

水土保持生态补偿机制建立的理论基础分析^{*}

史宇,余新晓,毕华兴

(水土保持荒漠化防治教育部重点实验室,北京林业大学 水土保持学院,北京 100083)

摘要:水土保持生态补偿机制是一种行之有效的经济政策,能够协调主体环境利益及其经济利益的分配关系,有力的推动水土保持工作的开展。从各相关学科中提出了复合生态系统理论、产权理论、环境资源价值理论、外部经济效益理论、公共产品理论、公平理论和生态伦理理论 7 个具体的理论作为水土保持生态补偿建立的理论基础,全面论证了建立水土保持生态补偿机制的必要性。

关键词:水土保持补偿; 产权; 外部效应; 公共产品; 生态伦理

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0156-06

The Analysis of the Theoretical Basis of Establishing Compensation Mechanism of Soil and Water Conservation Ecology

SHI Yu, YU Xin-xiao, BI Hua-xing

(Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating, Ministry of Education, School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, 100083, China)

Abstract: The compensation mechanism of soil and water conservation ecology is an effectual economy policy. It can coordinate the environmental interests of legal subjects and the distribution of economic benefits, powerfully impel the conservation of water and soil work. In this paper, seven theories were proposed to be the theoretical basis of establishing compensation mechanism of soil and water conservation ecology, including complex ecosystem theory, property right theory, environment resources value theory, externality economic effect theory, public goods theory, equity theory and ecosystem ethics theory. These theories demonstrated the necessity of establishing compensation mechanism of soil and water conservation ecology.

Key words: soil and water conservation compensation; property right; externality effect; public goods; ecosystem ethics

水土流失既涉及资源,又涉及环境,是我国重大的生态与环境问题。实践表明:水土保持是实现可持续发展的重要保证,是促进人与自然和谐的重要手段,是我国全面建设小康社会的基础工程,是关系中华民族生存发展的长远大计。

目前中国面临着水土保持政策结构性缺位的挑战,特别是相关的水土保持经济政策严重短缺。由于政策不完善导致水土保持利益及其相关的经济利益在保护者、破坏者、受益者和受害者之间出现不公平分配。因此导致受益者无偿占有环境利益,保护

者得不到应有的经济回报,缺乏保护的经济激励;破坏者未能承担破坏环境的责任和成本,受害者得不到应有的经济赔偿,责任人丧失保护的经济压力。水土保持生态补偿机制是一种调整相关利益者因水土保持或造成水土流失的环境利益及其经济利益分配关系,激励水土保持行为的政策,它的建立能够有效的解决上述问题。中国政府高度重视水土保持工作,将水土保持生态补偿提到了重要的议事日程。要想从根本上理解水土保持生态补偿的目的从而为制定补偿标准、补偿范围、补偿办法提供依据,就必

* 收稿日期: 2008-08-29

基金项目: 国家林业局科学技术研究重点项目(2006 - 69); 国家“十五”科技支撑计划项目(2006BAD03A0201)

作者简介: 史宇(1983 -),男,吉林省人,在读硕士研究生,主要研究方向: 林业生态工程、水土保持。E-mail: stern7444 @163.com

通信作者: 余新晓(1961 -),男,甘肃人,博士,教授,主要研究方向: 森林水文、水土保持。E-mail: yuxinxiao111 @126.com

须了解其建立的理论基础。

作者试从系统学、生态学、经济学、伦理学等学科的角度出发,具体归纳出了复合生态系统理论、产权理论、资源价值理论、外部经济效益理论、公共产品理论、公平理论和生态伦理理论7个具体的理论作为建立水土保持生态补偿机制的理论基础,旨在为水土保持生态补偿机制的建立提供依据。

1 复合生态系统理论

我国著名生态学家马世骏教授提出:当今人类赖以生存的社会、经济、自然是一个复合大系统的整体。社会是经济的上层建筑;经济是社会的基本,又是社会联系自然的中介;自然则是整个社会、经济的基础,是整个复合生态系统的基础。以人的活动为主体的系统实质上都是一个由人的活动的社会属性以及自然过程的相互关系构成的自然-经济-社会复合生态系统。复合生态系统的熵增加原理是,如果它与外界处于封闭状态,那么,不可避免的会使这个系统逐渐向无效、无序和混乱化的方向运行,比如能源的耗竭、环境的恶化、社会经济秩序的混乱。但事实上,复合生态系统是一个耗散结构系统,它的开放性使其与环境交换物质、能源和信息成为可能,这个交换过程就是负熵过程。

自然、社会、经济三大子系统为了维持自身的有序,彼此竞争,争夺进入系统的负熵流。自然子系统可以直接从太阳那里获取负熵流。而经济和社会子系统却不可以,它们通过利用自然界的物质和能量来获得,这对社会经济系统来说是熵减过程对自然界却是熵增过程。在人类社会不很发达的阶段,地球的熵减过程足以抵消地球的熵增过程,使地球生态系统的演化维持有序状态。但是到了近现代,为了维持人类通过大量掠夺自然界的资源和环境来发展自身。然而自然界的资源和环境毕竟是有限的,因此人与自然形成了尖锐的矛盾,出现了自然、经济、社会子系统发展的不协调状态,造成复合生态系统运行过程的熵流增加变快地球的熵减过程已不足以抵消地球的熵增加,地球的总熵值不断增加。水、土资源属于复合生态系统之中的自然子系统,是自然子系统之中的重中之重。水、土资源可持续发展所追求是实现负熵过程,克服熵增的过程;可持续发展则是系统的总熵值增大,无序性增强的过程。而我国目前水、土资源流失和破坏严重已经成为了保证复合生态系统可持续发展亟待解决的问题。

调控和缓解目前水、土资源利用的不可持续状态的途径在于,控制系统的负熵过程,协调自然、经

济、社会发展的关系。自然子系统的负熵过程是一个被动的接受过程,而社会经济系统是一个由人类控制的系统,它的负熵过程则是一个主动过程。因此要实现复合生态系统的协调发展,克服熵增,一方面在于培养和提高人类的生态意识,控制人类行为,把人类活动的熵增行为控制在最低限度;另一方面由社会经济系统对自然子系统进行反哺是一种最大限度地获取负熵的手段,也是改善人类生存环境的有效措施。获取负熵过程的永续,将不断地降低生态系统的熵增,使生态系统处于低熵状态^[1-2]。水土保持补偿机制正是通过国家对于水土保持工作运用经济补偿、政策支持和法律保护等手段保护水土资源的最有力手段。起到了向自然子系统输入负熵流,稳定或降低水、土资源利用总熵值的积极作用。

2 环境资源价值理论

对自然资源环境的价值可以从自然资源的稀缺性、效用价值论、劳动价值论等不同的角度进行阐述^[3-4]。现代的观点普遍承认,包括作为生产资料的自然资源、自然环境条件和环境容量等自然环境资源是一种生产要素,而且随着经济发展,其稀缺程度不断提高。稀缺性是自然资源环境的价值基础和市场形成的基本条件。从效用价值论的观点看,自然资源环境的价值是一种主观心理评价,表示人对自然资源环境满足人的欲望能力的感觉和评价。自然资源环境价值来源于其效用,又以其稀缺性为条件。衡量自然资源环境价值的尺度是其边际效用。

马克思的劳动价值论认为,价值是商品交换中体现的人与人之间的关系。商品价值取决于物化在商品中的社会必要劳动,包括劳动者在创造产品时劳动力的消耗和消耗在劳动对象和劳动资料上的社会必要劳动时间,即活劳动和物化劳动。传统观点认为自然资源环境不是劳动的产物,没有价值。从现代观点看,自然资源环境具有价值,其价值是凝结在自然资源环境中的人类抽象劳动,具体表现为人们对自然资源环境的发现、保护、开发以及促进生态潜力增长等过程中投入大量的物化劳动和活劳动。

无论是在上述哪种理论框架下,自然资源环境作为一种生产要素,其价值的载体可称之为自然资本,自然资本是构成财富的有机成分之一。自然资本的概念由保罗·霍肯、埃默里·洛文斯和亨特·洛文斯于1999年首次提出。他们认为,除了传统的人造资本、金融资本、人力资本以外,还存在第4种形式的资本即自然资本,是由自然资源、生命系统和生态构成。在世界银行界定的自然资本要素中,主

要包括土地、水、森林、石油、煤、金属与非金属矿产等。但这些仅仅是自然生态系统为人类提供服务的一部分。中国科学院扩展了世界银行对自然资本内涵的界定,认为自然资本是给予人类或者可为人类利用的自然物质和能量以及它所提供的生态服务的总称。自然资本存量随着时间的推移而保持基本恒定是人类可持续发展的前提和基础^[4]。

水、土资源是自然资本的最基本的组成部分,而水土保持工作是实现水土资源价值的重要途径。据《中国水利百科全书——水土保持分册》对水土保持的定义,水土保持是防治水土流失,保护、改良与合理利用水土资源,维护和提高土地生产力,以利于充分发挥水土资源的生态效益、经济效益和社会效益,建立良好生态环境的事业^[5]。从水土保持的定义可知,水土保持能够实现经济效益、生态效益和社会效益,也就是能够生产经济产品、生态产品和社会产品。水土保持能提供的 3 种产品都是具有商品属性的,而且大部分是无形的产品;有形产品的价值可以通过有形的市场的产品销售直接实现,而无形产品的价值则只有通过国家和社会补偿来实现。

3 外部经济效益理论

外部经济就是指一些人的经济活动给另一些人带来的收益和损失,那些得到收益的人无须付费,而蒙受损失的人无法得到补偿。如果一些人的生产或消费使另一些人蒙受损失而前者没有补偿后者就称为负的外部经济,或者称为外部成本;如果一些人的生产或消费使另一些人受益而前者无法向后者收费,称为正的外部经济,或者称为外部收益。多数的开发建设项目等都具有负外部性,开发建设项目在开发和建设中会扰动一定面积的地表,这种扰动会对当地的植被覆盖和土壤状况造成破坏,从而加剧水土流失,造成生态环境问题。而水土保持工作具有明显的正外部性,如流域上游的水土保持工作的开展,形成了良好的流域环境,为下游地区提供了良好的生态服务。

在存在外部性时,社会对市场结果的关注扩大到超出市场中买者与卖者的利益之外,还要包括受到影响的旁观者的利益,但在现实中,由于消费者与生产者在决定需求或供给时,很少考虑到他们行为的外部效应,所以在存在外部性时生态资源配置与利用很难达到最优状态,因此需要采用一些措施或途径来矫正或消除这种外部性。

外部性问题的主要解决方法主要有两种:庇古手段和科斯手段。庇古认为:外部性产生的原因在于市

场失灵,必须通过政府干预来解决。对正的外部影响政府应予以补贴,对负的外部影响应处以罚款,以使外部性生产者的私人成本等于社会成本,从而提高整个社会的福利水平。而科斯认为:外部性问题实质应在于双方产权界定不清,出现了行为权利和利益边界不确定的现象。他提出了科斯第一定理,即如果产权是明晰的,同时交易费用为零,那么无论产权最初如何界定,都可以通过市场交易使资源的配置达到最优,即通过市场交易可以消除外部性。科斯进一步探讨了市场交易费用不为零的情况,并提出了科斯第二定理:当交易费用为正且较小时,可以通过合法权利的初始界定来提高资源配置效率,实现外部效应内部化,无需抛弃市场机制^[6-8]。

我国水土保持生态建设现状存在以下特点。首先,我国水、土资源和水土保持相关设施产权界定不清,而且产权纠纷时有发生;其次,水土保持事业建设发挥的生态效益使得许多单位和公众从中受益,如果相关人员通过谈判来确定生态效益补偿费,交易费用总额将是庞大的,而交易难度也将相当高。所以,对于目前我国水土保持事业的现状来说大多数情况不适合用科斯手段来解决外部性问题,政府干预是必要的,政府也有责任为此创造条件。国家政府建立有效的水土保持补偿机制至关重要,而要激励人们从事具有正外部性的生态保护行为,补偿机制更不能少。对于负外部性的物品,国家可以采取征税的办法予以限制,而对正外部性的物品则以补贴予以鼓励,只有这样,才能使外部性内化,从而实现私人最优与社会最优的一致。

4 产权理论

界定水土保持环境资源产权就是对占有和利用资源的权利进行初始分配。只有分配了初始权力,才可以确定谁应该负有补偿的责任,谁应该具有被补偿的权利。

中国的宪法和环境保护等法律规定,任何人包括自然人和法人都有平等地保护生态,维持生态平衡的基本义务。任何人也都具有平等地获取和享受生态服务功能的基本权利,或者说具有利用其所占有或使用的自然资源或生态要素来满足其基本需要的权利,追求和实现利益最大化的权利,或者说平等的发展权利。

《中华人民共和国水土保持法》第三条、第八条规定:“一切单位和个人都有保护水土资源、防治水土流失的义务”、“从事可能引起水土流失的生产建设活动的单位和个人,必须采取措施保护水土资源,

并负责治理因生产建设活动造成的水土流失^[9]。

但实际上,环境资源产权界定或者说权利初始分配的不同造成了事实上的发展权利的不平等。通常,流域上游的水土保持者比下游的人需要遵守更为严格的法律规定或更少的权利分配,如遵守更为严格的水质标准等,对他们的经济行为做出一定限制和调整,这种调整或限制实际上造成这部分人发展权利的部分或完全丧失,以便使水土保持生态服务功能的其他享受者或受益者的权利得到保障。因此需要一种补偿来弥补这种权利的失衡。如,水土保持规划中的“三个重点区”的划分。将天然林草覆盖面积较大、水土流失较轻,但具有水土流失加剧的潜在危险的区域,确定为重点预防保护区。将资源开发和基本建设较集中、人为破坏新增水土流失较严重的区域,确定为重点监督区。将现有水土流失严重并集中连片、面积较大、对当地和下游造成严重危害的区域,确定为重点治理区。重点预防保护区是将大面积的森林、草原和连片已治理的成果,列为重点预防保护区,制定、实施防止破坏林草植被的规划和管理措施。重点监督区是将资源开发和基本建设规模较大、破坏地表植被造成严重水土流失的地区,列为重点监督区,要求有关单位编制《水土保持方案》,并与主体工程实行“三同时”制度,依法对《水土保持方案》的实施进行监督检查。重点治理区是将水土流失严重、对国民经济与河流生态环境及水资源利用有较大影响的地区列为重点地区,进行综合治理^[10]。

不同类型区规定了区内谁有权利做什么以及不能做什么。根据这种区划,就可以确定不同类型下补偿和被补偿的义务和权利。但实际上,国家在“水土保持三区”划分的时候,就界定了不同区域的资源环境最初产权,而不同区域具有不同的自然、经济和社会特点,这就意味着水土保持生态环境的资源最初产权界定的区域不平衡性,也就是不同区域之间的起点不同问题,关于这一点国家通过宏观调控应该全权负责,特别是在最初的水土保持补偿上,应由国家根据不同的情况给予全面的水土保持补偿^[11]。

5 公共产品理论

按照微观经济学的理论,社会产品可以分为公共产品和私人产品两大类。根据萨缪尔森的定义(1954),纯粹的公共物品(pure public goods)是指这样的物品,即每个人消费这种物品不会导致别人对该物品的消费的减少。纯粹的公共物品具有两个本质特征:非排他性(non-excludability)和消费上的非竞争性

(non-rivalrousness)。非排他性是指在技术上不易于排斥众多的受益者,或者排他不经济,即不可能阻止不付费者对公共物品的消费。消费上的非竞争性是指一个人对公共物品的消费不会影响到其他人从对该公共物品消费中获得的效用,即增加额外一个人消费该公共物品不会引起产品任何成本的增加,也可以说,公共物品的边际生产成本为零^[6,12]。

普遍认为,水、土等自然资源及其环境以及所提供的生态服务具有公共物品属性。应当将水土保持作为公共产品,其理由是:从公共选择和公共环境方面讲,良好的水土保持生态环境不仅能增加地表径流入渗和涵养水源能力,避免表层肥沃土壤遭受侵蚀和冲刷,为当地人的生存和发展提供基本条件,同时也能减轻下游地区洪涝灾害和河道淤积,改善或提高环境容量。因此,从控制、减少水土流失,抵御、减轻水旱自然灾害的角度看,水土保持是具有广泛社会性的公共产品。从水资源和土壤(土地)资源方面讲,某项人为活动所造成的水土资源损失会对当地今后经济、社会的可持续发展以及下游在于一定空间、时间的水土资源的非竞争性和非排他性,使其也带有准公共物品的属性^[7]。

既然水土保持属于公共产品,由于其非竞争性往往导致公共资源的过度使用,最终使全体成员的利益受损;其非排他性又会使人产生“搭便车”心理,没有人愿意提供公共产品,最终结果是谁也享受不到公共产品。要解决这种问题,政府管制和政府买单是有效解决公共产品的机制之一,同时,还应通过政府与市场之间的相互补充,对公共产品市场提供和政府提供的效率进行分析,以确定其提供机制和成本补偿机制,使生态保护者能够象生产私人产品一样得到有效的激励。

水土保持补偿问题的公共物品属性可以帮助我们确定在不同水土保持补偿问题类型下补偿的主体是谁,其权利、责任和义务是什么,从而确定相应的政策途径。

6 公平理论

公平是指有关经济活动的制度、权利、机会、分配和结果等方面的公正和合理。

公平理论起源于美国行为科学家亚当斯(Adams, 1965)等提出的一种激励理论。亚当斯公平理论的基本观点是:当一个人做出成绩并取得报酬以后,他不仅关心自己所得报酬的绝对量,而且关心自己所得报酬的相对量。因此,他要进行种种比较来确定自己所获报酬是否公平,比较结果将直接影响今后

工作的积极性。所用的比较包括横向比较和纵向比较,横向比较是指一个人投入(包括教育程度、所作努力、用于工作的时间、精力和其他无形损耗等)和收益(包括金钱、工作安排以及获得的赏识等)的比值与组织内其他人的投入和收益的比值相等时,才是公平的;纵向比较是指把自己目前投入与目前所获得报偿的比值,同自己过去投入与过去所获得报偿的比值进行比较,只有相等时才是公平的^[6]。

目前我国水土保持规划区域的相关人员进行横向比较时:重点预防保护区多数在区域内实施禁伐和封育,当地居民投资报酬率不如商品林所有者;重点治理区多数地处江河源头的经济欠发达区,当地人民不得不在产业发展时受到许多限制,而下游发达地区非但不承担任何费用也不受任何限制,显然源头区的人民遭遇了不公平待遇。而在纵向比较时我们得出:无论是利用工程措施还是利用生物措施进行的水土保持综合治理都是一项投资高而收效慢的工作,必然导致相关人员投入与报偿比率要远远低于从前。因此,参照公平理论水土保持工作无论横向比较还是纵向比较上都存在显著的不公平性。

公平观主要解决社会资源分配中个人权利与责任的关系问题,即个人在享有社会权利和承担社会责任时,与社会上其他人相比是否合理,也就是说个人承担的责任和享有的权利必须成正比。这种公平观也可以成为贡献律,即奖酬与贡献成正比,也就是多劳多得,公平分配。而目前的水土保持生态效益在保护者、破坏者、受益者和受害者之间的不公平分配,出现了如下局面:一方面,受益者无偿占有水土保持生态效益,水土流失治理者得不到应有的经济回报,缺乏保持水土的经济激励;另一方面,导致水土流失者、破坏现有水土保持设施者未能承担破坏生态环境、导致水土流失的责任和成本,受害者得不到应有的经济赔偿。这种生态保护及其经济利益关系的扭曲,使水土保持工作面临很大的困难,且影响地区间和不同人群间的和谐发展。

要解决这些问题,就必须建立能协调相关主体水土保持生态效益及其经济利益的分配关系和激励水土保持行为的相关政策、法律及其制度。借鉴国内外相关领域的理论与实践,水土保持生态补偿是一条成功之路。

7 生态伦理理论

水土保持工作时时刻刻都描绘着一副人与自然是相互适应、相互改造、相互依存的画卷。由于其中涉及到人与自然是相互相处的关系,我们可以从生态伦理

学的角度来印证水土保持补偿机制的科学合理性。

生态伦理就是指人类在对于自然实践活动中所形成的伦理关系及其调节原则,这里的自然是包括人之外的一切生物及无生命自然环境在内的整个生态圈。生态伦理的内涵包括两个紧密联系的方面:首先,它表征的是一种客观的关系,即人与自然之间的道德关系;其次,它是用以调整相应关系的积极手段,即生态道德。

生态伦理首先表征的是人与自然之间客观存在的道德关系,这是生态伦理质的规定性。只有在存在道德关系的领域,伦理才是可能的,并且只要是道德关系存在的领域,伦理也是必然的。因此,只有人与自然之间确实存在道德关系,生态伦理才有存在的必要、发展的可能。当我们追究到道德产生的根源时,就可以确定地道德关系在人与自然之间是存在的。

“道德根源于人的需要。”这是传统伦理学对道德起源的揭示。道德起源于人的需要,道德关系也是伴随着人的需要产生的。那么生态伦理所说的人与自然之间存在的道德关系又起源于什么呢?事实上它也源于需要,但这时的需要就不再仅仅是人的需要,而是人与自然之间相互的需要,且更强调自然的需要。

自然是有需要的。自然中的一切生物都有需要。无论动物、植物还是微生物,都是有生命的存在物,它们生命的存续不是无条件的,其所依赖的自身内外的所谓“条件”就是生物体的一些本身固有的需要,当这些需要得到满足时,生物的价值就实现了。自然的这一需要包括着对人的需要,一方面自然需要人遵循自然规律、维护它创造生命的能力,另一方面人对自然也负有尊重和爱护的道德义务。无论是自然的需要还是人类的这种义务都表明道德关系在人与自然之间是必然地存在着的^[13]。

生态伦理不仅表征着人与自然之间客观存在的道德关系,它更直接的是人对自然采取的积极手段。既然人与自然之间确实存在道德关系,就必然要求有相应的方式、手段对其进行调节,也是其主要的规定性。人们通常用“生态道德”来解释它。所谓生态道德就是指凭借社会舆论、人的内心信念及良心等非强制性力量调节人与自然之间的关系的手段、方式的总和,主要表现为生态道德规范。就目前来看,生态道德正适合处理和解决人与自然的矛盾的特殊需要,是调节人与自然之间的关系的较为理想的手段。

无论是有机体、无机物还是环境系统都是无意识的、非主体性的。水、土资源等自然体与人相比,

自然处于相对弱势,它不能像人一样思考,拥有并行使权利。因此需要人类来发挥自己的主观能动性,以生态道德为基础和导向,建立一系列的制度、法规等来协调人与自然的关系。水土保持补偿机制的建立达到了支持水土保持事业,强化生态道德和缓解人与自然之间的生态伦理关系的作用^[3]。

8 结 语

以上部分从 7 个不同的理论入手,揭示了水土保持生态补偿的理论基础。复合生态系统理论提出了水土保持生态补偿制度建立的迫切性和根本性;环境资源价值理论说明了建设水土保持生态补偿制度的价值所在;外部经济效益理论、产权理论、公共产品理论和公平理论从经济学和管理学的角度阐述了建立水土保持生态补偿制度的可能性和必要性;而生态伦理理论则说明水土保持补偿机制应该具有的特殊性。

由于水、土资源具有公共产品属性等特性,决定了建立水土保持生态补偿机制的主体是政府。政府在建立该补偿机制过程中应当结合水土保持生态补偿机制的理论基础,科学合理的完成从立法到执法的各项工作,对补偿对象、补偿强度、补偿方式等核心问题进行全面而严格的确定^[14]。总体上应从社会公平性、维护公共利益的原则出发,通过政策和经济的手段,解决区域内或区域间资源、环境和经济发展的不平衡问题,激励全社会共同参与水土保持和生态环境保护,最终实现资源和环境永续利用和可持续发展。

参考文献:

[1] 仇蕾,王慧敏.复合生态系统运行中的熵理分析[J].科学管理研究,2004,22(6):1-3.

[2] 郭超颖,毕华兴,林靛靛,等.水土保持生态补偿的生态学与系统学基础[J].中国水土保持,2008(1):28-30.

[3] 张小蒂.资源节约型经济与利益机制[M].上海:上海三联书店,1993.

[4] 沈满洪,陆菁.论生态保护补偿机制[J].浙江学刊,2004(4):217-220.

[5] 王礼先.中国水利百科全书:水土保持分册[M].中国水利水电出版社,2004.

[6] 黄立洪,柯庆明,林文雄.生态补偿机制的理论分析[J].中国农业科技导报,2005,7(3):7-9.

[7] 郭升选.生态补偿的经济学解释[J].西安财经学院学报,2006,19(6):43-48.

[8] 毕华兴,毕嘉敏,刘立斌,等.论实行水土保持生态补偿的经济学基础[J].中国水土保持,2008(1):25-27.

[9] 毕华兴,林靛靛,郭超颖.建立中国水土保持生态补偿机制的基本准则[J].中国水土保持,2008(1):19-21.

[10] 姜德文,郭孟霞,毕华兴,等.水土保持生态补偿理论与机制[J].中国水土保持科学,2006,4(6):93-98.

[11] 陈钦.公益林生态补偿研究[M].北京:中国林业出版社,2006.

[12] 郭升选.生态补偿的经济学解释[J].西安财经学院学报,2006,19(6):43-48.

[13] 周鸿,蒙睿.生态补偿机制的生态伦理学基础[J].云南环境科学,2005,24(2):37-39.

[14] 胡续礼,张旸,杨树江,等.浅析水土保持生态补偿机制建立的理论基础及实现途径[J].中国水土保持科学,2007,5(4):6-8.

(上接第 155 页)

[20] Roloff G, de Jong R, Zentner R P, et al. Estimating spring wheat yield variability with EPIC[J]. Canadian Journal of Soil Science, 1998, 78(3): 541-549.

[21] 李军,邵明安,张兴昌. EPIC 模型中农田水分运转与利用的数学模拟[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 73-75.

[22] 李军,邵明安,张兴昌. EPIC 模型中土壤氮磷运转和作物营养的数学模拟[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 166-173.

[23] 王宗明,梁银丽. 应用 EPIC 模型计算黄土塬区作物生产潜力的初步尝试[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 481-487.

[24] 王宗明,梁银丽. EPIC 模型在黄土高原地区的应用[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 44-47.

[25] 胡伟,李军,王学春,等. 宁南旱地连作春小麦产量动态与土壤干燥化效应模拟研究[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(2): 295-300.

[26] 王学春,李军,胡伟,等. 黄土高原晋中半干旱区不同肥力水平下连作春玉米产量与土壤干燥化效应模拟[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 1-11.

[27] 王兵,刘文兆,党廷辉,等. 长期施肥条件下旱作农田土壤水分剖面分布特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(3): 411-416.

[28] 张仁陟,李小刚,胡恒觉. 施肥对提高旱地农田水分利用效率的机理[J]. 植物营养与肥料学报, 1999, 5(3): 221-226.

[29] 党廷辉. 施肥对旱地冬小麦水分利用效率的影响[J]. 生态农业研究, 1999, 7(2): 28-31.

[30] 刘忠民,山仑,邓西平. 施肥和密度对春小麦产量根系及水分利用的影响[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1): 71-75.

[31] 魏孝荣,郝明德,张春霞. 旱地长期施肥对土壤水分的影响[J]. 水土保持研究, 2003, 10(1): 95-97.