

长江三角洲地区生态资产变化驱动力分析

刘家福^{1,2}, 孙洪泉², 占文凤²

(1. 吉林师范大学 旅游与地理科学学院, 吉林 四平 136000;

2. 民政部/教育部 减灾与应急管理研究院, 北京师范大学, 北京 100875)

摘 要:利用遥感定量测量,采用 Landsat-5 的 NDVI 数据和 TM 数据及其他辅助数据,结合生态学方法,对长江三角洲地区的 4 个省市 1995 年和 2005 年的生态资产进行了测量,并对生态资产分布格局及其驱动因素进行了分析。结果表明:该地区的生态资产分布不均衡,表现为由南向北逐渐递减的趋势。1995—2005 年,生态资产减少量达 1 273.35 亿元,减少率达 23.37%。从生态资产构成来说,湿地和水体的生态资产减少的幅度最大,分别为 58.42% 和 41.78%;耕地、灌丛和林地的减少量也在 20% 左右。长三角地区生态资产发生变化既是自然因素作用的结果,也是人为活动直接作用的结果。在这一地区城市化不断扩大的情况下,应大力提倡生态环境的保护,构建人与自然的和谐发展。

关键词:长江三角洲;生态资产;空间格局;驱动力

中图分类号:F301

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)01-0182-04

Analysis on Driving Forces of Ecological Capital in the Yangtze River Delta Region

LIU Jia-fu^{1,2}, SUN Hong-quan², ZHAN Wen-feng²

(1. College of Tourism and Geographical Sciences, Jilin Normal University, Siping,

Jilin 136000, China; 2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management,

Ministry of Civil Affairs/Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Annual survey of ecological assets in 1995 and 2005 of 4 provinces located in the Yangtze River Delta region was selected, and their ecological asset distribution patterns and its driving factors were analyzed through the methods of the remote sensing quantitative measurement, NDVI data Landsat-5 and TM data, other secondary data, combining with the ecological methods. The results showed that the ecological capital of the Yangtze River Delta region was unevenly distributed gradually decreased from the south to the north. The ecological assets amounting capital of Yangtze River region reduced to 1.273×10^{11} Yuan in decade, which decreased by 23.37%. From the ecological asset composition, reduction magnitudes of wetland and water ecological asset were maximum, which were 58.42% and 41.78%, respectively; reduction volume of arable land, shrubland and woodland was about 20%. Yangtze River Delta ecological changes in assets were the result of natural factors, and also a direct result of human activities; with the development of economy and city enlargement situation, we should vigorously advocate the protection of the ecological environment, and construct the harmonious development of human and nature.

Key words: Yangtze River Delta; ecological capital; spatial pattern; driving force

随着环境、资源和人口问题的日益严重,以生态系统服务功能和自然资源价值为核心的生态资产研究引起各国的普遍关注,并成为当前的热点问题^[1-6]。长江三角洲(以下简称“长三角”)作为我国最大的经

济核心区,其生态环境的价值对该地区的发展有着至关重要的影响^[7]。20 世纪 80 年代以来,长三角地区大中城市用地紧张、环境问题突出,迫使城市用地向郊区发展,城郊敏感带和大城市圈周围成为工业扩散

收稿日期:2012-06-05

修回日期:2012-07-11

资助项目:国家科技支撑计划课题(2008BAC44B03);国际科技合作计划项目(2009DFA91710、2010DFA22770);吉林省自然科学基金项目(201215224);四平市社会科学基金项目(201118)。

作者简介:刘家福(1975—),男,吉林敦化人,副教授,博士,主要从事遥感与 GIS 在资源环境、自然灾害等领域的应用研究。E-mail:liujia-fu750506@126.com

和城市住房延伸的新区域,总体上城镇都处于空间急剧扩张时期。1995—2005 年的 10 a 间,是长江三角洲地区发展最为迅速的时期,长三角地区的耕地持续减少,上海周围以及苏、锡、常一带表现出强烈的人为干扰,宁、镇、扬一带也是土地利用变化较为剧烈的地区,这些都无疑造成了生态环境的破坏,影响了整个地区的生态资产及其可持续发展。本文基于定量遥感测算的价值评估模型,结合生态学方法,对 1995 年和 2005 年的生态资产进行估算,对生态资产分布及格局变化进行分析,以期为长三角地区生态环境保护与可持续发展对策制定提供借鉴。

1 研究区概况

长三角地区位于我国大陆海岸线中部,长江入海口处,地处 26.98°—35.12°N,114.88°—122.94°E,包括浙江、江苏、安徽和上海 4 个省市;属亚热带季风气候区,气候温暖湿润,北部以平原地貌为主,西部和南部间或有山地和丘陵,自然条件优越,经济发展迅速^[8]。长三角的经济在全国占有举足轻重的地位,其土地面积约占全国的 1%,人口占全国的 5.79%,这里是中国传统的人口密集区和土地高度集约化利用区。

2 研究方法

区域内生态资产总量是一个动态变化的量值,是区域内所有生态系统类型提供的所有服务功能及其自然资源价值的总和,并随着区域内所包含的生态系统的类型、面积、质量的变化而变化^[9-14]。Costanza^[15]等人在进行全球生态资产测算时,将全球生态

系统划分为 17 种类型进行研究,为基于定量遥感测算的生态资产价值评估模型的建立提供了一种可借鉴的方法。一定区域内的生态资产价值总量(V)可以表示为:

$$V=\sum_{c=1}^nV_c$$
 (1)

式中:c=1,2,⋯,n,表示生态系统的类型;V_c——第 c 类生态系统生态资产价值。

$$V_c=\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^mR_{ij}\times V_{ci}\times S_{ij}$$
 (2)

式中:i=1,2,⋯,n,表示第 c 生态系统的第 i 种生态服务功能;V_{ci}——第 c 生态系统的第 i 种生态服务功能类型的单位面积价值;j=1,2,⋯,m 表示一定区域内 V_{ci}在空间上分布的斑块数;S_{ij}——各个斑块的面积大小;R_{ij}——V_{ci}在不同斑块的调整系数,它是由生态系统的质量状况决定的。

3 生态资产空间格局及驱动力分析

3.1 生态资产空间格局

3.1.1 生态资产分省市分布格局 长三角地区生态资产总体较高,但各省分布极不均衡(表 1)。造成这种现象的原因除了各省市面积上的差异外,主要还在于各省市生态环境本身的优劣性。浙江省生态资产总值最高,1995 年和 2005 年生态资产价值量分别为 2 481 亿元和 1 917 亿元;其次为安徽、江苏,其生态资产相对低的主要原因与这两省的土地覆盖类型为生态价值相对比较低的耕地和草地等有关;生态资产最低的为上海,1995 年和 2005 年分别仅为 102 亿元和 74 亿元。

表 1 长三角生态资产分区域统计

研究指标	研究区合计	上海	浙江	安徽	江苏
1995 年/亿元	5449.72	102.26	2481.12	1792.85	1074.60
2005 年/亿元	4176.37	74.34	1917.69	1409.76	774.58
变化量/亿元	-1273.35	-27.92	-563.43	-383.09	-300.03
变化率/%	-23.37	-27.30	-22.71	-21.37	-27.92
年均变化率/%	-2.63	-3.14	-2.54	-2.38	-3.22

1995—2005 年,长三角地区生态资产减少量达 1 273.35 亿元,减少率达 23.37%。分省市的生态资产变化量与其生态资产基数成正比,浙江、安徽、江苏 3 省生态资产基数较高,这 3 个省份的变化量在总变化量中占主导地位,而上海变化量较小;10 a 来,整个长三角地区生态资产平均每年以 2.63% 的速度递减。

3.1.2 生态资产分土地覆盖类型分布格局 长三角总生态资产中以林地、耕地和水体为主(表 2);1995

年其生态价值都在千亿元以上,这与该地区以林地、耕地为主的地物类型有关;长江、太湖及其周围的大小水域使其水含量相当丰富,由于水体、林地的生态价值较高,造成水体的生态资产量和耕地相当,而林地的生态资产占整个长三角生态资产的 50% 以上。

比较 1995 年和 2005 年的数据可知,6 种地物的生态资产都相应的减少。草地减少的程度最小,湿地和水体减少的程度最多。耕地、林地、灌丛这 3 种类型的生态资产都大幅减少,且减少量都大于 20%。

表 2 长三角生态资产分地物类型统计

研究指标	耕地	林地	灌丛	草地	水体	湿地	合计
1995 年/亿元	1090.85	3033.85	143.61	137.46	1059.30	12.95	5478.00
2005 年/亿元	815.65	2374.06	111.45	121.16	616.70	5.38	4044.39
变化量/亿元	-275.20	-659.79	-32.16	-16.30	-442.60	-7.56	-1433.61
变化率/%	-25.23	-21.75	-22.39	-11.86	-41.78	-58.42	-26.17
年均变化率/%	-2.87	-2.42	-2.50	-1.25	-5.27	-8.40	-2.99

长三角地区生态资产变化量中,湿地的变化占主导地位,其次是水体和耕地,因为这几种地物的覆盖面积绝对量较大。变化率方面,水体客观上被改变较困难,因而覆盖面积变化较小,其生态资产变化率较小。由于气候变化、人口增长、城市扩张、交通建设等因素,导致大量耕地减少,林地、草地和灌丛的面积也相应减少,而这几种地物的生态资产单价也有不同程度的降低,导致这几种地物生态资产也有较大的变化率。

3.2 生态资产变化驱动力分析

3.2.1 气候因素对区域生态资产的影响 气候变化会影响生态系统的质量及其生产能力,尤其是对环境依赖性较强的生态系统,它们受温度和降水的影响相当明显;另外,温度、光照、水分等气候因子的变化对生态系统的生产力影响也很大。长三角地区下部区域的大片林地,由于年均温度上升导致森林结构变化、界限的北迁;长三角的中、上部广大农耕区,温度的上升同样引起种植结构的变化和界限的北迁,一方面种植结构的调整和过渡会导致作物种植面积和长势下降;另一方面温度上升引起土壤水分的减少将导致农作物生产力下降;除此之外,极端天气(干旱、洪涝灾害)的增加也会导致农作物减产、面积下降。对于其他易受气候变化影响的自然生态系统而言,温度上升也会导致该土地利用类型的退化。这些现象从

总体上影响着生态资产的变化趋势。

3.2.2 人口增加对区域生态资产的影响 根据长三角地区各省市地区生态资产总量与人口总量及人均生态资产的变化状况(表 3)可知,三省一市整体的人口数量增加不多,人口增加最多的省份 10 a 内仅增加了 400 万人口。长三角地区城市扩张现象十分严重,其中上海市和江苏省地级市中心城区面积增加最多,因此这两个省市是长三角地区 10 a 内人均生态资产下降最快的地区。三省一市中安徽省南部与浙江省地区林地较多,故两省整体的生态资产总量要高于其他省市。10 a 内两省生态资产有所减少,但总量仍然是长三角地区较高的,故在人口数量增加幅度不大的情况下,安徽省与浙江省依旧保持较高的人均生态资产。上海市为我国最早开发的直辖市之一,其城市规模大、植被总量少,故上海市生态资产总量很低,人均生态资产远远低于其他 3 个省份。人均生态资产变化与区域内生态资产总量及人口数量密切相关,能较好地反映人与自然之间的关系。上海市 10 a 内人均生态资产下降百分比达到 42.15%,生态资产总量严重下降,人均生态资产严重匮乏;其他 3 个省份的人均生态资产也都呈现下降趋势,这与城市快速扩张、生态环境遭受破坏有关,说明现阶段的产业结构不尽合理。

表 3 长三角地区人均生态资产变化

区域	1995 年			2000 年			10 a 内生态资	10 a 内人均
	区域人口 数量/万人	区域生态资 产总量/亿元	人均生态资 产(元/人)	区域人口 数量/万人	区域生态资 产总量/亿元	人均生态资 产(元/人)	产总量下降 百分比/%	生态资产下 降百分比/%
长三角	18813	5449.72	2896.78	20158	4176.37	2071.82	23.37	28.48
安徽	6013	1792.85	2981.62	6228	1409.76	2263.58	21.37	24.08
江苏	7066	1074.60	1520.80	7432	774.58	1042.22	27.92	31.45
浙江	4319	2481.12	5744.66	4720	1917.69	4062.90	22.71	29.28
上海	1415	102.26	722.69	1778	74.34	418.11	27.30	42.15

3.2.3 土地利用类型变化对生态资产的影响 1995—2005 年期间,建设用地变化较大,建设用地变化率达到 40%,变化的区域大多集中在城市周边及居民点密集的地方,建设用地面积的急剧增加导致了长三角地区生态资产的严重降低;除了建设用地,耕地的面积也发生了较大的变化,变化率为 4.57%(表 4)。另外,林地、湿地、水体的变化都对长三角地

区的生态资产变化造成了巨大的影响。

对耕地、林地、水体、湿地等的破坏,造成高生态价值的用地类型面积快速减少,生态资产流失;耕地减少一方面是由于生态环境被破坏后,导致了耕地沙漠化、荒漠化;另一方面是由于基础设施建设和经济建设用地占用耕地;林地减少的主要原因是随着城市建设的扩张步伐,原生态的林业用地在明显减少;湿

地减少主要是因为工业污染的入侵及被部分建设用地所替代,由于湿地对磷、氮等有机污染物有吸纳分解能力,并且它在调节气候、涵养水源、保护生物多样性方面也发挥着重要作用,因此湿地的减少对长三角

地区的生态环境造成了巨大的影响,成为长三角地区生态资产降低的重要原因之一。由于建设用地主要是通过入侵耕地、林地等来扩展的,所以它的增加造成了长三角地区生态资产的急剧下降。

表 4 长三角土地覆盖类型统计

年份	水体	建设用地	耕地	林地	草地	湿地	灌木	总计
1995 年/km ²	25335	29309	162394	109532	18701	202	6879	352356
2005 年/km ²	25690	41022	154977	107780	16163	183	6675	352493
变化值/km ²	355	11713	-7417	-1752	-2538	-19	204	137
变化率/%	1.40	39.96	-4.57	-1.60	-13.57	-9.41	-2.97	0.039

3.2.4 产业结构对区域生态资产的影响 整个长三角地区发生了较大的产业结构调整及经济转型,尤其是在一些典型地区,例如上海、以苏(州)、(无)锡、常(州)为核心的苏南地区、环杭州湾等经济发达地区,经济结构调整迅速,制造业和以信息技术、房地产业等为主导的现代服务业发展迅猛,导致城市用地以及大量工业园区大大扩张,从而导致该地区的用地类型以及生态资产发生很大的变化,总体上由于占用良田、破坏森林水体等现象的日益突出加上工业污染,使得区域生态资产呈现逐步降低之势。而在皖南、浙江南部的山区,旅游业的发展促进了产业结构的升级,提高了人们的环保意识,使得这一地区生态资产呈现增长之势。

3.2.5 城镇化及基础设施建设对区域生态资产的影响 城镇化及大规模的基础设施建设是导致生态资产损失的一个重要原因。城市在空间上的不断向外扩张必然占用大量的耕地、林地、草地以及其他的用地类型,这就导致该地区的生态资产发生锐减。

(1) 城市急剧扩张给生态环境,社会可持续发展带来了一系列的问题,长江三角洲地区土地资源数量有限,耕地一直处于持续减少的趋势,上海周围以及苏、锡、常一带表现出强烈的人为干扰,造成生态环境的破坏,影响整个地区的生态资产及其可持续发展。

(2) 城乡建设用地大量扩张。长三角地区村镇的迅猛发展也导致了土地大量被占用,耕地、林地、草地都有不同程度的减少,尤其是耕地的减少量最大,这就给整个地区的生态环境造成了不同程度的破坏,再加上城镇扩张过程中的滥占滥用,有些地方甚至出现了农村人居居住面积的严重超标,使得区域生态环境恶化,严重的甚至造成了无法弥补的损失。

(3) 大规模基础设施建设大量扩张。从城市群空间分布格局及其公共交通体系分布上来说,目前长三角地区公路铁路的主要网络结构及网络密度比全国其他地区要发达,是全国基础设施最完善、交通设施最密集的地区之一。在 1995—2005 年这 10 a 间,

长三角地区掀起了大规模建设高速公路、铁路的热潮,一方面占用了大量生态价值较高的林地、耕地,又造成了生态环境的破坏和水土流失,对区域生态资产的降低起到了直接作用。

4 结论

长三角地区生态资产发生的变化既是自然因素作用的结果,也是人为活动直接作用的结果。其中,人为因素起着主导作用,相对于自然因素,人为活动的结果更直接,更快速,变化幅度也更剧烈;人口增加,间接导致了土地利用结构的变化、城镇化及大规模基础设施建设,是生态资产变化的主要因素。

由于国家产业政策导向和上海浦东新区开发的原因,中国经济发展的重心逐步从以往的珠三角北上转移到长三角,大量的资金、技术、人才和产业转移汇集在长三角地区,从而对该区域的经济社会发展产生了深远的影响,而其中人为活动引发的各种效应对于区域生态环境质量的作用也越来越明显。

参考文献:

[1] Cleveland C J, Kaufmann R K, Stern D I. Aggregation and the role of energy in the economy[J]. Ecological Economics,2000,32(2):301-317.

[2] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, et al. Change in ecological service values in the San Antonio Area[J]. Texas Ecol. Econ.,2001,39(3):333-346.

[3] 张军连,李宪文.生态资产估价方法研究进展[J]. 中国土地科学,2003,17(3):52-55.

[4] 史培军,张淑英,潘耀忠,等.生态资产与区域可持续发展[J]. 北京师范大学学报,2005,188(2):131-137.

[5] 冯朝阳,高吉喜,韩永伟,等.京西门头典型生态系统服务功能及其价值评估[J]. 水土保持研究,2009,16(3):230-234.

[6] 姚卫浩,苏纯华,陈彬.湿地生态系统服务功能价值评估研究进展[J]. 水土保持研究,2009,16(3):256-248.

[7] 潘耀忠,史培军,朱文泉,等.中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量[J]. 中国科学:D 辑,2004,34(4):375-384.

- [8] 王全九,王文焰,王志荣. 盐碱地膜下滴灌技术参数的确定[J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 47-50.
- [9] 李玉义,逢焕成,陈阜,等. 膜下滴灌对风沙土盐分变化和棉花产量的影响[J]. 水土保持学报, 2009, 23(4): 96-100.
- [10] 陈秀龙,胡顺军,李修仓. 膜下滴灌条件下不同矿化度水对土壤水盐动态及棉花产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(3): 7-12.
- [11] Khumoetsile M, Dani O. Root zone solute dynamics under drip irrigation: a review[J]. Plant and Soil, 2000, 222(1/2): 163-190.
- [12] Hanson B, Hopmans J W, Šimunek J. Leaching with subsurface drip irrigation on under saline, shallow irrigation under saline, shallow groundwater conditions[J]. Journal of Vadose Zone, 2008, 7(2): 810-818.
- [13] Forkutsa I, Sommer R, Shirokova Y I, et al. Modeling irrigated cotton with shallow groundwater in the aral sea basin of uzbekistan: I. Soil salinity dynamics[J]. Irrigation Science, 2009, 27(4): 319-330.
- [14] Šimunek J, Šejna M, van Genuchten M T. The Hydrus Software Package for Simulating Two- and Three-dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-saturated Media, User Manual [M]. Prague, Czech Republic: PC Progress, 2007.
- [15] Skaggs T H, Trout T J, Šimunek J, et al. Comparison of hydrus-2d simulations of drip irrigation with experimental observations[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2004, 130(4): 304-310.
- [16] Roberts T, Lazarovitch N, Warrick A W, et al. Modeling salt accumulation with subsurface drip irrigation using hydrus-2D[J]. Soil Science Society of America Journal, 2009, 73(1): 233-240.
- [17] Mubarak I, Mailhol J C, Angulo-Jaramillo R, et al. Effect of temporal variability in soil hydraulic properties on simulated water transfer under high-frequency drip irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(11): 1547-1559.
- [18] Šimunek J, van Genuchten M T, Šejna M. Development and applications of the hydrus and stanmod software packages and related codes[J]. Vadose Zone Journal, 2008, 7(2): 587-600.
- [19] 席本野,贾黎明,王烨,等. 地下滴灌条件下三倍体毛白杨根区土壤水分动态模拟[J]. 应用生态学报, 2001, 22(1): 21-28.
- [20] 孙林,罗毅,杨传杰,等. 干旱区滴灌棉田灌水量与灌溉周期关系[J]. 资源科学, 2012, 34(4): 668-676.
- [21] Genuchten M T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils[J]. Soil Science Society of American Journal, 1980, 44(5): 892-898.
- [22] Feddes R A, Rijtema P E. Water withdrawal by plant roots[J]. Journal of Hydrology, 1972, 17(1/2): 33-59.
- [23] 危常州,马富裕,雷咏雯,等. 棉花膜下滴灌根系发育规律的研究[J]. 棉花学报, 2002, 14(4): 209-214.
- [24] 李旭东,王俊. 新疆棉花膜下滴灌条件下盐分变化及最优洗盐模式的确定[J]. 水土保持通报, 2009, 29(1): 115-118.

(上接第185页)

- [8] 茆长宝,陈勇. 土地利用及其生态服务价值演变的驱动力与预测研究:以江苏省为例[J]. 水土保持研究, 2010, 17(4): 269-275.
- [9] 李加林,许继琴,李伟芳,等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析[J]. 地理学报, 2007, 62(4): 437-447.
- [10] 张淑英,陈云浩,李晓兵,等. 内蒙古生态资产测量及生态建设研究[J]. 资源科学, 2004, 26(3): 22-28.
- [11] 孙洪泉,邓磊,蒋卫国,等. 长江三角洲地区生态资产评估[J]. 资源科学, 2008, 30(9): 1367-1373.
- [12] 李京,陈云浩. 生态资产定量遥感测量技术体系研究—生态资产定量遥感评估模型[J]. 遥感信息, 2003(3): 8-11.
- [13] 谢余初,巩杰,赵彩霞,等. 干旱区绿洲土地利用变化的生态系统服务价值响应:以甘肃省金塔县为例[J]. 水土保持研究, 2012, 19(2): 165-170.
- [14] 朱文泉,张锦水,潘耀忠,等. 中国陆地生态系统生态资产测量及其动态变化分析[J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 586-594.
- [15] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the worlds ecosystem services and natural capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.