

内蒙古武川县生态足迹分析

紫檀 潘志华

(中国农业大学 资源与环境学院,北京 100094)

摘要 为定量评价我国北方农牧交错带现行土地利用方式,运用生态足迹法计算了处于该地区中部的内蒙古武川县 2002 年的生态足迹和生态承载力。结果表明:武川县生态足迹 $1.29 \text{ hm}^2/\text{人}$,生态承载力 $0.95 \text{ hm}^2/\text{人}$,生态赤字 $0.34 \text{ hm}^2/\text{人}$;目前的发展处于不可持续状态。提出武川县应通过控制人口,提高土地生产力,改善土地利用方式,提高资源利用效率等多种方法来减小其生态赤字,促进该地区实现可持续发展。对计算过程中发现的生态足迹法存在的一些问题进行了讨论。

关键词 生态足迹;可持续发展;武川县

中图分类号 P 967

文章编号 1007-4333(2005)01-0064-05

文献标识码 A

Ecological footprint analysis of Wuchuan county

Zi Tan, Pan Zhihua

(College of Resources and Environmental, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract In order to quantitatively evaluate whether the way of land usage in the north ecotone of China is sustainable, the ecological footprint (EF) analysis was used to estimate the EF and ecological capacity of Wuchuan county of Nei Mongol, where locates in the north ecotone of China, with the data in 2002. The result shows that the EF of Wuchuan is 1.29 hm^2 , the ecological capacity is 0.95 hm^2 , and the ecological deficit is 0.34 hm^2 , which implies that the developing situation in Wuchuan county is unsustainable. Based on the analysis of the actual situation of Wuchuan county, some suggestions for reducing the ecological deficit were recommended. Multiple approaches should be taken in this region to achieve the goal of sustainable development, such as slowing down the rate of population growth, increasing the productivity of land, changing the traditional mode of land exploitation, and improving the efficiency of resources. Also some problems were analyzed in this article.

Key words ecological footprint; sustainable development; Wuchuan county

1992 年里约热内卢联合国环境与发展大会后,各国学者对可持续发展进行了深入研究,提出了很多衡量国家或地区发展状况的可持续性指标^[1-3],其中加拿大生态经济学家 William 等于 20 世纪 90 年代提出的生态足迹方法^[4]简便明了,所涉及的变量较少,以土地面积为指标来衡量地区发展的可持续状态,定量计算其发展状况。这对于农牧交错带这种土地利用方式比较复杂的地区更具有指导意义。该方法在空间尺度上,主要应用于 3 种尺度:1)

全球尺度;2) 国家尺度;3) 区域尺度。目前在大区域的应用较多,县及县以下区域的应用还较少。该方法于 1999 年引入我国,得到我国学者的关注。我国关于时间序列方面的研究较少,关于我国北方农牧交错带生态足迹的研究也很少,仅胡孟春等对张家口市坝上地区的生态足迹进行过计算。为寻求一种定量评价农牧交错带这种生态环境交错区生态环境发展状况的方法,笔者运用生态足迹法对武川县的可持续发展状况进行了定量评价,并综合当地的其

收稿日期: 2004-09-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30270269,30370824),国家“十五”科技攻关课题资助项目(2001BA508B12),国家重点基础研究发展规划资助项目(G2000018606)。

作者简介: 紫檀,硕士研究生;潘志华,博士,副教授,主要从事全球变化与区域发展、生态恢复与重建方向的研究, E-mail: panzhihua@cau.edu.cn

他实际情况进行了赤字原因和对策分析,最后,对生态足迹法应改进的几个方面进行了论述。

1 研究区域与方法

1.1 武川县概况

武川县位于内蒙古阴山北麓,农牧交错带的中部,具有农牧交错带的典型特征。该县土地面积 4 885 km²,人口 17.1 万;地形南山北丘,山地 41.9%,丘陵 50.4%,滩地河谷 7.7%,海拔 1 600 ~ 2 000 m;年平均气温 2.5℃,降水量约 300 mm,无霜期约 105 d。农业为武川县的主导产业,有耕地 9 万 hm²,天然草牧场 24.87 万 hm²。畜牧业是该县的支柱产业,其产值占农业总产值的 40%以上,占农民人均纯收入的 30%以上。1949 年以来,武川县平均人口增长率为 3.18%,人均耕地面积 1949 年为 1.78 hm²,1997 年下降到 0.51 hm²。人地矛盾加剧,粮食产量低而不稳,草原被大面积开垦,生态退化日益严重。

1.2 研究方法

生态足迹法从需求面计算生态足迹(消耗的物质能源所需要的土地面积),从供给面计算生态承载力(该地区所能提供的土地面积),通过对这两者的比较,评价研究对象的可持续发展状况。生态足迹法将土地按生态生产性分为可耕地、草地、森林、建筑用地、水域、化石燃料地 6 个种类。该方法的一个基本假设是:各类土地在空间上是互斥的。这种“空间互斥性”使得我们能够对各类生态生产土地面积进行加总,从宏观上认识自然系统的总需求。具体计算公式如下:

$$E_f = Ne_f = N \sum_{i=1}^n A_{ai} = N \sum_{i=1}^n (c_i / p_i) \quad (1)$$

式中: E_f 为总生态足迹, hm²; e_f 为人均生态足迹, hm²; A_a 为以商品消费量折算的生物生产土地面积; c 为商品人均消费量; p 为商品平均生产能力; 下标 i 为商品消费和资源投入类型; n 为消费项目数; N 为人口数。在生态足迹的计算中,把人类对各种资源的消费量折算为第 i 种消费商品的生物生产土地面积,由于不同种类生态生产土地单位面积的生物生产能力差异很大,为使结果转化为更易比较的标准,就需在每种土地类型的面积前乘上均衡因子^[4],分别赋予不同权重:可耕地为 2.8、草地 0.5、森林 1.1、建筑用地 2.8、水域 0.2、化石能源地 1.1,然后加权求和计算其生态足迹。生态承载力则用研

究地区实际各生物生产性土地面积乘上相应的产量因子汇总而得。总生态承载力

$$E_c = Ne_c = N \sum_{i=1}^n S_i I_i \quad (2)$$

式中: e_c 为人均生态承载力, hm²; S_i 为第 i 种类型土地的面积; I_i 为第 i 种类型土地的产量因子, $I_i = (P_{ai} / P_{gi}) r_i$, P_{ai} 为当地第 i 种生物生产土地的实际生产能力, P_{gi} 为世界第 i 种生物生产土地的平均生产能力, r_i 为均衡因子。

2 计算与分析

2.1 武川县 2002 年生态足迹计算

武川县生态足迹计算主要由生物资源的消耗和能源消费 2 部分组成。由于所获数据为生物资源人均净消耗数据,加之武川县与外界物资和能源交换很少,各项物资的进出口没有详尽的资料统计,所以将每年进出口物资能源所引起的生态足迹的变化忽略不计,而直接采用平均个人净消费数据进行计算。

表 1 中所有生物资源的消费均为净消耗量,是由当地人均消耗量乘以人口数获得的总消耗量。为便于与其他国家和地区进行比较,采用 1993 年世界生物生产土地面积平均水平作为标准^[5]。依据联合国粮农组织(FAO)公布的关于生物生产土地面积平均生物产量资料,将武川县 2002 年各种生物资源消耗量转化为与其相应的生物生产土地面积。生物资源消费账户采用的计算方法如下:

$$E_{Fi} = P_i / Y_{ai} \quad (3)$$

式中: E_{Fi} 为第 i 种资源的消费足迹; P_i 为第 i 种生物资源的总消耗量; Y_{ai} 为世界上第 i 种生物资源的平均产量。由于能源的统计是以省区为单位的,没有旗县一级各项能源总消耗的数据,所以在计算武川县能源消耗量时进行了折算。用武川县与内蒙古自治区当年人口的比值乘以自治区当年各类型能源消耗量,再乘以武川县与内蒙古自治区 2002 年人均工业产值的比值,得到武川县能源消耗数据。表 2 为武川县能源消耗足迹账户。

武川县的生物资源和能源的净消费构成了当地的生态足迹。表 3 示出武川县生态足迹和生态承载力,其中耕地的产量因子用粮食作物产量计算,草地的以牛羊肉产量计算。由于武川县的林地多为保护林、防风林及苗圃,其主要价值体现在对生态环境的保护作用上,木材产品较少,当地林地的产量因子很难通过木材产品的产量计算出来;因此用武川县的

表1 武川县生态足迹计算中的生物资源账户

Table 1 The ecological footprint ledger of the biotic resources in Wuchuan

消费品种类	世界平均产量/ (kg · hm ⁻²)	武川消耗量 / t	总生态足迹/ hm ²	人均生态足迹/ 10 ⁻³ hm ²	土地类型
小麦	2 744	7 675.71	2 797.27	16.341	耕地
玉米	2 744	441.64	160.95	0.940	耕地
甜菜	18 000	491.00	27.39	0.160	耕地
荞麦	2 744	871.31	317.53	1.855	耕地
稻谷	2 744	243.08	88.58	0.517	耕地
杂豆	852	297.85	349.59	2.042	耕地
薯类	12 607	16 529.14	1 311.12	7.659	耕地
油料	1 856	821.66	442.71	2.586	耕地
蔬菜瓜类	18 000	4 702.32	261.24	1.526	耕地
肉类	33	3 524.60	106 805.90	623.939	草地
奶类	502	410.83	818.39	4.781	草地
蛋	400	61.62	154.06	0.900	草地
水果	3 500	2 057.58	587.88	3.434	林地
水产品	29	107.84	3 718.74	21.724	水域

注：数据来源为《武川县国民经济统计资料2002》。

表2 武川县能源消耗足迹账户

Table 2 The ecological footprint ledger of the energy consumption in Wuchuan

能源种类	世界平均能源消耗 足迹/(G t · hm ⁻²)	折算系数/ (G t ⁻¹)	当地能源消费量/ t	总足迹/ hm ²	人均足迹/ (hm ² · 人 ⁻¹)	土地类型
原煤	55	20.90	311 176.65	118 247.13	0.690 78	化石燃料地
原油	93	41.87	11 552.19	5 200.97	0.030 38	化石燃料地
天然气	93	50.20	166.46	89.85	0.000 52	化石燃料地
水电	1 000	3.60	532.67	1.92	1.1 × 10 ⁻⁰⁵	建筑用地

注：1)表中消耗数据由《内蒙古统计年鉴,2003》中数据折算而得；2)数据折算方法：先将不同能源单位质量发热量换算为该能源燃烧所放出的热量，再以世界单位化石燃料生产土地面积平均发热量为标准，将当地能源消费所消耗的热量折算成化石燃料土地生产面积。

水果产量与世界平均水果产量的比值代替。武川县水域面积较小，水域生产力极低，几乎不生产水产品，因此水域生产力取0。建筑用地的生产力与当地耕地生产力取值相同。根据世界环境与发展委员会(WCED)的报告^[5]，应留出12%的生态容量来保护生物多样性，因此在生态承载力的计算中扣除了相应的面积。2002年武川县人均生态足迹需求为1.29 hm²，而实际可供给生态生产性土地面积为人均0.95 hm²；因此，武川县人均生态足迹的赤字为

0.34 hm²，处于不可持续发展状态。

2.2 生态赤字原因分析

造成武川县处于不可持续发展状态的主要原因为：

1) 人口。武川县人口近年来增长迅速，随着人口的增长，各种资源的人均占有量逐渐降低。若要达到世界平均生态足迹水平(1.6 hm²)，意味着武川县要比目前增加0.31 hm²的生态足迹。经济的发展会使武川县的生态赤字进一步增大，经济发展和

表 3 武川县生态足迹与生态承载力

Table 3 The ecological footprint summary of Wuchuan

生态足迹				生态承载力			
土地类型	人均面积/ hm^2	均衡因子	均衡面积/ hm^2	土地类型	人均面积/ hm^2	产量因子	均衡面积/ hm^2
耕地	0.034	2.8	0.094	耕地	0.80	0.36	0.288
草地	0.778	0.5	0.389	草地	1.46	0.50	0.730
林地	0.003	1.1	0.004	林地	0.26	0.11	0.026
化石燃料地	0.722	1.1	0.794	CO ₂ 吸收地	0	0	0
建筑用地	1.12×10^{-5}	2.8	3.137×10^{-5}	建筑用地	0.06	0.36	0.018
水域	0.022	0.2	0.004	水域	0.01	0	0
总生态足迹			1.290	总生态承载力			0.956

注: 产量因子计算方法为,耕地以粮食作物产量计算,草地以牛羊肉产量计算,林地以武川县水果产量与世界平均水果产量的比值代替; CO₂ 吸收地为应留出用于吸收 CO₂ 的土地面积,但实际并未留出; 总生态承载力为表中各项土地承载力之和的 88% (留出 12% 的生态容量^[5])。

环境恶化的矛盾日益严重。

2) 土地利用。武川地区曾经是纯牧区,近年来由于人口压力加大,大面积草场被开垦为耕地,同时,保留草场的载畜量不断加大,区域生态环境日趋恶化^[6]。

2.3 减小武川县生态赤字的方法和对策

1) 控制人口数量。1949 至 2000 年,武川县平均人口增长率达到 3.18%,远高于全国的平均水平。人口的增长使得人地矛盾加剧,这是目前农牧交错带环境恶化的根源。人口是人均生态足迹的基数,若要使生态赤字减小,就得控制过快的人口增长。

2) 改变不合理的土地利用方式。武川县有大部分陡坡地被开垦为农田,这些土地不但生产力低下,而且还极不利于环境的保护,必须改变这种不合理的土地利用方式。我国实行退耕还林还草战略后,武川县将不少耕地改为人工草地和人工灌木丛,滥垦土地的现象得到遏制。林地和草地面积逐年扩大,产业结构得到调整。人工草地的增加改变了以天然草地为畜牧业食料来源的状况。这些举措已使该县生态环境有所改善^[7]。

3) 增加科技投入,提高单位面积生物生产量。武川县耕地单位面积生产量仅为全球平均水平的 1/3,为全国平均水平的 1/5,土地生产力相当低下。如果通过增加科技和财政投入的途径,提高单位面积生物生产量,使耕地、林地、草地的产量系数均达到全球的平均产量水平,则武川县的人均生态承载

力将达到 2.26 hm^2 ,远高于全球的人均生态足迹水平,这将为武川县今后的发展留出广阔的生态资源空间。

4) 提高资源利用效率。一个地区的资源利用效率可以通过 GDP(万元)的生态足迹来反映,该值越大说明该地区资源利用效率越低。武川县的 GDP 生态足迹远高于全国平均水平,说明武川县的资源利用效率还很低;因此,需要提高生产技术水平,改变消费方式,提高能源及其他资源的利用效率,使武川县现有的资源发挥最大的效能,提供最大的生态承载力。

3 结论与讨论

武川县人均生态赤字为 0.34 hm^2 ,处于不可持续发展状态,其主要原因是人口的高速增长和不合理的土地利用方式。减小武川县生态赤字的主要途径有:控制人口数量;改变目前不合理的土地利用方式;加大科技投入,提高单位面积生物生产量;提高现有资源的利用效率。

在应用过程中发现,生态足迹法存在的主要问题有:运用静态的资料来衡量可持续发展这样一个动态的变化过程,无法反映未来的趋势,不能监测变化过程;忽略了人口流动所带来的物流和能流的改变,对于进出口贸易带来的物流和能流影响不敏感;不同年份的生物产量有所波动,使用不同年际资料的计算结果可能会有较大差异;没有考虑水资源的影响。这种方法只是从土地承载力角度判别人口是

否超载,是对某一区域可持续发展状态的简单与相对衡量,并不能代替对生态环境质量动态变化的评价。在评价一个地区的生态环境的动态变化状况时,需要进行更加深入的研究。

参 考 文 献

- [1] 张志强,孙成权,程国栋,等. 可持续发展研究:进展与趋向[J]. 地球科学进展,1999,14(6):589-595
- [2] 徐中民,张志强,程国栋. 可持续发展定量研究的几种新方法评介[J]. 中国人口、资源与环境,2000,10(2):60-64
- [3] Hardi P, Barg S, Hodge T, et al. Measuring sustainable development: review of current practice [M]. Ottawa: Industry Canada, 1997:1-2, 49-51
- [4] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept [J]. Ecological Economics, 1999, 29 (3): 375-390
- [5] 徐中民,陈东景,张志强,等. 中国1999年的生态足迹分析[J]. 土壤学报,2002,39(3):441-445
- [6] 郑大玮,妥德宝,王砚田,等. 内蒙古阴山北麓旱农区综合治理与增产配套技术[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2000:22-23
- [7] 云秀丽. 阴山北麓地区土地退化及其治理对策[J]. 内蒙古林业调查设计,2000(3):113-117

科研简讯

“农产品质量快速检测技术及设备研究与开发”课题通过验收

2004年11月,食品学院籍保平教授主持的国家“十五”重大科技专项“农产品质量快速检测技术及设备研究与开发”课题通过科技部验收。该课题针对果、蔬、粮、棉、油等大宗农产品在收购、加工和流通环节的质量检测领域的关键技术问题进行攻关,提出了多种新型检测方法,开发出10种先进实用的检测仪器。利用这些仪器可以明显缩短检测时间、大幅度降低检测成本,为我国农产品加工机械与装备提供了高水平的在线测控技术。

“水果内部质量快速无损检测方法”成果通过成果鉴定

2004年12月,我校食品学院韩东海副教授自选课题“水果内部质量快速无损检测方法”通过了教育组织的成果鉴定。课题组采用短波近红外透射光谱快速无损检测方法,在水果不破坏、不损伤的条件下,实现对其内部质量的快速判断,为水果品质控制以及分选分级提供内部质量依据。

(科学技术处供稿)