

文章编号: 1008-2786-(2006)1-007-06

黄土高原水土流失区生态退耕对粮食安全的影响

刘贤赵^{1,2}, 宿庆³

(1 烟台师范大学地理与资源管理学院, 山东 烟台 264025; 2 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100;

3 烟台师范大学图书馆, 山东 烟台 264025)

摘要: 退耕还林是黄土高原水土流失区改善生态环境的一种有效途径,但在一定程度上必然会影响到区域的粮食安全,其中最直接最主要的影响便是退耕带来耕地面积减少,引发粮食总产量的降低。根据黄土高原水土流失区的生态退耕规划,对退耕还林还草可能对当地造成的粮食生产影响进行分析。利用具有显著科学性和可操作性的最小人均耕地面积和耕地压力指数模型,对该区各亚区进行了粮食安全评价,并以此为基础提出了黄土高原水土流失区各亚区退耕还林还草与粮食安全的协调途径。

关键词: 黄土高原; 水土流失区; 生态退耕; 粮食安全; 调控途径

中图分类号: F762.1

文献标识码: A

坡耕地的退耕还林还草作为生态环境建设的一项重要措施,已于1999年在全国范围内逐步展开。普遍的共识认为,退耕还林(草)可以从根本上逆转我国生态环境不断恶化的趋势,减少和遏制水土流失以及土地荒漠化,对粮食生产具有正向的外部效应^[1]。与此同时,退耕又是一项以粮食换生态的工程,退耕在导致耕地持续减少的同时,却是粮食需求的持续增加,这就不可避免地将在短期内影响到退耕区人口-耕地-粮食三者之间的耦合关系。如何采用操作可行的量测标准,科学测度退耕还林还草和粮食安全对土地的需求,使退耕区的粮食需求得到保障以及减少退耕还林地复耕的可能并保证退耕还林工程的实施和生态恢复则是一项艰巨的任务。

黄土高原水土流失区作为全国生态退耕的重点区域之一^[1],自1999年下半年至2000年国家出台有关退耕还林(草)政策以来,水土流失区的有关省、

市、区就大力开展退耕还林还草工作。据初步统计,整个黄土高原水土流失区到2010年将累积退耕还林还草15°以上坡耕地近 $300 \times 10^4 \text{ km}^2$,占整个流失区耕地总面积的35.9%(表1)。如此大规模的退耕必将对粮食生产带来极大的影响,其中最直接最主要的影响便是退耕带来耕地面积减少,引发粮食总产量的降低,进而危及到粮食有效供给及粮食安全水平。特别是到2010年,黄土高原水土流失区人口将达到3.6亿。因此,如何协调好弃耕换生态与食物安全之间的矛盾,是事关黄土高原水土流失区退耕工程能否“退得下、还得上、稳得住、不反弹”的关键问题,也是亟待回答的问题。鉴于此,本文采用蔡运龙等提出的最小人均耕地面积和耕地压力指数模型^[3]对黄土高原水土流失区坡耕地退耕可能造成的粮食安全问题进行分析,并探讨其协调途径,为退耕工程能够持续稳步地实施提供理论依据。

收稿日期(Received date): 2005-09-12 改回日期(Accepted): 2005-12-01

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(40101005),山东省自然科学基金项目(Q002E03)及山东省教委项目(J02L01)共同资助。

[Supported by the National Nature Science Foundation of China (40101005), the Nature Science Project of Shandong Province (Q2002E03) and the Education Ministry item of Shandong Province (J02L01).]

作者简介(Biography): 刘贤赵(1970-),男,湖南隆回县人,教授,博士,研究生导师,副院长。[Liu Xianzhao(1970-), Male (the Han Nationality), The native place is Longhui county of Hunan Province. Doctor degree, Professor, Tutor of Master Graduate Student, vice president.]

1)黄土高原水土流失区的范围是指东起吕梁山,西达黄河干流上游兰州段以东,南临关中灌区,北至长城沿线,总面积 $27.68 \times 10^4 \text{ km}^2$,涉及陕西、甘肃、宁夏、山西、内蒙等5省(区)20个地区(专署、市、盟)109个县(旗、市),是黄土高原水土流失最严重的区域。

表 1 黄土高原水土流失区坡耕地面积及其所占比例

Table 1 Proportion of the slope cultivated land in the Corrasive Region of Loess Plateau

生态区	生态亚区	各级坡度耕地面积 ($\times 10^4 \text{ hm}^2$)					各级坡度所占耕地面积的比例 (%)				
		$< 3^\circ$	$3^\circ \sim 7^\circ$	$7^\circ \sim 15^\circ$	$15^\circ \sim 25^\circ$	$> 25^\circ$	$< 3^\circ$	$3^\circ \sim 7^\circ$	$7^\circ \sim 15^\circ$	$15^\circ \sim 25^\circ$	$> 25^\circ$
黄土台塬区	陇东 (11县)	47.74	2.02	6.72	8.47	5.55	7.87	67.78	2.87	9.48	12.05
	渭北西部 (10县)	31.55	0.67	5.03	8.01	3.06	5.90	60.77	8.10	9.69	15.54
	渭北东部 (13县)	32.98	4.37	6.47	7.58	2.44	4.51	61.04	7.84	11.97	14.64
黄土丘陵陵区	晋南 (6县)	5.96	4.82	6.13	4.94	0.93	4.61	28.64	23.16	19.85	23.74
	陇海沿线 (14县)	52.41	4.26	25.27	30.05	7.90	43.72	3.55	21.08	25.06	6.59
	宁南 (10县)	44.96	8.67	30.85	23.34	4.46	40.05	7.72	24.47	20.79	3.97
	陕北 (8县)	20.34	3.12	19.22	20.37	11.88	27.12	4.16	25.66	27.20	15.86
	晋陕峡谷 (16县)	26.90	5.14	29.79	30.11	21.27	23.76	4.54	26.31	26.60	18.79
风沙丘陵陵区	晋西北 (6县)	9.31	4.94	7.04	8.96	2.79	28.17	14.96	21.30	27.12	8.45
	长城西部 (8县)	46.82	19.36	29.16	19.15	3.30	9.74	16.44	24.76	16.26	2.80
	长城东部 (8县)	25.91	19.86	15.10	5.99	1.133	39.26	27.08	22.88	9.08	1.70
全区		344.84	78.65	178.73	167.38	64.73	41.33	9.43	21.42	20.06	7.76

*资料来源:据文献[2]。

1 粮食安全问题分析方法

1.1 最小人均耕地面积

最小人均耕地面积是指在一定的区域范围内,一定食物自给水平和耕地综合生产能力条件下,为满足每个人正常生活的粮食消费所需的耕地面积,是粮食自给率、粮食消费水平、粮食综合生产能力等因子的函数。用式表示为

$$S_{\min} = \beta \frac{G_r}{p \cdot q \cdot k} \quad (1)$$

式中 S_{\min} 为最小人均耕地面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$), β 为粮食自给率 (%), G_r 为人均粮食需求量 ($\text{kg}/\text{人}$), p 为粮食单产 (kg/hm^2), q 为粮食播种面积占总播种面积的百分数 (%), k 为复种指数。

式(1)显示,最小人均耕地面积 S_{\min} 与人均粮食需求量 G_r 及粮食自给率 β 成正比,而与耕地粮食生产力水平 ($p \times q \times k$) 成反比。很显然,在耕地粮食生产力水平一定而人均粮食消费水平及粮食自给水平较高时,要求有较大的人均耕地面积;而在保持粮食自给率和粮食消费水平不变的条件下,随着耕地粮食生产力水平的提高,所需最小人均耕地面积减少。因此,最小人均耕地面积实质上是给出了为保障一定区域粮食安全而需保护的耕地数量底线。

1.2 耕地压力指数

耕地压力指数是指在一定区域内,为保障粮食安全所需的最小人均耕地面积与实际人均耕地面积之比,其计算式为

$$\alpha = S_{\min} / S_a \quad (2)$$

式中 α 是耕地压力指数, S_a 为实际人均耕地面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)。耕地压力指数给出了耕地保护的阈值, α 值的大小反映了一个地区耕地资源的紧张程度。当 $\alpha < 1$ 时表示耕地压力较轻;当 $\alpha = 1$ 时表示耕地压力平衡;当 $\alpha > 1$ 时表示耕地压力较重。

2 退耕对粮食生产影响分析

黄土高原水土流失区生态退耕以 1999 年作为分界线,1999 年以前称为退耕前,2000 年至 2010 年称为退耕后。根据黄土高原水土流失区各亚区 1999 年国民经济统计资料 and 对其进行的实地调研,设定黄土高原水土流失区人均消费水平为温饱型消费标准 ($400 \text{ kg}/\text{人}$),粮食自给率为 100%,各亚区复种指数取各县(旗、市)复种指数的平均值;粮食单产的计算在充分考虑当地居民饮食构成和国内对标粮规定的基础上,以小麦产量作为基准标准粮产量,玉米、谷子、糜子、高粱、大豆、马铃薯的产量乘以各自的转换系数转换成基准标准粮,它们的和除以粮食播种面积即为粮食单产。利用式(1)求得黄土高原水土流失区各区及各亚区最小人均耕地面积(表 2)。同时利用式(2)对黄土高原水土流失区退耕前和退耕后(假设退耕地一次性完成)两个阶段分别进行各亚区耕地压力指数的计算(在计算退耕后实际人均耕地面积时,2010 年各亚区人口数根据各亚区 1949~1999 年人口系列资料,采用灰色系统

GM (1, 1)模型进行预测获得), 并计算各区平均值 (表 3)。

表 2 显示了黄土高原水土流失区最小人均耕地面积的区域差异。最小人均耕地面积的变化呈现出由黄土台塬区向黄土丘陵区 and 风沙丘陵区逐渐增大的趋势, 这种变化趋势较好地反映了当地农业生产条件及生产力水平的区域差异, 即随着农业生产自

然条件恶化、技术和物质投入减少, 耕地生产力水平降低, 导致人均需要的耕地面积增大。黄土丘陵区, 尽管在退耕前人均占有较多的耕地资源 (表 3), 但因其自然、经济、技术条件的限制较黄土台塬区严重, 耕地生产力水平较低且提高缓慢, 故人均消费所需耕地面积较大。

表 2 黄土高原水土流失区最小人均耕地面积

Table 2 Minimum cultivated land per capita in the Corrosive Region of Loess Plateau

生态区	生态亚区	$\beta(\%)$	$G_r(\text{kg}/\text{人})$	$\rho(\text{kg}/\text{hm}^2)$	$q(\%)$	$k(\%)$	$S_{\min}(\text{hm}^2/\text{人})$
黄土台 塬区	陇东 (11 县)	100	400	128.52	51.17	122.53	0.108
	渭北西部 (10 县)	100	400	165.66	53.95	110.99	0.040
	渭北东部 (13 县)	100	400	173.82	55.24	111.74	0.037
	晋南 (6 县)	100	400	219.00	52.68	100.00	0.035
	平均值	100	400	171.8	53.26	111.32	0.055
黄土丘 陵区	陇海沿线 (14 县)	100	400	121.16	55.39	109.04	0.055
	宁南 (10 县)	100	400	95.19	52.11	101.60	0.079
	陕北 (8 县)	100	400	129.73	53.37	129.73	0.045
	晋陕峡谷 (16 县)	100	400	100.10	53.96	104.66	0.071
	晋西北 (6 县)	100	400	80.11	40.99	100.00	0.122
风沙丘 陵区	平均值	100	400	105.26	51.16	109.01	0.074
	长城西部 (8 县)	100	400	95.97	54.82	98.33	0.077
	长城东部 (8 县)	100	400	108.82	50.47	100.49	0.072
	平均值	100	400	102.40	99.41	99.41	0.075

从表 3 看出, 黄土高原水土流失区各亚区退耕前实际人均耕地面积均不小于最小人均耕地面积, 且具有较大的偏差。表明各亚区耕地生产力的供给水平高于消费水平, 耕地压力较轻, 各亚区 α 值均小于 1, 其中有 9 个生态亚区 α 值小于 0.5, 只有陇海沿线 (14 县) 和晋陕峡谷 (16 县) 两亚区 α 值超过 0.5 变化在 0.5~0.8 间。显然, 在生态退耕前, 黄土高原水土流失区不存在粮食安全危机。但从另一角度看, 整个黄土高原水土流失区实际人均耕地面积平均为 0.234 hm^2 , 相当于 1997 年全国人均耕地面积 (0.11 hm^2) 的 2 倍多, 晋西北亚区实际人均耕地接近 0.7 hm^2 , 是全国同期人均耕地面积的 6.3 倍, 这说明黄土高原水土流失区粮食比较安全的现状是以人均占有较多的耕地资源为前提的, 表明黄土高原水土流失区因自然、经济和技术条件以及土地利用结构的限制, 耕地生产力水平是低下的, 同时也证实了优化土地利用结构、提高耕地资源粮食生

产力的必要性。因此, 从目前粮食安全的角度出发, 退耕还林 (草) 是可行的。

表 3 还显示, 退耕后黄土高原水土流失区各区及各亚区实际人均耕地面积大幅度地减少, 各亚区实际人均耕地面积平均值减少到 0.136 hm^2 , 减少了 41.9%。由此导致了黄土高原水土流失区部分亚区退耕后, 实际人均耕地面积接近或小于最小人均耕地面积, 大多数亚区耕地出现了不同程度的压力, 耕地压力指数较退耕前明显增大。其中有 3 个亚区 $\alpha > 1$, 表现出耕地压力较重, 陕北、晋陕峡谷 2 个亚区 α 值接近于 4, 粮食安全出现了严重危机; 陇东、渭北东部、宁南、长城西部 4 个亚区 α 值达到了 0.5 以上, 有的接近 0.7 已发出了耕地压力预警信号; 另有 4 个亚区退耕面积小, 退耕后对粮食安全影响不大, $\alpha < 0.5$ 。但从整个黄土高原水土流失区看, α 的平均值仍 < 1 。

表 3 黄土高原水土流失区退耕前后耕地压力指数

Table 3 Pressure index of farm land before and after de farming in the Corasive Region of Loess Plateau

生态区	生态亚区	S_{min} (hm ² 人)		S_a (hm ² 人)			耕地压力指数 (α)		
		退耕前	退耕后	退耕前	退耕后	减少幅度 (%)	退耕前	退耕后	增加幅度 (%)
黄土台 塬区	陇东 (11县)	0.108	0.108	0.224	0.165	26.3	0.482	0.655	17.3
	渭北西部 (10县)	0.040	0.040	0.157	0.107	31.8	0.257	0.391	52.1
	渭北东部 (13县)	0.037	0.037	0.107	0.068	36.4	0.348	0.548	57.5
	晋南 (6县)	0.035	0.035	0.290	0.174	40.0	0.120	0.199	65.8
	平均值	0.055	0.055	0.195	0.129	33.8	0.302	0.448	48.2
黄土丘 陵区	陇海沿线 (14县)	0.055	0.055	0.106	0.050	52.8	0.516	1.093	111.8
	宁南 (10县)	0.079	0.079	0.216	0.119	44.9	0.367	0.667	81.7
	陕北 (8县)	0.045	0.045	0.244	0.012	95.1	0.183	3.711	352.8
	晋陕峡谷 (16县)	0.071	0.071	0.095	0.018	81.1	0.745	3.931	318.6
	晋西北 (6县)	0.122	0.122	0.688	0.468	32.0	0.177	0.260	46.9
	平均值	0.074	0.074	0.270	0.1335	0.7	0.400	1.932	182.4
风沙丘 陵区	长城西部 (8县)	0.077	0.072	0.262	0.146	44.3	0.295	0.530	79.7
	长城东部 (8县)	0.077	0.072	0.212	0.146	31.1	0.342	0.496	45.0
	平均值	0.075	0.075	0.237	0.146	38.4	0.319	0.513	62.4

此外,根据退耕后计算的耕地压力指数,利用GIS软件 ArcView 3.2 绘制了黄土高原水土流失区耕地退耕后粮食安全状况空间分布情况。图 1 较直观地表达了退耕对各亚区粮食安全所造成的影响。

3 退耕与粮食安全协调途径

上述分析表明,退耕还林还草工程将给黄土高原水土流失区各区及亚区造成不同程度的粮食安全危机。尽管国家“以粮代赈”的政策为该区退耕还林还草提供了一定的保障,可以对黄土高原水土流失区由于退耕而造成的粮食安全影响有一定的缓解作用,但不是长久之计,不能从根本上解决长远温饱 and 彻底脱贫致富的问题。因此,“以粮代赈”并不是水土流失区退耕还林还草的根本保障。从这个意义上讲,黄土高原水土流失区必须寻求建立合理而有效的粮食安全保障协调机制,减轻退耕还林的难度,减少复耕的可能并保证退耕还林工程的实施和生态恢复。前述的最小人均耕地面积和耕地压力指数对建立退耕还林与粮食安全之间的协调机制具有启示作用。从最小人均耕地面积和耕地压力指数模型可知,实际人均耕地面积必须大于最小人均耕地面积,否则就会危及粮食安全。要满足这一条件,唯一的办法就是使 S_{min} 尽可能小或 S_a 尽可能大。就增加 S_a 而言,在目前人口增长和人均耕地不断减少的情况下,通过扩大耕地面积,将林地、草地或荒地转化为耕地,显然与水土流失区退耕还林还草的生态需

求相悖。因此,要使 S_a 尽可能的大是不现实的,也是不可能实现的。就减小 S_{min} 而言,最小人均耕地面积是食物消费水平、粮食自给率和耕地生产力水平的函数,而耕地生产力又是粮食单产和粮食耕地利用指数的函数,实质上反映了投入与科技进步的作用。因此,可通过增加投入、提高科技水平、优化土地利用结构、提高复种指数和充分利用国际市场调节食物自给率等手段使 S_{min} 尽可能的小,达到平衡耕地压力的作用。为此,在退耕过程中可依据 α 值的大小选择不同的调控途径,调节退耕对粮食安全的影响。具体到黄土高原水土流失区而言,考虑到该区农业自然灾害(干旱、风沙、霜冻、冰雹等)频繁,水利灌溉等农田基本设施不发达,经济基础薄弱,抵御自然灾害的能力较弱,退耕地区农户的粮食保障具有不确定性等因素,规定把 $\alpha=0.7$ 作为对耕地利用与实施调控管理的预警线。

1. 对于 $\alpha < 0.7$ 的区域,实际人均耕地面积远大于最小人均耕地面积,耕地生产力的供给水平高于食物消费水平,退耕对粮食安全产生压力较少。从粮食安全角度考虑退耕比较安全,可以一次性退耕。农业发展模式应以农业种植结构调整、增加高产、稳产及市场竞争力强的作物种植面积和资源深度开发为主,加大对优质农作物品种培育的科研力度,实现少种、高产、稳产,确保粮食生产;发展粮食的初加工、深加工、延长产业链,提高粮食的附加值和经济效益,增加农民收入,从根本上提高粮食安全水平。此外,也可以采取让耕地休闲等优化土地利用

措施以保持耕地的综合生产能力, 真正实现退耕还林还草改善生态环境、农民增收和缓解粮食结构性矛盾的目标。

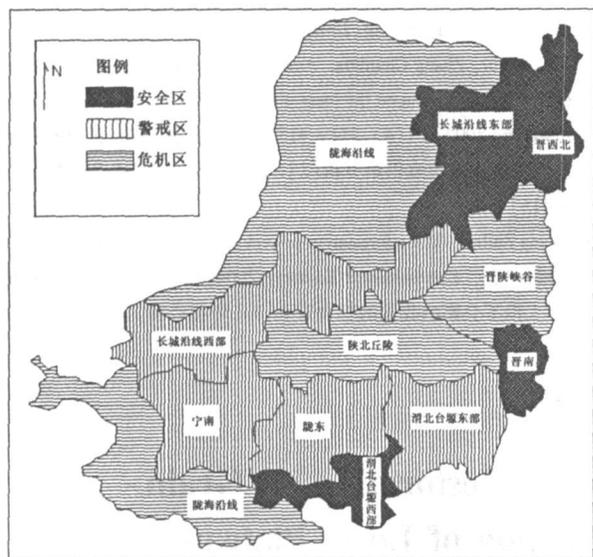


图 1 黄土高原水土流失区生态退耕后粮食安全状况空间分异

Fig 1 Spatial disparity map of food safety after de-farming in slope farmland in the Corasive Region of Loess Plateau

2 对于 a 等于 0.7 或接近 0.7 的亚区, 虽然退耕后粮食刚好自给, 但由于黄土高原水土流失区农业自然条件恶劣, 灾害频繁, 粮食产量年际变化很大。因此, 必须防止耕地流失, 在提高耕地物质投入水平和生产能力的情况下合理分步骤退耕, 适当缩小年退耕面积, 采取稳定增产与发展经济相结合的策略方针, 充分利用和推广现代粮食增产技术 (旱作农业技术、节水灌溉技术、良种推广繁育技术和植物保护技术), 依靠科技进步提高粮食作物单产, 优化农作物生产结构, 依靠基本农田解决口粮问题, 保障粮食生产安全线, 保护粮食生产能力。此外, 建立退耕区粮食安全预警机制, 着重对退耕还林区的粮食供求状况进行动态监测、力度监测与警情预报, 使退耕区的粮食主管部门能对粮食生产状况及时预测、监测和报警, 从而防止因退耕而出现粮食生产危机。

3 对于 $a > 7$ 的区域, 实际拥有耕地面积已达不到人均所需耕地面积的要求, 粮食安全已出现严重危机, 甚至是极度危机。这些地区坡耕地比重很大, 自然条件差, 交通不便。在制定退耕计划时, 一定要按照“先急后缓、突出重点”的原则, 分步骤退耕, 优先退还陡坡耕地, 将坡耕地面积大、粮食产量低且不

稳的丘陵区作为退耕还林的重要区域, 优先退还山区 25° 以上的陡坡耕地和生态区位重要区 $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡耕地, 坚决制止将生产条件好的缓坡耕地纳入工程范围, 以尽量降低退耕对粮食安全造成的不利影响。调控措施要以努力降低粮食安全所需的最小人均耕地面积为一前提为准则。具体措施是: ①在退耕还林还草的过程中, 政府适当加大对这些区域的资金与技术支持; ②在国家向农户提供资金补偿的同时, 还应加大对基础设施修建与改造的配套投资, 比如对农田水利设施的修建与改造, 对一系列中低产田的改造和培育提高土壤肥力等, 以提高耕地的综合生产能力; ③增加农业物质投入, 依靠科技进步, 实行以“优良品种 - 科学整地 - 最佳播期 - 化学除草防病虫害 - 追施拔节肥灌好拔节水 - 适时收获”为主要内容的配套技术模式^[4], 提高作物单产水平; ④增加粮食供给渠道, 通过从粮食安全区调拨粮食, 适度降低粮食自给率, 或通过合理引导消费适度降低食物消费水平; ⑤对农作物生产结构进行优化与调整, 缩小油料作物的种植面积, 增加粮食作物的种植等。通过上述措施确保当地的粮食安全。

4 结论与讨论

生态退耕对粮食生产的影响是多方面的。采用最小人均耕地面积和耕地压力指数模型进行退耕还林还草粮食安全评价与调控, 方法简单、科学实用, 较好地刻画了黄土高原水土流失区生态退耕对粮食生产产生的可能影响。结果表明, 在黄土高原水土流失区的退耕中, 有 3 个亚区的粮食安全出现了严重危机, 有 2 个亚区已发出了耕地压力预警信号, 而 6 个亚区退耕对粮食安全基本不存在影响, 且整个黄土高原水土流失区的平均耕地压力指数仍小于 1。近年国家统计局农调队对陕西、内蒙、甘肃 3 省 13 县 19 个重点退耕村就退耕还林对粮食生产的影响进行了跟踪调研。调查结果显示, 退耕还林导致的耕地面积减少使粮食产量下降 1.5% 左右, 但同时退耕还林又改善了生态环境, 减少了水土流失, 特别是部分地区配合退耕还林加强了川地、坡耕地基本农田建设, 提高了粮食单产, 单产提高所增加的粮食产量接近减少的粮食产量, 二者相抵之后仅减少 0.5%^[5]。由此可以认为, 通过对各亚区增加适宜耕地的农业投入, 依靠科技进步、中低产田改造等农业基础设施建设和区内粮食调拨, 由退耕引起的粮食

安全隐患完全可以在区域内消除。

参考文献 (Reference)

- [1] Lei Yutao, Xie Jianchun, Wang Yapeng. Research on harmonious Mechanism of reforestation and food security [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2003, 24(3): 222 ~ 224 [雷玉桃, 谢建春, 王雅鹏. 退耕还林与粮食安全协调机制浅析 [J]. 农业现代化研究, 2003, 24(3): 222 ~ 224]
- [2] Shang Guan, Zhouping, Peng Keshan, Peng Lin. A research on food production of the loess plateau and its sustainable development [M]. Xi'an: Shaanxi Renming Press, 1999 [上官周平, 彭珂珊, 彭琳. 黄土高原粮食生产与持续发展研究. 西安: 陕西人民出版社, 1999]
- [3] Cai Yunlong, Fu Zeqiang, Dai Erzhuo. The minimum area per capita of cultivated land and its implication for the optimization of land resource allocation [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(2): 127 ~ 133 [蔡运龙, 傅泽强, 戴尔卓. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控 [J]. 地理学报, 2002, 57(2): 127 ~ 133]
- [4] Xi Xiaohui, Zhang Chunhua. Analysis on the grain supply in the region with soil erosion on the loess plateau in the future [J]. *Arid Zone Research*, 2004, 21(4): 411 ~ 415 [席小慧, 张春花. 黄土高原水土流失区未来粮食供给分析 [J]. 干旱区研究, 2004, 21(4): 411 ~ 415]
- [5] Wang Zhibao. The reforestation project will not affect food security in China [J]. *Environmental Economy*, 2004, 12: 1 [王志宝. 退耕还林工程不会影响我国的粮食安全 [J]. 环境经济, 2004, 12: 1]

Analysis of the Effect of Ecological Restoration on Grain Production in the Corrasive Region of Loess Plateau

LIU Xianzhao^{1,2}, SU Qing³

(1. College of Geography and Resource Management, Yantai Normal University, Yantai 264025 China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS, Yangling 712100 China; 3. Library of Yantai Normal University, Yantai 264025 China)

Abstract: The conversion of cropland to forestland or grassland is an effective way of improving the ecological environment in the soil erosion area of Loess Plateau. However, to some extent, it may necessarily influence the food security of this area. Among them, the most directly main influence is to make the cultivated land area reduce and cause the decrease in grain gross produce. According to the restoration plan of the corrasive region in Loess Plateau, the effect of ecological restoration on grain production in the corrasive region of loess plateau is analyzed. According to the model of minimum cultivated area per capita and the farmland pressure index with obvious scientificness and maneuverability, the evaluation of food security in each subregion of the corrasive region of loess plateau was conducted. Based on the evaluation of food security, the regulative approach for the conversion of cropland to forestland or grassland and food security in each subregion of the corrasive region of loess plateau was presented.

Key word: Loess Plateau; corrasive region; ecological restoration; food security; regulative approach