

河北省农业生态足迹动态测度与分析

张立志,马寨璞,安秋丹

(河北大学 生命科学学院,河北 保定 071002)

摘要:以统计年鉴数据为基础,运用生态足迹理论模型,对河北省 2001~2010 年农业生态足迹和农业生态承载力进行了测度与分析。结果表明:河北省农业一直处于生态赤字状态,而且逐年扩大,生产力和科技的提高并没有改变城市扩张对农业的破坏程度,现有农业处于非可持续发展状态;由此分析了形成生态赤字的原因并提出参考性建议。

关键词:河北省;农业;生态足迹;生态承载力

中图分类号:S181

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)08-0126-04

生态足迹(Ecological Footprint,简称 EF),也称生态占用,是指能够提供人类生产生活所需物质能量并吸纳人类所排放废弃物的具有生物生产性的地域面积。该理论模型由哥伦比亚大学生态学教授 Willian E. Rees 于 1992 年提出,随后其学生 Wackemagel 博士加以补充和完善,用地域面积大小来衡量人类对生态环境占用情况的一种测度^[1-2],简单理解,“生态足迹”可以直观地显示一个人或者一个城市、一个国家“消耗了多少地球资源”。该理论自 1999 年引入我国后,广大学者对我国能源、工业、贸易等生态足迹进行大量科研论证,但对农业生态足迹研究较少^[3-4]。现以生态足迹模型为理论依据,探讨了 2001~2010 年 10 a 河北省农业生态足迹的发展趋势,并为今后农业发展提出参考性建议。

1 研究区概况

河北省地处 E113°27'~119°50'、N36°05'~42°40',总面积 18.88×10⁶ hm²,地势西北高、东南低,由西北向东南倾斜。西北部为山区、丘陵和高原,其间分布有盆地和谷地,中部和东南部为广阔的平原。耕地总面积 6.517×10⁶ hm²,占地表总面积 34.7%;有林地面积 3.673 8×10⁶ hm²,全省森林覆盖率为 26%(2010 年底)。河北省属温带大陆性季风气候,大部分地区四季分明。年日照时数 2 303.1 h,年无霜期 81~204 d,年均降水量 484.5 mm,月平均气温在 3℃以下,7 月平均气温 18~27℃。第六次全国人口普查河北全省常住人

口为 71 854 202 人,总人口数居全国各省、市、自治区第六位^[5-6]。

2 研究方法数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 生态足迹 生态足迹计算模型^[7-8]:

$$EF = \sum_{m=1}^6 (k_m \times \sum_{i=1}^i \frac{a_i}{b_i}) \quad (1)$$

其中,EF 为区域内人均生态足迹(hm²);m 为地域类型(耕地、草地、林地、水域、化石能源用地和建筑用地);k_m为第 m 种地域的均衡系数;i 为消耗品类型;a_i为第 i 种消耗品人均年消耗量;b_i为第 i 种消耗品全球平均产量。

2.1.2 生态承载力 生态承载力计算模型^[7-8]:

$$EC = \sum_{m=1}^6 (x_m y_m k_m) \quad (2)$$

其中,EC 为区域可提供的最大生态承载力(hm²);x_m为 m 型地域总面积;y_m为产量因子;k_m为均衡系数。

当生态足迹大于生态承载力(EF-EC>0)时,该区域形成生态赤字,即人类对生态环境的攫取和占用超过了该区域所能承受的范围,主要表现为不可持续发展状态;当生态足迹小于生态承载力(EF-EC<0)时,形成生态盈余,即人类的生产生活对自然环境造成的影响在允许范围内。

2.1.3 万元 GDP 生态足迹 万元 GDP 生态足迹是指该地区当年总生态足迹与该地区国民生产总值的比值($\frac{EF}{GDP \text{ 总值}}$);结果越大,表示该地区

生产力水平越低,产出率越低;反之,则表示该地区生产力水平较高^[9]。由于该文主要研究农业生态足迹,故 GDP 总值取河北省第一产业国内生产总值。

收稿日期:2012-05-02

第一作者简介:张立志(1986-),男,天津市人,在读硕士,从事生态安全研究。E-mail:zllz5315@126.com。

通讯作者:马寨璞(1970-),男,河北省保定市人,博士,教授,从事生态模型研究。E-mail:zhaipuma@hbu.edu.cn。

2.2 数据来源

主要数据来源于 2002~2011 年的《河北经济年鉴》,其中 2011 年年鉴中缺少的部分土地面积数据咨询河北省国土资源厅后确定;计算过程中所用作物产量平均值来源于联合国粮食及农业组织(FAO)和中国农业信息网。

3 结果与分析

3.1 农业生态足迹趋势

计算农业生态足迹时,因能源消耗账户不属

于农业生态范畴,故主要计算生物资源消耗账户,即耕地、林地、草地和水域四大类。消耗量取统计年鉴中人均年消耗量平均值,以 2010 年为例计算全省农业生态足迹。

河北地区针对农业的消费主要包括农产品(粮食、棉花、豆类、蔬菜、薯类、油料、烟叶、麻类)、畜牧产品(猪牛羊肉、蛋类、乳品类)、林业干果产品(板栗、水果、木材)和水产品。根据公式(1)计算河北省农业生态足迹。其中,均衡系数取世界上各个国家最常用的 5 组系数的平均值^[8]。

表 1 河北省 2010 年生物资源消耗账户情况

Table 1 Ecological footprint ledger of biological resources in Hebei province in 2010

类别 Category	全球平均 产量/ kg·hm ² The global average yield	年人均 消耗量/ kg Annual consumption per capita	均衡系数 Equilibrium coefficient	人均生态 足迹/hm ² Ecological footprint per capita	占农业足迹 比例/% Proportion	万元 GDP 生态 足迹/hm ² The ecological footprint of ten thousand yuan GDP	地域类别 Region
粮食 Food	2744	181.69	2.49	0.164872	55.83	0.076	耕地
棉花 Cotton	1758	27.00		0.038242			
豆类及制品 Beans and products	1856	3.59		0.004816			
蔬菜 Vegetables	18000	55.38		0.007661			
薯类 Tubers	14131	3.72		0.000655			
油料 Oil	431	8.33		0.048125			
烟叶 Tobacco leaf	1548	0.56		0.000901			
麻类 Hemp	1500	0.84		0.001394			
糖类 Carbohydrate	4997	1.11		0.000553			
耕地足迹合计 Total arable land footprint				0.26722			
猪肉 Pork	74	10.95	0.47	0.069547	36.27	0.050	草地
牛羊肉 Beef and mutton	33	5.72		0.081467			
蛋及制品 Eggs and products	400	7.26		0.008531			
乳品 Dairy	502	14.99		0.014034			
草地足迹合计 Total grass footprint				0.173579			
瓜果及制品 Fruits and products	18000	13.52	1.40	0.001052	1.85	0.0025	林地
板栗 Chestnut	3000	0.25		0.000117			
木材 Timber	1.99	0.0109		0.007668			
林地足迹合计 Total forest land footprint				0.008837			
水产品 Aquatic	29	3.11	0.27	0.028955	6.05	0.0083	水域
农业生态足迹合计 Total agro-ecological footprint				0.47859			

从表 1 可以看出,耕地足迹所占比例超过一半,耕地和草地足迹总和所占比例达到 92.1%,表明在日常生活消费中农牧产品占据主导地位,同时也显示出省内总体生活水平偏低。图 1 表明,人均农业生态足迹呈稳中上升的趋势,说明对

农牧产品的需求趋于饱和,基本上解决了温饱问题。其中 2003 年生态足迹出现明显的下降,可能是由于当年肆虐全球的“非典”(SARS)限制消费;而 2008 年和 2009 年连续 2 a 出现大幅度的增加是受消费模式的拉动,2008 年举办奥运会、

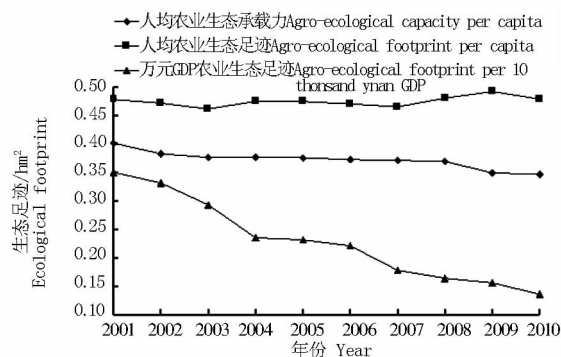


图 1 生态足迹供需动态变化
Fig. 1 Supply and demand changes of ecological footprint

2009 年中央政府 4 万亿刺激消费应对国际金融危机。
万元 GDP 下降趋势相当明显,从 2001 年每万元 0.35 hm²,下降到 2010 年每万元 0.137 hm²,证明河北省加快了科技投入水平,农业生产率迅速提高,地域产出率增加,正在向着都市农业和设施农

业发展,而不再仅仅局限于传统农业。

3.2 生态承载力与生态赤字

根据公式(2)及统计年鉴中各类地域面积情况得出 2001~2010 年河北省人均生态承载力(见表 2),产量因子取世界上各个国家最常用 5 组因子的平均值,分别为耕地(1.65)、草地(0.25)、林地(0.85)、水域(1.10)。其中,根据联合国环境保护组织建议,需扣除 12% 的生物多样性保护面积^[8]。

表 2 中农业人口比例与生态承载力呈正相关性,城镇人口逐年大幅增加,城市化进程过快,城市面积迅速向周边扩展,占用了大量耕地、草地和林地,农业生态环境遭到破坏,导致农业生态承载力从 2001 年的人均 0.401 5 hm² 下降到 2010 年人均 0.346 7 hm²。表明河北经济的发展和城市化水平的提高是以破坏生态环境为代价,这对今后河北建设农业强省非常不利。

表 2 河北农业生态承载力

Table 2 Hebei agricultural ecological carrying capacity

年份 Year	人口/ 万人 Population	农业人口比例/ % The proportion of agricultural population	耕地/ ×10 ³ hm ² Arable land	草地/ ×10 ³ hm ² Lawn	林地/ ×10 ³ hm ² Woodland	水域/ ×10 ³ hm ² Waters	人均生态 承载力/hm ² Ecological capacity per capita	12%生物多样性 保护面积 12% biodiversity conservation area	实际人均 生态承载力/ hm ² Real ecological carrying capacity per capita
2001	6699.13	79.6537	6448.93	4616.01	4461.25	155.340	0.4563	0.0548	0.4015
2002	6735.00	78.6637	6125.15	4654.20	4375.96	158.174	0.4353	0.0522	0.3830
2003	6769.00	73.2752	5991.27	4349.60	4579.40	155.981	0.4282	0.0514	0.3768
2004	6809.00	73.4322	6000.60	4427.20	4688.80	158.067	0.4286	0.0514	0.3772
2005	6851.00	62.3121	5988.90	4649.00	4724.90	165.066	0.4273	0.0513	0.3760
2006	6898.00	61.1517	5882.50	4499.27	5029.70	189.127	0.4239	0.0509	0.3730
2007	6943.00	59.7436	5893.60	4516.31	5063.70	120.086	0.4220	0.0506	0.3714
2008	6989.00	58.1056	5901.40	3692.90	5286.60	182.119	0.4198	0.0504	0.3694
2009	7034.40	56.2553	5866.74	3528.20	4341.30	192.908	0.3973	0.0477	0.3496
2010	7193.60	54.5682	5789.12	3692.85	4815.80	198.770	0.3939	0.0473	0.3467

2001~2010 年河北省农业无一例外都处于赤字状态。从图 1 和图 2 中可以看出,生态承载力的逐年下降导致了生态赤字从 2001 年的人均 0.076 50 hm² 扩大到 2010 年的 0.131 89 hm²,10 年间扩大了 1.7 倍之多,意味着要维持河北省现有人口的消费水平,至少还需要 809.5 hm² 的各类地域面积,在农业范围内处于不可持续发展状态。“城市化加快—耕地破坏—生态承载力降低—生态赤字升高”形成了一种恶性循环,因此河北省应该控制城市人口数量、降低人口出生率、控制城市扩张对耕地的污染和破坏,建立生态型农业,提高生态承载力,降低生态赤字。

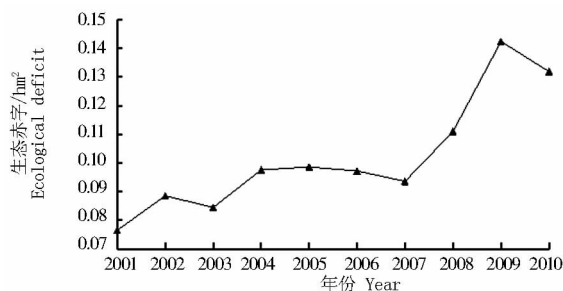


图 2 生态赤字动态变化趋势
Fig. 2 Changing trends of Ecological deficit

3.3 地域类型趋势

由于统计资料的限制,部分微量消费品没有

纳入该统计账户中,因此最终结果会略小于实际生活中人均生态足迹。按照同样计算方法可得出河北省 2001~2010 年的人均农业生态足迹^[10]。

通过比较耕地、草地、林地和水域 4 类生产性地域人均生态足迹(见图 3),可以发现耕地足迹呈现下降趋势,而草地、林地、水域足迹均有不同程度的增加,其中草地和林地足迹增加趋势最为明显。表明随着人民生活水平的提高,饮食结构

和消费模式已发生根本转变,不再局限于对粮食等农产品的消费,而是转向肉、蛋、奶等高蛋白高营养食品,从而也导致土地供需发生转变。从图中可以看出,提供水产品的地域生态足迹对总生态足迹的赤字影响不大,因此要改变现有问题,主要需提高草地和林地的产出率,适度开荒,增加草地和林地面积;控制工业和城镇建设对生态空间的占用。

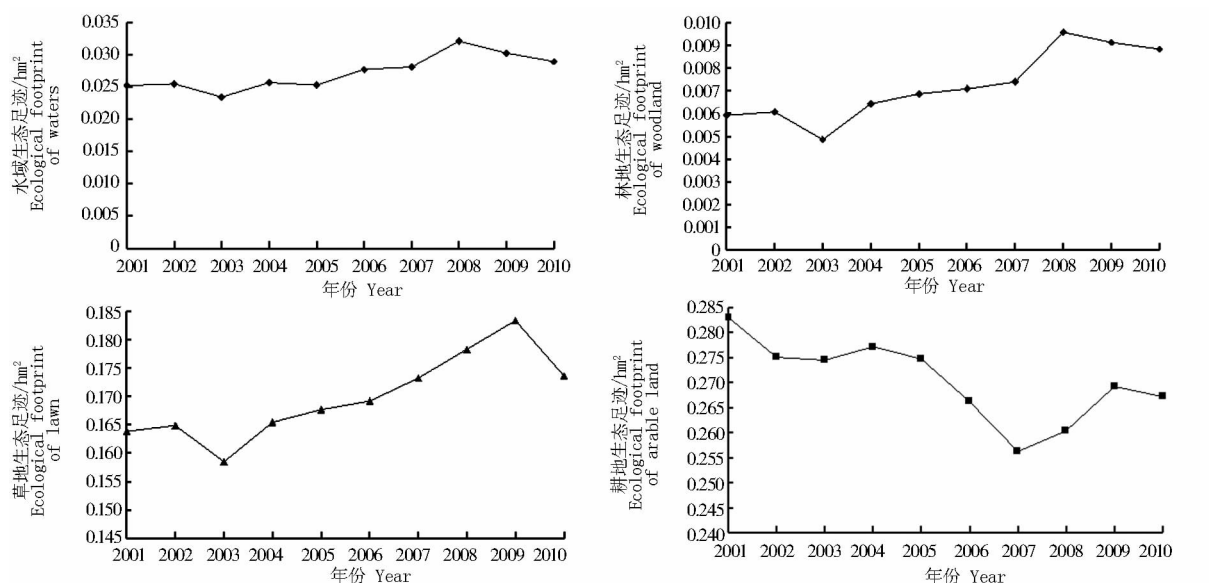


图 3 生态足迹组成变化趋势

Fig. 3 Changing trends of ecological footprint composition

4 结论

生态足迹理论模型自 1992 年提出至今,尚处于探索和实践阶段,但在定量确定区域可持续发展与否方面具有较大的优势。唯一的缺点是对数据的依赖性太大,若数据不准确,将会降低结论的可靠性。例如近几年某些地方出现稻田养鱼等复合农业生态系统^[11],在测算耕地和水域面积时将会出现叠加重复计算情况,而且在核算各类型的生物生产性土地面积时缺乏统一的界定标准。该文在确定生物资源消耗账户时忽略了人均消费量比较小的资源,例如核桃(人均生态足迹 0.000 092 hm²)等。因此,在今后的区域生态足迹研究过程中应对模型的算法加以改进。

研究结果表明 10 年间河北省农业处于严重透支状态,生态赤字越来越大,在城市化发展中,不遗余力增加人口、增加城市规模,忽略了对资源有序开发和可持续利用。鉴于此,在今后的发展中要严格控制人口数量、调整农业产业结构,加大

对草地和林地资源的开发。

参考文献:

- [1] William Rees W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity; what urban economics leaves out [J]. Environ Urbanization, 1992(4):121-130.
- [2] Wackernagel M, Schulz N B, Deumling D, et al. Tracking the ecological overshoot of the human economy [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2002, 99(14):9266-9271.
- [3] 唐冲, 马礼, 魏爱青, 等. 河北省坝上地区农业生态足迹计算与分析——以河北省尚义县为例[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3):150-154.
- [4] 靳之更. 沈阳市农业生态足迹初步分析[J]. 环境保护科学, 2008, 34(1):50-52.
- [5] 王军, 赵金龙, 刘宇鹏, 等. 农业生态安全的理论与实践[M]. 北京:中国农业出版社, 2009:19-36.
- [6] 李玉平, 蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2007, 43(6):784-789.
- [7] 徐中民, 张志强, 程国栋. 生态足迹的概念及计算模型[J]. 生态经济, 2000(10):8-10.

(下转第 158 页)

- some members of tribe Peucedaneae sensu lato, the placement of several island-endemic species, and resolution within the apioid superclade [J]. Can. J. Bot. 2000, 78: 506-528.
- [15] Spalik K. The phylogenetic position of Peucedanum sensu lato and allied genera and their placement in tribe Selineae (Apiaceae, subfamily Apioideae) [J]. Plant Syst. Evol., 2004, 243:189-210.
- [16] 孟德玉,周颂东,何兴金,等. 四川前胡属的花粉形态及系统学意义[J]. 西北植物学报, 2004, 24(12): 2341-2345.
- [17] 张雪梅,何兴金. 西南地区前胡属植物的孢粉学研究补遗[J]. 西华师范大学学报, 2009(30): 149-154.
- [18] 刘启新,惠红. 中国前胡属酯酶同工酶与种类演化和地理分布格局[J]. 植物资源与环境, 1998, 8(4): 17-24.
- [19] 刘启新,惠红. 前胡属(*Peucedanum*)血清分类学研究[J]. 植物资源与环境, 1998, 7(1): 20-26.
- [20] 惠红,刘启新,刘梦华,等. 中国伞形科前胡族阿魏亚族血清分类及亲缘关系的研究[J]. 植物分类学报, 2003, 41(4): 369-380.
- [21] 孟德玉,毛子成,何兴金,等. 药用前胡研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(3): 10-14.
- [22] 吴献礼,孔令义. 南川前胡化学成分的研究[J]. 中国野生植物资源, 1996, 19(2): 31-33.
- [23] 吴献礼,孔令义,闵知大. 泰山前胡化学成分的研究[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(2): 6-8.
- [24] 饶高雄,戴万生,杨琪,等. 丽江前胡的化学成分[J]. 中国中药杂志, 1995, 20(12): 740-742.
- [25] 王年鹤,马场きみ江,谷口雅彦. 华山前胡根的化学成分[J]. 植物资源与环境, 1996, 5(1): 62.
- [26] 饶高雄,吴燕,刘启新,等. 毛前胡的化学成分[J]. 中国中药杂志, 1996, 21(7): 426-427.
- [27] 饶高雄,刘启新,戴万生,等. 芽前胡的化学成分[J]. 天然产物研究与开发, 1997, 9(3): 9-11.

The Phylogenetic Progress on Research of *Peucedanum*(Apiceae)

ZHANG Xue-mei

(College of Life Science, China West Norrmal University, Nanchong, Sichuan 637009)

Abstract: It was summarized for the phylogenetic progression of *Peucedanum* L. in phytochemistry component, karyotype, palynology, comparative anatomy. They can also provide basic information about the phylogeny of ferns for the further studies.

Key words: *peucedanum*; phylogeny; karyotype; phytochemistry

(上接第 129 页)

- [8] 王大庆,王宏燕. 黑龙江省生态足迹与生态安全分析[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社, 2009:107-144.
- [9] 吉中会,查良松,张华兵,等. 盐城市生态足迹动态分析及预测[J]. 安徽师范大学学报:自然科学版, 2009, 32(4): 378-383.
- [10] 李飞,宋玉祥,刘文新,等. 生态足迹与生态承载力动态变化研究——以辽宁省为例[J]. 生态环境学报, 2010, 19(3): 718-723.
- [11] 王雨林. 稻田养鱼发展的现实意义分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(27): 13256-13258.

Dynamic Change and Analysis of Agriculture Ecological Footprint in Hebei Province

ZHANG Li-zhi, MA Zhai-pu, AN Qiu-dan

(Life Science College of Hebei University, Baoding, Hebei 071002)

Abstract: Based on statistical data, using theoretical model of ecological footprint to research and analyze agriculture ecological footprint and ecological carrying capacity of Hebei province from 2001 to 2010. The results showed that agriculture in Hebei province had been in the ecological deficit status and had expanded each year. The improvement of productivity and technology did not change the extent of the damage of urban sprawl on agriculture, so that existing agriculture in the non-sustainable development status. Finally, the reasons for the formation of ecological deficit were analyzed and the reference suggestions were given out.

Key words: Hebeiprovince; agriculture; ecological footprint; ecological carrying capacity