

连云港海岸带土地利用/覆盖变化与驱动力分析

谢宏全, 高祥伟

(淮海工学院 测绘工程学院, 江苏 连云港 222005)

摘要: 随着人口的增加以及经济的发展, 连云港市海岸带土地利用/覆盖变化不断加剧, 研究土地利用/覆盖空间格局变化对促进沿海经济发展具有一定意义。利用 3 期 TM/ETM 遥感影像(1987 年、2000 年、2009 年), 采用目视解译方法完成土地利用/覆盖分类图, 运用 ArcGIS 软件获取了土地利用/覆盖变化分析数据, 对连云港海岸带的土地利用/覆盖结构变化和土地利用景观格局变化进行详细分析。选择了 11 个分析因子, 运用浙江大学统计分析软件 DPS9.5 中主成分分析方法, 计算得到相关系数矩阵、特征值及各个主成分的贡献率与累计贡献率, 分析结果表明: 影响连云港海岸带土地利用/覆盖变化的社会经济驱动力主要是经济发展、人口、港口货物吞吐量、水产品总产量。

关键词: 海岸带; 土地利用/覆盖变化; 驱动力

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)11-0052-06

土地利用/覆盖变化(LUCC)是全球变化的重要组成部分和驱动因子之一, 国内学者对其研究方法和我国土地利用/覆盖变化进行了许多研究^[1]。在中国, 沿海城市海岸带资源的开发和利用大大加速了海岸带土地利用/覆盖变化, 不同地区由于经济发展方式和规模不同其土地利用模式不尽相同^[2]。本文运用 3 个不同时期的遥感影像提取连云港海岸带土地利用/覆盖相关数据, 对连云港海岸带的土地利用/覆盖结构变化和土地利用景观格局变化进行详细分析, 采用主成分分析方法对连云港海岸带 LUCC 驱动力进行定量分析, 为连云港海岸带开发提供辅助决策。

1 研究区概况与研究方法

连云港海岸线南起灌河口, 北至锈针河口, 大陆标准海岸线 161.58 km, 她拥有江苏省唯一的基岩海岸 40 km 和沙质海岸 30 km。东西长 129 km, 南北宽约 132 km, 土地总面积约 7 444 km², 水域面积约 1 759.4 km²。辖东海、赣榆、灌云、灌南 4 县和新浦、海州、连云、云台、开发区 5 区, 总人口约 490 万(2009 年)。近海水域和内陆水域主要生产对虾、海带及淡水鱼类, 沿海分布有 5 个盐场。

选择三景时相接近的 TM/ETM 遥感影像, 分别为 1987 年 9 月 21 日、2000 年 9 月 16 日、2009 年 7 月 15 日。另外还收集了 1987~2009 年社会经济统计数据。本研究海岸带范围以 1987 年影像为基准(重采样为 30 m 分辨率), 海岸线两侧外延, 陆地一侧离海岸线大约 15 km, 海域一侧离海岸线大约 2 km, 南

北位置以行政界线确定边界。在 ENVI4.4 软件环境下建立感兴趣区, 分别对 3 期影像进行裁剪, 以 543 波段组合为基础, 导出 JPEG 格式文件。依据研究区域内土地利用类型, 参考相关分类标准, 确定了 9 种类型(见表 1)。在 ArcGIS9.3 软件环境下参考相关资料完成目视解译^[3], 可获取 3 期土地利用/覆盖分类面积数据。在此基础上进行连云港海岸带土地利用/覆盖变化分析, 利用 1987~2009 年社会经济统计数据, 采用 DPS 软件进行统计分析。

2 土地利用/覆盖变化分析

2.1 土地利用/覆盖结构变化分析

依据分类结果, 按照不同地类与年份进行分类统计, 研究区的总面积为 2 006.372 km², 各类面积和比例计算结果见表 1。依据表 1 可做如下分析: 盐田的面积从 1987 年到 2009 年呈现下降的趋势, 面积减少到 65.960 km², 占总面积的 0.03%。水产养殖的面积从 1987 年的 0 km²增加到 2009 年的 311.960 km², 占总面积量从 1987 年的零增加到 2009 年的 0.16%。其他地类的总体情况见表 1 所示。

收稿日期: 2011-05-31; 修回日期: 2011-07-24

基金项目: 连云港市科技计划项目(SH0811)

作者简介: 谢宏全(1964-), 男, 辽宁葫芦岛人, 教授, 博士, 主要从事海岸带生态环境研究, 电话: 13151399605, E-mail: xiehongquan@163.com

表 1 土地利用/土地覆盖结构
Tab. 1 Structure of land use/land cover

土地利用/ 土地覆盖类型	年份	面积 (km ²)	面积比例 (%)
填海造地	1987	0	0
	2000	0.577	0.03
	2009	4.469	0.22
建筑用地	1987	133.769	6.67
	2000	243.954	12.16
	2009	320.355	15.97
园林草	1987	124.339	6.20
	2000	135.396	6.75
	2009	138.683	6.91
耕地	1987	836.438	41.69
	2000	667.636	33.28
	2009	749.420	37.35
水域	1987	77.580	3.87
	2000	122.626	6.11
	2009	106.742	5.32
盐田	1987	527.624	26.30
	2000	315.258	15.71
	2009	65.960	3.29
海域	1987	306.622	15.28
	2000	296.897	14.80
	2009	281.418	14.03
水产养殖	1987	0	0
	2000	221.404	11.04
	2009	311.960	15.55
未利用地	1987	0	0
	2000	2.622	0.13
	2009	27.367	1.36

2.2 土地利用景观格局变化分析

2.2.1 景观类型水平分析

在景观类型层次下,选择斑块面积、斑块面积比重、斑块数量、平均斑块分维度 4 个景观指数,对连云港市海岸带景观类型的动态变化规律进行分析^[4-5]。根据计算结果(表 2),1987~2009 年的 22 a 间景观格局发生了显著变化。耕地、盐田、面积呈降低趋势,填海造地、建筑用地、园林草、水域、水产养殖、未利用土地面积呈增加趋势。

建筑用地面积增加了 186.58 km²,面积比重由 6.67%增加至 15.97%,斑块数量由 329 个下降至 308 个。建筑用地面积增加的原因主要是交通基础设施的建设和城市的扩展,斑块数量变化不大。水域面积增加

了 29.16 km²,面积比重由 3.87%增加至 5.32%,斑块数量由 136 增加至 155 个。水域主要是水库与河流的面积,特别是海水的大水面区域,增加的原因主要是在原盐田的基础上改造成海水水库,斑块数量增加不多。水产养殖变化较大,从 1987 年的零增加到 2009 年的 311.960 km²,面积比重占 15.55%。水产养殖面积的增加主要原因是经济利益的驱动,由原盐生产用地改造成海水(混合水养殖)养殖,斑块数量增加到 93 个。水产养殖面积的增加主要原因是盐田用地被征用后暂时未利用的区域,道路基础设施建设基本完成,出让与建设速度缓慢,斑块数量增加到 28 个。

从平均斑块分维度来看,园林草、耕地、水域、盐田、海域平均斑块分维度都有不同程度的上升,主要是由于用地类型的变化以及城市的建设,土地的斑块形状不规则,趋于复杂化。填海造地、水产养殖、未利用地平均斑块分维度是由零到有的突变,主要是此类型用地由无到有的变化造成的。建筑用地基本不变,建筑用地的面积增加较大,但是复杂程度方面变化不大。

2.2.2 景观水平分析

在景观水平层次上选择多样性指数、均匀度指数和优势度指数 3 个指标来分析连云港市海岸带整体景观格局的动态变化规律^[6-7]。由表 3 得出,1987~2009 年间均匀性呈下降趋势,表明连云港市海岸带土地利用景观类型趋于单一化和不均匀化,反映出人类活动对土地利用影响程度不断加强。优势度持续增加,说明少数景观类型支配整个景观的能力在增强,这也可以由景观类型水平分析结果看出,其中水产养殖面积比重从 1987~2009 年大幅上升,支配整个景观的能力增强,同时各个景观类型面积比重差异增大,也导致了均匀性的减少。景观多样性指数呈上升趋势,景观异质性增加,由于新增加 3 个地类使得景观多样性得到增加。

3 土地利用/覆盖变化驱动力分析

土地利用/覆盖变化驱动力分析一般有定性与定量两个方面,本研究主要从定量角度分析连云港海岸带土地利用/覆盖变化的驱动力。

3.1 驱动因子的选取

选取 LUCC 驱动力因子原则主要包括:(1)主要选取社会经济因子;(2)数据资料的可获取性和一致

表 2 景观类型水平指标

Tab. 2 Indexes of various landscapes

景观类型	年份	斑块面积 (km ²)	斑块面积比重 (%)	斑块数目 (个)	平均斑块分维度
填海造地	1987	0	0	0	0
	2000	0.577	0.03	1	1.225 1
	2009	4.469	0.22	1	1.073 7
建筑用地	1987	133.769	6.67	329	1.343 5
	2000	243.954	12.16	411	1.358 5
	2009	320.355	15.97	308	1.343 4
园林草	1987	124.339	6.20	20	1.189 9
	2000	135.396	6.75	25	1.184 3
	2009	138.683	6.91	34	1.370 6
耕地	1987	836.438	41.69	55	1.054 4
	2000	667.636	33.28	78	1.287 0
	2009	749.420	37.35	93	1.281 8
水域	1987	77.580	3.87	136	1.373 6
	2000	122.627	6.11	177	1.338 2
	2009	106.742	5.32	155	1.385 3
盐田	1987	527.624	26.30	26	1.176 1
	2000	315.258	15.71	3	1.126 3
	2009	65.960	3.29	34	1.248 4
海域	1987	306.622	15.28	1	1.140 4
	2000	296.897	14.80	22	1.153 9
	2009	281.418	14.03	2	1.155 8
水产养殖	1987	0	0	0	0
	2000	221.404	11.04	62	1.266 1
	2009	311.960	15.55	93	1.265 3
未利用地	1987	0.000	0	0	0
	2000	2.622	0.13	8	1.211 2
	2009	27.367	1.36	28	1.232 8

表 3 景观水平指标

Tab. 3 Indexes of landscape

年份	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
1987	1.481 7	0.826 952 515	0.310 059 469
2000	1.802 9	0.820 535 151	0.394 324 577
2009	1.705 9	0.776 388 548	0.491 324 577

性; (3)因子能定量化表达; (4)与研究区土地利用变化的相关因子选择; (5)在研究区内部存在空间差异性。按照驱动因子的选取原则,在可能的情况下尽量多的选择因子,可利用统计软件进行数据处理。主成分分析是综合处理这种关系的一种强有力的方法,适用于连云港海岸带LUCC与驱动因子的相互关系。

根据主成分分析方法的要求以及连云港市现有

资料统计水平,在 1987 年后的系列资料的影响因子中选取 11 个分析因子: X_1 为第一产业(亿元), X_2 为第二产业(亿元), X_3 为第三产业(亿元), X_4 为常住人口(万人), X_5 为全市地区生产总值(GDP)(亿元), X_6 为原盐产量(万 t), X_7 为港口货物吞吐量(万 t), X_8 为水产品总产量(万 t), X_9 为固定资产投资完成额(万元), X_{10} 为房屋建筑面积(万 m²), X_{11} 为住宅建筑面积(万 m²)。选取了 1987 ~ 2009 年的数据为分析样本(表 4)。

3.2 统计计算与分析

在确定了样本数据后,运用浙江大学统计分析软件 DPS9.5 中主成分分析方法,计算得出相关系数矩阵见表 5,特征值及各个主成分的贡献率与累计贡献率见表 6。由表 6 可知,第一、第二主成分的累

计贡献率已达 93.623 9%，完全达到分析要求，故只需求出第一、二主成分即可。根据主成分载荷计算公式，计算各变量在各主成分上的载荷得到主成分载荷矩阵见表 7。

主成分载荷是主成分与变量之间的相关系数。

从表 7 可以看出，第一主成分与 X_6 呈负相关，其他因子呈正相关，从数值上来看，大于 0.3 有 8 个因子，分别是 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9$ ，而这些因子与各产业总产值、人口、港口货物吞吐量、水产品总产量、固定资产投资完成额有关，因此，第一主成分可

表 4 样本数据

Tab. 4 The swatch data

年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
1987	18.54	11.78	9.19	371.68	39.52	184.50	894	8.19	136 708	83.17	24.61
1988	20.87	13.45	11.87	378.86	46.20	194.40	1 114	8.15	149 354	82.92	26.61
1989	22.13	14.00	12.93	387.52	49.05	214.77	1 126	8.98	104 718	59.28	20.16
1990	25.45	14.70	15.03	405.05	55.19	151.60	1 137	10.01	106 764	56.60	19.96
1991	26.26	15.88	17.37	412.40	59.51	93.04	1 213	10.86	102 070	62.32	18.68
1992	26.62	20.99	21.31	417.54	68.92	200.61	1 359	12.68	180 282	61.85	26.66
1993	32.50	28.58	25.18	420.41	86.26	213.00	1 417	14.62	356 145	111.77	44.64
1994	42.25	35.47	32.89	423.72	110.61	207.40	1 589	17.20	421 577	105.19	32.86
1995	54.14	43.09	42.06	427.78	139.29	187.69	1 716	22.70	607 286	118.76	56.34
1996	63.18	51.17	55.17	432.96	169.52	226.71	1 583	26.59	596 143	105.61	75.88
1997	68.35	62.38	65.13	437.25	195.86	250.52	1 652	28.49	655 189	95.40	68.40
1998	71.91	73.87	70.73	443.53	216.51	156.23	1 776	32.36	838 307	101.84	81.34
1999	74.44	81.11	76.69	448.15	232.24	172.92	2 017	34.28	1 088 270	128.04	134.08
2000	69.82	94.28	84.97	455.61	249.07	99.26	2 708	34.80	1 278 297	77.95	85.08
2001	73.86	101.66	93.77	459.64	269.29	91.05	3 058	37.71	1 518 275	123.85	111.56
2002	77.58	113.41	105.85	464.03	296.84	97.76	3 316	39.80	1 805 422	90.06	102.75
2003	81.00	129.81	121.94	467.83	332.75	73.12	3 752	39.91	2 123 858	81.54	98.74
2004	89.27	163.00	139.25	468.81	391.52	75.58	4 352	44.67	2 463 014	120.71	115.31
2005	101.31	209.77	184.56	472.18	495.64	76.49	6 016	49.03	3 235 953	193.48	112.82
2006	112.71	265.82	216.43	479.42	594.96	66.42	7 232	52.66	4 238 887	139.75	150.80
2007	126.64	318.71	255.19	482.23	700.54	60.40	8 507	55.16	5 846 184	225.84	213.60
2008	142.30	378.49	305.04	488.25	825.83	55.89	10 060	54.41	7 776 820	288.67	27.64
2009	154.46	435.61	351.06	490.64	941.13	55.96	11 378	58.00	10 000 980	483.39	6.76

表 5 相关系数矩阵

Tab. 5 Correlation coefficient matrix

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1.000 0	0.955 3	0.968 4	0.930 9	0.972 2	-0.717 7	0.932 5	0.974 9	0.915 3	0.812 5	0.478 2
X_2	0.955 3	1.000 0	0.998 3	0.829 9	0.997 9	-0.746 9	0.996 5	0.897 0	0.986 0	0.884 3	0.330 4
X_3	0.968 4	0.998 3	1.000 0	0.854 6	0.999 7	-0.753 0	0.992 1	0.917 2	0.979 7	0.876 5	0.353 0
X_4	0.930 9	0.829 9	0.854 6	1.000 0	0.859 0	-0.746 7	0.804 6	0.965 1	0.761 8	0.624 1	0.587 6
X_5	0.972 2	0.997 9	0.999 7	0.859 0	1.000 0	-0.748 7	0.990 4	0.921 3	0.978 1	0.875 2	0.363 1
X_6	-0.717 7	-0.746 9	-0.753 0	-0.746 7	-0.748 7	1.000 0	-0.754 0	-0.762 2	-0.700 4	-0.507 1	-0.415 3
X_7	0.932 5	0.996 5	0.992 1	0.804 6	0.990 4	-0.754 0	1.000 0	0.870 9	0.986 3	0.883 0	0.297 7
X_8	0.974 9	0.897 0	0.917 2	0.965 1	0.921 3	-0.762 2	0.870 9	1.000 0	0.828 8	0.693 0	0.616 4
X_9	0.915 3	0.986 0	0.979 7	0.761 8	0.978 1	-0.700 4	0.986 3	0.828 8	1.000 0	0.933 8	0.195 2
X_{10}	0.812 5	0.884 3	0.876 5	0.624 1	0.875 2	-0.507 1	0.883 0	0.693 0	0.933 8	1.000 0	0.025 8
X_{11}	0.478 2	0.330 4	0.353 0	0.587 6	0.363 1	-0.415 3	0.297 7	0.616 4	0.195 2	0.025 8	1.000 0

表 6 特征值及各个主成分的贡献率与累计贡献率

Tab. 6 The eigenvalues and principal component cumulative ratios

主成分	特征值	各个主成分的贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	9.027 51	82.068 3	82.068 3
2	1.271 11	11.555 5	93.623 9
3	0.409 05	3.718 6	97.342 5
4	0.184 75	1.679 5	99.022 0
5	0.074 52	0.677 5	99.699 5
6	0.023 44	0.213 1	99.912 6
7	0.006 08	0.055 2	99.967 8
8	0.002 58	0.023 4	99.991 2
9	0.000 64	0.005 8	99.997 0
10	0.000 33	0.003 0	100.000 0

表 7 主成分载荷矩阵

Tab. 7 The principal component load matrix

主成分	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
第一主成分	0.326 93	0.328 42	0.330 41	0.300 18	0.330 70	-0.263 15	0.325 00	0.316 66	0.318 58	0.281 96	0.143 08
第二主成分	0.059 64	-0.112 96	-0.085 05	0.267 03	-0.076 77	-0.174 00	-0.141 43	0.231 57	-0.242 07	-0.402 74	0.757 99

以被认为主要是经济发展状况、人口增加、港口货物吞吐量与水产品总产量增加的影响。第二主成分与 X_{11} 有较大的正相关, 而这个因子与住宅建筑面积有关, 因此第二主成分可以被认为主要是住宅建筑面积增加的影响。

根据主成分载荷分析结果表明: 各产业总产值、人口、港口货物吞吐量、水产品总产量、固定资产投资完成额因子所起作用基本相同, 由此可知, 影响连云港海岸带 LUCC 的社会经济驱动力主要是经济发展、人口、港口货物吞吐量、水产品总产量。

4 结语

建筑用地的面积从 1987 年到 2009 年呈现上升的趋势, 盐田的面积从 1987 年到 2009 年呈现下降的趋势, 水产养殖的面积从 1987 年的 0 hm^2 增加到 2009 年的 31 195.98 hm^2 。

1987 ~ 2009 年的 22 a 间景观格局发生了显著变化。耕地、盐田、面积呈降低趋势, 填海造地、建筑用地、园林草、水域、水产养殖、未利用土地面积呈增加趋势。均匀性呈下降趋势, 优势度持续增加, 景观多样性指数呈上升趋势, 景观异质性增加。

结合社会经济数据情况, 选择了 11 个分析因子, 计算了主成分分析方法的相关数据, 第一主成分与 X_6 呈负相关, 其他因子呈正相关, 主成分载荷分析结果表明: 各产业总产值、人口、港口货物吞吐量、

水产品总产量、固定资产投资完成额因子所起作用基本相同。

参考文献:

- [1] 张安定, 李德一, 王大鹏, 等. 山东半岛北部海岸带土地利用变化与驱动力[J]. 经济地理, 2007, 27(6): 1007-1010.
- [2] 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.
- [3] 刘艳芬, 张杰, 马毅, 等. 融合地学知识的海岸带遥感图像土地利用/覆被分类研究[J]. 海洋科学进展, 2010, 28(2): 193-202.
- [4] 张继平, 常学礼, 宋彦华. 山东烟台市套子湾海岸带土地利用及景观格局变化研究[J]. 地域研究与开发, 2008, 27(3): 108-112.
- [5] 王玉, 贾晓波, 张文广, 等. 江苏海岸带土地利用变化及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(Z1): 7-12.
- [6] 梁友嘉, 钟方雷, 徐中民. 基于 RS 和 GIS 的张掖市土地利用景观格局变化及驱动力[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2010, 46(5): 24-30.
- [7] 邬建国. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

Land use/cover change and driving force analysis of Lianyungang coastal zone

XIE Hong-quan, GAO Xiang-wei

(School of Geodesy & Geomatics Engineering, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China)

Received: May, 31, 2011

Key words: coastal zone; land use/cover change; driving force

Abstract: With the increase of population and economic development, Lianyungang coastal land use / cover change(LUCC) continues to accelerate, the study of land use / cover change on spatial pattern of coastal economic development is of some significance. Based on three TM / ETM remote sensing images (1987, 2000, 2009), the land use / cover classification maps were completed with the visual interpretation method and the analysis data of land use / cover change was performed with the ArcGIS software. The land use / cover change, the land use structure change and the landscape pattern of the coastal zone in Lianyungang were analyzed in detailed. Eleven analysis factors were selected in the principal component analysis , and with the statistical analysis software DPS9.5 of Zhejiang University, the correlation coefficient matrix, eigenvalue, and the contribution of each principal component and the total contribution rate were calculated. The analysis results show that the socio-economic driving forces of the coastal zone LUCC in Lianyungang were economic development, population, total port cargo throughput and aquatic production.

(本文编辑: 刘珊珊)