

关于耕地生态保护规划基本问题的探讨*

王万茂 李志国

(南京农业大学土地管理学院 南京 210095)

摘 要 在界定耕地生态保护规划基本概念的基础上,系统阐述了耕地生态保护规划的原则、内容以及规划程序和方法,并对全面开展耕地生态保护规划的编制和方案评优提出政策建议。

关键词 耕地 生态保护 规划

The exploration on the ecological preservation planning of arable land. WANG Wan-Mao, LI Zhi-Guo (College of Land Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095), *CJEA*, 2001, 9(4): 54~57

Abstract Based on defining the ecological preservation planning of arable land, the principle, contents, planning procedure, and means of the ecological preservation planning of arable land are stated. Finally, the policy proposal with working out and evaluating the planning are put forward.

Key words Arable land, Ecological preservation, Planning

目前我国人均耕地仅有 0.12hm^2 , 为世界人均耕地 (0.25hm^2) 的 47%, 即使现有耕地不再减少和随着人口的增加, 到 2010 年、2030 年我国人均耕地将分别降至 0.1hm^2 和 0.09hm^2 。生态环境恶化使耕地质量和农产品质量下降, 若不采取有力措施遏止其势头, 我国将面临丧失耕地宝贵资源的危险并进而引发粮食危机乃至生存危机, 这已引起我国学术界的广泛关注。本文结合江苏省金坛市耕地生态保护规划实证, 探讨了耕地生态保护规划及其基本问题并提出政策建议。

1 耕地生态保护概念与内涵

耕地生态保护的概念是指人类为了自身生存与发展保存一定数量和质量的耕地, 恢复和提高其物质生产能力, 防治耕地环境污染并使之持续利用所采取的措施和行动。从理论上而言, 耕地生态的内涵是指农作物的生活场所或居住环境即耕地生态环境, 耕地生态保护的内涵就是协调种植作物与周围生态因子的关系, 保护耕地生态系统结构和功能的稳定性, 其表层涵义指耕地数量和质量的保护, 数量保护是耕地保护的前提和基础, 质量保护是耕地保护的核心; 深层涵义指耕地生态系统结构和功能的保护, 这是耕地生态保护的根本目的。耕地数量保护(耕地面积保护)是保存一定数量的耕地, 满足人类对耕地多种需要特别是保证食物安全供应至关重要, 对 1 个国家或地区而言, 保持一定数量的耕地是其人口生存的基础, 也是实现社会经济可持续发展的先决条件; 耕地质量保护(耕地地力和生态环境保护)即为协调耕地供给的有限性和人类对耕地需求增长的无限性关系, 必然要求提高耕地物质生产能力, 要求人类在利用耕地的同时, 必须加强对耕地地力保护, 实现其生产能力的可持续性; 耕地系统保护(耕地生态系统结构和功能保护)是人类的生存依赖于耕地生态系统的产出功能, 系统的结构决定系统功能, 保护系统功能必须保护系统结构, 保护耕地生态系统结构就是依据生态学原理, 通过人工方法对耕地生态系统时间、平面、立体、食物链进行调整和重新设计, 提高其光能利用率和调节物质循环功能, 使系统产出更多、更好的物质产品。

2 耕地生态保护规划的概念、原则与内容

耕地生态保护的战略目标规划是对客观事物及其未来发展进行超前性的调配和安排, 是发现事物内在联系的最佳手段, 也是生产力布局的最优方法和提高耕地利用大系统负熵和政策连续性的理想工具, 规划可提高决策的整体性和科学性, 指出为实现未来目标所要采取的行动过程和途径, 因此编制耕地生态保护规划尤为重要, 耕地生态保护规划是为实施耕地生态保护战略目标在一定地区为改善耕地生态系统所作的时间

* 国家社会科学基金资助项目(97BJB0430)部分研究内容

收稿日期: 2000-07-18 改回日期: 2000-08-24

安排和部署及空间布局与设计。耕地生态保护规划是在土地利用总体规划指导下的专项规划或子规划,是土地利用总体规划的必要补充和耕地保护规划的继续。

耕地生态保护规划的原则包括保护与利用协调原则,耕地生态问题的产生是耕地利用中忽视生态保护的结果,若在耕地开发利用中做到统筹兼顾、保护寓于利用,既考虑眼前和局部利益,又兼顾长远和全局利益,许多耕地生态问题则可避免和防止,即便产生也可在发展过程中加以解决;预防和治理结合原则,耕地生态问题产生容易但防治相对较难甚至有的永远不能恢复,若在生态问题未发生前就有意识进行预防,防患于未然则事半功倍且成本低,故将预防耕地生态问题发生作为耕地生态保护的主要内容,对已经出现生态问题的耕地则应以防治为主,且必须将耕地污染防治纳入环境保护规划,对已污染耕地应采取综合治理措施排除污染,恢复和改善生态环境;系统与环境整体优化原则,耕地生态环境的保护即保护耕地生态环境的完整性,使耕地利用中系统结构不断优化,功能得到增强。耕地生态系统是整个生态系统中的子系统,并与其他生态子系统有着不可分割的物质和能量交换关系,因此应将耕地生态保护置于整个生态系统保护中综合考虑耕地与周围林地、园地、草地、水域和湿地生态保护相协调;生态恢复与重建联系原则,耕地生态保护中土壤污染治理物理方法费用昂贵且难以调控,而化学方法又可能对环境产生副作用,因此优化和改善退化耕地的实用生态恢复技术是当今耕地生态环境保护的主要手段。

耕地生态保护规划内容应由耕地数量保护规划、耕地质量保护规划和耕地生态系统结构保护规划3部分组成并在此基础上进行耕地生态保护分区。耕地数量保护规划是确定未来一定时期内应保存的耕地数量所作的安排与布局,是在科学分析耕地数量现状和潜力、预测未来一定时期内区域经济发展、人口状况、消费水平、粮食单产水平及建设用地需求水平的基础上作出的,主要包括耕地利用现状分析、耕地和建设用地需求量预测、优化各类用地数量结构、确定耕地保护数量和布局等内容。耕地质量保护规划包括耕地地力保护规划和耕地生态环境保护规划,前者是根据区域耕地退化的现状,为恢复、改良、防止和提高耕地基础肥力,协调耕地生态因子间的关系,提高区域耕地物质生产能力,对未来一定时期内地力保护所作的安排和布局,其内容包括耕地地力退化现状分析、地力保护目标的确定和实现目标的措施规划;后者是为防止耕地环境被工业“三废”、农药化肥污染,保护耕地环境所作的安排和布局,主要包括环境监测、耕地生态环境现状分析评价、保护目标的确定和主要措施规划等内容。从规划角度而言,耕地生态系统结构保护规划就是对耕地进行生态系统结构设计、合理安排土地利用、土壤肥力建设、防治地力退化、排除污染物的干扰,是根据耕地生态系统结构简单和不稳定性现状所作的调整和改善生态系统结构的具体设计,主要依据生态学的基本原理,对耕地生态系统的平面、立体、时间和营养结构进行重新设计和构建,从而创造稳定、有序、和谐的时空结构和营养结构,保持系统的可持续能力,提高农作物对光、温、水、热、气、肥的利用效率,提高其物质生产能力。耕地生态保护分区是在一定区域内根据其内部的自然生态条件(地貌、植被、水文等)和社会经济条件(耕地利用现状、耕地地力退化、耕地污染等)及保护措施的相似性和差异性所进行的分区,是在区域生态保护规划的战略指导下将耕地数量、质量和生态系统结构保护在分区上的落实与实施。

3 耕地生态保护规划的编制程序

耕地生态保护规划是为实现耕地保护战略目标,在一定区域内按照一定程序实现的对耕地生态系统所作的具体安排和布局,其编制程序见图1。准备工作包括组织和资料准备,组织准备是指成立规划领导小组和专门办公室,组织一支具备土管、地学、土壤学、农学、测绘学等多门学科知识和素质的专业队伍,培训技术工作人员等,拟定工作计划和制定技术方案,资料准备是指对规划区自然、社会、经济、人口等资料的收集和整理;现状分析主要分析规划区域内的耕地数量、质量和生态系统现状及其存在的主要问题,找出其有利因素和不利因素,认清优势和劣势,明确规划的针对性,并对耕地数量供需、质量退化及生态系统结构变化作出科学的预测分析;确定目标是根据现状分析的结果,结合规划目标年耕地需求量和供给量状况以及提高耕地质量和治理耕地污染生态系统的可行性,确定耕地数量、质量和生态系统结构保护的目标,确定目标时应区分主次和轻重缓急,依不同层次进行目标分解,使目标制定先进可靠和切实可行;制定措施应根据现实与保护目标提出和制定有针对性、可操作性的耕地数量、质量及生态系统结构保护措施与对策;方案评价即对已拟定方案进行综合效益评价,主要包括生态效益评价(营养物质平衡系数、能量产投比和光能利用率)、经济效益评价(价值产投比、单位耕地主要农产品产量和耕地纯收入等)、社会效益评价(主要农产品人均占有量、人均耕地纯收入),对供选方案进行综合比较、分析、评价,并将评价结果提供决策者,以便决定方案的取舍,选出最佳方案,并与预期目标进行比较,如未达到预期目的则要对原定方案进行修改或重新拟定方案,直到

达到预定目标,才能确定方案;保护分区即在综合规划方案基础上根据区域生态条件、生态保护措施的相似性和差异性,将规划区域进行分区以具体落实生态保护的任务,使生态保护战略目标加以区域分解并使其得以具体实现;方案实施即要拟定周密的实施计划,明确规划实施要求、主体和步骤,同时充分考虑人力、物力和财力等基本条件,并在实施中跟踪监测、定期反馈信息和加以分析处理,找出规划偏差因素、随机影响因素和各种干扰因素,及时修正补充规划方案自身不足或排除外界干扰。

4 耕地生态保护规划的编制方法

耕地生态保护规划内容多,涉及面广,因此编制耕地生态保护规划是一项复杂的系统工程,应针对其不同部分采用不同的编制方法,耕地生态保护规划编制方法主要有耕地保护数量预测方法、土地利用结构优化方法、生态保护综合规划方案评价和选优方法等。

4.1 耕地需求量预测方法

耕地需求量预测是耕地生态保护特别是耕地数量保护、实现耕地总量动态平衡战略目标必不可少手段,也是编制耕地生态保护规划的重要内容,科学的预测结果是确定耕地生态保护数量和土地利用结构优化的重要依据。耕地需求量预测包括预测规划区域内一定时期人口、城市化水平、主要农产品人均占有量、主要农产品单产,为保证预测的准确性,实证中采用了人口自然增长法、

多元回归法、逻辑斯蒂曲线法和 GM(1,1) 灰色模型法 4 种方法预测规划区内总人口及城市化水平,采用了多元回归法、GM(1,1) 灰色模型法及趋势增长法 3 种方法预测主要农产品人均占有量和单产主要农产品,通过对规划地区人口、主要农产品单产、耕地历史考察及其变化趋势,先预测将来一定时期内人口、主要农产品单产和人均占有量,由人口推算主要农产品总需求量,再推算耕地总需求量。

4.2 土地利用结构优化方法

通过结构优化确定的耕地保护数量是最有效的保护耕地重要手段,也是协调耕地数量保护与建设占用耕地矛盾的途径,是耕地生态保护规划主要内容,其主要方法有系统工程方法、系统动力学方法、投入产出模型法、综合法和土宜法等,每种方法还可进一步划分如系统工程法可分为线性规划法、动态规划法、多目标规划法、模糊线性规划法、灰色线性规划法和多级平衡参数法,实证中采用的是灰色线性规划法,其思路一是建立模型 $\max$ 或 $\min Z(x) = \sum C_i \times X_i$ 和设立约束条件: $s.t. \{A(x) \leq (\text{或} \geq) b_i\}, x_i \geq 0$, 既在满足 $A(x) \leq (\text{或} \geq) b_i$ 的条件下寻求几组 X 使 $Z(X)$ 达到最佳值,式中 X_i 为决策变量, $X_i = (X_1, X_2, \dots, X_n)^T$, C_i 为目标函数的第 i 数矩阵, $C_i = (C_1, C_2, \dots, C_n)$, 它可以是灰数,也可能是常数, A 为约束条件的灰色系数矩阵, B_i 为约束量, $b_i = (b_1, b_2, \dots, b_n)^T$; 二是设置变量,变量选择要能体现土地利用的现状分类体系和土地资源利用的特点,符合耕地保护规划的宏观调控要求和考虑相关统计数据来源的可靠性,在土地利用结构优化模型中设置多少个变量要根据实际情况而定;三是确定参数,包括效益函数、技术函数和约束函数,通常这些参数是通过 GM(1,1) 模型回归预测、趋势预测等多种预测方法得到;四是目标函数,土地利用结构优化最终目的是取得土地利用在经济、社会和生态方面最佳整体效益,该模型中目标函数仅考虑经济效益,追求产值最大,而将社会、生态效益作为约束条件加以考虑,其目标函数为:

$$Z(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (1)$$

式中, C_1, C_2, C_3, C_n 为经济效益系数;五是约束条件,约束条件是实现目标函数的限制因素,主要限于与土地利用结构关系特别密切的土地资源、社会需求和生态环境要求等方面,据此建立几组约束方程;六是模型求解,应用计算机求解得到几个互斥的供选方案;七是方案评价,通过对供选方案定性和定量评价与分析,比较各方案异同点及其与规划目标的差距和目标实现程度,从中选出最优方案,该方案确定的各类土地数量组合是土地利用的最优数量结构。

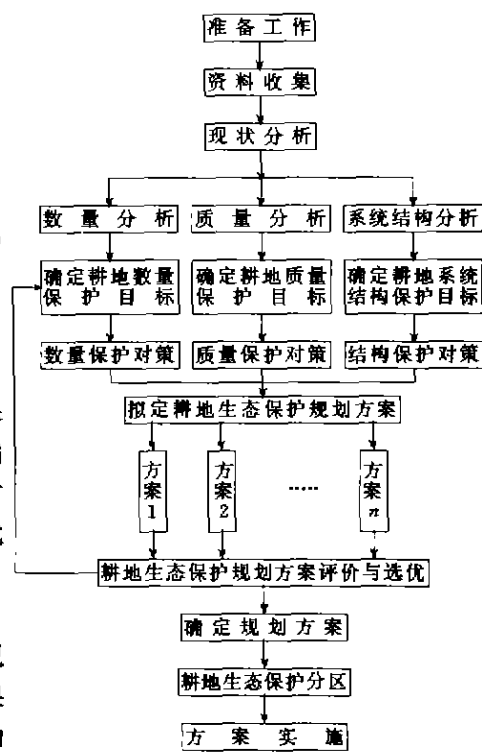


图1 耕地生态保护规划编制流程图

Fig.1 The flow table of ecological preservation planning in arable land

4.3 规划方案评价与选优方法

耕地数量规划方案评价和选优。实证中采用了层次分析法(AHP)对数量结构优化方案进行评价和选优,层次分析法(简称AHP方法)亦称多层次权重分析决策方法,评价思路是建立层次结构,如目标层(A)为方案评价,准则层(B)包括社会效益、经济效益、生态效益和实施可行性等,指标层(C)包括 n 项指标,方案层(P)包括几个互斥供选方案;构造判断矩阵和排序计算,分别就准则层对目标层、指标层对准则层、方案层对指标层的重要性进行比较得到判断矩阵,包括A-B层次判断矩阵、B-C层次判断矩阵和C-D层次判断矩阵;指标层数据处理,为便于单排序和总排序,即用公式对4个方案指标层数据进行归一化处理,其公式为:

$$N_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \times 100\% \quad (2)$$

式中, N_i 为第 i 个方案指标归一化特征值, n_i 为第 i 方案指标值,并对A-B、B-C层次单排序,A对C层次总排序,C对A权重计算总排序,C-D层次单排序,方案层(D)-目标层(A)的总排序,根据总排序结果决定方案的优劣并得到最优方案。

综合规划方案的评价和选优。耕地生态综合保护规划方案效益评价是依据可持续发展的内涵,遵循耕地生态系统结构与功能相协调的原则,从生态、经济和社会等方面对一个或几个供选方案进行评价与分析,其评价结果是方案选优的依据。评价方案采用综合评价方法,其思路是建立评价指标体系,包括选用评价指标和确定各评价指标权重。耕地生态保护规划方案评价指标包括经济、生态和社会效益指标,共同构成耕地生态保护规划方案评价指标体系,反映社会效益指标主要有人均粮食占有量、人均油料占有量和单位耕地人均纯收益等,反映经济效益指标主要有主要农产品单产、单位耕地净产值和单位耕地价值产投比等,反映生态效益指标主要有单位耕地光能利用率、单位耕地能量产投比、灌溉水质达标率、有机肥占总施肥量比重、秸秆还田率、营养物质平衡系数和耕地水土流失治理率等,从中选取有代表性、能涵盖三大效益的多项指标建立指标体系,采用特尔斐法(Delphi)确定各评价指标的权重。原始资料获取,包括规划区自然条件、社会经济条件、主副产品数量、质量、价格、用途、人工、种子、肥料、饲料、农药、机械、水田、电力、柴油、排灌作业等数量及费用和污染治理程度等数据,规划方案效益评价属预测评价,需对粮食单产、油料单产等数据进行预测。指标计算和效益分析,经济效益分析是从经济角度分析一定区域内设计方案确定后,单位耕地可能产出经济价值或产量等,据以衡量该方案经济效益高低,常用指标主要有耕地单位面积主要农产品单产、纯收益、价值产投比等。生态效益分析是指一定区域耕地生态环境保护规划方案实施后对该区域内耕地可能产生的一系列生态效益,并据以衡量该方案实施后生态效益标志,主要评价指标有能量产投比、秸秆还田率、耕地有机质、速效磷含量、速效钾含量、灌溉水质达标率、农田投入有机肥达标指数、单位耕地光能利用率、高效低毒低残留农药施用量达标率、区域水土流失治理率等;社会效益分析是指一定区域内耕地生态保护规划方案实施后用以反映耕地生态系统为满足人类需要程度的指标,其主要指标有人均粮食占有量、人均耕地纯收益、人均棉花占有量和人均油料占有量指标等;评价系数计算,应用下式计算各指标系数:

$$N_{ij} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_j} \quad (3)$$

式中, X_{ij} 为第 i 方案第 j 个指标值, $\bar{X}_j$ 为第 j 项指标平均水平, N_{ij} 为第 i 方案第 j 项指标评价系数,规划方案选优,应用下式计算各区规划方案的综合评价系数:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \times \sum_{j=1}^m W_j \times N_{ij} \quad (4)$$

式中, P_i 为第 i 个方案综合评价系数, N_{ij} 为第 i 方案第 j 项指标系数, W_j 为第 j 项指标权重。最后依据各规划方案综合评价系数的大小选出最优方案。

参 考 文 献

- 1 云正明. 生态农业设计方法. 北京: 中国农业出版社, 1990
- 2 骆世明等. 农业生态学. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1987
- 3 李广新. 生态农业应用技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1991
- 4 景贵和. 土地生态评价与土地生态设计. 地理学报, 1986 (1): 36~39
- 5 赵跃龙等. 生态农业技术进步率测定方法研究. 生态农业研究, 1999, 7(4): 55~57
- 6 马世骏. 生态工程——生态系统原理的应用. 生态学杂志, 1983 (4): 42~45