

近19年江苏海岸带地区土地利用变化特征

宁立新^{1,2}, 周云凯^{1,2}, 张启斌³, 张天宁¹, 白秀玲^{1,2}

(1. 河南大学 资源与环境研究所, 河南 开封 475004; 2. 国土资源部海岸带开发与保护重点实验室, 南京 210024; 3. 北京林业大学, 北京 100083)

摘要: 海岸带地区因其拥有丰富的水土资源成为人类生产活动最为集中的区域之一, 然而近几十年来, 由于人类强烈的开发利用活动导致海岸带地区土地利用类型发生显著改变。从时间序列上选取1995年、2002年、2009年、2013年四期遥感影像数据, 借助RS和GIS技术对近19 a江苏海岸带地区土地利用变化及其服务功能价值开展研究, 以期为当地土地资源的合理开发利用、土地利用结构调整以及实现人地的和谐统一提供参考依据。结果表明: (1) 从土地利用类型构成来看, 耕地是江苏海岸带地区最为主要的土地利用类型, 其次为人工塘, 而林地、草地和滩涂面积相对较小; (2) 从土地利用类型面积变化趋势来看, 研究区土地利用类型变化集中体现为耕地、水体、滩涂的减少和建设用地、人工塘面积的增加; (3) 从土地利用类型转移来看, 各研究时段土地利用类型转移有所不同, 总体来看, 耕地、建设用地、人工塘三种土地利用类型间的转移更为普遍与频繁, 相互转移量大; 水体主要与滩涂发生相互转换; 而耕地则是林地与草地的主要转移目标和来源; (4) 近19 a来, 江苏海岸带地区生态系统服务总价值逐渐减少, 且减少速率明显加快。

关键词: 土地利用变化; 转移特征; 生态系统服务价值; 海岸带地区; 江苏省

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2017)04-0227-07

Dynamic Changes of Land Use in the Coastal Zone of Jiangsu Province Over the Recent 19 Years

NING Lixin^{1,2}, Zhouyun Kai^{1,2}, ZHANG Qibin³, ZHANG Tianning¹, BAI Xiuling^{1,2}

(1. Institute of Natural Resources and Environment, Henan University, Kaifeng, He'nan 475004, China; 2. Key Laboratory of the Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Land and Resource, Nanjing 210024, China; 3. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The coastal zone has become one of the most concentrated regions of human production activities because of its abundant water and soil resources. In recent years, significant changes of land use types have occurred in coastal zone due to the strong exploitation and utilization of human activities. With the help of RS and GIS technologies, we studied the changes and transfer characteristics of land use types in the coastal zone of Jiangsu Province over the recent 19 years based on the remote sensing data of 1995, 2002, 2009, 2013 to provide a reference for the rational utilization of local land resources and the adjustment of land use structure and achieve the harmony between land exploitation and ecosystem protection. The result show that: (1) cultivated land is the main land use type in the study region, followed by artificial pond, and the areas of the forestland, grassland and beach are relatively small; (2) the main characteristics of land use change are the decrease in cultivated land, water body and beach and the increase in construction land and artificial pond; (3) transfer characteristics of land use type is different in different periods. Overall, the cultivated land, construction land and artificial pond are closely linked, and they have a large amount of area to transfer among three types of land use; The water body and the beach mainly converted each other; the cultivated land is the main transfer target and source of the forestland and grassland; (4) the total value of ecosystem services in Jiangsu coastal zone has been decreasing over the recent 19 years, and the decreasing rate rose.

Keywords: land use change; transfer characteristics; ecosystem service value; coastal zone; Jiangsu Province

土地是人类赖以生存和发展的自然物质基础^[1],土地利用是人类为了满足自身发展需要而对土地资源进行有目的的经营管理和治理改造活动^[2-3],是一个长期而复杂的动态过程。20世纪以来,随着人地矛盾的日益突出,土地利用变化逐渐被国内外相关组织和学者所关注,“土地利用/土地覆被变化科学研究计划”(LUCC)由“全球变化人文因素计划”(IHDP)和“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)两大国际组织制定并于1995年开始实施^[4-5]。相关研究从早期的土地资源调查^[6]发展到近期的土地利用空间格局变化^[7-8],而且遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术的快速发展,为土地利用变化的动态监测和定量研究提供了有力的技术支撑^[9-11]。

江苏海岸带地区有着特殊的地理区位和丰富的自然资源,是我国东部重要的工农业基地。近20a来,江苏省通过并开始实施“海上苏东”、“沿海开发”等区域发展战略^[12-13],使其海岸带地区的经济得到快速发展,工业化、城镇化步伐加快^[14],水土资源需求量增大,导致该地区土地利用类型发生了不同程度的改变^[15-17],本研究从时间序列上利用1995年、2002年、2009年、2013年四期遥感解译数据来分析近19a江苏海岸带地区土地利用变化特征和土地利用类型转化模式,以期为当地土地资源的合理开发利用、土地利用结构调整以及实现人地的和谐统一提供参考依据。

1 研究区概况

江苏海岸带北起绣针河口,南抵长江口,海岸线全长954 km^[18],其中淤泥质海岸约占海岸线总长93%^[19]。本研究涉及的区域为连云港、盐城和南通三个地级市的临海县/市区,具体包括连云港市区(包含连云区和海州区)、赣榆区、灌云县、响水县、滨海县、射阳县、东台市、大丰市、南通市区(包含崇川区、港闸区和通州区)、如东县、启东市和海门市等12个县/市区。地理位置介于31°64′—35°12′N,118°75′—121°94′E范围内,土地总面积21 710.65 km²,占整个江苏省的16.98%。该区地形以平原为主,地势平坦,海拔高度在0~4 m;光照相对充足,无霜期长,达210~224 d,年平均气温13.7~14.6℃,地跨暖温带与亚热带两个气候带。土地利用以耕地为主,为该地区景观基质,其特有的土地利用模式,即滩涂、围垦与开发仍在逐步加强^[20]。在经济利益驱使下,围海养殖、盐业开发等使得该地区人工塘景观面积进一步增加。

2 数据处理

研究主要使用美国 Landsat 5 和 Landsat 8 遥感

影像数据,同时也用到部分 Landsat 7 影像数据。影像的轨道号为118/38,119/36,119/37,120/36,影像分辨率均为30 m,获取时间分别为1995年、2002年、2009年和2013年夏季前后。由于 Landsat 7 影像数据在2003年5月出现仪器故障,数据缺失了部分条带信息,所以本研究选取的 Landsat 7 数据在使用前应先修补缺失的条带信息。另外,研究中也用到江苏省地形图和江苏省行政区划图。

影像处理首先利用 ENVI 5.1 对遥感影像进行波段4,3,2的假彩色合成,参照江苏省地形图对遥感影像进行几何精校正;依据影像的色调、纹理,结合野外实地考察数据,建立江苏省海岸带地区土地利用类型解译标志,将研究区划分为耕地、林地、草地、水体、滩涂、建设用地和人工塘7种土地利用类型。在 ENVI 5.1 支持下采取最大似然法(maximum Likelihood)进行监督分类,分类后利用人工目视纠正错分区,确保解译精度达到80%以上。将解译后的影像经过拼接、镶嵌及裁剪处理得到研究区4期土地利用类型图,利用 ArcGIS 10.1 进行空间分析和制图。在 ENVI 下使用 Class Statistics 工具计算并统计江苏海岸带各时期土地利用类型面积和比例,使用 Change Detection Statistics 工具计算和统计地区各时段土地利用转移信息。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化特征

从土地利用类型的构成来看,耕地是江苏海岸带地区最为主要的土地利用类型,占研究区总面积的78.87%~80.80%,其次为人工塘,占到总面积的8.50%~9.96%,而林地、草地和滩涂面积相对较小,三种土地利用类型之和占总面积比例不足5%(表1)。

研究区土地利用类型变化集中体现为耕地、水体、滩涂的减少和建设用地、人工塘面积的增加。耕地面积及所占比例呈现波动减少趋势。1995—2002年期间,耕地面积增加了205.15 km²,比重由79.94%增加到了80.80%,而在2002—2013年,耕地面积逐渐减少,共减少418.62 km²,年均减少量为38.06 km²。这一时期耕地的减少与城市扩张紧密相关。

林地和草地面积呈波动变化。1995—2002年人们环保意识水平相对较低,部分地区还存在着毁林开荒现象,使得林地面积出现小幅度降低,2002年之后,随着各个不同等级的自然保护区的相继建立,林地面积开始逐渐增加,到2013年,林地面积基本恢复到1995年的水平。而草地主要分布沿河、沿海区域,水分条件较为充足,易被开发为其他土地利用类型,

近年来,随着江苏海岸带地区土地资源的开发利用,草地面积在 1995—2009 年呈现出下降趋势,而 2009 年以后出现小幅度的上升,这与当地生态环境保护和

管理力度增强有关。

水体和滩涂面积均表现为持续减少。水体面积由 1995 年的 814.36 km² 逐渐减少为 2013 年的 685.34 km²,19 a 间共减少 129.02 km²,年均减少量为 7.17 km²;而滩涂面积则由 1995 年的 474.29 km² 逐渐减少为 2013 年的 44.38 km²,19 a 间共减少 429.91 km²,年均减少量为 23.88 km²,减少速度明显快于水体。这两种土地利用类型面积的快速减少与人类开发利用活动紧密相关。随着沿海盐业和水产养殖业的快速发展,大量的水域和滩涂被开发成鱼塘和盐田,同时围海造陆活动也使大量的水域和滩涂逐渐消失。

建设用地的面积在前期变化不大,变化面积只占总面积的 0.04%,2002 年之后快速增加,12 a 间增加了 96.95%,是研究区面积变化最为明显的土地利用类型。随着海岸带地区城市的扩张和人口数量的增长,建设用地的需求量增加,许多的耕地、林地和草地都被大量侵占,使得城镇化率不断提高。

人工塘是与人类活动密切相关的土地利用类型。其面积在研究期间呈波动上升。但总体来看,人工塘面积在 1995 年、2013 年分别是 1 843.68 km²、2 101.16 km²,增加了 13.97%。随着经济的发展和人口数量的增加,临海、临河区域开发利用强度增大,盐业开发、围填海、渔业养殖等生产活动造成人工塘面积持续增加,仅从水产品产量来看,江苏海岸带地区由 1995 年的 84.35 万 t 增加到 2013 年的 217.95 万 t,19 a 间增加了 1.58 倍。

表 1 江苏海岸带 1995—2013 年土地利用结构

景观类型	1995 年		2002 年		2009 年		2013 年	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
耕地	17337.61	79.94	17542.76	80.80	17477.61	80.50	17124.14	78.87
林地	196.60	0.91	124.21	0.57	160.55	0.74	197.09	0.91
草地	326.27	1.50	237.36	1.09	159.06	0.73	204.86	0.94
水体	814.76	3.76	782.91	3.61	760.20	3.50	685.34	3.16
滩涂	474.29	2.19	174.03	0.80	121.80	0.56	44.38	0.20
建设用地	695.75	3.21	687.33	3.17	1110.65	5.12	1353.69	6.24
人工塘	1843.68	8.50	2162.07	9.96	1921.86	8.85	2101.16	9.68

3.2 土地利用转移特征

在土地利用变化研究中,仅分析和计算土地利用数量和结构变化不能反映和解释土地利用类型间的相互转化细节,因此,本文利用 ArcGIS 与 ENVI 软件对研究区 1995 年、2002 年、2009 年、2013 年四期遥感影像分类结果进行空间叠加分析^[21-22],求得 1995—2002 年、2002—2009 年、2009—2013 年三个时段各土地利用类型相互转化的面积及比例(表 2—4),以反映江苏海岸带地区土地利用变化细节过程。

3.2.1 1995—2002 年土地利用类型转移 从转移矩阵(表 2)可以看出,1995—2002 年,耕地面积有所增加,其他土地利用类型向耕地的转入面积为 809.74 km²,其中以草地、建设用地和人工塘转入为主,转出面积小于转入面积,转变的主要方向是建设用地和人工塘;人工塘面积增加最大,主要由耕地和滩涂转化而来,两者分别占 2002 年人工塘面积的 12.94%和 11.78%,而转出的主要流向是耕地,转出面积仅为转入面积的一半;在此期间,除耕地、人工塘面积出现增加外,其余土地利用类型都有不同程度的减少,其中以滩涂面积减少最大,达 298.92 km²,主要转入土地类型为水体,转入贡献率为 47.73%,主要转出土地类型为人工塘,面积为 254.00

km²,转出率为 53.81%;林地、草地、建设用地变化相似,其主要的转入和转出方向都是耕地。水体有 78.48%的面积保持不变,这部分对 2002 年水体面积的贡献率为 82.00%,其转化与滩涂关系最为密切,滩涂转入率和转出率分别为 8.73%和 10.19%。

这一时期土地利用类型变化主要以滩涂面积的减少和耕地、人工塘的增加为主要特征。土地利用类型转移主要发生在耕地、建设用地、人工塘三者之间。耕地—建设用地的转变主要分布在研究区的南北部(连云港市区、赣榆县、南通市区);耕地—人工塘的转变主要发生在中部以及南部地市的临海地区;人工塘—耕地的转变集中分布在射阳县临海;建设用地—耕地的转变则主要分布在北部区域。

3.2.2 2002—2009 年土地利用类型转移 2002—2009 年,建设用地面积增加迅速(表 3),建设用地的增加主要是由耕地和人工塘转化而来,其中耕地的转入贡献率为 42.44%,人工塘的转入贡献率为 13.15%,最主要的流向也是耕地和人工塘;耕地是最为稳定的土地利用类型,只有 4.71%发生转移,主要转变为建设用地,占耕地总面积的 2.69%,此外还有 1.14%流向了人工塘,同时,2009 年新增耕地部分主要来自人工塘的转

化,为 385.13 km²;林地、草地和人工塘变化相似,三者面积变化有所不同,但都与耕地联系密切,最主要的转入和转出方向都是耕地;水体、滩涂与人工塘关系更为密切,主要的转入和转出方向都是人工塘,转入人工塘的面积分别占 8.44%和 25.37%,人工塘的转入贡献率分别是 6.54%和 10.38%。

这一时期土地利用类型变化主要以建设用地增加和耕地、人工塘面积的减少为主要特征,土地利用类型转移还是主要发生在耕地、建设用地、人工塘三者之间,尤其是人工塘—耕地、耕地—建设用地,转移面积在 350 km² 以上。从空间转移来看,耕地—建设用地的转变分布较为广泛,在每个县市均有分布;人工塘—耕地的转变分布较集中,主要分布在研究区的临海和北部区域。

3.2.3 2009—2013 年土地利用的时空变化 从转移矩阵(表 4)中可以看出,这一时期有 94.45%的耕地(1.65 万 km²)保持不变,主要转变为建设用地和人工

塘,分别占耕地总面积的 2.72%和 1.72%,同时,2013 年有 2.73%的耕地由建设用地和人工塘转变而来,其他土地类型转入率不足 1%;林地、草地、建设用地和人工塘的转移相似,与耕地关系紧密;水体和滩涂的之间关系密切,有 4.84%和 14.96%的水体流向滩涂和人工塘,同时两者对 2013 年水体现状的分布作用也最大,分别有 11.02%和 3.39%的水体来自于滩涂和人工塘,2009 年 62.02%的滩涂转变为水体,而 2013 年滩涂中也有 82.88%的面积来源于水体的转变。

这一时期土地利用类型变化主要以耕地、水体、滩涂面积减少和建设用地、人工塘的增加为主要特征,土地利用类型的转移仍然主要发生在耕地、建设用地、人工塘三者之间。其中以耕地—建设用地的转型面积最大,达 475.06 km²,耕地—建设用地转移分布较广泛;耕地—人工塘的转变仍主要分布在中北部;建设用地—耕地的转变则较分散;人工塘—耕地在南北部区域分布较散,中部区域主要位于临海地带。

表 2 1995—2002 年各土地利用类型转移

景观类型	参数	耕地	林地	草地	水体	滩涂	建设用地	人工塘	2002 年总面积
耕地	转移面积/km ²	16705.75	83.42	154.47	30.07	39.75	246.03	256.00	17515.48
	转入率/%	95.38	0.48	0.88	0.17	0.23	1.40	1.46	
	转出率/%	96.43	42.46	47.40	3.71	8.42	35.39	13.90	
林地	转移面积/km ²	25.55	89.45	1.23	0.66	0.64	1.89	4.92	124.33
	转入率/%	20.55	71.94	0.99	0.53	0.52	1.52	3.96	
	转出率/%	0.15	45.53	0.38	0.08	0.14	0.27	0.27	
草地	转移面积/km ²	83.75	8.47	61.59	9.91	36.38	4.75	30.87	235.72
	转入率/%	35.53	3.59	26.13	4.21	15.43	2.01	13.09	
	转出率/%	0.48	4.31	18.90	1.22	7.71	0.68	1.68	
水体	转移面积/km ²	22.28	4.94	5.21	636.27	67.73	2.60	36.90	775.92
	转入率/%	2.87	0.64	0.67	82.00	8.73	0.33	4.76	
	转出率/%	0.13	2.51	1.60	78.48	14.35	0.37	2.00	
滩涂	转移面积/km ²	3.88	0.01	4.74	82.60	62.23	3.15	16.47	173.08
	转入率/%	2.24	0.00	2.74	47.73	35.96	1.82	9.52	
	转出率/%	0.02	0.00	1.46	10.19	13.19	0.45	0.89	
建设用地	转移面积/km ²	204.82	3.00	4.88	7.23	11.27	408.06	47.35	686.61
	转入率/%	29.83	0.44	0.71	1.05	1.64	59.43	6.90	
	转出率/%	1.18	1.53	1.50	0.89	2.39	58.70	2.57	
人工塘	转移面积/km ²	279.09	7.17	93.77	44.03	254.00	28.67	1449.70	2156.43
	转入率/%	12.94	0.33	4.35	2.04	11.78	1.33	67.23	
	转出率/%	1.61	3.65	28.77	5.43	53.81	4.12	78.69	
1995 年总面积/km ²		17325.11	196.44	325.89	810.77	472.01	695.13	1842.22	21710.65

3.3 生态系统服务价值变化

生态系统服务价值自提出以来,受到国内外学者的关注,Costanza 等人的研究^[23]成为量化评估生态服务价值的里程碑,越来越多的学者开始对生态系统服务价值从不同角度进行了研究,也取得了一些列成果^[24-25]。

石垚等^[26]认为部分生态系统即提供正向服务功能,也提供负向生态服务功能;生态系统服务功能的变化会反映在质量或品质上;应从存量和增量两方面来衡量。本文以此为基础,制定并统计江苏海岸带生态系统服务价值,量化描述区域生态系统服务价值变化。

表 3 2002—2009 年土地利用类型转移

景观类型	参数	耕地	林地	草地	水体	滩涂	建设用地	人工塘	2009 年总面积
耕地	转移面积/km ²	16716.57	37.74	132.28	15.57	22.64	166.88	385.13	17476.81
	转入率/%	95.65	0.22	0.76	0.09	0.13	0.95	2.20	
	转出率/%	95.29	30.38	55.73	1.99	13.01	24.28	17.81	
林地	转移面积/km ²	66.44	80.46	4.86	2.80	0.01	1.48	4.50	160.54
	转入率/%	41.39	50.11	3.03	1.74	0.01	0.92	2.80	
	转出率/%	0.38	64.77	2.05	0.36	0.01	0.21	0.21	
草地	转移面积/km ²	54.24	0.57	41.01	7.67	12.38	5.07	38.08	159.03
	转入率/%	34.11	0.36	25.79	4.82	7.78	3.19	23.95	
	转出率/%	0.31	0.46	17.28	0.98	7.11	0.74	1.76	
水体	转移面积/km ²	33.38	0.11	5.83	647.74	18.03	5.36	49.73	760.17
	转入率/%	4.39	0.01	0.77	85.21	2.37	0.71	6.54	
	转出率/%	0.19	0.09	2.45	82.74	10.36	0.78	2.30	
滩涂	转移面积/km ²	1.52	0.04	0.84	34.78	70.80	1.18	12.64	121.79
	转入率/%	1.25	0.04	0.69	28.55	58.13	0.97	10.38	
	转出率/%	0.01	0.03	0.35	4.44	40.68	0.17	0.58	
建设用地	转移面积/km ²	471.31	1.30	7.38	8.23	6.02	470.37	146.01	1110.62
	转入率/%	42.44	0.12	0.66	0.74	0.54	42.35	13.15	
	转出率/%	2.69	1.04	3.11	1.05	3.46	68.43	6.75	
人工塘	转移面积/km ²	199.29	4.00	45.16	66.11	44.16	37.00	1525.98	1921.71
	转入率/%	10.37	0.21	2.35	3.44	2.30	1.93	79.41	
	转出率/%	1.14	3.22	19.03	8.44	25.37	5.38	70.58	
2002 年总面积/km ²		17542.75	124.21	237.36	782.91	174.03	687.33	2162.07	21710.66

表 4 2009—2013 年土地利用类型转移

景观类型	参数	耕地	林地	草地	水体	滩涂	建设用地	人工塘	2013 年总面积
耕地	转移面积/km ²	16506.05	58.71	70.27	17.00	4.44	253.00	214.66	17124.13
	转入率/%	96.39	0.34	0.41	0.10	0.03	1.48	1.25	
	转出率/%	94.45	36.57	44.19	2.24	3.64	22.78	11.17	
林地	转移面积/km ²	96.87	91.45	1.06	0.24	0.13	3.74	3.59	197.09
	转入率/%	49.15	46.40	0.54	0.12	0.07	1.90	1.82	
	转出率/%	0.55	56.96	0.67	0.03	0.11	0.34	0.19	
草地	转移面积/km ²	91.06	3.73	43.83	6.56	4.38	16.76	38.53	204.86
	转入率/%	44.45	1.82	21.40	3.20	2.14	8.18	18.81	
	转出率/%	0.52	2.32	27.56	0.86	3.60	1.51	2.00	
水体	转移面积/km ²	6.43	0.03	3.12	573.59	75.53	3.42	23.23	685.34
	转入率/%	0.94	0.00	0.45	83.69	11.02	0.50	3.39	
	转出率/%	0.04	0.02	1.96	75.46	62.02	0.31	1.21	
滩涂	转移面积/km ²	1.61	0.00	0.30	36.78	2.47	0.84	2.39	44.38
	转入率/%	3.62	0.00	0.67	82.88	5.55	1.90	5.38	
	转出率/%	0.01	0.00	0.19	4.84	2.02	0.08	0.12	
建设用地	转移面积/km ²	475.06	1.42	9.55	12.26	3.76	744.72	106.93	1353.69
	转入率/%	35.09	0.10	0.71	0.91	0.28	55.01	7.90	
	转出率/%	2.72	0.88	6.01	1.61	3.08	67.05	5.56	
人工塘	转移面积/km ²	299.73	5.20	30.89	113.74	31.08	88.13	1532.38	2101.16
	转入率/%	14.27	0.25	1.47	5.41	1.48	4.19	72.93	
	转出率/%	1.72	3.24	19.43	14.96	25.52	7.94	79.74	
2009 年总面积/km ²		17476.80	160.54	159.03	760.17	121.79	1110.62	1921.71	21710.65

注:(1)行、列分别表示后一年和前一年各土地利用类型;(2)转移面积表示前一年某土地利用类型转变为后一年某土地利用类型的面积,即原始的转移矩阵;(3)转入率表示变化后的某一土地利用类型中,来自其他类型的面积占变化后该土地利用类型总面积的百分比;(4)转出率表示某一土地利用类型转变为其他类型的面积占变化前该土地利用类型总面积的百分比。

表 5 江苏海岸带生态系统服务价值

土地利用 类型	单价/ (元·km ⁻²)	生态系统服务价值/亿元			
		1995 年	2002 年	2009 年	2013 年
耕地	611430	106.01	107.26	106.86	104.70
林地	1366720	2.69	1.70	2.19	2.69
草地	650940	2.12	1.55	1.04	1.33
水体	4067640	33.14	31.85	30.92	27.88
滩地	168440	0.80	0.29	0.21	0.07
建设用地	-537210	-3.74	-3.69	-5.97	-7.27
人工塘	611430	11.27	13.22	11.75	12.85
总价值		152.29	152.17	147.00	142.26
变化速率(10 ⁸ /年)		-0.02	-0.74	-1.19	

由表 5 可以看出,近 19 a 来,江苏海岸带地区生态系统服务总价值呈负增长,1995 年、2002 年、2009 年、2013 年地区生态系统服务总价值分别为 152.29, 152.17,147.00,142.26 亿元,三个时间段(1995—2002 年,2002—2009 年,2009—2013 年)减少速率分别为 -0.02,-0.74,-1.19 亿元/年,减少速率明显加快。

4 讨论与结论

4.1 讨论

江苏海岸带有着特殊的地理区位和丰富的自然资源,人口增长迅速,经济快速发展。根据统计年鉴,区域人口数量 19 a 间由 1.25×10^7 人增长到 1.31×10^7 人,地区生产总值由 6.75×10^2 亿元增长到 6.63×10^3 亿元,人们为了满足自身的生产生活需要,加大了对地区自然资源的开发利用,使得大量耕地、林地土地利用类型转变为建设用地和人工塘,城镇化率随之提高,根据遥感解译数据,该区域城镇化率 19 a 间由 10.79% 增加到 20.49%。与此同时,人类的开发利用活动从内陆逐渐向海洋、江河扩展,大量的水体、滩涂等土地利用类型在人为干扰下遭到侵占分割,逐渐转变为人工塘等类型,土地利用结构变化显著。

在短时间尺度下,人为因素是区域土地利用变化的主要原因^[27],毁林开荒、渔业养殖、围填海、盐业开发等对土地造成了不同程度的开发利用。江苏省海岸带地区高强度的水土开发利用在促进地区经济发展的同时,也给当地的生态环境带来的一定程度的破坏。因此,在对海岸带土地资源开发利用的过程中,也应该注意区域的可持续发展^[28]。笔者提出如下建议:(1)因地制宜,优先发展地区优势产业;(2)大力发展新兴产业,优化海岸带经济结构;(3)合理利用海岸带资源,保护海岸带资源和环境,开发利用与生态保护并重;(4)完善相关法律法规,规范区域管理。

4.2 结论

(1) 从土地利用类型构成来看,耕地是江苏海岸

带地区最为主要的土地利用类型,占研究区总面积的 78.87%~80.80%,其次为人工塘,占到总面积的 8.50%~9.96%,而林地、草地和滩地面积相对较小,三种土地利用类型之和占总面积比例不足 5%。研究区土地利用类型变化集中体现为耕地、水体、滩涂的减少和建设用地、人工塘面积的增加。

(2) 从土地利用类型转移来看,研究期间,土地利用类型转移较为频繁,主要发生在耕地、建设用地和人工塘三种土地利用类型之间,但不同时段各土地利用类型间的转移量和转移分布区有所差异。总体来看,耕地、建设用地、人工塘之间联系紧密,相互转移量大,研究期间耕地的转移目标和来源主要是建设用地和人工塘,人工塘和建设用地的主要转移目标和来源是耕地。水体和滩涂联系紧密,相互成为对方的主要转移目标和来源。而耕地成为林地和草地两种土地利用类型的主要转移目标和来源。1995—2002 年,耕地—建设用地的转变主要分布在研究区的南北部;耕地—人工塘的转变主要发生在中部以及南部地市临海地区;人工塘—耕地的转变集中分布在射阳县临海;建设用地—耕地的转变则主要分布在北部区域。2002—2009 年,人工塘—耕地、耕地—建设用地,转移面积在 350 km² 以上。从空间转移来看,耕地—建设用地的转变分布较为广泛,在每个县市均有分布;人工塘—耕地的转变分布较集中,主要分布在研究区的临海和北部区域。2009—2013 年,耕地—建设用地的转移面积最大,达 475.06 km²,其发生转移的区域分布较为广泛,主要分布在连云港市区、南通市区、赣榆县、如东县等县市;耕地—人工塘的转变仍主要分布在中部的射阳县、大丰市以及北部赣榆县、连云港市区等;建设用地—耕地的转变则较分散;人工塘—耕地在南北部区域分布较分散,中部区域主要位于临海地带。

(3) 近 19 a 来,江苏海岸带地区生态系统服务总价值呈负增长,且减少速率明显加快。

参考文献:

[1] 刘纪远,张增祥,庄大方. 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,2003,22(1):1-12.

[2] 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),2002,32(12):1031-1040.

[3] 周云凯,白秀玲,姜加虎. 1989—2006 年鄱阳湖区土地利用动态变化研究[J]. 资源科学,2011,33(6):1186-1194.

[4] Yu W H, Zang S Y, Wu C S, et al. Analyzing and modeling land use land cover change (LUCC) in the Daqing city, China[J]. Applied Geography, 2011, 31(2):600-608.

[5] Yang X, Jin X, Guo B, et al. Research on reconstructing spatial distribution of historical cropland over 300

- years in traditional cultivated regions of China [J]. *Global and Planetary Change*, 2015, 128: 90-102.
- [6] 王恒俊, 雍绍萍. 东新村土地资源调查[J]. 水土保持研究, 1999, 6(1): 20-24.
- [7] 杨俊, 单灵芝, 席建超, 等. 南四湖湿地土地利用格局演变与生态效应[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 0856-0864.
- [8] 韩会然, 杨成凤, 宋金平. 北京市土地利用空间格局优化模拟及预测[J]. 地理科学进展, 2015, 34(8): 976-986.
- [9] 任晓华, 魏二虎, 李军, 等. 湖北省土地资源遥感调查与评价[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 433-436.
- [10] Hao H M, Ren Z Y. Land use/Land cover change (LUCC) and eco-environment response to LUCC in farming-pastoral zone, China[J]. *Agricultural Science in China*, 2009, 8(1): 91-97.
- [11] Zhang Q Q, Xu H L, Fu J Y, et al. Spatial analysis of land use and land cover changes in recent 30 years in Manas River Basin[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2012, 12: 906-916.
- [12] 沈正平, 韩雪. 江苏海岸带可持续发展初探[J]. 人文地理, 2007, 98(6): 47-51.
- [13] 王玉, 贾晓波, 张文光, 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(S1): 7-12.
- [14] 车冰清, 朱传耿, 孟召宜, 等. 江苏经济社会协调发展过程、格局及机制[J]. 地理研究, 2012, 31(5): 908-921.
- [15] 侯西勇, 徐新良. 21 世纪初中国海岸带土地利用空间格局特征[J]. 地理研究, 2011, 30(8): 1370-1379.
- [16] 许艳, 濮励杰. 江苏海岸带滩涂围垦去土地利用类型变化研究[J]. 自然资源学报, 2014, 29(4): 643-652.
- [17] 宁立新, 马兰, 周云凯, 等. 基于 PSR 模型的江苏海岸带生态系统健康时空变化研究[J]. 中国环境科学, 2016, 36(2): 534-543.
- [18] 唐得昊, 邹欣庆, 刘兴健. 海岸带生态系统健康评价中能质和生物多样性的差异: 以江苏海岸带为例[J]. 生态学报, 2013, 33(4): 1240-1250.
- [19] 张晓祥, 严长清, 徐盼, 等. 近代以来江苏沿海滩涂围垦历史演变研究[J]. 地理学报, 2013, 68(11): 1549-1558.
- [20] 许燕, 濮励杰. 江苏海岸带滩涂围垦区土地利用类型变化研究: 以江苏省如东县为例[J]. 自然资源学报, 2014, 29(4): 643-652.
- [21] 贺强, 崔宝山, 赵欣胜, 等. 水盐梯度下黄河三角洲湿地植被空间分异规律的定量分析[J]. 湿地科学, 2007, 5(3): 209-214.
- [22] 王永丽, 于君宝, 董洪芳, 等. 黄河三角洲滨海湿地的景观格局空间演变分析[J]. 地理科学, 2012, 32(6): 718-724.
- [23] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(1): 3-16.
- [24] 刘桂林, 张落成, 张倩. 长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3311-3319.
- [25] 徐丽芬, 许学工, 罗涛, 等. 基于土地利用的生态系统服务价值当量修订方法[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1775-1784.
- [26] 石磊, 王如松, 黄锦楼, 等. 中国陆地生态系统服务功能的时空变化分析[J]. 科学通报, 2012, 57(9): 720-731.
- [27] 韩叶伟, 刘兆刚, 赵军, 等. 基于 RS 与 GIS 的典型黑土区土地利用变化分析: 以海伦市为例[J]. 地理科学, 2010, 30(3): 428-434.
- [28] 范学忠, 袁琳, 戴晓燕, 等. 海岸带综合管理及其研究进展[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2756-2765.

(上接第 226 页)

- [21] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.
- [22] 魏文. 基于生态服务价值的农牧交错区土地利用变化对环境影响的评价: 以内蒙古太仆寺旗为例[J]. 草地科学, 2014, 22(2): 249-254.
- [23] 王友生, 余新晓, 贺康宁, 等. 基于土地利用变化的怀柔水库流域生态服务价值研究[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 246-251.
- [24] 蒋晶, 田光进. 1988—2005 年北京生态服务价值对土地利用变化的响应[J]. 资源科学, 2010, 32(7): 1407-1416.
- [25] 向悟生, 李先琨, 丁涛, 等. 土地利用变化对漓江流域生态服务价值影响[J]. 水土保持研究, 2009, 16(6): 46-50.
- [26] 赵晴, 赵旭阳, 刘征. 石家庄市土地利用变化及其生态服务功能响应[J]. 水土保持通报, 2015, 35(3): 242-249.
- [27] 徐丽芬, 许学工, 罗涛, 等. 基于土地利用的生态系统服务价值当量修订方法[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1775-1784.
- [28] 刘小玲. 神木县土地利用现状变化对生态系统服务价值的影响[D]. 西安: 长安大学, 2014.
- [29] 李文楷, 李天宏, 钱征寒. 深圳市土地利用变化对生态服务功能的影响[J]. 自然资源学报, 2008, 23(3): 440-446.
- [30] 陈忠升, 陈亚宁, 李卫红, 等. 基于生态服务价值的伊利河谷土地利用变化环境影响评价[J]. 中国沙漠, 2010, 30(4): 870-877.
- [31] 封建民, 郭玲霞. 神木县土地利用格局和生态服务价值变化[J]. 水土保持通报, 2014, 34(6): 1-7.
- [32] 杨军军, 高小红, 吴国良, 等. 基于遥感与 GIS 的县域土地利用/覆被变化研究: 以青海省湟中县为例[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(5): 561-568.