

泾河流域退耕还林(草)综合效益与生态补偿趋向 ——以宁夏回族自治区固原市原州区为例

孙新章^{1,2}, 谢高地², 甄霖²

(1. 中国 21 世纪议程管理中心, 北京 100038;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要:采用典型农户调查和地方政府访谈等方法,对泾河流域上游地区的固原市原州区退耕还林(草)综合效益进行了评估,并基于退耕还林的效益和实施过程中出现的问题,对后续生态补偿趋势进行了探讨。结果表明,原州区退耕还林的生态效益显著,其价值量平均为 1 674.1 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{年}$),按 2000 年~2004 年完成的退耕面积,总效益高达 $8\,408.2 \times 10^4$ 元/年,退耕使当地严重的水土流失状况得到了控制。研究表明,退耕还林对当地农牧生产和农村社会经济具有双重效应,一方面,退耕促进了作物生产结构优化和基本农田生产力的提高,农村剩余劳动力转移速度加快;另一方面,草食性畜牧业生产受到了一定影响,农民收入也比预计值偏低。从后续生态补偿的趋势看,延长补偿期限是大势所趋,但补偿标准可适当降低。在补偿方式上,应改为单一现金补偿,并通过流域补偿方式多源筹集资金,同时要加大对替代产业的扶持力度。

关键词:泾河流域;退耕还林(草);综合效益;生态补偿;原州区

1 引言

1998 年长江流域发生的特大水灾和 1996 年~1999 年粮食连续 4 年丰收,促使中国政府启动了以控制水土流失为目的的退耕还林工程。该工程涉及区域之广,政府投入力度之大,在中国乃至世界生态建设史上是绝无仅有的,与之配套的退耕补偿政策也将中国的生态补偿推向了全面实施阶段^[1]。7 年来(从 1999 年试点算起),该工程共完成退耕地造林(或还草)近 $900 \times 10^4 \text{hm}^2$,涉及到全国 25 个省(区、市)的 $6\,000 \times 10^4$ 余农户,政府直接投入逾千亿元。如此规模浩大的工程究竟生态效益如何,对区域社会经济产生了哪些影响,下一步的政策走向如何,倍受社会各界的关注。目前,各地已有一些关于退耕还林减轻水土流失、提高生物多样性,以及促进农村产业结构调整 and 增加农民收入等方面的报道^[2~8],也有一些学者根据退耕中出现的对下一步的政策走向进行了探讨^[9~12]。总体来看,由于这些研究多是在退耕初期给出的趋势性判断,尚不足以作为政

策调整提供充分的科学依据。

原州区位于宁夏南部六盘山北麓,属泾河流域上游地区,也是我国较早实施退耕还林的区域。该区地势南高北低,海拔 $1\,470\text{m} \sim 2\,900\text{m}$,年平均气温 6.1 ,全区年平均降雨量 471.2mm ,土地瘠薄,干旱多灾,水土流失严重,生态环境极其脆弱,是泾河流域的典型区域之一,也是我国西北退耕区的典型代表。2000 年,原州区作为试点县启动了退耕还林工程。在补偿政策的激励下,原州区退耕还林工程进展相当顺利。2000 年~2004 年,全区已完成退耕地造林 $5.02 \times 10^4 \text{hm}^2$,荒山造林 $2.32 \times 10^4 \text{hm}^2$,超自治区下达任务近 $2 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。至目前,原州区退耕还林已实施了 6 年。根据退耕还林政策,政府相应的补偿措施到 2008 年即将结束。本文对原州区退耕还林的综合效益进行了评估,并基于效益评估和退耕中出现的生态问题,探讨了稳定退耕成果和促进地区可持续发展的政策方向,以期为进一步政策制定提供依据。

收稿日期:2006-12-13;修订日期:2007-01-10

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目:“西部典型区域森林植被对农业生态环境的调控机理”(编号:2002CB111506);国家自然科学基金项目:“北方小麦-玉米农田生态系统服务功能研究”(编号:30570303)。

作者简介:孙新章,男,河北肥乡人,博士后,主要从事生态系统服务功能与生态补偿研究。

E-mail:sunxzh@acca21.org.cn

2 研究方法

本研究采用典型农户调查与地方政府座谈等搜集相关统计或试验资料的方式获取数据。农户调查共选择能代表原州区不同地理环境的开城、河川和三营 3 个乡镇。每个乡镇选择 5 个典型自然村,每村随机选择 10 个退耕户,共 150 个样本。调查方式采用事先设计好问卷,由调查员与农户面对面交谈方式获取数据或信息。与地方政府座谈共举行了 3 次,分别是原州区级、固原市级和宁夏回族自治区 3 个级别。座谈会的方式是由县、市、省三级发改委组织相关级别的林业、农业、水利、粮食、财政等相关部门负责人参加,共同对退耕的成效,后续产业发展,以及下一步的生态补偿政策进行讨论。

3 退耕还林综合效益

以控制水土流失为目的退耕还林工程(本研究不包括荒山造林部分)不仅对区域的生态环境产生影响,同时也对农业生产和农村社会经济产生直接或间接影响。在本项研究中,从生态效应和社会经济效益两个方面进行评估。

3.1 退耕还林的生态效益

本研究中,选择退耕还林导致的碳蓄积、水源涵养和土壤保持功能变化进行评估。其中,增强水源涵养和土壤保持功能是我国启动退耕还林工程的主要目的,而碳蓄积功能的增强对于减少大气中二氧化碳浓度,延缓全球变暖具有重要作用,这是当前世界各国政府关注的热点。

3.1.1 碳蓄积效益 从碳汇的角度看,农田只有每年的净生物量及土壤中的碳可作为碳蓄积量。林地生态系统具有重要的碳蓄积功能。由于退耕还林时间较短,目前退耕还林的碳蓄积功能还未充分显现。因此,本文根据原州区乔灌木林地的潜在碳蓄积量(即成林地的碳含量),再加上林地土壤碳含量作为退耕后林地的总碳蓄积值。

农户调查表明,退耕前原州区陡坡耕地的作物类型以春小麦为主,其次是马铃薯、糜谷、胡麻等。根据这些作物的平均产量、种植结构和相应的经济系数,可估算出地上生物量,再根据光合反应方程式可进一步折算出碳含量。农田土壤含碳量、林地生物量和林地土壤碳含量参考一些已有的调查和实测成果进行估计^[13]。结果表明,原州区退耕前农田的地上生物量中碳含量为 $1.07\text{t}/\text{hm}^2$,土壤碳含量为

$32.68\text{t}/\text{hm}^2$;林地地上生物量的碳含量为 $19.81\text{t}/\text{hm}^2$,土壤碳含量为 $112.77\text{t}/\text{hm}^2$ 。原州区单位面积退耕还林的潜在碳蓄积效益为 $98.83\text{t}/\text{hm}^2$ 。根据 2000 年~2004 年实际完成的退耕面积,原州区退耕还林的总碳蓄积效益为 $496.13 \times 10^4 \text{t}$ 。

退耕还林导致的碳蓄积能力增强可采用碳贸易价格来进行价值评估。根据中国 CDM 信息中心提供的数据,目前碳交易的指导价格为每吨二氧化碳 51.21元^1 ,换算成纯碳为 $187.77 \text{元}/\text{t}$ 。则原州区单位面积退耕还林的碳蓄积效益为 $18557 \text{元}/\text{hm}^2$,总效益为 $9.32 \times 10^8 \text{元}$ 。

根据原州区乔灌木林地及其土壤碳累积规律,本研究将退耕还林地达到最大碳蓄积量的年限估计为 30 年,则年度碳蓄积效益为 $618.5 \text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,总效益为 $3105 \times 10^4 \text{元}/\text{年}$ 。

3.1.2 水源涵养效益 退耕还林的水源涵养功能变化采用降水贮存量法来计算^[14]。根据原州区降雨特征、退耕地耕作制度及原州区水利局的相关监测数据,估计 K 值(产流降雨量占降雨总量的比例)为 0.4, R 值(减少径流的效益系数)为 0.45,则原州区退耕还林的水源涵养效益为 $840.8\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,总效益为 $4220.8 \times 10^4 \text{m}^3/\text{年}$ 。

生态系统涵养水源的功能主要体现在调节洪水和增强供水能力两个方面。在获得物质质量后,采用水库蓄水成本法计算其价值。我国水库蓄水成本为每立方米 0.67元 (1990 年不变价),将其折算成现价则为 $1.17 \text{元}/\text{m}^3$,则原州区退耕还林的水源涵养效益为 $983.7 \text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,总效益为 $4938.3 \times 10^4 \text{元}/\text{年}$ 。

3.1.3 土壤保持效益 退耕还林土壤保持效益的物质质量采用如下方法计算:

$$S = E_c - E_f$$

式中: S 为土壤保持量; E_c 为退耕前农田的侵蚀模数; E_f 为退耕后林地侵蚀模数。根据原州区水利局提供的资料,确定退耕前坡耕地侵蚀模数为 $68.81\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,退耕后为 $18.50\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,则原州区退耕还林的土壤保持效益为 $50.31\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$,总效益为 $252.5 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 。

生态系统保持土壤的价值可从减少耕地废弃和减轻泥沙淤积两个方面来评价,方法可运用机会成本法和影子工程法来计算。根据原州区土壤特性、

1) <http://www.fortuneworld.com.cn/ArticleShow.asp?ArticleID=717>

农田产值和水库蓄水成本,估算出单位面积土壤保持的效益为71.9元/(hm²·年),总效益为360.9×10⁴元/年。

上述结果表明,原州区退耕还林有效地控制了水土流失状况,这对减轻洪涝、泥沙淤积等灾害和实现全流域均衡供水大有帮助。同时,退耕也增加了泾河流域植被的生物量和碳含量,这对延缓气候变暖做出了贡献。

3.2 退耕还林的社会经济效益

农业生态系统除为人类提供上述生态服务外,还为人类提供丰富的农产品,并为农村居民提供就业机会等。这种功能,既是一个地区居民生活的基础,又构成了特定的地域社会经济系统。退耕还林政策的实施,通过对区域农业生产结构、生产方式、以及农民就业等的影响,直接或间接地打破了这种相对稳定的地域社会经济系统。对于社会经济效应,本文从农业生产、农民就业和农民收入3个方面进行评估。

3.2.1 农业生产效应 退耕还林政策通过粮食补贴和使耕地面积的刚性减少,对作物生产结构和粮食供需产生了显著影响。从种植结构变化来看(表

1),退耕前5年平均(1995年~1999年),粮食和油料作物总比重高达90.1%,为典型的粮油主导型结构;退耕后4年平均(2000年~2003年),粮油作物比重降为84.9%,青饲料增至10.5%,体现了向粮-经-饲三元种植结构优化的趋向。农户调查表明,每公顷每年1500kg的粮食补贴标准实际上已经高于退耕前这些陡坡耕地的粮食单产,这使区域总体粮食供给没有减少。退耕后,青饲料播种面积比重大幅度上升则主要是受禁牧政策影响。禁牧后,养殖户原来以放牧为主、舍饲为辅的传统饲养方式不得不改为全年以舍饲为主,这使饲草出现严重短缺,许多农户开始增种青饲玉米、青饲高粱等作物,以弥补饲草之不足。

从粮食生产来看(表1),退耕后粮食播种面积下降了8000hm²,但总产却比退耕前增加了1×10⁴t,其原因是单产比退耕前有了大幅度提高。退耕后4年与退耕前5年相比,单产提高了18.7%。粮食单产的大幅度提高也是退耕政策的结果。退耕导致的耕地刚性减少,使农民在保留的基本农田上投入相应增加,再加上与退耕相配套的政策性加强农田基本建设等措施,共同促进了耕地生产力的提高。

表1 原州区退耕对作物种植结构和粮食生产的影响

Table 1 Effects of converting cropland into woodland on crop structure and grain production in Yuanzhou County

年份	种植结构				粮食生产		
	粮食 (%)	油料 (%)	经济作物 (%)	青饲料 (%)	粮播面积 (×10 ⁴ hm ²)	粮食总产 (×10 ⁴ t)	粮食单产 (kg/hm ²)
1995	74.8	14.5	3.4	7.2	9.2	9.27	1 002.5
1996	73.3	14.4	4.3	7.9	8.9	14.4	1 622.6
1997	74.3	14.0	6.3	5.4	8.9	11.5	1 285.5
1998	75.3	14.9	5.1	4.7	9.0	15.8	1 758.6
1999	75.5	15.3	4.4	4.7	9.0	15.8	1 762.3
1995年~1999年平均	74.6	14.6	4.7	6.0	9.0	13.4	1 483.5
2000	75.3	11.3	3.9	9.4	9.5	9.6	1 004.3
2001	69.1	15.4	4.6	10.7	8.1	13.9	1 713.7
2002	63.8	18.2	5.0	12.9	7.8	18.2	2 348.1
2003	66.4	20.3	4.2	9.1	7.4	16.1	2 171.1
2000年~2003年平均	68.6	16.3	4.5	10.5	8.2	14.4	1 760.3

注:粮食包括谷物、豆类和薯类,油料包括胡麻和向日葵,经济作物包括甜菜、烟叶、药材、蔬菜和瓜果。根据1996~2004年《原州区统计年鉴》整理

然而,退耕对于草地畜牧业生产来讲,则具有一定的消极影响。家庭舍饲与草地放牧相比,成本大大增加。另外,在饲养方式转为舍饲后,农户年际饲草配置方式并没有相应改变,这导致许多养殖户在传统养殖方式下饲草最为丰富的夏牧阶段(5月~9月),出现了严重的草料短缺问题,不得不通过减小

畜群规模来维持草畜平衡。据对150个退耕户的调查,退耕前共有111户从事草食性家畜的养殖,总绵羊单位为1 833只;2004年,养殖户降为105户,总绵羊单位降为1 246只。

3.2.2 农民就业结构变化 退耕还林大大增加了农民的闲暇时间。在原州区,大多数受访农户认为

退耕还林工程实施后村里人闲暇时间增加。对于“退耕还林后村里人是否更清闲”这一问题,144 户有效样本中认为“是”的占 69.4%,明确回答“不是”的只占 28.5%。农业生产就业容量的减少,大大促进了农民外出务工现象。据农户调查,实施退耕还林工程之前,平均每个退耕户外出务工时间为 2.18 月/年,而实施退耕还林工程后,平均每个退耕户外出务工时间增加到 7.22 个月/年。农民就业结构的变化,使打工经济逐渐成为原州区农民新的收入增长点,间接地,也促进了区域非农化和城市化进程,这对减轻由于人口超载所带来的环境压力是有利的。

3.2.3 农民收入结构变化 退耕还林对农业与农村经济具有多重影响。这种影响,集中反映在农民的收入变化上。农民收入包括农村经营纯收入和外出务工收入,在退耕后还包括退耕补贴(粮食补贴按 1.4 元/kg 折算为现金)。根据 1990 年~1999 年原州区农民人均可支配收入变化规律,对其做时间序列的回归拟合。经比较,采用三次函数拟合效果较好(图 1)。图 1 表明,退耕后与退耕前相比,农民收入中来自农村经营的纯收入比重下降明显,外出务工收入则较退耕前有了显著增加,特别是在 2003 年,外出务工收入占到了农民收入的近 1/3,外出打工逐渐成为支撑原州区经济的重要着力点。从退耕后农民总人均收入与拟合值比较来看,退耕导致了区域农民收入的小幅减少,这说明退耕还林对区域农村经济总体来讲还是具有一定负面影响的。

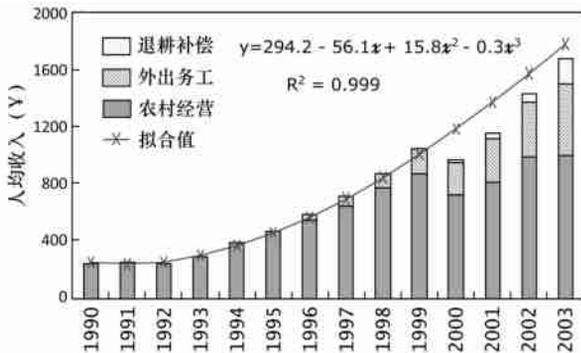


图 1 退耕还林对农民收入的影响

Fig. 1 Effects of converting cropland into woodland on farmers' net income

退耕对区域农业与农村经济的影响是极为复杂的,既有直接影响,又有间接影响。原州区退耕导致了农民收入的小幅度减少,其原因可能有 4 个方面: 虽然退耕后耕地生产力相应提高,但由于经济作物播种面积下降使得种植业收入与退耕前相比

还是略有下降; 禁牧与舍饲政策的推行使得草地畜牧业发展受到了一定程度的影响; 退耕后替代产业发展滞后和原本薄弱的非农经济,难以满足大量剩余劳动力的就业需求; 原州区获得生态补偿的退耕面积要比实际完成的退耕面积小得多,许多实际已经退下来的耕地并没有得到相应补偿。

4 后续生态补偿方向的初步建议

4.1 补偿期限

原州区在退耕还林过程中,一直尝试让该项工程与当地产业结构调整相结合。但实际困难较大,受地区条件限制,替代产业发展缓慢,目前尚没有找到能够真正替代农业的后续产业。原州区转移出去的劳动力多是一些长期务农的文盲、半文盲,无一技之长,从外出务工的前景来看,也不容乐观。在这种情况下,按照原定政策(还生态林补偿 8 年,还经济林补偿 5 年,还草 2 年)到期停止补偿,无疑将面临巨大的反弹风险。农户调查结果也支持了这一推断。对问题“补助到期后,国家不再实行补贴,你希望如何处理退耕地?”,150 个退耕户中,表示愿意继续退耕还林的占 24.2%,希望能够复耕的占 32.0%,不知道如何办的占 37.9%,其他占 5.9%。可见,在目前替代产业没有发展起来,退下的林地又无任何经济效益的情况下,适当延长补偿期限是大势所趋。一些学者对其他地区的研究也提出了延长补偿期限的必要性^[9,12]。

4.2 补偿标准

退耕地一般为坡度大于 25° 的陡坡耕地,在退耕前这些耕地多以种植小麦等粮食作物为主,平均产量仅 1 500kg/hm² 左右,扣除种籽、化肥等物质成本和必要的活劳动等非物质成本,年纯收益在 1 200 元/hm² 左右,而退耕补偿标准为 2 400 元,远远高于农民种地的收入。根据农户调查结果,150 个退耕户中,对现行补偿标准较为满意和基本满意的占 73.9%,认为补偿标准偏低的仅占 20.3%。当前每公顷每年 1 500kg 粮食,300 元钱对原州区退耕户来讲,是一个偏高的补偿标准^[15,16]。

现行补偿到期后,补偿标准的调整,可以参考退耕地的机会成本和农民受偿意愿两个因素。机会成本取 1 200 元/hm²。受偿意愿采用农户调查的方式获得。对问题“退耕还林到期后,你觉得政府还应当补贴多少钱,你才不复垦?”,150 个农户中(表 2),选择 140 元~200 元的占 54.0%,其中值为 170 元。

考虑到受偿意愿调查时,为了能多获得补偿,被调查者一般会采取故意抬高要价的策略性回答,因此,可以认为,170 元应当是能令多数退耕户感到满意的补偿标准。这一结果与现行补偿标准非常接近,这充分反映了多数退耕户希望能维持现状的思想。由此,后续生态补偿标准的范围可界定在每公顷 1 200 元 ~ 1 500 元之间。

表 2 农民对退耕还林的受偿意愿

Table 2 Farmers' willingness to pay for converting cropland into woodland

受偿意愿 (元/hm ²)	户数 (户)	比率 (%)	累积比率 (%)
1 200	2	1.3	1.3
1 650	4	2.7	4.0
2 100	21	14.0	18.0
2 550	28	18.7	36.7
3 000	32	21.3	58.0
3 450	6	4.0	62.0
3 900	5	3.3	65.3
>4 500	25	16.7	82.0
其他	27	18.0	100.0
合计	150	100.00	

4.3 补偿方式

退耕还林工程发起的一个重要政策背景,是我国上个世纪 90 年代中后期出现的粮食过剩和 1998 年的粮食购销体制改革。自 1996 年粮食产量越过 5×10^8 t 后,到 2000 年之前粮食产量一直保持在高水平。再加上 1995 年 ~ 1998 年粮食净进口 $2 500 \times 10^4$ t,导致粮食年总供给量大于消费量,出现了过剩。与粮食供大于求相对应的,是 1995 年之后国家对粮食实行的保护价敞开收购政策及其带来的国有粮食部门亏损挂账迅速增加。在这样的背景下,“退耕补粮”无疑是一个既解决生态恶化,又能缓解粮食供需矛盾和粮食部门亏损的双赢措施。然而,从 2000 年开始粮食产量下降使得我国粮食供需形势逐渐逆转,2003 年 9 月以来,小麦等主粮品种市场价格普遍走高,在这种情况下,继续退耕补粮不仅在粮源上出现了问题,同时也使粮食部门重新出现亏损。从今后趋势看,我国很难再出现粮食过剩现象。受供求变动影响,市场粮价超过 1.4 元/kg 也属正常现象。因此,现行的每公顷 1 500kg 粮食 300 元钱的补偿方式的确存在不少问题。在后续生态补偿政策制定时,应考虑改钱粮并补为单一现金补偿,这样不仅操作简单,也可避免由于粮价波动带来的麻烦。

另外,当前的补偿方式是完全由中央政府买单,

即单一的纵向补偿。这种补偿方式不仅给中央财政造成了沉重的负担,同时也不符合“受益者付费”的经济学原则。根据本文研究,按照 2000 年 ~ 2004 年完成的退耕面积,原州区每年退耕还林的生态效益高达 $8 408 \times 10^4$ 元,其中,水土保持效益为 $5 299 \times 10^4$ 元。如此高的生态效益,其主要受益者其实并非原州区自身,而是其中下游地区。如果能建立流域补偿机制,则不仅可减轻中央财政负担,也符合社会公平的原则。建立流域生态补偿的关键,一方面在于创造机制和引导公众参与,另一方面要十分重视上下游之间以及上下级政府、同级政府之间的不合作博弈问题,应借助于经济利益补偿机制、政策保障机制、法规约束机制加以规范和解决^[17,18]。

4.4 补偿重点

退耕还林是一项复杂的系统工程,替代产业发展的快慢,直接影响到退耕还林成果的巩固。在后续生态补偿政策的制定中,应加大对替代产业发展的扶持力度。根据原州区资源环境条件和区域农牧业生产的实际情况,应重点扶持的替代产业包括如下几个方面: 基本农田综合生产能力建设。对保留的基本口粮田,通过加强基础设施建设和小流域治理,提高粮食综合生产能力,解决补粮政策结束后可能出现的粮食亏缺; 在有条件的地方适当扶持发展一些能兼顾生态目标和烧柴需要的速生薪炭林,并大力发展沼气、太阳能等,解决农户能源问题,使退耕还林成果得到有效保护; 引导农民实现草畜一体生产。尽管舍饲圈养使得天然草地得到了保护,从长期来讲有助于草地资源的可持续利用,但却造成了草食性家畜的饲草不足问题,许多养殖户不得不靠减少畜群规模来维持草畜平衡。在后续生态补偿中,政府应加大对草畜一体化生产的技术扶持力度,恢复牧业生产的地位并逐步提高生产效益; 加强对外务工人员的技术培训,使其在走进城市前能有一技之长,真正实现这些农村剩余劳动力的转移。

5 小结

(1)原州区退耕还林具有显著的生态效益。该工程不仅有效地控制了水土流失状况,同时也增加了流域植被的生物量和碳含量,这对延缓气候变暖做出了贡献。退耕还林对当地农业生产和农村社会经济具有双重效应。一方面,退耕促进了作物生产结构由传统的粮油为主型向粮 - 经 - 饲三元结构转化,基本农田生产力相应得到提高,农村剩余劳动力

转移速度加快。另一方面,草食性牧业生产受到了一定影响,替代产业发展缓慢,农民收入也比预计值偏低。

(2)从后续生态补偿的趋向看,延长补偿期限是大势所趋,但补偿标准尚有下降的空间。在补偿方式上,应改目前的钱粮并补为单一现金补贴,并通过实施流域补偿机制等措施多源筹集补偿金,减轻中央财政的压力。同时,应加大对替代产业发展的扶持力度,巩固退耕还林的成果并真正实现区域农村经济结构的转型。

参考文献 (References):

- [1] 孙新章,谢高地,张其仔,等. 中国生态补偿的实践及其政策趋向[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 25~30. [SUN Xin-zhang, XIE Gao-di, ZHANG Qi-zi, et al. Ecological compensation in China and policy advice for perfecting it[J]. *Resources Science*, 2006, 28(4): 25~30.]
- [2] 李蕾,刘黎明,谢花林. 退耕还林还草工程的土壤保持效益及其生态经济价值评估:以固原市原州区为例[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 161~167. [LI Lei, LIU Li-ming, XIE Hualin. Eco-economic benefit evaluation of soil conservation service of cropland converted into forest program: A case study of Yuanzhou District in Guyuan City[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004, 18(1): 161~167.]
- [3] 杨旭东. 退耕还林工程效益评价案例分析[J]. 绿色中国, 2005, (4): 27~29. [YANG Xu-dong. Case study on benefits evaluation of cropland converted into forest program[J]. *Green China*, 2005, (4): 27~29.]
- [4] 李田生. 退耕还林绿染西部[N]. 西部时报, 2005-11-15. [LI Tian-sheng. Cropland converted into forest program in western China [N]. *Western Times*, 2005-11-15.]
- [5] 古丽努尔,尹林克,热合木都拉. 塔里木河下游退耕还林还草综合生态效益评价研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(5): 80~84. [GULNUR Sabirhazi, YIN Lin-ke, RAHMUTULLA Adil. Approach on ecological benefit of cropland converted into forest program in Middle and Lower Reaches of Tarim River[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004, 18(5): 80~84.]
- [6] 罗海波,钱晓刚,刘方,等. 喀斯特山区退耕还林(草)保持水土生态效益研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 31~34. [LUO Hai-bo, QIAN Xiao-gang, LIU Fang, et al. Ecological benefit of soil and water conservation of cropland converted into forest program in Karst Hilly Areas [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(5): 31~34.]
- [7] 胡霞. 退耕还林还草政策实施后农村经济结构的变化:对宁夏南部山区的实证分析[J]. 中国农村经济, 2005, (5): 63~70. [HU Xia. The changes of rural economic structure after cropland converted into forest program: A case study in South of Ningxia[J]. *China Rural Economy*, 2005, (5): 63~70.]
- [8] 国家统计局课题组. 退耕还林对西部地区粮食生产及供求的影响[J]. 管理世界, 2004, (11): 97~100. [Project Group of State Statistical Bureau. Effects on grain production and supply of cropland converted into forest program in Western China [J]. *Management World*, 2004, (11): 97~100.]
- [9] 支玲,李怒云,王娟,等. 西部退耕还林经济补偿机制研究[J]. 林业科学, 2004, 40(2): 2~8. [ZHI Ling, LI Nuryun, WANG Juan, et al. Economic compensation mechanism for cropland converted into forest program in Western China [J]. *Forestry Sciences*, 2004, 40(2): 2~8.]
- [10] 郭晓鸣,甘庭宇,李晟之,等. 退耕还林工程:问题、原因与政策建议[J]. 中国农村观察, 2005, (3): 72~79. [GUO Xiaoming, GAN Ting-yu, LI Sheng-zhi, et al. Cropland converted into forest program: Problems, reasons and advice [J]. *China Rural Review*, 2005 (3): 72~79.]
- [11] 李若凝. 退耕还林对农村经济的影响及后续发展对策:以河南洛阳为例[J]. 农业现代化研究, 2004, 25(5): 363~366. [LI Ruoning. Effects on rural economy and countermeasures for subsequent development of cropland converted into forest program: A case study of Luoyang City of Henan Province [J]. *Agricultural Modernization Study*, 2004, 25(5): 363~366.]
- [12] 王爱民. 退耕还林的经济影响及现行政策的调整:以河北省为例[J]. 农业经济问题, 2005, (11): 21~25. [WANG Ai-min. Effects on economy and adjustment of present policy of cropland converted into forest program: A case study of Hebei Province [J]. *Agricultural Economic Problems*, 2005, (11): 21~25.]
- [13] 固原县志编纂委员会. 固原县志[M]. 银川:宁夏人民出版社, 2003. 431~449. [Editorial Committee of Guyuan County Annal. *Guyuan County Annal* [M]. Yinchuan: Ningxia People's Publishing Company, 2003. 434~449.]
- [14] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评估[J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 480~491. [ZHAO Tong-qian, OUYANG Zhi-yun, ZHENG Hua, et al. Forest ecosystem services and their valuation in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(4): 480~491.]
- [15] 陶然,徐志刚,徐晋涛. 退耕还林粮食政策与可持续发展[J]. 中国社会科学, 2004, (6): 25~38. [TAO Ran, XU Zhi-gang, XU Jin-tao. The grain policy and sustainable development of cropland converted into forest program [J]. *China Social Science*, 2004, (6): 25~38.]
- [16] 蒋海. 中国退耕还林的微观投资激励与政策的持续性[J]. 中国农村经济, 2003, (8): 30~36. [JIANG Hai. The inspirit and sustianability of China's cropland converted into forest program [J]. *China Rural Economy*, 2003, (8): 30~36.]
- [17] 洪尚群,吴晓青,段昌群,等. 补偿途径和方式多样化是生态补偿基础和保障[J]. 环境科学与技术, 2001, 24(增刊): 40~42. [HONG Shang-qun, WU Xiao-qing, DUAN Chang-qun, et al. Diversification of compensation method was the basic of ecological compensation development [J]. *Environmental Sciences and Technologies*, 2001, 24(suppl.): 40~42.]
- [18] 金明亮,陈文福,陈菲嫻. 西部生态补偿的理论与实践:中国西部生态补偿国际研讨会综述[J]. 贵州财经学院学报,

2005, (4): 1~3. [JIN Ming-liang, CHEN Wen-fu, CHEN Fei-yan.
Theory and practice of ecological compensation in Western China: A
summary of the international symposium on ecological compensation in

Western China [J]. *Journal of Finance and Economics College of
Guizhou*, 2005, (4): 1~3.]

Effects of Converting Arable Land into Forest (Grassland) and Eco-Compensation : A Case Study in Yuanzhou County, Guyuan City of Ningxia Hui Autonomous Region

SUN Xin-zhang^{1,2}, XIE Gao-di², ZHEN Lin²

(1. *The Administrative Center for China's 21 Agenda*, Beijing 100038, China;

2. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS*, Beijing 100101, China)

Abstract: The paper assesses integrated effects of converting arable land into forest (grassland) in Yuanzhou county of Guyuan city of the upper stream of Jinghe watershed by using household questionnaire surveys and institutional surveys and interviews. It also explores eco-compensation mechanism with focus on effects and problems appearing during the implementation of the conversion project. The results shown that the annual ecological values of carbon sequestration, water and soil conservation are 618.5 RMB, 983.7 RMB and 71.9 RMB per hectare of land converted, and a total annual ecological value are 1674.1RMB per hectare; the total annual value of carbon sequestration, water and soil conservation reached 31.05 million RMB, 49.383 million RMB and 3.609 million RMB according to the total converted area from the year of 2000 to 2004 and a total value reached 84.082 million RMB per year. And as a result, soil erosion and flood has been mitigated greatly in Yuanzhou County. Two significant effects are observed from the study: on the one hand, conversion of arable land has promoted optimization of crop structure and increase in arable land productivity, and fasted transformation of rural surplus labor force. According to farm household questionnaire survey data and statistic data, the proportion of grain and edible oil crops decreased to 84.9% from 90.1% after the project implemented, the yield of grain crops increased 18.7%, and off-farm work time increased about 5 months per farm household per year. On the other hand, herbivore livestock production has been seriously affected, and farmers' income decreased. According to the farm household questionnaire survey data, forage shortage was aggravated and many households had to reduce animal quantity after the project, which produced a negative effect on farmer's income. It is found that eco-compensation would be a way out for solving the problems. The paper suggests that the current compensation duration should be extended in order to prevent converted land from reclaimed again, but the standards should be lowered to about 1 200 RMB to 1 500 RMB per hectare. As for the compensation approach, monetary payment could be adopted, and multiple financial sources should be explored in the watershed. For example, watershed compensation mechanism could be founded gradually, which has been proved a good way for collecting money. Moreover, promotion of substitute industries is an alternative approach for local people to get additional income.

Key words: Converting arable land into forest (grassland); Integrated effects; Eco-compensation; Yuanzhou County; Jinghe watershed