天然草场承受了巨大的压力。低质能产品转化为高质能产品的能值转化率为 0.48,鸡、猪和牛的产出能值占到了畜产品总能值的 45.1%,反映了种植业对养殖业的饲草投入转化为食草牲畜的肉、毛等畜产品的程度低,同时与养殖业内部结构也有一定的关系。畜牧业向种植业投入的主要方式是资金和粪肥。调查资料显示农牧户施用于农田的羊、牛等家畜粪肥数量很少,主要原因是养殖方式主要为自由放牧,粪肥在放牧的过程中随着羊群的走动而排放到天然草场,能够施给田间的有机肥料非常有限,且按照土肥 1 : 4 的比例掺拌。农田的化肥、农药施用量低,尿素、碳铵、磷肥、复合肥 1 hm² 施用量分别为 150,595.5,435,97.5 kg,而全县平均 1 hm² 化肥施用量分别为 345,720,240,360 kg,均低于盐池县平均施肥量,说明农业的投入不足,在一定程度上反映养殖业对种植业的反哺力度不够。

3.2 禁牧后农牧耦合分析

2004 年,也就是禁牧政策实施 2 a 后,农牧业的系统耦

合度 = 畜产品的总能值/(粮食产出能值 × 利用系数 + 牧草和秸秆能值) × 高质能产出能值/低质能产出能值

式中:高质能产品为食草动物的肉、皮毛等;低质能产品为秸秆和牧草,前半部分反映了种植业与畜牧业子系统之间的有效能值的利用率,后一部分反映了畜牧业内部的品种结构的合理性。式中畜产品的能值计算为:[幼畜出栏数 × 幼畜平均产肉量 + 当年存栏家畜数 × 成年家畜平均年增重] × 家畜太阳能值转换率;粮食作物及牧草、秸秆产出能值为各种作物的产量 × 各作物的太阳能值转换率,根据当地调查结果和统计资料分析,粮食能值的畜牧业利用系数取为 30%。从生态学和经济学的角度来讲,高效的农牧业系统其牧业产值与农业产值的比应大于 1,因此可以将 1 作为衡量系统耦合效果的基本标准^[3]。理论上讲,在草畜平衡的范围内,耦合度越大说明农牧系统耦合效果越好。

3 禁牧前后农牧耦合的状况分析

在农牧系统中低质能对高质能的匹配程度决定了系统产出能值的高低,当出现高质能过剩或者低质能过剩时进行系统耦合可以使系统的生产效益放大(H. T. 奥德姆)。从调查结果可以看出,8 个典型村都存在高质能过剩而低质能匹配不足的情况,所以农牧耦合具有很大的潜力。盐池县部分乡镇禁牧前后农牧业的耦合状况分析如表 1。

合度达到 0.98,农牧业的有效能值利用率也达到 1.12,这说明养殖方式由自由放牧为主转变为实施舍饲圈养后对天然草场的依赖程度降低了,而种植业对养殖业的投入明显增加,从农业种植结构的调整方向亦可看出这一点(图 1)。低质能产品转化为高质能产品能值的转化率上升到 0.87。比 2001 年的转换率高出 39 个百分点,说明禁牧政策实施后农牧户增加了对养殖的人力、物质和技术投入,这些附加能值的投入提高了秸秆和牧草的食用效率,促进了低质能产品向高质能产品的转化,同时带动了养殖业内部结构优化和种植业结构的调整。畜牧业由于舍饲圈养和育肥等措施的执行加快了物质能量的流动速度,提高了草料的转化效率。农田中有机肥料的施用量大幅度提高,其它化肥和农药的施用量也较禁牧前增加。2004 年由于受旱灾、霜冻等自然灾害的影响,农作物减产 20% ~ 100%,但投入养殖业的自产饲草料能值仍然占到牲畜总消耗能值的 25%。

3.3 种植业的结构调整与系统耦合的关系

随着退耕还林还草和禁牧政策的实施,农业种植结构发生了很大的改变。由图 1 可以看出,可作为饲草料的玉米的种植比例最大,且除胶泥湾村外其它各村在禁牧后玉米的种植比例都有较大幅度的提高,苜蓿和苏丹草等牧草的种植面积和产出没有太大变化,2001 年种植牧草的产出能值为 2.09 × 10¹² sej,2004 年牧草的产出能值为 2.06 × 10¹² sej。投入畜牧业的秸秆,苜蓿和人工草场饲草的总能值 2001 年

为 2.18×10^{13} sej 与 2004 年的 1.76×10^{13} sej, 相差不大, 主要的差别是对天然草场的利用程度。

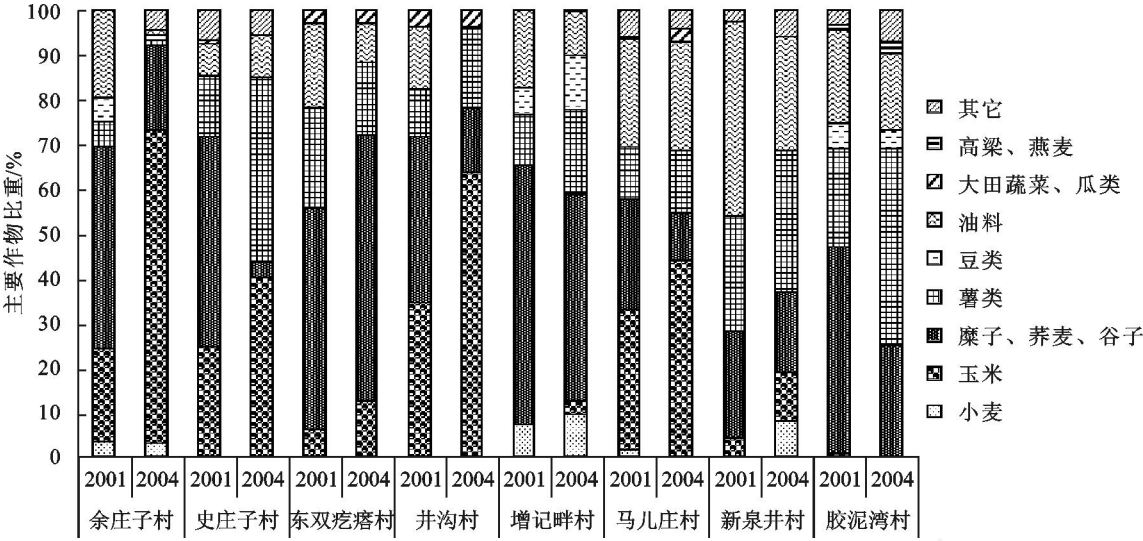


图 1 盐池县被调查农户禁牧前后按村统计种植结构对比

4 提高农牧系统耦合的途径

种植业和养殖业是盐池县两大支柱产业,并具有较强的区域特色,它们之间存在着互相依存、互相促进和相互制约的关系,种植业为养殖业提供饲草料,养殖业为种植业提供肥力,但目前两个系统都存在一些问题。调查区的农业生产方式长期以来以粗放经营为主,推行的是广种薄收传统农业生产模式,农业低效益问题尤为突出,尤其是退耕还草和禁牧政策实施以来,苜蓿人工草地建设缺乏应有的实用技术支撑,草粮轮作技术、草地农业施肥技术以及旱作农业节水技术等技术体系不健全,草地农业产业化经营的组织模式不完善,农业科学技术应用于生产的经济效益极不显著。而畜牧业中也存在畜群组成结构不合理,羊只饲养周期长,出栏率低,育肥羊数量少且物质投入和技术投入不足等问题,基于此提出农牧系统耦合生产模型,见图 2。

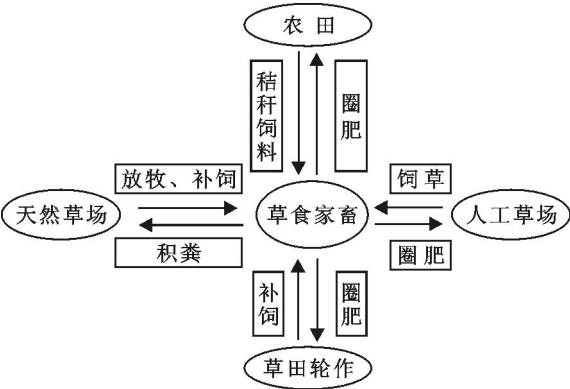


图 2 盐池县农牧系统耦合生产模型

提高种植业系统和畜牧业系统的生产效率并促进两个系统的耦合必须改变传统种植方式和养殖方式,确定为牧而农,为牧而种的思想,建立自给性种植业,商品性畜牧业保护性林业的农业布局。

4.1 改变种植结构

改变以往的粮经种植结构为粮经饲三元结构,考虑到盐池县的光照充足而水资源缺乏的自然条件,一般情况下,牧草的经济收益是粮食作物的 2 倍以上,这还不包括牧草转化为畜产品的增值。根据西北农林科技大学宁南旱农试验区

的研究记载:旱作农业区苜蓿年平均生产量比一般作物产量高出 50 % 左右,但是小面积的牧草种植,其边际收益远小于粮食作物的边际收益,因此需扩大牧草的种植面积,充分利用区域的光热资源优势,实现“藏粮于草”,在保证粮食安全的基础上提高农民收入。

4.2 改变种植方式

由单一种植转变为草田轮作。将农田系统变为农田 - 草地系统不仅可以提高太阳能的产出效率提高经济收益,还可以充分利用牧草的生长周期与粮食作物的差异,减少地表裸露时间,从而减少风蚀沙化危害,保护农田,保证作物收获。苜蓿等豆科牧草经过多年的生长后可以大大提高土地的肥力,为倒茬种植粮食作物改善了地力,促进作物产量的提高。在甘肃庆阳黄土高原开展的草地农业生态系统的研究和建设,1982 - 1985 年,通过建立以豆科牧草为纽带的轮作体系,改善了耕地的作物种群结构,增加了系统的组合度。豆科牧草面积增加了 1.67 倍,但粮食并没有因为种植面积减少而减产,粮食单产提高了 60 %,粮食总产增长了 37 %,总产出能增加了 58 %,光能利用率提高了 33 %,高出当地生产水平 90 %^[4]。因此草田轮作的种植方式在经济和技术上都具有可行性,可进行试行后推广。

4.3 改变草地利用方式

畜牧业由以天然草场利用为主转变为人工草场为主,天然草场为辅。禁牧政策实施后,羊只数量明显下降,畜牧业内部的结构也发生了很大的调整,对天然草场的利用程度有所降低,但是由于近年偷牧现象的存在,天然草场的恢复程度不够,解除禁牧后,若以当前的利用程度必定会加剧天然草场破坏,使当地农户的生产生活环境遭到威胁,因此必须加强人工草场建设,以草促畜,实现可持续发展。

4.4 圈舍育肥

羊只的出栏速度决定了农牧户(劳动技术投入) - 羊只 - 牧草料这一系统的能量流动速度,圈舍育肥可以减少羊只活动时间降低能量损失,方便养殖的技术投入增加饲草料的转化率,不但可提高出栏速度,促进系统能量流动,还可以提高畜产品质量,使最终产出能值最大。圈舍育肥符合当地的 (下转第 340 页)

度大时水流速度快,对坡面表层土壤的侵蚀冲刷力也越大,水土流失量越大。

3.4 相同降雨条件下不同坡度径流小区汛期径流量与侵蚀量研究

在高侵蚀潜在性的情况下,侵蚀径流比随着坡度的加大而增大^[7],根据临朐县辛庄水土保持试验站汛期实测资料(1986 - 1990 年),经过整理,用 4 种植被(花生、沙打旺、草木樨和自然草地)3 个坡度(5°,15°和 25°)径流小区数据为例建立其回归方程,结果如表 5 所示:

表 5 不同坡度径流小区汛期径流量与侵蚀量回归方程			
植被类型	坡度	回归方程	R ²
花生	5°	$Y = 0.0830X - 61.965$	0.9681
	15°	$Y = 0.1019X - 123.71$	0.9802
	25°	$Y = 0.7787X + 250.28$	0.9314
沙打旺	5°	$Y = 0.0798X - 78.646$	0.9589
	15°	$Y = 0.1016X - 117.16$	0.9804
	25°	$Y = 0.3326X - 362.15$	0.9171
草木樨	5°	$Y = 0.0867X - 57.92$	0.9687
	15°	$Y = 0.1066X - 119.79$	0.9837
	25°	$Y = 0.2199X + 864.16$	0.9046
自然草地	5°	$Y = 0.1247X + 8.5386$	0.9509
	15°	$Y = 0.2327X + 50.782$	0.9905
	25°	$Y = 0.4523X - 5.5448$	0.9552

注: X 为汛期径流量, Y 为汛期侵蚀量。

各坡度径流小区的汛期径流量与侵蚀量建立直线回归方程($Y = AX + B$, X ——汛期径流量; Y ——汛期侵蚀量),汛期径流量与侵蚀量直线回归方程的斜率(A),反映侵蚀量与径流量比随坡度变化幅度,由表 5 可以看出,花生各坡度径流小区的汛期侵蚀量与径流量比随坡度增加变化幅度增大,花生变化幅度 15°,25°小区是 5°小区的 1.23,9.38 倍,说明坡度越大,侵蚀量随径流量变大而加剧。沙打旺、草木樨和自然草地不同坡度径流小区的汛期侵蚀量与径流量比随坡度增加变化幅度不明显。

在重力作用下,坡度越大,水流速度越快,对坡面表层土壤的侵蚀冲刷力也越大,坡度对水土流失的影响,并非一成不变^[7]。在良好的植被覆盖下的山丘区,一般就没有明显的水土流失现象,而在坡耕地上,由于耕翻、松土、除草等人为

活动,使地表土壤疏松,地表径流量和侵蚀量就会很大。

4 结 论

(1)在相同坡度径流小区 4 种植被的汛期径流量、侵蚀量随降雨量的增大而增加,水土流失量随降雨量的增大而加剧;汛期降雨量 1988 年、1990 年是 1986 年的 3.60,6.97 倍,种植花生的径流小区汛期径流量、侵蚀量随降雨量的增大变化幅度大,自然草地、沙打旺和草木樨的汛期径流量、侵蚀量随降雨量的增大变化幅度小。

(2)相同降雨条件下 25°径流小区 4 种植被汛期平均径流量、侵蚀量从大到小的顺序均为:花生>自然草地>沙打旺>草木樨。4 种植被汛期平均侵蚀量存在显著差异。

(3)4 种植被径流小区之间汛期径流量、侵蚀量随坡度变化是:5°小区<15°小区<25°小区。4 种植被的汛期径流量、侵蚀量随坡度的升高而增加,水土流失量随坡度的升高而加剧。

(4)花生各坡度径流小区的汛期侵蚀量与径流量比随坡度增加变化幅度增大,沙打旺、草木樨和自然草地不同坡度径流小区的汛期侵蚀量与径流量比随坡度增加变化幅度不明显。

参考文献:

[1] 唐克丽. 黄土高原土壤侵蚀区域特征及其治理途径[M]. 北京:中国科学技术出版社,1990.

[2] 傅伯杰,邱杨,王军,等. 黄土丘陵小流域土地利用变化对水土流失的影响[J]. 地理学报,2002,57(6):717 - 722.

[3] Romero D A, Cammeraat L H, Vacca A, et al. Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean[J]. Earth Surface Process Landforms, 1999, (24):1243 - 1256.

[4] 陈法扬. 不同坡度对土壤冲刷量影响试验[J]. 中国水土保持, 1985(2):24 - 30.

[5] 刘青泉,陈力,李家春. 坡度对坡面土壤侵蚀的影响分析[J]. 应用数学和力学, 2001, 22(5):449 - 457.

[6] 曹文洪. 土壤侵蚀的坡度界限研究[J]. 水土保持通报, 1993, 13(4):1 - 5.

[7] 黄志霖,傅伯杰,陈利顶. 黄土丘陵区不同坡度、土地利用类型与降水变化的水土流失分异[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1):71 - 75.

(上接第 337 页)

生产条件,并能够增加农牧户收入。

5 结 语

通过对禁牧前后盐池县部分村镇的农牧耦合进行分析发现,调查区目前的农牧系统耦合并不理想,2001 年的系统耦合度为 0.29,2004 年为 0.98,都低于系统耦合效果的基本标准 1,2001 年和 2004 年农牧系统有效能值利用率和低质能产品转化为高质能产品的能值利用系数分别为 0.6,0.48 和 1.12,0.87,说明禁牧后农牧系统的耦合程度明显提高,但是仍然没有达到一个理想的程度。建议在今后的农牧业生产的发展方向上改变以往的“种粮+养羊”种养方式,走

种草养畜的道路。

参考文献:

[1] 吕玉华. 北方农牧交错带农牧系统耦合及相悖的机理及效应[D]. 北京:中国农业大学,2003.

[2] 王爱民,刘宇,高翔. 河西地区农牧地域分异与农牧耦合探讨[J]. 经济地理,2002(12):49 - 53.

[3] 董孝斌,高旺盛,严茅超. 基于能值理论的农牧交错带两个典型县域生态经济系统的耦合效应分析[J]. 2005,11(21):1 - 6.

[4] 任继周. 草地农业生态学[M]. 北京:中国农业出版社,1995.