

黄河三角洲土地利用/覆被变化时空特征研究

李 静^{1,3}, 赵庚星², 杨佩国⁴, 马淑惠⁵

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100029;

4. 国家减灾中心, 北京 100053; 5. 山东省莒县国土资源局, 山东 莒县 276500)

摘要: 黄河三角洲地区受人类活动作用时间相对较短, 为土地利用/覆被变化及其驱动力研究提供了难得的条件。以位于黄河入海口处的垦利县为例, 通过对1987—2000年土地利用/覆被变化幅度、变化构成以及流向图的分析, 得到了该地区土地利用/覆被变化的特点, 并应用遥感及GIS空间分析手段分析了黄河、渤海对该区土地利用/覆被变化格局的影响与作用机制。结果表明: (1) 位于黄河入海口处的垦利县土地生态环境脆弱, 占土地总面积80%的旱地、林草地、盐荒地和滩涂存在状态不稳定, 盐荒地是其土地利用/覆被变化的核心类型; (2) 黄河淡水和海洋咸水所控制的水文条件变化是该区土地利用/覆被变化的重要驱动因素, 基本控制了分布的格局, 并影响土地利用/覆被变化的可能性及变化方向。

关键词: 土地利用/覆被变化; 时空特征; 空间分析; 黄河三角洲

中图分类号: F323.2

文献标识码: A

文章编号: 1003-2363(2008)06-0110-05

1 引言

人类活动致使土地系统的自然演化进程被打破, 引起土地覆被状况发生显著变化。大量研究案例显示, 土地覆被变化受自然因素和人类因素的双重作用, 具有驱动力综合性和驱动过程复杂性特点^[1-2]。以美国克拉克大学 Turner 教授为代表的研究小组提出从环境脆弱带 (environment critical zone) 入手, 探讨土地利用与土地覆被变化的驱动力过程^[3]。

黄河三角洲是中国第二大河口三角洲, 也是中国乃至世界造陆面积最快的河口三角洲之一。该区自然资源尤其石油资源丰富, 但由于形成时间较晚, 是海陆交互作用形成的退海之地, 土壤肥力低, 地下水矿化度高, 降水量远小于蒸发量, 极易引起土壤盐渍化, 生态系统脆弱性表现得极为典型, 一直是学术界研究的热点地区^[4-5]。黄河三角洲地区受人类活动作用的时间相对较短, 土地系统的自然过程与其它区域相比表现更为强烈, 这为人类—环境耦合系统的研究提供了难得的条件。

2 研究区概况与数据

2.1 研究区概况

垦利县位于北纬 37°24′ ~ 37°59′, 东经 118°15′ ~

119°10′, 地处山东省北部, 胜利油田腹地, 黄河入海口处, 黄河自其境内由西南向东北贯穿入渤海。该区位于暖温带半湿润地区, 属大陆性季风气候, 雨热同期, 四季分明; 春季常发生春旱、夏季有时受台风侵袭; 多年平均气温 12.3℃, 年均降水 557.3 mm, 但蒸降比高达 3.40; 属典型三角洲地貌, 地势低平, 比降为 1/10 000 ~ 1/120 000, 泥沙大量沉积, 形成“地上悬河”; 土壤为潮土和盐土两大类型, 质地偏沙, 养分贫乏, 加之地下水埋深浅, 矿化度高, 极易引起土壤盐渍化, 盐碱地分布面积广。

2.2 数据准备和处理

采用研究区 1987 年 5 月 7 日和 2000 年 5 月 2 日春季时相陆地卫星 TM 数字图像, 分辨率为 30 m × 30 m, 运用 1 : 50 000 地形图, 对两期图像进行几何精校正和配准, 并进行图像均衡化、线性拉伸等增强处理。为进行遥感图像处理和解译, 收集了相关年份研究区土地利用现状图、地形图、土壤图、地下水矿化度图, 以及行政区划图, 并进行编辑处理, 建立地理要素信息库。

3 研究方法

3.1 土地利用/覆被遥感信息提取

由于土地利用与土地覆被的联系和区别, 在开展遥感调查中经常考虑将两者合并, 建立统一的分类系统^[6]。结合区域特点, 该研究将土地利用/覆被类型分为 9 类: 旱地、水田、沙地、林草地、建设用地、水库河流、坑塘、盐荒地和滩涂。采用基于专家知识的遥感信息提取方法进行土地利用/覆被信息提取, 信息提取精度评

收稿日期: 2008-03-31; 修回日期: 2008-10-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40571160)

作者简介: 李静 (1978-), 女, 山东东营人, 博士, 主要从事土地利用/覆被变化研究, (E-mail) lijing.04b@igsrr.ac.cn。

价结果显示：分类面积精度为 81.8%，空间精度为 84.5%；将分类结果与遥感假彩色合成影像以及实地调查资料对比，对误分像元进行识别，通过屏幕目视修正方法进行人工修正，修正后面积精度达到 91.5%，空间精度达到 96.9%，结果见图 1。具体信息提取过程请参见文献[7]。

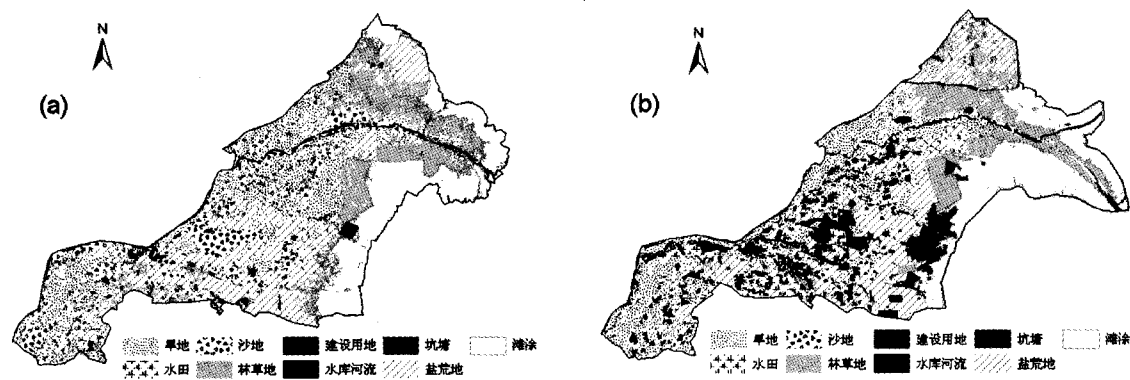


图1 垦利县土地利用/覆被遥感分类图：(a)1987年；(b)2000年

Fig.1 The classification of the land use and land cover of Kenli County: (a) the year of 1987; (b) the year of 2000

3.2 土地利用/覆被变化分析

3.2.1 土地利用/覆被变化幅度分析。用某一土地利用/覆被类型变化面积占该类型期初面积的百分比来表示： $V_i = (B_i - A_i) / A_i \times 100\%$ 。式中： V_i 为第 i 类土地利用/覆被类型 1987 年到 2000 年变化幅度； B_i 为 2000 年第 i 类土地利用/覆被类型的面积； A_i 为 1987 年第 i 类土地利用/覆被类型的面积。

3.2.2 土地利用/覆被变化构成分析。对各土地利用/覆被类型的流入和流出情况构建分析模型 $S_i = (I_i - D_i) / (I_i + D_i)$ 。式中： I_i 为第 i 类土地利用/覆被类型的流入量； D_i 为流出量； S_i 的取值范围为 -1 到 +1 之间，正值表示该土地利用/覆被类型净面积增加，负值表示减少。如果 I_i 和 D_i 都较大，而 S_i 的绝对值接近于零，则表明该土地利用/覆被类型流入量、流出量都较大，存在状态不稳定；如果 I_i 和 D_i 都较小，说明该地类变化不大； S_i 的绝对值接近于 1 表明该地类以流入或流出的单向变化为主，处于稳定增加或减少状态。

3.2.3 土地利用/覆被类型流向图。分析类型之间的相互转换关系，并将各地类流入和流出具体的数量分为 3 级，并将 3 个级别的流入流出情况表示在图上。通过流向图不仅清晰表达出各土地利用/覆被类型之间的转换关系，而且可以通过流入流出的分级显示提取研究区土

地利用/覆被变化的特征。

3.3 黄河和海洋对土地利用/覆被变化格局影响分析

以黄河和海岸线为中心或边界分别建立缓冲区，分析距离其远近不同情况下的土地利用/覆被分布格局与变化。根据研究区实际情况，分别以 1 km 和 2 km 建立距离黄河和海岸不同距离的缓冲区。具体分析了各缓冲区内植被覆盖状况和面积最大的 4 种土地利用/覆被类型即耕地、林草地、盐荒地和滩涂之间的转换情况，植被覆盖状况采用 NDVI 指标反映，各地类之间的转换情况通过对流入流出情况的统计分析获得。

4 结果与分析

4.1 土地利用/覆被变化数量特征

4.1.1 变化幅度分析。旱地、林草地、盐荒地、滩涂在面积上占有绝对优势，研究时段内始终是该地区面积最大的 4 种土地利用/覆被类型，约占土地总面积的 80% 左右；从净面积变化来看，4 种土地利用/覆被类型变化幅度较小，均小于 20%；变化幅度较大的类型为水田、沙地、建设用地、水库河流和坑塘，其中，坑塘的变化幅度高达 1255.5%（表 1）。可以看出，与人类活动密切相关的土地利用/覆被类型变化幅度较高（图 2）。

表1 1987—2000 年垦利县土地利用/覆被面积变化幅度及变化构成指数
Tab.1 The index of land use/cover change range and that of land use/cover change structure of Kenli County

	1 旱地	2 水田	3 沙地	4 林草地	5 建设用地	6 水库河流	7 坑塘	8 盐荒地	9 滩涂
变化幅度/%	-8.2	280.5	-78.7	-18.6	220.5	116.3	1255.5	5.2	1.1
变化构成指数	-0.09	0.76	-0.72	-0.18	0.82	0.45	0.97	0.05	0.01

4.1.2 各地类变化增减构成分析。图 3 显示：旱地、林草地、盐荒地、滩涂在研究时段内都具有较大流入量和

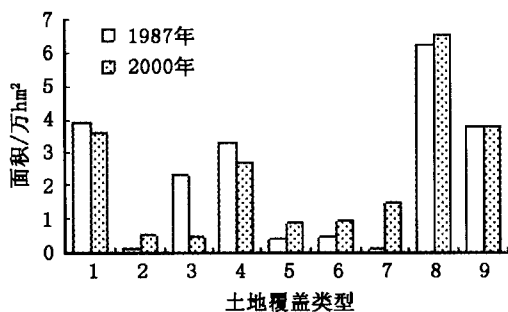


图 2 1987 年和 2000 年土地利用/覆被类型面积

Fig. 2 Comparison of the land

use/cover condition between 1987 and 2000

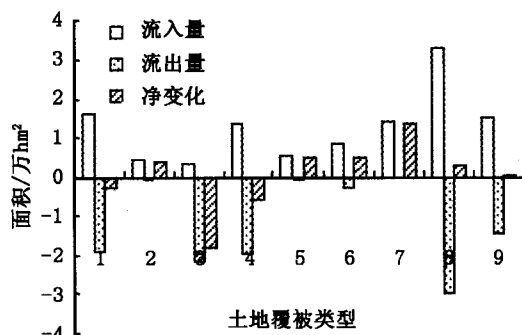


图 3 1987 年和 2000 年土地利用/覆被类型面积

Fig. 3 The amount of increment,

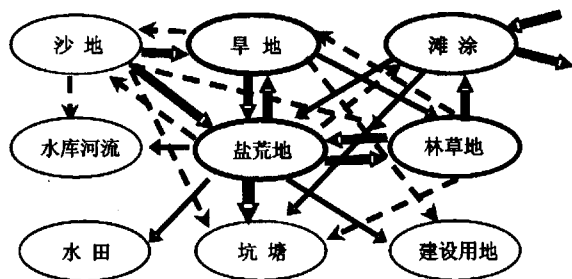
decrement and net changes of land use/cover types

流出量。结合图 2 发现流入量和流出量基本都达到了期初面积的 40% 以上,且表 1 显示这几种土地利用/覆被类型变化构成指数绝对值小,仅在 0.1 左右。说明占该地区土地面积 80% 的旱地、林草地、盐荒地、滩涂在研究期内变化特征为既有大面积流入又有大面积流出,两者抵消导致总面积变化不大,存在状态不稳定,表现出很强的脆弱性特征。而占研究区面积 20% 的其余 5 种类型变化幅度大,且变化构成指数绝对值大,说明这几种类型处于稳定增加或减少状态,其中水田、建设用地、水库河流和坑塘面积大面积增加,而沙地面积明显减少。

4.1.3 地类间相互转换分析。图 4 进一步反映了各土地利用/覆被类型之间大于 1 000 hm^2 的流入和流出情况,可以看出:盐荒地与其它地类的转换最为频繁,尤其与旱地、林草地之间发生大面积的相互转换;沙地变化表现为流出量大,主要流向旱地和盐荒地,这主要是由引黄放淤引起的;而坑塘、建设用地、水田、水库河流的变化主要表现为流入量大,面积稳定增加。以盐荒地为核心类型的土地利用/覆被变化表明脆弱的土壤条件对该地区土地利用/覆被变化具有很大影响。

4.2 土地利用/覆被变化空间分异特征与影响因素

4.2.1 土地利用/覆被变化与距黄河距离的关系。由表 2 和表 3 得出:黄河三角洲地区土地利用/覆被分布



说明:-->表示转换面积 1 000 ~ 2 000 hm^2 ;→表示转换面积 2 000 ~ 5 000 hm^2 ;➡表示转换面积大于 5 000 hm^2 。

图 4 土地利用/覆被变化流向图

Fig. 4 The flow chart of the land use/cover change

和变化情况与距黄河距离远近之间具有较强的规律性:

(1)随着与黄河距离的减小,NDVI 值逐渐变大,说明植被覆盖状况变好;旱地、林草地呈增加趋势,而盐荒地呈减少趋势。(2)随着与黄河距离的减小,盐荒地有被开垦为旱地、旱地有变为林草地的趋势,同时,随着与黄河距离的增大,旱地、林草地退化为盐荒地的可能性增大。

表 2 距黄河不同距离区域的 NDVI 值及土地利用/覆被类型所占的面积比率

Tab. 2 NDVI and area percentage of land cover types of different distances from the Yellow River

距黄河 距离/km	NDVI 平均值	土地利用/覆被类型在距 黄河不同距离的面积比率/%		
		旱地	林草地	盐荒地
0 ~ 3	0.095 60	43.8	34.7	12.7
3 ~ 7	0.021 30	34.3	29.5	23.8
7 ~ 13	-0.056 7	17.7	26.7	32.2
13 ~ 31	-0.211 0	4.2	9.1	31.3

4.2.2 土地利用/覆被变化与距渤海距离的关系。由表 4 和表 5 得出:剔除 0 ~ 6 km 处大面积滩涂分布的影响,黄河三角洲地区土地利用/覆被分布和变化情况与距渤海的距离之间呈现出较强的规律性:(1)随着与海岸距离的增加,NDVI 值逐渐变大,说明植被覆盖状况变好;旱地呈增加趋势,林草地和盐荒地呈减小趋势。(2)随着与海岸距离的减小,旱地和林草地有退化为盐荒地的趋势,而随着与海洋距离的增加,盐荒地有被开垦为旱地的趋势。滩涂与其他类型的转换则集中在 0 ~ 16 km 处。

4.2.3 黄河和海洋作用下土地覆被变化机制。土地是由自然、社会经济等因素影响下形成的综合体,土地利用/覆被变化总是与相应的自然和社会经济因素的变化相联系。不同类型土地利用/覆被变化的驱动力不同,对于一个地区,其主导驱动力由其该地区主要土地利用/覆被类型变化的驱动因素决定^[8]。

垦利县土地利用/覆被变化最活跃的类型为盐荒

表3 距黄河不同距离区域主要土地利用/覆被变化类型的面积比率

Tab.3 Area percentage of the land use/cover change of different distances from the Yellow River

变化期初类型	变化期末类型	面积/hm ²	距黄河不同距离的土地利用/覆被类型变化的比率/%			
			0~3/km	3~7/km	7~13/km	13~31/km
旱地	林草地	2156.67	45.7	37.1	15.9	1.3
	盐荒地	12737.61	21.4	33.1	37.6	7.9
	滩涂	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
林草地	旱地	1178.64	26.9	36.7	34.8	1.6
	盐荒地	8003.61	8.2	29.7	45.4	16.7
	滩涂	6419.07	34.9	57.1	2.6	5.4
盐荒地	旱地	5244.12	33.5	32.2	26.7	7.6
	林草地	6275.16	28.4	17.1	41.4	13.1
	滩涂	1056.87	27.7	13.8	18.5	40.0

表4 距渤海不同距离区域的NDVI
值及土地利用/覆被类型所占的面积比率

Tab.4 NDVI and area percentage of land

use/cover types of different distances from the Bohai Sea

距海岸 距离/km	NDVI 平均值	土地利用/覆被类型在距渤海 不同距离的面积比率/%		
		旱地	林草地	盐荒地
0~6	-0.3553	0.2	33.5	11.6
6~16	-0.0328	15.9	55.8	38.8
16~30	0.1131	42.4	8.9	28.1
30~62	0.2656	41.5	1.8	21.6

地,表现为与旱地、林草地等土地覆被类型之间频繁的相互转换,说明土壤易发生盐碱化是该地区土地生态环境最大的限制因子,虽然人类对林草、荒地大量开垦,但相当一部分耕地很难形成稳定的农田生态系统,极易发生退化。因此,在大气降水和蒸发基本保持稳定的情况下,由黄河淡水和海洋咸水所控制的水文条件变化将导致土壤盐运动发生变化,从而导致土地利用/覆被发生变化,成为该区土地利用/覆被的主导自然驱动因子;同时,人类对该地区的土地利用活动不断加强,对土地

表5 距渤海不同距离区域主要土地利用/覆被变化类型的面积比率

Tab.5 Area percentage of the land use/cover change of different distances from the Bohai Sea

变化期初类型	变化期末类型	面积/hm ²	距渤海不同距离的土地利用/覆被类型变化的比率/%			
			0~6/km	6~16/km	16~30/km	30~62/km
旱地	林草地	2156.67	13.1	61.8	22.2	2.9
	盐荒地	12737.61	0.0	43.3	39.3	17.4
	滩涂	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
林草地	旱地	1178.64	0.0	18.0	20.6	61.4
	盐荒地	8003.61	10.6	45.7	12.8	30.9
	滩涂	6419.07	74.2	25.8	0	0.0
盐荒地	旱地	5244.12	0.0	24.0	24.3	51.7
	林草地	6275.16	34.1	48.1	14.8	3.0
	滩涂	1056.87	55.6	44.4	0.0	0.0

利用/覆被变化的驱动作用主要表现为林草地、荒地的大量开垦,以及坑塘、建设用地、水田、水库等的大面积开发利用。在黄河淡水和海洋咸水以及人类活动的综合作用下,其基本驱动机制如图5所示。

5 结论

地处黄河入海口处的垦利县生态环境脆弱,土地利用/覆被变化的特征如下:(1)占面积绝大部分、与植被生长和土地质量密切相关的旱地、林草地、盐荒地和滩涂存在状态不稳定,大面积流入和流出同时发生,反映出该地区土地生态脆弱与人类对土地开发利用愿望的冲突与矛盾,表现为“边开发边退化”。(2)水田、建设用地、水库和坑塘这些与人类活动密切相关的土地利用/覆被类型面积大幅度增加,反映了该地区人口增长、

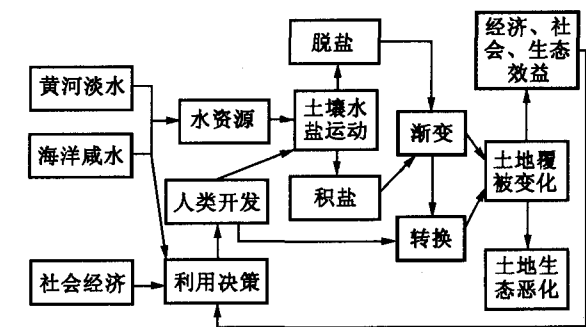


图5 黄河、海洋作用下的土地覆被变化机制

Fig. 5 The changing mechanism of land use/cover driven by the Yellow River and the Bohai Sea

经济发展对土地利用/覆被变化的强烈影响。

黄河和渤海这两大自然要素对土地利用/覆被分布及变化影响明显,两者所决定的水文条件不仅影响该区植被分布格局,而且控制着土地利用/覆被变化的可能性和方向。随着距黄河距离的加大和距渤海距离的减小,植被覆盖状况变差,同时,旱地和林草地退化为荒草地的可能性增加,土地开垦的难度增大。黄河和海洋双重作用下垦利县土地利用/覆被变化特征反映了由淡水和咸水控制的水文条件变化对这一生态脆弱地区土地利用/覆被变化驱动作用,该区土地开发和利用必须充分考虑这一规律,否则脆弱的生态环境将对人类活动做出强烈的反馈,引起生态环境的恶化。

参考文献:

- [1] Lambin E F, Turner B L, Geist H J, et al. The Causes of Land-use and Land-cover Change: Moving beyond the Myths[J]. *Global Environmental Change*, 2001, 11: 261 - 269.
- [2] 王兵, 臧玲. 我国土地利用/土地覆被变化研究近期进展[J]. *地域研究与开发*, 2006, 25(2): 86 - 91.
- [3] 史培军. 人地系统动力学研究的现状与展望[J]. *地学前缘*, 1997, 4(1-2): 201 - 211.
- [4] Xu X, Lin H, Fu Z. Probe into the Method of Regional Ecological Risk Assessment-a Case Study of Wetland in the Yellow River Delta in China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2004, 70: 253 - 262.
- [5] Zhao G, Lin G, Warner T. Using Thematic Mapper Data for Change Detection and Sustainable Use of Cultivated Land: A Case Study in the Yellow River Delta, China [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2004, 25 (13): 2509 - 2522.
- [6] 骆剑承, 周成虎, 杨艳. 遥感地学智能图解模型支持下的土地覆盖/土地利用分类[J]. *自然资源学报*, 2001, 16(2): 179 - 183.
- [7] Li J, Zhao G, Yang P. Knowledge-based Land Use/Cover Classification of Remote Sensing Image in Kenli, Shandong Province, China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51: 218 - 224.
- [8] 李静, 赵庚星, 范瑞彬. 黄河三角洲土地利用及土地覆盖变化驱动力分析[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2003, 31(3): 117 - 122.

Temporal-Spatial Characteristic of the Land Use and Land Cover Change in the Yellow River Delta

LI Jing^{1,3}, ZHAO Geng-xing², YANG Pei-guo⁴, MA Shu-hui⁵

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resource*

Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 3. Graduate

School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China; 4. National Disaster Reduction Center of China, Beijing 100053, China; 5. Land and Resources Bureau of Ju County, Ju County 276500, China)

Abstract: The Yellow River delta provides an uncommon condition for land use and land cover change because of its short time for forming and unique geographical location. Taking Kenli County as the study area, the characteristic of the land use and land cover change in the Yellow River delta was obtained by analysis of the range, structure and flow direction of the land use and land cover change. Then, we analyzed the influence of the Yellow River and Bohai Sea on the land use and land cover change and its changing mechanism. The results show that the primary land use and land cover types of dry land, forest and grass land, salty waste land and shoal land were frangible with both large increment and large decrement, the salty waste land was the key change types, the change of water resources influenced by the fresh water in the Yellow River and salt water in the Bohai Sea is an important driving forces of the land use and land cover change, which not only determined the pattern of the land use and land cover, but also influenced the probability and direction of the land use and land cover change.

Key words: Land use and land cover change (LUCC); temporal-spatial characteristics; spatial analysis; the Yellow River delta