

文章编号 :1003-7853(2011)05-0023-04

中图分类号 :F061.6

文献标识码 :A

基金项目 :中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2-yw-224);国家自然科学基金项目(40801016)

山东半岛海岸带区域土地利用变化空间格局特征

路晓^{1,2}, 吴莉^{1,2}, 应兰兰^{1,2}, 侯西勇¹

(1.中国科学院烟台海岸带研究所, 山东烟台 264003; 2.中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:以 Landsat TM/ETM+ 影像为主要信息源解译山东半岛 2000 年和 2005 年的土地利用数据,应用转移矩阵、动态度、土地利用程度综合指数等方法,对距离海岸线 0~100km 范围的土地利用分布与变化特征进行分析。表明:海岸带耕地、草地、农村居民点和林地分布广泛;5 年间城市、农村、交通工矿和水体的增加比较显著,而耕地、草地、林地和未利用地则明显减少;主导的变化机制是城镇与交通工矿扩展,侵占大量耕地并驱动草地和未利用地的开垦;土地利用分布及变化具有显著的海陆梯度特征,按照离海远近将研究区划分为不同条带,5 年间各个条带中城市和交通工矿均呈增加态势,且离海越近,城市扩展态势越明显,各个条带中草地和未利用地均显著减少,且离海越近,减少的幅度越显著;2005 年各条带土地利用程度综合指数均高于 2000 年,但空间格局基本不变,离海 20-30km 范围是土地利用程度的“凹陷”区域,而且 5 年间其向海一侧人类活动强度的增加态势显著高于其向陆一侧,这表明人类活动的向海性与向陆性及其动态发展存在比较明显的地理分异特征。

关键词:土地利用变化;格局特征;海岸带;山东半岛;海陆梯度

Spatial Patterns of Land-Use Change in Coastal Zone of Shandong Peninsula

LU Xiao et al (Yantai Institute of Coastal Zone Research, CAS, Yantai 264003, China)

Abstract: Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) is one of the most important issues of Global Change studies, it can help us understand the pace, magnitude and spatial reach of human alterations of the earth's land surface. Coastal zone is a very distinctive area because there is complex physical process and extensive human activities simultaneously; therefore, it has been hotspot area of multi-disciplinary studies. Land use change has remarkable impacts on Land-Ocean Interactions in the coastal zone. In this study, land use in 2000 and 2005 were classified based on Landsat images of Shandong Peninsula, and we analyzed the spatial-temporal characters of land use change in area of less than 100 km away from the coastline. Spatial analysis techniques, land use transition matrix, land use dynamic degree, land use degree composite index and so on were used to depict the spatial-temporal characters of land use change. It turned out that the main land use types were farmland, grassland, country and forest, the total area of these four types accounted for 89.14% and 88.33% of the whole study area in 2000 and 2005 respectively. Urban area, country, construction land and water body increased significantly while farmland, forest, grassland and unused land decreased notably, the main conversion types included grassland→farmland, farmland→urban area, farmland→country; the land-sea gradient character of the study area was very observably, we divided the whole study area into ten zones of 10 km width, the results suggested that, from 2000 to 2005, both urban area and construction land of each zone increased, and the urban area increased more significantly in the zones that adjoined to the coastline than that far from the coastline, while grassland and unused land decreased in every zone, furthermore, they decreased more significantly in the zones that adjoined to the coastline; the land use degree composite index in 2005 in each zone was higher than that in 2000, and the spatial pattern almost unchanged, zone3 (20-30 km away from the coastline) was the boundary of the seaward character and landward character of the intensity of human activities, both on its left and right sides, intensity of human activities were increasing spatially, and temporally, the intensity of human activities increased more obviously on the seaward side of zone3 than that on the landward side.

Key words: Land use change; Spatial patterns; Coastal Zone; Shandong Peninsula; Land-sea gradient character

1 引言

海岸带是地球表层岩石圈、水圈、大气圈与生物圈相互连接、各种因素与过程相互影响、物质与能量交换活跃、环境变化极为迅速的特殊地带,也是受人类活动影响极为突出的区域^[1,2]。随着全球经济一体化步伐的加剧,海岸带区域资源丰富、交通便利等优势越发突出,因而激发了全球性的海岸带经济高速发展,但是人口与经济活动在海岸带空间高度集聚,给原本脆弱的生态环境带来日益增大的压力^[3,4]。当前,我国乃至全球海岸带都面临着一系列严峻的问题和挑战,如海平面上升、湿地丧失、环境污染、资源枯竭、生态退化、灾害加剧等^[5],因而,海岸带逐渐成为国内外多学科交叉研究的热点区域以及各国政府普遍关注的重点,已先后有多个以海岸带为核心的国际研究计划或者行动计划,如 LOICZ, SUCOZOMA, GPA 等^[6,7]。土地利用是联系地球表层自然过程和人文过程的良好纽带,是从空间视角审视和揭示人类活动对自然生态系统影响作用及机制的“窗口”,海岸带陆海交互的特质决定了对其

陆域土地利用进行监测研究的重要性,具体而言,通过动态监测,揭示其结构特征和时空动态特征,不仅具有非常重要的学术意义,而且也是海岸带综合管理(ICZM)及海岸带区域经济社会可持续发展的重要基础^[8-11]。因此,本文以我国最大半岛,即山东半岛的海岸带区域为研究区,利用多种指数模型方法和 GIS 空间分析技术,研究和揭示海岸带土地利用变化的时空特征,以期对土地资源的可持续利用及 ICZM 决策提供科学依据。

2 研究区介绍

自然地理意义的山东半岛指胶莱河以东的区域,或者是从苏、鲁交界处的绣针河河口到鲁北的小清河河口,两点一线以东的部分^[12]。在人文地理相关研究中,多针对广义的山东半岛,即绣针河河口到冀、鲁交界处的漳卫新河河口两点一线以东区域,包括青岛、烟台、威海、日照、潍坊、东营和滨州^[13]。山东半岛处在南方发达地区长江三角洲和北方发达地区京津、辽中南之间,是我国黄河中下游地区的主要出海门户^[14,15],而且扼

黄渤海的咽喉,是我国北方大陆伸向西太平洋的最前缘,与朝鲜半岛、日本列岛隔海相望,是欧亚大陆桥的重要桥头堡和东北亚经济圈跨国城市走廊的重要环节。但是近 30 年来,伴随经济社会的迅速发展,山东半岛海岸带的环境压力与生态退化问题日益加剧,风暴潮、海岸侵蚀、咸水入侵、赤潮、湿地退化、生物入侵等灾害事件频发。本文选择山东半岛距离海岸线 0~100 km 范围为研究区,分析土地利用时空动态特征,以期为揭示陆域人类活动对海岸带环境与生态的影响效应奠定基础,研究区覆盖青岛、烟台、威海、日照、东营 5 地市的全部和潍坊、临沂、淄博、济南、滨州、德州 6 地市的局部。基于海岸线按照 10km 间隔进行缓冲分析,将研究区划分为 10 个条带,以便于刻画土地利用分布及变化的海陆梯度特征。

3 数据与方法

3.1 土地利用数据

土地利用数据来自于中国科学院地理科学与资源研究所的全国多时相 1:10 万土地利用现状数据库^[16-21],该数据将全国土地利用划分为 6 个一级类型、25 个二级类型,信息源以多时相 Landsat TM/ETM+ 影像为主,采用动态图斑目视解译和野外考察验证相结合的方式获取某一时段的变化信息以及时段末期的现状分布信息。以 2005 年土地利用现状数据的获取为例:信息源主要是 1999/2000 年和 2004/2005 年成像的 Landsat TM/ETM+ 数据,两期影像几何纠正的平均误差小于 50m,通过勾画动态图斑,并进行野外调查验证和修正,进而将 2000 年时相土地利用现状数据和 5 年间的动态图斑数据进行叠加而得到 2005 年时相的土地利用现状数据。全国范围制图精度分析表明,耕地判读准确率达 99%,草地、林地、城乡建设用地准确率达 98%,综合定性准确率达 95%^[21]。本文提取研究区 2000 年和 2005 年的土地利用现状数据,并根据研究区长期以来土地资源开发、利用和保护的特征出发,将土地利用重分类为耕地、林地、草地、水体、城市、农村、交通工矿、未利用地 8 个类型。

3.2 土地利用动态度

为了描述土地利用类型变化的幅度以及区域土地利用变化中的类型差异,常引入土地利用动态度模型定量描述土地利用变化的剧烈程度^[22,23]。其中,单一土地利用动态度模型的

$$表达式: K_s = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, K_s 为研究时段内某一土地利用类型的单一土地利用动态度; U_a 、 U_b 分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长度。

3.3 土地利用程度综合指数

刘纪远^[19]等提出了土地利用程度综合指数的概念来定量度量土地利用的集约化水平,按照土地资源在人类行为因素影响下的状态分为城乡与工矿建设用地级、农业用地级、林草水利用级和未利用土地级 4 个分级,分别赋予 4、3、2、1 不同的分级指数,进而,计算得到 100~400 之间连续分布的综合指数,数值大小不仅反映土地本身的自然属性,也反映人类因素与自然环境因素的综合效应。该指数的表达式为:

$$I = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad I \in [100, 400] \quad (2)$$

式中, I 为土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度分级面积百分比; n 为土地利用程度分级数。两个时相相比,如果 I 值增大,则表明土地利用处于发展期,否则处于调整期或者衰退期。

3.4 土地利用转移矩阵

转换矩阵分析是根据 2 个时相的土地利用分类结果,采

用(3)式通过叠加分析而得到。转移矩阵可以直观地反映某种类型土地的流失方向以及某一类型土地新增面积的来源^[25]。

$$P = (P_{ij}) \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

式中, n 为土地利用类型数目, P_{ij} 为矩阵元素,是期初至期末类型 i 变为类型 j 的面积或概率。

4 结果与分析

4.1 土地利用结构变化

统计 2 个时相的土地利用结构,如表 1,2000 年土地利用类型面积从大到小排列依次是“耕地>草地>农村>林地>水体>城市>交通工矿用地>未利用地”,2005 年则变为“耕地>草地>农村>林地>城市>水体>交通工矿用地>未利用地”。可见,长期以来,耕地分布最广,所占比例超过 65%,其次是草地和农村,比例分别超过了 8%和 7%,剩余的 5 个类型占全区面积比重合计不足 20%,其中林地略多,比重在 6%以上,未利用地比重最小,不足 2%;5 年间,城市面积增长迅速,并在末期超过了水体,因而位次由期初的第 6 位提至了第 5 位,城市、交通工矿用地、农村和水体的面积分别增加了 588.17 km²、251.29 km²、109 km²、35.25 km²,而耕地、草地、林地和未利用地面积都有所减少,其中草地面积减少最多,达 578.16 km²;城市、农村、交通工矿增加而耕地、林地、草地和未利用地减少的变化过程,充分反映了人口增加和经济社会发展对土地利用结构变化的强烈驱动作用。

4.2 土地利用变化的速率特征

各种土地利用类型的单一动态度计算结果(表 1)表明:2000~2005 年间,城市和未利用地的变化幅度较大,动态度分别为 5.41%和 -3.43%;其次是交通工矿用地和草地,动态度分别为 2.60%和 -1.57%;农村、水体、耕地和林地的变化速度较小,均小于 0.4%,其中,耕地和林地的动态度均不足 0.1%,但是原因并不相同,具体而言,耕地面积总量大,即基数大,所以变化部分的比例小,而林地则是变化面积本身很小,所以变化幅度很小。

4.3 土地利用的类型转化特征

2000~2005 年间土地利用变化转移矩阵如表 2,可见耕地的增加主要是由草地和未利用地转化而来,而耕地的减少最显著的是 434.27 km² 转化为城市,其次是转化为农村和交通工矿;林地的增加和减少均不明显,增加量只占 2005 年林地面积的 0.42%,减少量也仅占 2000 年林地面积的 0.48%;草地面积大幅减少,主要转化为耕地;水体的增加主要来自耕地,减少则主要转化为交通工矿和草地;城市的增加主要来自耕地和农村,减少量不足 0.1%;农村和交通工矿用地的增加主要来自于耕地,而农村的减少则主要转化为城市,交通工矿的减少主要是变为城市用地,仅有 1.6%;未利用地主要转化为耕地和交通工矿用地,增加量则很少,主要来自草地和耕地;总体而言,5 年间土地利用变化的主要方向为草地→耕地、耕地→城市、耕地→农村、未利用地→耕地,其次是耕地→水体、农村→城市、耕地→交通工矿和未利用地→交通工矿,在 56 个转化类型中共有 14 个变化类型的分布面积占总转化面积的比例超过了 1%,其比例之和则高达 92.64%。

4.4 土地利用集约化水平变化特征

2000 年、2005 年土地利用程度综合指数分别为 289.45 和 292.11,5 年间增长了 2.66,这说明土地利用集约化水平在继续攀升,人类社会对海岸带土地资源的影响程度仍在增强,区域土地利用仍然处于发展期。

5 土地利用变化的海陆梯度特征

5.1 土地利用结构的海陆梯度特征

如图 1 所示,2005 年与 2000 年各条带土地利用结构基本相同,10 个条带中,土地利用结构的主导类型均为耕地,其比例均超过 48%,而且从条带 1 到条带 7(距离海岸由近及远)耕地面积比例不断增长,其中面积比例大于 70%的有 6 个条带,两个时相中水体、城市、交通工矿和未利用地在各个条带中的比例均比较低;2000 年,前 5 个条带(距离海岸 50km 以内的区域)草地均居第二位,而后 5 个条带(距离海岸 50~100km 的范围)则是农村居第二位;与 2000 年相比,2005 年条带 1 的重大变化在于第二位由草地变成了交通工矿,表明 5 年间滩涂资源开发以及围填海行为处于加速发展的过程中;与 2000 年相比,2005 年条带 2 中未利用地被城市超越从而沦为面积最小的类型,条带 3 中则是交通工矿被城市超越而成为最小的类型,这表明 5 年间城市分布的趋海特征在逐渐加强。

从图 2 中可以看出,1)离海最近的 3 个条带土地利用变化比较剧烈,而条带 4、6 和 7 则相对比较稳定,条带 8、9 和 10 中除了城市和耕地的面积变化比较明显外,其它类型均比较稳定;2)草地在每个条带中面积都呈减少态势,尤其是条带 1 和 2 最明显,分别减少了 259.12 km² 和 217.75km²;3)未利用地的变化趋势同草地相似,除了在条带 7 略有增加外,其他条带均减少;4)林地在条带 1 和 7 中的分布面积略有增加,其他条带均减少,但变化微弱;5)耕地在条带 1、2 和 3 呈增加态势,其中条带 2 增加最多,其它条带中耕地面积均有所减少,条带 5 减少的最多;6)水体在条带 1 中面积大幅减少,而在其他条带中面积均为增加态势;7)城市和交通工矿的面积在 10 个条带中均呈增加态势,且都是在条带 1 中增加最显著,其次是条带 2;8)农村居民点除了在条带 9 的面积减少了 1.58 km² 外,在其他条带中均为增加态势;9)2000~2005 年间各个条带的城市和交通工矿面积都显

表 1 2000~2005 年间土地利用动态度

土地利用类型	2000 年		2005 年		动态度(%)
	面积(km ²)	比例(%)	面积(km ²)	比例(%)	
耕地	49691.92	65.89	49545.48	65.70	-0.06
林地	4662.42	6.18	4659.48	6.18	-0.01
草地	7358.56	9.76	6780.40	8.99	-1.57
水体	2597.56	3.44	2632.80	3.49	0.27
城市	2174.35	2.88	2762.52	3.66	5.41
农村	5516.32	7.31	5625.32	7.46	0.40
交通工矿	1932.38	2.56	2183.67	2.90	2.60
未利用地	1479.46	1.96	1225.48	1.62	-3.43

表 2 2000~2005 年间土地利用转移矩阵(km²)

	耕地	林地	草地	水体	城市	农村	交通工矿	未利用地
耕地	48830.08	2.56	0.09	108.98	434.27	201.64	101.86	12.45
林地	6.19	4639.82	0.01	7.12	6.01	1.19	2.08	0
草地	477.16	16.82	6727.98	48.23	17.73	10.92	31.49	28.24
水体	30.42	0.28	48.92	2448.48	3.51	0.78	57.84	7.33
城市	0	0	0	0.28	2172.33	1.27	0.47	0
农村	0.24	0	0	0.72	108.07	5406.96	0.33	0
交通工矿	11.51	0.00	0.20	0.27	17.28	1.71	1901.40	0.01
未利用地	189.88	0	3.21	18.55	3.20	0.85	86.32	1177.45

著增加,而且距离海岸线越近,增加态势越明显,这表明以城市化和交通工矿建设为代表的人类活动的趋海特征处于加速发展的过程中;10)总体而言,海岸带土地利用变化表现出一定的“结构对称性”,即某类型的增加与另一类型的减少相互映衬,例如,条带 4~10 之间耕地曲线与城市曲线的对称性尤为显著。

5.2 土地利用动态度的海陆梯度特征

图 3 为 2000~2005 年间 10 个条带中各土地利用类型的单一动态度,可以看出:1)离海最近的 3 个条带土地利用变化特征比较复杂,多类型的动态度比较显著,而其他条带则仅有少数类型的动态度比较显著;2)城市和交通工矿在各个条带均为正向变化,有 7 个条带城市动态度超过 4%,其中条带 2 最显著,达 7.14%;交通工矿在条带 6 和 8 形成了两个峰值,分别为 9.75%和 10.02%,条带 7 则为波谷,仅为 0.39%;3)未利用地在多数条带中为负向变化,条带 1 和 2 的变化率较高;4)草地具有离海越近变化率越大,而离海越远则变化率整体降低的特征,条带 1 最大,为 3.64%,条带 10 最小,为 0.02%;5)耕地、林地、农村和水体在各个条带间的变化率均比较小,条带间的差异特征相对不太突出。

5.3 土地利用类型转化的海陆梯度特征

图 4 列出了 2000~2005 年间各个条带居前 3 位的土地利用转化类型,特征如下:1)条带 1 主要为草地→耕地、耕地→城市以及未利用地→交通工矿用地,分别占条带 1 变化区域面积的 23.9%、17.1%和 8.4%;2)条带 2 和条带 3 的前 3 种转化类型相同,均为草地→耕地、耕地→城市 and 未利用地→耕地,而且两个条带中这 3 种转移类型面积之和均占据了变化区域总面积的 50%以上;3)条带 4 的主要转移类型为耕地→城市、未利用地→耕地以及耕地→水体,合计占变化区域总面积的 56.7%;4)条带 5 为耕地→城市、耕地→农村、未利用地→耕地,合计占变化区域总面积的 60%以上;5)条带 6 和条带 7 的前 3 种转移类型均为耕地→城市、耕地→农村、耕地→水体;6)条带 8~10 的主要变化类型相同,均为耕地→城市、耕地→农村、农村→城市,其中条带 8 耕地→城市的面积占变化区域总面积的 50%以上。

5.4 土地利用程度综合指数的海陆梯度特征

如图 5,2005 年 10 个条带的土地利用程度综合指数均高于 2000 年,条带 1 增加最多,达 8.21,表明 5 年间离海岸线 10km 以内的区域人类活动对土地利用变化的影响明显加剧,土地利用处于较为快速的发展时期;条带 3~9 土地利用程度综合指数的变化幅度均在 2 以下,表明 2005 年这些条带的土地利用集约化水平比 2000 年均有所提高,但变幅不大。2000 年和 2005 年各个条带的峰值都出现于条带 8,由 2000 年的 302.80 增加到 2005 年的 304.12,最小值均位于条带 3,由 2000 年的 274.90 增加为 2005 年的 276.89,这表明距离海岸线 20~30km 的区域是人类活动强度的“凹陷”区域,而且,其向陆一侧的人类活动强度明显高于其向海一侧,但是,其向海一侧强度的增加幅度却远远高于其向陆一侧。

图 1 各个条带的土地利用结构

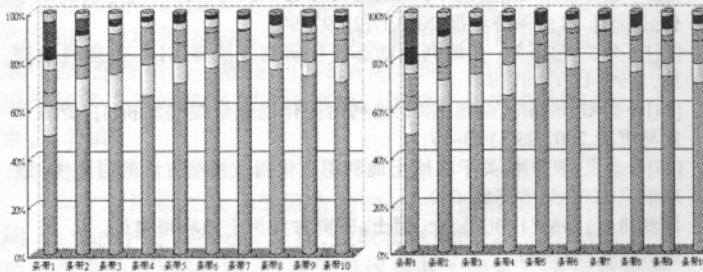
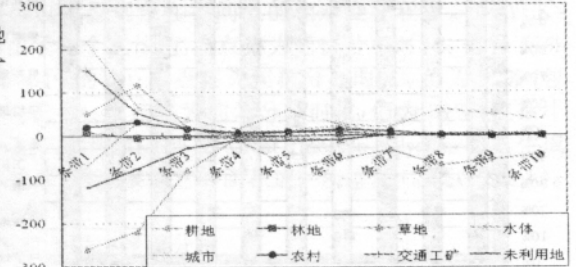


图 2 各分带土地利用类型变化(km²)



6 结论与讨论

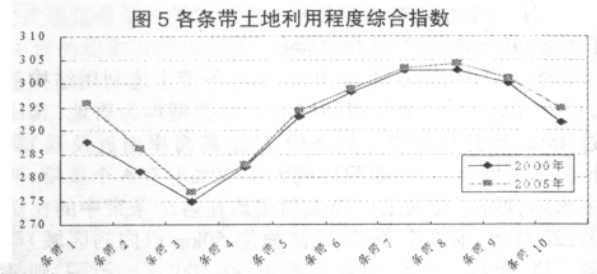
本文基于遥感信息和 GIS 空间分析技术, 获取山东半岛 2000 年和 2005 年的土地利用数据, 并对海岸带区域土地利用变化的空间格局特征进行了研究, 基本结论如下:

6.1 长期以来, 山东半岛海岸带区域土地利用以耕地为主, 2000~2005 年间, 城市、农村、交通工矿和水体面积增加, 而耕地、草地、林地和未利用地面积减少, 城市的增加速度最显著; 5 年间主要的变化类型是草地→耕地、耕地→城市、耕地→农村, 耕地的增加主要来自于草地和未利用地, 减少则主要是变为城市、农村和交通工矿; 城市的增加量主要来自耕地和农村, 而农村和交通工矿用地的增加量主要来自耕地。

6.2 海岸带土地利用集约化水平较高, 2000 年土地利用程度综合指数为 289.45, 2005 年上升为 292.11, 这说明土地利用集约化水平有所提高, 土地利用正处于发展期, 人类活动强度在增强; 各条带的土地利用程度综合指数均有所提高, 但 2 个时相土地利用程度综合指数的空间格局特征基本保持不变, 均指示离海 20~30km 的范围是人类活动强度向海特征与向陆特征的分界区域(凹陷带), 向其两侧, 人类活动强度均表现为逐渐增加的态势, 而且 5 年间向海一侧人类活动强度的增加速度明显高于向陆一侧。

6.3 土地利用分布的海陆梯度特征显著, 10 个条带主导的土地利用类型均为耕地, 而且自条带 1 至条带 7, 耕地的比例不断增长, 条带 1~5, 草地面积均居第二位, 条带 6~10 则是农村居第二位; 土地利用变化的海陆梯度特征亦极为显著, 各个条带中城市和交通工矿均呈增加态势, 且离海越近, 城市扩展态势越明显, 草地和未利用地均呈减少态势, 且离海越近, 减少的幅度越显著; 与此相应, 各个条带主导的变化类型亦表现出一定的规律, 总体上是城镇/工矿、耕地、草地/未利用之间的互动。

6.4 归纳海岸带区域土地利用变化的主导机制与特征, 如下: 城乡居民点和交通工矿不断扩张而占用大量农田, 受法律与政策的约束, 为了保证耕地占补平衡, 又不得不开垦草地和未利用土地; 该主导机制的空间格局与时间动态具有显著的海陆梯度特征, 即, 城市与交通工矿的向海发展态势显著, 而且交通工矿扮演了海岸带城市化的“前锋”角色; 受此主导机制的影响, 海岸带区域耕地置换现象突出, 但新增耕地质量低于流失掉的耕地, 耕地资源及生态用地(滩涂、草地为主)保护的巨大。



参考文献:

[1]杨金森,刘容子,等. 海岸带管理指南[M].北京:海洋出版社,1999.

[2]杨晓梅,周成虎,杜云艳,等. 海岸带遥感综合技术与实例研究[M].北京:海洋出版社,2005.

[3]R W G Carter. Coastal Environment [M]. Academic Press, 1998.

[4]孙贤斌,刘红玉. 土地利用变化对湿地景观连通性的影响及连通性优化效应—以江苏盐城海滨湿地为例 [J]. 自然资源学报,2010,15(6): 891~903.

[5]陈吉余,陈沈良. 中国河口海岸面临的挑战 [J]. 海洋地质动态, 2002,18(1):1~5.

[6]LI Xiubin. A review of the international researches on land use/cover change. Acta Geographica Sinica, 1995, 51 (6): 553~558.

[7]Turner II BL, Skole D, Sanderson S et al.Land-use and land-cover change science/research plan. IGBP Report No.35 and HDP Report No.7. Stockholm: IGBP, 1995.

[8]LIU Jiyuan, LIU Mingliang et al. Spatial and temporal patterns of China's cropland during 1990 ~2000: An analysis based on Landsat TM data [J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 98: 442~456.

[9]马万栋,张渊智,施平等. 海岸带土地利用 / 土地覆被变化研究进展 [J]. 地理科学进展,2008, 27(5): 87~94.

[10]欧维新,杨桂山. 土地利用 / 覆盖变化对海岸环境演变影响的研究进展[J]. 地理科学进展, 2003, 22(4): 360~368.

[11]廖继武,孙武,尹秋菊,等. 从城镇发展看海南西部沿海土地利用的变化—以东方八所镇为例[J]. 热带地理,2004,24(3): 260~264.

[12]山东省地方史志编纂委员会. 山东省志·自然地理志.济南:山东人民出版社,1996.494.

[13]许学工,彭慧芳,徐勤政.海岸带快速城市化的土地资源冲突与协调—以山东半岛为例 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2006,42(4): 527~533.

[14]周一星,杨焕彩主编. 山东半岛城市群发展战略研究[M].北京:中国建筑工业出版社,2004. 339.

[15]李德一,张安定,张树文. 山东半岛北部海岸带城乡聚落扩展变化特征与驱动力分析[J].自然资源学报,2008,15(7):612~618.

[16]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.

[17]刘纪远,布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代时空特征的研究: 基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229~239.

[18]刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J].中国科学. D 辑, 地球科学, 2002, 32(12): 1031~1040.

[19]刘纪远,张增祥,等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003,122(1):1~12.

[20]刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究[M].北京:科学出版社,2005: 241~249.

[21]刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1411~1420.

[22]李忠锋,王一谋,王建华,等. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报,2003,17(2): 97~99.

[23]王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81~87.

[24]鲁春阳,齐磊刚,桑超杰. 土地利用变化的数学模型解析[J]. 资源开发与市场,2007,23(1):23~27.

[25]朱会义,李秀彬.关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643~650.

作者简介:路晓(1985~),女,硕士,研究方向为土地利用变化。
通讯作者:侯西勇

(2011-04-19 收稿 刘晓佳编辑)

图 3 各个条带的单一土地利用动态度

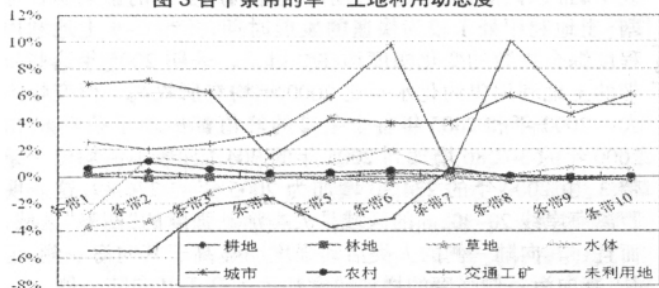


图 4 各个条带主要土地利用转化类型

