

三峡库区坡耕地退耕与粮食安全的空间分异

冯仁国¹, 王黎明², 杨燕风², 欧阳宏斌³

(1. 中国科学院资源环境科学与技术局, 北京 100864 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 国家基础地理信息中心, 北京 100044)

摘 要: 坡耕地退耕还林还草作为生态环境建设的一项重要措施, 已在全国逐步开展。坡耕地退耕使耕地数量减少, 并影响到退耕地区粮食产量减少, 尤其在坡耕地分布集中、交通不便地区的尤为突出。本文利用 GIS 技术对三峡库区坡耕地的空间分布进行了分析, 探讨了三峡库区坡耕地退耕后粮食安全隐患产生的原因, 初步揭示了粮食供需矛盾的空间差异, 并结合交通便利状况, 划分了粮食安全区、警戒区、危机区等三种不同类型的区域。

关键词: 坡耕地; 退耕; 粮食安全; 空间差异

中图分类号: F301.24; F307.11

文献标识码: A

1998 年长江流域发生了特大洪灾, 其直接原因是气候异常、降雨集中, 但长江上游的水土流失是引发和加剧洪涝灾害的重要原因^[1,2]。造成重大损失的洪涝灾害促使中央政府高度重视长江中上游地区的生态环境建设。坡耕地退耕还林还草作为生态环境建设的一项重要措施, 已在全国逐步开展^[3]。到 2001 年, 试点范围涉及全国 20 个省、区、市^[4]。预计到 2010 年, 退耕还林还草工程将控制水土流失面积 $2.26 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 年均减少输入长江、黄河的泥沙量 $2.6 \times 10^8 \text{ t}$ ^[5]。

本文以退耕还林还草重点试点区域之一的“三峡库区”^[1]作为研究区域, 探讨该地区坡耕地退耕后粮食安全隐患形成的原因, 同时利用 GIS 技术对三峡库区的耕地、退耕坡地以及交通便利条件等对粮食供求关系空间分异的影响进行分析, 并划分不同的粮食安全水平区。

1 三峡库区坡耕地退耕与粮食安全隐患

根据联合国粮农组织 (FAO) 的定义, “粮食安全”是指“保证任何人在任何时候都能买得起所需要的食品”。“粮食安全”不单是一个粮食生产的概念,

还包括流通、储备、进出口调剂等内容, 是一个完整的保障体系。中国的“十五计划”首次引入“粮食安全”这一概念^[6], 并提出要建立符合我国国情和社会主义市场经济要求的粮食安全体系, 确保粮食供求基本平衡。

近几年来, 学术界对粮食安全问题的关注主要是集中在国家级层次上, 而对处于国家内部次一级的地区性粮食安全问题关注较少。事实上, 在地区级层次上也存在粮食安全问题。FAO 定义的“粮食安全”包括了几个重要的关键词, 即“任何人”、“任何时候”、“买得起”。“任何人”可以是全国的人口, 也可指某一个地区的人口; “任何时候”可以是丰收的年份, 也包括灾害发生的年份; “买得起”是指要有一定的经济基础保障。上述三点在我国都存在着显著的地区差异, 因此, 粮食安全问题既可能发生在国家级层次上, 也可能发生在地区级层次上。

根据粮食安全的标准, 三峡库区退耕区粮食安全隐患主要表现在以下几个方面:

1. 库区自耕农粮食的安全性与退耕农户用粮保障的不确定性。三峡库区的粮食生产是建立在大量农户小规模分散经营基础之上的, 是在生产者首先满足自己消费需求之后, 才安排商品生产的。这种首先

收稿日期: 2000-06-07。

基金项目: 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新项目 (CX10G-B00-04) 和中国科学院知识创新项目 (KZCX2-307-5) 资助。

作者简介: 冯仁国, (1965~), 男, 现为中国科学院资源科学与技术局副研究员。主要从事地理学的研究与科研管理工作。E-mail: rgefeng@cashq.ac.cn; 王黎明, (1963~), 男, 理学博士、博士后, 现为中国科学院地理科学与资源研究所副研究员。主要从事区域发展、区域发展模拟等研究。

1) 本文涉及的三峡库区范围是指三峡水库淹没所涉及的 20 个县市区, 包括湖北的四个县: 宜昌县、秭归县、兴山县、巴东县, 以及重庆市 16 个县市区: 巫山县、巫溪县、奉节县、云阳县、开县、万州区、忠县、石柱县、丰都县、武隆县、涪陵区、长寿县、渝北区、重庆市区、巴南区、江津市。其中重庆市区包括渝中区、江北区、沙坪坝区、杨家坪区、大渡口区、南岸区、北碚区。为了计算上的方便, 重庆市区作为一个区域单元进行处理。

保证自身安全的行为, 实质是粮食安全保障的家庭化, 也构成了三峡库区粮食生产与交换的特殊格局。尽管目前库区农民的口粮不是完全意义上的种什么吃什么, 有的需要借助于市场进行品种调剂, 但总的来讲农户的商品率比较低。粮食安全保障的家庭化, 决定了自耕农的粮食具有稳固的自给保障, 这是三峡库区长期以来尽管人多地少, 但仍能保持较强的粮食安全的最大稳定因素。即使遇到灾年, 只要不绝收, 就可以有一定的粮食用于维持劳动力的再生产。粮食安全保障的家庭化也妨碍了当地粮食市场的发育。退耕还林还草后有可能打破这种稳定格局, 即未退耕的自耕农仍然保持较高粮食安全保障的同时, 另一方面是退耕农户由于耕地减少导致其安全用粮的保障系数降低。一旦粮食供给发出偏紧信号, 未退耕农户自给性的生产会得到强化, 他们的家庭储粮也会相应增加, 而退耕农户用粮却只能主要依靠从外地的运入, 因此就有面临紧缺的可能。退耕后, 即使从总体上库区粮食安全状况较好, 但不是“任何人”都一样, 其中退耕地区农户的粮食保障具有不确定性。

2. 三峡库区是一个农业自然灾害发生较频繁的地区, 水利灌溉等农田基本建设不发达, 抗御自然灾害的能力较弱。如夏季的伏旱, 通常都会导致较大的粮食减产, 所以该地区年际粮食产量的波动较大。同时, 三峡库区坡耕地分布集中的地区多数是山高坡陡、交通不便的地区, 限制了粮食的运输。不仅粮食运输的成本较平坦地区昂贵, 而且大宗的粮食运输在时间上也难以保证。如果遇上大片的粮食歉收等灾情, 交通可能成为一个大的限制因素, 不能保证“任何时候”都能保持高的粮食安全保障水平。

3. 三峡库区贫困人口分布较集中, 经济基础薄弱。由于退耕还林条例中对生态林、经济林的比例也作了明确规定, 要求退耕后所还生态林占 80% 左右, 因此, 退耕农户在当地寻求足够的生产资料受到一定的限制。另外, 目前的补贴政策是阶段性的, 而人口对粮食等的需求却是持续性的。该地区的粮食保障对国家的财政无疑是一个持续的压力。要做到退耕地区农户都持续地“买得起”所需的粮食, 仍有很艰巨的工作要做, 包括地方经济的发展和国家财政的扶持。

除上述三个地区性的特殊原因以外, 从宏观背景上看, 我国的粮食安全问题仍然很严峻, 农产品尤其是粮食供求宽松的局面仍有可能发生逆转, 这也会对

三峡库区的粮食安全产生影响。1997 年, 我国人均粮食占有量达到 400 多公斤, 粮食储备量占消费量的比重达到 30% 以上, 高于国际公认的 18% 的粮食安全警戒线, 我国粮食人均占有量、储备量均达到历史最高水平。但是, 我国现有的粮食生产能力并不稳定, 还经受不起严重自然灾害的考验, 如果继续调减粮食播种面积, 连续出现年度产需较大缺口, 就可能影响粮食安全。退耕还林还草的“以粮代赈”政策产生于我国粮食总量出现阶段性、结构性、区域性供过于求的特殊背景下。一旦农产品(尤其是粮食)供求宽松的局面发生逆转, 即使仍然实行“以粮代赈”政策, 恐怕要保证充足的粮食供应也有一定的难度。

三峡库区粮食安全保障问题能否解决与退耕还林还草工程能否完成具有很大的联系。如果退耕区存在粮食供求矛盾, 退耕坡地复垦的压力就存在, 矛盾越尖锐, 复垦的可能性就越大。因此, 研究三峡库区坡耕地退耕可能产生的粮食安全保障问题, 并采取有效的对策, 不仅与该地区人民生活有关, 而且与退耕还林还草工程能否成功存在紧密联系。

2 三峡库区坡耕地退耕后粮食供求关系的空间分异

所谓粮食供求关系的空间分异, 是指有的地方粮食需求量大而生产不足, 有的地方则刚好相反。需要说明的是在坡耕地退耕以前, 三峡库区的粮食供求关系也存在一定的空间差异性, 但本文的重点是解决由于坡耕地退耕引发的新的粮食供求关系的矛盾。

坡耕地退耕后造成粮食供求关系的空间分异主要有以下几个方面的原因: (1) 退耕坡地空间分布的差异性, 导致新的粮食需求的空间差异性。退耕坡地集中的地区粮食需求压力大, 而退耕坡地不集中的地区粮食需求压力相对要小; (2) 未退耕耕地的空间分布的差异性, 导致粮食供给能力在空间上的差异性。未退耕耕地集中的地区, 粮食供给能力强, 减轻粮食需求压力的能力就越强。如果退耕坡地集中而周围的耕地又少, 则粮食需求压力就更显突出; (3) 交通便利度的空间差异, 影响粮食运输能力的大小和及时性的强弱。

为了科学地测度上述三个方面因素的空间分异, 我们利用了中国资源环境数据库中根据 TM 图像判读的三峡库区土地利用数据(精度为 10 万分之一)¹⁾, 同时利用了数字高程模型 DEM 数据, 以及其它社会经济数据建立的“人文—自然”集成数据平台。

1) 土地利用数据来源于中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-Y-02)成果。

下面是在 GIS 技术支持下分别对坡耕地、耕地及交通便利情况的空间分异进行测度。

2.1 坡耕地分布的空间分异及其测度

首先,利用 DEM 数据生成三峡库区土地的坡度数据,并从土地利用图中查出耕地数据,然后将这两者进行交叉查询便得到 $> 25^\circ$ 耕地数据。由于这些坡耕地数据描述的仅仅是单个地块在空间上的分布,还不足以从统计意义上描述其在空间的集中程度,我们设计了一个指数指标,即坡耕地分布系数。其含义是单位土地面积上坡耕地所占的比重,其公式为

$$u_i = \frac{\sum_{k=1}^n (s_k \times q_k \times h_k)}{\sum_{k=1}^n s_k} \times 100 \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中 u_i 为坡耕地分布指数, s_k 为模拟分析范围(第 i 耕地单元的邻域)内第 k 块土地单元面积, q_k 为耕地生产力水平指数, h_k 为坡耕地识别参数,陡坡地 h_k 为 1, 其它类型用地 h_k 为 0。

u_i 值介于 0~100 之间,当 $u_i=0$,表明邻域范围内没有坡耕地;当 $u_i=100$,表明邻域范围内所有的耕地都是坡耕地。式(1)中, q_k 代表由于耕地的土壤、分布高度、坡度、水热条件等的差异性导致的耕地生产力水平差异状况。三峡库区地形复杂,耕地的质量差异尤为明显,同面积但不同质量的耕地是不能等同置换的。式(1)中的“ $s_k \times q_k$ ”的含义是把耕地面积折算为可以相互置换的标准化的面积,我们称其为基准面积。

图 1 为三峡库区坡耕地分布指数空间分布图,数值模拟的园形邻域半径为 1.5km。

2.2 库区未退耕耕地分布的空间差异及其测度

从现状耕地数据中减去 $> 25^\circ$ 的坡耕地,便得了未退耕耕地。利用以下公式计算未退耕耕地的分布指数

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (s_k \times q_k \times h_k^1)}{\sum_{k=1}^n s_k} \times 100 \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中 v_i 为未退耕耕地分布指数, h_k^1 为耕地识别参数,未退耕耕地 h_k^1 值为 1, 其它土地 h_k^1 值为 0。

v_i 值也介于 0~100 之间,表明单位空间范围内未退耕耕地所占的比重,当 $u_i=0$,表明邻域范围内没有耕地;当 $v_i=100$,表明邻域范围内所有的土地

都是耕地。

2.3 三峡库区粮食安全保障的交通便利度分析

影响粮食保障的交通便利度的因素,一方面是受交通线分布状况的影响,另一方面,三峡库区由于山高坡陡,许多区域并没有等级道路分布。因此,地形状况也是影响交通便利度的重要因素。于是我们建立了交通便利度指数指标,由下式计算

$$T_i = \sum_{j=1}^r (w_j \times u_j) \times 100 \quad (3)$$

式(3)中 T_i 为第 i 土地单元的交通便利度, r 为影响交通便利度的因素个数, w_j 为权重值; u_j 为对第 j 因素的评价的模糊隶属度函数。

u_j 由基于 GIS 地图代数运算的模糊综合评判模型计算,公式如下

$$u(x) = \begin{cases} \exp\left[-\left(\frac{x-a+b}{\lambda_1}\right)^2\right] & \text{当 } x \leq a-b \text{ 时} \\ 1 & \text{当 } a-b < x < a+b \text{ 时} \\ -\exp\left[-\left(\frac{x-a-b}{\lambda_2}\right)^2\right] & \text{当 } x \geq a+b \text{ 时} \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中 $\lambda_1 = \frac{(c-a+b)}{\sqrt{\ln 2}}$; $\lambda_2 = \frac{(d-a+b)}{\sqrt{\ln 2}}$; a, b, c, d

是四个参数,这些参数决定了隶属度函数的形状。 a, b, c, d 的意义为:当 $x=(a-b) \sim (a+b)$ 范围内时, x 具有最大隶属度 1,当 $x \leq (a-b)$ 或 $x \geq (a+b)$ 时,按以上公式中的指数函数取值。当 $x=c$ 或 $x=d$ 时, x 的隶属度为 0.5。

利用加权和模型求出交通便利度的综合指标, T_i 值介于 1~100。 T_i 值为 100 表示交通状况在本地区最好,当 T_i 值为 0 时,表示交通状况最差。

3 三峡库区坡耕地退耕后粮食安全指数及其模拟

为了量化粮食的安全水平,我们提出一个粮食安全指数值,安全指数值越高,则粮食安全状况越好;安全指数低,则粮食安全状况就差。粮食安全指数值取决于 u_i, v_i, j 三个指数的配合状况。要注意的是 u_i, v_i, j 三个数值的大小与粮食安全水平值大小的关系不一样。 v_i, T_i 两个数值与安全指数值呈正向变化关系, v_i, T_i 数值越高,则粮食安全状况就越好。而 u_i 数值与安全指数呈负向关系, u_i 数值越高,则粮食安全指数值越低。

三峡库区存在明显粮食安全隐患的地区主要分布在巫溪、巫山、奉节、云阳、开县、石柱、兴山、武隆等地, 这些县山高坡陡, 自然条件差、交通不便。而粮食安全水平较高的地区主要分布于地势较平的库区西部的县区和东部的宜昌县。

表 1 三峡库区各类型粮食安全区面积比重表(%)
Table 1 Proportion of different types of food safety area in reservoir area of the Three Gorges(%)

行政区	安全区			警戒区			危机区		
	高安全区	中安全区	低安全区	高安全区	中安全区	低安全区	高安全区	中安全区	低安全区
宜昌县	0.61	12.44	57.98	28.68	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
兴山县	0.00	1.27	50.34	45.73	2.65	0.01	0.00	0.00	0.00
秭归县	0.00	0.04	27.68	71.67	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
巴东县	0.00	0.46	53.81	45.30	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
巫山县	0.02	1.06	21.13	60.93	15.00	1.66	0.18	0.01	0.00
巫溪县	0.00	0.00	2.48	27.36	30.02	28.37	10.17	1.44	0.16
奉节县	0.00	0.63	15.79	57.62	22.50	3.41	0.05	0.00	0.00
开 县	0.00	6.59	29.33	34.33	18.49	7.04	3.70	0.50	0.00
云阳县	0.00	2.83	20.43	48.24	23.25	5.04	0.20	0.00	0.00
万州区	1.34	12.12	35.59	37.73	12.20	0.98	0.03	0.00	0.00
忠 县	0.50	24.83	47.65	24.17	2.66	0.19	0.00	0.00	0.00
石柱县	0.00	2.96	34.86	51.17	9.06	1.54	0.42	0.00	0.00
武隆县	0.00	0.66	31.27	56.87	10.43	0.77	0.00	0.00	0.00
丰都县	1.58	15.31	45.16	35.21	2.56	0.13	0.06	0.00	0.00
涪陵区	7.65	27.65	55.11	9.53	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
长寿县	22.21	47.13	28.98	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
渝北区	28.10	35.14	30.51	6.14	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
巴南区	18.33	38.81	29.57	11.17	1.99	0.13	0.00	0.00	0.00
重庆市区	17.62	52.98	28.44	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
江津市	1.48	35.94	44.97	17.14	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
三峡库区	3.29	12.58	33.94	36.31	9.43	3.29	1.01	0.14	0.01

布较少的地区, 应考虑环境移民问题。

4 讨论

从以上的讨论可以得出两个结论:

1. 三峡库区坡耕地退耕导致的粮食安全隐患是比较突出, 有超过一半的地区都受到坡耕地退耕压力的明显影响;

2. 坡耕地退耕引起的粮食安全问题的空间差异是非常明显的, 警戒区和危机区主要分布于库区的中段, 而安全区主要分布于库区东部和西部。

根据各地区不同的粮食安全状况, 坡耕地退耕应分区、分步骤地进行。对于坡耕地集中且耕地分

参考文献:

[1] 李文华. 长江洪水与生态建设[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1) : 1 ~ 8

[2] 史德明. 长江流域水土流失与 洪涝灾害 关系剖析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999 5(1): 1 ~ 7.

[3] 退耕还林还草 保护和建设西部生态环境[N]. 人民日报, 2000-09-26

[4] 今年国家继续实施退耕还林还草试点[N]. 人民日报, 2001-03-17

[5] 国务院批准实施六大林业重点工程[N]. 人民日报, 2001-02-16

[6] 朱镕基. 关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划建议的说明[N], 人民日报. 2000-10-20

A Study of Spatial Disparity of Slope Farmland De-farming and Food Safety in Reservoir Area of the Three Gorges

FENG Ren-guo¹, WANG Li-ming², YANG Yan-feng¹ and OUYANG Hong-bin³

(1. *Bureau of Science and Technology for Resources and Environment, CAS, Beijing 100864 China;*

2. *Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101 China;*

3. *National Geomatics Center, Beijing 100044 China)*

Abstract: As an important measure of eco-environmental construction, the process of de-farming in slope farmland is being undertaken gradually in the whole country. Meanwhile, the problem of reducing in food yield in de-farming areas can not be neglected any more. It is especially the case in areas with concentrated slope farmland and inconvenient transportation. In this paper, we analyze the causes of hidden troubles in food safety in reservoir area of the Three Gorges, and the spatial relationship between farmland and slope farmland in the reservoir area, unveil the spatial disparity of contradictions between food supply and demand. Finally, combining accessibility of areas, three different spatial types of food safety food safe area, food alert area, food crisis area are divided.

Key words: slope farmland; de-farming; food safety; spatial disparity