

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

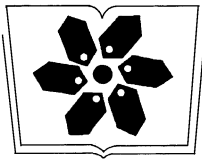
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第7期 Vol.32 No.7 **2012**

中国生态学会
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 32 卷 第 7 期

2012 年 4 月 (半月刊)

目 次

城市生态景观研究的基础理论框架与技术构架	孙然好, 许忠良, 陈利顶, 等 (1979)
拟南芥芥子酸酯对 UV-B 辐射的响应	李 敏, 王 垠, 牟晓飞, 等 (1987)
蛋白核小球藻对 Pb(II) 和 Cd(II) 的生物吸附及其影响因素	姜 晶, 李 亮, 李海鹏, 等 (1995)
梨枣在果实生长期对土壤水势的响应	韩立新, 汪有科, 张琳琳 (2004)
产业生态系统资源代谢分析方法	施晓清, 杨建新, 王如松, 等 (2012)
基于物质流和生态足迹的可持续发展指标体系构建——以安徽省铜陵市为例	 赵卉卉, 王 远, 谷学明, 等 (2025)
河北省县域农田生态系统供给功能的健康评价	白琳红, 王 卫, 张 玉 (2033)
温郁金内生真菌 <i>Chaetomium globosum</i> L18 对植物病原菌的抑菌谱及拮抗机理	 王艳红, 吴晓民, 朱艳萍, 等 (2040)
基于稳定碳同位素技术的华北低丘山区核桃-小麦复合系统种间水分利用研究	 何春霞, 孟 平, 张劲松, 等 (2047)
云贵高原喀斯特坡耕地土壤微生物量 C、N、P 空间分布	张利青, 彭晚霞, 宋同清, 等 (2056)
水稻根系通气组织与根系泌氧及根际硝化作用的关系	李奕林 (2066)
苹果绵蚜对不同苹果品种春梢生长期生理指标的影响	王西存, 于 毅, 周洪旭, 等 (2075)
磷高效转基因大豆对根际微生物群落的影响	金凌波, 周 峰, 姚 涓, 等 (2082)
基于 MODIS-EVI 数据和 Symlet11 小波识别东北地区水稻主要物候期	 徐岩岩, 张佳华, YANG Limin (2091)
基于降水利用比较分析的四川省种植制度优化	王明田, 曲辉辉, 杨晓光, 等 (2099)
气候变暖对东北玉米低温冷害分布规律的影响	高晓容, 王春乙, 张继权 (2110)
施肥对巢湖流域稻季氨挥发损失的影响	朱小红, 马中文, 马友华, 等 (2119)
丛枝菌根真菌对积根净离子流及锌污染下积苗矿质营养的影响	肖家欣, 杨 慧, 张绍铃 (2127)
不同 R:FR 值对菊花叶片气孔特征和气孔导度的影响	杨再强, 张 静, 江晓东, 等 (2135)
神农架海拔梯度上 4 种典型森林凋落物现存量及其养分循环动态	刘 蕾, 申国珍, 陈芳清, 等 (2142)
黄土高原刺槐人工林地表凋落物对土壤呼吸的贡献	周小刚, 郭胜利, 车升国, 等 (2150)
贵州雷公山秃杉种群生活史特征与空间分布格局	陈志阳, 杨 宁, 姚先铭, 等 (2158)
LAS 测算森林冠层上方温度结构参数的可行性	郑 宁, 张劲松, 孟 平, 等 (2166)
基于 RS/GIS 的重庆缙云山自然保护区植被及碳储量密度空间分布研究	 徐少君, 曾 波, 苏晓磊, 等 (2174)

模拟氮沉降增加对寒温带针叶林土壤 CO₂ 排放的初期影响 温都如娜,方华军,于贵瑞,等 (2185)

桂江流域附生硅藻群落特征及影响因素..... 邓培雁,雷远达,刘 威,等 (2196)

小浪底水库排沙对黄河鲤鱼的急性胁迫..... 孙麓垠,白音包力皋,牛翠娟,等 (2204)

上海池塘养殖环境成本——基于双边界二分式 CVM 法的实证研究 唐克勇,杨正勇,杨怀宇,等 (2212)

稻纵卷叶螟绒茧蜂对寄主的搜索行为 周 慧,张 扬,吴伟坚 (2223)

农林复合系统中灌木篱墙对异色瓢虫种群分布的影响..... 严 飞,周在豹,王 朔,等 (2230)

苹果脱乙酰几丁质发酵液诱导苹果叶片对斑点落叶病的早期抗性反应.....

..... 王荣娟,姚允聪,戚亚平,等 (2239)

专论与综述

气候变化影响下海岸带脆弱性评估研究进展..... 王 宁,张利权,袁 琳,等 (2248)

外来红树植物无瓣海桑引种及其生态影响 彭友贵,徐正春,刘敏超 (2259)

问题讨论

城市污泥生物好氧发酵对有机污染物的降解及其影响因素..... 余 杰,郑国砥,高 定,等 (2271)

4 种绿化树种盆栽土壤微生物对柴油污染响应及对 PAHs 的修复 闫文德,梁小翠,郑 威,等 (2279)

研究简报

云南会泽铅锌矿废弃矿渣堆常见植物内生真菌多样性..... 李东伟,徐红梅,梅 涛,等 (2288)

南方根结线虫对不同砧木嫁接番茄苗活性氧清除系统的影响 梁 朋,陈振德,罗庆熙 (2294)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 322 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2012-04



封面图说: 站立的仓鼠——仓鼠为小型啮齿类动物,栖息于荒漠、荒漠草原等地带的洞穴之中。白天他们往往会躲在洞穴中睡觉和休息,以避开天敌的攻击,偶尔也会出来走动,站立起来警惕地四处张望。喜欢把食物藏在腮的两边,然后再走到安全的地方吐出来,由此得仓鼠之名。它们的门齿会不停的生长,所以它们的上下门齿必须不断啃食硬东西来磨牙,一方面避免门齿长得太长,妨碍咀嚼,一方面保持门牙的锐利。仓鼠以杂草种子、昆虫等为食。

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

DOI: 10.5846/stxb201108181214

白琳红,王卫,张玉. 河北省县域农田生态系统供给功能的健康评价. 生态学报, 2012, 32(7): 2033-2039.

Bai L H, Wang W, Zhang Y. Health status evaluation of the farmland supply function at county level in Hebei Province. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(7): 2033-2039.

河北省县域农田生态系统供给功能的健康评价

白琳红, 王 卫*, 张 玉

(河北师范大学资源与环境科学学院, 河北省环境演变与生态建设重点实验室, 石家庄 050024)

摘要:引入“生态系统服务功能”理论,构建县域农田生态系统供给功能健康评价指标——农田生产力稳定系数,该指标被定义为:一定时期内(若干年),县域自然生态系统第一性生产力波动系数与县域农田生态系统第一性生产力波动系数的平均比值;并构建了评价指标与人类福利指标(用县域人均耕地纯收入表征)关系模型,作为评价指标的阈值判定方法。通过河北省 136 个县的实证研究表明,农田生产力稳定系数对农田生产力稳定性和农田生产力高低具有综合性指示作用;人类社会对生态系统反馈影响的忍受界限对评价指标阈值的确定非常关键;1991—2000 年和 2001—2009 年两个阶段中,河北省县域农田生产力稳定系数整体呈上升趋势,空间格局较为一致,农田生产力稳定系数较低、农田供给功能健康状况较差的县域集中分布在冀北生态脆弱地区;农田生态系统供给功能健康状况与县域贫困状况形成紧密的空间耦合关系。

关键词:农田生产力稳定系数;农田生态系统;供给功能;健康评价;河北省

Health status evaluation of the farmland supply function at county level in Hebei Province

BAI Linhong, WANG Wei*, ZHANG Yu

College of Resources and Environment Sciences, Hebei Normal University, Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, Shijiazhuang 050024, China

Abstract: An adequate supply of agricultural products is vital for human wellbeing. “ecosystem service” theory is used to study the supply function, the dominant function of farmland ecosystems. The concept of health status of the supply function covers the core components of ecosystem health, such as the level of system productivity, the stability and persistence of productivity, and the connection between productivity and human welfare. There is a close connection between the health status evaluation of the farmland supply function described in this paper and land suitability assessment, which is applied widely at home and abroad.

We first establish the stability coefficient of farmland productivity (C_s) as a health status evaluation index of the supply function of the farmland ecosystem at the county level. The stability coefficient of farmland productivity was defined as an average ratio between the fluctuation coefficient of net primary productivity in the natural ecosystem and the farmland ecosystem at county level in a certain period. Following this, correlation analyses were carried out between the stability coefficients of farmland productivity and human welfare, which was represented by county-level net income per capita of cultivated land. Finally, a threshold value for a healthy farmland supply function was determined through a correlation analysis of 136 counties.

Our results demonstrated that the stability coefficients of farmland productivity could be used to evaluate the county-

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划重点项目(2006BAB15B02—04);河北省重点应用基础研究计划项目(08966712D);河北省高校重点学科建设项目联合资助

收稿日期:2011-08-18; 修订日期:2012-02-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangwei@mail.hebtu.edu.cn

level health status of supply functions of farmland ecosystems. According to our experience, 10 years is the optimal time scale for evaluation. The stability coefficients of farmland productivity were significant for both the stability of farmland productivity and the absolute levels of farmland productivity. The boundaries of human society feedback effects on ecosystems were critical in determining the healthy status threshold. In this paper, if “ $C_s \geq 1$ ”, with an increase in the stability coefficients, the net income per capita of cultivated land would increase slightly; and if “ $C_s < 1$ ”, with a reduction in the stability coefficients, the net income per capita of cultivated land would decline sharply. Therefore, “ $C_s = 1$ ” was selected as the threshold value for a healthy farmland supply function.

The stability coefficients in both 1991—2000 and 2001—2009 showed an increasing trend and consistent spatial pattern in Hebei Province. The counties with lower stability coefficients of farmland productivity and poor health status of the farmland supply function were concentrated in the ecologically fragile areas of the northern Hebei Province, where many people live in poverty. The counties with higher stability coefficients and a healthy farmland supply function were located in the central and southern Hebei Province, where the land use was rational and most people were wealthy. This suggests that people's poverty status is spatially related to the health status of the farmland supply function.

The results of this study provide important referents for the adjustment of land-use structure, and for eliminating regional poverty in the northern Hebei Province. In the future, we need to investigate how to combine the health status evaluation of the farmland supply function and land suitability assessment.

Key Words: stability coefficient of farmland productivity; farmland ecosystem; supply function; health status evaluation; Hebei Province

生态系统健康是新兴的研究人为活动、社会组织、自然系统及人类健康之间相互关系的领域^[1-4]。目前生态系统健康的内涵还存在争论,有时被用于表示生态系统和人类健康之间的联系,有时被用于表示生态系统自身的健康状况^[5]。农田生态系统是人类为满足生存需要,干预自然生态系统,依靠土地资源,利用农作物的生长繁殖来获得物质产品而形成的人工生态系统。农田生态系统健康的内涵通常被界定为具有良好的生物种群结构、良好的农田环境质量、良好的系统生产力、强持续力和科学管理^[6-10]。指标体系评价法是目前研究人员评价农田生态系统健康的主导方法,由于指标的繁多复杂,目前还未形成比较完善的、公认的农田生态系统健康评价的指标体系^[6,9]。

生态系统服务功能原理为农田生态系统健康评价提供了一个新视角。生态系统服务被定义为人类直接或间接地从生态系统中获得的各种收益,服务类型通常划分为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务,不同类型的生态系统其主导服务功能是不同的^[5,11]。根据上述原理,本文所定义的农田生态系统服务功能的内涵是指其主导功能——供给功能,即农田生态系统为人类社会提供食物等农产品的功能,并且只包含食物生产数量,不包含食物质量;“供给功能健康”的内涵包括了系统生产力的高低、生产力的稳定性与持续性、生产力与人类福利的联系等生态系统健康的核心内涵。可见,本文定义的农田生态系统供给功能健康评价与国内外广泛应用的土地适宜性评价联系紧密^[12-14]。二者的主要差别一是前者侧重生产能力的评价,后者侧重生产条件的评价;二是前者属于区域尺度评价,后者属于地块尺度评价。两种评价方法的有机结合,可以丰富农田生态系统评价的内涵,并为确定区域合理的耕地利用结构与格局提供理论依据。

1 研究方法

1.1 县域农田生态系统供给功能健康评价指标构建

农田生态系统供给功能健康与否主要体现在活力(生产力高低)、抵抗力(生产力稳定性)等方面^[15],为此,提出构建县域农田生态系统供给功能健康评价指标。具体思路如下:县域农田生态系统供给功能健康状态可以通过农田生态系统与其自然生态系统供给功能的比较确定,也就是说,当农田生态系统供给功能好于自然生态系统供给功能时,则处于健康状态,反之则相反。通过反复试验,选择抵抗力(生产力稳定性)描述

生态系统的供给功能。本文用“农田生产力稳定系数”代表抵抗力,具体定义为:一定时期内(若干年),县域自然生态系统第一性生产力波动系数与县域农田生态系统第一性生产力波动系数的平均比值:

$$Cs = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Cfn_i / Cfh_i \quad (1)$$

式中, Cs 为县域农田生产力稳定系数, Cfn_i 为第 i 年县域自然生态系统第一性生产力波动(变异)系数, Cfh_i 为第 i 年县域农田生态系统第一性生产力波动(变异)系数, n 为评价期年数。

$$\text{其中:} \quad Cfn_i = |(Fn_i - \hat{Fn}_i) / \hat{Fn}_i| \quad (2)$$

$$Cfh_i = |(Fh_i - \hat{Fh}_i) / \hat{Fh}_i| \quad (3)$$

式中, Fn_i 为第 i 年县域自然生态系统第一性生产力(kg/hm^2), $\hat{Fn}_i$ 为第 i 年县域自然生态系统趋势性第一性生产力(kg/hm^2); Fh_i 为第 i 年县域农田生态系统第一性生产力,用耕地现实生产力表征(kg/hm^2), $\hat{Fh}_i$ 为第 i 年县域农田生态系统趋势性第一性生产力(kg/hm^2)。

其中,县域自然生态系统第一性生产力采用 Thornthwaite 模型计算^[16]:

$$\text{NPP} = 3000(1 - e^{-0.0009695(v-20)}) \quad (4)$$

$$v = \frac{1.05R}{\sqrt{1 + (1 + 1.05R/L)^2}} \quad (5)$$

$$L = 3000 + 25t + 0.05t^3 \quad (6)$$

式中,NPP 为自然植被净第一性生产力($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$), v 为年实际蒸散量(mm), R 为年平均降水量(mm), L 为年平均最大蒸散量(mm), t 为年平均温度($^{\circ}\text{C}$)。

县域农田生态系统第一性生产力直接来自统计数据。

两类趋势性第一性生产力计算采用线性时间序列模型模拟,目的是剔除评价期内趋势性自然因子(气候因子)和人类投入因子(科技进步、物质投入等)的影响:

$$\hat{F}_i = a + b \cdot i \quad (7)$$

式中, $\hat{F}_i$ 为第 i 年县域自然生态系统或农田生态系统趋势性第一性生产力; a 为模拟截距系数; b 为模拟趋势性系数; i 为时间序号, $i=1,2,3,\dots,n$ 。

研究区县域气象数据来源于中国地面气候资料年值数据集(中国气象科学数据共享服务网),农田生态系统(耕地)产量数据来源于《河北经济年鉴(1991—2010)》和《河北农村统计年鉴(1991—2010)》。基于上述评价方法,综合运用 SPSS、GIS 等软件对数据进行分析处理。

1.2 健康阈值的确定与检验

1.2.1 健康阈值的确定

健康阈值的确定是目前国内外学术界尚未完全解决的科学问题,其难点在于健康阈值标准或参照系的确定。

从评价指标计算公式的物理意义可以看出,当 $Cs \geq 1$ 时,受人类控制的农田生态系统生产力稳定性好于或等于自然生态系统的生产力稳定性,即县域农田生态系统供给功能好于或等于其自然生态系统的供给功能;相反,当 $Cs < 1$ 时,受人类活动控制的农田生态系统生产力稳定性劣于自然生态系统的生产力稳定性,即县域农田生态系统供给功能劣于其自然生态系统的供给功能。因此, $Cs=1$ 可以预定为重要的健康阈值。

1.2.2 健康阈值的检验

上述预定的健康阈值能否被认可尚需检验。检验思路如下:农田生态系统供给功能的健康阈值实质是农田生态系统供给功能的最低安全标准问题。最低安全标准的判定不能只关注农田生态系统自身状态,必须关注这种状态对人类社会(人类福利)的作用。因此,农田生态系统供给功能对人类社会的反馈影响,是县域农

田生态系统供给功能健康阈值确定的基本参照系,人类社会对这种反馈影响的忍受界限所对应的指标值就是健康阈值。因此,采用人类福利指标表征的人类社会对农田生态系统供给功能反馈影响的忍受度,来判定农田生态系统供给功能健康阈值,为此,构建农田生产力稳定系数与人类福利指标关系模型如下:

$$Wh = f(Cs) \quad (8)$$

式中, Wh 为人类福利指标; Cs 为农田生产力稳定系数; f 为函数关系。

本文选择县域人均耕地纯收入作为人类福利指标。使用 1990—2000 年和 2001—2009 年两个时间段的粮食总产量、主要农作物价格、农业中间消耗百分比、粮食生产占耕地数量、农村人口数量等,计算人均耕地纯收入。

2 结果与分析

应用上述方法,以河北省下辖的 136 个县及县级市(不包括设区城市)为样本进行实证研究,分为 1990—2000 年和 2001—2009 年两个评价期。

2.1 研究区概况

河北省位于 $36^{\circ}03'—42^{\circ}40'N$, $113^{\circ}27'—119^{\circ}50'E$ 之间,属于温带大陆性季风气候区。地形起伏较大,地貌类型多样,河北平原沿西北-东南方向依次分布。温差较大,长城以北地区年均温较低,坝上地区最低,为 $4^{\circ}C$,长城以南地区年均温为 $10—13.3^{\circ}C$ 。年均降水量为 $326—750\text{ mm}$,时空分布不均匀,光照资源丰富,年日照时数为 $2500—3100\text{ h}$ 。种植制度以一年两熟和一年一熟为主,主要作物有小麦、玉米、棉花等。

截止到 2008 年底,河北省总人口为 6989 万人,粮食总产量为 4718.8 kg ,土地总面积为 18769300 hm^2 ,现有耕地面积 5901440 hm^2 ,占全省总面积的 31.44% ,主要分布在太行山和燕山山麓平原、中部平原以及冀西北间山盆地区和冀北坝上地区。农作物播种面积为 8713200 hm^2 ,粮食作物播种面积为 6158100 hm^2 ,有效灌溉面积 4560510 hm^2 。

2.2 农田生产力稳定系数对供给功能的综合指示作用

农田生态系统供给功能综合表现为生产力的高低和生产力稳定性,实证研究表明,农田生产力稳定系数与农田生产力高低(用县域耕地现实生产力表征)存在高度统计相关,二者表现为对数相关关系(图 1、 $\text{Sig.} = 0.000$,图 2、 $\text{Sig.} = 0.000$)。表明农田生产力稳定系数指标既表征了农田生态系统生产力稳定性,又表征了农田生态系统生产力的高低,是描述农田生态系统健康状态的综合性指标。

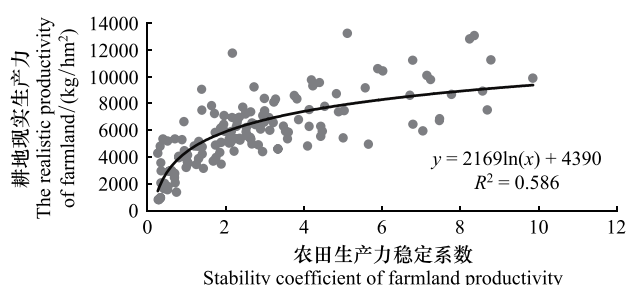


图 1 1990—2000 年河北省县域农田生产力稳定系数与耕地现实生产力关系模拟

Fig. 1 The simulated relation between the stability coefficient of farmland productivity and the realistic productivity of farmland in Hebei Province from 1990 to 2000

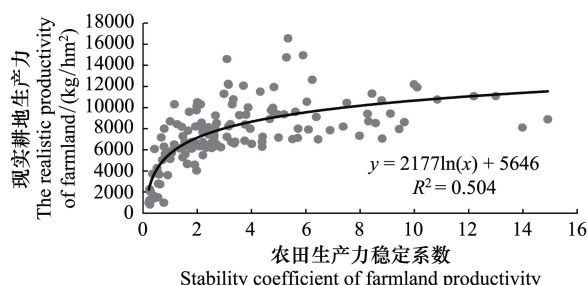


图 2 2001—2009 年河北省县域农田生产力稳定系数与耕地现实生产力关系模拟

Fig. 2 The simulated relation between the stability coefficient of farmland productivity and the realistic productivity of farmland in Hebei Province from 2001 to 2009

2.3 农田生产力稳定系数与人类福利指标的相关分析

2.3.1 农田生产力稳定系数与人均耕地纯收入的相关分析

建立农田生产力稳定系数与人均耕地纯收入之间的相关模型。分析表明,农田生产力稳定系数与人均耕地纯收入之间存在较强的对数相关关系(图 3、 $\text{Sig.} = 0.000$,图 4、 $\text{Sig.} = 0.000$)。在 $Cs \geq 1$ 的区间,自变量项

$(\ln(x)) \geq 0$, 随稳定系数增加, 人均耕地纯收入逐渐增长; 在 $Cs < 1$ 的区间, 自变量项 $(\ln(x)) < 0$, 随稳定系数减小, 人均耕地纯收入急速下降。

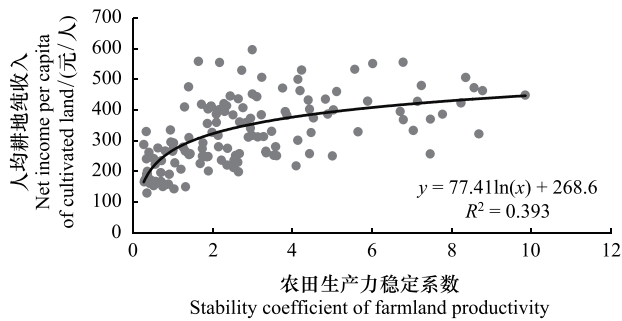


图3 1990—2000年河北省县域农田生产力稳定系数与人均耕地纯收入关系模拟

Fig3 The simulated relation between stability coefficient of farmland productivity and net income per capita of cultivated land in Hebei Province from 1990 to 2000

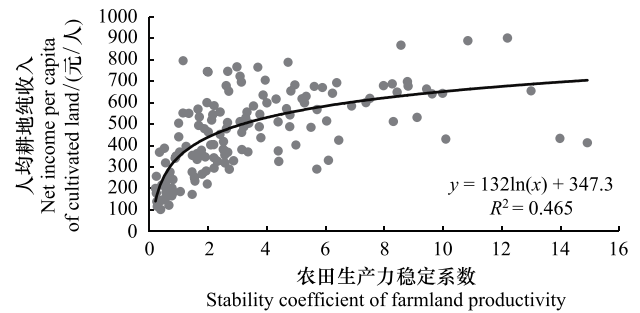


图4 2001—2009年河北省县域农田生产力稳定系数与人均耕地纯收入关系模拟

Fig4 The simulated relation between stability coefficient of farmland productivity and net income per capita of cultivated land in Hebei Province from 2001 to 2009

2.3.2 农田生产力稳定系数与贫困状况的空间耦合分析

两个时期县域农田生产力稳定系数分布情况如图5、图6。两个时期农田生产力稳定性较低的地区均集

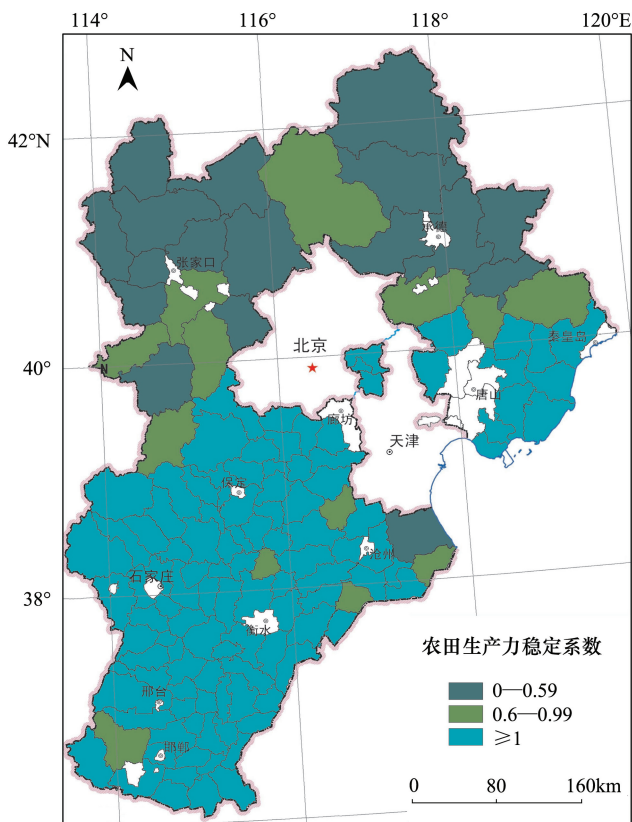


图5 1990—2000年河北省县域农田生产力稳定系数分布图

Fig.5 The distribution of the stability coefficient of county level farmland productivity at county level in Hebei Province from 1990 to 2000

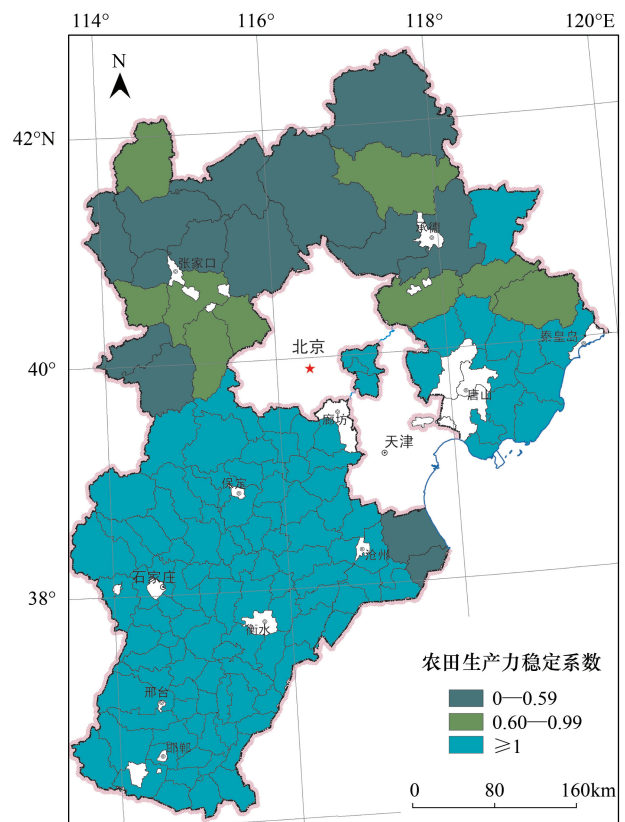


图6 2001—2009年河北省县域农田生产力稳定系数分布图

Fig.6 The distribution of the stability coefficient of county farmland productivity at county level in Hebei Province from 2001 to 2009

中分布在冀北地区,中南部绝大部分县域的农田生产力稳定系数在两个阶段中均 ≥ 1 ,全省 2001—2009 年的农田生产力稳定性较 1990—2000 年整体有所提高。

1994 年和 2001 年国家扶贫计划确定的贫困县分布图(图 7、图 8)进行空间耦合分析可以看出,在 $C_s < 1$ 的区间,除少数特殊县市(如临海的黄骅等)外,均为国家级贫困县。也就是说, $C_s < 1$ 已经成为国家级贫困县的充分条件,虽然它不是必要条件。

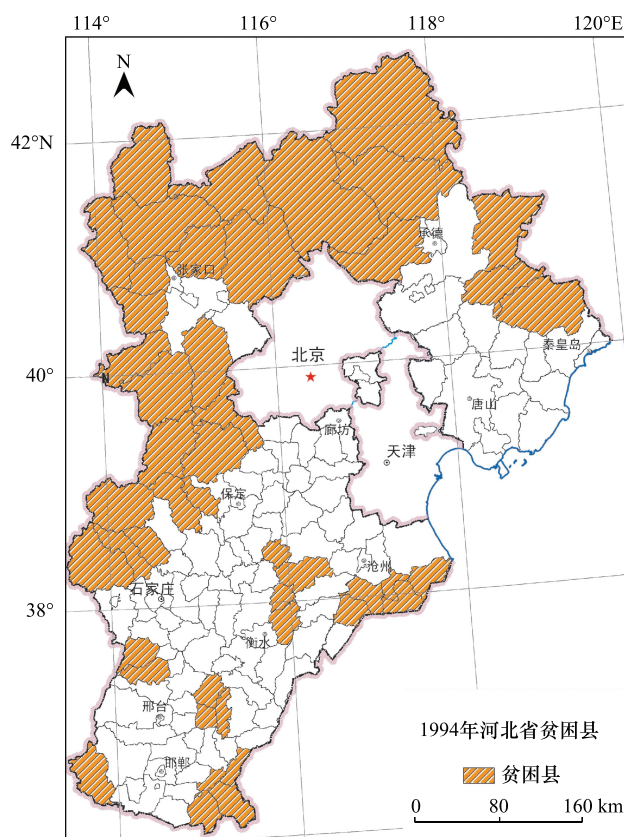


图 7 1994 年河北省贫困县分布图

Fig. 7 The distribution of the Poor counties in Hebei Province in 1994

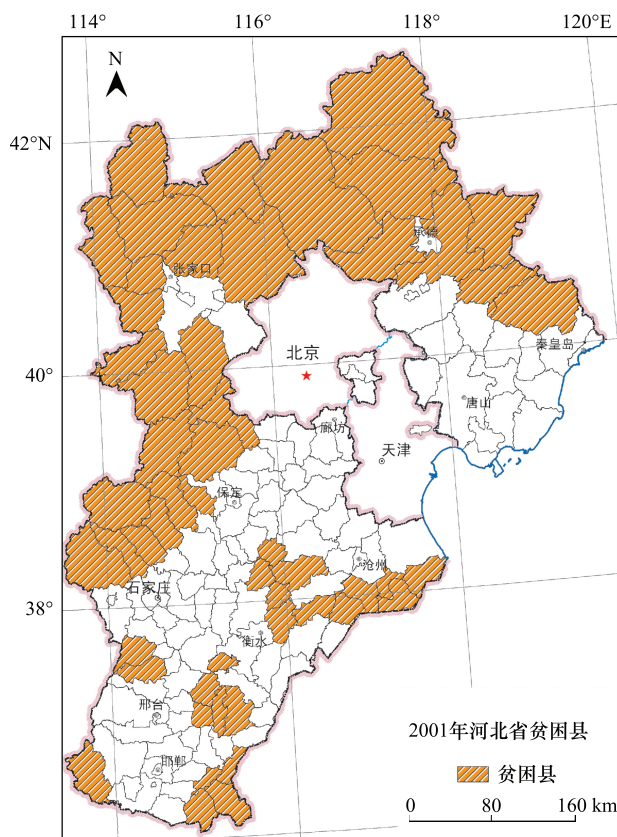


图 8 2001 年河北省贫困县分布图

Fig. 8 The distribution of the Poor counties in Hebei Province in 2001

综上所述,农田生态系统生产力稳定性的高低,通过影响农田生产力,进而影响耕地纯收入和农民的生活水平以及社会经济发展水平。人类社会对农田生态系统安全的忍受界限是一种价值判断,从国家设立并大力扶持贫困县的事实判断,国家级贫困县已经超出了现代社会对人类福利低下的忍受界限。因此,可以得到如下结论: $C_s = 1$ 是县域农田生态系统供给功能健康的关键阈值。

3 结论与讨论

(1)建立了县域农田生态系统供给功能健康评价指标及其判别模型,评价指标为“农田生产力稳定系数”,判别模型包括指标内涵判别模型、健康阈值判别模型。上述方法可以用于县域尺度农田生态系统供给功能的健康诊断,根据经验,评价的时间尺度以 10a 为宜。

(2)通过实证分析河北省 1990—2000 年和 2001—2009 年两个时段的县域农田生产力稳定状况,得出两个时段的农田生产力稳定性均与耕地现实生产力、人均耕地纯收入有着一致的对数相关关系,并与国家级贫困县存在空间耦合关系。因此可以确定农田生产力稳定系数 $C_s = 1$ 为重要的县域农田生态系统供给功能健康阈值。

实证研究表明,冀北地区的县域农田生产力稳定系数普遍低于健康阈值,说明这些地区农田生态系统供

给功能处于不健康状态,与之相对应的耕地利用状况不合理,主要表现为存在较高比例的边际耕地;而河北中南部地区的农田生态系统供给功能总体处于健康状态,县域尺度的耕地利用状况合理。

(3)实证研究的结果对河北省特别是冀北地区县域土地利用结构调整、消除区域性贫困等措施制定,具有参考价值。但是,本评价方法不能回答地块尺度土地利用调整问题,需要与土地适宜性评价相结合。因此,探讨如何与土地适宜性评价相结合是今后研究的方向。

References:

- [1] Rapport D J. What constitutes ecosystem health? Perspectives in Biology and Medicine, 1989, 33(2): 120-132.
- [2] Costanza R, Norton B G, Haskell B D. Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management. Washington DC: Island Press, 1992: 1-125.
- [3] Rapport D J, Costanza R, McMichael A J. Assessing ecosystem health. Trends in Ecology and Evolution, 1998, 13(10): 397-402.
- [4] Liu G B, Hu W Y, Xu M X. An analysis on eco-economy system health in Zhifanggou Small Watershed of Ansai on Loess Hilly-Gullied Region. Journal of Natural Resources, 2003, 18(1): 44-49.
- [5] Millennium Ecosystem Assessment Board. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Washington DC: Island Press, 2003: 49-70.
- [6] Peng T, Gao W S, Sui P. Discussion on indicator system of farmland ecosystem health assessment. Journal of China Agricultural University, 2004, 9(1): 21-25.
- [7] Li C Y, Qin H L, Gao W S. Ecosystem health evaluation in ecotone between agriculture and animal husbandry in northern China farmland: the case of Wuchuan County. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(3): 347-350.
- [8] Yang Z P, Zhang Y Z. Progress on indexes for evaluating health of farmland ecological system. Crop Research, 2007, 21(2): 137-139.
- [9] Gao W S, Chen Y Q, Shi Y Q, Yang B. Constructing an index system for ecological health evaluation of cropping system in China main food production areas. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(10): 131-137.
- [10] Peng J, Wang Y L, Wu J S, Zhang Y Q. Evaluation for regional ecosystem health: methodology and research progress. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(11): 4877-4885.
- [11] Millennium Ecosystem Assessment Board. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Washington D C: Island Press, 2005: 40-63.
- [12] FAO. FESLM: A Framework for Land Evaluation. Italy: FAO Soil Bulletin 32, 1976.
- [13] Feng Z M, Liu Y J. A review of land resource research. Resources Science, 2004, 26(4): 2-10.
- [14] Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. TD/T1004-2003, Regulations for Classification on Agricultural Land. Beijing, Standards Press of China, 2003.
- [15] Rapport D J, Costanza R, Epstein P R, Gaudet C L, Levins R. Ecosystem Health. Malden: Blackwell Science, 1998: 18-33.
- [16] Wang Z M, Liang Y L. Progress in vegetation net primary productivity model research. Journal of Northwest Forestry University, 2002, 17(2): 22-25.

参考文献:

- [4] 刘国彬, 胡维银, 许明祥. 黄土丘陵区小流域生态经济系统健康评价. 自然资源学报, 2003, 18(1): 44-49.
- [6] 彭涛, 高旺盛, 隋鹏. 农田生态系统健康评价指标体系的探讨. 中国农业大学学报, 2004, 9(1): 21-25.
- [7] 李春阳, 秦红灵, 高旺盛. 北方农牧交错带农田生态系统健康评价——以武川县为例. 中国农学通报, 2006, 22(3): 347-350.
- [8] 杨曾平, 张杨珠. 农田生态系统健康评价指标研究进展. 作物研究, 2007, 21(2): 137-139.
- [9] 高旺盛, 陈源泉, 石彦琴, 杨斌. 中国集约高产农田生态健康评价方法及指标体系初探. 中国农学通报, 2007, 23(10): 131-137.
- [13] 封志明, 刘玉杰. 土地资源学研究的回顾与前瞻. 资源科学, 2004, 26(4): 2-10.
- [14] 中华人民共和国国土资源部. TD/T1004—2003. 中华人民共和国国土资源行业标准. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [16] 王宗明, 梁银丽. 植被净第一性生产力模型研究进展. 西北林学院学报, 2002, 17(2): 22-25.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 7 April, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Theoretical framework and key techniques of urban ecological landscape research	SUN Ranhao, XU Zhongliang, CHEN Liding, et al (1979)
Response of sinapate esters in <i>Arabidopsis thaliana</i> to UV-B radiation	LI Min, WANG Yin, MU Xiaofei, et al (1987)
Biosorption of lead (II) and cadmium (II) from aqueous solution by <i>Chlorella pyrenoidsa</i> and its influential factors	JIANG Jing, LI Liang, LI Haipeng, et al (1995)
Response of pear jujube trees on fruit development period to different soil water potential levels	HAN Lixin, WANG Youke, ZHANG Linlin (2004)
An approach for analyzing resources metabolism of industrial ecosystems	SHI Xiaoqing, YANG Jianxin, WANG Rusong, et al (2012)
Establishment of environmental sustainability assessment indicators based on material flow and ecological footprint model in Tongling City of Anhui Province	ZHAO Huihui, WANG Yuan, GU Xueming, et al (2025)
Health status evaluation of the farmland supply function at county level in Hebei Province	BAI Linhong, WANG Wei, ZHANG Yu (2033)
Inhibition effects and mechanisms of the endophytic fungus <i>Chaetomium globosum</i> L18 from <i>Curcuma wenyujin</i>	WANG Yanhong, WU Xiaomin, ZHU Yanping, et al (2040)
Water use of walnut-wheat intercropping system based on stable carbon isotope technique in the low hilly area of North China	HE Chunxia, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (2047)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in sloping farmland in a karst region on the Yunnan-Guizhou Plateau	ZHANG Liqing, PENG Wanxia, SONG Tongqing, et al (2056)
Relationship among rice root aerenchyma, root radial oxygen loss and rhizosphere nitrification	LI Yilin (2066)
Effects of <i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann) on physiological indices of different apple cultivars	WANG Xicun, YU Yi, ZHOU Hongxu, et al (2075)
Effects of P-efficient transgenic soybean on rhizosphere microbial community	JIN Lingbo, ZHOU Feng, YAO Juan, et al (2082)
Detecting major phenological stages of rice using MODIS-EVI data and Symlet11 wavelet in Northeast China	XU Yanyan, ZHANG Jiahua, YANG Limin (2091)
Cropping system optimization based on the comparative analysis of precipitation utilization in Sichuan Province	WANG Mingtian, QU Huihui, YANG Xiaoguang, et al (2099)
The impacts of global climatic change on chilling damage distributions of maize in Northeast China	GAO Xiaorong, WANG Chunyi, ZHANG Jiquan (2110)
Effect of fertilization on ammonia volatilization from paddy fields in Chao Lake Basin	ZHU Xiaohong, MA Zhongwen, MA Youhua, et al (2119)
Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on net ion fluxes in the roots of trifoliate orange (<i>Poncirus trifoliata</i>) and mineral nutrition in seedlings under zinc contamination	XIAO Jiaxin, YANG Hui, ZHANG Shaoling (2127)
The effect of red:far red ratio on the stomata characters and stomata conductance of <i>Chrysanthemum</i> leaves	YANG Zaiqiang, ZHANG Jing, JIANG Xiaodong, et al (2135)
Dynamic characteristics of litterfall and nutrient return of four typical forests along the altitudinal gradients in Mt. Shennongjia, China	LIU Lei, SHEN Guozhen, CHEN Fangqing, et al (2142)
Aboveground litter contribution to soil respiration in a black locust plantation in the Loess Plateau	ZHOU Xiaogang, GUO Shenli, CHE Shengguo, et al (2150)
Life history and spatial distribution of a <i>Taiwania flousiana</i> population in Leigong Mountain, Guizhou Province, China	CHEN Zhiyang, YANG Ning, YAO Xianming, et al (2158)
The feasibility of using LAS measurements of the turbulence structure parameters of temperature above a forest canopy	ZHENG Ning, ZHANG Jinsong, MENG Ping, et al (2166)
Spatial distribution of vegetation and carbon density in Jinyun Mountain Nature Reserve based on RS/GIS	XU Shaojun, ZENG Bo, SU Xiaolei, et al (2174)
Early nitrogen deposition effects on CO ₂ efflux from a cold-temperate coniferous forest soil	WENDU Runa, FANG Huajun, YU Guirui, et al (2185)
Epilithic diatom assemblages distribution in Gui River basin, in relation to chemical and physiographical factors	DENG Peiyan, LEI Yuanda, LIU Wei, et al (2196)
Acute stress caused by sand discharging on Yellow River Carp (<i>Cyprinus carpio</i>) in Xiaolangdi Reservoir	SUN Luyin, Baiyinbaoligao, NIU Cuijuan, et al (2204)
Environmental cost of pond aquaculture in Shanghai: an empirical analysis based on double-bounded dichotomous CVM method	TANG Keyong, YANG Zhengyong, YANG Huaiyu, et al (2212)
Host searching behaviour of <i>Apanteles cypris</i> Nixon (Hymenoptera: Braconidae) ...	ZHOU Hui, ZHANG Yang, WU Weijian (2223)
The effect of hedgerows on the distribution of <i>Harmonia axyridis</i> Pallas in agroforestry systems	YAN Fei, ZHOU Zaibao, WANG Shuo, et al (2230)
Induction of early resistance response to <i>Alternaria alternata</i> f. sp. <i>mali</i> in apple leaves with apple and chitosan fermentation broth ...	WANG Rongjuan, YAO Yuncong, QI Yaping, et al (2239)
Review and Monograph	
Research into vulnerability assessment for coastal zones in the context of climate change	WANG Ning, ZHANG Liquan, YUAN Lin, et al (2248)
Introduction and ecological effects of an exotic mangrove species <i>Sonneratia apetala</i>	PENG Yougui, XU Zhengchun, LIU Minchao (2259)
Discussion	
Degradation of organic contaminants with biological aerobic fermentation in sewage sludge dewatering and its influencing factors	YU Jie, ZHENG Guodi, GAO Ding, et al (2271)
Remediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using four greening tree species	YAN Wende, LIANG Xiaocui, ZHENG Wei, et al (2279)
Scientific Note	
Diversity of endophytic fungi from six dominant plant species in a Pb-Zn mine wasteland in China	LI Dongwei, XU Hongmei, MEI Tao, et al (2288)
Effects of <i>Meloidogyne incognita</i> on scavenging system of reactive oxygen species in tomato seedlings grafted with different rootstocks ...	LIANG Peng, CHEN Zhende, LUO Qingxi (2294)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 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 32 卷 第 7 期 (2012 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 7 2012

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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:1000717	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 70.00 元