

文章编号:1009-4210(2005)02-73-04

摘要:生态足迹可以定量地反映一个国家或地区的可持续发展程度,因其直观、简便和容易被理解而在国内得到了广泛应用。学者们结合自己的研究过程指出了该模型的某些内在缺陷,但迄今尚未见有人对模型的基础——假设条件的缺陷进行分析。通过研究,得出了模型假设条件存在的缺陷及其后果:①土地“空间互斥性”假设完全忽略了各类土地功能的多样性和一定程度的功能替代性,导致生态足迹供给计算结果偏低的系统误差;②基于全球平均产量为1的基础上计算出的生物资源消费生态足迹完全忽视了生物生产过程中人类对环境的巨大破坏和掠夺,抹杀了科技进步对承载更多人口的支撑作用,掩盖了某种消费商品的世界平均产量下降导致的全球生态足迹供给的实际下降,并造成类似“货币幻觉”的“生态足迹幻觉”。

关键词:生态足迹;假设条件;缺陷

中图分类号:Q141

文献标识码:A

可持续发展是当前学术研究的热点,对可持续程度的评价和计量研究自然成为重要的研究内容。由于研究者的学科所限,对可持续发展内涵的理解各有差异,因而在评价时,对可持续发展因子指标选取和权重的确定各有侧重,使评价结果很难进行定量的

生态足迹分析模型假设条件的缺陷

李明月, 江华

(华南农业大学经济管理学院, 广东 广州 510642)

比较,并且计算结果也难以力排众议而得到一致认可。与众多量化方法相比,生态足迹计算方法从资源消耗和供给的角度,提出“可持续性”的解释和评价方法,容易理解也更加简便,目前国内已有多人运用这种分析方法对不同尺度的区域:大到国家,小至具体城市的可持续程度进行了计量研究,并在计量结果的基础上推演得到了许多有价值的分析结论和启示,但鲜有学者对计算结果的准确性和真实性即这种分析方法本身的科学性进行思考。本文试图对生态足迹分析模型的基础——假设条件的缺陷进行粗浅分析。

一、生态足迹分析模型简介

1992年,加拿大生态经济学家Willam Rees教授及其博士生Wackernagel提出了生态足迹概念并于1996年完善了其分析计算方法。生态足迹是指在一定的技术条件下,能够持续地提供资源或消纳废物的、具有生物生产力的地域空间。生态足迹分析的重点是生态足迹需求和供给的计算。

生态足迹需求主要是计算在一定的人口和经济规模条件下维持资源消费和废弃物吸收所必需的生物生产性土地面积,它的分析基于两个基本事实:①能够计算出人类消费的大多数

收稿日期:2004-10-26;改回日期:2004-12-31

作者简介:李明月(1969-),男,博士研究生,从事土地经济和土地规划方面的研究。

资源和人类产生的大多数废弃物；②这些资源和废弃物能够被转换成产生这些资源和同化这些废弃物的具有生物生产力的陆地或水域面积。因此，任何已知人口(某个人、一个城市或国家)的生态足迹是生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产总面积(包括陆地和水域)。其计算公式为：

$$EF=N \cdot ef=N \cdot r_j \cdot \sum(aa_i)=N \cdot r_j \cdot \sum(c_i/p_i)$$

式中： EF 为总的生态足迹； N 为人口数； ef 为人均生态足迹； c_i 为*i*种商品的人均消费量； p_i 为*i*种消费商品的平均生产能力； aa_i 为人均*i*种交易商品折算的生物生产面积； i 为消费商品和投入的类型； r_j 为均衡因子。

在生态足迹计算中，生物生产性土地主要考虑如下6种类型：化石燃料土地、可耕地、林地、草地、建筑用地和水域。其中，化石燃料土地是指人类应该留出用于吸收 CO_2 的土地；可耕地是从生态角度看最有生产能力的生物生产性土地类型，它所能聚集的生物量最多；草地是指适合于发展畜牧业的土地；林地指可产出木材产品的人造林或天然林；建筑用地包括各类人居设施及道路所占用的土地；海洋(水域)是指被水面覆盖并具有水产品生产能力的土地。上述6种土地类型的生产力明显不同，因此需要通过等量化因子也就是均衡因子将各类生物生产面积转化为等价生产力的土地面积后，才能汇总、加和，计算出可比较的生态足迹需求。

生态足迹供给是与生态足迹需求相关或者说对应的概念。它是指区域所能够提供给人类的生态生产性土地总和。其计算公式为：

$$EC=N \cdot ec=N \cdot r_j \cdot \sum a_j \cdot y_j \quad (j=1, 2, \dots, 6)$$

式中： EC 为区域总生态承载力； N 为人口数； ec 为人均生态承载力($hm^2/人$)； a_j 为人均生物生产面积； r_j 为均衡因子； y_j 为产量因子。

由于不同国家或地区的资源禀赋不同，不仅单位面积不同类型的土地生物生产能力差异很大，而且单位面积同类型生物生产土地的生产力也有很大差异。因此，不同国家或地区同类生物生产土地的实际面积不能直接对比，需要通过产量因子对其进行调整。产量因子是某个国家或地区某类型土地的平均生产力与世界同类土地的平均生产力的比率。将区域现有的耕地、草地、林地、建筑用

地、水域等物理空间的面积乘以相应的均衡因子和产量因子，就可以得出区域带有世界平均产量的世界平均生态空间面积——生态承载力，即生态足迹供给能力。

生态足迹的概念模型通过引入生物生产面积的概念为自然资源核算提供了一种相对简单的分析框架，因此，这个模型于1999年传入国内后，短短数年间，就有很多人应用这种方法对中国不同年度、不同区域尺度的生态足迹进行了分析。部分学者在研究过程中，评述了该方法的优点，也指出了模型构造的内在缺陷，但迄今为止，尚未见到有关对模型假设条件的研究。

二、对生态足迹分析模型假设条件缺陷的分析

所有的理论研究几乎都是以设定假设条件为第一步工作，假设条件是一个模型展开的极为重要的前提。假设条件的收紧与放松既关乎研究的难易，也影响到研究的结论。与实际不符的假设条件会使理论模型丧失本应有的功效。

1.生态足迹分析模型的一个基本假设是：各类土地在空间上是互斥的。譬如，一块地当它被用来修建公路时，它就不可能同时是森林、可耕地等。“空间互斥性”使得我们能够对各类生态生产性土地进行加总，从宏观上认识自然系统的总供给能力和人类系统对自然系统的总需求。但这个假设对各类土地功能单一化的处理使土地的功能多样性和一定程度的功能替代性被完全忽略，导致产生生态足迹供给计算结果偏低的系统误差。

在生态足迹供给的计算模型中，把土地分为6类，其中之一为化石燃料土地。按照目前国内通常的理解，这类土地是专门用于 CO_2 的吸收^[1]，目前还没有证据表明哪个国家专门拿出一部分土地用于 CO_2 的吸收^[2]。基于“空间互斥性”假设，在具体计算时总是将这项取值为0，这样处理意味着：在模型中，区域 CO_2 的吸收能力为0。同样，在计算林地生态足迹供给时，只是基于其木材产出功能。但实质上，除了提供木材以外，林地还具有涵养水源、稳定气候状况、维持大气水分循环、防止土壤流失等诸多生态功能，其巨大的吸收 CO_2 的能力更不容忽视。我国科学

家日前发现,近20年来,我国森林吸收CO₂的能力明显增强,每年工业排放出的CO₂平均有5%~8%也就是2600×10⁴t被吸收。另据试验统计,绿色植物通常每合成1g有机物,就需要吸收1.6g的CO₂。因此,森林、可耕地、草地等都具有较强的吸收CO₂的能力。每公顷草地每天吸收CO₂500kg。地球上的绿色植物每年光合作用可吸收的CO₂多达22000×10⁸t。CO₂号称温室气体,如果真如模型所示,区域吸收CO₂的能力为0,地球和区域早就因为温度太高而已经变得不可持续了。“空间互斥性”忽略了区域所实际具有的可观的CO₂吸收能力,造成生态足迹供给能力被严重低估。

2.生态足迹分析的另一个基本假设是:基于人均国民消费和世界平均土地产出量来考察不同国家和地区生态状况,即以全球生态平均生产为1。这实际上是利用相对指标来计算具体国家和地区生态足迹。这个假设的缺陷在于:

第一,这个假设基础上的生态足迹分析方法是一个促进国与国或地区与地区之间比较的实用方法。但是土地产出率受人类的管理模式和自然条件影响较大,以全球平均的产出率数据为基础计算生态足迹忽略了各地区之间真正的生态比较优势,计算的结果不能反映各地区真实的生态生产型面积需求的大小。

第二,按照这个假设,全球范围内的生物生产生态足迹永远能自求平衡,完全忽视了生物生产过程中人类对环境的巨大破坏和野蛮掠夺,因而也无法从生物资源消费生态足迹的角度来准确判断全球生态不断恶化的趋势,导致盲目乐观,这应该是这个假设致命的缺点。据报道,在我国榆林地区,由于生产力落后、水土流失严重,在一些地方,农民们沿用广种薄收的耕作方式,单产只有几十公斤,以致出现有的行政村人均50亩耕地,仍不能满足基本生活需要的情况。为了增加总产,就无限制地垦荒、陡坡开荒,结果陷入垦荒越多、水土流失越严重、产量越低、越低越垦的恶性循环^[3]。面对这种情况,生态足迹分析方法显得无能为力,应用生态足迹分析方法得出的结论将与实际相去甚远从而失去指导意义。

第三,在科技进步的推动下,土地生物生产力必然越来越高,对人口的承载力也必然越来越多。科技

进步是人类社会发展没有堕入马尔萨斯“人口危机论”的重要原因之一,在一定时间维度上漠视科技进步重大作用的任何模型都是与现实不相符合的。然而,以全球平均产量为1,即使发生了巨大的科技进步,模型中生物消耗的生态足迹计算结果并不发生改变,完全抹杀了科技进步对承载更多人口的支撑作用。而且,世界人口的增长和不断改善的居民生活水平必然导致能源消耗水平的上升,因此全球或区域的生态承载力的下降表现为一种必然。这可以从国内有关研究得到验证。

张水龙等^[4]对天津、卢妍等^[5]对齐齐哈尔市、郭秀锐等^[6]对广州市的研究都证明了城市尺度研究区域的生态足迹赤字的不断扩大。当然,城市生态系统具有开放性,城市惟有不断从其他地方摄入大量的物质、能量,才能维持城市人口的现有生活水平和生活质量。城市发展所需的生态生产性土地供给绝不仅仅是城市内部,对外部供给的依赖性很强。因此,城市生态足迹的需求一般都会大于城市所供给的生态生产性土地面积,基于生态足迹需求是否大于供给来判断城市是否处于可持续发展状态的理由并不充分。但是我们还注意到:以省区为计算单位的生态足迹需求也在不断扩大。陈东景等对我国西北五省区(陕、甘、宁、青、新疆)、岳东霞等对甘肃省、卢远等对广西的研究结果证实:各省区的人口对生产性土地的需求都已超过各省区的供给能力,即消费模式是不可持续的,生态形势比较严峻。

从研究结果看,即便是甘肃、宁夏这些在人们印象中相对落后、生态足迹所需不多的地方,其生态赤字也在持续扩大,这一方面固然表明我国人民生活水平的迅速上升,但另一方面,在我国已经积累了巨大的生态赤字的背景下,生态赤字继续扩大的最终结局必然是日益脆弱的生态系统的彻底崩溃和人类的自我毁灭。从这个角度,这个假设又会导致盲目悲观。

第四,相对指标掩盖了某种消费商品的世界平均产量下降导致的全球生态足迹供给的实际下降,并导致一些地区生态承载能力“虚升”的幻觉。设想一种情况:某一年因气候原因,导致全非洲粮食作物产量下降,因此导致全球粮食平均产量下降。而在中国某地,气候与往年一样,局地产量也与往年差不多,下降的全球粮食平均产量使局地可耕地生产因

子变大,进而增加了局地生态供给能力。而局地生态供给能力的增加,不是因为局地生态环境的改善和生物物资供给能力的增加,而是缘于非洲粮食作物的减产。对生态足迹的敏感性分析表明:具体的技术和生活类型模式的变化能减少一个具体的区域对其环境的影响。但是,在这个例子中,在中国某地物质生产能力、居民消费水平和消费偏好等都没有发生变化的情况下,计算结果却表明该区域对环境的影响发生了显著变化,这实质上只是一种类似“货币幻觉”的“生态足迹幻觉”。

三、结论

不可否认,生态足迹分析方法这种新的分析工具为研究、衡量可持续发展提供了新的审视角度,但这种方法也并不是完美无暇,尤其是模型假设条件存在较大缺陷:

(1)土地“空间互斥性”假设完全忽略了各类土地功能的多样性和一定程度的功能替代性,造成生

态足迹供给计算结果偏低的系统误差。

(2)基于全球平均产量为1基础上计算出的生物资源消费生态足迹完全忽视了生物生产过程中人类对环境的巨大破坏和掠夺,抹杀了科技进步对承载更多人口的支撑作用,掩盖了某种消费商品的世界平均产量下降导致的全球生态足迹供给的实际下降,并造成类似“货币幻觉”的“生态足迹幻觉”。

参考文献:

- [1] 郭秀锐,杨居荣,毛显强.城市生态足迹计算与分析——以广州为例[J].地理研究,2003,(5):654-663.
- [2] 徐中民,张志强,程国栋.甘肃省1998年生态足迹计算与分析[J].地理学报,2000,(5):607-616.
- [3] 孙大胜.我国生态和生存博弈:退耕还林会否无疾而终[EB/OL].http://www.chinadaily.com.cn/gb/doc/2004-09/21/content_376484.htm.
- [4] 张水龙,李德生,孙旭红等.天津市1998年生态足迹分析[J].天津理工学院学报,2004,(1):60-63.
- [5] 卢妍,何葵,周嘉等.齐齐哈尔市2002年的生态足迹分析[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,2004,(3):103-106.

Defects of Hypothesis of Ecological Footprint Model

LI Ming-yue, JIANG Hua

(College of Economics and Management, South China Agricultural University, Guangzhou, 510642, China)

Abstract: Ecological footprint model can reflect quantitatively the sustainable development of a country or region, so it is widely applied in this country because of its obviousness, convenience and easy understanding. Scholars have pointed out some defects of the model, but nobody has tried to analyze the defects of hypothesis of the model. This paper analyses the defects of hypothesis of the model and finds out that the hypothesis of land “excluding each other in space” leads to a system error of calculation on the low side because of its neglecting diversity and substitution of land function and that ecological footprint calculated on the basis of earth average output being 1 ignores breakage to the environment in consuming resources, writes off the great population supporting effect of science and technology, conceals actual decline of footprint supply because of the earth average output decline, and leads to “footprint hallucination” such as “money hallucination”.

Key words: ecological footprint; hypothesis; defects