

# 区域土地利用动态变化及人文 驱动力初步研究<sup>①</sup>

——以无锡马山区为例

王波 唐志刚 濮励杰 彭补拙

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

**摘 要** 本文以无锡马山区为例,围绕土地利用动态变化分析,变化发展趋势预测,人文驱动力因素分析3个内容,运用定量分析的方法对区域土地利用动态变化进行了初步的研究与探讨,并指出了相应的问题与对策。

**关键词** 土地利用动态变化;发展趋势;人文驱动力

土地利用/土地覆盖的变化与资源、环境和社会经济的发展密切相关,加强对区域土地利用动态变化的研究,有助于了解土地利用的变化原因与机制,并通过调整人类社会经济活动,促使区域土地利用更趋于合理,从而达到区域土地持续利用的目的。总结目前国内对外对土地利用变化的研究,可以发现土地利用变化研究中的3个主要内容:一是土地利用动态变化过程的研究;二是土地利用的发展趋势预测;三是土地利用变化的人文驱动力分析。我们围绕这3个内容进行了无锡马山区土地利用变化及人文驱动力的研究。

无锡马山区位于东经 $120^{\circ}03'12''\sim 120^{\circ}08'24''$ ,北纬 $31^{\circ}21'48''\sim 31^{\circ}30'24''$ ,太湖西北角,无锡市区西南方向,距市区20km,陆地面积 $47.883\text{km}^2$ ,仅次于洞庭西山,为太湖中第二大半岛。该区工业发达,工业产值占工农业总产值达90%以上,区内有国家级太湖旅游度假区,近年来第三产业比重日益加大,为太湖沿岸的典型地区。

## 1 资料收集

本次工作以马山区的1:1万的航空相片为主要信息源,同比例尺地形图为空间定位、定量的数学基础,对航空相片进行目视判读并参考其它相关资料,根据土地利用分布的规律和地理相关关系确定耕地、城镇、小工矿用地、水系、园地、林地、交通用地、未利用土地的解释标志,在GIS的支持下勾绘图斑,经数字化与计算机处理,获得各土地利用类型面积(如表1,资料限制1995~1999年)。

## 2 土地利用数量变化分析

由表1可知,马山区在商品化土地利用时期,各种土地利用类型的数量有着明显的变化。因此我们在本次研究中引用了土地资源数量变化模型对土地利用的变化速度进行了分析研究。

<sup>①</sup> 本文系国家自然科学基金重点项目(49831070)成果之一。

## 2.1 单一土地利用类型动态度

单一土地利用类型动态度反映的是某一研究区域一定时期范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其表达式为<sup>[1]</sup>:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中,  $K$  为研究时段内某一土地利用类型动态度;  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究期初及研究末某一土地利用类型的数量;  $T$  为研究时段长, 当  $T$  的时段设定为年时,  $K$  的值就是该研究区某种土地利用类型年变化率。

## 2.2 综合土地利用动态度

某一研究样区的综合土地利用动态度可表示为<sup>[1]</sup>:

$$LC = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i,j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中,  $LU_i$  为监测起始时间第  $i$  类土地利用类型面积,  $\Delta LU_{i,j}$  为监测时段内第  $j$  类土地利用类型转为非  $i$  类土地利用类型面积的绝对值;  $T$  为监测时段长度, 当  $T$  的时段设为年时,  $LC$  的值即为研究区的土地利用年变化率。

根据上述的公式计算出马山区不同土地利用类型的动态度与马山区综合土地利用动态度, 如表 2 所示:

从表 2 可知, 在 95~99 年间, 研究区内土地利用增长最快的是园地与交通用地, 分别比 95 年增长 13.45% 和 11.65%。园地的增加主要是受市场经济和比较经济的影响, 近几年来马山区扩大了果园和茶园的面积, 在提高了经济效益的同时, 也占用了一定的耕地。交通用地增长幅度也很大, 随着马山区旅游经济的发展, 对外联系的增强, 道路建设发展迅速。据资料统计, 道路建设增加的面积中, 与区外相联系的高等级公路的增加占了绝对的比例。城镇村及工矿用地也有了一定的增加, 其中工矿用地 5 年间变化很小, 仅增加了 0.4%, 镇村居民用地增加了 3%, 特殊用地 5 年间增加了近一倍。耕地与林地在此期间有了较大幅度的减少, 主要是由于经济效益相对较低而转变为有较高经济效益的其它用地。林地内部有林地的变化最大, 共有 136.99hm<sup>2</sup> 转变为其他用地, 苗圃用地则增加了 4hm<sup>2</sup>, 主要是近几年与外界合作种植的一些经济效益很高的珍贵花木。因马山区土地利用率高, 未利用土地面积很少, 土地利用变化主要是各土地利用类型之间的相互转化, 加上工矿用地及道路建设使一些土地受到破坏而荒废, 因此未利用土地反而有微量增加。

表 1 马山区 1995~1999 年土地利用结构变化

用地分类	(单位 hm <sup>2</sup> )				
	1995	1996	1997	1998	1999
耕地	500.96	489.20	456.14	458.81	458.59
园地	177.30	179.41	162.09	201.91	201.16
林地	1657.79	1638.19	1567.21	1518.69	1518.69
城镇及工矿用地	2142.69	2172.93	2301.17	2301.17	2302.93
交通用地	43.93	48.47	48.83	48.83	49.05
水域用地	223.23	218.09	211.54	211.54	211.54
未利用土地	42.43	42.02	41.33	46.37	46.37

表 2 马山区土地动态度指数

土地利用类型	耕地	园地	林地	城镇及工矿用地	交通用地	水域	未利用土地
	单一土地动态度(%)	-1.69	2.69	-1.68	1.50	233	-1.05
综合土地动态度(%)	0.8						

### 3 景观结构动态变化分析

不同的土地利用方式的组合形成了不同的景观和景观结构,土地利用过程其实就是自然景观向人文景观转变的过程。加强景观结构及其发展变化的研究,对于环境资源的管理和生物多样性的保护具有重要的意义。特别对于马山这一人类活动十分活跃的地区,研究人类活动对景观结构的影响,对于本地区资源的管理和生物多样性的保护十分重要。

本次研究中,根据马山地区的特点,我们运用了景观偏离度,景观多样性和优势度这 3 个指标:

#### 3.1 景观偏离度

景观偏离度是指人类营造的人文景观偏离自然景观的程度。这一指标主要从数量上揭示人类活动对景观改变的程度。用公式表示为<sup>[2]</sup>:

景观偏离度 = (各种建设用地 + 人工水域 + 耕地 + 园地 + 苗圃 + 人工林地 + 人工草地) / 土地总面积

#### 3.2 景观多样性指数

景观多样性是景观元素或生态系统在结构、功能以及随着时间变化方面的多样性,它反映了景观的复杂性。根据信息论原理,借助 Shannon - Weaner 指数,景观多样性可表示为<sup>[3]</sup>:

$$H = - \sum_{i=1}^n (p_i) \times \log(p_i)$$

式中,  $H$  为多样性指数,  $P_i$  是景观类型  $i$  所占面积的比例;  $n$  为景观类型的数目。  $H$  值越大, 景观类型多样性越大。

#### 3.3 优势度

优势度是用于测试景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度。它与多样性指数成反比, 对于景观数目相同的不同景观, 多样性指数越大, 其优势度越小, 其表达式为<sup>[3]</sup>:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^n (p_i) \times \log(p_i)$$

式中,  $D$  为景观的优势度,  $H_{\max}$  表示最大多样性指数,  $H_{\max} = \log(n)$

根据上述 3 个指数, 计算出的马山地区 95~99 年的景观指数, 如表 3 所示:

从表 3 中的指数可知, 由于本区经济发达, 人类活动很强烈, 对自然景观的改造较大, 其景观偏离度指数大于 60%, 且在 95~99 年期间仍缓慢而规律的增长。说明马山区在经过 80 年代建设用地的飞速扩张后, 人类改造活动趋于缓和, 但人文景观比重增长的趋势仍不可逆转, 与偏离度指数相反, 景观多样性指数在此期间一直

呈下降趋势, 其主要因为, 土地利用类型逐渐集中于工矿、城镇、村居民用地, 道路用地。马山区 5 年间减少耕地与林地面积 80% 以上被转化为工矿、居民、道路等建设用地。从马山区土地利用分区的特点也可以看出这一点: 马山区根据其自然条件及长期以来形成的特点, 分为独立工矿区(马圩), 旅游度假区(马山镇东半部), 农业生态区(马山镇西半部) 3 个地域区, 这成为马山区近几年和将来的社会经济发展和土地利用的主导方向。可以预见, 在今后

表 3 景观指数表

年份	指 标 值		
	景观偏离度(%)	景观多样性指数(%)	景观优势度(%)
95	61.6	0.572	0.273
96	62.1	0.569	0.276
97	63.7	0.556	0.289
98	63.8	0.550	0.295
99	64.6	0.527	0.318

区内的景观类型将呈继续减少的趋势,景观结构中一种或几种景观支配景观的程度将会日益加强。

#### 4 土地动态变化趋势分析:

马山地区经济发达,今后随着本地区经济的进一步发展,其土地利用空间结构和再分配也将发生进一步的重大变化。因此只有掌握未来土地利用的变化趋势,为土地资源的优化配置提供决策依据,才能作出相应的对策,使土地资源的利用结构进一步适应经济的发展。

土地变化趋势分析的方法很多,由于在马山搜集的资料为近5年的土地利用变化状况,其时间序列较短,因此选用灰色系统动态模型  $DM(n, h)$  进行模拟预测,根据土地利用系统累加性特点,各组成类型相互独立,可以分别对不同的利用类型进行拟合分析。本文,我们对变化较大的耕地、园地、林地、城镇及工矿用地进行分析,选用具体的模型为  $DM(1, 1)$  模型<sup>(4)</sup>:

$$\frac{dx^1}{dt} + ax^1 = \mu \quad (1)$$

式中  $a$  称发展灰数,  $\mu$  称内生控制灰数, 设  $a$  为待估参数向量,  $a = \left[ \frac{a}{\mu} \right]$ , 利用最小二乘法求解

$$a = (B^T B)^{-1} (B^T Y_n) \quad (2)$$

$$B = \begin{bmatrix} -1/2(X_1^{(1)}(2) + X_1^{(1)}(1)) & 1 \\ -1/2(X_1^{(1)}(3) + X_1^{(1)}(2)) & 1 \\ \dots & 1 \\ -1/2(X_1^{(1)}(n) + X_1^{(1)}(n-1)) & 1 \end{bmatrix} \quad Y_n = \begin{bmatrix} X^0(2) \\ X^0(3) \\ \dots \\ X^0(n) \end{bmatrix}$$

将(2)求得的  $a$  代入(1),解微分方程,有:

$$X^1(i+1) = \left[ X^0(1) - \frac{\mu}{a} \right] e^{-ai} + \frac{\mu}{a}$$

即为预测方程。根据表1的数据(便于计算耕地、园地以千顷记,林地、城矿用地万倾记),代入公式,结果有:

$$\text{耕地: } X^1(i+1) = -8.74\lambda^{-0.0538i} + 9.24$$

$$\text{园地: } X^1(i+1) = -2.85\lambda^{-0.0582i} - 2.68$$

$$\text{林地: } X^1(i+1) = -0.68\lambda^{-0.04306i} + 0.85$$

$$\text{城镇工矿用地: } X^1(i+1) = 12.86^{0.017i} - 12.64$$

由上述的分析结果可看出,马山地区耕地与林地虽然在今后仍呈一定的减少趋势,但其变化有保守性即有限性,园地与城镇用地则处于无约束的增长期。比照马山区 1997-2010 年的土地利用规划文本,得知马山区出于经济发展的需要,计划到 2010 年建设用地将占用耕地  $266.67\text{hm}^2$ ,而复垦仅能增加耕地  $33.33\text{hm}^2$ ,耕地总量不仅不能动态平衡,而且还将大幅度下降。但由于近期国家强硬政策的出台,严格控制耕地的流失,耕地不会无限制的流失,马山现有国家基本农田保护区面积  $133.33\text{hm}^2$ ,这部分耕地不会变动。林地根据规划文本的要求到 2010 年也会大幅下降,此于预测结果相吻合。城镇及工矿用地面积根据规划要求 2010 年达到  $2929.52\text{hm}^2$ ,增长幅度过快。其主要原因是由于人口的增长导致居住用地的增加及旅游业的发展,工矿用地的增加也是重要原因。园地在规划中到 2010 年将有所降低,此于预测不符。规划中,减少的园地面积也将转作建设用地,其原因是由于建设用地的高速扩张使耕地、林地的减少难以满足其需要。园地的利用效益虽然高于耕地,但小于建

设用地,出于经济利益的考虑,当于建设用地的需要相冲突时,必然转换其用途。

## 5 土地利用变化的人文驱动因素分析

土地利用结构的演变,实质上是人类为满足社会经济的发展需要,不断地调整、配置各类土地利用的过程。这种配置调整的过程不仅受土地资源本身条件的制约,而且受人口生存需求,社会经济管理体制及发展阶段的限制。土地资源条件虽是土地利用结构形成的决定性因素(基础因素),但是对于人类活动而言,这种变化是缓慢的。因此分析社会经济因素对土地利用变化的作用摆在首要的位置<sup>[5]</sup>。

对于马山这样一个经济发达、人类活动特征强烈的地区,其土地利用结构变化的人文驱动因素主要是以下3个特点:

### 5.1 人口的增长刺激成为土地利用结构变化的重要因素

人可以通过生产技术、活动方式调节、组织土地利用结构,同时,作为参与者,占有一定面积土地用作生存方式的场所——居住地,最后还作为消费者,消耗土地利用系统的产品,增加对系统生产力的压力<sup>[6]</sup>。因此人口增长及生活质量的提高必然导致居住的增加和土地利用系统输出产品需求量的增加。马山区在经历80年代乡镇企业迅猛发展的阶段90年代初房地产和高新区的开发热后,乡镇企业和新区占地的现象已趋于缓和。据资料显示马山区1995~1999年期间,工矿用地仅增加了0.4%,道路用地增加了12%,生活配套设施及居民居住用地也有了大幅度提高。可见对于马山这样一个发达地区,人做为系统消费者这一角色在土地利用系统中发挥的作用将日益强化。

### 5.2 第三产业尤其是旅游业对土地利用结构变化的影响正逐渐加强

马山区第三产业占国民生产总值的比重由90年代初的9.9%上升到99年的43.3%,而工业产值则由67.82%下降了53.52%,第三产业日益成为马山区经济发展的主导因素。而无锡市因其发展旅游业具有得天独厚的优势,因此较早地把旅游业作为第三产业的一个支柱产业来抓,1995年更是把旅游业明确为城市的三大功能之一,充分调动各方力量,大办旅游,在政策、资源的投入上向旅游倾斜。而马山区作为无锡太湖国家旅游度假区所在地,近年又在区内兴建了数项世界之最的灵山大佛,使宗教文化实现为其旅游的新景观,所以旅游业在经济发展占有重要的地位。资料显示,95~99年间,马山区年平均接待国外游客总数近2万人次,接待国内游客近30万人次。旅游业的发展必然要带来旅游建设用地的扩张和其他配套用地的的发展。马山区自90年代以来,用于旅游建设方面的用地高达1333.3hm<sup>2</sup>。

### 5.3 经济管理体制是土地利用结构变化的决策因素

土地利用实践表明,随着不同经济管理体制的运行,土地利用结构也随之发生明显的变化。太湖地区一直是鱼米之乡,其小城镇多以农副产品集散为主要功能,而随着社会主义市场经济的形成及我国价格体制缺陷,工农产品剪刀差,粮食成本高,花果树木的经济效益又较高,必然导致产业结构向高效益的方向发展。人而也带来了土地利用结构的变化<sup>[6]</sup>。

为了更明确鉴别土地结构变化原因,定量地证明多个因素对某一个因素的关系和影响,我们应用了多元相关因素对其进行拟合分析。

多元线性相关分析的基本原理是:随机变量 $Y$ 与 $m$ 个自变量 $X_1, X_2, \dots, X_m$ 之间存在着线性关系则其数学模型为 $Y = A + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_mX_m$  利用 $n$ 组观测值 $(X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{mi}, Y_i)$ 。根据最小二乘法原理求出上式中待定系数: $B_1, B_2, \dots, B_m$ <sup>[7]</sup>。

由于时间序列较短,因此根据对马山区土地利用结构的因素分析,我们分别采用总体人口( $X_1$ )、第三产业产值( $X_2$ )、农副产品价格( $X_3$ )等有形的年变化指数(以97年为1.00),代替人口增长,第三产业发展,经济管理体制等无法直接量化的因素,对各土地类型变化进行相关分析。

$$Y = A - 1.023X_1 - 0.675X_2 + 0.3329X_3$$

经检验  $F = 37.89$ , 式中元素于  $Y$  线形相关显著。

由上述结果可知各因素的作用是不同的,反映在分析式中各项系数的大小有差异。从式中可看出耕地面积和变化趋势和人口增长、第三产业发展负相关,与经济管理体制成正相关。在这三个因素中人口增长的影响最大,其次是第三产业的发展程度。

## 6 结论与思考

土地是经济发展中极其重要的自然资源之一,深受社会、经济发展的影响,但如果土地结构调整不合理也会对经济发展起到反作用。太湖沿岸地区是我国经济最发达的地区之一,其经济在新世纪会有更快的发展,但在今后应注意以下几个问题:

### 6.1 耕地保护与经济发展的关系

此地区土地开发的利用程度高,土地后备资源较为贫乏,因此经济的发展必然要带来耕地面积的进一步减少。在今后的土地结构变化中,要注意防止耕地的无序减少,要看到耕地利用不仅有经济效益,更有生态效益和社会效益。

### 6.2 城镇工矿用地的扩展问题。

从上述的土地结构中可以看出,随着人口的增加,经济的发展,城镇建设用地扩展的趋势不可避免。但应严格控制城市建设用地的外延扩展,节约使用土地,促进城市土地的集约使用<sup>[6]</sup>。

### 6.3 旅游业的发展与土地利用的关系

旅游业的发展必然影响土地利用结构的变化,但如果破坏了土地的生态环境,从长远来看,必然会对旅游业的发展带来负面作用。因此此类地区在大力发展第三产业尤其是旅游业的同时,也应注意保持合理的利用结构及土地景观的多样性,加强生态农业的建设与林业的保护,使土地利用与旅游业共同合理的协调发展。

## 参 考 文 献

- 1 王秀兰,包玉海. 土地利用变化研究方法探讨. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81~87
- 2 王爱民,刘加林等. 人地关系研究中的土地利用特征指标分析. 经济地理, 1999, 19(1): 62~64
- 3 陈利顶,傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析. 生态学报, 1996, 16(4): 337~343
- 4 邓聚龙. 灰色系统(社会\经济). 北京: 国防出版社, 1985
- 5 张喜远,赵昕奕等. 喀斯特山区利用变化的人类驱动机制研究. 地理研究, 1999, 18(2): 136~146
- 6 姚培元,吴楚材等. 太湖地区土地利用动态及发展趋势. 中国科学院南京地理所集刊, 1987, 4: 33~43
- 7 王良健,刘伟等. 梧州市土地利用变化的驱动力研究. 经济地理, 1999, 19(4): 74~79
- 8 秦明周. 土地利用持续开展理论与实践. 西安: 西安地图出版社, 1998, 46~78