

基于 TM 影像的延吉市土地利用动态变化研究

金石柱, 刘志锋

(延边大学理学院地理系, 吉林 延吉 133002)

摘要:以 1991 年、2001 年与 2006 年的 Landsat TM/ETM+ 影像为数据源, 利用几何校正、监督分类、动态变化分析等遥感技术对延吉市 1991~2006 年的土地利用动态变化情况进行了统计和分析。研究结果表明, 延吉市的居民用地面积显著增加, 而农田和草地的面积却大面积减少, 由此引发的粮食和环境问题将严重影响延吉市居民的日常生活和自然生态环境。研究结果可为延吉市的可持续发展和有效管理提供理论基础和依据。

关 键 词:延吉市; 遥感; 土地利用; TM/ETM+ 影像

中图分类号: F291 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2011)10-1249-05

土地资源是人类赖以生存和发展的最基本自然资源, 人类对土地资源的开发与利用以及由此引起的土地覆盖变化被认为是全球环境变化的重要组成部分和主要原因, 土地利用变化研究已成为目前全球变化研究的热点之一^[1-2]。但是传统的土地变化监测方法需要消耗大量的人力、物力, 并且要通过较长的时间才能完成, 这远远满足不了当今信息化时代对快速变化的土地利用进行有效的统计与分析的要求, 采用新的技术手段对土地资源的变化进行动态监测已成为迫切需要。而遥感以其快速、准确、周期短等特点在大中尺度土地利用变化监测中具有传统方法所无法比拟的优势, 目前已经得到了广泛的应用^[3-9]。

本文以延吉市为研究区, 以 Landsat TM/ETM+ 卫星影像为数据源, 运用遥感技术手段, 分别提取了 1991 年、2001 年和 2006 年的延吉市土地利用信息, 并对延吉市 15a 间的土地利用变化状况进行了比较和分析。该研究可为延吉市今后的可持续发展、生态环境保护、城市化发展提供准确的基础信息。

1 研究区概况

延吉市地处吉林省东部, 长白山脉北麓, 是延边朝鲜族自治州的首府。其地理位置为 42°50'N, 129°01'E。属北亚近海型中温带半湿润气候区, 四季分明。春季干燥多风, 夏季温热多雨, 秋季温和

凉爽, 冬季寒冷且漫长, 具有明显的大陆性季风气候的特点。年平均气温 5.3℃, 极端最低气温为 -32.7℃。全年无霜期约 163 d, 年平均降水量 550 mm 左右, 年平均日照时数 2 229.6 h, 年结冰日平均达 187 d。延吉市主要河流有布尔哈通河和延吉河。延吉境内东、南、北三面环山, 西部开阔, 中部平坦, 呈马蹄状盆地, 构成了山间河谷平原。地势北高南低, 北部地形为山地状起伏, 平均海拔高度为 150 m^[10]。

2006 年延吉市总人口 42.04 万人, 其中朝鲜族人口 24.26 万人, 非农业人口 37.44 万人。改革开放以来延吉市经济得到快速发展, 2002 年进入全国百强县, 是吉林省唯一进入百强县的城市。2006 年, 延吉市生产总值达 86 亿元, 按可比价格计算, 2002~2006 年年均增长 11.5%。全年城镇居民人均可支配收入达 1 万元, 位居吉林省前列^[10]。

1 数据源及研究方法

1.1 数据源

本研究所采用的数据源包括: 1991 年 8 月 28 日和 2006 年 9 月 22 日延吉市 Landsat-5 TM 卫星影像、2001 年 8 月 31 日 Landsat-7 ETM+ 卫星影像以及延吉市 1:5 万地形图资料。其中卫星影像的轨道号均为 115/30, 分辨率为 30 m×30 m, 共包括 6 个波段。原始影像为 185 km×185 km, 覆盖范围远远大于研究区范围, 所以在影像处理过程

中,对影像进行了裁剪以获取研究区影像资料。获得的研究区内影像无云层覆盖,质量良好。同时,本研究所采用的遥感处理软件为 ENVI4.2。

1.2 数据处理

在对卫星影像的处理过程中,首先利用已经完成数字化的 1:5 万地形图资料对 1991 年的 TM 影像进行地图到图像的几何配准,然后再通过利用配准后的 1991 年影像分别对 2001 年和 2006 年的 ETM+ 影像进行图像到图像的几何配准,并在 3 幅影像中裁剪出研究区范围。完成影像几何校后,通过参考相关文献资料^[11,12]和实地考察结果,将延

吉市土地利用类型划分为 10 类:居民地、水田、旱地、菜地、果园、阔叶林、针叶林、草地、未利用地以及水体。分别对 3 幅影像进行感兴趣区选取与基于最大似然法的监督分类处理,通过反复检验分类结果,最终得出研究区 1991 年、2001 年与 2006 年的土地利用状况并绘制成图。由监督分类得出的分类结果影像中一般会出现很多孤立的狭小像元,这些像元大多数是由于分类过程中误差造成的,为了去除这些孤立像元,采用分类后处理中的聚合和过筛处理,最终消除了大部分孤立像元,使得分类结果影像更加准确和平滑(图 1)。

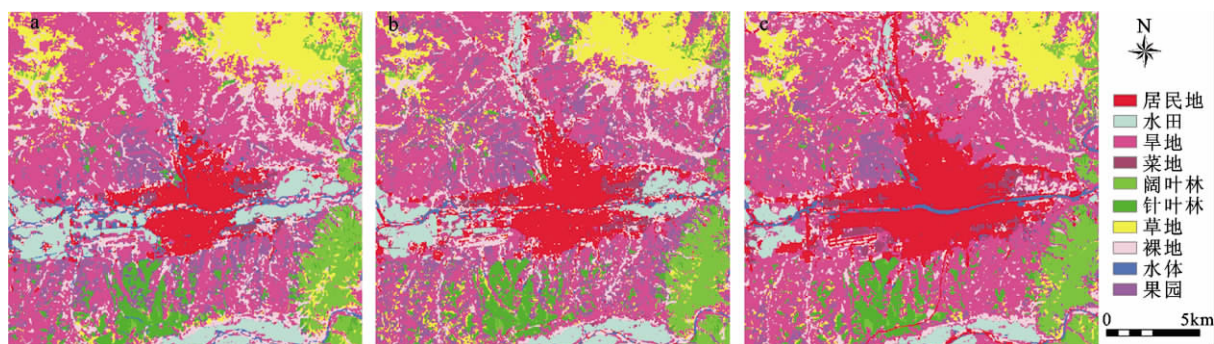


图 1 延吉市 1991 年(a)、2001 年(b)和 2006 年(c)土地利用情况

Fig. 1 The land use of Yanji City in 1991(a), 2001(b) and 2006(c)

为了检验影像的监督分类精度,对分类结果影像进行了信息统计与基于感兴趣区的混淆矩阵计算,通过计算得出 1991 年、2001 年和 2006 年影像分类结果的总体精度分别为 99.59%、95.56%、98.70%。Kappa 系数分别为 0.99、0.99、0.98。从 3 幅分类结果影像的总体精度和 Kappa 系数值可以看出影像的分类精度较高,基本上真实地反映了研究区的土地利用状况,可以为后续的分析研究提供了可靠的理论依据。

2 延吉市土地利用动态变化分析

2.1 延吉市土地利用变化分析

本研究以上述 3 个年份的土地利用分类图为基础,利用 ENVI4.2 中的变化统计工具对延吉市 15a 来的土地利用状况进行了动态变化计算,分别得出该地区 1991~2001 年、2001~2006 年的土地利用转移矩阵(表 1、表 2、图 2)。为了便于统计,在计算过程中把部分相似的类型进行合并,共得到 6 个大类,即居民地、农用地、林地、草地、未利用地和水体。其中农用地包括旱田、水田、菜地及果

园,林地包括阔叶林和针叶林地。

从表 1 可知,1991 年到 2001 年间居民用地从 2 637.36 hm^2 增加到 3 510.00 hm^2 ,共增加 872.64 hm^2 ,在所有土地利用类型中面积变化量最大。其次是农用地,由 18 727.47 hm^2 增加到 19 579.14 hm^2 ,共增加 851.67 hm^2 。面积变化幅度最大的是水体,由 1 012.23 hm^2 减少到 300.42 hm^2 ,共减少了 711.81 hm^2 ,变化幅度达 70.32%。

从表 2 中可知,2001 年到 2006 年间居民用地从 3 510.00 hm^2 增加到 5 405.67 hm^2 ,共增加 1 895.67 hm^2 ,在所有的土地利用类型中面积变化量最大。其次是农用地,由 19 579.14 hm^2 减少到 17 974.44 hm^2 ,共减少 1 604.70 hm^2 。面积变化幅度最大的是水体,由 300.42 hm^2 增加到 490.86 hm^2 ,共增加 190.44 hm^2 ,变化幅度达 63.39%。

从图 2 中可以明显看出各土地类型的动态变化过程,其中居民地不断上升,而其他土地类型均存在不同程度的减少。与上述土地利用转移矩阵的数据相结合可知,延吉市 1991~2006 年间土地变化过程主要表现在居民地的持续增加,延吉市

表 1 1991 ~ 2001 年延吉市土地利用转移矩阵(hm²)

Table 1 Land use conversion matrix of Yanji City in 1991 - 2001 (hm²)

	居民地 (1991 年)	农用地 (1991 年)	林地 (1991 年)	草地 (1991 年)	未利用地 (1991 年)	水体 (1991 年)	总面积 (1991 年)
居民地(2001 年)	2 260.71	520.56	16.47	1.62	452.07	258.57	3 510.00
农用地(2001 年)	147.51	15 598.98	654.3	896.49	1 887.30	394.56	19 579.14
林地(2001 年)	1.08	548.73	2 956.95	223.56	53.55	26.01	3 809.88
草地(2001 年)	0.27	478.62	184.68	2 069.82	285.30	2.70	3 021.39
未利用地(2001 年)	194.31	1522.80	64.62	279.09	1 976.94	199.89	4 237.65
水体(2001 年)	33.48	57.78	3.33	0.63	74.70	130.50	300.42
总面积	2 637.36	18 727.47	3 880.35	3 471.21	4 729.86	1 012.23	34 458.48
变化面积	872.64	851.67	-70.47	-449.82	-492.21	-711.81	
面积变化度(%)	33.09	4.54	-1.82	-12.96	-10.41	-70.32	

表 2 2001 ~ 2006 年延吉市土地利用转移矩阵(hm²)

Table 2 Land use conversion matrix of Yanji City in 2001 - 2006 (hm²)

	居民地 (2001 年)	农用地 (2001 年)	林地 (2001 年)	草地 (2001 年)	未利用地 (2001 年)	水体 (2001 年)	总面积 (2001 年)
居民地(2006 年)	3 190.32	1 081.35	10.44	4.59	1 039.32	79.65	5 405.67
农用地(2006 年)	126.54	15 340.05	537.39	654.75	1 294.47	21.24	17 974.44
林地(2006 年)	2.34	563.49	3 107.16	92.88	16.65	2.79	3 785.31
草地(2006 年)	0.09	429.39	123.12	2 056.68	361.62	0.18	2 971.08
未利用地(2006 年)	46.53	2 083.41	15.75	212.22	1 463.04	10.17	3 831.12
水体(2006 年)	144.18	81.45	16.02	0.27	62.55	186.39	490.86
总面积(2006 年)	3 510.00	19 579.14	3 809.88	3 021.39	4 237.65	300.42	34 458.48
变化面积	1 895.67	-1 604.70	-24.57	-50.31	-406.53	190.44	
面积变化度(%)	54.01	-8.20	-0.65	-1.67	-9.59	63.39	

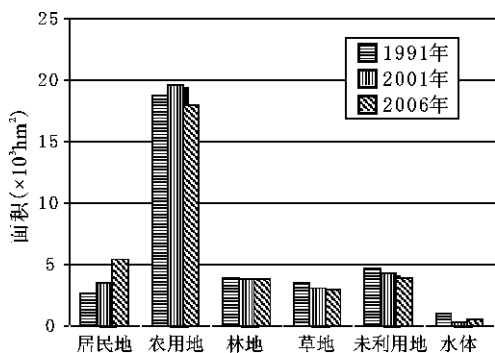


图 2 1991 ~ 2006 年延吉市土地利用动态变化

Fig. 2 The land use changes in Yanji City in 1991 - 2006

1991 ~ 2001 年间居民地共增加 872.64 hm²,而 2001 ~ 2006 年间居民地又增加 1 895.67 hm²,是 1991 至 2001 年增加量的 2 倍以上,这说明延吉市的城市化进程不断加快,并且研究延吉市土地利用变化的关键在于研究其居民地的变化情况。

2.2 居民地空间转移格局统计分析

为了更为细致地对各土地类型变化进行研究,尤其是对居民地的变化过程进行研究,本文对不同时期的居民地空间转移格局进行了计算并绘制成

图(图 3)。

从图 3 中可知:农用地和未利用地转为居民地的面积最大,农用地成片转移为主,未利用地和水体沿着交通干线和河流点状和线状转移为主。具体包括,所减少的耕地成片地分布在延吉市东部的开发区一带和西部金达莱广场周围。点状减少的耕地主要沿着城市外围交通通道分布,主要向东、西、北方向拓展;所减少的未利用地点状地分布在城市外围交通通道周围,向东、西、南、北方向拓展,市内也有不少分布,主要沿着布尔哈通河两岸分布;林地和草地的转移变化非常少;所减少的水体主要分布在布尔哈通河和延吉河两岸;所增加的居民地主要分布在上述耕地和未利用地减少的地区,主要向东、西、北方向拓展。这与受盆地地形影响和同延吉市城市发展向西、向北扩展战略和“一山、两河、三城、六区、百巷”城市规划中加大力量建设东部开发区、西部新区、北部新区的战略相对应。

为了更深入地了解土地利用动态变化的原因及其特征,本文参考各类相关文献^[13~17],对其土地利用动态变化驱动力进行了进一步的探讨。

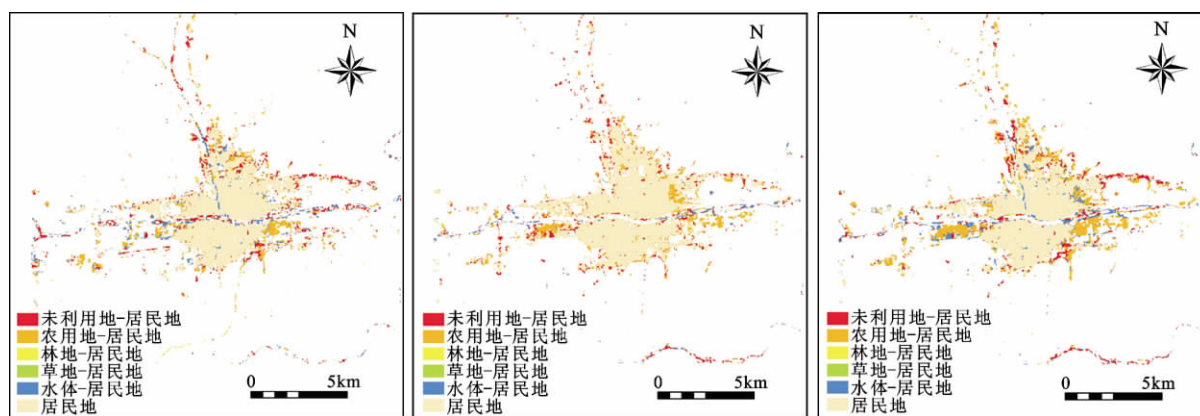


图3 延吉市 1991~2001 年(a) 2001~2006 年(b) ,1991~2006(c) 年居民地空间转移格局

Fig.3 Spatial variation of residential land of Yanji City in period of 1991-2001(a) ,2001-2006(b) and 1991-2006(c)

2.3 土地利用动态变化驱动因素

延吉市居民用地的面积得到了显著的增加,这主要是由于在中国近年来城市化进展不断加快的背景下,延吉市的人口由 1991 年的 29.4 万人增长到 2006 年的 42.0 万人^[10],周围农村的居民不断进入城市,随之城区的面积也不断扩大,同时大量的资金注入到与城市发展相关的各行各业,致使延吉市居民用地面积增加速度不断加快。

延吉市居民用地面积增加的同时,农用地相应的有所减少,其中主要表现在水田面积的减少,其主要原因是延吉市区大部分建筑物主要是沿着布尔哈通河呈东西走向布局,1991~2006 年城市的扩展也主要是沿东西走向,在城区不断扩大的同时,布尔哈通河两岸的大面积水田被人为开发成了居民用地。同时由于城市建设的需要,延吉市周边建筑施工地面积不断增加,导致未利用地面积的增加。

伴随着城市化进程的加快和气候的变化,延吉市周边的生态环境遭到了一定的破坏,这主要表现在延吉市周围的草地大面积减少、以河流为主的水体面积也稍有减少。同时,值得一提的是延吉市周围的林地面积却得到了一定增加,这主要是由于延吉市南部帽儿山国家级森林公园建立后,政府采取相应的环境保护措施和育林工程,使该地区的森林覆盖面积得到明显的增加。

3 结 论

1) 在土地利用变化方面,延吉市 1991~2006 年土地利用发生了较大变化:居民地增加了 2 768 hm^2 ,增幅达 105%,平均每年增加 185 hm^2 ;未利用地减少 899 hm^2 ;农用地减少 753 hm^2 ;水体减少

521 hm^2 ;草地减少 500 hm^2 ;林地减少 95 hm^2 。

2) 土地利用空间转移方面,农用地和未利用地转为居民地的面积最大,共计 3 092 hm^2 。农用地以成片转移为主,未利用地和水体则沿着交通干线和河流点状和线状转移为主。

3) 人口的增加、城市化进程的加快为土地利用变化的主要原因。由于城市化进程所导致的农田逐渐减少、大量的草地退化、河流面积的减少,将使延吉市的粮食问题和居民生活环境问题不断加重。因此加快城市化进程的同时,应该加大环境保护力度并且重视日益增加的城市人口与耕地减少之间的矛盾。以可持续发展作为城市建设的指导思想,使城市建设与周边生态环境协调发展。

参考文献:

- [1] 史培军,宫 鹏,李晓兵,等.土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M].北京:科学出版社,1996.
- [2] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [3] 何春阳,史培军,陈 晋,等.北京地区土地利用/覆盖变化研究[J].地理研究,2001,20(6): 679~687.
- [4] 史培军,王静爱,冯文利,等.中国土地利用/覆盖变化的生态环境安全响应与调控[J].地球科学进展,2006,21(2): 111~119.
- [5] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等.1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J].地理学报,2008,63(1): 93~104.
- [6] 于兴修,杨桂山.中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J].地理科学进展,2002,21(1): 51~57.
- [7] 曹 雪,柯长青.基于 TM 影像的南京市土地利用遥感动态监测[J].武汉大学学报(信息科学版),2006,31(11): 958~961.
- [8] 张国庆,祝民强,林子瑜,等.基于 TM 影像的抚州地区土地利用/覆盖动态监测及分析[J].东华理工学院学报,2005,

- 28(4): 365 ~ 369.
- [9] 张友水, 徐财江, 李志勇. 基于 TM 影像的绍兴地区土地利用变化监测[J]. 资源科学, 2006, 28(6): 120 ~ 126.
- [10] 延边朝鲜族自治州统计局. 延吉市统计年鉴[M]. 延吉: 延边朝鲜族自治州统计局, 2007.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类[S]. GB/T 21010 - 2007, 2007.
- [12] 吉喆, 南颖, 刘志锋. 基于 RS 的延吉市农用地转换特征及其驱动力分析[J]. 延边大学学报(自然科学版), 2009, 35(4): 363 ~ 368.
- [13] 陈志钢, 保继刚. 典型风景名胜城市土地利用动态变化及其影响机制研究——以广西壮族自治区阳朔县为例[J]. 地理科学, 2010, 30(4): 544 ~ 550.
- [14] 鲁春阳, 杨庆媛, 文枫. 城市化与城市土地利用结构关系的协整检验与因果分析——以重庆市为例[J]. 地理科学, 2010, 30(4): 551 ~ 557.
- [15] 陈亨霖, 兰樟仁, 张东水. 遥感技术支持下的闽江口湿地动态变化研究[J]. 福建林业科技, 2004, 31(3): 1 ~ 5.
- [16] 刘玉安, 塔西普拉提·特依拜, 沈涛, 等. 基于“3S”技术的于田绿洲湿地动态变化研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 706 ~ 710.
- [17] 郝志敏, 齐实十, 黄勇. 基于 RS 与 GIS 技术的西吉县土地利用/覆盖变化分析[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(6): 42 ~ 47.
- [18] 牟凤云, 张增祥, 刘斌, 等. 基于 TM 影像和“北京一号”小卫星的北京市土地利用变化[J]. 遥感监测生态环境, 2007, 16(1): 94 ~ 101.
- [19] McCauley L A, Jenkins D G. GIS - based estimates of former and current digressional wetlands in an agricultural landscape[J]. Ecological Applications, 2006, 15: 1199 ~ 1208.
- [20] Rosso P H, Us tin S L, Hastings A. Use of lidar to study changes associated with Spartina invasion in San Francisco Bay marshes[J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 100: 295 ~ 306.

Dynamic Chang of Land Use in Yanji City Based on TM Images

JIN Shi-zhu, LIU Zhi-feng

(Department of Geography, College of Sciences, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002, China)

Abstract: The dynamic change of land use in Yanji City was computed and analyzed by using the geometric correction, supervised classification and change detection statistical methods based on 3 Landsat TM/ETM+ images taken in 1991, 2001 and 2006. The results showed that, the area of residential land has increased significantly. On the contrary the area of agricultural land and grassland has decreased. The grain problem and the environment problems due to the changes of the land use would seriously affect the daily life and the ecological environment of Yanji City. The result of the study could provide a theoretical basis for the effective management and sustainable development of Yanji City.

Key words: Yanji City; remote sensing; land use; TM/ETM+ images