

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

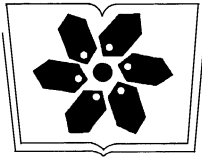
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第6期 Vol.33 No.6 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 6 期

2013 年 3 月 (半月刊)

目 次

专论与综述

- 基于遥感技术的森林健康研究综述..... 高广磊,信忠保,丁国栋,等 (1675)
Agent 农业土地变化模型研究进展..... 余强毅,吴文斌,杨 鹏,等 (1690)

个体与基础生态

- 辽东湾北部近海沙蜃的动态分布..... 王 彬,秦宇博,董 婧,等 (1701)
口虾蛄 proPO 基因全长 cDNA 的克隆与组织表达..... 刘海映,刘连为,姜玉声,等 (1713)
中缅树鼯头骨及下臼齿几何形态与环境的关系..... 朱万龙,贾 婷,黄春梅,等 (1721)
亚热带 3 种树种凋落叶厚度对其分解速率及酶活性的影响..... 季晓燕,江 洪,洪江华,等 (1731)
浙北地区常见绿化树种光合固碳特征..... 张 娇,施拥军,朱月清,等 (1740)
两种高质牧草不同生育期光合生理日变化及光响应特征..... 郭春燕,李晋川,岳建英,等 (1751)
基于 WOFOST 作物生长模型的冬小麦干旱影响评估技术..... 张建平,赵艳霞,王春乙,等 (1762)
基于线粒体 DNA 控制区的斑翅草螽不同地理种群遗传分化研究..... 周志军,尚 娜,刘 静,等 (1770)
圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系..... 胡明行,谭群英,杨道德 (1778)
应用寄生蜂和不育雄虫防控田间橘小实蝇..... 郑思宁,黄居昌,叶光禄,等 (1784)
青蒿素对外生菌根真菌化感效应..... 李 倩,袁 玲,王明霞,等 (1791)

种群、群落和生态系统

- 海湾生态系统健康评价方法构建及在大亚湾的应用..... 李纯厚,林 琳,徐姗姗,等 (1798)
上升流和水团对浙江中部近海浮游动物生态类群分布的影响..... 孙鲁峰,柯 昶,徐兆礼,等 (1811)
半干旱区生态恢复关键生态系统识别——以内蒙古自治区和林县为例.....
..... 彭 羽,高 英,冯金朝,等 (1822)
太岳山油松人工林土壤呼吸对强降雨的响应..... 金冠一,赵秀海,康峰峰,等 (1832)
重庆酸雨区马尾松林凋落物特征及对干旱胁迫的响应..... 王轶浩,王彦辉,于澎湃,等 (1842)

景观、区域和全球生态

- 城市典型水域景观的热环境效应..... 岳文泽,徐丽华 (1852)
外来树种桉树引种的景观生态安全格局..... 赵筱青,和春兰 (1860)
基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究..... 施开放,刁承泰,孙秀峰,等 (1872)
大气 CO₂ 浓度升高对稻田根际土壤甲烷氧化细菌丰度的影响..... 严 陈,许 静,钟文辉,等 (1881)

资源与产业生态

- 基于可变模糊识别模型的海水环境质量评价..... 柯丽娜,王权明,孙新国,等 (1889)
亚热带养殖海湾皱瘤海鞘生物沉积的现场研究..... 闫家国,齐占会,田梓杨,等 (1900)
黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征..... 张丽娜,李 军,范 鹏,等 (1907)

旱作农田不同耕作土壤呼吸及其对水热因子的响应..... 张丁辰,蔡典雄,代 快,等 (1916)

商洛低山丘陵区农林复合生态系统中大豆与丹参的光合生理特性..... 彭晓邦,张硕新 (1926)

外源油菜素内酯对镉胁迫下菊芋幼苗光合作用及镉富集的调控效应..... 高会玲,刘金隆,郑青松,等 (1935)

基于侧柏液流的测定对 Granier 原始公式系数进行校正 刘庆新,孟 平,张劲松,等 (1944)

研究简报

湿地自然保护区保护价值评价方法..... 孙 锐,崔国发,雷 霆,等 (1952)

干热河谷印楝和大叶相思人工林根系生物量及其分布特征..... 高成杰,唐国勇,李 昆,等 (1964)

海滨沙滩单叶蔓荆对沙埋的生理响应特征..... 周瑞莲,王 进,杨淑琴,等 (1973)

宁夏贺兰山、六盘山典型森林类型土壤主要肥力特征 姜 林,耿增超,张 雯,等 (1982)

学术争鸣

小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量及其动态变化..... 侯玲玲,毛子军,孙 涛,等 (1994)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2002)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 328 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说: 亭亭玉立的白桦树——白桦为落叶乔木,可高达 25m,胸径 50cm。其树冠呈卵圆形,树皮白色,纸状分层剥离;叶三角状、卵形或菱状卵形;花单性,雌雄同株。白桦树喜光,耐严寒,对土壤适应性强,喜酸性土,沼泽地、干燥阳坡及湿润阴坡都能生长。常与红松、落叶松、山杨、蒙古栎混生。白桦的天然更新好,生长较快,萌芽强,在人为的采伐迹地或火灾、风灾等自然损毁的迹地里,往往由白桦首先进入,为先锋树种,而形成白桦次生林。白桦分布甚广,我国大、小兴安岭及长白山均有成片纯林,在华北平原和黄土高原山区、西南山地亦为阔叶落叶林及针叶阔叶混交林中的常见树种。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201211231662

施开放,刁承泰,孙秀锋,左太安基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究.生态学报,2013,33(6):1872-1880.

Shi K F, Diao C T, Sun X F, Zuo T A. Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(6): 1872-1880.

基于耕地生态足迹的重庆市耕地 生态承载力供需平衡研究

施开放¹, 刁承泰^{1,2,*}, 孙秀锋^{1,3}, 左太安¹

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715 ;2. 西南大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;

3. 西南大学园艺园林学院, 重庆 400715)

摘要:以耕地生态承载力供需关系为切入点,应用耕地生态足迹模型和 GIS 方法,在修正了 Wackernagel 提出的耕地产量因子的基础上,构建耕地生态承载力供需平衡指数,以 2009 年为例,对重庆市的耕地生态承载力供需平衡状况进行了系统的评价。结果表明:(1)重庆市耕地生态承载力供需空间分布表现出较为明显的不平衡性,总体上从东到西呈现出从富裕到严重超载的空间分布态势,且耕地生态超载区与主城区分布具有较好的吻合性;(2)就县(区)数量而言,重庆市耕地生态赤字区最大,其次是耕地生态盈余区和耕地生态平衡区;就人口数量而言,同样是耕地生态赤字区最大,其次是耕地生态平衡区和耕地生态盈余区;就土地面积而言,耕地生态盈余区最大,其次是耕地生态平衡区,耕地生态赤字区面积最小。重庆市约 3/5 的人口分布在约 4/5 表现为耕地生态平衡或盈余的土地面积上,而约 2/5 的人口集中分布在约 1/5 表现为耕地生态赤字的土地面积上。可为重庆市的区域耕地生态安全预警、土地利用总体规划以及区域可持续发展提供科学依据和决策支持。

关键词:耕地;生态足迹;生态承载力;供需平衡;重庆市

Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method

SHI Kaifang¹, DIAO Chengtai^{1,2,*}, SUN Xiufeng^{1,3}, ZUO Taian¹

1 College of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

2 Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China

3 Horticulture and Landscape College, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: In order to construct the indicators of the balance between supply and demand of the cultivated land ecological carrying capacity, basing on the relation of the cultivated land ecological carrying capacity supply and demand, applying the model of "Cultivated Land Ecological Footprints Method" and the method of GIS and considering the factors of cultivated land production revised by Wackernagel, taking the data of the of 2009 as an example, and then made a systematic evaluation of the balance between supply and demand of the cultivated land ecological carrying capacity of Chongqing. The results indicated that: (1) at the aspect of space: the supply-demand balance of cultivated land ecological carrying capacity of Chongqing city is imbalanced, ranged from significant overloading to affluence from east to west, and the area of overloading coincide with Chongqing Main City; (2) at the number of counties or districts: the most cultivated land ecological deficit area is Chongqing Main City, then the affluent and balanced areas; (3) as the number of population: it's the same situation as the number of counties or districts; (4) as the proportion of the land: the affluent area is the most

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(XDJK2011C025);贵州省科学技术基金(20112033)

收稿日期:2012-11-23; **修订日期:**2013-01-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: diaoct@swu.edu.cn

rate, then the balanced and deficit areas. According to the results, 3/5 of the population in Chongqing lived on the 4/5 of the affluent or balanced cultivated land, and the other 2/5 of the population distributed on the 1/5 ecological deficit cultivated land. All in all, the research can provide the ecological security of the area cultivated land, the overall plan of land use and sustainable development of the area land with scientific evidence and decision support.

Key Words: cultivated land; ecological footprint; ecological carrying capacity; supply-demand balance; Chongqing city

在社会城市化和经济工业化进程迅速发展,地区经济结构和生态环境结构发生系列变化的情况下,探索可持续发展之路以及可持续发展评价已经成为当今社会研究的热点。人类社会要取得发展的可持续性,就必须维持自然资产的存量及其可持续利用。只要人类对自然系统的压力处于地球生态系统的承载力范围内,地球生态系统就是安全的、人类经济社会的发展就处于可持续的范围内^[1]。“生态足迹”的概念由 Rees 和 Wackernagel 等于 1992 年首次提出后^[2-3],因其视角的新颖性引起了国内外学者的关注。该指标提供了一个核算全球、国家以及地区的自然资本利用框架,通过测算人类社会对自然生态服务的需求与自然所能提供的生态服务之间的差距,就可以了解人类社会对生态系统的利用状况,可以在全球、国家和地区尺度上比较人类社会对自然的消费量和自然资本的承载量。国内外学者采用生态足迹模型对不同地区进行了大量的案例研究^[4-7],事实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^[8]。近年来,一些学者将生态足迹理论应用到单项土地类型(耕地)进行了深入研究,而针对耕地进行的区域性研究多集中于中东部省市^[9-10],而关于西南地区省市尤其是重庆市的研究则很少,且这些研究成果往往只是表达了简单的耕地生态盈亏关系^[11-12]或者耕地生态足迹、耕地生态承载力的构成变化^[13-14],没有体现耕地生态供需平衡状况程度或水平。因此,本研究以耕地生态承载力供需关系为切入点,应用耕地生态足迹模型和 GIS 方法,开展重庆市耕地生态承载力供需平衡研究,从耕地生态承载力供需关系角度研究生态安全和耕地保护问题,对于维持重庆市耕地生态系统的完整性和稳定性,维持耕地生态系统的健康与服务功能的可持续性,最终促进重庆市耕地资源的可持续利用,人口和环境协调发展具有很强的实践意义。该研究可为重庆市的耕地生态安全预警、土地利用总体规划以及区域可持续发展提供科学依据和决策支持。

1 研究区概况

重庆市位于我国西南部,是中西部地区唯一的直辖市,东与湖北省、湖南省为邻,南与贵州省相连,西以四川省为界,北与陕西省接壤,地跨东经 105°17′—110°11′、北纬 28°10′—32°13′之间。重庆市位于我国地形第二级台阶上的鄂西山地和川东平行岭谷区,境内地貌类型复杂多样,以中低山和丘陵为主。平坝和台地占幅员面积的 10%,多分布在江河沿岸,丘陵占 64%,多分布在中部和西部,山地占 26%,多分布在南部和北部。主要土壤类型有水稻土、黄壤、石灰土、紫色土等,其中,紫色土是全市分布面积最广的土壤类型。全市地处中纬度,属湿润亚热带季风气候,多年平均气温 15—18℃,多年平均降雨量为 1150.26 mm,表现出明显的年、季变化。全市幅员面积 8.23 万 km²,东西宽 470 km,南北长 450 km,现辖 40 个区县。2009 年,全市总人口(户籍人口)为 3275.61 万人,其中农业人口 2326.92 万人,占总人口比重的 71.04%,人均地区生产总值为 2.29 万元。耕地总面积为 2438387.11 hm²,人均耕地 0.0744 hm²(1.12 亩/人),人地矛盾突出。

2 研究方法数据来源

2.1 耕地生态承载力供需平衡模型

2.1.1 需求模型:耕地生态足迹计算与分析

生态足迹的计算基于以下事实:(1)人类可以确定自身消费的绝大多数资源及其所产生的废弃物的数量;(2)这些资源和废弃物流能转换成相应的生物生产面积。因此,任何已知人口(一个国家、一个地方或某个个人)的生态足迹是生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产总面积(包括陆地和水域)^[15]。耕地作为生态足迹模型的六大类生产型土地之一,根据生态足迹的定义

和计算方法,耕地生态足迹是指生产其消费的资源 and 吸纳其消费引起的废弃物所需要的耕地资源的面积。它通过测量人类对耕地生态服务的需求与区域所能提供的耕地生态服务之间的差距来比较人类对耕地资源的消费量和耕地资源的承载量。具体计算公式如下:

$$EF = N \times ef \quad (1)$$

$$ef = \sum_{i=1}^n rA_i = \sum_{i=1}^n r_i \frac{C_i}{P_i} \quad (2)$$

式中, EF 为区域耕地总生态足迹; N 为区域总人口数; ef 为区域人均耕地生态足迹; i 为消费项目类型; r 为耕地均衡因子; A_i 为区域人均第 i 种消费项目折算的生物生产性耕地面积; C_i 为第 i 种消费项目的区域人均消费量; P_i 为第 i 种消费项目的全球平均生产力。对重庆市的耕地生态足迹和耕地生态承载力进行计算和分析,研究将涉及到耕地的生物产品主要有:稻谷、小麦、玉米、大豆、油料、糖料(甘蔗)、蔬菜。由于均衡因子在长期时间序列中只会发生轻微的调整^[16],因此,采用 Wackernagel 等^[16]于 2004 年修改后的均衡因子:耕地为 2.17。

2.1.2 供给模型:耕地生态承载力计算与分析

耕地生态承载力是区域内真正拥有的生物生产性耕地面积,是一种真实的耕地面积,反映了耕地生态系统对人类活动的供给程度。耕地生态承载力计算公式为:

$$EC = N \times ec \quad (3)$$

$$ec = a \times r \times y \quad (4)$$

式中, EC 为区域耕地总生态承载力; ec 为区域人均耕地生态承载力; a 为人均耕地生物生产性土地面积; y 为耕地产量因子。对于耕地产量因子,大多数学者采用的是 Wackernagel 等在计算中国生态足迹时所采用的产量因子,即耕地为 1.66^[17]。由于重庆市地处我国西南丘陵山区,四川盆地东部,相对于整个中国而言,耕地面积相对较小,因此需要对耕地的产量因子进行修正。其中作物的产量因子是平均产量与全球平均产量的比值^[18],而耕地的产量因子是由不同耕地类型产量因子加权计算所得。本研究以 2009 年重庆市相关数据为例,对耕地产量因子进行了修正,如表 1 所示。此外,原生态足迹模型在计算生态承载力时,在总生物生产性面积中扣除 12% 作为生物多样性保护地^[19]。按照世界环境与发展委员会《我们共同的未来》建议,在总生物生产性面积中扣除 12% 作为生物多样性保护地,而本研究在这里只研究耕地这一单一的生物生产性土地类型,由于重庆市耕地总面积占其土地总面积的 30% 左右,因此,出于各方面谨慎考虑,在参考相关专家建议的基础上,结合重庆市的实际情况,在耕地面积中扣除 3.5% 作为生物多样性保护地。

表 1 2009 年重庆市耕地产量因子计算结果

Table 1 The result of cultivated land yield factors in Chongqing City in 2009

项目 Types	稻谷 Rice	小麦 Wheat	玉米 Corn	大豆 Soybean	油料 Oil-bearing	糖料(甘蔗) Suger (Sugercane)	蔬菜 Vegetables
年产量 Annual production/ 10^4 t	511.30	51.68	244.45	17.04	40.54	11.57	1177.45
种植面积 Crop area/ 10^3 hm ²	682.04	168.21	459.12	85.94	237.03	3.07	552.23
平均产量 Average yield/(kg/hm ²)	7497	3072	5324	1948	1710	37689	21043
全球平均产量 Average yield of world/(kg/hm ²)	4204	3025	5122	2249	1856	69865	18000
作物产量因子 Factor of crop yield	1.78	1.02	1.04	0.87	0.92	0.54	1.17
占总耕地面积比重 Proportion of total cultivated land/%	31.18	7.69	20.99	3.93	10.83	0.14	25.24
耕地产量因子 Factor of cultivated land	1.28						

2.1.3 供需平衡模型:耕地生态承载力供需平衡指数

在对重庆市耕地生态供给和需求状况进行研究的基础上,本研究引入耕地生态承载力供需平衡指数

(*EI*)对区域耕地生态供需平衡关系进行研究。*EI*是指区域人均耕地生态足迹和人均耕地生态承载力之间的比值,反映了耕地生态资源供给和需求关系:

$$EI = \frac{ef}{ec} \quad (5)$$

当 *ef* 大于 *ec* 时,说明人类对耕地生态系统需求大于耕地生态系统供给,表现为区域的耕地生态赤字。当 *ef* 等于 *ec* 时,说明人类对耕地生态系统需求等于耕地生态系统供给,表现为区域的耕地生态平衡。当 *ef* 小于 *ec* 时,说明人类对耕地生态系统需求小于耕地生态系统供给,表现为区域的耕地生态盈余。因此,根据 *EI* 的大小关系,可以将重庆市的耕地生态承载力供需平衡划分为耕地生态赤字区、耕地生态平衡区、耕地生态盈余区 3 种类型区。理论上,当 *ef* 等于 *ec* 时(即 *EI* 等于 1),区域表现为耕地生态平衡,但鉴于现实中这种情况较少,因此,本研究将范围上下浮动 0.2 作为平衡区,即 *EI* 介于 0.8—1.2 为耕地生态平衡区,*EI* 小于等于 0.8 为耕地生态盈余区,*EI* 大于 1.2 为耕地生态赤字区。最后,分别根据耕地生态赤字区、耕地生态平衡区和耕地生态盈余区 *EI* 值的范围,依据其与平均值的关系作为判定赤字或盈余的差异程度,将耕地生态承载力供需平衡进一步划分为 8 个二级级别,具体评价标准如表 2 所示。

表 2 基于 *EI* 的重庆市耕地生态承载力供需平衡分级评价标准

Table 2 The evaluation criteria based on index of cultivated land ecological carrying capacity for cultivated land ecological carrying capacity supply and demand balance

类型 Types	耕地生态承载状况 Cultivated land ecological carrying situation	<i>EI</i>
耕地生态赤字 Cultivated land ecological deficit	严重超载 过载 超载	$EI > 1.8$ $1.5 < EI \leq 1.8$ $1.2 < EI \leq 1.5$
耕地生态平衡 Cultivated land ecological balance	临界超载 平衡有余	$1 < EI \leq 1.2$ $0.8 < EI \leq 1$
耕地生态盈余 Cultivated land ecological affluent	盈余 富裕 富富有余	$0.5 < EI \leq 0.8$ $0.2 < EI \leq 0.5$ $EI \leq 0.2$

2.2 研究数据来源

重庆市稻谷、小麦、玉米、大豆、油料、糖料(甘蔗)、蔬菜以及人口、DGP、其他自然地理状况数据来源于 2010 年《重庆统计年鉴》、《2009 年重庆市国民经济和社会发展统计公报》和重庆市各区县统计年鉴;全球稻谷、小麦、玉米、大豆、油料、糖料(甘蔗)、蔬菜等相关数据来源于 2010 年《国际统计年鉴》;2009 年重庆市耕地资源数据和行政区划图等相关数据均来源于重庆市国土资源与房屋管理局。

3 结果与分析

3.1 重庆市耕地生态足迹评价

2009 年重庆市县(区)均总耕地生态足迹为 202121 hm^2 ,人均耕地生态足迹为 0.25 hm^2 。依据和重庆市县(区)均总耕地生态足迹、人均耕地生态足迹的比值大小,本研究将重庆市 40 个县(区)的总耕地生态足迹和人均耕地生态足迹分为 5 类(图 1)。研究结果表明,重庆市分县(区)总耕地生态足迹和人均耕地生态足迹均为低值区占主体,总耕地生态足迹高值区主要集中于一小时经济圈内的渝中区、大渡口区、江北区、合川区、江津区等县(区)以及渝东北翼的万州区(图 1);而人均耕地生态足迹高值区亦分布于一小时经济圈内的渝中区、沙坪坝区、北碚区等主城区的八大县(区)(巴南区除外)以及渝东北翼的万州区(图 1)。总体来看,重庆市各个县(区)的总耕地生态足迹和人均耕地生态足迹的分布具有很好的空间一致性。这是因为人均耕地生态足迹大的区县不仅仅社会经济发展水平较高,而且往往分布着较多的人口,导致其总耕地生态足迹更大。从表 3 中可以看出,重庆市一小时经济圈的县(区)均总耕地生态足迹、总人口以及人均耕地生态足迹均大于

渝东北翼和渝东南翼(重庆市一小经济圈主要包括渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区、巴南区、万盛区、双桥区、涪陵区、长寿区、江津区、合川区、永川区、南川区、綦江县、潼南县、铜梁县、大足县、荣昌县和璧山县 23 个区县;渝东北翼主要包括万州区、梁平县、城口县、丰都县、垫江县、忠县、开县、云阳县、奉节县、巫山县和巫溪县 11 个区县;渝东南翼主要包括黔江区、武隆县、石柱县、秀山县、酉阳县和彭水县 6 个区县。)

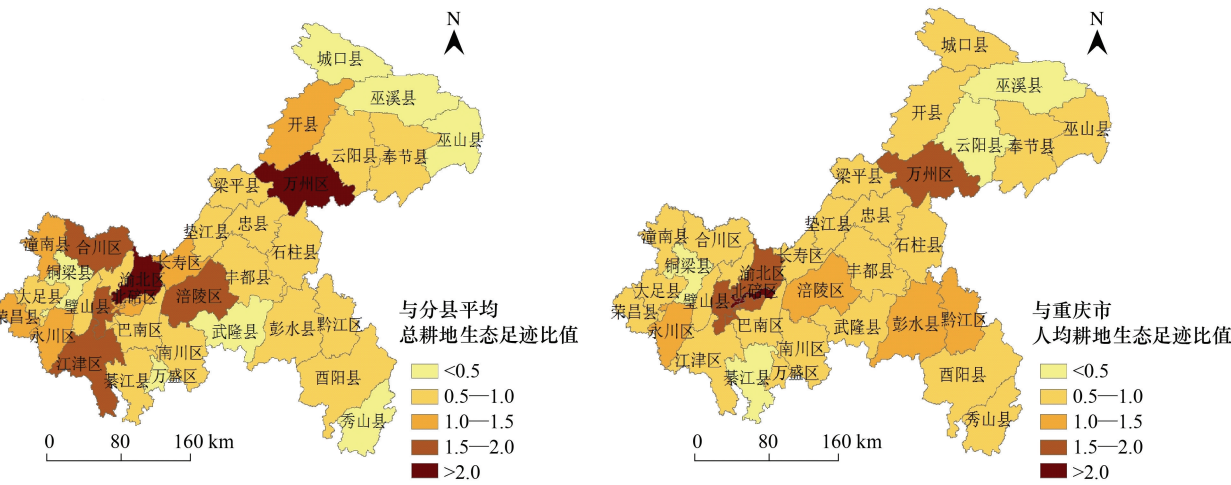


图 1 重庆市区县(区)总耕地生态足迹和人均耕地生态足迹

Fig. 1 Evaluation of total cultivated land ecological footprint and footprint per capita of Chongqing City at county level

表 3 重庆市一小时经济圈、渝东北翼、渝东南翼县(区)均总耕地生态足迹、总人口以及人均耕地生态足迹比较

Table 3 Comparison of EF, population and ef in One-Hour Economic Circle, Northeast and Southeast of Chongqing City

区域 Area	EF 均值/hm ² EF Mean value	总人口/10 ⁴ 人 The total population	ef 均值/(hm ² /人) ef Mean value
一小时经济圈 One-Hour Economic Circle	223047	1829.44	0.30
渝东北翼 Northeast of Chongqi	200041	1083.84	0.19
渝东南翼 Southeast of Chongqi	125721	362.33	0.21

3.2 重庆市耕地生态承载力评价

2009 年重庆市区县(区)均总耕地生态承载力为 169321 hm²,人均耕地生态承载力为 0.20 hm²。同样的,根据与重庆市均值比重大小,分 5 类对其空间分布格局进行展示(图 2)。重庆市总耕地生态承载力高值区分布比较分散,三大区域(一小时经济圈、渝东北翼、渝东南翼)的县(区)均有分布(图 2),而人均耕地生态承载力高值区则主要分布于渝东南翼的武隆县、彭水县、黔江区等县(区),低值区则主要集中于主城区的八大县(区)(巴南区除外)以及万盛区、双桥区。分县(区)人口分布的差异性是造成总耕地生态承载力和人均耕地生态承载力空间分布不尽匹配的主要原因。总耕地生态承载力高值区往往居住着较多的人口,导致其总耕地生态承载力较高;虽然都市区的八大县(区)以及万盛区、双桥区的人口密度较高,但是由于其人均耕地生态承载力非常小(渝中区甚至没有耕地),所以造成其总耕地生态承载力不高;而渝东南翼的武隆县、彭水县、黔江区等县(区)虽然人口密度不大,但人均耕地生态承载力极高,导致其同样成为总耕地生态承载力高值区。

3.3 重庆市耕地生态承载力供需平衡评价

在分析重庆市耕地生态供需平衡的基础上,根据耕地生态承载供需平衡指数(EI)和分级标准,对重庆市区县(区)耕地生态承载状况进行研究,如表图 3 和表 4 所示。

依据重庆市区县(区)人均耕地生态供需平衡比所反映出的区域耕地生态盈亏空间格局来看,就县(区)个数而言,耕地生态赤字区最多,共有县(区)16 个,占全市总县(区)个数的 40%;耕地生态盈余区次之,共有

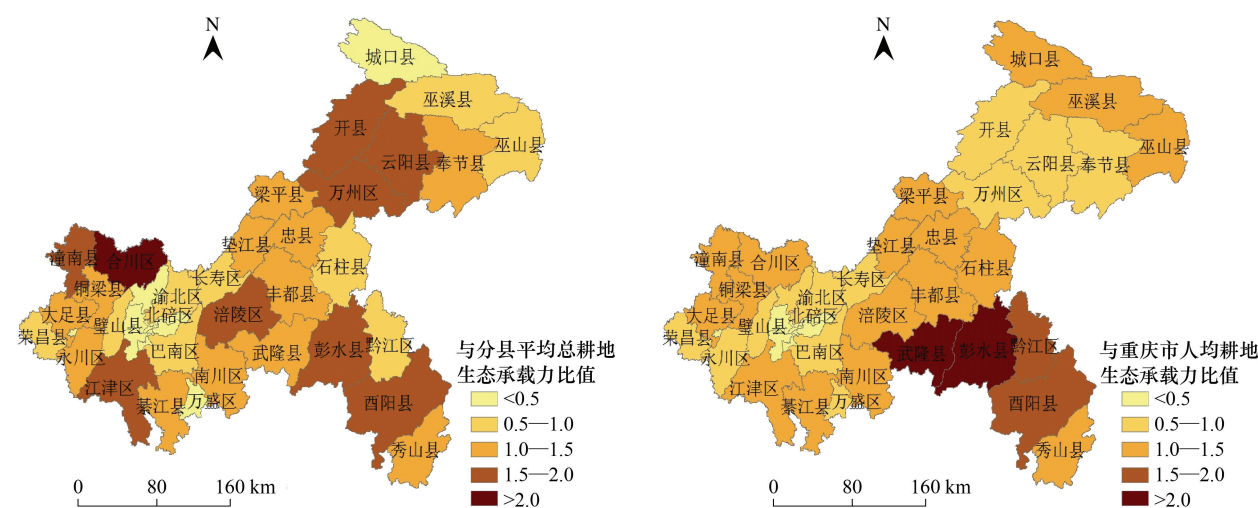


图2 重庆市分县(区)总耕地生态承载力和人均耕地生态承载力

Fig. 2 Evaluation of total cultivated land ecological carrying capacity and cultivated land carrying capacity per capita of Chongqing City at county level

县(区)13个,占全市总县(区)个数的32.50%;耕地生态平衡区最少,共有县(区)11个,占全市总县(区)个数的27.50%。就所容纳的人口数来看,耕地生态赤字区同样最多,容纳人口1203.57万人,约占全市总人口数的36.74%;耕地生态平衡区次之,容纳人口1160.98万人,约占全市总人口数的35.44%;耕地生态盈余区最少,容纳人口911.06万人,约占全市总人口数的27.81%。而就土地面积来看,耕地生态盈余区最大,约40326 km²,约占全市土地总面积的49.02%;耕地生态平衡区次之,约25441 km²,约占全市土地总面积的30.92%;耕地生态赤字区最少,约16502 km²,约占全市土地总面积的20.06%。

(1) 耕地生态赤字区

共有16个县(区),人口、土地面积分别占全市总人口、土地总面积的36.74%和20.06%。其中:严重超载区,包括县(区)10个,占全市总县(区)个数的25.00%,人口690.89万人,约占全市总人口的21.09%,土地面积7089 km²,约占全市土地总面积的8.62%,主要分布于一小时经济圈内的主城区的八大县(区)、双桥区以及渝东北翼的万州区;从空间分布来看,耕地生态严重超载区与主城区分布具有较好的吻合性。这些地区人口密度大,城市化水平和工业化程度高,加上耕地资源较少,因此导致其耕地生态足迹远远大于耕地生态承载力。过载区,包括县(区)2个,占全市总县(区)个数的5.00%,人口137.24万人,约占全市总人口的4.19%,土地面积2138 km²,约占全市土地总面积的2.60%,主要分布于一小时经济圈内的主城区的万盛区和永川区;超载区,包括县(区)4个,占全市总县(区)个数的10.00%,人口375.44万人,约占全市总人口的11.46%,土地面积7275 km²,约占全市土地总面积的8.84%,主要分布于一小时经济圈内的长寿区、涪陵区、巴南区和荣昌县。

(2) 耕地生态平衡区

共有11个县(区),人口、土地面积分别占全市总人口、土地总面积的35.44%和30.92%。其中:临界超

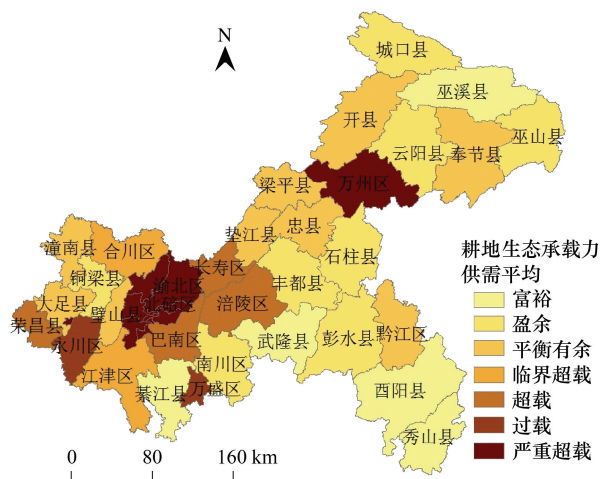


图3 重庆市耕地生态承载力供需平衡空间格局

Fig. 3 Spatial patterns of cultivated land ecological carrying capacity supply and demand balance of Chongqing City

载区,包括县(区)2个,占全市总县(区)个数的5.00%,人口303.43万人,约占全市总人口的9.26%,土地面积5489 km²,约占全市土地总面积的6.67%,主要分布于一小时经济圈内的江津区和合川区;平衡有余区,包括县(区)9个,占全市总县(区)个数的22.50%,人口857.55万人,约占全市总人口的26.18%,土地面积19952 km²,约占全市土地总面积的24.25%,其分布比较零算,既包括一小时经济圈内的潼南县、璧山县等县(区),也包括渝东北翼的梁平县、忠县等县(区)以及渝东南翼的黔江区。

(3) 耕地生态盈余区

共有13个县(区),人口、土地面积分别占全市总人口、土地总面积的27.81%和49.02%。其中:盈余区,包括县(区)8个,占全市总县(区)个数的20.00%,人口575.34万人,约占全市总人口的17.56%,土地面积23614 km²,约占全市土地总面积的28.70%,主要分布于一小时经济圈内的铜梁县、南川区以及渝东北翼的城口县、巫山县等4个县(区)和渝东南翼的彭水县、石柱县;富裕区,包括县(区)5个,占全市总县(区)个数的12.50%,人口335.72万人,约占全市总人口的10.25%,土地面积16712 km²,约占全市土地总面积的20.31%,主要集中分布于渝东南翼的酉阳县、秀山县、武隆县以及一小时经济圈内的綦江县和渝东北翼的巫溪县。

总之,重庆市耕地生态承载力供需空间分布表现出较为明显的不平衡性,总体上从东到西呈现出从富裕到严重超载的空间分布态势。可以明显的看出,耕地生态平衡区和耕地生态盈余区人口约占全市总人口的63.25%,土地面积却约占全市土地总面积的79.84%;而耕地生态赤字区占土地面积的20.06%,却承载着全市36.74%的人口。换言之,从耕地生态承载力的角度出发,重庆市约3/5的人口分布在约4/5表现为耕地生态平衡或盈余的土地面积上,而约2/5的人口集中分布在约1/5表现为生态赤字的土地面积上。从中可以看出,重庆市耕地生态承载力失衡已较为严重。与此同时,耕地生态赤字区主要分布于一小时经济圈内的主城区的(县)区,这些地区人口密度大,且流动人口迁入较为集中。随着城市化进程的不断加快,耕地不断被占用,有限的空间内将容纳更多的人口,势必会加剧这些(县)区的耕地生态赤字,导致生态环境的进一步恶化。与此同时,重庆市作为长江上游的生态屏障区,发挥着涵养水源、净化环境、气候调节、水土保持以及生物多样性保育等重要的生态功能,对整个长江流域的生产和生活都具有决定性的影响。因此,重庆市在制定生态安全区划、土地利用总体规划决策的同时,要妥善协调好生态环境保护与耕地保护之间的关系,并有必要将耕地生态承载力供需平衡状况作为决策制定和实施的重要依据。

表4 基于EI的重庆市耕地生态承载力供需平衡评价

Table 4 Evaluation of cultivated land ecological carrying capacity supply and demand balance of Chongqing City

类型 Area	耕地生态承载状况 Cultivated land ecologica carrying situation	分县(区) County (district)		人口 Population		土地 Land	
		数量 /个	比重 /%	数量 /km ²	比重 /%	数量 /km ²	比重 /%
耕地生态赤字区 Cultivated land ecological deficit area	严重超载	10	25.00	690.89	21.09	7089	8.62
	过载	2	5.00	137.24	4.19	2138	2.60
	超载	4	10.00	375.44	11.46	7275	8.84
	小计	16	40.00	1203.57	36.74	16502	20.06
耕地生态平衡区 Cultivated land ecological balance area	临界超载	2	5.00	303.43	9.26	5489	6.67
	平衡有余	9	22.50	857.55	26.18	19952	24.25
	小计	11	27.50	1160.98	35.44	25441	30.92
耕地生态盈余区 Cultivated land ecological affluent area	盈余	8	20.00	575.34	17.56	23614	28.70
	富裕	5	12.50	335.72	10.25	16712	20.31
	富富有余	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	小计	13	32.50	911.06	27.81	40326	49.02
总计 Total		40	100.00	3275.61	100.00	82269	100.00

4 结论与讨论

应用耕地生态足迹模型来衡量人类对耕地资源的利用程度以及可持续发展状况,与实际的耕地生态承载力进行比较,可以确定区域的耕地生态安全状况,这是评价区域耕地生态状况的一个比较好的方法。但是针对西南丘陵山区尤其是重庆市的耕地生态承载力供需平衡研究至今未见。因此,本研究以耕地生态承载力供需关系为切入点,应用耕地生态足迹模型,以 2009 年为例,对重庆市耕地生态承载力供需平衡进行了研究,研究结论如下:(1)重庆市耕地生态承载力供需空间分布表现出较为明显的不平衡性,总体上从东到西呈现出从富裕到严重超载的空间分布态势。从空间分布上看,重庆市耕地生态承载力供需之间已经失衡,且耕地生态超载区与主城区分布具有较好的吻合性;(2)就县(区)数量而言,重庆市耕地生态赤字区最大,其次是耕地生态盈余区和耕地生态平衡区;就人口数量而言,耕地生态赤字区最大,其次是耕地生态平衡区和耕地生态盈余区;就土地面积而言,耕地生态盈余区最大,其次是耕地生态平衡区,耕地生态赤字区面积最小。总之,重庆市约 3/5 的人口分布在约 4/5 表现为耕地生态平衡或盈余的土地面积上,而约 2/5 的人口集中分布在约 1/5 表现为生态赤字的土地面积上。

最后,需要指出本研究中的几点问题:(1)研究中计算所采用的数据部分来自于统计资料,而统计资料的准确度的高低对耕地生态足迹的最终计算结果影响很大。在选取数据的过程中,只选取一些主要的、连续变化的数据,选取的耕地消费性项目的指标体系还不是很完善。对于特定区域选取的均衡因子和产量因子也有待进行研究。(2)在耕地生态足迹计算过程中,由于县域消费品贸易数据无法获得,因此在一定程度上影响了计算结果的准确性,但由于该部分数据较小,所以对最后结果影响不大。(3)由于耕地生态指标是一种基于现状静态数据的分析方法,其计算结果不能反映未来的发展趋势。鉴于重庆市近年来耕地资源开发利用过程中的问题,如建设占用耕地、土地退化等,耕地生态承载力供给势必会有所减少。本研究对耕地生态承载力的计算结果是较为乐观的,导致部分县(区)的耕地生态承载供需平衡指数也相对较为乐观,但这不会对整个重庆市的耕地生态承载力供需平衡空间格局特征产生本质影响。

References:

- [1] Zhang Z Q, Xu Z M, Cheng G D, Chen D J. The ecological footprints of the 12 provinces of West China in 1999. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(5): 599-610.
- [2] Rees W E, Wackernagel M, Testemale P. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriela Island, and Philadelphia: New Society Publishers, 1995.
- [3] Rees W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 1992, 4(2): 121-130.
- [4] Huang L N, Zhang W X, Jiang C L, Fan X Q. Ecological footprint method in water resources assessment. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(3): 1279-1286.
- [5] Lai L, Huang X J. Assessment of ecological footprint of national general land use planning in China. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2005, 21(2): 66-71.
- [6] Fei L J, Huang B Y, Sun S X. Ecological foot-print model of land consolidation project in Shaanxi Province. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(8): 80-83.
- [7] Liu D, Feng Z M, Yang Y Z. Ecological balance between supply and demand in China using ecological footprint method. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(4): 614-624.
- [8] Chen X P, Cui L X, Xu X Y, Li H J. Analysis on sustainability of cultivated land in Gaotai County based on ecological footprint model. *Journal of Northwest Normal University: Natural Science*, 2012, 48(4): 90-93.
- [9] Liu Q P, Lin Z S, Feng N H. A modified ecological footprint model and its application to the evaluation of cropland use in Jinagsu Province. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(10): 1685-1689.
- [10] Li B Y, Zheng G J. Sustainable use of arable land in Xinxiang City based on the ecological footprint model. *Journal of Shanxi Teachers University: Natural Science*, 2012, 26(2): 94-98.
- [11] Wang Y P, Yu L J, Lu Y. Dynamic study on ecological footprints of cultivated land in Henan Province based on energy analysis. *Environmental Science and Management*, 2010, 35(10): 144-148.

- [12] Yang L L, Liu X P. Dynamic analysis of cultivated land ecological footprint in Xinjiang during 1995—2007. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2010, 47(7): 1456-1460.
- [13] Zhu L Q, Chen C Q, Bian X M. Modified model of ecological carrying capacity of cropland based on heavy metal pollution. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2009, 25(3): 21-24, 29-29.
- [14] Cui L X, Chen X P, Xu X Y, Zhang J, Li H J. Dynamic analysis of ecological footprint of cultivated land in Gaotai's Towns. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2012, 30(4): 213-217.
- [15] Liu Q P, Lin Z S. Dynamic analysis and prediction on ecological footprint of Jiangsu's Cropland. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(4): 594-601.
- [16] Wackernagel M, Monfreda C, Erb K H, Haberl H, Schulz N B. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961—1999 comparing the conventional approach to an actual land area approach. *Land Use Policy*, 2004, 21(3): 261-269.
- [17] Wackemagel M, Onisto L, Bello P, Linares A C, Falfán I S L, García J M, Guerrero A I S, Guerrero M G S. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 1999, 29(3): 375-390.
- [18] Wang J H, Ren Z Y, Su Y L. Evaluation of ecological carrying capacity based on ecological footprint model in Xi'an during 1997—2009. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2012, 30(1): 224-229, 237-237.
- [19] Chen C Z, Lin Z S. Dynamic study of component percentages of per capita ecological footprint and biocapacity in China, 1995—2015. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(12): 1523-1533.

参考文献:

- [1] 张志强, 徐中民, 程国栋, 陈东景. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹. *地理学报*, 2001, 56(5): 599-610.
- [4] 黄林楠, 张伟新, 姜翠玲, 范晓秋. 水资源生态足迹计算方法. *生态学报*, 2008, 28(3): 1279-1286.
- [5] 赖力, 黄贤金. 全国土地利用总体规划目标的生态足迹评价研究. *农业工程学报*, 2005, 21(2): 66-71.
- [6] 费良军, 黄宝友, 孙胜祥. 陕西省土地整理工程生态承载力模型. *农业工程学报*, 2008, 24(8): 80-83.
- [7] 刘东, 封志明, 杨艳昭. 基于生态足迹的中国生态承载力供需平衡分析. *自然资源学报*, 2012, 27(4): 614-624.
- [8] 陈兴鹏, 崔理想, 许新宇, 李恒吉. 基于生态足迹的高台县耕地可持续利用分析. *西北师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 48(4): 90-93.
- [9] 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. *生态学杂志*, 2007, 26(10): 1685-1689.
- [10] 李保茵, 郑国璋. 基于生态足迹模型的新乡市耕地可持续利用研究. *山西师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 26(2): 94-98.
- [11] 王燕鹏, 于鲁冀, 卢艳. 基于能值分析的河南省耕地生态足迹动态研究. *环境科学与管理*, 2010, 35(10): 144-148.
- [12] 杨蕾蕾, 刘新平. 1995—2007 年新疆耕地生态足迹动态分析. *新疆农业科学*, 2010, 47(7): 1456-1460.
- [13] 朱利群, 陈长青, 卞新民. 基于重金属污染的耕地生态承载力改进模型研究. *生态与农村环境学报*, 2009, 25(3): 21-24, 29-29.
- [14] 崔理想, 陈兴鹏, 许新宇, 张金, 李恒吉. 高台县所辖乡镇耕地生态足迹动态分析. *干旱地区农业研究*, 2012, 30(4): 213-217.
- [15] 刘钦普, 林振山. 江苏省耕地利用可持续性动态分析及预测. *自然资源学报*, 2009, 24(4): 594-601.
- [18] 王建洪, 任志远, 苏雅丽. 基于生态足迹的 1997—2009 年西安市土地生态承载力评价. *干旱地区农业研究*, 2012, 30(1): 224-229, 237-237.
- [19] 陈成忠, 林振山. 中国生态足迹和生物承载力构成比例变化分析. *地理学报*, 2009, 64(12): 1523-1533.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 6 March, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

- Forest health studies based on remote sensing: a review GAO Guanglei, XIN Zhongbao, DING Guodong, et al (1675)
- Progress of agent-based agricultural land change modeling: a review YU Qiangyi, WU Wenbin, YANG Peng, et al (1690)

Autecology & Fundamentals

- Dynamic distribution of *Nemopilema nomurai* in inshore waters of the northern Liaodong Bay, Bohai Sea WANG Bin, QIN Yubo, DONG Jing, et al (1701)
- Full length cDNA cloning and tissue expression of prophenoloxidase from *Oratosquilla oratoria* LIU Haiying, LIU Lianwei, JIANG Yusheng, et al (1713)
- Morphometrics investigation of the skulls, mandibles and molar in *Tupaia belangeri* from Yunnan, Guizhou, Guangxi ZHU Wanlong, JIA Ting, HUANG Chunmei, et al (1721)
- Effects of litter thickness on leaf litter decomposition and enzyme activity of three trees in the subtropical forests JI Xiaoyan, JIANG Hong, HONG Jianghua, et al (1731)
- The photosynthetic carbon fixation characteristics of common tree species in northern Zhejiang ZHANG Jiao, SHI Yongjun, ZHU Yueqing, et al (1740)
- Diurnal changes in the photosynthetic characteristics of two high yield and high quality grasses during different stages of growth and their response to changes in light intensity GUO Chunyan, LI Jinchuan, YUE Jianying, et al (1751)
- Evaluation technology on drought disaster to yields of winter wheat based on WOFOST crop growth model ZHANG Jianping, ZHAO Yanxia, WANG Chunyi, et al (1762)
- Genetic diversity of *Conocephalus maculatus* of different geographic populations based on mitochondrial DNA control region analysis ZHOU Zhijun, SHANG Na, LIU Jing, et al (1770)
- Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus* HU Minghang, TAN Qunying, YANG Daode (1778)
- The field control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) with parasitoid and sterile male ZHENG Sining, HUANG Juchang, YE Guanglu, et al (1784)
- Allelopathic effects of artemisinin on ectomycorrhizal fungi LI Qian, YUAN Ling, WANG Mingxia, et al (1791)

Population, Community and Ecosystem

- Establishment of integrated methodology for bay ecosystem health assessment and its application in Daya Bay LI Chunhou, LIN Lin, XU Shannan, et al (1798)
- The influence of upwelling and water mass on the ecological group distribution of zooplankton in Zhejiang coastal waters SUN Lufeng, KE Chang, XU Zhaoli, et al (1811)
- Identification of key ecosystem for ecological restoration in semi-arid areas: a case study in Helin County, Inner Mongolia PENG Yu, GAO Ying, FENG Jinzhao, et al (1822)
- The great rainfall effect on soil respiration of *Pinus tabulaeformis* plantation in Taiyue Mountain JIN Guanyi, ZHAO Xiuhai, KANG Fengfeng, et al (1832)
- The litter-fall characteristics and their response to drought stress in the Masson pins forests damaged by acid rain at Chongqing, China WANG Yihao, WANG Yanhui, YU Pengtao, et al (1842)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Thermal environment effect of urban water landscape YUE Wenzhe, XU Lihua (1852)
- Landscape ecological security pattern associated with the introduction of exotic tree species *Eucalyptus* ZHAO Xiaoqing, HE Chunlan (1860)
- Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method SHI Kaifang, DIAO Chengtai, SUN Xiufeng, et al (1872)
- Effect of elevated CO₂ on methanotrophs in the rhizosphere of rice plant YAN Chen, XU Jing, ZHONG Wenhui, et al (1881)

Resource and Industrial Ecology

- The seawater environment quality evaluation research base on variable fuzzy pattern recognition model KE Lina, WANG Quanming, SUN Xinguo, et al (1889)
- An *in situ* study on biodeposition of ascidian (*Styela plicata*) in a subtropical aquaculture bay, southern China YAN Jiaguo, QI Zhanhui, TIAN Ziyang, et al (1900)
- Distribution of soil NPK nutrient content in deep soil profile of typical apple orchards on the Loess Plateau ZHANG Lina, LI Jun, FAN Peng, et al (1907)
- Soil respiration and its responses to soil moisture and temperature under different tillage systems in dryland maize fields ZHANG Dingchen, CAI Dianxiong, DAI Kuai, et al (1916)
- Photosynthetic characteristics of soybean and salvia in an agroforestry system in the Hilly Region, Shangluo, China PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (1926)
- Regulation of exogenous brassinosteroid on growth and photosynthesis of *Helianthus tuberosus* seedlings and cadmium biological enrichment under cadmium stress GAO Huiling, LIU Jinlong, ZHENG Qingsong, et al (1935)
- Calibration coefficients of Granier original formula based on sap flow of *Platycladus orientalis* LIU Qingxin, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (1944)

Research Notes

- An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP SUN Rui, CUI Guofa, LEI Ting, et al (1952)
- Root biomass and its distribution of *Azadirachta indica* and *Acacia auriculiformis* plantations in the Dry-hot Valley GAO Chengjie, TANG Guoyong, LI Kun, et al (1964)
- Physiological response of *Vitex trifolia* to sand burial in the sand coast ... ZHOU Ruilian, WANG Jin, YANG Shuqin, et al (1973)
- Soil fertility under different forest types in the Helan and Liupan Mountain ranges of Ningxia Province JIANG Lin, GENG Zengchao, ZHANG Wen, et al (1982)

Opinions

- Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China HOU Lingling, MAO Zijun, SUN Tao, et al (1994)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 6 期 (2013 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 6 (March, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元