

滩涂围垦农业利用区景观格局变化分析 ——以江苏东台为例

王明月¹, 李加林^{1,2*}, 徐谅慧¹, 袁麒麟¹, 卢雪珠¹, 杨磊¹

(1. 宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211; 2. 浙江省海洋文化与经济研究中心, 浙江 宁波 315211)

摘要: 农业开发是江苏滩涂围垦后的最主要利用方式。以围垦历史悠久的江苏盐城东台市为研究区, 基于 1990 年、2000 年和 2010 年 TM 影像, 提取不同时期的土地利用景观格局数据, 分析其在大规模围垦背景下的景观格局变化。结果表明: (1) 1990~2010 年研究区内以耕地为主, 占总面积的 80%, 居民和养殖用地面积增加, 光滩面积减少。草地面积前期减少, 后期大幅增加; 主要转移方向为: 海域>光滩>草地>耕地>建设和养殖用地。(2) 人工景观中耕地的优势度下降, 其他类型则表现出强烈的扩张态势, 养殖用地的发展尤为突出; 自然景观在人工景观的干扰下, 景观破碎化过程明显, 生态不稳定性增加。(3) 区内景观格局整体上趋于破碎化、离散化和多样化(斑块数量增多、平均面积减小、形状更加复杂; 斑块间距离增大、相互作用减弱); 景观类型的均匀度、多样性增加, 优势度下降。

关键词: 东台市; 滩涂围垦; 景观指数; 景观格局

中图分类号: Q149

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 04-0060-06

在基础设施建设大量占用耕地的情况下, 滩涂围垦成为实现耕地总量动态平衡的主要途径之一^[1]。大规模的滩涂围垦为沿海经济的高速发展提供了空间, 但也造成了沿海海涂湿地生态系统功能退化、生物栖息地损失、近岸海域生物生境恶化、生物多样性降低等一系列问题^[2]。滩涂围垦区的农业开发形成相应的农业景观格局, 而随着时间的变迁, 由于其农业利用方式的不断变化, 其景观格局也将发生变化。景观格局动态变化的实质是景观斑块的出现、持续与消失, 滩涂围垦农业利用区景观格局的动态变化也势必会引起该区域生态功能的变化^[3-4], 而研究围垦区景观格局及其时空演变特征, 对围垦区生态服务价值评估、生态风险评价、景观格局优化具有重要的意义。处于淤涨型海岸的江苏东台市沿海滩涂近年来的围垦具有面积广、规模大、速度快的特点, 新围区的不断形成, 加上老围区利用方式的不断变化, 使东台滩涂围垦

农业利用区景观格局变化明显、功能转变迅速^[5-7]。加强东台滩涂围垦农业利用区景观格局变化研究, 可为把握景观格局变化驱动机制, 促进区域可持续发展提供决策参考。

1 研究区概况

东台市位于北纬 32°33'~32°57', 东经 120°07'~120°53', 处于南通、泰州、盐城 3 市交汇处, 属北亚热带南缘季风性气候, 年均温度 14.6℃, 日照时数 2 231.9 h, 无霜期 220 d, 光热水时空分布配合较好, 适宜农作物生长。地形较平坦, 大部分地区在海拔 2.6~4.6 m 之间, 总体南高北低、东高西低。以范公堤为脊线, 形成堤西里下河平原与堤东海滨平原 2 种不同地貌。堤西属苏北里下河碟形洼地东部碟缘平原, 为著名的时溱洼地, 河港纵横, 湖荡交错; 堤东属苏北黄河夺淮后泥沙淤积并通过围垦形成的滨海平原, 目前仍处于不断淤长之中。解

收稿日期: 2014-02-28.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal.lg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家海洋局海洋公益性行业科研专项(201205005); 国家自然科学基金(41171073); 浙江省自然科学基金(Y5110321)。

第一作者: 王明月(1987—), 女, 浙江宁波人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 海岸带环境等。E-mail: wangming_yue_good@126.com

*通信作者: 李加林(1973—), 男, 浙江台州人, 教授, 主要研究方向: 海岸带环境与资源开发。E-mail: nbnj2001@163.com

放前大部分围垦为私营企业和盐业推动,围垦面积约 $104\,437\text{ hm}^2$ [6];解放后至 1999 年,先后兴筑了新港、渔舍、新东、笆斗等 16 条堤堰,围围面积为 $79\,559\text{ hm}^2$ [7]。东台市滩涂围垦后的利用方式以农业利用为主,为了保持行政区划的完整性,笔者以整个东台市域为研究区,探讨滩涂围垦农业利用区景观格局变化。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理方法

研究数据主要来自美国地质勘探局公共网站,轨道号为 119-73,选用 1990 年、2000 年和 2010 年 4 月份的 TM 波段遥感影像,图像空间分辨率为 30 m,云量均在 10% 以下。参考 1:100 万江苏地形图数据,利用 EDRAS IMAGING 8.5 软件,采用二次多项式及三次卷积内插法对 TM 影像进行几何纠正。结合东台市行政边界图,在 ArcGIS 10.0 中截取 3 个时期的研究区图像。

利用 eCognition Developer 8.7,采用基于样本的面向对象的分类方法,根据不同景观类型在遥感影像上的光谱、形状特征,利用 1:25 万江苏地理背景空间数据和全国 100 m 分辨率土地覆盖数据,结合野外实地调研,建立解译标志,进行人机交互式解译。鉴于研究区以农业利用为主的生态特征,将研究区土地利用景观划分为耕地、草地、林地、河湖、海域、光滩、居民地、养殖用地和工矿用地 9 类,得到不同时相的景观分类矢量图。随机选取若干样本区,计算 Kappa 指数分别为 0.782 (1990 年)、0.788 (2000 年)、0.850 (2010 年)达到研究判别的精度要求。在 ArcGIS 10.0 Spatial Analysis 模块的支持下,获取东台滩涂围垦农业利用区景观分类的栅格图,然后运用地图代数法分析 3 个时相各种景观类型的变化信息,得到景观类型转移矩阵,最后运用 fragstats 3.4 计算景观格局指数。

2.2 景观格局指数的选取

景观格局指数(landscape indices)是景观生态学广泛使用的一种定量研究方法,其高度浓缩了景观格局的信息,反映景观结构组成和空间配置的基本特征[8]。比较前人关于景观指数选取的研究[9-11],结合滩涂围垦农业区的景观特点,选择斑块类型水平指数:平均斑块面积(MPS)、边缘密度

(ED)、平均最临近距离(MNN)、聚集度指数(AI),进行类型水平上的空间格局特征分析;选择景观水平指数:斑块个数(NP)、边缘密度(ED)、平均斑块大小(MPS)、平均斑块分维度(FRAC-MN)、平均最临近距离(MNN)、聚集度指数(AI)、蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指标(SHDI)、香农均匀度指标(SHEI)等进行景观格局的变化分析,指数的计算公式参见文献[12]。

3 结果分析

景观面积转移矩阵的计算,可以清楚地表示出不同类型景观的总量变化和演化趋势;类型水平上斑块指数的分析,可以得到不同景观类型的空间分布特征及变化;景观水平上指数的计算,则可以反映整个研究区景观水平上的格局变化特征。

3.1 景观类型面积变化及其转换

受大规模围垦滩涂和从国外引种米草类新物种的双重影响,东台市滩涂围垦农业利用区的景观在 1990~2010 年间发生了显著的变化(表 1)。总体上看,研究区土地利用以农业为主,1990 年耕地、林地和养殖用地占总面积的 82%。其中,耕地以总面积的 79.7% 占绝对优势。

1990~2000 年,农业用地扩大了 $8\,091\text{ hm}^2$,主要表现为耕地以及养殖用地的扩张,分别增加了 $6\,124$ 、 $2\,388\text{ hm}^2$ 。湿地面积萎缩明显,草地和海域面积均减少了约 $3\,500\text{ hm}^2$,加之同期其他用地类型总面积基本没有发生变化,说明自 1990 年到 2000 年,研究区的景观变化以草滩的围垦、利用与新光滩的淤涨为主。从主要的景观类型变化来看,耕地总面积在增加的同时也在向居民地、养殖用地转化(表 1)。草地严重减少,在 $1\,860\text{ hm}^2$ 的海域和近 $2\,000\text{ hm}^2$ 的光滩转变为草地的情况下,草地面积仍然减少了 $3\,485\text{ hm}^2$,而新增农用地和居民地则主要来源于芦苇地和互花米草滩[13-14]。与草地总面积大量减少相比,光滩的面积总量趋于平衡,这表明研究区作为典型的淤涨型海岸,新滩涂淤涨的速度非常快。

2000~2010 年间,研究区景观的转移变化与前 10 年基本一致,但又有不同(表 2),主要表现在:景观间转化的速度明显加快、转移幅度增强(农业用地增加 $10\,336\text{ hm}^2$,建筑用地增加 $3\,786\text{ hm}^2$,湿

表1 1990~2000年东台市滩涂围垦农业利用区景观类型面积转移矩阵

hm²

景观类型	耕地	草地	林地	河湖	海域	光滩	居民地	养殖用地	工矿用地	总计
耕地	188 803	131.47	140.58	591.82	0.00	0.00	1 604.24	945.01	63.89	194 280
草地	5 355.61	2 914.58	69.51	122.16	81.18	428.87	36.04	1 431.24	0.00	10 439.2
林地	600.60	1.24	2 537.79	83.56	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	3 223.52
河湖	1 551.41	18.76	53.80	10 889.22	0.08	0.00	491.04	160.08	4.59	13 169.0
海域	4.95	1 860.78	0.00	7.27	9 428.51	2 474.10	0.15	46.94	0.00	13 822.7
光滩	355.68	1 995.79	0.00	39.53	726.95	3 151.40	3.37	333.87	0.00	6 606.59
居民地	1 305.62	20.67	1.80	749.50	0.00	1.31	5 966.77	60.47	24.76	8 130.90
养殖用地	421.75	10.75	0.00	113.83	0.00	0.00	43.54	1 228.82	0.00	1 818.69
工矿用地	5.93	0.00	0.00	5.12	0.00	0.00	42.18	0.00	6.75	59.98
总计	200 404	6 954.04	2 803.48	12 602.0	10 236.7	6 055.68	8 187.66	4 206.43	99.99	251 550

注:行表示发生变化的景观类型,列表示变化方向;同行同列对应数据表示该类型保持不变,下表同。

表2 2000~2010年东台市滩涂围垦农业利用区景观类型面积转移矩阵

hm²

景观类型	耕地	草地	林地	河湖	海域	光滩	居民地	养殖用地	工矿用地	总计
耕地	194 803	12.63	335.34	150.08	0.00	0.00	3 941.40	889.19	272.23	200 404
草地	1 400.47	1 907.90	0.00	309.51	17.05	0.00	3.88	3 315.22	0.00	6 954.03
林地	600.38	0.81	2 138.53	55.75	0.00	0.00	8.01	0.00	0.00	2 803.48
河湖	1 286.15	12.67	6.54	10 338.14	1.28	0.00	669.15	262.36	28.49	12 604.8
海域	1.12	6 042.42	0.00	7.54	1 354.46	1 841.96	0.00	985.53	0.00	10 233.0
光滩	43.62	3 313.44	0.00	5.67	52.81	0.00	0.73	2 639.42	0.00	6 055.7
居民地	773.29	4.18	1.05	365.58	0.25	0.00	6 871.59	34.77	137.43	8 188.14
养殖用地	547.76	0.28	0.00	204.97	0.00	0.00	79.31	3 374.11	0.00	4 206.43
工矿用地	30.44	0.00	0.00	5.02	0.00	0.00	57.33	2.16	5.04	99.99
总计	199 486	11 294.3	2 481.46	11 442.3	1 425.85	1 841.96	11 631.4	11 502.8	443.19	251 550

地总面积减少 14 123 hm²。其中养殖用地、居民地、草地的面积大幅增加,增加值依次为 7 296、3 443、4 340 hm²;光滩、海域面积急剧缩小,减少值分别为 8 807、4 206 hm²。从主要景观类型的变化来看,耕地总面积减少了 900 hm²。养殖用地的面积和数量都大为增加,主要由草地、沿岸海域、光滩及河湖转化而来。草地面积总体是增加的,主要来源于海域和光滩,草地的主要转化方向仍为养殖用地和耕地,转化面积 4 700 hm²,转化率高达 67.8%。而海域向草地转化的单向转化率达 59%。另外,海域转向光滩和养殖用地的面积大于和接近于其保留面积,可见近 10 年东台向海洋进军的速度加快。光滩的保留面积为零,说明围垦的强度极大。居民地的用地面积大为增加,整体增长率为 0.6%,是前 10 年的近百倍。2010 年工矿用地相对之前增加明显,说明近 10 年东台市的工业化与城市化同步

加强,造成了耕地、滩涂的严重减少。

3.2 景观空间格局特征

3.2.1 平均斑块面积

平均斑块面积可以用来表征斑块破碎程度,反映景观异质性特征^[15]。1990~2010 年间,研究区内斑块平均面积减小近 25%,破碎化过程明显。农业用地中,耕地、林地的 MPS 明显增加,养殖用地的 MPS 大幅减少,其他景观类型的 MPS,除光滩在增加外均有不同程度的减小(表 3)。在围垦活动的影响下,草地和海域的 MPS 缩小最为明显,减少量均大于 3 000 hm²。但是,类型平均斑块面积的减小并不一定意味着该类型被削弱,对于人工景观而言,更多的是扩张的表现。养殖用地的斑块数量激增使其 MPS 减小了 27 hm²。城镇用地的扩展、城镇附近大量耕地向工矿用地的转变,使居民地和工矿用地的斑块数量增加,斑块平均面积分别

表 3 1990~2010 年间东台市滩涂围垦农业利用区景观斑块类型水平指数

指标	年份	耕地	草地	林地	河湖	海域	光滩	居民地	养殖用地	工矿用地
MPS/ha	1990	1 116.56	3 476.25	268.00	8.75	3 456.56	734.42	18.75	61.57	17.64
	2000	1 133.75	2 258.25	466.00	6.60	5 115.50	3 028.50	14.45	37.22	6.67
	2010	1 401.42	408.87	616.50	8.40	285.50	920.00	10.78	34.57	3.50
ED/(m·ha ⁻¹)	1990	19.934	0.673	0.796	17.231	0.596	0.782	6.073	0.534	0.051
	2000	20.696	0.711	0.610	16.986	0.329	0.403	6.909	1.165	0.108
	2010	21.621	0.822	0.375	14.523	0.241	0.092	8.253	1.994	0.272
AI/%	1990	96.72	98.29	93.04	58.68	98.45	96.76	76.91	91.85	78.17
	2000	96.55	96.80	94.03	57.65	98.65	98.53	73.68	91.81	68.95
	2010	96.68	98.10	96.19	59.81	94.20	98.32	77.99	94.92	82.55
MNN/m	1990	113.40	174.54	113.48	164.36	158.11	644.89	312.65	1 669.57	1 336.87
	2000	130.31	162.29	148.31	178.41	167.71	1 884.81	237.26	874.53	1 678.83
	2010	130.09	154.72	192.96	191.73	834.93	7 184.71	228.13	503.89	1 239.57

减小了 8、14 hm²。其次, 平均斑块面积的变化还具有阶段性, 前后 2 个 10 年存在明显的不同, 如光滩的 MPS 在前 10 年增加, 后 10 年减少, 意味着 2000 年以后的围垦滩涂的速度远远超过新滩涂的补给速度。海域和草地的减少速率在后一阶段也有明显增加。

3.2.2 边缘密度

边缘密度是景观类型斑块周长与景观类型面积的比例, 可表示类型形状的复杂程度, 反映景观的破碎化程度^[16]。由于区内 MPS 减少, 1990~2010 年间研究区景观的总体 ED 增加了 3.5 m·hm⁻² (表 3)。受人类活动的影响, 自然景观类型中的林地、河湖、海域、光滩的边界趋于简单化, ED 值减小; 人工景观中的居民地、养殖和工矿用地由于斑块数量的增加及平均斑块面积的减小, ED 值分别增加了 2.18、1.46、0.22 m·hm⁻²。城市化、工业化的快速发展使得城镇附近的耕地被无序占用, 边界遭到严重切割、破坏, ED 值增加了 1.7 m·hm⁻²。草地 ED 的增加则与滩涂植被的快速生长、蔓延有关。

3.2.3 聚集度指数

聚集度指数反映景观中不同斑块类型的聚集程度, 能够反映景观组分的空间配置特征。受线形形状的影响, 河湖为研究区内聚集度最低的景观, 其次为居民地(包括道路), AI 值为 76%。景观总面积较小的工矿用地和养殖用地聚集度也较低(表 3), 但 1990~2010 年间, 上述几种景观类型的 AI 值都在增加, 增加值分别为 1.17%、1.08%、3.07%、

4.38%。这与田间水利设施的改善, 城市的发展建设密切相关。耕地、草地、林地、光滩和海域等农业用地和湿地, 或以连接度较好的斑块为主, 或以少数大斑块为主, 聚集度较高, AI 值都在 94% 以上。但其聚集度 20 年间也发生了变化: 耕地和草地的 AI 值分别减小了 0.04%、0.19%。国有林地在较好的政策保护下聚集度上升了 3.15%, 2000 年以后新淤涨的光滩处于自然状态, 较之前高。

3.2.4 平均最近距离

平均最近距离可揭示景观格局的团聚与分散程度。MNN 值较高表明同类型景观间隔距离较远, 相互间的联系和干扰减弱。从表 3 可以看出, 除去数量较少的光滩和海域, 区内景观的 MNN 值较大的是工矿用地、养殖用地和居民地, 均值为 1 418、1 016、259 m, 说明研究区内人工景观类型间相距较远, 以相互间联系较强的自然景观为主导。在 1990~2010 年间, 农业用地中耕地、林地的 MNN 值增大, 养殖用地 MNN 值减小。河湖、海域和光滩的 MNN 值减小, 由于面积和数量急剧减少, 光滩 MNN 减少最明显, 达到 6 539 m。人工景观的 MNN 值减小, 以扩张较快的养殖用地为最, 由原来的 1 600 m 缩短到 500 m, 表明研究区内的自然景观在人为干扰下分布越来越离散, 而人工景观越来越集中, 团聚分布趋势明显。

3.3 景观格局变化的基本特征

3.3.1 景观破碎度

1990~2010 年景观斑块个数减少了 622 个、边

表4 1990~2010年间东台市滩涂围垦农业利用区景观水平指数

年份	NP/个	ED/(m·hm ⁻²)	MPS/m	FRAC_MN	MNN/m	CONTAG/%	AI/%	SHDI	SHEI
1990	2 327	23.335	108.10	1.099	243.52	74.938	93.879	0.883	0.430
2000	2 677	23.579	95.83	1.096	239.45	74.619	94.168	0.868	0.402
2010	2 989	24.475	84.16	1.092	225.52	73.465	94.102	0.946	0.395

缘密度增加 $1.14 \text{ m} \cdot \text{hm}^{-2}$, 斑块平均面积减小了 24 hm^2 (表4), 说明整个区域内景观破碎化过程明显, 斑块的形状趋于简单, 边缘效应减弱. 分维度是基于边缘-面积关系建立的一类最基本的形状指数, 表示各个组分边界的褶皱程度, 区内景观平均分维度的降低(FRAC_MN 值减小), 说明研究区域内景观的形状趋于简单化. 景观整体的联结度减弱, 相邻景观间的相互作用减小, 生态稳定性降低.

3.3.2 景观分离度

在人工景观蔓延的影响下, 区内景观的平均最邻近距离减小 18 m . 人类活动使自然景观由大斑块破碎为许多离散的小斑块, 使以自然景观主导的整个研究区的 CONTAG 值减小 1.473 , 斑块的连接度变低, 景观破碎化. 同类景观斑块间距离相对缩短(MNN 值减小 18 m)、蔓延度减弱(CONTAG 值减小 1.473)、整体聚集度增加(AI 值增加 0.223), 使同类景观趋向分离状态, 不同景观类型呈相间团聚分布.

3.3.3 景观多样性

多样性指标减小 0.063 、均匀度指标增大 0.035 , 表明景观趋于多样化, 各类景观斑块趋于均衡化发展. 由于均匀度和优势度指标呈负相关, SHEI 增大的结果是优势度减小. 作为优势景观的耕地、草地和滩涂其优势地位下降.

4 结论与讨论

1990~2010年间, 受城市扩张和滩涂围垦利用的影响, 江苏东台市围垦农业利用区景观变化十分明显, 主要表现在以下几个方面:

(1) 面积变化. 景观面积明显增加的是居民地和养殖用地, 明显减少的为光滩、草地.

(2) 景观要素转移. 海域转向光滩和养殖用地, 光滩转向草地和养殖用地, 草地转向耕地和养殖用地, 耕地转向建设和养殖用地.

(3) 景观异质. 人工景观扩张明显. 耕地被其

他人工景观大量占用, 景观破碎, 优势度下降. 其他人工景观的数量和面积、连通和聚集度都大为增加, 生态压力加大. 自然景观破碎度增加, 连接度变差且不稳定.

(4) 景观格局变化. 景观斑块数量增多、平均面积减小、边界形状复杂而趋于破碎化; 景观蔓延度、聚集度减小, 离散度增加, 景观间连接性、流动性变差; 景观均匀度、多样性增加、优势度下降, 多样化趋势明显.

导致东台市围垦区景观格局变化的自然因素主要是研究区的滩涂不断淤长以及大米草等湿地植被在潮滩上的扩展. 人文因素则是工业化和城市化进程导致的工矿、道路、建设用地的增加和农业用地内部格局的变化.

东台市景观格局变化表明, 面积转移矩阵能够较好地反映景观类型演变的总体趋势, 景观指数中的斑块个数和平均斑块面积则是反映景观破碎度的重要指标. 对于“自然-人工”变化规模较大的围垦区, 景观分维度可以从边界形状方面很好地反映人工干扰强度. 县域尺度的研究区域, 基于 TM 遥感影像进行景观格局分析必须结合土地覆被等辅助资料和野外实地考察才能保证研究所需的精度. 当然, 若使用 SPOT、Quick Bird 等高分辨率遥感影像, 则可以大大提高研究的精度.

参考文献:

- [1] 王艳红, 温永宁, 王建, 等. 海岸滩涂围垦的适宜速度研究——以江苏淤泥质海岸为例[J]. 海洋通报, 2006, 25(2):15-20.
- [2] 李加林, 杨晓平, 童亿勤. 潮滩围垦对海岸环境的影响研究进展[J]. 地理科学进展, 2007, 26(2):43-51.
- [3] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 等. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来[J]. 生态学报, 2008, 28(11):5521-5531.
- [4] 胡巍巍, 王根绪, 邓伟. 景观格局与生态过程相互关系研究进展[J]. 地理科学进展, 2008, 27(1):18-24.

- [5] 任美镔. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1986:448-452.
- [6] 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.
- [7] 江苏省农业资源开发局. 江苏沿海垦区[M]. 北京: 海洋出版社, 1999:1-66.
- [8] 陈鹏. 厦门滨海湿地景观格局变化研究[J]. 生态科学, 2005, 24(4):359-363.
- [9] 石迎春, 卫亚星, 张云, 等. 基于 RS 和 GIS 大连瓦房店市滨海湿地景观格局的变化研究[J]. 海洋开发与管理, 2013(6):19-25.
- [10] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报, 2004, 24(1):123-134.
- [11] 张林艳, 夏既胜, 叶万辉. 景观格局分析指数选取刍论[J]. 云南地理环境研究, 2008, 20(5):38-43.
- [12] Lucas F J, Frans J M, Wel V D. Accuracy assessment of satellite derived land-cover data: A review[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1994, 60(4):410-432.
- [13] 乌建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2007:112-115.
- [14] 沈永明. 江苏沿海淤泥质滩涂景观生态特征及其演替[J]. 南京晓庄学院学报, 2005, 21(5):98-102.
- [15] 张学勤, 王国祥, 王艳红, 等. 江苏盐城沿海滩涂淤蚀及湿地植被消长变化[J]. 海洋科学, 2006, 30(6):35-45.
- [16] 李加林. 杭州湾南岸滨海平原土地利用/覆被变化研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2004.

Beach Farmland Reclamation from Landscape Pattern Change: Dongtai County, Jiangsu Province as a Case Study

WANG Ming-yue¹, LI Jia-lin^{1,2*}, XU Liang-hui¹, YUAN Qi-xiang¹, LU Xue-zhu¹, YANG Lei¹

(1.Faculty of Architectural, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Research Center for Marine Culture and Economy, Ningbo 315211, China)

Abstract: Agricultural development is most important in exploiting beaches which turn out to be one of the most natural resources in Jiangsu coastal area after reclamation. This paper selects Dongtai county as a study area which covers a number of beaches and has a long history of land reclamation. Using the remote sensing images in 1990, 2000 and 2010, the landscape pattern data about land-use in different periods are extracted, and the changes of landscape pattern of Dongtai are closely examined. The results show that: (1) From 1990 to 2010, the sampled area was mainly covered by farmland accounting for 80% in the total area. The area of settlement and agriculture land increased and mudflats area reduced. Area of grassland was expanded significantly. The order of land reclamation is as follows: sea area > mudflats > grassland > farmland > construction land and aquaculture land. (2) Dominance index of artificial landscape has dropped. Other artificial landscapes show a strong expansion trend, and the aquaculture land is particularly prominent. Because of the erosion with the artificial landscape, fragmentation process of natural landscapes and instability of the ecological become more worrisome. (3)The landscape pattern tends to be more fragmentary and isolative; a number of patches and average unit area become smaller; the shape of patches becomes more diverse; the distance between patches increases and interaction between patches becomes weaker. Both the evenness and diversity index of landscape type increase while the dominance index decreases.

Key words: Dongtai county; beach reclamation; landscape index; landscape patten

(责任编辑 史小丽)