

# 土地生态评价研究进展

张正华, 吴发启, 王 健, 张 博

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**在分析土地生态评价的内涵与意义的基础上,评述了国际和国内土地持续利用评价研究的源起及评价指标选取的研究进展,并对土地生态评价中价值核算的方法作了简要总结,阐述了目前研究中的问题。

**关键词:**土地生态评价;研究进展;生态价值核算

**中图分类号:**F301.24

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7461(2005)04-0104-04

## Research Progress on Evaluation for Land Ecosystem

ZHANG Zheng-hua, Wu Fa-qi, WANG Jian, ZHANG Bo

(College of Resource and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:**Based on the analysis of connotation and significance of evaluation for land ecosystem, this paper reviews researches on evaluation for land ecosystem and advances on evaluation criteria. Furthermore, it sums up ways of value accounting. In the last, it expounds shortcomings of study at present.

**Key words:**evaluation of land ecosystem; research progress; value accounting of ecosystem

### 万方数据

对人类而言,土地既具有经济价值和功能,同时又具有生态作用和功能。过去人们比较重视土地的经济功能和价值,而往往忽视了土地的生态作用和功能。随着开发利用力度的加大,土地生态问题越来越严重,人地矛盾日益突出。如何实现土地资源的永续利用成为人们普遍关注的热点问题。为此,有关维持土地资源良好生态环境状态的研究近年来广泛兴起。土地生态评价就是其中重点研究的内容之一。

土地生态评价为科学地评价和衡量某种活动对土地的影响及其生态效应提供了一种工具,从而为达到土地资源的永续利用提供了一条重要的途径。具体来说,有以下几点:(1)为环境保护与治理服务。人们在对土地的使用过程中,由于片面的追求短期效益,造成了环境破坏的现象,如大量的农药、化肥的使用污染了地下水,盲目的毁林开荒导致严重的水土流失,进而影响局部小气候,造成自然灾害频发,农作物减产等。土地生态评价可以分析现时影响土地的各种活动,在此基础上可以通过改进土地利用方式和采取一定的环境保护措施,是活动保证在比较安全的阈值内,不至于造成土地退化和环境污染。(2)为合理利用和规划土地服务。土地生态评价

从农林牧业生产对土地资源的需要出发,全面衡量土地资源的条件和特点,评定现时各类土地在农林牧业利用过程中出现的问题,为土地利用和规划提供科学依据,以便采取改良措施,调整生产结构,选择和规划土地的利用方向。(3)为国家各相关部门的决策制定、政策实施提供重要的支持。

## 1 土地生态评价内涵

土地生态评价就是指对土地生态系统的结构、功能、价值及其生态环境质量所进行的评价<sup>[1]</sup>。内容包括:(1)着重进行土地生态系统的结构功能及土地生态价值的评价。(2)在一般的土地评价的基础上,选择对研究对象最有意义的若干生态特性,进行专项评价。进而查明土地生态类型与土地利用现状之间的协调程度及其发展趋势,诊断土地生态系统的健康程度和土地利用的生态风险。(3)将不涉及社会意义的自然生态系统质量评价与涉及人类社会生活或社会经济过程的生态系统的生态评价结合起来,尤其关注人类社会经济过程对土地生态系统的影响。(4)对土地生态环境的退化、破坏程度或潜在危险进行评价。

收稿日期:2004-02-24

基金项目:中国科学院知识创新项目“农果复合型生态农业建设模式示范-2”(KZCX1-06-02-03)

作者简介:张正华(1981-),男,山西长治人,在读硕士,研究方向为流域治理。

## 2 国外研究进展

### 2.1 源起

在国外,最早涉及土地生态学思想的可追溯到19世纪中叶,德国化学家李比希的“矿质营养学说”。根据这一学说,人们确立了植物吸收土壤中矿质养分而生长发育的观点。可以认为这是土地生态系统物质循环思想的萌芽<sup>[1]</sup>。之后,George Marsh, John Powell, Patrick Goddes 和 B. B. 道库恰耶夫为代表的研究与实践为土地生态学的产生奠定了重要的思想基础。

进入20世纪,由于人为土地活动的加剧,科学界对土地生态的兴趣开始增强。30年代,前苏联的学者广泛使用了“土地生态学”一词来表示决定土地利用条件的自然因素的研究。同期,美国针对西部不合理开发而造成严重的土壤侵蚀,为保护和合理利用土壤资源提出了土地利用潜力分类系统,并于1961年正式提出了8级土地潜力分类系统,成为第一个比较全面的定性土地评价系统<sup>[2]</sup>。

20世纪60年代以来,由于工业化、城市化的高度发展和人口的大量增长,带来了许多全球性和区域性的土地生态问题。水土流失、土地荒漠化、土地污染、耕地减少、肥力下降等,对人类的生存和发展形成了严峻的挑战,引起了全社会的普遍关注。而这些问题的控制和解决,都必须以土地生态学的原理为基础和依据<sup>[1]</sup>。所以从这时候起,土地生态思想才开始受到重视,土地生态评价也进入了正式运用的准备阶段。比较典型的就是1976年FAO发表了《土地评价纲要》<sup>[3]</sup>,成为一个专门针对土地生态方式对土地适宜性和适宜程度做出评定的土地评价方案。此后,FAO还陆续拟定了《雨耕农业土地评价纲要》、《灌溉农业土地评价和土地分类纲要》、《林业土地评价》等文件,对土地生态评价的发展起到了明显的促进作用。1977年,美国森林局提出了把植被、地形、土壤三个系统合而为一的“生态土地单元”的重要概念。前苏联学者巴齐列维契等在1983年以苏联若干地带为例,用一套指标体系对区域土地生态问题进行了综合定量评价。

20世纪90年代,随着1992年6月联合国在巴西里约热内卢全球环境与发展会议的召开,标志着全球谋求可持续发展的时代已经开始。由此,处于人类生存和可持续发展基础地位和关键环节的土地生态问题引起了从政府到公众、从科学家到工程技术人员的普遍关注。土地生态评价研究推进到了一个新的时代,更多的研究也开展起来。FAO于1993年

正式颁布了《持续土地利用评价纲要》<sup>[4]</sup>,提出了一些关于土地生产性、土地的安全性或稳定性、水土保持保护性方面生态评价的指标。之后,1997年8月,在荷兰恩斯赫德又召开了“可持续土地利用管理和信息系统国际学术会议”<sup>[5]</sup>,把“GIS在土地持续利用管理中的应用”和“土地持续利用评价的指标体系研究”作为会议的两大核心议题,各国专家普遍认为应从自然资源、生态环境、社会经济和习俗法制等多方面进行土地持续利用评价。《持续土地利用管理评价纲要》发表以来,不少学者在其基础上,依据研究区域的资源环境本底特征、社会经济条件和土地利用发展前景,对持续土地利用评价的指标体系和方法进行了实证研究,如Dumanski对加拿大Saskatchewan地区的研究<sup>[6]</sup>、John等对肯尼亚Machakos地区的研究<sup>[7]</sup>、Berroteran和Zinck对委内瑞拉国家尺度上的研究<sup>[8]</sup>、Gameda等对加拿大农场水平上的研究<sup>[9]</sup>、Lefroy等基于农户调查对Vietnam, Indonesia和Thailand的研究<sup>[10]</sup>等。土地可持续利用评价是一种基于人口、土地资源、环境和社会经济的相互作用过程的评价,它强烈渗透着土地生态评价的思想和理论。

目前,众多的学者在土地生态评价方面已进行了大量研究,并形成了几个研究方向<sup>[1]</sup>:区域土地生态评价、土地生态退化评价、土地生态环境评价(包括危险性评价、敏感性评价和质量评价)、土地生态系统评价(包括结构和功能评价、稳定性和可持续评价、服务功能评价)、土地生态风险评价等。然而直至今今天,土地生态评价还尚未形成系统的理论和方法。

### 2.2 评价指标的选取

生态评价指标的选择是土地生态评价的基础,也是最关键的环节之一。它直接关系到土地生态评价结果的科学性、可靠性和实用性。

最早是由卡尔曼诺夫和费里耶夫根据农业生产专门化和集约化的要求,提出对土壤、气候和其他自然条件进行全面的比较评价的方法。并根据上述各因素制定了评价体系,最后得到土地生态指数这个单值综合指标。

直到20世纪90年代中期,国际上土地生态评价研究才开始广泛集中于有关土地生产力和土地的生态效益即土地质量指标(LQI)<sup>[11]</sup>。这方面的研究也就做的较多。如Pieri总结研究了土地可持续利用评价中有关土地质量方面的评价因素,包括水土流失、土壤肥力下降、林地退化、草地退化、地下水下降、盐渍化等因素<sup>[12,13]</sup>。土壤学家从土壤的可持续性角度研究了土地的质量指标体系,提出了土壤质

量指数和土壤健康指数等概念,并将土壤质量的评价指标分为物理学指标、化学指标和生物学指标<sup>[15]</sup>。Murge 等则探讨了土壤养分和土壤有机质等土壤质量指标<sup>[16]</sup>。Jeffrey 认识到了土壤质量评价的局限性,指出土壤质量是持续土地管理经营必要而非完全的指标,还须使用表明土壤质量与生态系统功能之间的联系的指标<sup>[17]</sup>。《Agriculture, Ecosystem and Environment》杂志 2000 年 81 卷第 2 期更是集中发表了第 16 届国际土壤科学会议中有关土地质量评价的 8 篇研究文章,从作物产量与养分平衡,土壤覆盖、风蚀与土壤盐渍化,土壤水蚀等多方面对具体的土地质量指标进行了探讨<sup>[14]</sup>。到目前为止,众多的学者为探求土地生态指标体系进行了较为深入的研究。但远远没有达到推广应用的程度。目前,国际上对于土地生态评价研究,具有代表性的成果有 2 个:“压力—状态—响应”(P—S—R)评价体系和土地条件变化评价指标体系<sup>[18]</sup>。

“压力—状态—响应”(P—S—R)评价体系是世界银行、联合国粮农组织、联合国发展署、联合国环境署等 1996 年联合开展的土地质量指标研究项目中所提出的研究成果。它是一个土地质量指标概念性框架,旨在通过利用土地质量指标测量人类活动对土地资源的压力和这些压力对土地质量状态的影响以及社会对这些变化的响应,并将土地质量指标与相关的政策和管理决策联系起来。其中“压力”指标描述人为活动对土地资源造成的压力,指示影响土地质量变化的人类活动、过程和格局。“状态”描述土地资源状态,指示土地质量变化。“响应”描述社会对造成土地质量状态变化的压力响应,指示政策取向和对土地质量变化所作出的其他反应。PSR 评价指标体系主要提供的是一种评价思路<sup>[19]</sup>,它强调在分析应用过程中,必须把压力指标、状态指标和响应指标结合起来考虑,而不能仅仅依赖某一项指标,孤立地考察一项指标往往可能出现不正确的结论。各国各地区在实际应用过程中,要结合自己的具体情况,通过补充、完善来灵活运用。

土地条件变化评价指标体系是由 Vieira M 等人提出的<sup>[20]</sup>。在这个指标框架中,Vieira M 提出了定性和定量 2 种土地条件变化指标,其中定性变化指标要求直观、易于获取,如土壤颜色、地表形态等;定量指标应强调计算方法的规范与统一。具体应用指标的选择一定要立足于评价区域的土地资源特征,变化指标的观测频率取决于指标本身的特征,在观测值的分析比较方法上,可采用横向比较、纵向比较和假设比较等综合分析,并通过因果分析分辨出

是自身内部因子还是外部因子。

到目前为止,国外关于土地生态评价的系统的、完整的一套指标体系尚未见报道。然而可以肯定所有的这些工作都会为将来土地生态评价领域形成系统的指标体系奠定坚实的基础。

### 3 国内进展

#### 3.1 历史进程

公元前 200 年《管子·地员篇》就专门论述了水、土和植物的关系。此后,至今两千多年的时间里《齐民要术》、《农桑辑要》、《授时通考》、《陈敷农书》等记载农业经验的书籍不断涌现。所有的这些知识,都为土地生态学的产生积淀了厚实的历史基础。

我国从 20 世纪 80 年代开始重视土地生态问题。景贵和、傅伯杰、杨子生等对土地生态评价的理论、功能、方法、重点等发表了专门的有关论述。如傅伯杰(1985)将土地生态系统的研究归结为 3 个主要的方面<sup>[21]</sup>:土地生态系统形成、演替、结构的研究、土地生态系统功能的研究、土地最佳生态平衡的研究。杨子生认为土地生态评价重点是土地生态系统生产力的研究<sup>[22]</sup>。1986 年中国科学院南方山区综合考察队对我国南方红壤丘陵区植被由于人类破坏所引起的“逆向演替”,以“破坏度指数”和“自然度指数”进行了土地生态评价<sup>[1]</sup>。

国内现在的研究主要集中在土地生态评价中的生态效益方面,即土地质量评价的研究。就土壤质量而言,孙波等(1995)提出了我国东南丘陵区土壤肥力评价的 3 层指标体系,主要包括土壤养分状况以及物理和化学环境条件两项。杨艳生(1998)提出了土壤退化评价的 3 层指标体系,最上层包括环境、形态、肥力和污染因子;章家恩和徐琪(1999)也认为三峡库区秭归县土地退化评价指标体系应有 3 个层次,但是把土壤退化划分为土壤物理、土壤养分、土壤化学和土壤生物退化 4 种形式。孙波和赵其国(1999)指出红壤质量评价应该从土壤化学、物理学和生物学 3 个方面来进行。郭旭东等(2001)通过河北省遵化县的案例研究,应用土壤质量指数,探讨了低山丘陵区不同土地利用方式对土壤质量的影响<sup>[23]</sup>等。

综上所述,由于我国研究起步较晚,和国外相比,尚没有形成系统综合的土地质量评价指标体系,也缺乏长期定点监测的数据用于土地质量评价。研究主要涉及的是土壤的肥力和退化等土壤质量方面以及土地的持续利用、农业持续发展、生态环境等土地质量方面。

最具有代表意义的是浙江大学的吴次芳、徐保根(2002)编著出版了《土地生态学》一书,比较系统地总结和阐述了土地生态评价思想、理论和方法。

### 3.2 评价指标的选取

近年来,随着国际上开始广泛关注土地生态评价指标体系研究,我国学者也开始涉足土地质量评价的指标体系及综合评价研究。由于不同学科学者考虑的角度不一,对指标作用的界定不同,对于土地生态评价指标的选择差异较大。

范楚林等通过对黑泉库区的研究,提出了土地生态评价指标应包括地形地貌、植被条件指标和土壤条件指标<sup>[24]</sup>。门宝辉、梁川根据石家庄市的土地生态系统的实际情况选择了土壤侵蚀、土壤污染和土壤肥力作为土地生态的指标<sup>[25]</sup>。张建辉、李勇提出对土地持续管理进行评价应包括养分平衡、产量潜力、农业土地利用强度和土地利用多样性、地表覆盖、土地退化等指标;并且,评价指标不应是土地质量本身的简单反映,而是要包括环境因素<sup>[26]</sup>。吴次芳、徐保根提出了农地中常用的一些指标,分为气候条件指标(太阳辐射、温度、降水量、气象灾害)、土壤条件指标(土壤肥力、土地结构、土壤污染、土壤侵蚀、土地退化)、水资源指标(水资源量、水质)、立地条件指标(地貌特征)和生物资源指标(生物、植被、生物组成、生物多样性)等<sup>[1]</sup>。刘玉平提出了用植被覆盖度、地上生物量、地带性植物比例、土壤状况作为干旱土地退化草场生态系统的评价指标<sup>[27]</sup>。

从国内的土地生态评价体系研究可以看出,对土地生态评价的研究由于各地的自然、社会、经济条件的不同,难以确定一个完全一致的指标体系;同时,即使同一地区不同的发展阶段,其特点也不同,适用不同时段的评价指标体系也不完全一样。所以,在制定具体土地生态评价指标时,一定要结合各地的实际情况,选择具有代表性和关键性的指标。

## 4 土地生态价值核算

对土地生态价值核算就是对土地生态价值进行估算和经济分析的过程。土地生态价值一般包括土地生态的观赏价值、赋存(其他资源)功能价值、“转换”(太阳能转化有机能)功能价值、净化或缓解污染物功能价值等。

### 4.1 指导理论

主要包括主观效用价值论、影子价格理论、机会成本理论等。

### 4.2 基本方法

目前还没有成熟的土地生态价值的价值核算方

法,只有借用资源环境价值核算的一些方法<sup>[1]</sup>。主要有:(1)直接市场评价法。它是根据生产率的变动情况来评估土地变动所带来的生态影响的方法。它把土地生态看作是一个生产要素,土地生态的变化会导致生产率和生产成本的变化,从而引起产品价格和产出水平的变化,而价格和产出是可以观察到并且是可测量的。常用的市场评价法有:剂量—反映方法、生产率变动法、疾病成本法、人力资本法、机会成本法和重置成本法等。(2)替代性市场法。这是通过考察人们与市场相关的行为,特别是在与土地生态联系紧密的市场中所支付的价格或他们获得的利益,间接推断出人们对土地生态的偏好,依此来估算土地生态变化的经济价值。具体包括:内涵资产定价法、防护支出法与重置成本法、旅行费用法等。(3)意愿调查评估法。它是通过抽样调查,推导出人们对土地生态价值的假想变化的评价。本方法所采用的评估技术大致可分为3类:一是直接询问调查对象的支付或接受赔偿的意愿,叫投标博弈和权衡博弈;二是询问调查对象对上述意愿的商品或服务的需求量,并从询问结果推断出支付意愿和赔偿意愿,称为无费用选择法;三是通过对有关专家进行调查方式来评定土地生态价值,称为优先评价法。

## 5 小结

国内外土地生态评价的研究,虽然研究生态系统和土地的学科比较多,但专门或重点研究的土地生态评价的学科和成果还不多。土地生态评价的研究才刚刚开始。研究量化的程度较低,尚未形成系统的理论方法和技术体系。指标值、权重的确定,主观性很大。土地生态评价尚未形成系统的理论和方法。

鉴于当前土地生态研究的薄弱性和全球土地生态退化问题的严重性及其恢复重建的紧迫性,加快土地生态学的发展和建设不仅必要而且重要。

### 参考文献:

- [1] 吴次芳,徐保根.土地生态学[M].北京:中国大地出版社,2003.102,17,19,107.
- [2] 林培.土地资源学[M].第2版.北京:中国农业大学出版社,1996.
- [3] FAO. A frame work for land evaluation [M]. Rome: Soil Bulletin. 1976. 30.
- [4] FAO. Feslm: An international frame work for evaluating sustainable land management [R]. World Soil Resources Reports 73, 1993.

(下转第111页)

## 参考文献:

- [1] Omar M B, Heather W A. Effect of saprophytic phylloplane fungi on germination and development of *Melampsora larici-populina* [J]. Trans. Br. Mycol. Soc., 1979, 72(2): 225-231.
- [2] 李莲芝, 袁志文, 范健羽. 培养条件对锈寄生菌的影响[J]. 辽宁林业科技, 1989(6): 24-27.
- [3] 袁志文, 范健羽, 李莲芝. 锈寄生菌对落叶松褐锈病抑制作用的观察[J]. 生物防治通报, 1991, 7(2): 61-63.
- [4] 袁秀英, 韩艳洁. 锈寄生菌控制杨柴锈病的研究 I. 锈寄生菌的形态鉴定及培养性状[J]. 内蒙古大学学报, 1998, 29(2): 250-254.
- [5] 袁秀英, 艳洁. 锈寄生菌对杨柴锈病菌的寄生及控病作用[J]. 林业科学研究, 2000, 13(1): 103-106.
- [6] 黄云. 梨胶锈菌的重寄生菌研究 I. 重寄生菌的生物学特性[J]. 植物病理学报, 1994, 24(4): 329-335.
- [7] Sharma J K, Heather W A. Light and electron microscope studies on *Cladosporium tenuissimum*, mycoparasitic on poplar leaf rust, *Melampsora larici-populina* [J]. Trans. Br. Mycol. Soc., 1988, 90(1): 125-131.
- [8] Sharma J K. Parasitism of uredospores of *Melampsora larici-populina* Kleb. by *Cladosporium* sp. [J]. Eur. J. Pathol., 1978, 8(1): 48-54.
- [9] 袁嗣令. 中国乔灌木病害[M]. 北京: 科学出版社, 1997. 110.
- (上接第 107 页)
- [5] University of Lethbridge. Proceeding of the international workshop on sustainable land management for 21st century [R]. Vol. 2. Plenary Papers, Lethbridge, Canada, 1993.
- [6] Dumanski J. Assessing the sustainable of Saskatchewan framing system [R]. CLBRR Echnical Bulletin, 1994.
- [7] John E, Tiffen M, Mortimore M. Land resource management in the Machakos district, Kenya 1930—1990 [R]. World Bank Environment, 1994. 5.
- [8] Berroter R J, Zinck A. Criteria and indicators of agricultural sustainability at National level [R]. Geo Information for sustainable Land Management. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [9] Gameda S, Dumanski J, Acton D. Farm level indicators of sustainable land management [R]. Geo Information for sustainable Land Management. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [10] Lefroy R D B, Bechstedt H D, Rais M. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia and Thailand [J]. Agriculture, Ecosystem and Environment, 2000, 81(2): 137-146.
- [11] 冷疏影, 李秀彬. 土地质量指标体系国际研究的新进展[J]. 地理学报, 1999, 54(2): 177-185.
- [12] Pieri C, Dumanski J, Young A. Land quality indicators [R]. World Bank Discussion, 1995. 51.
- [13] Pieri C. Planning of sustainable land management: the hierarchy of user needs [R]. Geo Information for sustainable Land Management. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [14] 彭建, 王仰麟, 宋治清, 等. 国内外土地持续利用评价研究进展[J]. 资源科学, 2003, 25(2): 87.
- [15] MLUI. Soil quality, contaminated land and waste utilization [R]. Annual Report of MLUI. 1997. 28-37.
- [16] Murage E W, Karanja N K, Smithson P C, et al. Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive small holders' fields of Kenya's Central Highlands [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 79: 1-8.
- [17] Jeffrey E H. Soil quality: an indicator of sustainable land management [J] Applied Soil Ecology, 2000, 15(1): 75-83.
- [18] 陈美球, 刘桃菊, 黄靓. 土地生态系统健康研究的主要内容和面临的问题[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 698-701.
- [19] 陈美球, 吴次芳. 土地健康研究进展[J]. 江西农业大学学报(自然科学版), 2002, 24(3): 324-329.
- [20] 钟政林, 曾光明, 杨春平. 环境风险评价研究进展[J]. 环境科学进展, 1996, 4(6): 17-21.
- [21] 傅伯杰. 土地生态系统的特征及其研究的主要方面[J]. 生态学杂志, 1985, 4(1): 35-38.
- [22] 杨子生. 试论土地生态学[J]. 中国土地科学, 2000, 14(2): 38-43.
- [23] 郭旭东, 邱扬, 连纲, 等. 基于 PSR 框架的土地质量指标体系研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2003, 22(5): 483-484.
- [24] 范楚林, 李维义. 黑泉库区土地生态评价定量系统模型研究[J]. 青海环境, 1997, 7(3): 105.
- [25] 门宝辉, 梁川. 物元模型在土地生态系统定量评价中的应用[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 63-64.
- [26] 张建辉, 李勇. 长江上游农业土地持续管理的评价指标[J]. 西南农业学报, 1999, 12(土肥专辑): 109-114.
- [27] 刘玉平. 干旱土地退化生态系统的评价方法[J]. 干旱区研究, 1996, 13(1): 72-76.