

王东沟流域农业生态系统建设

宋桂琴 李领涛 李锐 赵爱秋

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 该文分析了作为高原沟壑区代表的王东沟流域农业生态系统建设的现状、存在问题、建成高效农业生态系统的调控措施。

关键词 王东沟 农业生态系统 建设

The Establishment of Agri-ecosystem in Wangdong Gully Watershed

Song Guiqin Li Lingtao Li Rui Zhao Aiqiu

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi)

Abstract The current agri-ecosystem situation, existing problems on Wangdong gully watershed, which embodies the features of loess plateau gullied region, were analyzed and the regulating measures to establish an efficient agri-ecosystem were discussed.

Key words Wangdong gully; agri-ecosystem; establishment

农业生态系统是人类对自然生态系统利用和改造的产物。人的生产活动与自然力的结合,生产出人类所需要的生物物质。与此同时,也削弱了自然生态系统原有的自然调控能力,破坏了自然的动态平衡。随着人口增长和社会的进步,人们不仅需要越来越多的高质量农产品,还要创造安全舒适的生存环境,即建立生态系统的新的动态平衡。这是农业生态系统建设的目标。

1 研究区自然环境及其代表性

研究区位于陕西省长武县西部,与甘肃省泾川县毗邻,是泾河水系的一条冲沟——王东沟,为了管理方便,两侧各以相邻的冲沟沟底为界含两个行政村(王东和丈六),统称为王东沟流域。总面积 8.3km²,1991年人口为 2 014 人。

1.1 自然环境

该流域地貌按成因划分,属于黄土剥蚀堆积类型。黄土堆积承袭了古高原面的轮廓特征,在堆积过程中及其以后漫长的地质年代,受到流水的切割,一系列冲沟自南向北嵌入塬面,形成塬、梁与沟相间的残塬地貌景观。最高海拔 1 224m,最低 965m。

暖温带半湿润气候。由于地面高差较大(塬沟最大高差 259m),使几个主要地形部位的光照水分条件均存在差异。年均气温 9.1~10.0℃,塬面最低。 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 3 029℃左右,年总辐射 $483 \times 10^3 \text{J}/\text{cm}^2$,热量资源供作物一年一熟有余。光照充足,日照百分率为 50%,年降水量 584mm,年际与季节分配不均,旱灾成为制约农业生产的主要自然因素。

1.2 研究区的代表性

该流域地处黄土高原南部,在向东西方向延伸约 360km,南北百余 km 的条带上,从地形,气候到社会经济环境均有一定的代表性。因此,对这一小流域的研究与治理,无疑具有较大范围的示范作用。

代表区域的确定:用模糊识别方法,首先筛选涉及地形、气候、土壤及社会经济等 13 个识别因子,在初选的 37 个县(市)中进行贴进度分析。结论:长武、泾川、宁县、西峰、永寿、彬县、旬邑、淳化和洛川等 9 县(市),面积 13 023.8km²,是王东沟试验区可代表范围的第一层次;正宁、镇原、平凉、灵台、崇信、合水、千阳、麟游和黄龙 9 县(市),面积 18 114.9km²,因为其中部分地貌、气候等因子的差异,成为可代表范围的第 2 个层次;庆阳、华池、环县、陇县、铜川、宜君、黄陵和宜川等 8 县(市),面积 25 478.7km²,每个县只有局部与试验区相似,成为可代表范围的第 3 个层次。3 个层次总面积 56 617.4km²[1],占黄土高原重点水土流失区 27.73 万 km² 的 20%。

2 王东沟农业生态系统的结构与功能

该流域在“八五”以前,针对建立高效农业生态系统所进行的一系列试验研究,诸如粮食丰产,坡地开发利用,果园丰产、土壤侵蚀防治等技术,使农业生产条件得到了明显改善,增强了抗御自然灾害的能力,土地生产潜力得以发挥,冬麦最高产量达到 6.75t/hm²,玉米 9.9t/hm²,糜谷 37.5t/hm²,苹果 56.25t/hm²。随着商品率的提高,已由封闭型的农业生态系统过度到开放型。

2.1 系统结构现状

该系统主要由农田、果园、养殖和林业 4 个亚系统组成。基于下面两个原因,使农田亚系统成为主体:(1)从宏观的地域分工看,流域所处的高原沟壑区属于种植业为主的农业区,这种地域分工,有自然条件的适宜性,也有社会需求的强迫性,“中国的吃饭问题还是要靠自己解决”(周光召,1995 年),我们认为黄土高原的吃饭问题也要力争自己解决,其它途径是靠不住的。(2)农民的经营思想是以种粮为本。

表 1 1991 年王东沟流域土地利用结构

hm²

项 目	流域总面积	农业用地		果园	林业用地	天然草地	非生产用地
		合计	净耕地				
面 积	830	362	265	72.1	247.5	28.7	120
占总面积%	100	43.6	31.9	8.7	28.8	3.5	14.4

目前,首先从用地面积上保证了农田亚系统的主体地位(见表 1)。其次从能量的输入与输出看,农田都占绝对优势(见表 2),而且输出能量的 80%以上[2]用于系统内的循环(口粮、饲料、种子、薪柴等),对系统的能量循环起支撑作用。果园作为发展经济的突破口,其管理的精细程度,工业辅助能的投入和能量输出都提高很快,发展前景好。畜牧业和林业按习惯说法分别

属于附属性和保护性的,因此,它们的经济效益被视作无足轻重,但在系统中的作用是不可忽视的。

表2 1994年王东沟流域农业生态系统能量流动与能效

亚系统	占用土地		输入人工辅助能		输出能		能效 ^[2]	备注
	hm ²	占%	10 ⁹ J	%	10 ⁹ J	%		
农田	186.2	36.5	7873	63.8	22191	75.6	2.8	只计粮田
果园	45.2	8.8	1268	9.1	3302	11.3	2.6	23hm ² 挂果
畜牧 ^[1]	31.7	6.2	3730	26.8	3437	11.7	0.9	含3hm ² 苜蓿
林业	247.5	48.5	38	0.3	417	1.4	11.0	
合计	510.6	100	13909	100	29347	100		

[1]牲畜存栏1386羊单位 [2]能效=输出能/输入能

2.2 农业生态系统的功能现状

(1)进行物质循环:这是农业生态系统最基本的功能。该生态系统的特点是人口稠密,在现实生产力水平下,农产品的商品率较低,因此,物质循环主要在系统内进行。“七五”以来,系统的物质循环功能逐渐增强,尤其是农田亚系统,物质的投入与产出水平迅速提高,体现了主体作用,在它的带动下,尽管养殖业无利(现金)可图,但仍很重视养殖积肥这一环节。每年800t左右的秸秆通过烧柴、沤肥,大部分营养物质又回到土壤中。

(2)能量转换:除太阳辐射这一最基本的天然能量来源外,各种营养元素、水及动力等都以能的形式沿着能源→生产者→消费者→分解者→系统外这一路径单向流动。从表3看出,目前王东沟农业生态系统的能效较高,属于原来投入少,一旦增加投入,效果明显的类型,仍处在需要增加投入的阶段。而农业发达国家或地区,投能量已经很大,已处在报酬递减阶段,投入与产出能趋于相等。

表3 王东沟与若干农田生态系统能量投入产出比较 $\times 10^6 \text{J}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$

	作物生产总能 A	投入工业辅能 B	投入生物能 C	生物能效 A/C	总能效 $\frac{A}{B+C}$
王东沟流域	157296	23289	26467	5.94	3.16
黄淮海14个典型	169565	21771	68663	2.47	1.88
黄淮海同地区3个乡	92947	8792	32657	2.85	2.24
美国玉米农场	205153	38100	110631	1.86	1.38
荷兰	133559	56103	42287	3.16	1.36
印度典型农场	50660	1675	12560	4.00	3.56
塞内加尔典型农场	15072	1256	2093	7.20	4.50

注:除王东沟和长武县资料外,其余摘自骆世明等《农业生态学》

表4 1990年王东沟流域与邻县主要经济指标比较

	王东	长武	彬县	淳化	永寿	泾川	宁县	麟游
人均农业总产值(万元)	831	495	362	680	511	662	770	644
粮食单产(kg/hm ²)	5250	2295	2265	2445	2745	2430	2865	1695
人均粮(kg)	550	394	318	384	467	464	452	587
人均纯收入(元)	500	353	288	348	339	494	468	337

注:资料除王东沟外均来自各县统计资料

王东沟农民已接受了多投入多产出的道理,近几年明显地增加了向土地的投入:化肥用量已超过 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ (折纯),地膜已普遍使用,有些还外购有机肥(这不是方向),使农业生态系统的整体功能迅速提高,几项主要指标均高于附近同类型区的平均水平(见表 4),为生态农业打下了物质和技术基础。

3 王东沟流域农业生态存在的问题

黄土高原农业的发展模式,应该是生态农业。生态农业的内涵:以生态经济理论为依据,引进高新技术,保留传统农业中的精华,充分高效地利用农业自然资源,保持生态、经济协调有序的发展,生态农业即高效农业生态经济系统。与这一目标比较,该系统尚存在一定差距。

3.1 生物品种的单一性

提高物种的多样性,营养链的数目和能流的交替路径也增加。因此,许多生态学家同等对待多样性和稳定性^[3]。这意味着物种单一会导致系统的不稳定,该系统同其它农业生态系统一样,在人为控制下,物种越来越少,人的密度大命名这种情况更突出:粮食作物难以轮作倒茬,只能周而复始地种几种高产作物,牲畜由于饲料和饲养场地的限制而数量减少,高垦殖率使天然植被保存很少,从而削弱了物种间的养分互补和抑制病虫害的作用。

3.2 能量供给结构有待完善

农业生态系统需要人为及时地补给被利用和耗损的那部分营养元素,才能维持能量的正常流动。该系统总的人工辅助能投入水平较高。但在肥料投入中,无机能比例高于有机能,这种情况与全国平均水平和上海等农业发达地区相悖^[2],也不符合生态农业的本质特征。

3.3 物质综合利用强度不够

生态农业要求对系统中的初级产品最大限度的综合利用,以增强生物小循环的功能,该系统由于牲畜存栏数量少(近几年徘徊在 1 650 个羊单位左右,人均 0.8、每 hm^2 耕地均 7.2 个羊单位),使系统中农作物的副产品秸秆、糠麸、瓜菜残余等不能得到充分利用,直接影响了畜产品和有机肥的产出。

4 高效农业生态系统建设的调控措施

高效农业生态系统具有鲜明的区域特征,不能套用一种模式和生产力水平。如黄土高原在旱作条件下,无法从根本上摆脱自然的束缚,初级生产力较低。一遇干旱等灾害,立即影响经济效益,无法与灌区的高效相比,是相对的;另外,对一个局部(小流域等)地区来说,还受区域产品交换、物资供应、交通、信息传输等社会环境的制约,因此,建立高效农业生态系统只能首先立足于提高系统内生物小循环的功能,创造条件,逐步建成大区域的高效农业生态系统。

4.1 控制不稳定因素

农业生态系统的高效主要受来自大自然的风水灾、气温骤变等不稳定因素的制约。王东沟流域首位的不稳定因素是水,其次是风等。在高效农业生态建设的前期,已经在控制不稳定因素方面形成配套体系:防治土壤侵蚀的工程与生物措施,防风的农田防护林网,提高地温减少蒸发的地膜覆盖技术等等。下一步的目标,是在此基础上提高标准:

- (1)提高截流蓄水工程的标准,使降水不下塬,不下坡,尤其是村庄道路,应作为重点。
- (2)塬面梁顶的农田防护林要加强管护,及时更新优良树种,使其既要发挥保护农田的作

用,又要尽量减少因胁迫造成的损失。

(3)培肥土壤,提高有机质含量,以增强土壤自身的蓄水保墒能力。

4.2 保持系统内相对稳定的土地利用结构

农业生态系统结构的基础是土地利用结构。该系统是以种植业为主的用地结构与产品结构,因此,必须保证耕地和良田面积的相对稳定,粮田用以保证日益增长的粮食需求,粮田以外的耕地用以种植适应市场变化的短循环作物,如烤烟、西瓜或其它作物。果园作为相对稳定的用地,原因是该流域处在苹果适宜区,销路较好,市场需求短期内还不至于饱和。即使将来果粮同价,因苹果产量高,效益仍高。但发展规模须控制,否则,挤占耕地,会影响系统的稳定协调发展。

4.3 发挥全部土地资源的生产潜力

当前可以把农田现实最高生产力作为目标,增加能量投入,加强管理,实现稳产高产,特别要重视占耕地面积30%的梯田生产力的提高,因为梯田有更大的潜力,果园也需提高整体生产水平,否则,有一半高产一半低产,平均只是中等水平。林地的低经济效益要逐步解决。另外,该系统的总土地利用有待提高,田边、地埂、林网胁迫等浪费太大,净耕地面积只占毛面积的73%。

4.4 发展储藏加工业,让产品增值

对于人均只有0.4hm²土地的农业生态系统来说,只靠出售初级农产品,虽然少担风险,但经济发展速度和强度有限。据果农1994年的估称,储藏2个月就可增值30%,如果再将鲜果加工(也可以外购原料),可能获利更多。待有一定经济基础再办其它加工业,充分利用本地剩余的劳动力。

4.5 控制人口是建设高效农业生态系统的保证

人作为农业生态系统的主宰者,可以按自己的目标,用高科技使系统功能增强。同时人又是大型消费者,与资源和生产相适应的消费,则对系统中物质循环与能量流动起促进作用,相反,将导致资源危机,环境恶化,系统平衡遭到破坏。因此,19世纪末英国经济学家坎南首次提出适度人口规模的问题,一个多世纪后这个观点被普遍接受。按区域的自然资源(主要是土地和水资源)、生产技术和人的消费水平(小康型)计算,王东沟的人口远远超载。再按目前的人口状态,用离散型数学模型方法预测2000年的人口为2289人,届时光是由人口增加因素导致的人均耕地减少量为13%(以1991年耕地为基数计算),与耕地减少相适应的粮田生产力平均必须达到6t/hm²。而这个生产力水平,如果没有大的技术突破是实现不了的。可见控制人口的重要性。

参 考 文 献

- 1 聂庆华等.论农业生态试验站可辐射区域的定界.生态农业研究,1994,(2):2
- 2 宋桂琴等.王东沟农业生态系统能流分析.水土保持学报,1995,(1):2
- 3 [美]G. W. 柯克斯等著.王在德等译.农业生态学.北京:农业出版社,1987