

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.04.017

基于生态足迹的德阳市耕地脆弱性研究

曹文亚

(四川师范大学 西南土地评价与监测教育部重点实验室,四川 成都 610066)

摘要:耕地是人类社会发展的基本条件和物质基础,耕地的脆弱性研究是保持耕地可持续发展的重要手段。通过引入生态足迹模型,对德阳市近10年来耕地的生态足迹、脆弱性指数变化进行分析,得出德阳市近10年来耕地的可持续发展和生态方面的现状。结果表明德阳市耕地:①生态足迹呈缓慢下降趋势。②生态承载力呈下降趋势,下降幅度较大。③生态赤字逐年严重,跟生态承载力的下降有很大的相关性。④面临生态危机的可能性增大,耕地呈现出脆弱状态,分析得到的耕地脆弱性结果,为德阳市耕地的可持续发展现状提供一个参考。

关键词:生态足迹;生态承载力;耕地;脆弱性

中图分类号:F323.211

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2018)04-0069-04

A Study of the Fragility of Cultivated Land in Deyang Based on Ecological Footprint

CAO Wen-ya

((Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest, Ministry of Education, Chengdu 610066, China)

Abstract: The arable land was the basic condition and material foundation of the development of human society, and the study of the fragility of arable land could be an important means to keep the cultivated land sustainable. By introducing the ecological footprint model, an analysis was made of the changes of ecological footprints and fragility indexes of the cultivated land in recent ten years, and the ecological situation of the arable land was obtained in recent ten years. The results showed that ① ecological footprints showed a slow downward trend. ② The ecological carrying capacity was decreasing, and the descending amplitude was large. ③ The ecological deficit was getting serious, which had a great correlation with the decline of ecological carrying capacity. ④ The possibility of ecological crisis was increasing, the arable land presented a fragile state. A reference could be provided for the sustainable development of local arable land.

Key words: Ecological footprint, Ecological carrying capacity, Cultivated land, Vulnerability

1996年,加拿大学者 William E. Reese^[1]首次提出生态足迹的概念,提出此概念的目的在于能够为某种地区或某种具有生产性能的土地可持续发展能力的强弱判断提供依据,同时,还可作为一个地区可持续发展现状的重要参考指数。耕地脆弱性是指一定的时空条件下,当耕地受到外界压力和扰动时,自

身表现出来的应对程度和响应的可能性。耕地承载力是指耕地自身的一种自我保持现状能力以及能够承载一定生产生活条件下人口限度和社会扰动活动强度的能力^[2]。两者之间联系十分紧密。正常情况下,脆弱性越大,说明其对非良性干扰越敏感,生态承载力越低,反之脆弱性越小,生态承载力越高。

收稿日期:2018-05-17

作者简介:曹文亚(1993-),女,甘肃天水人,硕士研究生,研究方向:耕地系统脆弱性。

本文基于生态足迹模型、生态承载力模型,对德阳市近10年来耕地的脆弱性变化进行量化分析与评价,从而得出德阳市耕地目前的生态状况,为耕地的可持续发展研究做准备。

1 研究区概况

德阳市,位于成都平原北部,地处东经 $103^{\circ}45' \sim 105^{\circ}15'$ 北纬 $30^{\circ}31' \sim 31^{\circ}42'$ 之间。地势西北高东南低,北邻茂县、安县,东接三台县、大英县,南邻乐至县、金堂县,西与彭州市、汶川县接壤。德阳市境内现有土地共59.3万 hm^2 ,其中耕地面积占总土地面积的3%左右,共有1.8万 hm^2 。下辖旌阳区、中江县、罗江县3个区县,代管广汉市、什邡市和绵竹市3市。2016年全市共有人口387.7万人,人口耕地密度为 $31.336 \text{人} \cdot \text{km}^{-2}$ 。德阳市是工业城市,工业是三大产业中为社会经济发展贡献力最多的产业。

2 数据来源及方法

2.1 数据来源

本研究所需用核算耕地生态足迹的数据均取自《德阳市统计年鉴(2006-2016)》,相关的农作物及农产品世界平均产量来自联合国粮农组织统计数据库,耕地的均衡因子和产量因子来自刘某承、谢高地等人研究成果^[3-4]。

2.2 研究方法

(1) 生态足迹模型

生态足迹计算模型建立在将土地划分为耕地、林地、草地、渔业用地、化石燃料用地的基础之上的。由于本文仅研究生态足迹视角下的耕地脆弱性,因此其他五种生产性土地的生态足迹状况不在此讨论的范围之内。生态足迹计算公式如下^[5-6]:

$$EF = N \times ef = N \times \sum_{i=1}^n (c_i/p_i) \times r_j \quad (1)$$

式中,EF表示一个地区耕地的生态足迹总量,N表示地区常住人口总数,ef表示人均耕地生态足迹($\text{hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$),i代表生产或者消费掉的某一种作物的种类, c_i 代表某一区域内对某一种作物i的人均消耗量, p_i 则表示第i种作物在全球范围内的平均产量, r_j 表示耕地的均衡因子。

(2) 生态承载力模型

耕地生态承载力是指一个地区的耕地能够提供给地表的具有生产性能的土地面积,耕地生态承载力公式如下^[5-6]:

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

式中,EC表示耕地生态承载力总量,ec表示人均生态承载力($\text{hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$),i表示生产的或者消费的某一种商品,用 a_i 来表示第i种作物的人均生产面积($\text{hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$), r_j 表示均衡因子, y_j 表示产量因子,N表示人口数量。

(3) 生态赤字模型

生态赤字其计算公式如下^[5-6]:

$$ET = EC - EF = N(ec - ef) \quad (3)$$

式中,ET表示耕地生态赤字总量,N表示区域人口数量,EF表示区域耕地总的生态足迹,EC表示区域耕地总的生态承载力,ec表示区域耕地人均生态承载力,ef表示区域耕地人均生态足迹。

(4) 耕地系统脆弱性响应分析

$$ETI = ef'/ec \quad (4)$$

式中,ETI表示生态压力指数, ef' 表示区域可更新资源人均生态足迹。用它来反映区域生态环境的承压程度,其数值越大,代表当地生态承压越大^[7]。

$$EOI = ef/\bar{ef} \quad (5)$$

式中,EOI表示生态占用指数, \bar{ef} 表示同期全球人均生态足迹。用它来反映当地人民生活水平高低,其值越大,人民生活水平越高。此处引用赵先贵等人的可持续评价等级划分标准对耕地的脆弱性程度进行量化分析,见表1。

表1 评价指标等级划分标准^[8]

Tab.1 Rating criteria for evaluation Index^[8]

指数	ETI	表征状态	EOI	表征状态
I	>2.00	极不安全	<0.50	很贫穷
II	2.00-1.51	很不安全	0.51-1.00	较贫穷
III	1.50-1.01	较不安全	1.01-2.00	稍富裕
IV	1.00-0.81	稍不安全	2.01-3.00	较富裕
V	0.80-0.51	较安全	3.01-4.00	很富裕
VI	<0.50	很安全	>4.00	极富裕

3 结果与分析

3.1 德阳市2006~2016年生态足迹及生态承载力分析

3.1.1 生态足迹计算和动态分析

由表2可知,德阳市在2006~2016近10a,

2006 年生态足迹最高为 $1.8707 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$, 之后逐年下降, 降到 2009 年 $1.2570 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 之后, 又逐渐保持增加状态, 于 2012 年达到 $1.5850 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$, 之后又略微下降, 保持在 $1.2100 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 左右, 其变化趋势图如图 1。10 a 来, 德阳市的生态足迹总体保持下降状态, 由 2006 年的 $1.8707 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 下降到 2016 年的 $1.2091 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$, 生态足迹总体下降幅度为 35.36%, 平均每年下降量为 $0.1870 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 。

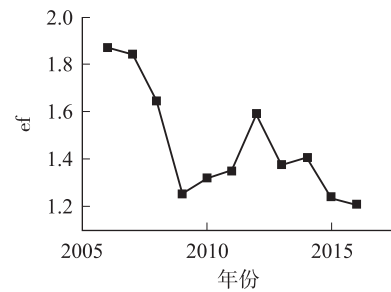


图 1 生态足迹变化图

Fig. 1 Ecological Footprint Change chart

表 2 德阳市生态足迹变化

Tab. 2 Changes in ecological footprints in Deyang city

年份	N	ef	EF	ec	EC	ed	ED
2006	3 837 894	1.8707	7 179 623	0.1451	556754	-1.7257	-6 622 868.784
2007	3 853 136	1.8447	7 107 834	0.1442	555 659	-1.7005	-6 552 174.496
2008	3 873 744	1.6450	6 372 304	0.1419	549 494	-1.5031	-5 822 810.495
2009	3 884 374	1.2570	4 882 657	0.1394	541 568	-1.1176	-4 341 088.864
2010	3 891 501	1.3215	5 142 712	0.1384	538 697	-1.1831	-4 604 015.696
2011	3 905 044	1.3520	5 279 764	0.1380	538 965	-1.2140	-4 740 799.392
2012	3 915 328	1.5850	6 205 982	0.1376	538 941	-1.4474	-5 667 040.288
2013	3 920 369	1.3731	5 382 891	0.1371	537 608	-1.2359	-4 845 283.184
2014	3 925 098	1.4084	5 528 250	0.1367	536 667	-1.2717	-4 991 582.960
2015	3 899 866	1.2348	4 815 642	0.1374	535 758	-1.0974	-4 279 883.104
2016	3 917 371	1.2091	4 736 654	0.1365	534 774	-1.0726	-4 201 879.360

3.1.2 生态承载力的计算和动态分析

2006 ~ 2016 年德阳市耕地的生态承载力计算结果见表 2, 近 10 a 来生态承载力的变化趋势见图 2。德阳市耕地生态承载力呈现出一个逐年下降趋势, 从 2006 年的 $0.1451 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 下降到 2016 年的 $0.1365 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$, 降幅为 5.8%, 降幅近期虽小, 但如果不加以控制, 德阳市的耕地生态承载情况会愈加不容乐观, 因此必须采取相关措施防止生态承载力的进一步下降。

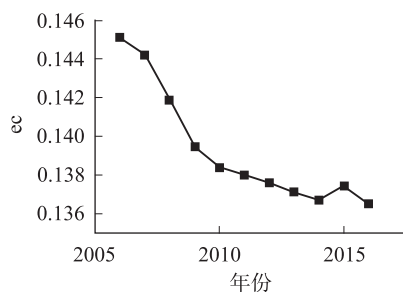


图 2 生态承载力变化图

Fig. 2 The change chart of ecological carrying capacity

3.1.3 生态赤字动态分析

综上所述, 德阳市耕地的生态状况在朝着不好的方向发展, 生态赤字呈扩大趋势。由 2006 年的 -

$1.7257 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$, 逐年增加到 2016 年为 -1.0726 , 平均涨幅为 37.84%, 由趋势图可以看出, 生态赤字的涨幅跟生态承载力的降幅趋势保持一致, 这说明生态承载力和生态足迹的变化对一个地区的生态赤字影响巨大。在降低生态足迹的同时, 必须采取一系列有效措施提高德阳市耕地的生态承载力, 只有德阳市耕地的生态承载力得到提高, 生态赤字情况才能有所缓和, 才能保证耕地的向优性发展。

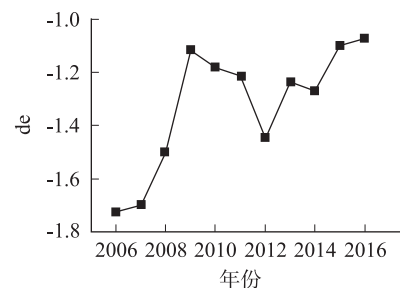


图 3 生态赤字变化图

Fig. 3 Ecological deficit change chart

3.2 德阳市 2006 ~ 2016 年耕地脆弱性计算及变化分析

由表 3 可以看出, ETI 从 2006 年的较安全到

2016年的较不安全,EOI从2006年的很富裕到2016年的极富裕,表明了德阳市经济取得了长足显著的发展,当地居民的生活水平和生活质量得到显著的提高,与之截然不同,耕地的生态承载力却日趋下降,其所承受的环境压力越来越大,由此可得,德阳市社会经济的发展对耕地有一定的依赖性,具体表现就是,耕地系统会呈现相应的脆弱性,这样的结果就是,耕地系统的脆弱性逐渐增强,耕地出现环境问题的可能性会大幅增加。

表3 德阳市耕地脆弱性响应指数变化

Tab.3 Changes of the vulnerability response Index of cultivated land in Deyang city

年份	ETI	EOI	年份	ETI	EOI
2006	0.7394	3.8023	2012	0.7953	4.1557
2007	0.7113	3.883	2013	0.7774	3.9528
2008	0.7264	4.429	2014	0.9676	5.1729
2009	0.8285	4.3177	2015	1.0851	5.8009
2010	0.8077	4.9844	2016	1.1004	5.8827
2011	0.9324	4.2516			

4 讨论与展望

本文基于生态足迹视角,对德阳市耕地的脆弱性进行研究。从德阳市2006~2016年耕地的生态足迹、生态承载力、生态赤字以及脆弱性指数计算结果可以看到,德阳市耕地的生态足迹近10a来人均约在 $1.4000 \text{ hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$ 左右,生态承载力持续下降,生态赤字不断扩大。人均消耗增大,耕地生态承载力减小导致耕地承受的环境压力越来越大。产生这种结果的原因可能有,德阳市作为工业城市,首先其对工业用地面积需求量的增大直接导致耕地面积的减小,因此在后面的工业规划中,为了保证德阳市耕地的流失率不再继续增大,必须对土地进行合理的规划以及对耕地面积倾向性的保护。其次,一些高耗能产业在对社会经济发展贡献力量的同时,也会产生大量的工业废渣废气,是耕地环境受到一定程度的污染的主要原因,耕地污染越大,单位面积产出

率越低,越不利于耕地的可持续发展。因此,要想实现德阳市耕地的可持续发展,保持固有耕地面积的稳定性是一个方面,调整德阳市产业结构,提高德阳市整体生态环境又是另外一个方面。

本文只讨论了基于生态足迹视角下的耕地脆弱性,对于其他利用类型土地的生态足迹没有进行探讨。此方法在何如海^[9]等人对安徽省耕地生态补偿进行研究时曾应用过。但是由于耕地系统属于人文-自然复合系统,同时它又属于土地系统,因此,除了考虑耕地单独的生态足迹对其脆弱性的影响之外,还应考虑土地系统内部林地、建设用地、水域等其他用地类型的生态足迹计算结果加进来之后是否也会对耕地脆弱性有影响,这还需要接下来进一步进行探讨。

参考文献:

- [1] Rees W E, Wackernagel M, Testemale P. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabri iela Island, and Philadelphia: New Society Publishers, 1995.
- [2] 顾康康. 生态承载力的概念及其研究方法[J]. 生态环境学报, 2012, 21(02): 389~396.
- [3] 刘某承, 李文华. 基于净初级生产力的中国各地生态足迹均衡因子测算[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(05): 401~406.
- [4] 刘某承, 李文华, 谢高地. 基于净初级生产力的中国生态足迹产量因子测算[J]. 生态学杂志, 2010, 29(03): 592~597.
- [5] 刘杰. 生态承载力研究方法述评[J]. 农业与技术, 2008(03): 32~34.
- [6] 夏军, 王中根, 左其亭. 生态环境承载力的一种量化方法研究——以海河流域为例[J]. 自然资源学报, 2004(06): 786~794.
- [7] 赵先贵, 马彩虹, 高利峰, 韦良焕. 基于生态压力指数的不同尺度区域生态安全评价[J]. 中国生态农业学报, 2007(06): 135~138.
- [8] 赵先贵, 肖玲, 马彩虹, 韦良焕, 高利峰. 基于生态足迹的可持续评价指标体系的构建[J]. 中国农业科学, 2006(06): 1202~1207.
- [9] 何如海, 许典舟, 孙鹏, 高采烈. 基于生态足迹的安徽省耕地生态补偿评价[J]. 安徽农业大学学报(社会科学版), 2017, 26(04): 28~35.