

江淮生态经济区土地利用格局及 生态系统服务价值变化

胡毅^{1, 2} 乔伟峰^{1, 2, 3} 何天祺^{1, 21}

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210023;

2. 南京师范大学 乡村振兴研究院, 江苏 南京 210023;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023)

【摘要】: 基于 2005~2015 年土地利用变更调查数据, 结合土地利用变化模型和生态系统服务价值理论, 分析了江苏省江淮生态经济区县域单元土地利用结构演化规律及生态系统服务价值变化。结果表明: 研究期间建设用地、水域面积增加的最多; 土地利用程度指数呈现北高南低的空间格局; 生态系统服务价值略有上升, 空间上总体为南高北低的格局, 呈现市区较低, 周边县(市)较高的现象; 研究期内水域对于江淮生态经济区生态系统服务价值的贡献和生态环境的调控作用十分显著; 结合区域建设开发现状, 利用生态系统服务价值敏感性指数, 在县域尺度上将研究区划分为以下五种类型: 优先保护区、优先开发区、保护均衡区、开发权衡区、开发调整区, 并提出建设开发策略, 以期为江淮生态经济区开发建设、环境保护提供科学指引。

【关键词】: 土地利用格局 生态系统服务价值 时空演变 江淮生态经济区

【中图分类号】: X826; F301.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2020)11-2450-12

近一个半世纪以来土地利用/覆被变化是导致生态系统服务价值变化的主要驱动力^[1]。土地利用通过改变地表形态进而对生态系统服务价值产生影响^[2~5]。近年来生态系统服务价值的研究主要集中于与土地利用系统之间的关系^[6]、对土地利用变化的响应^[7~9]及生态系统功能^[10]等方面。随着我国城市化的推进, 生态系统服务价值融合了生态学、生态经济学等学科内容^[11~15], 大都采用敏感性系数^[16]、交叉敏感性系数等方法^[17, 18], 亦有部分学者研究生态系统对气候^[19, 20]、人类活动^[21]和土地利用强度^[18]的敏感性。江淮生态经济区作为江苏省重点功能区之一, 社会经济发展迅速, 但目前对本区域生态系统服务价值的研究较少。鉴于此, 文章分析了 2005~2015 年江淮生态经济区县域单元土地利用变化与生态系统服务价值之间的关系, 以便为江淮生态经济区生态环境保护和可持续发展提供参考。

1 研究区概况

作者简介: 胡毅(1994~), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为土地资源管理、乡村土地利用. E-mail: huyi0234@163.com

乔伟峰 E-mail: qiaoweifeng@njnu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871178); 教育部人文社会科学青年基金(19YJCZH036)。

2.2.2 土地利用程度变化指标与模型

土地利用程度表示土地开发利用的状况,体现了特定时期内土地利用变化及综合利用程度。樊玉山、刘纪远^[22]将土地利用类型分成4级并赋予不同的值,得到4种土地利用程度的分级指数(表1)。公式如下:

$$F = 100 \times \sum_{i=1}^4 A_i \times B_i \quad (2)$$

表1 土地利用程度分级赋值表

类型	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇、居民点、工矿用地、交通用地
对应本研究的土地利用类型	其他土地	林地、草地、水域	耕地、园地	建设用地
分级指数	1	2	3	4

式中:F为土地利用程度指数; A_i 为第*i*级分级指数; B_i 为第*i*级的土地利用类型面积占总面积的百分比。

2.2.3 生态系统服务价值

研究区不同土地利用类型的生态系统服务价值系数源于文献^[23,24],不同土地利用类型生态系统服务价值等于该地类的面积乘以对应的生态系统服务价值系数。研究区某类土地利用类型生态系统服务价值的变化可用生态系统服务价值动态度(EV)表示,公式如下:

$$EV = \frac{ESV_b - ESV_a}{ESV_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中: ESV_a 、 ESV_b 分别为研究初期和末期某种土地利用类型的生态系统服务价值;T为研究时段。

表2 不同土地利用类型的生态系统服务价值系数

土地利用类型	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水域	其他土地
生态价值系数(元/hm ²)	3547.89	3417.99	12628.69	5241	165.2	20366.69	624.25

在前人研究的基础上^[25],可采用敏感性指数对研究区生态系统服务价值的敏感性进行分析,计算公式如下:

$$I = \left| \frac{(ESV_j - ESV_{j-1}) / ESV_{j-1}}{(L_j - L_{j-1}) / L_{j-1}} \right| \quad (4)$$

式中:I 为生态系统服务价值的敏感性指数;ESV_j为第 j 年生态系统服务价值;ESV_{j-1}为第 j-1 年生态系统服务价值;L_j为第 j 年土地利用程度指数;L_{j-1}为第 j-1 年土地利用程度指数。

3 研究结果

3.1 土地利用数量变化比较

2005~2015 年江淮生态经济区建设用地、水域面积增加显著。研究期间耕地面积减少幅度最大的为清江浦区,高达 1.31%,增加幅度最大的为阜宁县,仅为 0.09%;园地面积增加幅度最大的为清江浦区,年均增长幅度为 23.59%,其次为盱眙县和淮安区,分别为 15.01%和 7.04%,减少幅度最大的是涟水县,为 8.97%;研究期间草地减少幅度较大,变化的幅度均小于零;建设用地方面,清江浦区的变化幅度最大,高邮市最小,分别为 6.42%、0.17%,两者相差约 37.8 倍;水域面积减少幅度最大为涟水县,为 1.95%,增加幅度最大为宿城区,为 3.8%,其次是金湖县、高邮市,增幅分别为 2.64%、2.36%;涟水县、宿城区、沭阳县、泗阳县其他土地动态度呈增加趋势,其余各县(市)呈减少趋势(表 3)。

表 3 2005~2015 年江淮生态经济区土地利用动态度

行政区名	耕地 (%)	园地 (%)	林地 (%)	草地 (%)	建设用地 (%)	水域 (%)	其他土地 (%)
清江浦区	-1.31	23.59	-8.90	-9.98	6.42	-0.27	-4.71
淮阴区	-0.44	-0.70	-1.96	-9.99	2.76	-0.45	-2.58
淮安区	-0.42	7.04	-4.74	-8.24	1.10	-0.14	-5.84
涟水县	-0.22	-8.97	-0.09	-9.13	4.33	-1.95	52.96
洪泽区	-0.20	6.16	-8.99	-10.00	1.69	0.18	-9.60
盱眙县	-0.37	15.01	-1.09	-4.59	3.37	0.45	-4.83
金湖县	-0.16	1.56	-9.63	-10.00	1.17	2.64	-9.21
阜宁县	0.09	-7.58	-3.75	-10.00	1.37	-0.80	-2.14
建湖县	0.07	-6.13	-4.72	-10.00	1.69	0.29	-7.10
宝应县	-0.36	-8.30	0.36	-9.93	0.43	1.10	-5.97
高邮市	-1.10	-6.17	-5.87	0.00	0.17	2.36	-8.95
兴化市	-0.14	-2.74	8.53	-9.81	1.42	0.48	-6.04
宿城区	-1.25	4.69	-6.84	-10.00	2.94	3.80	3.55
宿豫区	-0.42	-0.91	-2.11	-7.39	3.08	-0.39	-4.14

3.3.1 生态系统服务价值的时间变化分析

2005~2015年间研究区生态系统服务价值略有上升,从2005年的213.38亿元上升到2015年的215.30亿元,上升了1.91亿元(表5)。研究期内,水域的生态系统服务价值增加量最多,其次是园地,建设用地增加量最小,其中水域的增加量占增加总量的94.75%;耕地的下降量最多,其次是林地、草地,其他土地最小,其中耕地的下降面积占下降总面积的44.74%。研究期间耕地面积比例从2005年的51.51%下降到2015年的49.62%,生态系统服务价值比例由23.06%降至22.02%,生态系统服务价值净减少1.8亿元。水域生态系统服务价值占研究区生态系统服务价值的比重增加了0.97%,2005年和2015年水域生态系统服务价值分别为153.76亿元和159.17亿元,净增5.41亿元,尽管水域生态系统服务价值占比达70%以上,但其面积比例远远小于此,2005和2015年研究区水域面积比例分别为28.04%和29.02%,仅有耕地面积的54.44%、58.5%,对应的生态系统服务价值却是耕地的3.13、3.36倍,可见水域对于江淮生态经济区生态系统服务价值的贡献和生态环境的调控作用非常明显。林地的面积比例从2005年的1.93%下降到2015年的1.60%,略有减少,其生态系统服务价值比例也呈减少趋势,生态系统服务价值净减少1.1亿元。园地生态系统服务价值比例基本稳定。草地、建设用地和其他土地的生态系统服务价值均较小。

表4 江淮生态经济区不同土地利用类型面积及生态系统服务价值

年份		耕地	园地	林地	草地	建设用地	水域	其他土地	总计
2005	ESV(亿元)	49.20	1.77	6.55	1.15	0.61	153.76	0.34	213.38
	占总ESV比(%)	23.06	0.83	3.07	0.54	0.29	72.06	0.16	100
	地类面积(km ²)	13867.5	518.3	519.0	219.4	3700.2	7549.4	554.3	26928.0
	占总面积比(%)	51.51	1.93	1.93	0.81	13.75	28.04	2.06	100
2015	ESV(亿元)	47.40	1.94	5.45	0.45	0.74	159.17	0.13	215.30
	占总ESV比(%)	22.02	0.90	2.53	0.21	0.34	73.93	0.06	100
	地类面积(km ²)	13360.6	568.8	431.8	86.4	4453.3	7815.4	211.6	26928.0
	占总面积比(%)	49.62	2.11	1.60	0.32	16.54	29.02	0.79	100

3.3.2 生态系统服务价值的空间变化分析

江淮生态经济区的生态系统服务价值在空间上呈现南高北低的格局,具体为市区较低,周边县(市)较高(图4)。位于研究区南部的泗洪县、洪泽县、盱眙县、金湖县、高邮市、兴化市等生态系统服务价值较大;清江浦区、宿城区、淮阴区等生态系统服务价值较小。

2005~2015年间研究区不同县(市)生态系统服务价值占研究区生态系统服务价值的比例以泗洪县最高,其生态系统服务价值由2005年的25.19亿元上升到2015年的25.38亿元,占江淮生态经济区的服务价值比重最大,均占到11%以上。2005年盱眙县、兴化市生态系统服务价值分别位列第2、第3位,价值分别为19.54亿元、19.27亿元,分别占研究区生态系统总服务价值的9.16%、9.03%;生态系统服务价值最小的为清江浦区和宿城区,仅为2.5亿元、4.82亿元,占1.17%、2.26%。2015年高邮市和兴化市生态系统服务价值位列第2位和第3位,价值分别为21.42亿元、19.91亿元,二者占生态系统总服务价值的9.95%、9.25%,2015年生态系统服务价值最小的依然为清江浦区和宿城区。

研究期间,不同县(市)生态系统服务价值均有不同程度的增加或减少。以城市分析,清江浦区、淮阴区、淮安区、涟水县、阜宁县、宿豫区、沭阳县、泗阳县出现下降,共计下降 5.88 亿元,其余各县(市)出现上升,共计上升 7.79 亿元。生态系统服务价值增加量较多的县(市)主要有高邮市、金湖县,两县占总增加量的 68.93%,沭阳县、涟水县、泗阳县下降较多,占总减少量的 67.52%。2005~2015 年,除了阜宁县、建湖县外,其余各县(市)耕地生态系统服务价值均减小,其中阜宁县增加量最大(0.03 亿元),高邮市减少量最大(0.31 亿元),其次是宿城区,减少量为 0.21 亿元,其余各县(市)的减少量均在 0.2 亿元以下;研究期间淮阴区、淮安区、涟水县、阜宁县、建湖县、沭阳县耕地对于生态系统服务价值的贡献均不低于 30%,说明上述地区是以农业用地为主的一个区域。研究区各县(市)建设用地生态系统服务价值始终增加,涟水县增加量最大,其次是盱眙县和清江浦区,说明这三个县区的建设用地面积增长幅度较大,城市发展速度较快。水域对于每个县(市)生态系统服务价值的贡献最大,水域生态系统服务价值增加的有高邮市、金湖县、宿城区、宝应县、兴化市、盱眙县、泗洪县、洪泽县、建湖县九个县区,除建湖县外,其于八县区水域增加量与耕地减少量顺序一致,上述区域主要分布于蚌洪区间南北岸、高天区、里下河区。园地、林地、草地和其他土地的生态系统服务价值在不同县(市)间有增有减(表 5、图 3)。

表 5 江淮生态经济区生态系统服务价值及各县(市)土地利用类型 ESV 比重

行政区名	年份	ESV	占当年 ESV 比重	各土地利用类型 ESV 比重(%)						
		亿元	%	1	2	3	4	5	6	7
清江浦区	2005	2.50	1.17	28.01	0.41	2.32	0.45	0.71	68.01	0.09
	2015	2.34	1.09	26.07	1.48	0.27	0.00	1.25	70.87	0.05
淮阴区	2005	8.26	3.87	32.80	1.85	2.23	0.67	0.44	61.97	0.05
	2015	7.82	3.63	33.11	1.82	1.89	0.00	0.59	62.55	0.04
淮安区	2005	10.18	4.77	31.32	0.35	0.91	0.50	0.34	66.44	0.15
	2015	9.88	4.59	30.91	0.61	0.49	0.09	0.39	67.44	0.06
涟水县	2005	10.62	4.98	35.06	1.39	2.07	0.16	0.38	60.91	0.02
	2015	9.16	4.25	39.78	0.17	2.38	0.02	0.63	56.85	0.18
洪泽区	2005	16.20	7.59	8.22	0.55	1.53	0.06	0.12	89.36	0.16
	2015	16.24	7.54	8.04	0.89	0.15	0.00	0.14	90.77	0.01
盱眙县	2005	19.54	9.16	20.27	0.77	11.76	4.11	0.26	62.69	0.13
	2015	19.55	9.08	19.51	1.93	10.47	2.22	0.35	65.45	0.07
金湖县	2005	13.27	6.22	13.43	1.08	3.19	0.41	0.18	81.40	0.32
	2015	15.62	7.26	11.23	1.06	0.10	0.00	0.17	87.42	0.02
阜宁县	2005	9.50	4.45	33.42	0.22	1.90	0.09	0.37	63.94	0.07
	2015	8.95	4.16	35.78	0.06	1.26	0.00	0.45	62.40	0.06
建湖县	2005	7.71	3.61	30.85	0.39	1.31	0.28	0.37	66.44	0.36

	2015	7.77	3.61	30.83	0.15	0.68	0.00	0.43	67.81	0.10
宝应县	2005	11.59	5.43	24.02	0.27	1.67	0.13	0.29	73.48	0.15
	2015	12.39	5.75	21.67	0.04	1.62	0.00	0.28	76.33	0.06
高邮市	2005	18.40	8.62	15.49	0.70	0.95	0.00	0.23	82.25	0.38
	2015	21.42	9.95	11.85	0.23	0.34	0.01	0.20	87.35	0.03
兴化市	2005	19.27	9.03	23.78	0.20	0.42	0.12	0.24	74.96	0.29
	2015	19.91	9.25	22.70	0.14	0.75	0.00	0.27	76.04	0.11
宿城区	2005	4.82	2.26	35.37	2.99	5.66	0.19	0.63	55.08	0.08
	2015	5.50	2.56	27.15	3.85	1.57	0.00	0.72	66.63	0.09
宿豫区	2005	10.22	4.79	19.15	2.68	1.95	0.15	0.30	75.63	0.13
	2015	9.76	4.54	19.21	2.55	1.61	0.04	0.41	76.09	0.08
沭阳县	2005	14.33	6.72	34.70	1.13	6.00	0.10	0.43	57.63	0.02
	2015	12.83	5.96	38.35	1.84	5.97	0.00	0.56	53.23	0.04
泗阳县	2005	11.77	5.52	21.24	1.48	5.28	0.06	0.27	71.65	0.04
	2015	10.76	5.00	21.39	1.59	8.63	0.00	0.37	67.97	0.05
泗洪县	2005	25.19	11.81	19.45	0.15	1.38	0.14	0.20	78.60	0.08
	2015	25.38	11.79	18.52	0.14	1.65	0.01	0.20	79.43	0.06

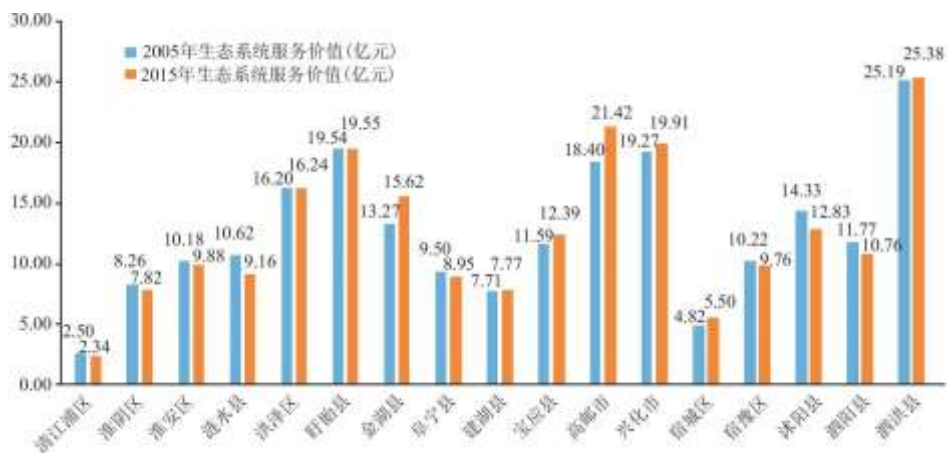


图3 江淮生态经济区生态系统服务价值变化图

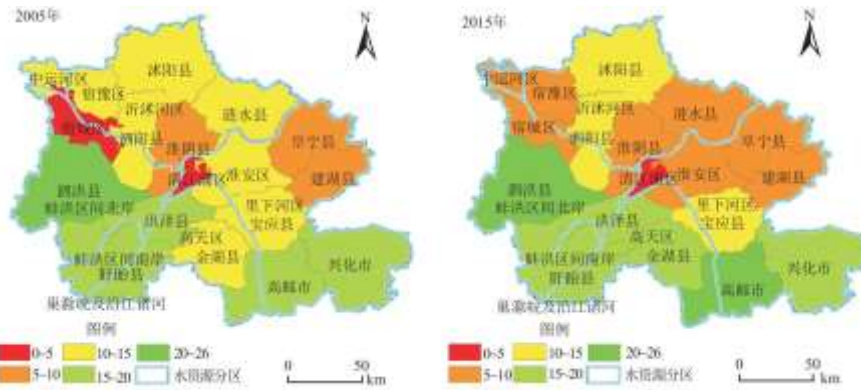


图 4 江淮生态经济区生态系统服务价值分布(亿元)

3.3.3 生态系统服务价值动态变化

研究区草地生态系统服务价值动态度均为负值,建设用地均为正值,其余地类则正负值均有。耕地生态系统服务价值动态度绝对值高于全域绝对值的县(市)有清江浦区、淮阴区、淮安区、高邮市、宿城区、宿豫区、泗阳县与泗洪县,其余县(市)均小于全域绝对值,其中绝对值最大的为清江浦区,说明研究期间清江浦区耕地减少的幅度最大。建设用地生态系统服务价值动态度绝对值大于全域绝对值的有清江浦区、淮安区、涟水县、盱眙县、宿城区、宿豫区、泗阳县,表明上述地区在研究期间建设用地增加幅度较大,城市建设力度水平提高。水域方面,除清江浦区、淮安区、洪泽区、建湖县、泗洪县外,研究区其余各县(市)水域生态系统服务价值动态度绝对值均高于全域绝对值,表示这些区域水域变化幅度较大,动态度为正值且高于全域动态度的为盱眙县、金湖县、宝应县、高邮市、兴化市、宿城区,说明这些地方水域面积增加幅度较大。清江浦区园地增加的程度最大,涟水县园地减少的剧烈程度最大(表 6)。

生态系统服务价值动态度可反映土地利用变化情况。各县(市)总生态系统服务价值动态度高于全域动态度的县(市)由高到低依次为金湖县、高邮市、宿城区、宝应县、兴化市,结合表 3、5 可以看出,研究区生态系统服务价值增加量较多的县(市)为高邮市、金湖县、宝应县、宿城区、兴化市;水域增加幅度较高的县(市)主要有宿城区、金湖县、高邮市、宝应县、兴化市,虽然有增加幅度高于水域变化幅度的地类,但其生态系统服务价值系数较低,对总价值影响较小,故不加考虑。上述地区主要位于里下河区南部、高天区南部及蚌洪区间北部,拥有高邮湖、白马湖、骆马湖等江苏省重要水体,河网密布,随着该地区“退渔还湿”、“退圩还湖”等在内的一系列生态恢复工程的实施,水域面积的持续增加还将为其提供了更多的生态系统服务价值。

表 6 不同地市不同地类的生态系统服务价值动态度(%)

名称	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水域	其他土地	总计
全域	-0.37	0.97	-1.68	-6.06	2.04	0.35	-6.13	0.09
清江浦区	-1.31	23.59	-8.90	-9.98	6.42	-0.27	-4.71	-0.66
淮阴区	-0.44	-0.70	-1.96	-9.99	2.76	-0.45	-2.58	-0.53
淮安区	-0.42	7.04	-4.74	-8.24	1.10	-0.14	-5.84	-0.29
涟水县	-0.22	-8.97	-0.09	-9.13	4.33	-1.95	52.96	-1.38
洪泽区	-0.20	6.16	-8.99	-10.00	1.69	0.18	-9.60	0.02

盱眙县	-0.37	15.01	-1.09	-4.59	3.37	0.45	-4.83	0.01
金湖县	-0.16	1.56	-9.63	-10.00	1.17	2.64	-9.21	1.77
阜宁县	0.09	-7.58	-3.75	-10.00	1.37	-0.80	-2.14	-0.58
建湖县	0.07	-6.13	-4.72	-10.00	1.69	0.29	-7.10	0.08
宝应县	-0.36	-8.30	0.36	-9.93	0.43	1.10	-5.97	0.69
高邮市	-1.10	-6.17	-5.87	0.00	0.17	2.36	-8.95	1.64
兴化市	-0.14	-2.74	8.53	-9.81	1.42	0.48	-6.04	0.33
宿城区	-1.25	4.69	-6.84	-10.00	2.94	3.80	3.55	1.41
宿豫区	-0.42	-0.91	-2.11	-7.39	3.08	-0.39	-4.14	-0.45
沭阳县	-0.11	4.66	-1.10	-9.68	1.88	-1.73	5.67	-1.05
泗阳县	-0.79	-0.14	4.96	-10.00	2.54	-1.33	1.18	-0.86
泗洪县	-0.41	-1.02	2.06	-9.50	0.46	0.18	-3.05	0.08

3.3.4 生态系统服务价值敏感性分析及区域发展权衡

2005~2015年间各县(市)土地利用变化下的生态敏感性指数计算结果如图5,江淮生态经济区生态系统敏感性指数的区间为[0.02, 134.11],参考相关文献^[25],在综合分析生态敏感性指数特点的基础上对研究区进行重新分级:生态系统敏感性指数小于1的为非敏感性地区,则江淮生态经济区敏感性区间为[1.1, 134.11],因研究期间宝应县土地利用程度指数出现下降,表示在这一时期内人类活动与自然环境共同作用的综合效益下降,因此将其单独设为极高敏感性区域,再对敏感性区间[1.1, 35.48]等距分级得到以下3类敏感性区域:低敏感性区域,区间为[1.1, 12.56)、中等敏感性区域,区间为[12.56, 24.02)、高敏感性区域,区间为[24.02, 35.48]。在此分区下,2000~2015年间,属于非敏感性区域的县(市)主要为蚌洪区间南、北岸与高天区交界处的盱眙县、洪泽县,以及里下河区的建湖县,此区域土地利用程度指数增加较大,建设用地增加幅度也较大,但因水域生态系统服务价值系数高,所以对总生态系统服务价值的影响程度较小,说明上述地区生态敏感性处于平衡状态,从生态学的角度看较适合城市发展;低敏感性区域主要有清江浦区、宿豫区、淮安区、兴化市、淮阴区、阜宁县、泗阳县、沭阳县、涟水县、泗洪县、金湖县等十一县(市),是研究区分布最广的区域,主要位于沂沭河区、里下河区北部、蚌洪区间北岸,该地区以耕地为主,环境恢复能力较强,敏感性指数总体上处于良好的状态;处于高敏感性区域的有高邮市和宿城区,两地耕地减少最多,林地、草地等下降幅度也较多,生态环境较脆弱;极高敏感性的区域为宝应县,研究期间建设用地面积增加较小,各地类减少面积大都流向水域,致使土地利用程度指数下降;研究区范围内无中等敏感性的区域。

江苏省是经济大省又是资源小省,目前江苏全省的土地开发强度已达到20.99%,居全国各省(市)之首,其中苏南地区整体接近30%。针对于此,在《江苏省国土资源厅党组关于全力服务促进高质量发展的实施意见》中指出:江苏今后要严格实行建设用地总量和强度“双控”,确保全省土地开发强度控制在22%以下,与国际宜居城市的国土开发强度标准(20%)极其吻合。近年来江淮生态经济区经济发展速度较快,对土地资源需求增大,但在“土地开发强度控22%”下依然还有很大的发展空间。2015年江淮生态经济区国土开发强度最大的为清江浦区,最小的为洪泽区,分别为40.02%、10.66%,本文以国土开发强度20%为标准,结合江淮生态经济区敏感性指数,可将研究区发展权衡划分为以下类型:(1)区域为高敏感性区域,国土开发强度大于20%时,区域处于高敏感、高开发状态,区域建设开发对生态系统服务价值影响较大,区域发展应保护优先;(2)区域为非(低)敏感性区域,国土开发强

度小于 20%时,区域处于非(低)敏感、低开发状态,区域建设开发对生态系统服务价值影响较小,区域发展应强调开发优先;(3)区域为高敏感性区域,国土开发强度小于 20%时,区域处于高敏感、低开发状态,建设用地上占比重小但后续开发建设对生态系统服务价值影响较大,应在生态保护的基础上综合协调发展,故划分为保护均衡区;(4)区域为低敏感性区域,国土开发强度大于 20%时,区域为低敏感、高开发状态,区域建设开发对生态系统服务价值影响较小,现状建设用地占比较大,后续开发建设具有潜在的生态风险,但此区域开发基础好,可划分为开发权衡区;(5)区域为极高敏感性区域,国土开发强度小于 20%时,区域处于极高敏感、低开发状态,人工生态系统与自然生态系统不协调,应积极调整开发方式,设为开发调整区。从研究区范围来看(图 4),优先保护区主要位于蚌洪区间北岸北部;优先开发区分布范围最大,主要位于沂沭河区北部、蚌洪区间南北岸、高天区及里下河区北部;保护均衡区大都位于里下河区南部;开发权衡区主要位于沂沭河区南部;开发调整区位于里下河区中部。具体来说,优先保护区主要为宿城区,优先保护区所在区域应重视开发建设过程中生态风险的防范,控制开发规模。优先开发区主要为洪泽区、盱眙县、建湖县、淮安区、金湖县、阜宁县、兴化市、宿豫区、沭阳县、泗阳县、泗洪县,优先开发区应以建设为主,其中,泗洪县、兴化市、盱眙县生态系统服务价值较高,需重视自然生态的保护。保护均衡区主要为高邮市,要注重保护优先,在强调生态风险的前提下小规模开发。开发权衡区主要包括清江浦区、淮阴区、涟水县,上述县(市)具备一定的开发潜力可进行远期低强度开发。开发调整区主要为宝应县,应合理协调各部门用地,调整用地结构,消除不合理土地利用。

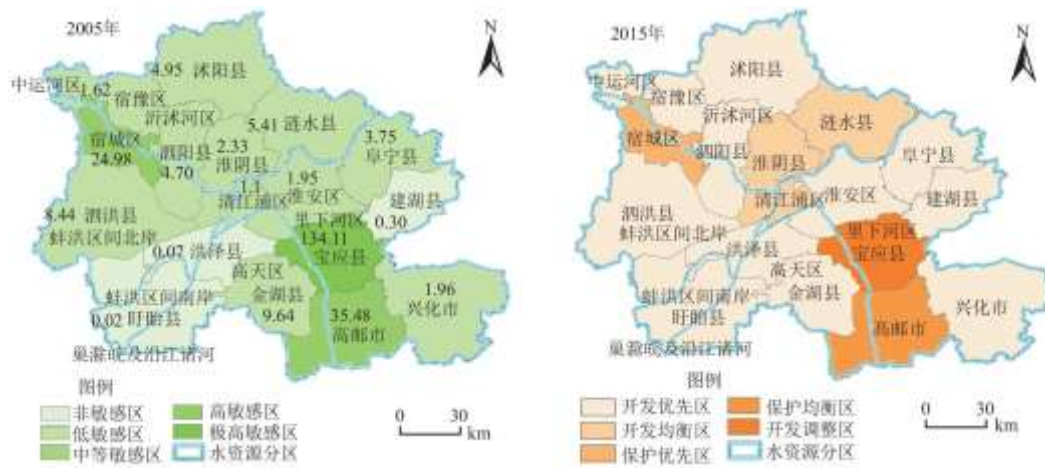


图 5 江淮生态经济区生态系统服务价值敏感性指数及发展权衡分区图

4 结论与讨论

基于 2005 和 2015 年江苏省土地利用变更调查数据,可较为准确的分析江淮生态经济区的土地利用变化、生态系统服务价值变化及其空间差异。

(1) 2005~2015 年间,研究区各县(市)不同土地利用类型变化的总量、变化速度都存在明显的差异。阜宁县、建湖县耕地面积增加,清江浦区耕地比例下降最多;各县(市)建设用地均有所增加,以清江浦区增加最多;高邮市、金湖县水域增加最多,涟水县、泗阳县下降最多。

(2) 研究期间江淮生态经济区土地利用程度指数呈现北高南低的空间格局,较低的县(市)主要分布在蚌洪区间南北岸、高天区、里下河区;除宝应县出现少许下降外,其他县(市)均出现不同程度上升;土地利用程度指数上升最多的为清江浦区,达到 300 的地区由两个县(市)上升到六个。

(3) 研究区生态系统服务价值略有上升,从 2005 年的 213.38 亿元上升到 2015 年的 215.30 亿元,上升了 1.91 亿元。园地、

建设用地和水域的生态系统服务价值增加,其中水域增加最多;其余地类的生态系统服务价值下降,其中耕地下降最多。研究期间水域对于江淮生态经济区生态系统服务价值的贡献和生态环境的调控作用非常明显。

江淮生态经济区的生态系统服务价值在空间上总体上为南高北低的格局,具体来看呈现市区较低,周边县(市)较高的现象。不同县(市)生态系统服务价值占研究区生态系统服务价值的比例以泗洪县最高,生态系统服务价值最小的为清江浦区和宿城区。研究期间,生态系统服务价值增加量较多的县(市)主要有高邮市、金湖县;沭阳县、涟水县、泗阳县下降较多。耕地生态系统服务价值阜宁县增加量最大,高邮市减少量最大。各县(市)建设用地生态系统服务价值始终增加,涟水县增加量最大。水域对各个县(市)生态系统服务价值的贡献均最大。

生态系统服务价值动态度可反映土地利用变化情况。各县(市)总生态系统服务价值动态度高于全域动态度的县(市)由高到低依次为金湖县、高邮市、宿城区、宝应县、兴化市,这与该地区一系列生态恢复工程息息相关。耕地生态系统服务价值动态度绝对值最大的为清江浦区,说明研究期间清江浦区耕地减少的幅度最大。建设用地生态系统服务价值动态度绝对值大于全域绝对值的有清江浦区、淮安区、涟水县等,表明上述地区在研究期间建设用地增加幅度较大,城市建设力度水平提高。水域方面,动态度为正值且高于全域动态度的为盱眙县、金湖县、宝应县等,说明这些地方水域面积增加幅度较大。

(4)2000~2015年间,属于非敏感性区域的县(市)主要盱眙县、洪泽县以及建湖县;低敏感性区域主要有清江浦区、宿豫区、淮安区、兴化市、淮阴区、阜宁县、泗阳县、沭阳县、涟水县、泗洪县、金湖县等十一县(市);处于高敏感性区域的有高邮市和宿城区;极高敏感性的区域为宝应县。结合该地区生态系统服务价值敏感性指数和建设开发现状,本文将研究区发展权衡划分为以下五种类型:优先保护区主要位于蚌洪区间北岸北部,主要为宿城区;优先开发区分布范围最大,主要位于沂沭河区北部、蚌洪区间南北岸、高天区及里下河区北部,主要县(市)为洪泽区、盱眙县、建湖县、淮安区、金湖县、阜宁县、兴化市、宿豫区、沭阳县、泗阳县、泗洪县;保护均衡区大都位于里下河区南部,主要为高邮市;开发均衡区主要位于沂沭河区南部,主要为清江浦区、淮阴区、涟水县;开发调整区位于里下河区中部,主要为宝应县。

(5)建设江淮生态经济区,是在生态保护的前提下,实现由生态涵养向生态经济的转变,涉及到发展方式、发展格局的转变等。江淮生态经济区作为江苏省重要粮食产区,农业发展应以现代农业为目标取向,除经营好传统市场外,还应吸引高端人才、打造高端品牌,积极开发新兴市场;江淮生态经济区对工业的依赖度并没有苏南高,经济发展与自然环境契合度相对较高,发展绿色工业既有基础又有空间,在交通日益完善的条件下,瞄准“生态+工业”,完全可能会产生新产业、新业态。研究表明,江淮生态经济区在城市化进程中,土地利用变化导致草地、林地等生态用地面积缩小,生态系统服务价值发生变化。本文通过敏感性指数表示江淮生态经济区生态系统服务价值受土地利用变化的影响程度,结合国土开发强度,进而确定江淮生态经济区开发权衡方案,探索各类型发展策略。该地区的生态管理要针对不同生态敏感性发生的区域和敏感程度,制定不同的生态系统管理与环境保护策略,环湖地区应加强对湖泊岸线的综合管理,对环湖地区开发活动进行科学安排,找到经济发展与环境保护的平衡点。对城市化进程中生态敏感性较高的地区,应发挥区域土地的区位和功能优势,维持合理的国土开发强度,优化土地资源配置。

参考文献:

- [1]REID W V, MOONEY H A, CROPPER A, et al. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human well-being: synthesis[M]. Washington DC: Island Press, 2005.
- [2]LOOMES R, O' NEILL K. Nature' s services: Societal dependence on natural ecosystems[J]. Pacific Conservation Biology, 2000, 6(3): 274.
- [3]彭保发, 陈端吕. 常德市土地覆被的生态服务价值空间变异分析[J]. 经济地理, 2012, 32(1): 141-145.

-
- [4]刘永强,廖柳文,龙花楼,等.土地利用转型的生态系统服务价值效应分析:以湖南省为例[J].地理研究,2015,34(4):691-700.
- [5]HAN Z, SONG W, DENG X Z. Responses of ecosystem service to land use change in Qinghai province[J]. *Energies*, 2016, 9(4):303.
- [6]METZGER M J, ROUNSEVELL M D A, ACOSTA-MICHLIK L, et al. The vulnerability of ecosystem services to land use change[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2006, 114(1):69-85.
- [7]史洋洋,吕晓,黄贤金,等.江苏沿海地区耕地利用转型及其生态系统服务价值变化响应[J].自然资源学报,2017,32(6):961-976.
- [8]LI Y F, ZHAN J Y, LIU Y, et al. Response of ecosystem services to land use and cover change:A case study in Chengdu City[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 132:291-300.
- [9]丁丽莲,王奇,陈欣,等.近30年淀山湖地区生态系统服务价值对土地利用变化的响应[J].生态学报,2019,39(8):2973-2985.
- [10]LUISA M M, PEREZ-MAQUEO O, VAZQUEZ G, et al. Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical montane cloud forests of Mexico[J]. *Forest Ecology and Management*, 2009, 258(9):1856-1863.
- [11]COSTANZA R, DE GROOT R, SUTTON P, et al. Changes in the global value of ecosystem services[J]. *Global Environmental Change*, 2014, 26:152-158.
- [12]谢高地,张彩霞,张雷明,等.基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J].自然资源学报,2015,30(8):1243-1254.
- [13]满苏尔·沙比提,娜斯曼·那斯尔丁,阿尔斯朗·马木提.托木尔峰国家级自然保护区土地利用/覆被生态服务价值变化分析[J].地理研究,2016,35(11):2116-2124.
- [14]赵志刚,余德,韩成云,等.2008-2016年鄱阳湖生态经济区生态系统服务价值的时空变化研究[J].长江流域资源与环境,2017,26(2):198-208.
- [15]邹月,周忠学.西安市景观格局演变对生态系统服务价值的影响[J].应用生态学报,2017,28(8):2629-2639.
- [16]MANSFIELD E. *Microeconomics: Theory and Applications* 4th Edition[M]. New York, NY, USA: W. W. Norton, 1982.
- [17]KREUTER U P, HARRIS H G, MATLOCK M D, et al. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas[J]. *Ecological Economics*, 2001, 39(3):333-346.
- [18]普拉提·莫合塔尔,海米提·依米提.土地利用变化下的生态系统服务敏感性研究——以克里雅绿洲为例[J].自然资源学报,2014,29(11):1849-1858.

[19]BERGENGREN J C, WALISER D E, YUNG Y L. Ecological sensitivity:A biospheric view of climate change[J]. Climatic Change, 2011, 107: (3-4) 433-457.

[20]CRAMER W. Advanced terrestrial ecosystem analysis and modelling[J]. Regional Environmental Change, 2008, 8(3): 89-90.

[21]JAGTAP T G, KOMARPANT D S, RODRIGUES R S. Status of a seagrass ecosystem:An ecologically sensitive wetland habitat from India[J]. Wetlands, 2003, 23(1):161-170.

[22]樊玉山, 刘纪远. 西藏自治区土地利用[M]. 北京:科学出版社, 1994.

[23]冉圣宏, 李秀彬, 吕昌河. 土地覆被及生态服务价值变化的多时间尺度模拟——以四川省渔子河流域为例[J]. 地理学报, 2006, 61(10):1113-1120.

[24]冉圣宏, 吕昌河, 贾克敬, 等. 基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J]. 环境科学, 2006, 27(10):2139-2144.

[25]马育军, 黄贤金, 许妙苗, 等. 江苏省沿海滩涂开发的生态系统服务价值响应研究[J]. 中国土地科学, 2006, 20(4):28-34.