

滇西北高原湿地地区土地利用变化特征

张强^{1,2}, 马友鑫^{*}, 刘文俊¹, 李红梅¹

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 湿地景观格局的动态变化与区域土地利用/覆盖格局的变化有着十分紧密的联系。以纳帕海、碧塔海和属都湖三块高原湿地所在的云南省香格里拉县建塘镇为例,在遥感和GIS技术的支持下,对该区域1974、1987和2000三期Landsat TM (ETM)影像进行了解译,分析了26 a间的土地利用/覆盖变化规律,并结合景观格局动态分析的方法,借助FRAGSTATS软件定量分析了该区景观格局特征及其动态变化。结果表明:该区土地利用/覆盖状况变化显著,主要土地利用/覆盖类型有林地以 $822 \text{ hm}^2/\text{a}$ 的速度在大面积减少,并主要转为灌木林地,使得后者在26 a间扩大高达17倍,变化幅度最大。建设用地和耕地的面积分别扩大了6倍和2倍,而草地和雪地面积极持续减少。相应地,该区景观格局定量分析显示,有林地的斑块密度增大而平均斑块面积减小迅速,呈破碎化趋势,灌木林地的斑块密度、平均斑块面积均增加,草地则与之相反均减小,耕地的斑块密度降低而平均斑块面积增加,在不断融合成大斑块,其余各景观单元斑块密度增大平均斑块面积减小,同时各斑块几何形状在1987年变化最剧烈,景观格局趋于复杂。

关键词: 香格里拉; 高原湿地; 土地利用; 土地覆盖; 景观格局

中图分类号: F301.24 X171.1

文献标识码: A

湿地生态系统是人类破坏最为严重的生态系统之一^[1]。随着社会经济的发展,人类活动强烈影响着湿地环境^[2],湿地景观格局的动态变化与区域土地利用/覆盖格局的变化有着十分紧密的联系^[3,4],因而土地利用/覆盖变化对湿地的影响正越来越多地引起人们的关注^[5,6]。当前湿地景观格局变化研究主要侧重于受人类活动影响较为严重的平原地区和海岸带,对受人类活动影响相对较少的高原湿地研究还处于初始阶段^[7]。

高原湿地承接和调节着高原山区的冰雪融水、地表径流和河流水量,控制着土壤侵蚀,对维持下游的水位和水量均衡起着重要作用。位于云南省香格里拉县建塘镇境内的纳帕海、碧塔海和属都湖湿地有着若尔盖高原湿地和我国北方湿地所不具备的特点,为我国湿地的独特类型^[8]。这一区域是我国长江水系上游源头的一部分,湿地面积相对较小,四周为高山包围,相互之间没有水道相通,容易受到各种

侵蚀作用的影响,其生态系统具有脆弱性和不稳定性^[9]。当地处于高海拔地区,太阳辐射强烈且年均气温较低,降水偏少,植被生长速度缓慢^[10],如果生态系统受损超过其自我修复的极限,恢复将极为困难。因此,对该区域的高山、亚高山湿地和高原湖泊实施保护具有重要的生态意义。

本研究以建塘镇为例,在ArcGIS和FRAGSTATS软件支持下,利用1974、1987和2000年三期遥感影像提取的土地利用/覆盖信息,分析了26 a间研究区的土地利用/覆盖动态和景观格局的变化情况,为探讨高原湿地景观变化的驱动因素和生态系统的退化过程打下基础,同时也为本区生态保护和社会经济的和谐发展提供科学依据。

1 研究区概况

研究区覆盖建塘镇全境,同时由于属都湖紧靠

收稿日期 (Received date): 2007-01-03; 改回日期 (Accepted): 2007-03-15.

作者简介 (Biography): 张强 (1982-), 男, 汉族, 山东滕州人, 硕士在读, 研究方向为景观生态学。Tel 0871-5155974 E-mail zhangq@xtbg.ac.cn [Zhang Qiang (1982-), male, presently a candidate for M. Sc. degree, major in landscape ecology.]

* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail May@xtbg.ac.cn Tel 0871-5163036

该镇东北边界,出于研究需要,将研究区自该湖北部以 3 400 m等高线为界向北进行了局部扩展。建塘镇所在的香格里拉县(99° 20′ ~ 100° 19′ E, 26° 52′ ~ 28° 52′ N)地处云南省西北部(图 1),青藏高原东南缘横断山脉腹地,是亚欧板块和印度板块的交接带,地质活动强烈,是以高山、亚高山为主的高山峡谷地貌,垂直气候差异鲜明。全县面积 11 613 km²,总人口 14.74 万人(2001 年)。该区属山地寒温带季风气候,主要受西南季风和南支西风的交替控制,干湿季分明,年平均降水量 618.4 mm,年均气温 5.5℃。境内地势西北高东南低,山脉南北走向,金沙江从西部入境,东南流出。土壤以寒温性气候土壤类型(暗棕壤、漂灰土和高山草甸土)为主,山地寒温性针叶林为其区域性植被类型。

2 研究方法

2.1 数据源获取及处理

本文采用的遥感数据来源于 1974 年的 MSS 影

像,1987 年的 TM 影像和 2000 年的 ETM 影像,成像时间均在每年的 12 月左右,影像完全覆盖研究区域,其他辅助分类和精度检验的图件见表 1。



图 1 研究区示意图
Fig 1 Location of study area

表 1 辅助图件
Table 1 Associated maps

名称	制图时间	图幅范围	比例尺	参考用途
地形图	1964 年	建塘镇	1: 5 万	辅助分类及精度检验
土地利用现状图	1994 年	香格里拉县	1: 15 万	辅助分类及精度检验
自然保护区边界图	1994 年	建塘镇	1: 15 万	确定湿地位置范围
行政边界图	2003 年	香格里拉县	1: 22.5 万	确定研究区边界及居民区、道路等

首先在 ERDAS MAG NG 8.7 软件下进行影像校正,采用影像对影像的校正方法,以经过配准的 2000 年 TM 影像作参考,对 1974 和 1987 年的影像进行几何精校正,将三期影像统一到横轴墨卡托投影(Transverse Mercator)下,几何校正误差控制在 1 个像元以内。在 ERDAS 软件中对影像进行监督分类(Supervised Classification),同时结合目视解译修改错误斑块的属性,分别提取建塘镇 1974、1987 和 2000 年的土地利用/覆盖信息,并删除分类结果图中面积 < 4 个像元的图斑。把 1964 年建塘镇地形图和 1994 年香格里拉县土地利用现状图扫描输入计算机,在 ArcGIS 中将其分别配准到经纬度坐标并转为 UTM 投影(Universal Transverse Mercator,通用横轴墨卡托投影)。结合野外采集的 176 个有效 GPS 控制点,以控制点信息检验 2000 年的分类图,

得到其分类精度为 86.4%; 用土地利用现状图对比 1987 年的分类图,得到其分类精度为 81.3%; 以地形图对比 1974 年的分类图,得到其分类精度为 79.6%。最后用 FRAGSTATS 3.3 分别对三期分类结果图计算,得到其景观格局指数,并从中选取有代表性的指数分析其景观格局及动态特征。

2.2 土地利用/覆盖分类系统

根据研究区植被特点、主要土地利用/覆盖方式和卫星影像分辨率,确定该区域的土地利用/覆盖分类系统(表 2),将其土地利用/覆盖状况分为七个类型:耕地,草地,建设用地,水域,林地和未利用地。由于香格里拉县境内阔叶林多与针叶林混生,纯林较少^[11],在影像分类时没有找到明显区分二者的解译标志,所以将研究区内的这两个地类合并划为林地中的有林地。部分有林地上的小树因植株较矮,

在分类时划为灌木林地。同时三个年份的影像成像时间均在 12 月左右, 季节性淹水的湿地区域这一时期多为草地。

2.3 土地利用 覆盖变化的统计分析

借助 ArcGIS 软件的空间分析功能, 建立研究区 1974、1987 和 2000 年土地利用 覆盖变化动态数据库, 计算分析不同时期各土地利用 覆盖类型的面积及相互间的转移率和贡献率。其中转移率反映变化时段前后土地利用 覆盖类型之间相互转化的情况, 而贡献率则用以反映研究末期某一地类的来源。

表 2 建塘镇土地利用 覆盖分类系统
Table 2 Land use classification system in Jiantang

名称	分类标准	主要类型	描述
耕地	已开垦土地, 无论是否有作物在生长	一般种植青稞、荞麦、蔓菁、马铃薯等	常在居民区附近和河川平坝区分布
草地	生长有一年生或多年生草本植物, 以及一些散落灌木 (郁闭度 < 10%)	高山草甸、牧场, 分布在平地区的天然草场或由人工管理的草地	常分布在高海拔森林带以上, 以及村落和耕地周围, 湖滨平坦区域
建设用地	用于城市建设及居民点和公共设施建设的土地	城镇建设用地, 居民住房, 道路、机场等	集中于香格里拉县城周围, 以及交通较为便利的乡村
水域	长期为水面所覆盖	河流、湖泊、坑塘及水库	只在湿季淹水的沼泽地带未计算在内
林地	多年生木本植物为主, 郁闭度 > 10%, 植株高度 > 0.5 m, 面积 > 0.36 hm ² (一个像元)	人工幼林地 (< 10 a), 杜鹃灌丛、高山矮化栎灌丛, 高山松和云、冷杉林及其他针阔混交林	灌丛常分布在高海拔地区或退化林地上; 区内阔叶林较少, 主要分布于河谷和低海拔山脚地带
未利用地	包括未开垦土地和雪地等其他难以利用的土地	高海拔永久性或季节性积雪带、裸土和裸岩石砾地	主要指农业和建设用地以外的土地

注: 分类系统参照 FAO 土地分类系统 (FAO 2001)^[12] 和国土资源部 2002 年发布的全国土地分类系统。

3 结果与分析

3.1 两个时期土地利用 覆盖的空间分布格局及面积变化

图 2 和图 3 为 1974 年、1987 年和 2000 年各土地利用 覆盖类型的分布格局及变化趋势。两个时期内, 研究区分布最广、占绝对优势的地类是有林地, 虽然到 2000 年面积减少了 19%, 但始终占整个研究区的 50% 以上。各个时期其他地类的分布状况又有所不同, 从 1974 年到 2000 年, 灌木林地所占比例由第五位 (1.14%) 跃居第二位 (20.42%), 草地则由原来的 15.16% 下降为 10.37%, 其余依次为雪地、耕地、建设用地和水域。

2.4 景观格局指数的选取

借助景观格局定量分析软件 FRAGSTATS, 对比了该区三个年份的景观格局特征及其动态变化, 选用指数主要为类型级别的四个指数。斑块密度、平均斑块面积用于分析斑块数量和面积的变化特征, 二者相结合在景观尺度上作为生境破碎化指数; 平均斑块内缘比和平均斑块分维数可对斑块形状复杂性进行简单度量, 斑块内缘比越大说明其边缘越复杂, 而分维数越高, 斑块的几何形状越不规则。

从各地类的面积变化对比 (见图 3) 来看, 从 1974~2000 年间, 增加明显的地类有灌木林地、建设用地和耕地, 减少的地类主要是雪地、草地和有林地。灌木林地平均增长速度为 106 hm²/a 而有林地则以高达 822 hm²/a 的速度在急剧减少; 建设用地和耕地分别增长了 6.2 倍和 1.3 倍; 雪地和草地持续减少, 共计 38.54% 的雪地和 31.55% 的草地丧失; 水域总体面积变化不大, 但天然水域在减少。

由图 2 可以看出, 水面减少明显的区域集中在纳帕海周围, 当地曾对纳帕海落水洞进行了多次清理和洞口扩张, 致使湖区难以积水, 水面不断缩小, 湖底出露成为草地^[11]。水面的增加集中在属都湖附近, 主要是当地为发展养殖业, 在湖区人工蓄水扩大了水面面积。

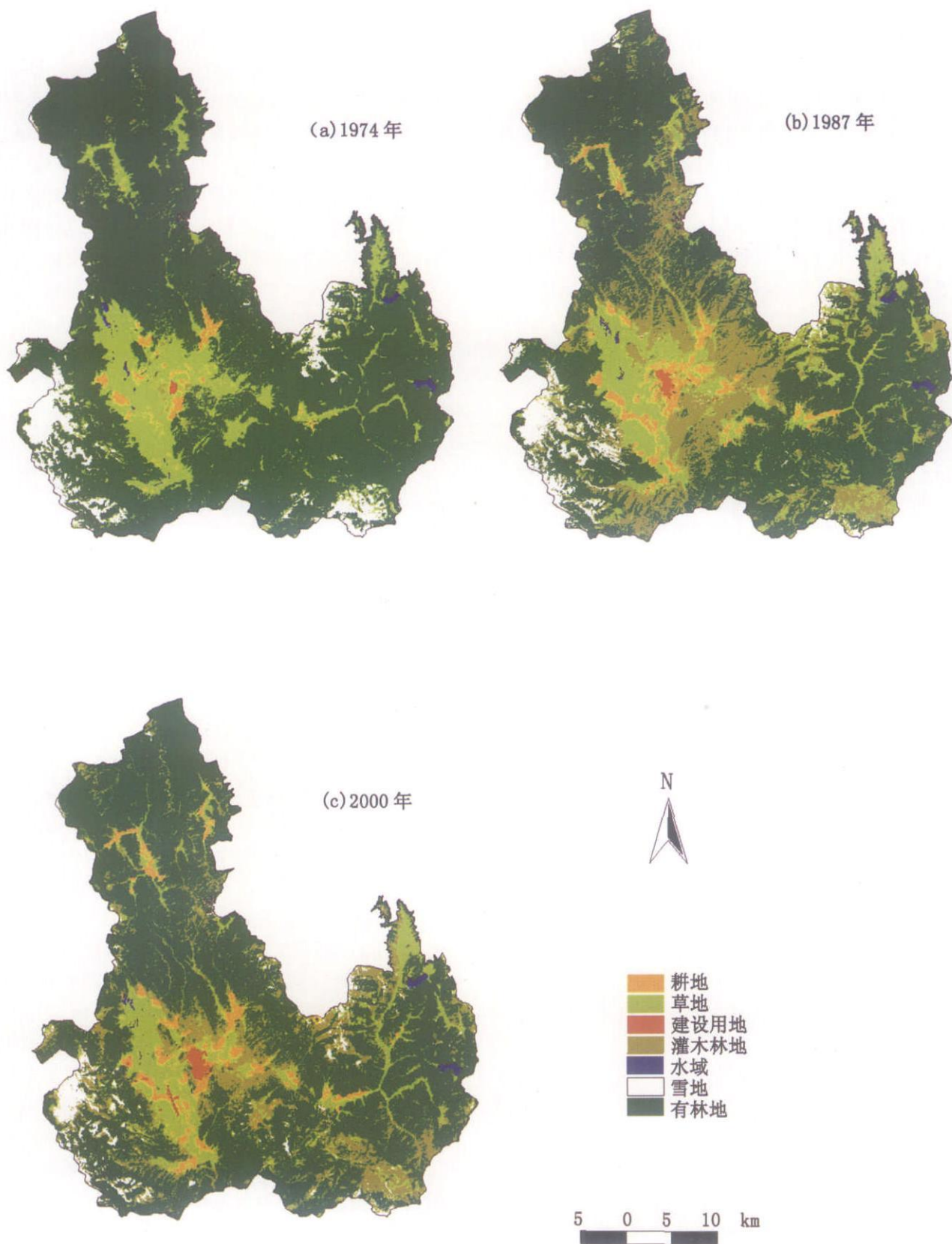


图 2 研究区土地利用 / 覆盖分类图

Fig. 2 Land use maps of study area in 1974 1987 and 2000

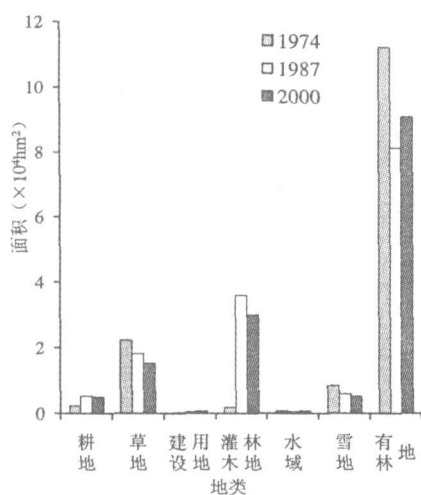


图 3 建塘镇 (1974~ 2000)土地利用 /覆盖的变化

Fig 3 Changes of land use and landcover in Jiantang from 1974 to 2000

3.2 两个时期各土地利用 /覆盖类型间的转移变化规律

图 4和图 5是两个时期各土地利用 /覆盖类型间的转移变化情况。1974~ 2000年香格里拉县建塘镇的各土地利用 /覆盖类型呈现不同的转化趋势, 总体上转移变化比较显著的地类是灌木林地、建设用地、草地和雪地等。

灌木林地面积增加显著, 其主要来源是有林地、草地及雪地 (图 4 a), 其中 1974~ 1987年间有林地对灌木林地的贡献率高达 81.09%。由于长期以来, 森工产业是该地区的支柱产业, 尤其在 1980年以后, 全县出现继“大跃进”后的第二次乱砍滥伐高

潮^[11], 受气候因素制约, 砍伐后的山体植被恢复困难, 而且此时的人工恢复很少, 故出现较多的荒山灌丛。在 1987~ 2000年间, 有林地的贡献率下降为 29.53%, 是由于 1980年代后期, 政府实行荒山绿化工程, 加强了有林地的更新和管理, 使得大面积幼林的成活比例较高, 由灌木林地转为有林地。

随着旅游开发等社会经济活动的进行, 城市建设和公共交通用地不断侵占其他土地类型。通过图 4(b)可以看出, 建设用地主要来源于草地和耕地, 1974~ 1987年间二者的贡献率分别为 63.93% 和 8.82%, 1987年以后耕地对建设用地的贡献 (38.91%) 已远超过草地 (17.23%), 说明建设用地主要是通过占用耕地在逐步向外扩张。

研究区内减少的草地主要成为了耕地和灌木林地 (图 5 a)。1974~ 1987年间, 草地转为耕地和灌木林地的比例相近, 转移率均在 16% 左右, 但在 1987~ 2000年间, 26.53%的草地转为灌木林地, 却仅有 6.67%转为耕地, 而且后一时期耕地对草地的贡献率比前期增长了 1.84%, 这表明后期对草地的保护和恢复力度加强, 退耕还草工作取得了成效。结合资料记载发现, 草地减少的主要原因是超载过牧所造成的草地退化, 以及被用于农业开垦、植树造林和公共建设等。

受全球变暖和人类活动的影响, 当地高海拔山顶的永久积雪开始渐渐融化, 雪地面积减小, 雪线不断抬升^[13]。由图 5(b)可以看出, 消失的积雪带大部分转变成了高山草甸和高山灌丛, 一部分转成高

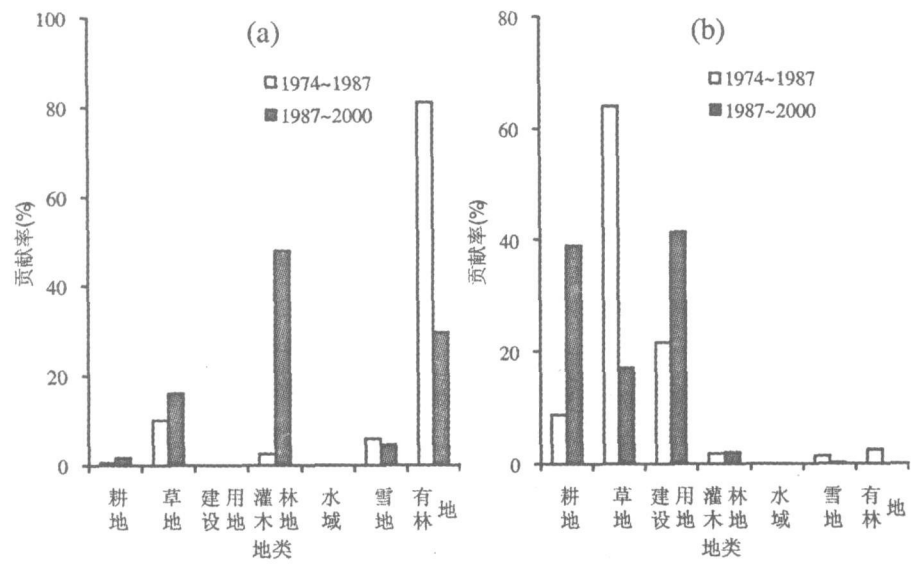


图 4 两时期各土地利用 /覆盖类型对灌木林地 (a) 和建设用地 (b) 的贡献率

Fig 4 Contribution rate of the other land use types to shrublands (a) and buildup (b) during 1974~ 2000

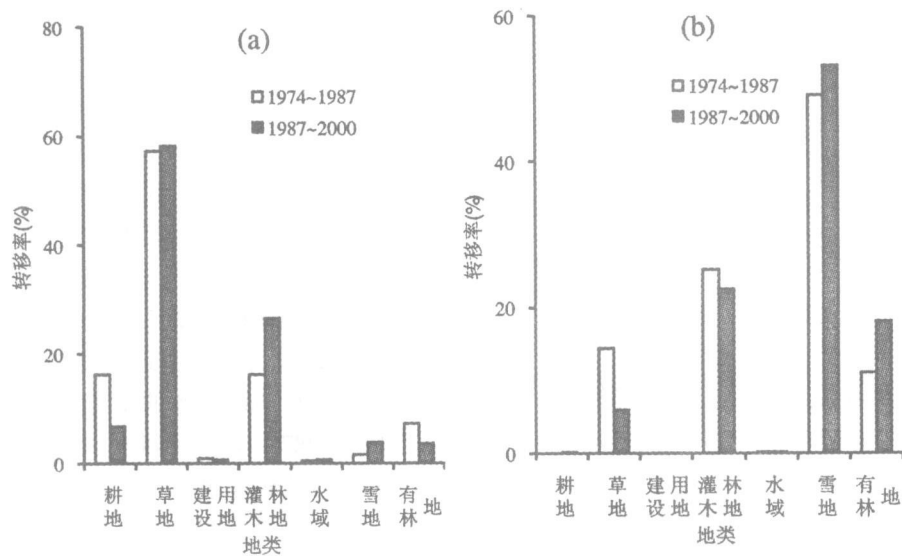


图 5 两时期研究区内草地 (a)和雪地 (b)的转移率
Fig 5 Transition rate of grassland (a) and snow-land (b) during 1974 ~ 2000

山森林。到后一时期,雪地减少的速度开始变慢,融化接近积雪中心带,但转为有林地的比例升高,表明林线上升,当地气候呈变暖趋势。

3.3 景观格局动态分析

主要围绕变化显著的景观破碎化程度和各类型斑块的形状特点两方面的格局特征进行了分析。表 3为 1974~ 2000年各斑块类型的斑块密度和平均

斑块面积的变化情况。结果表明:在整个研究时期内,灌木林地的斑块密度、平均斑块面积均增加,在不断向周围扩张;草地与灌木林地相反均减小,呈萎缩趋势;耕地的斑块密度降低而平均斑块面积增加,不断融合成大斑块;主要土地类型有林地和其余各景观单元的斑块密度增大而平均斑块面积减小,研究区景观整体上在向着破碎化发展。

表 3 1974~ 2000年不同斑块类型统计指标变化特征

Table 3 The statistic index characteristic values of different patch types in Jiantang from 1974 to 2000

斑块指标	年份	耕地	草地	建设用地	灌木林地	水域	雪地	有林地
斑块密度 (N /km ²)	1974	0.22	1.08	0.01	0.61	0.03	0.22	0.17
	1987	0.16	1.00	0.04	1.59	0.04	0.35	0.92
	2000	0.10	0.81	0.03	1.93	0.05	0.60	0.52
平均斑块面积 (hm ²)	1974	6.82	14.01	13.82	1.89	12.83	25.30	453.79
	1987	21.85	12.41	5.44	15.34	8.45	11.51	60.15
	2000	32.73	12.89	11.98	10.56	7.35	5.80	117.65

图 6是三个年份各景观单元平均斑块内缘比和平均斑块分维数变化的对比。可以看出,草地、建设用地、水域和雪地的平均斑块内缘比在整个研究期内,呈现相同的变化趋势,表明这四个地类之间存在紧密的边缘变化关系;而灌木林地和有林地都是在 1987年最高 2000年最低,说明这两个地类之间联系密切,这在转移变化分析和实地调查中得到验证;而耕地的平均斑块内缘比一直下降,变化趋势不同

于其他类型。建设用地的平均斑块分维数在 1987年最低,形状最简单,对照当地在 1987年前后住房和道路建设较多的情况,表明其变化直接与社会经济活动的影响有关。水域因后期受鱼塘等规则水面的影响,2000年的平均斑块分维数小于 1974年。其余各景观单元的平均斑块分维数变化趋势相同,1987年最高 1974年最低。

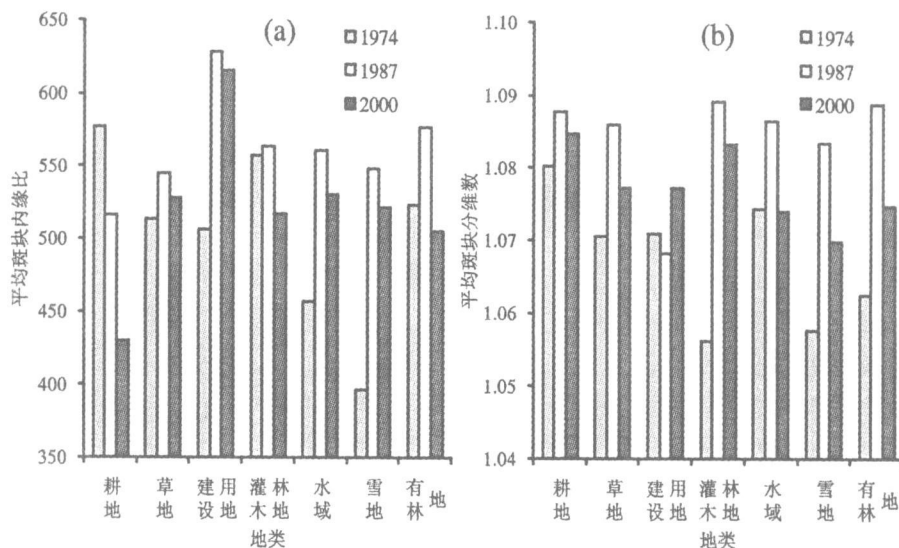


图 6 1974、1987 和 2000 年研究区各景观单元平均斑块内缘比和平均斑块分维数的对比

Fig 6 Comparison of the mean Perimeter-Area Ratio and mean Fractal Dimension Index of landscape types in Jiantang from 1974 to 2000

除直接受人为控制的耕地和建设用地外,各景观单元在 1987 年平均斑块内缘比最大,边缘最复杂,平均斑块分维数最高,斑块形状最不规则,表明 1987 年是三个年份中斑块变化最剧烈的一年,所受的各种干扰也最强烈,而研究区景观格局总体趋于复杂。

4 结论与讨论

4.1 讨论

受砍伐、病虫害和森林火灾等自然和人为因素的干扰,有林地面积在 1974~1987 年间大面积减少,但有林地始终是该地区的主要景观类型,这与 Willson (2006) 对相邻小中甸地区 1981~1999 年的森林和土地利用覆盖变化的研究结果一致^[14]。而 Robert 等 (2006) 通过对比历史资料和照片的研究表明,滇西北干旱河谷植被范围在过去的 150 a 间没有明显变化^[15]。可能是由于照片和历史记录仅是反映单个点上的信息,不能代表整个区域的植被变化,对于这一地区植被的整体变化情况还需要结合多时相遥感影像的解译分析来确定。

李石华等对 1999 年碧塔海自然保护区景观空间格局的研究表明,森林的平均斑块面积大于灌木林地、草地及其他景观类型^[16]。通过对斑块面积变化的分析我们还发现,有林地的平均斑块面积波动幅度最大,可能是由于 1974 年的影像分辨率较低,分类时有林地斑块连在了一起。而在 1987 年前后,

交通便利地区道路两旁的森林被大面积砍伐,有林地被灌木林地分割,同期的影像分辨率又提高到 30 m,所以有林地平均斑块面积下降迅速。1990 年代实行荒山造林并加强了对森林资源的保护后,平均斑块面积变大。

自然条件是土地利用/土地覆盖变化的基础,而人类活动是强有力的驱动因素^[17]。田昆等通过研究人为活动干扰对纳帕海湿地环境的影响得出,人为活动的影响是造成其退化的主要因素^[9]。对比分析结果发现,三个湖泊中纳帕海距县城最近,开发最早,湿地所在区域的人口密度最大,人为干扰频繁,土地类型的转移变化也最剧烈。Abdullah 等也指出,自然景观若被人为景观包围或与其相邻,则极有可能变成人为景观^[18]。在经过人为扩大纳帕海落水洞并修筑沟渠排水后,水面退缩,露出的草地多被开垦,已经极大地改变了其周围的景观类型。

自然湿地景观格局的变化过程对于区域及全球气候环境、水文环境和生物多样性等方面将产生显著而深刻的影响^[19],雪线的不断上升以及雪地斑块的破碎化和不断缩小,将直接影响湿地水源的补给,造成高原湖泊湿地的萎缩,并推动区域气候向“暖干”方向发展^[20]。高原湿地所在区域的景观变化与人类生活息息相关,实地调查发现,由于穿越高原湿地的道路修建和湖滨的耕地开垦,将纳帕海分割包围,使其水面的消失速度不断加快,对野生动植物特别是黑颈鹤的生存环境构成巨大威胁。Riera 等研究发现,湖泊沿岸微小的变化都可能给水陆相互作用

用带来剧烈影响^[21],所以保护高原湖泊湿地需要从影响其景观变化的根源即控制人类活动开始,而保护湿地缓冲区及周边流域的生态环境将十分关键。

4.2 结论

近 26年来滇西北高原湿地周边的土地利用 覆盖状况及其景观格局发生了巨大变化,主要土地利用 覆盖类型有林地以 $822 \text{ hm}^2/\text{a}$ 的速度在大面积减少并转为灌木林地,后者在 26 a间扩大了 17倍,变化幅度最大;建设用地和耕地的面积分别增长了 6倍和 2倍;草地和雪地的面积持续减少。不同时期研究区内各景观单元的动态变化不同,有林地斑块破碎化最重,灌木林地斑块在不断向外扩张,草地则与之相反呈萎缩趋势,耕地斑块在不断融合扩大,其余各景观单元的斑块密度增大而平均斑块面积在减小,区域景观整体呈现破碎化趋势。各斑块的几何形状在 1987年变化最剧烈,景观所受干扰最大。虽受全球变化的影响,但加强管理控制人为活动干扰将是保护湿地及其周边生态系统的关键。

参考文献 (References)

- [1] Williams M. Wetlands: A Threatened Landscape [M]. Oxford, UK: Blackwell, 1991. 4 ~ 5
- [2] Nagendra H, Munroe D K, Southworth J. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change [J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, 101 (2 ~ 3): 111 ~ 115
- [3] Zhao Wei, Gong Huili, Zhao Wenji, et al. Research on the dynamic change of land use and land cover in Yeyahu River based on RS and GIS [J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2004, 19(3): 177 ~ 181 [赵微, 宫辉力, 赵文吉, 等. 基于 RS 与 GIS 的野鸭湖湿地土地利用/土地覆盖动态变化研究 [J]. 遥感技术与应用, 2004, 19(3): 177 ~ 181]
- [4] Guo Yuedong, He Yanfen. The dynamics of wetland landscape and its driving forces in Songnen Plain [J]. *Wetland Science*, 2005, 3 (1): 54 ~ 59 [郭跃东, 何艳芬. 松嫩平原湿地动态变化及其驱动力研究 [J]. 湿地科学, 2005, 3(1): 54 ~ 59]
- [5] Liu Xiaohui, Liu Huiqing. Landscape change of the Xinghai Wetland and its cause [J]. *Wetland Science*, 2005, 3(3): 216 ~ 221 [刘晓辉, 刘惠清. 向海湿地景观格局变化及其原因分析 [J]. 湿地科学, 2005, 3(3): 216 ~ 221]
- [6] Zhang Shuqing, Zhuang Yumin, Wang Aihua, et al. The spatial-temporal dynamics of marsh in the Sanjiang Plain [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(S): 94 ~ 100 [张树清, 庄毓敏, 汪爱华, 等. 三江平原沼泽湿地时空动态特征 [J]. 地理学报, 2002, 57(S): 94 ~ 100]
- [7] Bai Junhong, Ouyang Hua, Yang Zhifeng, et al. Changes in wetland landscape patterns: a review [J]. *Process in Geography*, 2005, 24(4): 36 ~ 45 [白军红, 欧阳华, 杨志锋, 等. 湿地景观格局变化研究进展 [J]. 地理科学进展, 2005, 24(4): 36 ~ 45]
- [8] Tian Kun, Lu Mei, Chang Fengxi, et al. The ecological environment degradation and degradation mechanism of Napahai Karst wetland in northwestern Yunnan Plateau [J]. *Journal of Lake Science*, 2004, 16(1): 35 ~ 42 [田昆, 陆梅, 常凤来, 等. 云南纳帕海岩溶湿地生态环境变化及驱动机制 [J]. 湖泊科学, 2004, 16(1): 35 ~ 42]
- [9] Tian Kun, Mo Jianfeng, Lu Mei, et al. Human disturbance on the ecological environment degradation of Napahai Wetland in the upstream of Yangtze River [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2004, 13(3): 292 ~ 295 [田昆, 莫剑锋, 陆梅, 等. 人为活动干扰对纳帕海湿地环境影响的研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(3): 292 ~ 295]
- [10] Zhou Wei, Chen Baokun. The conservation value of Bihai Nature Reserve in Yunnan [A]. In: Chen Yiyu, et al. Proceedings of the Fifth National Symposium on the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity in China [C]. Beijing: China Meteorological Press, 2004. 75 ~ 83 [周伟, 陈宝昆. 云南碧塔海自然保护区及其保护价值 [A]. 见: 陈宜瑜, 等. 中国生物多样性保护与研究进展——第五届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集 [C]. 北京: 气象出版社, 2004. 75 ~ 83]
- [11] Duan Zhicheng. Zhongdian County Annals [M]. Kunming: Yunnan National Press, 1997. 65 ~ 112, 527 ~ 546 [段志诚. 中甸县志 [M]. 昆明: 云南民族出版社, 1997. 65 ~ 112, 527 ~ 546]
- [12] FAO [Food and Agriculture Organization]. Global Forest Resources Assessment 2000 Main Report [R]. Rome, Italy: FAO, 2001
- [13] Cheng Genwei, Li Yong. Measures and their impacts in the construction of ecologically functional regions in the Three Parallel-Rivers in the eastern edge of Tibet Plateau [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(2): 258 ~ 261 [程根伟, 李勇. 青藏高原东缘三江流域生态功能区建设的措施与影响 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 258 ~ 261]
- [14] Willson A. Forest conversion and land use change in rural Northwest Yunnan, China: A fine scale analysis in the context of the big picture [J]. *Mountain Research and Development*, 2006, 26(3): 227 ~ 236
- [15] Robert K M, Tang Ya. Vegetation dynamics in the dry valleys of Yunnan, China, during the last 150 years: implications for ecological restoration [J]. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(5): 713 ~ 722 [Robert K M, 唐亚. 云南干旱河谷 150 年来的植被变化研究及其对生态恢复的意义 [J]. 植物生态学报, 2006, 30(5): 713 ~ 722]
- [16] Li Shihua, Wang Jinliang, Chen Huafang, et al. Research on spatial structure of Bihai Lake Nature Reserve [J]. *Yunnan Environment Science*, 24(4): 10 ~ 13 [李石华, 王金亮, 陈华芳, 等. 碧塔海自然保护区景观空间格局研究 [J]. 云南环境科学, 24(4): 10 ~ 13]
- [17] Liu Wenjun, Ma Youxin, Hu Huabin, et al. Land use and land cover change in the tropical rainforest region of southern Yunnan [J]. *Journal of Mountain Science*, 2005, 23(1): 71 ~ 79 [刘

- 文俊, 马友鑫, 胡华斌, 等. 滇南热带雨林区土地利用/覆盖变化分析 [J]. 山地学报, 2005, 23(1): 71 ~ 79]
- [18] Abdullah S A, Nakagoshi N. Changes in landscape spatial pattern in the highly developing state of Selangor peninsula Malaysia [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(3): 263 ~ 275
- [19] Huang Fang, Liu Xiangnan, Wang Ping. Spatial pattern of marsh landscape in the middle and lower reaches of Nenjiang River [J]. *Resources Science*, 2005, 27(4): 140 ~ 146 [黄方, 刘湘南, 王平. 嫩江中下游沼泽湿地景观空间格局变化 [J]. 资源科学, 2005, 27(4): 140 ~ 146]
- [20] Zhu Wanze, Zhong Xianghao, Fan Jianrong. The characteristics and conservational measures of wetlands ecosystem in Tibet [J]. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(Suppl): 7 ~ 12 [朱万泽, 钟祥浩, 范建容. 西藏高原湿地生态系统特征及其保护对策 [J]. 山地学报, 2003, 21(增刊): 7 ~ 12]
- [21] Riitters K H, Voss P R, Carpenter S R, et al. Nature, society and history in two contrasting landscapes in Wisconsin, USA: Interactions between lakes and humans during the twentieth century [J]. *Land Use Policy*, 2001, 18(1): 41 ~ 51

Regional Land Use Dynamics of Plateau Wetlands in the Northwest of Yunnan Province, China

ZHANG Qiang^{1, 2}, MA Youxin¹, LU Wenjun¹, LI Hongmei¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Science, Kunming 650223, China;

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

Abstract There is a close relationship between landscape dynamics and land use/land cover change. This study analyzed spatial and temporal changes of land use/land cover in Jiantang Township of Shangri-La County, where three plateau wetlands (Naphai Lake, Bitahai Lake and Shudu Lake) located, by comparing classified Landsat TM (ETM) images from 1974, 1987 and 2000 coupled by GIS analysis and patterns of landscape dynamics by using the spatial pattern analysis software (FRAGSTATS). The results indicated that the land use/land cover in this area has changed significantly during 1974 and 2000. The most obvious change was the decrease in dominant cover of forest (annual deforestation rate of $822 \text{ hm}^2/\text{a}$) and an increase in shrublands. Shrublands expanded more than 17 times in the past 26 years and mainly came from forest. The built-up and farmland increased more than 6 and 2 times respectively while the grassland and snow-land substantially decreased in area. The water surface shrank markedly near the Naphai Lake. Accordingly, the landscape pattern quantitative analysis showed increasing landscape fragmentation, particularly during the 1974~1987. There was markedly increase in patch density ($0.61 \sim 1.93 \text{ km}^2$) of shrublands and mean patch area ($2 \sim 11 \text{ hm}^2$), while grassland made an opposite change. Furthermore, increase in the patch density ($0.17 \sim 0.52 \text{ km}^2$) of forest was associated with decrease in the mean patch size ($454 \sim 117 \text{ hm}^2$). However, the decrease in patch density of the farmland and increase in mean patch area exhibited aggregation. The patch shape of the landscape types changed most distinctly in 1987 and the landscape pattern tend to be more complicated.

Key words the northwest of Yunnan Province; plateau wetlands; land use/land cover; landscape pattern