

文章编号: 1007-7588(2005)02-0077-06

近 20 年吉林中东部地区林地的时空变化及成因浅析

宋开山^{1,2}, 张 柏¹, 段洪涛^{1,2}, 张树清¹

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要:在遥感(RS)与地理信息系统(GIS)技术的支撑下,以土地利用动态变化模型、景观模型对吉林省中东部山地丘陵区 20 年来林地面积的时空变化特征进行了定量或半定量的分析。结果表明:①1980 年~1995 年期间森林面积在减少,斑块数量增加,而相应指标在 1995 年~2000 年期间都呈现相反趋势;②该区的林地动态变化存在明显的区域差异,无论是从土地利用类型相对变化率模型还是从林地分布重心变化情况来看都表明:通化与吉林地区的森林面积变化较大,而白山、延边地区的变化较小。经数据分析与文献调研得知,大量的采伐与人口增长对耕地的需求是林地在 1980 年~1995 年期间减少的直接原因;而国家相应林业政策的出台是 1995 年~2000 年期间林地面积得以增加的直接原因。

关键词:林地; 动态变化; 破碎化

森林生态系统在整个陆地生态大系统中占有重要的位置,对水源调节、水土保持以及人类废物代谢调节起着重要的作用^[1]。吉林省是全国重点林区之一,全省林地 $13.18 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全国林地面积 5%, 居第 6 位。木材产量居全国第 2 位。全省森林覆盖率 35.9%, 高于全国平均水平的 2 倍, 而绝大多数林地都位于吉林省的中东部山地丘陵区^[2], 因此研究该区森林动态变化对了解其生态环境变化有重要的意义。

利用 RS 作为数据源, GIS 为空间数据分析处理与显示手段进行森林动态研究的成功事例很多, Green 等利用遥感数据估计马达加斯加东部雨林的面积, 监测了其在 1950 年~1985 年间的森林砍伐速率, 分析了森林砍伐与地形坡度、人口密度的关系^[3]。Skole 等利用 TM 和 MSS 数据分析了 1978 年~1988 年间整个巴西 Amazon 地区的热带森林砍伐情况, 并估计了森林的破碎化和边缘效应^[4]。在我国, 无论是“三北”防护林, 还是人迹罕至的西藏自治区森林资源调查都是用遥感技术完成的^[5]。GIS 的应用也在不断扩展, 可方便的在空间属性数据基础上建立生长、预测、经营、决策等专业模式, 并通过与 RS 的结合做出了许多区域性的森林资源、土地资源的动态化监测^[6]。

1 研究区概况

本文所指的吉林中东部地区包括大黑山以东广大中低山与丘陵地区, 面积为 $10.93 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其地理坐标为 $40^\circ 51' 48'' \sim 44^\circ 38' 24'' \text{ N}$, $124^\circ 52' 48'' \sim 131^\circ 18' 48'' \text{ E}$ 。地势东高西低, 基本上由两个地貌单元构成。第一部分为张广才岭和龙岗山脉以东的广大长白中低山区, 总面积 $7.1 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约占全省的 38%, 山地的海拔高度一般在 800m~1100m 之间, 区域内溪流众多, 河谷狭窄, 山脉常与河谷盆地相间分布, 在行政区划上包括延边朝鲜族自治州和白山市的全部、通化地区的大部, 以及吉林市的少数县份。第二部分为张广才岭—龙岗山脉以西直至大黑山以东的广大长白低山丘陵区, 绝对海拔在 400m~1000m, 相对海拔在 200m~800m 左右, 整个研究区气候类型为温带湿润大陆性季风气候, 降水量由东部山区的 900mm~700mm 降低到中部低山丘陵区的 700mm~650mm, 而日照和积温则由东向西呈递增趋势。森林种类组成属于长白植物区系, 东部以针阔混交林为主, 而中部的低山丘陵区则主要生长着天然次生林, 且以次生中、幼龄林占优势, 正属于抚育阶段, 人工林的面积较大, 是吉林省的用材林的后备基地, 本区的平均森林覆盖率在 64% 以上^[2]。

收稿日期: 2004-03-23; 修订日期: 2004-07-10

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目“东北地区农业水土资源优化调控机制与技术体系研究”(编号: kzcx1-sw-19)。

作者简介: 宋开山(1974~), 男, 吉林靖宇人, 博士生, 主要从事遥感机理与应用研究。

2 信息获取与研究方法

2.1 信息源与数据处理平台

本文所选用的数据源为 1980 年的 LANDSAT-MSS 与 1995 年、2000 年的 TM 遥感影像的解译数据。采用的数据处理平台包括 Erdas、Arcview3.2、Arc/info8.2 以及 Excel2000。

2.2 工作流程与方法

工作流程如图 1 所示,在 Arc/info 支持下,以 Fishnet 命令生成六度带 1:10 万地形图边框和 1:10 万地形图方里网,二者经投影套合;把地形图对照 1:10 万地形图格网进行纠正(每幅地形图选取 72 个控制点,纠正后的地形图误差控制在 10m 以内),把 1995 年遥感影像对照地形图进行纠正,并以 1:10 万地形图边框对影像进行裁剪;再把 1980 年的 MSS 影像、2000 年的 TM 影像对照 1995 年影像进行纠正,并把 1980 年 MSS 影像以 30m 空间分辨率重采样(在 1:10 万地形图边框大小范围内大约采集 30 个控制点,位置精度控制在半个像元内)。在 Arcview 环境下,按 1997 年试行的国家级基本资源遥感动态信息系统本底数据库建设技术规程的土地资源分类系统及相应的解译标志将三期遥感影像逐一解译(判读时,面状地类大于 6×6 个像元;判读精度:耕地定性

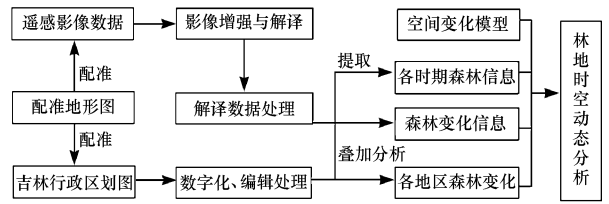


图 1 工作流程

Fig. 1 Flowchart of this study

准确率> 98%,其它地类> 95%),并在 Arc/info8.2 环境下进行修改、编辑,得到 3 个时期土地利用空间数据库。三期土地利用分布图采用相同的分类系统和编码体系,并以 1995 年林地分布图为主控图层,进行坐标转换和投影转换,使得数据有相同的数学基础。然后利用 Arc/info8.2 的空间分析功能,进行叠加处理,把叠加结果在 Arcview 环境下进行信息提取,得到吉林中东部林地动态变化结果(图 2)。

在本文中为了研究方便,根据土地的利用方式,只将耕地、林地、草地、城乡居住建设用地等 4 个一级类型的信息加以提取。对林地又进行了二级分类,具体为有林地、灌木林、疏林地、其它林地;在下文中林地特指有林地(指郁闭度大于 30%的天然林和人工林),把剩余的灌木林、疏林地、其它林地三种二级林地类型都归为其它林地。

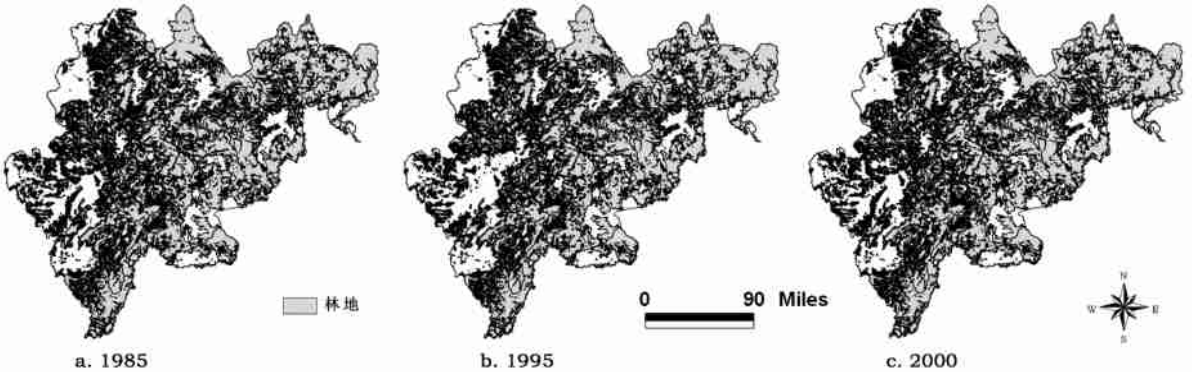


图 2 1980 年、1995 年、2000 年吉林中东部林地分布示意

Fig. 2 Distribution of woodland in the mountainous areas of mid-east of Jilin province in 1980 1995, 2000

3 吉林中东部山地、丘陵区林地的动态变化

3.1 吉林中东部林地变化的幅度

区域土地利用变化包括土地利用类型的面积、空间和质量变化。通过分析土地利用类型的总量变化,可了解土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化。利用上述资料,对研究区 3 期林地空间数据分别进行统计分析得出表 1 与表 2 的结果。可以看出在 1980 年~1995 年期间林地净减少了 22.1×

10⁴hm²;有林地转为其它林地占 20.42×10⁴hm²,其中有 1.37×10⁴hm² 转化为耕地的,2 487hm² 转化为草地,621hm² 转化为居民地与建设用地。1995 年~2000 年期间林地净增加 8.79×10⁴hm²,其中有 8.97×10⁴hm² 其它林地转化为林地,4 900hm² 林地转化为耕地,2 700hm² 草地转化为林地,380hm² 居民地、建设用地转化为林地。以上结果表明在 1980 年~1995 年期间,林地减少主要原因是大量森林的采伐使得用材林地转为采伐迹地;其次是人口的增加所

导致对耕地需求量的增加是林地减少的另一个重要原因。在 1995 年~2000 年期间, 林地增加的主要原因是其它类型林地转化为林地, 这主要是因为国家林业局出台了新政策而减少了对森林的采伐、垦殖, 加强对森林保护力度的结果^[7]; 同时随着生态省建设步伐的推进, 控制垦林开荒也在这一过程中起着重要作用^[8]。

表 1 1980 年~1995 年吉林中东部林地与其它土地利用类型之间的转化

Table 1 Conversion between woodland and other land use during 1980~1995 ($\times 10^4 \text{hm}^2, \%$)

有林地转为其它土地利用类型			其它土地利用类型转为有林地		
转化类型	面积	转化比	面积	转化比	转化差值
其它林地	23.65	74.90	3.23	34.1	20.42
耕地	6.25	19.8	4.88	51.4	1.37
草地	1.59	5.0	1.34	14.1	0.25
居民、工矿地	0.10	0.3	0.04	0.4	0.06
总计	31.58	100	9.48	100	22.10

表 2 1995 年~2000 年吉林中东部林地与其它土地利用类型之间的转化

Table 2 Conversion between woodland and other land use during 1995~2000 ($\times 10^4 \text{hm}^2, \%$)

有林地转为其它土地利用类型			其它土地利用类型转为有林地		
转化类型	面积	转化比	面积	转化比	转化差值
其它林地	1.14	13.30	10.11	58.45	-8.97
耕地	6.10	71.77	5.61	32.45	0.49
草地	1.22	14.23	1.48	8.58	-0.27
居民、工矿地	0.05	0.60	0.09	0.52	-0.04
总计	8.51	100	17.29	100	-8.79

3.2 林地的变化速度

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度, 它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用^[9]。单一土地利用类型动态度可表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况, 公式表达为:

$$K = \frac{Ub - Ua}{Ua} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: Ua 、 Ub 分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长, 当 T 设定为年时, K 为研究时段内某一土地利用类型的年变化率。

根据公式(1)计算出吉林中东部山地丘陵区森林的年变化率(表 3)。结果说明, 吉林省中东部在 1980 年~1995 年期间林地在不断减少, 而在 1995 年~2000 年期间林地呈上升趋势, 但在两个时间段内林地的年转化率都较小, 但实际森林转化面积较大(由于森林作为该区的景观的基底, 占整个吉林中东部地区的总面积大, 所以年变化率相对较小)。

表 3 吉林省中东部林地年变化率

Table 3 Change ratio of woodland in mid-east of Jilin province ($\times 10^4 \text{hm}^2, \%$)

	1980	1995	15 年变 化面积	年变 化率	1995	2000	5 年变 化面积	年变 化率
林地	708.06	685.54	-22.53	-0.21	685.54	694.02	8.49	0.24

3.3 林地数量变化的区域差异

引入单一土地利用类型相对变化率来反映土地利用数量变化的区域差异, 区域某一特定土地利用类型相对变化率可表示为:

$$R = \frac{|Kb - Ka| \times Ca}{Ka \times |Cb - Ca|} \quad (2)$$

式中: Ka 、 Kb 分别为区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积; Ca 、 Cb 分别代表全研究区某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积。

根据公式(2), 计算了吉林中东部山地丘陵区吉林、延吉、白山、通化、辽源等各地级市的林地相对变化率(表 4)。结果显示林地数量变化存在明显的区域差异, 其中吉林市、通化市在整个研究期内林地变化较大, 相对变化率达到 1.85、3.26(1980 年~1995 年)和 4.33、9.56(1995 年~2000 年)。延吉市、白山市及辽源市的林地相对变化率较小且比较稳定。表 4 中林地相对变化率大于 1 的区域, 其林地变化幅度大于全区林地的变化率, 反之则小于全区林地的变化率。表 4 的结果与当地的人口密度、经济增长速度都有着密切的关系, 吉林市与通化市的大部分地区人口密度在 100 人~150 人之间, 对林地的影响较大, 而延吉市、白山市的绝大部分地区人口密度在 50 人以下, 因此对林地的影响相对较小; 另外吉林市、通化市的林地覆盖率相对较小也是其林地相对变化率大的一个不可忽视的原因。辽源地区人口密度较大, 但该地区没有大型国营林场, 一直以来木材的输出小, 因此林地的相对变化率较为平稳^[2]。

表4 吉林省中东部各市区林地相对变化率

Table 4 Relative change ratio of woodland in different regions of mid-east of Jilin province (%)

林地变化时间段	吉林市	延吉市	白山市	通化市	辽源市
1980年~1995年	1.85	0.24	0.48	3.26	0.26
1995年~2000年	4.33	0.40	0.34	9.56	1.58

3.4 吉林中东部林地空间变化分析

土地利用的空间变化,可以用土地资源分布重心变化情况来反映。同理,可以用林地分布重心变化来研究林地的空间变化。其方法是分别求出三期林地分布图中单个林地斑块的重心坐标(经纬度),然后乘以各林地斑块的面积,最后把乘积加后除以同期所有林地斑块的面积总和,可用公式表示为:

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^N (C_{ii} \times X_i)}{\sum_{i=1}^N C_i} \quad (3)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^N (C_{ii} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^N C_i}$$

式中: X_t , Y_t 分别表示第 t 年林地分布重心的经纬度坐标; C_i 表示第 t 年第 i 个林地斑块的面积; X_i , Y_i 分别表示第 i 个林地斑块重心的经纬度坐标。将三期林地斑块 Coverage 在 Arc/info 中以 Addxy 命令为每个斑块加上 x 、 y 坐标值,并以 Centroidlabels 命令将其转化为斑块重心的坐标,然后将 Coverage 转成地理坐标,根据公式(3),计算出1980年、1995年、2000年林地的分布重心坐标分别为 42.88N, 127.90E、42.92N, 127.96E、42.89N, 127.93E。1980年~1995年期间林地的分布重心向东北偏移了 6.19km,而在1995年~2000年期间林地的分布重心则向西南偏移了 4.47km,1980年与2000年的林地重心的距离为 2.45km(图3)。通过林地重心的偏移说明1980年~1995年期间,林地的重点变化区域在整个研究区的西南方向,通过对照前两期林地地图,发现林地的重点变化区恰好在通化与吉林市的西南部地区,这与两个地区的经济与人口的大幅度增长呈正相关关系^[10]。而在1995年~2000年期间,林地的分布重心又向西南偏移,主要是由于研究区的西南部大量的采伐迹地、次生林不断成长转化为有林地的结果。

3.5 吉林中东部林地斑块的破碎化分析

景观变化是景观各要素内部矛盾与外部作用力相互作用的结果,是景观从一种状态到另一种状态的转变过程。因而从某种角度上来说,我们所看到任何一种景观都是景观自身变化过程之中的一

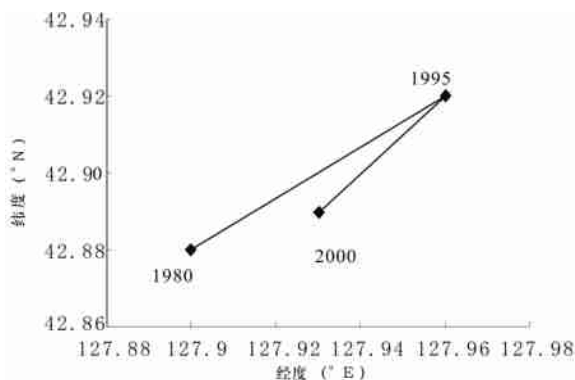


图3 吉林省中东部20年来林地的空间变化

Fig. 3 Spatial change of woodland in mid-east of Jilin province in the last two decades

个片段^[11]。景观的这种动态过程决定于景观的内部结构和作用于景观之上的各种外力,研究景观的变化就是要研究景观在时间和空间上结构的变化和趋势^[12]。

如图4所示,在1980年~1995年期间,吉林省中东部的林地面积呈减少趋势,斑块数则呈现上升趋势,在15年间增加了69块,平均每年增加4.6块。而在1995年~2000年期间林地面积呈增加趋势,斑块数则呈递减趋势,5年间共减少了36块,平均每年减少7.2块。从斑块密度上看1980年为0.028个/km²,到了1995年上升为0.030个/km²,而在1995年~2000年期间又有所下降,2000年为0.029个/km²。从斑块边界密度上看,1980年为1407.497m/km²,1995年上升为1483.661m/km²,而到了2000年又下降为1422.971m/km²。以上结果表明1980年~1995年期间,林地的趋于破碎化,而1995年~2000年期间林地的破碎化程度开始发生逆转。

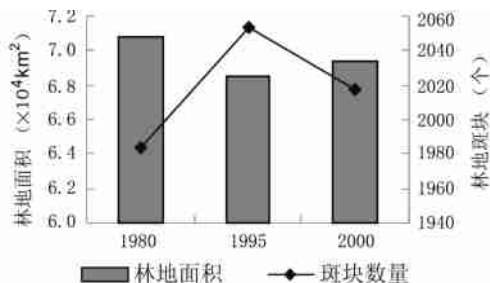


图4 吉林省中东部20年来林地动态变化

Fig. 4 Dynamic change of woodland in mid-east of Jilin province in the last two decades.

4 结语

森林作为最重要的陆地生态系统,一直都遭到了严重的破坏,如何监测森林的动态变化及分析其产生的后果是生态环境工作者要回答的问题,本研

究表明:

(1) 吉林省中东部地区林地面积在 1980 年 ~ 1995 年期间, 呈递减趋势, 主要是由于在此期间吉林中东部地区林场大量采伐, 使许多成材林转为灌木林和疏林; 其次是由于该区人口不断增长, 致使人地之间的矛盾更加突出, 为了缓解这种矛盾不断毁林开荒的结果; 在 1995 年 ~ 2000 年期间林地面积有所增加的主要原因是由于国家新的林业政策不断出台, 加大对森林保护力度的结果, 尤其是森林分类经营可谓是我国林业经营体制改革的重大举措, 对实施我国天然林保护工程是一项重要政策, 因而在此期间有大量的疏林地和灌木林地转变为有林地; 但耕地、草地与有林地的转化差并不大。

(2) 通过对林地数量变化的区域差异分析表明, 在 1980 年 ~ 2000 年这 20 年间林地变化存在明显的地区间差异, 通化与吉林地区的森林面积变化较大; 白山、延边、辽源地区的变化较小, 这与地区间经济、人口增长的不均衡以及原有林地基础有密切关系, 吉林省中东部林地重心的空间变化进一步支持了这一结论。

(3) 从景观生态学角度得出的结论与土地利用变化模型所得出的较一致, 即在 1980 年 ~ 1995 年期间, 林地面积减少, 斑块数增加; 而 1995 年 ~ 2000 年期间变化趋势正好相反。就整体而言, 吉林省中东部林地景观变化不大, 但林地的质量动态变化问题有待进一步深入研究。

参考文献 (References):

[1] 蒋有绪. 国际森林可持续经营问题的进展[J]. 资源科学, 2000, 22 (6): 77 ~ 82. [JIANG You-xu. On the progress of sustainable forest management problem in the world[J]. *Resources Science*, 2000, 22(6): 77~82.]

[2] 李振泉, 李桢, 王本琳, 等. 吉林省地理[M]. 长春: 吉林文史出版社, 1991. 204 ~ 229. [LI Zhen-quan, LI Zhen, WANG Ben-lin, et al. *Geography of Jilin Province*[M]. Changchun: Jilin Culture and History Press, 1991. 204~229.]

[3] green GM, Sussman RW. Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from remote sensing satellite images [J].

Science, 1990, 248 (2): 212 ~ 215.

- [4] Skole, Dard Tucker C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988[J]. *Science*, 1993, 260, (16): 1 950~ 1 910.
- [5] 肖胜, 潘辉, 卢介龙. “3S” 一体化技术及其在林业上的应用研究[J]. 福建林业科技, 1999, 26 (2): 101 ~ 105. [XIAO Sheng, PAN Hui, LU Jie-long. The integration of “3S” technology and its application in forestry[J]. *Journal of Fujian Forestry Science & Technology*, 1999, 26(2): 101~105.]
- [6] 周勇, 贺纪正, 汪善勤. 论土地资源持续利用与“3S”系统的动态调控[J]. 世界科技研究与发展, 1999, 2 (1): 64 ~ 68. [ZHOU Yong, HE Ji-zheng, WANG Shan-qin. Sustainable use of land resources and dynamic regulation of “3S” system[J]. *World Technology and Progress*, 1999, 2(1): 64~68.]
- [7] 蔡体久, 孔繁斌, 蒋东涛, 等. 中国森林分类经营现状、问题及对策[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31 (4): 42 ~ 44. [CAI Ti-jiu, KONG Fan-bin, JIANG Dong-tao, et al. Present situation, problem and countermeasure of forest classified management in China [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2003, 31(4): 42 ~ 44.]
- [8] 杨利民, 刘洪章, 李建东. 关于吉林省可持续生态农业发展战略的思考[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22 (专辑): 57 ~ 62. [YANG Li-min, LIU Hong-zhang, LI Jian-dong. Consideration on the development strategies of sustainable ecological agriculture in Jilin Province[J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2000, 22 (Special Part): 57~62.]
- [9] 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. [WANG Xiu-lan, BAO Yu-hai. Discussion on methods of land use dynamic change research[J]. *Progress in Geography*, 1999, 18(1): 81~87.]
- [10] 吉林省统计局编. 吉林年鉴 (1980、1986、1990、1995、1998、2000) [M]. 长春: 吉林年鉴出版社, 1980、1986、1990、1995、1998、2000. [Statistics Bureau of Jilin Province. *Jilin Annual Book* (1980, 1986, 1990, 1995, 1998, 2000) [M]. Changchun: Jilin Annual Book Press, 1980, 1986, 1990, 1995, 1998, 2000.]
- [11] 王宪礼, 胡远满, 布仁仓. 辽河三角洲湿地的景观变化分析 [J]. 地理科学, 1996, 16 (3): 260 ~ 265. [WANG Xian-li, HU Yuan-man, BU Ren-cang. Analysis of wetland landscape changes in the Liaohé Delta [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1996, 16(3): 260 ~ 265.]
- [12] Olsen ER, Ramsey RD. A modified fractal dimension as a measure of landscape diversity [J]. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1993, 53 (10): 1 517 ~ 1 520.

Dynamic Changes of Forest in Mid-east Jilin Province in the Past 20 Years.

SONG Kai-shan^{1,2}, ZHANG Bai¹, DUAN Hong-tao^{1,2}, ZHANG Shu-qing¹

(1. *Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China;*

2. *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*)

Abstract: Based on RS and GIS technology, data of Landsat-MSS in 1980 and Landsat-TM in 1990 and 2000 were acquired. All those data were registered by topographic map, and then interpreted interactively on ERDAS environment. Spatial database of study area were established. Finally, the spatial and temporal change of woodland area in mountainous mid-east part of Jilin province was analyzed quantitatively or semi-quantitatively in the past two decades. Dynamic change model of land-use and landscape indices were applied in the process of analyzing the spatial and temporal change of woodland in study area. The results showed that: 1) During the year 1980~1995, the area of woodland reduced $22.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$, while the number of patches increased 69 during 15 years, and the average increasing ratio was 4.6 patches per year; but during the year of 1995~2000, all the corresponding indices showed a reverse trend; 2) There was obvious regional difference for the woodland dynamic change, result from either relative change ratio of land-use or centrobatic change of forest showed that: the area of woodland changed a lot in Tonghua and Jilin region, while it changed quite little in Baishan and Yanbian region, which were the result of imbalance between economic growth and population increase in those districts, however, the areal imbalance of primary forest in those districts should not be neglected. By analysis those spatial data, it can be deduced that limber production and reclamation was the main reason for woodland decrease in 1980~1995, and new policy for forestry protection was the reason for woodland increase during the year of 1995~2000. The paper also addressed that there are drawbacks for data source and interpreters for obtaining accurate information for study the dynamics of forest in the study area, and quantitative models for analyzing forest dynamics may not be the most proper ones.

Key words: Woodland; Dynamic change; Landscape fragmentation