

黄河三角洲土地利用及景观格局的动态分析

王海梅^{1,2,3}, 李政海^{2,4}, 韩国栋¹, 韩经纬³

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 大连民族学院 生命科学院, 辽宁 大连 116600; 3. 内蒙古自治区气象科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010051; 4. 中国环境科学研究院 区域生态环境保护创新基地, 北京 100012)

摘要: 以 1978 年、1987 年和 2002 年 3 期卫星遥感影像数据为基础, 结合野外实地调查, 利用 ArcGIS 等图像处理软件, 完成影像的解译。通过景观指数, 对黄河三角洲地区土地利用的景观格局进行分析, 探讨了相关的人类活动对土地利用的影响。结果发现, 农田是黄河三角洲主要的土地利用形态, 构成景观的基质; 湿地在景观格局中占有重要地位; 在自然和人为因素的共同驱动下, 黄河三角洲土地利用格局变化主要表现为破碎度增加, 景观结构的多样性水平提高, 各种土地利用类型均衡性空间分布特点不断提高。

关键词: 黄河三角洲; 遥感影像; 景观指数; 景观格局

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2007)01—0081—05

中图分类号: S157

Analysis of Dynamical Characteristics of Landscape Patterns in Yellow River Delta

WANG Hai-mei^{1,2,3}, LI Zheng-hai^{2,4}, HAN Guo-dong¹, HAN Jing-wei³

(1. College of Ecology and Environment, Agricultural University of Inner Mongolia, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China; 2. Department of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian, Liaoning 116600, China; 3. Inner Mongolia Meteorological Observatory, Huhhot Inner Mongolia 010051, China; 4. The Base of Regional Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Science, Beijing 100012, China)

Abstract: Based on field survey and three stages of spatial data sampled in the Yellow River Delta from 1978 to 2002, the transition of spatial data is accomplished by using the software ArcGIS and performing spatial analysis. Through the analysis of landscape indexes, the spatial and temporal changes in landuse pattern and the influence by human activities are contrasted. The result shows that in the Yellow River Delta, farmland is the primary landuse type, and wetland also possesses a great proportion. Affected by the natural factors and human activities, a series of changes has taken place on landscape pattern. The fragmentation and diversity of landscape structure have been increased obviously, and also the equality distribution of landuse pattern has been improved.

Keywords: Yellow River Delta; spatial data; landscape index; landuse pattern

黄河三角洲位于山东省鲁北平原的北部, 是山东半岛和辽东半岛环抱的地理中心, 属于国家划定的沿海开放地带。国务院确认的黄河三角洲范围包括东营市和滨洲地区的沾化县和无棣县, 以近、现代黄河三角洲为主体, 因 93% 的面积处于东营市境内, 考虑到行政区的完整性和研究工作的方便, 将整个东营市作为研究区范围, 即东经 118°07′—119°10′ 和北纬 36°55′—38°10′ 之间。

近年来, 黄河三角洲以其巨大的开发潜力, 引起了国内外的广泛关注。但由于黄河三角洲地处海陆交接地带, 成陆时间晚, 土壤含盐量高, 物种多样性比较贫乏, 生态系统自我调节能力弱。遍布三角洲的油

田矿井及其相关产业成为该区大气、水体、土壤、植被等的污染源, 使得环境的自净能力、抵抗能力和恢复能力逐渐减弱。随着黄河三角洲人口数量的增加和经济开发的不断深入, 土壤盐碱化、地下水位下降、黄河断流、生物多样性变化等生态环境问题日益突出, 也越来越引起人们的重视。

为了加强黄河三角洲的生态环境保护, 实现该地区的可持续发展, 首先需要了解该地区的土地利用现状, 认识区域景观格局特征及其动态变化规律, 分析人类活动对景观格局及生态过程的影响^[1], 在此基础上努力探索该区人口、经济与资源环境的相互协调关系, 寻求可持续发展的途径^[2-3]。

收稿日期: 2006-06-13

修稿日期: 2006-08-07

基金项目: 国家环境保护总局与意大利环境国土资源部环境保护合作项目“黄河三角洲生态环境调查”(C-II-S-2003-26)

作者简介: 王海梅(1976—), 女(汉族), 内蒙古赤峰市人, 在读博士, 工程师, 主要从事天气预报及气候变化与生态环境关系的研究。E-mail: wanghnhu@126.com。

通讯作者: 李政海(1962—), 男(汉族), 河北省卢龙县人, 博士, 教授, 主要从事区域生态学研究。E-mail: li-zhzh@263.net。

1 研究区概况与研究方法

1.1 自然概况

黄河三角洲地处中纬度地带,背陆面海,属于暖温带季风型大陆性气候。光照充足,热量丰富,气温适中,四季分明。多年平均气温 12.8°C , 10°C 积温 4300°C ,无霜期 $202\sim 210\text{d}$,历年平均降水量 613.6mm ,夏季降水量占全年降水量的 69% ,多年平均蒸发量 1926.0mm 。常有旱、涝、风、霜、雹和风暴潮等自然灾害,是风暴潮多发地区。

根据历史文献和对黄河三角洲实地调查发现:黄河三角洲地区植被具有明显的湿地生态系统特点,在天然植被中,以滨海盐生植被为主,占天然植被的 $1/2$ 以上,植物常具有抗盐、抗旱特性;森林植被较少,且树种单一;草本植物构成的群落占绝对优势,人工植被中以农田植被为主。该区植被盖度低,季节变化大,植物群落的建群种贫乏,群落结构简单,常组成单优种群落,群落内种的饱和度小,每 1m^2 常常只有 $2\sim 3$ 种,植物生长低矮稀疏,群落内水平分布不均,垂直分层不明显,一般为 $1\sim 2$ 层。

1.2 研究方法

主要采用 1978 年(MSS),1987 年(TM)及 2002 年(ETM)三期陆地卫星遥感影像数据,借助全球卫星定位系统(GPS),并结合东营市行政区划图,对黄河三角洲地区进行野外调查,再以其它相关数据作为辅助,建立地物与影像光谱特征的对应关系,利用 ArcGIS 等软件,通过多通道合成、投影转换、地理校正、图像合成及空间分析等处理方法,完成三期遥感影像的解译。

以土地利用状况分析为基础,据不同土地利用类型的自然属性与人为干扰程度,及不同生态系统的群落外貌特征,建立黄河三角洲地区景观分类系统(表 1)。利用 ArcGIS,SPSS 等软件,统计出不同年份各类景观的面积、周长、斑块数量等,并选取景观分离度、破碎度、多样性、优势度等相关景观指数,分析不同时期的景观格局及土地利用的动态变化规律^[4-5]。

2 结果分析

2.1 黄河三角洲地区土地利用景观分类系统

在对黄河三角洲进行景观生态学研究过程中,考虑到该地区的最大高差仅有 20m 多,地貌的景观作用较小,因此,自然景观的分类主要考虑地面植被类型、植被的外貌和优势植物的生活型类型,共包括 7 种自然景观单元。在人工景观分类中,共划分出农田、城镇、水体养殖场等 10 种人工景观单元。

表 1 黄河三角洲地区土地利用景观分类系统

一级景观	二级景观	缩写
自然景观	芦苇群落湿地景观	芦苇
	芦苇+柾柳群落湿地景观	芦+柾
	柾柳群落盐化湿地景观	柾柳
	柾柳+碱蓬群落盐化湿地景观	柾+碱
	碱蓬+裸地景观	碱+裸
	滩涂景观	滩涂
	河流景观	河流
人工景观	人工林景观	人林
	人工草地景观	人草
	农田景观	农田
	农渔间作景观	农渔
	养殖场景观	养殖
	盐田景观	盐田
	人工水体景观	人水
	沟渠景观	沟渠
	农村居民点景观	农居
	城镇景观	城镇

2.2 2002 年土地利用景观格局的特征分析

通过对黄河三角洲的实地调查和 2002 年土地利用景观数据的分析(见表 2),发现黄河三角洲土地利用的景观格局具有以下主要特征。

表 2 2002 年黄河三角洲土地利用状况

一级景观	二级景观	面积/ km^2	所占比例/ %	分离度
自然景观	芦苇	215.30	2.81	1.96
	芦+柾	480.67	6.28	0.89
	柾柳	187.88	2.46	1.74
	柾+碱	360.21	4.71	1.17
	碱+裸	635.11	8.30	1.11
	滩涂	732.57	9.58	0.41
	河流	85.03	1.11	5.24
人工景观	人林	21.28	0.28	9.86
	人草	11.74	0.15	3.73
	农田	3568.35	46.64	0.08
	农渔	57.92	0.76	5.65
	养殖	408.55	5.34	0.73
	盐田	142.64	1.86	1.87
	人水	250.27	3.27	4.09
	沟渠	7.45	0.10	32.69
	农居	289.96	3.79	3.66
	城镇	195.44	2.55	1.52
合计	7650.37	20153.24	—	

(1) 农田构成该地区景观的基质。由 2002 年土地利用景观统计数据可见,农田景观占总面积的

46.64%,在该地区整个景观中占有绝对优势,农田景观的平均斑块面积远大于其它景观类型,其分离度最小、优势度较大,表明农田的连接性和完整性较好,控制着黄河三角洲地区的能流、物流和物种流,在整个景观功能上起重要作用,也说明黄河三角洲土地以农业利用为主。黄河三角洲大部分是黄河冲积而成的典型三角洲地貌,地势平缓,土地辽阔,并且总面积以平均 $23 \text{ km}^2/\text{a}$ 的速度增加。自然资源优势使黄河三角洲成为我国重要的粮食生产基地的同时,也改变了其整体的自然生态景观背景,形成了农田景观基质。

(2) 滩涂是三角洲内的第二大景观类型。黄河三角洲海岸线长,滩涂面积广阔,占土地总面积的 9.58%,是山东省滩涂面积的 37.5%。滩涂景观的面积仅次于农田,其分离度较小、优势度较大^[6],表明滩涂在景观格局中也占据着重要的地位。三角洲处于黄河与渤海湾和莱州湾的交接地,即有海岸带和三角洲地区的共性,又有其特殊性:海岸线频繁的淤进与蚀退,呈现不稳定的特征,海陆相互影响的范围比其它地方要大。

(3) 自然植被以芦苇、柽柳等湿地景观为主。由表 2 的数据分析可见,芦苇群落、芦苇+柽柳群落、柽柳+碱蓬群落、碱蓬+裸地群落和柽柳灌丛占三角洲总面积的近 1/4。特殊的地理位置和生态环境,孕育了黄河三角洲独特的植被群落,形成了独具特色的以抗盐耐盐植物为主的湿地植被景观。黄河水侧渗、引黄河水、海水侵染和风暴潮侵袭给黄河三角洲带来大量的水分和盐分,是该区土壤盐碱化的重要物质基础。多年平均蒸降比达到 3.5 左右,在长期的蒸发量大于降水量的气候条件下,大气蒸发促使地下水补给土壤水,成为该区土壤水盐向上运动的动力条件,同时由于农业上的重灌轻排等粗放利用方式,造成了区

域地下水位整体抬高,共同导致了该区土壤盐碱化严重的现状。

(4) 人类活动对自然景观格局的改造作用日益加重。黄河三角洲 93% 的工农业及生活用水依赖黄河,东营市也把水利事业当作生存产业和生命线工程,建立了引、蓄、灌、排配套的工程体系。人工蓄水库、工农业引排水沟渠等对整体景观的切割作用比较明显,分离度值最大,分散在农田基质中,但对整体景观的切割作用很大。黄河三角洲地下矿藏和其它自然资源储量大,是全国第二大油田——胜利油田所在地。由于东营市实施基础设施超前发展战略,水利、电力、交通、通讯等各项事业都取得了长足发展。随着农业开垦、海产养殖业、油田开发等经济活动的扩展,人口增长、工业化、城镇化进程等导致该区的自然景观逐渐被破坏。三角洲原来牧草丰美的天然草地被大面积开发,使得盐地碱蓬的斑块数量较大。

2.3 土地利用及景观格局的时间动态

为了分析黄河三角洲几十年来的土地利用景观动态变化情况,利用 3 期遥感影像数据,选取了几个典型的景观指数,结合三角洲主要的生态过程和生态环境变化影响因素,详尽分析了该区主要的景观动态变化趋势及驱动因子。

2.3.1 景观分离度 景观分离度描述某一景观类型中斑块的离散程度^[7]。由图 1 可见,黄河三角洲各类景观的分离度数值差别较大。在 3 个年份中,农田、滩涂、碱蓬+裸地、柽柳群落、芦苇+柽柳群落、柽柳+碱蓬群落的景观分离度数值较小,表明以上景观类型在该地区相对连续分布的特点,但是随着时间的推移,以上各类土地利用景观的分离度大都呈现增加的趋势,表明油田开采、农业、水产养殖业开发等人类活动驱使土地利用景观类型呈现出离散分布的趋势。

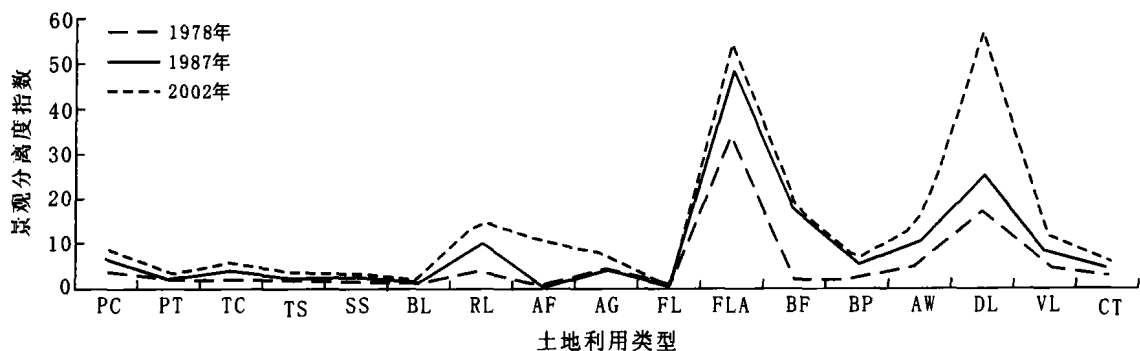


图 1 黄河三角洲不同时期的景观分离度

农渔间作发展较晚且尚未形成规模,呈较大的离散分布状态,导致其分离度值远大于其它景观类型,由于农渔间作规模的扩大和集中发展,使其离散度值

随时间的推移减小很快。引水沟渠也呈现较明显的离散分布,除了引黄河水以外,引水沟渠还分布在各大水库、坑塘的周围,主要受黄河来水量和天然降水

量的共同影响,所以时间动态变化很大,1987年沟渠的分离度值最小。养殖场主要集中在沿海一带,但明显受宏观经济政策调控、经济利用驱动和黄河来水量的限制,所以分离度值较大且时间变化显著,1987年养殖场的面积由1978年的 52.32 km^2 锐减到 3.81 km^2 ,而2002年又猛增到 408.55 km^2 ,导致1987年养殖场的分离度值远大于其它年份。农渔间作、沟渠和养殖场3种土地利用景观类型的面积相对较小,离散分布的特点决定了它们对黄河三角洲整体景观的切割作用比较明显,而以上3种景观类型都受人类活动的显著影响,其动态变化也间接反映了人类活动的变化趋势。

2.3.2 景观破碎度指数 景观破碎度指数即每 1 km^2 的斑块数量,描述景观被分割的破碎程度,是衡量景观异质的一个重要标准^[8]。黄河三角洲斑块总数量由1978年的1434个增加到2002年的2165个;斑块数量的快速增加,又使平均斑块面积大大减小,由1978年的 $5.14\text{ km}^2/\text{个}$ 降低到2002年的 $3.53\text{ km}^2/\text{个}$,而景观破碎度指数由1978年的0.195增加到2002年的0.283,以上参数的时间变化均反映出研究区景观破碎度呈现递增的趋势,也说明研究区内人类活动的干扰程度不断增强,对整体景观格局的破坏作用加大,使该区景观的异质性增加(图2)。

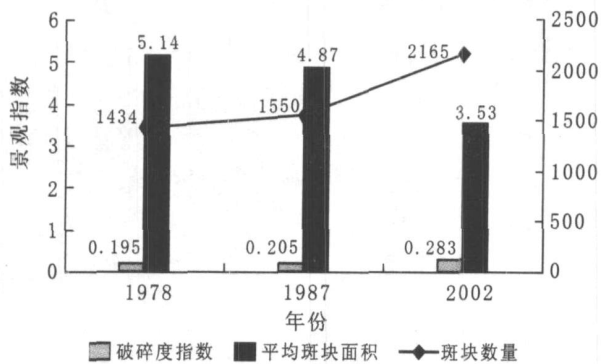


图2 黄河三角洲不同时期景观破碎度指数

2.3.3 景观多样性、景观优势度、景观均匀度 景观多样性描述景观中类型的丰富度和复杂度。景观的多样性受人类干扰强度和自然地貌、气候分异的影响^[9],黄河三角洲自然条件的分异性不大,所以景观多样性指数的变化主要受人类活动的影响。从图3的数据分析可见,黄河三角洲景观多样性指数1987年与1978年相当,但是2002年比1987年增加了13%,出现了较大的上升趋势,表明1987—2002年间各景观类型所占比例的差异减小,人类干扰强度增强,景观类型的多样化、结构的复杂性有了明显提高。

通常情况下,较大的景观优势度指数值对应于一个或少数几个景观类型占主导地位的景观特点^[10]。从图3数据分析可见,随着时间的推移,黄河三角洲的景观优势度指数虽然呈现下降趋势,但是优势度指数依然较高(2002年为0.857),表明该地区还有明显优势的景观类型存在,即在景观尺度上有明显的基质存在。但是随着油田开发、养殖业等人类经济活动的发展,基本建设投资力度加大,建筑用地的面积大幅度增加,占据并分割该区域的优势景观类型——农田景观,导致优势景观的优势程度不断下降。

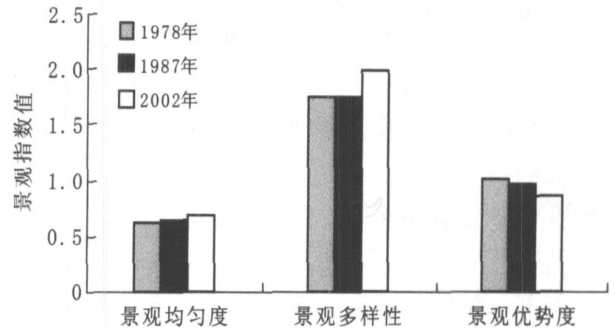


图3 黄河三角洲不同时期的景观均匀度、多样性及景观优势度指数

景观均匀度指数描述实际景观多样性(H)与最大多样性(H_{\max})之比,反映景观组分分布的均匀程度^[10]。1978—2002年,黄河三角洲景观均匀度指数呈现递增的趋势,也表明该地区各种景观类型均衡空间分布特点不断提高,对土地利用格局起控制作用的景观类型在减弱。

3 讨论

近百年来,随着黄河三角洲的形成和发展,人类活动也愈加频繁,且强烈地影响着该地区的自然环境。在40—50年代,这里以草地为特征的生态系统基本保持较好的自然状态。但自20世纪50年代末开始,由于黄河泛滥、海潮侵袭,加之片面强调“以粮为纲”、滥垦滥伐、毁林毁草以及掠夺式经营和游牧式生产,使区域生态环境与土地利用的景观格局发生了显著变化。

黄河三角洲作为世界上最年轻的陆地之一,在研究生物多样性的发展发育过程、生态系统的演变进程和陆地演进规律方面占据极其重要的地位,为此国家设立了黄河三角洲湿地国家级自然保护区。

研究结果显示,在未开发的区域,受自然条件变化的影响,各种生态系统类型之间发生着频繁的相互转化,但对于城镇用地、农村居民点、农田、盐田、养殖场等人工生态景观类型来讲,生态系统之间的相互转

化作用较弱,说明各种人为干扰显著地影响了生态系统的自然演进历程。

从1978—2002年,各种景观指数的动态变化说明:在人为干扰影响下,黄河三角洲地区的景观破碎化与景观均一化程度不断提高,这种状况对区域生物多样性的发展会产生极其不利的影响。因此,考虑到黄河的造陆作用和黄河三角洲未利用地比重一直较高的实际情况,在对宜农荒地等未利用土地的开发利用过程中,必须充分考虑生态系统、生态过程的完整性,遵循景观生态学原理,合理规划,科学布局,在保证黄河三角洲地区社会经济持续、健康、快速发展的同时,要切实加强湿地生态系统的保护,为开展河口地区陆地形成、生态系统演化、景观生态过程和生物多样性发展等方面的科学研究工作保留一块天然实验室。

[参 考 文 献]

- [1] IGBP/HDP. Land use and land cover change science/ Research plan, IGBP Report [R]. No. 35 and HDP report, No. 7, Stockholm; IGBP, 1995.
- [2] Forman R T T, Gordon M. Landscape Ecology [M]. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- [3] Richards J A. Thematic mapping from multitemporal image data using the principal component transformation [J]. Remote Sensing of Environ. 1994:13—53.
- [4] IGBP/HDP. Land use and land cover change science/ Research plan [R]. IGBP Report, No. 35 and HDP report, No. 7, Stockholm; IGBP, 1995.
- [5] 李书娟, 曾辉. 遥感技术在景观生态学中的应用 [J]. 遥感学报, 2002, 6(3): 233—240.
- [6] 赵玉涛, 余新晓, 关文彬. 景观异质性研究评述 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 495—500.
- [7] 邬建国. 景观生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 204—234.
- [9] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性 [J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453—461.
- [10] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 202—207.
- [11] 史培军, 刘宝元, 张科利, 等. 土壤侵蚀过程与模型研究 [J]. 资源科学, 1999, 21(5): 9—18.
- [12] 张光辉, 梁一民. 黄土丘陵区人工草地盖度季动态及其水保效益 [J]. 水土保持通报, 1995, 15(2): 38—43.
- [13] 王秋生. 植被控制土壤侵蚀的数学模型及其应用 [J]. 水土保持学报, 1991, 5(4): 68—72.
- [14] 袁建平, 蒋定生, 甘淑. 不同治理度下小流域正态整体模型试验——林草措施对小流域径流泥沙的影响 [J]. 自然资源学报, 2000, 15(1): 91—96.
- [15] 胡良军, 邵明安. 论水土流失研究中的植被覆盖度量指标 [J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 40—43.
- [16] 章文波, 符素华, 刘宝元. 目估法测量植被覆盖度的精度分析 [J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2001, 37(3): 402—408.
- [17] 拉尔. R. 土壤侵蚀研究方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1991. 157—170.
- [18] Adams J E, Arkin G F. A light interception method for measuring row crop ground cover [J]. Soil Science Society of America Journal, 1997, 41(4): 789—792.
- [19] 张光辉, 梁一民. 黄土丘陵人工草地径流起始时间研究 [J]. 水土保持学报, 1995, 9(3): 78—83.
- [20] 罗伟祥, 白立强, 宋西德, 等. 不同覆盖度林地和草地的径流量与冲刷量 [J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 30—34.
- [21] 章文波, 刘宝元, 吴敬东. 小区植被覆盖度动态快速测定方法研究 [J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 60—63.
- [22] 李旭文. 主成分变换和彩色变换在 TM 图像信息提取中的应用——以苏州市为例 [J]. 环境遥感, 1992, 7(4): 251—259.
- [23] 赵元洪. 彩色变换及其在浙江括苍山的应用研究 [J]. 环境遥感, 1990, 5(1): 72—78.
- [24] 郑兴年, 胡保新, 崔伟宏. 大城市边缘区土地利用动态遥感试验研究——以北京市朝阳区为例 [J]. 地理科学, 1995, 15(1): 47—54.

(上接第80页)