

# 区域发展过程中土地利用转型及其 生态环境响应研究 ——以江苏省为例

吕立刚<sup>1</sup>,周生路<sup>1</sup>,周兵兵<sup>1</sup>,戴 靛<sup>1</sup>,昌 亭<sup>1</sup>,鲍桂叶<sup>2</sup>,周 华<sup>1</sup>,李 志<sup>1</sup>

(1.南京大学地理与海洋科学学院,江苏 南京 210046;2.江苏省土地勘测规划院,江苏 南京 210024)

**摘要:**以江苏省为例,利用1985年、1995年、2005年和2008年4期遥感影像解译获取的土地利用变化数据,按照“生产-生态-生活”土地利用主导功能分类,通过土地利用转移矩阵、重心转移、区域生态环境质量指数、土地利用变化类型生态贡献率等方法,定量研究江苏省土地利用功能结构转型、空间转型特征及其生态环境响应规律。研究表明:① 1985~2008年,江苏省土地利用主导功能结构变化主要表现为生产用地面积的减少,生态用地、生活用地面积的增加。主要的转化类型为农业生产用地转化为农村生活用地、城镇生活用地,牧草生态用地转化为农业生产用地。② 1985~2008年,农业生产用地、生态用地、农村生活用地空间分布的不均衡性进一步加剧,工矿生产用地空间分布的不均衡性有所缓和,城镇生活用地空间分布经历了先加剧后有所缓和的阶段。③ 1985~2008年,江苏省的生态环境质量稍有下降,其中农业生产用地被农村和城镇生活用地大量占用是生态环境质量退化的主导因素,农业生产用地转化成水域生态用地是区域生态环境改善的主要因素。

**关键词:**土地利用转型;主导功能;生态环境质量;区域发展;江苏省

**中图分类号:**S158.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2013)12-1442-08

土地利用转型,即土地利用形态在时间序列上的变化,是土地利用变化的表现形式之一<sup>[1,2]</sup>。社会经济发展影响土地利用形态,土地利用形态又反过来作用于社会经济的发展,社会经济的转型发展与社会经济形态的这种相互作用、相互影响促成了土地利用转型。**土地利用转型最早是由英国利兹大学的Grainger在其研究以林业为主的**国家土地利用时提出来的****<sup>[3]</sup>,随后龙花楼等将这一研究理念引入中国<sup>[4]</sup>,进行了土地利用转型的理念、理论与假说、农村宅基地、耕地等单一土地利用类型的转型与耦合、土地利用转型与乡村转型发展等方面的研究<sup>[4]</sup>;其他学者开展了大城市空间扩展与土地利用结构转型<sup>[5]</sup>、土地利用转型的必然性等方面的研究<sup>[6]</sup>,但从土地利用综合转型的视角来研究区域土地利用变化的研究成果仍较为鲜见。各土地利用类型都存在多种功能,但总有其

主导功能。土地利用转型的表现之一是土地利用主导功能的转型,即土地利用的生产、生态、生活(简称“三生”)三大主导功能间的转化<sup>[7]</sup>,是有限的土地资源在各种主导功能之间进行数量和空间再配置的动态过程。主导功能的转变反应了区域经济社会转型发展的不同阶段<sup>[8]</sup>,是研究土地利用转型的重要切入点。此外,在区域社会经济转型发展过程中,土地利用主导功能转型产生的大气污染、水环境恶化、土壤质量退化、生态系统退化等环境问题业已引起社会各界的广泛关注<sup>[9]</sup>。已有关于土地利用环境效应的研究,多从土地用途视角探讨土地利用变化的环境效应,研究区域多为生态脆弱区<sup>[10]</sup>,研究单元偏重于流域单元<sup>[11-13]</sup>或城市<sup>[14,15]</sup>单元,而对以省域尺度的经济发达热点区为对象进行长时间序列土地利用变化的环境效应研究尚不多见。

**收稿日期:**2013-02-24; **修订日期:**2013-06-08

**基金项目:**国土资源部公益性行业科研专项项目(201211050)资助。

**作者简介:**吕立刚(1984-),男,甘肃宁县人,博士研究生,主要研究方向为土地利用规划与资源环境遥感。E-mail: dg1227027@smail.

nju.edu.cn

**通讯作者:**周生路,教授。E-mail: zhousl@nju.edu.cn

因此,本文以江苏省为例,基于1985年、1995年、2005年和2008年4期遥感解译数据,定量研究1985~2008年间江苏省土地利用功能结构转型、空间转型特征及其生态环境响应规律,揭示区域转型发展过程中尤其是东部经济发达地区土地利用主导功能的变化及其对生态环境造成的影响,以期为促进区域土地资源可持续利用研究提供参考。

## 1 研究区概况

江苏省是中国最重要的经济省份之一。全省土地面积 $10.26 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,境内地形以平原、水面为主,两者占全省总面积的82.38%。1985~2008年,江苏省人均GDP从1 053元(329美元,已按当年汇率修正)增加到39 622元(7 739美元),三次产业增加值比重为30:52.1:17.9变化为6.10:52.50:41.40,城镇化水平从17.70%上升到54.3%<sup>[16]</sup>。依据钱纳里等人提出的多国增长模式<sup>[17]</sup>和诺瑟姆城市化发展的S型<sup>[18]</sup>曲线,江苏省从1985年前工业化阶段和城市化起步阶段上升到2008年的工业化中后期和城市化加速发展阶段。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

江苏省1985年、1995年、2005年、2008年的土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心。该数据以Landsat TM和ETM+为主要信息源解译完成,分辨率为100 m,综合精度达95%以上<sup>[19]</sup>。其土地利用分类系统为2级,6个一级土地

利用类型,分别为耕地、林地、草地、水域、建设用地(居民点和工矿用地)及未利用地等,和25个二级土地利用类型。

文章采用的土地利用基础数据是从土地利用覆被角度出发,基于自然属性视角进行分类。随着社会各界对生态环境的关注,不少学者先后从生态角度提出了强调生态用地的分类方案<sup>[7, 20]</sup>。此外,有学者从经济发展的视角提出基于产业结构的土地利用分类方案<sup>[21]</sup>。这些土地分类方案都取得了不同程度的进展,但仍存在研究区域土地利用过程中人文因子与自然因子难以在同一研究框架中综合考量的难题。因此,本文借鉴这些思想与分类方案,采用基于生产用地、生态用地与生活用地三分法<sup>[7, 22]</sup>以全面涵盖不同用地类型,反映经济生产、生态环境与宜居生活作为区域经济社会发展追求的多个维度。但是,由于同一用地类型可能兼顾多种功能,从利用功能视角开展土地分类具有一定难度。针对这一问题,研究提出基于行为主体的主观用地意图作为某一类土地的土地利用主导功能类型。如虽然耕地既能生产粮食,又兼具生态功能,甚至还具有娱乐教育的生活功能,但一般而言我们利用耕地的主要意图在于生产粮食,因此将之归为生产用地。基于“三生”与土地利用主导功能的视角,通过归并本文基础数据各用地类型,建立“三生”土地利用主导功能分类方案(表1)。同时,借鉴李晓文<sup>[15]</sup>等制定的不同二级地类的生态环境质量值,在此基础上利用面积加权法对“三生”土地利用主导功能分类生态环境质量指数进行赋值。

表1 土地利用主导功能分类及其生态环境质量指数

Table 1 Land use types based on dominant function and corresponding ecological environment quality value

“三生”土地利用主导功能分类		土地利用分类系统的二级地类	生态环境质量指数
一级地类	二级地类		
生产用地	农业生产用地	水田、旱地	0.280
	工矿生产用地	工交建设用地	0.150
生态用地	林地生态用地	有林地、灌木林地、疏林地、其他林地	0.810
	牧草生态用地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地	0.750
	水域生态用地	河渠、湖泊、水库和坑塘、冰川和永久积雪地、海涂、滩地	0.610
	其他生态用地	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地、裸岩石砾地	0.020
生活用地	城镇生活用地	城镇用地	0.200
	农村生活用地	农村居民点用地	0.200

## 2.2 研究方法

### 2.2.1 土地利用功能结构转型模型

土地利用功能结构转型通过土地利用转移矩阵模型实现。限于篇幅,模型计算公式参见文献[14, 23]。

### 2.2.2 土地利用功能空间转型模型

土地利用功能空间转型采用重心模型<sup>[24]</sup>进行表征,假设某一区域由  $n$  个平面空间单元构成,其中,第  $i$  个单元的地理中心坐标为  $(X_i, Y_i)$ ,  $Z_i$  为该平面单元的某类型功能用地面积,则研究区该类型功能用地面积重心坐标  $(\bar{X}, \bar{Y})$  为:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad (1)$$

重心移动距离指某年份重心与随后相邻年份重心之间的直线距离,设第  $t, (t+1)$  年份重心分别为  $P_k(X_t, Y_t), P_M(X_{t+1}, Y_{t+1})$ , 则相邻年份重心移动的距离为:

$$D_m = \sqrt{(X_{t+1} - X_t)^2 + (Y_{t+1} - Y_t)^2} \quad (2)$$

### 2.2.3 土地利用转型的生态环境响应模型

1) 区域生态环境质量指数。综合考虑区域内各土地利用所具有的生态质量及面积比例,定量表征某一区域内生态环境质量的总体状况,其表达式为<sup>[14]</sup>:

$$EV_t = \frac{\sum_{i=1}^n LU_i \times C_i}{TA} \quad (3)$$

式(3)中,  $EV_t$  为区域第  $t$  时期生态环境质量指数;  $LU_i$  和  $C_i$  为该区域第  $t$  时期第  $i$  种土地利用类型的面积和生态环境指数;  $TA$  为区域总面积;  $n$  为区域土地利用类型数量。

2) 区域总体土地利用功能转型的生态贡献率。土地利用变化类型生态贡献率指某一种土地

利用类型变化所导致的区域生态质量的改变,其表达式为<sup>[25]</sup>

$$CLEI = (LE_1 - LE_0) LA / TA \quad (4)$$

式(4)中,  $CLEI$  为土地利用变化类型生态贡献率;  $LE_1, LE_0$  分别为某种土地利用变化类型所反映的变化初期和末期土地利用类型所具有生态质量指数;  $LA$  为该变化类型的面积;  $TA$  为区域总面积。

## 3 1985~2008年江苏省土地利用的时空转型

### 3.1 土地利用功能结构转型

根据土地利用类型转移矩阵模型,按照土地利用主导功能分类体系,利用江苏省1985年、1995年、2005年、2008年4期土地利用数据(图1),计算得到1985~2008年土地利用类型转移矩阵(表2),可以看出1985~2008年江苏省土地利用类型转移变化呈现如下特点:

1) 生产用地面积明显减少。1985~2008年,生产用地面积减少了502 995  $hm^2$ ,用地比例从71.30%下降到65.96%。按照二级地类来看,农业生产用地呈下降趋势,减少了576 933  $hm^2$ 。农业生产用地转移的主要去向为农村生活用地、城镇生活用地和水域生态用地,转移比例分别为3.70%、3.04%和1.43%。工矿生产用地农业生产用地呈上升趋势,共计增加了73 938  $hm^2$ ,年增加量为3 081  $hm^2$ 。工矿生产用地增加的主要来源为农业生产用地、牧草生态用地、林地生态用地和水域生态用地,转移比例分别为24.09%、8.95%、2.31%和1.76%。

2) 生态用地面积不断增加。1985~2008年,生态用地面积增加了86 370  $hm^2$ ,生态用地面积比

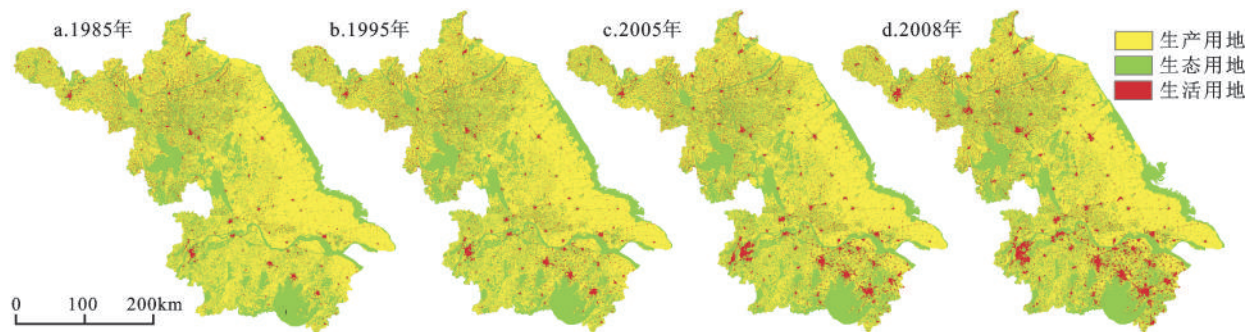


图1 江苏省1985年、1995年、2005年和2008年土地利用空间格局

Fig.1 Spatial pattern of land use in Jiangsu in 1985,1995,2005 and 2008

表2 1985~2008年江苏省土地利用转移矩阵

Table 2 Transition matrix of land use in Jiangsu from 1985 to 2008

土地主导功能类型	农业 生产用地 (hm <sup>2</sup> )	工矿 生产用地 (hm <sup>2</sup> )	林地 生态用地 (hm <sup>2</sup> )	牧草 生态用地 (hm <sup>2</sup> )	水域 生态用地 (hm <sup>2</sup> )	其他 生态用地 (hm <sup>2</sup> )	城镇 生活用地 (hm <sup>2</sup> )	农村 生活用地 (hm <sup>2</sup> )
农业生产用地	6599466	47801	6223	941	103369	163	220242	268007
工矿生产用地	625	123876	71	202	92	0	1575	74
林地生态用地	14685	4585	316583	28	577	185	3483	2206
牧草生态用地	22698	17752	125	94764	41172	0	383	359
水域生态用地	22341	3499	204	8963	1321722	0	4740	2777
其他生态用地	2	142	60	0	133	1407	19	1
城镇生活用地	647	1	88	0	269	0	182928	13799
农村生活用地	8825	771	345	49	1698	37	10927	861468

例从 18.24%增加到 18.94%。按照二级地类来看,林业生态用地呈下降趋势,减少了 18 633 hm<sup>2</sup>,林业生态用地转移的主要去向为农业生产用地、工矿生产用地、城镇生活用地和农村生活用地,转移比例分别为 4.29%、1.34%、1.02% 和 0.64%。牧草生态用地呈下降趋势,减少了 72 284 hm<sup>2</sup>。牧草生态用地减少的主要去向为水域生态用地、农业生产用地和工矿生产用地,转移比例分别为 23.23%、12.81%和 10.02%。水域生态用地呈增加趋势,增加了 177 259 hm<sup>2</sup>。水域生态用地增加的主要来源为农业生产用地和牧草生态用地,转移比例分别为 7.04%、2.80%。其他生态用地面积变化不大。

3) 生活用地面积迅速增加。1985~2008 年,生活用地面积增加了 491 139 hm<sup>2</sup>,用地比例从 10.46%增加到 15.10%。按照二级地类来看,城镇生活用地呈上升趋势,增加了 226 566 hm<sup>2</sup>。城镇生活用地增加主要来自于农业生产用地、农村生活用地、水域生态用地,转移比例分别为 51.91%、2.58 %和 1.12 %。农村生活用地也呈上升趋势,增加了 264 573 hm<sup>2</sup>,年增加量为 11 024 hm<sup>2</sup>。农村生活用地增加主要来自于农业生产用地,转移比例为 23.33%。

### 3.2 土地利用功能空间转型

以江苏省县(市)级行政区为基本单元,采用 ArcGIS 空间分析方法计算出不同年份各功能用地重心,得到 1985 年以来各功能用地重心动态演化图(图 2),很好地反映了江苏省土地利用功能空间转型过程。

农业生产用地重心落在江苏省几何重心西北方向。1995 年农业生产用地重心较 1985 年向西北

方向偏移了 2.25 km,2005 年继续向西北方向偏移 2.25 km,2008 年又向西北方向偏移 2.39 km,3 个时间段均偏向西北方向。苏南经济发展建设占用造成 327 775 hm<sup>2</sup>农业生产用地流失;苏北地区由于土地开发复垦使农业生产用地增加了 56 813 hm<sup>2</sup>,导致农业生产用地净减少量比苏南、苏中小,在两大主要力量共同作用下农业生产用地分布重心总体向苏北方向偏移,农业生产用地空间分布的不均衡性进一步加剧。

工矿生产用地重心落在江苏省几何重心东北方向,并且偏移距离较大。1995 年工矿生产用地重心较 1985 年向南偏移了 5.95 km,2005 年向东南方向偏移 23.36 km,2008 年向西南方向偏移 24.81 km。1985~2008 年,苏中、苏南两地区的工矿生产用地面积增幅(48 520 hm<sup>2</sup>)较苏北地区大(33 541 hm<sup>2</sup>),导致工矿生产用地重心向苏中、苏南地区迁移,工矿生产用地空间分布的不均衡性有所缓和。

生态用地重心落在江苏省几何重心东南方向,偏移距离较小。1995 年生态用地重心较 1985 年向西南偏移了 0.66 km,2005 年向东南方向偏移 3.55 km,2008 年向东南方向偏移 5.29 km,3 个时间段均向南偏移,表明生态用地空间分布的不均衡性有所增大。为实现江苏省农业生产用地的占补平衡,苏北大量的宜农后备资源得到开发,使得牧草生态用地及其他生态用地的减少,1985~2008 年共计 50 911 hm<sup>2</sup>生态用地转为农业生产用地,同期苏南地区大力发展水面养殖使得 68 846 hm<sup>2</sup>农业生产用地转为水域生态用地,导致生态用地重心总体向苏南方向偏移。

城镇生活用地重心落在江苏省几何重心东南

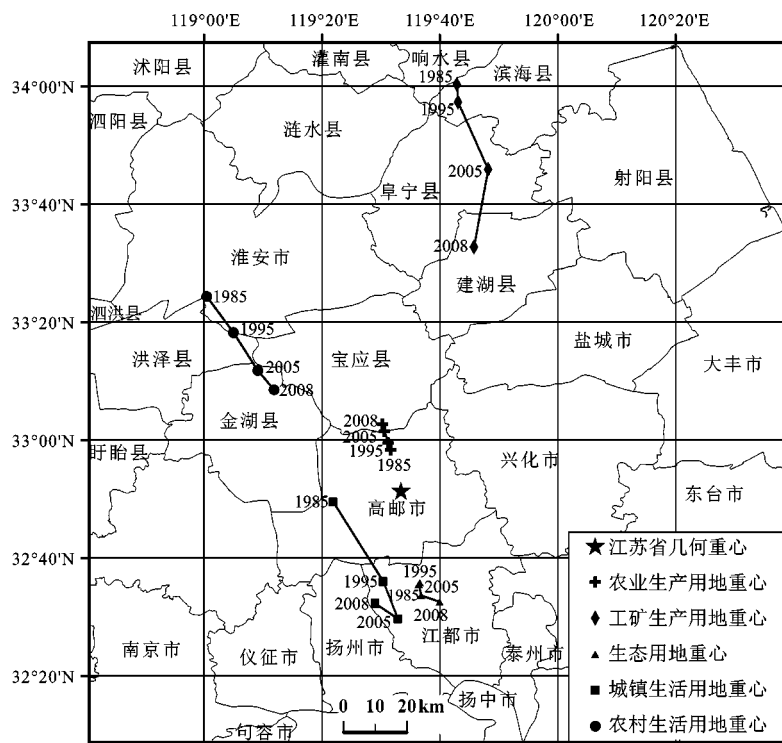


图2 1985~2008年江苏省各功能用地重心演化

Fig.2 The center changes of land with different functions in Jiangsu from 1985 to 2008

方向。1995年生态用地重心较1985年向东南偏移了28.79 km, 2005年向东南方向偏移12.40 km, 2008年向西北方向偏移7.70 km, 1985~1995年、1995~2005年2个时间段均向南偏移, 远离几何重心, 城镇生活用地空间分布的不均衡性在增大。2005~2008年向西北偏移, 偏向几何重心, 城镇生活用地空间分布的不均衡性有所减小。1980~2000年, 江苏省响应国家对外开放和沿海倾斜发展战略, 将苏南作为重点发展地区, 进行重点投资与建设, 由于用地相对于政策实施存在一定滞后性, 从1980~2005年各区域城镇生活用地面积变化来看, 苏南城镇生活用地面积增加数量(95 814  $\text{hm}^2$ )是苏中(12 621  $\text{hm}^2$ )、苏南(8 182  $\text{hm}^2$ )之和的4倍多, 导致江苏省城镇生活用地重心向南偏移。进入21世纪, 江苏省基于区域发展不平衡进一步扩大的趋势, 提出了促进苏北大发展战略实施战略(2001年)、沿江开发战略(2003年)、“三沿”发展战略(2004年)、江苏沿海地区发展战略(2008年)等一系列区域统筹发展战略举措, 苏中、苏北地区社会经济发展及城镇化水平的提高, 尤其苏北地区2006~2008年城镇生活用地面积增加42 429  $\text{hm}^2$ , 苏中增加8 047  $\text{hm}^2$ , 苏北、苏中城镇生活用地面积

增加数量之和与苏南(59 384  $\text{hm}^2$ )基本接近, 使得江苏省城镇生活用地重心向苏南方向移动的趋势得到遏制, 逐渐向苏中、苏北方向移动。

农村生活用地重心落在江苏省几何重心西北方向。1995年农村生活用地重心较1985年向东南偏移了13.53 km, 2005年向东南方向偏移13.46 km, 2008年向东南方向偏移7.48 km, 3个时间段均向南偏移, 偏向几何重心。20世纪90年代, 苏南经济发展快速, 农民收入增加较快, 新建的住宅用地占地面积较大, 原有的宅基地处于闲置或废弃状态, 农村居民点面积并未随着城镇用地的增加而减少, 1985~2008年苏南农村生活用地面积增加的数量(154 577  $\text{hm}^2$ )远远大于苏中(56 904  $\text{hm}^2$ )、苏北(52 590  $\text{hm}^2$ )面积之和, 使得江苏省农村生活用地重心整体向东南方向移动。

## 4 1985~2008年间江苏省土地利用时空转型的生态环境响应

### 4.1 区域生态环境综合质量演变

根据公式(3), 计算得到江苏省1985年、1995年、2005年、2008年的区域生态环境质量指数, 结果分别为0.339 1、0.337 9、0.337 4和0.335 4。由此

可知,江苏省总体生态环境质量基本维持稳定,但是呈下降趋势。1985~1995年、1995~2005年、2005~2008年3个时间段生态环境质量指数年均下降幅度,2005~2008年年均下降幅度最大。

#### 4.2 各功能用地转型对生态环境影响的贡献度

区域内生态质量往往同时发生着改善和恶化2种相反趋势,在相当程度上这2种趋势在一定区域内相互抵消,使其总体上维持相对稳定<sup>[15]</sup>。因此区域生态环境指数的稳定并不意味着生态环境没有发生改变。表4给出了1985~2008年期间江苏省导致生态环境改善和退化的主要土地利用变化类型的面积和贡献率。可以看出,农业生产用地被农村生活用地和城镇生活用地占用是江苏省生态环境质量恶化的主导因素,其中农业生产用地转化成城镇生活用地占生态贡献率的21.56%,其中农业生产用地转化成农村生活用地占生态贡献率的17.72%。牧草生态用地、林地生态用地和水域生态用地转化成农业生产用地也在一定程度上导致了生态环境质量的恶化,三者总和占生态贡献率的25.98%。而农业生产用地转化成水域生态用地是区域生态环境改善的主要因素,占生态贡献率的82.12%。总体而言,江苏省同时存在着生态改善和恶化的2种趋势,生态环境改善的趋势略小于环境恶化的趋势。因此,江苏省的生态环境质量指数呈略微下降趋势,但其总体生境质量变化不大,其区域整体的生态质量指数维持在0.33水平。

## 5 结论与讨论

1985~2008年,江苏省在区域转型发展过程中土地利用功能结构转型主要表现为生产用地面积的减少,生态用地、生活用地面积的增加。按照二

级地类来看,农业生产用地、林业生态用地、牧草生态用地面积呈减少趋势,工矿生产用地、水域生态用地、城镇生活用地、农村生活用地面积呈增加趋势。其中农业生产用地转化为农村生活用地、城镇生活用地、水域生态用地;牧草生态用地转化为农业生产用地两种类型分布最为广泛。第一种类型说明江苏省1985~2008年伴随着快速城市化,农村生活用地、城镇生活用地的不断扩张大量侵占农业生产用地;同时由于农业产业结构调整,为获得更大效益农业生产用地转为水域生态用地中的坑塘水面。第二种类型说明为实现农业生产用地总量的动态平衡推进的土地整治活动,使得牧草生产用地转为农业生产用地。

1985~2008年,江苏省在区域转型发展过程中土地利用功能空间转型主要表现为:各功能用地空间分布均呈现出不平衡性,农业生产用地、生态用地、农村生活用地空间分布的不平衡性进一步加剧,工矿生产用地空间分布的不平衡性有所缓和,城镇生活用地空间分布经历了先加剧后有所缓和的阶段。农业生产用地分布重心总体向苏北方向偏移,工矿生产用地、生态用地、农村生活用地重心向苏中、苏南地区偏移,城镇生活用地重心经历向苏南偏移然后逐渐向苏中、苏北方向移动。城镇生活用地重心转移表征自1985年以来,苏南发达、苏北欠发达的总体格局依然存在趋势并不断地加强,2005年后区域差距有所缓和。

1985~2008年,江苏省总体生态环境质量稍有下降,同时存在着生态改善和恶化的2种趋势,生态环境改善的趋势略小于环境恶化的趋势。农业生产用地被农村生活用地和城镇生活用地占用是江苏省生态环境质量退化的主导因素,牧草生态用地、林地生态用地和水域生态用地转化成农业

表3 导致区域生态环境改善和恶化的主要土地利用类型变化及贡献率

Table 3 The major land use transformation types influence on the regional eco-environment

导致生态环境改善			导致生态环境恶化		
土地利用类型变化	贡献率	占贡献率比率(%)	土地利用类型变化	贡献率	占贡献率比率(%)
农业生产用地-水域生态用地	0.00330	82.12	农业生产用地-农村生活用地	0.00207	21.56
农业生产用地-林地生态用地	0.00032	7.94	农业生产用地-城镇生活用地	0.00170	17.72
水域生态用地-牧草生态用地	0.00012	3.02	牧草生态用地-农业生产用地	0.00103	10.73
农村生活用地-农业生产用地	0.00007	1.70	牧草生态用地-工矿生产用地	0.00103	10.71
农村生活用地-水域生态用地	0.00007	1.68	林地生态用地-农业生产用地	0.00075	7.83
农业生产用地-牧草生态用地	0.00004	1.06	水域生态用地-农业生产用地	0.00071	7.42
总计	0.00392	97.52	总计	0.00729	75.97

生产用地也在一定程度上导致了生态环境质量的退化;农业生产用地转化成水域生态用地是区域生态环境改善的主要因素。

以江苏省为例,对比1985~1995年、1995~2005年、2005~2008年3个时段社会经济发展和土地利用转型特点可以看出,2005~2008年江苏省总体上处于工业化中期并向后期迈进阶段,这个阶段的土地利用转型的生态环境响应也最为剧烈,但其他区域在社会经济发展过程中是否存这一规律,还需要进一步研究探讨。

## 参考文献:

- [1] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实[J]. 地理学报, 2006, **61**(10): 1093~1100.
- [2] 龙花楼, 李婷婷. 中国耕地和农村宅基地利用转型耦合分析[J]. 地理学报, 2012, **67**(2): 201~210.
- [3] Grainger A. National land use morphology: patterns and possibilities[J]. *Geography*, 1995, **80**(3): 235-245.
- [4] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展[J]. 地理科学进展, 2012, **31**(2): 131-138.
- [5] 杨永春, 杨晓娟. 1949~2005年中国河谷盆地型大城市空间扩展与土地利用结构转型——以兰州市为例[J]. 自然资源学报, 2009, **24**(1): 37~49.
- [6] 郭素君, 张培刚. 从观澜看深圳市特区外土地利用转型的必然性[J]. 规划师, 2008, **24**(8): 72~77.
- [7] 陈 婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2005, **41**(5): 536~540.
- [8] YiFu Tuan. *Geography, phenomenology and the study of human nature*[J]. *The Canadian Geographer*, 1971, **15**(3): 181-192.
- [9] 郭旭东, 陈利顶, 傅伯杰. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境科学进展, 1999, **7**(6): 66~74.
- [10] 彭 建, 王仰麟, 张 源, 等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应——以云南省永胜县为例[J]. 地理学报, 2004, **59**(4): 629~638.
- [11] 赵锐锋, 姜朋辉, 陈亚宁, 等. 塔里木河干流区土地利用/覆被变化及其生态环境效应[J]. 地理科学, 2012, **32**(2): 244~250.
- [12] 侯 鹏, 王 桥, 王昌佐, 等. 流域土地利用/土地覆被变化的生态效应[J]. 地理研究, 2011, **30**(11): 2092~2098.
- [13] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 近10年来长江下游土地利用变化及其生态环境效应[J]. 地理学报, 2003, **58**(5): 659~667.
- [14] 张 杨, 刘艳芳, 顾渐萍, 等. 武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J]. 地理科学, 2011, **31**(10): 1280~1285.
- [15] 李晓文, 方创琳, 黄金川, 等. 西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应——以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研究, 2003, **23**(3): 280~290.
- [16] 江苏省统计局. 江苏统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [17] 郭克莎. 中国工业化的进程、问题与出路[J]. 中国社会科学, 2000,(3): 60~71.
- [18] Northam R. *Urban geography*[M]. New York: J.Willey Sons, 1975: 65-67.
- [19] 刘纪远, 张增祥, 徐新良, 等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报, 2009, **64**(12): 1411~1420.
- [20] 岳 健, 张雪梅. 关于我国土地利用分类问题的讨论[J]. 干旱区地理, 2003, **26**(1): 78~88.
- [21] 刘平辉, 郝晋珉. 土地利用分类系统的新模式——依据土地利用的产业结构而进行划分的探讨[J]. 中国土地科学, 2003, **17**(1): 16~26.
- [22] 易湘生, 王静爱, 岳耀杰. 基于沙区土地功能分类的土地利用变化与模式研究——以陕北榆阳沙区为例[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2008, **44**(4): 439~443.
- [23] 李天宏, 韩 鹏. 厦门市土地利用/覆盖动态变化的遥感检测与分析[J]. 地理科学, 2001, **6**(12): 537~543.
- [24] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, **18**(1): 81~87.
- [25] Yansui Liu, Jay Gao, Yanfeng Yang. A holistic approach towards assessment of severity of land degradation along the great wall in northern Shaanxi province, China[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2003, **82**(2): 187-202.

## Land Use Transformation and Its Eco-environmental Response in Process of the Regional Development: A Case Study of Jiangsu Province

LU Li-gang<sup>1</sup>, ZHOU Sheng-lu<sup>1</sup>, ZHOU Bing-bing<sup>1</sup>, DAI Liang<sup>1</sup>, CHANG Ting<sup>1</sup>,  
BAO Gui-ye<sup>2</sup>, ZHOU Hua<sup>1</sup>, LI Zhi<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Oceanography Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210046, China;

2. Jiangsu Land Surveying and Planning, Nanjing, Jiangsu 210024, China)

**Abstract:** According to land use classification based on leading function of production, ecology and living, we took Jiangsu Province as a case study and made use of land use change/cover data in 1985, 1995, 2005 and 2008 respectively by remote sensing interpretation obtained from Landsat TM and ETM+. And then we quantitatively analyzed the characteristics of land functional structural and spatial transformation as well as its eco-environmental impacts. The methods discussed in the article include land use transfer matrix, gravity center model, index of regional eco-environmental quality and ecological contribution ratio of different kinds of land changes. The results show: 1) Land use changes in Jiangsu Province is chiefly manifested as the area decrease of productive land and increase of ecological and living land. Main types of transformation are the conversion from agricultural productive land into rural and urban living land, and that from water and pasture ecological land into agricultural productive land. 2) From 1985 to 2008, the imbalance of agricultural productive land, ecological land and the distribution of rural living space are further sharpened while that of mining productive land is weakened. And the imbalance of spatial distribution of urban living land is intensified at the beginning while then slow down. 3) From 1985 to 2008, the eco-environment quality of Jiangsu Province declines slightly. The critical factor of eco-environmental degradation is the large occupation of agricultural productive land by rural and urban living land and that of eco-environmental improvement is the conversion from agricultural productive land into water.

**Key words:** land use transformation; leading function; eco-environment quality; regional development; Jiangsu Province