

# 土地覆盖变化对盐城海岸带湿地生态系统服务价值的影响

邢伟<sup>1</sup>, 王进欣<sup>1</sup>, 王今殊<sup>1</sup>, 仲崇庆<sup>1</sup>, 张维康<sup>1</sup>, 毛霞丽<sup>2</sup>

(1. 徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116; 2. 浙江农林大学 环境科技学院, 杭州 311300)

**摘要:**应用 Costanza 的生态服务价值计算方法, 参考中国陆地生态系统单位面积服务价值表, 依据当地市场价格, 参考海岸带湿地生态服务价值已有文献确定各生态服务价值系数, 并结合野外实地调查数据和遥感提取的盐城海岸带湿地两期土地覆被数据, 分析盐城海岸带湿地土地覆盖变化以及由此引起的生态系统服务价值的变化。结果表明: 1992—2008 年研究区土地覆盖发生了显著变化。自然湿地大量转化为生产用地, 水产养殖塘和弃耕地面积变化最明显; 自然湿地中芦苇和盐地碱蓬滩面积减少了 75.27% 和 72.83%, 而互花米草滩面积增加了 369.09%。1992—2008 年研究区生态服务价值增加了 25.349 亿元, 水产养殖塘的扩建是生态服务价值增加的主要原因; 生态系统单项生态服务功能中, 大气组分调节、水分调节、污染物降解、科考旅游及生物多样性保护价值均大幅减少。各种土地覆盖类型中, 水产养殖塘及互花米草滩的生态服务价值显著增加, 而芦苇和盐地碱蓬滩的生态服务价值则大幅减少。自然湿地大量转化为生产用地以及互花米草的大范围入侵是导致不同土地覆盖类型生态服务价值发生变化的主要原因。

**关键词:**土地覆盖变化; 盐城海岸带湿地; 生态系统服务价值

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)01-0071-06

## Effects of Land Cover Change on the Ecosystem Services Values in Yancheng Coastal Wetlands

XING Wei<sup>1</sup>, WANG Jin-xin<sup>1</sup>, WANG Jin-shu<sup>1</sup>, ZHONG Chong-qing<sup>1</sup>, ZHANG Wei-kang<sup>1</sup>, MAO Xia-li<sup>2</sup>

(1. College of Urban and Environment, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 2. School of Environment Sciences and Technology, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China)

**Abstract:** Using Costanza's ecosystem services value computing formula and Chinese land ecosystem services value per unit area of coefficients, according to the local market price, based on the existing literatures of coastal wetland ecosystem service value to determine the value of coefficient of ecosystem services, and combined with field survey results and two-period land cover dynamic data from remote sensing image of Yancheng coastal wetland, this paper analyzed change in land use and cover and subsequent loss of ecosystem services value. The results showed that: from 1992 to 2008, this wetland's land cover has experienced significant changes. A large number of natural wetlands transform into productive land, aquaculture ponds and farmland area change is most obvious, *Phragmites communis* and *Suaeda salsa* area reduced 75.27% and 72.83% respectively in the natural wetlands, while *Spartina alterniflora* area increased 369.09%. Total ecosystem service values of study area increased  $2.5349 \times 10^9$  Yuan in period 1992—2008, aquaculture pond's expansion is the primary reasons for the ecosystem services value increased. Atmospheric composition regulation, water regulation, pollutant degradation, recreation, cultural and biodiversity conservation values were significantly reduced. Among the various land cover types, aquaculture ponds and *Spartina alterniflora* were increased in the value of ecosystem services, while the *Phragmites communis* and *Suaeda salsa* were substantially reduced. Numerous natural wetland transformed into productive land and large-scale *Spartina alterniflora* invasion were the mainly reasons which led different land cover type's ecosystem service value to change.

**Key words:** land covers change; Yancheng coastal wetland; ecosystem services value

收稿日期: 2010-06-19

修回日期: 2010-10-25

资助项目: 林业科技支撑计划子专题(2006BAD03A1903); 江苏省高校自然科学基金项目(06KJB170112); 徐州师范大学基金理科培育项目(07PYL07)

作者简介: 邢伟(1986—), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事湿地生态研究。E-mail: xingwei707@126.com

通信作者: 王进欣(1971—), 男, 河北张家口人, 副教授, 主要从事湿地生态研究。E-mail: yujianw7125@163.com

生态系统服务功能是指自然生态系统及其物种维持和满足人类生存,维持生物多样性和生产生态系统产品的条件和过程<sup>[1]</sup>。土地利用/覆盖变化(Land Use and Land Cover Change, LUCC)是人与自然交叉最为密切的环节,是全球环境变化研究的核心领域之一。由土地利用导致的土地覆盖变化通过改变生态系统的结构和功能,对生态系统服务功能维持起着决定性的作用<sup>[2]</sup>。同时,土地利用/覆盖变化驱动下的生态系统服务变化,也是 LUCC 环境效应的一个重要量化指标<sup>[3]</sup>。研究表明,以土地利用/覆盖为测度指标来计算生态系统的服务功能价值是可行和可靠的<sup>[4]</sup>,研究土地利用/覆盖变化情况下的生态系统服务价值的变化具有重要的现实意义。

1997 年 Costanza 等<sup>[1]</sup>对全球生态系统服务价值进行估价之后,国内外学者也展开了对湿地生态系统服务价值的研究,并取得了较快进展<sup>[5-7]</sup>,但以往的研究多是对湿地生态系统服务价值进行估算,而从土地覆盖变化引起湿地生态系统结构变化进而导致的生态系统服务功能变化的角度来探讨湿地生态问题的研究并不多见。随着 3S 技术的发展,卫星遥感影像逐渐成为评价和监测生态系统服务功能的一种重要的信息资源,而这项工作的前提则是以土地覆盖变化作为生态系统服务功能评价的测度指标<sup>[8]</sup>。因此,本文选取 1992 年和 2008 年的遥感影像数据,以遥感影像提供的土地覆盖分类数据为主要信息源,应用 Costanza 等的生态服务价值计算方法,参考中国陆地生态系统单位服务价值系数估算了 1992 年和 2008 年盐城海岸带湿地的生态系统服务价值,并对盐城海岸带湿地由于土地覆盖变化所导致的生态系统服务价值变化做了探讨,旨在为合理利用、保护盐城海岸带湿地提供重要的资料和科学依据。

## 1 研究区概况

盐城海岸带湿地地处江苏中北部( $32^{\circ}34' - 34^{\circ}28'N$ ,  $119^{\circ}27' - 121^{\circ}16'E$ ),东临黄海,由江苏省盐城市辖 5 县市(响水、滨海、射阳、大丰和东台)的滨海滩涂组成。该区地跨暖温带和北亚热带 2 个气候带,年平均气温  $14^{\circ}C$ ,地貌类型主要为黄河三角洲和江苏中部海积平原,海拔  $0 \sim 4$  m,主要入海河流有灌河、射阳河、黄沙港、新洋港、斗龙港、王港河、川东港和东台河等。

## 2 数据资料与研究方法

### 2.1 土地覆盖类型的划分

根据盐城海岸带湿地实际情况和野外考察结果,

参考盐城海岸带湿地土地覆盖分类体系的研究结果<sup>[9-10]</sup>,本文将研究区内的土地覆盖方式分为自然湿地和生产用地两大类,自然湿地包括河流湿地(包括自然河流和灌溉沟渠)、互花米草、盐地碱蓬、芦苇和潮间带光滩;生产用地包括盐田、水产养殖塘(包括海水养殖塘和淡水养殖塘)和弃耕地。

### 2.2 土地覆盖动态数据获取及分析

在野外调查的基础上,以 1992 年和 2008 年两期 Land sat TM/ETM+ 遥感影像作为主要数据源,利用 ERDAS Imagine 8.7 软件对遥感影像进行波段合成、几何纠正和图像增强等处理;运用监督分类(最大似然法)结合专家分类的方法提取研究区土地覆盖信息,并辅以土地利用现状图和野外调查资料以及 GPS 数据,建立研究区各种土地覆盖类型的解译标志,并在 ArcGIS 9.2 环境下利用目视解译结合地面调查对分类结果进行修正,最终生成 1992 年和 2008 年研究区的土地覆盖类型图,并提取了 1992 年和 2008 年盐城海岸带湿地各种土地覆盖类型的属性数据。

### 2.3 生态系统服务价值评价方法

1997 年 Costanza 等<sup>[1]</sup>的研究成果使生态系统服务价值评估的原理与方法从科学意义上得以明确,将生态系统服务研究推向生态经济学研究的前沿。据此,谢高地等<sup>[11]</sup>根据中国的实际情况,参考 Costanza 的研究成果,在概括综合的基础上,制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表,并成为许多学者研究中所采用的基础数据。但考虑到促淤造陆、大气组分调节、科教旅游及生物多样性保护等在盐城海岸带湿地的重要性,本文根据谢高地等制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表(表 1),依据当地市场的价格和研究区实地概况,参考海岸带湿地生态服务价值已有文献对研究区的促淤造陆、食物生产、原材料、大气组分调节、科考旅游与生物多样性保护等服务价值进行了重新计算,而水分调节及污染物降解的服务价值则借鉴谢高地等确定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表,并依据研究区的实际情况进行修正,以此来确定研究区生态服务价值系数(表 2),计算盐城海岸带湿地生态系统服务价值。

2.3.1 促淤造陆的价值 互花米草滩每  $1 km^2$  每年比光滩多淤积  $4.28$  万  $m^3$  的泥沙<sup>[12]</sup>,以我国耕作土壤的平均厚度  $0.5$  m 计,每  $1 km^2$  增加土壤总面积为  $0.0856 km^2$ 。采用机会成本法,根据射阳垦区年农业生产的平均效益对促淤造陆价值进行估算。

2.3.2 食物生产和原材料价值 以年产量与当地市场价格得出其总产值,进而得水产养殖塘食物生产价值进行估算;而弃耕地提供粮食作物的价值采用谢高

地等人的研究结果。以干芦苇单产与当地芦苇市场价格得出芦苇滩提供原材料的单位生态服务价值;盐田产出则以原盐年产量与市场价格的乘积得出盐田提供原盐的生态服务价值。

表 1 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值<sup>[11]</sup> 元/(a·hm<sup>2</sup>)

服务类型	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠
气候调节	3097.0	707.9	442.4	1592.7	0.0	0.0
气体调节	2389.1	794.6	787.5	15130.9	407.0	0.0
水源涵养	2831.5	707.9	530.9	13715.2	180332.2	26.5
土壤形成与保护	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废物处理	1159.2	1159.2	1451.2	16086.6	16086.6	8.8
生物多样性保护	2884.6	964.5	628.2	2203.3	2203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	88.5	88.5	8.8
原材料	2300.6	44.2	88.5	8.8	8.8	0.0
娱乐文化	1132.6	35.4	8.8	3840.2	3840.2	8.8

表 2 与土地覆盖类型相对应的生态服务类型及生态服务价值系数 万元/km<sup>2</sup>

土地覆盖类型		盐田	水产 养殖塘	河流	互花米 草滩	盐地 碱蓬滩	芦苇滩	光滩	弃耕地
生态服 务类型 单位价 值系数	促淤造陆	— <sup>①</sup>	—	—	15.96	—	—	—	—
	食物生产	—	878.69	—	—	—	—	—	8.85
	原材料	57.24	—	—	—	—	23.65	—	0.89
	大气组分调节	—	—	—	26.64	26.64	26.64	—	—
	水分调节	—	—	137.15	137.15	137.15	137.15	—	—
	污染物降解	—	—	—	160.87	160.87	160.87	—	—
	考旅游	—	—	—	31.70	31.70	31.70	31.70	—
	生物多样性保护	36.44	36.44	36.44	36.44	36.44	36.44	36.44	6.28

①符号“—”表示此项功能空缺或者可以忽略。

2.3.3 大气组分调节价值 盐城海岸带湿地的大气组分调节功能分为 3 部分:植物固定 CO<sub>2</sub>、释放 O<sub>2</sub> 以及排放温室气体。大气组分调节价值为植物固定 CO<sub>2</sub> 与释放 O<sub>2</sub> 价值之和减去温室气体排放的价值。

2.3.4 科考旅游价值 我国单位面积湿地生态系统的平均科研价值 38 200 元/km<sup>2</sup><sup>[11]</sup>,Costonza 等<sup>[1]</sup>人对全球湿地生态系统科研文化功能价值为 86 100 \$/km<sup>2</sup>。本研究采用二者的平均值来计算盐城海岸带湿地的科考旅游价值。

2.3.5 生物多样性保护价值 盐城海岸带湿地的生物多样性保护价值的估算,采用吴玲玲和陈国强等在长江口及厦门海岸带研究的结果<sup>[6-7]</sup>;研究区弃耕地的生物多样性保护价值仍采用谢高地等人的研究结果。

2.3.6 生态系统服务价值的计算公式为

$$V=\sum P_i\times S_i$$

式中:V——研究区生态系统服务价值;P<sub>i</sub>——表 2 中不同生态系统服务的基准单价;S<sub>i</sub>——研究区第 i 种土地覆盖类型的分布面积。

3 结果与分析

3.1 盐城海岸带湿地土地覆盖的变化

在 1992—2008 年期间,整个盐城海岸带湿地的土地覆盖发生了显著的变化(表 3)。除互花米草滩面

积增长外,光滩、芦苇滩、碱蓬滩、河流湿地的自然湿地的面积持续下降,由 1992 年的 2 383.96 km<sup>2</sup> 下降到 2008 年的 1 696.98 km<sup>2</sup>,降幅达 29%。而生产用地的面积则大幅上升,由 1992 年的 600.54 km<sup>2</sup> 上升到 2008 年的 1 249.04 km<sup>2</sup>,增幅达到 108%。

在各种自然湿地类型中,芦苇群落在 1992 年面积为 354 km<sup>2</sup>,到 2008 年下降到 87.53 km<sup>2</sup>,降幅达到 75.3%;盐地碱蓬群落面积由 1992 年 273.16 km<sup>2</sup> 下降到 2008 年的 74.21 km<sup>2</sup>,降幅达到 72.8%;潮间带光滩的面积由 1 692.35 km<sup>2</sup> 下降到 1 313.72 km<sup>2</sup>,降幅为 22.4%。河流湿地面积变化较小。作为入侵种的互花米草群落在 1992 年以前入侵面积较小,仅为 33.45 km<sup>2</sup>,到 2008 年面积已达 156.91 km<sup>2</sup>(表 3)。

表 3 1992—2008 年盐城海岸带湿地各种土地覆盖类型面积及变化率

土地覆盖 类型	1992 年	2008 年	面积	变化率/
	面积/km <sup>2</sup>	面积/km <sup>2</sup>	变化/km <sup>2</sup>	%
盐田	365.65	323.51	—42.14	—11.52
水产养殖塘	199.97	658.82	458.85	229.46
河流	31.00	20.97	—10.03	—32.35
互花米草滩	33.45	156.91	123.46	369.09
盐地碱蓬滩	273.16	74.21	—198.95	—72.83
芦苇滩	354.00	87.53	—266.47	—75.27
弃耕地	34.92	266.71	231.79	663.77
光滩	1692.35	1313.72	—378.63	—22.37

研究区内的水产养殖塘和弃耕地大部分是由人类对自然湿地的围垦利用而来,其面积都呈现出逐渐增加的趋势。在 1992—2008 年,水产养殖塘面积由 199.97 km<sup>2</sup> 增长到 658.82 km<sup>2</sup>,增幅达到 229.6%;弃耕地面积由 34.92 km<sup>2</sup> 增长到 266.71 km<sup>2</sup>,增幅达到 663.8%(表 3)。

分析研究区主要土地覆盖方式间的转移过程发现(表 4),1992—2008 年期间土地覆盖变化的主要特

征表现为光滩向水产养殖塘和互花米草滩转移;盐地碱蓬滩向水产养殖塘、互花米草滩和芦苇滩转移;芦苇滩向水产养殖塘和弃耕地转移。到 2008 年,有高达 127.00 km<sup>2</sup> 和 155.26 km<sup>2</sup> 的光滩湿地转变成水产养殖塘和互花米草滩景观;盐地碱蓬在此期间损失严重,仅有 27.17%保留下来;而芦苇湿地在此期间则有高达 46.15%和 40.90%的面积转化为水产养殖塘和弃耕地景观。

表 4 盐城海岸带湿地 1992—2008 年各种土地覆盖类型转移矩阵 km<sup>2</sup>

1992 年	2008 年							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	306.39	40.81	0.11	0.07	0.00	0.00	16.45	0.23
B	8.29	135.15	0.84	0.75	0.00	0.90	49.67	1.89
C	0.53	1.94	10.01	4.34	0.00	1.61	1.99	8.72
D	0.00	6.05	0.00	19.66	3.82	2.05	0.48	0.53
E	3.21	164.99	0.28	12.90	24.23	34.63	11.79	11.44
F	0.91	163.38	3.52	6.22	0.37	30.16	144.78	0.96
G	1.46	1.12	0.56	0.00	0.00	0.00	30.82	0.00
H	1.91	127.00	4.97	155.26	40.33	18.10	5.30	859.24

注:A——盐田;B——水产养殖塘;C——河流;D——互花米草滩;E——盐地碱蓬滩;F——芦苇滩;G——弃耕地;H——光滩。

总体上,盐城海岸带湿地的土地覆盖变化特征表现为以芦苇、碱蓬滩为代表的自然湿地的大幅减少和弃耕地、水产养殖塘等人为活动强度较高的土地覆盖方式的显著增加;盐城海岸带湿地的土地覆盖的最主要变化过程为人类活动对自然湿地围垦利用,占有变化面积的 76.33%,自然湿地演化占 11.24%,米草

生物的入侵占湿地整体变化面积的 5.86%。  
3.2 土地覆盖变化对湿地生态系统服务价值的影响  
3.2.1 对单项生态服务功能的影响 根据生态系统服务价值的估算方法,结合盐城海岸带湿地生态系统具体情况,定量计算出 1992 年和 2008 年盐城海岸带湿地主导生态服务功能的经济价值(表 5)。

表 5 1992—2008 年盐城海岸带湿地各项生态服务价值

生态系统服务 功能分类	生态系统 服务功能	1992 年		2008 年		1992—2008 年 损益/亿元
		服务价值/ (亿元·a <sup>-1</sup> )	所占比重/ %	服务价值/ (亿元·a <sup>-1</sup> )	所占比重/ %	
供给服务	促淤造陆	0.053	0.09	0.250	0.29	0.197
	食物生产	17.602	29.00	58.126	67.56	40.524
	原材料	2.933	4.83	2.083	2.42	-0.850
调节服务	大气组分调节	1.760	2.90	0.849	0.99	-0.911
	水分调节	9.486	15.63	4.658	5.41	-4.728
	污染物降解	10.627	17.51	5.126	5.96	-5.501
文化服务	科考旅游	7.459	12.29	5.175	6.01	-2.284
支持服务	生物多样性保护	10.770	17.75	9.772	11.34	-0.998

由表 5 可以看出,1992—2008 年间,盐城海岸带湿地的促淤造陆和物质生产功能价值呈增长趋势,其中食物生产的价值增长幅度最大,达 40.524 亿元,促淤造陆价值增长了 0.197 亿元,这主要是由于水产养殖塘的扩建以及入侵种互花米草面积扩大引起的(表 3)。而大气组分调节、水分调节、污染物降解、科考旅游和生物多样性保护的价值减少了,这主要是由于人类活动的加剧以及外来入侵种互花米草面积的扩大,使得研究区生产用地面积大大增加,而自然湿地的面积却大幅度减少(表 3),自然湿地的减少使得湿地进行大气组分调节、生物多样性保护等环境保护功能的

价值减少(表 5)。  
3.2.2 土地覆盖变化引起的海岸带湿地生态系统服务功能价值的变化 由表 6 可以看出,1992 年盐城海岸带湿地生态系统服务总价值为 60.690 亿元,2008 年为 86.039 亿元,即在 16 a 间生态系统服务价值增加了 25.349 亿元。从不同土地覆盖类型来看,1992—2008 年间,水产养殖塘的生态服务价值增长最多,达到 41.991 亿元,其次是互花米草滩的生态服务价值,增长了 5.047 亿元;而芦苇滩的生态服务价值损失最大,达 11.097 亿元,其次是盐地碱蓬滩的生态服务价值,损失达 7.815 亿元。

表 6 1992—2008 年盐城海岸带不同土地覆盖类型生态系统服务价值变化

土地利用/ 覆盖类型	1992 年		2008 年		1992—2008 年 损益/亿元
	生态系统服务价值/ (亿元·a <sup>-1</sup> )	所占比重/ %	生态系统服务价值/ (亿元·a <sup>-1</sup> )	所占比重/ %	
盐田	3.425	5.64	3.031	3.52	−0.394
水产养殖塘	18.300	30.15	60.291	70.07	41.991
河流	0.538	0.89	0.364	0.42	−0.174
互花米草滩	1.367	2.25	6.414	7.45	5.047
盐地碱蓬滩	10.730	17.68	2.915	3.39	−7.815
芦苇滩	14.742	24.29	3.645	4.23	−11.097
弃耕地	0.056	0.09	0.427	0.50	0.371
光滩	11.532	19.00	8.952	10.40	−2.580
合计	60.690	100	86.039	100	25.349

土地覆盖变化对盐城海岸带湿地生态系统服务价值造成了显著影响。从表 3 和表 6 中可以看出,1992 年水产养殖塘的面积所占比例仅为 6.70%,生态系统服务价值却占 30.15%,占整个湿地生态系统的主导地位,为各种土地覆盖类型价值之首;到 2008 年水产养殖塘的面积所占比例达到 22.70%,生态系统服务价值所占比例更达到 70.07%,在此期间生态系统服务价值增长了 229.46%,这主要是由于受人类活动的影响,人类为获取更大的经济利益,加大了水产养殖塘的建设,大面积的自然湿地转化为水产养殖塘(表 4),从而扩大了水产养殖塘的面积(表 3),使得水产养殖塘的物质生产价值显著增加。

1992—2008 年间,盐城海岸带互花米草滩的生态服务价值由 1.367 亿元增长到 6.414 亿元,增幅达 369.20%。这是由于互花米草的面积扩大造成的,互花米草已由入侵时的分散斑块状分布演变为现在的连续带状分布,并呈现显著的向海扩张的趋势<sup>[12]</sup>,互花米草具有促淤造陆的功能,且互花米草根系发达,污染降解能力强,入侵面积的扩大使得互花米草滩的生态服务功能价值大大增加。

1992—2008 年间,盐城海岸带湿地芦苇和盐地碱蓬滩的面积由 1992 年的 627.16 km<sup>2</sup>,占研究区面积的 21.01%,到 2008 年面积减少为 161.74 km<sup>2</sup>,仅占研究区面积的 5.57%,在此期间造成的生态系统服务价值的损失达 18.912 亿元。芦苇和盐地碱蓬滩面积的减少主要是由于人类活动开发以及互花米草的入侵,使得芦苇和盐地碱蓬滩大面积转化为水产养殖塘和互花米草滩(表 4),这使得芦苇和盐地碱蓬滩的生态服务价值显著减少。

4 讨论与结论

4.1 讨论

(1)近 20 a 间,盐城海岸带湿地土地覆盖发生了

显著变化。土地覆盖变化的主要原因来自自然因素和人为因素。人为因素中,围垦使得大量滩涂湿地转化为弃耕地和水产养殖塘;而在自然因素中起决定作用的是海域来沙和河流输沙导致的滩面淤涨及互花米草盐沼的形成。滩面的淤高及人类对土地的需求使得沿海滩涂湿地被改作其他生产用地成为可能,互花米草滩的形成则彻底改变了潮间带(光滩)基本无覆被的格局,同时互花米草滩的形成和扩展对潮滩地貌演化产生很大的影响<sup>[12]</sup>,从而使得海岸带土地覆盖空间格局的进一步演变成成为可能。

1992—2008 年间研究区自然湿地面积大幅减少,而生产用地中水产养殖塘和弃耕地的面积却显著增加。自然湿地向生产用地转移是盐城海岸带湿地土地覆盖变化的主要形式,这与已有研究结果相似<sup>[9]</sup>。但翟可等<sup>[10]</sup>研究得出盐城海岸带盐田的面积有所增长,而弃耕地面积要比文中研究结果大;伍蓝<sup>[13]</sup>和李扬帆<sup>[14]</sup>的研究结果中不同土地覆盖类型面积变化也有偏差,这可能是由于不同学者对盐城海岸带湿地的分类体系、土地覆盖动态变化信息提取方法的不同以及遥感图像解译的精度差异造成的。但总体上,盐城海岸带湿地土地覆盖变化趋势与文中的研究结果是类似的,人类对湿地围垦、开发利用及互花米草的入侵是最主要的生态过程,也是一系列变化的主导因子。

(2)湿地生态系统服务价值比其他生态系统类型的价值高<sup>[15]</sup>,但在其生态系统各项生态功能中,能被准确规范计量其价值的只占少数,在计算生态系统服务功能价值时,不同学者所采用的  $P_i$  值各不相同(表 7)。目前许多学者在计算湿地生态系统服务价值时,多采用谢高地等制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表<sup>[2,16]</sup>,以此当量表计算出盐城海岸带湿地的总价值为 69.450 亿元和 45.491 亿元,但这没有考虑每年  $P_i$  值都在随着市场价格以及研究区的实际情况在变

动,最终得出的结果也只是以 2003 年的价格系数得出的值,这与实际情况出入较大。而另有部分学者在计算时仍采用 Costanza 等的研究结果,但研究证明 Costanza 等提出的生态价值系数,对耕地的估计偏低,对湿地的估计偏高<sup>[2]</sup>,以其结果计算得出盐城海岸带湿地的总价值为 95.720 亿元和 53.972 亿元,而 Costanza 等人在生态服务功能评估中,湿地的水分调节占到了总价值的 1/4 以上,而研究区湿地水分调节功能并没有

这样高,这难免会对研究结果的准确性产生影响。因此,本文在计算盐城海岸带湿地生态系统服务价值时,根据谢高地的研究结果,结合当地的实际情况,依据市场价格来确定各生态价值系数(表 2),这在考虑陆地生态系统服务价值的一般情况下,兼顾盐城海岸带地区特有的湿地生态服务价值特点,确定的生态系统服务价值系数是比较合理的。当前,已经有许多学者在计算生态系统服务价值时也采用了这一方法<sup>[7,17-18]</sup>。

表 7 不同学者计算的单位面积生态服务价值对比

学者	促淤造陆	食物生产	原材料	大气组分调节	水分调节	污染物降解	科考旅游	生物多样性保护
谢高地	15.13	2.67	0.62	151.31	137.15	160.87	49.11	22.12
Costanza	0.82	42.72	2.06	21.73	625.66	549.07	33.62	17.14

(3)文中对盐城海岸带湿地生态系统服务功能价值核算的研究,有一定的局限性。对于生态系统服务功能的价值计算一直存在很大的争议,采用不同的计算方法得出的结果差别可能很大<sup>[16]</sup>。但由于生态系统是一个复杂的系统,很多功能仍然没有被人们认识到,其服务价值本身也不可能被精确地评估<sup>[19]</sup>。因此,由于技术上可行性、资料可获得性、学科本身的限制以及认识尺度的局限等,文中仅对当前社会经济和技术条件下海岸带湿地生态系统的 8 项主导服务功能的经济价值进行估算,一些其他生态服务功能如防风固堤等没有列入核算的范畴,所以本文的估算只是一个研究的起点。此外,如果只计算生态系统静态的价值,应用和参考意义则不强,因此,本文对盐城海岸带湿地生态服务价值的动态变化研究更具有意义,可为研究区的正确调控和管理提供有用信息。

4.2 结 论

1992 年和 2008 年盐城海岸带湿地生态系统为人类提供了 60.690 亿元和 86.039 亿元的服务价值,其中仅食物生产价值就分别占到 29.00% 和 67.56%,但这并不说明人类就可以任意利用盐城海岸带的生态价值。由表 3 可以看出,盐城海岸带湿地总的生态系统服务价值增加,主要是由于湿地物质生产价值的增加;而海岸带湿地作为大气组分调节、污染物降解、生物多样性保护等方面的重要环境保护功能价值却由于人类活动的强烈干扰而大幅度降低。这种现象说明盐城海岸带湿地在发展经济的同时,忽略了生态环境的重要性。所以,不能只追求物质生产价值而忽视了其他价值。物质生产要以湿地生态系统各项服务功能价值平衡持续发挥为原则。否则,将会导致对生态系统无节制的利用,甚至造成毁灭性的灾害。这种忽视生态系统健康的结果,也会导致其物质生产功能下降,直接影响到经济效益的发挥。

因此,为了保持盐城海岸带湿地生态系统高水平

的服务价值,实现海岸带湿地生态系统服务功能的长期维持和持续利用,就要维护好湿地的生态环境,提高各级湿地相关部门对湿地功能和价值的认识,在海岸带湿地资源开发过程中,应保持生态系统平衡,维持生态系统结构完整,使得海岸带湿地生态系统各项服务功能能够得到充分发挥。

参考文献:

[1] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.

[2] 王宗明,张树清,张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响[J]. 中国环境科学,2004,24(1):125-128.

[3] Zhao B, Kreuterb U, Li B, et al. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China[J]. Land Use Policy,2004,21:139-148.

[4] 毕晓丽,葛剑平. 基于 IGBP 土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估[J]. 山地学报,2004,22(1):48-53.

[5] Woodward R, Wui Y. The economic value of wetland services: a meta-analysis [J]. Ecological Economics, 2001,37(2):257-270.

[6] 吴玲玲,陆健健,童春富,等. 长江口湿地生态系统服务功能价值的评估[J]. 长江流域资源与环境,2003,12(5):411-416.

[7] 陈国强,陈鹏. 厦门滨海自然湿地生态系统服务价值的变化研究[J]. 福建林业科技,2006,33(3):91-96.

[8] Keri M K, Paul C S, Michael C. Evaluating scale dependence of ecosystem service valuation: a comparison of NOAA-AVHRR and Land sat TM datasets [J]. Ecological Economics,2002,41(3):491-507.

[9] 张曼胤. 江苏盐城滨海湿地景观变化及其对丹顶鹤生境的影响[D]. 长春:东北师范大学,2008:22-24.

草甸>灌木林地>林地。整个流域土壤可蚀性  $K$  值的总体平均值为 0.005, 在全国范围内  $K$  值属于较小。

### 3 结论

对于西藏东部高原小流域, 环境恶劣, 研究基础薄弱, 科研难度大; 生态脆弱, 经济发展需求迫切, 发展与保护的矛盾突出。因此, 对该区域土壤的研究需要新思路。由于实测数据不足, 初期采用模型法估算土壤可蚀性是最佳选择。本研究证明, 应用通用流失方程的  $K$  值估算模型能够较准确的估算该区域的主要土壤类型的  $K$  值, 其估算值无论是在区分不同土壤类型  $K$  值的异同上, 还是同一土壤类型估算值的准确性上都能满足该区域水土流失研究的要求。研究区埃西沟小流域不同土壤类型  $K$  值大小次为灰褐土>高山草甸土>棕壤>暗棕壤;  $K$  值大小在土地利用类型上的分布特征为: 耕地>草甸>灌木林地>林地。整个流域土壤可蚀性  $K$  值的总体平均值为 0.005。灰褐土, 发育于耕地之上,  $K$  值平均值最大为 0.0086; 褐土, 发育于高山草地,  $K$  值为 0.076。耕地和低覆盖度草地分别是研究区小流域土壤侵蚀强度最大的土地利用类型。研究也发现, 在该区域土地利用方式和土壤的垂直分布对土壤的可蚀性影响很大, 有待深入研究。

#### 参考文献:

[1] Ashish Pandey V M, Chowdary B C Mal. Identification

(上接第 76 页)

- [10] 翟可, 刘茂松, 徐驰, 等. 盐城滨海湿地的土地利用/覆盖变化[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1081-1086.
- [11] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-195.
- [12] 沈永明, 刘咏梅, 陈全站. 江苏沿海互花米草(*Spartina alterniflora* Loisel) 盐沼扩展过程的遥感分析[J]. 植物资源与环境学报, 2002, 11(2): 33-38.
- [13] 伍蓝. 基于 ALOS 等数据的盐城湿地植被分类及土地覆盖时空变化研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2008: 42-49.
- [14] 李扬帆, 朱晓东, 邹欣庆, 等. 江苏盐城海岸湿地景观生态系统研究[J]. 海洋通报, 2005, 24(4): 46-51.
- [15] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通

of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing[J]. Water Resour. Manage, 2007, 21: 729-746.

- [2] Dabral P P, Neelakshi Baithuri, Ashish Pandey. Soil Erosion Assessment in a Hilly Catchment of North Eastern India Using USLE, GIS and Remote Sensing[J]. Water Resour Manage, 2008, 22: 1783-1798.
- [3] Shirazi M A, Boersma L. A unifying quantitative analysis of soil texture[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1984, 48: 142-147.
- [4] 张科利, 彭文英, 杨红丽. 中国土壤可蚀性值及其估算[J]. 土壤学报, 2007, 44(1): 7-13.
- [5] 刘吉峰, 李世杰, 秦宁生, 等. 青海湖流域土壤可蚀性  $K$  值研究[J]. 干旱地区研究, 2006, 29(3): 321-326.
- [6] 王小丹, 钟祥浩, 王建平, 等. 青藏高原土壤可蚀性及其空间分布规律初步研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 27(3): 343-346.
- [7] Nikolaus J K, Rorke B B. Drying, soil surface condition and interrill erosion on two Ontario soils[J]. Catena, 2004, 57(2): 113-133.
- [8] Tan Guoxin, Shibasaki R. Global estimation of crop productivity and the impacts of global warming by GIS and EPIC integration[J]. Ecological Modelling, 2003, 168: 357-370.
- [9] Hagen L J, Wagner L E, Tatatko J, et al. Wind Erosion Prediction System: technical description[C]//Proceedings of WEPP/WEPS Symposium, August 9, Des Moines, IA [J]. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, 1995.

报, 2000, 45(1): 17-22.

- [16] 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): 46-55.
- [17] 谢春花, 王克林, 陈洪松, 等. 土地利用变化对洞庭湖区生态系统服务价值的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2): 191-195.
- [18] 李进鹏, 王飞, 穆兴民, 等. 延河流域土地利用变化对其生态服务价值的影响[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3): 110-114.
- [19] 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.