

小尺度农田生态系统土地退化监测与评价指标体系建立

高亚琪, 杨艺渊, 地力夏提·包尔汉, 朱雅丽  
(新疆林业科学院,新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要:**按照土地退化有关概念和农田生态系统的特点,运用参与式方法、KJ 法、德尔菲法等方法,建立小尺度范围、人为驱动力影响下的农田生态系统土地退化监测与评价指标体系,包括耕作制度、耕作措施、土壤残膜污染、肥料污染、农药污染、灌溉方式、土壤含盐量、工程排碱措施、农田防护林、贫困状况共 10 项指标。该体系各指标具有可获得性,易于操作,便于土地利用者自我监测,减少人为不合理的农田土地利用活动,提高了土地生产力,可有效控制农田土地退化。

**关键词:**农田;土地退化;监测;评价;指标体系  
**中图分类号:** S158.1;S154.1      **文献标志码:** A      **文章编号:**1002-1302(2014)03-0296-02

土地退化是指由于使用土地,或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱、亚湿润干旱和极干旱区的雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失<sup>[1]</sup>。土地退化是一个非常综合和复杂的过程,主要原因分为自然因素和人为因素,人为因素是加速土地退化的主要原因<sup>[2]</sup>。人口急剧增加是人类不合理活动的根源,人口增长加剧了人地矛盾,导致资源短缺甚至破坏。粗放型经济活动也是造成土地退化的一个重要原因,落后的生产方式导致土地生产力衰竭,单位面积产量下降。另外,人口变化、贫困、发展水平不平衡、土地所有权问题、土地使用者对土地退化的态度和其他经济因素等,对土地退化均有一定的影响。许多国家政府通过补贴资助农民使用化肥和杀虫剂,化学产品的过量施用也加重了土地退化<sup>[3]</sup>。

农田退化是全球普遍性问题,尤其在亚非等发展中国家较严重,给农业发展带来巨大的经济损失。我国农田退化价值损失总量为 1 225.45 亿元,已对中国农业发展构成一定的影响,若不采取有效措施,将会对中国未来农业发展产生更大的影响<sup>[4]</sup>。本研究以小尺度农田生态系统土地为主要监测与评价对象,建立人为因素造成土地退化的监测与评价指标体系,包括评价指标的获取、监测评价体系建立及评价方法等,形成了适用于土地利用者自我监测的农田土地退化监测与评价指标体系及监测方法。

1 材料与方法

1.1 监测与评价对象

以新疆农田生态系统土地为监测与评价对象,开展土地退化监测与评价研究。

1.2 评价方法

1.2.1 参与式方法 引入“自下而上”的“参与式”模式,让以农民为代表的利益相关者充分参与,收集小尺度范围农田生态系统土地退化监测与评价指标集,帮助农民自己监测每一个经营地块的土地退化现状及变化趋势。

1.2.2 KJ 法 将未知问题、未曾接触过的领域等相关事实、意见或设想之类的语言文字资料收集起来,利用其内在的相互关系作成归类合并图,从复杂的现象中整理出思路、抓住实质,找出解决问题的途径。聘请新疆土地退化研究的相关专家和管理官员组成专家咨询组,召开会议,激发每个人的思维,引起思维共鸣,推选农田生态系统土地退化预选指标集。

1.2.3 德尔菲法(Delphi Method) 采用匿名发表意见的方式,通过多轮次调查专家对问卷所提问题的看法,经过反复征询、归纳、修改,最后汇总成专家基本一致的看法,作为预测的结果。

根据新疆农田生态系统状况,聘请新疆维吾尔自治区内外的相关专家对入选的指标和指标的重要性、权重值进行填表(表 1、表 2)咨询。应邀咨询专家互不见面,完全凭借自己的知识与经验作出独立判断,填写咨询表;对各专家意见进行统计处理,计算专家意见的集中值与变异程度以及反映专家意见协调程度的和谐系数。

表 1 新疆人为因素影响下农田生态系统  
土地退化监测与评价指标重要程度咨询表

评价指标	不重要	一般	较重要	很重要	注释
A1					
A2					
A3					
⋮					

表 2 新疆人为因素影响下农田生态系统  
土地退化监测与评价指标权重值咨询表

评价指标	权重	注释
A1		
A2		
A3		
⋮		

收稿日期:2013-06-17  
基金项目:中国-全球环境基金干旱生态系统土地退化防治伙伴关系“土地退化防治管理与政策支持”项目。  
作者简介:高亚琪(1961—),男,陕西杨陵人,高级工程师,主要从事林业遥感、地理信息及资源监测与评价研究。Tel:(0991) 4614362;E-mail:gyq611003@163.com。

1.3 评价指标体系的修订

1.3.1 专家意见集中度和变异程度 根据回收的重要程度咨询表,统计各类态度的专家人数,并把重要程度档次换为评分值,依次换为 4、3、2、1 分,对指标评分赋值,计算重要程度专家意见集中度  $M_j^{[5]}$  和专家对重要度意见的变异程度  $V_j$ ,公式分别为:

$$M_j = \sum_{i=1}^m C_{ij} / m$$
$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} = \frac{1}{M_j} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_j)^2 / m}$$

式中: $M_j$  为第  $j$  指标等级的算术平均值; $m$  为填写了  $j$  指标等级的专家人数; $C_{ij}$  为第  $i$  专家对  $j$  指标的等级换算评分; $V_j$  为变异度; $\sigma_j$  为各专家对  $j$  指标评分的标准差。

1.3.2 指标修订 根据专家对指标重要程度的集中度计算相应的百分数,删除专家意见集中度低于 60% 或专家对重要度意见变异程度大于 0.4 的指标,对保留的指标作进一步分析计算。

1.3.2.1 专家意见肯德尔(Kendall)和谐系数  $r_w$  肯德尔和谐系数  $r_w$  是等级相关的一项指标,常用于考察多位评分者评分的一致性程度。数据标准等级转化:将同一个专家对所有指标评定的原始分值数据转化为等级(统计学中又称“秩次”,升序或降序排列均可),由于同一专家对各指标的评分中有相同的分数,因此在转化为等级时就存在相同的等级,转化时用其所占位次之和求平均值<sup>[6]</sup>。肯德尔和谐系数计算<sup>[7]</sup>:利用 SPSS 统计软件,应用 Kendall 方法进行检验,检验的原假设是:专家对各指标重要度咨询意见不相关或是随机的;备选假设为专家对各指标重要度咨询意见相关或者是较为一致的,显著性水平 0.05,置信区间 95%,若专家意见未见显著差异,德尔菲法(Delphi)即可终止,否则,需要再进行下一轮咨询。

1.3.2.2 指标权重值计算 在专家意见达到一致性要求后,对指标的权重进行归一化运算,公式为:

$$D_{wj} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{ij}}$$

式中: $D_{wj}$  为第  $j$  指标权重; $C_{ij}$  为第  $i$  个专家对第  $j$  指标的权重估计分值。当第  $j$  个指标的  $D_{wj}$  很小时,可舍去该指标。

2 结果与分析

2.1 农田土地退化监测与评价预选指标集的建立

根据农民和专家推选的土地退化指标,界定土地退化评价的有关基本概念和相关的基领域,分析土地退化类型各个方面内在的逻辑结构和关系,搜集国内外相关土地退化研究、土地退化评价指标的相关文献资料,在满足评价指标的可获得性和独立性条件下,通过定性分析中的广义归纳,选择与土地退化及其功能相关的因子构成预选指标集。

2.2 评价指标体系的修订、改进

根据预选指标集内容,发出 31 份咨询表,回收 25 份,回收率为 80.6%,其中,有效咨询表 24 份,占回收问卷的 96%。计算咨询专家对新疆人为因素影响下农田生态系统土地退化评价预选指标的重要程度、变异度,结果见表 3。

根据专家对指标重要程度的集中度低于 60% 或专家对

表 3 专家对农田生态系统土地退化预选指标咨询意见重要程度和变异度分布

序号	指标名称	重要度(%)	变异度
1	耕作制度	79.17	0.30
2	耕作措施	89.58	0.16
3	土壤含盐量	81.25	0.26
4	工程排碱措施	79.17	0.28
5	作物种类	51.04	0.36
6	降水量	59.38	0.45
7	灌溉方式	76.04	0.26
8	肥料污染	77.08	0.26
9	农药污染	68.75	0.32
10	土壤残膜污染	82.29	0.30
11	农田防护林	87.50	0.18
12	贫困状况	63.54	0.34

重要度意见变异程度大于 0.4 的指标应删除的原则,对指标进行修订,最终确定保留的指标结果见表 4。

表 4 专家对农田生态系统土地退化指标咨询意见重要程度和变异度分布

序号	指标名称	重要度(%)	变异度
1	耕作制度	79.17	0.30
2	耕作措施	89.58	0.16
3	土壤残膜污染	82.29	0.30
4	肥料污染	77.08	0.26
5	农药污染	68.75	0.32
6	灌溉方式	76.04	0.26
7	土壤含盐量	81.25	0.26
8	工程排碱措施	79.17	0.28
9	农田防护林	87.50	0.18
10	贫困状况	63.54	0.34

2.3 专家意见的和谐系数

应用 Kendall 法对原假设的检验结果表明,在 0.05 显著性水平下否定原假设,即认为专家对各指标重要度咨询意见相关或者是较为一致,专家意见未见显著性差异,达到一致性要求,Delphi 法即可终止。

2.4 新疆农田土地退化监测与评价指标体系的建立

人为驱动力影响下评价农田生态系统的土地退化,结果表明,新疆农田土地退化监测与评价指标体系包括耕作制度、耕作措施、土壤残膜、肥料污染、农药污染、灌溉方式、土壤含盐量、工程排碱措施、农田防护林和贫困状况,这 10 项指标权重值分别为 0.103、0.109、0.098、0.097、0.086、0.101、0.105、0.104、0.114、0.083。

3 小结与讨论

农田退化涉及农业可持续发展、农民稳定增收及国家粮食安全。人为因素,特别是人类不合理的活动是农田土地退化的主要原因。我国实行农村土地承包经营制度,采取农村集体经济组织内部的家庭承包方式,国家依法保护农村土地承包关系的长期稳定,耕地承包期为 30 年<sup>[8]</sup>。我国长期稳定的土地经营制度决定了只有让土地经营者主动关注土地退化的动态变化,才能保证农田的土地质量和生态系统的环境问题,达到农业可持续发展的良性循环状态。

在农业生态系统中,对农业生产上的土地质量、可持续利用方面研究颇多,很少报道有关农田生态系统土地退化监测与评价方面的研究。前人对国内外、大流域生态系统土地退

黄小洋,管永祥,吴 昊,等. 江苏省太湖流域规模畜禽场粪污处理典型模式分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):298-300.

# 江苏省太湖流域规模畜禽场粪污处理典型模式分析

黄小洋<sup>1,2</sup>,管永祥<sup>2</sup>,吴 昊<sup>2</sup>,王子臣<sup>2,3</sup>

(1. 苏州农业职业技术学院,江苏苏州 215008;2. 江苏省农业环境监测与保护站,江苏南京 210036;

3. 江苏省农业科学院循环农业研究中心,江苏南京 210014)

**摘要:**以太湖流域畜禽养殖业污染治理工作为基础,测算江苏省太湖流域畜禽养殖污染物产生量,总结归纳 5 种操作性强并广泛应用的畜禽粪便典型处理模式,并分析各种模式的优缺点和适用范围,旨在为太湖流域、江苏省乃至全国的畜禽养殖业粪污治理提供参考。

**关键词:**畜禽粪污;处理模式;分析

**中图分类号:**S851.2<sup>+</sup>4;X713 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)03-0298-03

根据《江苏省太湖流域水环境综合治理实施方案》,江苏省太湖流域包括太湖湖体,苏州市、无锡市、常州市、镇江市(除扬中市外)的全部行政区域以及南京市的高淳区、溧水区、江宁区、秦淮区、雨花台区对太湖水水质有影响的河流湖泊、水库、渠道等水体所在区域。据统计,2011 年江苏省太湖流域畜禽养殖基本情况为:生猪约 390.93 万头,肉禽约 11 810.63 万羽,蛋禽约 974.60 万羽,奶牛约 3.90 万头<sup>[1]</sup>。按畜禽养殖业排污系数测算,2011 年江苏省太湖流域畜禽

养殖共产生粪尿废弃物 397.5 万 t,其中粪便 258.51 万 t、尿液 139.03 万 t,共产生化学需氧量(COD)、铵态氮、总磷(TP)、总氮(TN)分别为 32.91 万、1.04 万、0.71 万、3.12 万 t<sup>[2-4]</sup>。第 1 次全国污染源普查结果表明,太湖流域农业源废水排放量、COD、铵态氮、TP、TN 排放量分别占全部污染的 55.0%、32.3%、36.9%、21.6%、37.1%<sup>[2]</sup>;农业源中,畜禽养殖排放的 COD、TP、铵态氮、TN 分别占 58.5%、61.7%、26.8%、34.2%<sup>[5]</sup>。随着太湖流域畜禽养殖规模化、集约化发展,畜禽养殖成为重要污染源之一<sup>[6]</sup>。

2007—2012 年年底,江苏省以太湖水治理为契机,大力推进畜禽养殖业的综合治理,加大畜禽养殖废弃物处理与利用的政策扶持和技术推广力度,在畜禽养殖废弃物无害化处理与资源化利用方面取得了显著的技术进步,形成了许多特色鲜明的畜禽粪污处理模式。现归纳江苏省太湖流域 5 种典型的粪污处理模式,并分析其优劣,为太湖流域、江苏省乃至全国的畜禽养殖业治理粪污提供参考。

收稿日期:2013-11-05

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(12)3071];国家科技支撑计划(编号:2012BAD14B12)。

作者简介:黄小洋(1974—),男,江西九江人,硕士,讲师,从事农业环境保护教学与研究。E-mail:xyhuang200508@163.com。

通信作者:管永祥,研究员,从事农业生态领域研究。E-mail:gyx5598@126.com。

化进行研究,提出了相应的整治措施。舒强对新疆土地退化进行成因分析,并提出相应的防治对策<sup>[9]</sup>;罗明等综述了综合整治土地退化广布的长江上中游山地环境,以及对草地、盐碱地、矿区土地、南方亚热带丘陵山地退化和荒漠化防治研究的现状<sup>[10]</sup>。

本研究从小尺度土地退化监测角度出发,利用参与式方法,吸收各方面的意见,获取了第一手资料,对各数据进行标准化处理,提出了一套人为驱动力影响下评价农田土地退化监测与评价的指标体系。体系中的指标具有可获取性、易于操作的特点,便于土地利用者自我监测,以减少人为不合理的农田土地利用活动,提高土地生产力,防治农田土地退化。用此评价方法完成的土地退化评价结果,能够进行不同地区或同一地区不同时间段的对比,使农田生态系统土地监测实现标准化和规范化管理,为今后进一步开展土地退化监测与预警系统研究、土地退化动态监测与动态数据库及其管理信息系统、监测研究网络的建立提供科学依据。

## 参考文献:

[1] 新疆 GEF-OP12 项目协调办公室,新疆 GEF-OP12 项目执行办

公室. 新疆土地退化综合防治战略与行动计划[M]. 乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,2009:27.

[2] 程水英,李团胜. 土地退化的研究进展[J]. 干旱区资源与环境,2004,18(3):38-43.

[3] 何兴东,丛培芳,董治宝,等. 20 世纪末 30a 里全球生态退化状况[J]. 中国沙漠,2007,2(2):283-289.

[4] 李贵春,邱建军,尹昌斌. 中国农田退化价值损失计量研究[J]. 中国农学通报,2009,25(3):230-235.

[5] 王金锡,慕长龙,彭培好,等. 长江中上游防护林体系生态效益监测与评价[M]. 成都:四川科学技术出版社,2006.

[6] 刘艳锋. 肯德尔和谐系数的实际运用[J]. 河南机电高等专科学校学报,2006,14(1):41-42.

[7] 杜 强,贾丽艳. SPSS 统计分析:从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社,2009:137-139.

[8] 第九届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议. 中华人民共和国农村土地承包法[M]. 北京,2002.

[9] 舒 强. 新疆土地退化的成因分析与防治对策[J]. 新疆环境保护 2000,22(3):149-154

[10] 罗 明,龙花楼. 土地退化研究综述[J]. 生态环境,2005,14(2):287-293.