

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20210109

· 农业生态 ·

基于生态服务价值的长江经济带耕地生态 补偿量化研究*

阮熹晟¹, 李坦¹, 张藕香¹, 姚佐文^{1,2*}

(1.安徽农业大学经济管理学院, 合肥 230036; 2.淮北师范大学经济与管理学院, 安徽淮北 235000)

摘要 [目的] 长江经济带是我国坚持生态优先发展的示范区, 区域内耕地所提供的生态服务价值不可忽视。对区域内耕地生态补偿进行量化测算, 以期为长江经济带的区域协同发展、绿色发展提供一定的理论与实践参考。[方法] 文章在综合考虑区域内各省市经济发展程度和人民生活水平的基础上, 对长江经济带区域内11个省市的耕地生态服务价值、耕地生态足迹等进行量化测算, 通过引入耕地生态超载指数, 最终建立耕地生态补偿量测算模型得出区域内各省市耕地生态补偿量。[结果] 长江经济带区域内总体耕地生态服务价值尚有盈余, 全区域共可获得200.05亿元耕地生态补偿费; 长江经济带下游、中游、上游3个片区所提供的耕地生态服务价值量之比约为3:3:4, 而产生的耕地生态足迹之比约为4:3:3; 长江经济带区域内主要的补偿省份是浙江, 需补偿247.25亿元, 主要的受偿省份是云南, 可受偿167.13亿元。[结论] 长江经济带区域内耕地生态服务与生态消费之间存在明显的“空间异位”现象, 应建立该区域内省际耕地生态补偿机制, 经济发达的生态输入区应优先对生态输出区进行补偿。

关键词 长江经济带 生态服务价值 生态足迹 生态承载力 耕地生态补偿

中图分类号: F323.211 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2021]01-0068-09

0 引言

自古以来, 耕地资源就是人类生存和发展的首要资源, 其不仅有保障国家粮食安全、满足民众基本生活需求等社会经济服务功能, 它还提供了调节气候、净化空气、涵养水源等多种生态服务功能^[1]。长江经济带是我国腹地最广阔的经济区、坚持生态优先发展的示范区、也是我国农业生产的重要输出区。近年来, 由于区域内发展不平衡、合作机制不健全等问题, 区域内耕地面积正在逐年减少。同时, 由于耕地生态服务功能的“外部性”, 使得耕地利用的比较效益低下, 导致耕地的“非农化”与“非粮化”趋势愈发明显^[2], 进而导致土壤污染、耕地质量下降等一系列耕地生态安全问题, 这与整个长江经济带坚持生态优先发展的理念格格不入。因此, 对该区域耕地生态补偿进行量化, 将耕地生态服务功能的“外部性”溢出内在化, 对促进该区域协同发展、绿色发展就具有较为重要的现实意义。

生态补偿指的是以经济手段为主, 调节相关者利益关系的制度安排^[3]。生态补偿量化的实质是解决生态补偿标准, 即“补偿多少”的问题。目前, 我国还没有一个统一的方法来规范生态补偿该如何量化。常见的量化方法主要有生态足迹法(EF)、条件价值法(CVM)、选择实验法(CE)等。蔡海生等^[4]使用生态足迹法分别测算了1985年、1995年、2005年鄱阳湖自然保护区内土地利用情况及生态补偿量的动态

收稿日期: 2019-04-27

作者简介: 阮熹晟(1997—), 男, 安徽铜陵人, 硕士生。研究方向: 农业生态补偿, 贫困脆弱性

※通讯作者: 姚佐文(1963—), 男, 安徽铜陵人, 博士、教授、博士生导师。研究方向: 农业资源与环境管理。Email: yaozuowen@sina.com

*资助项目: 国家自然科学基金面上项目“面向多重不确定性的森林生态系统服务价值评估模型构建与优化研究”(71873003); 安徽省农业现代化研究院(省级重点智库)

变化。郭孟瑶^[5]同样从生态补偿量的动态变化角度入手,对川西北沙化地区生态补偿进行了量化研究。马爱慧^[6]运用条件价值法,在武汉市远城区和中心城区开展了共计856份有效问卷调查,核算了耕地生态补偿量及其空间效益的转移。杜丽永等^[7]调查了南京市居民对长江流域生态补偿的支付意愿,并采用Spike模型对居民支付意愿估算进行了校正,完善了条件价值法中“零响应”现象对支付意愿估算所造成的影响。龚亚珍等^[8]采用选择实验法调查了盐城国家级湿地珍禽保护区288户农户,研究了补偿政策设计中哪些属性安排对实施效果有显著影响。杨欣等^[9]进一步深入,引入了离散选择实验模型当中的潜在分类模型,并进一步运用Gold Latent软件详细测算了武汉市的农田生态补偿标准。近些年来,还有不少学者提供了一些新兴视角来研究生态补偿量化,如宋戈^[10]等从耕地发展权的视角建立模型,测算了巴彦县耕地发展权值的大小,并提出了“一体化”的耕地保护补偿机制。樊鹏飞等^[11]借鉴“虚拟水”的概念定义了“虚拟耕地”,从物质流的角度测算了我国各省际间的耕地生态补偿量。但是以往关于生态补偿量化的研究主要集中在流域、湿地、保护区等,对农业、耕地的补偿量化研究较少,对多省份区域协同发展的补偿量化研究也较少;而且在研究过程中容易忽略区域经济发展水平对补偿的影响。文章基于生态服务价值理论,在考虑不同省份经济发展程度和人民生活水平的基础上,改进现有的生态足迹模型,对长江经济带区域内耕地生态补偿进行了量化测算,以为长江经济带的区域协同发展、绿色发展提供一定的理论与实践参考。

1 研究区概况和数据来源

1.1 研究区概况

长江经济带是一个区域概念,该区域处于我国腹心地带,连接了我国东、中、西三大地区。具体来说覆盖了上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州共计11个省市,面积约205万km²,占全国陆地总面积的21.28%。2016年长江经济带区域人口5.95亿人,占全国总人口的43.03%;全区域生产总值33.72万亿元,占国内生产总值的45.31%;全区域耕地面积4493.36万hm²,占全国耕地总面积的33.30%;全区域农业生产总值2.39万亿元,占全国农业总产值的40.37%。总体来看,长江经济带区域无论是人口密度还是经济发展程度、农业生产能力等均在全国平均水平以上,是我国体量最大,面积最广袤的经济腹地。然而,以区域发展不平衡、协同机制不健全、区域生态环境恶化等突出的问题严重制约着长江经济带的发展。2016年中共中央政治局审议通过《长江经济带发展规划纲要》,明确将改善生态环境放到长江经济带发展战略的第一位,强调走生态优先的绿色发展之路。

1.2 数据来源

该文数据主要来源于《中国统计年鉴—2017》《国际统计年鉴—2017》《中国农村统计年鉴—2017》、中华人民共和国2016年国民经济和社会发展统计公报等。

2 研究方法

2.1 耕地生态服务价值测算模型

因该文测算的是长江经济带区域的耕地生态服务价值,若采用CVM或CE等以问卷调查为基础的方法,那么势必会造成实验耗费成本过大等问题。因此就大尺度的耕地生态服务价值测算,该文借鉴谢高地等^[12]的研究,选择采用当量因子法来进行,充分利用中国统计年鉴等现有的统计资料得到长江经济带区域粮食作物播种面积、单产,及全国均价等信息。单位当量因子价值量的计算公式为:

$$Ea = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n \frac{m_i \times p_i \times q_i}{M} \quad (1)$$

式(1)中, Ea 即为单位当量因子价值量,元/hm²; n 为粮食作物的种类,该文选取稻谷、小麦、玉米3种谷物类粮食作物为代表,即 $n=3$; i 为各粮食作物的具体类型; m_i 为区域内第 i 种粮食作物的播种

面积, hm^2 ; p_i 为第*i*种粮食作物的全国均价, 元/kg; q_i 为区域内第*i*种粮食作物的单产, kg/hm^2 ; M 为区域内播种的*n*种粮食作物总面积, hm^2 ; 又因为现有人工投入状态下的耕地单位面积所提供的农业生产服务价值是没有人工投入下自然生态系统的7倍, 而此处要测算的就是自然生态系统的原始生态服务价值, 所以需在该公式前乘以系数1/7。

在当量因子价值量计算公式的基础上建立耕地生态服务价值测算模型为:

$$Ae = 5.91 \times Ea \times S \quad (2)$$

式(2)中, Ae 即为区域内耕地生态服务价值总量, 亿元; Ea 为上文已述的单位当量因子价值量, 元/ hm^2 ; S 为区域内耕地总面积, hm^2 ; 而耕地生态系统的总生态服务价值相当于5.91个单位当量因子价值量, 故需在该公式前乘以系数5.91。

2.2 基于生态足迹的耕地生态利用度测算模型

2.2.1 耕地生态承载力测算模型

耕地生态承载力指的是经过一定修正后的区域内真正拥有的生物生产能力的耕地面积, 它反映了区域内耕地生态系统给予人类活动的供给程度和保障程度^[3]。具体模型为:

$$EC = N \times a \times r \times y \quad (3)$$

式(3)中, EC 即为区域内总耕地生态承载力, hm^2 ; N 为区域内常住人口总量, 人; a 为人均占有的生物生产性耕地面积, $\text{hm}^2/\text{人}$; r 为区域内耕地均衡因子; y 为区域内耕地产量因子。关于均衡因子和产量因子的数值, 众多学者选择采用Wackernagel等测算的耕地均衡因子为2.17, 耕地产量因子为1.66。Wackernagel等的研究是基于世界或中国层面上的大口径测算, 并不一定真实反映了我国不同省份的实际情况。因此该文选择借鉴刘某承等^[14-15]基于净初级生产力测算的我国各地耕地均衡因子和产量因子, 具体数值见表1。

2.2.2 耕地生态足迹测算模型

耕地生态足迹又称耕地生态占用, 指的是能够持续地提供资源或消纳废物的, 具有生物生产力的耕地空间^[16]。具体模型如下:

$$EF = N \times ef \quad (4)$$

$$ef = \alpha \times \sum_{i=1}^n r \frac{C_i}{P_i} \quad (5)$$

式(5)中, EF 即为区域内耕地生态足迹总量, hm^2 ; N 为区域内常住人口总量, 人; ef 为区域内人均耕地生态足迹, $\text{hm}^2/\text{人}$; n 为区域内耕地所提供的消费品种类, 该处仍选取稻谷、小麦、玉米3种谷物类粮食为代表, 即 $n = 3$; i 为区域内耕地所提供的具体消费品; r 为区域内耕地均衡因子; C_i 为区域内第*i*种消费品的人均消费量, kg ; P_i 为区域内第*i*种消费品的全球年度平均生产力, kg/hm^2 。

在已有的研究中, 因统计资料收录的消费量数据较少, 尤其是无法得到耕地生产的所有消费品的人均消费量, 故众多学者常选取区域内几类消费品作为代表, 且常以区域内第*i*种消费品的生产量代替其消费量。这会造成两个问题: 一是选取区域内几类消费品作为代表会使得测算的区域内人均生态足迹偏低; 二是以区域内第*i*种消费品的生产量代替其消费量会使得粮食输出省的人均生态足迹比实际水平偏高, 而粮食输入省的人均生态足迹比实际水平偏低, 呈现两极分化, 最终导致测算结果严重偏离实际水平。为解决这两个问题, 该文提出如下改进措施: 一是通过统计年鉴找到各区域耕地生产的各大类消费品的人均消费量, 将其汇总为耕地生产的所有消费品的人均消费量, 然后引入一个倍增系数 α , 以规避因无法得

表1 长江经济带区域内各省市耕地均衡因子及产量因子

学者	地区	均衡因子	产量因子
Wackernagel	中国	2.17	1.66
刘某承	上海	1.03	0.81
	江苏	1.64	1.29
	浙江	0.69	0.79
	安徽	1.15	1.02
	江西	1.12	1.34
	湖北	1.11	1.00
	湖南	1.32	1.43
	重庆	1.02	0.94
	四川	1.13	1.04
	云南	0.76	0.93
	贵州	0.56	0.52

到小类消费品的人均消费量而带来的问题。其中， α 为耕地生产的所有消费品的人均消费量与耕地生产的谷物类消费品的人均消费量的比值，各省市倍增系数 α 的测算结果如表2所示。将倍增系数 α 乘以传统的人均生态足迹公式，即可近似测算出较为真实的人均生态足迹，从而解决了选取区域内几类消费品作为代表使得测算的区域内人均生态足迹偏低的问题。二是根据各区域谷物类消费品的人均消费量，再类比各区域稻谷、小麦、玉米3种主要谷物生产量比例，可得到各区域3种谷物类粮食的人均消费量，从而解决了以区域内第*i*种消费品的生产量代替其消费量使得测算的不同区域人均生态足迹两极分化的问题。

2.2.3 耕地生态承载力供需指数测算模型

耕地生态承载力供需指数指的是区域内耕地生态足迹与耕地生态承载力的比值，它反映了区域内耕地供需平衡与否，也反映了区域内耕地生态环境利用的程度。具体模型为：

$$EI = \frac{EF}{EC} \tag{6}$$

式(6)中，*EI*即为区域内耕地生态承载力供需指数；*EF*为区域内耕地生态足迹总量，*hm*²；*EC*为区域内总耕地生态承载力，*hm*²。理论上，当*EF* = *EC*，*EI* = 1时，区域内耕地生态足迹总量等于其总生态承载力，即该区域处于耕地生态平衡状态，对该区域内耕地生态环境使用恰好。但在现实中，这种理想状态较少，该文借鉴施开放等^[17]的研究思路，并结合研究区域实际情况，将指数的参考范围上下浮动0.1作为平衡状态，即当0.9 < *EI* ≤ 1.1时，该区域都处于耕地生态平衡状态；*EI* > 1.1时，该区域处于耕地生态赤字状态；当*EI* ≤ 0.9时，该区域处于耕地生态盈余状态。最后，再根据*EI*取值与耕地赤字、盈余间的关系，将耕地生态承载状况细分为8个二级类别，详见表3。

2.3 综合经济发展的耕地生态补偿量测算模型

2.3.1 耕地生态超载指数测算模型

耕地生态超载指数指的是区域内耕地生态承载力和耕地生态足迹之差与区域内耕地生态承载力的比值^[18]。它与耕地生态承载力供需指数类似，都能反映区域内耕地生态环境利用的程度。但更重要的是，耕地生态超载指数可以将耕地生态服务价值和耕地生态足迹之间联系起来，从而最终测算耕地生态补偿量。具体模型为：

$$I = \frac{EC - EF}{EC} \tag{7}$$

式(7)中，*I*即为区域内耕地生态超载指数；*EC*为区域内总耕地生态承载力，*hm*²；*EF*为区域内耕地生态足迹总量，*hm*²。当*I* = 0时，该区域内耕地生态环境使用恰好，为生态平衡状态；当*I* < 0时，该区域内耕地生态环境使用过度，为生态超载状态，且*I*值越小超载越严重；当*I* > 0时，该区域内耕地生态环境使用尚佳，为生态盈余状态，且*I*值越大盈余越丰富。

2.3.2 耕地生态补偿修正系数测算模型

人们对耕地生态价值的认识、重视的程度及为其进行支付的意愿是和经济社会的发展程度和发展水

表 2 长江经济带区域内各省市倍增系数

地区	倍增系数
上海	2.93
江苏	2.66
浙江	2.39
安徽	2.27
江西	2.26
湖北	2.78
湖南	2.27
重庆	2.56
四川	2.36
云南	2.15
贵州	2.19

表 3 长江经济带区域内耕地生态承载力供需平衡
分级评价标准

类型	耕地生态承载状况	施开放等 <i>EI</i> 取值	该文 <i>EI</i> 取值
耕地生态赤字	严重超载	<i>EI</i> > 1.8	<i>EI</i> > 1.5
	超载	1.5 < <i>EI</i> ≤ 1.8	1.3 < <i>EI</i> ≤ 1.5
	略有超载	1.2 < <i>EI</i> ≤ 1.5	1.1 < <i>EI</i> ≤ 1.3
耕地生态平衡	临界超载	1 < <i>EI</i> ≤ 1.2	1 < <i>EI</i> ≤ 1.1
	平衡有余	0.8 < <i>EI</i> ≤ 1	0.9 < <i>EI</i> ≤ 1
耕地生态盈余	稍有盈余	0.5 < <i>EI</i> ≤ 0.8	0.7 < <i>EI</i> ≤ 0.9
	盈余	0.2 < <i>EI</i> ≤ 0.5	0.5 < <i>EI</i> ≤ 0.7
	十分盈余	<i>EI</i> ≤ 0.2	<i>EI</i> ≤ 0.5

平呈正相关关系的。该文借鉴李金昌^[19]提出的用皮尔S形生长曲线来描述生态服务价值,用恩格尔系数来衡量经济社会的发展程度和人民生活水平,对耕地生态补偿量进行修正。具体模型为:

$$l = \frac{1}{1 + e^{-(\frac{1}{En} - 3)}} \quad (8)$$

$$En = Ec \times \theta + Ex \times (1 - \theta) \quad (9)$$

式(8)(9)中, l 即为耕地生态补偿修正系数; En 为区域综合恩格尔系数, Ec 为城镇恩格尔系数, Ex 为农村恩格尔系数; θ 为城镇化率。可以看出当 En 越小,即经济社会的发展程度和人民生活水平越高时,耕地生态补偿修正系数 l 越大,即人们的支付意愿越高。

2.3.3 耕地生态补偿量测算模型

确定合理的耕地生态补偿标准,在对区域内耕地生态效益比较完善的认知和评估的基础上,还需考虑到补偿区域的资源利用、实际补偿能力等因素。基于此,借鉴陈源泉等^[20]研究,利用耕地生态超载指数联系起耕地生态服务价值、耕地生态承载力、耕地生态足迹等,并结合区域经济发展水平进行修正,最终测算区域耕地生态补偿量。具体模型为:

$$Aec = Ae \times I \times l \quad (10)$$

式(10)中, Aec 即为区域内可得到或需支付的耕地生态补偿量,亿元; Ae 为区域内耕地生态服务价值总量,亿元; I 为区域内耕地生态超载指数; l 为耕地生态补偿修正系数。

3 研究结果与分析

3.1 耕地生态服务价值测算结果与分析

因研究需要,将长江经济带发展新格局中“三极”(长江三角洲城市群、长江中游城市群和成渝城市群)简化成3个片区,即下游、中游、上游。其中,下游包括上海、江苏、浙江、安徽4个省市;中游包括江西、湖北、湖南3个省份;上游包括重庆、四川、云南、贵州4个省市。根据上文模型,测算出2016年长江经济带区域内各省市耕地生态服务价值如表4所示。可以看出,长江经济带区域内耕地生态服务价值总量为5 801.29亿元,其中下游省份所提供的为1 745.75亿元,中游省份所提供的为1 821.31亿元,上游省市所提供的为2 234.23亿元。下游、中游、上游3个片区所提供的耕地生态服务价值量之比约为3:3:4,即长江经济带区域内下游、中游两个片区所提供的耕地生态服务价值基本持平,上游片区所提供的耕地生态服务价值相对较高。而且,从下游到上游,耕地生态服务价值逐渐呈升高的态势,如图1所示。

3.2 耕地生态利用度测算结果与分析

根据上文模型,测算出2016年长江经济带区域内各省市耕地生态承载力、生态足迹及生态承载力供需指数等如表5所示。可以看出,长江经济带区域内耕地生态足迹总量为4 369.32万 hm^2 ,其中下游省份

表4 2016年长江经济带区域内各省市耕地生态服务价值

片区	地区	单位当量因子 价值量 (元/ hm^2)	区域耕地 面积 (万 hm^2)	区域耕地生态 服务价值总量 (亿元)	片区	地区	单位当量因子 价值量 (元/ hm^2)	区域耕地 面积 (万 hm^2)	区域耕地生态 服务价值总量 (亿元)
下游	上海	2 965.78	19.07	33.43	上游	重庆	2 321.29	238.25	326.85
	江苏	2 497.67	457.11	674.75		四川	2 190.05	673.29	871.45
	浙江	2 775.40	197.47	323.90		云南	1 607.90	620.78	589.91
	安徽	2 058.06	586.75	713.67		贵州	1 665.89	453.02	446.02
	小计		1 260.40	1 745.75		小计		1 985.34	2 234.23
中游	江西	2 528.89	308.22	460.66	合计		4 493.36	5 801.29	
	湖北	2 363.66	524.53	732.73					
	湖南	2 560.97	414.87	627.92					
	小计		1 247.62	1 821.31					

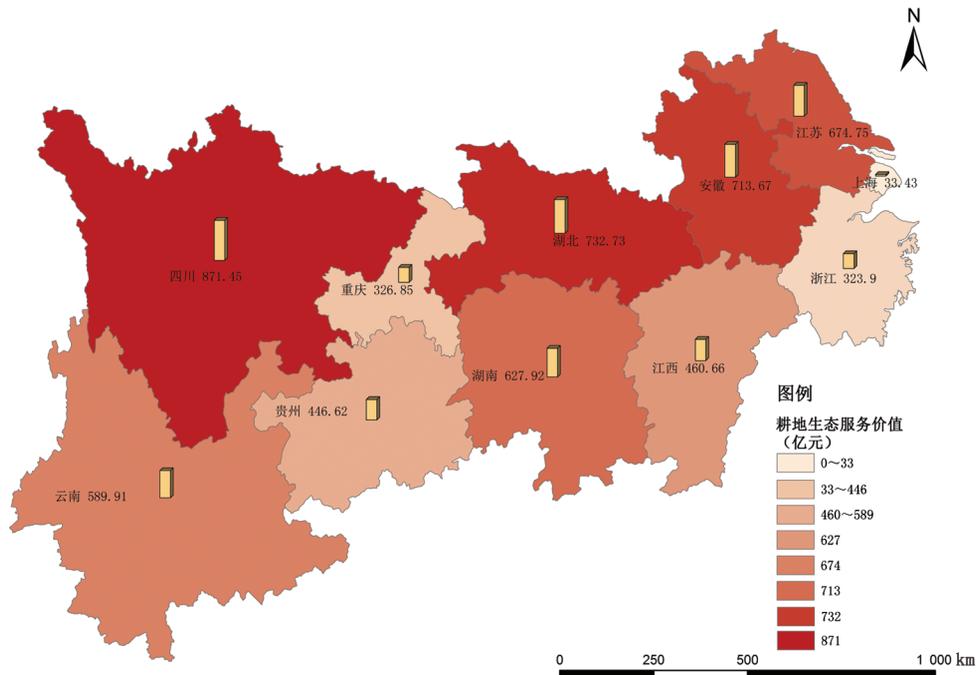


图 1 2016年长江经济带区域内各省市耕地生态服务价值分布

产生 1 779.42 万 hm^2 ，中游省份产生 1 357.98 万 hm^2 ，上游省市产生 1 231.92 万 hm^2 。下游、中游、上游 3 个片区产生的耕地生态足迹之比约为 4 : 3 : 3，呈现出很明显的从下游到上游逐渐降低的态势。这与上文测算的各片区所提供的耕地生态服务价值量正好相反，反映出长江经济带区域耕地生态服务价值和耕地生态足迹之间存在明显的“空间异位”现象。

表 5 2016年长江经济带区域内各省市耕地生态承载力供需指数

片区	省份	区域总耕地生态承载力 (万 hm^2)	区域耕地生态足迹总量 (万 hm^2)	耕地生态承载力供需指数	片区	省份	区域总耕地生态承载力 (万 hm^2)	区域耕地生态足迹总量 (万 hm^2)	耕地生态承载力供需指数
下游	上海	15.91	153.25	9.63	上游	重庆	228.43	247.89	1.09
	江苏	967.06	875.13	0.90		四川	791.25	681.60	0.86
	浙江	107.64	244.56	2.27		云南	438.77	196.48	0.45
	安徽	688.26	506.48	0.74		贵州	131.92	105.95	0.80
	小计	1 778.87	1 779.42			小计	1 590.37	1 231.92	
中游	江西	462.58	343.46	0.74	合计	5 197.16	4 369.32		
	湖北	582.23	421.68	0.72					
	湖南	783.11	592.85	0.76					
	小计	1 827.91	1 357.98						

从耕地生态承载力供需指数 EI 也可以看出，下游片区除安徽稍有盈余、江苏较为平衡外，上海、浙江两省市均处于耕地生态赤字状态，且均已达到严重超载的标准，尤其上海的指数高达 9.63；中游片区均处于耕地生态盈余状态，且接近盈余标准；上游片区除重庆处在平衡状态外，其他均处于耕地生态盈余状态，盈余区中，云南最为充裕，达到十分盈余的标准。即，对区内耕地生态环境使用过度的情况主要在下游片区，中游、上游片区对其片区内耕地生态环境使用尚佳。下游片区位于长江三角洲城市群，片区内超大城市、特大城市数量众多，尤其以上海为代表，是长江经济带区域内经济最为发达的片区，其经济发展不可避免的占据了部分耕地资源，自然造成耕地生态环境问题较为突出。相反，上游片区总体经济发展相对较为滞后，不过这也成就了较好的耕地生态环境。因此，长远来看，长江经济带要实现区

域协同发展、绿色发展，上下游片区必然要互补，因而长江经济带区域内各省市间亟需建立耕地生态补偿机制。

3.3 耕地生态补偿量测算结果与分析

根据上文模型，2016年长江经济带区域内各省市耕地生态补偿量，如表6所示。可以看出，长江经济带区域总体可获得耕地生态补偿费200.05亿元，即在区域内各省市间相互补偿的基础上还有盈余，总体上表现为全区域的耕地生态服务价值有盈余输出，其中盈余输出主要来自于中游、上游片区，即中游、上游片区为受偿区，受偿金额为513.54亿元，主要受偿省份为云南、湖北，两省受偿额占全中、上游片区受偿额54.56%；而下游为补偿区，补偿金额为313.49亿元，主要补偿省市为浙江、上海。补偿分布见图2。

表6 2016年长江经济带区域内各省市耕地生态补偿量

片区	地区	区域耕地生态服务价值总量(亿元)	区域耕地生态超载指数	耕地生态补偿修正系数	区域耕地生态补偿量(亿元)	片区	地区	区域耕地生态服务价值总量(亿元)	区域耕地生态超载指数	耕地生态补偿修正系数	区域耕地生态补偿量(亿元)
下游	上海	33.43	-8.63	0.70	-200.55	上游	重庆	326.85	-0.09	0.47	-12.95
	江苏	674.75	0.10	0.63	40.19		四川	871.45	0.14	0.44	52.95
	浙江	323.90	-1.27	0.60	-247.25		云南	589.91	0.55	0.51	167.13
	安徽	713.67	0.26	0.50	94.11		贵州	446.02	0.20	0.56	48.86
	小计	1745.75			-313.49		小计	2234.23			255.98
中游	江西	460.66	0.26	0.49	58.71	合计	5801.29			200.05	
	湖北	732.73	0.28	0.56	113.04						
	湖南	627.92	0.24	0.56	85.80						
	小计	1821.31			257.56						

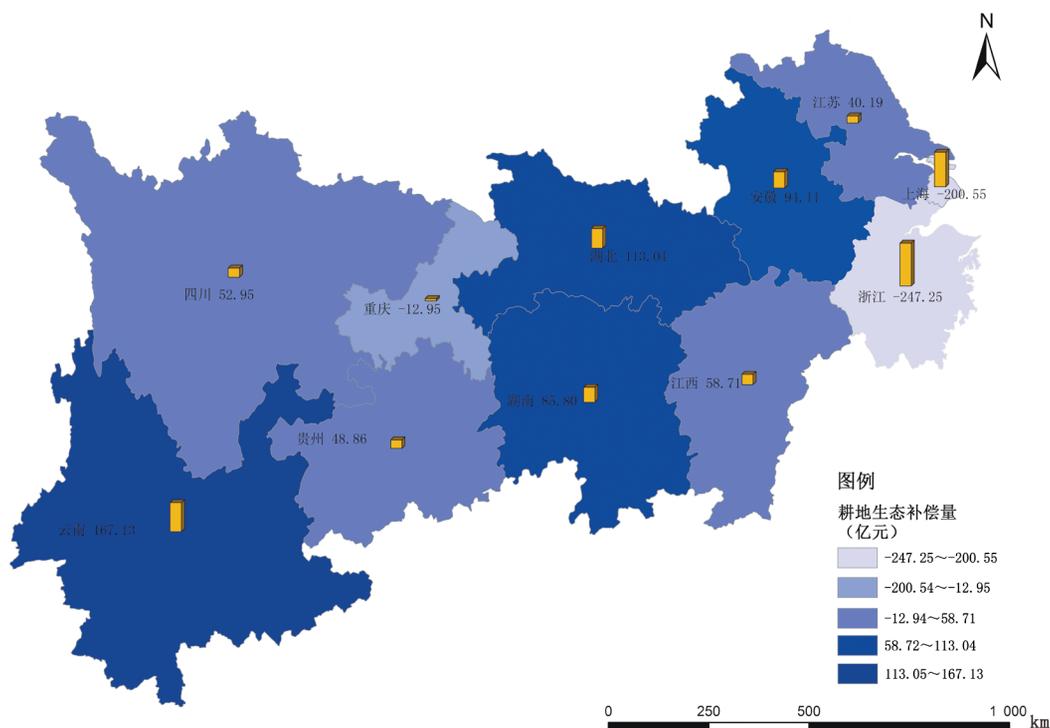


图2 2016年长江经济带区域内各省市耕地生态补偿量分布

4 结论与讨论

该文基于生态服务价值理论,使用国家统计局数据,改进现有的生态足迹模型,对长江经济带区域内各省市的耕地生态服务价值、耕地生态承载力、耕地生态足迹等进行测算;并在综合考虑区域内各省市经济发展程度和人民生活水平的基础上引入耕地生态超载指数,建立综合模型测算区域内各省市的耕地生态补偿水平,得出以下结论。

(1) 长江经济带区域内共可获得200.05亿元耕地生态补偿费,反映出全区域的耕地生态服务价值尚有盈余输出。

(2) 长江经济带下游、中游、上游3个片区所提供的耕地生态服务价值量之比约为3:3:4,而产生的耕地生态足迹之比约为4:3:3,反映出区域内耕地生态服务与生态消费之间存在明显的“空间异位”现象。

(3) 长江经济带区域内主要补偿省份为浙江,需补偿247.25亿元,主要受偿省份为云南,可受偿167.13亿元,反映出区域内省际间耕地生态服务价值的不平衡性。

该文的相关测算结果,一方面证明了长江经济带区域内尚好的耕地生态服务价值的存在,同时也为区域内耕地生态补偿标准的制定提供了参考,引出了需要加大绿色消费宣传力度,从减少餐桌上的浪费等处入手,降低人均生态足迹,使区域内的耕地生态承载状况处在合理的区间内,促进区域耕地生态可持续发展。另一方面,生态服务与生态消费之间“空间异位”现象的存在,为区域内省际耕地生态补偿机制的建立提供了依据,指明了经济发达的生态输入区应优先对生态输出区进行补偿。

然而,由于该文所用的指标,在不同的统计年鉴上,很难得到一致的统计口径,致使该文仅使用截面数据进行了测算,无法从时间序列上体现不同年份耕地生态补偿量的动态变化,这是该文的局限性所在,也为后期研究留下了空间。

参考文献

- [1] 高汉琦,牛海鹏,方国友,等.基于CVM多情景下的耕地生态效益农户支付/受偿意愿分析——以河南省焦作市为例.资源科学,2011,33(11): 2116-2123.
- [2] 张藕香,姜长云.不同类型农户转入农地的“非粮化”差异分析.财贸研究,2016,27(4): 24-31, 67.
- [3] 郝海广,勾蒙蒙,张惠远,等.基于生态系统服务和农户福祉的生态补偿效果评估研究进展.生态学报,2018,38(19): 6810-6817.
- [4] 蔡海生,肖复明,张学玲.基于生态足迹变化的鄱阳湖自然保护区生态补偿定量分析.长江流域资源与环境,2010,19(6): 623-627.
- [5] 郭孟瑶.基于生态足迹模型的川西北沙化地区生态补偿量化研究.中国农业资源与区划,2018,39(6): 17-22.
- [6] 马爱慧.耕地生态补偿及空间效益转移研究[博士学位论文].武汉:华中农业大学,2011.
- [7] 杜丽永,蔡志坚,杨加猛,等.运用Spike模型分析CVM中零响应价值评估的影响——以南京市居民对长江流域生态补偿的支付意愿为例.自然资源学报,2013,28(6): 1007-1018.
- [8] 龚亚珍,韩炜,Michael B,等.基于选择实验法的湿地保护区生态补偿政策研究.自然资源学报,2016,31(2): 241-251.
- [9] 杨欣,Michael B,张安录.基于潜在分类模型的农田生态补偿标准测算——一个离散选择实验模型的实证.中国人口·资源与环境,2016,26(7): 27-36.
- [10] 宋戈,柳清,王越.基于耕地发展权价值的东北粮食主产区耕地保护补偿机制研究.中国土地科学,2014,28(6): 58-64.
- [11] 樊鹏飞,梁流涛,许明军,等.基于虚拟耕地流动视角的省际耕地生态补偿研究.中国人口·资源与环境,2018,28(1): 91-101.
- [12] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估.自然资源学报,2003(2): 189-196.
- [13] 邢丹凤.区域耕地占补平衡生态安全评估问题研究[硕士学位论文].郑州:郑州大学,2017.
- [14] 刘某承,李文华.基于净初级生产力的中国各地生态足迹均衡因子测算.生态与农村环境学报,2010,26(5): 401-406.
- [15] 刘某承,李文华,谢高地.基于净初级生产力的中国生态足迹产量因子测算.生态学杂志,2010,29(3): 592-597.
- [16] 刘祥鑫,蒲春玲,刘志有,等.区域耕地生态价值补偿量化研究——以新疆为例.中国农业资源与区划,2018,39(5): 84-90.
- [17] 施开放,刁承泰,孙秀锋,等.基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究.生态学报,2013,33(6): 1872-1880.
- [18] 张皓玮,方斌,魏巧巧,等.区域耕地生态价值补偿量化模型构建——以江苏省为例.中国土地科学,2015,29(1): 63-70.
- [19] 李金昌.价值核算是环境核算的关键.中国人口·资源与环境,2002(3): 13-19.
- [20] 陈源泉,高旺盛.基于生态经济学理论与方法的生态补偿量化研究.系统工程理论与实践,2007(4): 165-170.

A QUANTITATIVE STUDY ON ECOLOGICAL COMPENSATION OF CULTIVATED LAND IN THE YANGTZE RIVER ECONOMIC BELT BASED ON ECOLOGICAL SERVICE VALUE*

Ruan Xisheng¹, Li Tan¹, Zhang Ouxiang¹, Yao Zuowen^{1,2*}

(1. College of Economics and Management, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, Anhui, China;

2. College of Economics and Management, Huaibei Normal University, Huaibei 235000, Anhui, China)

Abstract The Yangtze River Economic Belt is a demonstration area in China that adheres to ecological priority development. The value of ecological services provided by cultivated land in the region cannot be ignored. The article quantitatively estimates the cultivated land ecological compensation in this area, in order to provide theoretical and practical reference for regional coordinated development and green development of the Yangtze River Economic Belt. On the basis of comprehensive consideration of the economic development level of the provinces and cities and the living standards of the people in the region, the quantitative evaluation of the cultivated land ecological service value and the cultivated land ecological footprint of 11 provinces and cities within the Yangtze River Economic Belt were carried out, and the cultivated land ecological overload index were introduced, then the calculation model of cultivated land ecological compensation amount was established to obtain the ecological compensation amount of cultivated land in each province and city. The results showed that there was still a surplus of the total cultivated land ecological service value in the area of the Yangtze River Economic Belt. A total of 20.005 billion yuan of cultivated land ecological compensation fees could be obtained in the whole region. The ratio of the cultivated land ecological services value provided by the lower, middle and upper reaches of the Yangtze River Economic Belt was about 3:3:4, and the ratio of cultivated land ecological footprint was about 4:3:3. The main compensation province in the Yangtze River Economic Belt was Zhejiang, which needed to be compensated 24.725 billion yuan. The main reimbursed province was Yunnan, which could be paid 16.713 billion yuan. In conclusion, there is a clear "space ectopic" phenomenon between cultivated land ecological services and ecological consumption in the Yangtze River Economic Belt. The inter-provincial arable land ecological compensation mechanism should be established in the region. The economically developed ecological input area should give priority to the ecological output area.

Keywords the Yangtze River Economic Belt; ecological service value; ecological footprint; ecological carrying capacity; cultivated land ecological compensation