文章编号: 1008- 2786- (2010) 2- 240- 07

高原湿地若尔盖国家级自然保护区景观变化

邓茂林[1,2], 田 昆[1,3*], 段宗亮[2], 周耀华[2], 杨 佼[2], 王进琼[1,2]
(1. 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室, 云南 昆明 650224
2. 西南林学院环境科学与工程系, 云南 昆明 650224; 3国家高原湿地研究中心, 云南 昆明 650224)

摘 要: 以 1990年和 2000年及 2007年 landsat5 TM影像解译出的景观格局图为主要数据源, 应用 FRAGSTATS软件对景观斑块数、斑块面积百分比、Shannon多样性指数和 Shannon均匀度等 7个景观格局指数及景观类型转移矩阵定量, 分析近 20年来若尔盖保护区景观格局动态变化及其驱动因子。结果表明: 17年来, 若尔盖国家级自然保护区的斑块数、斑块面积百分比、聚合度、Shannon多样性指数和 Shannon均匀度都发生了较大变化, 景观尺度下退化沼泽为景观基底占优势的景观类型, 2007年占全区总面积比例 48.05%, 该区在人类活动影响下, 景观破碎度和异质性先降低后期增加, 优势度增加后降低。1990~ 2000年, 湖沼和河流水面积减少, 沙地治理, 退化沼泽、草甸和灌木面积分别增加了 1 978.60 hm^2、2 559.09 hm^2和 824.27 hm^2, 2000~ 2007年, 湖沼水面积仍在退缩, 退化沼泽、草甸类的草场面积持续增加, 沙地显著增加 1 945.90 hm^2。气候变暖叠加人为排水疏干、过度放牧、无序旅游、管理局的保护管理及基础建设等是保护区湿地景观格局变化的主要驱动因素。

关键词: 高原湿地; 若尔盖; 景观格局变化; 驱动力
中图分类号: K928.43, P941.74 文献标识码: A

若尔盖高原湿地是青藏地区较为典型的湿地生态系统, 核心区域的若尔盖国家级自然保护区是世界高山带物种最丰富的地区之一, 是国际上著名的高寒泥炭沼泽湿地, 泥炭储量约 70×10^8 m^3, 在调节全球气候变化、稳定温室气体、减少温室气体排放方面有着重要的科学意义; 泥炭强蓄水能力, 使该区成为黄河上游的重要水源涵养区, 维系着黄河流域的生态安全, 享有"中国西部高原之肾"的美誉[1)]。全球气候环境变化与资源过度开发利用致使了若尔盖湿地系统退化, 湿地生态功能逐年散失, 环境恶化加剧, 已经引起了国内外学者的广泛关注[2)]。近年来, 景观尺度下探讨人类活动对湿地格局的影响, 成为了景观生态学热门研究点[1-5], 但对高原湿地若尔盖自然保护区的景观格局变化研究极为鲜见[6,7], 缺乏对其格局变化的驱动力规律研究分析。因此, 在 3S技术支持下, 选取若尔盖国家级自然保护区作为研究区域, 对保护区景观格局变化进行分析, 探索高原湿地若尔盖保护区景观变化的驱动规律, 以期为控制保护区人类活动, 为保护区有效保护与管理提供科学的理论基础。

1 研究区域概况

若尔盖湿地涉及国家级自然保护区 2个 (四川

收稿日期 (Received date): 2009- 08- 31; 改回日期 (Accepted): 2009- 12- 05。
基金项目 (Foundation item): 973项目前期研究 (2008cb417210)、"十一五"国家科技支撑计划项目 (2006BAD03A1901)、西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室重点基金资助。[Supported by National Basic Research Program of China (973) (No. 2003CB4117210), "Eleventh Five-Year" national scientific and technological support projects (No. 2006BAD03A1901), Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest of China State Forestry Administration foundation.]
作者简介 (Biography): 邓茂林 (1984-), 男, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 主要从事湿地生态和景观生态学方向研究。[Deng Maolin (1984-), male, Master, major in wetland ecology and landscape ecology.] E-mail: 265dnl@163.com
* 通讯作者 (Corresponding author): E-mail: tlkunp@swfc.edu.cn
1)引自四川省林业科学研究院. 四川若尔盖湿地国家级自然保护区综合科学考察报告, 2006, 12
2)引自四川省林业厅 GEF项目组. 高原湿地若尔盖保护研讨会会议论文汇编. 2008

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

若尔盖保护区、甘肃尕海保护区)和省级保护区 2个(四川日干乔、甘肃首曲), 其中的若尔盖湿地国家级自然保护区始建于 1998年, 以高寒泥炭沼泽湿地生态系统和黑颈鹤等为主要保护对象, 该区是藏民的集居地, 游牧是保护区境内及周边地区的主要经济活动, 畜牧经济占据若尔盖县内农业生产总值的 94%。保护区位于四川省阿坝藏族羌族自治州的若尔盖县境内(图 1), 地理坐标 102°29′~ 102°59′E, 33°25′~ 34°00′N, 面积 166 570.6 hm^2, 海拔 3 422~ 3 704 m, 属高原寒带湿润季风气候, 年平均气温 0.7℃, 最冷月(1月)多年平均气温 - 10.6℃, 最热月(7月)平均气温 10.8℃, 年平均降雨量 656.8 mm, 集中于 4月下旬至 10月中旬, 年平均蒸发量 1 232 mm。保护区属于秦岭东西向构造与岷江南北向构造之间的过渡地带, 东南高西北低, 形成了大面积泥炭地。区内以沼泽植被和草甸植被为主, 无森林, 沼泽植物优势种有木里苔草 *(Carex muliensis)*、毛果苔草 *(Carex lasiocarpa)*、乌拉苔草 *(Carex meyeriana)*等, 草甸植被以嵩草属、蓼属植物及禾本科杂草为主[8]; 分布着诸如国家 iv级重点保护野生动物黑颈鹤 *(Grus nigricollis)*、黑鹳 *(Ciconia nigra)*、金雕 *(Aquila chrysaetos)*, 及国家 Ⅰ级重点保护野生动物藏原羚 *(Procapara picticaudata)*、灰鹤 *(Grus grus)*、大天鹅 *(Cygnus cygnus)*等众多珍稀濒危物种。

2　研究方法

2.1　数据源与处理平台

研究采用 1990年, 及保护区建立后的 2 000年和 2007年的 Landsat5 TM 遥感影像, 结合 1∶5万地形图进行参考配准, 图像在 ERDAS MAGINE 9.2下经几何校正、坐标变换和增强处理等, 采用 Arcgis9.2进行人机交互目视解译, 获取 3个时段的土地利用/覆盖图。应用的处理平台 ESRI Arcview 3.2软件, 具体扩展模块有 Spatial Analyst 1.0和 3D Analyst 1.0, 及美国俄勒冈州立大学森林科学系开发

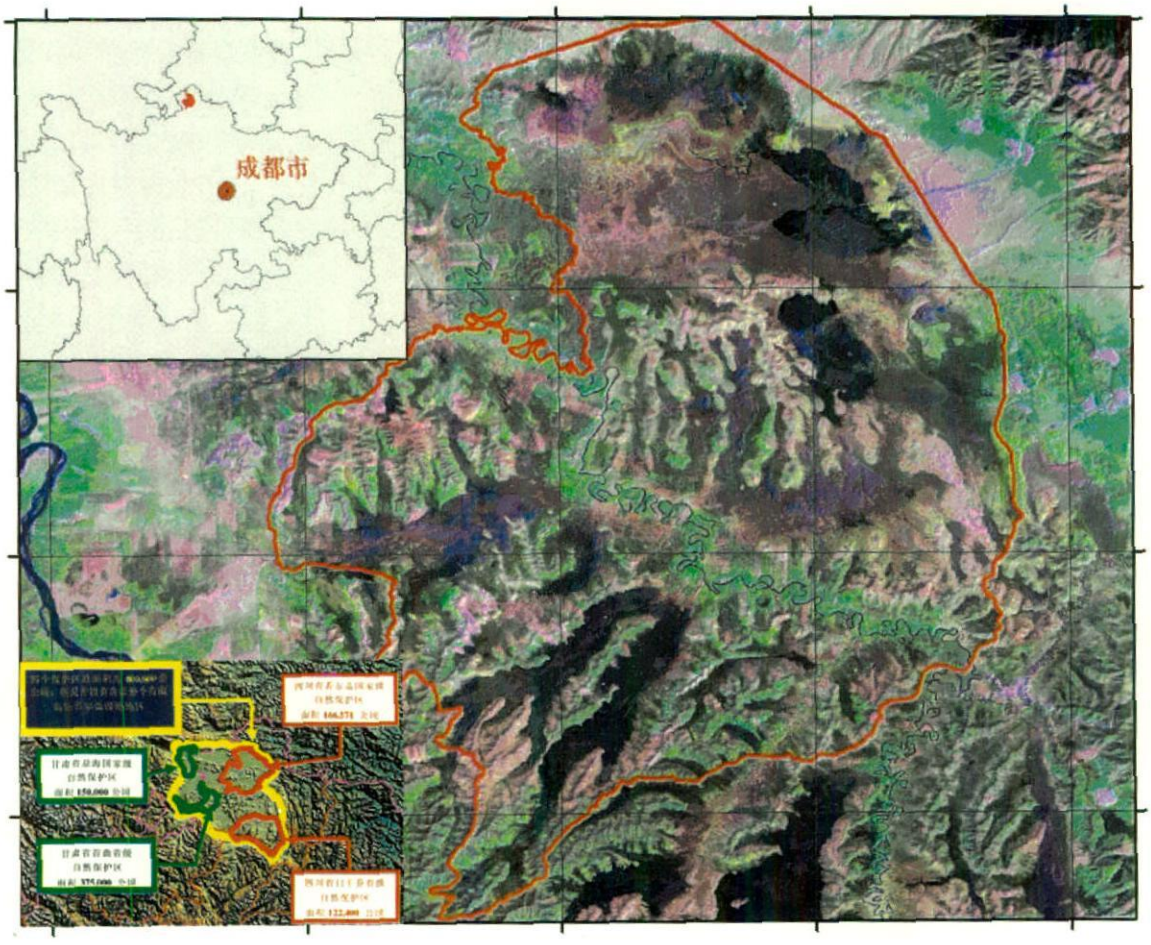


图 1　四川若尔盖湿地国家级自然保护区区位及遥感图

Fig. 1　Location and remote sensing image of Sichuan Zoige Wetland Nature Reserve

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的景观指标计算软件 FRGSTATS 3.3(栅格版)。初始解译完成后进行野外 GPS检验。

2.2 信息提取与数据处理

依据肖笃宁等[9]提出的景观生态分类原则,结合保护区作为原始游牧区,受人类活动干扰的人工景观稀少的特征,以及采用的卫星影像图 30 m × 30 m分辨率较低,非湿地景观类型面积无法准确解译判读等原因,按照湿地定义及其自然属性,依据地貌、水文、植被,将景观划分为:水生生境的河流、湖泊、沼泽(包括季节性沼泽),湿生生境的退化沼泽(土壤水饱和,地面积水不明显,有冻土地貌的圆丘、凹地),中生生境的草甸(包括亚高山和高山草甸),旱生生境的灌丛和沙地 7种景观类型。

应用景观分析 Fragstats3.3软件,对选取的景观结构指标进行计算。同时,基于 Arcview 3.2平台,利用 Spatial Analysis模块下的 Tabulate功能,对 2000年和 2007年、1990年和 2000年的景观类型栅格图进行空间叠加运算,得到各时期景观类型的转移矩阵,借此反应景观类型在不同时段之间的动态变化。

2.3 景观指数选取

景观指数是能够高度浓缩景观格局信息。合适的景观指数对于景观格局分析的合理性有重要影响[9, 10]。研究在参照国内学者的研究成果[11, 13], 选

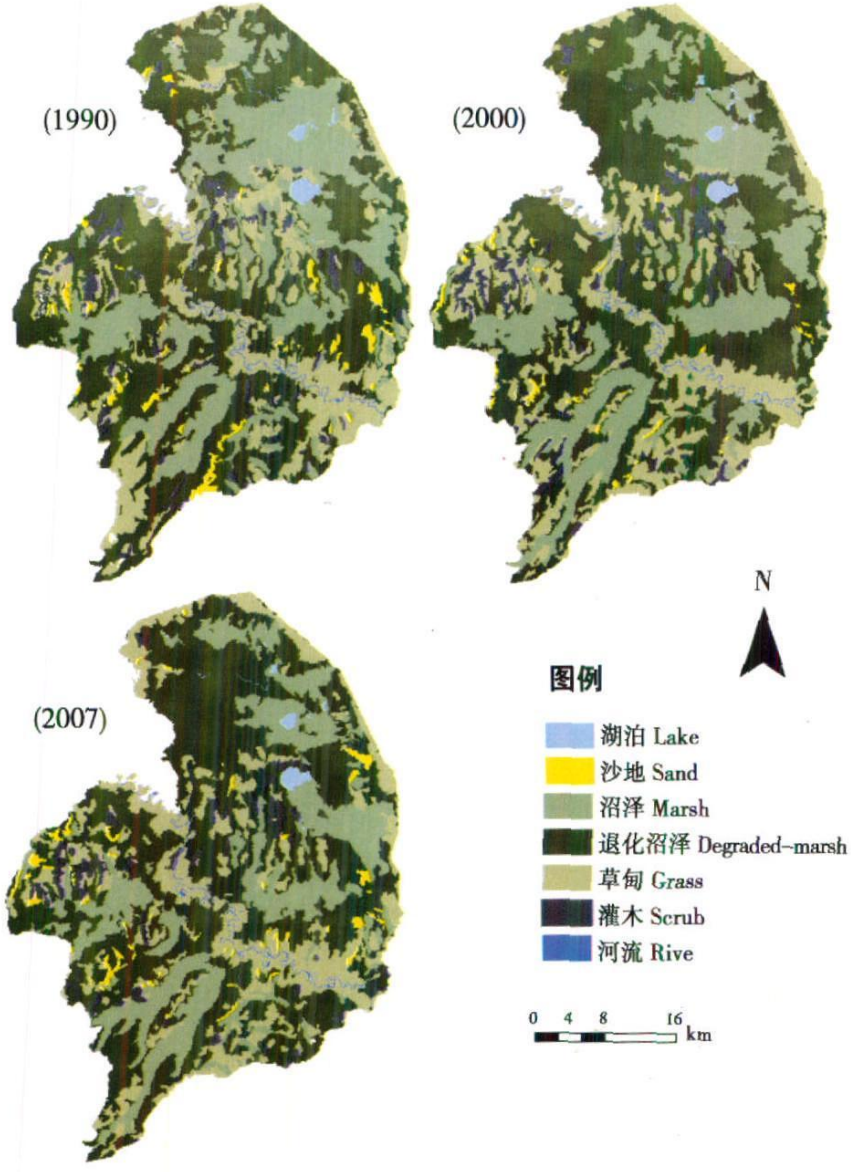


图 2 若尔盖国家级自然保护区景观布局(1990, 2000, 2007)

Fig. 2 Landscape patterns of Zoige Wetland National Nature Reserve (1990, 2000, 2007)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

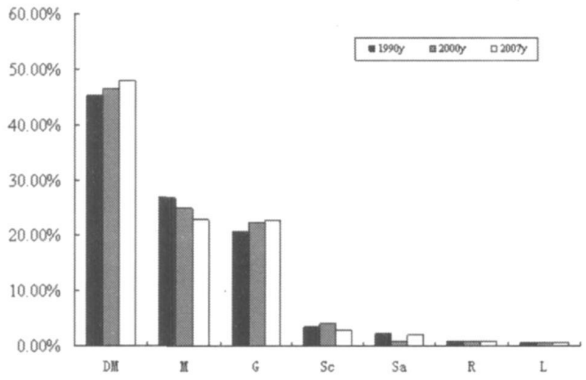


图 3　景观类型面积组成 DM: 退化沼泽, M: 沼泽, G: 草甸, Sc: 灌丛, Sa: 沙地, R: 河流, L: 湖泊.

Fig. 3　compose percents of all kinds of landscape types. DM: Degraded-marsh, M: Marsh, G: Grass, Sc: Scrub, Sa: Sand, R: Rive, L: Lake.

取了以下景观指数反映景观结构特点: 1)斑块数(NP)、景观面积(TA)和斑块面积百分比(PLAND); 2)聚集/分布指标聚合度(AI); 3)景观多样性指标: 包括景观丰度(PR)、Shannon多样性指数(SHDI)和 Shannon均匀度指数(SHEI), 景观分割度(DIVISION), 指标计算详见 Fragstats3.3帮助菜单。

3　结果与分析

3.1　保护区景观类型格局及其面积

退化沼泽为若尔盖国家级自然保护区的景观基底, 2007年达保护区总面积的 48.05%, 由湖泊、沙地、沼泽、草甸、灌丛景观类型形成景观的斑块, 河流构成廊道。退化沼泽和草甸之和占据整个保护区面积 75%以上, 这些陆地化的景观类型控约着保护区生态系统的湿地功能, 成为保护区的优势景观类型组合。17年来, 退化沼泽呈显著增长趋势, 面积由 45.36%增加至 48.05%, 年平均增长率 0.16%, 草甸面积逐年增加, 年平均增长率 0.12%, 沼泽急剧减少, 湖泊面积呈下降趋势, 灌木面积总体上在减少, 沙地前期得以控制, 但后期有明显增长, 河流后有小面积恢复, 景观尺度下表现出保护区湿地水域环境逐渐在消失, 陆生环境面积逐年增加, 湿地生态功能在明显退化(图 2, 图 3)。

3.2　保护区景观类型时空演变及其原因

表 1　1990~ 2000年景观类型面积转移矩阵

Table 1　Transposed matrix of the whole landscape from 1990 to 2000

2000	1990 湖泊 Lake	沙地 sand	沼泽 Marsh	退化沼泽 degraded-marsh	草甸 grass	灌木 scrub	河流 rive	总计 2000	差值 2000~ 1990
湖泊 lake	0.543	0.00	0.069	0.064	0.00	0.00	0.00	0.676	-0.014(-22.89 hm^2)
沙地 sand	0.00	0.493	0.009	0.313	0.046	0.014	0.00	0.875	-1.313(-2 174.83 hm^2)
沼泽 marsh	0.046	0.005	18.759	5.378	0.704	0.037	0.009	24.938	-1.761(-2 960.82 hm^2)
退化沼泽 degraded-marsh	0.101	0.778	7.699	30.744	6.382	0.778	0.074	46.556	+1.193(+2 060.37 hm^2)
草甸 grass	0.00	0.631	0.152	7.657	11.534	2.086	0.143	22.203	+1.543(+2 586.90 hm^2)
灌木 scrub	0.00	0.281	0.041	1.170	1.920	0.594	0.00	4.006	+0.497(+824.15 hm^2)
河流 rive	0.00	0.00	0.00	0.037	0.074	0.00	0.635	0.719	-0.142(-190.77 hm^2)
总计 1990	0.690	2.188	26.729	45.363	20.660	3.509	0.861	100	

注: 各转移类型面积/2000年保护区总面积的百分比; 负值表示减少, 正值表示增加。

国家级保护区建立初期, 相比 1990年的各景观类型(表 1), 湖泊面积萎缩 22.89 hm^2, 沼泽减少 2 960.82 hm^2, 占保护区面积的 1.761%, 河流消失 190.77 hm^2, 沙地面积减少 2 174.83 hm^2, 就在这些景观土壤上产生景观类型演变, 退化沼泽、草甸和灌木面积分别增加 2 060.37 hm^2、2 586.90 hm^2 和 824.15 hm^2。分析其变化: 20世纪 90年代牲畜数量剧增, 迫使牧民向湿地索要放牧草场, 频繁地进行挖沟排水, 使湖泊演变成退化沼泽类型面积为 0.101%, 及沼泽面积占 0.046%, 排干沼泽演变成退化沼泽面积占 7.699%和草甸类型占 0.152%, 排水致使湿地缺水, 河流水位降低, 河漫滩被陆生植物入侵, 变成退化沼泽和草甸, 这些湿地水面积景观类型被牧民目的性地排干成陆地化的退化沼泽、草甸草场用以游牧, 景观下退化沼泽面积增加 1.193%,

© 1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

草甸类型显著增加 1.543%。排水也引致退化沼泽和草甸景观类型下土壤的地下水面下降,各有演变的灌木景观类型 1.170%、1.920%,10 a后,灌木总面积增加 0.497%。保护区建立前沙地面积治理 2 174.83 hm^2,占 1.313‰,这类景观主要被恢复成了灌木,及草甸景观类型。10年来,保护区草甸面积增加显著,湿地沼泽、湖泊和河流面积减少,湿地生态系统陆地化发展明显,湿地功能退化(表 2)。

表 2 2000~2007年景观类型面积转移矩阵

Table 2 Transposed matrix of the whole landscape from 2000 to 2007

2007	2000 湖泊 Lake	沙地 sand	沼泽 marsh	退化沼泽 degraded-marsh	草甸 grass	灌木 scrub	河流 Rive	总计 2007	差值 2007~2000
湖泊 lake	0.622	0.00	0.00	0.032	0.00	0.00	0.00	0.654	-0.023(-38.15 hm^2)
沙地 sand	0.00	0.649	0.00	0.589	0.672	0.129	0.00	2.039	+1.164(+1 945.90 hm^2)
沼泽 marsh	0.055	0.00	18.815	3.881	0.111	0.00	0.00	22.862	-2.077(-3 426.31 hm^2)
退化沼泽 degraded-marsh	0.00	0.111	6.014	35.363	5.387	1.165	0.005	48.045	+1.494(+2 396.13 hm^2)
草甸 grass	0.00	0.055	0.069	6.382	15.051	1.073	0.009	22.639	+0.478(+724.94 hm^2)
灌木 scrub	0.00	0.060	0.00	0.304	0.926	1.693	0.00	2.983	-1.077(-1 785.65 hm^2)
河流 rive	0.00	0.00	0.041	0.00	0.014	0.00	0.723	0.778	+0.041(+53.42 hm^2)
总计 2000	0.677	0.875	24.939	46.551	22.161	4.060	0.737	100	

注:各转移类型面积/2007年保护区总面积百分比;负值表示减少,正值表示增加。

保护区建立初的 2000年到 2007年,实施管理的 7 a间(见表 2),湖泊面积持续萎缩 38.15 hm^2,沼泽面积在锐减 3 426.31 hm^2,占保护区面积的 2.077%,灌丛面积减少 1 785.65 hm^2,演变形成退化沼泽和草甸类型的放牧场,各类型分别增加 2 396.13 hm^2、724.94 hm^2,河流面积小幅恢复 53.42 hm^2,沙地剧增 1 945.90 hm^2。分析可知:7 a中,在该区水分持续收支失衡状况下,土壤地下水逐年流失而缺乏水补给,湖泊退化继续往季节性沼泽(或沼泽)演变,占保护区面积的 0.055%,沼泽失水形成退化沼泽和草甸景观类型,各占保护区面积的 6.014%、0.069%。在管理局积极管理圈围起来的草甸与灌丛区域,多年恢复后,草甸景观下恢复成退化沼泽占 5.387%,灌丛区演变成草甸占 1.073%,形成的退化沼泽面积 1.165%;管理下的试验区域,河流被恢复增加 0.014%。保护区范围内,因水流失后湿地生境变干、陆地化,湿地景观类型的退化沼泽和草甸陆生面积增加 1.494%、0.478%。由于区内牲畜数量增长,放牧场放牧频度、强度增加,景观下沙化剧增 1.164%,治沙任务也显得更为严峻。7 a后景观尺度下,草甸、退化沼泽类型面积仍在继续增长,湿地生境在缓慢消失,湿地退化趋势仍在继续。

3.3 保护区景观格局变化分析

由表 3分析可知:近 17 a的区内景观类型多样性不变,由 7种类别组成若尔盖保护区湿地景观,保

表 3 不同时段景观水平上的景观指标

Table 3 The landscape matrix in the level of the landscape type

年份	斑块总数 NP	景观面积 TA (hm^2)	景观丰度 PR	Shannon多样性 SHDI	Shannon均匀度 SHEI	聚合度 AI	景观分割度 DIVISION
1990	478	165 729.663 3	7.000 0	1.313 5	0.675 0	79.242 2	0.941 5
2000	410	165 851.759 0	7.000 0	1.276 9	0.656 2	80.540 5	0.900 4
2007	437	165 722.032 3	7.000 0	1.279 7	0.657 7	79.658 2	0.872 8

注:数据来源栅格板 fragstats3.3软件统计计算;NP:斑块数(Number of Patches);TA:景观面积(Total Area of Landscape);PR:景观丰度(Patch Richness);PD:斑块密度(Patch Density);SHDI:Shannon多样性 Shannon多样性(Shannon's Diversity Index);SHEI:Shannon均匀度(Shannon's Evenness Index);AI:聚合度(Aggregation Index);DIVISION:景观分割度(Landscape Division Index)

© 1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

护区面积整体维持在 16.6×10^8 hm^2 左右, 保护区面积不变。从保护区未建立前的 1990年到建立后初期 2000年, 斑块数由 478块下降到 410块, 表现出景观破碎度下降, 聚合度从 79.244 2增加到 80.540 5, 景观类型嵌合紧密, 聚集程度高, Shannon多样性指数由 1.313 5下降至 1.276 9, Shannon均匀度指数降至 0.656 2, 格局多样性和均匀度减少, 景观异质性下降、优势度增加, 景观格局显得匀质化、规律分布; 2007~2000年, 保护区 7 a后斑块数增至 437, 斑块增加 27个, 可反映出此期景观破碎反弹上升, 聚合度下降到 79.658 2, 聚集程度由高降低, Shannon多样性指数小幅升至 1.279 7, Shannon均匀度指数增加到 0.657 7, 景观异质性增加、优势度降低, 景观格局受干扰后又变为复杂。

3.4　景观变化驱动因子分析

若尔盖进入 20世纪 90年代后气温记录上升明显, 气温倾向率 10 a平均增加约 0.23℃, 高于全球气温增幅 (0.03~0.06℃/(10 a)), 降水却成为最少时期, 变化趋势和气温相反[14]。气候变暖使得湿地自然疏干, 导致湿地持续干旱, 湿地生态系统的核心—水文 (水量减少) 发生改变, 河流、湖泊、沼泽湿地景观面积不断减少, 退化沼泽、草甸分布面积逐年增加。在生境较为脆弱地区, 保护区易形成沙暴和沙灾; 环境退化引发动物物种爆发, 如: 黑唇鼠兔、高原鼢鼠等, 分别面积广、密度大, 鼠害导致湿地土壤结构层破坏引起土壤水分流失, 牧草枯萎, 加快湿地沙化。气候变化自然影响对若尔盖湿地生态影响是显著的。

1990年后, 若尔盖人口增涨带动畜业加速发展, 对草场资源需求逐年递增, 迫使牧民对湿地开沟排干, 最终影响是排干沼泽面积 6 387.13 hm^2, 致使河流、湖泊面积加速萎缩, 湿地排干, 游牧已扩展到湿地核心区, 湿地景观向退化沼泽和草甸转化, 陆生景观类型成为优势景观, 对保护区湿地功能控制作用加强。保护区建立前的林业局治沙行动, 使沙地得以治理恢复, 而保护区存在的大量排水沟渠仍在排干湿地, 地下水面降低, 大范围的退化沼泽和草甸景观类型为放牧提供了条件, 高强度的超载放牧导致或加剧沙化地的扩张, 过度放牧造成土壤板结, 破坏沼泽和草甸植被, 使之退化荒漠化, 且部分治理恢复中的沙化草地遭受再次放牧践踏, 沙化面积剧增。此外, 区域经济开发活动如道路建设、城镇化和采矿活动, 对资源高强度依赖和经济快速发展的冲击, 引发的无序旅游及滥挖乱采药材等干扰, 加速了湿地退化和景观破碎, 同时, 干扰和破坏了黑颈鹤正常的栖息生境, 引起了系统内微景观的变化。人为干扰导致该区景观异质性增加, 加剧了景观破碎程度, 优势度降低, 国家级保护区建立以后积极的保护区管理, 及针对湿地退化萎缩采取了湿地片区恢复, 但景观尺度下的破碎化并没有得到全面遏制, 局部的恢复和治理仍然改变不了若尔盖湿地退化的大趋势。

4　结论与讨论

分析近 20年来若尔盖国家级自然保护区景观格局的分布及变化过程, 若尔盖国家级自然保护区以退化沼泽景观构成景观基底, 以退化沼泽为优势类型, 占保护区面积的 48.05%。在气候变暖等自然因素影响下叠加人为排水疏干、过度放牧、无序旅游、基础建设等干扰, 湿地向陆地化演替, 湖泊、沼泽向退化沼泽和草甸演化。保护区建立前至建立初期的 10 a间, 排水使湖泊、河流、沼泽面积萎缩, 演变成退化沼泽、草甸类型连接成片分布, 景观破碎度和异质性降低, 以退化沼泽和草甸的景观类型优势度增加; 国家级自然保护区建立以来, 片区被加强了保护管理, 部分河流面积恢复, 保护区的保护管理起到了一定的积极作用, 但沼泽退化向草地牧场演替仍是这一时期的主要趋势。对若尔盖退化湿地进行治理和恢复, 须提高对若尔盖高原湿地保护的认识, 可从景观大尺度上思考若尔盖国家级自然保护区的保护管理, 以期恢复湿地景观。

参考文献 (Refenrences)

[1] Wu Bo, Ci Longjun. Temporal and spatial patterns of landscape in the Mu Us Sand land, Northern China [J]. *Acta Ecology Sinica*, 2001, 21(2): 191~196[吴波, 慈龙俊. 毛乌素沙地景观格局变化研究 [J]. 生态学报, 2001, 21(2): 191~196]

[2] Wang Xianli, Hu Yuanman, Bu Rencang. Analysis of wetland landscape changes in liaohe delta[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1996, 16(3): 260~265[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]

[3] Liu Hongyu, Li Xianguo. Study on classfication system of middle scale landscape ecology mapping in the Sanjiang Plain[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(5): 432~436[刘红玉, 吕宪国. 三江平原湿地景观生态制图分类系统研究 [J]. 地理科学, 1999, 19(5): 432~436]

[4] Xiao Duning, Li Xiaowen, Wang Lianping. Landscape dynamics and sustainable land use of coastal wetlands resources in Liaohe delta[J]. *Resources Sience*, 2001, 20(2): 31~16 [肖笃宁, 李晓

© 1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

文. 王连平. 辽东湾滨海湿地资源景观演变与可持续利用[J]. 资源科学, 2001, 20(2): 31~16]

[5] Wang Aihua, Zhang Shuqing, He Yanfen. Study on dynamic change of mire in Sanjiang Plain based on RS and GIS[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, 22(5): 636~640[汪爱华, 张树清, 何艳芬. RS和GIS支持下的三江平原沼泽湿地动态变化研究[J]. 地理科学, 2002, 22(5): 636~640]

[6] Bai Hongjun, Ou Yanghua, *et al*. Changes in landscape pattern of alpine wetlands on the Zoige Plateau in the past four decades[J]. *Acta Ecology Sinica*, 2008, 28(5): 2245~2252[白红军, 欧阳华等. 近40年来若尔盖高寒湿地景观格局变化[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2245~2252]

[7] Wang Shiying, Zhang Hong, Du Juan. Recent land cover changes in roige region of Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(4): 496~502[王石英, 张宏, 杜娟. 青藏高原若尔盖地区近期土地覆被变化[J]. 山地学报, 2008, 26(4): 496~502]

[8] Tian Yingbing. The vegetation type and its distribution regularity under different habitats in Ruoergai Plateau[J]. *Journal of Yangtze University (Nat Sci Edit)*, 2005, 2(2): 1~5[田应兵. 若尔盖高原湿地不同生境下植被类型及其分布规律[J]. 长江大学学报(自科版), 2005, 2(2): 1~5]

[9] Zhao Jingzhu. The dynamic measurement indicator system of Ecological landscape spatial pattern[J]. *Acta Ecology Sinica*, 1990, 10(2): 182~186[赵景柱. 景观生态空间格局动态度量指标体系[J]. 生态学报, 1990, 10(2): 182~186]

[10] Wu Jianguo. Landscape ecology-concept and theory[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2000, 19(1): 42~52[邬建国. 景观生态学——概念与理论[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 42~52]

[11] Zhang Qiulin, Ma Jinhui. On the land-use pattern shifting in Xinkai River Basin and its ecological significance[J]. *Acta Ecology Sinica*, 2007, 27(8): 3206~3215[张秋玲, 马金辉. 兴隆山地区景观格局变化及驱动因子[J]. 生态学报, 2007, 27(8): 3206~3215]

[12] Turner M G, O'Neill R V. Effects of Changing Spatial Scale on the Analysis of Lanscape Pattern[J]. *Landscape Ecology*, 1989, 3: 1532162.

[13] Chen Wenbo, Xiao Duning, Li Xiuzhen. Classification, application, and creation of landscape indices[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(1): 121~125[陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类——应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121~125]

[14] Wang Yan, Zhao Zhizhong, Qiao Yanson, *et al*. Characteristics of the climatic variatation in Zoige in the past 45 years and its effects on the eco-environment in the area[J]. *Journal of Geomechanics*, 2005, 11(4): 328~332[王燕, 赵志中, 乔彦松, 等. 若尔盖45年来的气候变化特征及其对当地生态环境的影响[J]. 地质力学学报, 2005, 11(4): 328~332]

The Changes of Landscape at Zoige Plateau Wetland Reserve in Sichuan, China

DENG Maolin[1,2], TIAN Kun[1,3], DUAN Zongliang[2], ZHOU Yaohua[2], YANG Jiao[2], WANG Jinqiong[1,2]

(1. *Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest of China State Forestry Administration, Kunming 650224, China*;
2. *Department of Environment Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China*;
3. *National Plateau Wetland Research Center, Kunming 650224, China*)

Abstract Based on the landsat images of the years of 1990 and 2000 and 2007, variation of the landscape patterns of the plateau wetland reserve area of Zoige in Sichuan Province in the past 20 years and its driving factor were analyzed quantitatively, using landscape indexes (such as NP, PLAND, SHDI, SHEI and so on) by FRAGSTATS software., and analyzing transposed matrix of the whole landscape. Results show that within the study area, the Zoige plateau wetland reserve landscape patterns changed significantly from 1990 to 2007, especially in NP, PLAND, AI, SHDI, SHEI, in the Landscape-scale degraded swamps was the landscape of matrix and became dominant ones, accounting for 48.05% in the study area in 2007. The area under the influence of human activities, the spatial heterogeneity and the landscape fragmentation were decrease then increase again, and the landscape dominance was increase firstly then decrease. 1990~2000, the water area of lakes and rivers were decrease, sand was restored, the area of degraded marsh, meadow and shrub increased by 1 978.60 hm^2, 2 559.09 hm^2 and 824.27 hm^2. 2000~2007, the water areas of lake and marsh were still decrease, and the areas of degraded marsh and grassland continued to grow, A significant increase in the sand by 1 945.90 hm^2. Global warming cooperated with the man-made of drainage dewatering, over-grazing, disorderly tourism, the authority management of protected were the main driving factors of the area of wetland landscape pattern change.

Key words Zoige plateau wetland; landscape pattern changes; driving force

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net