

高台县所辖乡镇耕地生态足迹动态分析

崔理想, 陈兴鹏, 许新宇, 张金, 李恒吉

(兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 基于生态足迹模型, 对高台县所辖 8 个乡镇 2005—2010 年耕地资源的生态足迹进行了动态分析。结果表明: 8 乡镇的人均耕地生态足迹均呈现波动变化, 整体上均呈上升趋势, 但各乡镇所经历的变化阶段及幅度有所差异; 8 乡镇的人均耕地生态承载力也均呈波动变化, 其中 6 个乡镇的人均耕地生态承载力整体呈上升趋势, 2 个乡镇整体呈下降趋势; 8 个乡镇中, 人均耕地生态赤字呈波动变化的有 7 个乡镇; 8 个乡镇的耕地生态超载指数几乎全部为正值, 说明 8 个乡镇的耕地资源处于超负荷利用状态, 且大部分乡镇的耕地资源超负荷利用状况呈加重态势。

关键词: 耕地; 生态足迹; 生态承载力; 生态赤字; 生态超载指数; 高台县

中图分类号: S181 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)04-0213-05

20 世纪 90 年代初, “生态足迹”的概念由 William Rees 和 Wackemagel 首次提出^[1-2]后, 因其新颖的视角引起了国内外众多学者的研究兴趣。近年来, 一些学者将生态足迹模型推广应用到单项土地类型(耕地)进行深入研究, 并在不同空间尺度和不同地区开展了大量的案例研究^[3-11]。大量应用案例研究证明, 生态足迹测定方法是一种富有成效的定量研究特定区域可持续发展状态的方法。

高台县为河西走廊重要的绿洲区, 是张掖市主要农作物生产基地之一。为明晰各乡镇耕地利用情况及动态变化, 更好地指导各乡镇耕地合理利用, 缓解其利用压力, 结合高台县申请和建设国家级生态县的契机, 本研究采用生态足迹测定方法对 2005—2010 年该县所辖乡镇的耕地生态足迹及其生态承载力进行动态分析, 分析和研究相关原因并提出相应对策, 以期对所研究区域的耕地资源的可持续利用提供一定的参考。

1 研究区域概况

高台县隶属于甘肃省张掖市, 位于东经 98°57'32"~100°06'44"、北纬 39°03'50"~39°59'40", 河西走廊中部, 黑河中游下段, 张掖盆地西北端, 摆浪河冲积、洪积扇中下部与黑河冲积平原西北部, 河西走廊重要绿洲区。地貌单元有砾石平原、细土平原、风积沙地和河谷平原等。全境海拔在 1 260~3 140 m 之间, 大陆沙漠干旱型气候。常年气候特点: 日照长, 辐射强, 昼夜温差大, 降雨少而集中, 蒸发量大, 冬季

寒冷、干燥, 夏季干热, 春季多风。全县辖 3 镇 6 乡(巷道乡、宣化镇、黑泉乡、罗城乡、合黎乡、南华镇、新坝乡、骆驼城乡和城关镇), 总人口 15.8 万人, 总面积 4 425 km², 其中耕地面积约为 2.21 万 hm²。境内主要灾害性气候有干旱、干热风、霜冻、大风和春季低温, 其中旱、洪、盐碱、霜冻比较严重。经过多年的发展, 现已形成蔬菜、番茄、草畜、制种、棉花、葡萄六大支柱产业。由于城关镇为县城驻地, 土地类型多为城建用地, 耕地少, 故本文所研究区域暂不包括该镇。

2 数据来源与计算方法

2.1 数据来源

对耕地类资源的生态足迹和生态承载力进行计算, 所涉及耕地的生物产品主要有: 小麦、夏杂粮(豌豆)、玉米、黄豆、洋芋、棉花、油料、甜菜、蔬菜、瓜果类、禽蛋等。均衡因子在长时间序列中仅轻微调整, 故本研究采用 Wackemagel 等于 2004 年修改后的数据值, 即耕地均衡因子为 2.17^[12]; 产量因子根据所研究乡镇的平均生物生产水平和全国平均生物生产水平计算得出, 其值随年份发生动态变化。文中耕地生物资源的计算(将研究区时间序列中的耕地资源生物产品消费转化为提供该类消费品所需的生物生产面积)采用联合国粮农组织 1993 年有关生物资源的世界平均产量资料^[4,13]。所用到的数据来源于历年《高台县统计年鉴》^[14]、《中国统计年鉴》^[15]、国家统计局中国国民经济和社会发展统计

收稿日期: 2011-11-15

基金项目: 高台县生态县建设规划项目

作者简介: 崔理想(1985—), 男, 河南水城人, 硕士研究生, 研究方向为循环经济与区域规划。E-mail: cui理想5551@126.com。

通讯作者: 陈兴鹏(1963—), 男, 甘肃庆阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事生态经济、区域可持续发展等方面的研究。E-mail: chenxp@lzu.edu.cn。

公报等^[16]。

表 1 2005—2010 年高台县所辖 8 个乡镇的耕地产量因子

Table 1 Yield factors of cultivated land in Gaotai's eight towns during 2005—2010

乡镇 Town	2005	2006	2007	2008	2009	2010
巷道 Hangdao	3.8449	3.5021	3.3492	3.3168	3.3699	3.9395
宣化 Xuanhua	1.7500	1.5525	1.5543	1.2271	2.4642	2.2165
黑泉 Heiquan	2.0967	1.9120	1.9296	1.7882	2.0034	1.8190
罗城 Luocheng	2.5430	2.6539	2.5941	2.8198	2.7354	3.1824
合黎 Heli	2.7699	3.0379	3.5584	2.9948	2.8054	3.9826
南华 Nanhua	2.5481	2.6178	3.1785	2.9888	3.0307	2.7467
新坝 Xinba	0.9484	0.8689	0.6948	0.6807	0.8207	0.6243
骆驼城 Luotuo Cheng	3.9999	4.4422	2.5118	2.4878	2.7242	2.6011

2.2 计算方法^[5,9]

2.2.1 耕地生态足迹计算模型

耕地生态足迹的计算公式为:

$$EF = N \times ef = N \times \sum_{i=1}^n r_i A_i = N \times \sum_{i=1}^n r_i \frac{C_i}{P_i} \quad (1)$$

式中, EF 为区域耕地总生态足迹; N 为区域人口总数; ef 为区域耕地人均生态足迹; $i(n)$ 为消费项目类型(总数); r_i 为均衡因子; A_i 为人均第 i 种消费项目折算的生物生产性耕地面积; C_i 为第 i 种消费项目的人均消费量; P_i 为第 i 种消费项目的平均生产能力。

2.2.2 耕地生态承载力计算模型

耕地生态承载力的计算公式为:

$$EC = N \times ec = N \times \sum_{i=1}^n a_i \times r_i \times y_i \quad (2)$$

式中, EC 为区域总生态承载力; N 、 i 、 n 、 r_i 同上; ec 为区域人均生态承载力; a_i 为人均耕地生物生产性土地面积; y_i 为耕地产量因子(无量纲)。

2.2.3 生态赤字计算模型

生态赤字的计算公式为:

$$ED = EF - EC \quad (3)$$

式中, ED 为区域生态赤字; EF 、 EC 同上。 ED 值越大, 表明所研究区域的生态赤字越严重, 发展超负荷程度越严重。

2.2.4 生态超载指数计算模型

生态超载指数计算公式:

$$EOI = (EF - EC) / EC \quad (4)$$

式中, EOI 为生态超载指数; EC 、 EF 同上。 $EOI < 0$ 表示所研究地区的生态环境处于生态盈余状态; $EOI = 0$ 表示所研究地区的生态环境处于生态平衡状态; $EOI > 0$ 时, 其值越大, 表明所研究区域的生态超载程度越严重。

3 结果与分析

利用所收集的统计数据和上述计算模型, 得研究时段内 8 乡镇的人均耕地生态足迹、人均耕地生态承载力、人均生态赤字和耕地生态超载指数(表 2、表 3)。

表 2 2005—2010 年高台县所辖 8 乡镇的人均耕地生态足迹和人均耕地生态承载力

Table 2 The ecological footprint per capita and ecological carrying capacity per capita of cultivated land in Gaotai's eight towns during 2005—2010

乡镇 Town	人均耕地生态足迹 Ecological footprint per capita of cultivated land						人均耕地生态承载力 Ecological carrying capacity per capita of cultivated land					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
巷道 Hangdao	0.9761	0.9492	0.9346	0.9699	1.0854	1.1723	0.9967	0.9103	0.8656	0.8572	0.8683	1.0095
宣化 Xuanhua	0.7396	0.7842	0.9970	0.8686	1.1639	1.1280	0.4751	0.4237	0.4629	0.3666	0.7390	0.6637
黑泉 Heiquan	0.8603	0.9515	0.9134	0.9149	1.1060	0.9331	0.6404	0.5841	0.5880	0.5485	0.6153	0.5686
罗城 Luocheng	0.7228	0.8808	0.9549	0.9603	1.0816	1.0317	0.6449	0.6777	0.6720	0.7407	0.7237	0.8504
合黎 Heli	1.0536	1.1908	1.1471	1.0985	1.0889	1.4342	0.8127	0.8954	1.0509	0.8907	0.8354	1.1871
南华 Nanhua	0.8081	0.8683	0.9384	0.9154	1.1050	1.1470	0.7138	0.7320	0.8881	0.8336	0.8486	0.7862
新坝 Xinba	1.0567	1.1094	0.9377	0.9723	1.0389	1.0650	0.6430	0.6011	0.4944	0.4908	0.5971	0.4550
骆驼城 Luotuo Cheng	1.0188	1.1551	1.0998	1.1588	1.5356	1.7332	0.8527	0.9458	0.8307	0.8159	0.8861	0.8590

表 3 2005—2010 年高台县所辖 8 乡镇的人均生态赤字和耕地生态超载指数

Table 3 The ecological deficit per capita and ecological overshoot index of cultivated land in Gaotai's eight towns during 2005—2010

乡镇 Town	人均耕地生态赤字 Ecological deficit per capita of cultivated land						耕地生态超载指数 Ecological overshoot index per capita of cultivated land					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
巷道 Hangdao	-0.0206	0.0389	0.0690	0.1127	0.2171	0.1628	-0.0207	0.04273	0.0797	0.1315	0.2500	0.1613
宣化 Xuanhua	0.2645	0.3605	0.5341	0.5020	0.4249	0.4643	0.5567	0.8508	1.1538	1.3693	0.5750	0.6996
黑泉 Heiquan	0.2199	0.3674	0.3254	0.3664	0.4907	0.3645	0.3434	0.6290	0.5534	0.6680	0.7975	0.6410
罗城 Luocheng	0.0779	0.2031	0.2829	0.2196	0.3579	0.1813	0.1208	0.2997	0.4210	0.2965	0.4945	0.2132
合黎 Heli	0.2409	0.2954	0.0962	0.2078	0.2535	0.2471	0.2964	0.3299	0.0915	0.2333	0.3034	0.2082
南华 Nanhua	0.0943	0.1363	0.0503	0.0818	0.2564	0.3608	0.1321	0.1862	0.0566	0.0981	0.3021	0.4589
新坝 Xinba	0.4137	0.5083	0.4433	0.4815	0.4418	0.6100	0.6434	0.8456	0.8966	0.9811	0.7399	1.3407
骆驼城 Luotuocheng	0.1661	0.2093	0.2691	0.3429	0.6495	0.8742	0.1948	0.2213	0.3239	0.4203	0.7330	1.0177

3.1 人均耕地生态足迹

研究时段内,8 个乡镇人均耕地生态足迹均呈现波动变化,且整体上均呈上升趋势,其中增幅最大的为骆驼城乡,高达 70%多;增幅最小的为新坝乡,约为 8%。研究时段内,8 乡镇中人均耕地生态足迹波动最剧烈的是宣化镇和黑泉乡,两者均呈现“上升→下降→上升→下降”4 个变化阶段;波动最缓和的为巷道乡和罗城乡,其中巷道乡的人均耕地生态足迹经历了“下降→上升”2 个变化阶段、罗城乡的经历“上升→下降”2 个阶段。

3.2 人均耕地生态承载力

研究时段内,人均耕地生态承载力整体呈上升趋势的乡镇有巷道乡、宣化镇、罗城乡、合黎乡、南华镇、骆驼城乡,其中增幅最大的是合黎乡,约为 46%;增幅最小的是骆驼城乡,不足 1%。人均耕地生态承载力整体呈下降趋势的乡镇有黑泉乡、新坝乡,其中新坝乡人均耕地生态承载力整体降幅约为 29%、黑泉乡的降幅约为 11%。研究时段内,8 乡镇中人均耕地生态承载力波动最剧烈是宣化镇和黑泉乡,两者均呈现“下降→上升→下降→上升→下降”5 个变化阶段;波动最缓和的为巷道乡,经历“下降→上升”2 个变化阶段。

3.3 人均生态赤字

2005—2010 年,8 乡镇中每年都出现生态赤字的乡镇是除巷道乡之外的 7 个乡镇。其中人均生态赤字增加最大的是骆驼城乡,2010 年较 2005 年增加了 0.7081;人均生态赤字整体较为稳定的乡镇是合黎乡,2010 年相较于 2005 年增加了 0.0062;巷道乡仅在 2005 年出现了生态盈余(人均生态盈余 0.0206),其它年份均为生态赤字。8 乡镇中,仅骆

驼城乡的人均生态赤字呈逐年递增态势,其它乡镇呈现波动变化态势,其中波动最剧烈的乡镇是新坝乡,经历了“上升→下降→上升→下降→上升”5 个变化阶段。

3.4 耕地生态超载指数

2005—2010 年,8 乡镇耕地生态超载指数(除骆驼城乡的外)均呈现波动变化,其中黑泉乡、罗城乡、合黎乡 3 乡镇的耕地生态超载指数均经历了“上升→下降→上升→下降”4 个变化阶段;骆驼城乡耕地生态超载指数呈现逐年递增态势,2010 年相较于 2005 年,增长了 0.8229,说明该乡镇耕地超负荷利用程度逐年加重;耕地生态超载指数增长最小的为合黎乡,为 -0.0882,说明该乡镇耕地超负荷利用情况有所缓解。

4 结论与讨论

本文基于生态足迹模型,对 2005—2010 年高台县所辖 8 乡镇的 4 类耕地生态指标进行了较为详细的动态分析。研究表明:研究时段内,1) 8 乡镇的人均耕地生态足迹均呈波动变化趋势,但各乡镇所经历的变化阶段及增幅程度有所不同;2) 8 乡镇的人均耕地生态承载力均呈波动变化趋势,其中整体呈上升趋势有 6 个乡镇、整体呈下降趋势的有 2 个乡镇;3) 8 乡镇中每年都出现生态赤字的有 7 个(不含巷道乡);人均耕地生态赤字,除骆驼城乡外,均呈不同程度的波动变化趋势;4) 8 乡镇的耕地生态超载指数几乎全部为正值,说明 8 个乡镇的耕地资源处于超负荷利用状态,除合黎乡的耕地资源超负荷利用程度有所缓和外,其它乡镇的耕地资源超负荷利用状况呈加重态势。

经分析,造成 8 乡镇 4 类耕地指标整体动态变化的主要原因可分为两大类:消极原因和积极原因。消极原因有:研究时段内,各乡镇居民生活水平的显著提高及农副产品精深加工业的快速发展,引起消费各种耕地类生物产品绝对量增加,进而导致各乡镇耕地资源处于超负荷利用状态;自然灾害的频发,尤其是 2008 年,8 乡镇全年农作物受灾面积达 2 万余公顷、受灾面积增长 168.9%,造成大部分乡镇人均耕地生态足迹及生态承载力的下降;水土流失、土壤盐渍化、沙化等因子的出现,及农药、化肥的过量使用,也在一定程度上影响着耕地质量和耕地面积,进而导致耕地生态承载力的降低;城建用地对耕地资源的占用等。积极原因有:惠农政策的有效落实,农民生产积极性的成功调动,农业内部结构优化的调整以及农业产业化经营水平的显著提高;可再生资源高效利用技术的开发与利用,农业生产条件的不断改善;生态农业、节水农业、大棚种植模式的大力发展与推广;有机、绿色、无公害农作物种植比例的显著提高,特色农产品产业带与基地的大力建设;有机肥料的推广使用,农业面源污染的有效治理,土壤质量的有效改善;未利用土地和中低产田的高质量开发与利用等。概而言之,人们生活水平的逐步提高和乡镇农副产品精深加工业的快速发展对耕地类生物产品日益增长的需求与乡镇现有耕地资源波动性产出之间的矛盾,是造成上述 8 乡镇 4 类耕地生态指标动态变化的根本原因。

针对高台县 8 乡镇的耕地超负荷利用现状,应加大两方面的投入和建设来有效改善 8 乡镇的生态赤字问题,即减少耕地生态足迹和增强耕地生态承载力。要保持人口稳定发展;适当调整农副产品精深加工业的发展速度;优化城建用地结构,缓解其对耕地资源的低效占用;以生态学原理为指导,继续开发和推广使用物质良性循环、能量多级利用的可再生资源高效利用技术,并结合农业资源优势和市场需求,不断改善农业生产条件,推广发展生态农业、节水农业、日光温室、大棚种植模式,提高耕地单产;同时加大农业类环境保护与污染治理方面的投入,如有效治理农业面源污染、改善土壤质量、高质量开发和利用未利用土地和中低产田等。

本文的测算结果存在一定误差,主要误差来源有:(1) 计算所采用的数据来源于统计资料,其准确

度的高低对生态足迹的最终测算结果影响较大;(2) 本文只研究了消费耕地类生物质资源所占用的土地面积,而未分析分解耕地类生物质废弃物所需要的土地面积;(3) 所分析研究的时间序列较短,对提出客观而科学的建议造成了一定影响等。如何更准确地测算与评价某一地区耕地资源的可持续利用及发展状况,有待后期进一步的研究与分析。

参考文献:

- [1] Rees W E. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability[J]. *Pop Environment*, 1996, (17): 195.
- [2] Justin K, Alessandro G, Marco B, et al. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts[J]. *Ecological Economics*, 2009, 68: 1991-2007.
- [3] 王国刚,杨德刚,苏 芮,等.生态足迹模型及其改进模型在耕地评价中的应用[J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(5): 1081-1086.
- [4] 赵红娟,蔡银莺.基于生态足迹的河南省耕地利用状况分析[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2008, 77(5): 40-45.
- [5] 刘红丽,黄朝禧.湖北省耕地生态足迹动态分析[J]. *资源与产业*, 2007, 9(3): 72-76.
- [6] 高 练,周 勇,李 清.基于生态足迹理论的湖北省耕地可持续利用分析[J]. *国土与自然资源研究*, 2008, 4: 45-47.
- [7] 刘钦普,林振山,冯年华.生态足迹改进模型及在江苏省耕地利用评价中的应用[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(10): 1685-1689.
- [8] 桑 秋,苏 飞,张平宇.辽宁省耕地生态足迹动态分析[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(3): 1142-1143.
- [9] 杨蕾蕾,刘新平.1995—2007 年新疆耕地生态足迹动态分析[J]. *新疆农业科学*, 2010, 47(7): 1456-1460.
- [10] 李成英,陈怀录.基于能值生态足迹的青海省耕地可持续发展研究[J]. *青海师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2010, 34(3): 35-39.
- [11] 张寅玲.生态足迹模型在耕地可持续发展研究中的应用[D]. 北京:中国地质大学, 2011.
- [12] Mathis W, Chad M, Karl-Heinz E, et al. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines and South Korea for 1961—1999: comparing the conventional approach to an 'actual land area' approach[J]. *Land Use Policy*, 2004, 21(3): 261-269.
- [13] 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, 55(5): 607-615.
- [14] 高台县统计局.高台县统计年鉴[Z]. 北京:中国统计出版社, 2005—2010.
- [15] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[Z]. 北京:中国统计出版社, 2005—2010.
- [16] 中华人民共和国国家统计局.中国国民经济和社会发展统计公报[R]. 北京:中华人民共和国国家统计局, 2005—2010.

Dynamic analysis of ecological footprint of cultivated land in Gaotai's Towns

CUI Li-xiang, CHEN Xing-peng, XU Xin-yu, ZHANG Jin, LI Heng-ji

(College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: This paper presents the cultivated land ecological footprint in eight towns of Gaotai County during 2005—2010 through analyzing some statistical data of the area with the ecological footprint model. The results indicated that in the period the per-capita ecological footprint of the cultivated land of the eight towns fluctuated as well as the per-capita cultivated land ecological carrying capacity, with differences in various stages. Similarly, the ecological deficits of cultivated land of seven towns were in fluctuation. And six of the eight towns generally showed an increasing trend in the per-capita ecological carrying capacity of the cultivated land and those of others turned to be in decline, while the per-capita ecological footprint of all towns tended to be upward. The data of the ecological overshoot index of cultivated land of the eight towns were largely positive throughout the analyzed period, suggesting that they were all in the state of overload use and some parts of the towns appeared more severely.

Keywords: cultivated land; ecological footprint; ecological carrying capacity; ecological deficit; ecological overshoot index; Gaotai County

(上接第 194 页)

Variation of Climate and its impact on phonological period and growth of *Pyrus bretschneideri* Rehd in Binxian of Shaanxi Province in last 53 years

LIANG Can-sheng¹, YIN Shu-yan¹, LI Mei-rong², ZHANG Yu-min¹

(1. College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. Shaanxi Meteorological Service Station for Economic Crops, Xi'an, Shaanxi 710014, China)

Abstract: Analysis was made of 1957—2009 meteorological data (temperature and rainfall) from Shaanxi Meteorological Administration and 2001—2009 *Pyrus bretschneideri* Rehd phonological observation date from Meteorological Service Station for Economic Crops. The results show that, the temperature rise in Binxian in Weibei dryland had an extremely significant linear increase in last 53 years, and the annual average temperature increased by 0.178℃/10a, while the precipitation had a tendency to decrease, and the annual average rainfall decreased by 8.57 mm/10a. The climate in Binxian tend to warming and drying. The main factor affecting phenological changes was temperature. With climate warming, the phenophase before maturity was advanced, the time to mature became shorter, and the deciduous period postponed, which led the whole growth period getting longer. Climate warming and drying increased the heat *Pyrus bretschneideri* Rehd needed for growth, and decreased the cold threaten in spring florescence. July to August was the period when *Pyrus bretschneideri* Rehd required much water, since the rainfall at this period reduced, we should notice adding water irrigation.

Keywords: *Pyrus bretschneideri* Rehd; phonological period; climate change; Binxian of Shaanxi Province