

# 三峡库首地区移民安置区不同利用方式 土壤肥力和土地生产力调查<sup>①</sup>

马力<sup>1</sup>, 李运东<sup>1</sup>, 夏立忠<sup>1</sup>, 杨林章<sup>1\*</sup>, 吴电明<sup>1,2</sup>, 程训强<sup>1</sup>, 刘国华<sup>1,2</sup>

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 2 南京林业大学, 南京 210037)

**摘要:** 三峡工程蓄水、移民搬迁及土地利用方式改变将对库首地区土壤肥力、土地生产力和当地农业生产活动产生长期潜在影响。本研究对移民安置期间三峡库首地区秭归、兴山、巴东和夷陵等县区农田、果园和茶园3种利用方式的85个样点土壤的肥力状况进行了采样调查,并对当地土地生产力和移民经济收入状况等进行了统计分析。结果表明:三峡工程蓄水后,库首地区农田土壤肥力水平较高,果园土壤其次,而茶园土壤肥力水平偏低;在蓄水和移民搬迁同时,当地加大农业投入,尤其是加大果园和茶园的肥料投入,以保证农业生产发展需求;受蓄水和移民搬迁影响,库首地区3县粮食总产和单产均有所降低,其中秭归县受到影响较大,但库首各县的粮食生产在三峡蓄水后总体保持稳定;库首地区各县,尤其是秭归县的柑橘和蔬菜种植面积和产量保持逐年提高趋势,该地区的优势产业保持稳步发展,土地生产力未受到明显影响;柑橘经济效益显著高于茶园和农作物,移民安置期间,秭归、兴山县人均纯收入保持逐年上升态势,库首地区农村的经济水平保持稳步增长。

**关键词:** 三峡库首地区;移民安置;土地利用方式;土壤肥力;土地生产力

**中图分类号:** X171; D632.4

三峡库首地区包括秭归县、兴山县、巴东县和夷陵区,位于三峡水库前缘地带,是三峡工程蓄水首批受淹没的地区<sup>[1-2]</sup>。三峡库区是长江中上游主要的水土流失区域之一,受母质、地形和环境影响,土壤基础肥力普遍偏低,同时易于发生水土流失,造成土壤质量退化和土地生产力降低。土壤肥力是影响土地生产力的核心因素,而土地利用方式改变引起的土壤质量动态变化也已受到国内外学者的关注<sup>[3-5]</sup>。随着三峡水库蓄水位175 m方案的实施,人口动迁、土地淹没、城镇搬迁和土地利用方式改变等问题不可避免,土地原有状态的改变、人为活动的加剧,将影响库区农业生态系统的稳定性,并可能进一步加剧人地矛盾<sup>[6-10]</sup>。自库区各县搬迁安置工作开展以来,移民工作已取得较大成果<sup>[11-12]</sup>,但土地淹没、移民搬迁及土地利用方式变化对库首地区土壤肥力、土地生产力和移民经济生活长期影响的研究尚比较缺乏<sup>[13-16]</sup>。本次调查通过对库首典型移民安置区土壤肥力和土地生产力的分析,采用点面结合的方法,深入探讨了移民对库首地

区的土地承载力、农业生产及经济状况等库区农业生态系统要素的长期影响。以期库区生态农业建设、改善移民生产和生活质量、缓解移民地区生态环境压力,提供一定的科学决策依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

本研究是以位于湖北省秭归县的中国科学院三峡工程生态环境秭归实验站(31°3.53' N, 110°40.55' E)为基地,对水库蓄水和移民搬迁影响到的广大库首地区开展的长期调查分析工作。库首地区属于湿润亚热带季风气候,大部分是高原山地,山脉海拔1 000~2 000 m,其次是丘陵和台地,海拔500~800 m,年平均气温为15℃~18℃,平均日照时数为1 216~1 884 h,区内大部分地区年降水量为1 000~1 300 mm。库首地区土壤类型较多,农业土壤以紫色土和水稻土为主,林地土壤有黄色石灰土、棕色石灰土、黄壤和棕壤等<sup>[1,17-18]</sup>。

①基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-YW-08-01)和国家重点基础研究发展规划项目(2005CB121108)资助。

\* 通讯作者(lzyang@issas.ac.cn)

作者简介:马力(1979—),男,安徽阜阳人,博士,助理研究员,主要从事三峡库区生态环境保护和水土流失防治以及土壤生态系统养分循环与面源污染控制研究。E-mail: lma@issas.ac.cn

## 1.2 移民安置区土壤样本采集及数据分析方法

移民调查采取点面结合的方法,广泛收集库首地区各县、乡、镇的农业统计资料,并确定了典型乡镇和典型村组进行重点调查。最终选择了秭归县水田坝乡、归州镇、茅坪镇、屈原镇、郭家坝镇、沙镇、溪镇、兴山县峡口镇、夷陵区太平溪镇、巴东县沿渡河镇作为典型乡镇。土壤调查涉及的库首地区 4 个区县见图 1 所示,星号标注为秭归生态实验站。土壤采样点的分布根据当地区、县、乡、镇的面积和人口等实际情况选取,以便具有典型性和代表性。最终获得的库首地区土壤样本数共 85 个,土壤有机质含量, pH, 全量 N、P、K 以及有效态 N、P、K 等肥力指标采用常规农化分析方法测定<sup>[19]</sup>,土壤养分数据和获得的土地生产力统计数据用 SPSS 13.0 和 Excel 2007 软件进行处理和统计分析。



图 1 三峡库首地区土壤和移民调查区域分布图

Fig. 1 Survey region of soil and migration in the region of head part of the Three Gorges Reservoir

## 2 结果与讨论

### 2.1 库首移民安置区不同利用方式土壤肥力变化

土壤调查选择的 85 个采样点分布于 4 个区县典型移民安置区,因果园面积较大,其采样点也较多,约占 70%,其余为茶园和农田,采样分析结果力求准确反映 3 种土地利用方式下土壤肥力和养分变化的基本情况。根据图 2 土壤理化性状分析结果,种植农作物、

茶树及果树的土壤肥力状况存在差异。农田土壤 pH 值接近 7,果园和茶园土壤 pH 值平均低于 6,其中茶园土壤在 4 左右,显著偏酸。农田土壤有机质含量较高,肥力状况较好,而茶园土壤有机质含量较低,与农田和果园土壤差异显著。土壤全量养分中 N 素水平为农田 > 果园 > 茶园,而土壤 P 素水平差异不大。土壤有效态养分中,碱解 N 的差异不大,农田土壤有效 P 显著低于果园和茶园土壤,而有效 K 的含量则以果园土壤较高。3 种利用方式的土层厚度为 50 ~ 70 cm,差异不显著。

总体而言,农田土壤和果园土壤的肥力水平维持较好,而茶园土壤肥力水平则在中低水平。农田土壤施肥较多、在不同作物轮作以及人为耕作措施作用下,土壤肥力水平维持较好。但水库蓄水淹没低海拔土地,尤其是水田,使该部分肥力较高的土地面积相对缩小,无疑会对粮食生产产生较大影响。而果园作为库首区域的优势产业,较大的化肥农药投入,成熟的栽培耕作措施,使土壤肥力维持在中等水平。茶园多在坡地,相对海拔较高一些,种植模式单一,人为干预较农田和果园土壤小,并且土壤肥力背景值也较低,因此土壤肥力水平较低。

### 2.2 移民安置期间库首县乡镇化肥投入量调查

图 3 结果显示了库首地区 4 个区县移民调查点的化肥施用情况,可以看出与果园和农田相比,茶园的 N 肥和复合肥投入量最大,其中 N 肥投入量显著高于果园和农田,而复合肥在农田中的投入量最低。从图 4 结果看出,化肥的投入总量呈逐年上升的趋势,尤其是 2003 年三峡水库蓄水开始,秭归和巴东县化肥投入先有小幅减少,而后又大幅提高,而兴山县化肥投入自水库蓄水后一直逐年提高。图 5 结果显示了秭归县 2003—2007 年不同种类的肥料投入量,可以看出复合肥和 K 肥的用量增加较明显, N 肥和 P 肥用量有所波动,但总体仍是增加的趋势。调查结果反映了在受到土地淹没和移民搬迁影响的同时,当地加大了农业投入,尤其是加大茶树、果树等经济作物的肥料投入,以便保证当地农业生产发展需求,缓解产业结构调整的影响,并减少当地农民的经济损失。

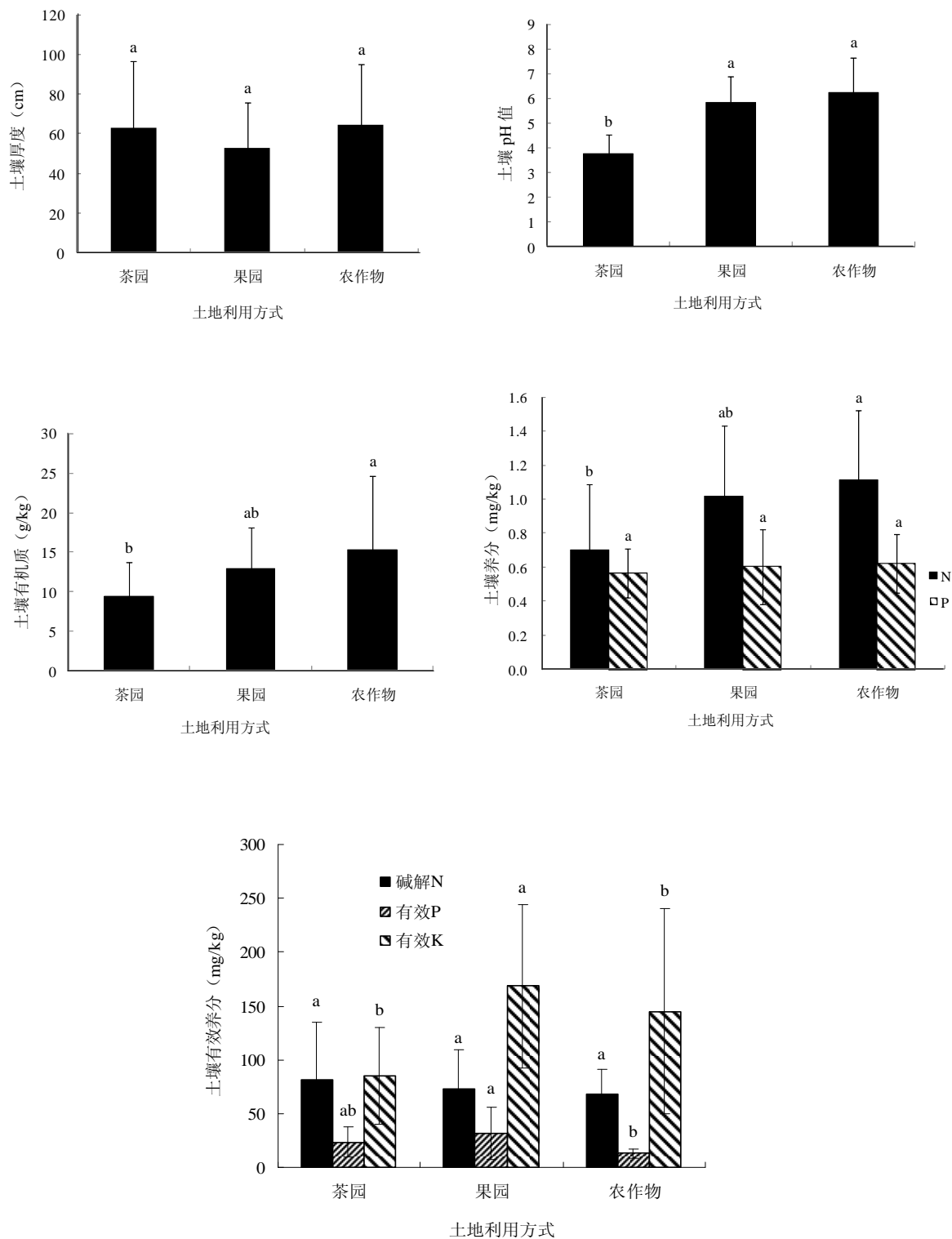


图 2 不同利用方式土壤肥力状况分析

Fig. 2 Soil fertility under different land use patterns

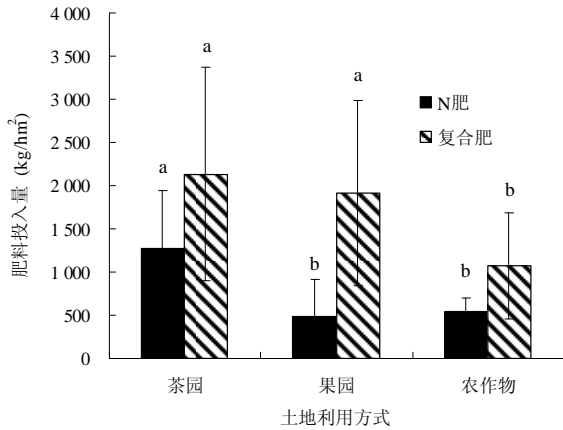


图 3 库首地区不同利用方式土地肥料投入量

Fig. 3 Fertilizer inputs under different land use patterns in the region of head part of the Three Gorges Reservoir

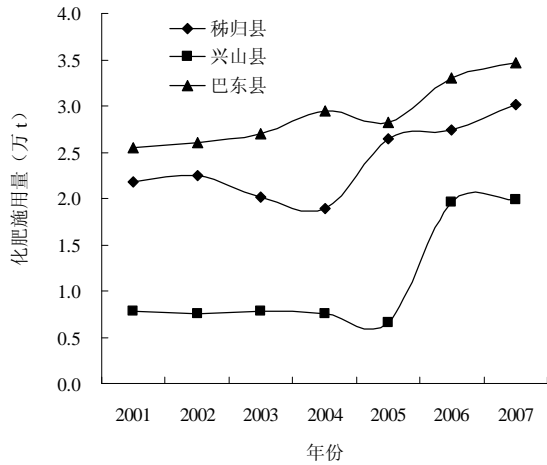


图 4 移民安置期间库首地区 3 县化肥总投入量

Fig. 4 Total inputs of chemical fertilizer in three counties in the region of head part of the Three Gorges Reservoir during immigration resettlement

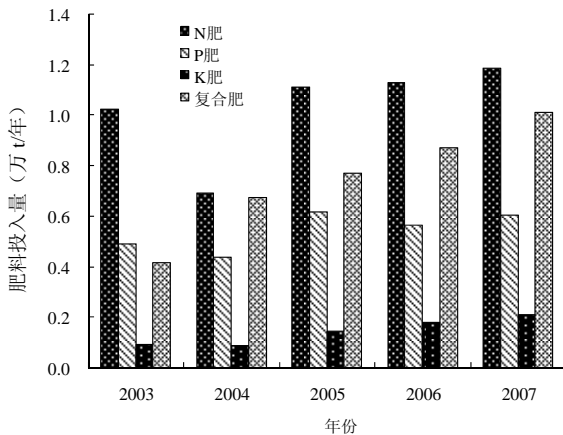


图 5 移民安置期间秭归县肥料投入量变化

Fig. 5 Changes of fertilizers input of Zigui County during immigration resettlement

### 2.3 移民安置期间库首地区土地生产力变化

因库区各县农业种植结构不同，统计平均得到的粮食产量在总体水平上可能存在差异，但可以较清楚反映不同年份粮食生产的总体变化趋势。根据库首地区秭归、兴山、巴东 3 县以往 10 年的农业统计资料分析，受移民及三峡蓄水影响，秭归县 5 个乡镇及 3 个县总的粮食种植面积有一定程度下降，各县乡的粮食总产量在 2002 年以后也存在较明显的降低。

图 6 显示了库首地区 3 县土地粮食单产的变化情况，可以看出各县在三峡蓄水前后粮食单产有明显降低，这与蓄水淹没了部分低海拔农田土地有关，因此土地生产力一定程度上受移民搬迁和蓄水的影响。而在水库蓄水以后，随着新垦土地扩大、耕作措施的优化，粮食单产又保持稳步提高的趋势。就粮食单产总体趋势而言，兴山和巴东两县除蓄水期间外是逐步提高的，受影响的程度相对较小，土地生产力也逐步提高，而秭归县地处三峡坝区，受到水库蓄水的影响较大，总体粮食单产是降低的。粮食总产和单产水平受当地土地肥力和农村劳动力资源水平影响，蓄水淹没和移民虽然使库首各县粮食生产受到一定影响，并且秭归县粮食单产降低，但根据调查反映，库区各县乡的粮食生产在水库蓄水后总体仍保持平稳态势。

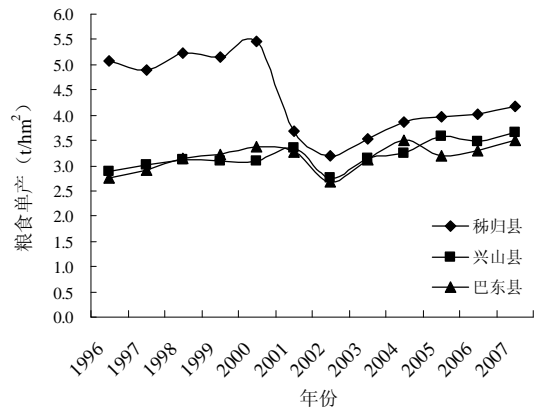


图 6 移民安置期间库首地区 3 县粮食单产变化

Fig. 6 Per unit grain yields of three counties in the region of head part of the Three Gorges Reservoir during immigration resettlement

根据农业资料统计，柑橘是秭归县的优势产业，全县各乡镇柑橘种植面积和产量自 1996 年开始逐年上升，2007 年的全县柑橘总种植面积和产量分别较 1996 年提高了 1.34 倍和 0.7 倍。图 7 显示了秭归和巴东两县在移民安置期间柑橘平均单产的变化情况，因柑橘品种和种植模式不同，两县统计数据之间存在差异，

没有可比性, 但曲线反映出总体趋势。可以看出, 作为秭归县的优势产业, 该县柑橘单产在移民安置期间仍是显著提高的, 而巴东县受移民和蓄水影响, 柑橘单产存在年际波动, 并有一定程度降低。果园面积的扩大、柑橘品种的改良、肥料和农药投入量的增大, 都使秭归县柑橘增产。三峡蓄水后, 淹没大量低海拔优质脐橙园, 对柑桔生产产生较大负面影响, 但是随着农业产业结构的调整和区域柑桔产业带战略实施, 柑桔规模反而快速扩大, 因此库首地区这部分优势产业未受到显著影响。

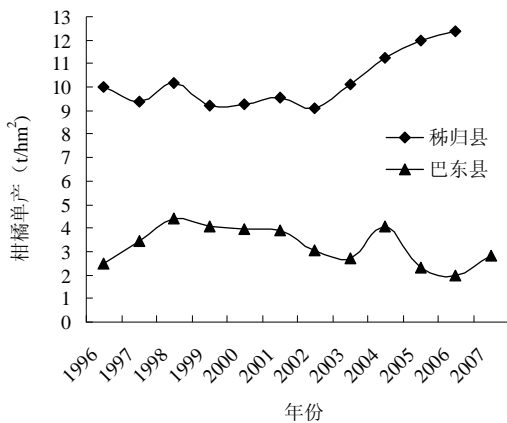


图 7 移民安置期间库首地区两县柑橘单产变化

Fig. 7 Per unit citrus yields of two counties in the region of head part of the Three Gorges Reservoir during immigration resettlement

移民安置期间, 秭归县各乡镇蔬菜的种植面积和产量存在波动, 但有明显上升趋势, 且上升幅度较大, 蔬菜种植面积与产量呈正相关关系。图 8 库区 3 县的蔬菜单产反映菜地土壤的生产力变化情况, 可以看出 2001—2003 年水库蓄水这段时间, 3 县的蔬菜单产均有明显降低, 这与蓄水淹没低海拔土地有关, 而随着新垦土地面积的扩大、蔬菜品种的改良、种植措施的优化、化肥农药投入的增加, 蔬菜单产逐步恢复甚至超过原先的水平。秭归县蔬菜面积总体较柑橘种植面积少, 使该地区蔬菜种植业的生产力仍然得到恢复, 并未受移民和蓄水的显著影响。

### 2.4 不同利用方式土地经济效益调查

由图 9 调查结果看出, 果园年平均效益较高, 达到近 5.94 万元/hm<sup>2</sup>, 其次茶园平均效益在 4.08 万元/hm<sup>2</sup>, 而种植农作物效益较低, 这与该地区的实际情况相符。柑橘和茶树种植面积较大, 效益也较高, 是库首地区各县发展较好的优势产业, 该地区在水库蓄水以后大面积的旱坡地和旱坡梯田用于种植柑橘和茶树, 而水稻、玉米等粮食生产处于次要地位。

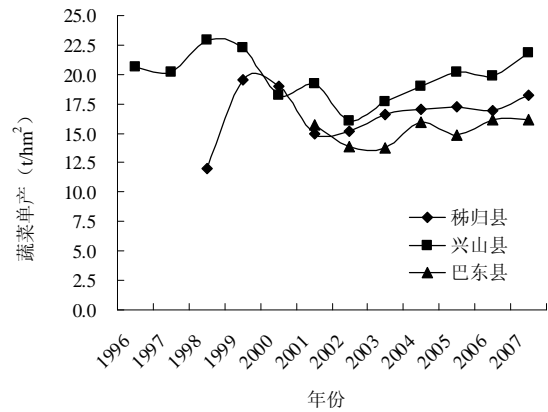


图 8 移民安置期间库首地区 3 县蔬菜单产变化

Fig. 8 Per unit vegetable yields of three counties in the region of head part of the Three Gorges Reservoir during immigration resettlement

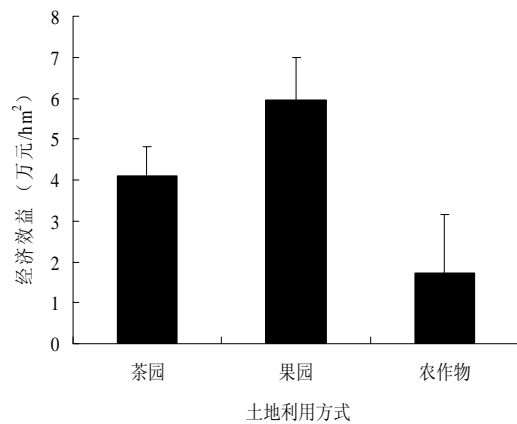


图 9 库首地区不同利用方式土地经济效益

Fig. 9 Economic efficiencies under different land use patterns in the region of head part of the Three Gorges Reservoir

农民人均纯收入反映在移民安置期间当地农民总体生活水平和经济状况, 由图 10 秭归和兴山县 10 年以来的统计数据可以看出, 农民人均纯收入保持逐年增高的趋势, 其中秭归县人均纯收入在蓄水前后, 受移民大量搬迁安置影响有一定程度降低, 而后人均收入又逐年提高。在耕地面积和人均耕地占有量有所降低的情况下, 得益于柑橘、茶叶、板栗等经济林产品的发展及配套加工设施建设, 库首两县农村的总体经济水平仍保持稳步增长的状态。

### 3 小结

- (1) 土壤调查表明, 库首地区农田土壤肥力水平较高, 果园土壤其次, 而茶园土壤肥力水平偏低。
- (2) 在受到蓄水和移民搬迁影响的同时, 尤其是

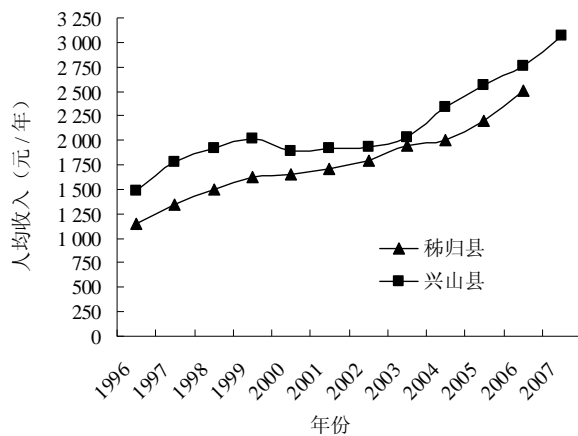


图 10 库首地区两县移民安置期间人均收入变化

Fig. 10 Changes of per capita income of two counties in the region of head part of the Three Gorges Reservoir during immigration resettlement

三峡工程蓄水以后,当地加大农业投入,特别是加大果树、茶树等经济作物的肥料投入,以满足农业生产发展需求。

(3) 受三峡水库蓄水和移民搬迁影响,库首地区 3 县粮食总产和单产有所降低,其中秭归县受到影响较大,但库区各县乡的粮食生产在蓄水后总体仍保持平稳。

(4) 在移民安置期间,库首地区尤其是秭归县的柑橘和蔬菜种植面积和产量保持逐年提高趋势,该地区的优势产业保持稳步发展,未受到显著影响。

(5) 柑橘种植的经济效益显著高于茶园和农作物种植。移民安置期间,秭归和兴山县人均纯收入保持逐年上升态势,库首地区农村的总体经济水平保持稳步增长趋势。

#### 参考文献:

- [1] 杨林章,董元华,马毅杰. 三峡库首地区土地资源潜力与生态环境建设. 北京:中国水利水电出版社,2007:2-12,172-194
- [2] 袁弘任,魏开涓. 三峡库区移民环境容量分析. 应用生态学报,1997,8(5):557-561
- [3] Li FQ, Ye L, Liu RQ, Cao M, Cai QH. Dynamics of main nutrient input to Xiangxi Bay of the Three-Gorges Reservoir. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(5): 2 073-2 079
- [4] 董杰,罗丽,杨达源. 三峡库区紫色土地土壤退化特征:土壤养分贫瘠化. 地理与地理信息科学,2007,23(6):58-64
- [5] 张洪,傅瓦利,袁红,王改改. 三峡库区土地利用与土壤质量演化的关系研究—以重庆万州为例. 西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(2):240-243
- [6] Hwang SS, Xi J, Cao Y, Feng XT, Qiao XF. Anticipation of migration and psychological stress and the Three Gorges Dam project, China. Social Science & Medicine, 2007, 65: 1 012-1 024
- [7] Chai C, Yu ZM, Shen ZL, Song XX, Cao XH, Yao Y. Nutrient characteristics in the Yangtze River Estuary and the adjacent East China Sea before and after impoundment of the Three Gorges Dam. Science of the Total Environment, 2009, 407: 4 687-4 695
- [8] 史东梅,郭长友. 三峡库区奉节县欧营移民生态环境容量研究. 水土保持通报,2004,24(4):27-30
- [9] 朱农,王冰. 三峡库区奉节县土地承载力与移民安置. 长江流域资源与环境,1996,5(3):210-214
- [10] 李军. 三峡水库移民安置区人口环境容量. 西南师范大学学报(自然科学版),1996,21(2):179-185
- [11] 余从荣. 三峡库区生态环境建设与移民安置的实践. 中国农业资源与区划,2001,22(3):52-54
- [12] Sukhan J, Adrian S. Resettlement for China's Three Gorges Dam: Socio-economic impact and institutional tensions. Communist and Post-Communist Studies, 2000, 33: 223-241
- [13] 梁福庆. 中国长江三峡工程库区生态移民思考及对策. 水利学报,2007(增刊):521-525
- [14] 王承云,蒋杰,熊军. 人力资源评价与水库移民环境容量分析. 人民长江,2006,37(7):80-82
- [15] Tan Y, Yao FJ. Three Gorges Project: Effects of resettlement on the environment in the reservoir area and countermeasures. Popul. Environ., 2006, 27: 351-371
- [16] 许军,李德刚,刘宝珍. 三峡移民对库区经济影响的实证分析. 人民长江,2007,38(12):90-92
- [17] 陈国阶,徐琪,杜榕桓. 三峡工程对生态与环境的影响及对策研究. 北京:科学出版社,1995:1-46
- [18] 席承藩,徐琪,马毅杰,陈鸿昭. 长江流域土壤与生态环境建设. 北京:科学出版社,1994:160-165
- [19] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京:中国农业科技出版,2000:111-123

## Survey on Soil Fertility and Productivity Under Different Land Use Patterns in Resettlement Region in the Head Part of the Three Gorges Reservoir

MA Li<sup>1</sup>, LI Yun-dong<sup>1</sup>, XIA Li-zhong<sup>1</sup>, YANG Lin-zhang<sup>1</sup>, WU Dian-ming<sup>1,2</sup>, CHENG Xun-qiang<sup>1</sup>, LIU Guo-hua<sup>1,2</sup>

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*; 2 *Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China*)

**Abstract:** Water storage of the Three Gorges Project (TGP), immigration resettlement and changes of land use pattern may have long-term potential impacts on soil fertility, land productivity and agricultural production development in the head part area of the Three Gorges Reservoir (TGR). Based on these backgrounds, 85 soil samples of three typical land use patterns (farmland, orchard and tea garden) in the rural regions of Ziui, Xingshan and Badong counties were analyzed, and local land productivity and economic status in the head part of the TGR were also investigated. The results were as follow: After water storage of the TGP, The fertility of farmland soil was relatively high, followed by orchard soil, but tea garden soil was relatively low; To meet the demand for development of agricultural production, local agricultural input increased, especially fertilizer input into orchard and tea garden; Yield and per unit area yield of grain decreased during water storage of the TGP and immigration resettlement, especially in Zuigui country, but grain production in the head part area of the TGR kept steady; Planting areas and yields of citrus and vegetable in three counties in the head part area of the TGR increased year by year, superior industries and land productivities were not impacted significantly; Economic benefit of citrus industry was significant higher than those of tea and crop, per capita net incomes of Zigui and Xingshan countries increased year by year, economic level in the head part area of the TGR kept steady growth.

**Key words:** Areas of head part of the Three Gorges Reservoir, Resettlement, Land use pattern, Soil fertility, Land productivity