

文章编号: 1003-8701(2007)05-0058-05

# 东北三省生态占用动态变化分析

李名升<sup>1,2</sup>, 佟连军<sup>1</sup>

(1.中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012; 2.中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 运用生态足迹方法中的不变产量法和可变产量法, 考察了东北三省自 1978 年以来生态占用的动态变化。研究结果表明: 东北三省生态占用呈上升趋势, 生态环境压力持续增大, 但土地单产的提高对于降低生态占用、减轻环境压力具有重要意义, 可以有效地减缓生态占用快速上升的势头, 但是林地的生产能力提高较慢。

**关键词:** 生态占用; 东北三省; 动态变化

中图分类号: X24

文献标识码: A

资源、环境是人类社会赖以生存和发展的自然基础, 是制约我国经济发展的一个重要因素。伴随经济的迅速发展, 我国资源消费量急剧增加, 资源成为制约我国经济发展的重要瓶颈。同时伴随着资源消耗的增加, 废弃物排放量也明显上升, 经济发展对生态环境的压力越来越大。如何量化的描述经济发展过程中资源消耗和环境压力的动态变化, 有助于揭示经济发展与资源、环境之间的关系, 更好地调整各项政策, 减轻经济发展对资源消耗的过度依赖和对环境的负面影响。本文试图以东北三省为例, 以目前较为成熟的生态足迹方法为手段来探讨这一问题。

## 1 研究方法

生态足迹方法由 Ree 和 Wackernage 在 20 世纪 90 年代首先提出的<sup>[1-4]</sup>, 是一种衡量人类对自然资源利用程度以及自然界为人类提供的生命支持服务功能的方法。自提出以来, 凭借其直观、简单、便于比较等优点, 该理论在世界各国迅速传播, 以此方法为基础, 大量的实践和应用工作在不同空间尺度上展开, 该理论也得到了完善和丰富, 目前已经发展成为一种度量地区可持续性和环境压力的一种较为完善的方法。

在计算长时间序列的生态占用时该方法面临一个两难选择<sup>[5]</sup>: 是使用不变产量法还是可变产量法; 是使用全球产量法还是使用地方产量法。不变产量法计算的生态占用可以充分反映地区资源消费量的变化, 以及由消费量的变化对地区生态环境造成的压力, 但却未能反映技术进步、管理水平提高等对生产力的影响; 可变产量法虽然可以解决这一问题, 所包含的信息也更多, 但是对资源消费量的敏感程度不强, 尤其是对资料的要求极高, 因此, 国内外用此法研究生态占用的案例极少。

本文在计算生态占用时, 主要用不变产量法, 另外单独对耕地和水域用可变产量法进行了精确的计算, 并利用参考文献的数据对其他类型的生态生产型土地进行了粗略的估算。在用不变产量法进行计算时, 由于主要目的是反映资源消耗量的变化, 因此, 使用地方产量法或全球产量法对结果的影响不大, 均能反映资源消费量的动态变化, 在此使用全球产量法; 而在用可变产量法时, 使用的是地方产量法(全国平均单产), 因为此时只有用地方产量法才能反映土地单产的真实变化情况, 而世界平均土地生产力的变化肯定不会与地方产量的变化相一致。

收稿日期: 2007-01-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(40571041)和国家自然科学基金重点项目(40635030)资助

作者简介: 李名升(1981-), 男, 博士研究生, 主要从事区域环境与发展问题研究。

## 2 计算结果与分析

### 2.1 计算结果

用恒定产量法计算生态占用时, 单产资料采用联合国粮农组织 1993 年计算的有关生物资源的世界平均产量数据, 有关生态足迹中生态占用的计算文献较多, 在此不予赘述, 仅给出主要计算结果, 见图 1、图 2 和表 1。

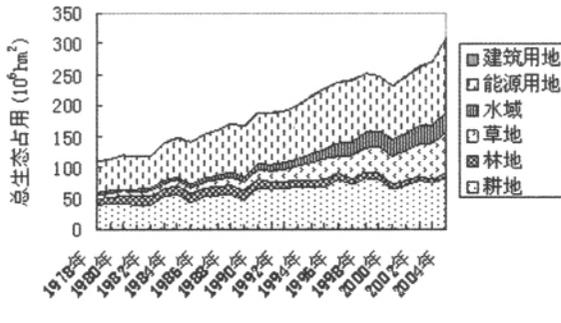


图 1 东北地区生态占用构成(不变产量法)<sup>①</sup>

<sup>①</sup>由于建筑地区总足迹中心比例较小, 故在此图中未能充分反映。

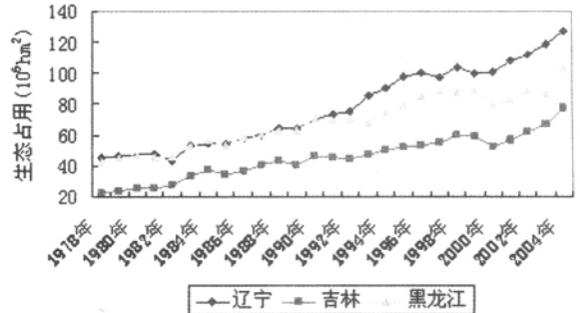


图 2 东北三省历年生态占用(不变产量法)

### 2.2 变化态势分析

就整个东北地区而言, 虽然个别年份生态占用略有波动, 但总体上说, 全地区的生态占用平稳上升, 即资源利用量不断增大, 经济活动对环境的压力呈现出上升的趋势。1978 年, 地区生态占用大小为  $1.1 \times 10^8 \text{ hm}^2$ , 生态占用较小, 但是经过近 30 年的发展, 2004 年, 生态占用大小增加到  $3.08 \times 10^8 \text{ hm}^2$ , 是 1978 年的近 3 倍, 年均增长 3.89%, 人均生态占用的增长率为 3.1%, 高于全国 2.86% 的平均增长速度<sup>[6]</sup>。分省来看, 各省生态占用的变化与整个地区的变化相似, 都呈现出一种直线上升的趋势, 辽、吉、黑三省生态占用的大小分别增长为 1978 年的 2.8、3.4 和 2.5 倍。生态占用的这种直线式上升的背后是资源利用量的高速增长和资源、环境压力的迅速加大。

从三省占整个地区生态占用的比例来看, 2004 年, 辽、吉、黑三省占地区生态占用的比例关系变为 41.1 20.6 38.3, 多年平均值为 40.5 23.6 35.9。对照三省 GDP 占总 GDP 的比例关系, 2004 年的为 45.3 16.1 38.6, 多年平均值为 47.7 19.5 32.6。由此可以看出, 每产出单位 GDP, 辽宁所消耗的资源量最少, 黑龙江次之, 吉林最多, 与三省经济发展水平呈现出正相关性。

表 1 可变产量法计算的东北地区历年耕地和水域的生态占用

年份	耕地 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	水域 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	年份	耕地 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	水域 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )
1978	45.99	25.77	1992	49.90	23.62
1979	43.67	22.80	1993	50.73	23.91
1980	45.99	20.76	1994	50.20	23.06
1981	42.34	20.63	1995	49.16	23.25
1982	40.00	29.27	1996	52.75	27.45
1983	46.62	25.13	1997	50.07	27.68
1984	48.03	22.65	1998	54.74	29.12
1985	39.80	21.04	1999	53.52	29.56
1986	45.01	21.13	2000	47.02	28.61
1987	45.58	21.91	2001	51.76	28.42
1988	47.56	23.12	2002	54.77	28.95
1989	40.36	22.86	2003	54.58	27.30
1990	50.89	22.22	2004	56.81	27.39
1991	49.79	23.12			

注: 在计算水域占用时采用的单产为中国内陆养殖每公顷产量, 故与用世界恒定产量法(内陆与海水平均产量)计算的结果差别较大。

表 2 各土地利用类型增长情况

项目	能源用地	耕地	林地	草地	水域	建筑用地
增长量( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	68.51	45.04	-3.50	59.99	28.09	0.89
年均增长率(%)	3.22	2.82	-1.69	9.12	8.53	9.77

从生态占用的增长情况看, 在研究时段内, 各种类型土地中除林地外, 其他类型的土地面积均有所增加。其中能源用地和草地增长最多, 两者合计占生态占用总增长量的 63.4%; 耕地和水域的增长幅度次之; 建筑用地由于基数较小, 增长的绝对值不多, 从 1978 年至 2003 年 26 年仅增加了  $0.89 \times$

10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>(2004年吉林省水电消费量急剧变化,致使整个地区建筑用地发生突变,不具有代表性,故未予采用,而是使用2003年数据)。但是从增长率来看,建筑用地的增长速度却是最快的,草地和水域的增长率也非常高,而能源用地和耕地虽然增长的绝对值较大,但是增长率却相对较低。

从生态占用的构成上看,在研究时段内,各种类型土地占总面积的比例发生了很大的变化(图3):耕地下降幅度最大,由36.5%下降到27.6%,降幅达9个百分点;能源用地由45.9%下降到38.6%;林地由8.64%下降到1.95%。其他土地类型的构成均有所增加,其中草地增加最多,由5.7%增加到21.5%;水面次之,由3.1%增加到10.2%;建筑用地在总占用中所占比例极小,由1978年的0.08%增加到2003年的0.36%。

从各种类型土地增长情况的差异及其在总占用中构成比例的变化可以看出:人们的饮食结构中对肉、蛋、奶等草食性动物产品需求增加而直接的粮食需求在减少;东北地区作为我国重要的林业基地,林业生产在整个国民经济中占有一定的地位,但是呈逐渐萎缩趋势,表现在生态占用上就是林地占用无论是绝对值还是在总占用中的比例都是下降的,说明森林资源从单纯的木材采伐到综合利用的转变。能源用地在总占用中所占比例减少是东北地区所表现出来的独有特征。虽然能源用地增长的绝对值不小,但是增长速度不快,所占比例减小,究其原因,固然与草地、水域等用地的快速增长有关,更重要的还是东北地区工业结构由重型到轻重并举、经济增长方式由粗放到集约的转变。

生态占用的增加可以归纳为两个方面的原因:人口增加的贡献和消费水平(人均生态占用)提高的贡献。在研究时段内,东北地区人口增加了1978.6万人,人均生态占用的大小由1.27 hm<sup>2</sup>增加到2.90 hm<sup>2</sup>,由此可以计算出两者对生态占用总量增加的贡献度分别为12.7%和87.3%,即生态占用的增加主要是人们消费水平的提高所致。

### 2.3 生态占用强度分析

生态占用的一个缺陷是与经济指标的结合不够,它强调的是人类发展对环境系统的影响,而不关心经济、社会、技术等方面的可持续性,体现了一种生态偏向性。为弥补这一缺陷,定义地区总生态占用与GDP的商为一个地区的生态占用强度,用以反映自然资源的利用效率。

分析生态占用强度动态的变化可以知道,东北地区生态占用强度总体呈下降趋势,从1978年的20.7 hm<sup>2</sup>/万元下降到2004年的6.54 hm<sup>2</sup>/万元,也就是资源利用效率提高了3倍以上。生态占用强度持续下降的原因可归结为资源利用效率的提高和技术要素在经济生产过程中的更多运用从而减少了资源的消耗。

### 2.4 对可变产量法计算结果的分析

各种生物生产性土地利用类型的单产不是一成不变的,因此用恒定产量法计算的生态占用虽然能够反映人类经济活动对资源消费量的变化情况及由此造成的对区域生态环境的压力,却未能反映由于科技进步、生产管理方式的改进而使土地单产提高所产生的影响。为此,我们用可变产量法计算了东北地区耕地和水域的占用,并粗略估计了总的生态占用的变化情况。

从表1可以看出,在研究时段内,耕地和水域生态占用的大小在波动中小幅上升。相对于资源生产量的增加,这种上升显得很小:2004年,东北地区粮食产量增长106%,而耕地占用仅增长23.5%,

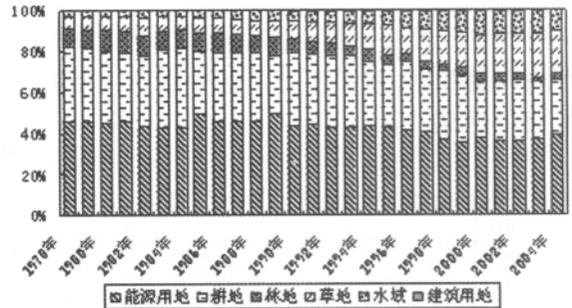


图3 各种土地面积占总占用比例的动态变化<sup>②</sup>

②同脚注①

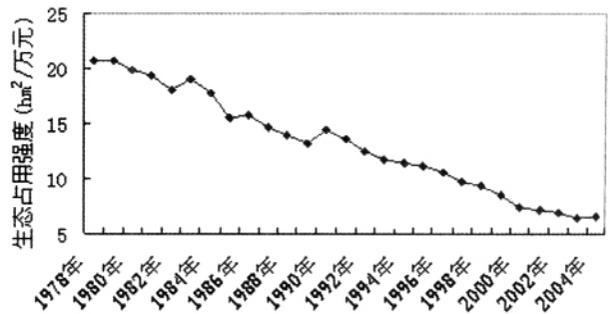


图4 东北地区生态占用强度动态变化

水域占用更是在水产品增长 813%的情况下仅增长了 6.3%。也就是说,由于单产的提高,此类经济活动对环境的压力增加不大。

对于林地和草地的生产能力,我们未能获知其历年的生产能力数据,仅能从现有文献中所能知悉的数据来进行推算。根据元相虎<sup>[7]</sup>等人的研究,在 1981 年到 2001 年的 21 年间,草地的生产能力逐年提高至 1981 年的 5 倍左右;林地的生产能力在此期间经历了一个先上升后下降的过程,在 1997 年达到峰值,大约是 1981 年的 1.3 倍,2001 年较 1981 年略有下降。在进行估算时,将草地和林地生产能力变化曲线外推,假设 2004 年的草地和林地生产能力分别是 1978 年的 6 倍和 1.3 倍。根据生态足迹理论,能源用地和建筑用地的生产能力对应于林地和耕地的生产能力。

由此可以得出,2004 年,人均能源用地、耕地、林地、草地、水域和建筑用地分别是 1978 年的 1.81、1.24、0.49、1.76、1.06 和 6.57 倍,6 项指标合计使得生态占用在 2004 年增长为 1978 年的 1.47 倍。即目前东北地区经济活动对环境的压力是改革开放初期的 1.5 倍左右。这个数据相比于用恒定产量法计算所得的 3 倍要小的多,也就是经济活动在对生态环境施加影响的过程中,技术要素(土地单产的提高)扮演了一个重要的角色。

从增长的绝对值上看,因为在计算中所使用的土地生产能力数据是不同的,两种方法计算的各种类型土地生态占用的增长量也有所不同,如果比较它们对总增长量的贡献可以发现,两者存在较大的差异:可变产量法计算的能源用地贡献度较不变产量法计算结果明显增大,而草地、水域和耕地则有不同程度的减少。这主要是由于能源用地的生产能力(即林地生产能力)提高较慢所致,而这也正是减缓生态占用增长、降低资源消耗、减轻环境压力的重要途径。

表 3 以不同方法计算的各土地类型对总增长量的贡献度

变量法	能源用地	耕地	草地	水域	建筑用地
可变产量法	73.1	17.2	8.5	0.8	0.4
不变产量法	33.8	22.2	29.6	13.9	0.4

### 3 结论与讨论

(1)无论是考虑到技术因素的可变产量法还是主要考虑资源消耗量的不变产量法,东北地区的生态占用呈现出上升的趋势。说明经济活动对资源的索取不断增加,对生态环境造成的压力不断增大。

(2)两种方法计算所得的各类型土地占用对总增长量的贡献存在很大的差异。能源用地对总增长量的贡献急剧增大,说明相比于其他类型的土地,林地的生产能力提高太慢。而我国耕地和水域的单产已经比较高,进一步上升的空间较小,今后降低环境压力的一个重要而切实可行的措施就是提高林地和草地尤其是林地的生产能力。

(3)生态占用强度的动态变化显示,东北地区资源利用效率逐年提升,经济发展对资源的依赖有所减弱。

(4)不变产量法计算结果显示,在生态占用的增加量上,能源用地、草地和耕地的增加是主要的,在生态占用的构成上,能源用地、耕地、林地的比例有所下降,而草地、水域的构成比例则呈上升趋势。这些都是东北地区人们的饮食结构、经济增长方式、工业结构等综合作用的结果。

#### 参考文献:

[1] Rees W. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out [J]. Environment and Urbanization. 1992, 4(2): 121-130 .

[2] Rees W, Wackernagel M. Urban ecological footprints: Why Cities Cannot Be Sustainable and Why They Are A Key to Sustainability[J]. Environmental Impact Assessment Review, 1996: 224-248 .

[3] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept [J]. Ecological Economic, 1999, 29: 375-390 .

[4] Wackernagel M, Rees W. Perceptual and Structural Barriers to Investing in Natural Capital: Economics from an ecological footprint perspective[J]. Ecological Economic, 1997, 20: 3-24 .

[5] Wackernagel M, Monfreda C, Niels B. et al. Calculating National and Global Ecological Footprint Time Series: Resolving Conceptual Challenges[J]. Land Use Policy, 2004, 21(3): 271-278 .

